

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA**

EFICACIA Y VIABILIDAD DE LA REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA EN LA RECUPERACIÓN MOTORA DEL MIEMBRO SUPERIOR TRAS UN ICTUS

EFFECTIVENESS AND FEASIBILITY OF IMMERSIVE VIRTUAL REALITY IN
MOTOR RECOVERY OF THE UPPER LIMB AFTER STROKE

AUTOR

D. Alberto Ruiz Negro

DIRECTORA

Prof. Patricia Martínez Sánchez



Facultad de
Ciencias de la Salud
Universidad de Almería

Curso Académico
2019/2020
Convocatoria
Junio

ÍNDICE

1. RESUMEN	5
2. INTRODUCCIÓN	6
2.1 DEFINICIÓN DE ICTUS.....	6
2.2 EPIDEMIOLOGÍA.....	6
2.3 AFECTACIÓN MOTORA DEL MIEMBRO SUPERIOR TRAS UN ICTUS.....	7
2.4 REHABILITACIÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR TRAS UN ICTUS.....	8
3.OBJETIVO	11
4. METODOLOGÍA.....	11
5. RESULTADOS	15
6. DISCUSIÓN	24
7. CONCLUSIONES.....	27
8. IMPLICACIONES PARA LA FISOTERAPIA	28
9. BIBLIOGRAFÍA	29
10. ANEXOS.....	34

RESUMEN.

Objetivos: estudiar la eficacia y viabilidad de la rehabilitación en un entorno de realidad virtual inmersiva (RVI) en la recuperación motora del miembro superior después de un ictus.

Metodología: se realizó un trabajo de revisión bibliográfica de las publicaciones científicas indexadas en las bases de datos PubMed, Scopus, Biblioteca Cochrane, Web of science, Medline, Dialnet y Google Scholar. La selección de los artículos se realizó mediante el algoritmo de Díaz Portillo.

Resultados: de los 71 artículos encontrados se escogieron 6 según los criterios de selección. La rehabilitación en un entorno de RVI mostró una mejora en la actividad funcional y motora de la extremidad superior, que es similar a la rehabilitación convencional. Además, la RVI mostró ser viable, con escasos efectos adversos y con un elevado grado de satisfacción. No se observaron abandonos del tratamiento debido a efectos secundarios de la RVI.

Conclusiones: la RVI es eficaz y viable en la mejora de la actividad funcional y motora de la extremidad superior tras un ictus. La evidencia científica actual es limitada por lo que se requieren estudios futuros que confirmen los resultados.

ABSTRACT.

Objetives: To study the efficacy and feasibility of rehabilitation in an immersive virtual reality (VRI) environment in upper limb motor recovery after a stroke.

Methods: A bibliographic review work was carried out on the scientific publications indexed in the PubMed, Scopus, Cochrane Library, Web of science, Medline, Dialnet and Google Scholar databases. The selection of the articles was made using the Díaz Portillo algorithm.

Results: Of the 71 articles found, 6 were chosen according to the selection criteria. Rehabilitation in an VRI setting showed an improvement in functional and motor activity of the upper limb, which is similar to conventional rehabilitation. In addition, the VRI proved to be viable, with few adverse effects and with a high degree of satisfaction. No dropouts were observed due to side effects of VRI.

Conclusión: VRI is effective and viable in improving the functional and motor activity of the upper limb after a stroke. Current scientific evidence is limited, therefore future studies are required to confirm the results.

INTRODUCCIÓN

2.1 DEFINICIÓN DE ICTUS Y EPIDEMIOLOGÍA

Se define el ictus o enfermedad cerebrovascular (ECV) al trastorno circulatorio cerebral que ocasiona una alteración transitoria o definitiva de la función de una o varias partes del encéfalo. La incidencia aumenta con la edad, aunque una cuarta parte ocurre en pacientes menores de 65 años. Existe diferentes tipos de ictus según la naturaleza de la lesión (Muir, 2013; Ustrell-Roig & Serena-Leal, 2007):

- El ictus isquémico debido a una falta de aporte sangre a una determinada zona del parénquima encefálico.
- El ictus hemorrágico se debe a la rotura de un vaso sanguíneo encefálico con extravasación de sangre fuera del lecho vascular (Ustrell-Roig & Serena-Leal, 2007).

El 85% de los ictus es isquémico, mientras que el resto es hemorrágico. Según la evolución en las primeras horas, distinguiremos entre 2 grandes tipos de eventos cerebrovasculares isquémicos: al ataque isquémico transitorio (AIT), clásicamente definido como el déficit neurológico que se recupera antes de las primeras 24 horas y no muestra lesión isquémica en neuroimagen, y el infarto cerebral con lesión definitiva del parénquima cerebral (Ustrell-Roig & Serena-Leal, 2007).

A nivel mundial, se estima alrededor de 16 millones de casos nuevos y se prevé que aumente a más de 23 millones de nuevos casos y cause 7,8 millones de muertes en 2030 (Adeloye, 2014).

En España, se estima en 150-250 casos/año por cada 100.000 habitantes, el 12% de los españoles muere por esta causa, un 4% de la población mayor de 65 años vive con las secuelas de un ictus y 150000 personas en nuestro país precisan ayuda para realizar sus actividades básicas como consecuencia de haber padecido un ictus (Gállego et al., 2008).

2.2 AFECTACIÓN MOTORA DEL MIEMBRO SUPERIOR TRAS UN ICTUS

El ictus es la causa más importante de invalidez o discapacidad a largo plazo en el adulto y la segunda causa de demencia. Además, consume un 3%-4% del gasto sanitario (Alvarez Sabín et al., 2011).

En la fase aguda posterior al ictus, aproximadamente el 60-80% de los sobrevivientes presentan deficiencias motoras de las extremidades superiores. Solo el 20% de los supervivientes severamente paréticos logran la función completa de la extremidad superior en comparación con el 80% de los supervivientes de ictus levemente afectados. Las extremidades superiores dolorosas y el síndrome de dolor regional complejo tipo I los experimentan aproximadamente el 50% de los pacientes en el primer año posterior al ictus, lo que afecta a sus actividades de la vida diaria (Gandhi et al., 2020).

El ictus causa diversos trastornos neurológicos, incluyendo hemiparesia, falta de coordinación motora, afasia (pérdida de la capacidad del habla), apraxia (incapacidad para ejecutar movimientos intencionales aprendidos), espasticidad (hipertonía) y la sinergia muscular. La espasticidad incluye síntomas incapacitantes y persistentes y es un trastorno motor caracterizado por una resistencia dependiente de la velocidad en el tono muscular. El aumento del tono muscular en la extremidad hemipléjica posterior al ictus a menudo interfiere negativamente tanto la recuperación motora funcional de la extremidad superior y como en el control postural correcto, siendo en los pacientes crónicos en los que el tono del músculo flexor aparece como un patrón complejo con hipertonía (Hung et al., 2016; Kim et al., 2015).

Alrededor del 80% de los sobrevivientes de ictus sufren deficiencias motoras significativas, requieren cuidados en el hogar y enfrentan dificultades para regresar al trabajo. Además la disminución de las habilidades motoras conduce al uso de la extremidad no parética durante periodos prolongados de tiempo, lo que provoca un debilitamiento muscular en el lado parético en relación con el lado no parético, dando como resultado desequilibrios musculares, asimetría corporal y deterioro del equilibrio (Shin & Kim, 2016).

2.3 REHABILITACIÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR TRAS UN ICTUS

La práctica clínica actual para la rehabilitación de la extremidad superior se basa en promover la neuroplasticidad motora después de la lesión cerebral. Esta neuroplasticidad, se define como la capacidad del cerebro para reorganizarse formando nuevas conexiones neuronales en el tejido normal adyacente del hemisferio lesionado, o en el hemisferio no lesionado de forma que este se haga cargo de la función perdida. Para maximizar el efecto de la plasticidad cerebral, el entrenamiento debe estar basado en el aprendizaje, debe ser repetitivo, desafiante, motivador e intenso (Mekbib et al., 2020).

Las terapias rehabilitadoras convencionales ayudan a los pacientes a mejorar los déficits motores de la extremidad superior después de la lesión cerebral. Sin embargo, este enfoque es lento, tedioso y los resultados a menudo dependen de la capacidad del personal médico. Además, la repetición, la intensidad y la dosis en la rehabilitación convencional son insuficientes para lograr una recuperación motora óptima basada en la plasticidad. La limitación de la rehabilitación convencional motivó la introducción de nuevos tipos de enfoques terapéuticos eficientes. La terapia mediante realidad virtual (RV) se considera como una nueva modalidad (Mekbib et al., 2020).

Actualmente, una de las definiciones más aceptadas de la RV es la simulación de un entorno real generado por un ordenador, en la que a través de una interfaz hombre-máquina se va a permitir al usuario interactuar con ciertos elementos dentro del escenario simulado (Viñas-Diz & Sobrido-Prieto, 2016).

Se han llevado a cabo estudios en pacientes con lesiones medulares, esclerosis múltiple, enfermedad de párkinson, en pacientes con un daño cerebral adquirido de causa traumática o incluso en algunos con desórdenes vestibulares. Pero una de las principales áreas donde más se ha investigado es en la rehabilitación de pacientes con enfermedad cerebrovascular o ictus (Bonafe Monzo & Martínez, 2013).

La RV está avanzando de forma exponencial, creando ambientes virtuales que cada vez se asemejan más a la realidad, lo que provoca en el usuario una gran aceptación a la hora de utilizar estas terapias para fomentar su recuperación (Montalbán & Arrogante, 2020). Cuando se utiliza la RV, los ambientes y los objetos virtuales proporcionan al usuario información visual (puede presentarse a través de un dispositivo instalado en la cabeza)

información auditiva, táctil, olfativa y motora (Viñas-Diz & Sobrido-Prieto, 2016). Estos incluyen ayudar en la recuperación de las habilidades motoras, coordinación entre los ojos y las extremidades, la orientación en el espacio y las tareas cotidianas. El entrenamiento puede variar desde simples movimientos de las extremidades dirigidos a un objeto con el fin de lograr un objetivo determinado (p. ej. poner una taza de café sobre una mesa), mejorar las habilidades motoras perdidas (p. ej. conducción virtual) y otros (Vogiatzaki & Krukowski, 2015). Por ejemplo, respecto al sentido del tacto, existen dispositivos hápticos que responden con una interacción de *feedback* táctil, y proporcionan al usuario la sensación de que está manejando los objetos simulados (Viñas-Diz & Sobrido-Prieto, 2016).

Los ambientes virtuales pueden variar según el grado de inmersión por parte del usuario. El término de inmersión se define como el grado de percepción por parte del usuario de encontrarse físicamente en el mundo virtual en lugar de en el mundo real (Viñas-Diz & Sobrido-Prieto, 2016). En los entornos virtuales inmersivos se consigue una inmersión completa mediante periféricos hasta el punto de aislar al usuario del entorno real (Muñoz Boje & Calvo-Muñoz, 2018). La RVI empieza a utilizarse en la rehabilitación/ terapia física con el objetivo de mejorar la función motora. En la actualidad, esta tecnología se aplica cada vez más en patologías de origen neurológico mejorando de manera muy positiva las evaluaciones, las intervenciones, así como la motivación de los pacientes para alcanzar el más alto nivel de mejora funcional (Viñas-Diz & Sobrido-Prieto, 2016). Una de las grandes ventajas de este tipo de terapias es la adaptabilidad específica de la rehabilitación a las carencias de cada paciente producidas por las secuelas del ictus. Por ejemplo, para la rehabilitación de actividades de la vida diaria como abrir una puerta, cortar alimentos o llenar un vaso de agua (Chiang et al., 2017). Otras ventajas de estas terapias basadas en RVI son la posibilidad de repetición funcional y secuencial, la mejoría del rendimiento motor en áreas específicas y, además, la facilidad para variar el grado de exigencia y dificultad en la tarea que se desea rehabilitar (Montalbán & Arrogante, 2020). En relación con los efectos secundarios generados por la RVI en el estudio realizado por Cuevas y colaboradores (Cuevas et al, 2013) observaron que los síntomas más frecuentes tras tres o cuatro sesiones son mareo, cansancio visual, cansancio general y que aumentan a lo largo de varias horas seguidas en el entorno virtual inmersivo y es más acusado en aquellos pacientes con mareos o problemas vestibulares. También se registraron otros

efectos secundarios como dolor de cuello, presión en la nariz, sudor frío, pesadez del casco e incluso somnolencia en 11 pacientes de 90. Por lo tanto, es recomendable realizar periodos cortos de tiempo y continuados a lo largo de varios días ya que se observa una adaptación por parte del organismo a estos síntomas provocados por la RVI llegando a desaparecer por completo.

En función de la situación del paciente habrá que adaptar el tratamiento fisioterapéutico para evitar complicaciones y facilitar la recuperación. Se distinguen tres periodos evolutivos tras un ictus (Cuadrado, 2009; Huang et al., 2019):

- **Periodo agudo**

Comprende el curso inicial desde la instauración del ictus y su signo más determinante es la hipotonía. Va desde uno a siete días.

- **Periodo subagudo**

Se identifica con la aparición de espasticidad e hiperreflexia y normalmente acompaña de recuperación motora en los casos favorables. Se puede distinguir entre “subaguda temprana” que comprende desde siete días hasta tres meses y “subaguda tardía” desde los tres meses hasta seis meses.

- **Periodo de estado**

La recuperación a partir de este momento irá encaminada a la situación funcional y a las adaptaciones del entorno del paciente. Comprende el estado superior a los seis meses después del ictus.

En la presente revisión sistemática nos proponemos estudiar las evidencias recientes sobre el papel de la RVI en la rehabilitación del miembro superior tras un ictus isquémico o hemorrágico, recopilando los estudios que han analizado su viabilidad y su eficacia.

OBJETIVO

El objetivo de esta revisión es conocer la evidencia actual sobre la eficacia y viabilidad de la RVI en la recuperación de la función motora del miembro superior tras un ictus.

METODOLOGÍA:

Diseño: Para dicho trabajo se realizó un trabajo de revisión de las publicaciones indexadas en las distintas bases de datos de ciencias de la salud relacionadas con terapia de RVI y recuperación del miembro superior tras un ictus.

Pregunta de investigación

La pregunta que se planteó para realizar la revisión fue: ¿cuál es la eficacia y viabilidad de la terapia con RVI, como coadyuvante a la rehabilitación convencional o como alternativa a la misma, en la recuperación de la función motora del miembro superior tras un ictus?. Para ello se realizó un análisis de ensayos clínicos, metaanálisis, estudios de cohortes y estudios caso-control.

Bases de datos

La revisión bibliográfica se realizó en las diferentes bases de datos proporcionadas por la Biblioteca Nicolás Salmerón las cuales fueron PubMed, Scopus, Biblioteca Cochrane, Web of science, Medline y Dialnet y en Internet por Google Scholar.

Descriptores y estrategias de búsqueda

La búsqueda de los artículos de la revisión se realizó entre los meses de enero y marzo de 2020. Para ellos, se utilizaron los siguientes descriptores del tesoro MeSH (Medical Subject Headings): “virtual reality” (realidad virtual), “immersive” (“inmersiva”), “upper limb” (“extremidad superior”), “rehabilitation” (“rehabilitación”), stroke (“ictus”), “brain haemorrhage” (hemorragia cerebral) y “side effects” (“efectos secundarios”). A través de los cuales se basó la estrategia de búsqueda en combinación con el lenguaje natural

(DeCS). Se utilizaron los operadores booleanos “AND” y “OR” para enlazar los términos seleccionados y llevar a cabo una búsqueda más precisa.

DESCRIPTORES DESC	DESCRIPTORES MESH
Realidad virtual	Virtual reality
Inmersiva	Immersive
Extremidad superior	Upperlimb
Rehabilitación	Rehabilitation
Ictus	Stroke
Hemorragia cerebral	Brain haemorrhage
Efectos secundarios	Side effects

Protocolo de búsqueda

La búsqueda realizada fue la siguiente:

(Immersive [All Fields] AND ("virtual reality"[MeSH Terms] OR ("virtual"[All Fields] AND "reality"[All Fields]) OR "virtual reality"[Title/Abstract])) AND (("upper extremity"[MeSH Terms] OR ("upper"[All Fields] AND "extremity"[All Fields]) OR "upper extremity"[All Fields] OR ("upper"[All Fields] AND "limb"[All Fields]) OR "upper limb"[All Fields]) AND ("rehabilitation"[Subheading] OR "rehabilitation"[MeSH Terms])) AND ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields]) AND ("adverse effects"[Subheading] OR ("adverse"[All Fields] AND "effects"[All Fields]) OR ("side"[All Fields] AND "effects"[All Fields]) OR "side effects"[All Fields]).

Criterios de selección de estudio de inclusión

- Ensayos clínicos aleatorizados, metaanálisis, estudios de cohortes, estudios de caso y control y estudios de viabilidad de realidad virtual inmersiva en la rehabilitación de la extremidad superior en pacientes post- ictus
- Textos completos gratuitos
- Estudios realizados los últimos diez años
- Documentos redactados en español, inglés y portugués
- Incluye las palabras clave mencionadas

Criterios de selección de estudio de exclusión

- Todos aquellos que trataran de realidad virtual no inmersiva
- Todos aquellos que no sean ensayos clínicos, metaanálisis, estudios de cohortes, estudios de caso y control y estudios de viabilidad que no estudien sobre la realidad virtual inmersiva en la rehabilitación de la extremidad superior en pacientes post-ictus
- Una antigüedad mayor de 10 años
- Que no esté redactados en español, inglés y portugués
- Que no sean accesibles de forma gratuita

Análisis

Para el análisis de los artículos encontrados se ha seguido, una adaptación del algoritmo de Díaz Portillo (Díaz Portillo, 2012) que consiste en los siguientes pasos:

- Lectura del título. Si es interesante pasamos a la lectura del resumen. Si no es interesante lo deseamos y pasamos al siguiente artículo
- Lectura del resumen. Si el resumen es válido, pasamos a los resultados. Si el resumen no aporta nada relacionado con nuestro tema, pasamos al siguiente artículo
- Lectura de los resultados: Si no tienen aplicación a nuestro caso, pasamos al siguiente artículo. Si resultan pertinentes para nuestro caso, leemos el artículo completo, extraemos las ideas y conclusiones principales.

A continuación, se detalla una tabla con el proceso de selección de los artículos con el uso del algoritmo de Díaz Portillo (Díaz Portillo, 2012).

Tabla 2.

Fuentes de datos	Documentos encontrados	Doc. tras 1ª fase	Doc. Tras 2ª fase	Doc. Tras 3ª fase
Dialnet	18	6	4	3
Scopus	31	8	6	3
PubMed	18	12	6	4
Cochrane	7	5	4	1
Medline	15	9	7	3

Flujograma de estrategia de búsqueda:



RESULTADOS:

Tras realizar la revisión en las diferentes bases de datos citadas anteriormente y aplicar los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron seis estudios para analizar la eficacia de la RVI en la rehabilitación del miembro superior post-ictus de los cuales cuatro artículos eran de ensayos clínicos aleatorios controlados. Por otro lado, para el análisis de la viabilidad de la RVI, se seleccionaron dos estudios.

Se realizó un análisis de los estudios seleccionados para comprobar su calidad metodológica, para ello se utilizó la escala de Jadad. De los seis estudios seleccionados, dos de ellos obtuvieron una calidad metodológica baja correspondiéndose a los estudios de viabilidad (Lee et al., 2019; Weber et al., 2019), otros dos estudios mostraron una calidad metodológica moderada en la escala de Jadad (Crosbie et al., 2012; Jo et al., 2012) y dos estudios mostraron una calidad metodológica alta (Kwon et al., 2012; Ögün et al., 2019). Cuatro de los estudios que puntuaron entre 3 o más en la escala de Jadad correspondía a ensayos aleatorizados controlados siendo la mitad de estos de ciego simple y doble ciego.

El total de pacientes incluidos en los estudios tras realizar la revisión es de 161 y la mayoría son en el periodo de estado crónico, es decir, seis meses después del ictus, a excepción de la muestra del estudio de Kwon (Kwon et al., 2012) que se encuentran en fase subaguda tardía, es decir, el periodo que comprende entre tres y seis meses. En todos ellos se observaron resultados beneficiosos en la función motora del miembro superior y en las actividades de la vida diaria.

En cuanto a las escalas utilizadas en el estudio para valorar la eficacia y viabilidad de la RVI, se observaron un total de 10 escalas:

- **Escala Fugl-Meyer (FMA):** este instrumento se trata de la escala de asistencia funcional, evalúa la capacidad de función motora, equilibrio, sensación, rango de movimiento y dolor y mide la recuperación en pacientes hemipléjicos post ictus (Ögün et al., 2019). Se muestra en el Anexo I

- **Medida de Independencia Funcional (FIM):** mide el nivel de discapacidad de un paciente e indica cuanta asistencia necesita para la realización de las actividades de la vida diaria (Ögün et al., 2019). Se muestra en el Anexo II

- **Action Research Arm Test (ARAT):** evalúa la función de la extremidad superior utilizando métodos de observación que se centran en los movimientos de agarre, pinza y motricidad gruesa. Está compuesta por 19 ítems agrupados en los movimientos descritos y todos los ítems son evaluados con una escala desde 0 (sin movimiento) a 3 (movimiento normal) (Lee et al., 2019; Ögün et al., 2019). Se muestra en el Anexo III.

- **PASS:** el propósito de PASS es demostrar independencia, adecuación y seguridad. Todos los dominios se clasifican en una escala de cuatro puntos. Las puntuaciones se pueden dividir en dos subsecciones de actividades básicas de la vida diaria (BADL) y actividades instrumentales de la vida diaria (IADL) (Ögün et al., 2019). Se muestra en el Anexo IV.

- **Cuestionario de satisfacción del usuario (USEQ):** es una herramienta diseñada para evaluar la usabilidad del sistema, fue diseñada específicamente para su uso con dispositivos de RV. Consta de seis preguntas y las puntuaciones pueden variar de 6 (satisfacción más baja) a 30 puntos (nivel de satisfacción más alto). Se contestará al final de la última sesión de rehabilitación (Ahmed et al., 2020). Se muestra en el Anexo VI

- **Escala de Prueba de función motora Wolf (WMFT):** desarrollada en los Estados Unidos en 1989 para determinar los efectos de la terapia inducida por restricción. La función de la extremidad superior se midió en 17 ítems en los términos del tiempo de rendimiento y la puntuación funcional. La escala varía de 0 a 5 (Jo et al., 2012). Se muestra en el anexo VII.

- **Índice de Barthel Modificado (MBI):** es una medida genérica que valora el nivel de independencia del paciente con respecto a la realización de algunas actividades básicas de la vida diaria (AVD), mediante la cual se asignan diferentes

puntuaciones y ponderaciones según la capacidad del sujeto examinado para llevar a cabo estas actividades (Solís et al., 2005). Se muestra en el Anexo VIII.

- **Prueba de percepción visual motora (MVPT):** este test mide la percepción visual después de una lesión cerebral y evalúa la puntuación y el tiempo transcurrido. Consta de 36 preguntas (Jo et al., 2012).
- **Box and Block Test (BBT):** es una herramienta de valoración funcional de las habilidades manuales gruesas en pacientes con discapacidad en miembro superior. Requiere de precisión, constancia y un alto grado de coordinación ojo-mano (Espinosa et al., 2014).

Tabla 3: Resumen de artículos seleccionados

A continuación, se exponen los distintos estudios científicos seleccionados en esta búsqueda y sus principales características:

AUTOR	AÑO	TIPO ESTUDIO	TAMAÑO MUESTRA	OBJETIVOS	RESULTADOS/DISCUSIÓN
Kwon et al.	2012	Ensayo clínico aleatorizado	26 pacientes (14 hombres y 12 mujeres) fueron aleatorizados en un Grupo RVI:13; Grupo control:13	Examinar los efectos de la terapia convencional combinada con un programa intensivo de RVI en la función de la extremidad superior y actividades de la vida diaria (AVD) en individuos en la etapa subaguda temprana del ictus.	Los resultados mostraron una mejora significativa en FMA y MFT ($p < 0.05$) en el grupo de RVI y en el grupo control solo mostró mejora significativa en la puntuación de FMA ($p < 0.05$). Las AVD mejoraron significativamente en ambos grupos ($p < 0.05$), sin embargo, no hubo diferencias significativas entre ambos grupos en la función de la extremidad superior y en AVD ($p > 0.05$). Por lo tanto, la RVI combinada con la terapia convencional mejoró la función de la extremidad superior y las actividades de la vida diaria. Sin embargo, no hubo significativa

					diferencia entre el grupo de intervención y el grupo control.
Jo et al.	2012	Ensayo clínico controlado aleatorizado	29 pacientes fueron aleatorizados en un grupo de RVI: 15; Grupo control: 14	Investigar los cambios en la función de la extremidad superior y la percepción visual en pacientes post ictus usando el entrenamiento en RVI.	Los resultados de WMFT para determinar la recuperación de la función de la extremidad superior mostró mejoría en ambos grupos siendo significativa antes y después de la intervención en el grupo RVI ($p < 0,01$) y en las puntuaciones de MVPT ($p < 0.05$). Si esta mejora en la extremidad superior conduce a la mejora en la AVD de los pacientes, la aplicación de la RVI se convertirá en un método de entrenamiento de rehabilitación significativo.
Ögün et al.	2019	Ensayo controlado aleatorizado	65 pacientes fueron aleatorizados en un Grupo de RVI: 33; Grupo control: 32	Investigar la eficacia de la RVI en la función de las extremidades superiores en pacientes con ictus isquémico	Los resultados mostraron en la prueba de T de Student para muestras repetidas en FMUE, ARAT, FIM Y PASS puntuaciones significativamente más altas en el grupo de RVI en comparación con el grupo control ($p < 0.05$). Se determinó que seis semanas de entrenamiento de la extremidad superior con RVI mejora la actividad funcional de la

					extremidad superior y las habilidades de autocuidado en los pacientes con ictus.
Crosbie et al.	2012	Ensayo piloto controlado aleatorizado	18 pacientes (10 hombres y 8 mujeres) fueron aleatorizados en un Grupo de RVI: 9; Grupo control: 9	Evaluar la viabilidad de un ensayo para investigar la eficacia de la RVI en comparación con la fisioterapia convencional en la rehabilitación motora del brazo después del ictus y proporcionar datos para una futura prueba principal.	Los resultados mostraron pequeños cambios a favor del grupo de RVI en comparación con el grupo control (71-100 puntos en el índice de motricidad de la extremidad superior y 32-57 puntos en ARAT), sin embargo, no fueron cambios significativos en la discapacidad del brazo y en los niveles de actividad. En base a los resultados preliminares, con una pequeña muestra de pacientes, no es posible determinar si la terapia mediante RVI es más eficaz que la terapia convencional para la rehabilitación de la extremidad superior.
Weber et al.	2019	Estudio piloto de viabilidad	11 pacientes (6 hombres y 5 mujeres)	Examinar la viabilidad de la terapia mediante RVI en la hemiparesia de la extremidad superior después del ictus.	Los resultados de T de Student para muestras repetidas mostraron una pequeña mejora en la puntuación de FMA (P=0.084) y ARAT (P=0.33) no siendo una diferencia significativa. Por lo tanto, se observó la viabilidad de la terapia mediante RVI en pacientes post-ictus crónico respecto en la seguridad de la terapia, la adherencia, tolerancia y mejoras en la funcionalidad de la extremidad superior sin alcanzar diferencias significativas debido al pequeño tamaño de la muestra.

Lee et al.	2019	Estudio de viabilidad	12 pacientes	Investigar la viabilidad, la eficacia preliminar y la usabilidad de un programa de rehabilitación de RV completamente inmersivo utilizando un HMD disponible comercialmente para la rehabilitación de miembros superiores en pacientes con ictus.	Las diferencias observadas en las puntuaciones de ARAT, BBT y MBI antes y después del entrenamiento mostraron una mejora funcional significativa ($p < 0.05$). Por lo tanto, se mostró la viabilidad de un programa de rehabilitación de RVI con HMD podría mejorar la funcionalidad de la extremidad superior y las actividades de la vida diaria en pacientes con ictus mostrando unos resultados significativamente mejores de la extremidad superior en las pruebas de ARAT Y BBT.
------------	------	-----------------------	--------------	---	--

Abreviaturas

Realidad virtual inmersiva (RVI)

Escala Fugl-Meyer (FMA)

Test de función manual (MFT)

Escala de prueba de función motora Wolf (WMFT)

MVPT: Prueba de percepción visual motora

Action Research Arm Test (ARAT)

Test de Independencia Funcional (FIM)

Actividades básicas e instrumentales de la vida diaria (PASS-BADL/IADL)

Box And Block Test (BBT)

Índice de Barthel Modificado (MBI)

Dispositivo de realidad virtual montado en la cabeza (HMD)

Eficacia de la terapia mediante realidad virtual inmersiva

El artículo de “Ögün et al.” (Ögün et al., 2019) publicado en 2019 fue un ensayo controlado aleatorizado y de doble ciego diseñado para comprobar la eficacia de la RV inmersiva en la recuperación de la función motora del miembro superior después de un ictus isquémico. Para ello comparó mediante una asignación aleatoria de 65 pacientes con tiempo posterior al ictus de entre 6 y 24 meses, la rehabilitación convencional frente a la RVI. Para la evaluación y análisis de los resultados se utilizaron las escalas de FMUE, ARAT, PASS Y FIM y se usó la prueba de T de Student para muestras repetidas con el objeto de analizar los cambios antes y después de la intervención en cada grupo. Los resultados de la prueba de T de Student para muestras repetidas mostraron en FMUE, ARAT, FIM y PASS un aumento significativo en comparación con las puntuaciones pretest en el grupo RVI ($p < 0,001$). Aumentaron significativamente FMUE y ARAT ($p < 0,01$) y FIM ($p = 0,002$) en el grupo control, sin embargo, las puntuaciones de PASS-BADL ($p = 0,509$) y PASS-IADL ($p = 0,542$) no fueron significativas.

La diferencia media entre las puntuaciones pre y post-test de FMUE fue 6,90 en el grupo RVI y 1,48 unidades en el grupo control (MCID para ARAT, 5,25), para ARAT 8,33 unidades en el grupo de RVI 1,25 unidades en el grupo control (MCID para ARAT, 5,7), para FIM 4,78 puntos en el grupo de RVI y 0,71 en el grupo control. Sin embargo, este valor estaba por debajo del límite aceptable de MCID (puntuación mínima de diferencia clínica importante) de 22 unidades.

El artículo de “Crosbie et al.” (Crosbie et al., 2012) publicado en 2012 fue un ensayo clínico piloto, controlado, aleatorizado y simple ciego que contó con una muestra de 18 sujetos con un tiempo medio desde el ictus de 11 meses. Para el análisis de resultados y evaluación del miembro superior se utilizaron la escala de FMUE y ARAT y al final del estudio se completó un cuestionario de satisfacción y percepción de la intervención. Los 18 sujetos fueron aleatorizados en dos grupos (9 en cada uno) siendo 10 hombres y 8 mujeres y 7 con el lado afectado el derecho y 11 con el lado izquierdo y una edad media de 60,3 años y compuesta la intervención por 3 sesiones por semana de 30-45 minutos durante 3 semanas. El rango de referencia para todos los sujetos en FMUE fue entre 29-100 puntos (grupo de RVI 71-100, grupo control 29-100) y en ARAM fue de 0-57 puntos (grupo RV 32-57, grupo control 0-57) no habiendo diferencias significativas clínicamente

importante entre los grupos al inicio del estudio. La U de Mann-Whitney-test indicó que no había diferencias entre los grupos, en FMUE ($p = 0,485$) o ARAM ($p = 0,139$). En el cuestionario de satisfacción y percepción en el grupo de RV 4 de los 9 sujetos informaron que el movimiento de la extremidad superior más afectado había mejorado y en el grupo control 7 de los 9 sujetos dijeron que el movimiento también mejoró.

El artículo de “Jo et al.” (Jo et al., 2012) publicado en 2012 fue un ensayo aleatorizado, controlado, simple ciego, que contó con una muestra de 29 pacientes los cuales fueron aleatorizados 15 en un grupo de RV en sesiones de 60 minutos, 5 veces a la semana, durante 4 semanas y 14 en el grupo control que realizó terapia convencional solo 30 minutos, 3 veces por semana, durante 4 semanas. Para la evaluación de la extremidad superior y análisis de los resultados se utilizó la Prueba de función motora (WMFT) y una prueba para medir la capacidad de percepción visual después de una lesión cerebral (MVPT). Los grupos de RVI y control no mostraron diferencias significativas antes y después de la intervención en el tiempo de actuación, sin embargo, el grupo RVI mostró diferencias significativas en la puntuación de brazo y mano ($p < 0,01$) antes y después de la intervención en comparación con el grupo control. Se mostró diferencias significativas también en el grupo de RVI en comparación con el grupo control en la puntuación total de MVPT y subtest para diferencia visual ($p < 0,05$).

El artículo de “Kwon et. al” (Kwon et al., 2012) publicado en 2012 fue un ensayo de control aleatorizado y doble ciego que contó con una muestra de 26 sujetos (14 hombres y 12 mujeres) con tres meses después del ictus fueron asignados aleatoriamente al grupo control que recibió solamente terapia convencional durante 70 minutos, 5 días por semana durante 4 semanas y al grupo de intervención (RVI) que recibió rehabilitación en RVI además de terapia convencional durante 60 minutos (RVI+TC), 5 días por semana durante 4 semanas. Se utilizaron dos medidas de resultado para la evaluación de la extremidad superior, FMA, MFT y una evaluación para las AVD, la versión coreana del Índice de Barthel (K-MBI). Los resultados mostraron una mejora significativa entre el pretest y post-test en el grupo de RVI en las puntuaciones de FMA y MFT ($p < 0,05$). El grupo control mostró una diferencia significativa en el pre y post-test en la puntuación de FMA ($p < 0,05$), pero no en MFT ($p > 0,05$). Los datos de los subtest del brazo y la velocidad de FMA mostraron una diferencia significativa en la función pre y post test para el grupo

de RVI ($p < 0,05$). En el grupo control las puntuaciones de los subtest de la muñeca y la velocidad difirieron significativamente ($p < 0,05$). La puntuación media de K-MBI en pre y post para cada grupo mostró diferencias significativas en AVD en cada grupo ($p < 0,05$).

Viabilidad de la terapia mediante realidad virtual inmersiva

El artículo de “Lee et al.” (Lee et al., 2019) publicado en 2019, fue un estudio diseñado para investigar la viabilidad de un sistema de realidad virtual totalmente inmersivo en pacientes con ictus mediante un dispositivo (HMD) para la recuperación del miembro superior hemiparético compuesto por una muestra de 12 pacientes. La rehabilitación constaba de 30 minutos por sesión, entre 2 o 3 veces por semana con un total de 10 sesiones. Para la evaluación de la extremidad superior y análisis de los resultados se utilizó la escala ARAT y el test BBT antes del comienzo de la intervención y después de la finalización, el índice de Barthel modificado (MBI) y un cuestionario de satisfacción del programa RVI de ocho ítems al finalizar la rehabilitación. De la muestra de 12 pacientes, tres abandonaron el estudio observándose mejora en cinco pacientes tanto en ARAT como en BBT respectivamente. ARAT (entrenamiento previo 22.3 ± 20.1 , entrenamiento posterior 31.1 ± 19.6 ; $P = 0.28$), BBT (entrenamiento previo 11.2 ± 16.3 , entrenamiento posterior 19.6 ± 29.3 ; $P = 0,12$) y MBI (entrenamiento previo 90.4 ± 8.5 , entrenamiento posterior 93.0 ± 5.0 ; $P = 0.42$) mejoró significativamente después de la rehabilitación. Hay que destacar los pacientes 1y 6 mostraron una mejora de 35 en la puntuación de ARAT y 44 en la puntuación de BBT. El cuestionario de usabilidad mostró una puntuación de 5 o más en todos los ítems.

El artículo de “Weber et al.” (Weber et al., 2019) publicado en 2019 fue un estudio de viabilidad que contó con una muestra de 11 pacientes de edad entre 18 y 85 años tras un ictus isquémico o hemorrágico superior a seis meses. La rehabilitación estaba compuesta por 12 sesiones con un total de 30 minutos por sesión dividiéndose ésta por bloques. Para la evaluación y análisis de los resultados de la extremidad superior se utilizó FMUE y ARAT. De la muestra de 11 sujetos, un sujeto abandonó a causa del dolor de hombro preexistente observándose en los resultados motores de los diez restantes una pequeña mejora en la puntuación de FMA no siendo estadísticamente significativa la puntuación inicial antes del comienzo de la intervención $[SD] = 21.7 [8.68]$ y la posterior $[SD] = 22.8$

[9.19] ($P = 0.084$). La prueba de T de Student para muestras repetidas en las puntuaciones de ARAT no se observó diferencias significativas entre la puntuación inicial [SD] = 9.1 [8.05] y la puntuación posterior [SD] = 9.8 [9.08] ($P = 0.33$).

DISCUSIÓN:

La presente revisión muestra que la rehabilitación de la extremidad superior en un entorno de RVI es eficaz y viable como adyuvante o alternativa terapéutica a la terapia convencional gracias a la inmersión que proporciona de sentirse físicamente en un entorno virtual, la satisfacción, el *feedback* visual que proporciona la repetición de diferentes actividades e interactuar con ellas y el concepto motivacional en el paciente en la recuperación motora de la extremidad superior. Sin embargo, el número de ensayos clínicos o estudios observacionales disponibles hasta ahora son limitados.

Eficacia de la realidad virtual inmersiva en la recuperación motora de la extremidad superior después de un ictus

Cuatro de los seis artículos analizados en esta revisión se corresponde con ensayos clínicos aleatorizados que estudiaron la eficacia de la rehabilitación a través de la RVI en la recuperación de la motricidad y funcionalidad del miembro superior tras un ictus.

Tres autores comparan el uso de la RVI frente la aplicación de la terapia convencional. Para ello “Ögün et al.” (Ögün et al., 2019) mostraron en su estudio mejoras significativas en la función motora de la extremidad superior en ambas terapias, sin embargo, al comparar los resultados pretest y post-test de todas las medidas realizadas en ambos grupos se encontraron mejoras significativas a favor del grupo de RVI ($p < 0.001$).

Estos resultados corroboran los obtenidos por “Crosbie et al.” (Crosbie et al., 2012) que reflejaron pequeñas mejoras en la funcionalidad motora de la extremidad superior y mejoras en el seguimiento seis semanas después en ARAT aunque este autor no encontró diferencias clínicamente significativas entre ambos grupos. Esta diferencia de resultados entre ambos estudios puede ser debido a la diferente duración del tratamiento, ya que “Ögün et al.” (Ögün et al., 2019) llevaron a cabo un estudio de 6 semanas mientras que

“Crosbie et. al” (Crosbie et al., 2012) desarrollaron el estudio en 3 semanas. “Ögün et al.” (Ögün et al., 2019) que utilizó 45 min de terapia convencional y 15 minutos de terapia pasiva con RVI, encontró mejoras en el desempeño de la función motora, ARAT, las habilidades del autocuidado personal y mejoras significativas en el grupo control aunque no superaron al grupo de intervención. Asimismo, “Crosbie et al.” (Crosbie et al., 2012) obtuvo alta satisfacción en 4 de los 9 pacientes del grupo de RV y mejoras en actividades de la vida diaria refiriendo que podían abrir una despensa. “Jo et al.” (Jo et al., 2012) observaron en su estudio una mejora de la función motora en ambos grupos siendo mayor en el grupo de RVI en el subtest de WMFT del brazo y de la mano ($p < 0.01$) y en MVPT, reconocimiento de formas y diferencia visual mostraron diferencias significativas para ambos grupos siendo mayor en el grupo de RVI ($p < 0.05$), sin embargo no se observó una diferencia significativa en el tiempo de acción y relación espacial.

Según la hipótesis de “Kwon et. al” (Kwon et al., 2012) la RVI como coadyuvante a la terapia convencional sería más eficaz que la terapia convencional sola. Los resultados mostraron una mejora clínicamente significativa en la función motora, manual y velocidad de la extremidad superior en el grupo de intervención ($p < 0.05$) en comparación con el grupo control. Las actividades de la vida diaria mejoraron en ambos grupos. Cabe destacar la muestra de pacientes se encontraba en fase aguda.

De esta manera y lo analizado anteriormente se puede deducir que un tratamiento basado en RVI junto con terapia convencional se muestra más efectivo en la mejora de la función motora y manual del miembro superior, habilidades de autocuidado personal y percepción visual que un tratamiento basado únicamente en terapia convencional.

Viabilidad de la realidad virtual inmersiva en la recuperación motora de la extremidad superior después de un ictus

Dos de los seis estudios analizados en esta revisión, estudiaron la viabilidad y la obtención de pequeños datos para valorar una eficacia preliminar de la RVI sobre los efectos que proporciona en la recuperación motora de la extremidad superior.

Para ello Weber et al. (Weber et al., 2019) realizó una intervención integrando la ilusión visual que promueve la terapia espejo en la recuperación de la función motora de la extremidad superior en lesiones cerebrales después de un ictus con la inmersión que proporcionan los entornos de RVI. De esta forma los once sujetos que participaron en la intervención visualizaron la extremidad afecta de su avatar realizando las actividades con la extremidad no afecta. Durante la intervención no se observaron complicaciones como mareo y fatiga visual relacionada la tecnología inmersiva, en la escala de usabilidad reflejaron puntuaciones entre 40 y 100 con media de 76 y los resultados obtenidos indican una pequeña mejora en la función motora de la extremidad superior, sin embargo, no alcanzaron diferencias significativamente estadísticas.

Por el contrario el estudio de Lee et al. (Lee et al., 2019) que contaba con un tamaño muestra similar de 12 pacientes en estado crónico (> 6 meses), usaba el mismo tipo de tecnología inmersiva del tipo HMD y aunque registró una tasa de abandono mayor ninguno de ellos por efectos adversos tratándose por causa preexistente o personal, sus resultados mostraron una mejora significativamente mayor de la función motora de la extremidad superior en cinco de los nueve sujetos que completaron el estudio, con ningún abandono a causa de complicaciones generadas por el dispositivo y el cuestionario de satisfacción obtuvo 7 puntos en una escala de Likert en ocho ítems.

Esta diferencia de resultados puede deberse a la intensidad de la tarea realizada y al dispositivo empleado. Estudios previos han demostrado (Borrego et al., 2018) que el dispositivo “HTC Vive” utilizado en el estudio de Lee et al. tiene un campo de visión de 360° que permite la exploración natural e interacción de diferentes tareas en todas las direcciones del espacio proporcionando una inmersión mayor al dispositivo “Oculus Rift” empleado en el estudio de Weber et al. que permite una inmersión solo en el campo frontal.

Según los resultados observados, la RVI es una herramienta terapéutica viable, segura, tolerable y adherente a la rehabilitación, sin embargo, debido al pequeño tamaño muestral, la heterogeneidad de la muestra ya que presentaban pacientes tanto de tipo isquémico como hemorrágico, el periodo crónico que estaban situados todos después del ictus y que no se realizó un seguimiento a largo plazo no es suficiente para mostrar una eficacia clínica.

Por lo tanto, la RVI, podría ser una alternativa para el abordaje del ictus por lo que sería interesante realizar estudios con mayor tamaño muestral en fase subaguda temprana y con un seguimiento a largo plazo para establecer los efectos motores en el tiempo y en fases tempranas después de la enfermedad.

LIMITACIONES

Esta revisión posee algunas limitaciones como el reducido número de trabajos disponibles y el escaso tamaño muestral en la mayoría de los estudios. Además, no todos los artículos utilizaron los mismos instrumentos de medida y el tiempo de intervención en algunos estudios fue diferente. Finalmente, en la mayoría de los estudios no se realizó un seguimiento a largo plazo que permita observar los cambios que se producen desde el final de la intervención.

CONCLUSIONES:

1. La rehabilitación en un entorno de RVI es eficaz y viable en la recuperación de la extremidad superior en pacientes que han sufrido un ictus, ya que mejora la funcionalidad de la extremidad superior y el desarrollo de diferentes actividades de la vida diaria, mostrando resultados al menos similares a los obtenidos por la terapia convencional sola.
2. Existe evidencia limitada de que la rehabilitación mediante RVI en combinación con la terapia convencional es más eficaz que la terapia convencional, pero sólo en la mejora de la función motora y manual de la extremidad superior y actividades de la vida diaria.

Dado el reducido número de estudios en la actualidad, es necesario realizar estudios multicéntricos a gran escala con una muestra mayor de pacientes, en fase subaguda temprana, doble ciego, en los que las intervenciones de RVI en combinación con la terapia convencional sola para establecer el alcance de la RVI como adyuvante a la RV.

3. Es necesario realizar un seguimiento de los sujetos semanas después de la conclusión de la intervención además de las mediciones pre y post intervención para comprobar el efecto de la RVI en la recuperación funcional de la extremidad superior a largo plazo.

IMPLICACIONES PARA LA FISIOTERAPIA

La RVI, a pesar de ser una herramienta terapéutica novedosa en investigación, ha demostrado en varios estudios su eficacia y viabilidad en la recuperación motora de la extremidad superior después de un ictus en pacientes en fase crónica, siendo éste el momento con menor probabilidad de recuperación motora y adquisición de habilidades. Por ello hipotetizamos que su aplicación en fase subaguda temprana, entre siete días y tres meses después del ictus podría suponer una mayor recuperación motora y reducción de la discapacidad.

Debido al *feedback* visual que proporciona en término de imágenes motoras, la percepción que genera en el paciente de sentirse físicamente en un entorno virtual e interactuar en tiempo real y conceptos aplicados en la neurorrehabilitación basados en la plasticidad cerebral como la adquisición de habilidades mediante la repetición de actividades, la motivación y satisfacción del paciente para mayor adherencia al programa terapéutico ha permitido obtener resultados satisfactorios en numerosos estudios y en la transferencia de las habilidades adquiridas al entorno real . Por lo tanto, es una herramienta terapéutica muy versátil cuyas características le permiten influir en la recuperación motora de la extremidad superior después de un ictus.

Por lo tanto, se espera que con la introducción de nuevos dispositivos de RVI permita una mayor inmersión que beneficie el efecto terapéutico y pueda estar al alcance de la población, reduciendo de esta forma los costes de la rehabilitación y las discapacidades generadas siendo este uno de los mayores problemas que presenta la sanidad mundial.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Muir KW. Stroke. *Med (United Kingdom)*. 2013;41(3):169–74.
2. Ustrell-Roig, X., & Serena-Leal, J. (2007). Stroke. Diagnosis and therapeutic management of cerebrovascular disease. *Revista Espanola de Cardiologia*, 60(7), 753–769. <https://doi.org/10.1157/13108281>
3. Gállego, J., Herrera, M., Jericó, I., Muñoz, R., Aymerich, N., & Martínez-Vila, E. (2008). El ictus en el siglo XXI: Tratamiento de urgencia. *Anales Del Sistema Sanitario de Navarra*, 31, 15–30. <https://doi.org/10.4321/s1137-66272008000200003>
4. Alvarez Sabín, J., De Leciñana, M. A., Gallego, J., Gil Peralta, A., Casado, I., Castillo, J., Tejedor, E. D., Gil, A., Jiménez, C., Lago, A., Martinez-vila, E., Ortega, A., Rebollo, M., & Rubio, F. (2011). *Pasi. Plan De Atención Sanitaria Del Ictus. December 2014*.
5. Gandhi, D. B. C., Sterba, A., Khatter, H., & Pandian, J. D. (2020). Mirror therapy in stroke rehabilitation: Current perspectives. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 16, 75–85. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S206883>
6. Hung, Y. X., Huang, P. C., Chen, K. T., & Chu, W. C. (2016). What do stroke patients look for in game-based rehabilitation: A survey study. *Medicine (United States)*, 95(11), 1–10. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003032>
7. Kim, J. Y., Chung, J. S., Jang, G. U., Park, S., & Park, J. W. (2015). The effects of non-elastic taping on muscle tone in stroke patients: A pilot study. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(12), 3901–3905. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3901>
8. Shin, J. W., & Kim, K. D. (2016). The effect of enhanced trunk control on balance and falls through bilateral upper extremity exercises among chronic stroke patients in a standing position. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 194–197. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.194>
9. Mekbib, D. B., Han, J., Zhang, L., Fang, S., Jiang, H., Zhu, J., Roe, A. W., & Xu, D. (2020). Virtual reality therapy for upper limb rehabilitation in patients with stroke: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Brain Injury*, 34(4), 456–465. <https://doi.org/10.1080/02699052.2020.1725126>

10. Cuadrado ÁA. Dialnet-RehabilitacionDelACVEvaluacionPronosticoYTratamien-4208262 (1). 2009;70(3):25–40
11. Cuevas, Belén Guerrero; Aguayo, Luis Valero. International Journal of Psychology and Psychological Therapy; Almería_Tomo 13, N° 2 (Jun2013): 163-178. Efectos secundarios tras el uso de realidad virtual inmersiva en un videojuego
12. Adeloje, D. (2014). An estimate of the incidence and prevalence of stroke in Africa: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 9(6).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100724>
13. Muñoz Boje, R., & Calvo-Muñoz, I. (2018). Effects of virtual reality therapy for the upper limb in stroke patients: a systematic review. *Rehabilitacion*, 52(1), 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.rh.2017.09.001>
14. Vogiatzaki, E., & Krukowski, A. (2015). Modern stroke rehabilitation through e-health-based entertainment. *Modern Stroke Rehabilitation through E-Health-Based Entertainment*, 1–324. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21293-7>
15. Bonafe Monzo, A. A., & Martínez, A. (2013). Aplicación de la realidad virtual en la rehabilitación motora de los pacientes tras un Ictus: Una revisión Bibliográfica. *Revista de Fisioterapia*, 12(2), 7–22.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5286193>
16. Viñas-Diz, S., & Sobrido-Prieto, M. (2016). Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: Revisión sistemática. *Neurologia*, 31(4), 255–277. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.06.012>
17. Ahmed, N., Mauad, V. A. Q., Gomez-Rojas, O., Sushea, A., Castro-Tejada, G., Michel, J., Liñares, J. M., Pedrosa Salles, L., Candido Santos, L., Shan, M., Nassir, R., Montañez-Valverde, R., Fabiano, R., Danyi, S., Hassan Hosseyni, S., Anand, S., Ahmad, U., Casteleins, W. A., Sanchez, A. T., ... Halalau, A. (2020). The Impact of Rehabilitation-oriented Virtual Reality Device in Patients With Ischemic Stroke in the Early Subacute Recovery Phase: Study Protocol for a Phase III, Single-Blinded, Randomized, Controlled Clinical Trial. *Journal of Central Nervous System Disease*, 12, 117957351989947. <https://doi.org/10.1177/1179573519899471>

18. Lee, S. H., Jung, H. Y., Yun, S. J., Oh, B. M., & Seo, H. G. (2019). Upper Extremity Rehabilitation Using Fully Immersive Virtual Reality Games With a Head Mount Display: A Feasibility Study. *PM and R*, 1–6. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12206>
19. Huang, Q., Wu, W., Chen, X., Wu, B., Wu, L., Huang, X., Jiang, S., & Huang, L. (2019). Evaluating the effect and mechanism of upper limb motor function recovery induced by immersive virtual-reality-based rehabilitation for subacute stroke subjects: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 20(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3177-y>
20. Ögün, M. N., Kurul, R., Yaşar, M. F., Turkoglu, S. A., Avci, Ş., & Yildiz, N. (2019). Effect of leap motion-based 3D immersive virtual reality usage on upper extremity function in ischemic stroke patients. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 77(10), 681–688. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20190129>
21. Weber, L. M., Nilsen, D. M., Gillen, G., Yoon, J., & Stein, J. (2019). Immersive Virtual Reality Mirror Therapy for Upper Limb Recovery after Stroke: A Pilot Study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(9), 783–788. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001190>
22. Ke, L., George, S., Thomas, S., Je, D., & Crotty, M. (2015). Virtual reality for stroke rehabilitation (Review) SUMMARY OF FINDINGS FOR THE MAIN COMPARISON. *Virtual Reality for Stroke Rehabilitation (Review)*, 80(2), 57–62. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008349.pub4.www.cochranelibrary.com>
23. Rose, T., Nam, C. S., & Chen, K. B. (2018). Immersion of virtual reality for rehabilitation - Review. *Applied Ergonomics*, 69(January), 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.01.009>
24. Montalbán, M. A., & Arrogante, O. (2020). Rehabilitation through virtual reality therapy after a stroke: A literature review. *Revista Científica de La Sociedad de Enfermería Neurológica (English Ed.)*, xx. <https://doi.org/10.1016/j.sedeng.2020.01.001>
25. Chiang, V. C. L., Lo, K. H., & Choi, K. S. (2017). Rehabilitation of activities of daily living in virtual environments with intuitive user interface and force feedback. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 12(7), 672–680. <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1218554>

26. Díaz Portillo, J. (2012). Guía práctica de lectura crítica de artículos científicos originales en Ciencias de la Salud. *Instituto Nacional de Gestión Sanitaria*, 1–288. file:///Volumes/Macintosh HD 2/Documents/Library/Application Support/Papers2/Articles/2012/Díaz Portillo/2012 Díaz Portillo.pdf%5Cpapers2://publication/uuid/9A861C22-F878-4470-B4DC-0A683F0C1005
27. Espinosa, L. Y. T., Ortiz-Corredor, F., Schmalbach, J. H. E., & Mendoza-Pulido, C. (2014). Validating and standardizing children's box and block test normal values. *Revista de Salud Pública*, 16(3), 417–430. <https://doi.org/10.15446/rsap.v16n3.35597>
28. Cabanas-Valdés, R., Girabent-Farrés, M., Cánovas-Vergé, D., Caballero-Gómez, F. M., Germán-Romero, A., & Bagur-Calafat, C. (2015). Traducción y validación al español de la Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS) para la valoración del equilibrio y del control postural en pacientes postictus. *Revista de Neurología*, 60(4), 151–158. <https://doi.org/10.33588/rn.6004.2014184>
29. Solís, C., Arrijoja, S., & Manzano, A. (2005). Índice de Barthel (IB): Un instrumento esencial para la evaluación funcional y la rehabilitación. *Plasticidad y Restauración ...*, 4, 1–6. http://www.medigraphic.com/pdfs/plasticidad/prn-2005/prn051_21.pdf
30. Crosbie, J. H., Lennon, S., McGoldrick, M. C., McNeill, M., & McDonough, S. M. (2012). Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: A randomized controlled pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 26(9), 798–806. <https://doi.org/10.1177/0269215511434575>
31. Kwon, J. S., Park, M. J., Yoon, I. J., & Park, S. H. (2012). Effects of virtual reality on upper extremity function and activities of daily living performance in acute stroke: A double-blind randomized clinical trial. *NeuroRehabilitation*, 31(4), 379–385. <https://doi.org/10.3233/NRE-2012-00807>
32. Jo, K., Yu, J., & Jung, J. (2012). Effects of virtual reality-based rehabilitation on upper extremity function and visual perception in stroke patients: A randomized control trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(11), 1205–1208. <https://doi.org/10.1589/jpts.24.1205>

33. Borrego, A., Latorre, J., Alcañiz, M., & Llorens, R. (2018). Comparison of Oculus Rift and HTC Vive: Feasibility for Virtual Reality-Based Exploration, Navigation, Exergaming, and Rehabilitation. *Games for Health Journal*, 7(3), 151–156. <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0114>

ANEXOS:

Anexo I. Escala de Fugl-Meyer (FMA)

NOMBRE: _____ FECHA: _____

FORMATO DE REGISTRO: **ESCALA DE FUGL – MEYER**

MIEMBRO SUPERIOR					
A HOMBRO/CODO/ANTEBRAZO			B MUÑECA		
I	Reflejos	Flexores	Codo 90°	Estabilidad	
		Extensores	Codo 90°	Flexo-extensión	
II a	Hombro	Retracción	Codo 0°	Estabilidad	
		Elevación	Codo 0°	Flexo-extensión	
		Abducción		Circunducción	
		Rotación externa		SUBTOTAL	
			C MANO		
b	Codo	Flexión			
	Antebrazo	Supinación	Flexión en masa		
	Hombro	Aducción – rotación interna	Extensión en masa		
Cs*	Codo	Extensión	Prensión A	Extensión MCF, flexión IFP, P	
	Antebrazo	Pronación	Prensión B	Aducción del pulgar	
III	Mano a columna lumbar		Prensión C	Pinza 1-2	
	Hombro	Flexión de 0° – 90°	Prensión D	Cilindro	
	Codo 90°	Prono - supinación	Prensión E	Esfera	
IV Ss**	Hombro	Abducción de 0° – 90°		SUBTOTAL	
		Flexión de 90° – 180°			
	Codo 0°	Prono - supinación	D COORDINACIÓN/VELOCIDAD		
V	Actividad refleja		Temblores		
			Dismetria		
			Velocidad		
		SUBTOTAL	SUBTOTAL		

Cs* = con sinergia, Ss** = sin sinergia, MCF = Articulaciones metacarpofalángicas, FP = Articulaciones interfalángicas proximales, P = Pulgar

TOTAL: _____

Anexo II. Escala FIM

Ítem	Sub-escalas	Dominio	FIM total
A. Alimentación	<i>Autocuidado</i>	<i>Motor</i>	<i>Total</i>
B. Aseo menor	35 puntos	91 puntos	126 puntos
C. Aseo mayor			
D. Vestuario cuerpo superior			
E. Vestuario cuerpo inferior			
F. Aseo perineal			
G. Manejo vesical	<i>Control esfinteriano</i>		
H. Manejo intestinal	14 puntos		
I. Cama-silla	<i>Transferencias</i>		
J. WC	21 puntos		
K. Tina o ducha			
L. Marcha/silla de ruedas	<i>Locomoción</i>		
M. Escalas	14 puntos		
N. Comprensión	<i>Comunicación</i>	<i>Cognitivo</i>	
O. Expresión	14 puntos	35 puntos	
P. Interacción social	<i>Cognición social</i>		
Q. Solución de problemas	21 puntos		
R. Memoria			

Anexo III. Escala ARAT

Mediciones	Ítems	Medición 1	Medición 2
Cantidad de uso			
Calidad de movimiento			
Edad			
Dolor			
SIS AVD			
SIS Función de la mano			
SIS Participación Social			
SIS Recuperación			
Validez Discriminante			
SIS Memoria/pensamiento			
SIS Emoción			
SIS Comunicación			
SIS Movilidad			
GHQ-30			
NSE			

Anexo IV. Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS), versión española.

(Cabanas-Valdés et al., 2015)

Movilidad	Ítem 1. En decúbito supino, girarse por el lado afecto	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 2. En decúbito supino, girarse por el lado no afecto	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 3. De supino a sentado al borde de la cama o camilla	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 4. Sentado sobre la camilla o cama, pasar a decúbito supino	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 5. Sentado sobre la camilla o cama, levantarse	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 6. De pie, pasar a sentado	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 7. De pie, poder coger un objeto del suelo	No puede realizar la actividad (0 puntos) Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto) Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos) Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)
TOTAL movilidad (21 puntos)		
Equilibrio	Ítem 8. Sentado sin apoyo al borde de la cama o camilla, los pies tocan al suelo	Imposible (0 puntos) Necesita un apoyo moderado de una mano (1 punto) Se mantiene sentado más de 10 segundos sin ayuda (2 puntos) Se mantiene sentado más de 5 minutos sin ayuda (3 puntos)
	Ítem 9. De pie con apoyo	Imposible (0 puntos) Necesita dos personas (1 punto) Ayuda moderada de una persona (2 puntos) Necesita solo la ayuda de una mano del paciente (3 puntos)
	Ítem 10. De pie sin apoyo	Imposible (0 puntos) Puede mantenerse de pie al menos 10 segundos sin ayuda (probablemente de manera muy asimétrica) (1 punto) Puede mantenerse de pie al menos un minuto sin ayuda (2 puntos) Puede mantenerse de pie al menos un minuto sin ayuda y además puede hacer movimientos amplios del (los) miembro(s) superior(es) por encima del hombro (3 puntos)
	Ítem 11. Apoyo monopodal del lado afecto sin ningún tipo de ayuda	Imposible (0 puntos) Sólo unos segundos ≤ 5 (1 punto) Más de 5 segundos ≤ 10 (2 puntos) Más de 10 segundos (3 puntos)
	Ítem 12. Apoyo monopodal del lado sano sin ningún tipo de ayuda	Imposible (0 puntos) Sólo unos segundos ≤ 5 (1 punto) Más de 5 segundos ≤ 10 (2 puntos) Más de 10 segundos (3 puntos)
TOTAL equilibrio (15 puntos)		
TOTAL escala PASS (36 puntos)		

Anexo V. Escala de Jadad

La escala de Jadad considera aspectos relacionados con los sesgos referidos a la aleatorización, el enmascaramiento o ciego de los pacientes y del investigador (doble ciego), la descripción de las pérdidas de seguimiento. Es un cuestionario fácil de aplicar y validado. Los cinco ítems o preguntas que realizar para la valoración son:

1. ¿El estudio se describe como aleatorizado (randomizado)? Sí= 1 punto. No= 0 puntos.
2. ¿Se describe el método utilizado para generar la secuencia de aleatorización y este método es adecuado? Sí= 1 puntos. No= 0 puntos. Inadecuado= -1 punto.
3. ¿El estudio se describe como doble ciego? Sí= 1 punto. No= 0 puntos.
4. ¿Se describe el método de cegamiento (enmascaramiento) y es adecuado? Sí= 1 punto. No= 0 puntos. Inadecuado= -1 punto.
5. ¿Hay una descripción de las pérdidas de seguimiento y abandonos? Sí= 1 punto. No= 0 puntos.

Cada estudio o ensayo debe responder a las cinco preguntas y obtendrá una puntuación entre 0 y 5 puntos. Cuanto mayor puntuación, mayor calidad metodológica tendrá el ensayo clínico. Un estudio que obtenga 3 o más puntos se considera de buena calidad, siendo riguroso aquellos que obtengan 5 puntos. Los ensayos con menos de 3 puntos (0-2 puntos), se consideran de baja calidad.

Anexo VI. Cuestionario de evaluación de satisfacción del usuario USEQ.

USEQ scale for assessment of satisfaction in the use of virtual reality devices in the rehabilitation programs.

QUESTION	RESPONSE
	Not at all – Very much
Q1: Did you enjoy your experience with the system?	1 2 3 4 5
Q2. Were you successful using the system?	1 2 3 4 5
Q3. Were you able to control the system?	1 2 3 4 5
Q4. Is the information provided by the system clear?	1 2 3 4 5
Q5. Did you feel discomfort during your experience with the system?	1 2 3 4 5
Q6. Do you think that this system will be helpful for your rehabilitation?	1 2 3 4 5

All questions hold a positive value except for Q5, which is considered as a negative question. For all positive questions, the number selected by the patient will be added to the total score. For Q5, the number chose by the patient will be taken from 6 (6-Q5) and added to the total score. The final score ranges from 6 (lowest satisfaction level) to 30 (highest satisfaction level).

Anexo VII. Prueba de Función Motora (WMFT)

Subject's Name: _____ Date: _____

Test (check one): Pre-treatment _____ Post-treatment _____ Follow-up _____

Arm tested (check one): More-affected _____ Less-affected _____

Task	Time	Functional Ability	Comment
1. Forearm to table (side)		0 1 2 3 4 5	
2. Forearm to box (side)		0 1 2 3 4 5	
3. Extend elbow (side)		0 1 2 3 4 5	
4. Extend elbow (weight)		0 1 2 3 4 5	
5. Hand to table (front)		0 1 2 3 4 5	
6. Hand to box (front)		0 1 2 3 4 5	
7. Weight to box	_____ lbs.		
8. Reach and retrieve		0 1 2 3 4 5	
9. Lift can		0 1 2 3 4 5	
10. Lift pencil		0 1 2 3 4 5	
11. Lift paper clip		0 1 2 3 4 5	
12. Stack checkers		0 1 2 3 4 5	
13. Flip cards		0 1 2 3 4 5	
14. Grip strength	_____ kgs.		
15. Turn key in lock		0 1 2 3 4 5	
16. Fold towel		0 1 2 3 4 5	
17. Lift basket		0 1 2 3 4 5	

Anexo VIII. Índice de Barthel Modificado (MBI)

Índice Barthel		
Actividad	Descripción	Puntaje
Comer	1. Incapaz	0
	2. Necesita ayuda para cortar, extender mantequilla, usar condimentos, etc.	5
	3. Independiente (la comida está al alcance de la mano)	10
Trasladarse entre la silla y la cama	1. Incapaz, no se mantiene sentado	0
	2. Necesita ayuda importante (1 persona entrenada o 2 personas), puede estar sentado	5
	3. Necesita algo de ayuda (una pequeña ayuda física o ayuda verbal)	10
	4. Independiente	15
Aseo personal	1. Necesita ayuda con el aseo personal	0
	2. Independiente para lavarse la cara, las manos y los dientes, peinarse y afeitarse	5
Uso del retrete	1. Dependiente	0
	2. Necesita alguna ayuda, pero puede hacer algo solo	5
	3. Independiente (entrar y salir, limpiarse y vestirse)	10
Bañarse o Ducharse	1. Dependiente	0
	2. Independiente para bañarse o ducharse	5
Desplazarse	1. Inmóvil	0
	2. Independiente en silla de ruedas en 50 m	5
	3. Anda con pequeña ayuda de una persona (física o verbal)	10
	4. Independiente al menos 50 m, con cualquier tipo de muleta, excepto andador	15
Subir y bajar escaleras	1. Incapaz	0
	2. Necesita ayuda física o verbal, puede llevar cualquier tipo de muleta	5
	3. Independiente para subir y bajar	10
Vestirse y desvestirse	1. Dependiente	0
	2. Necesita ayuda, pero puede hacer la mitad aproximadamente, sin ayuda	5
	3. Independiente, incluyendo botones, cremalleras, cordones, etc.	10
Control de heces	1. Incontinente (o necesita que le suministren enema)	0
	2. Accidente excepcional (uno/semana)	5
	3. Continente	10
Control de orina	1. Incontinente, o sondado incapaz de cambiarse la bolsa	0
	2. Accidente excepcional (máximo uno/24 horas)	5
	3. Continente, durante al menos 7 días	10