



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

### GRADO EN FISIOTERAPIA

#### **Utilización de realidad virtual en miembro superior en pacientes con ictus: Revisión sistemática.**

*Use of virtual reality in the upper limb in patients with stroke: Systematic  
review.*

*Uso da realidade virtual no membro superior en pacientes con ictus: Revisión  
sistemática.*



**Alumno: D. David García Fernández**

**DNI: 47378173 J**

**Tutora: Dña. Susana Viñas Diz**

**Convocatoria: Junio 2018**

## ÍNDICE

<b>ABREVIATURAS</b>	<b>3</b>
<b>1. RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
2.1. Tipo de trabajo	9
2.2. Motivación personal	9
<b>3. CONTEXTUALIZACIÓN</b>	<b>10</b>
<b>3.1. ACCIDENTE CEREBROVASCULAR (ACV)</b>	<b>10</b>
3.1.1. Definición de ACV	10
3.1.2. Epidemiología del ACV	10
3.1.3. Etiología / Factores de riesgo del ACV	10
3.1.4. Clasificación del ACV	11
3.1.5. Signos/síntomas del ACV	13
3.1.6. Fases de recuperación en un ACV	15
3.1.7. Tratamiento en el ACV	15
<b>3.2. REALIDAD VIRTUAL (RV)</b>	<b>15</b>
3.2.1. Definición de RV	15
3.2.2. Tipos de RV	16
<b>3.3. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO</b>	<b>17</b>
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
4.1. Pregunta de investigación	18
4.2. Objetivos	18
4.2.1. Objetivo general	18
4.2.2. Objetivos específicos	18
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>19</b>
5.1. Fecha de revisión y bases de datos consultadas	19
5.2. Criterios de selección (criterios de inclusión y de exclusión)	19
5.2.1. Criterios de inclusión	19
5.2.2. Criterios de exclusión	19
5.3. Estrategia de búsqueda bibliográfica	20
5.4. Gestión de la bibliografía localizada y selección de artículos	20
5.5. Variables de estudio	20
5.6. Evaluación del nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica	20
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>21</b>
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>33</b>

<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>37</b>
<b>10. ANEXOS</b>	<b>44</b>
ANEXO I: Estrategia de búsqueda bibliográfica	44
ANEXO II: Diagrama de flujo	46
ANEXO III: Escala de nivel de evidencia y grado de recomendación: Escala Oxford	47
ANEXO IV: Escala para medir calidad metodológica: Escala PEDro	48
ANEXO V: Imágenes de dispositivos de realidad virtual	50
ANEXO VI: Resultados según nivel de evidencia y grado de recomendación de las revisiones	51
ANEXO VII: Resultados según nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica de los ensayos clínicos.	52

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla I. Variables de estudio analizadas.</b>	<b>20</b>
<b>Tabla II. Dispositivos de RV más utilizados.</b>	<b>23</b>
<b>Tabla III. Variables analizadas e instrumentos de medida utilizados.</b>	<b>27</b>
<b>Tabla IV. Relación de nº de sesiones/semana, nº de sesiones totales y tiempos de cada sesión.</b>	<b>28</b>

## **ABREVIATURAS**

---

<b>ACV</b>	Accidente cerebrovascular
<b>AVD</b>	Actividades de la vida diaria
<b>ECA</b>	Ensayo clínico aleatorizado
<b>ECC</b>	Ensayo clínico controlado
<b>IREX</b>	Interactive rehabilitation and exercise system
<b>RV</b>	Realidad virtual
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>SEN</b>	Sociedad Española de Neurología
<b>VRRS</b>	Virtual reality rehabilitation system
<b>WOS</b>	Web of science

---

## **1. RESUMEN**

**Introducción:** En España, el accidente cerebrovascular es una de las principales causas de muerte, invalidez, dependencia y estancia hospitalaria. La rehabilitación presenta aquí un papel importante, y dentro de ella la realidad virtual podría ser un complemento para mejorar el tratamiento del miembro superior en pacientes post-ictus.

**Objetivos:** Identificar qué tipo y cuáles son los dispositivos de realidad virtual utilizados en la actualidad en la recuperación del miembro superior en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular. Además, como objetivos específicos, nos planteamos analizar en qué fase de recuperación post-ictus se utiliza más la realidad virtual, cuáles son las variables de estudio, los instrumentos de medida utilizados, así como los tiempos de tratamiento utilizados en la aplicación de realidad virtual.

**Material y métodos:** Se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática en 6 bases de datos: Cochrane Plus, PEDro, Pubmed, Scopus, Web of Science (WoS) y SportDiscus. Los criterios de inclusión establecidos fueron: artículos que utilicen la realidad virtual con un objetivo terapéutico en el accidente cerebrovascular y centrado en el abordaje del miembro superior, artículos que utilicen la realidad virtual sola o combinada con otros recursos terapéuticos, y comparando o no los resultados con otra modalidad/técnica o método terapéutico, realizados en seres humanos, publicados en inglés y/o español, con un tamaño muestral  $\geq 15$  sujetos, publicados en los últimos 5 años, y cuyo tipo de publicación fuera meta-análisis, revisiones sistemáticas, revisiones, ensayos clínicos, y ensayos clínicos controlados y/o aleatorizados.

**Resultados:** Se analizaron un total de 47 artículos (10 revisiones y 37 ensayos clínicos controlados y/o aleatorizados). La mayoría de los estudios utilizaron una realidad virtual semi-inmersiva, siendo ésta preferentemente utilizada en una fase crónica de recuperación. Los dispositivos más utilizados analizados fueron: Nintendo Wii, Xbox Kinect, Sony Playstation EyeToy, Rehabilitation Gaming System, y RehabMaster. Las variables más analizadas han sido: Tono muscular, rango de movimiento, fuerza muscular, destreza manual, función motora, grado de independencia, y calidad de vida. Los instrumentos de medida más utilizados han sido: Escala de Ashworth modificada, Range of movement, Medical Research Council Scale, Box & Blocks Test, Fugl-Meyer Assessment, Modified Barthel Index, y Health Related Quality of Life questionnaire.

**Conclusiones:** Es necesaria la realización de más estudios experimentales, de alta calidad metodológica, para determinar qué variables de estudio y qué instrumentos de medida

deberían utilizarse para medir los efectos de la realidad virtual, en la recuperación del miembro superior después de sufrir un accidente cerebrovascular. Así mismo, debería llegarse a un consenso sobre los tiempos de tratamiento a utilizar.

**Palabras clave:** Ictus/Accidente cerebrovascular, Realidad virtual, Miembro superior.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** In Spain, stroke is one of the main causes of death, disability, dependence, and hospital stay. Rehabilitation plays here an important role as well as virtual reality could serve as a complementary treatment to improve the treatment of the upper limb in post-stroke patients.

**Objectives:** To identify what type of virtual reality and what virtual reality devices are currently used in the recovery of the upper limb in patients after stroke. As specific objectives, to analyze in which state of stroke is most used the application of virtual reality, which are the variables of study, which are the measurement instruments and which are the treatment times most used with virtual reality therapy.

**Materials and methods:** A systematic bibliographic search was carried out in 6 databases: Cochrane Plus, PEDro, Pubmed, Scopus, Web of Science (WoS) and SportDiscus. The inclusion criteria established were: articles that use virtual reality with a therapeutic objective in stroke and focused on the approach of the upper limb, articles that use virtual reality alone or combined with other therapeutic resources and comparing or not the results with another modality/technique or therapeutic method, carried out in humans, published in English and/or Spanish, with a sample size  $\geq 15$  subjects, published in the last 5 years and whose publication type was meta-analysis, systematic reviews, reviews, clinical trials and controlled and/or randomized clinical trials.

**Results:** A total of 47 articles (10 reviews and 37 controlled and/or randomized clinical trials) were analyzed. Most of the studies used semi-immersive virtual reality, which was mainly used on a post-stroke chronic phase. The most used devices analyzed were: Nintendo Wii, Xbox Kinect, Sony Playstation EyeToy, Rehabilitation Gaming System and RehabMaster. The most analyzed variables were: muscle tone, range of motion, muscle strength, manual dexterity, motor function, independence, quality of life and health. The most used measurement instruments were: Ashworth modified Scale, Range of movement, Medical Research Council Scale, Box & Blocks Test, Fugl-Meyer Assessment, Modified Barthel Index, y Health Related Quality of Life questionnaire.

**Conclusions:** It is necessary to conduct further studies with high methodology quality to determine which variables of study and which measurement instruments should be used to measure the effects of virtual reality in the recovery of the upper limb in patients after stroke. Moreover, an agreement should be reached about which treatment times are better to be used.

**Key words:** Stroke, Virtual Reality, Upper limb.

## **RESUMO**

**Introdución:** En España, o accidente cerebrovascular é unha das principais causas de morte, invalidez, dependencia e estancia hospitalaria. A rehabilitación presenta aquí un papel importante e dentro dela, a realidade virtual podería ser unha alternativa para mellorar o tratamento do membro superior nos doentes post-ictus.

**Obxetivos:** Identificar qué tipo de realidade virtual e cales son os dispositivos de realidade virtual que se están a empregar actualmente na recuperación do membro superior en doentes post-ictus. Ademais, como obxectivos específicos, analizar en qué fase de recuperación post-ictus é máis empregada a realidade virtual, cales son as variábeis de estudio, os instrumentos de medida e os tempos de tratamento máis empregados no uso da realidade virtual.

**Material e métodos:** Realizouse unha busca sistemática nas bases de datos: Cochrane Plus, PEDro, Pubmed, Scopus, Web of Science (WoS) y SportDiscus. Os criterios de inclusión establecidos foron: artigos que empreguen a realidade virtual cun obxectivo terapéutico no accidente cerebrovascular e centrado na abordaxe do membro superior, artigos que empreguen a realidade virtual con fines terapéuticos, sola ou combinada con outros recursos terapéuticos, e comparando ou non estes resultados con outra modalidade/técnica ou método terapéutico, realizados en seres humanos, publicados en inglés e/ou español, cun tamaño da mostra  $\geq 15$  sujetos, publicados nos últimos 5 anos e cuxo tipo de publicación fose meta-análisis, revisións sistemáticas, revisións, ensaios clínicos, e ensaios clínicos controlados e/ou aleatorizados.

**Resultados:** Analizáronse un total de 47 artigos (10 revisións e 37 ensaios controlados e/ou aleatorizados). A maioría dos estudos empregaron a realidade virtual semi-inmersiva en doentes post-ictus en fase crónica. Os dispositivos máis usados foron: Nintendo Wii, Xbox Kinect, Sony Playstation EyeToy, Rehabilitation Gaming System and RehabMaster. As variábeis máis analizadas, foron: tono muscular, amplitude de movemento, forza muscular, destreza manual, función motora, grao de independencia, e calidade de vida. Os instrumentos de medida máis empregados foron: Escala de Ashworth modificada, Range of movement, Medical Research Council Scale, Box & Blocks Test, Fugl-Meyer Assessment, Modified Barthel Index, y Health Related Quality of Life questionnaire da

**Conclusións:** É necesario levar a cabo máis estudos experimentais de alta calidade metodolóxica, para determinar cales son as variábeis de estudo, e qué instrumentos deberían utilizarse para medir os efectos da realidade virtual na recuperación do membro

superior despois de sufrir un accidente cerebrovascular. Do mesmo xeito, debe alcanzarse un consenso sobre os tempos de tratamento a empregar.

**Palabras chave:** Ictus/Accidente cerebrovascular, realidade virtual, extremidade superior.



## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. Tipo de trabajo**

En este trabajo se realiza una revisión bibliográfica de tipo sistemático, con el objetivo de conocer cuáles son los tipos y los dispositivos de realidad virtual (RV) empleados con fines terapéuticos para la recuperación de la función del miembro superior en doentes post-ictus.

### **2.2. Motivación personal**

Inicialmente, el tema elegido se centraba en la fibromialgia. Una serie de problemas personales me llevaron a realizar cambios en muchos aspectos de mi vida, lo que me llevó a tomar la decisión de cambiar radicalmente de tema.

Para la elección del nuevo tema, le propuse a mi tutora del trabajo de fin de grado varias temáticas, y tras ser descartadas por su poca viabilidad, se decidió realizar una revisión sistemática sobre la RV, ya que los avances en tecnología en este tema llamaban mi atención.

En cuanto a la elección de centrar el tema en el accidente cerebrovascular (ACV), tuvo gran peso el hecho de que mi abuelo tuvo la desgracia de padecer un ictus, estar unos meses en coma, y vivir con las graves consecuencias de esta patología hasta su fallecimiento. Además, el tema fue centrado en el abordaje del miembro superior por motivos de interés personal.

## **3. CONTEXTUALIZACIÓN**

### **3.1. ACCIDENTE CEREBROVASCULAR (ACV)**

#### **3.1.1. Definición de ACV**

Un ACV, apoplejía, o infarto cerebral, es una muerte repentina de las células de la masa encefálica, causada por una falta de suministro de oxígeno al cerebro<sup>1</sup>.

#### **3.1.2. Epidemiología del ACV**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) sitúa la incidencia mundial del ACV en alrededor de 200 casos por 100.000 habitantes/año. Existen diferencias entre los distintos países. La incidencia del ACV se incrementa de forma paulatina con cada década de la vida, a partir de los 55 años, manifestándose mayoritariamente a partir de los 75 años<sup>2</sup>.

En España, la incidencia del ACV se estima en 150-250 casos por cada 100.000 habitantes/año. Un 12% de los españoles muere por esta causa, un 4% de la población mayor de 65 años vive con las secuelas de un ACV y 150.000 personas necesitan ayuda para realizar sus actividades de la vida diaria (AVD) como consecuencia de haber padecido esta lesión<sup>3</sup>.

En cuanto a la prevalencia, para mayores de 70 años en poblaciones del centro y noroeste de España, las tasas ajustadas por edad fueron del 7,3% para los varones y del 5,6% para las mujeres, siendo también mayor la prevalencia en zonas urbanas (8,7%), respecto a zonas rurales (3,8%)<sup>4</sup>.

Es la segunda causa de muerte, y la primera causa de discapacidad a nivel mundial<sup>2</sup>. En Galicia es la primera causa de mortalidad entre mujeres mayores de 65 años, y la segunda causa de muerte en hombres (la primera causa de muerte es el infarto de miocardio).

#### **3.1.3. Etiología / Factores de riesgo del ACV**

Los factores de riesgo para esta patología son los siguientes:

- Hipertensión arterial.
- Enfermedades cardíacas, trastornos del ritmo cardíaco y valvulopatías.
- Tabaquismo.
- Alcoholismo.
- Obesidad y/o dieta desequilibrada.
- Inactividad física.

### 3.1.4. Clasificación del ACV

- **Clasificación según la causa que lo produce**

- **ACV isquémico (representa el 80-85% del total de ACV)**

Están causados por la obstrucción de algún vaso sanguíneo, lo que impide que llegue suficiente cantidad de sangre a la masa encefálica. Los ACV isquémicos pueden ser de origen trombótico o embólico<sup>3</sup>.

- **ACV trombótico**

La enfermedad trombótica es un cuadro de oclusión vascular a consecuencia de la formación de un trombo, esto es, un coágulo sanguíneo que se forma en un vaso y permanece allí, y que puede ir creciendo y captando sustancias, mayoritariamente de origen lipídico. Esto hace que el vaso se vaya cerrando y vaya perdiendo luz vascular<sup>2</sup>. La oclusión se va desarrollando a lo largo del tiempo y la intensidad de los síntomas no solo depende del tamaño y la localización del vaso, sino también del flujo sanguíneo colateral existente<sup>5</sup>.

En función de su localización los ACVs trombóticos pueden ser:

- ✓ **ACV arteriosclerótico de grandes vasos:** Afecta a las arterias precerebrales y su causa más frecuente es la arteriosclerosis, asociada a una estenosis arterial superior al 50%. Esta arteriosclerosis puede ser asintomática, y podría transformarse en sintomática dependiendo del grado de reducción de la luz arterial<sup>3</sup>.
- ✓ **ACV arteriosclerótico de pequeños vasos:** La lesión se origina en la primera porción de la arteria cerebral anterior, arteria cerebral media, arteria cerebral posterior, y en la arteria basilar. Se generan pequeños "infartos" en el territorio de las arterias perforantes que irrigan zonas profundas del cerebro (cápsula interna, ganglios basales) y tronco cerebral. Estos representan un 20% de los ACV isquémicos y la anomalía arterial subyacente más frecuente es una placa de microateroma asentada en el origen proximal de la arteria perforante. La diabetes mellitus y el infarto lacunar son las causas más frecuentes<sup>3</sup>.

○ **ACV embólico**

En este caso puede estar causado por un coágulo, procedente del corazón o del pulmón y que se desplaza por el torrente sanguíneo desde un vaso de mayor calibre hacia un vaso de menor diámetro, provocando una obstrucción en la circulación sanguínea. Puede estar causada por una burbuja de aire, un coágulo lipídico, o por una pequeña masa de células desprendidas de un tumor<sup>5</sup>.

Dentro de los ACV embólicos, hay que destacar el ACV cardioembólico que es muy frecuente (20-25% del total de infartos cerebrales), y como su nombre indica es debido a un émbolo que se desprende del corazón. Entre las posibles causas de este ACV están: La fibrilación auricular, el infarto de miocardio, trombos intraventriculares, valvulopatías, y una miscelánea de cardiopatías. Las arterias más afectadas son la arteria cerebral anterior, la arteria cerebral media, y la arteria cerebral posterior<sup>5</sup>.

➤ **ACV hemorrágicos (representan el 15-20% del total de ACV)**

Estos se producen cuando un vaso sanguíneo encefálico se rompe y se produce una extravasación de sangre que va a ir a parar al parénquima cerebral, o va a acumularse en el espacio epidural, subdural, y subaracnoideo. Cuando una arteria se rompe, las células y los tejidos no reciben suficiente oxígeno ni nutrientes. Además, aumenta la presión en los tejidos circundantes y, aparecen irritación e inflamación/edema<sup>3</sup>.

Las causas más frecuentes de los ACV hemorrágicos son:

- La hipertensión arterial.
- Alteraciones congénitas (aneurisma cerebral).
- Alteraciones sanguíneas (fragilidad de la pared arterial).
- Existencia de sustancias químicas tóxicas.

Se pueden distinguir varios tipos de hemorragias cerebrales:

- **Hemorragia subdural:** Presencia de sangre dentro del espacio subdural, localizado éste entre la duramadre y la aracnoides. La causa más frecuente de esta hemorragia es el estiramiento y desgarro de los vasos sanguíneos que llevan la sangre a los senos dúrales, como consecuencia de movimientos cizallantes del cerebro dentro del cráneo<sup>5</sup>.

- **Hemorragia epidural:** Presencia de sangre en el espacio dural. Suele estar causada por el desgarro de la pared de una arteria meníngea, sobre todo la arteria meníngea media, pero en el 15% de los pacientes la lesión afecta a un seno dural. El 75% de los hematomas epidurales se asocian con una fractura craneal. La duramadre queda separada del cráneo por la sangre extravasada, y el tamaño del coagulo aumenta hasta que el hematoma comprime u ocluye el vaso roto<sup>5</sup>.
  
  - **Hemorragia subaracnoidea:** Presencia de sangre en el espacio subaracnoideo. La extravasación de la sangre dentro del espacio subaracnoideo puede ser consecuencia de un traumatismo craneal. En la mayor parte de los casos, la sangre en el espacio subaracnoideo solo puede detectarse mediante el análisis del líquido cefalorraquídeo<sup>5</sup>.
  
  - **Hemorragia intraparenquimatosa:** Presencia de sangre en el parénquima cerebral, que puede abrirse secundariamente hacia el espacio ventricular o subaracnoideo<sup>5</sup>.
- **Clasificación de ACV según su duración:**
    - Accidente isquémico transitorio: cuando el déficit neurológico dura menos de 24 horas y no deja secuelas.
    - ACV completo o establecido: en este caso el déficit neurológico dura más de 24 horas.
    - ACV progresivo: el déficit neurológico que se instaura progresa o fluctúa.
    - ACV reversible: si en el plazo de tres semanas la lesión no deja secuelas o son mínimas.

### **3.1.5. Signos/síntomas del ACV**

Según la Sociedad Española de Neurología (SEN), existen una serie de síntomas muy característicos que indican que un paciente ha sufrido un ACV<sup>6</sup>.

- Cefalea intensa con o sin vómitos.
- Pérdida de movilidad y sensibilidad en un hemicuerpo.
- Falta de visión en un hemicampo.
- Dificultad para articular la palabra.

La sintomatología depende directamente de la arteria afectada.

- **Lesión en la arteria vertebrobasilar<sup>3</sup>:**
  - Son frecuentes el mareo, y la ataxia (postural y motora).
  - Alteraciones oculares.
  - Disartria (alteración en la articulación de la “palabra”) y disfagia (dificultad para la deglución), con afectación del bulbo raquídeo.
  - Hemiparesia/hemiplejía.
  
- **Lesión en la arteria cerebral anterior<sup>3</sup>:**
  - Hemiparesia/hemiplejía contralateral, con afectación principalmente del miembro inferior. Si afecta al miembro superior, lo hace con mayor intensidad en su parte proximal.
  - El infarto bilateral puede dar lugar a una debilidad bilateral en los miembros inferiores, lo que se puede confundir con un cuadro de mielopatía (es una afección crónica de la médula espinal).
  - Pueden aparecer signos clínicos presentes en patología del lóbulo frontal, especialmente en el infarto bilateral (apatía, desinhibición).
  
- **Lesión en la arteria cerebral media<sup>3</sup>:**
  - Hemiparesia/hemiplejía y pérdida de la sensibilidad en la mitad del cuerpo contralateral, con afectación más intensa en los miembros superiores, respecto a los miembros inferiores.
  - En el caso de desarrollarse una hemiplejía derecha: afasia (pérdida de capacidad de producir o comprender el lenguaje). En una hemiplejía izquierda: Inatención.
  
- **Lesión en la arteria cerebral posterior<sup>3</sup>:**
  - Hemianopsia contralateral, que puede respetar la mácula (falta de visión o ceguera que afecta únicamente a la mitad del campo visual).
  - Puede dar lugar a un cuadro agudo de confusión con pérdida de memoria
  
- **Lesión en las arterias penetrantes<sup>3</sup>:** Cápsula interna o ganglios basales: hemiparesia contralateral (disminución del movimiento sin llegar a parálisis), pérdida de la coordinación o ambos.
  
- **Lesión en venas y senos venosos<sup>3</sup>:** El cuadro de déficit focal a menudo cursa con: cefalea, y/o convulsiones.

### **3.1.6. Fases de recuperación en un ACV**

Después de un ACV, se pueden diferenciar 3 fases de recuperación:

1. Fase aguda: con una duración variable en cada paciente, manejándose tiempos de 4-6 semanas. En esta fase se producen dos fenómenos que favorecen la recuperación, la existencia de un área de penumbra en la perifería de la zona isquémica, cuyo daño es reversible (durante 3-6 horas), y por la resolución de la diasquisis (fallo transináptico a distancia en neuronas conectadas con el área dañada).
2. Fase subaguda: con una duración aproximada de 6 meses. En esta fase, se produce una recuperación funcional favorecida todavía por los fenómenos fisiológicos iniciados en la fase aguda, a la que se le suma el proceso de plasticidad neuronal, entendido éste como la capacidad del sistema nervioso central para reorganizar a corto, medio y largo plazo sus mapas neurosinápticos, y optimizar el funcionamiento de sus redes neuronales, tanto en respuesta a una lesión, como al aprendizaje.
3. Fase crónica: a partir de los 6 meses después de sufrir un ACV. En esta fase, la recuperación depende fundamentalmente de la plasticidad neuronal, así como de factores bioquímicos de cada individuo.

### **3.1.7. Tratamiento en el ACV**

El tratamiento en el ACV persigue los siguientes objetivos<sup>7</sup>:

- Mejorar la función motora y/o sensitiva.
- Normalizar el tono.
- Mejorar la función cardiorrespiratoria.
- Prevención de complicaciones.

## **3.2. REALIDAD VIRTUAL (RV)**

### **3.2.1. Definición de RV**

Se trata, generalmente, de un mundo virtual generado por ordenador en el que los usuarios sienten que se encuentran dentro de él. Permite simular una experiencia sensorial, en un espacio real o imaginario, a través del cual se puede interactuar en estos entornos<sup>8</sup>. Es importante diferenciar la RV, del concepto de realidad aumentada, que se define como la visión de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico.

### 3.2.2. Tipos de RV

- **RV semi-inmersiva:** es aquella en la que la visualización de los elementos virtuales se hace a través de una pantalla. La interacción se hace a través de accesorios como el teclado, el ratón o el micrófono. Este sistema es utilizado comúnmente para fines lúdicos<sup>8</sup>.

Para una mayor capacidad inmersiva, sin llegar a serlo completamente, algunos dispositivos optan por situar cuatro pantallas en forma de cubo, tres para las paredes y otra para el suelo, que rodean al usuario. Este sistema necesita de unas gafas y un dispositivo en la cabeza para el seguimiento de movimientos.

- **RV inmersiva:** se basa en la simulación de un ambiente virtual tridimensional en el que el usuario percibe a través de estímulos sensoriales y se siente dentro del mundo virtual que está explorando. Lo hace a través de dispositivos como guantes, gafas, cascos o trajes especiales, y todos ellos capturan la posición, y el movimiento de diferentes partes del cuerpo<sup>8</sup>.

La RV puede llevarse a cabo a través de diferentes dispositivos como pueden ser: un simulador, un avatar, la proyección de imágenes reales, proyecciones mediante ordenador o la inmersión en un entorno virtual<sup>9</sup>.

- ✓ **Simuladores:** Sirven para emular las condiciones de un entorno y dar al usuario la impresión de estar dentro. Funcionan a través de un sistema de recogida de inputs proporcionados por el usuario a través de dispositivos de entrada como pueden ser los controladores o mandos periféricos y aportan feedback a través de una pantalla. Se han estado utilizando de forma efectiva para desarrollar sistemas, para mejorar la seguridad y estudiar factores humanos.
- ✓ **Avatares:** Un avatar es la identidad virtual que escoge el usuario de un ordenador o de un videojuego, para que lo represente en una aplicación o sitio web. A través de los avatares, los usuarios pueden unirse al entorno virtual eligiendo uno prediseñado con gráficos de ordenador, o realizando una grabación de sí mismo a través de un dispositivo de vídeo.
- ✓ **Proyección de imágenes reales:** Esta forma de realidad virtual consiste en diseñar un entorno, y generar modelos lo más parecidos a la realidad. Por ello se utilizan imágenes reales procesadas por ordenador.



- ✓ **Proyecciones mediante ordenador:** Sin usar ningún tipo de sensor de movimiento específico, se muestra un mundo en 3 dimensiones a través de la pantalla del ordenador.
  
- ✓ **Inmersión en entornos virtuales:** Sería la forma de inmersión más cercana a la inmersión total. Los límites dependen de la capacidad del ordenador, la calidad de las gafas de RV, y el contenido disponible en el software de realidad virtual.

La principal ventaja de la RV semi-inmersiva sobre la RV inmersiva, es que puede ofrecer un mundo nuevo a través de una ventana de escritorio. Además, tiene un bajo coste, así como suele ser fácilmente aceptada por los usuarios. Los dispositivos de RV inmersiva son de alto coste y generalmente el usuario prefiere manipular el ambiente virtual por medio de dispositivos que son más conocidos para él (teclado y ratón), que por medio de cascos o guantes. El alto precio de estos dispositivos, ha generado una demanda de dispositivos más sencillos y económicos (Nintendo Wii, la Xbox Kinect o el Sony Playstation EyeToy) que en la actualidad se utilizan en un ambiente clínico, con fines terapéuticos<sup>9</sup>.

### **3.3. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

A pesar de ser este un tema estudiado en la actualidad, existe controversia sobre los posibles efectos de la RV en la recuperación del miembro superior en pacientes post-ictus. Por ello, este trabajo pretende identificar los tipos y los dispositivos de RV utilizados con fines terapéuticos en la actualidad en la recuperación de miembro superior parético/pléjico. Además, también nos planteamos analizar en qué fase de recuperación se utiliza más la RV, así como cuáles son las variables de estudio, los instrumentos de medida y los tiempos de tratamiento más recomendados en la aplicación de este recurso terapéutico.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Pregunta de investigación**

¿Cuáles son los tipos y los dispositivos de RV con fines terapéuticos más utilizados para la recuperación del miembro superior en pacientes después de sufrir un ACV?

### **4.2. Objetivos**

#### **4.2.1. Objetivo general**

Identificar qué tipo de RV (semi-inmersiva o inmersiva), y cuáles son los dispositivos utilizados en la actualidad, en la recuperación del miembro superior en pacientes con ACV.

#### **4.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar en qué fase de recuperación post-ictus se utilizan los diferentes dispositivos de RV en la mejora del miembro superior.
- Identificar cuáles son las variables de estudio que se analizan en cada uno de los artículos finalmente seleccionados.
- Identificar cuáles son los instrumentos de medida utilizados para valorar las mejoras producidas en el miembro superior tras la utilización de RV.
- Identificar cuáles son los tiempos de tratamiento empleados (nº de sesiones/semana, nº de sesiones totales, y tiempo de cada sesión), utilizando la realidad virtual con el objetivo de mejorar la función en el miembro superior parético/pléjico.
- Valorar el nivel de evidencia y grado de recomendación de los artículos analizados, a través de la escala Oxford.
- Valorar la calidad metodológica de los artículos analizados, a través de la escala Pedro.

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

### 5.1. Fecha de revisión y bases de datos consultadas

La realización de este trabajo ha consistido en la elaboración de una revisión bibliográfica de tipo sistemático. Se han consultado 6 bases de datos: *Cochrane Plus*, *PEDro*, *Pubmed*, *Scopus*, *Web of Science (WoS)*, y *SPORTDiscus*. Esta búsqueda se ha realizado en Diciembre 2017- Enero 2018.

### 5.2. Criterios de selección (criterios de inclusión y de exclusión)

#### 5.2.1. Criterios de inclusión

1. Artículos que utilicen la RV con un objetivo terapéutico en ACV, y centrado en el abordaje del miembro superior.
2. Artículos que utilicen la RV con fines terapéuticos, sola o combinada con otros recursos terapéuticos y comparando o no con otra modalidad/técnica o método terapéutico.
3. Tipo de publicación: Meta-Análisis, Revisiones Sistemáticas, Revisiones, Ensayos clínicos, Ensayos clínicos controlados y/o aleatorizados.
4. Artículos con tamaños muestrales  $\geq 15$  sujetos.
5. Artículos publicados en inglés y español.
6. Artículos realizados en seres humanos.
7. Fecha de publicación: últimos 5 años (2012-2017).

#### 5.2.2. Criterios de exclusión

1. Duplicados.
2. A propósito de un caso y artículos con tamaños muestrales  $< 15$  sujetos.
3. Artículos en los que sólo se describa el dispositivo de RV, o que éste no se utilice con fines terapéuticos.
4. Artículos que no especifiquen los recursos utilizados para medir las variables de estudio.
5. Artículos que utilicen dispositivos de RV en otras regiones corporales distintas al miembro superior.
6. Artículos que utilicen la RV con un objetivo de teleasistencia o telerrehabilitación.

### 5.3 Estrategia de búsqueda bibliográfica

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las diferentes bases de datos adaptando los términos de búsqueda al lenguaje documental de cada una de ellas. Los términos de búsqueda, de forma general han sido: “Virtual Reality”, Stroke y “Upper Extremity”. La estrategia de búsqueda se puede consultar en el *Anexo I*.

### 5.4 Gestión de la bibliografía localizada y selección de artículos

Una vez realizada la búsqueda, se obtienen 363 resultados. 134 duplicados se eliminan de forma manual. Se procede a la lectura de título y resumen de los 229 restantes y se seleccionan 83 resultados para su lectura a texto completo. Una vez leídos, se procede a eliminar aquellos artículos cuya muestra sea <15 sujetos. Finalmente se seleccionan **47 artículos**. Se puede consultar el diagrama de flujo en el *Anexo II*.

### 5.5 Variables de estudio

En cada uno de los artículos seleccionados, se han analizado las siguientes variables.

Tabla I. Variables de estudio analizadas.

Tipo de estudio
Objetivos
Tipos de Realidad Virtual y tipos de dispositivos
Fase de recuperación post-ictus
Número de sujetos
Número de grupos de estudio
Duración de la terapia
Variables analizadas
Test/instrumentos utilizados para medir resultados
Resultados
Conclusiones
Nivel de evidencia
Grado de recomendación
Calidad metodológica

### 5.6 Evaluación del nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica

Para evaluar el nivel de evidencia y el grado de recomendación de los artículos seleccionados se ha utilizado la escala Oxford<sup>10</sup> (*Anexo III*) y para evaluar la calidad metodológica se ha empleado la escala PEDro<sup>11</sup> (*Anexo IV*).

## 6. RESULTADOS

Se analizaron un total de 47 resultados, 10 revisiones y 37 ensayos clínicos controlados y/o aleatorizados.

La redacción de este apartado, se estructura en base a los objetivos planteados.

- **Identificar qué tipo de RV (semi-inmersiva o inmersiva), y cuáles son los dispositivos utilizados en la actualidad en la recuperación del miembro superior en pacientes con ACV.**

En la actualidad, existen 2 tipos de RV utilizados con fines terapéuticos:

- **RV Semi-inmersiva:** es aquella en la que la visualización de los elementos virtuales se hace a través de una pantalla. La interacción se hace a través de accesorios como el teclado, el ratón, o el micrófono. Este sistema es utilizado comúnmente para el entretenimiento<sup>8</sup>.
- **RV Inmersiva:** se basa en la simulación de un ambiente tridimensional en el que el usuario percibe a través de estímulos sensoriales, y se siente dentro del mundo virtual que está explorando. Lo hace a través de dispositivos como guantes, gafas, cascos o trajes especiales, y todos ellos capturan la posición y el movimiento de diferentes partes corporales<sup>8</sup>.

Los sistemas de RV inmersivos creados específicamente con fines terapéuticos (Rehabilitation Gaming System, RehabMaster, Haptic MASTER, Virtual Reality Rehabilitation System, Interactive Rehabilitation and Exercise System, y YouGrabber) actualmente siguen siendo muy costosos, razón por la cual una gran mayoría de profesionales (fisioterapeutas, terapeutas ocupaciones, psicólogos...), utilizan en la práctica clínica sistemas de RV que en un principio no fueron creados con una finalidad terapéutica, pero resultan ser más accesibles y de menor coste, estos dispositivos son la Nintendo Wii, Sony Playstation EyeToy, la Xbox Kinect... En relación a estos dispositivos hay que decir que todos ellos utilizan una RV semi-inmersiva.

La mayoría de los artículos analizados en esta revisión, han empleado sistemas de RV **semi-inmersivos**<sup>12-15,17-35,37-48</sup>, y tan sólo 2 de ellos emplearon sistemas de RV

**inmersivos**<sup>16,36</sup>. Esto es debido al menor coste de los dispositivos de RV semi-inmersiva y a su mayor accesibilidad a nivel clínico.

A continuación, se muestran los resultados más relevantes en cuanto los sistemas de RV semi-inmersiva:

- Jo et al.<sup>32</sup> (2012), realizaron un ECA con 29 sujetos para investigar los cambios en la percepción visual y en la función motora del miembro superior tras ACV mediante un programa de entrenamiento con RV, concluyendo que la rehabilitación con RV es una **forma efectiva de mejorar la percepción visual y la función motora** de los pacientes post-ictus.
- Kiper et al.<sup>40</sup> (2014), realizaron un ECA con 44 sujetos con el objetivo de analizar si un entorno virtual es más efectivo que la rehabilitación convencional, en el tratamiento de la función motora del miembro superior parético/pléjico. Concluyen con que la RV consigue **recuperar la función motora** en el miembro parético.
- Da Silva Ribeiro et al.<sup>35</sup> (2015), realizaron un ECA con 30 sujetos en los cuales utilizaron un RV (mediante la Nintendo Wii) versus fisioterapia convencional con el objetivo de mejorar la función motora y la calidad de vida de los pacientes post-ictus. Estos autores **no encuentran diferencias significativas** entre utilización de terapia convencional, y RV, en las variables analizadas (recorrido articular, dolor y función de miembro superior).
- Shin et al.<sup>37</sup> (2015), realizaron un ECA con 16 sujetos, para determinar si en fase crónica, un entrenamiento de RV junto con terapia ocupacional, podría mejorar la calidad de vida, los niveles de depresión y la función motora en el miembro superior pléjico. Concluyen que la combinación de RV y terapia ocupacional **mejora la función motora y la calidad de vida** en dichos pacientes.
- Park et al.<sup>34</sup> (2016), realizaron un ECA con 30 sujetos, con el objetivo de analizar en fase crónica, la función del miembro superior pléjico. Concluyen que la intervención fue **efectiva** para mejorar la **función motora y destreza manual** en el miembro superior afecto.

- Brunner et al.<sup>47</sup> (2017), realizaron un ECA con 120 sujetos con ACV, en fase subaguda, utilizando entrenamiento con RV versus terapia convencional. Estos autores **no consiguieron encontrar diferencias significativas** en las variables de estudio entre la utilización de RV versus terapia convencional.

Todo sistema de RV, por defecto, incluye una pantalla (Tablet, pantalla de la consola o pantalla externa), y alguna clase de software para procesar los datos. A veces es la consola la que procesa los datos, y otras veces se utiliza un ordenador y programas adaptados para registrar y analizar los posibles cambios en las variables medidas en cada usuario.

Los dispositivos de RV más utilizados con fines terapéuticos para la mejora de la función del miembro superior en pacientes post-ictus son:

*Tabla II. Dispositivos de RV más utilizados.*

<b>Sistemas de RV creados inicialmente con finalidad lúdica/recreativa.</b>	<b>Nintendo Wii</b> <sup>21,26,34,35,45,49-51,52</sup>
	<b>Xbox Kinect</b> <sup>19,31,33,39,49,50</sup>
	Sony Playstation EyeToy <sup>49-51,52</sup>
<b>Sistemas de RV creados desde un principio con fines terapéuticos (Ver imágenes en Anexo V)</b>	Rehabilitation Gaming System <sup>23,41</sup>
	RehabMaster <sup>13,37</sup>
	Haptic MASTER <sup>23,38</sup>
	VRRS® (Virtual Reality Rehabilitation System) <sup>40,48</sup>
	IREX (Integrative Rehabilitation and Exercise System) <sup>32,36</sup>
	YouGrabber <sup>44,47</sup>

De todos los artículos analizados, los únicos que utilizan una RV inmersiva son: Crosbie et al.<sup>16</sup> (2012) y Subramanian et al.<sup>36</sup> (2013).

Crosbie et al.<sup>16</sup> (2012), realizaron un ECA con 18 sujetos con ACV, utilizando el sistema “University of Ulster VR rehabilitation system” (una combinación de ordenador, gafas,

guantes y sensores en hombros, codos y manos), con el objetivo de analizar la eficacia de este tipo de RV en comparación con la terapia convencional. Dichos autores no llegan a resultados concluyentes, recomendando realizar otros estudios con un tamaño muestral mayor.

Subramanian et al.<sup>36</sup> (2013), realizaron un ECA con 38 sujetos, utilizaron el sistema de RV IREX, junto con dispositivos para la cabeza, cámaras y proyectores de gran escala para crear un entorno 3D inmersivo. Concluyen diciendo que el entorno virtual inmersivo aporta un **mayor feedback** al sujeto, así como aparecen **menores compensaciones** posturales y motrices en los usuarios.

➤ **Determinar en qué fase de recuperación post-ictus se utilizan los diferentes dispositivos de RV en la mejora de miembro superior.**

Tras sufrir un ACV, se pueden diferenciar 3 fases en la recuperación:

- Fase aguda; con una duración variable en cada paciente, manejándose tiempos de 4-6 semanas.
- Fase subaguda: con una duración de 6 meses.
- Fase crónica: a partir de los 6 meses después de sufrir un ACV.

De los artículos analizados en esta revisión, 2 artículos utilizan la RV en fase aguda<sup>25,30</sup>, 8 artículos utilizan la RV en fase subaguda<sup>9,19,20,22,43,45-47</sup>, y 26 artículos utilizan la RV en fase crónica<sup>12,14-18,21,23,24,26-29,31-42,44,48</sup>. Todos ellos utilizan la RV en pacientes post-ictus con el objetivo de mejorar la función del miembro superior parético/pléjico.

❖ **Artículos que utilizan la RV en pacientes post-ictus en fase aguda:**

En la fase aguda, se valora el estado de las constantes vitales, así como los posibles déficits presentes en el paciente. Priman los tratamientos médicos encaminados a la revascularización y neuroprotección del sistema nervioso central, con el objetivo de recuperar funciones motoras, cognitivas y evitar complicaciones posteriores. Todo este proceso se lleva a cabo en el ámbito hospitalario, y es por ello que son escasos los estudios que utilizan la RV en esta fase<sup>25,30</sup>, debido a la poca viabilidad espacial y/o temporal

- Kwon et al.<sup>30</sup> (2012), realizaron un ECA con 26 sujetos con ACV en fase aguda, para analizar los efectos de la terapia convencional combinada con un programa intensivo



de RV en la función del miembro superior pléjico. Llegaron a la conclusión de que la terapia convencional más el entrenamiento con RV, **mejora la función motora** del miembro superior, aplicada ésta en fase aguda.

- Yin et al.<sup>25</sup> (2014), realizaron un ECA con 23 sujetos con ACV en fase aguda, para investigar el efecto de la RV en la función motora del miembro superior. Obtuvieron una mejoría significativa en la función motora (medida mediante Fugl-Meyer Assessment) en ambos grupos. Concluyeron que el entrenamiento con RV **no demuestra ser superior a la terapia convencional** en fase aguda.

❖ **Artículos que utilizan la RV en pacientes post-ictus en fase subaguda:**

En la fase subaguda, existe una situación clínica en la que el paciente puede obtener grandes beneficios de la rehabilitación. Todavía son pocos los estudios que utilizan la RV para la mejora del miembro superior parético/pléjico en estos pacientes<sup>13,20,22,43,45-47</sup>.

Aunque autores como Choi et al.<sup>22</sup> (2014), Kong et al.<sup>45</sup> (2016) y Brunner et al.<sup>47</sup> (2017), utilizando RV en fase subaguda (post-ictus) no consiguen diferencias, o llegan a los mismos resultados que utilizando “terapia convencional”, hay otros autores Low et al.<sup>20</sup> (2012), Shin et al.<sup>13</sup> (2014), Lee et al.<sup>43</sup> (2014), y Türkbey et al.<sup>19</sup> (2017) que utilizando RV en fase subaguda post-ictus consiguen mejoras significativas en la función motora (Fugl-Meyer Assessment), destreza manual (Manual Function Test), funcionalidad-independencia (Modified Barthel Index) en el miembro superior parético/pléjico.

❖ **Artículos que utilizan la RV en pacientes post-ictus en fase crónica:**

En esta fase, se encuentran principalmente pacientes cuya recuperación funcional ha ido avanzando, aunque no se ha conseguido una recuperación total o suficiente para que el paciente sea funcional. Ante esta situación, es necesario ampliar el abanico de herramientas terapéuticas para intentar conseguir mejores resultados en el menor tiempo posible, e intentar que éstos se mantengan en el tiempo.

La **mayoría** de los artículos utilizan la RV en pacientes con ACV, que se encuentran **en fase crónica**<sup>12,14-18,21,23,24,26-29,31-42,44,48</sup>.

Autores como Kottink et al.<sup>21</sup> (2014), Fluet et al.<sup>38</sup> (2014), y Da Silva Ribeiro et al.<sup>35</sup> (2015) llegan a la conclusión de que en fase crónica (post-ictus), la utilización de RV versus “terapia convencional” es igual de efectiva. Ambas intervenciones por separado, son igual de efectivas en la recuperación de función motora y destreza manual en el miembro superior parético/pléjico. Sin embargo, autores como In et al.<sup>18</sup> (2012), Jo et al.<sup>32</sup> (2012), Cameirão et al.<sup>41</sup> (2012), Subramanian et al.<sup>36</sup> (2013), Kiper et al.<sup>40</sup> (2014), Fluet et al.<sup>24</sup> (2015), Shin et al.<sup>37</sup> (2015), Ballester et al.<sup>23</sup> (2015), Lee et al.<sup>17</sup> (2015), Lee et al.<sup>14</sup> (2016), Ballester et al.<sup>15</sup> (2016), Colomer et al.<sup>33</sup> (2016), Park et al.<sup>34</sup> (2016), Shin et al.<sup>42</sup> (2016), Rand et al.<sup>29</sup> (2017) concluyen que la “terapia convencional” combinada con la aplicación de RV es más eficaz que si se utilizan estas intervenciones de manera aislada. En esta línea, hay que destacar el trabajo de Turolla et al.<sup>48</sup> (2013), ya que además de llegar a los mismos resultados anteriormente comentados, realizaron un ECA con un tamaño de la muestra de 376 pacientes con ACV. Son también importantes los resultados a los que llegan Lee et al.<sup>14,17</sup> (2016, 2015), constando que una utilización combinada de “terapia convencional” + RV, aplicada de manera bilateral mejora la función motora del miembro superior parético/pléjico. Además, dichos autores miden la actividad cerebral generada en dichos pacientes, constatando que dicha actividad cerebral mejora tras la intervención descrita.

Hay algunos artículos analizados en esta revisión<sup>51-55</sup>, que utilizan la RV en pacientes post-ictus que se encuentran en diferentes fases de recuperación, este hecho puede ser beneficioso para analizar los cambios que se pueden producir en las diferentes fases mediante la RV, pero el tener en los estudios a paciente en fases diferentes de recuperación, genera la dificultad de poder atribuir las mejoras conseguidas a la RV, puesto que estas mejoras puedan ser debidas a la evolución del paciente en base a la fase en la que se encuentra.

- **Identificar cuáles son las variables de estudio que se analizan en cada uno de los artículos finalmente seleccionados y cuáles son las escalas/test/instrumentos de medida utilizados para valorar la mejoras en el miembro superior tras la utilización de RV.**

Un ACV, apoplejía o infarto cerebral, es una muerte repentina de las células de la masa encefálica causada por una falta de suministro de oxígeno al cerebro.<sup>1</sup> La sintomatología es diversa y heterogénea, aunque de forma resumida se pueden citar los siguientes síntomas:

- Cefalea intensa.
- Pérdida de la función motora y sensibilidad en un hemicuerpo.
- Falta de visión en un hemicampo.
- Dificultad para articular la palabra.

En cuanto a la sintomatología de miembros superiores en un paciente post-ictus, hay que destacar que se encuentran alterados el tono muscular, la movilidad articular, la fuerza muscular, etc. Estos aspectos van a influir negativamente en la realización de patrones motores funcionales, viéndose alterada de manera muy significativa la destreza manual, la función motora, funcionalidad-independencia para la realización de las AVD y calidad de vida de estos pacientes.

En la siguiente tabla se muestran las principales variables analizadas en los diferentes estudios, así como los instrumentos de medida utilizados:

Tabla III. Variables analizadas e instrumentos de medida utilizados.

<i>Variables</i>	<i>Escalas/Test</i>
<i>Tono muscular</i> <sup>14,17,19,33,41,43,52,54</sup>	<b>Modified Ashworth Scale</b> <sup>14,17,19,33,41,43,52,54</sup>
<i>Rango de movimiento</i> <sup>23,26,28,36,51</sup>	Range Of Motion <sup>23,26,28,36,51</sup>
<i>Fuerza muscular</i> <sup>13,23,35,44,49</sup>	Medical Research Council Scale <sup>13,23,35,44,49</sup>
<i>Destreza Manual</i> <sup>12,14-16,18-22,24-35,38,39,41-45,47,49-55</sup>	<b>Box &amp; Blocks Test</b> <sup>14,18,19,22,26,28,31,33,34,39,41,43,44,47,49,50,54</sup>
	Jebsen-Taylor Test <sup>14,18,42,51,52</sup>
	Manual Function Test <sup>18,22,30,33,43,54,55</sup>
	9 Holes Pegboard Test <sup>12,33,38,42,51,52</sup>
	Action Research Arm Test <sup>16,20,21,29,45,49</sup>
<i>Función motora</i> <sup>12,13,15,16,18-22,24-35,37-43,45,46,48-52,54-58</sup>	Chedoke Arm and Hand Activity Inventory <sup>15,41,43</sup>
	<b>Fugl-Meyer Assessment</b> <sup>12,13,15,18,20-22,24-28,30,31,34,35,37,39-43,45,46,48-50,52,54,55,</sup>
<i>Grado de independencia</i> <sup>13,15,20,22,23-27,30,31,33,40-43,45-49,54,55,57,58</sup>	<b>Wolf Motor Function Test</b> <sup>19,24,32,33,38,46,49,50,52,54,55</sup>
	<b>Modified Barthel Index</b> <sup>13,15,22,27,30,31,33,35,43,44,46,49,54,55</sup> <b>Functional Independence Measure</b> <sup>19,20,25,26,40,45,47-49,52,54,55</sup>

Calidad de vida<sup>17,27,31,37,42,46,56,57,58</sup>

European Quality of Life questionnaire<sup>27</sup>  
 Item 12 Short-Form Health Survey<sup>31</sup>  
 Item 36 Short-Form Health Survey<sup>37,46</sup>  
 Health Related Quality of Life questionnaire<sup>17,37,42,56,57,58</sup>

Mencionar que es muy habitual que en un mismo artículo se analicen varias variables, utilizando para ello escalas específicas, lo que va a permitir analizar si los cambios producidos en las mismas son consecuencia de la intervención realizada.

➤ **Identificar cuáles son los tiempos de tratamiento utilizados en los artículos seleccionados.**

Como se ha descrito en anteriores apartados, la mayor parte de los artículos analizados en esta revisión, utilizan la RV con el objetivo de recuperar el miembro superior parético/pléjico post-ictus en **fase crónica**. Hay que tener en cuenta este dato, a la hora de mostrar el número de sesiones por semana, el número de sesiones totales, así como el tiempo total de una sesión de tratamiento utilizando RV, siendo estos datos importantes en cuanto a su valor numérico (un número alto de sesiones a la semana, un número alto de sesiones totales, un elevado tiempo total de sesión de tratamiento), ya que en una fase crónica, el paciente ya tiene capacidad para soportar tiempos elevados de tratamiento, así como también se busca intensificar el tratamiento con el objetivo de conseguir mejoras en el menor tiempo posible.

*Tabla IV. Relación de nº de sesiones/semana, nº de sesiones totales y tiempos de cada sesión.*

Autor/año	nº sesiones/semana	nº sesiones totales	t sesión (min)
In et al. (2012)	5	20	30
Cameirão et al. (2012)	5	25	35
Crosbie et al. (2012)	3	9	37.5
Low et al. (2012)	5	10	60
Kwon et al. (2012)	3	9	90
Jo et al. (2012)	5	20	60
Turolla et al. (2013)	5	15	45
Sin et al. (2013)	3	18	60

<i>Turolla et al. (2013)</i>	5	20	120
<i>Kottink et al. (2014)</i>	3	18	30
<i>Shin et al. (2014)</i>	5	10	40
<i>Schuster-Amft et al. (2014)</i>	4	16	45
<i>Ballester et al. (2014)</i>	5	10	60
<i>Lee et al. (2014)</i>	5	20	60
<i>Yin et al. (2014)</i>	5	10	90
<i>Kiper et al. (2014)</i>	5	20	60
<i>Lee et al. (2014)</i>	5	15	60
<i>Fluet et al. (2014)</i>	4	8	150
<i>Lee et al. (2015)</i>	3	18	30
<i>Zheng et al. (2015)</i>	6	24	30
<i>Da Silva Ribeiro et al. (2015)</i>	5	20	60
<i>Shin et al. (2015)</i>	5	20	60
<i>Chen et al. (2015)</i>	5	40	90
<i>Lee et al. (2016)</i>	3	18	30
<i>Ballester et al. (2016)</i>	3	18	30
<i>Park et al. (2016)</i>	5	20	30
<i>Lee et al. (2016)</i>	3	24	30
<i>Kong et al. (2016)</i>	4	12	45
<i>Shin et al. (2016)</i>	5	20	60
<i>Choi et al. (2016)</i>	5	10	60
<i>Colomer et al. (2016)</i>	5	40	105
<i>Türkbey et al. (2017)</i>	5	20	60
<i>Rand et al. (2017)</i>	6	30	60
<i>Brunner et al. (2017)</i>	4	16	60

### **Resultados obtenidos en cuanto al número de sesiones/semana:**

#### **❖ Artículos que utilizan un número de sesiones/semana alto:**

- Kiper et al.<sup>40</sup> (2014), realizaron un ECA con 44 sujetos, cuya intervención fue de 60 minutos por sesión, y 5 sesiones por semana durante 4 semanas. Con un total de 20 sesiones, concluyeron que se produce una **mejora la función motora** del miembro superior.

- Zheng et al.<sup>46</sup> (2015), realizaron un ECA con 108 sujetos, en el que utilizaron 30 minutos por sesión, 6 sesiones por semana durante 4 semanas con un total de 24 sesiones. Concluyeron que existe **mejoría significativa en la función motora** del miembro superior **y la funcionalidad para la realización de las AVD**.
- Kong et al.<sup>45</sup> (2016) realizaron un ECA con 77 sujetos en el que concluyeron que, con 12 sesiones totales en 3 semanas, **no es tiempo suficiente** para que la utilización de RV consiga mejoras en la recuperación del miembro superior pléjico.
- Rand et al.<sup>29</sup> (2017), realizaron un ECA con 24 sujetos en el que la intervención realizada fue de 60 minutos por sesión, 6 sesiones por semana durante 4 semanas, con un total de 24 sesiones. Concluyeron que se puede observar una **mejoría significativa en la destreza manual**.

❖ **Artículos que utilizan un número de sesiones/semana bajo:**

- Kwon et al.<sup>30</sup> (2012), realizaron un ECA con 26 sujetos, en el que utilizaron 90 minutos por sesión, 3 sesiones por semana durante 3 semanas, con un total de 9 sesiones. Concluyeron que se produce una **mejoría en la función motora** del miembro superior.
- Lee et al.<sup>31</sup> (2016), realizaron un ECA con 18 sujetos cuya intervención fue de 60 minutos por sesión, 3 sesiones por semana durante 8 semanas con un total de 24 sesiones. Concluyen que produce una **mejora significativa en la función motora** del miembro superior.

Analizando estos datos, el tiempo medio de una sesión de tratamiento, oscila entre los 30-90 minutos, siendo un tiempo de tratamiento de 30 minutos insuficiente para conseguir mejoras en la recuperación del miembro superior pléjico.

**Resultados obtenidos en cuanto al número de sesiones totales:**

❖ **Artículos que utilizan un número de sesiones totales alto:**

- Chen et al.<sup>26</sup> (2015), realizaron un ECC con 24 sujetos en el cual la intervención fue de 90 minutos por sesión, 5 sesiones por semana durante 8 semanas de tratamiento.

Con 40 sesiones totales, concluyeron que se produce una **mejoría en la función motora** del miembro superior **y en la independencia para las AVD**.

- Colomer et al.<sup>33</sup> (2016), realizaron un ECA con 30 sujetos cuya intervención fue de 105 minutos por sesión, 5 sesiones por semana, durante 8 semanas. Un total de 40 sesiones para llegar a la conclusión de que se producen **mejoras significativas en la destreza manual y en la función motora** del miembro superior.

❖ **Artículos que utilizan un número de sesiones totales bajo:**

- Low et al.<sup>20</sup> (2012) y Shin et al.<sup>13</sup> (2014) con la realización de 10 sesiones totales en 2 semanas de tratamiento, obtuvieron **mejoras significativas en la función motora del miembro superior**.

El nº de sesiones totales oscila entre 8-40 sesiones. Los autores que utilizan un nº de sesiones alto reportan datos significativos en cuanto a la mejora de función motora, destreza manual e independencia en las AVD. Sin embargo, los datos publicados muestran que un nº total de 10 sesiones no es suficiente para conseguir mejoras en las variables anteriormente citadas.

**Resultados obtenidos en cuanto al tiempo de sesión de tratamiento**

❖ **Artículos que utilizan tiempos de sesión amplios:**

- Turolla et al.<sup>48</sup> (2013), realizaron un ECA con 376 sujetos, cuya intervención fue de 120 minutos/sesión, 5 sesiones por semana durante 4 semanas, con un total de 20 sesiones. Concluyeron que se produjeron **mejoras significativas en la función motora** del miembro superior, **y la funcionalidad para realizar las AVD**.
- Colomer et al.<sup>33</sup> (2016), realizaron un ECA con 30 sujetos, cuya intervención fue de 105 minutos por sesión, 5 sesiones por semana, durante 8 semanas. Un total de 40 sesiones para llegar a la conclusión de que se producen **mejoras significativas en la destreza manual y en la función motora** del miembro superior.

❖ **Artículos que utilizan tiempos de sesión corto:**

- Kottink et al.<sup>21</sup> (2014), realizaron un ECA con 20 sujetos, cuya intervención fue de 30 minutos/sesión, 3 sesiones por semana durante 6 semanas con un total de 18

sesiones. Llegaron a la conclusión de que la terapia con RV no consigue cambios significativos respecto a la terapia convencional.

- Zheng et al.<sup>46</sup> (2015), realizaron un ECA con 108 sujetos, en el que utilizaron 30 minutos/sesión, 6 sesiones por semana durante 4 semanas con un total de 24 sesiones. Concluyeron que existe **mejoría significativa en la función motora** del miembro superior **y la funcionalidad para la realización de las AVD**.
- Ballester et al.<sup>15</sup> (2016), realizaron un ECA con 18 sujetos, cuya intervención fue de 30 minutos/sesión, 3 sesiones por semana durante 6 semanas, con un total de 18 sesiones. Concluyen que la terapia con refuerzo del movimiento inducido es **eficaz para mejorar la función motora** de miembro superior en pacientes post-ictus.

Analizando los datos aportados por los distintos autores, el nº de sesiones/semana oscila entre 3-6 sesiones, no pareciendo haber relación entre los resultados y el nº de sesiones por semana utilizado.

- **Valorar el nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica de los artículos analizados.**

Después de analizar cada uno de los artículos, se observa que existe un elevado número de artículos con un nivel de evidencia 1a-1b y un grado de recomendación A. En cuanto a la calidad metodológica, la mayoría de los artículos analizados tienen una calidad metodológica buena (6-7 puntos / 10 puntos), destacando 3 de ellos por una calidad metodológica alta (8 puntos /10 puntos). Se pueden consultar las tablas con el nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica en los anexos VI y VII.



## **7. DISCUSIÓN**

Los sistemas de RV creados en un principio específicamente con fines terapéuticos, son sistemas que utilizan mayoritariamente una RV semi-inmersiva (Rehabilitation Gaming System, RehabMaster, Haptic MASTER, Virtual Reality Rehabilitation System, Interactive Rehabilitation and Exercise System (IREX), y YouGrabber), de todos estos sistemas de RV, sólo el IREX utiliza una RV inmersiva. En la actualidad, lo que más se utiliza en la práctica clínica para recuperar el miembro superior post-ictus, son sistemas de bajo coste que utilizan una RV semi-inmersiva (Nintendo Wii, Sony Playstation EyeToy, la Xbox Kinect), este hecho es debido a la mayor accesibilidad y el menor coste que tienen estos dispositivos. Los ECA que utilizan una RV inmersiva<sup>16,36</sup> llegan a la conclusión de que este tipo de RV (en comparación con la RV semi-inmersiva), consigue mejores resultados en las variables de estudio, aporta mayor feedback a los sujetos, y propicia que aparezcan menos compensaciones posturales y motrices.

La fase de recuperación post-ictus en la que se utilizan la mayoría de los dispositivos de RV, con el objetivo de mejorar la funcionalidad del miembro superior, es la fase crónica. Este hecho está condicionado por la propia evaluación de la sintomatología del paciente (el paciente está estable hemodinámicamente), así como por la escasa viabilidad de la aplicación de RV en un centro hospitalario propiamente dicho (centro en el que el paciente está en fase aguda).

En la actualidad, existe consenso en la utilización de RV en el paciente con ACV, con el objetivo de recuperar tono muscular, rango de movimiento, fuerza muscular, destreza manual, función motora, grado de independencia, y calidad de vida. Estas variables se miden a través de instrumentos válidos y fiables, los instrumentos más utilizados son: escala de Ashworth modificada (tono muscular), Range Of Motion (rango de movimiento), Medical Research Council Scale (fuerza muscular), Box & Blocks Test, Jebsen-Taylor Test, Manual Function Test, 9 Holes Pegboard Test, Action Research Arm Test, Chedoke Arm and Hand Activity Inventory (destreza manual), Fugl-Meyer Assessment, Wolf Motor Function Test (función motora), Modified Barthel Index, Functional Independence Measure (grado de independencia) y European Quality of Life questionnaire, Item 12 Short-Form Health Survey, Item 36 Short-Form Health Survey, Health Related Quality of Life questionnaire (calidad de vida).

En cuanto a los tiempos de tratamiento utilizados en la RV, hay una gran controversia, puesto que éstos varían mucho de unos estudios a otros, oscilando la mayoría entre 30-90 minutos. Un dato que se debe tener en cuenta, es que autores como Kottnik et al.<sup>21</sup> (2014), utilizando tiempos de tratamiento de 30 minutos/sesión no consiguen con la RV cambios significativos en la mejora de las variables de estudio, sin embargo, otros autores<sup>15,46</sup>, utilizando los mismos tiempos de tratamiento (30 minutos/sesión) consiguen mejoras significativas en la función motora, y la realización de las AVD con el miembro superior afecto.

Aunque la gran mayoría de los artículos analizados en esta revisión, son artículos con un nivel de evidencia alto (1a-1b), con un grado de recomendación A, y presentan una puntuación 5-7 en la escala PEDro, es necesaria la realización de más ECA, con el objetivo de determinar qué tipo de dispositivo de RV es mejor utilizar, analizar si los resultados conseguidos después de las intervenciones se mantienen a medio-largo plazo, así como definir tiempos e intensidades de tratamiento.

## **8. CONCLUSIONES**

- El tipo de RV con fines terapéuticos más utilizado para la recuperación del miembro superior en pacientes con ACV, es la RV semi-inmersiva.
- Los dispositivos de RV con fines terapéuticos más utilizados para la recuperación del miembro superior en pacientes tras ACV son: la Nintendo Wii, la Xbox Kinect, el Sony Playstation EyeToy, el Rehabilitation Gaming System, RehabMaster, el Haptic MASTER, el Virtual Reality Rehabilitation System, el Interactive Rehabilitation and Exercise System, y el YouGrabber.
- La fase de recuperación post-ictus, en la que se utilizan mayoritariamente estos dispositivos es en la fase crónica.
- Las variables de estudio más analizadas son: Tono muscular, rango de movimiento, fuerza muscular, destreza manual, función motora, grado de independencia, y calidad de vida.
- Los instrumentos de medida más utilizados son: Escala de Ashworth modificada, Range of movement, Medical Research Council Scale, Box & Blocks Test, Fugl-Meyer Assessment, Modified Barthel Index, y Health Related Quality of Life questionnaire.
- No existe consenso en cuanto a los tiempos de tratamiento (nº de sesiones/semana, nº de sesiones totales y tiempo de duración de cada sesión) que se deberían utilizar con la RV. El nº de sesiones/semana oscila entre 3-6 sesiones, no pareciendo, que los resultados obtenidos estén relacionados con esta variable. Utilizando un nº de sesiones totales alto (a partir de 20 sesiones) se consiguen mejoras en la recuperación del miembro superior en parético/pléjico.
- La mayoría de artículos analizados, presentan un nivel de evidencia alto (1a-1b) y un grado de recomendación A. En cuanto a la calidad metodológica, predominan los artículos con una puntuación de 5-7 puntos en la escala PEDro.
- Es necesaria la realización de más estudios experimentales, de alta calidad metodológica, para determinar qué variables de estudio y qué instrumentos de medida deberían utilizarse para medir los efectos de la RV en la recuperación del

miembro superior después de sufrir un ACV. Así mismo, debería llegarse a un consenso sobre los tiempos de tratamiento a utilizar.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

1. Integra daño cerebral: Ictus. [Online] [Consultado 31 Mayo 2018] Disponible en: <http://www.integracerebral.com/dano-cerebral/18-ictus/48-ictus>
2. Aho K, Hannsen P, Hatano S, Marquardsen J, Smirnov VE, Strasser T. Cerebrovascular disease in the community: results of a WHO collaborative study. Bull World Health Organization 1980;58:113-30.
3. Biller J, Ruland S, Schneck MJ. Ischemic cerebrovascular disease. En Daroff RB, Jankovic J, Mazziotta JC, Pomeroy SL, eds. Bradley's Neurology in Clinical Practice. 7ª edición. Philadelphia: Elsevier; 2016.
4. Boix R, Del Barrio J, Saz P, Reñe R, Manubens J, Lobo A. Stroke prevalence among the spanish elderly: an analysis based on screening surveys. BMC Neurology. 2006; 6(36):1-15
5. Micheli F, Nogués M, Anconapé J, Fernández-Padal M, Biller J. Tratado de Neurología. Buenos Aires: Panamericana; 2001.
6. García F J J, Evaluación clínica y tratamiento de la espasticidad. Madrid: Médica-Panamericana; 2009.
7. Federacion Española de Ictus. [Online]. Consultado 31 Mayo 2018. Disponible en: <https://ictusfederacion.es/infoictus/codigo-ictus/>
8. Artigas M. «¿Conoces los tipos de realidad virtual que existen?». [Online] Consultado 3 Enero 2018. Disponible en: <https://www.openfuture.org/es/new/conoces-los-tipos-de-realidad-virtual-que-exi>
9. Bustos A, Coll C. Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. Rev Mex Inv Edu Mar 2013;15(44):163-84.

10. Centre for Evidence-Based Medicine de Oxford. Levels of evidence and grades of recommendation [Internet]. Oxford: Centre for Evidence-Based Medicine de Oxford Consultado 31 May 2018. Disponible en: [http://www.cebm.net/levels\\_of\\_evidence.asp](http://www.cebm.net/levels_of_evidence.asp)
11. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Phy Ther*. 2003 Aug 1;83(8):713–72.
12. Turolla A, Daud Albasini OA, Oboe R, Agostini M, Tonin P, Paolucci S, et al. Haptic-based neurorehabilitation in poststroke patients: A feasibility prospective multicentre trial for robotics hand rehabilitation. *Comp Math Methods Med* 2013; 2013. 895492. 12.
13. Shin J-, Ryu H, Jang SH. A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: A usability test and two clinical experiments. *J NeuroEng Rehabil* 2014;11(1).
14. Lee S, Kim Y, Lee B-. Effect of Virtual Reality-based Bilateral Upper Extremity Training on Upper Extremity Function after Stroke: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Occup Ther Int* 2016;23(4):357-68.
15. Ballester BR, Maier M, San Segundo Mozo RM, Castada V, Duff A, Verschure PFMJ. Counteracting learned non-use in chronic stroke patients with reinforcement-induced movement therapy. *J NeuroEng Rehabil* 2016;13(1).
16. Crosbie JH, Lennon S, McGoldrick MC, McNeill M, McDonough SM. Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: A randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2012;26(9):798-806.
17. Lee S-, Kim Y-, Lee B-. Effects of virtual reality-based bilateral upper-extremity training on brain activity in post-stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2015;27(7):2285-87.
18. In TS, Jung KS, Lee SW, Song CH. Virtual reality reflection therapy improves motor recovery and motor function in the upper extremities of people with chronic stroke. *J Phys Ther Sci* 2012;24(4):339-43.
19. Türkbey TA, Kutlay S, Gök H. Clinical feasibility of Xbox Kinect training for stroke rehabilitation: a single-blind randomized controlled pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine* 2017; 49:22-29.

20. Low AY, Ng YS, Chan Y, Tan MLD, Bok CW, Fook-Chong MCS, Chew JLN, Nasron LI. Effect of virtual reality rehabilitation as an adjunct to conventional therapy in people with sub-acute stroke: A randomised controlled pilot trial. *Proceedings of Singapore Healthcare*.2011;20(1).
21. Kottink AIR, Prange GB, Krabben T, Rietman JS, Buurke JH. Gaming and Conventional Exercises for Improvement of Arm Function after Stroke: A Randomized Controlled Pilot Study. *Games Health J*. 2014;3(3):184-91.
22. Choi JH, Han EY, Kim BR, Kim SM, Im SH, Lee SY, et al. Effectiveness of commercial gaming-based virtual reality movement therapy on functional recovery of upper extremity in subacute stroke patients. *Ann Rehabil Med*. 2014;38(4):485-93.
23. Ballester BR, Nirme J, Duarte E, Cuxart A, Rodríguez S, Verschure P, Duff A. The visual amplification of goal-oriented movements counteracts acquired non-use in hemiparetic stroke patients. *J NeuroEng Rehabil*. 2015; 12:50.
24. Fluet GG, Merians AS, Qiu Q, Rohafaza M, VanWingerden AM, Adamovich S. Does training with traditionally presented and virtually simulated tasks elicit differing changes in object interaction kinematics in persons with upper extremity hemiparesis? *Top Stroke Rehabil*. 2015;22(3):176–84.
25. Yin CW, Sien NY, Ying LA, Chung SF-M, Tan May Leng D. Virtual reality for upper extremity rehabilitation in early stroke: A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2014;28(11):1107-14.
26. Chen MH, Huang LL, Lee CF, Hsieh CL, Lin YC, Liu H, Chen MI, Lu WS. A controlled pilot trial of two commercial video games for rehabilitation of arm function after stroke. *Clin Rehabil*. 2015;29:674–82.
27. Choi YH, Ku J, Lim H, Kim YH, Paik NJ. Mobile game-based virtual reality rehabilitation program for upper limb dysfunction after ischemic stroke. *Restor Neurol Neurosci*. 2016;34(3): 455–63.
28. Lee D, Lee M, Lee K, Song C. Asymmetric training using virtual reality reflection equipment and the enhancement of upper limb function in stroke patients: A randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2014;23(6):1319-26.

29. Rand D, Weingarden H, Weiss R, Yacoby A, Reif S, Malka R, et al. Self-training to improve UE function at the chronic stage post-stroke: a pilot randomized controlled trial. *Disabil Rehabil* 2017;39(15):1541-48.
30. Kwon J, Park M, Yoon I, Park S. Effects of virtual reality on upper extremity function and activities of daily living performance in acute stroke: A double-blind randomized clinical trial. *NeuroRehabilitation* 2012;31(4):379-85.
31. Lee M, Son J, Kim J, Pyun S, Eun S, Yoon B. Comparison of individualized virtual reality- and group-based rehabilitation in older adults with chronic stroke in community settings: a pilot randomized controlled trial. *Eur J Integr Med* 2016;8(5):738-46.
32. Jo K, Yu J, Jung J. Effects of virtual reality-based rehabilitation on upper extremity function and visual perception in stroke patients: A randomized control trial. *J Phys Ther Sci* 2012;24(11):1205-08.
33. Colomer C, Llorens R, Noé E, Alcañiz M. Effect of a mixed reality-based intervention on arm, hand, and finger function on chronic stroke. *J NeuroEng Rehabil* 2016;13:45.
34. Park J. The effects of game-based virtual reality movement therapy plus mental practice on upper extremity function in chronic stroke patients with hemiparesis: A randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(3):811-15.
35. Da Silva Ribeiro NM, Dominguez Ferraz D, Pedreira E, Pinheiro I, Da Silva Pinto AC, Gomes Neto M, et al. Virtual rehabilitation via Nintendo Wii® and conventional physical therapy effectively treat post-stroke hemiparetic patients. *Top Stroke Rehabil*. 2015;22(4):299-305.
36. Subramanian SK, Lourenço CB, Chilingaryan G, Sveistrup H, Levin MF. Arm motor recovery using a virtual reality intervention in chronic stroke: Randomized control trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2013;27(1):13-23.
37. Shin J, 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. *Comput Biol Med*. 2015;63:92-98.
38. Fluet GG, Merians AS, Qiu Q, Davidow A, Adamovich SV. Comparing integrated training of the hand and arm with isolated training of the same effectors in persons



- with stroke using haptically rendered virtual environments, a randomized clinical trial. *J NeuroEng Rehabil* 2014;11:126.
39. Sin H, Lee G. Additional virtual reality training using Xbox kinect in stroke survivors with hemiplegia. *Am J Phys Med Rehabil.* 2013;92(10):871-80.
40. 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 Res Int.* 2014, Article ID 752128.
41. Cameirão MS, Badia SBI, Duarte E, Frisoli A, Verschure PFMJ. The combined impact of virtual reality neurorehabilitation and its interfaces on upper extremity functional recovery in patients with chronic stroke. *Stroke* 2012;43(10):2720-28.
42. Shin J, Kim M, Lee J, Jeon Y, 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. *J NeuroEng Rehabil* 2016;13:17.
43. Lee SJ, Chun MH. Combination transcranial direct current stimulation and virtual reality therapy for upper extremity training in patients with subacute stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(3):431-38.
44. Schuster-Amft C, Eng K, Lehmann I, Schmid L, Kobashi N, Thaler I, et al. Using mixed methods to evaluate efficacy and user expectations of a virtual reality-based training system for upper-limb recovery in patients after stroke: A study protocol for a randomised controlled trial. *Trials* 2014;15:350.
45. Kong K, Loh Y, Thia E, Chai A, Ng C, Soh Y, et al. Efficacy of a virtual reality commercial gaming device in upper limb recovery after stroke: A randomized, controlled study. *Top Stroke Rehabil.* 2016;23(5):333-40.
46. Zheng C, Liao W, Xia W. Effect of combined low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation and virtual reality training on upper limb function in subacute stroke: A double-blind randomized controlled trail. *J Huazhong Univ Sci Technol Med Sci.* 2015;35(2):248-54.

47. Brunner I, Skouen JS, Hofstad H, Aßmus J, Becker F, Sanders A-, et al. Virtual Reality Training for Upper Extremity in Subacute Stroke (VIRTUES): A multicenter RCT. *Neurology* 2017;89(24):2413-21.
48. Turolla A, Dam M, Ventura L, Tonin P, Agostini M, Zucconi C, et al. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: A prospective controlled trial. *J NeuroEng Rehabil.* 2013;10:85.
49. Bayón-Calatayuda M, Gil-Agudob A, Benavente-Valdepeñasa AM, Drozdowskyj-Palacios O, Sanchez-Martína G, Del Alamo-Rodrigueza MJ. Eficacia de nuevas terapias en la neurorrehabilitación del miembro superior en pacientes con ictus. *Rehabilitacion* 2014;48: 232-40.
50. Yates M, Kelemen A, Sik Lanyi C. Virtual reality gaming in the rehabilitation of the upper extremities post-stroke. *Brain Injury* 2016; 30(7): 855-63
51. Pietrzak E, Cotea C, Pullman S. Using commercial video games for upper limb stroke rehabilitation: is this the way of the future? *Top Stroke Rehabil.* 2014;21(2):152-62.
52. Thomson K, Pollock A, Bugge C, Brady M. Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: a systematic review. *Int J Stroke.* 2014;9(4):479-88.
53. Palma GC, Freitas TB, Bonuzzi GM, Soares MA, Leite PH, Mazzini NA, Almeida MR, Pompeu JE, Torriani-Pasin C. Effects of virtual reality for stroke individuals based on the International Classification of Functioning and Health: a systematic review. *Top Stroke Rehabil.* 2017;24(4):269-78.
54. Lohse KR, Hilderman CG, Cheung KL, Tatla S, Van der Loos HM. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS One* 2014;9(3):e93318.
55. Viñas-Diz S, Sobrido-Prieto M. Virtual reality for therapeutic purposes in stroke: A systematic review. *Neurologia* 2016;31(4):255-77.
56. Laver K, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Cochrane review: virtual reality for stroke rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2012;48(3):523-30.
57. Laver K, Lange B, George S, Deutsch J, Saposnik G, Grotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2015;12(2):CD008349.

58. Laver K, Lange B, George S, Deutsch J, Saposnik G, Grotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. Cochrane Database Syst. Rev. 2017. CD008349.

## 10. ANEXOS

### ANEXO I: Estrategia de búsqueda bibliográfica

<b>Cochrane Plus</b>	
Términos de búsqueda	“Virtual Reality”, Stroke, “Upper Extremity” y “Upper Limb”
Ecuación de búsqueda	TITLE-ABS-KEY ( "virtual reality" AND stroke AND ( "upper extremity" OR "upper limb" ) ) AND PUBYEAR > 2011 AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar " ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re " ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2015 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2014 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2013 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2012 ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English " ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , " Spanish " ) )
Límites	Tipo de documento: Artículo y revisión Años de publicación: 2012-2017. Idiomas: Inglés y español.
Resultados	39
<b>Artículos seleccionados</b>	<b>6</b>

<b>PEdro</b>	
Términos de búsqueda	“Virtual Reality”, Stroke, “Upper Extremity”
Ecuación de búsqueda	“Virtual Reality” Stroke “Upper extremity”
Límites	Fecha de publicación: Desde 2012.
Resultados	18
<b>Artículos seleccionados</b>	<b>6</b>

<b>Pubmed</b>	
Términos de búsqueda	“Virtual Reality”, Stroke, “Upper Extremity” y “Upper Limb”
Ecuación de búsqueda	("virtual reality"[All Fields] AND ("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields])) AND ("upper extremity"[All Fields] OR "upper limb"[All Fields]) AND ((Clinical Trial[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Review[ptyp] OR systematic[sb] OR Randomized Controlled Trial[ptyp]) AND "humans"[MeSH Terms] AND (Spanish[lang] OR English[lang])) AND ("2013/01/11"[PDat] : "2018/01/09"[PDat])
Límites	Tipo de artículos: EC, ECC, ECA, R, SR y MA. Fecha de publicación: últimos 5 años (2013-2017). Especie: Humanos. Idiomas: Inglés y español.
Resultados	38
<b>Artículos seleccionados</b>	<b>16</b>

<b>Scopus</b>	
Términos de búsqueda	“Virtual Reality”, Stroke, “Upper Extremity” y “Upper Limb”
Ecuación de búsqueda	TITLE-ABS-KEY ( "virtual reality" AND stroke AND ( "upper extremity" OR "upper limb" ) ) AND PUBYEAR > 2011 AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar " ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re " ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2015 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2014 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2013 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2012 ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English " ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , " Spanish " ) )
Límites	Años de publicación: 2012-2017. Tipo de documento: artículo o revisión. Idiomas: Inglés y español.
Resultados	173
<b>Artículos seleccionados</b>	<b>15</b>

<b>Wos</b>	
Términos de búsqueda	“Virtual Reality”, Stroke, “Upper Extremity” y “Upper Limb”
Ecuación de búsqueda	TS=("Virtual Reality" AND Stroke* AND "Upper Extremity OR Upper Limb")
Límites	Tipo de documento: Ensayo clínico o revisión. Años de publicación: 2012-2017. Idiomas: Inglés y español.
Resultados	93
<b>Artículos seleccionados</b>	<b>6</b>

<b>SportDiscus</b>	
Términos de búsqueda	“Virtual Reality”, Stroke, “Upper Extremity”
Ecuación de búsqueda	Virtual Reality AND Stroke AND Upper extremity
Límites	Fecha de publicación: 2012-2017. Idiomas: Inglés y español. Tipo de documento: Artículo.
Resultados	2
<b>Artículos seleccionados</b>	<b>1</b>

## ANEXO II: Diagrama de flujo



## ANEXO III: Escala de nivel de evidencia y grado de recomendación: Escala Oxford

### Centre for Evidence-Based Medicine, Oxford<sup>57</sup>

Estudios sobre tratamiento, prevención, etiología y complicaciones		
Grado de recomendación	Nivel de evidencia	Fuente
<b>A</b>	1 a	Revisión sistemática de ECA, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	1 b	ECA individual (con intervalos de confianza estrechos)
	1 c	Eficacia demostrada por la práctica clínica y no por la experimentación
<b>B</b>	2 a	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	2 b	Estudio de cohortes individual y ensayos clínicos aleatorios de baja calidad (< 80% de seguimiento)
	2 c	Investigación de resultados en salud
	3 a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
	3 b	Estudios de casos y controles individuales
<b>C</b>	4	Serie de casos y estudios de cohortes y casos y controles de baja calidad.

\*Si tenemos un único estudio con IC amplios o una revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa, se indica añadiendo el signo (-) al nivel de evidencia que corresponda y la recomendación que se deriva es una D

## ANEXO IV: Escala para medir calidad metodológica: Escala PEDro

### Escala PEDro – Español<sup>69</sup>

Criterios	Si	No
1. <b>Criterios de elegibilidad fueron especificados (no se cuenta para el total)</b>	1	0
2. <b>Sujetos fueron ubicados aleatoriamente en grupos</b>	1	0
3. <b>La asignación a los grupos fue encubierta</b>	1	0
4. <b>Los grupos tuvieron una línea de base similar en el indicador de pronóstico más importante</b>	1	0
5. <b>Hubo cegamiento para todos los grupos</b>	1	0
6. <b>Hubo cegamiento para todos los terapeutas que administraron la intervención</b>	1	0
7. <b>Hubo cegamiento de todos los asesores que midieron al menos un resultado clave</b>	1	0
8. <b>Las mediciones de al menos un resultado clave fueron obtenidas en más del 85% de los sujetos inicialmente ubicados en los grupos</b>	1	0
9. <b>Todos los sujetos medidos en los resultados recibieron el tratamiento o condición de control tal como se les asignó, o si no fue este el caso, los datos de al menos uno de los resultados clave fueron analizados con intención de tratar</b>	1	0
10. <b>Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron reportados en al menos un resultado clave</b>	1	0
11. <b>El estadístico provee puntos y mediciones de variabilidad para al menos un resultado clave</b>	1	0

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible “ponderar” los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de las bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa (“generalizabilidad” o “aplicabilidad” del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la “validez” de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúen alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la “calidad” de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.



**Notas sobre la administración de la escala PEDro:**

<p><i>Todos los criterios</i></p>	<p>Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente. Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.</p>
<p><i>Criterio 1</i></p>	<p>Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.</p>
<p><i>Criterio 2</i></p>	<p>Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.</p>
<p><i>Criterio 3</i></p>	<p>La asignación oculta (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.</p>
<p><i>Criterio 4</i></p>	<p>Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.</p>
<p><i>Criterio 4, 7-11</i></p>	<p>Los Resultados clave son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.</p>
<p><i>Criterio 5-7</i></p>	<p>Cegado significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran "cegados" si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.</p>
<p><i>Criterio 8</i></p>	<p>Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente tanto el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos como el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.</p>
<p><i>Criterio 9</i></p>	<p>El análisis por intención de tratar significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.</p>
<p><i>Criterio 10</i></p>	<p>Una comparación estadística entre grupos implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupoxtiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.</p>
<p><i>Criterio 11</i></p>	<p>Una estimación puntual es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las medidas de la variabilidad incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rangos intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.</p>

## ANEXO V: Imágenes de dispositivos de realidad virtual

**Rehabilitation Gaming System**



**RehabMaster**



**Haptic Master**



**Virtual Reality Rehabilitation System (VRRS)**



**Interactive Rehabilitation and Exercise System (IREX<sup>0</sup>)**



**YouGrabber**



## ANEXO VI: Resultados según nivel de evidencia y grado de recomendación de las revisiones

<i>Autor/Año</i>	<i>Tipo de publicación</i>	<i>Nivel de Evidencia y Grado de Recomendación</i>
<i>Laver et al. (2012)</i>	Revisión sistemática	1a - A
<i>Pietrzak et al. (2014)</i>	Revisión	1a - A
<i>Bayón-Calatayuda et al. (2014)</i>	Revisión	1a - A
<i>Thomson et al. (2014)</i>	Revisión sistemática	1a - A
<i>Lohse et al. (2014)</i>	Revisión sistemática	1a - A
<i>Laver et al. (2015)</i>	Revisión sistemática	1a - A
<i>Viñas-Diz et al. (2015)</i>	Revisión sistemática	1a - A
<i>Yates et al. (2016)</i>	Revisión	1a - A
<i>Palma et al. (2017)</i>	Revisión sistemática	1a - A
<i>Laver et al. (2017)</i>	Revisión sistemática	1a - A

## ANEXO VII: Resultados según nivel de evidencia, grado de recomendación y calidad metodológica de los ensayos clínicos.

Autor/año	Tipo de publicación	Nº sujetos	Nivel de evidencia y grado de recomendación	Calidad metodológica
<i>Cameirão et al. (2012)</i>	ECA	44	1b - A	6
<i>In et al. (2012)</i>	ECA	19	1b - A	7
<i>Crosbie et al. (2012)</i>	ECA	18	1b - A	6
<i>Low et al. (2012)</i>	ECA	20	1b - A	6
<i>Kwon et al. (2012)</i>	ECA	26	1b - A	5
<i>Jo et al. (2012)</i>	ECA	29	1b - A	5
<i>Turolla et al. (2013)</i>	ECC	15	-	-
<i>Subramanian et al. (2013)</i>	ECA	32	1b - A	7
<i>Sin et al. (2013)</i>	ECA	40	1b - A	6
<i>Turolla et al. (2013)</i>	ECA	376	1b - A	7
<i>Kottink et al. (2014)</i>	ECA	20	1b - A	6
<i>Kiper et al. (2014)</i>	ECA	44	1b - A	5
<i>Lee et al. (2014)</i>	ECA	59	1b - A	7
<i>Schuster-amft et al. (2014)</i>	ECA	60	1b - A	6
<i>Fluet et al. (2014)</i>	ECA	40	1b - A	7
<i>Yin et al. (2014)</i>	ECA	23	1b - A	6
<i>Lee et al. (2014)</i>	ECA	24	1b - A	5
<i>Choi et al. (2014)</i>	ECA	20	1b - A	7
<i>Shin et al. (2014)</i>	ECA	16	1b - A	6
<i>Fluet et al. (2015)</i>	ENSAYO CLINICO	21	-	-
<i>Lee et al. (2015)</i>	ENSAYO CLINICO	18	-	-
<i>Ballester et al. (2015)</i>	ENSAYO CLINICO	20	-	-
<i>Chen et al. (2015)</i>	ECC	24	-	-
<i>Zheng et al. (2015)</i>	ECA	108	1b - A	6
<i>Da Silva Ribeiro et al. (2015)</i>	ECA	30	1b - A	6
<i>Shin et al. (2015)</i>	ECA	32	1b - A	6
<i>Lee et al. (2016)</i>	ECA	26	1b - A	8
<i>Choi et al. (2016)</i>	ECA	24	1b - A	6
<i>Colomer et al. (2016)</i>	ECA	30	1b - A	6
<i>Park et al. (2016)</i>	ECA	30	1b - A	6
<i>Ballester et al. (2016)</i>	ECA	18	1b - A	8
<i>Lee et al. (2016)</i>	ECA	18	1b - A	6
<i>Shin et al. (2016)</i>	ECA	46	1b - A	8
<i>Kong et al. (2016)</i>	ECA	77	1b - A	6
<i>Rand et al. (2017)</i>	ECA	24	1b - A	6
<i>Brunner et al. (2017)</i>	ECA	120	1b - A	7
<i>Türkbey et al. (2017)</i>	ECA	19	1b - A	7