



Grau

**Fisioteràpia**

FACULTAT DE CIÈNCIES DE LA SALUT  
**U**MANRESA | UVIC·UCC

**EFFECTIVIDAD DE LA REALIDAD VIRTUAL  
COMBINADA CON LA TERAPIA CONVENCIONAL  
SOBRE LA FUNCIONALIDAD DEL MIEMBRO  
SUPERIOR EN LOS PACIENTES POST-AVC  
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**Nombre alumna:** Agathe Aspar

**Tutora:** Selma Pelaez Hervas

**Revisora:** Laia Lladó Pelfort

Trabajo final de grado

**Curso:** 2018/2019

## RESUMEN

**Introducción:** El ictus representa una de las principales causas que discapacita a los individuos a largo plazo. Entre los supervivientes de un ictus, únicamente un 60% recupera su autonomía e independencia funcional, mientras que el otro 40% presenta secuelas importantes predominantes a nivel de la función motriz del brazo, del antebrazo y de la mano. La realidad virtual es una nueva herramienta terapéutica propuesta a los pacientes que han sufrido un ictus.

**Objetivo:** Determinar la efectividad del programa de realidad virtual combinada con la terapia convencional sobre la funcionalidad del miembro superior en pacientes post-ictus.

**Material y métodos:** se realizó una búsqueda bibliográfica a través de las bases de datos Pubmed, PEDro, y ScienceDirect para seleccionar ensayos clínicos sobre pacientes post-ictus con alteración funcional del miembro superior. Las escalas Fugl-Meyer Upper Extremity, Manual Muscle Test, y Stroke Impact Scale han permitido valorar el control motor, la fuerza del miembro superior, la calidad de vida.

**Resultados:** Hay una mejora estadísticamente significativa a nivel del control motor, de la fuerza y de la calidad de vida.

**Discusión:** generalmente la realidad virtual da buenos resultados en individuos de avanzada edad y en fase crónica, respecto a la fuerza, calidad de vida y el control motor. Por lo que, al final, esta técnica es una intervención de rehabilitación fiable. Sin embargo, se debe considerar algunas deficiencias metodológicas que pueden limitar el análisis de esta revisión bibliográfica.

**Palabras claves:** Realidad virtual, accidente vascular cerebral, extremidad superior

**Paraules claus:** Realitat virtual, accident vascular cerebral, extremitat superior

## ABSTRACT

**Background:** Strokes represents one of the main causes of disability on the long term. Virtual reality is a new therapeutic tool proposed to people that have had a stroke.

**Objective:** To determine the effectiveness of the virtual reality program combined with conventional therapy on the functionality of the upper limb in post-stroke patients.

**Material and methods:** Pubmed, PEDro, and ScienceDirect databases have been used to select clinical trials in relation to the affectation of the upper limb in patients post stroke. The outcomes are measured with Fugl-Meyer Upper Extremity, Manual Muscle Test, and Stroke Impact Scale and assessed for the motor control, strength of the upper limb, and the quality of life.

**Results:** There are significant improvements related to the motor control, strength and quality of life. The conventional therapy and virtual reality have shown a positive impact in post-stroke patients.

**Discussion:** Virtual reality usually gives good results in individuals of advanced age and in chronic phase, related to strength, quality of life and motor control. So, this technique is a reliable rehabilitation intervention. However, some methodological deficiencies may limit the analysis of this systematic review.

**Key words:** Virtual reality, stroke, upper limb

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL ICTUS

El accidente vascular cerebral (AVC) se refiere a una aparición brusca de signos clínicos, que designa una alteración focal de la función motriz que se produce cuando hay una lesión a nivel de los vasos en un área del encéfalo [1]. Estas afectaciones neurológicas de origen vascular pueden llegar a provocar la muerte celular y daños importantes como una pérdida o alteración de funciones motrices, sensitivas y también cognitivas de manera permanente o reversible. Existen dos tipos de AVC predominantes: los accidentes cerebrovasculares isquémicos (obstrucción de un vaso cerebral) y los accidentes cerebrovasculares hemorrágicos (ruptura de un vaso sanguíneo). [2] [3] [4]

## 1.2 EPIDEMIOLOGÍA Y FACTORES DE RIESGOS

El ictus representa uno de los mayores problemas de salud pública. A nivel mundial el AVC supone la segunda causa de muerte y puede discapacitar a los individuos de manera permanente [5]. Las enfermedades cardiovasculares y más específicamente los ictus, son responsables de las  $\frac{3}{4}$  partes de las muertes, sobre todo en los países de bajas y medias rentas, como en regiones de África, América Central y Asia. [6] [7]. Según la OMS, el riesgo de sufrir un ictus en estas regiones es más alto respecto a zonas más industrializadas de Europa, Norte América y Australia debido a unos factores ambientales y socioeconómicos. Estos factores influyen sobre la salud de los ciudadanos ya que no les permite beneficiarse de una prevención para la detección precoz ni tampoco del tratamiento para los individuos que presentan riesgos [6]. Además, a nivel mundial, las posibilidades de tener un ictus están estrechamente relacionadas con un estilo de vida poco saludable por parte de los individuos. Por ejemplo, la hipertensión arterial (HTA) y las diabetes, que pueden ser responsables de provocar un ictus, son consecuencia de una mala higiene de vida, y, por lo tanto, son los principales factores de riesgos modificables [8].

En Europa, cada año, casi 1,1 millón de habitantes padecen un AVC. A partir de los 55 años las probabilidades de tener un ictus se incrementan más del doble en cada década, además a partir de los 80 años, la prevalencia se estima a 10%. Por lo tanto, la incidencia aumenta significativamente con el envejecimiento ya que la edad es uno de los principales determinantes de la enfermedad cerebrovascular [9]. En el caso de España, las cifras permiten valorar la envergadura del problema, ya que, según los datos de la Encuesta de Morbilidad del Instituto Nacional de Estadística, en 2011, registraron 116 017 casos de AVC en España, es decir una incidencia de 252 casos por cada 100 000 habitantes. La hipertensión es el factor de riesgo más importante justo después de la edad, y ha sido la causa principal identificada que justifica esta alta incidencia en España [10]. En efecto, según los valores de la OMS, una hipertensión arterial se considera elevada “*cuando la tensión sistólica es igual o superior a 140 mm Hg y/o la tensión diastólica es igual o superior a 90 mm Hg*” [11]. Después de lo cual, la OMS afirma que en España un 51% de los ictus son debido a una tensión arterial alta. Además, la prevalencia de HTA en la población adulta en España se estima a un 35%. Dentro del cual, un 40% en edades medias, es decir entre 35 años y 60 años, y más de un 60% de los individuos de alrededor de 60 años se ven afectados. Sin embargo, la causa de la HTA es desconocido, pero se supone que la herencia, el sedentarismo, la obesidad, el consumo del alcohol, tabaquismo y/o drogas, y también la apnea del sueño favorecen el riesgo de tener una HTA. [12][13]

En los años venideros, auguran 1,5 millones de casos más en Europa, es decir que en 2025 un total de 4 millones de individuos estará afectado por el AVC. (9) Es una patología muy prevalente, ya que se estima entre un 30% y un 40% el riesgo de recaída 5 años después del primer AVC debido a que los individuos no realizan el control médico periódico (tensión arterial). Entre los supervivientes de un ictus, únicamente un 60% recupera su autonomía e independencia funcional, mientras que el otro 40% presenta secuelas importantes predominantes a nivel de la marcha y de la función motriz del brazo, del antebrazo y de la mano. [14] [15]

### 1.3 CONSECUENCIAS DEL ICTUS

Después de un ictus, la afectación del área motora suele ser la más prevalente. La discapacidad de los pacientes afectados por el AVC se mide mediante la escala National Institute of Health Stroke (NIHSS) y permite cuantificar el grado de gravedad del paciente que puede ser leve (<4) hasta muy grave (>25) [16]. Existen varios tipos de ictus según su mecanismo de producción, su localización, etc. En el caso del AVC isquémico, que es el más común, la arteria cerebral anterior (ACA) es la arteria principalmente afectada. Por lo tanto, como consecuencia a una obstrucción de la ACA, numerosas debilidades pueden surgir, pero la hemiparesia suele ser la secuela más común. La hemiparesia se caracteriza por un déficit parcial de la fuerza muscular afectando la mitad derecha o izquierda del cuerpo humano, de tal modo que el lado afectado presenta dificultades para realizar un movimiento. Un 40% de los pacientes del ictus se queda hemiparético en fase crónica, mientras que en fase aguda, un 80% de los pacientes presenta una hemiparesia [17] [18].

Por otro lado, la falta de fuerza en el miembro puede ocasionar una ausencia de movimiento, y desencadenar una rigidez de las estructuras peri articulares debido a un cambio morfológico y a una debilidad de los tendones musculares [19]. Por lo tanto, esta consecuencia clínica suele ser frecuente, ya que aproximadamente un 50% de los pacientes post ictus notan un dolor de la extremidad superior y sobre todo a nivel del hombro afectado, lo que se llama el síndrome del hombro doloroso. Eso puede venir por problemas del tono muscular, o de la falta de fuerza, que hace que la extremidad superior quede colgando y, por lo tanto, degeneren los tejidos blandos. Según el autor Shumway Cook, la teoría que sustenta la neurorrehabilitación actual es la llamada teoría de los sistemas que defiende que el sistema nervioso (SN) es la interacción de un conjunto de sistemas. De otra manera, el movimiento es el resultado de la interacción de diferentes sistemas, y está controlado por el SN central [20]. Además, la naturaleza del movimiento necesita ser regulado por un sistema específico: el control motor. Este interviene en la correcta ejecución del movimiento y control postural, y se define como la capacidad para regular y dirigir los mecanismos y sistemas responsables del movimiento. Es decir, el control motor engloba las diferentes estructuras del sistema nervioso central para coordinar los inputs sensitivos, se encarga de procesarlos e integrarlos

para enviar una orden hacia el músculo [21]. Por lo tanto, en fase crónica de un ictus los pacientes parecen tener una afectación del control motor y las probabilidades de no recuperarlo se estiman entre un 30% y un 66% y únicamente entre un 5% y un 20% pueden recuperar de forma completa su control motor [22].

Todo este conjunto de consecuencias como los problemas sensitivos, el hombro doloroso, la alteración del control motor, da como resultado una puntuación en la escala de Barthel menor a 20/100, es decir una independencia total del paciente. A través de esta escala, el valor nos predice el grado de la afectación en las actividades diarias (AVD) del individuo y supone el grado de la alteración de su calidad de vida. [16] Según la OMS se define la calidad de vida como *“percepciones individuales de su posición en la vida en el contexto de la cultura y sistema de valores en el cual vive, y relacionado con sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones”* [23]. Existen diversos factores que influyen en ésta y se consideran dimensiones de la calidad de vida factores como los ambientales, la salud física y psicológica, también la educación y las relaciones sociales. Por lo tanto, *“La calidad de vida en pacientes que han sufrido un ictus desde su fase aguda, está determinada por el grado de afectación neurológica, la presencia de síntomas depresivos y una cierta edad avanzada”* (Y. Mesa Barrera & al) [24]. Todas estas discapacidades enumeradas previamente pueden afectar a diferentes aspectos de la vida de las personas. [23]

#### 1.4 REHABILITACIÓN DEL ICTUS EN FISIOTERAPIA

Después de un AVC, se distinguen tres fases: Antes del catorceavo día, hablamos de la fase aguda. Entre el catorceavo día y los seis meses, es la fase subaguda y por último, se trata de una fase crónica cuando va más allá de los seis meses [25]. La rehabilitación de un paciente con ictus es un proceso complejo, orientado a prevenir complicaciones e intentar compensar o restaurar los déficits sensitivos y motores. También mejora las funciones alteradas o perdidas, y ayuda a adquirir un grado de independencia máximo en las actividades de la vida diaria, de tal forma que el paciente se adapte y se reinserta en su vida previa. Estos campos de actuación se realizan puesto que un 67% de los pacientes suelen presentar limitaciones para trasladar objetos o moverse, un 55% tienen dificultades relacionadas con las tareas

domésticas y un 48% para el autocuidado [26]. Según la American Stroke Association, los factores pronósticos determinantes en la rehabilitación del ictus son: las áreas cerebrales afectadas, la actitud del paciente, la colaboración del entorno (familia, amigos) y el abordaje multidisciplinario de la enfermedad (médico, fisioterapeuta, logopeda, enfermera, terapeuta ocupacional, neuropsicólogo, y trabajador social) [27]. En consecuencia, los miembros del equipo multidisciplinario van a incorporarse progresivamente para optimizar la recuperación del paciente a nivel de las discapacidades motoras, sensoriales y neuropsicológicas. [27]

El papel de la fisioterapia dentro de un programa rehabilitador se enfoca básicamente en la reeducación funcional del paciente. Cuando se establece el pronóstico de los déficits por parte de los médicos, se recomienda iniciar el tratamiento de fisioterapia precozmente, es decir, dentro de las 24h-48h [16]. En consiguiente, los pacientes que empiezan la rehabilitación durante la primera semana presentan un grado menor de discapacidades y una mayor calidad de vida a largo plazo, en comparación a los pacientes que lo inician más tarde. [27] Durante la rehabilitación, en fase aguda, el fisioterapeuta realiza un tratamiento postural, de fisioterapia respiratoria si es necesario, movilizaciones pasivas simples, movilizaciones activas asistidas y un trabajo de estimulación sensorial leve. En la fase subaguda, los aspectos claves a trabajar son el control postural, las transferencias, un trabajo de equilibrio, y un trabajo sensorial. Y, por último, en la fase crónica, el fisioterapeuta debe informar al paciente sobre las adaptaciones del domicilio, y enseñarle unos ejercicios fáciles de realizar en casa para que pueda seguir trabajando desde su domicilio. [16]

### 1.5 CARGA ECONÓMICA

Como hemos visto anteriormente, los ictus constituyen un problema en la sociedad por su crecimiento. Sin embargo, también constituyen un reto socioeconómico cada vez mayor que necesita una atención especializada debido a los costes económicos anuales directos e indirectos. En la Unión Europea, el coste total del tratamiento de un ictus representa unos 45.000 millones de euros al año. Estos 45.000 millones de euros incluyen los costes sanitarios directos e indirectos. La asistencia hospitalaria (gastos de estancia, gastos hospitalarios, ambulancia privada, servicios internacionales de emergencia, etc..) y el tratamiento

farmacéutico forman los costes sanitarios directos y se elevan al 44% del coste total del tratamiento del ictus. En cuanto a los costes sanitarios indirectos, se estiman en un 56% del coste total del ictus. Dentro de estos costes indirectos, 35% corresponderían a los costes de los cuidadores informales [28]. Se consideran los cuidadores informales “*las personas que realizan la tarea de cuidado de personas enfermas, discapacitadas o ancianas, que no pueden valerse por sí mismas para la realización de actividades de la vida diaria (aseo, alimentación, movilidad, vestirse)*” (E.Pilar López García, 2016) [29]. El 21% restante, entraría dentro del coste económico de tratar a pacientes que finalmente fallecen (12%) y los que se quedan discapacitados (9%). Estos últimos provocan una pérdida de productividad que se refleja en el absentismo laboral debido a las discapacidades del individuo. [28]

## 1.6 HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN

En relación al tema de esta revisión bibliográfica, se presentan las diferentes herramientas que permiten valorar la rehabilitación del miembro superior post-AVC y su validez (*Anexo I*):

- Valoración del control motor:

Escala Fugl-Meyer upper extremity (FMUE). Se basa en la medición del movimiento, de la coordinación, y del reflejo del hombro, del codo, de la muñeca y también de la mano. La escala va desde 0 puntos hasta 66 puntos. [30]

- Valoración de la fuerza:

Manual Muscle Test (MMT). Puntuación de 0 (ausencia de contracción muscular) hasta 5 (normal, contracción total contra la gravedad y total resistencia). [31]

- Valoración de la calidad de vida:

The Stroke Impact Scale (SIS). Consta 59 ítems que plantean 8 dominios diferentes (fuerza, función de la mano, AVD, participación, comunicación, emoción, memoria, movilidad). La puntuación de los diferentes dominios va desde 0 puntos hasta 100 puntos. Los resultados se interpretan según una ecuación. [32]



Euro Quality of Life (EQ-5D). Escala cuantitativa que se basa sobre 5 dominios diferentes (movilidad, autocuidado, AVD, dolor, ansiedad). La puntuación va desde 0 (peor estado de salud) hasta 100 (perfecto estado de salud). [33]

## 1.7 HERRAMIENTAS DE TRATAMIENTO

La terapia convencional de fisioterapia designa diferentes métodos terapéuticos de manera manual o con herramientas. En esta revisión bibliográfica, se incluirá todos los tipos de terapias convencionales que tienen como objetivos la prevención, el mantenimiento o el restablecimiento de las alteraciones sensoriomotoras como los conceptos neurofisiológicos (concepto de Kabat, o de Bobath), la Constraint Induced Movement Therapy (CIMT), el biofeedback, la terapia del espejo etc...[25]

En cuanto a la rehabilitación con el uso de dispositivos tecnológicos, la realidad virtual (RV) es un entorno ficticio que surge en los años 90. Se define como un sistema de realidad virtual que utilizan programas y herramientas para crear simulaciones interactivas que implican e integran al usuario en un entorno lo más real posible. Según las evidencias, este tipo de tratamiento está indicado y ha demostrado efectividad para la reeducación del equilibrio, de la marcha, y del miembro superior [34][35]. Por lo que, la RV como entorno similar al de un video juego permite a los pacientes que han sufrido un ictus de realizar una variedad de movimientos de la extremidad superior a través de la repetición de las proyecciones de tareas funcionales. Esta herramienta de rehabilitación permite crear una nueva forma de estímulos, e igualmente facilitar la remodelación de la organización cerebral. [25]. La RV puede clasificarse en dos tipos, la RV por inmersión es decir entrada total del paciente en un entorno en 3 dimensiones y la RV no por inmersión, es decir, control de los movimientos a través de un dispositivo de cambio [25]. En cuanto a la rehabilitación mediante la RV, esta forma de terapia tiene sus limitaciones: el estado motor del individuo. Para poder beneficiar de esta terapia con RV, el paciente debe ser capaz de integrar las informaciones sensoriales complejas, y necesita una recuperación motora y cognitiva parcial efectiva. En este sentido, el paciente podrá interactuar con el entorno ficticio [25]. Por lo tanto, para determinar las capacidades de aquellas personas que van a beneficiar de la RV, se valora la presión, la

flexión del codo y abducción del hombro con la escala Índice Motor. En cuanto a las escalas que permiten hacer la valoración, la clasificación (grado de severidad) y el seguimiento de los pacientes, la área perceptiva, sensitiva y visual se evalúan mediante la escala NIHSS y el dominio cognitivo se valora principalmente mediante la escala Minimental Test (MMST), tiene que ser superior a 23 [36] [27]. Es decir, los pacientes admitidos para rehabilitarse con realidad virtual son aquellos que tienen una puntuación inferior a 15 en la escala NIHSS ya que no se puede aplicar en los individuos con una afectación motora severa. Por las otras escalas previamente enumeradas, deben tener una puntuación equivalente a un nivel leve o moderado [16].

En la última década, varios estudios han sido realizados para comprobar la efectividad de la RV en la rehabilitación del miembro superior tras haber sufrido un ictus. Según una revisión sistemática publicada por Henderson et al, 2007, los resultados se basan sobre 6 estudios diferentes y demuestran que la rehabilitación mediante la RV inmersiva es más eficiente en comparación a ninguna rehabilitación, sobre todo a nivel del control motor, de la destreza, y de la fuerza para agarrar unos objetos [37]. En 2011, numerosos autores realizaron un metaanálisis y concluyeron que la realidad virtual es una herramienta tecnológica susceptible de ser beneficiosa para la recuperación del miembro superior, como también para combinarla a una terapia convencional dentro de un programa rehabilitador en los pacientes post ictus [38]. Este metaanálisis se basa sobre:

2 ensayos clínicos con realidad virtual no inmersiva en fase subaguda: Según Piron & al, 2003, se concluye que la realidad virtual permite una mejora del control motor y de las capacidades funcionales, mientras que Saposnik & al 2010 concluye que el control grueso de la mano no ha sido estadísticamente significativo. [38]

3 ensayos clínicos con realidad virtual inmersiva durante la fase crónica: Según los autores, Jang & al, 2005; Fischer & al, 2007; y Yavuzer et al, 2008. Los 3 autores presentan resultados positivos con el uso de la realidad virtual a nivel de la función motora y de sus capacidades a realizar tareas funcionales del miembro superior. [38]

7 estudios observacionales en fase crónica: Según los autores Holden et al, 2002; Boian et al 2002; Piron et al 2005; Merians et al 2006; Broeren et al 2007; Kamper et al 2010; Yong et al 2010. Los 7 estudios demuestran un efecto positivo de la realidad virtual sobre la función motriz fina y gruesa del miembro superior, como también sobre las habilidades motoras y funcionales. [38]

En cuanto a la revisión sistemática y el metaanálisis, se puede pensar que la calidad de estos estudios falta de fiabilidad. Como se describe en estos estudios, los autores han encontrado algunas limitaciones como criterios de inclusión demasiado amplios para el estudio que han podido sesgar los resultados. Por otra parte, en algunos estudios no se definieron las afectaciones motoras ni tampoco cognitivas de los participantes, por lo tanto, los resultados de los estudios pueden estar influenciados por estos dos parámetros. Además, los estudios se encontraron limitados por la falta de homogeneidad en los participantes, lo que impide extrapolar los resultados. [37][38].

Sin embargo, una ventaja se descubrió en estudios recientes con respecto al entrenamiento mediante la RV. Los autores revelan que la RV permite desarrollar un aspecto motivacional por parte del paciente, generando más intensidad y frecuencia del entrenamiento. Dado que los sistemas de RV señalan un efecto sonoro al final de cada nivel alcanzado con RV, esto permite dar un feedback estimulando el individuo. Por otro lado, respecto a la parte intensiva de la rehabilitación con RV, se caracteriza por las repeticiones de las tareas que se realizan a lo largo de la sesión de RV. En concreto, la repetición suele ser fundamental para mejorar la neuroplasticidad. De esta manera, la rehabilitación con RV se percibe como un juego, y puede generar también competición entre los pacientes, lo que les anima y vuelve más intensivo el entrenamiento [39][40]. Finalmente, es importante la RV, no solo porque ha mostrado en el pasado que ayuda a los pacientes en fase crónica, sino que, además, cumple los criterios que rige las bases de la neurorrehabilitación actual. En otras palabras, la RV aporta una ayuda en el aprendizaje motor para restablecer las nuevas sinapsis que se crean, con el fin de tener efectos duraderos [39].

A lo largo de esta revisión bibliográfica, se trata el tema de la rehabilitación de los pacientes post-ictus con RV del miembro superior tanto en fase subaguda como crónica.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Los principales factores de riesgos para padecer un ictus son la edad, y la hipertensión ya que alrededor de los 55 años, el riesgo para sufrir un ictus se dobla en cada década, y en cuanto a la hipertensión, puede derivar de muchas causas muy relacionadas con un estilo de vida poco saludable. Es decir, estamos ante una enfermedad muy prevalente con una alta incidencia en los años venideros. Actualmente en España, se registran 252 casos por cada 100 000 habitantes. A nivel europeo, en 2025, se predice un aumento de 1,5 millones de casos más al año, lo que da como resultado 4 millones de casos afectados por un AVC en Europa.

Este aumento del número de casos, nos lleva también a un aumento del coste sanitario, ya que esta enfermedad tiene un coste sanitario relativamente importante, por lo que, a nivel económico, la Unión Europea gasta alrededor de 45.000 millones de euros al año para tratar los pacientes de un ictus. Por otra parte, el AVC provoca una pérdida de productividad que se refleja en el absentismo laboral debido a las discapacidades del individuo. Naturalmente, este hecho se puede relacionar con una calidad de vida alterada, debido a las grandes secuelas como por ejemplo una disminución de la fuerza, o una alteración del control motor. De un ictus se derivan varias disfunciones y deficiencias físicas en las cuales la fisioterapia actúa sobre ellas.

La rehabilitación de un paciente con ictus se enfoca sobre la prevención de las complicaciones y el intento de compensar o restaurar los déficits sensitivos, motores, o que se orientan en sustituir las funciones alteradas o perdidas, para adquirir un grado de independencia máximo en las actividades de la vida diaria de tal modo que el individuo pueda volver a su estado anterior. La realidad virtual es importante ya que ayuda en el aprendizaje motor para restablecer las nuevas sinapsis que se crean, con el fin de tener efectos duraderos. Según antiguos ensayos clínicos, los resultados han demostrado su efectividad, pero los estudios presentaron algunas limitaciones como por ejemplo la falta de homogeneidad en la población, o la falta de limitaciones en los criterios de inclusión: inclusión de todas las fases del ictus y de todos los tipos de ictus. Por lo tanto, sería interesante realizar una revisión bibliográfica que combine la realidad virtual y la terapia convencional en el objetivo de optimizar los tratamientos para los pacientes que han sufrido un ictus.

### **3. OBJETIVOS**

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la efectividad del programa de realidad virtual combinada con la terapia convencional sobre la funcionalidad del miembro superior en pacientes post-AVC.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la efectividad de la realidad virtual combinada con la terapia convencional sobre la fuerza en el miembro superior afectado en los pacientes post-AVC.
- Analizar la efectividad de la realidad virtual combinada con la terapia convencional sobre la calidad de vida en los pacientes post-AVC.
- Analizar la efectividad de la realidad virtual combinada con la terapia convencional sobre el control motor del miembro superior en los pacientes post-AVC

### **4. METODOLOGÍA**

La estrategia de búsqueda comienza a partir del 16/02/2018 hasta el 28/01/2019 mediante varias bases de datos científicas como Pedro, PubMed, Sciencedirect reputadas a nivel mundial en ser las más efectivas y fiables. En base a la temática de mi trabajo de fin de grado, se determinó unas palabras claves incluyendo y excluyendo algunos criterios para encontrar artículos relacionados al tema. Las palabras claves utilizadas en esta búsqueda son: “Virtual reality”, “virtual environment”, “upper limb”, “stroke”, “upper extremity”.

## 4.1 PROCEDIMIENTO DE LA BÚSQUEDA

Para ampliar la búsqueda se ha utilizado los operadores booleanos “AND” y “OR”, pero para enfocarse sobre ensayos clínicos más actuales se ha empleado los filtros “clinical trials”, “2014-2018” o “5 years”. En la base de datos de ScienceDirect y Pubmed, la búsqueda se hizo con los términos: “Virtual reality AND stroke AND upper limb”, “Virtual reality AND stroke AND upper limb OR upper extremity”, “Virtual environment AND stroke AND upper limb”. En la base de datos de PEDro, aplicaron los filtros “clinical trials” “since 2014” y las palabras que utilizaron fueron: “Virtual reality stroke upper extremity”.

### 4.1.1 Criterios de inclusión

- Artículos tipo ensayo clínico y estudio piloto
- Artículos diagnosticados de un accidente vascular cerebral
- Artículos en los cuales se presenta como tratamiento la realidad virtual combinada con terapia convencional.
- Artículos en los cuales la muestra presenta una puntuación superior a 24 en la escala Minimental test.

### 4.1.2 Criterios de exclusión

- Artículos publicados de más de 5 años
- Artículos en los cuales no se hace referencia a los objetivos planteados de trabajo.
- Artículos que asocian diferentes patologías al accidente vascular cerebral para evitar la alteración de los resultados conseguidos.
- Artículos que en los resultados no miden aspectos en relación con la funcionalidad de la extremidad superior.

## 4.2 DIAGRAMA DE FLUJO

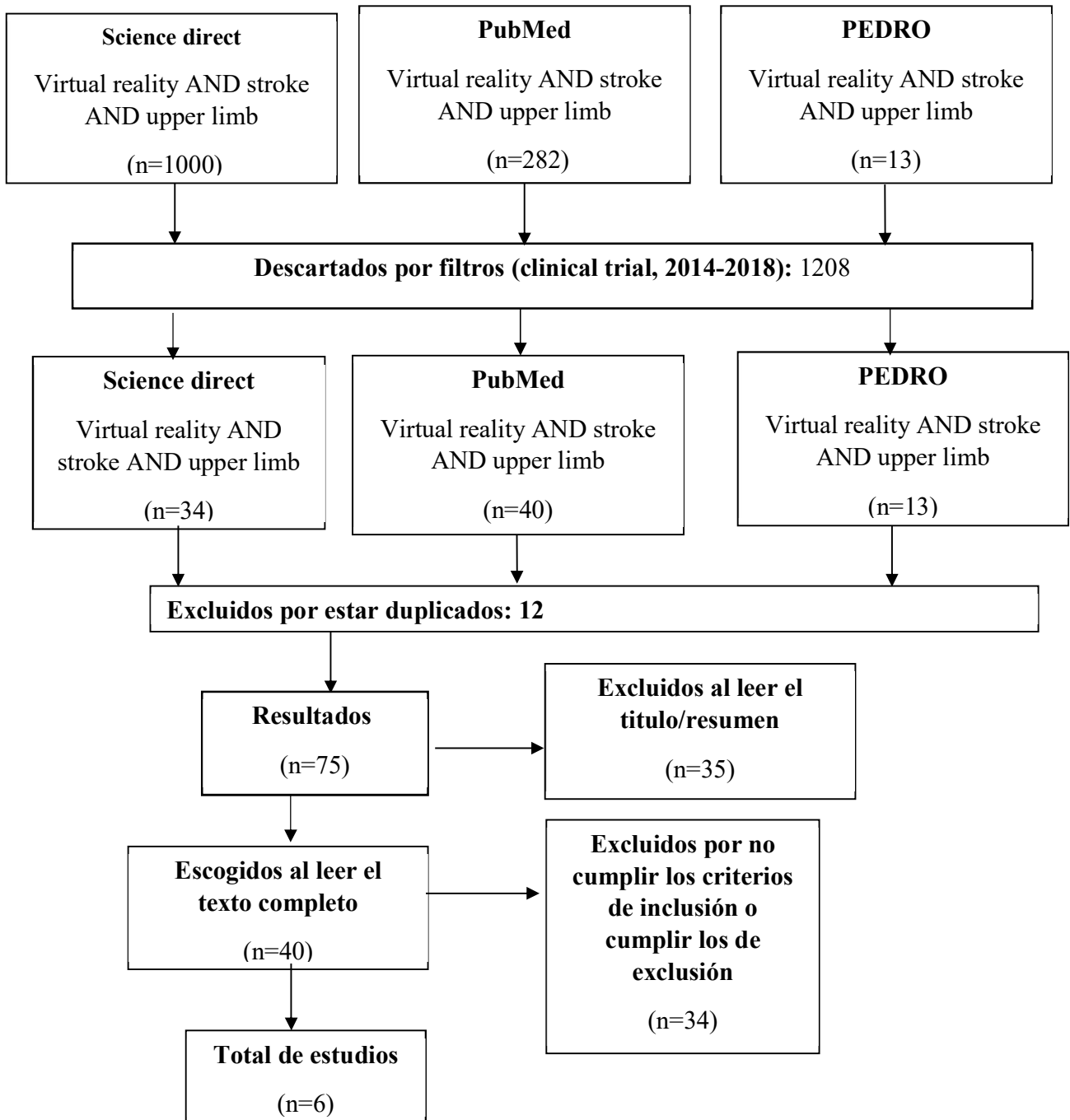


FIGURA 1. DIAGRAMA DE FLUJO

## 5. RESULTADOS

### 5.1 ARTÍCULOS

La calidad de los estudios se determina según la escala de Pedro. Todos los estudios no cumplen los criterios 3 (asignación oculta), ya que son ensayos clínicos aleatorios. Igualmente, los estudios no cumplen los criterios 5 y 6, y una mayoría de los estudios no cumplen los criterios 7 y 9 ya que corresponden a los criterios de ensayos donde los sujetos, y/o los terapeutas eran ciegos a la hora de administrar el tratamiento. [40][41][42][43][44][45]

**Tabla I. Escala de Pedro**

Artículos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
P. Kiper et al, 2014 [40]	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	5/10
J. Ho Shin et al, 2016 [41]	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6/10
S. Lee et al, 2016 [42]	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	6/10
Y. Hee Choi et al, 2016 [43]	No	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	Si	No	4/10
A. Askin et al, 2018 [44]	No	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	6/10
J. Hong Kim, 2018 [45]	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	7/10



## 5.2 RESULTADOS DE LOS ARTÍCULOS

**Tabla II. Resultados y conclusiones de los artículos**

Autor, año, nivel de evidencia	Tipo de población, muestra y abandono	Objetivo/finalidad	Intervención	Herramientas de evaluación	Resultados y conclusión
<p><b>P. Kiper et al. (2014) (34)</b></p> <p><b>PEdro:5/10</b></p> <p><b>ECA</b></p>	<p>46 participantes (29 hombres y 15 mujeres)</p> <p>Edad promedio: 64.3</p> <p>Abandono: 2 personas</p>	<p>Estudiar si la RV es más efectivo que la TC para el tratamiento de la función motora de la extremidad superior después del AVC tanto hemorrágico como isquémico</p>	<p><b>Grupo experimental:</b></p> <p>N=23 TTO con RV</p> <p><b>Grupo control:</b></p> <p>N=23 TTO TC movimientos activos y pasivos</p> <p>2h/sesión, 5sesiones/semana</p> <p>4semanas.</p>	<p><b>FMUE:</b> valora la función motriz de la extremidad superior.</p> <p>.</p>	<p>RV + TC FMUE <math>p &lt; 0.001</math></p> <p>TC FMUE no mejora</p> <p>TTO RV + TC es más efectivo que TC sola para recuperar el control motor.</p>
<p><b>J. Hoo Chin et al. (2016) (35)</b></p> <p><b>6/10</b></p> <p><b>ECA</b></p>	<p>46 participantes, solo hombres.</p> <p>Edad promedio: 58.5</p> <p>Abandono: 13 personas</p>	<p>Comparar los efectos de la rehabilitación con RV combinada con la TC en la función distal del miembro superior y en relación a su calidad de vida en los pacientes post-AVC.</p>	<p><b>Grupo experimental:</b></p> <p>N= 24 TTO RV (Smart Glove) + TC</p> <p><b>Grupo control:</b></p> <p>N=23 TTO TC con movimientos activos</p> <p>30min/sesión, 5sesiones/semana</p> <p>4semanas.</p>	<p><b>FMUE:</b> valora la función motriz de la extremidad superior.</p> <p><b>SIS:</b> valora la calidad de vida</p>	<p>RV + TC FMUE <math>p &lt; 0.004</math></p> <p>RV + TC SIS <math>p &lt; 0.005</math></p> <p>Sin embargo, TC FMUE y SIS no mejoran significativamente</p> <p>TTO de RV y TC es más efectivo en control motor y en la mejora de la calidad de vida.</p>

<p><b>S. Lee et al, 2016 (36)</b></p> <p><b>PEDro:6/10</b></p> <p><b>ECA</b></p>	<p>20 participantes (8 hombres y 10 mujeres)</p> <p>Edad promedio: 71</p> <p>Abandono: 2 personas</p>	<p>Investigar el efecto del entrenamiento bilateral de EESS basado en RV sobre la función parética de EESS y fuerza muscular en pacientes post ictus</p>	<p><b>Grupo experimental:</b> N=10 TTO RV basada en entrenamiento bilateral EESS + TC</p> <p><b>Grupo control</b> N=8 TC (fortalecimiento muscular, movilizaciones pasivas/activas)</p> <p>30min/sesión, 3sesiones/semana</p> <p>6semanas</p>	<p><b>MMT:</b> para valorar la fuerza de las EESS (mano, bíceps, tríceps)</p>	<p>RV + TC MMT: <math>p &lt; 0.005</math> (mano/bíceps/ tríceps)</p> <p>TC MMT presenta mejora en bíceps <math>p &lt; 0.005</math></p> <p>RV y TC es beneficioso para la función motriz y fuerza muscular de la EESS.</p>
<p><b>Y. Hee Choi et al, 2016 (39)</b></p> <p><b>PEDro:7/10</b></p> <p><b>ECA</b></p>	<p>24 participantes (13 hombres y 11 mujeres)</p> <p>Edad promedio: 66.5</p> <p>Ningún abandono</p>	<p>Desarrollar un programa de RV para EESS basados en videos juegos de móviles para pacientes post ictus y para evaluar la viabilidad y eficacia del programa</p>	<p><b>Grupo experimental</b> N=12 TTO RV (Mou_Rehab) + TC (Smartphone, y Tablet PC)</p> <p><b>Grupo control</b> N=12 TTO TC (Movimientos, fortalecimientos, tareas funcionales)</p> <p>1h/sesión, 5sesiones/semanas, 2 semanas.</p>	<p><b>FMUE</b> para valorar la función motriz</p> <p><b>EQ5D</b> para participación, restricción y calidad de vida</p> <p><b>MMT:</b> para valorar fuerza codo y muñeca</p>	<p>RV + TC FMUE: <math>p &lt; 0.004</math></p> <p>RV + TC MMT: <math>p &lt; 0.005</math></p> <p>El control motor y la fuerza con TTO de RV + TC demuestran una mejora significativa, además EQ5D mejora en los 2 grupos.</p>

<b>A Askin et al, 2018 (38)</b>	40 participantes (28 hombres y 12 mujeres)	Evaluar los efectos del entrenamiento de RV basado en Kinect en la recuperación motora de la EESS en pacientes con ictus crónico.	<b>Grupo experimental</b> N=20 TTO RV (X-box 360, Microsoft) + TC	<b>FMUE</b> para valorar la función motora del EESS	RV + TC FMUE p<0.001 (flexión ABD, rotación externa, extensión)
<b>PEDro:6/10</b>	Edad promedio: 55.1		<b>Grupo control</b> N=20 TTO TC		TC FMUE p<0.005
<b>ECA</b>	Abandono: 2 personas		1h/día, 5 días/semanas, 4 semanas		TTO con RV + TC contribuye a la mejora de la función motora de la EESS, sin embargo, TC sola no demuestra mejora significativa.
<b>J. Hong Kim et al, 2018 (37)</b>	24 participantes (15 hombres y 9 mujeres)	Analizar los efectos del entrenamiento con RV y TC en la rehabilitación funcional y en la calidad de vida de los pacientes post AVC	<b>Grupo experimental:</b> N=12 RV + TC 40min/sesión, 3 sesiones/semana, 12 semanas	<b>FMUE</b> para valorar el control motor de la EESS  <b>SIS</b> para valorar la calidad de vida	RV + TC FMUE p<0.005. RV + TC SIS p<0.001
<b>PEDro:4/10</b>	Edad promedio: 53.5		<b>Grupo control</b> N=12 TC 30/sesión, 5 sesiones/semana, 12 semanas		TTO con RV y TC positivo en la recuperación del control motor de la EESS y en la mejora de la calidad de vida post AVC
<b>ECA</b>	Ningún abandono				

Tabla II: TTO: tratamiento; TC: terapia convencional; RV: realidad virtual; ABD: abducción; EESS: extremidad superior; FMUE; fugl-meyer upper extremity; MMT: manual muscle test; SIS: stroke impact scale; EQ5D:euro quality; p: p-valor, ECA: Ensayo clínico aleatorio

## **6. DOMINANCIAS CALIDAD DE METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS**

### **6.1. DOMINANCIA DE LA CALIDAD DE LOS ESTUDIOS**

Los estudios de la revisión bibliográfica tienen un nivel de evidencia entre 4/10 y 7/10 en la escala de Pedro (*Anexo II*). La media de valoración se encuentra a 5.66/10. Se observa que esta revisión tiene únicamente 1 artículo por debajo de 5/10 [43].

### **6.2. DOMINANCIA DEL TAMAÑO MUESTRAL**

Esta revisión bibliográfica incluye 6 artículos que analizaron la efectividad de la realidad virtual combinada con una terapia convencional sobre un total de 181 individuos (*Anexo III*). En consecuencia, se puede observar que el autor *P. Kiper et al* [40] realizó el ensayo clínico con un mayor número de pacientes en comparación a los otros ensayos clínicos. Únicamente dos estudios no presentan ninguna tasa de abandono [43][45].

## **7. DOMINANCIAS DE LA POBLACIÓN**

### **7.1 DOMINANCIA DE LA EDAD DE LA MUESTRA**

En los estudios de esta revisión bibliográfica, la edad media de los grupos controles corresponde a 64.05 años y en los grupos experimentales 59.1 años (*Anexo IV*). Se puede observar en todos los estudios, que la edad del grupo control es superior en comparación a la edad del grupo experimental. En efecto, la muestra más joven es de 50.9 años, en el estudio de *J. Hong Kim et al* [45], mientras que la mayor es de 73.13 años en el ensayo de *S.Lee et al* [42].

## **8. DOMINANCIAS DE LA INTERVENCIÓN**

### **8.1 DOMINANCIA DURACIÓN Y TIEMPO DE LA INTERVENCIÓN**

Los estudios presentan un tiempo de sesión que fluctúa entre 30 minutos y 120 minutos por sesiones (*Anexo V*). Se puede observar que el artículo de *P. Kipper et al.* [40] presenta el tiempo de sesión dos veces superior a los estudios de *A. Askin et al* [44] e *Y. Hee Choi et al* [43] y cuatro veces mayor al estudio realizado por *J. Ho Shin et al* [41]; También se observa que los estudios de *S. Lee et al.* [42] y *J. Hong Kim et al.* [45] son estudios que tienen un tiempo de entrenamiento menor. En cuanto a la duración del tratamiento (*Anexo*

VI), el número de sesiones del tratamiento varía entre 3 y 5 sesiones a la semana. Además, las sesiones pueden realizarse durante 2 semanas hasta 12 semanas de tratamiento. Por consiguiente, se observa que hay artículos que se enfocan sobre un tratamiento de larga duración [42][45]. Y otros estudios realizan la rehabilitación de manera intensiva [40][41][44][43].

## 9. DOMINANCIA DE LAS VARIABLES DE LOS ESTUDIOS

### 9.1 REPRESENTACIÓN DE LA FUERZA MEDIANTE LA ESCALA MMT

En esta revisión bibliográfica, únicamente dos estudios valoran la variable de la fuerza [42][43]. En ambos estudios, tanto en los grupos controles como en los grupos experimentales se observa una mejora estadísticamente significativa.

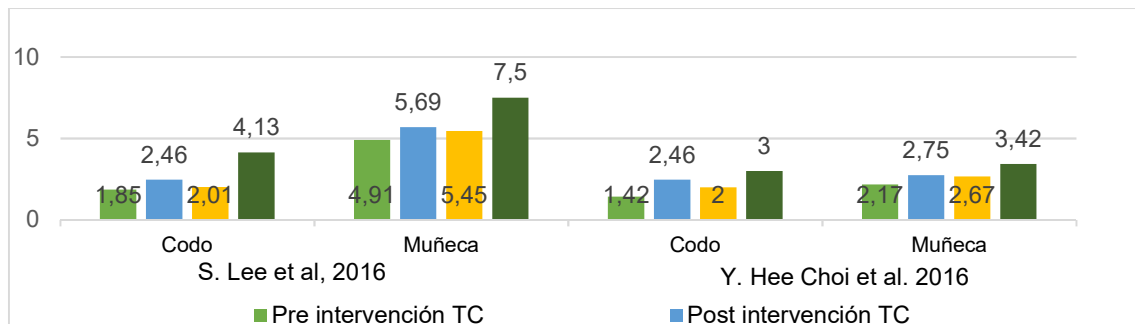


FIGURA 2: DIAGRAMA DE LOS RESULTADOS DE LA FUERZA EN PRE Y POST INTERVENCIÓN CON MMT

### 9.2 REPRESENTACIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA MEDIANTE LA ESCALA SIS:

En el artículo de de *J. Ho Shin et al.* [41] y el artículo de *J. Hong Kim et al.* [45], se observa que el grupo control con TC no presenta mejora a nivel de la calidad de vida entre la fase pre y post intervención mientras que el grupo que utiliza RV y TC, hay una mejora estadísticamente significativa.

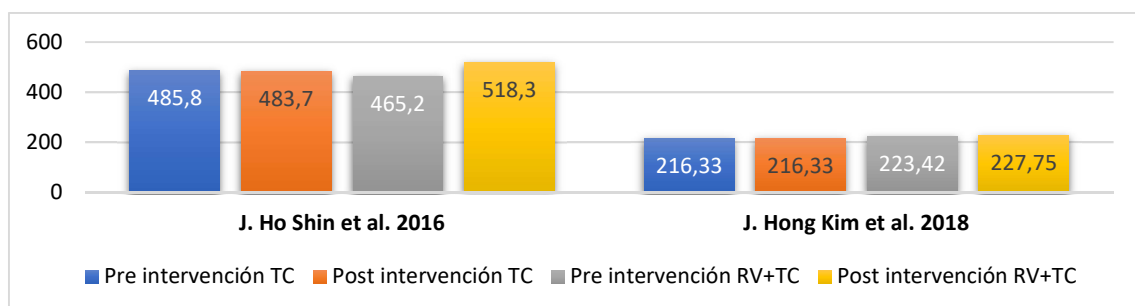


FIGURA 3: DIAGRAMA DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN A LA CALIDAD DE VIDA EN PRE Y POST INTERVENCIÓN CON SIS

### 9.3 REPRESENTACIÓN DEL CONTROL MOTOR CON ESCALA FMUE.

Excepto el estudio de *S. Lee et al.* [42] que no mide el control motor mediante la escala FMUE, se puede observar en los estudios que el valor en cuanto al control motor aumenta significativamente después del tratamiento, sobre todo los que benefician de la RV y TC. En el estudio *Y. Hee Choi et al* [43], la mejora destacable puesto que los pacientes tratados con la RV y TC ganan 19.08 puntos entre la fase pre y post intervención.

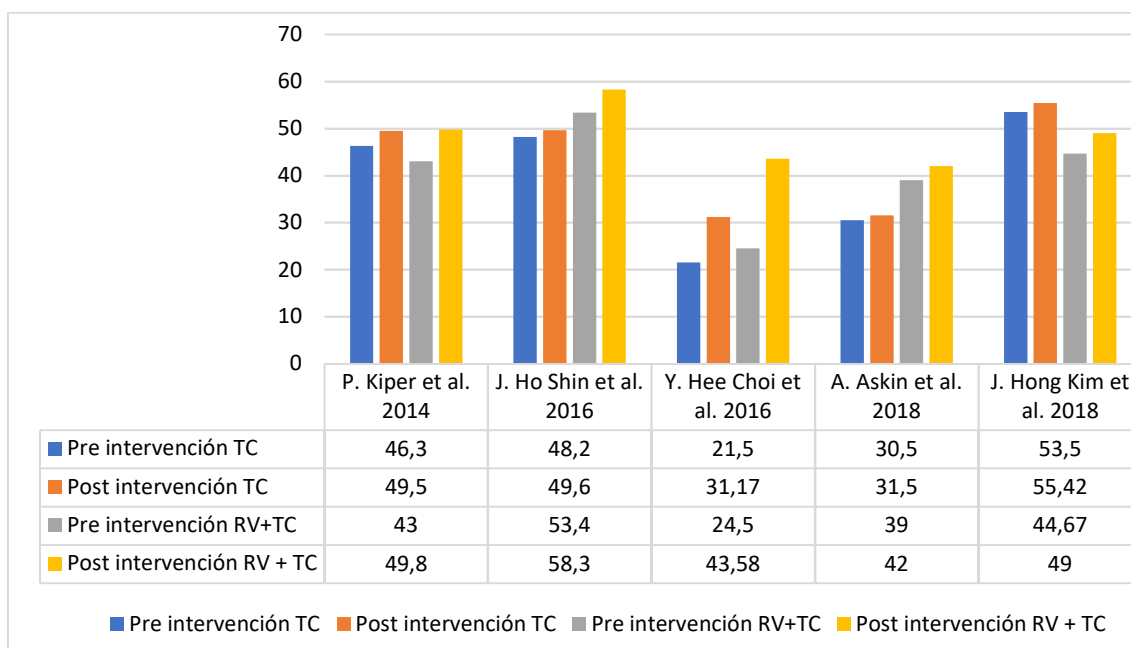


FIGURA 4: DIAGRAMA DE LOS RESULTADOS DEL CONTROL MOTOR EN PRE Y POST INTERVENCIÓN CON FMUE

## 10. DISCUSIÓN

En ésta revisión bibliográfica, se pretende analizar la efectividad de la realidad virtual combinada con una rehabilitación convencional como tratamiento de los miembros superiores en los pacientes que han sufrido un ictus.

Esta revisión bibliográfica incluye 6 artículos que presentan un nivel de evidencia en la escala de Pedro que abarca desde un 4/10 hasta un 7/10, y la media se sitúa en un 5.66/10, así que los ensayos clínicos elegidos para realizar esta revisión bibliográfica tienen una evidencia científica moderada, aunque el estudio de *J. Hong Kim et al* [45], tiene una puntuación por debajo de 5/10 en la escala de Pedro, en consecuencia, sería el más dudoso.

A través de los resultados en los diferentes estudios, se puede observar que la RV combinada con una TC tiene una mejora estadísticamente significativa para la fuerza, el control motor y la calidad de vida de los pacientes post-AVC. A pesar de que los resultados de todos los estudios sean estadísticamente significativos en favor de la RV combinada con TC, existe una variabilidad entre los resultados de los estudios, es decir algunos estudios presentan una mejora claramente superior a otros estudios. Esta diferencia en los resultados puede resultar de varios parámetros, como la duración del tratamiento (*Anexo V*), la frecuencia (*Anexo VI*) en la que se realizaron, el tipo de tratamiento con realidad virtual (*Anexo VII*) que se emplearon, etc. A continuación, se compararon los estudios respecto a los factores que posiblemente influyen en las mejoras conseguidas en la rehabilitación del miembro superior de los pacientes post-AVC.

En relación al tema de la fuerza, se observa que únicamente dos estudios valoran esta variable para el codo y la muñeca. Los resultados han demostrado resultados estadísticamente significativos en el ensayo clínico de *S Lee et al* [42], y en el de *Y Hee Choi et al* [43]. No obstante, en el grupo experimental del estudio de *S Lee et al*, [42] indica un resultado destacable y mayor tamaño de efecto a la de *Y Hee Choi* [43] sin encontrar ninguna relación entre la edad y el aumento de la fuerza. Por lo que, se observa un incremento de 1,99 puntos a nivel de la fuerza en el codo, y 2,05 puntos más para la fuerza de la muñeca, mientras que en el artículo de *Y Hee Choi* [43], se indica un aumento de 1 punto a nivel de la fuerza en el codo, contra 0,75 puntos de mejora en la muñeca. Se supone que esta diferencia en los resultados está causada por la semejanza en los tratamientos de RV y TC aplicados. En efecto, el ensayo clínico de *S Lee et al* [42] propone un tratamiento de TC y RV que sumerge la muestra en un ambiente virtual, es decir una realidad virtual inmersiva, mientras que el ensayo clínico de *Y Hee Choi et al* [43] trata los pacientes con TC y videos juegos basados en RV, es decir una RV no inmersiva (*Anexo VII*). En cuanto a la fuerza, sin considerar la edad de los participantes en los estudios, se observa que la RV inmersiva supone mayores beneficios en comparación a la RV no inmersiva.

En cuanto a la calidad de vida, únicamente los estudios de *J Ho Shin et al* [41], y *J Hong Kim et al* (37) analizaron esta variable mediante la escala SIS, y el autor *Y Hee Choi et al* [43] valora la calidad de vida a través de la escala EQ-5d. Evidentemente, para evitar cualquier error en la evidencia científica, no se ha comparado los resultados entre estos 3

artículos, sino entre el de *J Ho Shin et al* [41] y el de *J Hong Kim et al* [45]. De este modo, se observan resultados estadísticamente significativos en ambos artículos, pero se puede contemplar resultados mayores en el artículo de *J Ho Shin et al* [41].

Efectivamente, la escala SIS ha sido empleada en estos dos estudios y *J Ho Shin et al* [41] indica una mejora de 53,1 puntos mientras que, en el estudio de *J Hong Kim et al* [45], se observa solo 4,33 puntos de mejora a nivel de la calidad de vida. Como en las observaciones anteriores, se supone que existe un vínculo entre el tamaño de los resultados, y el tipo de tratamiento de RV suministrado en los grupos experimentales en cuanto a la calidad de vida (*Anexo VII*). Dado que el autor *J Ho Shin et al* [41] trata los pacientes con RV inmersiva, y en cambio, el autor *J Hong Kim et al* [45], aplica para su muestra tratamiento de RV no inmersiva, los resultados muestran que la RV inmersiva combinada con TC es más efectiva.

Por otra parte, de los seis artículos de esta revisión bibliográfica, cinco han analizado el control motor de la extremidad superior en pacientes post AVC, y han demostrado una mejora estadísticamente significativa después del tratamiento sobre todo en el grupo experimental, que combinaba RV y TC.

Sin embargo, el artículo de *P Kiper et al* [40] indica una mejora de 6,8 puntos en la escala FMUE en el grupo experimental, con una edad media de su muestra de 63 años, y la duración del tratamiento parece ser intensa, es decir 5 sesiones de una duración de 2 horas, durante 1 mes. Al contrario, el estudio del autor *J Ho Shin et al* [41] tiene una muestra con una edad que se acerca de los 57 años, pero el tratamiento de RV con TC no supera los 30 minutos, 5 sesiones a la semana durante 1 mes, y únicamente indica una mejora de 4,9 puntos en la escala FMUE. Por otro lado, en el artículo de *Y Hee choi et al* [43], se obtiene el mejor resultado respecto al control motor, es decir un aumento de 19,8 puntos en la escala FMUE. En este estudio, se incluyen pacientes con una edad media de 61 años, que realizan 5 sesiones a la semana, de 1 hora, durante 2 semanas. Sin embargo, en el estudio de *J Hong Kim et al* [45], la muestra presenta una edad media de 50,9 años, en la cual se realizó 3 sesiones de 40 minutos durante 3 meses de RV no inmersiva y TC, y que consigue un aumento de 4.33 puntos.

Tras el análisis de estos 4 estudios en relación al control motor, se puede pensar que la frecuencia y la duración del entrenamiento con RV tiene un impacto positivo sobre la



mejora de los resultados. Por lo tanto, la rehabilitación de manera intensiva, usando la realidad virtual y terapia convencional tiene tendencia a ser más eficaz que una rehabilitación de larga duración.

Sin embargo y paradójicamente, el estudio de *Askin et al* [44], no nos muestra resultados positivos destacables, aunque son estadísticamente significativos. En efecto, los resultados indican un aumento de 3 puntos después de la intervención con RV y TC en la escala de FMUE. A saber, que, el autor *Askin et al* [44] utiliza un tipo de RV no inmersiva y realiza sesiones de tratamiento con alta frecuencia y mucha intensidad, es decir, de 1 hora, 5 veces a la semana durante 4 semanas. Por lo tanto, el tipo de entrenamiento podría coincidir con la posible proporción que se hace entre la duración e intensidad de la intervención y la obtención de resultados estadísticamente significativos. Pero, no se puede garantizar con certitud que existe una relación directa entre la intensidad del tratamiento y las mejoras obtenidas post-intervención ya que los resultados obtenidos son poco destacables. Este motivo no plasma tampoco la hipótesis con respecto al tipo de RV usada en la rehabilitación. Además, se observa que el estudio de *Askin et al* [44] presenta la muestra con edad media muy joven, es decir, 50.27 años, pero también la muestra está en fase crónica más avanzada. En otras palabras, en el estudio los participantes han sufrido un ictus alrededor de 20 meses antes de la intervención con RV y TC (*Anexo VII*). En consecuencia, la rehabilitación de los pacientes suele ser mucho más complicada en fase crónica avanzada. Se puede imaginar que la mejora significativa de los resultados en la escala de FMUE es independiente de la edad de la muestra, ya que los pacientes que recuperan más su control motor no resultan ser los más jóvenes. De este mismo modo, en fase crónica, la RV nos puede dar resultados positivos, cuando en crónica la reeducación motriz tiene tendencia a ser más difícil de recuperar que en fase subaguda, por lo tanto, no se puede afirmar con tan certitud ya que tenemos únicamente un artículo que trata los pacientes en fase subaguda [40].

Asimismo, ambos tipos de RV nos dan mejoras a nivel de la fuerza, de la calidad de vida y también del control motor, pero el entrenamiento con RV inmersiva consigue resultados más destacables respecto al tema de la fuerza y la calidad de vida [40][41]. Además, la frecuencia e intensidad del tratamiento parecen ser los factores que más influyen sobre las mejoras obtenidas respecto al control motor, dado que no se ha encontrado relación

directa entre todos los ensayos clínicos de esta revisión bibliográfica [40][41][43][44][45].

Por otra parte, es interesante ver las posibles relaciones que existen entre la intensidad de la rehabilitación y la motivación de los individuos mediante la RV en la mejora de los pacientes. De este modo, se podría suponer que un tratamiento que use RV presenta valores fundamentales para el aprendizaje motor como es la repetición, la intensidad, y la motivación [46]. Por lo tanto, los resultados que se observan están en consonancia con los artículos que concluyen que la RV ayuda a tener beneficios en la rehabilitación del paciente. En consecuencia, la combinación del aspecto motivacional, la repetición y la intensidad que se derivan de la RV dan apoyo a los resultados que se han obtenido. Puesto que la RV tiene estas características, la implicación del paciente es mayor en el tratamiento y ayuda a restablecer las sinapsis que se crean [39]

Finalmente, sería interesante realizar nuevas investigaciones que indaguen en este sentido para confirmar la efectividad de la RV combinada con la TC, y así sucesivamente se debería explorar los factores que se podrían correlacionar con los resultados positivos obtenidos, es decir, los factores como la edad, el tipo de RV, la duración y frecuencia de la intervención. Por último, generalmente la RV da buenos resultados estadísticamente significativos en individuos de avanzada edad y en fase crónica, respecto a la fuerza, calidad de vida y el control motor. Por lo que, al final, esta técnica es una intervención de rehabilitación fiable.

## **11. LIMITACIONES.**

En esta revisión bibliográfica, se han encontrado limitaciones sobre todo a nivel metodológico, por lo tanto, se enumerarán estos aspectos metodológicos a continuación. Como consecuencia, los resultados podrían carecer de fiabilidad y validez.

En primer lugar, se incluyeron estudios que no especificaban la fase del ictus en la que se encontraban los participantes. Después del cual, los resultados pueden ser comprometidos.

Además, el tamaño de la muestra en los estudios oscila entre 18 y 44 personas. Por ejemplo, el artículo de *S.Lee et al* [42] presenta una muestra de 18 individuos y el artículo de *P.Kiper et al* [40] presenta 44 participantes. Por consiguiente, esta fluctuación en la

muestra no es representativa de la población en general y la falta de homogeneidad en la muestra suele ser una limitación para ésta revisión bibliográfica.

Por otro lado, la variación entre las herramientas de valoración empleadas en los estudios impidió realizar una comparación con respecto al tema de la calidad de vida. Por ejemplo, el estudio de *Y Hee Choi* [43] utilizó la escala de valoración EQ5-d, mientras que el estudio de *J Ho Shin et al* [41] y *J Hong Kim et al* [45] utilizaron la escala de valoración SIS. Por consecuencia, en esta revisión bibliográfica no se ha comparado los resultados obtenidos entre estos artículos que realizaron la intervención sobre la calidad de vida.

Además, se encuentra un aspecto en común entre las limitaciones que se han encontrado en esta revisión bibliográfica y las limitaciones que se han destacado en los ensayos clínicos realizadas anteriormente por los autores Henderson et al, 2007 [37]; Piron & al, 2003, Saposnik & al 2010, Jang & al, 2005; Fischer & al, 2007; y Yavuzer et al, 2008, Holden et al, 2002; Boian et al 2002; Piron et al 2005; Merians et al 2006; Broeren et al 2007; Kamper et al 2010; Yong et al 2010 [38]. En efecto, en todos estos ensayos clínicos se incluyeron pacientes que han sufrido un ictus tanto hemorrágico, como isquémico, que puede provocar una distorsión de los resultados obtenidos. Además, el tamaño de la muestra forma parte también de los aspectos limitantes en los antiguos estudios. Puesto que, el tamaño de los participantes tendía a ser heterogéneos, al igual que en esta revisión bibliográfica.

Finalmente, a lo largo de este trabajo, se ha analizado estas limitaciones y sesgos que no permiten extrapolar los resultados a la población, por lo que no se puede generar conclusiones con certitud, aunque la realidad virtual muestra efectividad en la funcionalidad del miembro superior en pacientes post ictus.

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo agradecer a Selma Pelaez Hervas, por ofrecer su tiempo, y sus valiosos consejos durante la realización de este trabajo. Agradecer también la colaboración de Laia Lladó Perfort. Por último, a mi familia, a mis mejores amigos, y a mi pareja por su apoyo a lo largo de esta carrera.

## Bibliografía:

- [1] OMS | Accident vasculaire cérébral (AVC). WHO 2015. [https://www.who.int/topics/cerebrovascular\\_accident/fr/](https://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/fr/) (accedido 9 de abril de 2019).
- [2] Matías-Guiu J. Estrategia en Ictus del Sistema Nacional de Salud. Sanidad 2009 Ministerio de Sanidad y Política Social. 2009. doi:840-09-104-6.
- [3] Sonderer J, Kahles MK. Aetiological blood biomarkers of ischaemic stroke. *Swiss Med Wkly* 2015;145. doi:10.4414/smw.2015.14138.
- [4] Grysiewicz RA, Thomas K, Pandey DK. Epidemiology of Ischemic and Hemorrhagic Stroke: Incidence, Prevalence, Mortality, and Risk Factors. *Neurol Clin* 2008;26:871-95. doi:10.1016/j.ncl.2008.07.003.
- [5] Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, Mensah GA, Connor M, Bennett DA, et al. Global and regional burden of stroke during 1990-2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet (London, England)* 2014;383:245-54.
- [6] Letonturier P. Maladies cardio-vasculaires. *Presse Med* 2008;33:68. doi:10.1016/s0755-4982(04)98481-3.
- [7] The World Bank. World Bank Country and Lending Groups – World Bank Data Help Desk. World Bank 2017:1-8. <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519> (accedido 9 de abril de 2019).
- [8] Boehme AK, Esenwa C, Elkind MS V. Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention. *Circ Res* 2017;120:472-95. doi:10.1161/CIRCRESAHA.116.308398.
- [9] Béjot Y, Bailly H, Durier J, Giroud M. Epidemiology of stroke in Europe and trends for the 21st century. *Presse Med* 2016;45:e391-8. doi:10.1016/J.LPM.2016.10.003.
- [10] Brea Hernando Á, Laclaustra M, Martorell E, Pedragosa À. Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en España. *Clínica e Investig en Arterioscler ISSN* 1578-1879, Vol 25, N° 5, 2013, págs 211-217 2013;25:211-7.
- [11] WHO. OMS | Preguntas y respuestas sobre la hipertensión. WHO 2016. <https://www.who.int/features/qa/82/es/> (accedido 10 de abril de 2019).
- [12] El Economista. En España hay 14 millones de personas con hipertensión arterial, 4 lo desconocen y 9 no la tienen controlada - EcoDiario.es. 17/05/2018 2018. <https://ecodiario.eleconomista.es/salud/noticias/9143521/05/18/En-Espana-hay-14-millones-de-personas-con-hipertension-arterial-4-lo-desconocen-y-9-no-la-tienen-controlada.html> (accedido 10 de abril de 2019).

- [13] Banegas Banegas JR. Epidemiología de la hipertensión arterial en España. Situación actual y perspectivas. *Hipertens y Riesgo Vasc* 2005;22:353-62. doi:10.1016/S1889-1837(05)71582-8.
- [14] Amarenco P, Lavallée PC, Monteiro Tavares L, Labreuche J, Albers GW, Abboud H, et al. Five-Year Risk of Stroke after TIA or Minor Ischemic Stroke. *N Engl J Med* 2018;378:2182-90. doi:10.1056/NEJMoa1802712.
- [15] Bezanson C. Les accidents vasculaires cérébraux. vol. 9. Elsevier Masson; 2016. doi:10.1016/J.RFO.2016.03.002.
- [16] Castillo.J JM. Reeducción funcional tras un ictus. Elsevier España; 2015.
- [17] Díez-Tejedor E, Del Brutto O, Álvarez-Sabín J, Muñoz M, Abiusi G. Clasificación de las enfermedades cerebrovasculares. Sociedad Iberoamericana de Enfermedades Cerebrovasculares. *Rev Neurol* 2001;33:455-64.
- [18] Hatem SM, Saussez G, della Faille M, Prist V, Zhang X, Dispa D, et al. Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. *Front Hum Neurosci* 2016;10:442. doi:10.3389/fnhum.2016.00442.
- [19] Kim Y, Kim W-S, Koh K, Yoon B, Damiano DL, Shim JK. Deficits in motor abilities for multi-finger force control in hemiparetic stroke survivors. *Exp Brain Res* 2016;234:2391-402. doi:10.1007/s00221-016-4644-2.
- [20] Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
- [21] Levin MF, Weiss PL, Keshner EA. Emergence of virtual reality as a tool for upper limb rehabilitation: incorporation of motor control and motor learning principles. *Phys Ther* 2015;95:415-25. doi:10.2522/ptj.20130579.
- [22] Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J, Prevo AJH. Probability of Regaining Dexterity in the Flaccid Upper Limb. *Stroke* 2003;34:2181-6. doi:10.1161/01.STR.0000087172.16305.CD.
- [23] WHO | WHOQOL: Measuring Quality of Life. World Heal Organ 2014. <https://www.who.int/healthinfo/survey/whoqol-qualityoflife/en/> (accedido 9 de abril de 2019).
- [24] Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. YM, Rodríguez TEH, Barroso YP. Revista habanera de ciencias médicas. *Rev Habanera Ciencias Médicas* 2002;16:735-50.
- [25] Haute Autorité de Santé (HAS). Accident vasculaire cérébral: méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte - Argumentaire scientifique. HAS / Serv des bonnes Prat Prof 2012. doi:978 2 11 128573 6.

- [26] Jiménez Caballero PE, López Espuela F, Portilla Cuenca JC, Pedrera Zamorano JD, Jiménez Gracia MA, Lavado García JM, et al. Valoración de las actividades instrumentales de la vida diaria tras un ictus mediante la escala de Lawton y Brody. *Rev Neurol* 2012;55:337. doi:10.33588/rn.5506.2012307.
- [27] Villalonga JM. *Neurorreparación y rehabilitación tras el ictus*. 1era edici. 2010.
- [28] Stevens E, Emmett E, McKeivitt C, Da Wolfe C WY. *El impacto del ictus en Europa*. Stroke Alliance Europa; 2017.
- [29] López E. Puesta al día : cuidador familiar. *Rev Enfermería C y L* 2016;8:71-7.
- [30] Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The Fugl-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke: A Critical Review of Its Measurement Properties. *Neurorehabil Neural Repair* 2002;16:232-40. doi:10.1177/154596802401105171.
- [31] Manual Muscle Test Values s. f. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/manual-muscle-test> (accedido 9 de abril de 2019).
- [32] Stroke Impact Scale | RehabMeasures Database s. f. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/stroke-impact-scale> (accedido 9 de abril de 2019).
- [33] Chen P, Lin K-C, Liing R-J, Wu C-Y, Chen C-L, Chang K-C. Validity, responsiveness, and minimal clinically important difference of EQ-5D-5L in stroke patients undergoing rehabilitation. *Qual Life Res* 2016;25:1585-96. doi:10.1007/s11136-015-1196-z.
- [34] Kim JH, Jang SH, Kim CS, Jung JH, You JH. Use of Virtual Reality to Enhance Balance and Ambulation in Chronic Stroke: A Double-Blind, Randomized Controlled Study. *Am J Phys Med Rehabil* 2009;88:693-701. doi:10.1097/PHM.0b013e3181b33350.
- [35] Perez-Marcos D, Chevalley O, Schmidlin T, Garipelli G, Serino A, Vuadens P, et al. Increasing upper limb training intensity in chronic stroke using embodied virtual reality: a pilot study. *J Neuroeng Rehabil* 2017;14:119. doi:10.1186/s12984-017-0328-9.
- [36] Caramenti M, Bartenbach V, Gasperotti L, da Fonseca LO, Berger TW, Pons JL. Challenges in neurorehabilitation and neural engineering. vol. 10. 2016. doi:10.1007/978-3-319-24901-8\_1.
- [37] Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Virtual Reality in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review of its Effectiveness for Upper Limb Motor Recovery. *Top Stroke Rehabil* 2007;14:52-61. doi:10.1310/tsr1402-52.
- [38] Saposnik G, Levin M, Outcome Research Canada (SORCan) Working Group. Virtual Reality in Stroke Rehabilitation. *Stroke* 2011;42:1380-6.

doi:10.1161/STROKEAHA.110.605451.

- [39] Dias P, Silva R, Amorim P, Lains J, Roque E, Pereira ISF, et al. Using Virtual Reality to Increase Motivation in Poststroke Rehabilitation. *IEEE Comput Graph Appl* 2019;39:64-70. doi:10.1109/MCG.2018.2875630.
- [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;2014:1-8. doi:10.1155/2014/752128.
- [41] Shin J-H, Kim M-Y, Lee J-Y, Jeon Y-J, Kim S, Lee S, et al. Effects of virtual reality-based rehabilitation on distal upper extremity function and health-related quality of life: a single-blinded, randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil* 2016;13:17. doi:10.1186/s12984-016-0125-x.
- [42] Lee S, Kim Y, Lee B-H. Effect of Virtual Reality-based Bilateral Upper Extremity Training on Upper Extremity Function after Stroke: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Occup Ther Int* 2016;23:357-68. doi:10.1002/oti.1437.
- [43] Choi Y-H, Ku J, Lim H, Kim YH, Paik N-J. Mobile game-based virtual reality rehabilitation program for upper limb dysfunction after ischemic stroke. *Restor Neurol Neurosci* 2016;34:455-63. doi:10.3233/RNN-150626.
- [44] Aşkın A, Atar E, Koçyiğit H, Tosun A. Effects of Kinect-based virtual reality game training on upper extremity motor recovery in chronic stroke. *Somatosens Mot Res* 2018;35:25-32. doi:10.1080/08990220.2018.1444599.
- [45] Kim J-H. Effects of a virtual reality video game exercise program on upper extremity function and daily living activities in stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2018;30:1408-11. doi:10.1589/jpts.30.1408.
- [46] Pallesen H, Andersen MB, Hansen GM, Lundquist CB, Brunner I. Patients' and Health Professionals' Experiences of Using Virtual Reality Technology for Upper Limb Training after Stroke: A Qualitative Substudy. *Rehabil Res Pract* 2018;2018:1-11. doi:10.1155/2018/4318678.

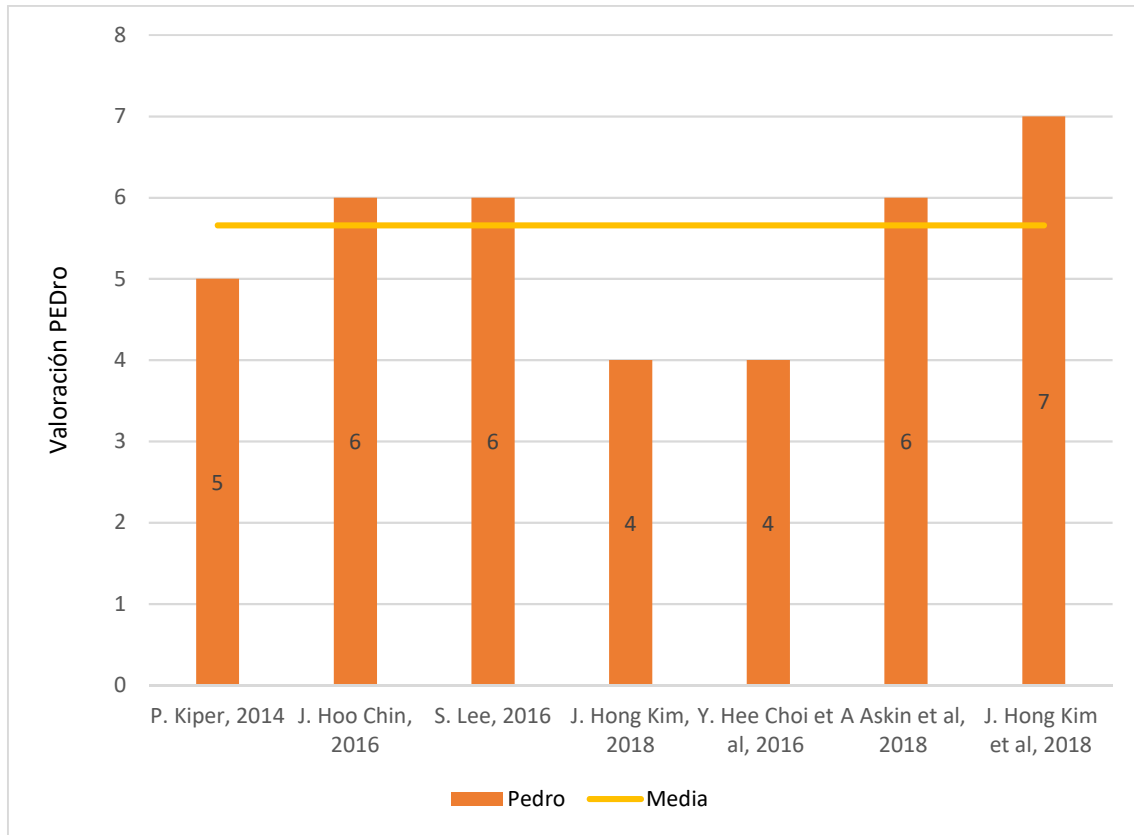
## ANEXO I

**Tabla.** Validez de las herramientas de valoración

Variables	Herramientas de valoración	Validez
Control motor	Fugl-Meyer Upper Extremity (FMUE)	"Excellent [ICC :95] (Duncan et al. 1983)
Fuerza	Manual Muscle Test (MMT)	"Adequate to Excellent" [ICC: 0.62-1] (Fan et al, 2010)
Calidad de vida	Stroke Impact Scale (SIS)	"Adequate to Excellent" [ICC:0.70-0.92] (Duncan et al. 1999)
	Euro Quality of Life (EQ-5D)	"Fair predictive validity" [ICC: 0.48-0.60] (Chen et al, 2015)

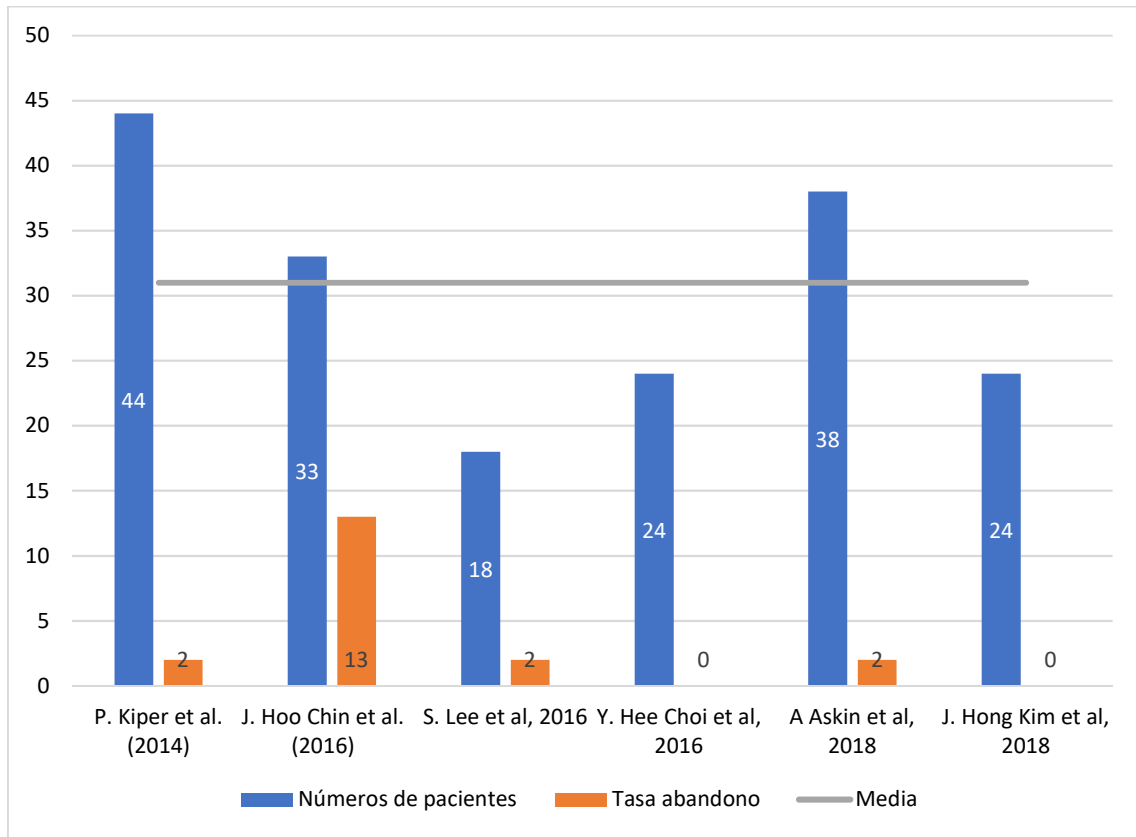


## ANEXO II



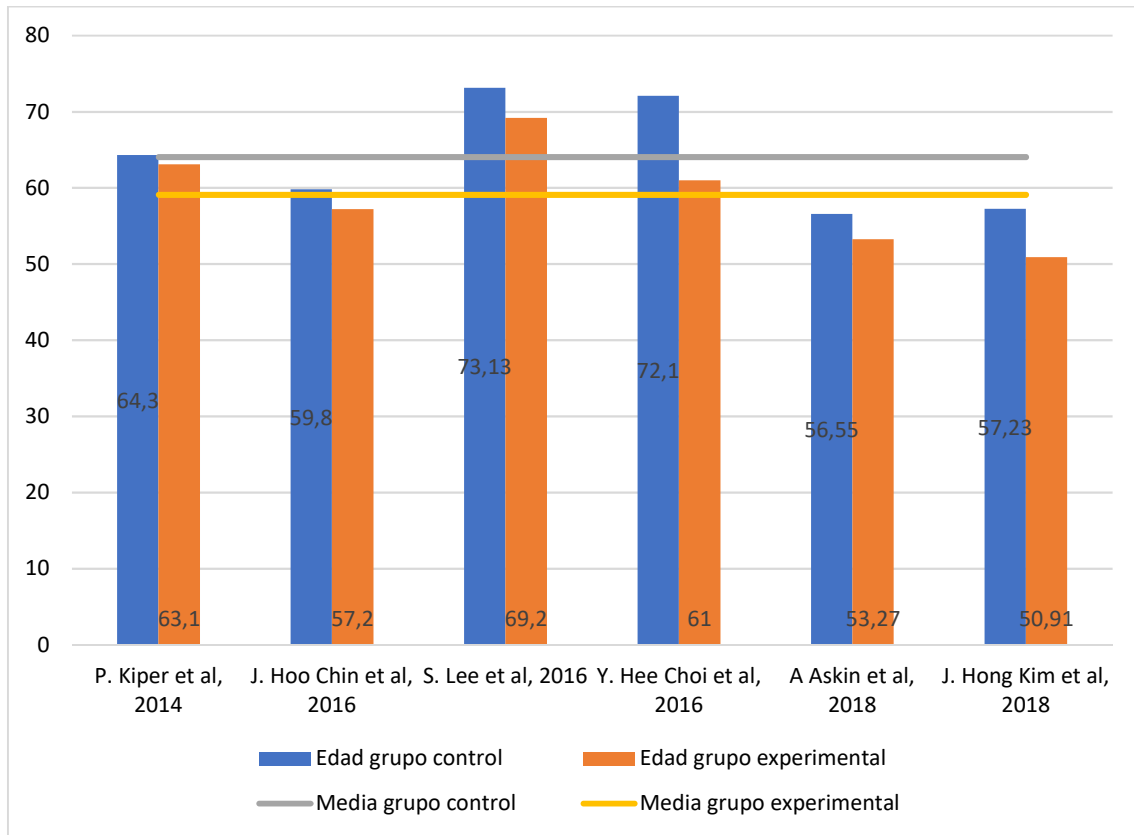
**DIAGRAMA DEL NIVEL DE EVIDENCIA SEGÚN PEDRO**

### ANEXO III



**DIAGRAMA DEL TAMAÑO MUESTRAL Y TASA DE ABANDONO EN CADA ESTUDIO**

## ANEXO IV



**DIAGRAMA DE LA DOMINANCIA DE LA EDAD EN LA MUESTRA**

## ANEXO V

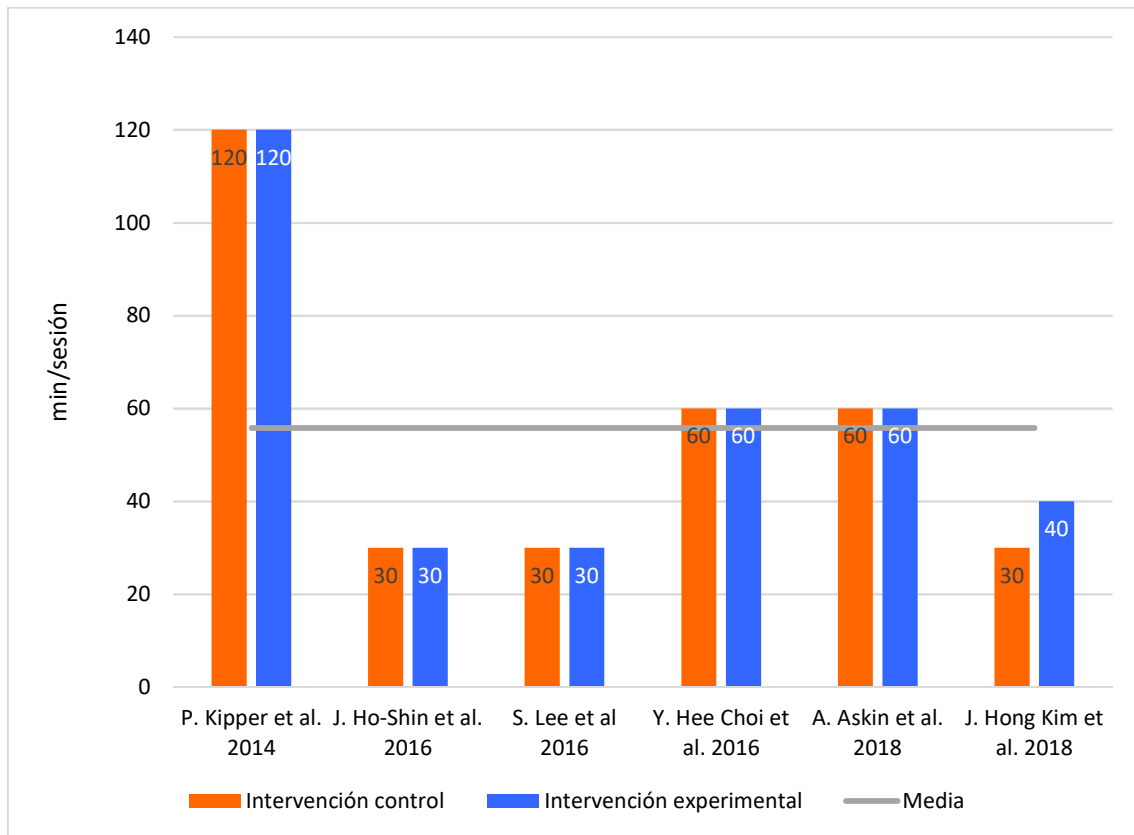
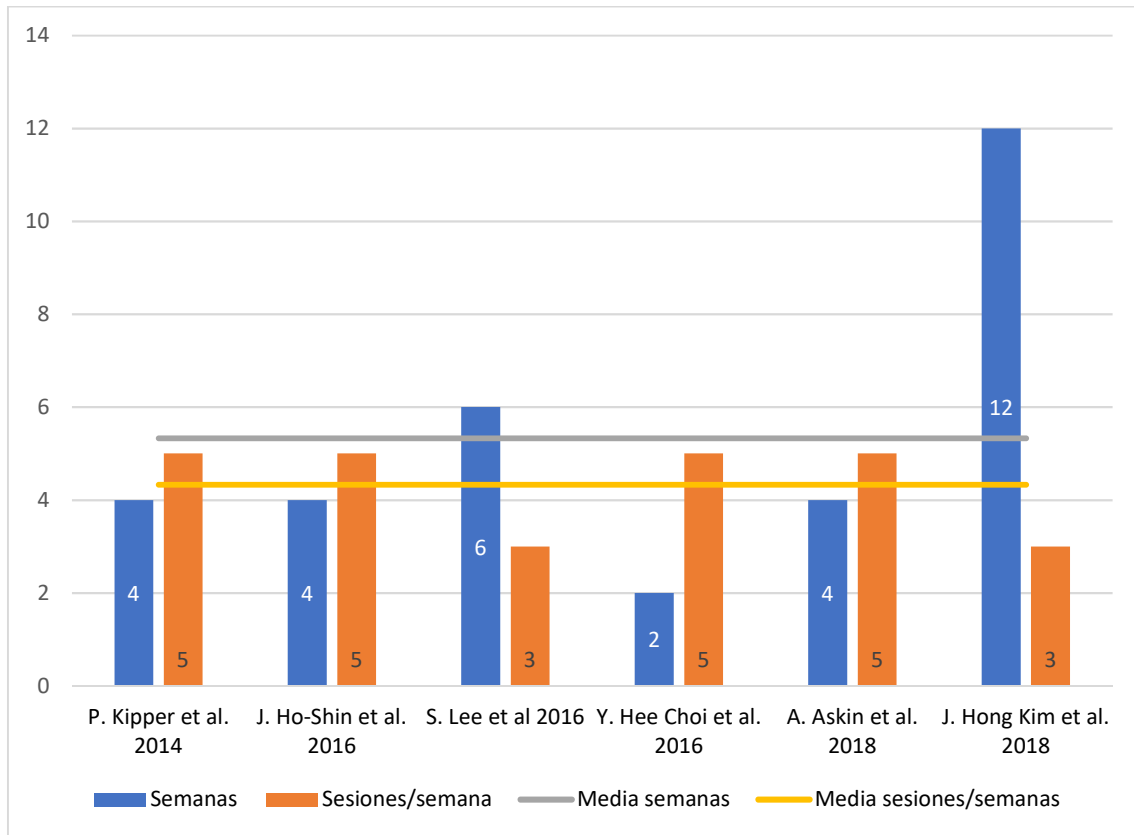


DIAGRAMA DE LA DOMINANCIA DE LA DURACIÓN DE LA INTERVENCIÓN (TIEMPO/SESIÓN)

## ANEXO VI



**DIAGRAMA DE LA DURACIÓN DEL TRATAMIENTO (SESIÓN/SEMANA)**

## ANEXO VII

**Tabla.** Características del ictus y tipo de realidad virtual

Autor	Tiempo desde el ictus (Meses)	Fase	Tipo de ictus	RVi/RVni (grupo experimental)
P. Kiper, 2014	2,3-4,8	Sub aguda	Mixto	RVi
J. Hoo Shin, 2016	13,4-15	Crónica	Mixto	RVi
S. Lee, 2016	16,2-17	Crónica	NS/NC	RVi
Y. Hee Choi, 2016	14,7-15,7	Crónica	Isquémico	RVni
A. Askin, 2018	19,4-20,27	Crónica	Mixto	RVni
J. Hong Kim, 2018	NS/NC	Crónica	NS/NC	RVni

\*Mixto: Isquémico / Hemorrágico, RVi /RVni: Realidad Virtual inmersiva / RV no inmersiva; NS/ NC: No sabe / No contesta (No se conocen los datos)