



FACULDADE DE CIENCIAS DE SAÚDE

MESTRADO EN ASISTENCIA E INVESTIGACIÓN SANITARIA

**ESPECIALIDADE: Reeduación funcional, autonomía personal y
calidad de vida**

Curso académico 2013-2014

TRABALLO DE FIN DE MESTRADO

**Protocolos de realidade virtual en el accidente
cerebrovascular: revisión de los efectos en la
funcionalidad del sistema motor humano**

Estefanía Paz Fernández

Data de presentación do traballo: 22 de Junio de 2014

TUTORES DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Pablo Arias Rodríguez

María Sobrido Prieto

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	5
RESUMEN	7
ABSTRACT	9
1.- INTRODUCCIÓN	10
1.1.- El accidente cerebrovascular	10
1.2.- La realidad virtual y el ACV	12
1.3.- Introducción a la RV	12
1.5.- Situación actual	16
2.- FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE ESTUDIO	18
3.- METODOLOGÍA.....	19
3.1.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN	19
A. Sobre los tipos de pacientes y/o intervención	19
B. Sobre los tipos de artículos	19
3.2.- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	20
A. Sobre los tipos de pacientes y/o intervención.	20
B. Sobre los tipos de artículos.	20
3.3.- ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA	20
3.3.1.- Gestión de referencias.....	21
3.4.- ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES.....	22

3.4.1.- Mejora de la función motora	22
3.4.2.- Mejora de la función en las actividades de la vida diaria	22
3.4.3.- Medición de las variables	22
3.5.- DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE EVIDENCIA	28
4.- RESULTADOS	29
4.1.- RESULTADOS DE LAS REVISIONES SISTEMÁTICAS	29
4.1.1.- Funcionalidad motora	29
4.1.2.- Funcionalidad de AVD	30
4.2.- RESULTADOS DE LOS ARTÍCULOS ORIGINALES	32
4.2.1.- Mejora de la función motora	32
4.2.2.- Mejora de la funcionalidad en las AVD	41
4.3. RESULTADOS SOBRE LOS NIVELES DE EVIDENCIA	43
5.- DISCUSIÓN	44
6.- CONCLUSIONES	48
7.- BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	1
ANEXO I: Estrategias de búsqueda	2
Bases de datos bibliográficas de revisiones sistemáticas	2
Bases de datos bibliográficas de estudios originales	3
ANEXO II: Resultados totales de las búsquedas realizadas	5

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ABD	Abducción
ACV	Accidente cerebrovascular
AIVD	Actividades instrumentales de la vida diaria
AVD	Actividades de la vida diaria
BBT	Box and block text
EC	Ensayo clínico
ECA	Estudio controlado aleatorizado
EEG	Electroencefalograma
EM	Esclerosis múltiple
EMG	Electromiografía
EMT	Estimulación magnética transcraneal
EP	Enfermedad Parkinson
ES	Extremidad superior
FIM	Functional Independence Measure
FMAS	Fugl-meyer assessment scale
fMRI	Resonancia funcional magnética
GC	Grupo control
GI	Grupo intervención
LM	Lesión medular
MAL QOM	MAL Quality of movement
MMAS	Modified motor assessment scale
PEM	Potencial evocado motor

RH	Rehabilitación
RV	Realidad virtual
SIS	Stroke Impact Scale
TCE	Traumatismo craneoencefálico
TTO	Tratamiento
WMFT	Wolf Motor Function Test

RESUMEN

Objetivos: el objetivo de esta revisión sistemática es saber qué efectos ocurren sobre la funcionalidad motora en individuos con ACV, tras la aplicación de programas de RV.

Metodología: se han realizado búsquedas de revisiones sistemáticas y artículos originales, en las bases de datos de la Biblioteca Cochrane Plus, Medline, Cinahl, ISI Web of Knowledge y Scopus. Las variables de análisis escogidas han sido la función motora y funcionalidad en las AVD, medidas por diferentes escalas, pruebas neurofisiológicas y biomecánicas.

Resultados: Teniendo en cuenta los resultados de las revisiones sistemáticas y estudios originales, la función motora mostró mejoras tras la RV en 18 de los 24 estudios analizados sobre la extremidad superior, y en 2 ocasiones sobre la marcha. Se apuntó la existencia de reorganización cortical en 1 estudio. La funcionalidad en las AVD manifestó mejora tras el programa de RV en 11 de los 24 estudios considerados.

Conclusiones: Existe fuerte evidencia sobre los beneficios de la RV en la función motora, sin embargo son menos homogéneos en cuanto a la funcionalidad en las AVD. No se puede concluir que tenga efectos positivos sobre la marcha debido a la poca evidencia que valore la misma.

Palabras clave: realidad virtual, función motora, accidente cerebrovascular.

ABSTRACT

Objectives: the aim of this systematic review is to know the effects that virtual reality (VR) programs have on motor function in stroke survivors.

Methods: searching included systematic review and original articles present in the databases of Cochrane Library, Medline, Cinahl, ISI Web of Knowledge and Scopus. The analysed variables chose motor function and ADL functionality, as measured by different scales, neurophysiological and biomechanical test.

Results: Considering the results, the motor function showed improvements in upper extremity after VR in 18 of the 24 studies analyzed, and in 2 occasions on gait. One original Research showed existence of cortical reorganization. ADL functionality was improved after VR program in 11 of the 24 studies considered.

Conclusions: There is strong evidence of the VR benefits in motor function, however, there is less homogeneous evidence in terms of ADL functionality. We can not conclude that VR has positive effects on gait because there have less evidence that values the same.

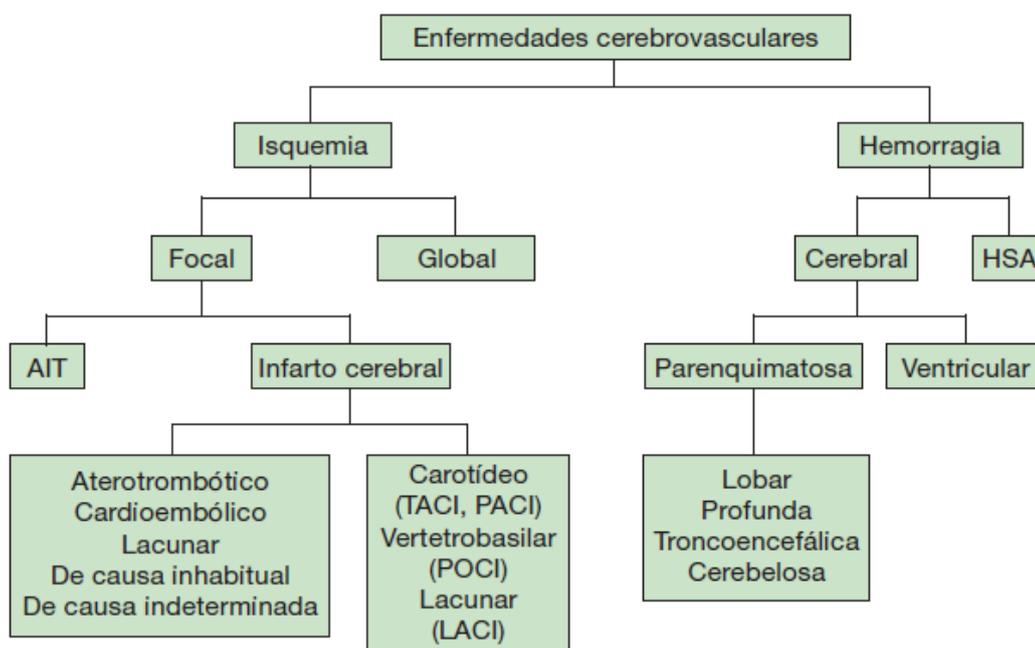
Keywords: virtual reality, motor function, stroke.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- El accidente cerebrovascular

El accidente cerebrovascular (ACV) es un grupo de condiciones patológicas que se caracteriza por un trastorno brusco del flujo cerebral, que cursa con repentina pérdida de la funcionalidad neurológica en el área afectada.

Éstos pueden ser de dos tipos (Ilustración 1): isquémicos (80-85 % de los ACV), se produce por un descenso del flujo sanguíneo cerebral que afecta a la parte del cerebro donde se encuentre, o a su totalidad; o hemorrágicos (15-20 %), cuando aparece una extravasación de sangre hacia el parénquima cerebral ¹.



AIT: Ataque isquémico transitorio; HSA: hemorragia subaracnoidea; TACI: infarto total de la circulación anterior; PACI: infarto parcial de la circulación anterior; POCI: infarto de la circulación posterior; LACI: infarto lacunar.

Ilustración 1. Clasificación del ACV¹

Dependiendo de la región cerebral afectada, la persona podrá presentar multitud de sintomatología y déficits neurológicos, dentro de los más frecuentes podemos encontrar ^{1, 2}: hemiparesia/hemiplejia contralateral, afasia, apraxia, trastornos de la imagen corporal y percepción espacial, trastornos del equilibrio, incontinencia de esfínteres, alteraciones cognitivas y/o de la memoria, parálisis facial y alteraciones/apraxia de la marcha, entre otros. Ésto supone un sinfín de alteraciones que limitan la funcionalidad e independencia de la persona.

Los factores de riesgo de ACV más importantes son: hipertensión arterial, presencia de cardiopatía, el tabaquismo, accidentes isquémicos transitorios (AIT) previos, la presencia de otras comorbilidades (diabetes mellitus, dislipemia, estenosis aórtica, etc.), la edad (el aumento de la edad incrementa el riesgo de ACV), el sexo (los hombres presentan mayor riesgo) y los factores hereditarios. La presencia de estos factores de riesgo aumenta la probabilidad de padecer la enfermedad, y por tanto, el riesgo de discapacidad ^{1, 2}.

Se estima que 16 millones de personas en el mundo padecen un ACV cada año, siendo la tercera causa de mortalidad en el mundo occidental tras la cardiopatía isquémica ¹. En España aparecen 150 casos por cada 100.000 habitantes/año ², y supone la primera causa de discapacidad en la vida adulta, ya que aproximadamente el 70% de personas que sobreviven al ACV lo hacen con secuelas (motoras, lingüísticas, cognitivas y emocionales), siendo el 55-75% de carácter motor, afectando a la calidad de vida y funcionalidad de la persona ¹⁻⁴.

1.2.- La realidad virtual y el ACV

En los últimos años se ha ido presentando la realidad virtual (RV) como un complemento a los abordajes terapéuticos convencionales en personas tras el ACV. Ésto se debe a que los protocolos de RV pueden contribuir a la reorganización cortical ^{3,4}.

En el ACV, se ha estudiado que el entrenamiento y la estimulación sensitivo-motora tienen efectos sobre la reorganización cerebral, de forma que el entrenamiento motor aumenta las áreas de representación cortical y la recuperación funcional. Estas actividades utilizadas en el entrenamiento motor, deben de tener un significado en términos de utilidad para producirse una reorganización funcional ³. Ésto se ha analizado en algunos estudios ⁴, donde han comprobado mediante resonancia funcional magnética (fMRI), que tras la aplicación de RV se produce neuroplasticidad asociada al entrenamiento.

La RV es la simulación de un entorno real generado por ordenador, que permite al usuario interactuar de forma activa con elementos del entorno en un escenario ficticio. Ésta supone una alternativa terapéutica, ya que podemos elegir los criterios deseados para el entrenamiento funcional del individuo, facilitando el trabajo conforme las características y limitaciones que presente ³⁻⁶. Por ejemplo, se han presentado intervenciones de RV para tratar fobias a las arañas, realizando una interacción con éstas en el entorno virtual, de forma que la persona se sienta más segura ⁷.

1.3.- Introducción a la RV

Tras haber definido la RV, hemos de saber que la aplicación de ésta se ve influenciada por la cantidad y calidad de sus dispositivos (ratón, dispositivos hápticos, etc.) y diferentes modalidades en las que se puede

aplicar. Sin embargo, se pueden distinguir dos grandes grupos de RV según la interacción del sujeto con el entorno:

1. **RV inmersiva:** se trata de aquellos sistemas ligados a un entorno virtual que se genera por ordenador y permite al usuario interactuar mediante la utilización de algún tipo de hardware ⁶. Dentro de ésta, podemos distinguir dos tipos de sistemas: oclusivos y no oclusivos. Los *oclusivos* son sistemas que no permiten la interacción con el mundo real, reduciendo la comunicación entre el participante y el entorno, ya que el sistema de RV actúa como aislante y se produce una mayor inmersión en el mundo virtual. Los *no oclusivos*, introducen a la persona en el mundo virtual, pero permiten una interacción de éste con el entorno real ⁸.
2. **RV no inmersiva:** son sistemas de RV de menor calidad, dado que no integran plenamente al sujeto en la recreación del entorno virtual. Realizan la interacción del sujeto con el medio virtual mediante un teclado, mando o ratón, sin necesidad de ningún otro dispositivo periférico adaptado para el ordenador ⁵.

A su vez, diferenciando de la modalidad de entrada que se produce con el entorno, podemos encontrar: **entrada pasiva**, se realiza mediante un sistema de monitorización de la posición de los segmentos corporales (se utilizan sensores de posición de diversos tipos), y **entrada activa**, donde se produce variación desencadenada por la acción del sujeto (se utilizan dispositivos como mandos, joystick, etc.) ⁸.

Existe una gran variedad de formas de aplicación de la RV, que nos va a generar diferentes modalidades de estímulos en el sujeto. Podemos diferenciar cuatro grandes tipos de generación de RV dependiendo del estímulo proporcionado:

- **RV mediante estímulos visuales:** son los estímulos de la RV que la persona percibe por la vista, refiriéndonos a las propiedades de la imagen virtual generada (profundidad de imagen, color, campo de visión, etc.)⁸. Los dispositivos más utilizados actualmente para producir este tipo de RV son los Head Mounted Display (HMD), que permiten la superposición óptica de la información digital sobre la visión directa del mundo físico, y mantiene dicha visión a través del mundo real⁹.
- **RV mediante estímulos auditivos:** son los estímulos auditivos generados en el entorno virtual que el sujeto percibe como si fueran reales y provinieran de todos los lados (generando una localización en tres dimensiones)¹⁰.
- **RV mediante estímulos somatosensoriales:** son los estímulos generados mediante el sistema táctil (variaciones de temperatura, presión, textura, etc.)⁸. Se genera mediante señales del entorno virtual que percibe el sistema propioceptivo del sujeto en el entorno real. Toman gran importancia los sistemas hápticos en este tipo de RV, ya que producen variaciones de la resistencia en el movimiento, retroalimentando al sujeto¹¹.
- **RV mediante otro tipo de estímulos:** se han presentado estímulos olfativos¹² o estimulación galvánica del sistema vestibular¹³ integrados en el entorno de RV, aunque los estudios acerca de éstos son escasos.

La mayoría de aplicaciones mediante RV en personas con ACV sobre la función motora, se realizan mediante la ayuda de dispositivos externos que interactúen con el individuo proporcionándole un feedback sensitivo-motor. Los más utilizados son:

- **Sistemas hápticos combinados con RV:** los dispositivos hápticos (Imagen 1) son aquellos que producen sobre el individuo la sensación de estar tocando realmente un mundo virtual o remoto, de forma que se aumenta la interacción y sensación de presencia en el mundo virtual, ya que se está estimulando el sistema propioceptivo de la persona ¹¹.



Imagen 1. Ejemplo de dispositivo háptico ¹¹

- **Sistemas de RV mediante realidad aumentada:** se trata de una tecnología que integra en el mundo real, objetos generados en un entorno virtual, mejorando así la percepción de la realidad ¹⁴.
- **Sistema de captura de movimiento en combinación con RV:** se trata de sistemas que mediante un dispositivo producen la captura de movimiento del sujeto (Imagen 2), introduciéndola en un entorno virtual, donde ésta se ve representada. Estos sistemas pueden encontrarse asociados frecuentemente con realidad aumentada ⁶.

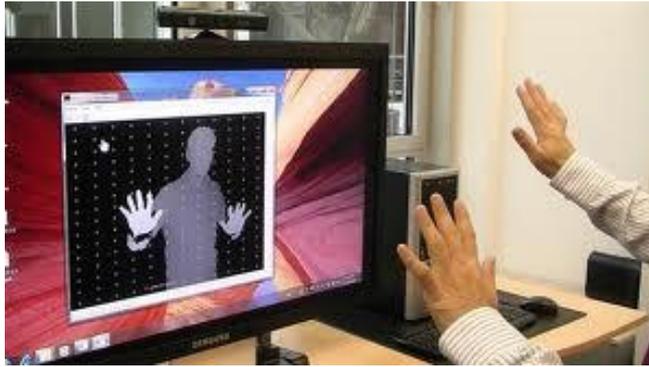


Imagen 2. Ejemplo de sistema de captura de movimiento ⁶

- **Sistemas inmersivos CAVE (Cave Automatic Virtual Environment):** los sistemas CAVE consisten en una sala donde varias personas pueden mirar una imagen simulada usando un entorno en tres dimensiones de alta resolución en cuanto a audio y vídeo, de forma que simula una imagen virtual que rodea a los usuarios. Dentro de ella, el sistema gráfico se divide en dos partes: las imágenes que están proyectadas en las diferentes paredes, y las gafas de obturación que hacen que dichas imágenes aparezcan en tres dimensiones ¹⁵.

1.5.- Situación actual

En la actualidad, se han introducido nuevas terapias para la rehabilitación tras el ACV, principalmente sobre aspectos relacionados con la función motora. Entre éstas, se incorpora la RV de forma experimental, como un medio de ayuda a la rehabilitación funcional para el sistema nervioso central, ya que supone una estimulación multimodal para la persona ⁴⁻⁶.

A pesar de lo novedosa que resulta la intervención, ya que en 1956 se desarrolló el primer sistema de RV, varios estudios ^{4-6, 16-18} sobre la utilidad de la RV en el ACV, analizaron los efectos sobre la función motora y funcionalidad en las actividades de la vida diaria (AVD) del miembro superior, mostrando posibles efectos positivos en estas variables. Dichos estudios estaban en fase experimental, y se presentaban con desconocimiento acerca de los correctos parámetros de intervención y los efectos neurofisiológicos producidos a nivel cerebral, apuntando la necesidad de más investigación sobre el tema.

De esta forma, se presenta la RV como una posible terapia de remisión de las secuelas presentes en estos pacientes gracias a la capacidad que tiene para incorporar los aspectos básicos de neuroplasticidad (repetición, intensidad y entrenamiento orientado a tareas), que resultan beneficiosos para la reorganización cortical y consiguiente recuperación funcional ^{4-6, 16-18}. A pesar de ello, existen lagunas sobre los efectos neurofisiológicos que ocurren en el cerebro y las variaciones biomecánicas que se producen tras la aplicación de un programa terapéutico con RV en el ACV, así como de las mejoras que éste presenta en relación a las terapias de rehabilitación convencionales y de los parámetros de aplicación idóneos de la terapia.

2.- FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE ESTUDIO

Para poder formular la pregunta de estudio, hemos de definir tres conceptos fundamentales:

- Población estudio: Individuos con daño cerebral tras un ACV.
- Intervención: Aplicación de programas de RV.
- Resultados: Efectos sobre la funcionalidad motora.

Debido a la situación actual de la RV en relación con la función motora sobre personas que han sufrido un ACV, deseamos saber qué efectos presenta este tipo de intervención sobre la funcionalidad motora. Por ello, nuestro objetivo será contestar a la pregunta de estudio:

¿Qué efectos ocurren sobre la funcionalidad motora en individuos con ACV, tras la aplicación de programas de RV?

3.- METODOLOGÍA

3.1.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN

A. Sobre los tipos de pacientes y/o intervención

- Estudios aplicados en individuos adultos con ACV.

- Estudios donde el método de intervención haya sido mediante programas de RV.
 - De manera aislada.

 - En combinación con otras técnicas de neuro-rehabilitación (estimulación cerebral por corriente directa, estimulación magnética transcraneal repetitiva, estimulación funcional eléctrica, etc.).

- Estudios donde la intervención se haya realizado sobre la función motora y/o funcionalidad de las actividades vida diaria (AVD).

- Estudios donde se realice medición de la función motora y/o funcionalidad de las AVD pre y post-intervención.

B. Sobre los tipos de artículos

- Publicaciones en los últimos 10 años.

- Tipo de diseño: revisiones sistemáticas, ensayos clínicos, estudios controlados aleatorizados (estudios “double-blind”, “single-blind” u “open-label”), estudios de cohortes y estudios de casos y controles.

- Idiomas: trabajos publicados en español, inglés y portugués.
- Estudios en los que la evaluación se realice mediante escalas clínicas, registros biomecánicos y/o evaluación neurofisiológica (potenciales evocados, imagen cerebral, etc.).

3.2.- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

A. Sobre los tipos de pacientes y/o intervención.

- Intervención en sujetos sanos.
- Intervención en otras patologías neurológicas (Parkinson, Esclerosis múltiple, Parálisis cerebral, etc.).

B. Sobre los tipos de artículos.

- Artículos cuya intervención se realice en menos de 10 sujetos.
- Estudios piloto.

3.3.- ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Con la finalidad de encontrar la información científica actual sobre el tema de estudio, se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos del ámbito sanitario entre Febrero y Marzo de 2014.

En primer lugar, se consultaron bases de datos especializadas en revisiones sistemáticas (Biblioteca Cochrane Plus y Medline), buscando saber si ya se había realizado una revisión del tema con anterioridad.

Se continuó con búsquedas en bases de datos bibliográficas, principalmente en las relacionadas con ciencias de la salud (Medline, Cinahl), aunque también se tuvo en consideración otras que abarcan más ámbitos de estudio (ISI Web of Knowledge, Scopus).

Para una información más detallada consultar ANEXO I: Estrategias de búsqueda.

3.3.1.- Gestión de referencias

Tras las búsquedas realizadas, se han descargado todos los resultados obtenidos en un gestor de referencias, con el fin de eliminar los resultados duplicados. En este caso, se ha procedido con el endnote-web.

Inicialmente se obtuvo un total de 428 estudios, que tras la eliminación de duplicados se redujo a 265 estudios, que se presentan en el ANEXO II: Resultados totales de las búsquedas realizadas.

Posteriormente, tras revisar los 265 artículos encontrados y según los criterios de inclusión y exclusión (temática, tipo de artículo, datos aportados por el resumen, etc.), se extrajeron para revisar los 24 artículos finales considerados en esta revisión.

3.4.- ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES

3.4.1.- Mejora de la función motora

La función motora es la capacidad que tiene el sistema nervioso para mediar el control de los reflejos, el tono muscular, la postura, el equilibrio, los movimientos automáticos y los movimientos voluntarios, y así desarrollar el movimiento ¹⁹.

Existe un gran número de estructuras cerebrales relacionadas con la función motora, que establecen complejas conexiones configurando redes funcionales. De esta forma, la afectación de cualquiera de las múltiples estructuras que favorecen la correcta función motora, puede alterar el comportamiento motor y funcional para el individuo ¹⁹.

3.4.2.- Mejora de la función en las actividades de la vida diaria

Se entiende como funcionamiento a la capacidad de interacción entre un individuo y sus factores contextuales (factores ambientales y personales), de forma que en él influyen las funciones corporales, actividades y participación. La capacidad de funcionamiento del individuo se encuentra directamente relacionada con las actividades que la persona desarrolla en su día a día, y la limitación en éstas es la dificultad que un individuo puede tener para realizar sus AVD ²⁰.

3.4.3.- Medición de las variables

La valoración de la función motora y funcionalidad en las AVD se puede realizar mediante diferentes test o pruebas de valoración, que podemos clasificar de la siguiente manera:

1. Escalas/test clínicos de función motora

a. Fugl-Meyer Assessment Scale (FMAS):

Es una prueba de rendimiento de la función motora, válida y fiable, donde se solicita al paciente movimientos que reflejan las etapas secuenciales de evolución motora, desde el inicio de la recuperación de la misma, hasta la capacidad para realizar movimientos selectivos.

Tiene una sección correspondiente a función motora de extremidad superior que consta de 33 ítems que representan el componente de movimiento, calificados con una puntuación de uno a tres puntos en escala ordinal (0 = no se puede realizar; 1 = parcialmente realizado; 2 = se puede realizar por completo). La puntuación máxima da una suma de 66 puntos, lo que implicaría la máxima funcionalidad ^{21, 22}.

b. Modified motor assessment Scale (MMAS):

Esta escala mide la recuperación motora en pacientes con ACV. Evalúa 8 áreas de movimiento desde la posición supina a decúbito lateral, el movimiento desde decúbito supino a sentado en la cama, el equilibrio sentado, el movimiento de paso de sedestación a bipedestación, la marcha, la función del brazo, los movimientos de la mano, y movilidad avanzada de la mano.

Las puntuaciones irán desde 0 a 6, aumentando gradualmente hasta ser el 6 la indicativa de más dificultad. La puntuación máxima alcanzable será de 48 puntos, que nos indicará la presencia de dificultad para realizar todas las tareas valoradas y una mala funcionalidad motora ^{23, 24}.

2. Escalas/test de funcionalidad en las AVD

a. Functional Independence Measure (FIM):

Esta escala mide la discapacidad física y cognitiva. Consta de un total de 18 ítems, 13 correspondientes a una subescala de evaluación motora, y 5 que forman una subescala cognitiva. La subescala motora recoge información relativa a cuidados personales, control de esfínteres, transferencia y locomoción; la subescala cognitiva se centra en la comunicación y cognición social.

Los diferentes ítems se califican en una puntuación en escala ordinal de siete puntos, basándose en la cantidad de asistencia que requiere el paciente para realizar las actividades presentadas en cada ítem. De esta forma, tenemos una puntuación que oscilan desde los 18 hasta 126 puntos, donde las más altas se corresponderán con un mayor nivel de independencia que requieren una cantidad baja de ayuda ²⁵.

b. Wolf Motor Function Test (WMFT):

Este test evalúa tareas ejecutadas por la persona en un tiempo concreto. Muestra relación entre el rendimiento temporal en la realización de la actividad, y la capacidad funcional en los participantes con ACV crónico. Las tareas van de 1 a 6, que implican movimientos conjuntos cronometrados de los segmentos, y las tareas de 7 a 15, consisten en movimientos funcionales integrados y cronometrados. Éstas son llevadas a cabo lo más rápido posible, dejando un margen de 120 segundos para la realización de cada una de ellas. Las puntuaciones más altas serán indicativas de una mayor funcionalidad de la persona ^{26, 27}.

c. MAL Quality of movement (MAL QOM):

La MAL-14 es una entrevista estructurada que proporciona información acerca de 14 actividades de la vida diaria. En numerosas ocasiones va asociada a una calificación de la calidad de movimiento mediante la escala QOM (Quality of movement), donde los sujetos deben de utilizar la extremidad afectada para lograr diferentes ítem de las AVD. La puntuación total se extrae de la media de las puntuaciones de los diferentes ítems, y las puntuaciones más altas manifestarán una mayor capacidad funcional de los sujetos ²⁸.

d. ABILHAND:

El cuestionario ABILHAND evalúa la funcionalidad manual en personas con limitación en la extremidad superior. Consta de 23 ítems que incluyen actividades unimanuales y bimanuales, dentro de las cuáles se incluyen las más representativas en las AVD.

Las actividades se puntúan de 0 (imposible) hasta 2 (fácil) según la dificultad que la persona presente para ejecutarlas. Así, se obtienen unos resultados que se introducen en el programa informático Winsteps, y transforma las medidas en unidades de probabilidad. El valor más alto presentará la mayor percepción de capacidad del paciente ^{29, 30}.

e. Box and Block Test (BBT):

El BBT es un test de medida de destreza manual gruesa y preprofesional para personas con discapacidad. Consiste en una caja de madera con dos compartimentos, donde al sujeto se le solicita que mueva el número máximo de bloques posibles de un compartimento a otro con la mano afecta.

La calificación se tomará teniendo en cuenta el número de bloques transportados en un período de 60 segundos, de forma que un mayor número de bloques nos mostrará indicio de una mejor destreza manual gruesa ³¹.

f. Stroke Impact Scale (SIS):

Es un cuestionario de medida de impacto del ACV sobre la funcionalidad e independencia del individuo. Mide 8 dominios: fuerza, función de la mano, AVD/AIVD (actividades instrumentales de la vida diaria), movilidad, comunicación, emoción, memoria y pensamiento. La puntuación total del cuestionario oscila entre 0 y 100 puntos, cuanto mayor sea la puntuación, mejor resultado y menor impacto del ACV en su vida diaria ³².

3. Pruebas biomecánicas

a. Goniometría:

La goniometría es la medición de la movilidad articular, mediante la utilización de un goniómetro o artrómetro. Es fundamental para la evaluación funcional de los paciente con limitación articular o lesión neuromuscular (contractura espástica, rigidez articular, etc.) ³³. Una variante es la electrogoniometría, que permite conocer la posición angular en el tiempo ³⁴.

En la aplicación práctica, tras la intervención de RV, la goniometría nos permite ver la mejora de la función motora, reflejada mediante la amplitud articular de los sujetos que tienen limitada la misma tras el ACV.

b. Acelerometría:

Se realiza mediante la utilización de un acelerómetro, un instrumento que fijado a un segmento óseo sobre la superficie de la piel, permite registrar las aceleraciones del segmento corporal durante el movimiento ³⁴.

4. Pruebas neurofisiológicas

a. Estimulación magnética transcraneal (EMT o TMS):

La estimulación magnética transcraneal es una técnica neurofisiológica que produce la inducción de corriente eléctrica en el cerebro, mediante la cual se pueden despolarizar axones de manera controlada y evaluar la integridad funcional del sistema motor, además de obtener las representaciones corticales del sistema motor. Permitirá evaluar la reorganización cortical post lesión o tratamiento ³⁵.

La excitabilidad de la corteza motora se evalúa principalmente mediante amplitud del potencial evocado motor (PEM) ante estímulos de diferente intensidad, y que es registrada en el músculo correspondiente, tras la estimulación del área cerebral correspondiente ^{35, 36}.

b. Electroencefalograma (EEG):

El electroencefalograma es el registro de la actividad eléctrica cerebral, inferida a partir de las diferencias de potencial registradas por medio de electrodos aplicados al cuero cabelludo, permitiendo observar la actividad neural a tiempo real. En base a las características de las ondas cerebrales, su frecuencia y amplitud, y grado de coherencia/correlación entre dichos parámetros cuando se registran en diferentes áreas, es

posible la evaluación de la funcionalidad de diferentes redes corticales ^{37, 38}.

c. Resonancia funcional magnética (fMRI):

La resonancia funcional magnética es una técnica de imagen muy sensible, que permite medir las respuestas hemodinámicas cerebrales, infiriendo el grado de actividad neuronal del área estudiada ^{39, 40}.

3.5.- DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DE EVIDENCIA

Se ha procedido a hacer una correspondencia entre el tipo de artículo y características del mismo, con el nivel de evidencia. Para ello, se han utilizado los niveles de evidencia proporcionados por la “Escala Oxford Centre for Evidence Based-Medicine” (CEBM) ⁴¹, que se puede observar en la Tabla I.

Tabla I. Niveles de evidencia según la CEBM

Nivel de evidencia	Tipo de estudio
1a	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad.
1b	Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza estrecho.
1c	Práctica clínica (“todos o ninguno”) (*)
2a	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad.
2b	Estudio de cohortes o ensayo clínico aleatorizado de baja calidad (**)
2c	<i>Outcomes research</i> (***), estudios ecológicos.
3a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad.
3b	Estudio de casos y controles.
4	Serie de casos o estudios de cohortes y de casos y controles de baja calidad (****)
5	Opinión de expertos sin valoración crítica explícita, o basados en la fisiología, <i>bench research</i> o <i>first principles</i> (*****)

Se debe añadir un signo menos (-) para indicar que el nivel de evidencia no es concluyente si:

- Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza amplio y no estadísticamente significativo.
- Revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa.

(*) Cuando todos los pacientes mueren antes de que un determinado tratamiento esté disponible, y con él algunos pacientes sobreviven, o bien cuando algunos pacientes morían antes de su disponibilidad, y con él no muere ninguno.

(**) Por ejemplo, con seguimiento inferior al 80%.

(***) El término *outcomes research* hace referencia a estudios de cohortes de pacientes con el mismo diagnóstico en los que se relacionan los eventos que suceden con las medidas terapéuticas que reciben.

(****) Estudio de cohortes: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas y/o sin seguimiento completo y suficientemente prolongado. Estudio de casos y controles: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas.

(*****) El término *first principles* hace referencia a la adopción de determinada práctica clínica basada en principios fisiopatológicos.

4.- RESULTADOS

4.1.- RESULTADOS DE LAS REVISIONES SISTEMÁTICAS

Se encontraron 3 revisiones sistemáticas ⁴²⁻⁴⁴ que analizasen aspectos de función motora y funcionalidad en personas que hubieran padecido ACV (Tabla II).

4.1.1.- Funcionalidad motora

Se encontró que la RV resultaba más beneficiosa sobre la extremidad superior (ES) que la rehabilitación convencional, mejorando la puntuación de las escalas utilizadas en los diferentes estudios analizados ^{42, 43}.

Henderson et al. ⁴² concluyeron que la RV inmersiva repercutía de forma beneficiosa sobre la ES, y que la no inmersiva presentaba resultados poco concluyentes. Sin embargo, debido a que los datos sobre la RV no inmersiva son de un nivel de evidencia 2b, no podemos extraer que dichos resultados sean concluyentes.

Los resultados sobre la marcha, no son concluyentes con respecto a los beneficios de la RV en la recuperación del paso y función de la marcha ^{43, 44}.

Dos de estas revisiones ^{43, 44} apuntaron la necesidad de realizar más estudios acerca de los parámetros y dosis de aplicación de RV, debido a la escasa evidencia sobre estos aspectos.

4.1.2.- Funcionalidad de AVD

La funcionalidad de las AVD en ES presentó una mejora en las puntuaciones sobre los test de valoración, dentro de los diferentes estudios analizados en las revisiones sistemáticas, tras la intervención de RV ^{42, 43}.

La funcionalidad de la marcha, o influencia de la misma en el desarrollo de las AVD, no se midió en ninguno de las revisiones sistemáticas.

Tabla II. Resultados Revisiones Sistemáticas

Autor	N	Función motora	Funcionalidad AVD	Nivel evidencia
Henderson et al. ⁴²	6 (2 ECA + 1 Caso + 3 EC)	RV inmersiva beneficios en función motora ES. RV no inmersiva resultados poco concluyentes.	RV inmersiva aumento la funcionalidad ES en AVD. RV no inmersiva resultados inconcluyentes sobre ES.	1c
Laver et al. ⁴³	19 (ECA)	RV resulta más efectiva que RH convencional en función motora de la ES. RV no mayor beneficio que RH convencional sobre paso y marcha. No resultados concluyentes sobre su aplicación.	RV mejores resultados en funcionalidad global AVD frente a RH convencional.	1a
Moreira et al. ⁴⁴	20 (ECA)	Todos los estudios mostraron mejoras significativas en paso, velocidad de paso, distancia recorrida y pasos por día tras RV. RV evidencia limitada beneficios sobre la marcha debido a bajo rigor metodológico. Necesario estudiar parámetros aplicación RV para relacionar mejora con reorganización cortical.	X	1a

4.2.- RESULTADOS DE LOS ARTÍCULOS ORIGINALES

En los resultados de las búsquedas de estudios originales, se han encontrado un total de 21 estudios, de los cuáles 13 son estudios controlados aleatorizados (ECA) ^{45, 46, 48, 51-56, 58, 62-64}, 4 son ensayos clínicos (EC) ^{47, 50, 59, 61}, 2 fueron estudios de casos y controles ^{49, 57}, y 2 estudios de cohortes ^{60, 65}.

Se ha realizado un análisis atendiendo al tipo de estudio, número de pacientes que participaron en él y descripción del grupo control (GC), tipo de intervención, función motora, funcionalidad en AVD, y nivel de evidencia, que se puede observar en la Tabla III.

4.2.1.- Mejora de la función motora

Se realizó un análisis cuantitativo de los diferentes resultados obtenidos sobre la función motora (Tabla IV) en los artículos originales, atendiendo a las diferencias producidas entre el grupo de intervención tras la terapia, o en comparación con el grupo control, en el caso de haberlo.

La función motora se midió en 18 ^{46-52, 54-58, 60-65} de los 21 estudios analizados, mediante la utilización de escalas en todos excepto en tres: en uno se ejecutó mediante EMT ⁵¹, en otro mediante un detector de variaciones de la marcha ⁵⁷, y en el último mediante la utilización de un acelerómetro ⁶⁰.

En tres de los EC ^{47, 50, 61} se midió la función motora mediante la FMAS. Ésta manifestó un incremento en su puntuación tras la intervención de RV, siendo todos ellos estadísticamente significativos con $p \leq 0.01$, $p \leq 0.001$ y $p \leq 0.05$ respectivamente.

El resto de estudios ^{46, 48, 49, 51, 52, 54-58, 60, 62-65}, realizaron una comparativa del grupo de intervención con el control. En 13 de ellos ^{48, 49, 51, 52, 55-58, 60, 62-65}, se mostró un mayor incremento en el grupo de RV, de la puntuación de los diferentes test y mediciones de valoración, siendo dicha mejora estadísticamente significativa en todas las ocasiones menos en dos ^{48, 57}.

De los estudios restantes que hicieron comparación del grupo control con el de intervención, en una de las ocasiones ⁴⁶, el grupo control manifestó un incremento mayor en la FMAS que el grupo de intervención, siendo ambas mejoras estadísticamente significativas; mientras que otro de ellos ⁶³, se mostró una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, a favor del grupo de RV, con $p \leq 0.001$.

En el estudio de Kang et al. ⁵⁴, se midió la mejora de la función motora mediante EMT. Se produjo un incremento del PEM en ambos grupos (GI y GC), mostrando una diferencia a favor del GI. De esta forma, se apuntó a que la RV induce reorganización cortical que mejora la función motora.

El estudio de Sin et al. ⁶³, además de realizar una medición de la función motora con la escala FMAS, hizo una medición goniométrica de los principales movimientos de la ES. Se obtuvo un incremento de todos los rangos articulares tras la intervención de RV y RH convencional, siendo este aumento mayor en el grupo de RV. La diferencia fue estadísticamente significativa entre ambos grupos ($p \leq 0.001$), a favor del grupo de RV, en todos los movimientos excepto la extensión de muñeca. La extensión de muñeca mostró valores estadísticamente significativos en comparación con la medición pre-intervención, con $p \leq 0.01$ en ambos grupos.

Tabla III. Resultados de los estudios originales

Autor	Estudio	GI (GC)	Intervención	Función motora	Funcionalidad AVD	Nivel evidencia
Broeren et al. ⁴⁵	ECA single-blind	11 (Sujetos ACV/placebo)	RV semi-inmersiva (12 sesiones/45 min)	X	Incremento 9 % en GI frente CG (BBT). No resultados estadísticos significativos (ABILHAND)	1b
Byl et al. ⁴⁶	ECA single-blind	12 (Sujetos ACV/RH convencional)	RV inmersiva (12 sesiones/90 min)	GC incremento 6 puntos, mayor que 4.5 puntos de GI, ambos estadísticamente significativos (FMAS)	Diferencias estadísticas no significativas pre y postintervención en ambos grupos (SIS)	1b
Colomer et al. ⁴⁷	EC	23	RV inmersiva (36 sesiones)	Incremento 4.3 puntos tras RV ($p \leq 0.01$) (FMAS)	Mejora 1.9 puntos tras RV con $p \leq 0.01$ (WMFT)	1c
Fritz et al. ⁴⁸	ECA single-blind	28 (Sujetos ACV/ no intervención)	RV inmersiva (20 sesiones/50 min-1 h)	2.97 puntos más de mejora GI frente GC. Diferencia estadística no significativa (FMAS)	X	1b
Hijmans et al. ⁴⁹	Casos y controles	10 (Sujetos ACV/RV lado no afecto)	RV inmersiva (8-10 sesiones/45 min)	Mejora 4.2 puntos en GI ($p \leq 0.001$). GC no mejora. Diferencia significativamente estadística entre ambos con $p \leq 0.001$ (FMAS)	No se produjeron mejoras estadísticamente significativas en ningún grupo (WMFT)	3b

Holden et al. ⁵⁰	EC	11	RV no inmersiva (30 sesiones/1 h)	Aumento estadísticamente significativo tras RV con $p \leq 0.001$ (FMAS)	Aumento estadísticamente significativo con ≤ 0.05 (WMFT)	1c
Housman et al. ⁵¹	ECA single-blind	34 (Sujetos ACV/RH convencional)	RV inmersiva (24 sesiones/1 h)	Incremento de 3.3 puntos en GI frente 2.2 GC. Significativos con $p \leq 0.05$ (FMAS)	MAL QOM estadísticamente en GC ($p \leq 0.05$), pero no en GI.	1b
In et al. ⁵²	ECA single-blind	11 (Sujetos ACV/Placebo)	RV inmersiva (20 sesiones/30 min)	GI y GC mejoraron 10.36 y 3.00 puntos respectivamente ($p \leq 0.05$). Diferencias estadísticamente entre ambos con $p \leq 0.05$ (FMAS)	GI mejoró 2.09 puntos y GC 1.14 puntos. Diferencia significativa en GI con $p \leq 0.05$ (BBT)	1b
Jo et al. ⁵³	ECA single-blind	29 (Sujetos ACV/RH convencional)	RV inmersiva (20 sesiones/1 h)+ RH convencional (12 sesiones/30 min)	X	Mejora 8.5 puntos en GI, frente a 2 puntos en GC. Ambos con $p \leq 0.001$ (WMFT)	1b
Kang et al. ⁵⁴	ECA single-blind	18 (Sujetos sanos/RH espejo real)	RV inmersiva (NE))	RV mediante espejo virtual y RH con espejo real incrementa amplitud Potenciales evocados motores (PEM). Más diferencia a favor de GI. Se induce reorganización cortical que mejora función motora.	X	1b

Kim et al. ⁵⁵	ECA single-blind	20 (Sujetos ACV/30 min ejercicio general + estimulación eléctrica tibial anterior)	RV inmersiva (9 sesiones/30 min) + ejercicio general (9 sesiones/30 min) + estimulación tibial anterior (9 sesiones/15 min)	GI mejora 4.9 puntos, frente 1.86 puntos GC. Ambos resultados con $p \leq 0.05$ (MMAS)	1.8 puntos más en GI, y sólo 0.28 en el GC. Ambos no significativos estadísticamente (FIM).	1b
Kiper et al. ⁵⁶	ECA single-blind	40 (Sujetos ACV/RH convencional)	RV inmersiva (20 sesiones/1 h)	GI mejora 9.8 puntos, frente 1.6 puntos GC. Ambos significativos estadísticamente, $p \leq 0.001$ y $p \leq 0.05$ respectivamente (FMAS)	GI aumento 15.3 puntos, GC sólo 4.3 puntos. Ambos $p \leq 0.001$ (FIM)	1b
Kizony et al. ⁵⁷	Casos y controles	12 (Sujetos sanos/no intervención)	RV inmersiva (NE)	GI y GC incremento de velocidad paso y disminución duración zancada, ambos significativos estadísticamente. Cadencia incrementa en GI y GC pero no es significativo.	X	3b
Kwon et al. ⁵⁸	ECA double-blind	13 (Sujetos ACV/RH convencional)	RV inmersiva (20 sesiones/30 min) + RH convencional (20 sesiones/70 min)	GC mejoró 5.47 puntos, frente a 2.41 puntos en GI. Ambos con $p \leq 0.05$ (FMAS)	X	1b

Merians et al. ⁵⁹	EC	12	RV inmersiva (8 sesiones/2-3 h)	X	Mejora de un 22 % en GI, con $p \leq 0.001$ (WMFT)	1c
Neil et al. ⁶⁰	Estudio cohortes	10 (Sujetos sanos/RV)	RV inmersiva (20 sesiones/30 min)	GI y GC mejoraron los valores acelerómetro tras RV ($p \leq 0.05$). Mejores resultados EyeToy frente a Wii.	X	2 ^a
Piron et al. ⁶¹	EC	50	RV inmersiva (20 sesiones/1 h)	Aumento 6.5 puntos, siendo estadísticamente significativa con $p \leq 0.05$ (FMAS)	Mejora 7.1 puntos con $p \leq 0.05$ (FIM)	1c
Piron et al. ⁶²	ECA single-blind	36 (Sujetos ACV/RH convencional)	RV no inmersiva (20 sesiones/1 h)	Mejora 5.1 puntos GI, y 2.2 GC. Ambos con $p \leq 0.05$ (FMAS)	Mejora estadística significativa en GI y GC con $p \leq 0.05$ (ABILHAND)	1b
Sin et al. ⁶³	ECA single-blind	35 (Sujetos ACV/RH convencional)	RH inmersiva (18 sesiones/30 min) + RH convencional (18 sesiones/30 min)	GI 21.66 puntos de mejora, frente a 2.3 puntos GC. Diferencia significativa entre ambos de $p \leq 0.001$ (FMAS) Goniometría incremento rango movilidad tras ambas terapias. Diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en todos los movimientos excepto la extensión de muñeca ($p \leq 0.001$), a favor del GI. La	Aumento 9.56 puntos GI frente 2.2 puntos GC. Diferencia significativa estadísticamente entre ambos con $p \leq 0.001$ (BBT)	1b

				extensión de muñeca, diferencias estadísticamente significativas entre inicio y final con $p \leq 0.01$.		
Subramanian et al. ⁶⁴	ECA double-blind	32 (Sujetos ACV/RH convencional)	RV inmersiva (12 sesiones/45 min)	Diferencias estadísticamente significativas a favor de GI, con mejora mayor que GC. Significativo con $p \leq 0.05$ (FMAS)	Mejores resultados en GI frente GC. Relevancia estadística con $p \leq 0.05$ (WMFT)	1b
Turolla et al. ⁶⁵	Estudio cohortes	263 (Sujetos ACV/RH convencional doble)	RV inmersiva (40 sesiones/1 h) + RH convencional (40 sesiones/1 h)	Mejora 7.2 puntos GI, frente mejora 3.02 en GC. Ambos estadísticamente significativos con $p \leq 0.05$ (FMAS)	Aumento 7.77 puntos en GI, frente a 6.74 puntos de GC. Ambos significativos con $p \leq 0.05$ (FIM)	2a

GI: grupo intervención; **GC:** grupo control; **NE:** No especificado.

Tabla IV. Resultados cuantitativos de la función motora

Autor	Instrumento medida		GI			GC		
			T ₀	T _F	p valor	T ₀	T _F	p valor
Byl et al. ⁴⁶	FMAS		24.1 ± 6.5	28.6 ± 3.5	≤ 0.05	24.6 ± 6.8	30.6 ± 6.9	ES
Colomer et al. ⁴⁷	FMAS		45.7 ± 14.3	50 ± 13.1	≤ 0.01	-	-	-
Fritz et al. ⁴⁸	FMAS		68.5	74.7	NS	65.6	68.8	NS
Hijmans et al. ⁴⁹	FMAS		45.0 ± 16.2	49.2 ± 16.6	≤ 0.001	44.2 ± 17.2	44.0 ± 17.2	≤ 0.001*
Holden et al. ⁵⁰	FMAS		NE	NE	≤ 0.001	-	-	-
Housman et al. ⁵¹	FMAS		21.7 ± 5.9	25.0 ± 2.4	≤ 0.05	18.1 ± 5.0	20.3 ± 2.6	≤ 0.05
In et al. ⁵²	FMAS		49.09 ± 11.53	59.45 ± 7.42	≤ 0.05	46.57 ± 11.89	49.57 ± 12.95	≤ 0.05
Kang et al. ⁵³	EMT		NE	NE	≤ 0.001	NE	NE	≤ 0.001
Kim et al. ⁵⁵	MMAS		29.8 ± 6.4	34.7 ± 6.2	≤ 0.05	31.71 ± 1.88	33.57 ± 1.51	≤ 0.05
Kiper et al. ⁵⁶	FMAS		39.1 ± 17.0	48.9 ± 15.2	≤ 0.001	44.8 ± 17.4	46.4 ± 17.1	≤ 0.05
Kizony et al. ⁵⁷	Detector variación marcha	Velocidad	0.51 ± 0.23	0.74 ± 0.42	≤ 0.001	0.87 ± 0.12	1.26 ± 0.20	≤ 0.001
		Zancada	1.46 ± 0.28	NE	≤ 0.05	1.33 ± 0.18	NE	≤ 0.05
		Cadencia	42.3 ± 7.5	NE	NS	45.9 ± 7.1	NE	NS
Kown et al. ⁵⁸	FMAS		60.31 ± 5.41	62.92 ± 3.45	≤ 0.05	56.38 ± 10.83	61.85 ± 4.54	≤ 0.05
Neil et al. ⁶⁰	Acelerómetro		NE	NE	≤ 0.05	NE	NE	≤ 0.05
Piron et al. ⁶¹	FMAS		44.2 ± 11.3	50.7 ± 10.5	≤ 0.05	-	-	-

Piron et al. ⁶²	FMAS	48.5 ± 7.8	53.6 ± 7.7	≤ 0.05	47.3 ± 4.6	49.5 ± 4.8	≤ 0.05
Sin et al. ⁶³	FMAS	26.06 ± 15.81	47.72 ± 15.34	≤ 0.001*	32.29 ± 20.43	34.59 ± 20.72	≤ 0.001*
	Goniometría						
	Flexión hombro	114.44 ± 34.17	156.11 ± 17.20	≤ 0.001*	102.35 ± 34	122.35 ± 34.37	≤ 0.01
	Extensión hombro	35.56 ± 14.23	51.11 ± 12.78	≤ 0.001*	34.70 ± 18.41	39.41 ± 18.19	≤ 0.01
	Abducción hombro	104.44 ± 31.66	151.67 ± 21.76	≤ 0.001*	95.29 ± 31.84	110.0 ± 36.23	≤ 0.001*
	Flexión codo	90.00 ± 40.15	132.22 ± 24.87	≤ 0.001*	80.59 ± 27.27	95.88 ± 28.08	≤ 0.001*
	Flexión muñeca	32.78 ± 25.62	48.89 ± 34.45	≤ 0.001*	38.82 ± 29.34	47.65 ± 26.58	≤ 0.01
Extensión muñeca	25.00 ± 22.56	37.22 ± 31.59	≤ 0.01	31.18 ± 25.47	38.53 ± 26.85	≤ 0.01	
Subramanian et al. ⁶⁴	FMAS	42.23 ± 11.43	NE	≤ 0.05*	45.13 ± 10.3	NE	≤ 0.05*
Tuolla et al. ⁶⁵	FMAS	32.23 ± 6.13	39.43 ± 7.67	≤ 0.05	32.46 ± 7.8	35.53 ± 7.8	≤ 0.05

GI: grupo intervención; **GC:** grupo control; **T₀:** medición inicial del estudio; **T_F:** medición final del estudio; **ES:** estadísticamente significativo (valor no indicado); **NS:** no significativo estadísticamente (valor no indicado); **NE:** no especificado el valor; **velocidad:** velocidad de paso (m/s); **zancada:** duración zancada (s); **cadencia:** nº de pasos por minuto (pasos/min); * Diferencia estadísticamente significativa comparando grupo intervención y grupo control.

4.2.2.- Mejora de la funcionalidad en las AVD

Se realizó un análisis cuantitativo de los resultados obtenidos en los diferentes estudios sobre la funcionalidad en las AVD (Tabla V), considerando las diferencias pre y postintervención, así como las posibles variaciones entre el grupo de intervención mediante RV y el grupo control.

De los 21 estudios analizados, 16 realizaron una medición de la funcionalidad en las AVD ^{45-47, 49-53, 55, 56, 59, 61-65}. Además, se realizó comparación con un grupo control en 12 de ellos ^{45, 46, 49, 51-53, 55, 56, 62-65}.

La funcionalidad en las AVD se midió con escalas, mostrando un incremento de la funcionalidad en todos los estudios ^{45-47, 49, 50, 53, 55, 56, 59, 61-65} que realizaron intervención con RV, excepto en uno ⁵¹, donde el grupo control obtuvo un valor de mejora estadísticamente significativo frente al grupo de intervención.

En los estudios donde se realizó comparación entre grupo de intervención y grupo control ^{45, 46, 49, 51-53, 55, 56, 62-65}, los resultados fueron estadísticamente significativos en ambos grupos en 6 ocasiones ^{52, 53, 56, 62, 64, 65}, mostrando mayor incremento de las puntuaciones tras la intervención de RV en comparación con el grupo control. Además, en uno de los estudios ⁶³, la mejora fue estadísticamente significativa entre el grupo de intervención y el grupo control, a favor de la intervención.

De los estudios restantes: en uno ⁵¹, se refirieron resultados estadísticamente significativos con $p \leq 0.05$, a favor del grupo de rehabilitación convencional, pero no en la intervención mediante RV; en el resto de estudios ^{45, 46, 49, 55}, no se produjeron mejoras estadísticamente significativas en ninguno de los grupos, aunque en dos de ellos si hubo un aumento de las puntuaciones obtenidas al inicio y al final, más notable en el grupo de intervención.

Tabla V. Análisis cuantitativo de la funcionalidad en AVD

Autor	Test	GI			GC		
		T ₀	T _F	p valor	T ₀	T _F	p valor
Broeren et al. ⁴⁵	BBT	37.5 ± 4.6	40.3 ± 16.5	ES	40.2 ± 17.2	40.6 ± 16.0	NS
	ABILHAND	-0.18 log ± 0.27	-0.17 log ± 0.13	NS	-0.2 log ± 0.16	-0.16 log ± 0.20	NS
Byl et al. ⁴⁶	SIS	136.1 ± 26.3	137.0 ± 29.8	NS	116.3 ± 30.5	122.8 ± 26.7	NS
Colomer et al. ⁴⁷	WMFT	44.0 ± 15.5	45.9 ± 15.3	≤ 0.01	-	-	-
Hijmans et al. ⁴⁹	WMFT	31.5 ± 50.9	30.5 ± 51.2	NS	32.7 ± 50.4	32.4 ± 50.6	NS
Holden et al. ⁵⁰	WMFT	NE	NE	≤ 0.05	-	-	-
Housman et al. ⁵¹	MAL QOM	0.6 ± 0.4	0.8 ± 0.4	NS	0.3 ± 0.3	0.5 ± 0.3	≤ 0.05
In et al. ⁵²	BBT	14.82 ± 9.48	16.91 ± 9.76	≤ 0.05	15.14 ± 9.92	16.29 ± 10.55	NS
Jo et al. ⁵³	WMFT	26.8 ± 12.4	35.3 ± 11.9	≤ 0.001	26.0 ± 5.1	28.0 ± 5.3	≤ 0.001
Kim et al. ⁵⁵	FIM	101.5 ± 13.64	103.3 ± 4.32	NS	101.0 ± 7.89	101.28 ± 8.11	NS
Kiper et al. ⁵⁶	FIM	90.7 ± 24.3	106.0 ± 19.8	≤ 0.001	98.6 ± 20.9	102.9 ± 18.2	≤ 0.001
Merians et al. ⁵⁹	WMFT	NE	NE	≤ 0.001	-	-	-
Piron et al. ⁶¹	FIM	111.5 ± 16.1	118.6 ± 9.4	≤ 0.05	-	-	-
Piron et al. ⁶²	ABILHAND	NE	NE	≤ 0.05	NE	NE	≤ 0.05
Sin et al. ⁶³	BBT	11.11 ± 11.12	20.67 ± 14.38	≤ 0.001*	13.59 ± 9.94	16.29 ± 11.70	≤ 0.01
Subramanian et al. ⁶⁴	WMFT	2.83 ± 0.9	NE	≤ 0.05*	3.00 ± 0.83	NE	≤ 0.05*

Turolla et al. ⁶⁵	FIM	100.03 ± 20.9	107.8 ± 16.8	≤ 0.05	92.23 ± 21	98.97 ± 19.13	≤ 0.05
------------------------------	-----	---------------	--------------	--------	------------	---------------	--------

GI: grupo intervención; **GC:** grupo control; **T₀:** medición inicial del estudio; **T_F:** medición final del estudio; **ES:** estadísticamente significativo (valor no indicado); **NS:** no significativo estadísticamente (valor no indicado); **NE:** no especificado el valor; * Diferencia estadísticamente significativa comparando grupo intervención y grupo control.

4.3. RESULTADOS SOBRE LOS NIVELES DE EVIDENCIA

Se han obtenido estudios con un alto nivel de evidencia, donde la mayoría se encuentran entre los niveles de evidencia 1a, 1b y 1c ⁴¹, se puede observar la proporción en la Ilustración 2.

Los niveles de evidencia según cada estudio se encuentran especificados en las Tabla II y Tabla III.

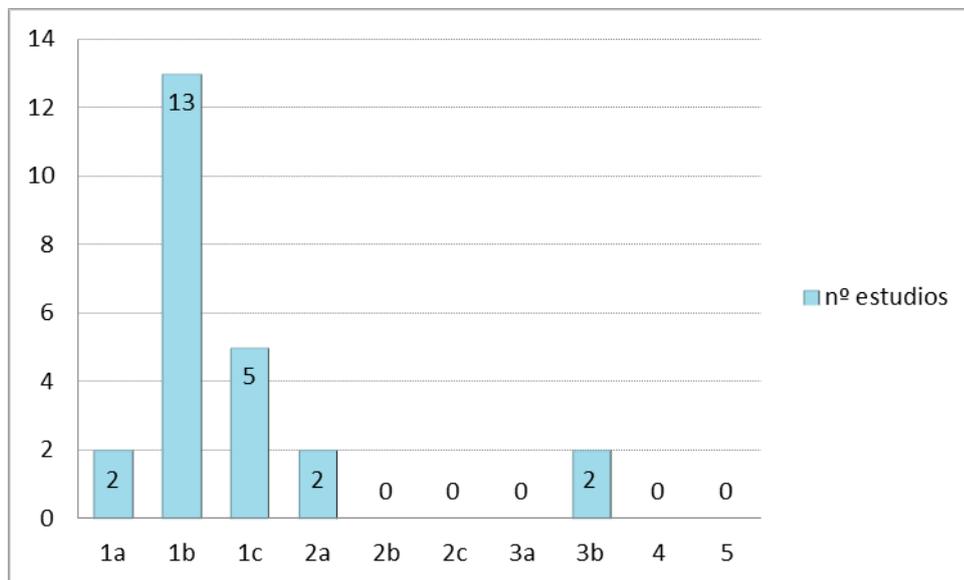


Ilustración 2. Niveles de evidencia

5.- DISCUSIÓN

Los resultados de los estudios analizados manifestaron efectos beneficiosos en la funcionalidad motora tras la RV. Se mostraron mayores mejoras en los grupos de intervención, que fueron estadísticamente significativas en la mayoría de los casos ^{46, 47, 49-52, 54-56, 58, 60-65}. Además, en el estudio de Kang et al.⁵⁴, cuya valoración de la función motora se realizó mediante EMT, obtuvo cambios neurofisiológicos que apuntan que la reorganización cortical se produce tras la intervención mediante realidad virtual.

Con respecto a la funcionalidad en AVD, los resultados muestran mejoras estadísticamente significativas en los grupos de intervención ^{47, 50, 52, 53, 56, 59, 61, 62, 64}. También existen estudios que no refieren estas mejoras como significativas ^{45, 46, 49, 55}, o que incluso apuntan un mejor resultado en el grupo control ⁵¹. Aunque la mayoría de estudios obtuvieron resultados estadísticamente significativos a favor de la intervención de RV, se puede observar que existe falta de homogeneidad en los resultados de los diferentes estudios.

Los resultados de las revisiones sistemáticas ⁴²⁻⁴⁴ presentan similitudes con respecto a los mostrados por los diferentes artículos originales ⁴⁵⁻⁶⁵. Éstos también evidenciaron mejora en la función motora y funcionalidad en las AVD, principalmente del miembro superior. Los resultados obtenidos en las mismas con respecto a la marcha, no fueron concluyentes debido a la baja rigurosidad metodológica de los trabajos existentes sobre ésta ⁴⁴.

En los estudios originales también se manifestó mejora de los parámetros, en cuanto a función motora y AVD de la extremidad superior, mientras que en la marcha no presentó resultados concluyentes. Se realizaron estudios sobre la extremidad superior en su mayoría, y por tanto, los resultados sobre la marcha son escasos. Sólo se analizó en dos

ocasiones específicamente ^{55, 57}, produciéndose un incremento estadísticamente significativo de los valores medidos en la MMAS en uno de ellos ⁵⁵, y de la velocidad de paso y disminución de la duración de la zancada en el otro ⁵⁷ (Tabla IV). Debido al bajo número de estudios, no podemos corroborar que existan beneficios de la RV sobre los parámetros de la marcha, aunque hay indicios de mejora tras la intervención de RV.

En la mayoría de estudios que se comparó el grupo de intervención con el grupo control, éste último fue activo, ya que recibió intervención mediante rehabilitación convencional ^{46, 51, 53, 55, 56, 58, 62-65}. Es razonable observar que también se produce incremento de los valores medidos en el grupo control, ya que la intervención proporcionada también estaba encaminada a la mejora de la funcionalidad motora. Además, cabe destacar la utilización de sujetos con la misma patología en todos los estudios menos tres ^{54, 57, 60} (donde se realizó en sujetos sanos), lo que hace más fácilmente comparables las diferencias entre las intervenciones.

Los diferentes estudios mostraron uniformidad en cuanto al tipo de intervención. Existe una tendencia a la aplicación de RV inmersiva, ya que se aplicó así en todas las ocasiones excepto dos ^{50, 62}. A pesar de esta diferencia, los estudios que ejecutaron la aplicación de forma no inmersiva, obtuvieron resultados estadísticamente significativos en función motora y funcionalidad en las AVD, al igual que en el caso de los de RV inmersiva. En comparación con los resultados de Henderson et al.⁴², donde se había comparado los efectos de ambos tipos, existen discrepancias con respecto a los resultados de la RV no inmersiva, ya que en su revisión sistemática se mostraban como inconcluyentes, mientras que coinciden los de la inmersiva, que se presentaban como beneficiosos en cuanto a la funcionalidad motora.

La aplicación inmersiva primó sobre la no inmersiva, debido a que principalmente se realizaron intervenciones sobre la extremidad superior de los pacientes con ACV. Debido a esto, se incluyeron dispositivos

hápticos y exoesqueletos en combinación con RV, suponiendo un incremento de estímulos táctiles y visuales, que se ven favorecidos por el entorno inmersivo.

Los estudios realizaron aplicaciones mediante un programa de intervención de varias sesiones ^{45-53, 55, 56, 58-65} (dos de ellos no especificaron el período de aplicación ^{54, 57}), por lo que se debe esperar un efecto acumulativo de los resultados de la intervención, de forma que los resultados finales se ven favorecidos por la repetición de las sesiones en ese período de tiempo. Sin embargo, no podemos estimar la existencia de cambios tras una única intervención de RV, ya que no se han encontrado estudios que valoren los resultados de una sesión de forma independiente.

No se encontró uniformidad en los criterios de aplicación de RV. Si bien existe una tendencia a la RV inmersiva y programas de varias sesiones, el tiempo de aplicación por sesión y el número de sesiones de las que constan los programas, no son iguales ni uniformes en los estudios analizados. Teniendo en cuenta esto, deberían de estudiarse los efectos sobre las diferentes variantes de RV, en cuanto a tiempo de intervención, periodicidad de las sesiones, número total de las mismas, etc., para así poder estimar un método de aplicación de ésta de forma controlada y precisa, ya que dichos parámetros pueden influir en los resultados obtenidos.

Se han de tener en cuenta las limitaciones de esta revisión sistemática al realizar la interpretación de los resultados. Dentro de éstas encontramos:

- Existe poca evidencia que analice los efectos neurofisiológicos que se producen a nivel cerebral tras el entrenamiento con RV, ya que sólo un estudio ⁵⁴ midió con pruebas de diagnóstico neurofisiológico como puede ser la EMT.

- La mayoría de trabajos interpretaron sus resultados en base a escalas de valoración de la función motora o funcionalidad de las AVD. Aunque estos resultados no dejan de ser válidos y fácilmente comparables, se encuentran limitados debido a que su interpretación y evaluación es dependiente de la experiencia y percepción subjetiva del sujeto, y además, se puede producir influencia del evaluador en las respuestas que den los participante, ya que la empatía, el tono de voz, las expresiones faciales, etc., influyen en los resultados obtenidos en las mismas.
- La variabilidad de escalas/test utilizados para valorar la funcionalidad en las AVD, dificulta la comparación entre los estudios, debido a la ausencia de uniformidad en la forma de evaluación de las mismas.
- El número de sujetos evaluados en la mayoría de los estudios es bajo, ya que se trata de una técnica novedosa que se encuentra en fase experimental. Sin embargo, el hecho de que la intervención se realice sobre pocos sujetos, y la medición sea mediante escalas, cuestiona la representatividad de los resultados obtenidos, y la facilidad de extrapolación de los mismos a otros grupos de intervención.

6.- CONCLUSIONES

1. Existe fuerte evidencia de que la RV produce efectos beneficiosos sobre la funcionalidad motora de la extremidad superior, que se ve representada por un incremento de los valores obtenidos en los diferentes test y escalas de medición, así como en las pruebas biomecánicas (goniometría y acelerometría) y neurofisiológicas realizadas. Dicha mejora es susceptible de producirse por la reorganización cortical a nivel cerebral, pero son necesarios más estudios que valoren los cambios neurofisiológicos cerebrales.
2. Los resultados sobre la funcionalidad en las AVD tras la RV no son concluyentes debido a la ausencia de homogeneidad en las mediciones de los diferentes estudios. No obstante, existe una tendencia a la mejora de la misma tras su aplicación.
3. No se puede concluir que la RV tenga efectos beneficiosos sobre la marcha, debido a la poca evidencia que existe sobre aplicación en ella.
4. Se ha de tener en consideración la realización de más estudios sobre los efectos neurofisiológicos y biomecánicos que se producen tras la aplicación de RV, así como de los parámetros de intervención (tipo de aplicación, tiempo de sesión, periodicidad, etc.) y sus diferentes efectos, para así poder determinar la idoneidad de la aplicación de RV.

7.- BIBLIOGRAFÍA

1. Matías-Guiu J, Villoria F, Oliva J, Viñas S, Martí JC et al. Estrategia en Ictus del Sistema Nacional de Salud. Madrid: Ministerio de Sanidad y Política Social; 2009.
2. Arias A. Rehabilitation of the stroke: evaluation, prognosis and treatment. *Galicia Clin*, 2009; 70 (3): 25-40.
3. Carod-Artal FJ. Neurorehabilitación y aprendizaje motor en el ictus. *Kranion*, 2011; 8:53-9.
4. Saposnik G, Levin M, et al. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke*, 2011; 42:1380-6.
5. Peñasco-Martín B, de los Reyes-Guzmán A, Gil-agudo A, Bernal-Sahún A, Pérez-Aguilar B, de la Peña-González AI. Aplicación de la RV en los aspectos motores de la neurorehabilitación. *Rev Neurol*, 2010; 51 (8): 481-8.
6. Bayón M, Martínez J. Virtual reality-based stroke rehabilitation [Spanish]. *Rehabilitacion*. 2010;44(3):256-60.
7. Baus O, Bouchard S. Moving from virtual reality exposure-based therapy to augmented reality exposure-based therapy: a review. *Front Human Neurosci*, 2014; 8: 1-15.
8. Sherman W, Craig A. *Understanding Virtual Reality: interface, application, and design*. 1ª Ed. United States: Morgan Kaufmann Publishers; 2003.

9. Hua H, Javidi B. A 3D integral imaging optical see-through head-mounted display. *Optics Express*, 2014; 11 (22): 13484-91.
10. Vastfjall D. The subjective sense of presence, emotion recognition, and experienced emotions in auditory virtual environments. *Cyberpsychol Behav*. 2003;6(2):181-8.
11. Genoy JW, Rodríguez LF, Salinas SA. Interfaz háptica de cuatro grados de libertad para aplicaciones quirúrgicas. *Rev Ingen Biomed*, 2011; 9 (5): 35-42.
12. Yamanaka T, Yoshikawa K, Nakamoto T. Improvement of odor-recorder capability for dynamical change of odor. *Sensors*, 2003; 1: 590-5.
13. Maeda T, Ando H, Sugimoto M. Virtual acceleration with galvanic vestibular stimulation in a virtual reality environment. In: Frohlich B, Julier S, Takemura H, editors. *IEEE Virtual Reality 2005, Conference Proceedings*. New York: IEEE; 2005. P. 289-90.
14. Kamphuis C, Barzom E, Schijven M, Christoph N. Augmented reality in medical education?. *Perspect Med Educ*, 2014 (January 2014). [Acceso en: Junio 2014]. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40037-013-0107-7>.
15. Creagh H. CAVE Automatic Virtual Environment. *IEEE Proceedings*, 2003: 499-504.
16. Cameirao MS, Bermúdez i Badia S, Duarte E, Verschure PMFJ. The rehabilitation gaming system: a review. *Stud health technol informatics*. 2009;145:65-83.

17. Faralli A, Bigoni M, Mauro A, Rossi F, Carulli D. Noninvasive strategies to promote Functional recovery after stroke. *Neural Plastic*, 2013; 1-16.
18. Birgitta B. Multisensory stimulation in stroke rehabilitation. *Front human neurosci*, 2012; 60 (6): 1-11.
19. Escobar MI, Pimienta HJ. Sistema nervioso. 2ª Ed. Colombia: Programa Editorial Universidad del Valle; 2006.
20. Organización Mundial de la Salud. Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF). Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales; 2001.
21. Van der Lee JH, Beckerman H, Lankhorst GJ, Bouter LM. The responsiveness of the action Research arm test and the Fugl-Meyer Assessment Scale in chronic stroke patients. *J Rehab Med*, 2001; 33: 110-3.
22. Page SJ, Levine P, Hade E. Psychometric properties and administration of the wrist/hand subscales of the Fugl-Meyer Assessment in minimally-impaired upper extremity hemiparesis in stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 2012; 93 (12): 2373-76.
23. Loewen SC, Anderson BA. Predictors of stroke outcome using objective measurement scales. *Stroke*, 1990; 21: 78-81.
24. Loewen SC, Anderson BA. Reliability of the modified motor assessment Scale and the Barthel Index. *Stroke*, 1988; 68: 1077-1081.
25. Glenny C, Stolee P. Comparing the Functional Independence Measure and the interRAI/MDS for use in the Functional

assessment of older adults: a review of the literatura. BMC Geriatrics, 2009; 9:52.

26. Wolf SL, Catlin PA, Ellis M, Archer AL, Morgan B, Piacentino A. Assessing Wolf Motor Function Test as outcome measure for reasearch in patients after stroke. Stroke, 2011; 32: 1635-39.
27. Wolf SL, Thompson PA, Morris DM, Rose DK, Winstein J, Taub E, Giuliani C, Pearson SL. The EXCITE Trial: Attributes of the Wolf Motor Function Test in patients with subacute stroke. Neurorehabil Neural Repair, 2005; 19 (3): 194-207.
28. Uswatte G, Taub E, Morris D, Vignolo M, McCulloch K. Reliability and validity of the upper-extremity motor activity Log-14 for measuring real-world arm use. Stroke, 2005; 36: 2493-96.
29. Penta M, Thonnard JL, Tesio L. ABILHAND: A rasch-built measure of manual ability. Arch Phys Med Rehabil, 1998; 78: 1038-42.
30. Penta m, Tesio L, Arnould C, Zancan A, Thonnard JL. The ABILHAND Questionnaire as a Measure of Manual Ability in Chronic Stroke Patients: Rasch-Based validation and relationship to upper limb impairment. Stroke, 2001; 32: 1627-34.
31. Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, Weber K. Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. Amer J Occupat Ther, 1985; 39 (6): 386-91.
32. Lai SM, Studenski S, Duncan PW, Perera S. Persisting consequences of stroke measured by stroke impact scale. Stroke, 2002; 33: 1840-4.
33. Gil Chang V. Fundamentos de medicina y rehabilitación. Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica; 2006.
34. Pérez P, Llana S. Instrumentation in sports biomechanics. J Hum Sport Exerc, 2007; 11 (2): 26-41.

35. Pascual-Leone A, Tormos-Muñoz JM. Estimulación magnética transcraneal: fundamentos y potencial de la modulación de redes neurales específicas. *Rev Neurol*, 2008; 46 (1): S3-S10.
36. Borrego CJ, Lara S, Trujillo M, Barraza P. Potenciales evocados: evaluación no invasiva de la vía motora en sujetos normales y en pacientes con enfermedades neurológicas. *Acta Med Colomb*, 1992; 17 (2): 86-93.
37. Sánchez E, Carrasco C, Gómez A, Martínez AE, Ródenas E, Marín A. Protocol nursing strandard of care in a neurophysiology clinical service. *Enfermería Global*, 2006; 8: 1-26.
38. Nuwer M. Assessment of digital EEG, quantitative EEG, and EEG brain mapping: report of the American Academy of Neurology and the American Clinical Neurophysiology Society. *Neurology*, 1997; 49: 277-292.
39. Cardinali. *Neurociencia aplicada: sus fundamentos*. 1ª Ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana; 2007.
40. Friston KJ, Fletcher P, Josephs O, Rugg MD, Turner R. Event-related fMRI: Characterizing differential Responses. *Neuroimage*, 1998; 7: 30-40.
41. Oxford Centre for Evidence-based Medicine (CEBM). Centre for Evidence Based Medicine – Levels of Evidence (March 2009). [Acceso en: Mayo 2014]. Disponible en: <http://www.cebm.net/index.aspx?o=1025>
42. Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Grand rounds. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its

effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehab.* 2007; 14(2):52-61.

43. 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.
44. Moreira MC, De Amorim Lima AM, Ferraz KM, Benedetti Rodrigues MA. Use of virtual reality in gait recovery among post stroke patients-a systematic literature review. *Disabil Rehabil.* 2013;8(5):357-62.
45. Broeren J, Claesson L, Goude D, Rydmark M, Sunnerhagen KS. Virtual rehabilitation in an activity centre for community-dwelling persons with stroke: The possibilities of 3-dimensional computer games. *Cerebrovasc Dis.* 2008;26(3):289-96.
46. Byl NN, Abrams GM, Pitsch E, Fedulow I, Kim H, Simkins M, et al. Chronic stroke survivors achieve comparable outcomes following virtual task specific repetitive training guided by a wearable robotic orthosis (UL-EXO7) and actual task specific repetitive training guided by a physical therapist. *J Hand Ther.* 2013;26(4):343-51.
47. Colomer C, Baldovi A, Torrrome S, Navarro MD, Moliner B, Ferri J, et al. Efficacy of Armeo (R) Spring during the chronic phase of stroke. Study in mild to moderate cases of hemiparesis. *Neurologia.* 2013;28(5):261-7.
48. Fritz SL, Peters DM, Merlo AM, Donley J. Active Video-Gaming Effects on Balance and Mobility in Individuals with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Top Stroke Rehabil.* 2013;20(3):218-25.

49. Hijmans JM, Hale LA, Satherley JA, McMillan NJ, King MJ. Bilateral upper-limb rehabilitation after stroke using a movement-based game controller. *J Rehabil Res Dev*. 2011;48(8):1005-13.
50. Holden MK, Dyar TA, Dayan-Cimadoro L. Telerehabilitation using a virtual environment improves upper extremity function in patients with stroke. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2007;15(1):36-42.
51. Housman SJ, Scott KM, Reinkensmeyer DJ. A randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(5):505-14.
52. 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.
53. 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):1205-8.
54. Kang YJ, Park HK, Kim HJ, Lim T, Ku J, Cho S, et al. Upper extremity rehabilitation of stroke: Facilitation of corticospinal excitability using virtual mirror paradigm. *J NeuroEngineer Rehabil*. 2012;9(1).
55. Kim EK, Kang JH, Park JS, Jung BH. Clinical Feasibility of Interactive Commercial Nintendo Gaming for Chronic Stroke Rehabilitation. *J Phys Ther Sci*. 2012;24(9):901-3.
56. Kiper P, Piron L, Turolla A, Stozek J, Tonin P. The effectiveness of reinforced feedback in virtual environment in the first 12 months after stroke. *Neurol Neurochir Pol*. 2011;45(5):436-44.

57. Kizony R, Levin MF, Hughey L, Perez C, Fung J. Cognitive load and dual-task performance during locomotion poststroke: A feasibility study using a functional virtual environment. *Phys Ther.* 2010;90(2):252-60.
58. Kwon J-S, Park M-J, Yoon I-J, Park S-H. 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.
59. Merians AS, Fluet GG, Qiu Q, Saleh S, Lafond I, Davidow A, et al. Robotically facilitated virtual rehabilitation of arm transport integrated with finger movement in persons with hemiparesis. *J neuroengineer rehabil.* 2011;8:27.
60. Neil A, Ens S, Pelletier R, Jarus T, Rand D. Sony PlayStation EyeToy elicits higher levels of movement than the Nintendo Wii: Implications for stroke rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013;49(1):13-21.
61. Piron L, Tonin P, Piccione F, Iaia V, Trivello E, Dam M. Virtual environment training therapy for arm motor rehabilitation. *Presence.* 2005;14(6):732-40.
62. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi C, Cortese F, Zampolini M, et al. Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach. *J Rehabil Med.* 2009;41(12):1016-20.
63. Sin H, Lee G. Additional Virtual Reality Training Using Xbox Kinect in Stroke Survivors with Hemiplegia. *American J Phys Med Rehabil.* 2013;92(10):871-80.
64. Subramanian SK, Lourenco 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.

65. 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.



FACULTADE DE CIENCIAS DE SAÚDE

MESTRADO EN ASISTENCIA E INVESTIGACIÓN SANITARIA

TRABALLO DE FIN DE MESTRADO

**Protocolos de realidade virtual en el accidente
cerebrovascular: revisión de los efectos en la
funcionalidad del sistema motor humano**

ANEXOS

ANEXO I: Estrategias de búsqueda

Las estrategias de búsqueda presentadas a continuación, son las utilizadas en las diferentes bases de datos.

Bases de datos bibliográficas de revisiones sistemáticas

Biblioteca Cochrane Plus

La estrategia de búsqueda realizada ha sido la siguiente:

<i>Estrategia de búsqueda</i>	("CVA" OR "STROKE") AND "virtual reality"
<i>Resultados</i>	1

Medline

La estrategia de búsqueda realizada en la base de datos Medline ha sido la siguiente:

<i>Estrategia de búsqueda</i>	("Stroke"[Mesh]) AND "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh]
<i>Límites</i>	Tipo de estudio: revisión sistemática Población: Adults
<i>Resultados</i>	0

Bases de datos bibliográficas de estudios originales

Las estrategias utilizadas en las bases de datos de artículos originales han sido:

Medline

<i>Estrategia de búsqueda</i>	("Stroke"[Mesh]) AND "Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh] AND MOTOR*
<i>Límites</i>	Publicaciones últimos 10 años Población: Adults Idiomas: Español, inglés y portugués
<i>Resultados</i>	5

Cinahl

<i>Estrategia de búsqueda</i>	(stroke* OR CVA OR "cerebro vascular accident") AND ("virtual reality") AND MOTOR*
<i>Límites</i>	Publicaciones últimos 10 años Idiomas: Español, inglés y portugués
<i>Resultados</i>	45

ISI Web of Knowledge

Estrategia de búsqueda	(stroke* OR CVA OR "cerebro vascular accident") AND ("virtual reality") AND MOTOR*
Límites	Publicaciones últimos 10 años Tipo estudio: artículo, revisión y ensayo clínico Idiomas: Español, inglés y portugués
Resultados	210

Scopus

Estrategia de búsqueda	(stroke OR CVA OR "cerebro vascular accident") AND ("virtual reality") AND MOTOR*
Límites	Publicaciones últimos 10 años Tipo estudio: artículos, revisiones y "short survey" Idiomas: Español e inglés Fuente publicación: journals
Resultados	168

ANEXO II: Resultados totales de las búsquedas realizadas

Referencia bibliográfica	Inclusión	Criterio exclusión
1. Aburub AS, Lamontagne A. Altered steering strategies for goal-directed locomotion in stroke. <i>J NeuroEngineer Rehab.</i> 2013;10(1).	No	No temática
2. Acosta AM, Dewald HA, Dewald JPA. Pilot study to test effectiveness of video game on reaching performance in stroke. <i>J Rehab Res Develop.</i> 2011;48(4):431-44.	No	Estudio Piloto
3. Adamovich SV, August K, Merians A, Tunik E. A virtual reality-based system integrated with fmri to study neural mechanisms of action observation-execution: A proof of concept study. <i>Restor Neurol Neurosci.</i> 2009;27(3):209-23.	No	Sujetos sanos
4. Adamovich SV, Fluet GG, Mathai A, Qiu Q, Lewis J, Merians AS. Design of a complex virtual reality simulation to train finger motion for persons with hemiparesis: a proof of concept study. <i>J Neuroeng Rehabil.</i> 2009. p. 28.	No	Intervención 4 sujetos
5. Adamovich S, Fluet GG, Merians AS, Mathai A, Qiu Q. Recovery of hand function in virtual reality: Training hemiparetic hand and arm together or separately. <i>Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference.</i> 2008;2008:3475-8.	No	Comunicación
6. Adamovich SV, Fluet GG, Merians AS, Mathai A, Qiu Q. Incorporating Haptic Effects Into Three-Dimensional Virtual Environments to Train the Hemiparetic Upper Extremity. <i>Ieee Trans Neural Systems Rehab Engineer.</i> 2009;17(5):512-20.	No	Test sistema robótico con entorno en RV
7. Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. Sensorimotor training in virtual reality: A review. <i>Neurorehabilitation.</i> 2009;25(1):29-44.	No	Genérico

8. Akinwuntan AE, Wachtel J, Rosen PN. Driving Simulation for Evaluation and Rehabilitation of Driving After Stroke. <i>J Stroke Cerebrovasc Dis.</i> 2012;21(6):478-86.	No	Valoración utilización simulación para conducir tras ACV
9. Alamri A. Towards a Framework for Post-Stroke Interactive and Entertaining Rehabilitation with Reactive Objects: University of Ottawa (Canada); 2010.	No	No temática
10. Albert SJ, Kesselring J. Neurorehabilitation of stroke. <i>J Neurol.</i> 2012;259(5):817-32.	No	Genérico
11. Albiol-Perez S, Gil-Gomez J-A, Llorens R, Alcaniz M, Colomer Font C. The Role of Virtual Motor Rehabilitation: A Quantitative Analysis Between Acute and Chronic Patients With Acquired Brain Injury. <i>IEEE J Biomed Health Informat.</i> 2014;18(1):391-8.	No	Intervención 5 sujetos
12. Aloise F, Schettini F, Aricò P, Salinari S, Guger C, Rinsma J, et al. Asynchronous P300-based brain-computer interface to control a virtual environment: Initial tests on end users. <i>Clinical EEG and Neuroscience.</i> 2011;42(4):219-24.	No	No temática
13. Arya KN, Pandian S, Verma R, Garg RK. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: A review. <i>J Bodywork Mov Ther.</i> 2011;15(4):528-37.	No	No temática
14. August K, Lewis JA, Chandar G, Merians A, Biswal B, Adamovich S. fMRI analysis of neural mechanisms underlying rehabilitation in virtual reality: activating secondary motor areas. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. 2006;1:3692-5.	No	Comunicación
15. Bagce HF, Saleh S, Adamovich SV, Tunik E. Visuomotor gain distortion alters online motor performance and enhances primary motor cortex excitability in patients with stroke. <i>Neuromodulation.</i> 2012;15(4):361-6.	No	No temática

16. Bagce HF, Saleh S, Adamovich SV, Krakauer JW, Tunik E. Corticospinal excitability is enhanced after visuomotor adaptation and depends on learning rather than performance or error. <i>J Neurophysiol.</i> 2013;109(4):1097-106.	No	No temática
17. Ballester BR, Badia SB, Verschure PFMJ. Including social interaction in stroke VR-based motor rehabilitation enhances performance: A pilot study. <i>Presence: Teleoperators and Virtual Environments.</i> 2013;22(1):490-501.	No	Estudio Piloto
18. Bao X, Mao YR, Lin Q, Qiu YH, Chen SZ, Li L, et al. Mechanism of Kinect-based virtual reality training for motor functional recovery of upper limbs after subacute stroke. <i>Neural Regeneration Res.</i> 2013;8(31):2904-13.	No	Intervención 5 sujetos
19. Baram Y. Virtual sensory feedback for gait improvement in neurological patients. <i>Front Neural Circuits.</i> 2013; 4:138.	No	No temática
20. Barrett AM, Buxbaum LJ, Coslett HB, Edwards E, Heilman KM, Hillis AE, et al. Cognitive rehabilitation interventions for neglect and related disorders: Moving from bench to bedside in stroke patients. <i>J Cognitive Neurosci.</i> 2006;18(7):1223-36.	No	No temática
21. Bayón M, Martínez J. Virtual reality-based stroke rehabilitation [Spanish]. <i>Rehabilitacion.</i> 2010;44(3):256-60.	No	Revisión bibliográfica
22. Béné R, Beck N, Vajda B, Popović S, Čosić K, Demarin V. Interface providers in stroke neurorehabilitation. <i>Periodicum Biologorum.</i> 2012;114(3):403-7.	No	No temática
23. Bergmann J, Krewer C, Muller F, Koenig A, Riener R. Virtual Reality to control active participation in a subacute stroke patient during robot-assisted gait training. <i>IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics: [proceedings].</i> 2011; 2011:5975407.	No	Comunicación

24. Bermúdez I Badia S, García Morgade A, Samaha H, Verschure PFMJ. Using a hybrid brain computer interface and virtual reality system to monitor and promote cortical reorganization through motor activity and motor imagery training. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2013;21(2):174-81.	No	Intervención sujetos sanos
25. Betker AL, Szturm T, Moussavi ZK, Nett C. Video game-based exercises for balance rehabilitation: A single-subject design. Arch Phys Med Rehab. 2006;87(8):1141-9.	No	Estudio sobre equilibrio en un ACV
26. Bishop L, Stein J. Three upper limb robotic devices for stroke rehabilitation: A review and clinical perspective. NeuroRehabilitation. 2013;33(1):3-11.	No	No temática
27. Blanton S, Wilsey H, Wolf SL. Constraint-induced movement therapy in stroke rehabilitation: Perspectives on future clinical applications. Neurorehabilitation. 2008;23(1):15-28.	No	No temática
28. Bloch F, Rigaud AS, Kemoun G. Virtual Reality Exposure Therapy in posttraumatic stress disorder: A brief review to open new opportunities for post-fall syndrome in elderly subjects. Eur Geriatr Medic. 2013;4(6):427-30.	No	No temática
29. Bondoc S, Powers C, Herz N, Hermann V. Virtual reality-based rehabilitation. OT Pract. 2010;15(11):CE-1-CE-8, 2p.	No	Genérico
30. Boos A, Qiu Q, Fluet GG, Adamovich SV. Haptically facilitated bimanual training combined with augmented visual feedback in moderate to severe hemiplegia. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. 2011;2011:3111-4.	No	Comunicación
31. Bowler M, Amirabdollahian F, Dautenhahn K. Using an embedded reality approach to improve test reliability for NHPT tasks. IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics: [proceedings]. 2011;2011:5975343-.	No	Comunicación

32. Brainin M, Zorowitz RD. Advances in stroke: Recovery and rehabilitation. Stroke. 2013;44(2):311-3.	No	Genérico
33. Brewer BR, McDowell SK, Worthen-Chaudhari LC. Poststroke upper extremity rehabilitation: A review of robotic systems and clinical results. Top Stroke Rehab. 2007;14(6):22-44.	No	No temática
34. Brochard S, Robertson J, Médée B, Rémy-Néris O. What's new in new technologies for upper extremity rehabilitation? Curr Opin Neurol. 2010;23(6):683-7.	No	No temática
35. Broeren J, Claesson L, Goude D, Rydmark M, Sunnerhagen KS. Virtual rehabilitation in an activity centre for community-dwelling persons with stroke: The possibilities of 3-dimensional computer games. Cerebrovasc Dis. 2008;26(3):289-96.	Si	
36. Broeren J, Rydmark M, Björkdahl A, Sunnerhagen KS. Assessment and training in a 3-dimensional virtual environment with haptics: A report on 5 cases of motor rehabilitation in the chronic stage after stroke. Neurorehab Neural Repair. 2007;21(2):180-9.	No	Serie de casos
37. Broeren J, Rydmark M, Sunnerhagen KS. Virtual reality and haptics as a training device for movement rehabilitation after stroke: A single-case study. Arch Phys Med Rehab. 2004;85(8):1247-50.	No	Serie de casos
38. Broeren J, Samuelsson H, Stibrant-Sunnerhagen K, Blomstrand C, Rydmark M. Neglect assessment as an application of virtual reality. Acta Neurol Scand. 2007;116(3):157-63.	No	No temática
39. Broeren J, Sunnerhagen KS, Rydmark M. A kinematic analysis of a haptic handheld stylus in a virtual environment: a study in healthy subjects. Jf Neuroengineer Rehab. 2007;4.	No	Sujetos sanos
40. Burdea GC, Cioi D, Martin J, Fensterheim D, Holenski M. The rutgers arm II rehabilitation system-A feasibility study. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2010;18(5):505-14	No	No temática

41. Burdea G, Cioi D, Martin J, Rabin B, Kale A, DiSanto P. Motor retraining in virtual reality: a feasibility study for upper-extremity rehabilitation in individuals with chronic stroke. <i>J Phys Ther Educ.</i> 2011;25(1):20-9.	No	Intervención 4 sujetos
42. Buxbaum LJ, Dawson AM, Linsley D. Reliability and validity of the virtual reality lateralized attention test in assessing hemispatial neglect in right-hemisphere stroke. <i>Neuropsychology.</i> 2012;26(4):430-41.	No	No temática
43. Byl NN, Abrams GM, Pitsch E, Fedulow I, Kim H, Simkins M, et al. Chronic stroke survivors achieve comparable outcomes following virtual task specific repetitive training guided by a wearable robotic orthosis (UL-EXO7) and actual task specific repetitive training guided by a physical therapist. <i>J Hand Ther.</i> 2013;26(4):343-51.	Si	
44. Calabrò RS, Polimeni G, Ciurleo R, Casella C, Bramanti P. Neurogenic ejaculatory disorders: Focus on current and future treatments. <i>Recent Patents on CNS Drug Discovery.</i> 2011;6(3):205-21.	No	No temática
45. 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. <i>Stroke.</i> 2012;43(10):2720-8.	No	No valora beneficios terapia
46. Cameirão MS, Badia SBI, Verschure PFMJ. Virtual reality based upper extremity rehabilitation following stroke: A review. <i>J Cyber Ther Rehab.</i> 2008;1(1):63-74.	No	Revisión bibliográfica
47. Cameirao MS, Bermudez I Badia S, Duarte Oller E, Verschure PFMJ. The rehabilitation gaming system: a review. <i>Stud health technol informatics.</i> 2009;145:65-83.	No	Revisión bibliográfica
48. Cameirao MS, Bermudez i Badia S, Duarte Oller E, Verschure PFMJ. Neurorehabilitation using the virtual reality based Rehabilitation Gaming System: methodology, design, psychometrics, usability and validation. <i>J Neuroengineer Rehab.</i> 2010;7.	No	Valoración sistema de RV

49. Carod-Artal FJ. Neurorehabilitation and motor learning in stroke. <i>Kranion</i> , 2011;8(2):53-9.	No	Genérico
50. Carter AR, Connor LT, Dromerick AW. Rehabilitation after stroke: Current state of the science. <i>Curr Neurol Neurosci Rep</i> . 2010;10(3):158-66.	No	Genérico
51. Castillo Quintana Ma, Hernández-Franco J, Barragán-Campos HcM, Sánchez-Villavicencio I, Pasaye EH. Effect of using virtual reality as a management strategy for the upper limb motor recovery in patients with chronic cerebral vascular disease as assessed by fMRI [Spanish]. <i>Arch Neurociencias</i> . 2012;17(3):147-51.	No	Intervención 6 sujetos
52. Chen JC, Shaw FZ. Recent progress in physical therapy of the upper-limb rehabilitation after stroke: Emphasis on thermal intervention. <i>J Cardiovasc Nurs</i> . 2006;21(6):469-73.	No	No temática
53. Cheron G, Duvinage M, De Saedeleer C, Castermans T, Bengoetxea A, Petieau M, et al. From spinal central pattern generators to cortical network: Integrated BCI for walking rehabilitation. <i>Neural Plasticity</i> . 2012; 2012: 375-88.	No	No temática
54. Cheung VCK, Turolla A, Agostini M, Silvoni S, Bennis C, Kasi P, et al. Muscle synergy patterns as physiological markers of motor cortical damage. <i>Proc Nat Acad Sci USA</i> . 2012;109(36):14652-6.	No	No temática
55. Colomer C, Baldovi A, Torrome S, Navarro MD, Moliner B, Ferri J, et al. Efficacy of Armeo (R) Spring during the chronic phase of stroke. Study in mild to moderate cases of hemiparesis. <i>Neurologia</i> . 2013;28(5):261-7.	Si	
56. Connelly L, Jia Y, Toro ML, Stoykov ME, Kenyon RV, Kamper DG. A Pneumatic Glove and Immersive Virtual Reality Environment for Hand Rehabilitative Training After Stroke. <i>IEEE Trans Neural Systems Rehab Engineer</i> . 2010;18(5):551-9.	No	Intervención 7 sujetos

57. Crosbie JH, Lennon S, McGoldrick MC, McNeill MD, 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.	No	Estudio Piloto
58. Crosbie JH, Lennon S, McNeill MDJ, McDonough SM. Virtual reality as a training device for movement rehabilitation in the upper limb after chronic stroke: two case studies. Phys Ther Revi. 2006;11(3):223-.	No	Serie de casos
59. Crosbie JH, Lennon S, McNeill MDJ, McDonough SM. Virtual reality in the rehabilitation of the upper limb after stroke: The user's perspective. Cyberpsychol Behav. 2006;9(2):137-41.	No	valoración sistema RV
60. da Silva Cameirao M, Bermudez i Badia S, Duarte E, Verschure PFMJ. Virtual reality based rehabilitation speeds up functional recovery of the upper extremities after stroke: A randomized controlled pilot study in the acute phase of stroke using the Rehabilitation Gaming System. Restorative Neurolnd Neurosci. 2011;29(5):287-98.	No	Estudio piloto
61. de Kloet AJ, Berger MAM, Verhoeven IMAJ, Callenfels KvS, Vlieland TPMV. Gaming supports youth with acquired brain injury? A pilot study. Brain Injury. 2012;26(7-8):1021-9.	No	No temática
62. De Mauro A, Carrasco E, Oyarzun D, Ardanza A, Frizera Neto A, Torricelli D, et al. Virtual reality system in conjunction with neurorobotics and neuroprosthetics for rehabilitation of motor disorders. Stud health technol informatics. 2011;163:163-5.	No	Genérico RV en desórdenes motores
63. Deng H, Durfee WK, Nuckley DJ, Rheude BS, Severson AE, Skluzacek KM, et al. Complex Versus Simple Ankle Movement Training in Stroke Using Telerehabilitation: A Randomized Controlled Trial. Phys Ther. 2012;92(2):197-209.	No	Estudio Piloto
64. Deutsch JE, Brettler A, Smith C, Welsh J, John R, Guarrera-Bowlby P, et al. Nintendo Wii sports and Wii fit game analysis, validation, and application to stroke rehabilitation. Top Stroke Rehabil. 2011;18(6):701-19.	No	No intervención en ACV

65. Deutsch JE, Myslinski MJ, Kafri M, Ranky R, Sivak M, Mavroidis C, et al. Feasibility of virtual reality augmented cycling for health promotion of people poststroke. J Neurologic Phys Ther. 2013;37(3):118-24.	No	No temática
66. Di Diodato LM, Mraz R, Baker SN, Graham SJ. A haptic force feedback device for virtual reality-fMRI experiments. IEEE Transactions on Neur Sys Rehab Enginee. 2007;15(4):570-6.	No	Valoración sistema RV-fMRI
67. Diers M, Flor H. Sensorimotor training and its implication on cortical reorganization. Journal Pain Management. 2011;4(3):279-87.	No	No temática
68. Dobkin BH, Dorsch A. New evidence for therapies in stroke rehabilitation topical collection on cardiovascular disease and stroke. Current Atherosclerosis Reports. 2013;15(6)	No	No temática
69. dos Santos Mendes FA, Pompeua JE, Lobo AM, da Silva KG, Oliveira TdP, Zomignani AP, et al. Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease - effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. Physiotherapy. 2012;98(3):217-23.	No	Intervención EP
70. Duenas J, Chapuis D, Pfeiffer C, Martuzzi R, Ionta S, Blanke O, et al. Neuroscience robotics to investigate multisensory integration and bodily awareness. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. 2011;2011:8348-52.	No	Comunicación
71. Duff M, Chen Y, Attygalle S, Herman J, Sundaram H, Qian G, et al. An adaptive mixed reality training system for stroke rehabilitation. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering. 2010;18(5):531-41.	No	Estudio piloto

72. Dunning K, Levine P, Schmitt L, Israel S, Fulk G. An ankle to computer virtual reality system for improving gait and function in a person 9 months poststroke. Topics in Stroke Rehabilitation. 2008;15(6):602-10.	No	Estudio caso
73. Faralli A, Bigoni M, Mauro A, Rossi F, Carulli D. Noninvasive strategies to promote functional recovery after stroke. Neural Plasticity. 2013;2013.	No	Genérico
74. Fasotti L, van Kessel M. Novel insights in the rehabilitation of neglect. Frontiers in Human Neuroscience. 2013(NOV).	No	No temática
75. Feasel J, Whitton MC, Kassler L, Brooks Jr FP, Lewek MD. The integrated virtual environment rehabilitation treadmill system. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering. 2011;19(3):290-7.	No	Intervención 5 sujetos
76. Fischer HC, Stubblefield K, Kline T, Luo X, Kenyon RV, Kamper DG. Hand rehabilitation following stroke: A pilot study of assisted finger extension training in a virtual environment. Topics in Stroke Rehabilitation. 2007;14(1):1-12.	No	Estudio Piloto
77. Fluet GG. Robotically facilitated virtual rehabilitation of arm transport integrated with finger movement versus isolated training of the arm and hand in persons with hemiparesis: University of Medicine and Dentistry of New Jersey; 2012.	Si	
78. Flynn S, Palma P, Bender A. Feasibility of using the Sony PlayStation 2 gaming platform for an individual poststroke: a case report. J neurol phys ther. 2007;31(4):180-9.	No	Estudio caso
79. Freeman CT, Tong D, Meadmore K, Cai Z, Rogers E, Hughes AM, et al. Phase-lead iterative learning control algorithms for functional electrical stimulation-based stroke rehabilitation. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part I-Journal of Systems and Control Engineering. 2011;225(I6):850-9.	No	Intervención 2 sujetos

80. Frisoli A, Sotgiu E, Procopio C, Bergamasco M, Rossi B, Chisari C. Design and implementation of a training strategy in chronic stroke with an arm robotic exoskeleton. IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics: [proceedings]. 2011;2011:5975512-.	No	No temática
81. Fritz SL, Peters DM, Merlo AM, Donley J. Active Video-Gaming Effects on Balance and Mobility in Individuals with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. Top Stroke Rehab. 2013;20(3):218-25.	Si	
82. Gaggioli A, Meneghini A, Morganti F, Alcaniz M, Riva G. A strategy for computer-assisted mental practice in stroke rehabilitation. Neurorehabilitation and Neural Repair. 2006;20(4):503-7.	No	Estudio caso
83. Gaggioli A, Morganti F, Meneghini A, Pozzato I, Greggio G, Pigatto M, et al. Computer-guided mental practice in neurorehabilitation. Studies in health technology and informatics. 2009;145:195-208.	No	No temática
84. Godfrey SB, Schabowsky CN, Holley RJ, Lum PS. Hand function recovery in chronic stroke with HEXORR robotic training: A case series. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. 2010;2010:4485-8.	No	Comunicación.
85. Goffredo M, Bernabucci I, Schmid M, Conforto S. A neural tracking and motor control approach to improve rehabilitation of upper limb movements. J NeuroEngineer Rehab. 2008;5.	No	No temática
86. Golaszewski S, Sackermann U, Nardone R. Sensory-motor effects of strokes -- new paths in rehabilitation. Ergotherapie & Rehabilitation. 2011;50(2):17-9.	No	Genérico
87. Guidali M, Duschau-Wicke A, Broggi S, Klamroth-Marganska V, Nef T, Riener R. A robotic system to train activities of daily living in a virtual environment. Med Biol Engineer Comput. 2011;49(10):1213-23.	No	Intervención 3 sujetos

88. Hale LA, Satherley JA, McMillan NJ, Milosavljevic S, Hijmans JM, King MJ. Participant perceptions of use of CyWee Z as adjunct to rehabilitation of upper-limb function following stroke. J Rehab Res Development. 2012;49(4):623-33.	No	Estudio Piloto
89. Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Grand rounds. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. Top Stroke Rehabil. 2007;14(2):52-61.	Si	
90. Hesse S, Schmidt H, Werner C, Bardeleben A. Upper and lower extremity robotic devices for rehabilitation and for studying motor control. Curr Opin Neurol. 2003;16(6):705-10.	No	No temática
91. Hetu S, Gagne M, Jackson PL, Mercier C. Variability in the effector-specific pattern of motor facilitation during the observation of everyday actions: implications for the clinical use of action observation. Neuroscience. 2010;170(2):589-98.	No	No temática
92. Hijmans JM, Hale LA, Satherley JA, McMillan NJ, King MJ. Bilateral upper-limb rehabilitation after stroke using a movement-based game controller. Journal of Rehabil Res Development. 2011;48(8):1005-13.	Si	
93. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: Review. Cyberpsychology and Behavior. 2005;8(3):187-211.	No	Revisión bibliográfica
94. Holden MK, Dyar TA, Dayan-Cimadoro L. Telerehabilitation using a virtual environment improves upper extremity function in patients with stroke. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering. 2007;15(1):36-42.	Si	
95. Holden MK, Dyar TA, Schwamm L, Bizzi E. Virtual-environment-based telerehabilitation in patients with stroke. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2005;14(2):214-33.	No	Intervención 2 sujetos

96. Housman SJ, Scott KM, Reinkensmeyer DJ. A randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis. <i>Neurorehabil Neural Rep.</i> 2009;23(5):505-14.	Si	
97. Houtsma JA, Van Houten FJAM. Virtual reality and a haptic master-slave set-up in post-stroke upper-limb rehabilitation. <i>Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: J Eng Med.</i> 2006;220(6):715-8.	No	No intervención
98. Huang H, Wolf SL, He J. Recent developments in biofeedback for neuromotor rehabilitation. <i>Journal of Neuroengineering and Rehabilitation.</i> 2006;3.	No	No temática
99. HyeonHui S, GyuChang L. Additional Virtual Reality Training Using Xbox Kinect in Stroke Survivors with Hemiplegia. <i>American J Phys Med Rehabil.</i> 2013;92(10):871-80.	Si	
100. 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. <i>J Phys Ther Sci.</i> 2012;24(4):339-43.	Si	
101. Ioannou I, Kazmierczak E, Stern L, Smith AC, Wise LZ, Field B. Towards defining dental drilling competence, part 1: A study of bone drilling technique. <i>J Dent Educ.</i> 2010;74(9):931-40.	No	No temática
102. Iosa M, Morone G, Fusco A, Bragoni M, Coiro P, Multari M, et al. Seven capital devices for the future of stroke rehabilitation. <i>Stroke Res Treat.</i> 2012; 2012:187965.	No	No temática
103. Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park C, Cho S, et al. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. <i>Arch Phys Med Rehabil.</i> 2005;86(11):2218-23.	No	Intervención 5 sujetos

104. Jannink MJA, Prange GB, Buurke JH, Stienen AHA, van Asseldonk EHF. Post-stroke rehabilitation for limited function of the hand and arm: robotics and virtual reality. <i>Nederlands Tijdschrift Voor Fysiotherapie</i> . 2008;118(4):86-94.	No	Texto en alemán
105. Javier Badesa F, Morales R, Garcia-Aracil N, Sabater MJ, Perez-Vidal C, Fernandez E. Multimodal Interfaces to Improve Therapeutic Outcomes in Robot-Assisted Rehabilitation. Springer. 2012;42(6):1152-8.	No	Intervención 5 sujetos
106. 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. <i>J Phys Ther Sci</i> . 2012;24(11):1205-8.	Si	
107. Johansson BB. Current trends in stroke rehabilitation. A review with focus on brain plasticity. <i>Acta Neurol Scand</i> . 2011;123(3):147-59.	No	No temática
108. Johansson BB. Multisensory stimulation in stroke rehabilitation. <i>Front Hum Neurosci</i> . 2012 Apr 9;6:60.	No	Genérico
109. Johnson MJ. Recent trends in robot-assisted therapy environments to improve real-life functional performance after stroke. <i>J NeuroEng Rehabil</i> . 2006;3.	No	Genérico
110. Joo LY, Yin TS, Xu D, Thia E, Chia PF, Kuah CWK, et al. A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. <i>J Rehab Med</i> . 2010;42(5):437-41.	No	Estudio piloto
111. Kalra L, Ratan R. Recent advances in stroke rehabilitation 2006. <i>Stroke</i> . 2007;38(2):235-7.	No	Genérico
112. SH, Kim D-K, Seo KM, Choi KN, Yoo JY, Sung SY, et al. A computerized visual perception rehabilitation programme with interactive computer interface using motion tracking technology - a randomized controlled, single-blinded, pilot clinical trial study. <i>Clin Rehabil</i> . 2009;23(5):434-44.	No	Estudio Piloto

113. Kang YJ, Park HK, Kim HJ, Lim T, Ku J, Cho S, et al. Upper extremity rehabilitation of stroke: Facilitation of corticospinal excitability using virtual mirror paradigm. <i>J NeuroEng Rehabil.</i> 2012;9(1).	Si	
114. Kerkhoff G, Schenk T. Rehabilitation of neglect: An update. <i>Neuropsychologia.</i> 2012;50(6):1072-9.	No	No temática
115. Kim EK, Kang JH, Park JS, Jung BH. Clinical Feasibility of Interactive Commercial Nintendo Gaming for Chronic Stroke Rehabilitation. <i>J Phys Ther Sci.</i> 2012;24(9):901-3.	Si	
116. King M, Hale L, Pekkari A, Persson M, Gregorsson M, Nilsson M. An affordable, computerised, table-based exercise system for stroke survivors. <i>Disabil Rehabil Assist Technol.</i> 2010;5(4):288-93.	No	No temática
117. Kiper P, Piron L, Turolla A, Stozek J, Tonin P. The effectiveness of reinforced feedback in virtual environment in the first 12 months after stroke. <i>Neurol Neurochir Pol.</i> 2011;45(5):436-44.	Si	
118. Kizony R, Levin MF, Hughey L, Perez C, Fung J. Cognitive load and dual-task performance during locomotion poststroke: A feasibility study using a functional virtual environment. <i>Phys Ther.</i> 2010;90(2):252-60.	Si	
119. Knaut LA, Subramanian SK, McFadyen BJ, Bourbonnais D, Levin MF. Kinematics of Pointing Movements Made in a Virtual Versus a Physical 3-Dimensional Environment in Healthy and Stroke Subjects. <i>Arch Phys Med Rehab.</i> 2009;90(5):793-802.	No	No intervención
120. Kobashi N, Holper L, Scholkmann F, Kiper D, Eng K. Enhancement of motor imagery-related cortical activation during first-person observation measured by functional near-infrared spectroscopy. <i>Eur J Neurosci.</i> 2012;35(9):1513-21.	No	No temática
121. Krakauer JW. Motor learning: Its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. <i>Curr Opin Neurol.</i> 2006;19(1):84-90.	No	No temática

122. Ku J, Mraz R, Baker N, Zakzanis KK, Lee JH, Kim IY, et al. A Data Glove with Tactile Feedback for fMRI of Virtual Reality Experiments. <i>Cyberpsychol Behav.</i> 2003;6(5):497-508.	No	Sujetos sanos
123. Kurillo G, Mihelj M, Munih M, Bajd T. Isometric finger device for assessment and training of force coordination using virtual reality. <i>J Med Devices.</i> 2007;1(4):279-82.	No	Intervención 1 sujeto
124. Kuttuva M, Boian R, Merians A, Burdea G, Bouzit M, Lewis J, et al. The Rutgers arm, a rehabilitation system in virtual reality: A pilot study. <i>Cyberpsychol Behav.</i> 2006;9(2):148-51.	No	Estudio Piloto
125. Kwon J-S, Park M-J, Yoon I-J, Park S-H. Effects of virtual reality on upper extremity function and activities of daily living performance in acute stroke: A double-blind randomized clinical trial. <i>Neurorehabilitation.</i> 2012;31(4):379-85.	Si	
126. Lamont K, Chin M, Kogan M. Mirror box therapy seeing is believing. <i>Explore (NY).</i> 2011;7(6):369-72.	No	No temática
127. Lamontagne A, Fung J, McFadyen B, Faubert J, Paquette C. Stroke affects locomotor steering responses to changing optic flow directions. <i>Neurorehab Neural Repair.</i> 2010;24(5):457-68.	No	No temática
128. Lange B, Flynn S, Rizzo A. Initial usability assessment of off-the-shelf video game consoles for clinical game-based motor rehabilitation. <i>Phys Ther Rev.</i> 2009;14(5):355-63.	No	No temática
129. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. <i>Lancet.</i> 2011;377(9778):1693-702.	No	Genérico
130. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke Care 2 Stroke rehabilitation. <i>Lancet.</i> 2011;377(9778):1693-702.	No	Genérico
131. Laver K, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Cochrane review: Virtual reality for stroke rehabilitation. <i>Eur J Phys Rehab Med.</i> 2012;48(3):523-30.	Si	

132. Laver K, Lim F, Reynolds K, George S, Ratcliffe J, Sim S, et al. Virtual Reality Grocery Shopping Simulator: Development and Usability in Neurological Rehabilitation. Presence. 2012;21(2):183-91.	No	No temática
133. Lee G. Effects of Training Using Video Games on the Muscle Strength, Muscle Tone, and Activities of Daily Living of Chronic Stroke Patients. Jf Phys Ther Sci. 2013;25(5):595-7.	No	Intervención 7 sujetos
134. Lee RG, Tien SC, Chen CC, Chen YY. Development of an augmented reality-oriented game system for stroke rehabilitation assessment. Biomed Engineer App Bas Com. 2012;24(5):435-45.	No	Propuesta intervención
135. Lehrer N, Attygalle S, Wolf SL, Rikakis T. Exploring the bases for a mixed reality stroke rehabilitation system, Part I: A unified approach for representing action, quantitative evaluation, and interactive feedback. J Neuroengineer Rehab. 2011;8.	No	Bases aplicación RV sin intervención
136. Leocani L, Comi E, Annovazzi P, Rovaris M, Rossi P, Cursi M, et al. Impaired short-term motor learning in multiple sclerosis: Evidence from virtual reality. Neurorehab Neural Repair. 2007;21(3):273-8.	No	Intervención EM
137. Levin ME, Musampa NK, Henderson AK, Knaut LA. New approaches to enhance motor function of the upper limb in patients with hemiparesis. Hong Kong Physiother J. 2005;23:2-5.	No	No temática
138. Levin MF. Can virtual reality offer enriched environments for rehabilitation? Expert Review Neurotherapeutics. 2011;11(2):153-5.	No	No temática
139. Levin MF, Knaut LAM, Magdalon EC, Subramanian S. Virtual reality environments to enhance upper limb functional recovery in patients with hemiparesis. Stud health technol informatics. 2009;145:94-108.	No	Comparación movimiento en RV y normal
140. Li Y, Clamann M, Kaber DB. Validation of a Haptic-Based Simulation to Test Complex Figure Reproduction Capability. IEEE Trans Hum Mach Syst. 2013;43(6):547-57.	No	No temática

141. Liebermann DG, Berman S, Weiss PL, Levin MF. Kinematics of Reaching Movements in a 2-D Virtual Environment in Adults With and Without Stroke. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2012;20(6):778-87.	No	Intervención 8 sujetos
142. Liepert J. Evidence-based therapies for upper extremity dysfunction. Curr Opin Neurol. 2010;23(6):678-82.	No	No temática
143. Liu Z, Zhang PD, Liu CH, Rong XC, Deng HY, Zhang JX. Effects of robot-assisted therapy on upper-limb function of acute stroke patients. Chinese J Tissue Engineer Res. 2011;15(52):9803-7.	No	No temática
144. Loureiro R, Amirabdollahian F, Topping M, Driessen B, Harwin W. Upper limb robot mediated stroke therapy - GENTLE/s approach. Autonomous Robots. 2003;15(1):35-51.	No	No temática
145. Lozano JA, Montesa J, Juan MC, Alcaniz M, Rey B, Gil J, et al. VR-Mirror: A virtual reality system for mental practice in post-stroke rehabilitation. Smart Graphics, Proceedings. 2005;3638:241-51.	No	Genérico
146. Lucca LF. Virtual reality and motor rehabilitation of the upper limb after stroke: a generation of progress? J Rehab Med. 2009;41(12):1003-6.	No	Comparación RV y RH convencional.
147. Mali U, Goljar N, Munih M. Application of haptic interface for finger exercise. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2006;14(3):352-60.	No	Intervención 9 sujetos
148. Masiero S, Carraro E, Ferraro C, Gallina P, Rossi A, Rosati G. Upper limb rehabilitation robotics after stroke: a perspective from the University of Padua, Italy. J Rehab Med. 2009;41(12):981-5.	No	Puntos clave para RH robótica.
149. McNeill MDJ, Charles DK, Burke JW, Crosbie JH, McDonough SM. Evaluating user experiences in rehabilitation games. J Assist Technol. 2012;6(3):173-81.	No	No temática

150. Meadmore KL, Hughes AM, Freeman CT, Cai Z, Tong D, Burrige JH, et al. Functional electrical stimulation mediated by interative learning control and 3D robotics reduces motor impairment in chronic stroke. J NeuroEngineer Rehab. 2012;9(1).	No	Intervención 5 sujetos
151. Merians AS, Fluet GG, Qiu Q, Saleh S, Lafond I, Davidow A, et al. Robotically facilitated virtual rehabilitation of arm transport integrated with finger movement in persons with hemiparesis. J neuroengineer rehab. 2011;8:27.	Si	
152. Merians AS, Poizner H, Boian R, Burdea G, Adamovich S. Sensorimotor training in a virtual reality environment: Does it improve functional recovery poststroke? Neurorehab Neural Repair. 2006;20(2):252-67.	No	Intervención 8 sujetos
153. Merians AS, Fluet GG, Qiu Q, Lafond I, Adamovich SV. Learning in a virtual environment using haptic systems for movement re-education: can this medium be used for remodeling other behaviors and actions? J diabetes sci technol. 2011;5(2):301-8.	No	No temática
154. Merians AS, Tunik E, Adamovich SV. Virtual reality to maximize function for hand and arm rehabilitation: exploration of neural mechanisms. Stud health technol informatics. 2009;145:109-25.	No	Descripción sistema RV
155. Mihelj M, Novak D, Milavec M, Zihel J, Olenšek A, Munih M. Virtual rehabilitation environment using principles of intrinsic motivation and game design. Presence. 2012;21(1):1-15.	No	No temática
156. Mirelman A, Patrilli BL, Bonato P, Deutsch JE. Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals post-stroke. Gait Posture. 2010;31(4):433-7.	No	Intervención 9 sujetos
157. Mirelman A, Maidan I, Deutsch JE. Virtual Reality and Motor Imagery: Promising Tools for Assessment and Therapy in Parkinson's disease. Mov Disord. 2013;28(11):1597-608.	No	Intervención EP

158. Modrono C, Navarrete G, Rodriguez-Hernandez AF, Gonzalez-Mora JL. Activation of the human mirror neuron system during the observation of the manipulation of virtual tools in the absence of a visible effector limb. <i>Neurosci Lett.</i> 2013;555:220-4.	No	Sujetos sanos
159. Molier BI, Prange GB, Krabben T, Stienen AHA, van der Kooij H, Buurke JH, et al. Effect of position feedback during task-oriented upper-limb training after stroke: Five-case pilot study. <i>J Rehabil Res Develop.</i> 2011;48(9):1109-17.	No	No temática
160. Molier BI, Van Asseldonk EHF, Hermens HJ, Jannink MJA. Nature, timing, frequency and type of augmented feedback; does it influence motor relearning of the hemiparetic arm after stroke? A systematic review. <i>Dis Rehabil.</i> 2010;32(22):1799-809.	No	No temática
161. Moreira MC, De Amorim Lima AM, Ferraz KM, Benedetti Rodrigues MA. Use of virtual reality in gait recovery among post stroke patients-a systematic literature review. <i>Disabil Rehabil Assist Technol.</i> 2013;8(5):357-62.	Si	
162. Morganti F, Gaggioli A, Castelnuovo G, Bulla D, Vettorello M, Riva G. The use of technology-supported mental imagery in neurological rehabilitation: A research protocol. <i>Cyberpsychol Behav.</i> 2003;6(4):421-7.	No	No temática
163. Morone G, Fusco A, Iosa M, Paolucci S. Walking training after stroke: improvements keeping your feet on the ground. <i>Chin J Contempor Neurol Neurosurgery.</i> 2013;13(4):263-5.	No	No temática
164. Mouawad MR, Doust CG, Max MD, McNulty PA. Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: A pilot study. <i>J Rehab Med.</i> 2011;43(6):527-33.	No	Estudio Piloto
165. Mumford N, Duckworth J, Thomas PR, Shum D, Williams G, Wilson PH. Upper limb virtual rehabilitation for traumatic brain injury: Initial evaluation of the elements system. <i>Brain Inj.</i> 2010;24(5):780-91.	No	Intervención TCE

166. Mumford N, Duckworth J, Thomas PR, Shum D, Williams G, Wilson PH. Upper-limb virtual rehabilitation for traumatic brain injury: A preliminary within-group evaluation of the elements system. Brain Inj. 2012;26(2):166-76.	No	Intervención TCE
167. Mumford N, Wilson PH. Virtual reality in acquired brain injury upper limb rehabilitation: Evidence-based evaluation of clinical research. Brain Inj. 2009;23(3):179-91.	No	No intervención.
168. Murphy MA, Persson HC, Danielsson A, Broeren J, Lundgren-Nilsson A, Sunnerhagen KS. SALGOT - Stroke Arm Longitudinal study at the University of Gothenburg, prospective cohort study protocol. BMC Neurol. 2011;11.	No	No temática
169. Myall DJ, MacAskill MR, Davidson PR, Anderson TJ, Jones RD. Design of a modular and low-latency virtual-environment platform for applications in motor adaptation research, neurological disorders, and neurorehabilitation. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2008;16(3):298-309.	No	Valoración de un sistema RV
170. Neil A, Ens S, Pelletier R, Jarus T, Rand D. Sony PlayStation EyeToy elicits higher levels of movement than the Nintendo Wii: Implications for stroke rehabilitation. Eur J Phys Rehabil Med. 2013;49(1):13-21.	Si	
171. Ng YS. Clinical features and rehabilitation of strokes in the less common vascular territories: Anterior and posterior cerebral artery strokes. Crit Rev Phys Rehab Med. 2007;19(4):295-329.	No	No temática
172. Nishino H, Murayama K, Shuto K, Kagawa T, Utsumiya K. A calligraphy training system based on skill acquisition through haptization. J Ambient Intell Human Comput. 2011;2(4):271-84.	No	No temática
173. Nocchi F, Gazzellini S, Grisolia C, Petrarca M, Cannata V, Cappa P, et al. Brain network involved in visual processing of movement stimuli used in upper limb robotic training: an fMRI study. J Neuroengineer Rehab. 2012;9.	No	Sujetos sanos.

174. Novak D, Zihelr J, Olenšek A, Milavec M, Podobnik J, Mihelj M, et al. Psychophysiological responses to robotic rehabilitation tasks in stroke. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2010;18(4):351-61.	No	No temática
175. O'Dell MW, Lin C-CD, Harrison V. Stroke Rehabilitation: Strategies to Enhance Motor Recovery. Ann Rev Med. 2009; 60: 55-68.	No	Genérico
176. O'Neil RL, Skeel RL, Ustinova KI. Cognitive ability predicts motor learning on a virtual reality game in patients with TBI. Neurorehabilitation. 2013;33(4):667-80.	No	No temática
177. Opara J. Sequelae of stroke and comprehensive rehabilitation post-stroke. Crit Rev Phys Rehab Medicine. 2009;21(3-4):295-315.	No	No temática
178. Orihuela-Espina F, Fernandez del Castillo I, Palafox L, Pasaye E, Sanchez-Villavicencio I, Leder R, et al. Neural reorganization accompanying upper limb motor rehabilitation from stroke with virtual reality-based gesture therapy. Top Stroke Rehabil. 2013;20(3):197-209.	No	Intervención 8 sujetos
179. Ortiz Gutierrez R, Galan del Rio F, Cano de la Cuerda R, Alguacil Diego IM, Diego A, Arroyo Gonzalez R, et al. A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients. Neurorehabilitation. 2013;33(4):545-54.	No	Intervención EM
180. Ortner R, Irimia DC, Scharinger J, Guger C. A motor imagery based brain-computer interface for stroke rehabilitation. Stud health technol inform. 2012;181:319-23.	No	Intervención sujetos sanos
181. Oujamaa L, Relave I, Froger J, Mottet D, Pelissier JY. Rehabilitation of arm function after stroke. Literature review. Ann Phys Rehab Med. 2009;52(3):269-93.	No	No temática

182. Ozawa T, Furusho J, Kikuchi T, Fukushima K, Tanida S, Fujikawa T. Development of rehabilitation system for upper limbs: PLEMO-P3 system for hemiplegic subject (motor function test for assessment and training, and research for development of practical type). J Robot Mechatronics. 2013;25(1):136-44.	No	No temática
183. Pareto L, Johansson B, Zeller S, Sunnerhagen KS, Rydmark M, Broeren J. Virtual TeleRehab: a case study. Stud health technol informat. 2011;169:676-80.	No	Estudio de caso
184. Patton JL, Kovic M, Mussa-Ivaldi FA. Custom-designed haptic training for restoring reaching ability to individuals with poststroke hemiparesis. J Rehab Res Developm. 2006;43(5):643-55.	No	No temática
185. Patton J, Dawe G, Scharver C, Mussa-Ivaldi F, Kenyon R. Robotics and virtual reality: A perfect marriage for motor control research and rehabilitation. Assist Technol. 2006;18(2):181-95.	No	Balance RV y robótica.
186. Penasco-Martin B, de los Reyes-Guzman A, Gil-Agudo A, Bernal-Sahun A, Perez-Aguilar B, de la Pena-Gonzalez AI. Application of virtual reality in the motor aspects of neurorehabilitation. Rev Neurol. 2010;51(8):481-8.	No	Revisión bibliográfica
187. Perry JC, Oblak J, Je H J, Cikajlo I, Veneman JF, Goljar N, et al. Variable structure pantograph mechanism with spring suspension system for comprehensive upper-limb haptic movement training. J Rehab Res Developm. 2011;48(4):317-33.	No	No temática
188. Perry JC, Rosen J, Bums S. Upper-limb powered exoskeleton design. IEEE-Asme Trans Mechatron. 2007;12(4):408-17.	No	Valoración exoesqueleto
189. Pinter MM, Brainin M. Rehabilitation after stroke in older people. Maturitas. 2012;71(2):104-8.	No	Genérico
190. Piron L, Tonin P, Piccione F, Iaia V, Trivello E, Dam M. Virtual environment training therapy for arm motor rehabilitation. Presence. 2005;14(6):732-40.	Si	

191. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi CS, Ventura L, Tonin P, et al. Motor learning principles for rehabilitation: A pilot randomized controlled study in poststroke patients. <i>Neurorehabil Neural Repair</i> . 2010;24(6):501-8.	No	Estudio piloto
192. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi C, Cortese F, Zampolini M, et al. Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach. <i>J Rehab Med</i> . 2009;41(12):1016-20.	Si	
193. Piron L, Turolla A, Tonin P, Piccione F, Lain L, Dam M. Satisfaction with care in post-stroke patients undergoing a telerehabilitation programme at home. <i>J Telemed Telecare</i> . 2008;14(5):257-60.	No	No temática
194. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi C, Tonin P, Piccione F, et al. Assessment and treatment of the upper limb by means of virtual reality in post-stroke patients. <i>Stud health technol informat</i> . 2009;145:55-62.	No	Capítulo RV aplicada al miembro superior
195. Podobnik J, Novak D, Munih M. Grasp coordination in virtual environments for robot-aided upper extremity rehabilitation. <i>Biomed Eng Appl Basis Commun</i> . 2011;23(6):457-66.	No	Intervención 2 sujetos
196. Prochnow D, Bermúdez i Badia S, Schmidt J, Duff A, Brunheim S, Kleiser R, et al. A functional magnetic resonance imaging study of visuomotor processing in a virtual reality-based paradigm: Rehabilitation Gaming System. <i>Eur J Neurosc</i> . 2013;37(9):1441-7.	No	No temática
197. Puthenveetil S, Fluet G, Qiu Q, Adamovich S. Classification of hand preshaping in persons with stroke using Linear Discriminant Analysis. <i>Conference proceedings : Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society</i> . 2012;2012:4563-6.	No	Comunicación
198. Rabadi MH. Review of the randomized clinical stroke rehabilitation trials in 2009. <i>Med Sci Monitor</i> . 2011;17(2):RA25-RA43.	No	Revisión bibliográfica

199. Rabin BA, Burdea GC, Roll DT, Hundal JS, Damiani F, Pollack S. Integrative rehabilitation of elderly stroke survivors: The design and evaluation of the BrightArm™. Disabil Rehabil Assist Technol. 2012;7(4):323-35.	No	Intervención 5 sujetos
200. Rand D, Katz N, Weiss PL. Intervention using the VMall for improving motor and functional ability of the upper extremity in post stroke participants. Eur J Phys Rehab Med. 2009;45(1):113-21.	No	Intervención 6 sujetos
201. Regenbrecht H, Hoermann S, McGregor G, Dixon B, Franz E, Ott C, et al. Visual manipulations for motor rehabilitation. Comput Graphics UK. 2012;36(7):819-34.	No	No temática
202. Reinthal A, Szirony K, Clark C, Swiers J, Kellicker M, Linder S. ENGAGE: Guided activity-based gaming in neurorehabilitation after stroke: A pilot study. Stroke Res Treat. 2012; 2012:784232.	No	Estudio Piloto
203. Riener R, Luenenberger L, Colombo G. Human-centered robotics applied to gait training and assessment. J Rehab Res Develop. 2006;43(5):679-93.	No	No temática
204. Rubio Ballester B, Bermudez i Badia S, Verschure PFMJ. Including Social Interaction in Stroke VR-Based Motor Rehabilitation Enhances Performance: A Pilot Study. Presence. 2012;21(4):490-501.	No	Estudio Piloto
205. Sabaté M, González B, Rodríguez M. Brain lateralization of motor imagery: Motor planning asymmetry as a cause of movement lateralization. Neuropsychol. 2004;42(8):1041-9.	No	No temática
206. Sabaté M, González B, Rodríguez M. Adapting movement planning to motor impairments: The motor-scanning system. Neuropsychol. 2007;45(2):378-86.	No	No temática

207. Saleh S, Adamovich SV, Tunik E. Resting state functional connectivity and task-related effective connectivity changes after upper extremity rehabilitation: a pilot study. Conference proceedings : Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. 2012;2012:4559-62.	No	Comunicación
208. Saleh S, Bagce H, Qiu Q, Fluet G, Merians A, Adamovich S, et al. Mechanisms of neural reorganization in chronic stroke subjects after virtual reality training. Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. 2011;2011:8118-21.	No	Comunicación
209. Sanchez RJ, Liu J, Rao S, Shah P, Smith R, Rahman T, et al. Automating arm movement training following severe stroke: Functional exercises with quantitative feedback in a gravity-reduced environment. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2006;14(3):378-89.	No	No temática
210. Sánchez-Villavicencio I, Hernández-Franco J, Sucar E, Leder RS. Rehabilitation strategies of the stroke patients [Spanish]. Archiv Neurociencias. 2009;14(4):237-42.	No	Genérico
211. Sander I, Roberts D, Smith C, Otto O, Wolff R. Impact of the method of immersion on the naturalness and impression of balance and reach activities. International J Disabil Hum Develop. 2006;5(2):163-72.	No	No temática
212. Saposnik G, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: A meta-analysis and implications for clinicians. Stroke. 2011;42(5):1380-6.	No	Meta-análisis
213. Saposnik G, Mamdani M, Bayley M, Thorpe KE, Hall J, Cohen LG, et al. Effectiveness of virtual reality exercises in stroke rehabilitation (EVREST): Rationale, design, and protocol of a pilot randomized clinical trial assessing the wii gaming system. Int J Stroke. 2010;5(1):47-51.	No	Estudio Piloto

214. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D, et al. Effectiveness of virtual reality using wii gaming technology in stroke rehabilitation: A pilot randomized clinical trial and proof of principle. Stroke. 2010;41(7):1477-84.	No	Estudio Piloto
215. Sato K, Fukumori S, Matsusaki T, Maruo T, Ishikawa S, Nishie H, et al. Nonimmersive Virtual Reality Mirror Visual Feedback Therapy and Its Application for the Treatment of Complex Regional Pain Syndrome: An Open-Label Pilot Study. Pain Med. 2010;11(4):622-9.	No	Estudio piloto
216. Schomaker J, Tesch J, Buelthoff HH, Bresciani J-P. It is all me: the effect of viewpoint on visual-vestibular recalibration. Exp Brain Res. 2011;213(2-3):245-56.	No	No temática
217. Scott SH, Dukelow SP. Potential of robots as next-generation technology for clinical assessment of neurological disorders and upper-limb therapy. J Rehab Res Developm. 2011;48(4):335-54.	No	No temática
218. Sharp I, Huang F, Patton J. Visual error augmentation enhances learning in three dimensions. J Neuroengineer Rehabil. 2011;8.	No	No temática
219. Sheffler LR, Chae J. Technological advances in interventions to enhance poststroke gait. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2013;24(2):305-23.	No	Genérico
220. Shiri S, Feintuch U, Lorber-Haddad A, Moreh E, Twito D, Tuchner-Arieli M, et al. A Novel Virtual Reality System Integrating Online Self-Face Viewing and Mirror Visual Feedback for Stroke Rehabilitation: Rationale and Feasibility. Top Stroke Rehabil. 2012;19(4):277-86.	No	Valoración viabilidad RV
221. Siekierka EM, Eng K, Bassetti C, Blickenstorfer A, Cameirao MS, Dietz V, et al. New technologies and concepts for rehabilitation in the acute phase of stroke: A collaborative matrix. Neurodegener Dis. 2007;4(1):57-69.	No	Genérico

222. Sivak M, Mavroidis C, Holden MK. Design of a Low Cost Multiple User Virtual Environment for Rehabilitation (MUVER) of Patients with Stroke. Stud Health Technol Inform. 2009;142:319-24.	No	Valoración viabilidad RV low-cost
223. Slaboda JC, Keshner EA. Reorientation to vertical modulated by combined support surface tilt and virtual visual flow in healthy elders and adults with stroke. J Neurol. 2012;259(12):2664-72.	No	Valoración cambio postural en RV según variaciones visuales.
224. Snider J, Plank M, Lee D, Poizner H. Simultaneous Neural and Movement Recording in Large-Scale Immersive Virtual Environments. IEEE Trans Biomed Circuits Syst. 2013;7(5):713-21.	No	Genérico
225. Standen PJ, Brown DJ, Battersby S, Walker M, Connell L, Richardson A, et al. A study to evaluate a low cost virtual reality system for home based rehabilitation of the upper limb following stroke. International J Disabil Hum Developm. 2011;10(4):337-41.	No	Valoración viabilidad RV bajo coste
226. Stein J. Motor recovery strategies after stroke. Top Stroke Rehabil. 2004;11(2):12-22.	No	Genérico
227. Steinisch M, Tana MG, Comani S. A passive robotic device for VR-augmented upper limb rehabilitation in stroke patients. Biomed Tech (Berl). 2012;57(1):841-4.	No	Valoración viabilidad robótica, RV y EEG.
228. Steinisch M, Tana MG, Comani S. A post-stroke rehabilitation system integrating robotics, VR and high-resolution EEG imaging. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2013;21(5):849-59.	No	Valoración viabilidad RV y robótica pasiva.
229. Stewart JC, Yeh SC, Jung Y, Yoon H, Whitford M, Chen SY, et al. Intervention to enhance skilled arm and hand movements after stroke: A feasibility study using a new virtual reality system. J Neuroeng Rehabil. 2007;4:21.	No	Estudio casos

230. Stienen AHA, Hekman EEG, Prange GB, Jannink MJA, Aalsma AMM, Van Der Helm FCT, et al. Dampace: Design of an exoskeleton for force-coordination training in upper-extremity rehabilitation. J Med Devices. 2009;3(3).	No	No temática
231. Streuber S, Mohler BJ, Bühlhoff HH, de la Rosa S. The influence of visual information on the motor control of table tennis strokes. Presence. 2012;21(3):281-94.	No	No temática
232. Subramanian SK, Levin MF. Viewing medium affects arm motor performance in 3D virtual environments. J Neuroeng Rehabil. 2011;8(1).	No	Estudio casos
233. Subramanian SK, Lourenco 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.	Si	
234. Subramanian S, Knaut LA, Beaudoin C, McFadyen BJ, Feldman AG, Levin MF. Virtual reality environments for post-stroke arm rehabilitation. J Neuroeng Rehabil. 2007;4.	No	Genérico
235. Takahashi CD, Der-Yeghiaian L, Le V, Motiwala RR, Cramer SC. Robot-based hand motor therapy after stroke. Brain. 2008;131(2):425-37.	No	No temática
236. Takeuchi N, Izumi SI. Rehabilitation with poststroke motor recovery: A review with a focus on neural plasticity. Stroke Res Treat. 2013; 2013: 128641.	No	No temática
237. Tanaka T, Kudo A, Sugihara S, Izumi T, Maeda Y, Kato N, et al. A study of upper extremity training for patients with stroke using a virtual environment system. J Phys Ther Sci. 2013;25(5):575-80.	No	Intervención 6 sujetos
238. Thielman G, Bonsall P. Rehabilitation of the upper extremity after stroke: A case series evaluating REO therapy and an auditory sensor feedback for trunk control. Stroke Res Treat. 2012; 2012: 348631.	No	Valoración dispositivo de retroalimentación.

239. Tresser S. Case Study: Using a Novel Virtual Reality Computer Game for Occupational Therapy Intervention. Presence. 2012;21(3):359-71.	No	Genérico
240. Trobia J, Gaggioli A, Antonietti A. Combined use of music and virtual reality to support mental practice in stroke rehabilitation. J Cyber Ther Rehab. 2011;4(1):57-61.	No	Estudio casos
241. Tsekos NV, Khanicheh A, Christoforou E, Mavroidis C. Magnetic resonance - Compatible robotic and mechatronics systems for image-guided interventions and rehabilitation: A review study. Ann Rev Biomed Engineer. 2007; 9: 351-87.	No	No temática
242. Tsoupikova D, Stoykov N, Kamper D, Vick R. Virtual Reality environment assisting post stroke hand rehabilitation: case report. Stud health technol informat. 2013;184:458-64.	No	Estudio casos
243. Tunik E, Saleh S, Adamovich SV. Visuomotor discordance during Visually-guided hand movement in virtual reality modulates sensorimotor cortical activity in healthy and hemiparetic subjects. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2013;21(2):198-207.	No	No temática
244. Turner DL, Ramos-Murguialday A, Birbaumer N, Hoffmann U, Luft A. Neurophysiology of robot-mediated training and therapy: A perspective for future use in clinical populations. Front Neurol. 2013;4:184.	No	No temática
245. 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.	Si	
246. 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. Computat Mathematical Methn Med. 2013;2013: 895492.	No	Estudio piloto

247. Ustinova KI, Leonard WA, Cassavaugh ND, Ingersoll CD. Development of a 3D immersive videogame to improve arm-postural coordination in patients with TBI. <i>J Neuroengineer Rehab.</i> 2011;8:61.	No	Intervención TCE
248. van Dijk H, Hermens HJ. Distance training for the restoration of motor function. <i>J Telemed Telecare.</i> 2004;10(2):63-71.	No	No temática
249. van Dokkum L, Mottet D, Bonnin-Koang H-Y, Metrot J, Roby-Brami A, Hauret I, et al. People post-stroke perceive movement fluency in virtual reality. <i>Exp Brain Res.</i> 2012;218(1):1-8.	No	Percepción fluidez de movimiento
250. Viau A, Feldman AG, McFadyen BJ, Levin MF. Reaching in reality and virtual reality: A comparison of movement kinematics in healthy subjects and in adults with hemiparesis. <i>J Neuroengineer Rehab.</i> 2004;1.	No	Intervención 7 sujetos
251. Villiger M, Bohli D, Kiper D, Pyk P, Spillmann J, Meilick B, et al. Virtual Reality-Augmented Neurorehabilitation Improves Motor Function and Reduces Neuropathic Pain in Patients With Incomplete Spinal Cord Injury. <i>Neurorehab Neural Repair.</i> 2013;27(8):675-83.	No	Intervención LM
252. Villiger M, Estevez N, Hepp-Reymond M-C, Kiper D, Kollias SS, Eng K, et al. Enhanced Activation of Motor Execution Networks Using Action Observation Combined with Imagination of Lower Limb Movements. <i>Plos One.</i> 2013;8(8).	No	No temática
253. Wade E, Winstein CJ. Virtual Reality and Robotics for Stroke Rehabilitation: Where Do We Go from Here?. <i>Top Stroke Rehabil.</i> 2011;18(6):685-700.	No	Valoración situación actual RV y robótica
254. Walsh G, Bannister J. A Device for the Relief of Phantom Limb Pain and Rehabilitation in Stroke. <i>Optom Vis Sci.</i> 2010;87(12):971-8.	No	No temática
255. Wang J, Fritzsche C, Bernarding J, Krause T, Mauritz K-H, Brunetti M, et al. Cerebral activation evoked by the mirror illusion of the hand in stroke patients compared to normal subjects. <i>Neurorehabil.</i> 2013;33(4):593-603.	No	No temática

256. Weiss PL, Naveh Y, Katz N. Design and testing of a virtual environment to train stroke patients with unilateral spatial neglect to cross a street safely. <i>Occupat Ther International</i> . 2003;10(1):39-55.	No	No temática
257. Weiss PLT, Klinger E. Moving beyond single user, local virtual environments for rehabilitation. <i>Stud health technol informatics</i> . 2009;145:263-76.	No	Genérico
258. Węsierski N, Tutak JS. Manipulator for rehabilitation with virtual reality. <i>Mechanics and Mechanical Engineering</i> . 2011;15(4):155-63.	No	Genérico
259. Worthen-Chaudhari L, Whalen CN, Swendal C, Bockbrader M, Haserodt S, Smith R, et al. A feasibility study using interactive graphic art feedback to augment acute neurorehabilitation therapy. <i>Neurorehabil</i> . 2013;33(3):481-90.	No	No temática
260. Xiao X, Huang D, O'Young B. Gait improvement after treadmill training in ischemic stroke survivors A critical review of functional MRI studies. <i>Neural Regenerat Res</i> . 2012;7(31):2457-64.	No	No temática
261. Yoon J, Park H-S, Damiano DL. A novel walking speed estimation scheme and its application to treadmill control for gait rehabilitation. <i>J Neuroeng Rehab</i> . 2012;9.	No	No temática
262. You SH, Jang SH, Kim YH, Hallett M, Ahn SH, Kwon YH, et al. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke - An experimenter-blind randomized study. <i>Stroke</i> . 2005;36(6):1166-71.	No	Intervención 5 sujetos
263. Zadavec M, Matjacic Z. The influence of haptic support algorithm dynamics on the efficacy of motor learning. <i>Zdrav Vestn</i> . 2011;80(7-8):561-70.	No	No temática
264. Zhou H, Hu H. Human motion tracking for rehabilitation-A survey. <i>Biomed Signal Process Control</i> . 2008;3(1):1-18.	No	No temática

265. Zimmerli L, Jacky M, Luenenburger L, Riener R, Bolliger M. Increasing Patient Engagement During Virtual Reality-Based Motor Rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil. 2013;94(9):1737-46.	No	Aplicación LM
---	----	---------------