



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

**EFICACIA DE LAS INTERVENCIONES TECNOLÓGICAS PARA
MEJORAR LA FUNCIÓN MOTORA DEL MIEMBRO SUPERIOR DE
PERSONAS QUE HAN SUFRIDO UN ACCIDENTE
CEREBROVASCULAR EN PAÍSES DE BAJOS Y MEDIANOS
INGRESOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y METAANÁLISIS**

EFFECTIVENESS OF TECHNOLOGICAL INTERVENTIONS TO IMPROVE
UPPER LIMB MOTOR FUNCTION IN PEOPLE WITH STROKE IN LOW-
AND MIDDLE-INCOME COUNTRIES: A SYSTEMATIC REVIEW AND
META-ANALYSIS

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE MÉDICO CIRUJANO**

AUTORES:

**MEILING MILAGROS CARBAJAL GALARZA
NATHALY OLGA CHINCHIHUALPA PAREDES
SERGIO ALEJANDRO ABANTO PEREZ**

ASESORA:

MARÍA DE LOS ÁNGELES LAZO PORRAS

**LIMA-PERÚ
2021**

JURADOS

Presidente:	Dr. Hugo Félix Umeres Cáceres
Vocal:	Dr. Cesar Antonio Loza Munarriz
Secretaria:	Dra. Sandra Patricia Yseki Salazar

Fecha de Sustentación:	20 de mayo del 2021
------------------------	---------------------

Calificación:	Aprobado
---------------	----------

ASESORA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Dra. María de los Ángeles Lazo Porras

CRONICAS Center of Excellence in Chronic Diseases

Universidad Peruana Cayetano Heredia

ORCID: 0000-0003-0062-5476

DEDICATORIA

A nuestras familias, por ser nuestras fortalezas e impulsarnos a salir adelante, por acompañarnos en cada paso que damos y por darnos siempre ese amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Dra. María Lazo por toda la ayuda brindada en la realización de este trabajo de investigación, por siempre darnos tiempo, consejos y enseñanzas.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Los programas utilizados para la gestión de los documentos, así como los utilizados para la ejecución y presentación del trabajo de investigación fueron financiados por los autores.

DECLARACIÓN DE LOS AUTORES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
I. Introducción	1
II. Objetivos	4
III. Materiales y métodos	5
IV. Resultados	10
V. Discusión	20
VI. Conclusiones	26
VII. Referencias bibliográficas	27
VIII. Tablas, gráficos y figuras	36
Anexos	50

RESUMEN

Antecedentes: El accidente cerebrovascular (ACV) es una de las principales causas de discapacidad en países de bajos y medianos ingresos (PBMI). La tecnología ofrece mejoría en la función motora y calidad de vida. **Objetivo:** Medir la eficacia de intervenciones tecnológicas en comparación a rehabilitación física convencional para mejorar la función motora de los miembros superiores (MMSS) posterior a un ACV en PBMI. **Metodología:** Se realizó una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados publicados en PubMed, Global Index Medicus y Physiotherapy Evidence Database sobre tecnologías en rehabilitación posterior a ACV. Los desenlaces de eficacia incluyeron la función motora de MMSS, el rendimiento en actividades de la vida diaria (AVD) y la calidad de vida. Para el metaanálisis se estimó el promedio de la diferencia (MD) entre el grupo intervención y control, con sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC95%). **Resultados:** Se encontraron 27 estudios con 1287 participantes entre 8 tipos de intervenciones tecnológicas como telerehabilitación, robots, realidad virtual, entre otras. En el metaanálisis se encontró un efecto significativo de la realidad virtual inmersiva para la funcionalidad del MMSS mediante la escala Fugl Meyer (MD 5,57; IC 95% 4,90-6,24) y en la independencia de AVD mediante la Escala de Independencia Funcional (MD 4,82; IC 95% 2,45-7,19). Además, se encontró efecto de la telerehabilitación mediante el índice de Barthel modificado (MD 3,28; IC 95% 0,86-5,70). **Conclusiones:** La realidad virtual inmersiva y la telerehabilitación resultan intervenciones eficaces frente a la rehabilitación convencional en PBMI.

Palabras clave: Accidente Cerebrovascular, tecnología, rehabilitación, extremidad superior. (DeCS)

ABSTRACT

Background: Stroke is one of the leading causes of disability in low-and middle-income countries (LMIC). Technology has the potential to improve motor function and quality of life. **Objective:** To measure the efficacy of technological interventions in comparison to conventional physical rehabilitation for improving post stroke upper limb motor function in LMIC. **Methods:** We performed a systematic review of randomized clinical trials published in PubMed, Global Index Medicus and Physiotherapy Evidence Database; that enrolled people who suffered a stroke and received technological interventions for upper limb rehabilitation. Effectiveness outcomes included were upper limb motor function, performance for activities of daily living, and quality of life. For the meta-analysis, the mean difference (MD) between the intervention and control group was estimated, with their corresponding 95% confidence intervals (95% CI). **Results:** Twenty seven studies were found with a total of 1287 participants. Eight types of technological interventions were found such as telerehabilitation, robots, virtual reality, among others. In the meta-analysis, a significant effect was found in immersive virtual reality for the function of the upper limb using Fugl-Meyer Scale (MD 5,57; 95% CI 4,90-6,24), and on the performance of daily activities using the Functional Independence Measure (MD 4,82; 95% CI 2,45-7,19), as well as a significant difference between telerehabilitation versus conventional therapy using the modified Barthel index (MD 3,28, 95% CI 0,86-5,70). **Conclusions:** Immersive virtual reality and telerehabilitation are effective interventions compared to conventional rehabilitation in LMIC.

Keywords: stroke, technology, rehabilitation, upper extremity. (MeSH Terms)

I. INTRODUCCIÓN

El accidente cerebrovascular (ACV) es una de las principales causas de discapacidad en adultos a nivel global, pero son los países con ingresos bajos y medios (PBMI) los que tienen la mayor carga de enfermedad por ACV en el mundo, además de tasas de mortalidad y años de vida ajustado por discapacidad mayores que los países de ingresos altos (1). Sin embargo, es en estos últimos donde se realiza la mayor parte de la investigación científica sobre rehabilitación del ACV, incluida la información que reportan las guías clínicas de mejores prácticas (2). Una de las consecuencias más frecuentes del ACV es la alteración en el movimiento y coordinación de los miembros superiores (MMSS), teniendo una prevalencia en el déficit motor del brazo de 55% a 75 % de pacientes afectados a los 3 y 6 meses posterior al ACV (3). De manera consecuente, una mayoría resulta con discapacidad persistente y restricciones en las actividades de la vida diaria (4,5) y consigo genera dependencia funcional, pérdida de las actividades habituales e incluso puede llevar a la institucionalización (6). Asimismo, cabe recalcar que la rehabilitación física de los MMSS resulta de mayor complejidad para la recuperación de su función si se compara a los miembros inferiores (5), en especial la rehabilitación de la mano (7). Por lo cual, es necesario la rehabilitación multidisciplinaria posterior al ACV y estudios enfocados en nuevas terapias y estrategias para mejorar los resultados funcionales en los MMSS.

La rehabilitación del ACV se sustenta en la neuroplasticidad (5) mediante el establecimiento de objetivos, la práctica de alta intensidad, el entrenamiento para tareas específicas mediante la práctica repetitiva y la retroalimentación (8,9). Sin

embargo, esto implica grandes costos económicos que limita la duración y frecuencia de las terapias (10). Es en este contexto que las tecnologías de rehabilitación se han desarrollado con el objetivo principal de mantener o mejorar el funcionamiento y la independencia de un individuo, además de facilitar la participación y disminuir las barreras al posibilitar mayor intensidad, repeticiones, especificidad y retroalimentación durante la terapia (11,12). Dentro de las tecnologías con aplicaciones en rehabilitación, Iosa et.al. describe: robots, interfaces cerebro-computadora, neuroprótesis, estimuladores cerebrales no invasivos, dispositivos portátiles, realidad virtual y tablet-pc (12). Asimismo, actualmente se reportan otras tecnologías como dispositivos de asistencia, videojuegos, uso de plataformas móviles de salud y telesalud (13).

La terapia robótica de rehabilitación ofrece entrenamiento de intensidad y dosis altas (14) y la realidad virtual y los videojuegos ofrecen un aumento de la intensidad del entrenamiento y las repeticiones (11), así como el potencial de aumentar la adherencia de los participantes (15). Por otro lado, la telerehabilitación utiliza tecnologías de información y telecomunicaciones para facilitar el acceso de forma remota, lo que resulta útil en pacientes con ACV que tienen dificultades con el transporte, dependen de cuidadores o carecen de servicios de rehabilitación en sus áreas geográficas; las cuales son situaciones más frecuentes en países de bajos ingresos (15). Sin embargo, la mayoría de estudios realizados al respecto se han implementado en países desarrollados y no necesariamente se ha comprobado la eficacia de estos en países de menor ingreso económico. Por último, existen otras tecnologías que tampoco han determinado su eficacia en PBMI, como lo son las

interfaces cerebro-computadora, la neuroprótesis o estimulación eléctrica funcional, y la estimulación cerebral no invasiva (12,16).

Finalmente, es importante resaltar que existe asociación entre niveles socioeconómicos bajos con un mayor grado de severidad en la presentación del ACV (17,18,19). Una de las razones reside en la mayor prevalencia de ACV hemorrágico en PBMI, el cual puede ser explicado por mayores tasas de hipertensión arterial no controlada, aneurismas y malformaciones arteriovenosas en su población. Otras razones incluyen la distancia al hospital, el acceso al transporte, así como factores culturales, educacionales y étnicos (17). Como consecuencia, se evidencia menores puntajes del estado funcional e independencia en actividades de la vida diaria a los 3 meses y al año tras el ACV en un contexto de menor nivel económico, siendo escasa la evidencia a largo plazo (18,19).

Por tal motivo, el reto de un tratamiento y rehabilitación eficaz del ACV en los PBMI termina siendo clave. En este punto, la suma de los factores mencionados con las barreras o limitaciones que pueden afectar la implementación de estas estrategias tecnológicas, no permiten que el resultado de eficacia de cierta intervención tecnológica en un país de altos ingresos sea necesariamente extrapolable a PBMI (20, 21); por lo que resulta oportuna la presente revisión.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la eficacia de las intervenciones tecnológicas en comparación a la rehabilitación física clásica con respecto a la función motora del miembro superior en personas que han sufrido un primer episodio o episodio recurrente de ACV en países de ingresos bajos y medios.

Objetivos Secundarios

- Evaluar la eficacia de las intervenciones tecnológicas en la independencia de la ejecución de actividades de la vida diaria de personas que han sufrido un primer episodio o episodio recurrente de ACV en países de bajos y medianos ingresos.
- Evaluar la eficacia de las intervenciones tecnológicas en la calidad de vida de personas que han sufrido un primer episodio o episodio recurrente de ACV en países de bajos y medianos ingresos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente revisión sistemática fue redactada siguiendo la declaración de los Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis (PRISMA) (22).

Protocolo y registro

Se elaboró un protocolo detallado para el desarrollo apropiado de esta revisión sistemática (23). Asimismo, se registró en PROSPERO con el número de registro CRD42020213333.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

- Tipo de estudio: Se incluyeron todos los ensayos clínicos controlados y randomizados publicados en inglés, español, francés y portugués que investiguen la eficacia de distintos tipos de intervenciones tecnológicas para mejorar la función motora de los MMSS en personas que han sufrido algún episodio de ACV, y que vivan en PBMI catalogados según el Banco Mundial. Asimismo, se incluyeron los estudios que únicamente evaluaron la independencia en la ejecución de las actividades diarias o calidad de vida en este tipo de intervenciones. En el caso de estudios multipaís, se incluyeron solo si se contaba con los resultados disgregados y diferenciados por países, ya sea en los resultados publicados o información obtenida por medio del contacto con los autores.

- Participantes: Se incluyeron a personas mayores de 18 años, con un primer episodio o episodio recurrente de ACV, según se define por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (24), incluyendo ACV de origen isquémico y hemorrágico, y que además vivieran en PBMI.

- Tipos de intervención: Las intervenciones de interés fueron aquellas que abordaban rehabilitación usando dispositivos tecnológicos en MMSS como robots, realidad virtual y videojuegos, telerehabilitación, sensores, neuroprótesis o estimulación eléctrica funcional (FES), estimulación magnética transcraneal repetitiva (rTMS), estimulación transcraneal de corriente continua (tDCS), interfaces cerebro-computadora y biorretroalimentación. (12) Estas intervenciones debieron evaluar por lo menos uno de los objetivos del estudio. Las intervenciones podían ser individuales o en grupo, en el hospital o en el hogar, supervisadas por terapeutas o autoentrenamiento. No se establecieron límites en cuanto al momento, frecuencia y duración de las intervenciones.

- Tipo de medidas de resultado: Se seleccionaron diversas escalas que evaluaron la funcionalidad del MMSS, independencia en las actividades de la vida diaria y calidad de vida en las intervenciones descritas. Las evaluaciones de funcionalidad del brazo se dividieron en dos tipos:
 - Mediciones de la discapacidad motora del brazo: escala Fugl-Meyer sección del miembro superior (FMUE), Índice de Motricidad, y Chedoke-McMaster Stroke Assessment.

- Medidas funcionales que evalúan las limitaciones de las actividades son: Action Research Arm Test (ARAT), Wolf Motor Function Test (WMFT), Box and Block Test.

Las medidas de resultado secundarias incluyeron las siguientes escalas:

- Independencia en las actividades de la vida diaria (AVD): Índice de Barthel (IB), escala de Rankin y Escala de Independencia Funcional (EIF).
- Calidad de vida: Medical Outcomes Study Short-Form 36-item survey (SF-36), Escala de calidad de vida específica del ictus (ECVEI), Escala de las consecuencias del ictus (ECI), versión 3.0.

Si un estudio presentó un resultado de interés secundario y no primario, fue considerado para tal análisis. Si se identificó un estudio que informa sobre más de un instrumento o escala de medición que aborda el mismo resultado, se utilizó la escala que figura primero en nuestras listas. Sin embargo, si estas escalas no estuvieron disponibles, también se aceptaron los ensayos que evaluaron otras escalas para alguna de nuestras variables.

Criterio de exclusión

Se excluyeron los estudios que no sean ensayos clínicos controlados y randomizados. Así como los estudios en idiomas no aceptados o no accesibles en texto completo a pesar de haber sido solicitado al autor. Se excluyeron estudios con participantes menores de 18 años o que refieran otras entidades de injuria cerebral. También, se excluyeron los estudios que se realizaron en países de altos ingresos y

aquellos estudios realizados en países de altos ingresos y bajos ingresos simultáneamente que no presentaron resultados disgregados por país, a pesar de haber sido solicitado al autor.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Las bases de datos electrónicas seleccionadas para este estudio fueron Medline/PubMed, Global Index Medicus, y Physiotherapy Evidence Database. Se restringió la búsqueda de estudios a aquellos que estaban publicados en inglés, español, francés y portugués. No se puso ninguna restricción con respecto al tiempo ni hubo ninguna otra limitación.

Se utilizó palabras claves en inglés para poder realizar la búsqueda bibliográfica de acuerdo a cada base de datos (ej: MeSH terms en PubMed). Algunos ejemplos de las palabras claves utilizadas fueron: stroke, paresis, technology, rehabilitation, stroke rehabilitation, low- and middle- income countries, randomized controlled trial, controlled clinical trial. La estrategia de búsqueda completa para cada una de las bases de datos se detalla en el protocolo de investigación (23).

Selección de estudios

El proceso de selección de artículos se realizó por dos autores revisores de manera independiente, de acuerdo al título y resumen de cada resultado de la búsqueda, con la finalidad de hallar artículos relevantes. Esto se realizó considerando los criterios de inclusión y exclusión previamente detallados. Posteriormente, de nuevo, dos autores revisores de manera independiente leyeron el texto completo de los artículos previamente seleccionados para confirmar la selección final. Cualquier

desacuerdo fue debatido y resuelto por consenso con un tercer autor revisor. Se anotó la razón de la exclusión de cada uno de los artículos y el número de ellos en cada fase para detallarlos a través del flujograma de PRISMA.

Extracción de datos

La extracción de datos fue realizada por dos investigadores de manera independiente por medio de formularios previamente elaborados en Google Forms donde se incluyó las variables de interés, luego esta información fue almacenada en hojas de Microsoft Excel 2019. La información extraída incluyó datos generales del estudio, características de los participantes (tamaño de la muestra, criterios de inclusión y exclusión, rango de edad, género, proceso de randomización y aleatorización y detalles clínicos del ACV), características de las intervenciones (tipo de intervención, duración, frecuencia, supervisión, encargado de la ejecución, segmento del brazo, grupo control o comparativo) y medidas de resultado (tiempo de observación, análisis de funcionalidad motora del miembro superior, cambios en la independencia de actividades de la vida diaria, cambios en la calidad de vida, abandono y duración de seguimiento).

Riesgo de sesgo en estudios

Se evaluó el riesgo de sesgo utilizando la herramienta de Colaboración Cochrane para ensayos clínicos randomizados. (25) Dos autores revisores independientes realizaron estos juicios de riesgo de sesgo y los desacuerdos se resolvieron primero mediante discusión y luego refiriéndose a un tercer autor revisor como árbitro cuando era necesario.

Estrategia para la síntesis de resultados

Se proporciona una síntesis cualitativa, en texto y tabla, para resumir los principales resultados de las publicaciones seleccionadas, estructurados en torno a las características generales del estudio, características de la población objetivo, detalles de la intervención y tipos de resultado.

En el caso que los resultados de los ensayos solo hayan sido documentados como pre-intervención y post-intervención, sin documentar el delta del grupo control y experimental, se utilizaron las fórmulas descritas en el libro Cochrane para el cálculo de la media y desviación estándar delta (25). Posteriormente, se comprobó la heterogeneidad de los estudios incluidos mediante la realización de la prueba estadística I^2 (muy altos niveles de heterogeneidad: $I^2 \geq 75\%$), y se utilizó el software Review Manager 5 (RevMan 5) para sintetizar los resultados de manera cuantitativa de los estudios homogéneos y con datos completos. Fue utilizado el modelo de efectos aleatorios, tomando en cuenta la heterogeneidad. Asimismo, se realizó forest plot para mostrar los resultados del metanálisis. (26)

IV. RESULTADOS

Selección de los estudios

La estrategia de búsqueda primaria identificó un total de 2248 estudios potenciales para incluir en la revisión, eliminando los duplicados compatibles entre bases de datos, solo 2122 estudios progresaron a la etapa de revisión por título y resumen. En esta etapa, identificamos un total de 75 artículos para su revisión a texto completo. Finalmente, 27 estudios (27-53) cumplieron nuestros criterios de

inclusión y fueron incluidos para la síntesis cualitativa y de ellos, 12 estudios fueron escogidos para metaanálisis. Un estudio no tenía disponible el texto completo a disposición, por lo que se envió un correo electrónico al autor, sin obtener respuesta. El flujo de estudios a través del proceso de búsqueda, incluyendo las razones de exclusión de los demás artículos a texto completo, se muestra en el flujograma de PRISMA (Figura 1).

Características de los estudios

Países/región geográfica

Los 27 ensayos clínicos aleatorizados, randomizados y seleccionados (27-53) (Tabla 1) para esta revisión abarcan a 4 de los 5 continentes habitables del mundo, 16 de los cuales (60%) fueron llevados a cabo en regiones asiáticas con la mayoría desarrolladas en Turquía (n=7), seguido de China (n=6), Rusia (n=1), India (n=1), y Malasia (n=1).

También se observó que 7 de los estudios fueron desarrollados en el continente americano, siendo Brasil el país involucrado en 6 de ellos, y uno hecho en México. Un número de 3 estudios fueron conducidos en el continente europeo (n=2) y africano (n=1). Por último, solo se encontró un estudio multipaís (41) que fue desarrollado en colaboración entre los países de Canadá, Argentina, Perú y Tailandia.

Tiempo

Esta revisión sistemática no puso limitaciones temporales para la selección de artículos, sin embargo, se obtuvo un rango temporal de artículos que van desde el 2008 al 2020.

Participantes

En total, los estudios incluyeron a 1287 sobrevivientes de ACV. Estos estudios tenían un tamaño muestral que iban desde 17 participantes hasta 106 participantes. Ocho de los 27 estudios, tenían 30 participantes o menos; teniendo la mayoría de estudios de 31 a más personas incluidas en su análisis. El número detallado de participantes de cada estudio está descrito en la Tabla 1.

Los participantes fueron reclutados en todas las fases posteriores al ACV. El tiempo transcurrido desde el ACV hasta la inclusión del estudio y aplicación de la intervención tecnológica fue variable. En cinco estudios, el tiempo entre la inclusión y el ACV fue de 30 días o menos. En 8 estudios el tiempo luego del ACV fue de 30 días a 6 meses. En 4 estudios el tiempo transcurrido desde el evento fue de 6 meses a 1 año, mientras que en 7 estudios este tiempo fue igual o mayor a 1 año. En 3 de los estudios no se especifica. (Tabla 1). El enfoque de los estudios tiende a concentrarse en la fase subaguda y crónica del ACV, con menor frecuencia de estudios en la fase aguda de la misma, es decir, en el primer mes.

Asimismo, los estudios incluyeron participantes que habían sufrido ACV tanto del tipo isquémico como del tipo hemorrágico. Son 17 estudios que involucraron pacientes que habían sufrido ambos tipos de ACV, 7 estudios que solo incluyeron pacientes con ACV del tipo isquémico y 3 estudios que no especifican a detalle qué tipo de ACV padecían sus participantes. Con el total de los estudios, en este análisis,

se calculó que un total de 862 participantes sufrieron ACV tipo isquémico lo que representa al 67% de la población, mientras que, 183 participantes sufrieron ACV del tipo hemorrágico correspondiente al 14% de la población. Por otro lado, no se especificó el tipo de ACV en el 19% de la población.

Con respecto a la edad de los participantes, la edad media más joven ($\pm$ desviación estándar [DE]) fue de $45,9 \pm 11,2$ años y la edad media mayor entre los estudios fue de $76,20 \pm 10,41$ años.

Intervenciones

Los estudios incluidos evaluaron un total de 8 categorías tecnológicas, la categoría de sensores propuesta inicialmente no obtuvo ningún resultado por lo que no se incluyó, y se agregó una nueva categoría bajo la denominación de biorretroalimentación para sintetizar ciertos estudios. La intervención con mayor representatividad fue la de videojuegos y realidad virtual, con un total de 11 estudios del total (40%), seguido de estudios que involucran telerehabilitación (n=5), rTMS (n=4), FES (n=3), tDCS (n=3), robots (n=2), biorretroalimentación (n=2), e interfaz cerebro-computadora (n=1). También se observó que 4 estudios evaluaron más de una intervención tecnológica a la vez.

Por otro lado, se observó que la duración de la intervención en cada uno de los estudios fue muy variable con rangos desde los 5 días hasta las 12 semanas. Dentro de los estudios seleccionados, 16 ensayos intervienen en el MMSS por completo, 3 únicamente en la mano y 8 no fueron específicos para el MMSS. Los 27 estudios incluidos tenían a un terapeuta ocupacional como responsable de las intervenciones, a ello se le sumaron en 5 estudios la interacción con la familia del paciente para la

intervención. Todas las intervenciones se realizaron con un grupo control comparativo que llevase rehabilitación convencional, y 9 de los estudios utilizaron un placebo para el grupo control.

Resultados por Intervenciones A continuación se exponen los resultados de los desenlaces de interés por intervención, según tabla 2.

Telerehabilitación

Se encontraron 5 ensayos clínicos aleatorizados (27-31) que utilizaban la telerehabilitación como intervención tecnológica para la recuperación después de un ACV en PBMI. Para evaluar la funcionalidad del MMSS, un estudio evaluó FMUE y otro evaluó la escala de Fugl Meyer (FM) segmento de miembro superior e inferior. En la evaluación de la independencia en la ejecución de actividades diarias, cuatro estudios evaluaron el índice de Barthel modificado (IBM) (28-31) (Figura 2) y uno solo IB (27). Solo un estudio evaluó la calidad de vida con ECVEI, descritos en la tabla suplementaria 1.

Se realizó metanálisis para los cuatro estudios que evaluaron IBM, encontrando un pequeño efecto significativo en IBM a favor del grupo de telerehabilitación, con un MD de 3,28; 95% IC 0,86 a 5,70. La heterogeneidad estadística fue baja ($I^2 = 22\%$).

Robots

Respecto a robots, como intervención tecnológica para la recuperación del MMSS, se hallaron 2 estudios (32,33) de tipo ensayo clínico aleatorizado. Ambos estudios evaluaban la funcionalidad del MMSS mediante diferentes escalas. Tomic (32) encuentra diferencia significativa en el incremento de puntaje de la escala FMUE y WMFT en el grupo asistido con “Arm Assist robotic”, mientras Orihuela Espina

(33) muestra resultados significativos para el grupo intervención utilizando la escala Fugl Meyer para la sección mano. Dado el uso de diferentes escalas, no es posible realizar un metanálisis de los resultados. Un estudio (32) evalúa la independencia en la ejecución de actividades diarias mediante IB, encontrando ausencia de diferencia entre el grupo control y el de intervención. Ninguno evaluó la calidad de vida.

Realidad virtual y videojuegos

Once ensayos (34-44) utilizaron realidad virtual y/o videojuegos para la recuperación del miembro superior posterior a un ACV en PBMI. Nueve de los estudios utilizaron consolas de juegos disponibles comercialmente: un estudio utilizó Playstation EyeToy (34), 6 estudios utilizaron Nintendo Wii (35,36,40,41,42,44) y 2 estudios utilizaron X box kinect (39,43). Dos ensayos fueron basados en realidad virtual inmersiva, uno de ellos usó Motion Rehab AVE 3D (38) y el otro usó Leap motion based 3D (37). Asimismo, algunos de los estudios compararon como grupo intervención solo realidad virtual o realidad virtual más terapia convencional: Siete estudios (35,36,37,38,40,42,44) evaluaron solo realidad virtual vs terapia convencional y 5 estudios (34,35,39,41,43) evaluaron realidad virtual más terapia convencional vs terapia convencional. De los cuales un estudio presentó dos grupos intervención basados en solo realidad virtual y en realidad virtual más terapia convencional (35), y otro estudio presentó como grupo control terapia convencional más actividad recreacional (41).

Para la evaluación de la funcionalidad del MMSS, cinco estudios (35,37,38,43,44) evaluaron FMUE. El impacto de la realidad virtual respecto al grupo control en FMUE fue significativo con un MD de 3,52; 95% IC 1,57 a 5,47, con una

heterogeneidad estadística alta en el límite superior ($I^2 = 74\%$) (Figura 3). La funcionalidad del MMSS en el resto de estudios fue evaluado con otras escalas, resultados descritos en la tabla 2.

Se realizó evaluación por subgrupos para FMUE según si consideraron como grupo de intervención solo realidad virtual o realidad virtual más terapia convencional. En el caso de la evaluación de solo realidad virtual vs terapia convencional (35,37,38,44), se encontró un impacto significativo, pero con una heterogeneidad estadística muy alta ($I^2 = 82\%$): MD 3,60; 95% IC 1,35 a 5,87 (figura suplementaria 1) y en el caso que el grupo intervención fuera realidad virtual más terapia convencional (35, 42), el impacto no fue significativo MD 2,42; 95% IC -0,92 a 5,75 (figura suplementaria 2).

Asimismo, se realizó evaluación por subgrupos para FMUE según el tipo de intervención de realidad virtual utilizada, ya sea, inmersiva o no inmersiva. Para el grupo de realidad virtual inmersiva (37,38), se encontró un impacto significativo a favor del grupo intervención y no heterogeneidad ($I^2 = 0\%$): MD 5,57; 95% IC 4,90 a 6,24. (figura 4). En el grupo de realidad virtual no inmersiva (35,43,44), el impacto no fue significativo ($p = 0,39$): MD 1,27; 95% IC -1,6 a 4,13. (figura 5)

Para evaluar la independencia en la ejecución de actividades diarias se utilizó EIF en tres estudios (35,41,42), encontrándose un efecto a favor del grupo de realidad virtual con MD de 4,82; 95% IC 2,45 a 7,19 (Figura 6).

Solo tres estudios (41,42,44) evaluaron la calidad de vida con las escalas Nottingham Health Profile (NHP), Escala de las consecuencias del ictus (ECI), versión 3.0 y cuestionario SF-36. Siendo estos estudios no comparables por el uso de diferentes escalas, se documenta los resultados en la tabla suplementaria 1.

Estimulación magnética transcraneal repetitiva (rTMS)

Se encontraron cuatro estudios (45-48) que evaluaron como intervención tecnológica la rTMS, de los cuales dos estudios combinaron la intervención con FES. La funcionalidad del MMSS fue evaluada por Fugl Meyer segmento miembro superior, en uno de los estudios (45) no se describe los resultados con media o mediana, por lo que ese no pudo ser analizado. De estos estudios, tres (45,47,48) encontraron diferencia significativa a favor del grupo intervención y uno no encontró diferencia significativa (46). Sin embargo, de los tres (46-48) estudios comparables, se encontró que presentaban heterogeneidad muy alta ($I^2=91\%$). La independencia en la ejecución de actividades diarias fue medido por EIF, escala Rankin e IB. Solo un estudio (47) evaluó la calidad de vida con ECVEI, estos resultados son descritos en la tabla suplementaria 1.

Estimulación transcraneal de corriente continua (tDCS)

Tres ensayos clínicos (49-51) estudiaron la tDCS para la recuperación del MMSS posterior a un ACV. Los tres estudios evalúan la funcionalidad del MMSS con el uso de escalas como FMUE, donde dos (49,51) señalan diferencia significativa en la mejora de funcionalidad en el grupo tDCS, mientras Alisa et al. (50) no reporta diferencia entre control e intervención. La independencia en actividades de la vida diaria es evaluada en dos estudios (50,51) mediante dos escalas distintas como son EIF y BI, encontrando mejoría significativa con la intervención de tDCS. Ningún estudio evaluó la calidad de vida.

Neuroprótesis o Estimulación eléctrica funcional (FES)

A su vez, el uso de FES fue estudiado dentro de 3 ensayos clínicos aleatorizados (31,46,48) como intervención tecnológica en personas post ACV. Los 3 estudios

evalúan la funcionalidad del MMSS afectado, 2 de ellos no encuentran diferencia significativa entre grupos, mientras que Chen et.al. (31) reporta resultados significativos a favor de la intervención con FES. En cuanto al análisis de independencia de la vida diaria, los 3 estudios utilizaron la escala IB sin encontrar diferencias significativas entre grupos intervención y control. Ninguno evalúa la calidad de vida.

Interfaz cerebro-computadora

Se encontró un estudio (52) tipo ensayo clínico aleatorizado que evalúa la eficacia de interfaces cerebro-computadora. Este solo evalúa funcionalidad del MMSS afectado posterior a la intervención obteniendo resultado favorable con la intervención mediante la escala ARAT.

Biorretroalimentación

Dentro de la búsqueda se hallaron 2 ensayos clínicos aleatorizados (30,53) que estudiaban biorretroalimentación como intervención tecnológica a considerar en la recuperación de MMSS. Dogan-Aslan (53) evalúa funcionalidad obteniendo un resultado positivo significativo a favor del grupo intervención con Fugl Meyer porción muñeca y mano. Si bien ambos estudios evalúan independencia en las actividades de la vida diaria con la escala IB, Chen (30) utiliza la escala modificada, por lo que estos grupos no son comparables. Asimismo, ambos reportan no encontrar diferencia significativa entre los grupos estudiados. Los estudios no evaluaron calidad de vida.

Evaluación de riesgo de sesgo

El riesgo general de sesgo de los ensayos incluidos se consideró moderado (Figura 7, detalle en tabla suplementaria 2). Evaluamos el sesgo que surge del proceso de

aleatorización como bajo riesgo en el 48,1% de los ensayos. Si bien se consideró la generación de secuencias aleatorias como adecuada en todos los estudios, el ocultamiento de la asignación no fue informado en 11 estudios y 3 estudios no aplicaron un mecanismo adecuado para ocultar la asignación. Los sesgos que surgen cuando hay desviaciones de las intervenciones previstas se informaron como bajo riesgo en el 66,7% de los ensayos, donde 15 ensayos no pudieron cegar a los participantes y 22 ensayos no realizaron cegamiento al personal. Se consideró que el 81,5% de los estudios tenían un bajo riesgo de sesgo en relación con los datos de resultado incompletos. Juzgamos que el 85,2% tenían bajo riesgo en la medición del resultado. Sin embargo, 3 estudios no informaron si los evaluadores del desenlace eran conscientes de las intervenciones recibidas. Por último, el 55,6% de los estudios fueron clasificados como de riesgo moderado de sesgo en la selección del resultado comunicado, dado que 5 estudios no midieron los objetivos preseleccionados en los protocolos y en 8 estudios no se tuvo acceso a sus respectivos protocolos.

V. DISCUSIÓN

Esta revisión realizó de forma integral y sistemática un estudio de eficacia de los dispositivos tecnológicos disponibles actualmente para la rehabilitación del ACV en países de bajos y medianos ingresos. Mediante la estrategia de búsqueda se ha podido recabar información que involucra a países de cuatro continentes. Sin embargo, a semejanza de otros estudios, en nuestra presente revisión los tamaños muestrales fueron muy variables, al igual que los tiempos de intervención y las escalas de medición lo que limitó realizar meta análisis en cada una de las intervenciones tecnológicas estudiadas.

No obstante, es importante resaltar que se encontró resultados favorables para el grupo de la intervención tecnológica con algunas tecnologías y en ciertos desenlaces. En primer lugar, se encontró que la telerehabilitación tuvo un efecto en mejorar el desempeño en las actividades de la vida diaria, en comparación a la terapia física convencional. En segundo lugar, la realidad virtual y videojuegos mostró ser eficaz en mejorar la función motora de los MMSS cuando se utiliza tecnología inmersiva. Asimismo, la realidad virtual y los videojuegos resultaron ser más eficaces que la terapia física convencional para mejorar la independencia en las actividades de la vida diaria. Esto evidencia que la telerehabilitación y la realidad virtual podrían ser eficaces para mejorar el desempeño en las actividades diarias de personas que han sufrido un episodio de ACV, en el contexto de PBMI.

En la intervención tecnológica de telerehabilitación, nuestra revisión en PBMI (245 participantes) encontró un pequeño efecto significativo en la independencia de las actividades de vida diaria mediante IBM a favor del grupo de telerehabilitación en

comparación a la terapia física convencional. En contraste, las revisiones sistemáticas Tcherro (54) de 2018 (98 participantes, SMD $-0,06$, 95% IC $-0,46$ a $0,33$, $p=0,75$) y Cochrane (55) de 2020 (661 participantes, SMD $-0,00$, 95% IC $-0,15$ a $0,15$) concluyen que no hubo diferencias en las actividades de la vida diaria entre la telerehabilitación y la rehabilitación convencional para los sobrevivientes de un ACV. Se plantea que esta diferencia encontrada puede ser debido a que la terapia física convencional en PBMI puede ser de menor intensidad, generando así que se evidencie un mejor efecto de la telerehabilitación. Asimismo, las características de cada intervención evaluada en los estudios de telerehabilitación es muy variable, siendo esta una limitación en la comparación; solo el resultado individual de Wu et al (28) muestra un resultado significativo a favor de la telerehabilitación, influyendo en el resultado total.

En la actualización de Cochrane de 2018 (56) sobre el entrenamiento de brazos electromecánicos y asistido por robot en 45 ensayos (1619 participantes), encontraron mejoría en las puntuaciones de las actividades de la vida diaria (SMD $0,31$; 95% IC $0,09$ a $0,52$; $I^2 = 59\%$) y en la funcionalidad del brazo (SMD $0,32$; 95% IC $0,18$ a $0,46$, $I^2 = 36\%$). En nuestro estudio, centrado en pacientes de PBMI, se encontraron resultados similares para funcionalidad de MMSS en 2 ensayos evaluados (32,33) (43 participantes), pero no se encontraron resultados significativos para la independencia en la ejecución de actividades diarias que fue evaluado en solo un ensayo (33) (16 participantes), siendo probable que esta última diferencia se deba a que la muestra encontrada en PBMI sea pequeña.

Respecto a la realidad virtual como rehabilitación para ACV, en el estudio de Cochrane de 2017 (57), se encontró que al comparar solo la realidad virtual con terapia convencional (1038 participantes, SMD 0,07 95% IC -0,05 a 0,20) los resultados no fueron estadísticamente significativos para la función del MMSS. Sin embargo, cuando se utilizó realidad virtual más atención habitual vs solo atención habitual (210 participantes, SMD 0,49 95% IC 0,21 a 0,77) hubo diferencia significativa entre los grupos a favor del primero, la cual no fue encontrada en nuestro estudio. En la presente revisión sistemática en PBMI, se encontró en la evaluación de funcionalidad de MMSS un impacto significativo a favor del grupo intervención, pero con heterogeneidad alta. A su vez, al realizar la evaluación por subgrupos para decidir la intervención de solo realidad virtual o realidad virtual más terapia convencional, se encontró alta heterogeneidad y hallazgos no significativos respectivamente. Por lo cual, no se puede concluir un impacto general de la realidad virtual en la funcionalidad de MMSS, debido a que al escoger el tipo de intervención los grupos son muy variables o no significativos. Asimismo, la diferencia evidenciada por Cochrane puede deberse a una mejor rehabilitación habitual en los países desarrollados, influyendo en un resultado positivo cuando se suma esta rehabilitación a la realidad virtual, lo cual no encontramos en PBMI.

Cuando se realizó la evaluación por subgrupos en realidad virtual inmersiva y no inmersiva respecto a la funcionalidad del MMSS en PBMI, se encontró un impacto significativo y homogeneidad en el grupo de realidad virtual inmersiva vs terapia convencional. En una revisión sistemática del 2007 (58), dos ensayos clínicos que comparan la realidad virtual inmersiva con ninguna terapia de rehabilitación encontraron diferencias significativas a favor de la realidad virtual inmersiva. Sin

embargo, ese estudio no encontró ningún ensayo que evaluara como grupo control a la rehabilitación convencional; por lo que no puede ser comparado directamente con nuestro estudio. Respecto a la realidad virtual no inmersiva se encontró que no es efectiva comparada con atención habitual (58), similar a lo que se encontró en este metanálisis. Concluyendo que la realidad virtual inmersiva tiene un resultado prometedor en la rehabilitación de PBMI, por lo que se sugiere valorar realizar estudios de costo efectividad con esta intervención.

En la evaluación de la independencia en la ejecución de actividades diarias, se encontró un efecto significativo a favor del grupo de realidad virtual en FIM. Resultado similar al de Cochrane 2017 (57) que encontró un pequeño efecto significativo a favor del grupo intervención (SMD 0,25; 95% IC 0,06 - 0,43).

En las tecnologías de rTMS, tDCS y FES no se pudo realizar metanálisis. Se encontraron diversos ensayos con resultados discrepantes tanto en nuestro estudio como en metanálisis globales. (59-67) Estas discrepancias encontradas tanto en nuestro estudio como globalmente puede deberse a falta de uniformización en los protocolos en estas tecnologías.

Sobre el uso de interfaces cerebro-computadora, la revisión de Cervera (68) sugiere que la tecnología podría ser una intervención eficaz para la rehabilitación de las extremidades superiores después de un ACV. Nuestro estudio describe sólo un ensayo clínico, realizado en Rusia (52) (país de ingreso medio alto), que obtiene igualmente resultado favorable en la funcionalidad del MMSS. De aquí nace la necesidad de ampliar estudios con un tamaño de muestra mayor en esta área de intervención. Por último, solo encontramos un estudio (53) que evalúa la funcionalidad de MMSS en biorretroalimentación en PBMI con resultado favorable

y dos (30,53) en la evaluación de independencia en AVD teniendo uno con diferencia significativa y el otro no; no encontrándose metaanálisis globales en esta tecnología.

Fortalezas y limitaciones

El presente estudio utilizó una estrategia de búsqueda integral con la finalidad de obtener el mayor número posible de artículos de interés, sin ninguna restricción temporal para ninguna de las bases de datos usadas, siendo una fortaleza. El diseño del estudio también podría considerarse en este aspecto, ya que solo se incluyeron ensayos clínicos randomizados y aleatorizados en el esfuerzo de sintetizar los estudios con la mayor calidad científica y sesgos limitados. Otra fortaleza es que hasta donde sabemos, es la primera revisión en evaluar sistemáticamente los estudios de eficacia relacionados a dispositivos tecnológicos en rehabilitación del ACV en PBMI.

Sin embargo, hubo también limitaciones en el estudio. Reconocemos el sesgo de publicación existente ante la exclusión de artículos en chino, la falta de búsqueda de literatura gris y en otras bases de datos como EMBASE y Cochrane Controlled Register of Trials (CENTRAL).

Asimismo, resultan una importante limitación las diferencias observadas en el diseño de cada protocolo, al presentarse variabilidad en el tiempo de inclusión de los participantes posterior al evento de ACV, variabilidad en el tiempo de cada intervención, así como diferentes tiempos de observación. Por lo que, en el análisis, en un esfuerzo por disminuir la heterogeneidad, se limitó la inclusión a estudios con escalas de medición y tiempos de observación similares para su meta-análisis. Por

último, otra limitación constituye la calidad de los ensayos clínicos evidenciada con un riesgo general de sesgo moderado.

Implicaciones para la práctica e investigación futura

Nuestro análisis concluye que la realidad virtual inmersiva tiene mayor impacto respecto la terapia convencional en la funcionalidad del MMSS en PBMI. Dado este potencial, se requieren realizar estudios respecto a la utilidad de la realidad virtual inmersiva posterior al 2007 (58), así como estudios de costo efectividad para explorar la aplicabilidad en nuestro contexto.

Respecto a la independencia de las actividades diarias, se encontró eficacia tanto en realidad virtual como en telerehabilitación. Este resultado ha de ser el de mayor impacto en los sistemas de salud en PBMI, sobre todo en el contexto actual de la pandemia COVID-19, al encontrarse los servicios de rehabilitación cerrados en su mayoría o incipientes en la implementación de la telesalud. Por lo tanto, resulta necesario la mejora del nivel tecnológico de los sistemas como parte esencial de los futuros programas de rehabilitación.

VI. CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática y metaanálisis encontró 8 tipos de intervenciones tecnológicas en países de bajos y medianos ingresos: telerehabilitación, robots, realidad virtual, estimulación magnética transcraneal repetitiva, estimulación transcraneal de corriente continua, estimulación eléctrica funcional, interfase cerebro - computadora y biorretroalimentación. Se observó un efecto significativo en la realidad virtual inmersiva en la funcionalidad del miembro superior y en la independencia de las actividades de vida diaria, así como una diferencia significativa de la telerehabilitación frente a la terapia convencional, que cobra mayor impacto en el contexto actual. Pocos estudios evaluaron calidad de vida, por lo que no se pudo realizar un metaanálisis para tal objetivo. De la misma manera, aún es escasa o controversial la información sobre la aplicación de las otras tecnologías estudiadas en PBMI.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, Mensah GA, Connor M, Bennett DA, et al. Global and regional burden of stroke during 1990-2010: Findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2014; 383(9913):245–55.[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61953-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61953-4)
2. Dee M, Lennon O, O’Sullivan C. A systematic review of physical rehabilitation interventions for stroke in low and lower-middle income countries. *Disabil Rehabil*. 2020; 42(4):473–501.
<https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1501617>
3. Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: A systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil*. 2007; 14(2):52–61
4. Parker VM, Wade DT, Hewer RL. Loss of arm function after stroke: Measurement, frequency, and recovery. *Disabil Rehabil*. 1986; 8(2):69–73.
5. Newport R. Ventajas de la rehabilitación asistida mediante robot en la recuperación de las funciones motriz y visuoespacial en pacientes en fase de recuperación de un accidente cerebrovascular. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2006; 41(Supl 2):66–73.
6. Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR, Cramer SC, et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2016; 47: 98–169.
7. Wang H, Arceo R, Chen S, Ding L, Jia J, Yao J. Effectiveness of interventions to improve hand motor function in individuals with moderate to severe stroke: A systematic review protocol. *BMJ Open*. 2019;9(9):1–8.
8. Babaiasl M, Mahdioun SH, Jaryani P, Yazdani M. A review of technological and clinical aspects of robot-aided rehabilitation of upper-extremity after stroke. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2016;11(4):263–80.
<http://dx.doi.org/10.3109/17483107.2014.1002539>
9. Loeza P. Introducción a la rehabilitación robótica para el tratamiento de la enfermedad vascular cerebral. *Rev Mex Med Física y Rehabil*. 2015;27(2):44–8.

10. Maceira-elvira P, Popa T, Schmid A, Hummel FC. Wearable technology in stroke rehabilitation: towards improved diagnosis and treatment of upper-limb motor impairment. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*.2019; 16:142.
11. Clark WE, Sivan M, O'Connor RJ. Evaluating the use of robotic and virtual reality rehabilitation technologies to improve function in stroke survivors: A narrative review. *J Rehabil Assist Technol Eng*. 2019; 6:1-7.
12. Iosa M, Morone G, Fusco A, Bragoni M, Coiro P, Multari M, et al. Seven capital devices for the future of stroke rehabilitation. *Stroke Res Treat*. 2012;2012.
13. Frontera WR, Bean JF, Damiano D, et al. Rehabilitation Research at the National Institutes of Health: moving the field forward (Executive Summary). *Am J Occup Ther*. 2017; 97:393–403.
14. Norouzi-Gheidari N, Archambault PS, Fung J. Effects of robot-assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs: Systematic review and meta-analysis of the literature. *J Rehabil Res Dev*. 2012; 49(4):479–96.
15. Chen Y, Abel KT, Janecek JT, Chen Y, Zheng K, Cramer SC. Home-based technologies for stroke rehabilitation: A systematic review. *Int J Med Inform*. 2019; 123:11–22.
16. Hernandez-Pavon JC, Harvey RL. Noninvasive Transcranial Magnetic Brain Stimulation in Stroke. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2019; 30(2):319–35. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2018.12.010>
17. Brainin M, Teuschl Y, Kalra L. Acute treatment and long-term management of stroke in developing countries. *Lancet Neurol*. 2007; 6(6):553–61.
18. Addo J, Ayerbe L, Mohan KM, Crichton S, Sheldenkar A, Chen R, et al. Socioeconomic status and stroke: An updated review. *Stroke*. 2012;43(4):1186–91.
19. Marshall IJ, Wang Y, Crichton S, McKeivitt C, Rudd AG, Wolfe CDA. The effects of socioeconomic status on stroke risk and outcomes. *Lancet Neurol*. 2015;14(12):1206–18. [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(15\)00200-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(15)00200-8)
20. Jafni T.I., Bahari M., Ismail W., Hanafi M.H. Exploring Barriers that Affect Telerehabilitation Readiness: A Case Study of Rehabilitation Centre in Malaysia. En: Saeed F., Gazem N., Mohammed F., Busalim A. (eds) *Recent Trends in Data Science and Soft Computing. IRICT 2018. Advances in Intelligent Systems and*

Computing. Springer Cham. 2019; 843. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99007-1_70

21. McGlinchey MP, James J, McKeivitt C, Douiri A, Sackley C. The effect of rehabilitation interventions on physical function and immobility-related complications in severe stroke: A systematic review. *BMJ Open*. 2020;10(2):9–11.
22. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLoS Med*. 2021; 18(3): e1003583. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583>
23. Carbajal-Galarza M, Chinchihualpa-Paredes N, Abanto-Perez S, Lazo-Porras M. Effectiveness of technological interventions to improve upper limb motor function in people with stroke in low- and middle-income countries: Protocol for a systematic review and meta-analysis. *medRxiv*. 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.11.10.20209197>
24. Hatano S. Experience from a multicentre stroke register: a preliminary report. *Bulletin of the World Health Organization*. 1976; 54:541-53.
25. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* version 6.0 (updated July 2019). Cochrane. 2019.
26. Higgins JPT, Lasserson T, Tovey D, Thomas J. Methodological Expectations of Cochrane Intervention Reviews (MECIR) Standards for the conduct and reporting of new Cochrane Intervention Reviews. *Reviews Standards for Cochrane Reviews of interventions* Other key resources. 2020.
27. Kamwesiga JT, Eriksson GM, Tham K, Fors U, Ndiwalana A, von Koch L, et al. A feasibility study of a mobile phone supported family-centred ADL intervention, F@ceTM, after stroke in Uganda. *Global Health*. 2018; 14(1):1–13.
28. Wu Z, Xu J, Yue C, Li Y, Liang Y. Collaborative Care Model Based Telerehabilitation Exercise Training Program for Acute Stroke Patients in China: A Randomized Controlled Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2020; 29(12):105328. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105328>

29. Redzuan NS, Engkasan JP, Mazlan M, Freddy Abdullah SJ. Effectiveness of a video-based therapy program at home after acute stroke: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012; 93(12):2177–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2012.06.025>
30. Chen J, Jin W, Dong WS, Jin Y, Qiao FL, Zhou YF, et al. Effects of Home-based Telesupervising Rehabilitation on Physical Function for Stroke Survivors with Hemiplegia: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2017; 96(3):152–60.
31. Chen J, Sun D, Zhang S, Shi Y, Qiao F, Zhou Y, et al. Effects of home-based telerehabilitation in patients with stroke: A randomized controlled trial. *Neurology* 2020; 95: 2318–2330.
32. Tomić TJD, Savić AM, Vidaković AS, Rodić SZ, Isaković MS, Rodríguez-De-Pablo C, et al. ArmAssist robotic system versus matched conventional therapy for poststroke upper limb rehabilitation: A randomized clinical trial. *Biomed Res Int.* 2017.
33. Orihuela-Espina F, Roldán GF, Sánchez-Villavicencio I, Palafox L, Leder R, Sucar LE, et al. Robot training for hand motor recovery in subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *J Hand Ther.* 2016; 29(1):51–7.
34. Yavuzer G, Senel A, Atay M, Stam H. “Playstation eyetoy games” improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2008; 44:237-44.
35. Dos Santos JVA, Santos M de S, Ribeiro NM da S, Maldonado IL. Combining Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Virtual Reality for Improving Sensorimotor Function in Stroke Survivors: A Randomized Clinical Trial. *J Cent Nerv Syst Dis.* 2019; 11:1-7.
36. Galvão MLC, Gouvêa PM, Ocamoto GN, Silva AT, dos Reis LM, Kosour C, et al. Efeito da Realidade virtual na função Motora do membro superior parético pós-acidente vascular cerebral. *Rev Neurociencias.* 2015; 23(4):493–8.

37. Ögün MN, Kurul R, Yaşar MF, Turkoglu SA, Avcı Ş, Yıldız N. Effect of leap motion-based 3D immersive virtual reality usage on upper extremity function in ischemic stroke patients. *Arq Neuropsiquiatr.* 2019; 77(10):681–8.
38. Henrique PPB, Colussi EL, De Marchi ACB. Effects of Exergame on Patients' Balance and Upper Limb Motor Function after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019; 28(8):2351–7. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.05.031>
39. Aşkın A, Atar E, Koçyiğit H, Tosun A. Effects of Kinect-based virtual reality game training on upper extremity motor recovery in chronic stroke. *Somatosens Mot Res.* 2018; 35(1):25–32. <https://doi.org/10.1080/08990220.2018.1444599>
40. Santos S, Ocamoto GN, De Camargo PS, Santos ATS, Terra AMSV. Effects of virtual reality and motor imagery techniques using Fugl Meyer Assessment scale in post-stroke patients. *Int J Ther Rehabil.* 2018; 25(11):587–96.
41. Saposnik G, Cohen LG, Mamdani M, Pooyania S, Ploughman M, Cheung D, et al. Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST): a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial. *Lancet Neurol.* 2016; 15(10):1019–27. [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30121-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30121-1).
42. Şimşek TT, Çekok K. The effects of Nintendo Wii™-based balance and upper extremity training on activities of daily living and quality of life in patients with sub-acute stroke: a randomized controlled study. *Int J Neurosci.* 2016; 126(12):1061–70.
43. Ikbali Afsar S, Mirzayev I, Umit Yemisci O, Cosar Saracgil SN. Virtual Reality in Upper Extremity Rehabilitation of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2018; 27(12):3473–8.
44. Da Silva Ribeiro NM, Dominguez Ferraz D, Pedreira É, Pinheiro Í, Da Silva Pinto AC, Gomes Neto M, et al. Virtual rehabilitation via Nintendo Wii® and

conventional physical therapy effectively treat post-stroke hemiparetic patients. *Top Stroke Rehabil.* 2015; 22(4):299–305.

45. Du J, Yang F, Hu J, Hu J, Xu Q, Cong N, et al. Effects of high- and low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on motor recovery in early stroke patients: Evidence from a randomized controlled trial with clinical, neurophysiological and functional imaging assessments. *NeuroImage Clinical* 21. 2018; 101620 . <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.101620>.

46. Yang NYH, Fong KNK, Li-Tsang CWP, Zhou D. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with sensory cueing on unilateral neglect in subacute patients with right hemispheric stroke: A randomized controlled study. *Clin Rehabil.* 2016; 31(9):1154–63.

47. Barros Galvão SC, Borba Costa Dos Santos R, Borba Dos Santos P, Cabral ME, Monte-Silva K. Efficacy of coupling repetitive transcranial magnetic stimulation and physical therapy to reduce upper-limb spasticity in patients with stroke: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014; 95(2):222–9.

48. Khan F, Rathore C, Kate M, Joy J, Zachariah G, Vincent PC, et al. The comparative efficacy of theta burst stimulation or functional electrical stimulation when combined with physical therapy after stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2019; 33(4):693–703.

49. Ilić N V., Dubljanin-Raspopović E, Nedeljković U, Tomanović-Vujadinović S, Milanović SD, Petronić-Marković I, et al. Effects of anodal tDCS and occupational therapy on fine motor skill deficits in patients with chronic stroke. *Restor Neurol Neurosci.* 2016; 34(6):935–45.

50. Alisar DC, Ozen S, Sozay S. Effects of Bihemispheric Transcranial Direct Current Stimulation on Upper Extremity Function in Stroke Patients: A randomized Double-Blind Sham-Controlled Study. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2020; 29(1):104454. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104454>

51. Wu D, Qian L, Zorowitz RD, Zhang L, Qu Y, Yuan Y. Effects on decreasing upper-limb poststroke muscle tone using transcranial direct current stimulation: A randomized sham-controlled study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013; 94(1):1–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2012.07.022>
52. Frolov AA, Mokienko O, Lyukmanov R, Biryukova E, Kotov S, Turbina L, et al. Post-stroke rehabilitation training with a motor-imagery-based brain-computer interface (BCI)-controlled hand exoskeleton: A randomized controlled multicenter trial. *Front Neurosci.* 2017; 11.
53. Dogan-Aslan M, Nakipolu-Yüzer GF, Doan A, Karabay I, Özgirgin N. The effect of electromyographic biofeedback treatment in improving upper extremity functioning of patients with hemiplegic stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2012; 21(3):187–92.
54. Tchero H, Tabue Teguo M, Lannuzel A, Rusch E. Telerehabilitation for Stroke Survivors: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res.* 2018; 20(10):e10867. <https://doi.org/10.2196/10867>.
55. Laver KE, Adey- Wakeling Z, Crotty M, Lannin NA, George S, Sherrington C. Telerehabilitation services for stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2020; Issue 1. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010255.pub3>.
56. Mehrholz J, Hädrich A, Platz T, Kugler J, Pohl M. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2018; Issue 9. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006876.pub5>.
57. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017; 2017(11).
58. Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: A systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil.* 2007; 14(2):52–61.

59. Zhang L, Xing G, Shuai S, Guo Z, Chen H, McClure MA, et al. Low-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Stroke-Induced Upper Limb Motor Deficit: A Meta-Analysis. *Neural Plast.* 2017.
60. Lüdemann-Podubecká J, Bösl K, Nowak DA. Repetitive transcranial magnetic stimulation for motor recovery of the upper limb after stroke. *Prog Brain Res.* 2015; 218:281–311.
61. Hao Z, Wang D, Zeng Y, Liu M. Repetitive transcranial magnetic stimulation for improving function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2013; Issue 5. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008862.pub2>.
62. Graef P, Dadalt MLR, da Silva Rodrigués DAM, Stein C, de Souza Pagnussat A. Transcranial magnetic stimulation combined with upper-limb training for improving function after stroke: A systematic review and meta-analysis. *J Neurol Sci.* 2016; 369:149–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jns.2016.08.016>.
63. Kim WJ, Rosselin C, Amatya B, Hafezi P, Khan F. Repetitive transcranial magnetic stimulation for management of post-stroke impairments: An overview of systematic reviews. *J Rehabil Med.* 2020; 52(2).
64. Bai X, Guo Z, He L, Ren L, McClure MA, Mu Q. Different Therapeutic Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Upper and Lower Limb Recovery of Stroke Patients with Motor Dysfunction: A Meta-Analysis. *Neural Plast.* 2019.
65. Elsner B, Kwakkel G, Kugler J, Mehrholz J. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving capacity in activities and arm function after stroke: A network meta-analysis of randomised controlled trials. *J Neuroeng Rehabil.* 2017; 14(1):1–12.
66. Vafadar AK, Côté JN, Archambault PS. Effectiveness of Functional Electrical Stimulation in Improving Clinical Outcomes in the Upper Arm following Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International.* 2015. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/729768>

67. Eraifej J, Clark W, France B, Desando S, Moore D. Effectiveness of upper limb functional electrical stimulation after stroke for the improvement of activities of daily living and motor function: A systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2017; 6(1):1–21.
68. Cervera MA, Soekadar SR, Ushiba J, Millán J del R, Liu M, Birbaumer N, et al. Brain-computer interfaces for post-stroke motor rehabilitation: a meta-analysis. *Ann Clin Transl Neurol*. 2018; 5(5):651–63.

VIII. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de PRISMA que demuestra el manejo de los estudios a lo largo de las fases de la revisión.

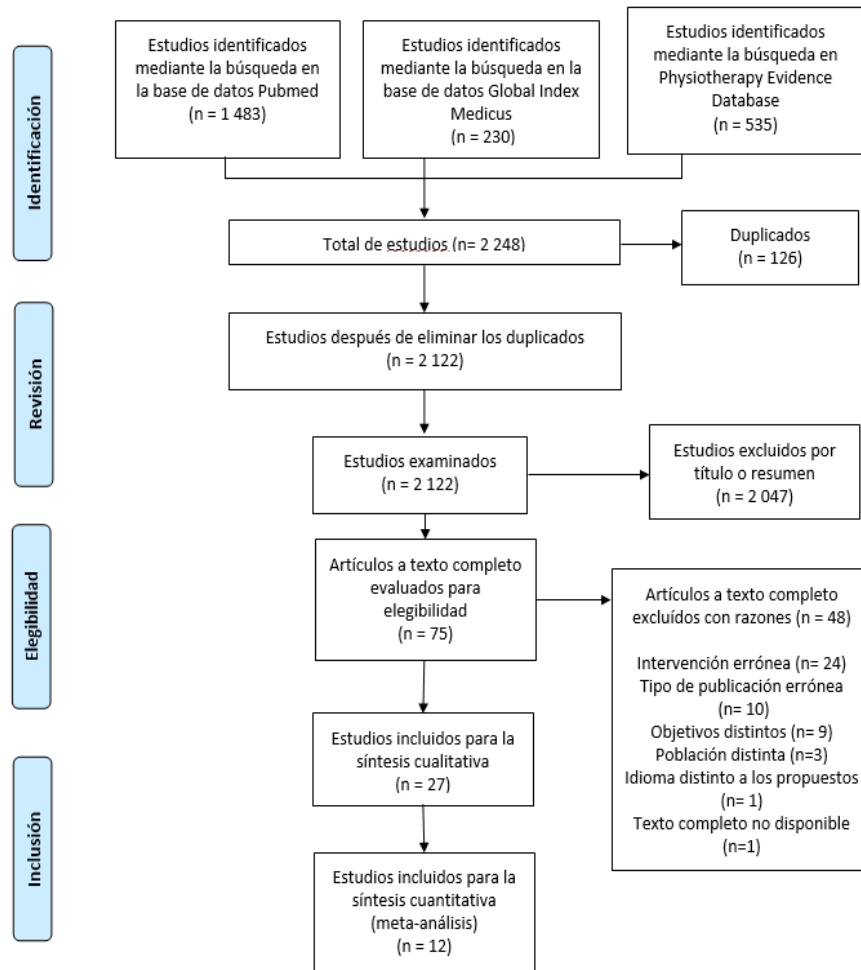


Tabla 1

Tabla 1. Características generales de los estudios

Estudio	País	Tamaño muestral del grupo intervención	Tamaño muestral del grupo control	Media de la edad en años (DE) Grupo intervención	Media de la edad en años (DE) Grupo control	Tiempo medio luego del ACV (DE) Grupo intervención	Tiempo medio luego del ACV (DE) Grupo control	Tipo de ACV Hemorrágico / Isquémico	Abandonos	Tipo de Intervención	Grupo control	Duración de la intervención	Tiempos de evaluación
1. TELEREHABILITACIÓN													
Kamwesiga 2018 (27)	Uganda	15	15	61,2 (15)	58,5 (14)	3–6 meses: 10 3–6 meses: 11	3–6 meses: 10 7–11 meses: 3 1–2 años : 2	6 / 21	2	TR	RC	8 semanas	Inicio, a las 8 semanas
Wu 2020 (28)	China	32	32	56,7 (11,8)	59,1 (8,6)	No especificado	No especificado	17 / 44	3	TR	RC	12 semanas	Inicio, a las 4, 8 y 12 semanas
Redzuan 2012 (29)	Malasia	53	53	63,7 (12)	59,4 (11)	12,9 (8) días	10,9 (7) días	14 / 76	16	TR	RC	12 semanas	Inicio, a las 12 semanas
Chen 2017* (30)	China	27	27	66,52 (12,08)	66,15 (12,33)	24,96 (5,62) días	26,85 (4,68) días	8 / 46	4	TR, BRA	RC	12 semanas	Inicio, a las 12 y 24 semanas
Chen 2020* (31)	China	26	26	64,19 (9,42)	59,42 (10)	14 (13,0 - 16,0) días	14 (12,6 - 16,0) días	No especificado	13	TR, EEF	RC	12 semanas	Inicio, a las 12 y 24 semanas
2. ROBOT													
Tomic 2017 (32)	Serbia	13	13	56,5 (7,4)	58,3 (5,2)	35,3 (9,7) días	37,3 (7,7) días	3 / 23	0	Robot	RC	3 semanas	Inicio, a las 3 semanas
Orihuela-Espina 2016 (33)	México	9	8	56,22 (13,72)	55,00 (25,78)	ACV subagudo	ACV subagudo	0 / 17	0	Robot	RC	40 sesiones	Inicio y post intervención (entre las semanas 8 - 10)
3. REALIDAD VIRTUAL / VIDEOJUEGOS													
Yavuzer 2008 (34)	Turquía	10	10	58 (10)	64 (11)	3 (3) meses	5 (1) meses	2 / 18	0	RV	GCS, RC	4 semanas	Inicio, a las 4 y 16 semanas

Dos Santos 2019 (35)	Brasil	RV:16 RV + PNF: 16	PNF: 16	RV: 55,5 (9,6) RV + PNF: 52,7 (13,3)	58,2 (7,7)	RV: 87,9 (64,7) meses RV + PNF: 46,7 (58,6) meses	95,8 meses	(99,4)	4 / 35	8	RV, PNF	RC	8 semanas	Inicio, a las 8 semanas	
Galvao 2015 (36)	Brasil	17	10	55,06 (11,52)	60,8 (10,83)	No especificado	No especificado		7 / 20	0	RV	RC	2 semanas	Inicio, a las 2 semanas	
Ogun 2019 (37)	Turquía	42	42	61,48 (10,92)	59,75 (8,07)	14,72 meses	(7,38)	15,37 meses	(9,77)	0 / 55	19	RV	RC	6 semanas	Inicio, a las 6 semanas
Henrique 2019 (38)	Brasil	16	15	76,19 (10,09)	76,20 (10,41)	15,63 meses	(6,6)	17,07 meses	(10,00)	0 / 31	0	RV	RC	12 semanas	Inicio, a las 12 semanas
Askin 2018 (39)	Turquía	20	20	53,27 (11,19)	56,55 (9,85)	20,27 meses	(5,47)	19,40 meses	(4,48)	3 / 35	2	RV	RC	4 semanas	Inicio, a las 4 semanas
Santos 2018 (40)	Brasil	20	Grupo control: 20 Imágenes motoras: 20	55,05 (11,52)	60,16 (13,19) Imágenes motoras: 55,53 (10,80)	> 6 meses		> 6 meses		8 / 34	18	RV	RC	2 semanas o 10 sesiones	Inicio, a las 2 semanas
Saposnik 2016 (41)	Argentina, Perú, Tailandia	26	27	61,15 (10,79)	61,07 (12,03)	No especificado		No especificado		0 / 53	7	RV	RC, actividad recreacional	2 semanas	Inicio, a las 2 y 6 semanas
Simsek 2015 (42)	Turquía	20	22	54,15 (20,29)	61,50 (11,63)	50,6 días	(15,04)	59,9 días	(30,99)	22 / 20	2	RV	RC	10 semanas	Inicio, a las 10 semanas
Ikbali 2018 (43)	Turquía	19	16	69,42 (8,55)	63,44 (15,73)	88,32 días	(56,32)	68,63 días	(39,2)	8 / 27	7	RV	RC	4 semanas	Inicio, a las 4 semanas
Da Silva 2015 (44)	Brasil	15	15	53,7 (6,1)	52,8 (8,6)	42,1 meses	(26,9)	60,4 meses	(44,1)	No especificado	0	RV	RC	8 semanas	Inicio, a las 8 semanas

4. ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA TRANSCRANEAL REPETITIVA

Du (45)	2018	China	EMTR de alta frecuencia: 20 EMTR de baja frecuencia: 20	20	EMTR de alta frecuencia: 54(12) EMTR de baja frecuencia: 56(9)	56 (11)	EMTR de alta frecuencia: 5 (4) días EMTR de baja frecuencia: 6 (4) días	4 (3) días	0/ 60	16	EMTR	GCS, RC	5 días	Inicio, a los 5 días y a las 12 semanas
Yang 2016* (46)		China	EMTR: 20 EMTR + señal sensorial: 20	20	EMTR: 60,7 (12,2) EMTR + señal sensorial: 54,6 (11,8)	58,7 (12,7)	EMTR: 37,5 (26) días EMTR + señal sensorial: 36,6 (33,2) días	42,5 (30,6) días	19 / 41	4	EMTR, EEf	RC	2 semanas	Inicio, a las 2 y 6 semanas
Barros 2014 (47)		Brasil		10	57,4 (12,0)	64,6 (6,8)	47,8 (43,2) meses	58,9 (27,2) meses	3 / 17	2	EMTR	GCS, RC	10 sesiones	Inicio, a las 2 y 6 semanas
Khan 2019* (48)		India	TBS + TF: 20 EEF + TF: 20	20	TBS + TF: 63,55 (12,67) EEF+ TF: 64,60 (12,99) 62,25 (11,86)		TBS + TF: 17,10 (4,82) días EEF + TF: 16,85 (5,14) días	16,40 (5,58) días	0 / 60	0	EMTR, EEf	RC	4 semanas	Inicio, a las 4 semanas, a las 12 semanas, a los 6 meses y al año

5. ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL DE CORRIENTE DIRECTA

Ilic (49)	2016	Serbia	14	12	58,3 (7,7)	62,0 (3,9)	41,0 (24,4) meses	37,3 (20,9) meses	0 / 26	1	ETCD	GCS, RC	2 semanas	Inicio, día 1, día 10, día 40
Alisar (50)	2019	Turquía	18	20	63,56 (10,19)	63,50 (12,60)	352,62 (390,32) días	442,75 (687,43) días	8 / 24	6	ETCD	GCS, RC	3 semanas	Inicio y a las 3 semanas
Wu (51)	2013	China	45	45	45,9 (11,2)	49,3 (12,6)	4,9 (3,0) meses	4,9 (2,9) meses	37 / 53	0	ETCD	GCS, RC	4 semanas	Inicio, a las 4 y 8 semanas

6. NEUROPRÓTESIS O ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA FUNCIONAL

Yang 2016* (46)		China	EMTR: 20	20	EMTR: 60,7 (12,2)	58,7 (12,7)	EMTR: 37,5 (26) días	42,5 (30,6) días	19 / 41	4	EMTR, EEf	RC	2 semanas	Inicio, a las 2 y 6 semanas
-----------------	--	-------	----------	----	-------------------	-------------	----------------------	------------------	---------	---	-----------	----	-----------	-----------------------------

		EMTR + señal sensorial: 20		EMTR + señal sensorial: 54,6 (11,8)		EMTR + señal sensorial: 36,6 (33,2) días										
Khan 2019* (48)	India	TBS + TF:20 EEF + TF: 20	20	TBS + TF: 63,55 (12,67) EEF+ TF: 62,25 (11,86)	64,60 (12,99)	TBS + TF: 17,10 (4,82) días EEF + TF: 16,85 (5,14) días	16,40 días	(5,58)	0 / 60	0	EMTR, EEF	RC	4 semanas	Inicio, a las 4 semanas, a las 12 semanas, a los 6 meses y al año		
Chen 2020* (31)	China	26	26	64,19 (9,42)	59,42 (10)	14 (13,0 - 14 16,0) días	14 (12,6 - 16,0) días	No especificad o	13	TR, EEF	RC	12 semanas	Inicio, a las 12 y 24 semanas			

7. INTERFAZ CERE BRO-COMPUTADORA

8. BIORRETROALIMENTACIÓN

Chen 2017* (30)	China	27	27	66,52 (12,08)	66,15 (12,33)	24,96 días	(5,62)	26,85 días	(4,68)	8 / 46	4	TR, BRA	RC	12 semanas	Inicio, a las 12 y 24 semanas
Dogan- Aslan 2012 (53)	Turquí a	20	20	57,90 (13,32)	60,75 (12,81)	199,30 (222,33) días		145,40 días	(149,97)	14 / 26	4	BRA	RC	3 semanas	Inicio, y a las 3 semanas

DE: desviación estándar. ACV: accidente cerebrovascular. RC: rehabilitación convencional. GCS: grupo control simulado. PNF: facilitación neuromuscular propioceptiva. TBS: theta burst stimulation. TF: terapia física. TR: Telerehabilitación. RV: Realidad virtual y videojuegos. EMTR: Estimulación magnética transcraneal repetitiva. ETCD: Estimulación transcraneal de corriente directa. EEF: Estimulación eléctrica funcional o neuroprótesis. BRA: Bioretroalimentación.
* Estos estudios están descritos dos veces, pues el grupo intervención tiene más de 1 tecnología usada.

Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de las variables de interés en la funcionalidad motora del miembro superior y en la independencia para las actividades de la vida diaria.

Estudio	Escala usada que evalúa la limitación motora del movimiento del miembro superior	Resultado	Escala usada que evalúa la independencia en las actividades de la vida diaria	Resultado
1. TELEREHABILITACIÓN				
Kamwesiga 2018 (27)	Ninguna	—	Índice de Barthel	No hubo diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,06$).
Wu 2020 (28)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores)	Hubo mejora significativa en ambos grupos en función motora de miembro superior, siendo mayor la mejoría en el grupo intervención. (grupo de intervención a las 12 semanas = $83,70 \pm 4,44$ vs. grupo de control a las 12 semanas = $75,29 \pm 2,89$; $p < 0,001$).	Índice de Barthel modificado	La telerehabilitación basada en el modelo de atención colaborativo generó mejora significativa en comparación con el control. (grupo de intervención = $65,07 \pm 4,15$ vs grupo control = $60,81 \pm 5,24$; $p < 0,001$).
Redzuan 2012 (29)	Ninguna	—	Índice de Barthel modificado	Hubo mejora significativa en cada grupo respecto al basal y a los 3 meses ($p < 0,001$ para ambos grupos), sin embargo, no hubo diferencia significativa intergrupo.
Chen 2017 (30)	Ninguna	—	Índice de Barthel modificado	No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los 2 grupos en los 2 momentos de la evaluación.
Chen 2020 (31)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores e inferiores)	Hubo mejora significativa en función motora en el grupo de telerehabilitación en el hogar en comparación al grupo control ($P = 0,011$).	Índice de Barthel modificado	No se observaron diferencias significativas en el cambio de la puntuación del índice de Barthel modificado ($P = 0,097$).

2. ROBOTS

Tomic 2017 (32)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidad superior, hombro y codo), escala WMFT, y FAS.	Hubo un aumento significativo en Fugl-Meyer ($P = 0,002$) en el grupo robótico ArmAssist en comparación con el grupo control [$18,0 \pm 9,4$ vs a $7,5 \pm 5,5$] y en Fugl-Meyer para el hombro y codo ($P = 0,006$) [$9,1 \pm 6,3$ vs a $3,4 \pm 2,6$]. También hubo mejora significativa en escala WFMT-FAS y porción de hombro / codo de WFMT.	Índice de Barthel	No hubo diferencias estadísticamente significativas en los resultados entre el grupo AA y el grupo de control para el índice de Barthel ($p = 0,292$).
Orihuela-Espina 2016 (33)	Escala MIP y evaluación de Fugl-Meyer (sección de la mano)	Hubo mejora significativa en cada grupo respecto a basal. Encontrando diferencia significativa en Fugl Meyer ($p < 0,01$), mientras que en MIP hubo mejora en la prensión de mano respecto a terapia ocupacional, pero no fue significativa ($p = 0,080$).	Ninguna	—

3. REALIDAD VIRTUAL Y VIDEOJUEGOS

Yavuzer 2008 (34)	Escala Brunnstrom para miembro superior y para mano	No hubo mejora significativa intergrupo en la escala de Brunnstrom para la mano ($P = 0,346$) y el miembro superior ($P = 0,382$)	Escala (componente autocuidado)	FIM de Playstation Eye Toy generó mejora significativa en comparación con el control en el componente de autocuidado de la FIM ($p = 0,018$). (grupo intervención: -5-5 [-8,07 - 2,9] vs grupo control: -1-8 [-3,7 -0,10])
Dos Santos 2019 (35)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores)	No hubo diferencias significativas en el análisis intergrupo para la evaluación de Fugl-Meyer.	Ninguna	—
Galvao 2015 (36)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores), escala MAL para miembro superior	No hubo diferencias significativas entre grupos para la escala Fugl-Meyer ($p = 0,10$) ni para la escala MAL ($p = 0,30$).	Ninguna	—

Ogun 2019 (37)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores), y escala ARAT	Hubo diferencia significativa a favor del grupo de realidad virtual ($p < 0,001$) en la escala de Fugl Meyer (grupo intervención: 6,90 vs grupo control: 1,48) y en la escala ARAT (grupo intervención: 8,33 vs grupo control: 1,25).	Escala FIM, PASS-IADL, y PASS-BADL	Hubo diferencia significativa a favor del grupo de realidad virtual ($p < 0,001$) en la escala FIM (4,78 vs 0,71). Siendo este valor inferior del límite de diferencia mínima clínicamente importante de 22 unidades. Además, tanto en la escala PASS-BADL (0,38 vs 0,03) y en PASS-IADL (0,39 vs 0,03) la mejoría fue significativa. ($p < 0,001$).
Henrique 2019 (38)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores)	Hubo mejoría significativa en las variables hombro, codo y antebrazo ($10,06 \pm 0,87$ vs $5,53 \pm 0,74$; $P = 0,001$), y total ($14,69 \pm 0,67$ vs $9,07 \pm 1,34$; $P = 0,002$). No hubo diferencia significativa para las variables muñeca y mano.	Ninguna	—
Askin 2018 (39)	Índice de motricidad, Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores)	Hubo mejoría significativa en Fugl-Meyer ($2,0 [1,0-10,0]$ vs $0,0 [0,0-2,0]$; $p < 0,001$) y el índice de motricidad ($6,0 [0,0-17,0]$ vs $0,0 [0,0-6,0]$; $p = 0,019$) en el grupo de realidad virtual en comparación al grupo control.	Ninguna	—
Santos 2018 (40)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores)	Hubo diferencia significativa en la comparación entre el grupo de realidad virtual y el grupo de control ($10,0 \pm 6,92$ vs $2,8 \pm 5,78$; $P = 0,04$).	Ninguna	—

Saposnik 2016 (41)	Escala WMFT, y escala BBT	Se realizó un análisis de los países de bajos y medianos recursos incluidos en el estudio. La diferencia de medias para la escala WMFT resultó ser una disminución de 26,25 para el grupo control y de 58,11 para el grupo intervención. No se pudo realizar análisis de significancia estadística.	Índice de Barthel, escala FIM, y escala Rankin	Se realizó un análisis de los países de bajos y medianos recursos incluidos en el estudio. La diferencia de medias para el Índice de Barthel resultó ser 28,32 y 26,59 en el grupo control e intervención respectivamente. No se pudo realizar análisis de significancia estadística
Simsek 2015 (42)	Ninguna	—	Escala FIM	No hubo diferencias significativas entre grupos (p>0,05).
Ikbali 2018 (43)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores), escala BBT y escala Brunnstrom para miembro superior y mano	Hubo mejoría significativa en la escala BBT (15,47 ±6,90 vs 8,63 ±7,03; p = 0,007) y en la escala de Brunnstrom para miembro superior. No hubo mejoría significativa en Brunnstrom para la mano y Fugl-Meyer.	Escala (componente autocuidado)	FIM de No hubo diferencias significativas en el análisis intergrupo con respecto a la puntuación de autocuidado de la escala FIM.
Da Silva 2015 (44)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores)	No hubo diferencias significativas en el análisis intergrupo para la evaluación de Fugl-Meyer.	Ninguna	—

4. ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA TRANSCRANEAL REPETITIVA

Du 2018 (45)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores)	Las puntuaciones de Fugl-Meyer fueron significativamente más altas en ambos grupos de EMTR en comparación con el grupo simulado (EMTR de alta frecuencia frente a simulado, $p = 0,011$; EMTR de baja frecuencia frente a simulado, $p = 0,022$; EMTR de alta frecuencia frente a EMTR de baja frecuencia, $p = 1,0$)	Escala modificada	Rankin	Las puntuaciones de la escala Rankin modificada fueron claramente diferentes entre los grupos en la postintervención ($p = 0,037$) y a los 3 meses ($p = 0,002$).
Yang 2016 (46)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de	No se encontraron diferencias entre los tres grupos en ninguno de los resultados	Índice de Barthel		No se encontraron diferencias entre los tres grupos en el resultado del índice de

	extremidades superiores) y escala ARAT	secundarios tanto para la escala de Fugl-Meyer y ARAT en las tres ocasiones.		Barthel en las tres ocasiones. Todos los pacientes mejoraron las actividades acompañadas de la vida diaria a lo largo del tiempo.
Barros 2014 (47)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores) y escala de Ashworth modificada	Hubo disminución de ≥ 1 en la puntuación de la escala de Asworth modificada, que representa cambios clínicamente significativos, en grupo experimental (90% posintervención y 55,5 % al seguimiento) y en grupo control (30% posintervención y 22,2% al seguimiento).	Escala FIM (versión brasileña)	Solo los participantes en el grupo experimental mostraron una puntuación FIM mejorada.
Khan 2019 (48)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores)	Hubo mejoría significativa respecto al basal con el seguimiento al año en los grupos TBS ($14,9 \pm 2,1$ vs $55,55 \pm 2,46$) y EEF ($14,3 \pm 2,2$ vs $43,3 \pm 4,22$). Siendo estas superiores que el grupo control ($14,3 \pm 2,2$ vs $43,3 \pm 4,22$; $p < 0,001$). No hubo diferencia entre los grupos de EEF y TBS.	Índice de Barthel	En comparación con el valor inicial, las puntuaciones medias del índice de Barthel de los tres grupos mostraron una mejora significativa en cada seguimiento. Sin embargo, las comparaciones entre grupos fueron significativas al mes, a los tres y a los seis meses solamente.

5. ESTIMULACIÓN DE CORRIENTE DIRECTA TRANSCRANEAL

Ilic 2016 (49)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores) y el test de Jebsen-Taylor para la mano	Hubo mejoría significativa en la prueba de Jebsen-Taylor para la mano en comparación con el grupo simulado. No se encontró mejora significativa en Fugl-Meyer.	Ninguna	—
Alisar 2019 (50)	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores)	No hubo diferencia significativa en los grupos entre el basal y después del tratamiento. Sin embargo, los valores delta de la escala Fugl-Meyer en el grupo de ECDDT fueron significativamente más altos que los del grupo simulado ($9,12 \pm 7,11$ vs $1,75 \pm 2,04$; $p < 0,0001$).	Escala FIM	Hubo mejoría significativa en ECDDT en comparación con el grupo simulado antes ($65,44 \pm 28,43$ vs $51,19 \pm 27,53$; $p = 0,05$) y después ($88,19 \pm 24,61$ vs $58,37 \pm 27,24$; $P = 0,002$) del tratamiento. En la escala FIM, el delta fue $22,75 (\pm 17,69)$ para el grupo de intervención y $7,18 (\pm 5,75)$ para el grupo control ($p < 0,0001$).

Wu (51)	2013	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores) y la escala de Ashworth modificada	Hubo mejoría significativa en el grupo de EC DT evaluado por Fugl-Meyer, después de la terapia y en el seguimiento. (14, 71 [10,98-18,44] vs 6,71 [3,26-10,17]; p < 0,01).	Índice de Barthel	Hubo mejoría significativa en el grupo EC DT en comparación con grupo control, después de la terapia y en el seguimiento. (9,86 [2,08-17,64] vs 8,16 [0,24- 16,07]; p <0,05).
---------	------	--	--	-------------------	---

6. ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA FUNCIONAL O NEUROPRÓTESIS

Yang (46)	2016	Descrito anteriormente en la sección de estimulación magnética transcraneal repetitiva.			
Khan (48)	2019	Descrito anteriormente en la sección de estimulación magnética transcraneal repetitiva.			
Chen (31)	2020	Descrito anteriormente en la sección de telerehabilitación.			

7. INTERFAZ CEREBRO-COMPUTADORA

Frolov (52)	2017	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de extremidades superiores) y escala ARAT	Hubo mejoría respecto al basal en ambos grupos en Fugl-Meyer (36,4% vs 15,8%) y en ARAT (21,8% vs 5,1%).	Ninguna	—
-------------	------	---	--	---------	---

8. BIORETROALIMENTACIÓN

Chen (30)	2017	Descrito anteriormente en la sección de telerehabilitación			
Dogan-Aslan (53)	2012	Evaluación de Fugl-Meyer (sección de muñeca y mano), y escala UEFT	Hubo mejoría significativa en Fugl-Meyer comparado al grupo control. En la escala UEFT se encontró diferencia significativa respecto al basal en el grupo de estudio, pero no en el control.	Índice de Barthel	Hubo una diferencia significativa entre los grupos en los valores del índice de Barthel después del tratamiento, a favor del grupo de estudio (75,50 ± 14,04 frente a 53,75 ± 24,33).

WMFT: Wolf Motor Function Test. FAS: Function ability scale. MIP: Motricity Index Prehension FIM: Functional independence measure. IC: intervalo de confianza. MAL: motor activity log. ARAT: Action Research Arm Test. PASS-IADL: Performance Assessment of Self-Care Skills - instrumental activities of daily living. PASS-BADL: Performance Assessment of Self-Care Skills—basic activities of daily living. BBT: Box and Block Test. EMTR: Estimulación Magnética Transcraneal Repetitiva. TBS: Theta burst stimulation. EEF: Estimulación eléctrica funcional. DE: Desviación estándar. EC DT: Estimulación de corriente directa transcraneal. UEFT: Upper Extremity Function Test.

Figura 2. Comparación del Índice de Barthel modificado en el grupo de telerehabilitación frente al grupo control

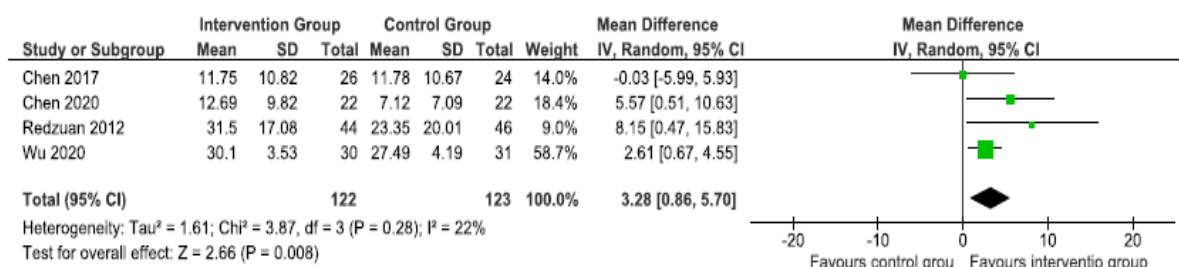
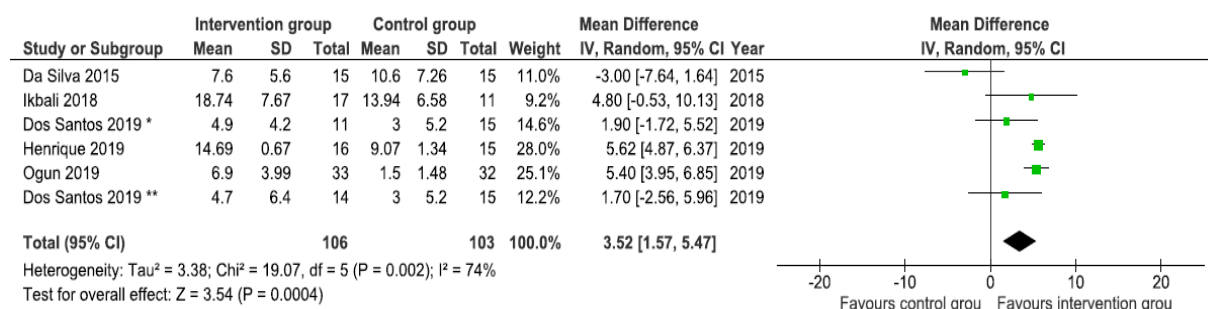


Figura 3. Comparación de Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Recovery after Stroke (Sección de miembro superior) en grupo Realidad virtual vs grupo control



* El grupo de intervención consistía en solo realidad virtual.

** El grupo de intervención consistía en realidad virtual más terapia convencional.

Figura 4. Comparación de Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Recovery after Stroke (Sección de miembro superior) en el grupo de realidad virtual inmersiva frente al grupo control

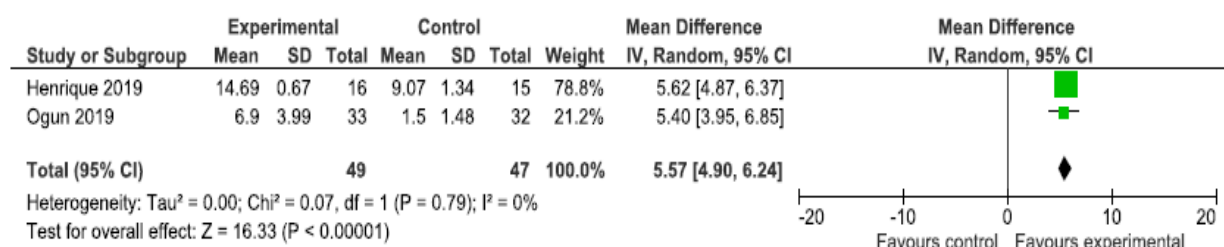


Figura 5. Comparación de Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Recovery after Stroke (Sección de miembro superior) en grupo Realidad virtual no inmersiva vs grupo control

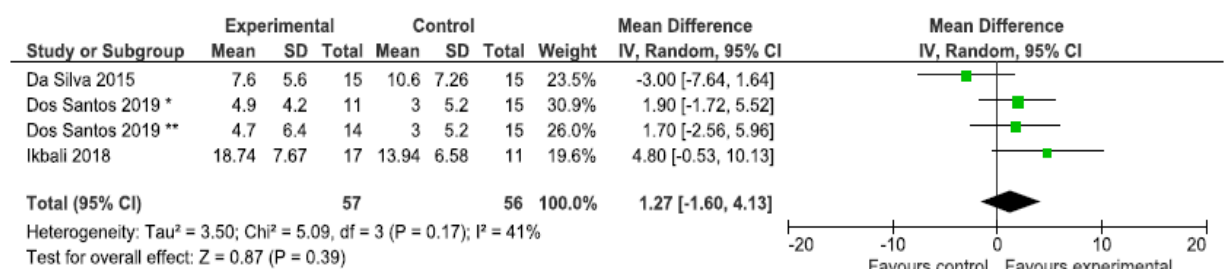


Figura 6. Comparación de la Escala de Independencia Funcional en el grupo de realidad virtual frente al grupo control

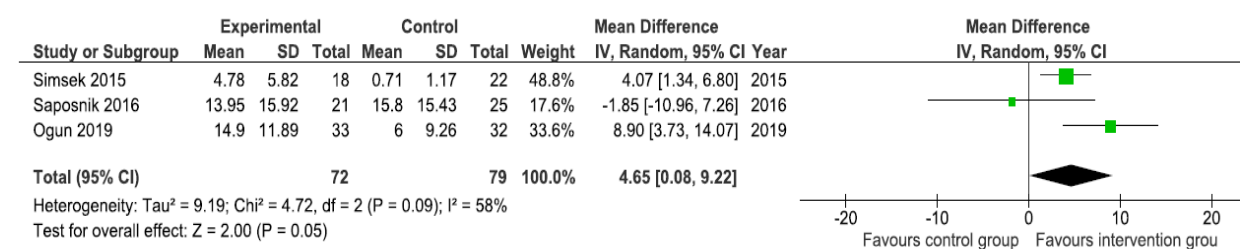
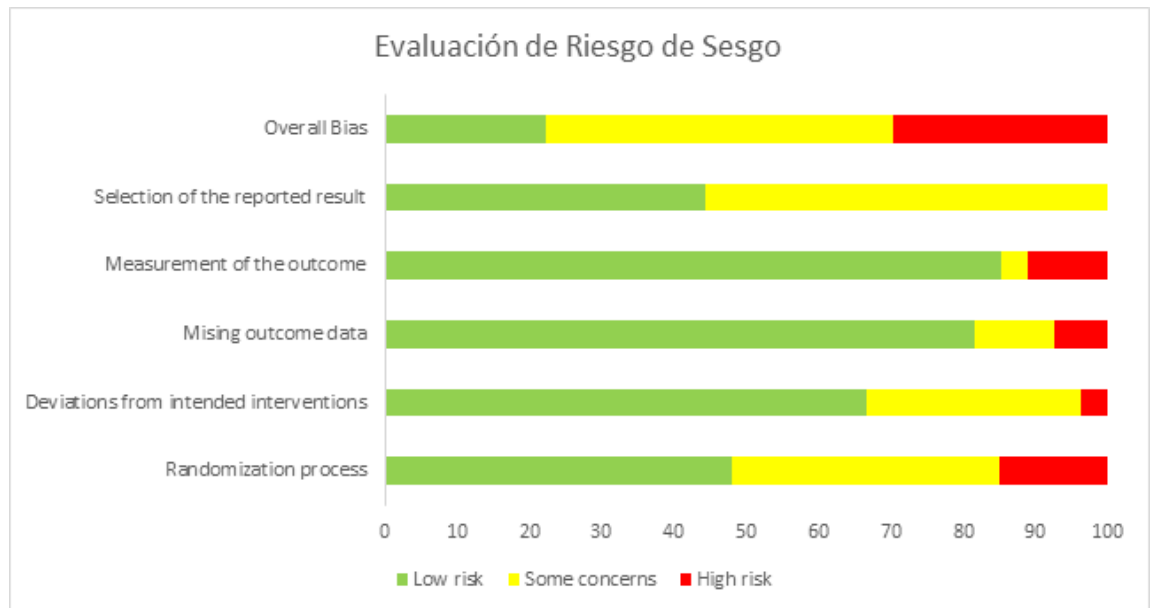


Figura 7. Evaluación de riesgo de sesgo de los ensayos clínicos incluidos



ANEXOS

Figura suplementaria 1. Comparación de Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Recovery after Stroke (Sección de miembro superior) en grupo solo realidad virtual VS terapia convencional

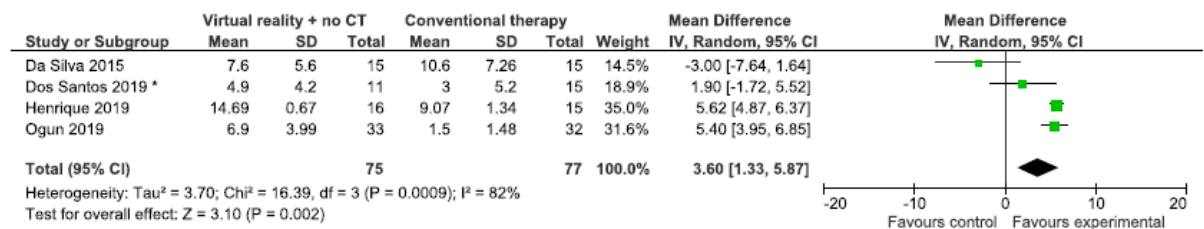


Figura suplementaria 2. Comparación de Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Recovery after Stroke (Sección de miembro superior) en grupo realidad virtual más terapia convencional VS terapia convencional

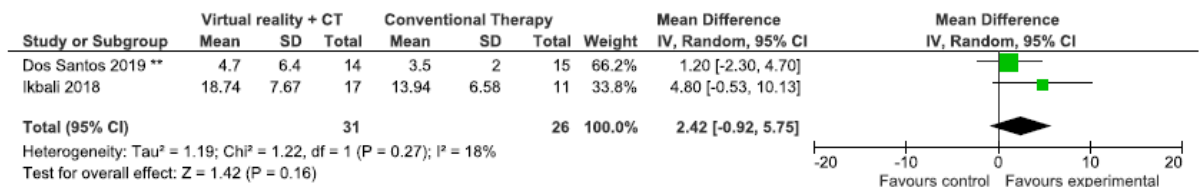


Tabla suplementaria 1.

Tabla suplementaria 1. Evaluación de Calidad de vida de los ensayos clínicos incluidos

Estudio	Calidad de vida	Resultados
1. TELEREHABILITACIÓN		
Kamwesiga 2018 (27)	Ninguno	—
Wu 2020 (28)	Escala de calidad de vida específica del ictus ECVEI	El grupo de intervención mostró una mayor diferencia en la ECVEI, al obtener una diferencia de 190,57 (5,09) frente al grupo de control con 175,90 (5,78), $p < 0,001$.
Redzuan 2012 (29)	Ninguno	—
Chen 2017 (30)	Ninguno	—
Chen 2020 (31)	Ninguno	—
2. ROBOTS		
Tomic 2017 (32)	Ninguno	—
Orihuela-Espina 2016 (33)	Ninguno	—
3. REALIDAD VIRTUAL/ VIDEOJUEGOS		
Yavuzer 2008 (34)	Ninguno	—
Dos Santos 2019 (35)	Ninguno	—
Galvao 2015 (36)	Ninguno	—
Ogun 2019 (37)	Ninguno	—
Henrique 2019 (38)	Ninguno	—
Askin 2018 (39)	Ninguno	—

Santos 2018 (40)	Ninguno	_____	
Saposnik 2016 (41)	Escala de las consecuencias del ictus ECI, versión 3.0		Se realizó un análisis de los países de bajos y medianos recursos incluidos en el estudio. La diferencia de medias para el ECI 3.0 resultó ser 23,48 y 21,05 en el grupo control e intervención respectivamente.
Simsek 2015 (42)	Nottingham Health Profile-NHP		No hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.
Ikbali 2018 (43)	Ninguno	_____	
da Silva Ribeiro 2015 (44)	Medical Outcomes Study Short-Form 36-item survey (SF- 36)		Tras el tratamiento, la única variable que difería entre los grupos era el dominio de funcionamiento físico del SF-36 en el grupo que recibió fisioterapia convencional.
4. ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA TRANSCRANEAL REPETITIVA			
Du 2018 (45)	Ninguno	_____	
Yang 2016 (46)	Ninguno	_____	
Barros 2014 (47)	Escala de calidad de vida específica del ictus ECVEI		No hubo diferencias significativas entre los grupos en ECVEI.
Khan 2019 (48)	Ninguno	_____	
5. ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL DE CORRIENTE DIRECTA			
Ilic 2016 (49)	Ninguno	_____	
Alisar 2019 (50)	Ninguno	_____	
Wu 2013 (51)	Ninguno	_____	
6. NEUROPRÓTESIS O ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA FUNCIONAL			
Yang 2016 (46)	Ninguno	_____	
Khan 2019 (48)	Ninguno	_____	
Chen 2020 (31)	Ninguno	_____	
7. INTERFAZ CEREBRO-COMPUTADORA			

Frolov 2017 (52)	Ninguno	_____
8. BIORETROALIMENTACIÓN		
Chen 2017 (30)	Ninguno	_____
Dogan-Aslan 2012 (53)	Ninguno	_____

Tabla suplementaria 2. Evaluación de riesgo de sesgo por cada artículo incluido.

Estudio	Randomization process	Deviations from intended interv	Missing outcome data	Measurement of the outcome	Selection of the reported result	Overall	
Yavuzer 2008							 Riesgo bajo
Kamwesiga 2018							 Algunas preocupaciones
Tomic 2017							 Riesgo alto
Wu 2020							
Dos Santos 2019							
Galvao 2015							
Ogun 2019							
Redzuan 2012							
Ilic 2016							
Alisar 2019							
Henrique 2019							
Du 2018							
Chen 2017							
Askin 2018							
Yang 2016							
Santos 2018							
Wu 2013							
Sapoznik 2016							
Barros 2014							
Frolov 2017							
Ortuela-Espina 2016							
Khan 2019							
Dogan-Aslan 2012							
Chen 2020							
Simsek 2015							
Ikbali 2018							
da Silva 2015							