

**EFFECTOS DEL TRATAMIENTO CON REALIDAD VIRTUAL
SOBRE EL EQUILIBRIO, LA MARCHA Y LA FUNCIÓN
MOTORA DE LOS MIEMBROS INFERIORES EN PACIENTES
CON ACCIDENTE CEREBROVASCULAR**

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

-
Michael, Adrien LEQUEUX
&
Emma, Lucille, Estelle TONNEAUX
-

Dra. Olga DEL POZO BLANCO

TRABAJO FINAL DE GRADO



**Universidad
Europea VALENCIA**

Facultad de Ciencias de la Salud

UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

2021 - 2022

**EFFECTOS DEL TRATAMIENTO CON REALIDAD VIRTUAL
SOBRE EL EQUILIBRIO, LA MARCHA Y LA FUNCIÓN
MOTORA DE LOS MIEMBROS INFERIORES EN PACIENTES
CON ACCIDENTE CEREBROVASCULAR**

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

-

Michael, Adrien Adrien LEQUEUX
&
Emma, Lucille Estelle TONNEAUX

-

TRABAJO FINAL DE GRADO

-

Dra. Olga DEL POZO BLANCO

-

UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

2021 - 2022

RESUMEN

Introducción: El accidente cerebrovascular es una patología grave que cuenta con un número importante de víctimas. Representa un enfoque importante en la sociedad debido a las discapacidades y al coste socioeconómico que desencadena esta enfermedad. En los últimos años, se ha investigado sobre la utilización de la realidad virtual con el fin de tener una nueva herramienta para la rehabilitación en los supervivientes de un ictus.

Objetivos: Evaluar el efecto de la incorporación de la realidad virtual en el tratamiento fisioterapéutico del equilibrio, la marcha y la función motora de los miembros inferiores en pacientes que padecieron un ictus.

Metodología: Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre los efectos de la utilización de la realidad virtual en el tratamiento de la marcha, del equilibrio y de la función motora de los miembros inferiores en las bases de datos PubMed y Google Académico, mediante la utilización de palabras claves y de los operadores booleanos. Los artículos fueron evaluados gracias a las escalas PICO y PEDro.

Resultados: Se analizaron un total de 11 artículos para evaluar 3 variables principales estudiadas: el equilibrio, la marcha y la función motora. Hubo 10 artículos que trataban del equilibrio de los cuales 5 obtuvieron una conclusión significativa sobre la mejora de la estabilidad y mantenimiento del equilibrio. De los 9 artículos científicos que evaluaron la marcha, 3 sacaron diferencias significativas. Por último, 4 de los 8 artículos midiendo la función motora obtuvieron diferencias significativas.

Conclusión: La realidad virtual tiene resultados significativos en cuanto a su utilización en el tratamiento del equilibrio y de la función motora de los miembros inferiores. Sin embargo, a pesar de las mejoras significativas observadas no pareció tener la misma efectividad en cuanto a la recuperación de la marcha.

Palabras claves: realidad virtual, ictus, equilibrio, marcha, función motora, miembro inferior

ABSTRACT

Introduction: Stroke is a serious pathology with a significant number of victims. It represents a major focus in society due to the disabilities and the socio-economic cost that this disease triggers. In recent years, research has been carried out on the use of virtual reality in order to have a new tool for the rehabilitation of stroke survivors.

Objectives: To evaluate the effect of the incorporation of virtual reality in the physiotherapeutic treatment of balance, gait and motor function of the lower limbs in patients who have suffered a stroke.

Methodology: A literature search on the effects of the use of virtual reality in the treatment of gait, balance and motor function of the lower limbs was carried out in the PubMed and Google Scholar databases, using keywords and Boolean operators. The articles were evaluated using the PICO and PEDro scales.

Results: A total of 11 articles were analysed to assess 3 main variables studied: balance, gait and motor function. There were 10 articles dealing with balance of which 5 had a significant conclusion on the improvement of balance stability and maintenance. Of the 9 scientific articles evaluating gait, 3 drew significant differences. Finally, 4 of the 8 articles measuring motor function obtained significant differences.

Conclusion: Virtual reality has significant results in terms of its use in the treatment of balance and motor function of the lower limbs. However, despite the significant improvements observed, it did not seem to have the same effectiveness in terms of gait recovery.

Keywords: virtual reality, stroke, balance, gait, motor function, lower limb.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos transmitir nuestros agradecimientos a nuestra tutora, Dra Olga del Pozo Blanco. Nos aconsejó y nos ha guiado de la mejor manera posible. Ha sido muy atenta a nuestras preocupaciones, dudas y cuestiones y logró sacar lo mejor de nosotros para la realización de este trabajo. Ha sido un gran placer trabajar con ella. También, queremos agradecer a Pfa. Clara Pujol Fuentes para haber suplido como tutora Dra Olga del Pozo Blanco, de la mejor manera posible.

En segundo lugar, agradecemos a la Universidad Europea de Valencia por habernos acogido como alumnos. Estos 4 años en la ciudad de Valencia han sido una experiencia mágica, hemos aprendido mucho sobre nuestra futura profesión y hemos podido conocer a profesores excelentes y a nuevos amigos de por vida.

Queremos dar las gracias a nuestras familias que nos acompañaron en este nuevo periodo de nuestras vidas, en este viaje cultural y de aprendizaje.

Por último, encomiamos a todos los profesores de la Universidad Europea de Valencia, que hicieron crecer nuestra voluntad de ser grandes profesionales. Su pedagogía, sus conocimientos y su empatía han conseguido maravillarnos durante estos 4 años en Valencia. A pesar de la barrera del idioma, siempre han estado atentos a nuestras preguntas y preocupaciones. Les agradecemos por la excelencia de su enseñanza además de la pasión que pusieron para proporcionarnosla.

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

LISTADO DE ABREVIATURAS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Definición general de la patología	1
1.2. Epidemiología y Prevalencia	1
1.3. Etiología	2
1.3.1. Ictus isquémico	2
1.3.2. Ictus hemorrágico	3
1.4. Factores de riesgo	3
1.5. Manifestaciones clínicas	5
1.5.1. Ictus isquémico	5
1.5.2. Ictus hemorrágico	6
1.6. Prevención y tratamiento del ictus	6
1.7. Realidad virtual	7
1.7.1. Definición	7
1.7.2. La realidad virtual y los ictus	8
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	9
2.1. Hipótesis del estudio	9

2.2. Objetivos del estudio	9
2.2.1. Objetivos principales	9
2.2.2. Objetivos secundarios	9
3. MATERIAL Y MÉTODOS	10
3.1. Tipo y diseño general del estudio	10
3.2. Revisión bibliográfica	10
3.2.1. Bases de datos utilizadas	10
3.2.2. Palabras claves	11
3.2.3. Criterios de inclusión y de exclusión	11
3.2.4. Selección de los artículos	11
3.3. Control de la calidad metodológica de los datos	12
3.4. Variables estudiadas	12
4. RESULTADOS	15
4.1. Evaluación de la calidad metodológica de los artículos incluidos	15
4.2. Resúmenes de los artículos seleccionados	16
4.3. Resultados atendiendo a las variables	27
4.3.1. Equilibrio	27
4.3.2. Marcha	28
4.3.3. Función motora	29
5. DISCUSIÓN	31
5.1. Equilibrio	31
5.2. Marcha	32

5.3. Función motora	34
5.4. Limitaciones y fortalezas de este trabajo	35
6. CONCLUSIÓN	36
7. BIBLIOGRAFÍA	37
8. ANEXOS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tasa de incidencia de ictus estandarizadas por edad, por cada 100.000 personas y país, para ambos sexos, 2019	2
Figura 2. Proporción de años de vida ajustados por discapacidad atribuibles a factores de riesgo de todos los ictus para ambos sexos combinados, 2019	5
Figura 3. Las estrategias de gestión de los accidentes cerebrovasculares	7
Figura 4. Tratamiento de la marcha con exoesqueleto y realidad virtual	8
Figura 5. Estructura PICO	10
Figura 6. Diagrama de flujo PRISMA	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Palabras claves utilizadas en inglés y español	11
Tabla 2. Resultados de la escala PEDro	15
Tabla 3. Cuadros resúmenes de los artículos incluidos	16 - 26

LISTADO DE ABREVIATURAS

ACV	Accidente Cerebrovascular
AVAD	Años de Vida Ajustados por Discapacidad
BBS	<i>Berg Balance Scale</i>
CTSIB	<i>Clinical Test of Sensory Interaction and Balance</i>
EMAR	Entrenamiento a la Marcha Asistida por Robot
EVA	Escala Visual Analógica
FAC	<i>Functional Ambulation Classification</i>
FES-I	<i>Falls Efficacy Scale International</i>
FGA	<i>Functional Gait Assessment</i>
FIM	<i>Functional Independence Measure</i>
FMA	<i>Fügl-Meyer Assessment</i>
FNP	Facilitación Neuromuscular Propioceptiva
FRT	<i>Functional Reaching Test</i>
FSST	<i>Four Step Square Test</i>
IMR	Índice de Movilidad de Rivermead
MAS	<i>Modified Ashworth Scale</i>
Mini BEST	<i>Mini Balance Evaluation Systems Test</i>
MMII	Miembros Inferiores
MMT	<i>Manual Muscle Testing</i>
MRC	<i>Medical Research Council</i>
MRS	<i>Modified Rankin Scale</i>
PASS	<i>Postural Assessment Scale for Stroke patients</i>
PICO	Problema/Paciente, Intervención, Comparación, <i>Outcome</i> (Resultados)
POMA	<i>Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis</i>
ROM	Rango de Movimiento
RV	Realidad Virtual
SBI	<i>Static Balance Index</i>
TIS	<i>Trunk Impairment Scale</i>
TUG	<i>Timed Up and Go test</i>
10 mWT	<i>10 meters Walking Test</i>

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Definición general de la patología

El accidente cerebrovascular (ACV) o ictus es una patología grave que se produce por el bloqueo de la llegada de la sangre al cerebro, lo que se llama un ictus isquémico, o por la rotura de un vaso sanguíneo cerebral que sería el caso de un ictus hemorrágico. Esta pérdida de irrigación provoca la muerte de células del cerebro y presenta un riesgo de dañar a ciertas zonas cerebrales.¹ En función de la zona dañada por el ictus, las manifestaciones clínicas varían de naturaleza o de intensidad: pueden ser leves, graves e incluso provocar la muerte.² Sufrir de un ictus, “provoca una interrupción repentina de la función fisiológica del cerebro” acompañándose de una alteración de las redes cerebrales funcionales correspondientes. Como respuesta al daño cerebral, se realizan cambios en la estructura y función del sistema nervioso central y con el fin de compensar la lesión, las redes cerebrales reorganizan tanto la anatomía estructural como funcional. Gracias a la plasticidad neuronal, las zonas dañadas se regeneran y reorganizan la función alterada.³ Frecuentemente, “los síntomas se producen en un lado del cuerpo e incluyen debilidad y pérdida de sensibilidad”.² Además, es posible que los pacientes vean su visión o su capacidad de hablar afectadas o que presenten parálisis o confusión.⁴

Con esta patología, encima de plantear objetivos sanitarios para cuidar a los que sufrieron de esta misma, se debe considerar la importancia de las partes social y económica. En efecto, se nota que “en los 27 países de la Unión Europea, el coste total anual del ictus se ha estimado en 35.800 millones de dólares”. Por encima, se tiene que cuidar a estas personas porque, tras haber padecido un ictus, no es raro que los pacientes sean tocados por depresión, ansiedad, otros tipos de enfermedades cardiovasculares, mala salud o malestar general y sobre todo presentan un riesgo de mortalidad.⁵

1.2. Epidemiología y Prevalencia

Según el Estudio de la Carga Global de Enfermedades, Lesiones y Factores de Riesgo de 2017, “el ictus fue la tercera causa de muerte y discapacidad combinada [medida por años de vida ajustados por discapacidad (AVAD)] y la segunda causa de muerte en todo el mundo en 2017”.⁶ Se contó 6,2 millones de vidas perdidas en 2019 con una tasa de mortalidad mayor para las mujeres. Aunque no sea una patología siempre mortal, deja discapacidad para los que sufren de ella y una morbilidad importante en el mundo.^{2,7}

En 2019, se contabilizaron 12,2 millones de ACV incidentes.⁶ La incidencia por franja etaria es variable pero se nota una incidencia mayor en personas que cumplen más de 55 años. Sin embargo, en jóvenes entre 20 a 54 años, se observó un aumento de casi 15% de los casos en el mundo entre 1990 y 2016.⁷ En cuanto al número absoluto de ACV, se notó que sigue aumentando debido al envejecimiento de la población con un incremento de 70% entre 1990 y 2019 aunque las tasas estandarizadas por edad disminuyeron de 17% gracias a la prevención establecida en muchos países desarrollados como el control de los factores de

riesgos y del estilo de vida. Al igual que la tasa de mortalidad, la incidencia y la prevalencia son mayores en mujeres en comparación con los hombres.^{4,6}

En cuanto a la prevalencia, hubo 101 millones de casos prevalentes en 2019. Entre 1990 y 2019, las tasas estandarizadas por edad para la prevalencia disminuyeron de 6% aunque el número absoluto de ictus prevalentes aumentó de 85% “atribuida a la reducción de la mortalidad y a la mejora de las intervenciones clínicas”.^{6,7}

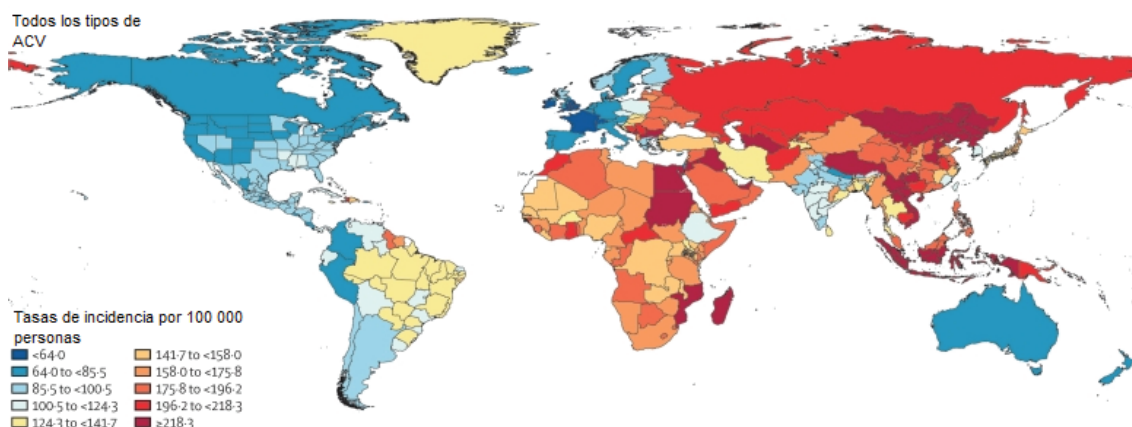


Figura 1: Elaboración propia basada en “Tasas de incidencia de ictus estandarizadas por edad, por cada 100.000 personas y país, para ambos sexos, 2019”.⁶

1.3. Etiología

El ACV es un evento neurológico abrupto causado por la alteración de la perfusión de los vasos sanguíneos del cerebro y se divide en dos tipos: los isquémicos y los hemorrágicos, según a la manera con la que se interrumpe el suministro de sangre al sistema nervioso central. Los ictus isquémicos están causados por una arteria obstruida que conlleva con “un suministro insuficiente de sangre y oxígeno al cerebro”.^{2,7} En cambio, los hemorrágicos se producen cuando se rompe un vaso sanguíneo provocando una hemorragia o fuga de sangre en el cerebro.⁷ Los ACV isquémicos representan aproximadamente 85% de todos los casos de ictus y lo demás corresponde a los hemorrágicos.²

1.3.1. Ictus isquémico

El ACV isquémico puede ocurrir cuando existe un evento trombótico o embólico que acaba con una disminución del flujo sanguíneo al cerebro. Cuando es trombótico, el ictus es consecuencia de una obstrucción dentro de un vaso debido a una disfunción propia del vaso o secundaria a una enfermedad aterosclerótica, inflamación o disección arterial. La causa embólica se debe a restos procedentes de otra parte del cuerpo (coágulos) que migran y bloquean el flujo en el vaso.⁸

1.3.2. Ictus hemorrágico

El ACV hemorrágico ocurre por un aumento de presión en el cerebro mediante la acumulación de sangre en una región intracerebral o en el espacio subaracnoideo o también puede ser causado por lesiones internas secundarias de un traumatismo o de un aneurisma.⁷ En el primer caso, “la hipertensión prolongada produce degeneración de la [túnica] media, rotura de la lámina elástica y fragmentación de los músculos lisos de las arterias. [...] Suelen ser las pequeñas arterias penetrantes, ramas de las arterias basilares o de las cerebrales (anteriores, medias o posteriores), el foco de las hemorragias intracerebrales inducidas por hipertensión.”⁹

1.4. Factores de riesgo

“Los factores de riesgo son características y hábitos de vida que aumentan el riesgo de padecer una enfermedad”.¹⁰ Se asocia el aumento de los casos de ACV al envejecimiento, a la urbanización y también al incremento de la prevalencia de unos factores de riesgos modificables y no modificables.⁵ La fracción atribuible a la población de los AVAD debido a todos los factores de riesgo combinados fue parecida tanto para los ictus isquémicos como para los hemorrágicos.⁶ A continuación, se describen los diferentes factores que facilitan la aparición de un ictus:

- **Hipertensión arterial:** representa uno de los principales factores de riesgo de padecer un ACV.¹⁰ Provoca una debilidad en las arterias lo que puede producir fácilmente una oclusión o una ruptura.¹¹ Tener antecedentes de hipertensión y más 160/90 mmHg de presión arterial son predisposiciones para un ictus.⁷
- **Tabaquismo:** tanto el tabaquismo activo como pasivo son factores de riesgo importantes.⁵ Un fumador tiene el doble más de probabilidad de tener un ictus porque el tabaquismo tiene un impacto al nivel de los vasos debilitándolos.^{7,10}
- **Diabetes:** la acumulación de glucosa en la sangre puede producir daño a los vasos, lo que incrementa la posibilidad de sufrir de un ictus.¹⁰ Además, tener diabetes proporciona un peor pronóstico tras un ACV con discapacidad más grave o recuperación más lenta.⁷
- **Dieta y nutrición:** un colesterol alto aumenta la posibilidad de obstrucción arterial mientras que un buen nivel de lipoproteínas de alta densidad, o HDL, reduce este riesgo. ¹⁰ Una ingesta excesiva de sodio y potasio posibilita la aparición de hipertensión arterial y por lo tanto de un ictus, mientras que un consumo adecuado de frutas y verduras fomenta una buena salud.⁵

- **Inactividad física y obesidad:** una inactividad o falta de ejercicios físicos están relacionadas a una probabilidad importante de padecer obesidad, diabetes, enfermedades cardíacas y por lo tanto de un ACV.^{7,10} La obesidad o el sobrepeso también son factores de riesgo para el ictus que se detectan mediante un Índice de Masa Corporal (IMC) elevado.⁵
- **Enfermedades cardíacas:** las personas sufriendo de enfermedades cardíacas tienen más posibilidades de padecer un ictus.¹⁰ La fibrilación auricular, anomalía del ritmo cardíaco que se caracteriza por temblores de las cavidades superiores del corazón en lugar de tener latidos rítmicos y organizados, provoca una acumulación y una coagulación de sangre.^{5,10} El riesgo de tener un ACV se multiplica por entre 2 y 5 con esta patología.⁷
- **Abuso de alcohol y drogas:** el consumo de alcohol presenta un riesgo en función de la cantidad consumida diariamente. La consumición de baja a moderada disminuye la posibilidad de aparición de un ACV, mientras que el abuso excesivo lo aumenta. Sin embargo, en cuanto al ictus hemorrágico, un bajo consumo aumenta su posibilidad de aparición.⁵ Un consumo cotidiano de drogas está también asociado a una mayor posibilidad de tener un ACV.¹⁰
- **Edad:** a mayor edad, más riesgo de padecer un ictus.¹⁰
- **Sexo:** las mujeres presentan un mayor riesgo que los hombres. Además, el embarazo, eclampsia, diabetes gestacional y algunos tipos de terapia hormonal aumentan la posibilidad de que aparezca un ictus.¹⁰
- **Herencia y raza:** las personas con antecedentes familiares de ACV tienen mayor probabilidad de sufrir ellos también de este mismo. Las personas hispanas y negras suelen tener una tensión arterial alta por lo tanto presentan un mayor riesgo de ACV.¹⁰
- **Ictus previo:** tras haber padecido un ictus, la probabilidad de sufrir de nuevo de otro es importante.¹⁰

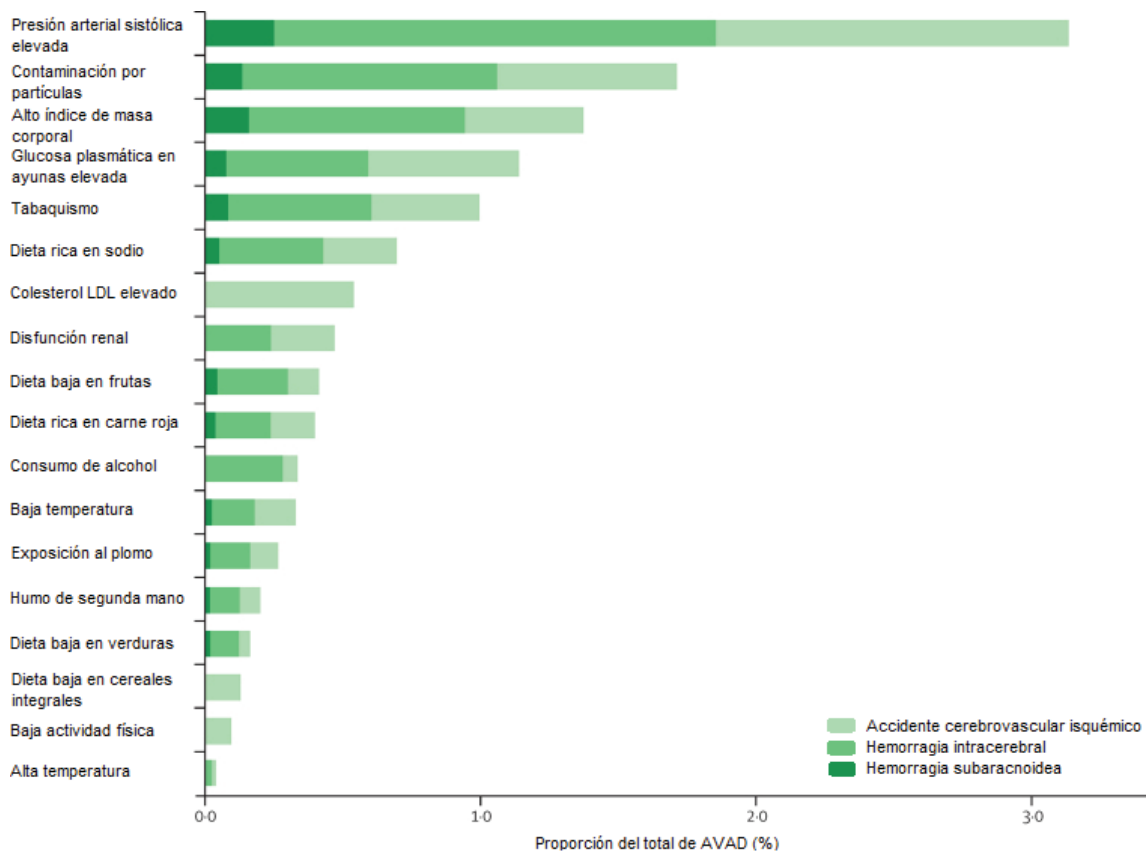


Figura 2. Elaboración propia basada en “Proporción de años de vida ajustados por discapacidad atribuibles a factores de riesgo de todos los ictus para ambos sexos combinados, 2019”.⁶

1.5. Manifestaciones clínicas

1.5.1. Ictus isquémico

“Los ACV isquémicos pueden presentarse como síndromes predeterminados debido al efecto de la disminución del flujo sanguíneo en zonas concretas del cerebro”.⁸ En función de la zona dañada por el ictus, las manifestaciones clínicas pueden variar, como descritas a continuación.²

En el caso de que la arteria cerebral media esté dañada, las manifestaciones clínicas clásicas son una “hemiparesia contralateral, parálisis facial y pérdida sensorial de la cara y miembros superiores”. Los síntomas a nivel de los miembros superiores suelen predominar, aunque los miembros inferiores (MMII) incluso pueden presentar alteración. Además, esta zona alterada puede inducir disartria, negligencia y afasia.⁸

El cuadro clínico de una lesión de la arteria cerebral anterior contiene déficits sensoriales y motores contralaterales al nivel de los MMII. Los síntomas varían en función del lado afectado: el lado izquierdo y el lado derecho presentan respectivamente una afasia motora y un estado confusional además de una heminegligencia motora.⁸

Cuando la arteria cerebral posterior superficial es alterada, los pacientes pueden tener hipersomnolencia, déficits cognitivos, problemas oculares, hipoestesia y ataxia. Si afecta territorios más profundos, es posible que sufran de una pérdida hemisensorial y hemiparesia.⁸

Si son las arterias vertebrales y basilares que están dañadas, las manifestaciones clínicas son ataxia, mareos, cefalea, vómitos, disfunción orofaríngea, déficit del campo visual y anomalías oculomotoras.⁸

Al nivel del cerebelo, las personas pueden padecer ataxia, náuseas, vómitos, dolor de cabeza, disartria y mareos.⁸

Los infartos lacunares son el resultado de la oclusión de una pequeña arteria perforante. El infarto en este territorio puede manifestarse con una pérdida motora o sensorial pura, un déficit sensoriomotor o una ataxia con hemiparesia.⁸

1.5.2. Ictus hemorrágico

Las repercusiones de un ACV hemorrágico depende de la zona del cerebro tocada, encima de la extensión de la hemorragia. En general, las secuelas son parecidas a las de un ictus isquémico, pero existen ciertas variaciones. Una hemorragia intraventricular o de la fosa posterior provoca un coma. Pueden aparecer convulsiones, afasia, hemianopsia y debilidad por una hemorragia lobar. Cuando la pérdida de sangre se sitúa en los ganglios basales y en el tálamo, se observan déficits sensoriomotores contralaterales o pérdida de todas las modalidades sensoriales. Al extenderse desde el tálamo hasta el cerebro medio, el hematoma puede paralizar la mirada de manera vertical, provocar ptosis y una pupila no reactiva. Un gran deterioro cognitivo, un estado vegetativo, un síndrome de enclaustramiento o la muerte son consecuencias de daños importantes.⁹

1.6. Prevención y tratamiento del ictus

“La prevención del ictus implica la modificación de los factores de riesgo en una población o en individuos, mientras que el tratamiento del ictus depende de su fisiopatología”. Aunque en el mundo científico, se investiga sobre la prevención y el tratamiento, no se establecen formas de prevenir o tratar todas las causas clínicas del ictus. Actualmente, las estrategias para prevenir y tratar son:

- Gestionar los factores de riesgo cuando existe un ictus agudo para evitar daño excesivo
- La perfusión de fármacos intentando tratar el ictus
- Rehabilitar para mejorar el estado y restablecer la independencia funcional
- Tratamientos para evitar el deterioro cognitivo y reparar tejidos dañados.⁷

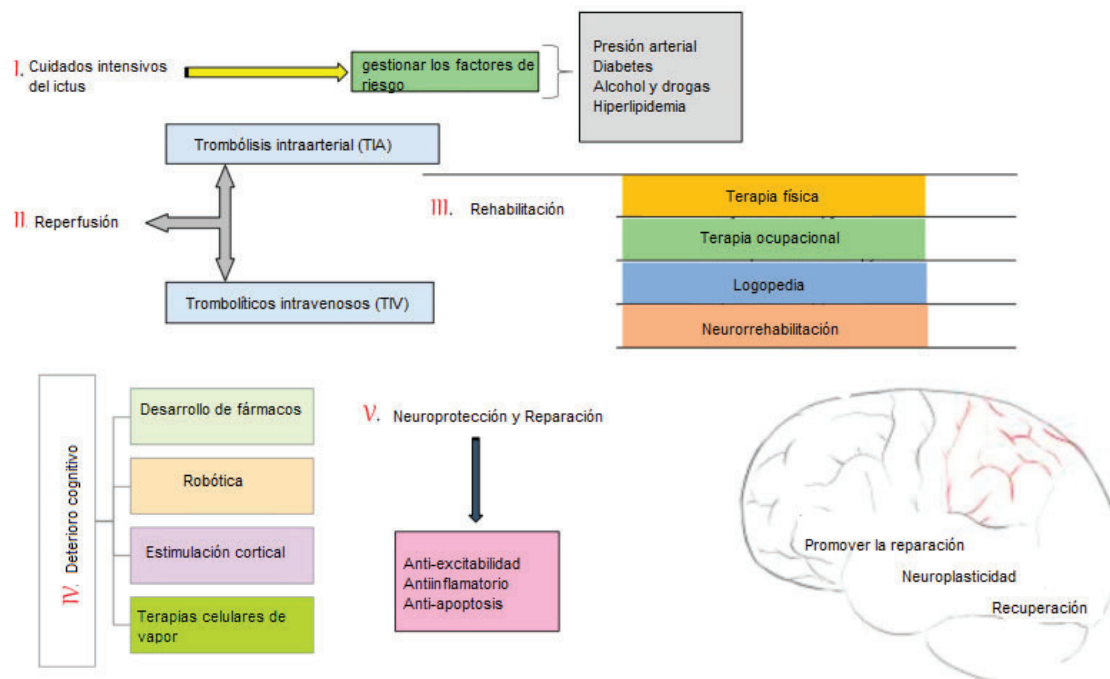


Figura 3. Elaboración propia basada en "Las estrategias de gestión de los ACV".⁷

1.7. Realidad virtual

1.7.1. Definición

Se define la realidad virtual (RV) como "una tecnología con un conjunto de herramientas informáticas que proporciona entornos interactivos a los pacientes".¹² La rehabilitación tras un ictus mediante esta tecnología es bastante nueva y prometedora "para mejorar la integración de los miembros virtuales en el esquema corporal de una persona y el aprendizaje motor".^{12,13} Permite simular una multitud de entornos multisensoriales (estimulando el sistema visual, auditivo, táctil y somatosensorial) y por lo tanto trabajar fingiendo actividades funcionales de la vida.^{14,15} La rehabilitación virtual es un conjunto de intervenciones clínicas que sirve en el tratamiento físico, ocupacional, psicológico y cognitivo de los pacientes.¹²

Se pueden dividir las aplicaciones de la RV en dos partes dependiendo del grado de aislamiento que presenta el usuario al estar con el entorno virtual: las no inmersivas y las totalmente inmersivas. La RV no inmersiva se limita a la utilización de una pantalla sin dispositivos de interfaz. Al contrario, la RV inmersiva utiliza proyecciones en pantallas grandes o sobre superficies cóncavas, o incluso dispositivos puestos sobre la cabeza o sistemas de captura de video.^{15,16} Las no inmersivas son menos costosas por lo tanto más accesibles lo que permite tener un entrenamiento no sólo en un hospital o una clínica sino también en casa.³

1.7.2. La realidad virtual y los ictus

Gracias a la investigación neurocientífica, se entiende mejor la neuroplasticidad. Se sabe que “a través de la integración sensorial, el cerebro organiza la información somatosensorial, visual y vestibular y proporciona la información crucial que se utiliza para las habilidades motoras complejas” que se intentan recuperar como la marcha o el equilibrio. Con terapias intensivas repetitivas y una estimulación cerebral no invasiva, se intenta facilitar y modular la plasticidad neural para reorganizar las redes cerebrales con el fin de recuperar lo más de funcionalidad posible.³ Se pueden enumerar varias ventajas de la RV como la posibilidad de variar la dificultad en función del nivel y de la evolución de cada paciente, la retroalimentación en tiempo real y la observación del movimiento facilita la recuperación motora, sirve en la reorganización cortical y en la mejora de la movilidad funcional. Además, esta terapia proporciona una multitud de experiencias más inmersivas y atractivas debido a la combinación de la RV con herramientas de tratamiento como cinta de correr, guantes o robots, permite tener una rehabilitación segura de las actividades de la vida diaria, un diseño flexible y un protocolo individualizado en función del deterioro motor.^{12,13,17} Estas ventajas fomentan obtener más motivación y participación por parte de los pacientes debido a la atraktividad y al rápido feedback que aporta esta tecnología.¹³



Figura 4. Tratamiento de la marcha con exoesqueleto y RV.¹⁸

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Hipótesis del estudio

La utilización de la RV permite mejorar el equilibrio y la marcha así como recuperar la función motora de los MMII de los pacientes tras haber sufrido un ACV.

2.2. Objetivos del estudio

2.2.1. Objetivos principales

Mediante una revisión bibliográfica de artículos científicos, se pretende cumplir los objetivos siguientes:

1. Analizar el efecto de la RV sobre el equilibrio de pacientes tras sufrir un ictus
2. Determinar si la RV es efectiva en la rehabilitación de la marcha para pacientes que padecen un ACV.
3. Establecer una relación entre la incorporación de la RV en el proceso de tratamiento de pacientes con ictus y la mejora de la función motora de los MMII.

2.2.2. Objetivos secundarios

Además de los motivos principales de este estudio, se plantearon los siguientes objetivos secundarios:

1. Comparar el uso de la RV con terapias más convencionales para la rehabilitación en pacientes afectados tras ACV.
2. Evaluar la posible combinación de técnicas terapéuticas con RV para el tratamiento de pacientes con ictus.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Tipo y diseño general del estudio

Este estudio es una revisión bibliográfica de artículos científicos que pretenden evaluar los efectos de la utilización de la RV en el tratamiento de la marcha, la función motora de los MMII y del equilibrio, tanto estático como dinámico, en pacientes que han sufrido un ACV.

Para realizar una investigación bibliográfica cuantitativa de calidad, se formuló una pregunta clínica estructurada con el modelo PICO.

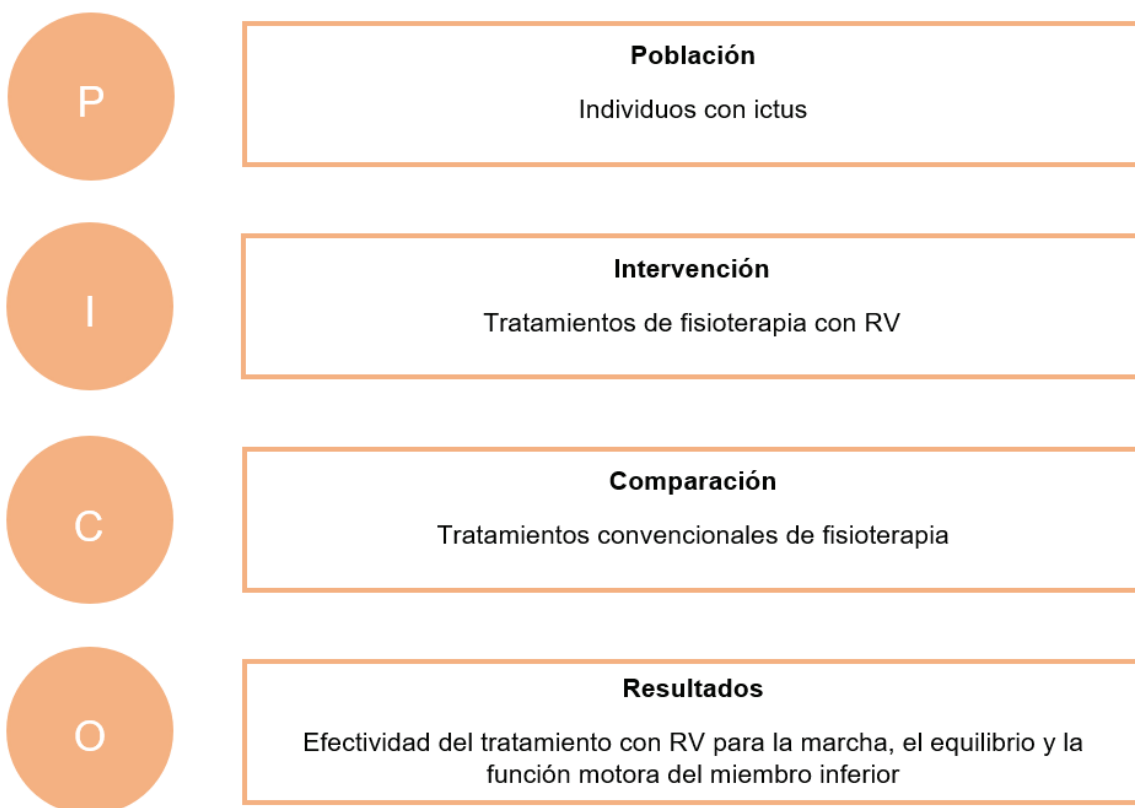


Figura 5. Estructura PICO. Elaboración propia.

3.2. Revisión bibliográfica

3.2.1. Bases de datos utilizadas

Han sido utilizadas para la búsqueda de los artículos necesarios a la realización de esta revisión bibliográfica, las bases de datos siguientes: *PubMed* y Google Académico a través de la Biblioteca CRAI de la Universidad Europea de Valencia.

3.2.2. Palabras claves

Las palabras claves que han sido utilizadas a lo largo de nuestras búsquedas son:

Términos en inglés	Términos en español
<i>Virtual reality</i>	Realidad virtual
<i>Stroke</i>	Ictus
<i>Balance</i>	Equilibrio
<i>Gait</i>	Marcha
<i>Motor function</i>	Función motora
<i>Lower limb</i>	Miembro inferior

Tabla 1. Palabras claves utilizadas, en inglés y español. Elaboración propia

3.2.3. Criterios de inclusión y de exclusión

Los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta para la selección de los artículos fueron los siguientes:

- Artículos en inglés, español y francés
- Artículos publicados desde 2016 hasta el año 2021
- Artículos en los que se desarrolló un ensayo clínico
- Artículos que evalúan una población que padece de un ACV
- Artículos realizados sobre humanos
- Artículos con texto completo gratis
- Artículos que tratan de equilibrio y/o marcha y/o función motora
- Artículos en los que se han incluido a mayores de edad

Por otra parte, los criterios de exclusión que se tuvieron en cuenta para la selección de los artículos fueron los que se listan a continuación:

- Artículos con una puntuación inferior o igual a 5/10 en la escala de PEDro¹⁹ (Anexo 1)

3.2.4. Selección de los artículos

Seguidamente, se presenta la selección de los artículos incluidos, siguiendo PRISMA²⁰ (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) con el fin de describir el proceso de búsqueda de esta investigación.

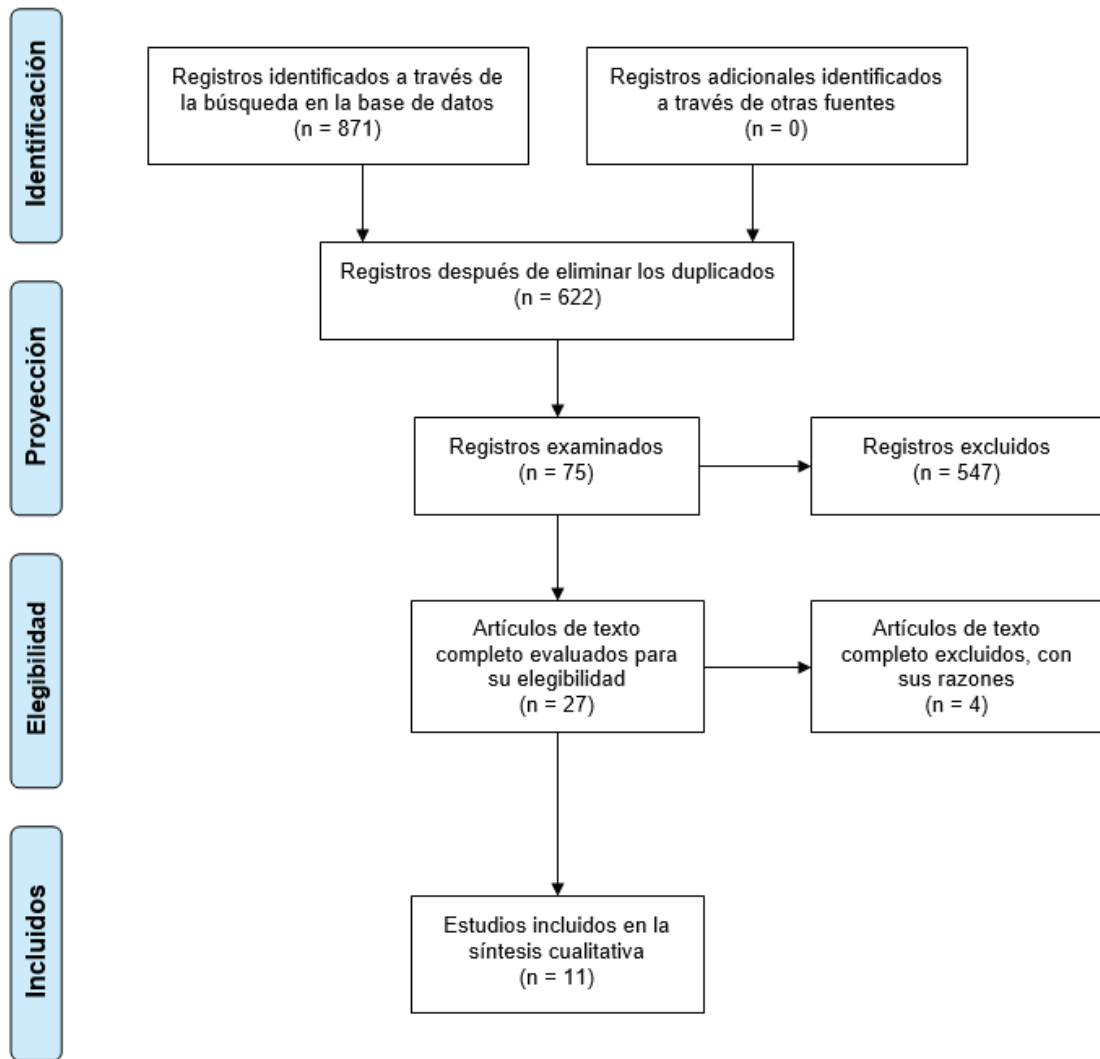


Figura 6. Diagrama de flujo PRISMA.²⁰ Elaboración propia.

3.3. Control de la calidad metodológica de los datos

La calidad metodológica de los datos ha sido asegurada gracias a la escala PEDro¹⁹ (*Physiotherapy Evidence Database*). Esta escala se divide en 11 criterios que se pueden consultar en el Anexo 1. Los artículos que sacaron una puntuación superior a 5 fueron incluidos en el estudio.

3.4. Variables estudiadas

En este trabajo se han estudiado tres variables para poder analizar los efectos de la RV en pacientes que padecieron un ictus: el equilibrio (estático y dinámico), la marcha y la función motora de los MMII.

El equilibrio se describe en física como “el estado de un objeto cuando la fuerza resultante que actúa sobre él es nula”. Al nivel de ser humano, el equilibrio es la capacidad de

una persona a no caerse gracias a su aptitud de coordinación para mantener y controlar una posición del cuerpo que sea en estática o en dinámica.^{21,22}

La marcha humana se define como el “proceso de locomoción, conjunto de movimientos alternantes y rítmicos del tronco y de los MMII, que permite el desplazamiento del cuerpo”. Al contrario de la carrera, la marcha se diferencia por el contacto permanente entre al menos uno de los pies y el suelo.^{23,24}

La función motora se traduce como “la capacidad de aprender o demostrar la habilidad de iniciación, mantenimiento, modificación, y control de posturas voluntarias y patrones de movimiento”. Se puede decir que es “la capacidad que tiene un individuo para adquirir, mantener y modificar una postura a partir de patrones de movimiento de manera voluntaria”.²⁵

3.5. Escalas utilizadas

El equilibrio ha sido estudiado gracias a la *Berg Balance Scale*^{18,26,27,28} (BBS), al *Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment*²⁹ (POMA) y a la *Trunk Impairment Scale*³⁰ (TIS). Junior et al.³¹ y Anwar et al.²⁶ se sirvieron también de una subparte del *Fugl-Meyer Assessment*^{26,30,31,32} (FMA) que evalúa el equilibrio, que los otros autores no utilizaron.

El equilibrio se diferencia en estático y dinámico por lo cual algunos autores utilizaron tests para medir uno o el otro. Por ejemplo, Cikajlo et al.³³, se ayudó del test de Romberg y del afilado (pies juntos, semi-tandem, tandem y pata coja) así como del *Clinical Test of Sensory Interaction and Balance* (CTSIB) para poder evaluar el equilibrio estático y del *Four Step Square Test* (FSST) para el equilibrio dinámico. El estático ha sido valorado también gracias al *Postural Assessment Scale for Stroke patients*²⁸ (PASS) o al *Static Balance Index* (SBI) que Karasu et al.²⁸ midió gracias al *Kinesthetic Ability Trainer*[®] (Anexo 2).

La evaluación del desplazamiento del centro de presión en varias direcciones (medio-lateral, antero-posterior o total) es un medio importante para la valoración del equilibrio estático que usaron Cikajlo et al.³³ gracias a la *Wii Balance Board*[®] (Anexo 3), In et al.²⁷ mediante la *Zebri force platform*[®] (Anexo 4), Kyeongjin Lee³⁰ a través de un sistema posturográfico, el *Good Balance System 300*[®] (Anexo 5) y Karasu et al.²⁸ con el *Emed-x400*[®] (Anexo 6).

El *Functional Reaching Test*^{27,30,32} (FRT), el *Mini Balance Evaluation Systems Test*³⁴ (Mini BESTest) así como un apartado del Índice de Movilidad de Rivermead^{18,29} (IMR) y del *Timed Up and Go test* (TUG)^{27,28,32,33,34} permitieron la medición del equilibrio dinámico. Por último, De Rooij et al.³⁴ y Kayabinar et al.¹⁸ utilizaron un test que evalúa el miedo al caerse con actividades de la vida diaria, el *Falls Efficacy Scale International* (FES-I) que corresponde a la percepción subjetiva del paciente de su equilibrio dinámico.

La marcha se estudió mediante el uso de varios tests clínicos y aparatos. El TUG^{27,28,32,33,34} y el *10 meters Walking Test*^{18,27,33,35} (10mWT) son los tests que han sido más utilizados en los artículos científicos encontrados. El POMA²⁹ y el IMR^{18,29} incluyen también una parte evaluadora para la marcha. Adicionalmente, los tests *Functional Ambulation*

Classification^(B, 18) (FAC) y *Functional Gait Assessment*¹⁸ (FGA) han sido empleados para la valoración de la marcha. Por último, el análisis cuantitativo y objetivo de la marcha se llevó a cabo gracias al uso de aparatos como hicieron Kyeongjin Lee³⁰ con el *Optogait 5 meters pathway*[®] (Anexo 7) y De Rooij et al.³⁴ mediante un acelerómetro triaxial.

La función motora de los MMII ha sido valorada mediante el FMA^{26,30,31,32}, la *Modified Ashworth Scale*^{29,32} (MAS) y el *Functional Independence Measure*^{18,28,32} (FIM). Miclaus et al.³² también utilizó la *Modified Rankin Scale* (MRS) así como la valoración del rango de movimiento (ROM) y de la fuerza muscular con el *Manual Muscle Testing* (MMT) de los MMII y Bergmann et al.³⁵ la *Medical Research Council* (MRC) *Scale* que evalúa la fuerza motora. Últimamente, una parte del IMR mide también la función motora de las piernas.

4. RESULTADOS

4.1. Evaluación de la calidad metodológica de los artículos incluidos

Se efectuó una evaluación de la calidad metodológica de los artículos científicos que han sido seleccionados en esta revisión sistemática utilizando la escala PEDro.¹⁹

Artículos	Anwar et al. ²⁶	Bergman et al. ³⁵	Calabrò et al. ²⁹	Cikajlo et al. ³³	De Rooij et al. ³⁴	In et al. ²⁷	Junior et al. ³¹	Kayabinar et al. ¹⁸
Criterio 1	1	1	1	1	1	1	1	1
Criterio 2	1	1	1	1	1	1	1	1
Criterio 3	1	1	1	0	1	1	1	1
Criterio 4	1	1	1	1	1	1	1	1
Criterio 5	0	0	0	0	0	1	0	0
Criterio 6	0	0	0	0	0	0	0	0
Criterio 7	1	1	1	0	1	1	1	1
Criterio 8	1	0	1	1	1	0	0	0
Criterio 9	1	0	1	1	1	1	0	1
Criterio 10	1	1	1	1	1	1	1	1
Criterio 11	1	1	1	1	1	1	1	1
Total /10	8	6	8	6	8	8	6	7

Tabla 2. Resultados de la escala PEDro.¹⁹ Elaboración propia.

4.2. Resúmenes de los artículos seleccionados

A continuación, se describen los artículos seleccionados para esta revisión mediante un cuadro

TÍTULO / AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS
<p><i>A Novel Virtual Reality Training Strategy for Poststroke Patients: A Randomized Clinical Trial</i>²⁶</p> <p>Anwar et al. (2021)</p>	<p>Comparar los efectos de la terapia física convencional con el entrenamiento con la RV sobre el equilibrio y la funcionalidad de los MMII</p>	<p>Muestra analizada: 68 pacientes tras un ictus</p> <p>Grupo control (n=34): terapia física convencional</p> <p>Grupo experimental (n=34): entrenamiento con RV</p> <p>60 min/día 3 veces/semana Durante 6 semanas</p>	<p>Time effect: ambos grupos obtuvieron cambios significativos en: - la BBS ($p < 0,001$) - la evaluación de la marcha ($p < 0,001$)</p> <p>Comparación entre grupos: diferencia significativa en la BBS ($p < 0,001$) y en la evaluación de la marcha ($p < 0,001$) en cuanto a la función motora, al RC favor del grupo experimental.</p>

<p><i>Virtual reality to augment robot-assisted gait training in non-ambulatory patients with a subacute stroke : a pilot randomized controlled trial</i>³⁵</p> <p>Bergmann et al. (2018)</p>	<p>Evaluar la elegibilidad de la utilización de la RV, la motivación de los pacientes en cuanto a esta herramienta así como la factibilidad de las posibles medidas de resultados en el mundo fisioterapéutico</p>	<p>Muestra analizada: 19 pacientes que padecen hemiparesia por un primer ictus</p> <p>Grupo control (n=9): EMAR (Lokomat®)</p> <p>Grupo experimental (n=10): EMAR + RV</p> <p>3 veces/semana + 60 min de tratamiento fisioterapéutico 2 veces/semana Durante 4 semanas</p>	<p>Grupo control: mejora significativa en (p=0,011), 10mWT (p=0,021) sólo en la aducción de cadera (p=0,021)</p> <p>Grupo experimental: mejora significativa en (p=0,001), 10mWT (p=0,001) fuerza muscular (p<0,001) en flexión de cadera</p> <p>Comparación entre grupos: diferencia significativa en cuanto al tiempo de marcha (p=0,026)</p>
--	--	---	---

<p><i>The role of virtual reality in improving motor performance as revealed by EGG: a randomized clinical trial</i>²⁹</p> <p>Calabrò et al. (2017)</p>	<p>Evaluar la eficacia de la RV en el tratamiento post ictus sobre la marcha y el equilibrio en comparación con un EMAR</p>	<p>Muestra analizada: 24 pacientes con ictus crónico</p> <p>Grupo control (n=12): EMAR + feedback para indicar la calidad del movimiento</p> <p>Grupo experimental (n=12): EMAR + RV</p> <p>45 min/día 5 veces/semana Durante 8 semanas</p>	<p>Grupo control: mejora significativa en (p<0,01) y en la fuerza de la rodilla (p=0,04)</p> <p>Grupo experimental: mejora significativa en los parámetros evaluados (p<0,001) salvo en la fuerza de la rodilla (p=0,02)</p> <p>Comparación entre grupos: diferencia significativa en los parámetros evaluados del grupo experimental (p<0,001)</p> <ul style="list-style-type: none"> - IMR (p<0,001) - POMA (p<0,001) - EVA (p<0,01) - fuerza de la rodilla (p=0,02) - fuerza de la mano (p=0,02)
--	---	--	---

<p><i>Multi-Exergames to Set Targets and Supplement to Intensified Conventional Balance Training in Patients With Stroke: A Randomized Pilot Trial</i>³³</p> <p>Cikajlo et al. (2020)</p>	<p>Principal: estudiar los efectos de un entrenamiento con exogame (ejercicio con videojuegos) en comparación con el tratamiento convencional de equilibrio.</p> <p>Secundario: examinar la elección de un exogame (ejercicio con videojuegos) apropiado para el entrenamiento del equilibrio</p>	<p>Muestra analizada: 20 pacientes sufriendo de un ictus agudo o subagudo</p> <p>Grupo control (n=10): tratamiento neuroterapeutico + 15 min de ejercicios intensivos de equilibrio</p> <p>Grupo experimental (n=10): tratamiento neuroterapeutico + 15 min de exogame</p> <p>5 sesiones Durante 5 días consecutivos</p>	<p>Grupo control: mejora significativa en 10mWT (p=0,011), Romberg con ojos cerrados (p=0,046)</p> <p>Grupo experimental: cambios significativo en FSST (p=0,009), Romberg con ojos cerrados (p=0,046)</p> <p>Diferencia en grupos: diferencias significativas en cuanto a la pata coja superior de la pierna derecha con ojos cerrados (p=0,0345) y Romberg afilado con ojos cerrados (p=0,05)</p>
--	---	---	--

<p><i>Effects of virtual reality gait training on participation in survivors of subacute stroke : randomized controlled trial</i>³⁴</p> <p>De Rooij et al. (2021)</p>	<p>Estudiar el efecto del entrenamiento de marcha con RV en comparación sin RV en personas después de un ACV</p>	<p>Muestra analizada: 50 pacientes con ictus crónico</p> <p>Grupo control (n=23): entrenamiento a la marcha</p> <p>Grupo experimental (n=27): entrenamiento a la marcha + RV</p> <p>30 min/día 2 veces/semana Durante 6 semanas</p>	<p>Grupo control: mejora significativa e BEST (p<0,001)</p> <p>Grupo experimental: mejora significativa e BEST (p<0,001)</p> <p>Diferencia en grupos: ninguna</p>
--	--	--	--

<p><i>Virtual reality reflection therapy improves balance and gait in patients with chronic stroke : a randomized controlled trial</i>^{RZ}</p> <p>In et al. (2016)</p>	<p>Principal: estudiar los efectos de la RV asociada con terapia espejo en el equilibrio y la marcha de los pacientes post-ictus</p> <p>Secundario: tratar las asimetrías de cabeza y tronco gracias a una nueva estrategia de intervención y medir los efectos de esta</p>	<p>Muestra analizada: 25 pacientes habiendo sufrido de un ictus hace por lo menos 6 meses</p> <p>Grupo control (n=15): tratamiento convencional para ictus (especifico para cada paciente : neurológico, terapia física, logopedia, terapia ocupacional) + placebo de RV con terapia espejo</p> <p>Grupo experimental (n=15): tratamiento convencional + RV con terapia espejo</p> <p>30 min/día 5 veces/semana Durante 4 semanas</p>	<p>Grupo control: mejora significativa en (p<0,05)</p> <p>Grupo experimental: mejora significativa en al BBS, FRT, TUG, equilibrio estático con ojos abiertos y b mediolateral con ojos cerrados en comparación con medidas preinter (p<0,05)</p> <p>Comparación entre grupos: Diferencia significativa en todos los parámetros evaluados y en el b anteroposterior y medio con ojos abiertos en comparación con el control (p<0,05)</p>
---	---	--	--

<p><i>Combining proprioceptive neuromuscular facilitation and virtual reality for improving sensorimotor function in stroke survivors : a randomized clinical trial</i>³¹</p> <p>Junior et al. (2019)</p>	<p>Comparar los efectos de la utilización sola de la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) o de la RV con el uso combinado de las 2 técnicas</p>	<p>Muestra analizada: 40 pacientes presentando hemiparesia desde al menos 6 meses por un ictus</p> <p>Grupo FNP (n=16): que recibió sólo la técnica de FNP tipo Kabat</p> <p>Grupo RV (n=16): programa de RV con 4 juegos de Nintendo Wii</p> <p>Grupo FNP + RV (n=16): que recibió ambas técnicas</p> <p>50 min/día 2 veces/semana Durante 8 semanas</p>	<p>Grupo FNP: mejora significativa en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ROM + dolor (p=0,011) - equilibrio (p=0,006) - evaluación total FMA (p=0,001) <p>Grupo RV: mejora significativa en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - función motora MMII (pp=0,018) - evaluación total FMA (p=0,006) <p>Grupo FNP + RV: mejoras significativas en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ROM + dolor (p=0,033) - equilibrio (p=0,006) - evaluación total FMA (p=0,001) <p>Comparación entre grupos: no hay diferencia significativa (p>0,05)</p>
--	---	---	--

<p><i>Effectiveness of Wii-based rehabilitation in stroke : a randomized controlled trial</i>²⁸</p> <p>Karasu et al. (2018)</p>	<p>Investigar la eficacia de la rehabilitación del equilibrio basada en <i>Nintendo Wii Fit</i>[®] como terapia complementaria a la rehabilitación convencional en pacientes con ictus a corto y largo plazo</p>	<p>Muestra analizada: 23 pacientes que padecieron un primer ictus unilateral en los últimos 12 meses</p> <p>Grupo control (n=11): terapia convencional (rehabilitación neurológica + fisioterapia + terapia ocupacional + terapia cognitiva)</p> <p>Grupo experimental (n=12): terapia convencional + ejercicios de equilibrio con <i>Wii Fit</i>[®] u <i>Wii Balance Board</i>[®]</p> <p><u>Grupo control:</u> 3h (horas)/día de terapia convencional <u>Grupo experimental:</u> 2h/día de terapia convencional + 20 min de ejercicios con <i>Wii Fit</i>[®]</p> <p>5 veces/semana Durante 4 semanas</p>	<p>Time effect: ambos grupos mostraron cambios significativamente en todos los parámetros medidos salvo el desplazamiento del centro de presión de antepié posterior y en la transferencia de peso sobre lado izquierdo (p<0,05)</p> <p>Group-time interaction: el grupo experimental consiguió guardar los cambios significativos en el tiempo de comparación con el grupo control, excepto para el desplazamiento del centro de presión de antepié lateral con los ojos cerrados. El resultado del FIM de locomoción (p<0,05)</p>
--	---	---	---

<p><i>The effects of virtual reality augmented robot-assisted gait training on dual-task performance and functional measures in chronic stroke: a randomized controlled single-blind trial</i>¹⁸</p> <p>Kayabinar et al. (2021)</p>	<p>Estudiar los efectos del EMAR con RV en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - el rendimiento de la doble tarea - las medidas funcionales en pacientes con ictus crónico 	<p>Muestra analizada: 30 pacientes con ictus crónico</p> <p>Grupo control (n=15): EMAR + terapia de neurodesarrollo</p> <p>Grupo experimental (n=15): EMAR con RV + terapia de neurodesarrollo</p> <p>45 min de EMAR, 2 veces/ semana 30 min de terapia de desarrollo, 3 veces/semana Durante 6 semanas</p>	<p>Grupo control: mejora significativa en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - IMR (p=0,023) - BBS (p=0,003) - FES-I (p=0,001) - FIM (p=0,019) - FGA (p=0,000) <p>Grupo experimental: mejora significativa en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10mWT (p=0,000) - IMR (p=0,004) - BBS (p=0,000) - FIM (p=0,002) - FGA (p=0,000) <p>Diferencia en grupos: ninguna</p>
--	--	--	--

<p><i>Speed-Interactive Pedaling Training Using Smartphone Virtual Reality Application for Stroke Patients: Single-Blinded, Randomized Clinical Trial</i>³⁰</p> <p>Kyeongjin Lee (2019)</p>	<p>Evaluar los efectos del entrenamiento de bicicleta estática con interacción de velocidad con la ayuda de la RV con el fin de mejorar la función motora de los MMII, el equilibrio tronco y sentado y la marcha en pacientes tras ictus</p>	<p>Muestra analizada: 42 pacientes con ictus crónico</p> <p>Grupo control (n=21): entrenamiento ciclista</p> <p>Grupo experimental (n=21): entrenamiento de bicicleta estática con interacción de velocidad (RV) y terapia convencional</p> <p>60 min/día 5 veces/semana Durante 6 semanas</p>	<p>Grupo control: mejora significativa en TIS, FRT y desplazamiento centro de presión ($p < 0,05$)</p> <p>Grupo experimental: mejora significativa en anteriores e incluso p parámetros temporales espaciales de la ($p < 0,05$)</p> <p>Comparación entre grupos: el grupo experimental diferencias significativas todos los parámetros evaluados ($p < 0,05$)</p>
--	---	---	---

<p><i>Lower Extremity Rehabilitation in Patients with Post-Stroke Sequelae through Virtual Reality Associated with Mirror Therapy</i>³²</p> <p>Miclaus et al. (2021)</p>	<p>Identificar si la asociación de la RV con terapia espejo tiene mejores resultados que una fisioterapia convencional en la readaptación de los MMII en personas tras un ictus</p>	<p>Muestra : 59 pacientes con ictus crónico</p> <p>Grupo control (n=28): fisioterapia estándar</p> <p>Grupo experimental (n=31): terapia con RV + terapia espejo</p> <p>70 min/día Durante 10 días</p>	<p>Grupo control: mejora significativa en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FMA motor (p=0,001) - ROM (p<0,001) - MMT (p<0,001) <p>Grupo experimental: mejora significativa en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FMA motor (p=0,001) - FMA dolor (p=0,001) - FRT (p=0,000) - ROM (p<0,001) - MMT (p<0,001) <p>Comparación entre grupos: diferencia significativa en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FMA motor (p=0,001) - FMA dolor (p=0,001) - FRT (p=0,001) - ROM (p=0,002) - MMT (p=0,003)
---	---	---	---

Tabla 3. Cuadros resúmenes de los artículos incluidos. Elaboración propia.

Listado de abreviaturas. RV: Realidad Virtual ; MMII: miembros inferiores ; min: minuto(s) ; BBS: *Berg Balance Scale* ; FMA: *Fugl-Meyer Assessment* ; Entrenamiento a la Marcha asistida por un Robot ; FAC: *Functional Ambulation Classification* ; 10mWT: *10 meters Walk Test* ; IMR: Índice de *Ashworth Scale* ; POMA: *Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment* ; EVA: Escala Visual Analógica ; TUG: *Timed Up and Go test* ; FSA: *Functional Status Assessment* ; CerebroVascular ; Mini BEST: *Mini Balance Evaluation Systems Test* ; FRT: *Functional Reaching Test* ; FNP: *Facilitación neuromuscular propioceptiva* ; *Stroke patients* ; SBI: *Static Balance Index* ; FIM: *Functional Independence Measure* ; FES-I: *Fall Efficacy Scale International* ; FGA: *Functional Gait Assessment* ; Scale ; MMT: *Manual Muscle Testing*.

4.3. Resultados atendiendo a las variables

4.3.1. Equilibrio

Anwar et al.²⁶ encontraron una mejora significativa en el BBS tanto para el grupo control como para el grupo experimental ($p < 0,01$) aunque los resultados presentaron una diferencia significativa en favor del grupo con RV ($p < 0,01$).

En el estudio de Calabró et al.²⁹, los pacientes del grupo experimental obtuvieron al final del tratamiento, resultados significativos en el IMR y en el POMA ($p < 0,001$). Los participantes del grupo control tuvieron también una mejora significativa en el IMR ($p < 0,01$) sin embargo el grupo de intervención mostró una diferencia significativa en comparación con este ($p < 0,001$).

Cikajlo et al.³³ estudiaron el equilibrio gracias al TUG, tras el cual se observó que sólo el grupo control obtuvo una mejora significativa ($p = 0,011$), al FSST que dio resultados significativos para el grupo experimental ($p = 0,009$) o al desplazamiento del centro de presión medido por la *Wii Balance Board*[®] sólo para el grupo de intervención que no mejoró significativamente. Se ayudaron también del test de Romberg para el que los 2 grupos mejoraron significativamente con los ojos cerrados ($p = 0,046$) sin diferencia significativa. Utilizaron igualmente el Romberg afiliado en el que los 2 grupos no cambiaron significativamente al final de la intervención, no obstante, los resultados con ojos cerrados mostraron cambios significativos para ambos grupos además de una diferencia significativa en favor del grupo experimental ($p = 0,05$). Ocurrió lo mismo con el test de pata coja sin vista: los 2 grupos no mejoraron significativamente, pero se notó una diferencia significativa para el grupo de intervención ($p = 0,035$). Todos los tests con ojos abiertos no dieron resultados significativos (CTSIB, Romberg, Romberg afiliado, pata coja).

En el estudio De Rooij et al.³⁴, ninguno de los grupos mejoró en el TUG y en el FES-I mientras que los 2 obtuvieron resultados significativos en el Mini BESTest ($p < 0,001$), sin embargo no se pudo observar diferencia significativa entre los 2 grupos.

Los resultados de In et al.²⁷ mostraron una mejora significativa en el BBS para los grupos control y experimental ($p < 0,05$) y en el FRT y el TUG para el grupo de intervención sólo ($p < 0,05$). Además, el grupo experimental progresó significativamente en su desplazamiento del centro de presión durante el equilibrio estático con ojos abiertos y en el desplazamiento de medial a lateral de este centro de presión con los ojos cerrados ($p < 0,05$), medidos por la *Zebris force platform*[®]. El grupo experimental sacó una diferencia significativa tras la intervención para los 3 tests utilizados y para el balanceo anteroposterior y total con los ojos abiertos ($p < 0,05$) en comparación con el grupo control.

Junior et al.³¹ descubrió cambios significativos en el equilibrio, evaluado mediante el FMA, de los pacientes del grupo con facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) ($p = 0,041$)

y en el grupo que lleva FNP con RV ($p=0,015$). Sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre grupos.

Karasu et al.²⁸ encontraron un efecto de tiempo para casi todos los parámetros evaluados ($p<0,05$) salvo para el desplazamiento del centro de presión medido por *Emed-x400*[®] de anterior a posterior con ojos abiertos ($p=0,095$), para la transferencia de peso sobre el lado sano ($p=0,154$) y el balanceo total del centro de presión durante la transferencia de peso ($p=0,26$). Por otro lado, la interacción tiempo-grupo salió significativa en favor del grupo de intervención en cuanto al BBS ($p<0,001$), al FRT ($p<0,001$) y al desplazamiento del centro de presión ($p<0,04$) excepto de medial a lateral con los ojos cerrados.

Kayabinar et al.¹⁸ obtuvieron resultados significativos en el test IMR para el grupo control ($p=0,023$) y el grupo experimental ($p=0,004$), en el BBS para los 2 grupos también (grupo control: $p=0,003$; grupo experimental: $p=0,000$) y en el FES-I para el grupo control ($p=0,001$). Los 2 grupos no diferenciaron significativamente en ninguno de los parámetros evaluados.

Kyeongjin Lee³⁰ encontró mejoras significativas en todos sus sistemas de evaluación. En efecto, el FRT, el TIS y el desplazamiento del centro de presión medido por su sistema posturográfico resultaron significativos para los 2 grupos ($p<0,05$). El grupo experimental se diferenció significativamente del grupo control en todos los resultados ($p<0,05$).

Por último, en el estudio de Miclaus et al.³², se obtuvieron resultados significativos únicamente en el FRT para el grupo experimental ($p=0,000$). El TUG no mostró mejora significativa para ninguno de los grupos (grupo control: $p=0,317$; grupo experimental: $p=0,083$).

4.3.2. Marcha

En el estudio de Bergmann et al.³⁵, el entrenamiento de la marcha asistida por un robot (EMAR) mejoró la capacidad de deambulación ($p=0,011$) y la velocidad de la marcha ($p=0,036$) y la combinación de este entrenamiento con la RV condujo a mejoras más significativas en la deambulación ($p=0,001$) y la velocidad de la marcha ($p=0,003$) aunque hay mejoras que parecen ser más significativas para el grupo experimental, no encontraron diferencias significativas entre los dos grupos. Además, gracias al seguimiento tras la intervención se corrobora que existe efecto a corto y largo tiempo en ambas variables.

Calabro et al.²⁹, comparando el entrenamiento de la marcha con y sin RV, encontraron diferencias significativas en la función de movilidad para el grupo de RV ($p=0,001$), aunque hubo una mejora para ambos grupos. Además, encontraron cambios significativos en las habilidades de caminar y de equilibrio sólo para el grupo experimental ($p=0,01$).

En el artículo de Cikajlo et al.³³, el grupo control obtuvo resultados significativos en la movilidad y el riesgo de caídas ($p=0,011$) y en la velocidad de la marcha ($p=0,008$) mientras que el grupo experimental mejoró únicamente sobre la velocidad de marcha ($p=0,008$).

En el estudio de De Rooij et al.³⁴, la comparación entre un entrenamiento a la marcha con y sin RV no muestra diferencia significativa para la duración total de la actividad de caminar por día ($p=0,816$), el número total de pasos por día ($p=0,952$), la frecuencia de pasos ($p=0,964$), la movilidad y el riesgo de caída ($p=0,453$) aunque se pudo observar mejoras en ambos grupos para estas últimas variables.

In et al.²⁷, al analizar la marcha entre un grupo con terapia convencional y uno con terapia convencional combinada con un entrenamiento de RV, notaron mejora significativa sobre la velocidad de la marcha ($p<0,05$) y sobre la movilidad y el riesgo de caída ($p<0,05$) para el grupo experimental tras las sesiones. Además, el estudio observó diferencia significativa en cada variable de la marcha para el tratamiento combinado en relación con el grupo control ($p<0,05$).

Karasu et al.²⁸ utilizó el TUG para estudiar la marcha en el que pudo observar un efecto de tiempo ($p<0,001$) mientras no obtuvo interacción entre grupo y tiempo.

En cuanto al estudio de Kayabinar et al.¹⁸, se obtuvieron mejoras significativas en los dos grupos tras la intervención en relación al FAC ($p=0,000$) y al IMR con ($p=0,004$) para el grupo experimental y ($p=0,023$) para el control. En cuanto a la velocidad de la deambulaci3n, sólo el grupo experimental adquirió una mejoría significativa ($p=0,009$). No se detectaron diferencias significativas en estas tres variables evaluadoras de la marcha en este ensayo ($p>0,05$).

En el trabajo de Kyeongjin Lee³⁰, los grupos se dividieron en un grupo con entrenamiento ciclista con RV combinado a una terapia convencional y el otro sólo con un entrenamiento ciclista. Los parámetros temporales (velocidad, cadencia, tiempo de zancada y tiempo de paso) y espaciales (longitud de la zancada y de paso) mostraron cambios significativos después de la intervención en el grupo experimental ($p<0,05$), al contrario del grupo control. Además, el grupo con RV obtuvo una mejoría más significativa en comparación con el grupo de control tanto para los parámetros temporales como para los espaciales ($p<0,05$).

Miclaus et al.³², en su estudio, compararon el uso de la fisioterapia estándar para la rehabilitaci3n de un ictus contra una combinaci3n de la terapia espejo y de la RV. Sobre la movilidad y el riesgo de ca3da, ni el grupo control ($p=0,317$) ni el grupo experimental ($p=0,083$) mostraron resultados significativos en el TUG test entre el principio y el final de la intervenci3n. Además, ninguno de los grupos obtuvo diferencia significativa en comparaci3n con el otro ($p=0,356$).

4.3.3. Funci3n motora

En el estudio de Anwar et al.²⁶, el FMA evaluador de la funci3n motora, del rango de movimiento y del dolor articular demostr3 un efecto tiempo para ambos grupos y una interacci3n grupo-tiempo, en favor del grupo experimental ($p<0,001$), significativos.

Bergmann et al.³⁵, tras haber analizado los datos, descubrieron una mejora significativa para el grupo experimental en casi todos los movimientos evaluados: extensión ($p=0,013$), abducción ($p=0,001$), aducción ($p=0,030$) de cadera y extensión ($p=0,020$) y flexión ($p=0,012$) de rodilla. En comparación con esto, el grupo control obtuvo únicamente cambios significativos en la fuerza de aducción de cadera ($p=0,021$).

Los resultados del estudio de Calabró et al.²⁹ mostraron una mejoría significativa en el IMR tanto para el grupo control ($p=0,01$) como para el grupo experimental ($p<0,001$) que se diferenció significativamente del anterior ($p=0,001$). Los pacientes del grupo control recuperaron significativamente fuerza en las rodillas ($p=0,004$) mientras que el grupo de intervención ganó de manera significativa fuerza en las caderas ($p=0,04$) y en las rodillas ($p<0,001$) por las que se diferenció del grupo control ($p=0,02$). Al contrario, el MAS no resultó significativamente para ningún grupo.

En el estudio de Junior et al.³¹, el grupo con FNP mejoró significativamente en cuanto al dolor articular y al ROM ($p=0,011$) y a la evaluación total del FMA ($p=0,001$). Por otra parte, el grupo con RV progresó de manera significativa en la función motora de los MMII ($p=0,018$) además de la evaluación total del FMA ($p=0,006$). Por último, el grupo que lleva la combinación de la FNP y de la RV obtuvo resultados significativos en cuanto al dolor articular y al ROM ($p=0,033$) y también a la evaluación total del FMA ($p=0,001$). Sin embargo, los autores no encontraron diferencia significativa entre los grupos.

En el estudio de Karasu et al.²⁸, el FIM dio resultados significativos para ambos grupos ($p<0,01$) mientras la interacción grupo-tiempo mostró una diferencia significativa para el grupo experimental ($p=0,002$).

Kayabinar et al.¹⁸ encontraron cambios significativos en el IMR para el grupo control ($p=0,023$) y el grupo experimental ($p=0,004$) así como en el FIM para ambos grupos [grupo control: ($p=0,019$) ; grupo experimental: ($p=0,002$)]. En cambio, los 2 grupos no diferenciaron significativamente.

Kyeongjin Lee³⁰ demostró en su estudio una mejora significativa para ambos grupos en el FMA ($p<0,05$) que evalúa la recuperación funcional de los MMII con resultados significativamente superiores para el grupo experimental ($p<0,05$).

Por último, los resultados de Miclaus et al.³² en cuanto al FIM, al MRS y al MAS no fueron significativos para ninguno de los grupos, pero los autores encontraron una mejora significativa en el FMA para ambos grupos ($p=0,00$) aunque el grupo experimental se diferenció significativamente del grupo control ($p=0,00$). Todos los participantes obtuvieron cambios significativos en el ROM ($p<0,001$): el grupo control mejoró significativamente en la flexión, la extensión, la abducción y la rotación externa de cadera, en la flexión de rodilla y en la dorsiflexión, inversión y eversión de tobillo. Por otro lado, el grupo experimental ganó significativamente ($p<0,001$) en movilidad en la flexión, extensión, abducción, rotación externa e interna de cadera, en la flexión de rodilla y en todos los movimientos del tobillo. Este grupo se

diferenció significativamente del grupo control ($p=0,002$) en la flexión, extensión, abducción y rotación externa de cadera y en la plantiflexión. Además, los autores evidenciaron una mejora significativa en el MMT para los 2 grupos ($p<0,001$). De hecho, el grupo control se fortaleció significativamente en todos los movimientos de cadera y en los de la rodilla. En cuanto al grupo experimental, mejoró en todos los movimientos de las 3 principales articulaciones de los MMII. Estos 2 grupos se diferenciaron significativamente ($p=0,003$) en la abducción, aducción y rotación externa de cadera y en la flexión dorsal y plantar del tobillo, en favor del grupo de intervención.

5. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo final de grado ha sido, mientras la revisión de la literatura científica actual, evaluar el efecto de la incorporación de la RV en el mundo fisioterapéutico para pacientes que padecen un ACV. Se valoraron 3 variables principales que son: el equilibrio, la marcha y la función motora de los MMII.

5.1. Equilibrio

De los 11 artículos seleccionados para esta revisión bibliográfica, 10 trataban de la variable del equilibrio y, de estos, 5 sacaron conclusión significativa en favor del grupo con RV. En el ensayo de Anwar et al.²⁶, la RV permitió mejorar significativamente la estabilidad de los pacientes en comparación con la terapia física convencional, al igual que en el trabajo de Miclaus et al.³² en el que la RV se ve combinada con la terapia espejo en comparación con la fisioterapia estándar. In et al.²⁷, parangonando el uso de un tratamiento fisioterapéutico convencional asociado con terapia espejo con o sin RV (el grupo control tenía un placebo de RV), obtuvieron conclusiones significativas para la evaluación del equilibrio. Asimismo, Kyeongjin Lee³⁰ hace parte de los autores que encontraron resultados positivos en cuanto a la mejora de la estabilidad de sus pacientes analizando el efecto de la RV combinado con un tratamiento convencional y bicicleta estática. A su vez, gracias a la utilización de un EMAR con RV, los pacientes del grupo experimental de Calabro et al.²⁹ progresaron considerablemente en el mantenimiento del equilibrio, al contrario de los pacientes sólo con EMAR.

Sin embargo, algunas de estas conclusiones pueden considerarse controvertidas por limitaciones que presentan los estudios además de los estudios en los que no se encontraron diferencia significativa en favor del grupo de intervención.^{18,28,33,34}

Por un lado, uno de los límites aplicable a todos los artículos es el tamaño de la muestra, que dificulta bastante que se diferencien significativamente los resultados. En efecto, de manera general, las muestras de pacientes analizados son pequeñas: la más grande está constituida de 68 personas²⁶ y la menos numerosa de 19 sujetos³³.

Por otro lado, Cikajlo et al.³³, aprovechando las sesiones de rehabilitación con la *Wii Balance Board*[®], midieron el equilibrio de los pacientes mediante la evaluación del desplazamiento del centro de presión sólo para el grupo experimental para determinar cuál de los 3 videojuegos fomenta más la recuperación del equilibrio. Impide una correcta comparación estadística para poder pretender encontrar una potencial diferencia significativa entre el uso de la RV o del ejercicio terapéutico en combinación con un tratamiento neuropático para pacientes con ictus.

Ambas intervenciones en el estudio de De Rooij et al.³⁴ han sido llevadas a término por los mismos terapeutas, lo que perjudica la capacidad de separar distintamente los contenidos de estas mismas y puede ser que falsee los resultados del análisis.

La terapia espejo para el miembro inferior impone a los pacientes que se inclinen para ser capaz de ver el reflejo de su pierna lo que favorece una asimetría en la postura del cuello y

del tronco, produce una señal visual distorsionada y altera el equilibrio. Los autores, In et al.²⁷, observaron que la RV permite evitar esta torsión gracias al feedback visual de la pantalla, por lo tanto, los pacientes del grupo experimental no estaban limitados en la utilización de la terapia espejo en comparación con el grupo control.

Karasu et al.²⁸ consiguieron generalmente resultados positivos en cuanto al equilibrio, sin embargo, el PASS no diferenció significativamente entre los 2 grupos. Los autores lo explicaron gracias al hecho de que este test es válido en los 3 meses que siguen la aparición de la enfermedad, aunque algunos de los pacientes de este estudio padecieron un ictus hasta casi 1 año antes del inicio del ensayo. De hecho, se incluyeron sujetos con ictus agudo y crónico, aunque se sabe que cuanto más pronto se plantea el tratamiento, mejores van a ser los resultados.

Por último, el miedo a caerse (evaluación subjetiva del riesgo de caída) en el grupo control mejoró significativamente en comparación con el grupo que llevó EMAR y RV. Kayabinar et al.¹⁸ comentaron que los pacientes con ACV llevan muy difícilmente la doble tarea a pesar de la “necesidad de enfocarnos en más de 1 actividad mientras andamos”. Por lo tanto, los pacientes tuvieron más miedo a caerse por la demanda de doble tarea que representaba la cumplimiento de los retos de la RV.

5.2. Marcha

De los 11 artículos incluidos en este trabajo, 9 evaluaron la marcha de los cuales 3 obtuvieron diferencias significativas. La combinación de un tratamiento convencional de fisioterapia con terapia espejo y RV resultó más eficaz que con un placebo de RV según In et al.²⁷, del mismo modo que en el artículo de Kyeongjin Lee³⁰ en el que la terapia espejo en conjunto con bicicleta estática y RV se diferenció significativamente del grupo sin RV. Por último, Calabró et al.²⁹ demostraron que el EMAR junto con RV funcionaba significativamente mejor que sólo con feedback para rehabilitar la marcha.

Algunas limitaciones que presentan los estudios explican la falta de resultados significativos^{18,28,32-35} a favor de la utilización de la RV en el tratamiento de la marcha para pacientes con ictus. En primer lugar, de la misma manera que para la variable del equilibrio, las muestras incluidas no sobrepasaron las 68 personas²⁶ lo que pudo limitar el hallazgo de conclusiones significativas. En segundo lugar, fallos propios a cada artículo, que se describen a continuación, justifican estas limitaciones.

En el ensayo de Bergmann et al.³⁵, la mayoría de los pacientes no pudieron efectuar la valoración inicial del 10mWT o de los otros tests dedicados a la evaluación de la marcha. En efecto, el estadio inicial de estos sujetos fue severo, lo que introdujo un efecto suelo en varios pacientes: los tests utilizados en el artículo no fueron bastante reactivos y sensibles a posibles cambios en las habilidades de la muestra. Además, los autores comentaron la necesidad de una muestra con un mínimo de 44 personas para poder detectar diferencias significativas en el FAC. Si se añade a todo lo comentado la duración corta de intervención y de seguimiento, se entiende la limitación de obtención de resultados generalizables a futuros estudios.

Cikajlo et al.³³ son los que tuvieron el tamaño de muestra analizada más pequeño con 19 personas, sin embargo, no es suficiente para poder utilizar el test de Mauchly. De hecho, por culpa del pequeño número de personas, hubo una violación de la hipótesis de esfericidad de este test y tuvieron que modificar los grados de libertad del estudio, lo que proporcionó un alto riesgo de sesgo a las conclusiones. Los resultados pueden también explicarse por las posibles “falta de motivación de los sujetos [e/o] incapacidad en la realización de los ejercicios, por una mala sensibilidad o un tonus muscular débil” y habría sido necesario según los autores la implementación de un cuestionario intrínseco de motivación para la evaluación subjetiva de la mejora de los pacientes.

Según estudios, la recuperación espontánea funcional y neurológica tras haber padecido un ictus ocurre generalmente en los 3 meses que siguen la aparición de la patología³⁶ y que cuanto más pronto se implanta el tratamiento, mejores serán los resultados.²⁸ No obstante, los sujetos del grupo experimental en el artículo de De Rooij et al.³⁴ tienen un tiempo desde el ictus más grande [84 días (69-110)] que los del grupo control [66 días (51-103)], lo que habría podido falsear los resultados según los autores. Sugieren además que la disparidad entre ambas intervenciones fue demasiado fina para que los 2 grupos se diferencien significativamente y que el entrenamiento faltaba de especificidad y de individualización lo que habría proporcionado “más información sobre qué pacientes tienen más probabilidad de beneficiarse de la RV.”

Mientras se hallaron resultados significativos para la marcha en el estudio de In et al.²⁷, es útil especificar otra vez la dificultad del uso de la terapia espejo para MMII sobre todo para la marcha, como fue comentado y explicado en el apartado anterior.

El TUG test no resultó significativo para ninguno de los grupos en el artículo de Karasu et al.²⁸. El hecho de que *Wii Fit*[®] no contiene juegos con componentes del test tales como levantarse, andar y sentarse, representa una posible explicación del fallo. A su vez, los juegos de *Wii Fit*[®] han sido diseñados para personas sanas así que la dificultad pudo ser bastante elevada, aunque los 3 grupos mejoraron notablemente. Los autores evaluaron la evolución post-intervención en un periodo de sólo 4 semanas que, según ellos, parece ser demasiado corto para poder confiar en eso.

En el estudio de Kayabinar et al.¹⁸, la demanda cognitiva se limitaba a una simple toma de decisión además de un componente verbal de expresión así que los autores comentaron la necesidad de mejorar el estudio con más ejercicios cognitivos (memoria, cálculos). Encima, los resultados en cuanto a la velocidad de marcha y en las competencias para la doble tarea difirieron mucho en la valoración inicial entre ambos grupos y pareció que después del tratamiento, el grupo experimental se aproximó a los resultados del grupo control sin poder diferenciarse significativamente. Kayabinar et al.¹⁸ decidieron medir las diferencias entre ambos tratamientos y entre valores iniciales y finales, gracias al que no obtuvieron tampoco resultados significativos.

Últimamente, Miclaus et al.³² eligieron una duración de tratamiento elevada a 2 semanas sin seguimiento post-terapéutico, mientras que sin evaluación de la evolución de los pacientes y con una duración tan corta, el estudio se encuentra limitado para la generalización de los resultados.

5.3. Función motora

Sobre 8 de los artículos incluidos que estudiaron la función motora de los MMII, 4 concluyeron significativamente que la RV era eficaz para la rehabilitación de esta variable. En comparación con el uso de la fisioterapia estándar sola^{26,28} o combinada con bicicleta estática³⁰, la RV, en conjunto con las técnicas anteriores^{28,30} o no²⁶, permitió mejorar de manera significativa la funcionalidad de los MMII. A su vez, Bergmann et al.³⁵ concluyeron que la RV junto con un EMAR facilitó significativamente la recuperación de fuerza muscular en la cadera al contrario de una rehabilitación simplemente con EMAR.

La mayoría de las limitaciones descritas en los apartados anteriores también repercuten en el valor estadístico de los estudios que valoran la función motora^{18,26,28-32,35}. El tamaño de la muestra fue el límite que se encontró en todos los artículos: el número máximo de sujetos se elevó a 68 personas²⁶. Encima de estos puntos ya comentados, los autores^{18,31} surgieron otros parámetros que habrían podido limitar el hallazgo de diferencias significativas entre los diferentes grupos.

Por un lado, Junior et al.³¹ comparó 3 tipos de tratamiento: un grupo con FNP sola, un grupo con VR sola y un grupo con FNP combinada con VR. Únicamente los grupos que llevaban FNP mejoraron significativamente en cuanto al dolor articular y al ROM. Los autores lo explicaron gracias al hecho de que la fisioterapia neuromuscular emplea movimientos con una “amplitud máxima tolerada” al contrario de los juegos en la *Nintendo Wii*[®]. Precisaron también que no se puede aplicar los resultados que encontraron a todos los tipos de tratamiento con RV o FNP y que faltó una fase de seguimiento post-terapéutico para proporcionar más fiabilidad al estudio.

Por otro lado, el tiempo desde el ictus difirió entre el grupo experimental (media de 20 meses desde el ACV) y el grupo control (media de 36 meses) en el artículo de Kayabinar et al.¹⁸ Aunque la diferencia no era significativa en la evaluación de los parámetros iniciales, pudo impedir sacar conclusiones significativas para la comparación entre ambos grupos, según los autores. A pesar de esto, todos los pacientes fueron en fase crónica y todos mejoraron significativamente.

5.4. Limitaciones y fortalezas de este trabajo

Las limitaciones encontradas en la revisión bibliográfica se describen a continuación:

- Las muestras analizadas en cada artículo fueron demasiado pequeñas para poder determinar con entera fiabilidad una relación estadística entre el uso de la RV y la mejora de las variables evaluadas de los pacientes que tuvieron un ictus.

- Existen muchos más artículos que tratan del efecto de la RV para la rehabilitación del miembro superior lo que complicó la búsqueda de artículos científicos con buena calidad metodológica que evaluaban la mejora de la funcionalidad de los MMII.
- Los autores utilizaron diferentes tests clínicos para valorar los cambios en las variables, sin embargo, según la sensibilidad y la especificidad de cada uno, dificulta la comparación entre los resultados.
- Los protocolos de intervención difirieron mucho entre los artículos científicos seleccionados en cuanto a las técnicas fisioterapéuticas con las que se comparó la utilización de la RV, la duración de los estudios o si hubo seguimiento post-terapéutico o no.
- Los dispositivos de RV así que los juegos empleados no eran los mismos, por lo tanto, pudo perjudicar la comparación estadística entre los resultados.

Así mismo, se consideran fortalezas del presente estudio:

- Hay cada vez un mayor número de investigaciones a propósito del uso de la RV en el mundo de la fisioterapia.
- Esta revisión bibliográfica no se enfocó en una sola utilización de la RV, sino que abarca varias técnicas.
- Se valoraron los parámetros más importantes en cuanto a la funcionalidad de los MMII

6. CONCLUSIÓN

Tras haber realizado una revisión de la literatura actual sobre el tema de la utilización o de la incorporación de la RV dentro del tratamiento fisioterapéutico para la rehabilitación del equilibrio, de la marcha y de la función motora de los MMII en pacientes con ictus, se pudo conseguir encontrar informaciones concluyentes.

1. La RV tiene efectos significativos en cuanto a la recuperación del equilibrio tanto estático como dinámico.
2. A pesar de que se pudo observar mejoras significativas dentro de los grupos, la rehabilitación de la marcha en conjunto con la RV para pacientes que sufrieron de un ictus no da resultados significativos en comparación con una terapia convencional.
3. El incremento de la RV en las estrategias de tratamiento de la función motora de los MMII proporciona conclusiones significativas.
4. Comparando la RV con terapias más convencionales, se pudo notar unos efectos tanto para la RV que para terapias convencionales sin afirmar que una sería mejor que otras.
5. La utilización de la RV como terapia complementaria a la rehabilitación convencional permite tener beneficios más importantes en la recuperación tras un ictus gracias a un enfoque más amplio.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. About stroke [Internet]. SAFE. 2016 [citado 2 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.safestroke.eu/about-stroke/>
2. WHO launches List of Priority Medical Devices for management of cardiovascular diseases and diabetes [Internet]. Who.int. [citado 2 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/news/item/30-06-2021-who-launches-list-of-priority-medical-devices-for-management-of-cardiovascular-diseases-and-diabetes>
3. Garay-Sánchez A, Suarez-Serrano C, Ferrando-Margelí M, Jimenez-Rejano JJ, Marcén-Román Y. Effects of immersive and non-immersive virtual reality on the static and dynamic balance of stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Med* [Internet]. 2021;10(19):4473. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm10194473>
4. Who emro [Internet]. World Health Organization - Regional Office for the Eastern Mediterranean. [citado 2 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://www.emro.who.int/health-topics/stroke-cerebrovascular-accident/index.html>
5. Lijing L Yan, Chaoyun Li, Jie Chen, Rong Luo, Janet Bettger, Yishan Zhu, Valery Feigin, Martin O'Donnell, J Jaime Miranda, Dong Zhao, And Yangfeng Wu. Stroke. En: Dorairaj Prabhakaran, Shuchi Anand, Thomas A. Gaziano, Jean-Claude Mbanya, Rachel Nugent, editor. *Disease Control Priorities, Third Edition (Volume 5): Cardiovascular, Respiratory, and Related Disorders*. Washington D.C., DC, Estados Unidos de América: World Bank Publications; 2017. p. 157-72.
6. GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Neurol* [Internet]. 2021;20(10):795-820. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00252-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00252-0)
7. Kuriakose D, Xiao Z. Pathophysiology and treatment of stroke: Present status and future perspectives. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2020;21(20). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms21207609>
8. Hui C, Tadi P, Ischemic Stroke PL. *Ischemic Stroke*. StatPearls StatPearls Publishing.
9. Unnithan A, Mehta P. *Hemorrhagic Stroke*. StatPearls StatPearls Publishing.

10. Stroke.org. Disponible en:
<https://www.stroke.org/-/media/Stroke-Files/Lets-Talk-About-Stroke/Risk-Factors/Risk-Factors-for-Stroke.pdf>
11. Hipertensión arterial: el mayor factor de riesgo de ictus [Internet]. StrokePrevention.info. 2018. Disponible en:
<https://strokeprevention.info/es/hipertension-arterial/hipertension-arterial-el-mayor-factor-de-riesgo-de-ictus/>
12. Kim W-S, Cho S, Ku J, Kim Y, Lee K, Hwang H-J, et al. Clinical application of virtual reality for upper limb motor rehabilitation in stroke: Review of technologies and clinical evidence. J Clin Med [Internet]. 2020;9(10):3369. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.3390/jcm9103369>
13. Ferreira Dos Santos L, Christ O, Mate K, Schmidt H, Krüger J, Dohle C. Movement visualisation in virtual reality rehabilitation of the lower limb: a systematic review. Biomed Eng Online [Internet]. 2016;15(Suppl 3):144. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1186/s12938-016-0289-4>
14. Chen L, Lo WLA, Mao YR, Ding MH, Lin Q, Li H, et al. Effect of virtual reality on postural and balance control in patients with stroke: A systematic literature review. Biomed Res Int [Internet]. 2016;2016:7309272. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1155/2016/7309272>
15. Takeuchi N, Izumi S-I. Rehabilitation with poststroke motor recovery: a review with a focus on neural plasticity. Stroke Res Treat [Internet]. 2013;2013:128641. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/128641>
16. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. Cochrane database of systematic reviews. 2017.
17. Wu J, Zeng A, Chen Z, Wei Y, Huang K, Chen J, et al. Effects of virtual reality training on upper limb function and balance in stroke patients: Systematic review and meta-meta-analysis. J Med Internet Res [Internet]. 2021;23(10):e31051. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2196/31051>
18. Kayabınar B, Alemdaroğlu-Gürbüz İ, Yılmaz Ö. The effects of virtual reality augmented robot-assisted gait training on dual-task performance and functional measures in chronic stroke: a randomized controlled single-blind trial. Eur J Phys Rehabil Med [Internet]. 2021;57(2):227-37. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23736/S1973-9087.21.06441-8>

19. PEDro. Physiotherapy Evidence Database. Escala PEDro. 2020
20. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(6): e1000097. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
21. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? Clin Rehabil [Internet]. 2000;14(4):402–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1191/0269215500cr342oa>
22. Jiménez IV, Lope MV. Conceptos y métodos para el entrenamiento físico [Internet]. Madrid: Ministerio de Defensa; 2016. Disponible en: <https://publicaciones.defensa.gob.es/conceptos-y-metodos-para-el-entrenamiento-fisico-18225.html>
23. A. Martín Noguerras, J L. Calvo Arenillas, J. Orejuela Rodríguez, F J. Barbero Iglesias, C. Sánchez Sánchez. Fases de la marcha humana. En: Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología Vol 2 Núm 1 [Internet]. Rev Iberoam Fisioter Kinesiol. 1999;2:1; 1999. p. 44–9. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fases-marcha-humana-13012714>
24. Cifuentes C, Martínez F, Romero E. Análisis teórico y computacional de la marcha normal y patológica: una revisión. Rev Med [Internet]. 2010;18(2):182. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18359/rmed.1311>
25. Ordóñez Mora LT, Sánchez DP, Editoras científicas. Evaluación de la función neuromuscular. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.35985/9789585147294>
26. Anwar N, Karimi H, Ahmad A, Mumtaz N, Saqulain G, Gilani SA. A novel virtual reality training strategy for poststroke patients: A randomized clinical trial. J Healthc Eng [Internet]. 2021;2021:6598726. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2021/6598726>
27. In T, Lee K, Song C. Virtual reality reflection therapy improves balance and gait in patients with chronic stroke: Randomized controlled trials. Med Sci Monit [Internet]. 2016;22:4046-53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12659/msm.898157>
28. Karasu A, Batur E, Karataş G. Effectiveness of Wii-based rehabilitation in stroke: A randomized controlled study. J Rehabil Med [Internet]. 2018;50(5):406-12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-2331>

29. Calabrò RS, Naro A, Russo M, Leo A, De Luca R, Balletta T, et al. The role of virtual reality in improving motor performance as revealed by EEG: a randomized clinical trial. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2017;14(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-017-0268-4>

30. Lee K. Speed-interactive pedaling training using smartphone virtual reality application for stroke patients: Single-blinded, randomized clinical trial. *Brain Sci* [Internet]. 2019;9(11):295. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/brainsci9110295>

31. Junior VADS, 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* [Internet]. 2019;11:1179573519863826. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/1179573519863826>

32. Miclaus RS, Roman N, Henter R, Caloian S. Lower extremity rehabilitation in patients with post-stroke sequelae through virtual reality associated with mirror therapy. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021;18(5):2654. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18052654>

33. Cikajlo I, Rudolf M, Mainetti R, Borghese NA. Multi-exergames to set targets and supplement the intensified conventional balance training in patients with stroke: A randomized pilot trial. *Front Psychol* [Internet]. 2020;11:572. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00572>

34. De Rooij IJM, van de Port IGL, Punt M, Abbink-van Moorsel PJM, Kortsmit M, van Eijk RPA, et al. Effect of virtual reality gait training on participation in survivors of subacute stroke: A randomized controlled trial. *Phys Ther* [Internet]. 2021;101(5). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ptj/pzab051>

35. Bergmann J, Krewer C, Bauer P, Koenig A, Riener R, Müller F. Virtual reality to augment robot-assisted gait training in non-ambulatory patients with a subacute stroke: a pilot randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2018;54(3):397-407. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04735-9>

36. Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of Time on Improvement of Outcome After Stroke. *Stroke*. [Internet] 2006;37(9):2348-2353. Disponible en: <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000238594.91938.1e>

37. GÜNENDİ Z, TAŞKIRAN Ö Ö, UZUN M K, ÖZTRK G T, DEMİRSOY N Reliability of quantitative static and dynamic balance tests on kinesthetic ability trainer and their

- correlation with other clinical balance tests. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*. 2010; 13(1): 1 - 5. Disponible en: http://www.jpms.org/uploads/pdf_PMJ_354.pdf
38. Mengarelli A, Cardarelli S, Tigrini A, Fioretti S, Verdini F. Kinetic data simultaneously acquired from dynamometric force plate and Nintendo Wii Balance Board during human static posture trials. *Data Brief* [Internet]. 2020;28(105028):105028. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dib.2019.105028>
39. Bartlett HL, Ting LH, Bingham JT. Accuracy of force and center of pressure measures of the Wii Balance Board. *Gait Posture* [Internet]. 2014;39(1):224–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.07.010>
40. Bae Y. Comparison of postural sway, plantar cutaneous sensation according to saccadic eye movement frequency in young adults. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2020;17(19):7067. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17197067>
41. Ha H, Cho K, Lee W. Reliability of the good balance system(®) for postural sway measurement in poststroke patients. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2014;26(1):121–4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.26.121>
42. Engelson MA, Bruns R, Nightingale CJ, Bardwell KM, Mason CA, Tu S, et al. Validation of the OptoGait system for monitoring treatment and recovery of post-concussion athletes. *J Chiropr Med* [Internet]. 2017;16(2):163–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.12.001>

8. ANEXOS

ANEXO 1. Escala PEDro¹⁹

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:

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

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

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

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Tabla 4. Escala PEDro¹⁹

La escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) permite la valoración de la calidad metodológica de los resultados obtenidos en los artículos científicos. Esta escala se divide en 11 criterios que evalúan la validez externa (criterio 1), interna (criterios del 2 al 10) y estadística (criterio 11) de los artículos. Estos pueden obtener una nota del 0 al 10 excluyendo el criterio 1 por su referencia a la validez externa:

- una nota entre 9 y 10 puntos se considera como excelente,
- una nota entre 6 y 8 es una puntuación de buena calidad,
- una nota entre 4 y 5 señala una calidad moderada,
- una nota inferior a 4 representa una puntuación de baja calidad.

ANEXO 2. Kinesthetic Ability Trainer^{®28}



Figura 7. Kinesthetic Ability Trainer 3000^{®37}

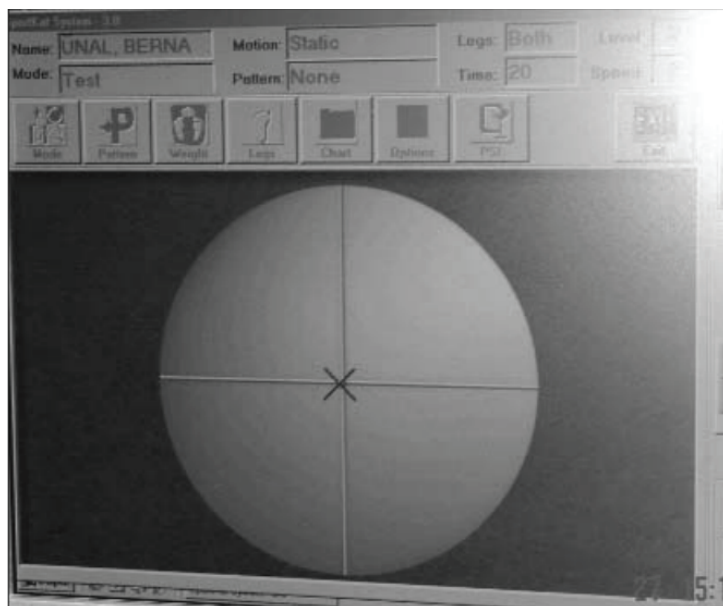


Figura 8. Feedback visual para paciente³⁷

El *Kinesthetic Ability Trainer 3000*[®] (*Med-Fit Systems Inc., Fallbrook, C.A., USA*) permite la medición de las capacidades de los pacientes para mantener el equilibrio en una posición de referencia. Está compuesta de una plataforma móvil superpuesta en un cojín inflable y un captor sensible a la inclinación conectado con un ordenador (Figura 7) que registra los movimientos de la plataforma percibidos por el captor y proporciona un feedback visual al paciente. Se puede modificar la presión del cojín para modular la dificultad del test.³⁷

El sujeto coloca sus pies en las posiciones descritas en la plataforma y cruza sus brazos en el pecho para evitar que contribuyan al equilibrio. El objetivo de este test es de mantener la cruz roja en el centro de la pantalla (Figura 8) inclinando la plataforma con el cuerpo durante 30 segundos. El captor de inclinación mide la derivación del desplazamiento y así se puede cuantificar las habilidades de equilibrio. Existe también la variante para medir el equilibrio dinámico en el cual el sujeto tiene que seguir una cruz que dibuja un círculo en el ordenador inclinando la plataforma.²⁸

ANEXO 3. *Wii Balance Board*[®] [33](#)



Figura 9. *Wii Balance Board*[®] [38](#)

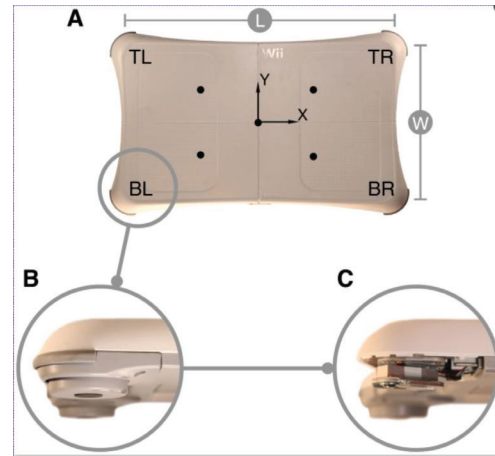


Figura 10. Componentes de la *Wii Balance Board*[®] [39](#)

La *Wii Balance Board*[®] es una plataforma (A) dotada de 4 captadores sensoriales en cada esquina (B) que detectan las fuerzas de presión uni-axiales producidas por el apoyo bipodal (C).³⁹ Estas fuerzas están traducidas por un ordenador en un eje de coordenadas para poder medir el desplazamiento del centro de presión y así poder evaluar el equilibrio estático.³⁸ El cálculo se hizo en el artículo de Cikajlo et al.³³ gracias a los datos sobre la presión ejercida por los pies del paciente sabiendo las dimensiones de la plataforma.

Los autores previenen de la fiabilidad media sobre la precisión de los datos. Sin embargo, consideran que es una herramienta interesante para la valoración del equilibrio estático de pacientes, a bajo coste y de simple utilización, además de constituir una estrategia lúdica, práctica y eficaz de tratamiento.³³

ANEXO 4. Zebris force platform^{®27}

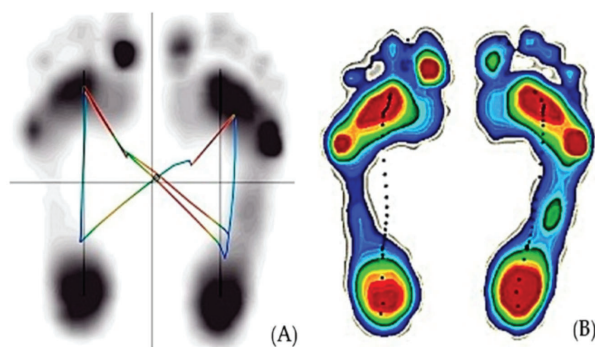


Figura 11. Datos colectados por la Zebris force platform^{®40}

La Zebris force platform[®] utilizada en el artículo de In et al.²⁷ tiene una superficie más pequeña (32 x 47 cm) en comparación con las que se pueden observar en otros artículos (64 x 176 cm).⁴⁰ Posee 1504 sensores de presión diseminados en toda la plataforma que induce la ubicación de 1 captor sensorial por cm². Proporciona la valoración de las áreas de apoyo de la planta del pie (B) así que datos sobre el desplazamiento del centro de gravedad, así como su localización (A).⁴⁰

Los autores se ayudaron de unas marcas en el dispositivo con el objetivo de tener lo más de precisión y fiabilidad posible en la medición del centro de gravedad entre cada test. Evaluaron el equilibrio estático de los pacientes con los ojos abiertos ; tenían que fijar un punto situado 3m delante ; y con ojos cerrados gracias a un parche en el ojo. Encima de haber quitado el estímulo visual, debían llevar tapones en las orejas para obtener la mejor concentración en los intentos del test. Este mismo se realiza al mínimo 30 segundos, 3 veces para una mejor viabilidad de los resultados. ²⁷

ANEXO 5. *Good Balance System 300*³⁰

Este sistema posturográfico (*Good Balance System*®, *Metitur Oy, Jyvaskyla, Finland*) está constituido de una plataforma en forma de triángulo equilátero (80 cm) conectado a un ordenador.³⁰ Facilita la medición del balanceo de medial a lateral y de anterior a posterior del centro de gravedad de los pacientes en un eje de coordenadas (x, y, z).⁴¹ En su estudio, Lee lo utilizó para evaluar el equilibrio estático sentado: los sujetos tenían que sentarse en la plataforma colocada en una silla, fijar un punto situado a 1,5 m de distancia durante 30 segundos.³⁰

ANEXO 6. *Emed*[®]-x400²⁸

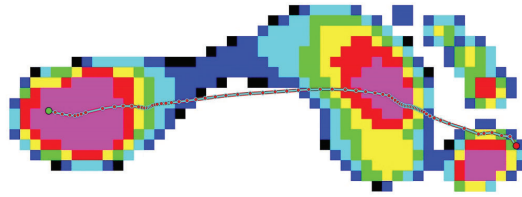


Figura 12. "Distribución típica del centro de presión"⁴²

La plataforma de pedobarografía *Emed*[®]-x400 (Novel GmbH, Munich, Alemania) está compuesta de 6080 sensores diseminados en una superficie de 475 x 320 mm, se encuentran 4 captosres por cm². Karasu et al.²⁸ se ayudaron de este test con el fin de evaluar los desplazamientos anteroposterior y mediolateral del centro de presión con los ojos abiertos y cerrados además del balanceo durante la transferencia de peso de la pierna sana a la afectada. Los sujetos tenían que permanecer inmóviles durante 30 segundos con los pies en las marcas dibujadas en la plataforma para proporcionar más precisión al estudio.

ANEXO 7. *Optogait 5m pathway*³⁰

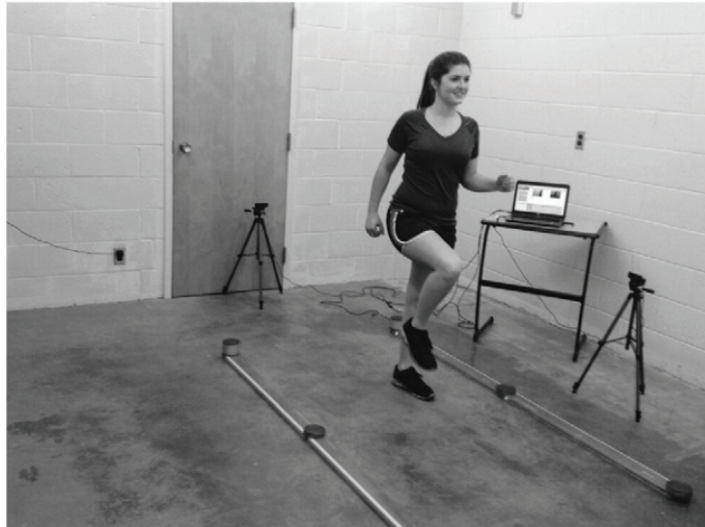


Figura 13. *Optogait 5m pathway*⁴²

El *Optogait 5m pathway*[®] posibilita la medición cuantitativa y cualitativa de la marcha. Está compuesto de 2 cámaras y de 2 módulos dotados de LEDs. Estas mismas permiten detectar el momento en el que el pie “sale y entra en el sistema”. Las 2 barras se colocan en paralelas con 2m de separación. Las cámaras graban la marcha del paciente con una visión de frente y de lado.⁴²

En su artículo, el autor utilizó esta herramienta de evaluación para poder coleccionar datos sobre los parámetros temporales y espaciales de la marcha: “la velocidad, la cadencia, el tiempo de zancada y el tiempo del paso, [...] y la longitud de zancada así que la longitud de paso”.³⁰

ANEXO 8. Tabla recapitulativa de los resultados atendiendo a la variable del equilibrio

Autores	Intervención	Tests utilizados	Resultados
Anwar et al. ²⁶	Gp cont: terapia física convencional Gp exp: RV	BBS	Gp cont: ↗ (p<0,01) Gp exp: ↗ (p<0,01) ≠ sig: gp exp (p<0,01)
Calabro et al. ²⁹	Gp cont: EMAR Gp exp: EMAR + RV	IMR POMA	Gp cont: ↗ (p<0,01) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: gp exp (p<0,001) Gp cont: ∅ Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: gp exp (p<0,001)
Cikajlo et al. ³³	Gp cont: tratamiento neuropático + ejercicio terapéutico Gp exp: tratamiento neuropático + RV	FSST TUG Desplazamiento COP Romberg, pata coja, CTSIB con OA Romberg con OC Pata coja con OC	Gp cont: ∅ Gp exp: ↗ (p=0,009) ≠ sig: ∅ Gp cont: ↗ (p=0,011) Gp exp: ∅ ≠ sig: ∅ Gp exp: ∅ ∅ Gp cont: ↗ (p=0,046) Gp exp: ↗ (p=0,046) ≠ sig: ∅ Gp cont: ∅ Gp exp: ∅ ≠ sig: gp exp (0,035)
De Rooij et al. ³⁴	Gp cont: tratamiento para marcha en cinta de correr + ejercicios Gp exp: cinta de correr + RV	TUG Mini BEST FES-I	∅ Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: ∅ ∅
In et al. ²⁷	Gp cont: tratamiento convencional adaptado a cada paciente + terapia espejo + placebo RV Gp exp: tratamiento convencional adaptado a cada paciente + terapia espejo + RV	BBS FRT TUG Desplazamiento COP	Gp cont: ↗ (p<0,05) Gp exp: ↗ (p<0,05) ≠ sig: gp exp (p<0,05) Gp cont: ∅ Gp exp: ↗ (p<0,05) ≠ sig: gp exp (p<0,05) Gp cont: ∅ Gp exp: ↗ (p<0,05) ≠ sig: gp exp (p<0,05) Gp cont: ∅ Gp exp: ↗ (p<0,05) ≠ sig: gp exp (p<0,05)
Junior et al. ³¹	1r gp: FNP 2nd gp: RV 3r gp: FNP + RV	FMA (subcategoría del equilibrio)	1r gp: ↗ (p=0,041) 2n gp: ∅ 3r gp: ↗ (p=0,015) ≠ sig: ∅

Karasu et al. ²⁸	Gp cont: terapia convencional Gp exp: terapia convencional + RV	BBS	Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: gp exp (p<0,001)
		PASS	Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: ∅
		SBI	Gp cont: ↗ (p=0,003) Gp exp: ↗ (p=0,003) ≠ sig: ∅
		FRT	Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: gp exp (p<0,001)
		TUG	Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: ∅
		Desplazamiento COP	Gp cont: ↗ (p<0,05) Gp exp: ↗ (p<0,05) ≠ sig: gp exp (p<0,05)
Kayabinar et al. ¹⁸	Gp cont: tratamiento de neurodesarrollo + EMAR Gp exp: tratamiento de neurodesarrollo + EMAR + RV	IMR	Gp cont: ↗ (p=0,023) Gp exp: ↗ (p=0,004) ≠ sig: ∅
		BBS	Gp cont: ↗ (p=0,003) Gp exp: ↗ (p=0,000) ≠ sig: ∅
		FES-I	Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ∅ ≠ sig: ∅
Kyeongjin Lee ³⁰	Gp cont: terapia convencional + bicicleta estática Gp exp: terapia convencional + bicicleta estática + RV	FRT	Gp cont: ↗ (p<0,05) Gp exp: ↗ (p<0,05) ≠ sig: gp exp (p<0,05)
		TIS	Gp cont: ↗ (p<0,05) Gp exp: ↗ (p<0,05) ≠ sig: gp exp (p<0,05)
		Desplazamiento COP	Gp cont: ↗ (p<0,05) Gp exp: ↗ (p<0,05) ≠ sig: gp exp (p<0,05)
Miclaus et al. ³²	Gp cont: tratamiento fisioterapéutico estándar Gp exp: terapia espejo + RV	TUG	∅
		FRT	Gp cont: ∅ Gp exp: ↗ (p=0,000) ≠ sig: gp exp (p=0,000)

Tabla 4. Resultados atendiendo a la variable del equilibrio.

Listado de abreviaturas. Gp cont: grupo control ; Gp exp: grupo experimental ; RV: Realidad Virtual ; BBS: *Berg Balance Scale* ; ↗: mejora significativa ; ≠ sig: diferencia significativa ; EMAR: Entrenamiento a la Marcha Asistida por Robot ; IMR: Índice de Movilidad de Rivermead ; POMA: *Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment* ; ∅: no hay mejora significativa ; FSST: *Four Step Square Test* ; TUG: *Timed Up and Go test* ; COP: *Center Of Pressure* ; CTSIB: *Clinical Test of Sensory Interaction and Balance* ; OA: ojos abiertos ; OC : ojos cerrados ; Mini BEST: *Mini Balance Evaluation Systems Test* ; FES-I: *Falls Efficacy Scale International* ; FRT: *Functional Reaching Test* ; FNP: Facilitación Neuromuscular Propioceptiva ; FMA: *Fügl-Meyer Assessment* ; PASS: *Postural Assessment Scale for Stroke patients* ; SBI: *Static Balance Index* ; TIS: *Trunk Impairment Scale*.

 : artículos que obtuvieron conclusiones significativas


ANEXO 9. Tabla recapitulativa de los resultados atendiendo a la variable de la marcha.

Autores	Intervención	Tests utilizados	Resultados
Bergmann et al. ³⁵	<p>Gp cont: EMAR</p> <p>Gp exp: EMAR + RV</p>	<p>Duración total de marcha</p> <p>Velocidad de marcha</p> <p>FAC</p>	<p>Gp cont: ∅</p> <p>Gp exp: ∅</p> <p>≠ sig: gp exp (p<0,026)</p> <p>Gp cont: ↗ (p<0,036)</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,003)</p> <p>≠ sig: ∅</p> <p>Gp cont: ↗ (p<0,011)</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,001)</p> <p>≠ sig: ∅</p>
Calabro et al. ²⁹	<p>Gp cont: EMAR</p> <p>Gp exp: EMAR + RV</p>	<p>IMR</p> <p>POMA</p>	<p>Gp cont: ↗ (p<0,01)</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,001)</p> <p>≠ sig: gp exp (p<0,001)</p> <p>Gp cont: ∅</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,001)</p> <p>≠ sig: gp exp (p<0,001)</p>
Cikajlo et al. ³³	<p>Gp cont: tratamiento neuropático + ejercicio terapéutico</p> <p>Gp exp: tratamiento neuropático + RV</p>	<p>10mWT</p> <p>TUG</p>	<p>Gp cont: ↗ (p=0,008)</p> <p>Gp exp: ↗ (p=0,008)</p> <p>≠ sig: ∅</p> <p>Gp cont: ↗ (p=0,011)</p> <p>Gp exp: ∅</p> <p>≠ sig: ∅</p>
De Rooij et al. ³⁴	<p>Gp cont: tratamiento para marcha en cinta de correr + ejercicios</p> <p>Gp exp: cinta de correr + RV</p>	<p>TUG</p> <p>Accelerómetro</p>	<p>∅</p> <p>∅</p>
In et al. ²⁷	<p>Gp cont: tratamiento convencional adaptado a cada paciente + terapia espejo + placebo RV</p> <p>Gp exp: tratamiento convencional adaptado a cada paciente + terapia espejo + RV</p>	<p>10mWT</p> <p>TUG</p>	<p>Gp cont: ∅</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,05)</p> <p>≠ sig: gp exp (p<0,05)</p> <p>Gp cont: ∅</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,05)</p> <p>≠ sig: gp exp (p<0,05)</p>
Karasu et al. ²⁸	<p>Gp cont: terapia convencional</p> <p>Gp exp: terapia convencional + RV</p>	<p>TUG</p>	<p>Gp cont: ↗ (p<0,001)</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,001)</p> <p>≠ sig: ∅</p>
Kayabinar et al. ¹⁸	<p>Gp cont: tratamiento de neurodesarrollo + EMAR</p> <p>Gp exp: tratamiento de neurodesarrollo + EMAR + RV</p>	<p>IMR</p> <p>FGA</p> <p>10mWT</p>	<p>Gp cont: ↗ (p=0,023)</p> <p>Gp exp: ↗ (p=0,004)</p> <p>≠ sig: ∅</p> <p>Gp cont: ↗ (p=0,000)</p> <p>Gp exp: ↗ (p=0,000)</p> <p>≠ sig: ∅</p> <p>Gp cont: ∅</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,009)</p> <p>≠ sig: ∅</p>

Kyeongjin Lee ³⁰	<p>Gp cont: terapia convencional + bicicleta estática</p> <p>Gp exp: terapia convencional + bicicleta estática + RV</p>	<p>Parámetros temporales (velocidad, cadencia, tiempo de zancada y de paso)</p> <p>Parámetros espaciales (longitud de paso y de zancada)</p>	<p>Gp cont: ∅</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,05)</p> <p>≠ sig: gp exp (p<0,05)</p> <p>Gp cont: ∅</p> <p>Gp exp: ↗ (p<0,05)</p> <p>≠ sig: gp exp (p<0,05)</p>
Miclaus et al. ³²	<p>Gp cont: tratamiento fisioterapéutico estándar</p> <p>Gp exp: terapia espejo + RV</p>	TUG	∅

Tabla 5. Resultados atendiendo a la variable de la marcha.

Listado de abreviaturas. Gp cont: grupo control ; EMAR: Entrenamiento a la Marcha Asistida por Robot ; Gp exp: grupo experimental ; RV: Realidad Virtual ; ∅: no hay mejora significativa ; ≠ sig: diferencia significativa ; ↗: mejora significativa ; FAC: *Functional Ambulation Classification* ; IMR: Índice de Movilidad de Rivermead ; POMA: *Tinetti Performance Oriented Mobility Assessment* ; 10mWT: *10 meters Walking Test* ; TUG: *Timed Up and Go test* ; FGA: *Functional Gait Assessment*

 : artículos que obtuvieron conclusiones significativas

ANEXO 10. Tabla recapitulativa de los resultados atendiendo a la variable de la función motora de los miembros inferiores.

Autores	Intervención	Tests utilizados	Resultados
Anwar et al. ²⁶	<p>Gp cont: terapia física convencional</p> <p>Gp exp: RV</p>	<p>FMA (subcategoría de la función motor)</p> <p>FMA (subcategoría del ROM)</p> <p>FMA (subcategoría del dolor articular)</p>	<p>Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: gp exp (p<0,001)</p> <p>Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: ↗ (p<0,001)</p> <p>Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: ↗ (p<0,001)</p>
Bergmann et al. ³⁵	<p>Gp cont: EMAR</p> <p>Gp exp: EMAR + RV</p>	MRC	<p>Gp cont: ↗ sólo en ADD de cadera (p=0,021) Gp exp: ↗ (p<0,03) salvo en flexión de cadera ≠ sig: gp exp (no existe valor p)</p>
Calabro et al. ²⁹	<p>Gp cont: EMAR</p> <p>Gp exp: EMAR + RV</p>	<p>IMR</p> <p>MAS</p>	<p>Gp cont: ↗ (p<0,01) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: gp exp (p<0,001)</p> <p>∅</p>
Junior et al. ³¹	<p>1r gp: FNP</p> <p>2nd gp: RV</p> <p>3r gp: FNP + RV</p>	<p>FMA (subcategoría del dolor articular y al ROM)</p> <p>FMA (subcategoría de la función motora)</p> <p>FMA (total)</p>	<p>1r gp: ↗ (p=0,011) 2n gp: ∅ 3r gp: ↗ (p=0,033) ≠ sig: ∅</p> <p>1r gp: ∅ 2n gp: ↗ (p=0,018) 3r gp: ∅ ≠ sig: ∅</p> <p>1r gp: ↗ (p=0,001) 2n gp: ↗ (p=0,006) 3r gp: ↗ (p=0,001) ≠ sig: ∅</p>
Karasu et al. ²⁸	<p>Gp cont: terapia convencional</p> <p>Gp exp: terapia convencional + RV</p>	FIM	<p>Gp cont: ↗ (p<0,01) Gp exp: ↗ (p<0,01) ≠ sig: gp exp (p=0,002)</p>
Kayabinar et al. ¹⁸	<p>Gp cont: tratamiento de neurodesarrollo + EMAR</p> <p>Gp exp: tratamiento de neurodesarrollo + EMAR + RV</p>	<p>IMR</p> <p>FIM</p>	<p>Gp cont: ↗ (p=0,023) Gp exp: ↗ (p=0,004) ≠ sig: ∅</p> <p>Gp cont: ↗ (p=0,019) Gp exp: ↗ (p=0,002) ≠ sig: ∅</p>
Kyeongjin Lee ³⁰	<p>Gp cont: terapia convencional + bicicleta estática</p> <p>Gp exp: terapia convencional + bicicleta estática + RV</p>	FMA	<p>Gp cont: ↗ (p<0,05) Gp exp: ↗ (p<0,05) ≠ sig: gp exp (p<0,05)</p>

Miclaus et al. ³²	Gp cont: tratamiento fisioterapéutico estándar Gp exp: terapia espejo + RV	FIM	∅
		MRS	∅
		MAS	∅
		ROM	Gp cont: ↗ (p<0,001) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: gp exp (p<0,02)
		MMT	Gp cont: ↗ (p<0,05) Gp exp: ↗ (p<0,001) ≠ sig: gp exp (p<0,01)
FMA	Gp cont: ↗ (p=0,00) Gp exp: ↗ (p=0,00) ≠ sig: gp exp (p=0,00)		

Tabla 6. Resultados atendiendo a la variable de la función motora de los miembros inferiores.

Listado de abreviaturas. Gp cont: grupo control ; Gp exp: grupo experimental ; RV: Realidad Virtual ; FMA: *Fügl-Meyer Assessment* ; ROM: Rango de Movimiento ; ↗: mejora significativa ; ≠ sig: diferencia significativa ; EMAR: Entrenamiento a la Marcha Asistida por Robot ; MRC: *Medical Research Council* ; ADD: adducción ; IMR: Índice de Movilidad de Rivermead ; MAS: *Modified Ashworth Scale* ; ∅: no hay mejora significativa ; FNP: Facilitación Neuromuscular Propioceptiva ; FIM: *Functional Independence Measure* ; MRS: *Modified Rankin Scale* ; MMT: *Manual Muscle Testing*

 : artículos que obtuvieron conclusiones significativas