



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

“Aplicación de la terapia robótica en la reeducación de la marcha tras un accidente cerebrovascular.”

Application of robotic therapy for gait reeducation after stroke.

Aplicación da terapia robótica na reeducación da marcha tras un accidente cerebrovascular.



Facultad de Fisioterapia

Alumna: Dña. Marta Sánchez Yáñez

DNI: 53302709-W

Tutora: Dña. Jamile Vivas Costa

Convocatoria: Junio 2016

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	3
ABREVIATURAS.....	4
RESUMEN	5
PALABRAS CLAVE.....	5
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Elección del tema y motivación personal.....	8
1.2. Antecedentes y justificación	8
1.2.1. Accidente cerebrovascular	8
1.2.2. Terapia robótica en la reeducación de la marcha	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Pregunta de investigación	16
2.2. Objetivos	16
2.2.1. Objetivo general	16
2.2.2. Objetivos específicos	16
3. MATERIAL Y MÉTODOS	17
3.1. Tipo de estudio.....	17
3.2. Criterios de inclusión y de exclusión.....	17
3.3. Estrategia de búsqueda bibliográfica.....	18
3.4. Gestión de la bibliografía.....	18
3.5. Extracción de datos y síntesis de la información	18
3.6. Evaluación de la calidad y clasificación de los estudios	20
4. RESULTADOS.....	21
4.1. Según el tipo y calidad de las publicaciones	21
4.2. Según las características de la muestra	22
4.3. Según las herramientas utilizadas.....	28
4.4. Según las características de los programas de intervención	28
4.5. Según los parámetros de la marcha, test y escalas.....	29

4.6. Según los resultados de la aplicación del programa.....	30
5. DISCUSIÓN.....	38
6. CONCLUSIONES.....	42
7. BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	45
ANEXO I. Estrategia de búsqueda en las bases de datos.....	46
1. Resultados de la búsqueda bibliográfica.....	46
2. Estrategia de búsqueda en cada base de datos.....	47
3. Selección de artículos.....	49
ANEXO II. Escala Oxford.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de inclusión y de exclusión.....	17
Tabla 2. Resultados según el tipo y calidad de las publicaciones.....	21
Tabla 3. Resultados según las características de la muestra utilizadas en los estudios.....	23
Tabla 4. Descripción de los procedimientos de los estudios.....	32
Tabla 5. Selección de revisiones sistemáticas.....	49
Tabla 6. Selección de artículos originales.....	50

ABREVIATURAS

ACV	Accidente cerebrovascular.
AVD	Actividades de la vida diaria.
BRS	Escala de recuperación funcional de Brunnstrom.
FAC	Escala de evaluación de la capacidad de la marcha.
FIM	Escala de independencia funcional.
MAS	Escala de recuperación motora.
MMSE	Mini-mental test.
OMS	Organización mundial de la salud.
REPAS	Escala de resistencia al movimiento pasivo.
RM	Resonancia magnética.
RMI	Índice de movilidad de Rivermead.
SEN	Sociedad Española de Neurología.
TAC	Tomografía axial computarizada.
2MWT	Test 2 minutos marcha.
6MWT	Test 6 minutos marcha.
10MWT	Test 10 metros marcha.

RESUMEN

OBJETIVO: El propósito principal de esta revisión es investigar la evidencia científica disponible acerca de la aplicación de la terapia robótica en la reeducación de la marcha tras un accidente cerebrovascular. Se pretende analizar además las características sociodemográficas y clínicas de los participantes, así como conocer las herramientas utilizadas, las características, los parámetros de la marcha, test y escalas de evaluación, y los resultados de la aplicación de un programa de terapia robótica.

MATERIAL Y MÉTODOS: Con el fin de localizar las publicaciones actuales se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos: Cochrane, PEDro, Pubmed, Scopus y CINAHL. La estrategia de búsqueda empleada fue accidente cerebrovascular, robótica y marcha, limitada a estudios publicados desde el año 2011 al 2016, escritos en inglés, español o portugués. Fueron incluidos meta-análisis, revisiones sistemáticas, revisiones narrativas, guías de práctica clínica, ensayos clínicos aleatorizados y ensayos clínicos controlados.

RESULTADOS: Tras la revisión de la literatura y la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión fueron seleccionados un total de 14 artículos, de los cuales 6 eran estudios no experimentales y 8 experimentales. Estos últimos aportaron información de 343 participantes, en su mayoría varones y con una edad media de 61,34 años. Predominaba el origen isquémico del ACV y la hemiplejía derecha, y el tiempo medio transcurrido desde el ACV fue de 75,71 días. Los dispositivos robóticos más utilizados en las intervenciones fueron el Gait Trainer y el Lokomat. Las características de los programas de intervención y los parámetros, test y escalas de evaluación variaron en los diferentes estudios, por lo que los resultados obtenidos tras la aplicación del programa han sido diversos.

CONCLUSIONES: La aplicación de la terapia robótica resulta eficaz en la reeducación de la marcha en personas post ictus en combinación con la fisioterapia convencional. Son necesarios más estudios que determinen específicamente los aspectos a considerar en la aplicación del programa.

PALABRAS CLAVE

Accidente cerebrovascular, marcha, locomoción, robótica.

ABSTRACT

AIM: The main purpose of this review is to investigate the available scientific evidence on the application of robotic therapy in gait training after stroke. It also intends to analyze the sociodemographic and clinical characteristics of the participants, as well as knowing the tools used, the characteristics, gait parameters, tests and assessment scales, and the results of the implementation of a program of robotic therapy.

METHODS: In order to locate the current literature search was conducted in different databases: Cochrane, PEDro, Pubmed, Scopus and CINAHL. The search strategy used was stroke, robotics and gait, limited to studies published from 2011 to 2016, written in English, Spanish or Portuguese. Meta-analysis, systematic reviews, narrative reviews, clinical practice guidelines, randomized clinical trials and controlled clinical trials were included.

RESULTS: After reviewing the literature and application of inclusion and exclusion criteria were selected a total of 14 articles, of which 6 were non-experimental studies and 8 were experimental studies. The latter provided information of 343 participants, mostly men with an average age of 61.34 years. Ischemic stroke and right hemiplegia predominated, and the average time elapsed since the stroke was 75.71 days. Robotic devices most commonly used interventions were the Gait Trainer and the Lokomat. The characteristics of intervention programs and parameters, test and rating scales varied in different studies, so the results obtained after the implementation of the program have been varied.

CONCLUSIONS: The application of robotic therapy is effective in gait training in people post stroke in combination with conventional physical therapy. Further studies specifically identifying the aspects to consider when implementing the program are needed.

KEYWORDS

Stroke, gait, locomotion, robotics.

RESUMO

OBXETIVO: O principal obxectivo desta revisión é investigar a evidencia científica dispoñible sobre a aplicación da terapia robótica na reeducación da marcha tras un accidente cerebrovascular. Preténdese analizar ademais as características sociodemográficas e clínicas dos participantes, así como coñecer as ferramentas utilizadas, as características, os parámetros da marcha, test e probas de avaliación, e os resultados da aplicación dun programa de terapia robótica.

MATERIAL E MÉTODOS: A fin de localizar as publicacións actuais realizouse unha búsqueda en diferentes bases de datos: Cochrane, PEDro, Pubmed, Scopus e CINAHL. A estratexia de búsqueda empregada foi accidente cerebrovascular, robótica e marcha, limitada a estudos publicados dende o ano 2011 ao 2016, escritos en inglés, español ou portugués. Foron incluídos meta-análises, revisións sistemáticas, revisións narrativas, guías de práctica clínica, ensaios clínicos aleatorizados e ensaios clínicos controlados.

RESULTADOS: Despois da revisión da literatura e da aplicación dos criterios de inclusión e exclusión foron seleccionados un total de 14 artigos, dos cales 6 eran estudos non experimentais e 8 experimentais. Estes últimos aportaron información de 343 participantes, na súa maioría varóns e cunha idade media de 61,34 anos. Predominou a orixe isquémica do ACV e a hemiplexia dereita, e o tempo medio transcurrido dende o ACV foi de 75,71 días. Os dispositivos robóticos máis empregados nas intervencións foron o Gait Trainer e o Lokomat. As características dos programas de intervención e os parámetros, test e escalas de avaliación variaron nos diferentes estudos, polo que os resultados obtidos trala aplicación do programa foron diversos.

CONCLUSIÓNS: A aplicación da terapia robótica resulta eficaz na reeducación da marcha en persoas post ictus en combinación coa fisioterapia convencional. Son necesarios máis estudos que determinen especificamente os aspectos a considerar na aplicación do programa.

PALABRAS CLAVE

Accidente cerebrovascular, marcha, locomoción, robótica.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Elección del tema y motivación personal

En este trabajo se lleva a cabo una revisión sistemática en la que se pretende conocer la aplicación de la terapia robótica en la reeducación de la marcha tras un accidente cerebrovascular (ACV).

Durante las estancias clínicas realizadas este año en la Unidad de Lesionados Medulares del Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña, he podido utilizar el robot Lokomat como parte del tratamiento fisioterápico. Esto me ha motivado a investigar la aplicación de la terapia robótica en otra patología neurológica como es el ACV.

Hoy en día existe un gran número de personas susceptibles de padecer un ACV debido a la presencia de diversos factores de riesgo como la hipertensión, la hipercolesterolemia, el tabaquismo, la diabetes, la edad, etc. Entre las principales consecuencias de esta patología se encuentran los problemas para deambular, lo que tiene grandes repercusiones en el paciente, no sólo a nivel físico sino también a nivel psicológico. La intervención fisioterápica tendrá, entre otros objetivos, reeducar la marcha de estos pacientes y conseguir que ésta tenga un patrón lo más normal posible.

Por este motivo, me ha surgido la curiosidad de conocer cuál es la aplicación de la terapia robótica para conseguir estos objetivos y qué pacientes pueden beneficiarse de ella.

1.2. Antecedentes y justificación

1.2.1. Accidente cerebrovascular

1.2.1.1. Generalidades

El ACV o ictus es definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como “un signo clínico de trastorno focal en el funcionamiento cerebral de rápida aparición, con un supuesto origen vascular y una duración superior a las 24 horas”. Éste va a provocar como consecuencia una hemiplejía, la cual se define como la parálisis de los músculos en la mitad del cuerpo contralateral al lado del cerebro en el que sucedió el ACV¹.

De forma general, en función de la patología subyacente, los ACV se clasifican en:

- ACV isquémico: suponen el 80% de los ictus. Se deben a una oclusión de una de las principales arterias cerebrales (media, posterior y anterior) o de sus ramas perforantes más pequeñas dirigidas hacia las partes más profundas del cerebro, bien sea por la presencia de un ateroma en la propia arteria, o secundaria a émbolos que viajan desde el corazón o desde los vasos del cuello afectados hacia el cerebro¹.
- ACV hemorrágico: un 9% de todas las primeras presentaciones de un ictus se corresponden con una hemorragia en las porciones más profundas del cerebro. Cabe destacar que es más frecuente la aparición de hemorragia cerebral primaria que hemorragia subaracnoidea. Suele tratarse de pacientes hipertensos, situación que origina un tipo de degeneración que deriva en lesiones necróticas en las pequeñas arterias penetrantes del cerebro. Como consecuencia, la pared arterial se va a debilitar, va a ser sustituida por colágeno, su grosor aumentará y la luz se va a estrechar, pudiendo aparecer microaneurismas. Si estas estructuras revientan, pueden ocasionar un infarto lagunar o pequeñas hemorragias profundas¹.

En España, las enfermedades vasculares cerebrales son una de las causas más frecuentes tanto de morbilidad como de hospitalización, constituyendo la segunda causa de mortalidad en la población general y la primera en las mujeres. Además, suponen un gasto sociosanitario muy elevado que se estima se incrementará en los próximos años, debido al envejecimiento de la población y a que el número de casos de ictus aumenta con la edad².

Las tasas de prevalencia ajustadas por edad son del 7,3% para los varones, del 5,6% para las mujeres y del 6,4% para ambos sexos². La incidencia global del ACV en personas de 55 años o más, es de entre 4,2 y 11,7 por 1.000 personas/año³. En España, uno de los últimos trabajos epidemiológicos publicados estima que se producen 187 nuevos casos de ACV por cada 100.000 habitantes².

Aproximadamente un 64% de los supervivientes a un ACV, van a presentar una serie de déficits sensoriomotores persistentes que conducirán a una discapacidad progresiva que afectará tanto al miembro superior como al inferior, lo que supondrá una restricción en su autonomía para realizar las actividades de la vida diaria (AVD)³.

1.2.1.2. Manifestaciones clínicas

Según la Sociedad Española de Neurología (SEN), existen una serie de síntomas característicos que indican la aparición de un ACV:

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

Aunque los signos y síntomas del ACV van a variar dependiendo de la localización de la lesión, su extensión y el estado de salud previo del paciente, de forma general las principales manifestaciones clínicas son⁴:

- Alteraciones neuromusculares.
- Alteraciones del equilibrio y/o coordinación.
- Dolor neurógeno.
- Alteraciones somatosensoriales.
- Problemas de comunicación.
- Alteraciones cognitivas.
- Disfagia.
- Incontinencia de esfínteres.
- Trastornos emocionales/psicológicos.
- Alteraciones visuales.

Además de estas manifestaciones clínicas, los pacientes pueden presentar diversas complicaciones que, a grandes rasgos, se clasifican en neurológicas y no neurológicas.

Las principales complicaciones neurológicas son edema cerebral postisquémico, hipertensión intracraneal, crisis epilépticas, conversión hemorrágica del infarto cerebral y dolor neuropático^{5,6}.

Entre las complicaciones no neurológicas cabe destacar^{5,6}:

- Úlceras por presión.
- Afectación de estructuras articulares por retracciones a distintos niveles.
- Neumonía: siendo ésta una importante causa de muerte en los pacientes con ictus.
- Infección urinaria.

- Trombosis venosa profunda.
- Depresión.

1.2.1.3. *Diagnóstico*

El diagnóstico del ACV se basa, en primer lugar, en la sintomatología inicial del paciente comentada en el apartado anterior. A continuación, será preciso recurrir a diferentes pruebas de imagen y de función cardíaca, entre las que se encuentran la tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética (RM), angiografía, punción lumbar o ecocardiograma, para distinguir entre los diferentes tipos de ACV agudos, para descartar otras enfermedades cerebrales, para obtener una impresión sobre la causa subyacente a la isquemia cerebral, para suministrar un fundamento al seguimiento fisiológico del paciente con un ictus y para identificar las enfermedades coexistentes o las complicaciones asociadas al ictus capaces de influir sobre su pronóstico¹.

Las imágenes cerebrales van a permitir distinguir entre las lesiones isquémicas y las hemorrágicas, lo que tiene una importancia fundamental para determinar el tratamiento farmacológico correspondiente¹.

1.2.1.4. *Evolución del cuadro*

Desde la instauración del ACV se pueden diferenciar 3 fases de tratamiento: fase aguda, fase subaguda y fase crónica. La fase aguda comprende el curso inicial desde la instauración del ACV, su signo más determinante es la hipotonía y el paciente suele permanecer encamado y hospitalizado. La fase subaguda se identifica con la aparición de espasticidad e hiperreflexia, y normalmente va acompañado de recuperación motora en los casos más favorables. La fase crónica se considera cuando el tratamiento ya ha alcanzado la estabilidad del cuadro clínico⁶.

La evolución típica del ACV sigue una curva ascendente de pendiente progresivamente menor. La mejoría suele producirse al inicio, durante la fase aguda, debido en parte a la recuperación del tejido penumbra de la periferia del área afectada y en parte a la resolución de la diasquisis (fallo transináptico de áreas lejanas relacionadas). Durante esta fase existe una ventana terapéutica en la que las intervenciones terapéuticas pueden modificar el curso evolutivo del ACV y lograr una reactivación neuronal. Sin embargo, es durante la fase subaguda donde se puede lograr una mejoría a medio y largo plazo gracias a la reorganización cerebral que puede ser modulada por técnicas de rehabilitación a través del fenómeno de la plasticidad neuronal^{5,6}.

La mortalidad del ACV se produce en un 21-25% de los casos durante la fase aguda, siendo más frecuente si la causa es hemorrágica que cuando es isquémica. Sin embargo, una vez pasada la fase aguda, el paciente no está exento de complicaciones que precipiten el fallecimiento, pues a los 6 meses el 60% de las defunciones suelen obedecer a complicaciones cardiopulmonares⁶.

Una vez en la fase subaguda se va produciendo la estabilización de la clínica y de la funcionalidad del paciente, pese a que un ACV no suele resolverse sin secuelas. El 30-40% presentarán alguna secuela grave y tan sólo el 6% de los pacientes con parálisis inicial grave tendrán una recuperación completa de la movilidad⁶.

1.2.1.5. Tratamiento

A mediados del siglo XX el ACV era considerado una patología con escasas oportunidades terapéuticas y pobres esperanzas de recuperación. Con el paso de los años y fruto de un mayor conocimiento de la fisiología circulatoria cerebral, de la intensificación en el tratamiento de los factores de riesgo, de la aparición de fármacos preventivos y del empleo sistemático de la rehabilitación, se ha logrado disminuir las complicaciones secundarias y han decrecido significativamente tanto la morbilidad como la mortalidad⁷. En los últimos años, debido a los avances terapéuticos generados por la complejidad diagnóstica y terapéutica del ACV, ha habido un cambio en el tratamiento, siendo necesario un abordaje multidisciplinar y una creación de unidades específicas para optimizar la atención de esta patología⁸.

Los objetivos generales del tratamiento del ictus agudo son minimizar o restaurar la lesión neurológica, monitorizar la evolución y prevenir las complicaciones secundarias. Por otro lado, el tratamiento rehabilitador pretende, específicamente, prevenir y minimizar las complicaciones, intentar compensar el déficit sensitivo-motor, sustituir las funciones perdidas o disminuidas, adquirir la máxima independencia en las AVD básicas e instrumentales y proporcionar el máximo ajuste psicológico para que el paciente se adapte a la nueva situación. En todo momento, es importante favorecer la participación del paciente y su familia en el proceso rehabilitador⁸.

En fisioterapia los métodos convencionales más comúnmente utilizados para tratar a personas con ACV son ^{6,9}:

- **Terapia Bobath o Técnica del Neurodesarrollo:** combina técnicas de inhibición del movimiento patológico con técnicas de facilitación de reacciones de enderezamiento y equilibrio con el objetivo de producir un aumento del tono muscular.
- **Métodos de Kabat o de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva:** se basa en la aplicación de esquemas de movimientos facilitadores de carácter espinal y diagonal, aprovechando los músculos agonistas para favorecer a los músculos más debilitados, asociados a otras técnicas de facilitación.
- **Método Perfetti o Ejercicio Terapéutico Cognoscitivo:** es un modelo que se basa tanto en la neuromotricidad como en la psicomotricidad que da gran importancia a la programación del movimiento con estímulos táctiles y cinestésicos prescindiendo de la vista.
- **Método Brunnström:** utiliza estímulos aferentes para despertar respuestas reflejas con el fin de producir movimiento para, posteriormente, ejercitar el control voluntario de las mismas.
- **Método Vojta:** trata de facilitar el reflejo de arrastre de distintos segmentos corporales como respuesta activa a estímulos sensoriales de presión, tacto, estiramiento y actividad muscular contra resistencia.

Una de las principales críticas a la mayoría de estas técnicas neurofisiológicas es que favorecen la pasividad de los pacientes y las ganancias que se obtienen resultan de escasa utilidad en la vida real. El método Perfetti es la excepción, ya que es considerada como una técnica de aprendizaje motor que hace hincapié en la participación activa del paciente⁹.

Recuperar la independencia en la marcha es uno de los principales objetivos de la rehabilitación tras un ACV, pues es una de las principales causas de discapacidad grave a largo plazo^{10,11}. Más del 30% de los pacientes que ha sufrido esta patología no consiguen una recuperación motora completa después de todo el proceso de rehabilitación¹⁰, por lo que durante los últimos años se están llevando a cabo investigaciones que contemplan nuevos enfoques de rehabilitación como lo es la terapia robótica, que es el recurso de interés en el presente trabajo.

1.2.2. Terapia robótica en la reeducación de la marcha

La recuperación de la marcha en pacientes con ACV se produce normalmente dentro de los seis primeros meses tras el incidente, obteniéndose la mayoría de las mejoras durante los tres primeros meses¹². De hecho, Pennycott A et al¹² indican que el inicio precoz del entrenamiento de la marcha tiende a producir mejores resultados de rehabilitación.

Los nuevos tratamientos para la reeducación de la marcha se basan en enfoques específicos que favorezcan el empleo de tareas repetitivas. Inicialmente, en un primer paso hacia la práctica intensiva de la marcha durante el proceso rehabilitador, se comenzó a utilizar el entrenamiento en cinta rodante con apoyo parcial del peso corporal¹³. Una de las principales limitaciones tanto de los métodos de fisioterapia convencional como del entrenamiento en cinta rodante, es la asistencia física necesaria por parte del fisioterapeuta para ayudar a la marcha de los pacientes con ACV. Esto hizo que en la década de los 90 del siglo pasado surgieran los dispositivos robóticos, quedando así solventada esa limitación^{13,14}.

Cuando los pacientes con ACV recuperan la función ambulatoria, caminan con un patrón de marcha asimétrica, lento y poco eficiente metabólicamente. Estas características se asocian con dificultades para el avance de la extremidad parética y la carga de peso a través de la extremidad más afectada, lo que lleva a inestabilidad y mayor riesgo de caídas. La debilidad muscular, disminución del tono muscular, desuso muscular, pérdida de equilibrio y la reducción de la capacidad cardiorrespiratoria que se produce, contribuyen a la disminución de la velocidad y resistencia para caminar y finalmente empeoran la discapacidad del individuo¹⁵.

Para el entrenamiento de la marcha es importante caminar de forma repetitiva con una marcha similar a la marcha sobre el suelo y con la retroalimentación propioceptiva y exteroceptiva que recrea las condiciones favorables para el aprendizaje motor¹⁵.

Todo esto parece permitirlo la terapia robótica, cuyas principales ventajas incluyen una mayor seguridad para los pacientes más severamente discapacitados, capacidad de iniciar el entrenamiento de marcha más temprano en el período de recuperación después del ACV, aumento del tiempo de entrenamiento por sesión, y una disminución de la carga física para el fisioterapeuta.

Las investigaciones también sugieren que pueden producirse beneficios por el ejercicio realizado, incluida la mejora de la composición del tejido corporal y la mejora

metabólica y cardíaca después del entrenamiento con dispositivos robóticos para extremidades inferiores. Los robots ofrecen la posibilidad de individualizar un programa de entrenamiento de la marcha posterior al ACV a las necesidades biomecánicas específicas de un paciente y así puede ser eficaz para sobrevivientes de ACV¹⁴.

Por lo tanto, dada la importancia que han adquirido los dispositivos robóticos en los tratamientos de reentrenamiento de la marcha en pacientes post ictus en los últimos años, sería interesante conocer su aplicación durante la fase subaguda del ACV y los beneficios que reporta la intervención con terapia robótica.

2. OBJETIVOS

2.1. Pregunta de investigación

La terapia robótica puede ser útil en la rehabilitación de la marcha de personas post ictus. Dicha terapia se basa en el empleo de tareas específicas repetitivas, por lo que va a proporcionar un entrenamiento con un elevado número de repeticiones de las fases de la marcha.

Dentro de este contexto se ha planteado la siguiente pregunta de estudio: en personas post ictus, ¿cuáles son los aspectos a considerar en la terapia robótica durante la reeducación de la marcha y cuáles son los efectos de esta terapia?

2.2. Objetivos

Para responder a dicha pregunta se han elaborado los siguientes objetivos:

2.2.1. Objetivo general

Investigar la evidencia científica disponible acerca de la aplicación de la terapia robótica en la reeducación de la marcha tras un accidente cerebrovascular.

2.2.2. Objetivos específicos

- Analizar las principales características sociodemográficas y clínicas que deben tener los participantes para ser incluidos en los programas de tratamiento.
- Conocer las principales herramientas utilizadas para la reeducación de la marcha en pacientes con hemiplejía a causa de un accidente cerebrovascular.
- Conocer las características de los principales programas de intervención.
- Conocer los parámetros de la marcha, test y escalas utilizados para evaluar el efecto de la terapia robótica en la reeducación de la marcha de los pacientes con hemiplejía.
- Conocer los resultados de la aplicación de un programa de terapia robótica en la reeducación de la marcha en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio que se lleva a cabo es una revisión de la bibliografía de tipo sistemática.

3.2. Criterios de inclusión y de exclusión

Tabla 1. Criterios de inclusión y de exclusión.

	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Tipo de participantes	Hombres o mujeres mayores de 18 años que presenten una hemiplejía a consecuencia de un ACV.	Personas con hemiplejía que presentaran algún tipo de patología que afectara a la capacidad de deambulación antes de sufrir el ACV. Estudios en animales.
Tipo de intervención	Intervención con terapia robótica durante la fase subaguda de la lesión.	Intervenciones diferentes a la terapia robótica o durante la fase crónica de la lesión.
Tipo de estudios	Meta-análisis, revisiones sistemáticas, revisiones, ensayos clínicos controlados, ensayos clínicos aleatorizados y guías de práctica clínica. Acceso a texto completo.	Cartas al director, reseñas bibliográficas, artículos de colaboración, artículos de opinión y editoriales.
Idioma	Inglés. Español. Portugués.	Otros diferentes.
Cobertura cronológica	2011-2016.	Antes del 2011.

3.3. Estrategia de búsqueda bibliográfica

Con el fin de dar a conocer la evidencia científica disponible en el momento actual acerca del tema abordado, se ha realizado una búsqueda en bases de datos del ámbito sanitario, durante el mes de Marzo del presente año.

Se ha realizado en primer lugar una búsqueda de revisiones sistemáticas: Biblioteca Cochrane Plus y en la base de datos PEDro (Physiotherapy Evidence Database). En esta búsqueda se han encontrado 3 revisiones sistemáticas, las cuales, tras la lectura del resumen y del texto completo (en algún caso), no abordaban de forma específica el problema planteado o bien habían sido realizadas en sujetos con patologías distintas a la población de interés, por lo tanto se ha procedido a la búsqueda de artículos originales en las siguientes bases de datos:

- Medline-PubMed.
- Scopus.
- Cinahl.

La estrategia de búsqueda utilizada en cada base de datos se muestra en el Anexo I.

3.4. Gestión de la bibliografía

Una vez terminada la búsqueda bibliográfica, se han seleccionado los artículos en función de si cumplían o no los criterios de inclusión del trabajo. Para ello, se ha utilizado el título del artículo y, en caso necesario, el resumen e incluso el texto completo. Los artículos duplicados en las diferentes bases de datos han sido eliminados manualmente.

3.5. Extracción de datos y síntesis de la información

Tras la lectura a texto completo de los estudios seleccionados se ha obtenido información sobre diferentes variables como son el tipo de estudio, características de las muestras, tipo de robot utilizado, características de la intervención llevada a cabo, variables analizadas, y resultados obtenidos en cada estudio.

A continuación se describen las variables de interés analizadas en el presente estudio:

- **Tipo de publicaciones:** hace referencia al tipo de estudio utilizado para la elaboración del trabajo.

- **Calidad de los estudios:** se evaluará a través del nivel de evidencia y grado de recomendación del estudio según la escala Oxford.
- **Características de la muestra:**
 - Número de participantes en el estudio y estratificación de los mismos.
 - Número y tipo de estudios incluidos en las revisiones narrativas, revisiones sistemáticas y meta-análisis
 - Sociodemográficas: se tendrán en cuenta la edad (medida en años) y el sexo (masculino/femenino).
 - Clínicas:
 - Tipo de ACV: pudiendo ser de origen isquémico o hemorrágico.
 - Lado pléjico: izquierdo/derecho.
 - Tiempo transcurrido desde el ACV: tiempo medio desde la aparición del ACV, que se medirá en días.
- **Herramientas utilizadas:** hace referencia al nombre del dispositivo robótico utilizado para el estudio.
- **Características de los programas de intervención:**
 - Duración total del programa: se medirá en semanas.
 - Frecuencia de las sesiones: se medirá en días/semana.
 - Duración de las sesiones: se medirá en minutos/día.
 - Tratamiento: tipo de intervención realizada.
- **Parámetros de la marcha, test y escalas:**
 - Parámetros de la marcha:
 - Espaciales:
 - Longitud de paso: distancia lineal entre el contacto inicial del talón de una extremidad y el de la extremidad contralateral. Su unidad de medida será en centímetros.
 - Ancho de paso: distancia entre ambos talones. Su unidad de medida será en centímetros.
 - Temporales:
 - Fase de apoyo: porcentaje del ciclo de la marcha en el cual ambos pies contactan con el suelo.
 - Fase de oscilación: porcentaje del ciclo de la marcha durante el cual una extremidad inferior permanece en el aire mientras la contralateral avanza hacia adelante.

- Tiempo de paso: tiempo (en segundos) que transcurre desde que el pie hace contacto con el suelo hasta el momento en el que se produce el despegue de los dedos del mismo pie.
- Tiempo de zancada: tiempo en el que se producen dos contactos iniciales sucesivos del mismo pie.
- Espacio-temporales:
 - Cadencia de paso: número de pasos por unidad de tiempo. Su unidad de tiempo serán pasos/minuto.
 - Velocidad de la marcha: es la relación entre la distancia recorrida por unidad de tiempo. Su unidad de medida será metros/segundo.
 - Test y escalas: se corresponde con los recursos utilizados para evaluar los resultados de las terapias.
- **Resultados de la aplicación del programa de terapia robótica:** mejoras obtenidas en las variables analizadas en el estudio, resultados estadísticamente significativos y conclusiones del estudio.

3.6. Evaluación de la calidad y clasificación de los estudios

Se ha evaluado la calidad de la evidencia científica seleccionada según la escala de Oxford (Anexo II).

4. RESULTADOS

Como se puede observar en el diagrama de flujo (anexo I), la búsqueda inicial de revisiones sistemáticas no ofreció ningún resultado acorde con el tema abordado. En las bases de datos de artículos originales se han encontrado un total de 115 artículos, de los cuales, tras eliminar los repetidos y los excluidos, se han incluido en el trabajo 14 artículos.

A continuación se analizan los resultados encontrados en función de las diferentes variables estudiadas:

4.1. Según el tipo y calidad de las publicaciones

Se han encontrado un total de 1 meta-análisis, 1 revisión sistemática, 5 ensayos clínicos, 1 estudio de cohortes retrospectivo, 2 estudios observacionales prospectivos y 4 revisiones narrativas.

Los resultados según el tipo de publicaciones y calidad de los estudios aparecen reflejados en la tabla que aparece a continuación:

Tabla 2. Resultados según el tipo y calidad de las publicaciones.

Ref. bibliográfica	Tipo de estudio	N.E.	G.R.
Belda-Lois JM et al. ⁹	Revisión narrativa	5	D
Tefertiller C et al. ¹¹	Revisión sistemática	3b	B
Hesse S et al. ¹³	Meta-análisis	1a	A
Sheffler LR et al. ¹⁴	Revisión narrativa	5	D
Taveggia G et al. ¹⁵	Ensayo clínico controlado aleatorizado	1b	A
Morone G et al. ¹⁶	Ensayo clínico aleatorizado	1b	A
Conesa L et al. ¹⁷	Estudio observacional prospectivo	4	C
Brincks J et al. ¹⁸	Estudio observacional prospectivo	4	C
Dundar U et al. ¹⁹	Estudio de cohortes retrospectivo	2b	B
Dragin AS et al. ²⁰	Ensayo clínico controlado aleatorizado	1b	A
Hesse S et al. ²¹	Ensayo clínico controlado	1b	A
Kin SY et al. ²²	Ensayo clínico controlado aleatorizado	1b	A
Sale P et al. ²³	Revisión narrativa	5	D
Wutzke CJ et al. ²⁴	Revisión narrativa	5	D

N.E.: nivel de evidencia; *G.R.:* grado de recomendación.

El meta-análisis de Hesse S et al¹³ presentaba mayor nivel de evidencia y grado de recomendación (1A y A), seguido por los ensayos clínicos aleatorizados y no aleatorizados^{15,16,20,21,22}. El estudio de cohortes de Dundar U et al¹⁹ así como la revisión sistemática de Tefertiller C et al¹¹, presentaban un moderado nivel de evidencia y grado de recomendación. Por último, eran los estudios observacionales^{17,18} y las cuatro revisiones narrativas^{9,14,23,24} las que tenían un nivel de evidencia y un grado de recomendación más bajo.

Hesse S et al¹³ elaboraron un meta-análisis en el que trataban de determinar la eficacia de los dispositivos robóticos efector final con respecto al reentrenamiento de la marcha de pacientes con patologías del sistema nervioso central como es el ACV. Los resultados se mostraron en cada una de las patologías estudiadas.

La eficacia de otros dispositivos robóticos como son el Walkaround y el G-EO system se determinaron en los estudios de Dragin AS et al²¹ y Hesse S et al²¹ respectivamente, donde se compararon las mejoras obtenidas en la reeducación de la marcha al emplear la terapia robótica en combinación con un programa de fisioterapia convencional, frente a la fisioterapia convencional como método único de tratamiento.

Los ensayos clínicos de Taveggia G et al¹⁵, Morone G et al¹⁶ y Kin SY et al²², así como el estudio de cohortes de Dundar U et al¹⁹, tenían como principal objetivo determinar si era más efectiva la terapia robótica o la fisioterapia convencional en el reentrenamiento de la marcha de pacientes post ictus.

Por último, las revisiones narrativas^{9,14,23,24}, la revisión sistemática¹¹ y los estudios observacionales^{17,18}, se realizaron con el propósito de determinar la eficacia y los beneficios que aporta la terapia robótica cuando ésta es incluida dentro del tratamiento para reentrenar la marcha de pacientes hemipléjicos.

4.2. Según las características de la muestra

En la tabla 3 aparecen reflejados los resultados según las características de la muestra:

Tabla 3. Resultados según las características de la muestra utilizadas en los estudios.

Ref. bibliográfica	Características de la muestra	Características sociodemográficas		Características clínicas	
Belda-Lois JM et al. ⁹	No consta	-----		-----	
Tefertiller C et al. ¹¹	N = 30 artículos Artículos sobre ACV y terapia robótica = 16	-----		-----	
Hesse S et al. ¹³	N = 9 ensayos clínicos aleatorizados	-----		-----	
Sheffler LR et al. ¹⁴	No consta	-----		-----	
Taveggia G et al. ¹⁵	N = 28 participantes - G1: n= 13 - G2: n= 15	G1: - Edad: 71 - Sexo: 7V / 6M	G2: - Edad: 73 - Sexo: 10V / 5M	G1: - Tiempo desde ACV: 60,1	G2: - Tiempo desde ACV: 39,4
Morone G et al. ¹⁶	N = 48 participantes G1: n = 24 - G1a: n = 12 - G1b: n= 12 G2: n = 24 - G2a: n = 12 - G2b: n = 12	G1: <u>G1a:</u> - Edad: 68,33 <u>G1b:</u> - Edad: 55,58	G2: <u>G2a:</u> - Edad: 62,92 <u>G2b:</u> - Edad: 60,17	G1: <u>G1a:</u> - Tipo ACV: 9lsq / 3H - Lado pléjico: 8I / 4D <u>G1b:</u> - Tipo ACV: 9lsq / 3H - Lado pléjico: 3I / 9D	G2: <u>G2a:</u> - Tipo ACV: 12lsq / 0H - Lado pléjico: 4I / 8D <u>G2b:</u> - Tipo ACV: 11lsq / 1H - Lado pléjico: 5I / 7D
Conesa L et al. ¹⁷	N = 69 participantes	- Edad: 48 - Sexo: 49V / 20M		- Tipo ACV: 33lsq / 36 H - Lado pléjico: 28I / 34D - Tiempo desde ACV: 72	
Brincks J et al. ¹⁸	N = 13 participantes	- Edad: 61 - Sexo: 9V / 4M		- Lado pléjico: 7I / 6D - Tiempo desde ACV: 27	
Dundar U et al. ¹⁹	N = 107 participantes - G1: n = 36 - G2: n = 71	G1: - Edad: 66,5 - Sexo: 21V / 15M	G2: - Edad: 65,4 - Sexo: 42V / 29M	G1: - Tipo ACV: 31lsq / 5H - Lado pléjico: 20I / 16D - Tiempo desde ACV: 135	G2: - Tipo ACV: 61lsq / 10H - Lado pléjico: 38I / 33D - Tiempo desde ACV: 150

Dragin AS et al. ²⁰	N = 22 participantes - G1: n = 11 - G2: n = 11	G1: - Edad: 57,3 - Sexo: 9V / 2M	G2: - Edad: 58,1 - Sexo: 9V / 2M	G1: - Tipo ACV: 9Isq / 2H - Lado pléjico: 5I / 6D - Tiempo desde ACV: 38	G2: - Tipo ACV: 10Isq / 1H - Lado pléjico: 7I / 4D - Tiempo desde ACV: 36
Hesse S et al. ²¹	N = 30 participantes - G1: n = 15 - G2: n = 15	G1: - Edad: 63,7 - Sexo: 6V / 9M	G2: - Edad: 66,4 - Sexo: 6V / 9M	G1: - Tipo ACV: 11Isq / 4H - Lado pléjico: 6I / 9D - Tiempo desde ACV: >70	G2: - Tipo ACV: 10Isq / 5H - Lado pléjico: 6I / 9D - Tiempo desde ACV: >70
Kin SY et al. ²²	N = 26 participantes - G1: n = 13 - G2: n = 13	G1: - Edad: 54,1 - Sexo: 9V / 4M	G2: - Edad: 50 - Sexo: 10V / 3M	G1: - Tipo ACV: 8Isq / 5H - Lado pléjico: 5I / 8D - Tiempo desde ACV: 80,1	G2: - Tipo ACV: 5Isq / 8H - Lado pléjico: 3I / 10D - Tiempo desde ACV: 119,5
Sale P et al. ²³	No consta	-----	-----	-----	-----
Wutzke CJ et al. ²⁴	No consta	-----	-----	-----	-----

V: varón; M: mujer; Isq: isquémico; H: hemorrágico; I: izquierdo; D: derecho.

En las revisiones narrativas incluidas en este estudio^{9,14,23,24}, no aparecía reflejado ni el número de artículos revisados ni su tipología. La revisión sistemática de Teffertiller C et al¹¹ estaba realizada con un total de 30 artículos, de los cuales 16 (se desconoce el tipo de estudios que eran) hablaban sobre el ACV y la terapia robótica. Sí se especificaba tanto el número como el tipo de estudios incluidos en el meta-análisis de Hesse S et al¹³, tratándose de 9 ensayos clínicos aleatorizados que evaluaban la marcha con dispositivos robóticos de efector final tras una lesión del sistema nervioso central como es el ACV, en combinación o no con otras técnicas de fisioterapia.

La revisión de los 8 estudios experimentales aportó información de las características socio-demográficas de un total de 343 pacientes, de los cuales había constancia de que 187 eran hombres y 108 mujeres, predominando por lo tanto el sexo masculino. La edad media de todos los pacientes fue de 61,34 años, oscilando entre 48 y 73 años de media.

En cuanto a las características de los mismos, se registró que predominaba el origen isquémico del ACV (219 casos frente a los 83 de origen hemorrágico), y la hemiplejía derecha (163 casos frente a los 145 de hemiplejía izquierda). También se encontró que el tiempo medio transcurrido desde el ACV fue de 75,71 días, oscilando en un intervalo de entre 27 y 150 días de media.

Los estudios experimentales contaban con un número total de participantes que variaban ampliamente de un estudio a otro (entre 13 y 107 pacientes), quedando divididos, en la mayoría de los casos^{15,16,19,20,21,22}, en dos grupos: un grupo experimental y un grupo control. La excepción estaba en los estudios observacionales^{17,18} que contaban con un único grupo de pacientes.

De esta forma, el estudio que contaba con un menor número de participantes era el de Brincks J et al¹⁸, con un total de 13 pacientes con una edad media de 61 años y donde predominaba el sexo masculino (9 eran hombres frente a 4 mujeres). En cuanto a las características clínicas de estos pacientes se indicaba el lado pléjico de cada uno de ellos, presentando 7 de ellos una hemiplejía izquierda, así como los 27 días de media que habían transcurrido desde la aparición del ACV.

Dragin AS et al²⁰ realizaron el estudio con 22 pacientes los cuales, de forma aleatorizada, fueron asignados a un grupo experimental y un grupo control. Las características sociodemográficas de estos dos grupos no difirieron demasiado, pues ambos contaron con 9 hombres y 2 mujeres con edades medias de 57,3 años en el grupo experimental frente a los 58,1 del grupo control. En cuanto a las características clínicas

había un predominio del origen isquémico del ACV en ambos grupos (9 casos en el grupo experimental y 10 en el grupo control). También se reflejaba el lado pléjico de los pacientes, presentando hemiplejia izquierda 5 personas del grupo experimental frente a las 7 personas que la presentaban en el grupo control. El tiempo transcurrido desde la aparición del ACV no presentó grandes diferencias (38 días de media en el grupo experimental y 36 en el grupo control).

Kin SY et al²² dividieron de forma aleatorizada a los 26 participantes en el estudio, en dos grupos de 13 personas cada uno. El grupo experimental estaba formado por 9 hombres y 4 mujeres con una edad media de 54,1 años. El grupo control lo formaban 10 hombres y 3 mujeres con una edad media de 50 años. Como características clínicas aparecían reflejadas el tipo del ACV, predominando el origen isquémico en el grupo experimental (8 participantes) y el origen hemorrágico en el grupo control (8 participantes); el lado pléjico, predominando la hemiplejia derecha en ambos grupos (8 en el grupo experimental y 10 en el grupo control); y el tiempo medio transcurrido desde el ACV, que fue de 80,1 días en el grupo experimental y de 119,5 días en el grupo control.

Un número total de participantes similar al anterior fue el del estudio de Taveggia G et al¹⁵, donde, tras excluir a los participantes que no cumplían los criterios requeridos, los 28 pacientes quedaron divididos de manera aleatorizada en dos grupos desiguales de 13 personas el grupo experimental y 15 el grupo control. El primer grupo contó con un total de 7 hombres y 6 mujeres, con una media de 71 años de edad. En el segundo grupo predominaron los varones (10 hombres y 5 mujeres), con una media de edad similar al grupo experimental, 73 años. Tan sólo se describió el tiempo medio transcurrido desde la aparición del ACV (60,1 días en el grupo experimental y 39,4 en el grupo control) como características clínicas de la muestra.

El estudio de Hesse S et al²¹ dividió a los 30 participantes, según el orden de inclusión en el estudio, en dos grupos de 15 personas. En ambos predominaban las mujeres (9 en cada grupo), y los individuos presentaban una edad media de 63,7 años en el grupo experimental y 66,4 años en el grupo control. El origen isquémico del ACV (11 casos en el grupo experimental y 10 en el grupo control), así como la hemiplejia derecha (9 casos en cada grupo) fueron las características clínicas más prevalentes en ambos grupos. Si bien no se determinó el tiempo medio transcurrido desde la aparición del ACV, éste debía ser inferior a los 70 días en ambos grupos.

Morone G et al¹⁶ dividieron de forma aleatorizada los 48 participantes en dos grupos de 24. A su vez, estos dos grupos sufrieron una subdivisión en función de la capacidad motriz de los individuos (alta o baja), obteniéndose un total de 4 subgrupos de 12 participantes cada uno. En este estudio sólo aparecía reflejada la edad media de los participantes, pero no el sexo. El grupo experimental contó con una edad media de 68,33 años en el subgrupo de alta motricidad, frente a los 55,58 años del subgrupo de baja motricidad. El subgrupo de alta motricidad del grupo control presentaba una edad media de 62,92 años, mientras que en el subgrupo de baja motricidad esta media fue de 60,17 años. En el grupo experimental predominaba el origen isquémico del ACV (9 casos en cada subgrupo experimental), al igual que ocurría en el grupo control donde sólo se identificó un único caso de ACV de origen hemorrágico en el subgrupo de baja motricidad. En cuanto al lado pléjico, se identificaron más casos de hemiplejia derecha en ambos grupos (4 personas del subgrupo de alta motricidad y 9 del subgrupo de baja motricidad del grupo experimental, y 8 y 7 personas de los subgrupos de alta y baja motricidad del grupo control respectivamente).

Conesa L et al¹⁷ estudiaron un único grupo compuesto por 69 individuos en su mayoría varones (49 hombres frente a 20 mujeres), con una media de 48 años de edad. Más de la mitad de los participantes (36 casos) presentaban un ACV de origen hemorrágico, y la mayoría presentaban una hemiplejia derecha (34 casos). El tiempo medio transcurrido desde la aparición del ACV fue de 72 días.

El estudio que contó con un mayor número de participantes fue el estudio de cohortes retrospectivo de Dundar U et al¹⁹, con un total de 107 pacientes. Estos se clasificaron en dos grupos en función del tipo de tratamiento que habían recibido. Así, el grupo de casos contaba con un total de 36 pacientes que habían recibido tratamiento con terapia robótica, y el segundo (controles) que sólo recibió fisioterapia convencional contaba con un total de 71 pacientes. Las edades medias de los participantes fueron similares en ambos grupos (66,5 años en el primero y 65,4 en el segundo). El sexo masculino (21 hombres en el grupo de casos y 42 en el de controles), el ACV de origen isquémico (31 casos y 61 controles) y la hemiplejia izquierda (20 casos y 38 controles) fueron predominantes en ambos grupos. Este estudio fue el que contó con un mayor tiempo desde la aparición del ACV, indicándose una media de 135 días en el primer grupo y 150 días en el segundo grupo.

4.3. Según las herramientas utilizadas

Existe cierta variedad en cuanto a los robots utilizados para la reeducación de la marcha tras un ictus. Los dos robots que más se han utilizado en los artículos incluidos en este trabajo fueron el Gait Trainer y el Lokomat. El primero de ellos se aplicó en los estudios realizados por Hesse S et al¹³, Morone G et al¹⁶, Tefertiller C et al¹¹ y Conesa L et al¹⁷, mientras que el Lokomat se empleó por Tefertiller C et al¹¹, Brincks J et al¹⁸, Taveggia G et al¹⁵ y Dundar U et al¹⁹.

En la revisión sistemática de Tefertiller et al¹¹, además de los dos robots mencionados en el párrafo anterior, también se estudió la aplicación en la reeducación de la marcha del robot LokoHelp.

Otros dispositivos robóticos empleados fueron el Walkaround en el estudio de Dragin AS et al²⁰, el G-EO system en el estudio de Hesse et al²¹, y el Walkabot en el estudio realizado por Kin SY et al²². Existen cuatro estudios^{9,14,23,24} en los que no constaba el robot utilizado.

4.4. Según las características de los programas de intervención

Existen varios estudios donde no se reflejaba la intervención realizada^{9,14,23,24} o ésta era escasa, como fue el caso del meta-análisis de Hesse S et al¹³ donde sólo se indicó que se realizó un entrenamiento con el dispositivo Gait Trainer en los pacientes de los grupos experimentales.

En cuanto a la duración total de las intervenciones se ha encontrado que éstas oscilaban entre las 4^{20,21,22} y las 12 semanas¹⁶, llevándose a cabo en 5 semanas en el estudio de Taveggia G et al¹⁵, entre 4-6 semanas en el de Tefertiller C et al¹¹, en 6 semanas en los de Brincks J et al¹⁸ y Dundar U et al¹⁹, y en 8 semanas en el de Conesa L et al¹⁷. La mayor parte de los estudios coincidían en realizar el tratamiento 5 días a la semana^{15,16,17,19,20,21,22}, a excepción del estudio de Tefertiller C et al¹¹ que indicaba una frecuencia de entre 3-5 días a la semana y el de Brincks J et al¹⁸, en el que no constaba la frecuencia de las sesiones.

La duración de cada sesión varió enormemente de un estudio a otro. En algún caso ésta no se indicaba¹⁶ aunque sí refería que se realizaban 2 sesiones al día, en otros^{11,20} aparecían reflejados 30 minutos de tratamiento con terapia robótica al día a pesar de que la duración total de la sesión contando con el tiempo de fisioterapia convencional no constaba.

En otros casos se encontró una duración total de 30 minutos al día¹⁸ donde las tres primeras semanas de intervención se dedicaban al entrenamiento con dispositivos robóticos y las tres últimas a fisioterapia convencional, 60 minutos^{19,21}, 90 minutos¹⁵ donde se empleaba 1 hora para la terapia robótica y media para la fisioterapia convencional, y 80 minutos²². Por último, en el estudio de Conesa L et al¹⁷, aplicaron un programa intensivo donde se realizaban 5 horas al día de tratamiento, empleando durante las cuatro primeras semanas del estudio entre 20-40 minutos a la terapia robótica.

Todos los estudios tenían en común que en el programa de rehabilitación no se empleaba únicamente la terapia robótica, sino que ésta se combinaba con sesiones de fisioterapia convencional. Los estudios indicaron que el tiempo dedicado a la terapia robótica fue de entre 20-40 minutos/sesión. Tan sólo el estudio de Dundar U et al¹⁹ refirió sesiones de 60 minutos con esta modalidad de tratamiento.

La mayor parte de los estudios compararon el tratamiento de un grupo experimental con un grupo control, a excepción de los estudios de Brincks et al¹⁸ y Conesa L et al¹⁷ en los que tan sólo existía un grupo de pacientes a los que se les aplicaba un programa de tratamiento con dispositivos robóticos durante las 3 y 4 primeras semanas de tratamiento respectivamente, y una intervención mediante fisioterapia convencional en el segundo período de tratamiento con una duración igual al período anterior.

4.5. Según los parámetros de la marcha, test y escalas

En cuanto a los parámetros espaciales de la marcha, tan sólo se estudiaron la longitud de paso mediante el test de 10 metros marcha (10 MWT) en el estudio realizado por Conesa L et al¹⁷. Los parámetros temporales de la marcha no fueron estudiados en ninguno de los artículos incluidos en el trabajo.

De los parámetros espacio-temporales de la marcha que se pretendían evaluar, el más estudiado fue la velocidad de la marcha^{11,14,15,17,18,20,21,24}, la cual se midió en algunos casos mediante el test de 6 minutos marcha (6 MWT)^{20,24} y de 10 MWT^{15,17,18,21}, y en el caso de los estudios de Sheffler LR et al¹⁴ y Tefertiller C et al¹¹ no se utilizó ninguna prueba específica para su evaluación.

También se utilizó la prueba de 2 minutos marcha (2 MWT) en el artículo de Tefertiller C et al¹¹, aunque las más utilizadas para la velocidad y la resistencia durante la marcha fueron la 6 MWT^{11,15,20,24} y la 10 MWT^{15,17,18,21}. La cadencia de paso se analizó mediante la prueba de 10 MWT en el estudio llevado a cabo por Conesa L et al¹⁷.

En cuanto a los test y escalas de valoración utilizadas existía una gran variedad, si bien es cierto que una de las más utilizadas fue la escala de evaluación de la capacidad de la marcha (FAC)^{11,13,16,17,19,21,22}. El estudio de Sheffler LR et al¹⁴ incluía la capacidad para la marcha como variable de estudio, aunque no refería cómo la evaluaba. Había dos estudios^{9,23} donde no se reflejaba el estudio de este tipos de variables.

Otras escalas utilizadas fueron el índice de Barthel^{16,20,22} (utilizando la versión coreana modificada en el estudio de Kin SY et al²²), la escala de Fugl-Meyer²⁰, la escala de Berg^{19,20,22}, el índice de movilidad de Rivermead (RMI)^{16,21}, índice de motricidad del miembro inferior²¹, la escala de independencia funcional (FIM)^{15,18,19}, la escala de Tinetti^{15,17}, el cuestionario SF-36^{15,19}, la escala de Ashworth modificada²², la escala de resistencia al movimiento pasivo (REPAS)²¹, el cuestionario EuroQol-5D²², la escala de evaluación motora (MAS)¹⁹, la escala de recuperación de Brunnstrom (BRS)¹⁹ y el mini-mental test (MMSE)¹⁹. Hesse S et al²¹ aplicó una escala de resistencia al movimiento pasivo de las extremidades inferiores para evaluar el tono muscular, aunque no reflejó el nombre de esta escala.

4.6. Según los resultados de la aplicación del programa

El principal resultado encontrado en todos los artículos estudiados fue la eficacia de la terapia robótica en la mejora de la capacidad de la marcha cuando dicha terapia se combina con otros métodos o técnicas de tratamiento. Sólo seis estudios^{13,15,16,18,20,22} proporcionaron resultados estadísticamente significativos.

Se encontraron ocho artículos^{15,16,17,18,19,20,21,22} que incluían las variables clínicas y sociodemográficas de los pacientes estudiados. En cuatro de ellos^{17,19,20,22}, no se encontraron diferencias significativas con respecto a dichas características, mientras que en otros tres^{15,18,21} no se analizaron los resultados con respecto a estas variables. Sin embargo, Morone G et al¹⁶ encontraron una diferencia significativa con respecto a la capacidad motriz que presentaban los participantes al inicio del estudio; aquellos individuos que presentaban una baja motricidad obtenían mejores resultados que los que tenían una alta capacidad motriz, y esto ocurría tanto en el grupo experimental como en el grupo control.

Las variables afectadas por la terapia robótica han sido: la capacidad para caminar^{11,13,14,16,17,22}, la velocidad y resistencia durante la marcha^{14,15,17,18,20,21,22,24}, y el equilibrio^{17,20,22}. Dundar U et al¹⁹ que también contemplaron en su estudio la evaluación de la capacidad para la marcha y el equilibrio, no observaron diferencias significativas en ambas variables tanto para el grupo de casos como el grupo de controles estudiados. Por otra

parte, Wutzke CJ et al²⁴ concluyeron que la mejoría en la velocidad y la resistencia durante la marcha se debía a la información sensitiva proporcionada por los dispositivos robóticos.

Los robots más utilizados en los estudios incluidos fueron el Gait Trainer y el Lokomat, y no se ha obtenido información acerca de los criterios de elección para cada dispositivo. La revisión de Belda-Lois JM et al⁹ concluía no estar estudiado aún el dispositivo robótico que se debe usar en función de las características de cada paciente y de la fase de recuperación en la que éste se encuentre.

En la tabla 4 se recogen los datos extraídos sobre las variables correspondientes a los resultados encontrados en cada uno de los artículos analizados.

Tabla 4. Descripción de los procedimientos de los estudios.

Referencia bibliográfica	Herramientas utilizadas	Características de los programas de intervención	Test/escalas y parám. marcha	Resultados de la aplicación el programa
Belda-Lois JM et al. ⁹	No consta	No consta	No consta	La terapia robótica en combinación con otras terapias para reeducar la marcha tiene mejores resultados. Aunque se cree que la terapia robótica mejora la marcha, no se ha estudiado aún qué dispositivo se debe utilizar en función de cada paciente y de la fase de recuperación en la que se encuentre.
Teffertiller C et al. ¹¹	Gait Trainer Lokomat LokoHelp	Duración total: 4-6 sem. Frecuencia: 3-5 días/sem. Duración sesión: 20-30 min/día. Tratamiento: no consta.	Test/escalas: - FAC. - 2MWT/6MWT. Parámetros E-T: - Velocidad.	El uso de dispositivos robóticos en combinación con la terapia física para el reentrenamiento de la marcha mejora esta capacidad. Sin embargo, existen desacuerdos entre los estudios con respecto a la mejoría en cada una de las variables estudiadas.
Hesse S et al. ¹³	Gait Trainer	Tratamiento: - Grupos experimentales entrenamiento con Gait Trainer.	Test/escalas: - FAC.	Entrenamiento con Gait Trainer en pacientes con ACV logró resultados estadísticamente significativos de marcha independiente en relación con fisioterapia convencional.
Sheffler LR et al. ¹⁴	No consta	No consta	Test/escalas: - Capacidad para caminar. Parámetros E-T: - Velocidad.	La terapia robótica produce efectos beneficiosos en la velocidad de marcha y la capacidad para caminar, aunque no se ha podido demostrar que sea más eficaz que otros tipos de entrenamiento para la marcha.

<p>Taveggia G et al.¹⁵</p>	<p>Lokomat</p>	<p>Duración total: 5 semanas. Frecuencia sesiones: 5 días/sem. Duración sesión y tratamiento: <u>G1:</u> - 60 min ft convencional según enfoque Bobath. - 30 min Lokomat. <u>G2:</u> - 60 min ft convencional según enfoque Bobath. - 30 min actividades dirigidas a la mejora de la marcha.</p>	<p>Test/escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10MWT. - 6MWT. - FIM. - SF-36. - Tinetti. <p>Parámetros E-T:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velocidad. 	<p><u>10MWT:</u> mejoría significativamente mayor en la velocidad en el G1 durante la intervención y en el seguimiento. <u>6MWT:</u> G2 mejoró significativamente la resistencia en comparación con G1. <u>Tinetti:</u> ambos grupos mejoraron significativamente en el equilibrio. <u>FIM:</u> mejora significativamente el G1 con respecto al G2 durante el tratamiento y en el seguimiento.</p>
<p>Morone G et al.¹⁶</p>	<p>Gait trainer</p>	<p>Duración total: 12 semanas. Frecuencia sesiones: 5 días/sem (2 sesiones/día). Duración sesión y tratamiento: <u>G1:</u> 20 sesiones con Gait Trainer durante las 4 primeras semanas + ft convencional. <u>G2:</u> Ft convencional para trabajar la marcha.</p>	<p>Test/escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FAC. - Índice Barthel. - RMI. 	<p>No se observan diferencias significativas entre ambos grupos con alta motricidad. En ambos grupos con baja motricidad, se observan diferencias significativas. En el G1b se observa una mayor mejora que el G2b en todas las escalas que se pasaron.</p>

<p>Conesa L et al.¹⁷</p>	<p>Gait Trainer</p>	<p>Duración total: 8 semanas (2 bloques contiguos de 4 semanas). Frecuencia sesiones: 5 días/sem. Duración sesión: 5 horas/día. Tratamiento: <u>Primeras 4 semanas:</u> - Entrenamiento de la marcha con Gait Trainer. - Entre 20-40 min. <u>Últimas 4 semanas:</u> - Entrenamiento de la marcha con ft convencional.</p>	<p>Test/escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FAC. - Tinetti. - 10MWT. <p>Parámetros E-T:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velocidad. - Cadencia. <p>Parámetros E:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Longitud de paso. 	<p>FAC, Tinetti y 10 MWT mejoraron más durante el período de entrenamiento robótico. No se encontraron diferencias significativas con respecto a las variables clínicas y demográficas. No se puede determinar que esa mejoría sea por la terapia robótica.</p>
<p>Brincks J et al.¹⁸</p>	<p>Lokomat</p>	<p>Duración total: 6 semanas. Frecuencia sesiones: no consta. Duración sesión y tratamiento: <u>3 primeras semanas:</u> - 30 min/sesión de Lokomat. <u>3 últimas semanas:</u> - 30 min/sesión de ft convencional.</p>	<p>Test/escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FIM. - 10MWT. <p>Parámetros E-T:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velocidad. 	<p>La velocidad de la marcha se incrementó significativamente desde el inicio del estudio hasta las 6 semanas de seguimiento.</p>

<p>Dundar U et al.¹⁹</p>	<p>Lokomat</p>	<p>Duración total: ≥ 6 sem. Frecuencia sesiones y tratamiento: G1: - 2 días/sem Lokomat. - 3 días/sem ft convencional. G2: - 5 días/sem ft convencional. Duración sesión: 60 min/día.</p>	<p>Test/escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - MAS. - BRS. - FIM. - FAC. - Escala de Berg. - MMSE. - SF-36. 	<p>No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las características demográficas. Los valores de FIM, MMSE y SF-36 fueron mejores en el grupo de rehabilitación robótica. Berg no mostró diferencia significativa entre ambos grupos, aunque se apreció una mayor mejoría en G1. BRS significativamente mejor en G1 que G2. MAS y FAC no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos.</p>
<p>Dragin AS et al.²⁰</p>	<p>Walkaround</p>	<p>Duración total: 4 sem. Frecuencia sesiones: 5 días/sem. Duración sesión y tratamiento: G1: - 30 min/día marcha asistida con Walkaround. - Ft convencional (no consta duración sesión). G2: - 30 min/día caminar a un ritmo normal. - Ft convencional (no consta duración sesión).</p>	<p>Test/escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Índice Barthel. - Escala de Fugl-Meyer. - Escala de Berg. - 6MWT. <p>Parámetros E-T:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velocidad. 	<p>No diferencias significativas en características demográficas entre G1 y G2. Diferencias significativas en la velocidad de la marcha a las 4 semanas y después de 6 meses en el G1, y en la escala de Berg para ambos grupos después de 6 meses.</p>

<p>Hesse S et al.²¹</p>	<p>G-EO system</p>	<p>Duración total: 4 semanas. Frecuencia sesiones: 5 días/sem. Duración sesión: 60 min/día. Tratamiento: G1: - Primeros 30 min G-EO system: 5-15 min en suelo móvil, 5-10 min subir y bajar escaleras. - Siguiendo 30 min: ft convencional mediante maniobras de inhibición de tono y tareas repetitivas para la mejora de la marcha y subir y bajar escaleras. G2: restauración y mejora de la marcha, subir escaleras mediante enfoque específico de tareas repetitivas junto con maniobras de inhibición de tono.</p>	<p>Test/escalas: - FAC. - RMI. - 10MWT. - Índice de motricidad del miembro inferior. - REPAS en extremidades inferiores. Parámetros E-T: - Velocidad.</p>	<p>Durante la intervención, los pacientes del G1 mejoraron en mayor medida que los del G2 la puntuación en FAC, RMI, prueba 10 MWT e índice de motricidad del miembro inferior, mientras que en el tono muscular no se apreciaron cambios. Durante el seguimiento, la mejoría se mantiene en cuanto al FAC y el índice de motricidad del miembro inferior en el grupo experimental, mientras que la prueba 10 MWT y RMI no variaron.</p>
---	--------------------	---	--	--

Kin SY et al. ²²	Walkbot	<p>Duración total: 4 semanas. Frecuencia sesiones: 5 días/sem. Duración sesión y tratamiento:</p> <p>G1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 40 min/día Walkbot. - 40 min/día ft convencional. <p>G2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ft convencional 40 min, 2 veces/día. 	<p>Test/escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FAC. - Escala de Berg. - Versión coreana del índice de Barthel modificado. - Escala de Ashworth modificada. - EuroQol-5D. 	<p>No diferencias con respecto a las variables clínicas y demográficas.</p> <p>No diferencias significativas en EQ-5D y MAS.</p> <p>Se demostró que el G1 obtuvo mejoras significativas en el equilibrio, la marcha y la independencia en AVD. El entrenamiento de la marcha asistida por robot es más eficaz en la mejora del equilibrio, la marcha y las funciones motoras cuando se combina con ft convencional.</p>
Sale P et al. ²³	No consta	No consta	No consta	La terapia robótica en combinación con otras terapias como la fisioterapia convencional producen mejoras en la marcha de pacientes con ACV, sin embargo, no está clara la eficacia de la terapia robótica por sí sola.
Wutzke CJ et al. ²⁴	No consta	No consta	<p>Test/escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6MWT. <p>Parámetros E-T:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Velocidad. 	Si bien los dispositivos robóticos mejoran la velocidad y resistencia en la marcha durante la utilización del dispositivo robótico debido a la mejora en la información sensitiva, no está demostrado que esto suceda una vez quitado el dispositivo.

Sem: semanas; **Min:** minutos; **FAC:** escala de evaluación de la capacidad de la marcha; **2MWT:** test 2 minutos marcha; **6MWT:** test 6 minutos marcha; **E-T:** espacio-temporales; **Ft:** fisioterapia; **10MWT:** test 10 metros marcha; **FIM:** escala de independencia funcional; **SF-36:** cuestionario de salud SF-36; **RMI:** índice de movilidad de Rivermead; **MAS:** escala de evaluación motora; **BRS:** escala de recuperación de Brunnstrom; **MMSE:** mini-mental test; **REPAS:** escala de resistencia al movimiento pasivo; **EQ-5D:** euroqol-5 dimensiones.

5. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue investigar la evidencia científica disponible acerca de la aplicación de un programa de terapia robótica en la reeducación de la marcha en pacientes que han sufrido un ACV. Los resultados encontrados muestran su eficacia en la mejora de algunas variables, si bien éstos no se pueden atribuir a la intervención con terapia robótica como método único de tratamiento, sino en combinación con la fisioterapia convencional.

Más de la mitad de los estudios incluidos presentan un nivel de evidencia y grado de recomendación moderado o alto^{9,14,17,18,23,24}, sin embargo, los estudios restantes^{11,13,15,16,19,20,21,22} presentan un bajo nivel de evidencia científica. Por lo tanto, a pesar del reducido número de artículos encontrados, se puede decir que existe evidencia científica de calidad muy buena a excelente sobre el tema abordado.

Se considera que es durante la fase subaguda del ACV donde se producen los mecanismos de neuroplasticidad cerebral que permiten mejoras a medio y largo plazo⁶. Es por ello que adquiere gran importancia en esta fase un programa de tratamiento lo más efectivo posible para restaurar las funciones perdidas, como ocurre con la marcha. Un gran número de estudios excluidos en este trabajo, trataban sobre la eficacia de la terapia robótica en la reeducación de la marcha de pacientes con ACV en fase crónica. En dicha fase, ya se encuentran instauradas muchas de las compensaciones que puede presentar el paciente, lo que podría influir de forma negativa en las mejoras de esta intervención.

No obstante, todos los artículos analizados en este trabajo coinciden en la eficacia de la terapia robótica en la mejora de la capacidad de la marcha durante la fase subaguda del ACV, siempre y cuando ésta se combine con otros métodos y técnicas de tratamiento, principalmente con la fisioterapia convencional. El hecho de no haber estudios que consideren una intervención con terapia robótica como único método de tratamiento, hace que no se haya podido demostrar la eficacia de los dispositivos robóticos por sí solos en la mejora de la reeducación de la marcha.

Las principales mejoras que se encuentran en aquellos estudios que incluyen la terapia robótica como método de tratamiento son la velocidad de la marcha^{14,15,17,18,20,21,22,24}, la capacidad para la marcha^{11,13,14,16,17,22} y también el equilibrio^{17,20,22}, sin embargo, en la mayoría de los estudios analizados no se determinan las mejoras sobre cada uno de los

parámetros de la marcha. Si bien los parámetros espacio-temporales son los más estudiados (velocidad de la marcha^{11,14,15,17,18,20,21} y cadencia de paso¹⁷), los parámetros espaciales y temporales apenas se tienen en consideración para evaluar la efectividad de dicha terapia. Hay estudios como el de Conesa L et al¹⁷ donde se incluyen las variables de estudio longitud y cadencia de paso, pese a que finalmente no se mencionan los resultados obtenidos en las mismas. Sería de gran utilidad en futuros estudios poder investigar dichos parámetros con el fin de evaluar si el patrón de la marcha tras un programa de intervención con terapia robótica se asemeja a un patrón de marcha normal.

Uno de los datos curiosos que se obtienen tras el análisis de los resultados, es la mejora que producen los dispositivos robóticos en la simetría que se produce en el lado pléjico. El ACV va a provocar una asimetría entre ambos hemisferios que va a influir en gran medida en la no adquisición de un patrón normal de marcha. Con los dispositivos robóticos se considera que esa asimetría se reduce, lo que aporta una mejor información sensitiva al miembro pléjico que se transforma en mejoras a nivel motor²⁴. Esto parece no producirse cuando el reentrenamiento de la marcha se realiza con otros métodos de tratamiento, lo que puede ser considerado como uno de los factores que genere esa eficacia en la terapia robótica.

Un estudio¹⁶ indica los mejores beneficios de la terapia robótica en pacientes con mayor afectación motora que aquellos que presentan un mejor nivel motor al inicio del estudio. Esta mejora se produce en mayor medida en aquellos individuos sobre los que se interviene con terapia robótica, aunque la mejora también se observa en aquellos individuos que no reciben este tratamiento. Esto podría ser explicado porque las personas con mejor nivel motor van a tener unas características de la marcha más similares a lo que se considera normal, por lo que los cambios obtenidos van a ser menores que en aquellas personas con mayor afectación, donde los cambios van a ser percibidos como grandes mejoras y resultados positivos por parte de esa intervención.

Hesse S et al²¹ tienen en cuenta, a diferencia del resto de estudios, la capacidad que adquiere el paciente al final del estudio para subir y bajar escaleras de forma independiente. Aunque este es un parámetro que se incluye dentro de la escala FAC tenida en cuenta en diversos estudios^{11,13,16,17,19,21,22}, estos autores hacen una mención específica indicando la mejora en esta capacidad en el grupo experimental de sujetos estudiados.

Con respecto a las escalas y test de medida utilizados en los estudios, se observa que no existe un consenso para utilizar una prueba específica para evaluar cada variable

estudiada, encontrándose en muchos casos diferentes escalas para evaluar una misma variable. Asimismo, tampoco se observa una homogeneidad para medir un número determinado de variables. Todo esto hace que no se pueda dar respuesta a la efectividad de la terapia robótica, pues se hace difícil la comparación de los resultados de los diferentes estudios.

Las características clínicas y sociodemográficas de los participantes en los estudios tan sólo se tienen en cuenta al inicio de los mismos. Si bien es cierto que algunos autores refieren no haber encontrado diferencias significativas entre las características de los participantes^{17,19,20,22}, no aparecen reflejadas las características a las que hacen referencia. Sería interesante investigar si se obtienen mayores mejoras en función de si la hemiplejía es izquierda o derecha, si el ACV es isquémico o hemorrágico, o si, por ejemplo, la edad o el sexo de la persona influyen en el proceso de reeducación de la marcha.

Las características del programa de tratamiento más adecuado tampoco quedan claras tras el análisis de los resultados del estudio. Existe variabilidad entre las duraciones de los programas de tratamiento empleados en los diferentes estudios, así como de la duración de las sesiones y su frecuencia, sin embargo, todos los estudios concluyen con que se obtienen mejores resultados cuando se incluye la terapia robótica en la intervención. En función de los resultados obtenidos, se podría decir que son efectivos aquellos programas de al menos 4 semanas de duración con 5 sesiones semanales de 30 minutos de tratamiento con dispositivos robóticos. No obstante, se requieren más estudios que demuestren esta información.

En relación con el programa de tratamiento empleado en los estudios, cabe mencionar la variabilidad existente en los métodos y técnicas de fisioterapia convencional utilizadas, ya que no son las mismas en todos los estudios y, en ocasiones ni siquiera es la misma en el grupo experimental y en el grupo control, lo que puede afectar a los resultados obtenidos y dificulta en gran medida la comparación de los resultados de los estudios.

Los robots más utilizados en los estudios han sido el Gait Trainer^{11,13,16,17} y el Lokomat^{11,15,18,19}, pero también existe evidencia de la utilización del LokoHelp¹¹, el Walkaround²⁰, el G-EO system²¹ y el Walkabot²². Sin embargo, no se ha encontrado el por qué de la utilización de ese tipo de robot y no de otro. La elección del tipo de robot podría estar influenciada por las características de cada paciente o por los parámetros de la marcha que permite mejorar el dispositivo robótico. Sin embargo, este es un tema que no se aborda en los artículos seleccionados para este trabajo.

Como limitaciones del presente estudio consideramos que la selección de los artículos para la elaboración de este trabajo ha podido generar un sesgo en el estudio, ya que se ha restringido la búsqueda por el idioma pudiendo haber excluido artículos de importancia. Asimismo, también se han eliminado los estudios piloto, los cuales podrían haber revelado datos interesantes acerca de la temática investigada. Dichos aspectos serán tenidos en cuenta en estudios futuros.

6. CONCLUSIONES

La terapia robótica en la reeducación de la marcha en personas que han sufrido un ACV está siendo aplicada para la mejora de diversos aspectos de la misma como son la capacidad para caminar, la velocidad y resistencia durante la marcha, y el equilibrio. Sin embargo, aunque se ha demostrado su eficacia en diversos estudios, éstos no consideran la terapia robótica como método único de tratamiento sino en combinación con un programa de fisioterapia convencional. Esto hace que las mejoras obtenidas no se puedan atribuir de forma exclusiva a dicha terapia.

Aunque la mayor parte de la evidencia científica disponible es de buena calidad, son necesarios más ensayos clínicos con un adecuado diseño que permitan mejorar la aplicación de la terapia robótica en la reeducación de la marcha.

Es necesario realizar estudios que analicen más específicamente las características sociodemográficas y clínicas de los participantes, de manera que se puedan analizar los datos y determinar cuáles son las características más adecuadas para participar en un determinado programa de terapia robótica. Asimismo, sería interesante estudiar la eficacia que proporcionan los diferentes dispositivos robóticos para seleccionar el más adecuado en cada caso.

En este trabajo se consideran aquellos estudios que incluyen la terapia robótica durante la fase subaguda de la patología estudiada, de manera que las mejoras obtenidas se consiguen durante los primeros estadios del proceso rehabilitador, evitando así la aparición de complicaciones secundarias que lleven a un retraso durante el mismo. No obstante, se requieren realizar más estudios que indiquen las características idóneas para que la aplicación del programa de tratamiento resulte efectiva.

Dada la diversidad de tests y escalas utilizados, así como la variabilidad en los parámetros de la marcha utilizados para evaluar la eficacia que genera la terapia robótica, la comparación de los resultados obtenidos en los mismos ha sido dificultada.

Por lo tanto, son necesarios más estudios en los que se evalúen los aspectos comentados anteriormente de manera que se determinen los aspectos que se deben considerar en la aplicación de un programa de terapia robótica así como los efectos que ésta produce por sí sola. Asimismo sería importante unificar los criterios de evaluación de forma que se pueda realizar una adecuada comparativa entre los diversos estudios.

7. BIBLIOGRAFÍA

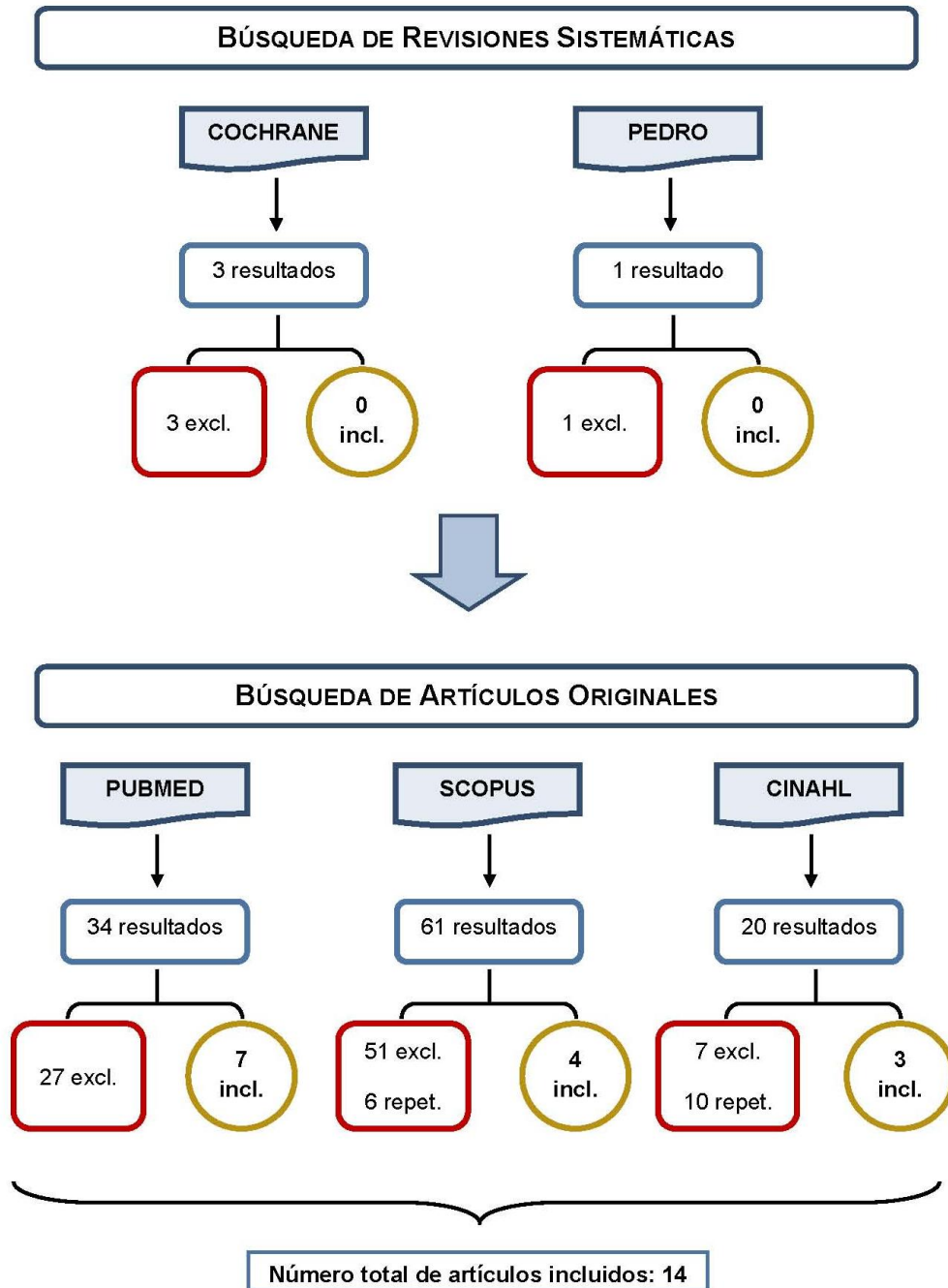
- 1) Baer G, Durward B. Ictus. En: Stokes M. Fisioterapia en la rehabilitación neurológica. 2ª ed. Madrid: Elsevier; 2006. 81-109.
- 2) Brea A, Laclaustra M, Martorell E, Pedragosa A. Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en España. Clin Invest Arterioscl. 2013; 25(5):211-7.
- 3) Geroin C, Mazzoleni S, Smania N, Gandolfi M, Bonaiuti D, Gasperini G et al. Systematic review of outcome measures of walking training using electromechanical and robotic devices in patients with stroke. J Rehabil Med. 2013; 45(10):987-96.
- 4) Arana-Echevarría Morales JL, González Ortega MP, López-Alcorocho Ruiz-Peinado F, Urraca Gesto A. Ictus. Guía de práctica clínica. Madrid: Dykinson; 2004.
- 5) Comité ad hoc del Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares. Guía para el diagnóstico y tratamiento del ictus. Barcelona: Prous Science; 2006.
- 6) Arias Cuadrado A. Rehabilitación del ACV: evaluación, pronóstico y tratamiento. Galicia Clin. 2009; 70(3):25-40.
- 7) Fernández Pardal MM, Bonardo P. Enfermedad cerebrovascular isquémica. En: Micheli F, Fernández Pardal M. Neurología. 2ª ed. Madrid: Panamericana; 2010. 39-67.
- 8) Bori I, Martínez MC. Conceptos fundamentales de la rehabilitación en el ictus: ¿dónde, cómo, quién, cuándo y cuánta? En: Montaner J. Neuroreparación y rehabilitación tras el ictus. Barcelona: ICG Marge; 2010. 31-44.
- 9) Belda-Lois JM, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. J Neuroeng Rehabil. 2011; 8.
- 10) Conesa L, Costa Ú, Morales E, Edwards DJ, Cortes M, León D et al. An observational report of intensive robotic and manual gait training in sub-acute stroke. J Neuroeng Rehabil. 2012; 9.
- 11) Tefertiller C, Pharo B, Evans N, Winchester P. Efficacy of rehabilitation robotics for walking training in neurological disorders: a review. J Rehabil Res Dev. 2011; 48(4):387-416.
- 12) Pennycott A, Wyss D, Vallery H, Klamroth-Marganska V, Riener R. Towards more effective robotic gait training for stroke rehabilitation: a review. J Neuroeng Rehabil. 2012; 9.
- 13) Hesse S, Schattat N, Mehrholz J, Werner C. Evidence of end-effector based gait machines in gait rehabilitation after CNS lesion. NeuroRehabilitation. 2013; 33(1):77-84.

- 14) Sheffler LR, Chae J. Technological advances in interventions to enhance poststroke gait. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2013; 24(2):305-23.
- 15) Taveggia G, Borboni A, Mulé C, Villafañe JH, Negrini S. Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial. *Int J Rehabil Res*. 2016; 39(1):29-35.
- 16) Morone G, Iosa M, Bragoni M, De Angelis D, Venturiero V, Coiro P et al. Who may have durable benefit from robotic gait training?: a 2-year follow-up randomized controlled trial in patients with subacute stroke. *Stroke*. 2012. 43(4):1140-2.
- 17) Conesa L, Costa Ú, Morales E, Edwards DJ, Cortes M, Leán D et al. An observational report of intensive robotic and manual gait training in sub-acute stroke. *J Neuroeng Rehabil*. 2012; 9(1).
- 18) Brincks J, Nielsen JF. Increased power generation in impaired lower extremities correlated with changes in walking speeds in sub-acute stroke patients. *Clin Biomech*. 2012; 27(2):138-44.
- 19) Dundar U, Toktas H, Solak O, Ulasli A, Eroglu S. A comparative study of conventional physiotherapy versus robotic training combined with physiotherapy in patients with stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2014; 21(6):453-61.
- 20) Dragin AS, Konstantinovic LM, Veg A, Schwirtlich LB. Gait training of poststroke patients assisted by the Walkaround (body postural support). *Int J Rehabil Res*. 2014; 37(1):22-8.
- 21) Hesse S, Tomelleri C, Bardeleben A, Werner C, Waldner A. Robot-assisted practice of gait and stair climbing in nonambulatory stroke patients. *J Rehabil Res Dev*. 2012; 49(4):613-22.
- 22) Kin SY, Yang L, Park IJ, Kim EJ, Park MS, You SH et al. Effects of innovative walkbot robotic-assisted locomotor training on balance and gait recovery in hemiparetic stroke: a prospective, randomized, experimenter blinded case control study with a four-week follow-up. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2015; 23(4):636-42.
- 23) Sale P, Franceschini M, Waldner A, Hesse S. Use of the robot assisted gait therapy in rehabilitation of patients with stroke and spinal cord injury. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2012; 48(1):111-21.
- 24) Wutzke CJ, Mercer VS, Lewek MD. Influence of lower extremity sensory function on locomotor adaptation following stroke: a review. *Top Stroke Rehabil*. 2013; 20(3):233-40.

ANEXOS

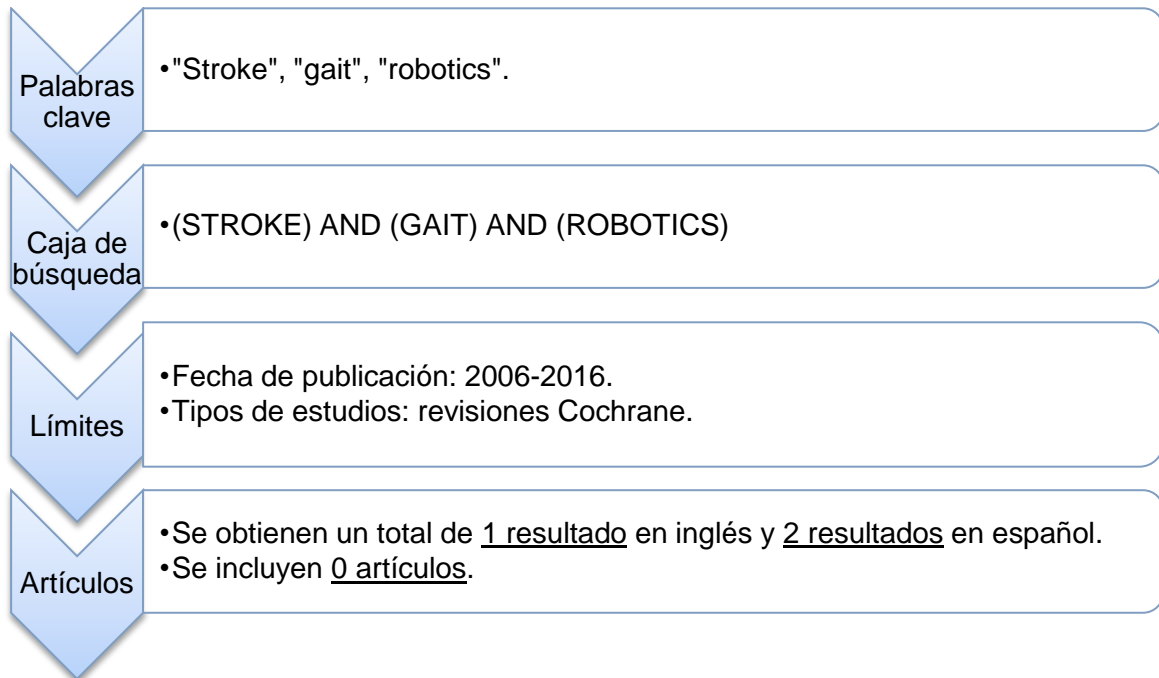
ANEXO I. Estrategia de búsqueda en las bases de datos.

1. Resultados de la búsqueda bibliográfica

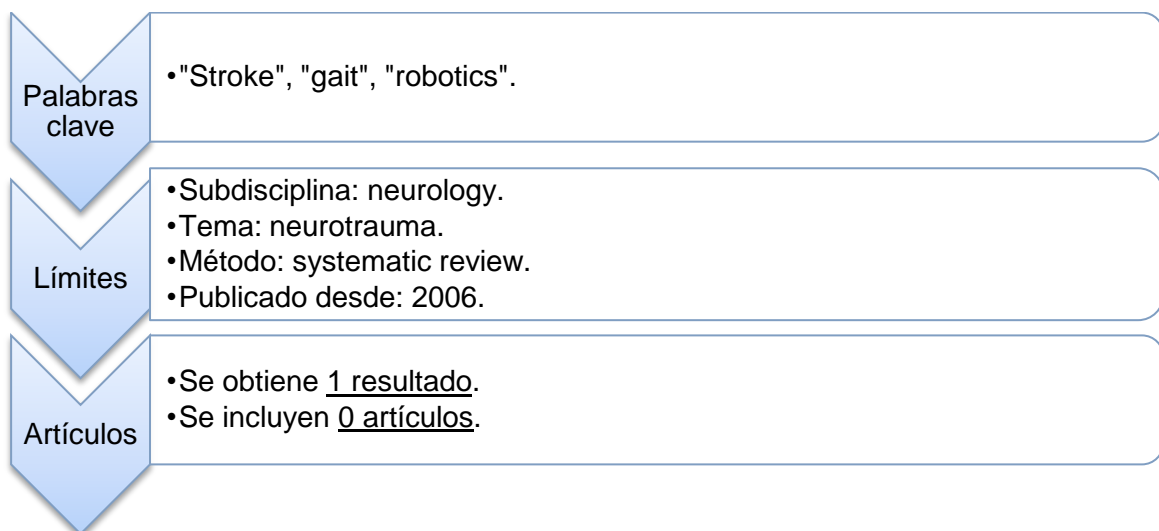


2. Estrategia de búsqueda en cada base de datos

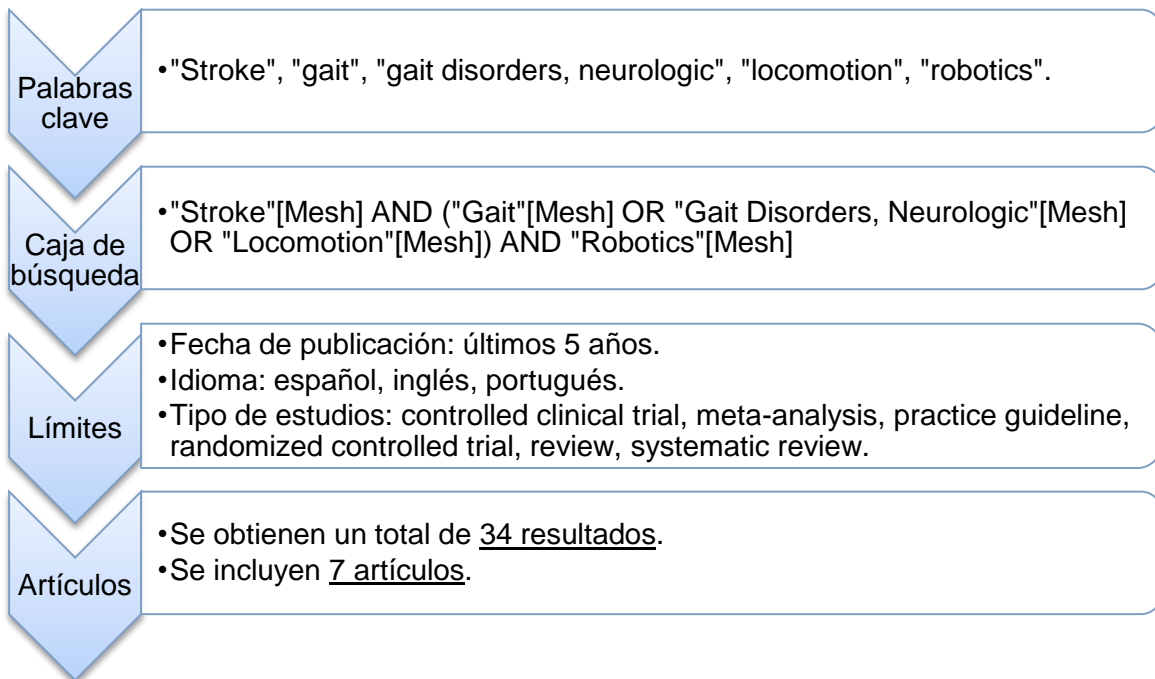
COCHRANE



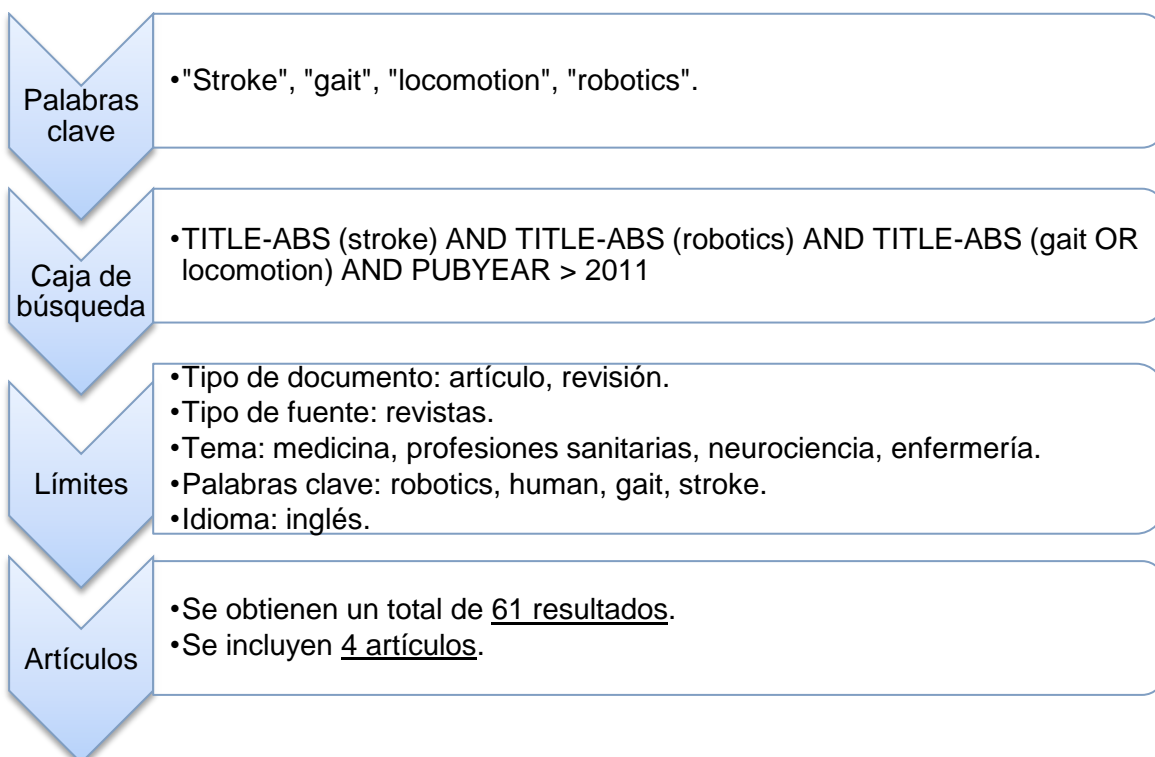
PEDRO



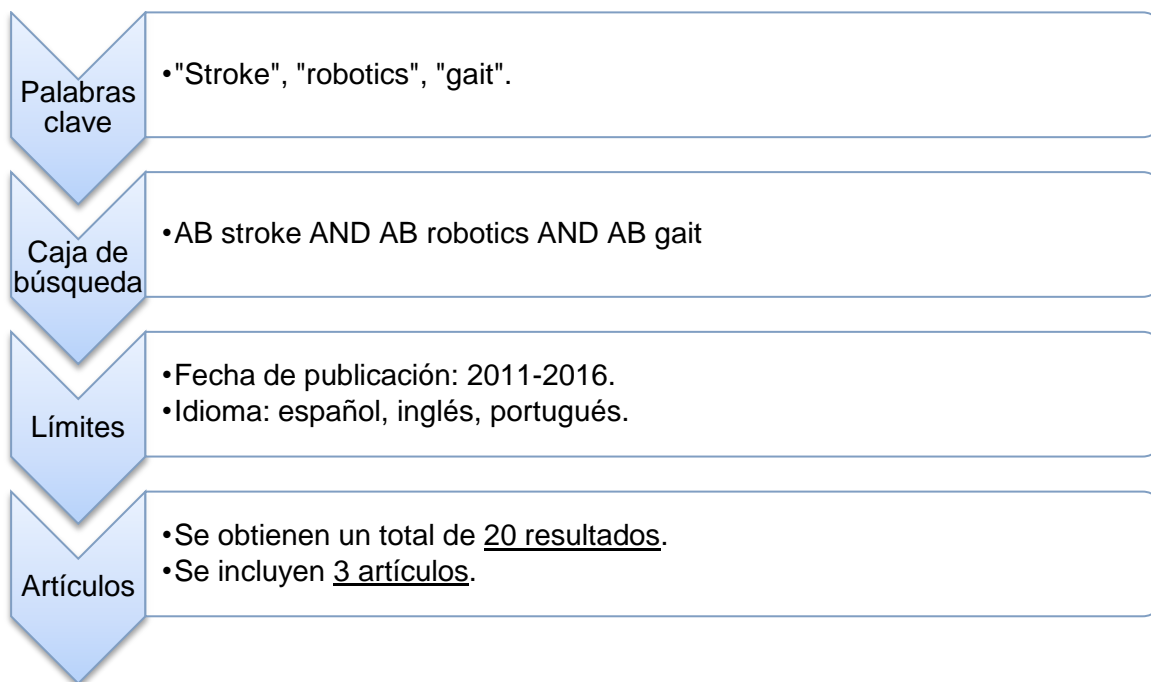
PUBMED



SCOPUS



CINAHL



3. Selección de artículos

Tabla 5. Selección de revisiones sistemáticas.

Referencia bibliográfica	Aceptación	Motivo de la exclusión
1. French B, Thomas LH, Leathley MJ, Sutton CJ, McAdam J, Forster A, Langhorne P, Price CIM, Walker A, Watkins CL, Connell L, Coupe J, McMahon N. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews 2007, Issue 4. Art. No.: CD006073. DOI: 10.1002/14651858.CD006073.pub2.	No	Estudia si la práctica repetida de tareas similares a las que se suelen utilizar en la vida diaria puede mejorar las capacidades funcionales del individuo.
2. Mehrholz J, Kugler J, Pohl M. Locomotion training for walking after spinal cord injury. Cochrane Database of Systematic Reviews 2012, Issue 11. Art. No.: CD006676. DOI: 10.1002/14651858.CD006676.pub3.	No	Evalúan los efectos del entrenamiento locomotor tras una lesión medular.

3. Tefertiller C, Pharo B, Evans N, Winchester P. Efficacy of rehabilitation robotics for walking training in neurological disorders: a review. J Rehabil Res Dev 201; 48(4):387-416.	No	Realiza un estudio de la eficacia de la terapia robótica en diversas patologías neurológicas.
---	----	---

Tabla 6. Selección de artículos originales.

Referencia bibliográfica	Aceptación	Motivo de exclusión
1. Buesing C, Fisch G, O'Donnell M, Shahidi I, Thomas L, Mummidisetty CK et al. Effects of a wearable exoskeleton stride management assist system (SMA) on spatiotemporal gait characteristics in individuals after stroke: a randomized controlled trial. J Neuroeng Rehabil. 2015; 12: 69.	No	La intervención se realiza en pacientes con AVC en fase crónica.
2. Stoller O, de Bruin ED, Schindelholz M, Schuster-Amft C, de Bie RA, Hunt KJ. Efficacy of feedback-controlled robotics-assisted treadmill exercise to improve cardiovascular fitness early after stroke: a randomized controlled pilot trial. J Neurol Phys Ther. 2015; 39(3):156-65.	No	Es un estudio piloto.
3. Ochi M, Wada F, Saeki S, Hachisuka K. Gait training in subacute non-ambulatory stroke patients using a full weight-bearing gait-assistance robot: a prospective, randomized, open, blinded-endpoint trial. J Neurol Sci. 2015; 353(1-2):130-6.	No	El acceso al texto completo no está disponible.
4. Schwartz I, Meiner Z. Robotic-assisted gait training in neurological patients: who may benefit? Ann Biomed Eng. 2015; 43(5):1260-9.	No	El acceso al texto completo no está disponible.
5. Watanabe H, Tanaka N, Inuta T, Saitou H, Yanagi H. Locomotion improvement using a hybrid assistive limb in recovery phase stroke patients: a randomized controlled pilot study. Arch Phys Med Rehabil. 2014; 95(11):2006-12.	No	Es un estudio piloto.

6. Delussu AS, Morone G, Iosa M, Bragoni M, Paolucci S, Trallesi M. Concurrent validity of Physiological Cost Index in walking over ground and during robotic training in subacute stroke patients. <i>Biomed Res Int.</i> 2014; 2014:384896.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
7. Goodman RN, Rietschel JC, Roy A, Jung BC, Diaz J, Macko RF et al. Increased reward in ankle robotics training enhances motor control and cortical efficiency in stroke. <i>J Rehabil Res Dev.</i> 2014; 51(2):213-27.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
8. Stein J, Bishop L, Stein DJ, Wong CK. Gait training with a robotic leg brace after stroke: a randomized controlled pilot study. <i>Am J Phys Med Rehabil.</i> 2014; 93(11):987-94.	No	Es un estudio piloto en pacientes con ACV en fase crónica.
9. Swinnen E, Beckwée D, Meeusen R, Baeyens JP, Kerckhofs E. Does robot-assisted gait rehabilitation improve balance in stroke patients? A systematic review. <i>Top Stroke Rehabil.</i> 2014; 21(2):87-100.	No	En la intervención incluyen pacientes con ACV en fase crónica.
10. van Nunen MP, Gerrits KH, Konijnenbelt M, Janssen TW, de Haan A. Recovery of walking ability using a robotic device in subacute stroke patients: a randomized controlled study. <i>Disabil Rehabil Assist Technol.</i> 2015; 10(2):141-8.	No	El acceso al texto completo no está disponible.
11. Forrester LW, Roy A, Krywonis A, Kehs G, Krebs HI, Macko RF. Modular ankle robotics training in early subacute stroke: a randomized controlled pilot study. <i>Neurorehabil Neural Repair.</i> 2014; 28(7):678-87.	No	Es un estudio piloto.

12. Wu M, Landry JM, Kim J, Schmit BD, Yen SC, Macdonald J. Robotic resistance/assistance training improves locomotor function in individuals poststroke: a randomized controlled study. Arch Phys Med Rehabil. 2014; 95(5):799-806.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
13. Geroin C, Mazzoleni S, Smania N, Gandolfi M, Bonaiuti D, Gasperini G et al. Systematic review of outcome measures of walking training using electromechanical and robotic devices in patients with stroke. J Rehabil Med. 2013; 45(10):987-96.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
14. Bragoni M, Broccoli M, Iosa M, Morone G, De Angelis D, Venturiero V et al. Influence of psychologic features on rehabilitation outcomes in patients with subacute stroke trained with robotic-aided walking therapy. Am J Phys Med Rehabil. 2013; 92(10 suppl2):e16-25.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
15. Stoller O, de Bruin ED, Schuster-Amft C, Schindelholz M, de Bie RA, Hunt KJ. Cardiovascular rehabilitation soon after stroke using feedback-controlled robotics-assisted treadmill exercise: study protocol of a randomised controlled pilot trial. Trials. 2013; 14:304.	No	Es un estudio piloto.
16. Forrester LW, Roy A, Goodman RN, Rietschel J, Barton JE, Krebs HI et al. Clinical application of a modular ankle robot for stroke rehabilitation. NeuroRehabilitation. 2013; 33(1):85-97.	No	Se basa en información de estudios piloto en pacientes con ACV en fase crónica.
17. Hesse S, Schattat N, Mehrholz J, Werner C. Evidence of end-effector based gait machines in gait rehabilitation after CNS lesion. NeuroRehabilitation. 2013; 33(1):77-84.	Si	

18. Danzl MM, Chelette KC, Lee K, Lykins D, Sawaki L. Brain stimulation paired with novel locomotor training with robotic gait orthosis in chronic stroke: a feasibility study. <i>NeuroRehabilitation</i> . 2013; 33(1):67-76.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
19. Mehrolz J, Elsner B, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. <i>Cochrane database of systematic reviews</i> . 2013; 7.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en cualquiera de sus fases.
20. Dragin AS, Konstantinovic LM, Veg A, Schwirtlich LB. Gait training of poststroke patients assisted by the Walkaround (body postural support). <i>Int J Rehabil Res</i> . 2014; 37(1):22-8.	Si	
21. Sheffler LR, Chae J. Technological advances in interventions to enhance poststroke gait. <i>Phys Med Rehabil Clin N Am</i> . 2013; 24(2)_305-23.	Si	
22. Lo AC. Clinical designs of recent robot rehabilitation trials. <i>Am J Phys Med Rehabil</i> . 2012; 91(11 suppl 3):S204-16.	No	No habla sobre la temática de estudio.
23. Kelley CP, Childress J, Boake C, Noser EA. Over-ground and robotic-assisted locomotor training in adults with chronic stroke: a blinded randomized clinical trial.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
24. Pennycott A, Wyss D, Vallery H, Klamroth-Marganska V, Riener R. Towards more effective robotic gait training for stroke rehabilitation: a review. <i>J Neuroeng Rehabil</i> . 2012; 9:65.	No	No habla sobre la temática de estudio.
25. Hesse S, Tomelleri C, Bardeleben A, Werner C, Waldner A. Robot-assisted practice of gait and stair climbing in nonambulatory stroke patients. <i>J Rehabil Res Dev</i> . 2012; 49(4):613-22.	Si	

26. Sale P, Franceschini M, Waldner A, Hesse S. Use of the robot assisted gait therapy in rehabilitation of patients with stroke and spinal cord injury. Eur J Phys Rehabil Med. 2012; 48(1): 111-21.	Si	
27. Coenen P, van Werven G, van Nunen MP, van Dieën JH, Gerrits KH, Janssen TW. Robot-assisted walking vs overground walking in stroke patients: an evaluation of muscle activity. J Rehabil Med. 2012; 44(4):331-7.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
28. Morone G, Iosa M, Bragoni M, De Angelis D, Venturiero V, Coiro P et al. Who may have durable benefit from robotic gait training?: a 2-year follow-up randomized controlled trial in patients with subacute stroke. Stroke. 2012. 43(4):1140-2.	Si	
29. Belda-Lois JM, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. J Neuroeng Rehabil. 2011; 8:66.	Si	
30. Chang WH, Kim MS, Huh JP, Lee PK, Kim YH. Effects of robot-assisted gait training on cardiopulmonary fitness in subacute stroke patients: a randomized controlled study. Neurorehabil Neural Repair. 2012; 26(4):318-24.	No	No habla sobre la temática de estudio.
31. Fisher S, Lucas L, Thrasher TA. Robot-assisted gait training for patients with hemiparesis due to stroke. Top Stroke Rehabil. 2011. 18(3):269-76.	No	Es un estudio piloto.
32. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. Lancet. 2011; 377(9778):1693-702.	No	No habla sobre la temática del trabajo.

<p>33. Morone G, Bragoni M, Iosa M, De Angelis D, Venturiero V, Coiro P et al. Who may benefit from robotic-assisted gait training? A randomized clinical trial in patients with subacute stroke. <i>Neurorehabil Neural Repair</i>. 2011; 25(7):636-44.</p>	<p>No</p>	<p>El acceso al texto completo no está disponible.</p>
<p>34. Geroin C, Picelli A, Munari D, Waldner A, Tomelleri C, Smania N. Combined transcranial direct current stimulation and robot-assisted gait training in patients with chronic stroke: a preliminary comparison.</p>	<p>No</p>	<p>Es un estudio piloto en pacientes con ACV en fase crónica.</p>
<p>35. Taveggia G, Borboni A, Mulé C, Villafañe JH, Negrini S. Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial. <i>Int J Rehabil Res</i>. 2016; 39(1):29-35.</p>	<p>Sí</p>	
<p>36. Kazakidi A, Vavourakis V, Tsakiris DP, Ekaterinaris JA. A numerical investigation of flow around octopus-like arms: near-wake vortex patterns and force development. <i>Comput Methods Biomech Biomed Eng</i>. 2015; 18(12):1321-39.</p>	<p>No</p>	<p>No habla sobre la temática del trabajo.</p>
<p>37. Buesing C, Fisch G, O'Donnell M, Shahidi I, Thomas L, Mummidisetty CK et al. Effects of a wearable exoskeleton stride management assist system (SMA®) on spatiotemporal gait characteristics in individuals after stroke: a randomized controlled trial. <i>J Neuroeng Rehabil</i>. 2015; 12(1).</p>	<p>No</p>	<p>La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.</p>

<p>38. Kin SY, Yang L, Park IJ, Kim EJ, Park MS, You SH et al. Effects of innovative walkbot robotic-assisted locomotor training on balance and gait recovery in hemiparetic stroke: a prospective, randomized, experimenter blinded case control study with a four-week follow-up. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2015; 23(4):636-42.</p>	<p>Si</p>	
<p>39. Bortole M, Venkatakrishnan A, Zhu F, Moreno JC, Francisco GE, Pons JL et al. The H2 robotic exoskeleton for gait rehabilitation after stroke: early findings from a clinical study wearable robotics in clinical testing. J Neuroeng Rehabil. 2015;12(1).</p>	<p>No</p>	<p>Es un estudio piloto.</p>
<p>40. Kahn JC, Peretz DJ, Tangorra JL. Predicting propulsive forces using distributed sensors in a compliant, high DOF, robotic fin. Bioinspir Biomim. 2015; 10(3).</p>	<p>No</p>	<p>No habla sobre la temática del trabajo.</p>
<p>41. Sfakiotakis M, Kazakidi A, Tsakiris DP. Octopus-inspired multi-arm robotic swimming. Bioinspir Biomim. 2015; 10(3).</p>	<p>No</p>	<p>No habla sobre la temática del trabajo.</p>
<p>42. Schwartz I, Meiner Z. Robotic-assisted gait training in neurological patients: who may benefit? Ann Biomed Eng. 2015; 43(5):1260-9.</p>	<p>Si</p>	<p>El acceso al texto completo no está disponible. Repetido en Pubmed.</p>
<p>43. Picelli A, Chemello E, Castellazzi P, Roncari L, Waldner A, Saltuari L et al. Combined effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) and transcutaneous spinal direct current stimulation (tsDCS) on robot-assisted gait training in patients with chronic stroke: a pilot, double blind, randomized controlled trial. Restor Neurol Neuros. 2015; 33(3):357-68.</p>	<p>No</p>	<p>Es un estudio piloto en pacientes con ACV en fase crónica.</p>

44. Calabrò RS, De Cola MC, Leo A, Reitano S, Balletta T, Trombetta G et al. Robotic neurorehabilitation in patients with chronic stroke: psychological well-being beyond motor improvement. <i>Int J Rehabil Res.</i> 2015; 38(3):219-25.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
45. Chisari C, Bertolucci F, Monaco V, Venturi M, Simonella C, Micera S et al. Robot-assisted gait training improves motor performances and modifies Motor Unit firing in poststroke patients. <i>Eur J Phys Rehab Med.</i> 2015; 51(1):59-69.	No	Incluye pacientes con ACV en fase crónica.
46. Delussu AS, Morone G, Iosa M, Bragoni M, Trallesi M, Paolucci S. Physiological responses and energy cost of walking on the Gait Trainer with and without body weight support in subacute stroke patients. <i>J Neuroeng Rehabil.</i> 2014; 11(1).	No	No habla de la temática del trabajo.
47. Bonnyaud C, Pradon D, Boudarham J, Robertson J, Vuillerme N, Roche N. Effects of gait training using a robotic constraint (Lokomat) on gait kinematics and kinetics in chronic stroke patients. <i>J Rehabil Med.</i> 2014; 46(2):132-8.	No	Es un estudio piloto.
48. Uçar DE, Paker N, Bugdayci D. Lokomat: a therapeutic chance for patients with chronic hemiplegia. <i>Neurorehabilitation.</i> 2014; 34(3):447-53.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
49. He Y, Nathan K, Venkatakrishnan A, Rovekamp R, Beck C, Ozdemir R et al. An integrated neuro-robotic interface for stroke rehabilitation using the NASA X1 powered lower limb exoskeleton. <i>Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.</i> 2014;2014:3985-8.	No	No habla sobre la temática del trabajo.

50. Goodman RN, Rietschel JC, Roy A, Jung BC, Diaz J, Macko RF et al. Increased reward in ankle robotics training enhances motor control and cortical efficiency in stroke. J Rehabil Res Dev. 2014; 51(2):213-27.	No	Es un estudio piloto.
51. Forrester LW, Roy A, Krywonis A, Kehs G, Krebs HI, Macko RF. Modular ankle robotics training in early subacute stroke: a randomized controlled pilot study. Neurorehabil Neural Repair. 2014; 28(7):678-87.	No	Es un estudio piloto.
52. Luu TP, Low KH, Qu X, Lim HB, Hoon KH. Hardware development and locomotion control strategy for an over-ground gait trainer: NaTure-gaits. IEEE J Transl Eng Health Med. 2014; 2.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
53. Ye J, Nakashima Y, Zhang B, Kobayashi Y, Fujie MG. Functional electrical stimulation based on a pelvis support robot for gait rehabilitation of hemiplegic patients after stroke. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2014; 2014:3098-101.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
54. Alam M, Choudhury IA, Mamat AB. Mechanism and design analysis of articulated ankle foot orthoses for drop-foot. Sci World J. 2014; 2014.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
55. Youssoufzadeh V, Zanutto D, Stegall P, Naeem M, Wong-Lin K, Agrawal SK et al. Directed neural connectivity changes in robot-assisted gait training: a partial Granger causality analysis. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2014; 2014:6361-4.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
56. Stein J, Bishop L, Stein DJ, Wong CK. Gait training with a robotic leg brace after stroke: A randomized controlled pilot study. Am J Phys Med Rehabil. 2014; 93(11):987-94.	No	Es un estudio piloto.

57. Bonnyaud C, Zory R, Boudarham J, Pradon D, Bensmail D, Roche N. Effect of a robotic restraint gait training versus robotic conventional gait training on gait parameters in stroke patients. <i>Exp Brain Res.</i> 2014; 232(1):31-42.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
58. Delussu AS, Morone G, Iosa M, Bragoni M, Paolucci S, Trallesi M. Concurrent validity of physiological cost index in walking over ground and during robotic training in subacute stroke patients. <i>BioMed Res Int.</i> 2014; 2014.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
59. Dundar U, Toktas H, Solak O, Ulasli A, Eroglu S. A comparative study of conventional physiotherapy versus robotic training combined with physiotherapy in patients with stroke. <i>Top Stroke Rehabil.</i> 2014; 21(6):453-61.	Si	
60. Yang JK, Ahn NE, Kim DH, Kim DY. Plantar pressure distribution during robotic-assisted gait in post-stroke hemiplegic patients. <i>Ann Rehabil Med.</i> 2014; 38(2):145-52.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
61. Nott CR, Neptune RR, Kautz SA. Relationships between frontal-plane angular momentum and clinical balance measures during post-stroke hemiparetic walking. <i>Gait Posture.</i> 2014; 39(1):129-34.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
62. Calabrò RS, Reitano S, Leo A, De Luca R, Melegari C, Bramanti P. Can robot-assisted movement training (Lokomat) improve functional recovery and psychological well-being in chronic stroke? Promising findings from a case study. <i>Funct Neurol.</i> 2014; 29(2):139-41.	No	Es un caso clínico.

63. Mehrholz J, Elsner B, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. <i>Cochrane Database Syst Rev.</i> 2013; 7.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en cualquiera de sus fases. Repetido en Pubmed y Cinahl.
64. Geroïn C, Mazzoleni S, Smania N, Gandolfi M, Bonaiuti D, Gasperini G, et al. Systematic review of outcome measures of walking training using electromechanical and robotic devices in patients with stroke. <i>J Rehabil Med.</i> 2013; 45(10):987-96.	No	No habla sobre la temática del trabajo. Repetido en Pubmed.
65. Stoller O, De Bruin ED, Schuster-Amft C, Schindelholz M, de Bie RA, Hunt KJ. Cardiovascular rehabilitation soon after stroke using feedback-controlled robotics-assisted treadmill exercise: study protocol of a randomised controlled pilot trial. <i>Trials.</i> 2013; 14(1).	No	Es un estudio piloto.
66. Krishnan C, Ranganathan R, Dhaher YY, Rymer WZ. A pilot study on the feasibility of robot-aided leg motor training to facilitate active participation. <i>PLoS ONE.</i> 2013; 8(10).	No	Es un estudio piloto.
67. Forrester LW, Roy A, Goodman RN, Rietschel J, Barton JE, Krebs HI et al. Clinical application of a modular ankle robot for stroke rehabilitation. <i>Neurorehabilitation.</i> 2013; 33(1):85-97.	No	Se basa en estudios piloto y en estudios con pacientes con ACV en fase crónica.
68. Danzl MM, Chelette KC, Lee K, Lykins D, Sawaki L. Brain stimulation paired with novel locomotor training with robotic gait orthosis in chronic stroke: a feasibility study. <i>Neurorehabilitation.</i> 2013; 33(1):67-76.	No	No habla sobre la temática del trabajo.

69. Trompetto C, Marinelli L, Mori L, Cossu E, Zilioli R, Simonini M et al. Postactivation depression changes after robotic-assisted gait training in hemiplegic stroke patients. <i>Gait Posture</i> . 2013; 38(4):729-33.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
70. Kim DH, Joa KL, Shin YK, Lee JJ. Immediate effect of Walkbot robotic gait training on neuromechanical knee stiffness in spastic hemiplegia: a case report. <i>Neurorehabilitation</i> . 2013; 32(4):833-8.	No	Es un caso clínico.
71. Krishnan C, Kotsapouikis D, Dhaher YY, Rymer WZ. Reducing robotic guidance during robot-assisted gait training improves gait function: a case report on a stroke survivor. <i>Arch Phys Med Rehabil</i> . 2013; 94(6):1202-6.	No	Es un caso clínico.
72. Morone G, Fusco A, Iosa M, Paolucci S. Walking training after stroke: improvements keeping our feet on tie ground. <i>Chin J Contemp Neurol Neurosurg</i> . 2013; 13(4):263-5.	No	El acceso al texto completo no está disponible.
73. Kelley CP, Childress J, Noser EA. Management of skin-related adverse events during locomotor training with robotic-assisted body weight supported treadmill: a case report. <i>Physiother Theory Pract</i> . 2013; 29(4):309-18.	No	Es un caso clínico.
74. Esquenazi A, Lee S, Packel AT, Braitman L. A randomized comparative study of manually assisted versus robotic-assisted body weight supported treadmill training in persons with a traumatic brain injury. <i>PM R</i> . 2013; 5(4):280-90.	No	No habla sobre la patología a tratar.
75. Koopman B, Van Asseldonk EHF, Van Der Kooij H. Selective control of gait subtasks in robotic gait training: foot clearance support in stroke survivors with a powered exoskeleton. <i>J Neuroeng Rehabil</i> . 2013; 10(1).	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.

76. Wutzke C, Mercer V, Lewek M. Influence of lower extremity sensory function on locomotor adaptation following stroke: a review. <i>Top Stroke Rehabil.</i> 2013; 20(3):233-40.	Si	Repetido en Cinahl.
77. Moreno JC, Barroso F, Farina D, Gizzi L, Santos C, Molinari M et al. Effects of robotic guidance on the coordination of locomotion. <i>J Neuroeng Rehabil.</i> 2013; 10(1).	No	No habla sobre la patología a tratar.
78. Pietrusinski M, Severini G, Cajigas I, Mavroidis C, Bonato P. Design of a gait training device for control of pelvic obliquity. <i>Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.</i> 2012: 3620-3.	No	No habla sobre la patología a tratar.
79. Collantes I, Asin G, Moreno JC, Pons JL. Analysis of biomechanical data to determine the degree of users participation during robotic-assisted gait rehabilitation. <i>Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.</i> 2012: 4855-8.	No	No habla de la temática del trabajo.
80. Capó-Lugo CE, Mullens CH, Brown DA. Maximum walking speeds obtained using treadmill and overground robot system in persons with post-stroke hemiplegia. <i>J Neuroeng Rehabil.</i> 2012; 9(1).	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
81. Pennycott A, Wyss D, Vallery H, Klamroth-Marganska V, Riener R. Towards more effective robotic gait training for stroke rehabilitation: a review. <i>J Neuroeng Rehabil.</i> 2012; 9(1).	No	No habla sobre la temática del trabajo. Repetido en Pubmed.
82. Krishnan C, Ranganathan R, Kantak SS, Dhaher YY, Rymer WZ. Active robotic training improves locomotor function in a stroke survivor. <i>J Neuroeng Rehabil.</i> 2012; 9(1).	No	Es un caso clínico.
83. Lagoda C, Moreno JC, Pons JL. Human-robot interfaces in exoskeletons for gait training after stroke: state of the art and challenges. <i>Appl Bionics Biomech.</i> 2012; 9(2):193-203.	No	El acceso al texto completo no está disponible.

84. Byl NN. Mobility training using a bionic knee orthosis in patients in a post-stroke chronic state: a case series. J Med Case Rep. 2012; 6.	No	Es una serie de casos en pacientes con ACV en fase crónica.
85. Dominici N, Keller U, Vallery H, Friedli L, Van Den Brand R, Starkey ML et al. Versatile robotic interface to evaluate, enable and train locomotion and balance after neuromotor disorders. Nat Med. 2012; 18(7):1142-7.	No	Se trata de un estudio en animales.
86. Kim SJ, Krebs HI. Effects of implicit visual feedback distortion on human gait. Exp Brain Res. 2012; 218(3):495-502.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
87. Chang WH, Kim MS, Huh JP, Lee PKW, Kim YH. Effects of robot-assisted gait training on cardiopulmonary fitness in subacute stroke patients: a randomized controlled study. Neurorehabil Neural Repair. 2012; 26(4):318-24.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
88. Coenen P, Van Werven G, Van Nunen MPM, Van Dieën JH, Gerrits KHL, Janssen TWJ. Robot-assisted walking vs overground walking in stroke patients: an evaluation of muscle activity. J Rehabil Med. 2012; 44(4):331-7.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
89. Morone G, Iosa M, Bragoni M, De Angelis D, Venturiero V, Coiro P, et al. Who may have durable benefit from robotic gait training?: a 2-year follow-up randomized controlled trial in patients with subacute stroke. Stroke. 2012; 43(4):1140-2.	Si	Repetido en Pubmed y Cinahl.
90. Peng J, Alben S. Effects of shape and stroke parameters on the propulsion performance of an axisymmetric swimmer. Bioinspir Biomimetics. 2012; 7(1).	No	No habla sobre la temática del trabajo.

91. Wong CK, Bishop L, Stein J. A wearable robotic knee orthosis for gait training: a case-series of hemiparetic stroke survivors. <i>Prosthet Orthot Int.</i> 2012; 36(1):113-20.	No	Es una serie de casos clínicos.
92. Sale P, Franceschini M, Waldner A, Hesse S. Use of the robot assisted gait therapy in rehabilitation of patients with stroke and spinal cord injury. <i>Eur J Phys Rehab Med.</i> 2012; 48(1): 111-21.	Si	Repetido en Pubmed.
93. Conesa L, Costa Ú, Morales E, Edwards DJ, Cortes M, Leán D et al. An observational report of intensive robotic and manual gait training in sub-acute stroke. <i>J Neuroeng Rehabil.</i> 2012; 9(1).	Si	
94. Brincks J, Nielsen JF. Increased power generation in impaired lower extremities correlated with changes in walking speeds in sub-acute stroke patients. <i>Clin Biomech.</i> 2012; 27(2):138-44.	Si	Repetido en Cinahl.
95. Pinter MM, Brainin M. Rehabilitation after stroke in older people. <i>Maturitas.</i> 2012; 71(2):104-8.	No	No habla sobre la temática del trabajo.
96. Goodman RN, Rietschel JC, Roy A, Jung BC, Diaz J, Macko RF et al. Increased reward in ankle robotics training enhances motor control and cortical efficiency in stroke. <i>J Rehabil Res Dev.</i> 2014; 51(2):213-27.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica. Repetido en Pubmed.
97. Calabrò RS, De Cola MC, Leo A, Reitano S, Balletta T, Trombetta G et al. Robotic neurorehabilitation in patients with chronic stroke: psychological well-being beyond motor improvement. <i>Int J Rehabil Res.</i> 2015; 38(3):219-25.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.

98. Tefertiller C, Pharo B, Evans N, Winchester P. Efficacy of rehabilitation robotics for walking training in neurological disorders: a review. J Rehabil Res Dev. 2011; 48(4):387-416.	Si	
99. Uçar DE, Paker N, Bugdayci D. Lokomat: a therapeutic chance for patients with chronic hemiplegia. Neurorehabilitation. 2014; 34(3):447-53.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica.
100. Stein J, Bishop L, Stein DJ, Wong CK. Gait training with a robotic leg brace after stroke: a randomized controlled pilot study. Am J Phys Med Rehabil. 2014; 93(11):987-94.	No	Es un estudio piloto en pacientes con ACV en fase crónica. Repetido en Pubmed.
101. Dundar U, Toktas H, Solak O, Ulasli AM, Eroglu S. A comparative study of conventional physiotherapy versus robotic training combined with physiotherapy in patients with stroke. Top Stroke Rehabil. 2014; 21(6):453-61.	No	Es un estudio piloto.
102. Forrester LW, Roy A, Goodman RN, Rietschel J, Barton JE, Krebs HI et al. Clinical application of a modular ankle robot for stroke rehabilitation. NeuroRehabilitation. 2013; 33(1):85-97.	No	Se basa en información de estudios piloto en pacientes con ACV en fase crónica. Repetido en Pubmed.
103. Kim DH, Shin YI, Joa KL, Shin YK, Lee JJ, Sung H. Immediate effect of Walkbot robotic gait training on neuromechanical knee stiffness in spastic hemiplegia: a case report. Neurorehabilitation. 2013; 32(4):833-8.	No	Es un caso clínico.
104. Danzl MM, Chelette KC, Lee K, Lykins D, Sawaki L. Brain stimulation paired with novel locomotor training with robotic gait orthosis in chronic stroke: a feasibility study. NeuroRehabilitation. 2013; 33(1):67-76.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica. Repetido en Pubmed.

105. Krishnan C, Kotsapouikis D, Dhafer YY, Rymer WZ. Reducing robotic guidance during robot-assisted gait training improves gait function: a case report on a stroke survivor. Arch Phys Med Rehabil. 2013; 94(6):1202-6.	No	Es un caso clínico en un paciente con ACV en fase crónica.
106. Morone G, Iosa M, Bragoni M, De Angelis D, Venturiero V, Coiro P et al. Who may have durable benefit from robotic gait training?: a 2-year follow-up randomized controlled trial in patients with subacute stroke. Stroke. 2012; 43(4):1140-2.	Si	Repetido en Pubmed y Scopus.
107. Breceda EY, Dromerick AW. Motor rehabilitation in stroke and traumatic brain injury: stimulating and intense. Curr Opin Neurol. 2013; 26(6):595-601.	No	No cumple los criterios de inclusión del trabajo.
108. Brincks J, Nielsen JF. Increased power generation in impaired lower extremities correlated with changes in walking speeds in sub-acute stroke patients. Clin Biomech. 2012; 27(2):138-44.	Si	
109. Kelley CP, Childress J, Boake C, Noser EA. Over-ground and robotic-assisted locomotor training in adults with chronic stroke: a blinded randomized clinical trial.	No	La intervención se realiza en pacientes con ACV en fase crónica. Repetido en Pubmed.
110. Bragoni M, Broccoli M, Iosa M, Morone G, De Angelis D, Venturiero V et al. Influence of psychologic features on rehabilitation outcomes in patients with subacute stroke trained with robotic-aided walking therapy. Am J Phys Med Rehabil. 2013; 92(10 suppl2):e16-25.	No	No habla sobre la temática del trabajo. Repetido en Pubmed.
111. Wutzke CJ, Mercer VS, Lewek MD. Influence of lower extremity sensory function on locomotor adaptation following stroke: a review. Top Stroke Rehabil. 2013; 20(3):233-40.	Si	

<p>112. Mehrolz J, Elsner B, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. Cochrane database of systematic reviews. 2013; 7.</p>	<p>No</p>	<p>La intervención se realiza en pacientes con ACV en cualquiera de sus fases. Repetido en Pubmed y Scopus.</p>
<p>113. King C. Brain-computer interface systems for neurorehabilitation [tesis doctoral]. California: Universidad de California, Irvine; 2014.</p>	<p>No</p>	<p>No habla sobre la temática del trabajo.</p>
<p>114. Capo-Lugo C. Neuromechanical factors that limit walking speed in individuals with post-stroke hemiparesis [tesis doctoral]. Illinois: Universidad de Northwestern; 2014.</p>	<p>No</p>	<p>No habla sobre la temática del trabajo.</p>
<p>115. Bradford J. Is gait training with the elliptically based robotic gait trainer (EBRGT) feasible in ambulatory patients after stroke? [tesis doctoral]. Virginia: Universidad de la mancomunidad de Virginia; 2011.</p>	<p>No</p>	<p>El acceso al texto completo no está disponible.</p>

ANEXO II. Escala Oxford.

Tabla 8. Clasificación de los niveles de evidencia de Oxford (OCEBM)¹⁴

Grado de recomendación	Nivel de evidencia	Tratamiento, prevención, etiología y daño	Pronóstico e historia natural	Diagnóstico	Diagnóstico diferencial y estudios de prevalencia	Estudios económicos y análisis de decisión
A	1a	RS con homogeneidad de EC controlados con asignación aleatoria	RS de estudios de cohortes, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables, en la misma dirección y validadas en diferentes poblaciones	RS de estudios diagnósticos de nivel 1 (alta calidad), con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección y en diferentes centros clínicos	RS con homogeneidad de estudios de cohortes prospectivas	RS con homogeneidad de estudios económicos de nivel 1
	1b	EC individual con intervalo de confianza estrecho	Estudios de cohortes individuales con un seguimiento mayor de 80% de la cohorte y validadas en una sola población	Estudios de cohortes que validen la calidad de una prueba específica, con estándar de referencia adecuado (independientes de la prueba) o a partir de algoritmos de estimación del pronóstico o de categorización del diagnóstico o probado en un centro clínico	Estudio de cohortes prospectiva con buen seguimiento	Análisis basado en costes o alternativas clínicamente sensibles; RS de la evidencia; e incluyendo análisis de la sensibilidad
	1c	Eficiencia demostrada por la práctica clínica. Considera cuando algunos pacientes mueren antes de ser evaluados	Resultados a partir de la efectividad y no de su eficacia demostrada a través de un estudio de cohortes. Series de casos todos o ninguno	Pruebas diagnósticas con especificidad tan alta que un resultado positivo confirma el diagnóstico y con sensibilidad tan alta que un resultado negativo descarta el diagnóstico	Series de casos todos o ninguno	Análisis absoluto en términos del mayor valor o peor valor
B	2 ^a	RS de estudios de cohortes, con homogeneidad	RS de estudios de cohorte retrospectiva o de grupos controles no tratados en un EC, con homogeneidad	RS de estudios diagnósticos de nivel 2 (mediana calidad) con homogeneidad	RS (con homogeneidad) de estudios 2b y mejores	RS (con homogeneidad) de estudios económicos con nivel mayor a 2
	2b	Estudio de cohortes individual con seguimiento inferior a 80% (incluye EC de baja calidad)	Estudio de cohorte retrospectiva o seguimiento de controles no tratados en un EC, o GPC no validadas	Estudios exploratorios que, a través de una regresión logística, determinan factores significativos, y validados con estándar de referencia adecuado (independientes de la prueba)	Estudios de cohortes retrospectivas o de seguimiento insuficiente	Análisis basados en costes o alternativas clínicamente sensibles; limitado a revisión de la evidencia; e incluyendo un análisis de sensibilidad

Tabla 8. Clasificación de los niveles de evidencia de Oxford (OCEBM)¹⁴ (Continuación)

Grado de recomendación	Nivel de evidencia	Tratamiento, prevención, etiología y daño	Pronóstico e historia natural	Diagnóstico	Diagnóstico diferencial y estudios de prevalencia	Estudios económicos y análisis de decisión
	2c	Estudios ecológicos o de resultados en salud	Investigación de resultados en salud		Estudios ecológicos	Auditorías o estudios de resultados en salud
	3a	RS de estudios de casos y controles, con homogeneidad		RS con homogeneidad de estudios 3b y de mejor calidad	RS con homogeneidad de estudios 3b y mejores	RS con homogeneidad de estudios 3b y mejores
	3b	Estudios de casos y controles individuales		Comparación enmascarada y objetiva de un espectro de una cohorte de pacientes que podría normalmente ser examinado para un determinado trastorno, pero el estándar de referencia no se aplica a todos los pacientes del estudio. Estudios no consecutivos o sin la aplicación de un estándar de referencia		Estudio no consecutivo de cohorte, o análisis muy limitado de la población basado en pocas alternativas o costes, estimaciones de datos de mala calidad, pero incluyendo análisis de la sensibilidad que incorporan variaciones clínicamente sensibles
C	4	Serie de casos, estudios de cohortes, y de casos y controles de baja calidad	Serie de casos y estudios de cohortes de pronóstico de poca calidad	Estudio de casos y controles, con escasos o sin estándares de referencia independiente	Serie de casos o estándares de referencia obsoletos	Análisis sin análisis de sensibilidad
D	5	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en “principios fundamentales”	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en “principios fundamentales”	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en “principios fundamentales”	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajo de investigación juicioso ni en “principios fundamentales”	Opinión de expertos sin evaluación crítica o basado en teoría económica o en “principios fundamentales”

GPC: Guía de práctica clínica. Estudios con homogeneidad: Se refiere a que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.