

Trabajo de Fin de Grado. Grado en Fisioterapia.

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional na reeducación da marcha en persoas con lesión medular: unha revisión sistemática”

“Robot therapy vs conventional physical therapy for gait rehabilitation in people with spinal cord injury: a systematic review”

Tipo de trabajo: Revisión sistemática

Autor: María Fuentes Gómez

DNI: 32721547E

Fecha: Convocatoria Junio 2016

Tutora: Olalla Bello Rodríguez

Índice

1.- Resumen.....	5
1.-Abstract	6
2. Introducción	7
2.1.-Generalidades del trabajo.....	7
1.1.1.-Tipo de trabajo.....	7
2.1.2.-Motivación personal	7
3.-Contextualización.....	7
3.1.-Antecedentes	7
3.1.1-Definición de lesión medular	7
3.2.2.-Etiología en la lesión medular.....	8
3.2.3.-Fisiopatología en la lesión medular	8
3.2.4.-Epidemiología.....	8
3.2.5.-Síntomas de la lesión medular	9
3.2.6.- Tratamiento de la lesión medular	10
3.2.7.- Fisioterapia para la marcha en la lesión medular	12
3.3.- Justificación del trabajo	13
4.-Objetivos	13
4.1.-Pregunta de investigación.....	13
4.2.-Objetivos	14
4.2.1.-Objetivo general.....	14
4.2.2.-Objetivos específicos.....	14
5.-Metodología.....	14
5.1.-Fechas y bases de datos	14
5.2.-Criterios de selección	15
5.3.-Estrategia de búsqueda.....	15
5.4.- Selección de artículos	17
6.-Resultados.....	17
6.1.- Resultados obtenidos.....	17
6.2.-Evaluación de la calidad metodológica	18
6.3.-Evaluación de la evidencia disponible	20
6.4.-Características de los estudios.....	21
6.4.1.-Tipo de estudios	29
6.4.2.-Calidad metodológica	29

6.4.3.-Participantes	30
6.4.4.-Intervención El número de grupos y el tratamiento recibido ha sido bastante variado entre los 8 estudios de los cuales:	31
6.5.-Efectividad de la terapia robótica Vs terapia convencional.....	32
6.6.-Conocer cual de las dos terapias permite alcanzar mejores resultados respecto a ciertos parámetros de la marcha	33
6.7.- Comparar cual de las terapias mantiene los efectos a largo plazo.....	35
7.-Discusión	35
7.1.-Resumen de los principales resultados.....	35
7.2.- Análisis de los resultados	36
7.3. -Limitaciones de la revisión	37
7.4.- Implicaciones para la práctica clínica.....	38
7.5.-Implicaciones para la investigación	38
8.-Conclusiones	39
9.-Bibliografía	39

Índice de tablas y figuras

Tabla 1: búsquedas en las diferentes bases de datos	17
Tabla 2: escala pedro	19
Tabla 3: criterios de Van Tulder	20
Tabla 4:características de los estudios.....	22
Tabla 5: evaluacion de la calidad metodologica.....	29
Figura 1: diagrama de resultados	18

Índice de acrónimos

LM	Lesión medular
BWS	Body Weigh Supported
PCI	Physicological Motor Index
MMII	Mienbros inferiores
BBS	Berg Scale

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

FES	Fall Efficacy Scale
FAC	Functional Ambulatory Category
BWTSS	Body Weight Supported Treadmill Training
10MWT	10 Metros Walking Test
WISCI	Walking Index for Spinal Cord Injury
6MWT	6 Minutes Walking Test
FIM-L	Functional Independence Measure Locomotor Scale
LEMS	Lower Extremity Motor Score
EVA	Escala Visual Analógica
LKOGT	Locomotor Training plus Overground Therapy
OGT	Overground Training
UNM	Upper motor neuron
LNM	Lower motor neuron
PGCIC	Patient's Global Impression of Change Scale
AMI	Ambulatory Motor Index
SCIM	Spinal Cord Index Measurement Mobility
FET	Figure Eight Test
UEMS	Upper Extremity Motor Scale
TM	Tapiz rodante con asistencia manual
TS	Tapiz rodante con electroestimulación del nervio peroneo
OG	Terapia en el suelo con electroestimulación del nervio peroneo
LR	Terapia robótica en tapiz rodante

1.- Resumen

INTRODUCCIÓN: En el proceso de rehabilitación de personas con lesión medular, es habitual, que una de las principales metas sea lograr una marcha con la máxima calidad y funcionalidad posible, para ello la fisioterapia tiene un papel fundamental. En los últimos años, ha habido un auge en la utilización de nuevas técnicas robóticas, obteniendo prometedores resultados en la rehabilitación de la marcha de personas con lesión medular. Sin embargo, todavía no se conoce si estas técnicas robóticas son más eficaces a las técnicas tradicionales, teniendo en cuenta, que las novedosas técnicas de robótica implican una gran inversión de dinero y espacio, además de precisar de profesional formado.

OBJETIVOS: conocer la evidencia disponible acerca eficacia la terapia robótica versus a la terapia convencional en la reeducación de la marcha en la lesión medular. Además se han planteado otros objetivos como comparar cual de las dos modalidades de intervención adquiere mejores resultados en distintos aspectos de la marcha como resistencia, velocidad, funcionalidad y fuerza, entre otras, o identificar cual de las dos terapias consigue mejores resultados a largo plazo.

MATERIAL Y MÉTODOS: los artículos incluidos en la revisión se obtuvieron tras la búsqueda realizada en las bases de datos de ciencia de la salud: Pubmed, Pedro y Scopus, y de una revisión manual, entre los meses de Febrero y Abril del 2016. La calidad metodológica de los estudios fue evaluada a través de la escala Pedro.

RESULTADOS: tras las diferentes búsquedas se encontraron un total de 8 estudios que cumplieran los criterios de inclusión, de los cuales 6 eran ensayos clínicos controlados y aleatorizados, un estudio controlado y otro estudio cuasi experimental con control externo. La puntuación media es de 5/10 puntos sobre la escala Pedro.

CONCLUSIONES: no se ha encontrado evidencia acerca de la superioridad de las terapias robóticas frente a las terapias convencionales en la reeducación de la marcha de la lesión medular, pues en solo 3 estudios han obtenido diferencias significativas a favor de una terapia y los resultados eran bastante contradictorios. Tampoco se ha encontrado evidencia de la superioridad de algún método en la mejora de ciertos parámetros de la marcha, ni en los efectos a largo plazo. Se precisan de más estudios de alta calidad para poder esclarecer los objetivos planteados.

PALABRAS CLAVE: lesión medular, marcha, fisioterapia, robótica.

1.-Abstract

INTRODUCTION: In the rehabilitation process of people with spinal cord injury, one of the main goals is getting a gait with the highest quality and functionality possible. In this way, the physiotherapy has an important function by using robot or conventional therapy. In the last years, robotic therapy is preferred by physiotherapists, having good results in the rehabilitation. However, it is not known if these robotic techniques are more efficient than the conventional ones; what's more, the newest methods need a big investment of money, space and qualified professionals.

OBJECTIVES: to find in the present day the evidence about the superiority of the robotic therapy on the conventional therapy in the reeducation of the gait in spinal cord injury. Other objectives are to determine which of them gets higher scores in different parameters of the gait such as velocity, endurance, strength, functionality, among others, and also, to identify which therapy gets better results in long period.

MATERIAL AND METHODS: the articles included in the systematic revision were gotten after the search in different databases of health science: Pubmed, Pedro and Scopus, and a manual review between February and April 2016. The methodological quality was evaluated using the Pedro Scale.

RESULTS: after different searches it was found a total of 8 articles in having the inclusion criteria. Six of them were randomized and controlled trials, another one was a controlled clinical trial and the last one was a quasi-experimental trial with external control. The average in the scale Pedro was 5/10 points.

CONCLUSIONS: there is no evidence about the superiority of the robot therapy on the conventional therapy in the reeducation of the gait in people with spinal cord injury, because only in three articles significant differences were found, and the results were so contradictories. The same happens in the improvement of parameters of the gait or in the results in long period, there is not enough evidence to determine the superiority. More high quality trials are necessary to solve these objectives.

KEY WORDS: spinal cord, gait, physiotherapy, robotic.

2. Introducción

2.1.-Generalidades del trabajo

1.1.1.-Tipo de trabajo

El presente trabajo es una revisión sistemática, que pretende esclarecer si en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular (LM), la terapia robótica más efectiva que la fisioterapia convencional.

Las revisiones sistemáticas poseen relevancia por su credibilidad en la búsqueda, recolección, ordenamiento y análisis de las investigaciones sobre intervenciones de salud que se han realizado en un periodo de tiempo. En base a esto, las revisiones sistemáticas son buenos métodos para resolver problemas clínicos y por ello, se suelen centrar en resumir la evidencia acerca de la efectividad de una intervención.¹

2.1.2.-Motivación personal

La selección de este tema por parte de la autora del trabajo sucedió a raíz de un caso clínico, en el cual, tenía que realizar el tratamiento de una persona con una lesión medular. Al realizar búsquedas bibliográficas acerca de cómo trabajar la reeducación de la marcha, se encontraron artículos que abordaban este punto, o bien, mediante el uso de ayudas robóticas o bien, mediante técnicas más convencionales.

3.-Contextualización

3.1.-Antecedentes

3.1.1-Definición de lesión medular

La lesión medular puede definirse como daño, de cualquier etiología (traumática y no traumática), que afecta la médula espinal, y puede originar alteraciones de la función neurológica por debajo de la lesión: motoras, sensitivas y autonómicas.⁵

Para la determinación de los diferentes tipos de lesión medular se utilizan fundamentalmente los criterios definidos por la American Spinal Injuries Association Impairment (AIS) en la clasificación ASIA. Las lesiones completas son reconocidas con la letra A y las lesiones incompletas con las letras: B, C, D y E. Dicha clasificación establece si la lesión es completa en base a si la función sensitiva y motora de los segmentos S4/S5 está conservada, y los diferentes tipos de lesión incompleta, a partir del déficit sensitivo o motor alrededor del nivel de lesión.⁶

3.2.2.-Etiología en la lesión medular

La etiología de la LM, puede tener diferentes orígenes, pero principalmente se clasifican en dos grupos: origen traumático y origen no traumático.

Los antecedentes traumáticos, son especialmente accidentes de tráfico, caídas y actos violentos..., son los principales responsables de este tipo de lesiones, siendo los que la literatura científica coloca en primera instancia. Las lesiones traumáticas constituyen el 80% de casos de LM en países en vías de desarrollo, donde el principal motivo son los acontecimientos violentos, mientras que en los países desarrollados representan el 60%, siendo el accidente de tráfico el principal desencadenante.⁷

Respecto a las lesiones no traumáticas, están asociadas con procesos infecciosos o degenerativos, neoplasias, factores congénitos o secundarios a intervenciones médicas o quirúrgicas.^{7, 38}

3.2.3.-Fisiopatología en la lesión medular

En la LM se pueden diferenciar dos fases: la lesión primaria y la lesión secundaria. En cuanto a la lesión primaria, es la producida por el daño directo sobre las estructuras nerviosas a causa de la fractura y/o desplazamiento de los diferentes componentes que protegen la médula espinal: ligamentos, vértebras y discos. Esto desencadena una serie de micro hemorragias en la sustancia gris, lo que hace que la médula espinal ocupe todo el canal raquídeo, causando una isquemia secundaria que es exacerbada a causa de otra serie de procesos como por ejemplo edema. A consecuencia de este hecho, las células dañadas liberan sustancias tóxicas, que afectarán a células vecinas intactas, las cuales liberarán más sustancias tóxicas, generando una serie de afectaciones. Esto es lo que se conocen como lesiones secundarias.⁸

3.2.4.-Epidemiología en la lesión medular

La incidencia de la LM varía de unos países a otros, incluso de unas regiones a otras. Harvey et al., determinaron que la incidencia es de 10 y 80 casos por millón por año, pudiendo variar entre países³. Sin embargo, recientes estudios como el de Sigh et al., afirman que esta cifra puede variar entre 906 y 8 casos por millón por año⁹.

Se trata de una lesión mucho más frecuente en hombres que en mujeres, en concreto, 66-92% de los casos de LM se producen en varones. El promedio de edad, varía entre los 28 y 33 años, pero, cuando el agente etiológico es no traumático, el promedio de edad disminuye.⁷

Van Den Berg et al.¹⁰, determinaron en su estudio que la incidencia de la LM en la Comunidad de Aragón, en el período entre los años 1972 y el 2008, fue de 12,1 casos por millón por año

de población, siendo más de la mitad de casos a consecuencia de accidentes de tráfico. Generalmente, los varones fueron los más afectados por este tipo de lesiones, representando un 79% del total. Además, la edad media de las mujeres con LM rondó los 41 años, mientras que, en los varones fue de 39,2 años.

Los valores de prevalencia, al igual que la incidencia, varían con respecto al país pudiendo ir desde 280 casos por millón de habitantes de Finlandia, hasta 9490 casos por millón de habitantes de Estados Unidos; en concreto, en España, se sitúa en 350 casos por millón. Sin embargo, es previsible un aumento de la prevalencia debido a los avances en la salud, lo que ha producido un aumento de la esperanza de vida.¹¹

No hay buenos registros sobre la incidencia y prevalencia de la LM no traumática, debido a controversias en la definición y a que los datos epidemiológicos son escasos. En España, se halló que en la incidencia, el 18,5 % de los casos fue debido a causas médicas, mientras que la prevalencia es en torno al 32,3 %.¹²

3.2.5.-Síntomas de la lesión medular

La complejidad del déficit neurológico, y por tanto del cuadro clínico resultante, depende del nivel y la completitud de la lesión, la extensión transversal o longitudinal del tejido lesionado, y la afectación de sustancia blanca y/o gris⁴. Si se trata de una lesión incompleta, parte de la funcionalidad estará conservada, mientras que si se trata de una lesión completa, no existirá función. En el caso de que la lesión sea a nivel cervical, pueden existir problemas con la función respiratoria.¹³

El principal síntoma de la LM, es el déficit en la función muscular, tanto por falta de fuerza como por falta de control motor, sin embargo los problemas sensitivos y autonómicos, como problemas con el control de esfínteres, son también bastante habituales¹³. Determinó que las complicaciones neurológicas más frecuentes fueron la espasticidad, el dolor neuropático y los espasmos¹¹. Otro tipo de complicaciones que aparecen con frecuencia, son las contracturas musculares o el hombro doloroso⁷. Como complicaciones urológicas más frecuentes, la vejiga neurogénica y la infección urinaria, son las más abundantes¹¹.

Tras el paso del tiempo este tipo de personas, presentan complicaciones cardíacas y también respiratorias. Además de problemas asociados con la falta de carga e inmovilización como la osteoporosis o las úlceras.⁷

En general, la LM desencadena en una serie de alteraciones en varias funciones: respiratoria,

vejiga, intestinales, respiratorias, cardiovasculares y en la función sexual, donde la gravedad depende del nivel de la lesión y del grado de extensión.³

3.2.5.1.- Alteraciones en la marcha en la lesión medular

Las alteraciones de la marcha son bastante frecuentes y variadas en la lesión medular. Shin JC et al.¹⁴ afirma que las limitaciones más importantes para lograr una marcha independiente son: la debilidad, la espasticidad, y la falta de coordinación y equilibrio. Estos síntomas pueden alterar la calidad de la marcha existiendo una disminución de la resistencia, velocidad, fuerza, funcionalidad, longitud y simetría de paso.

La biomecánica de la marcha en la lesión medular no está muy estudiada, sin embargo se demostró que la duración del ciclo de la marcha en personas con LM está incrementada, la longitud de paso disminuida y la fase de contacto se realizan con un aumento de flexión de rodilla y flexión plantar del tobillo¹⁵. Como resultado la velocidad se reduce, lo cual es una de las alteraciones de la marcha más frecuentes¹⁶.

Pruebas electromiográficas de las extremidades inferiores durante la marcha, revelan alteraciones en la sincronización y coactivación agonista-antagonista tanto en articulaciones distales como proximales¹⁶. Además existen alteraciones en la activación muscular, como el aumento de actividad del tibial anterior durante la fase de balanceo, o la activación temprana del tríceps sural durante la fase de apoyo¹⁵. Estos estudios, demostraron que es común la debilidad de los flexores plantares, lo cual causa cambios en el final de la fase de apoyo, y la debilidad de los flexores de cadera, desencadenando en cambios en la fase prebalanceo¹⁵.

La reducción de la velocidad y resistencia en la marcha, junto con la disminución de la capacidad de transitar por escaleras y zonas comunes del día a día, contribuye a la limitación de la capacidad ambulatoria¹⁷. Debido a esto, la independencia y la funcionalidad de la marcha, son bastante reducidas. Para lograr una mayor calidad de vida, las personas con lesión medular suelen emplear ayudas para desplazarse, pero esto, causa también una reducción de la velocidad, cadencia y longitud de paso, incluso de la coordinación¹⁸. Se ha visto que un aumento en la fuerza de los flexores, extensores y abductores de cadera, puede aumentar la independencia, y por tanto funcionalidad, de la marcha en la lesión medular¹⁷.

3.2.6.- Tratamiento de la lesión medular

El tratamiento de la lesión medular precisa de un abordaje integral y multidisciplinario para lograr la mayor independencia y calidad de vida posible.

Para la lesión medular podemos encontrar diferentes ayudas para lograr la bipedestación, marcha, o simplemente facilitar el día a día. Las órtesis suelen estar muy presentes en el

proceso rehabilitador, ya sea con función preventiva, correctora o funcional; abarcando a la articulación del tobillo, y en ocasiones, el resto de articulaciones superiores del miembro inferior. A la hora de favorecer la marcha existe un gran abanico de ayudas, como por ejemplo: andador, silla de ruedas, muletas, bastones o palillos.²⁰

Respecto a la intervención quirúrgica en el primer momento de la lesión, suele estar dirigida a dos finalidades, la descompresiva, retirando los fragmentos que se generaron durante el mecanismo lesional, y la estabilizadora, para reducir la movilidad de determinados segmentos⁴³. En fases más tardías, estas técnicas suelen estar enfocadas a la reducción de la espasticidad, mediante técnicas de neurocirugía, u ortopédicas²².

En cuanto a las medidas farmacológicas que se suelen usar inmediatamente tras la LM, van dirigidas a reducir las lesiones secundarias, y en numerosas ocasiones, para ello, se emplean corticoides⁸. Dentro del proceso rehabilitador, este tipo de medidas están enfocadas a reducir la espasticidad; para lograr un efecto local, es común el uso por vía parenteral de la toxina botulínica, mientras que en el caso de buscar un efecto sistémico, a pesar de que no existe evidencia acerca de sus beneficios y los efectos secundarios son altos, se suelen usar medicamentos por vía oral²¹.

Existe bastante evidencia acerca de la efectividad de la fisioterapia en la LM, como demostró Harvey et al.¹⁹ en una revisión sistemática. Entre los métodos empleados destaca el método Bobath, basado en la inhibición de movimientos anormales y potenciar el control postural, el método Kabat, buscando reacciones neuromusculares, o el método Perfetti, centrado en la activación de las funciones cognitivas a través de estimulación somatosensorial. Hoy en día, se han desarrollado nuevos métodos como las terapias de neurodesarrollo, basadas en la facilitación del movimiento a través de las primeras fases del desarrollo motor. En estos pacientes, el fortalecimiento, tanto del miembro superior como inferior, es un punto clave de tratamiento, sin embargo no existen protocolos adaptados a la LM. Muchas veces, los programas de fortalecimiento se combinan con la electroestimulación, para lograr un máximo beneficio. Otro punto a trabajar, es el entrenamiento cardiovascular, a través de ergómetros, bicicleta o natación, entre otros, sin embargo, como en el caso de la fuerza, no existe consenso acerca de la dosificación. Es importante decir, que existen técnicas específicas para abordar las diferentes alteraciones como acortamientos musculares o el dolor. Por último, destacar que los problemas respiratorios, o las disfunciones sexuales, en estos pacientes son un problemas bastante habitual, y la fisioterapia puede tener un papel clave en la resolución de estas complicaciones.⁴⁷

3.2.7.- Fisioterapia para la marcha en la lesión medular

Durante los tres primeros meses de la lesión medular se produce una recuperación espontánea de aquellas estructuras no lesionadas, que como medida protectora, anularon su función temporalmente, lográndose la recuperación de algunas actividades motoras.¹¹

La reeducación de la marcha es uno de los objetivos más frecuentemente abordados por la fisioterapia en la lesión medular. Este hecho está apoyado por Lam et al.²³ quienes realizaron una revisión sistemática acerca de la eficacia de diferentes intervenciones, concluyendo que la fisioterapia aporta grandes beneficios a la adquisición de dicha meta. Sin embargo, no existe consenso de cuáles son las técnicas más efectivas para la rehabilitación de la marcha de estos enfermos, existiendo una gran variedad de técnicas, ya que, para lograr dicha meta se emplea una gran variedad de técnicas ya nombradas en el apartado anterior.

.El trabajo de marcha en LM se suele practicar o bien, sobre el suelo, o utilizando aparatos como el tapiz rodante, que permiten la práctica continua en el mismo sitio. En ambas superficies se puede emplear una grúa que soporta el peso corporal del paciente (BWS), disminuyendo así la carga soportada por los miembros inferiores. La principal ventaja es que permite realizar la carga en fases tempranas.²⁵

El tapiz rodante suple un problema bastante habitual en LM, y es el tránsito del final de la fase bipodal y comienzo de la fase de oscilación. El final de la fase, viene marcado por el dispositivo debido a que éste genera la extensión de los miembros inferiores, y da comienzo la fase de oscilación, a causa de que, al final de la extensión, se produce la flexión de cadera por activación de receptores.²⁸

En cuanto a la rehabilitación en el suelo, ofrece un ambiente más funcional y un patrón cinemático mucho más próximo a un individuo sano¹⁸. Además, el paciente tiene un papel más activo debiendo de controlar y generar las fuerzas propias de la marcha.²

En las últimas décadas, ha habido un gran auge de nuevas formas de rehabilitación asistidas por máquinas para la recuperación de la marcha en LM. La terapia robótica son todas aquellas intervenciones en las se emplean robots o herramientas mecánicas, como método de asistencia en la rehabilitación neuro-motriz²⁴. Este método, permite al paciente realizar la marcha de forma repetitiva, incluso sin actividad neural²⁵. Además, ofrece al fisioterapeuta la posibilidad de seleccionar parámetros exactos de entrenamiento y obtener resultados en cada momento²⁶.

Existen varias publicaciones acerca del uso de terapia robóticas^{2, 31,32,33,34} y terapias más convencionales^{29,30,36,37}, sin embargo, pocos estudios tienen como principal objetivo, determinar cual de los dos métodos es superior en la rehabilitación de la marcha en la LM,

aunque se han encontrados dos revisiones sistemáticas^{48,49}, de hace más de 5 años, que se centran en este aspecto, y concluyeron que no hay suficiente evidencia acerca de la superioridad de la terapia robótica.

Ante este hecho, es preciso esclarecer actualmente, cual de los dos métodos ofrecen mejores resultados para la reeducación de la marcha en personas con LM, para así optimizar al máximo el tiempo de rehabilitación mejorando los resultados del tratamiento.

3.3.- Justificación del trabajo

Según datos de la OMS, entre 250 000 y 500 000 personas sufren cada año en todo el mundo lesiones medulares. Por lo que, es un problema que está bastante presente en la sociedad, y que precisa de un largo proceso rehabilitador en el cual la fisioterapia tiene un papel clave.

Estamos ante una era, en el que la robótica está muy presente en todos los campos del día a día, y por tanto también en el campo de la salud. Harvey et al.¹⁹, detalló en su revisión que las practicas más llevadas a cabo son el entrenamiento en tapiz rodante con suspensión corporal, entrenamiento de la marcha mediante el uso de ayudas robóticas y otras técnicas de alta tecnología. A pesar de que no hay estudios que concluyan que existe evidencia sobre la superioridad de las terapias robóticas frente a las técnicas más convencionales, los fisioterapeutas suelen decantarse por las técnicas más modernas para la reeducación de la marcha. Sin embargo, se trata de terapias que precisan de personal formado, el sistema tiene un alto coste y precisa de un espacio amplio debido a sus grandes dimensiones⁴.

Debido a todo lo mencionado anteriormente, consideramos que es necesario revisión que esclarezca si la terapia robótica es superior a la terapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular.

4.-Objetivos

4.1.-Pregunta de investigación

Para realizar la búsqueda en las diferentes bases de datos, se ha realizado la pregunta de investigación siguiendo el esquema:

- Lesión medular (Patient)
- Terapia robótica (Intervention)
- Terapia convencional (Comparison)

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

- Eficacia de la marcha (Outcome)

Por lo que la pregunta planteada es: “¿En la lesión medular, es la terapia robótica más eficaz que la terapia convencional en la reeducación de la marcha?”.

4.2.-Objetivos

4.2.1.-Objetivo general

- Conocer la evidencia disponible sobre la efectividad de terapia robótica en comparación con la terapia convencional para la rehabilitación de la marcha en personas con LM.

4.2.2.-Objetivos específicos

- Conocer cual de las dos terapias, robótica o convencional, permite alcanzar mejores resultados en cuanto a la resistencia, velocidad, funcionalidad, fuerza, longitud y simetría de paso.
- Comparar cual de las dos terapias mantiene los resultados a largo plazo.

5.-Metodología

5.1.-Fechas y bases de datos

La información fue obtenida a través de la búsqueda realizada en diferentes bases de datos dedicadas a las ciencias de la salud, entre los meses de Marzo a Mayo del 2016, en concreto las bases de datos empleadas son: Pubmed, Pedro y Scopus.

Pubmed, se trata de un recurso de información gratuito compuesto por más de 25 millones de citas de la literatura biomédica y ciencias de la salud de Medline, revistas de ciencias de la salud, además de libros que se encuentran en la web. Es desarrollada y mantenida por la Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU.³⁸

Pedro, es la base de datos de fisioterapia basada en la evidencia. Posee un acceso gratuito a más de 30000 ensayos aleatorios controlados, revisiones sistemáticas y guías de práctica clínica de fisioterapia. Todas las publicaciones son evaluadas para medir su nivel de calidad, lo cual ofrece una orientación rápida acerca de cuáles pueden tener la información más adecuada para orientar la práctica clínica. PEDro está creada por el Centro de Fisioterapia Basada en la Evidencia en el George Institute for Global Health.³⁹

Scopus, es la mayor base de datos de resúmenes y citas de la literatura revisada por pares: revistas científicas, libros y actas de congresos. Cubre aproximadamente 18.000 títulos de más de 5.000 editores internacionales, obtenidos de la investigación en numerosos campos de la ciencia, la tecnología, la medicina y las ciencias sociales, además de las artes y las humanidades. Ha sido creada por Elsevier, y el acceso solo es posible a través de una suscripción.⁴⁰

5.2.-Criterios de selección

Tras realizar la búsqueda en las diferentes bases de datos, se seleccionaron una serie de artículos en función de si cumplían una serie de requisitos:

- Tipos de estudios: no se pusieron límites debido al escaso número de publicaciones encontradas.
- Estudios realizados en humanos.
- Idioma español, inglés y portugués.
- Todos los participantes tenían que tener una lesión medular.
- En la intervención tenía que existir como mínimo dos grupos de estudio, uno que se le aplicará terapia robótica exclusivamente, o combinado con terapia convencional, y otro únicamente sesiones de tratamiento convencional. En concreto, se entenderá como terapia convencional cuando no se empleen dispositivos robóticos para el movimiento, considerándose también como terapia convencional la electroestimulación u órtesis no asistidas con uso el tapiz rodante y/o sistema de suspensión corporal.

También se establecieron unos criterios de exclusión:

- Revisiones y estudios no completados o mal documentados.
- Publicaciones a las que no se ha obtenido acceso de forma gratuita.

5.3.-Estrategia de búsqueda

Para realizar la búsqueda en la base de datos Pubmed, a cada palabra clave se le atribuyeron una serie de sinónimos, unidos mediante el operador booleanos OR, obteniéndose de este modo cuatro bloques:

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

- El primer bloque corresponde a la palabra clave: “lesión medular”, empleándose los términos: "Spinal Cord Injuries"[Mesh] OR spinal cord*[tiab].
- El segundo bloque se corresponde con la palabra clave “marcha”, usándose: "Gait Disorders, Neurologic"[Mesh] OR "Gait"[Mesh] OR walking*[tiab] OR gait*[tiab].
- El tercer bloque se corresponde con la palabra clave “fisioterapia”, empleándose: "Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "Physical Therapy Specialty"[Mesh] OR physical therapy[tiab] OR physiotherap*[tiab] OR "Neurological Rehabilitation"[Mesh] OR "Rehabilitation"[Mesh] OR Rehabilitation[tiab] OR Exercise[Mesh] OR exercise[tiab] OR training[tiab].
- El cuarto bloque se corresponde con la palabra clave “terapia robótica”, en el cual se uso: robot*[tiab] OR exoskeleton[tiab] OR Lokomat[tiab] OR haptic walker[tiab] OR Ge-O[tiab] OR autoambulator[tiab] OR rewalk[tiab] OR EKSo[tiab] OR Rex Bionic[tiab] OR HAL[tiab] OR Expos[tiab] OR rewalk[tiab] OR driven gait orthosis[tiab] OR PGO[tiab] OR indeo[tiab].

Los bloques se unieron empleando el operador booleano AND. La búsqueda definitiva se recogió en la tabla 1.

En cuanto a la búsqueda realizada en la base de datos PEDro, tras utilizar varios términos empleados en Pubmed, las palabras empleadas fueron: “spinal cord”, “gait”, “physical therapy” y “robot”, unida mediante el operador booleano AND. Obteniéndose la búsqueda recogida en la tabla 1.

En la base de datos Scopus, tras realizar varias búsquedas combinando diferentes términos de los empleados en la base de datos Pubmed, se realizaron también cuatro bloques constituidos por varios sinónimos unidos mediante el operador booleano OR, y a su vez, los bloques obtenidos, se juntaron a través del operador AND:

- El primer bloque se corresponde con el término: “spinal cord”.
- El segundo bloque se corresponde con varios términos unidos mediante el operador booleano OR: “gait”, “walking” y “deambulation”.
- El tercer bloque se corresponde con una serie de términos unidos con el operador OR: “robot”, “exoskeleton”, y “driven gait orthosis”.
- El cuarto bloque se corresponde con varios términos unidos con el operador booleano OR: “physical therapy”, “physiotherapy”, “exercise” y “training”.

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

Además se seleccionaron todas las subáreas excepto ciencias sociales, obteniendo la búsqueda mostrada en la tabla 1.

Tabla 1: búsqueda en las diferentes bases de datos.

<p style="text-align: center;">Pubmed</p>	<p>((("Spinal Cord Injuries"[Mesh] OR spinal cord*[tiab])) AND ("Gait Disorders, Neurologic"[Mesh] OR "Gait"[Mesh] OR walking*[tiab] OR gait*[tiab])) AND ("Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "Physical Therapy Specialty"[Mesh] OR physical therapy[tiab] OR physiotherap*[tiab] OR "Neurological Rehabilitation"[Mesh] OR "Rehabilitation"[Mesh] OR Rehabilitation[tiab] OR Exercise[Mesh] OR exercise[tiab] OR training[tiab])) AND (robot*[tiab] OR exoskeleton[tiab] OR Lokomat[tiab] OR haptic walker[tiab] OR Ge-O[tiab] OR autoambulator[tiab] OR rewalk[tiab] OR EKSo[tiab] OR Rex Bionic[tiab] OR HAL[tiab] OR Expos[tiab] OR rewalk[tiab] OR driven gait orthosis[tiab] OR PGO[tiab] OR indeo[tiab])</p>
<p style="text-align: center;">PEDro</p>	<p>Spinal cord AND gait AND robot AND physical therapy</p>
<p style="text-align: center;">Scopus</p>	<p>spinal cord* AND gait* OR walking* OR deambulation* AND robot* OR exoeskeleton* OR driven gait orthosis AND physical therap* OR physiotherap* OR exercise OR training</p>

5.4.- Selección de artículos

La selección se de los artículos fue realizada únicamente por un evaluador, primero mediante la lectura de los títulos y resúmenes de los diferentes resultados obtenidos en las búsquedas, y en caso de duda, se leyó la publicación al completo para decidir definitivamente si incluirlo o no en la revisión.

6.-Resultados

6.1.- Resultados obtenidos

Tras la búsqueda realizada en las bases de datos, y aplicando los criterios de inclusión, se obtuvieron un total de 505 resultados, de los cuales solo seleccionaron 4 publicaciones:

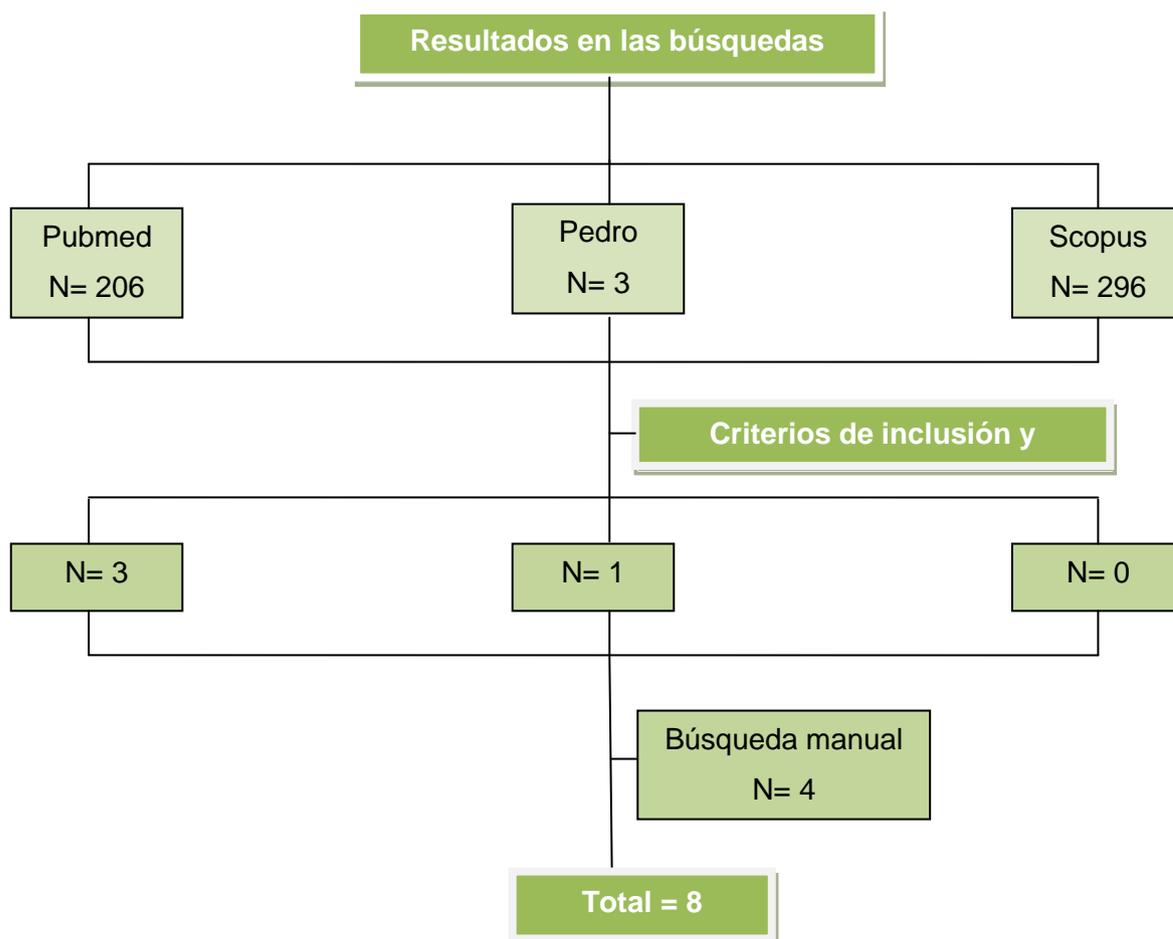
“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

- En Pubmed: 206 publicaciones de las cuales se seleccionaron 3.
- En PEDro: 3 publicaciones de las cuales se seleccionó 1.
- En Scopus: 296 publicaciones y no se seleccionó ninguna.

Además, se realizó una búsqueda manual en la bibliografía de los artículos seleccionados en las bases de datos, encontrando un total de 4 artículos que cumplen los criterios de inclusión. Por tanto, un total de 8 artículos fueron incluidos en la revisión.

En el diagrama de selección de resultados se indican de cuáles son las diferentes fuentes proceden los diferentes artículos.

Figura 1: diagrama selección de resultados.



6.2.-Evaluación de la calidad metodológica

Para ello se empleó la escala PEDro. Esta escala se encarga de medir dos aspectos fundamentalmente: la credibilidad del ensayo (validez interna) y si posee suficiente información estadística para poderlo interpretar. Para ello emplea 11 ítems, a cada uno de ellos lo puntúa con 1 punto, pudiéndose obtener una puntuación entre 0 y 10, ya que el primer

ítem no cuenta.⁴⁰

Los ítems que forman dicha escala están recogidos en la tabla 2.

Tabla 2: escala PEDro⁴⁰

1.-Los criterios de elección fueron especificados	Se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios de inclusión.
2.-Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos	Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria, no tiene que indicar el modo.
3.-La asignación fue oculta	La asignación oculta significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta.
4.-Los grupos fueron similares en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base.
5.-Todos los sujetos fueron cegados	Cegado significa que la persona en cuestión no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto y por tanto no saben que tratamiento han recibido o si lo han recibido.
6.-Todos los terapeutas fueron cegados	El terapeuta no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto a tratar. Por lo que no son capaces de distinguir entre las diferentes terapias.
7.-Todos los evaluadores realizaron una medida clave cegados	Significa que la persona en cuestión no conocía a que grupo fue asignado el sujeto, y por lo tanto, no podía distinguir entre si recibirán terapia o non
8.-Las medidas de al menos un resultado clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados al grupo	Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente tanto el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos como el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. Un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
9.-Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron el tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menor un	El análisis por intención de tratar significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención

resultado clave fueron analizados con “intención de tratar”	de tratar.
10.-Los resultados de comparaciones estadística entre grupos fueron informados para como mínimo un resultado	La comparación estadística entre grupos implica la comparación estadística de un grupo con otro. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con cambio de otro grupo.
11.-El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para mínimo un resultado clave	Una estimación puntual es una medida de tamaño de efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como o resultado de todos os grupos.

6.3.-Evaluación de la evidencia disponible

En cuanto a este punto, se utilizaron los criterios de Van Tulder, los cuales determinan el nivel de evidencia en base a la puntuación de la calidad metodológica de la escala PEDro. De acuerdo a esto establece cinco niveles en los cuales clasifica los diferentes estudios: 1) evidencia fuerte, 2) evidencia moderada, 3) evidencia limitada, 4) escasos indicativos o 5) evidencia insuficiente o no evidencia.⁴²

A continuación se han determinado en la tabla 3 los criterios de Van Tulder:

Tabla 3: criterios de Van Tulder de evaluación de la evidencia.⁴²

Evidencia fuerte	Resultados significativos en medidas de resultados en al menos 2 RCTs de alta calidad, con puntuación en la escala PEDro de mínimo 4 puntos.
Evidencia moderada	Resultados significativos en medidas de resultados en: -1 RCT de alta calidad y - 1 RCT de baja calidad (≤ 3 puntos en la escala PEDro) o un CCT de alta calidad.
Evidencia limitada	Resultados significativos en medidas de resultados en: -1 RCT de alta calidad o - 2 CCT de alta calidad.

<p>Escasos indicativos</p>	<p>Resultados significativos en medidas de resultados en: -1 CCT de alta calidad o RCTs de baja calidad o -2 estudios de naturaleza no experimental con calidad insuficiente.</p>
<p>No hay evidencia o insuficiente</p>	<p>En el caso de que los resultados de los estudios elegidos: - No cumplan los criterios para alguno de los niveles indicados arriba o - Exista conflictos en los resultados de 2 ensayos clínicos controlados o estudios controlados aleatorios o - No haya estudios</p>

*RCT= Randomized Controlled Trial (ensayo clínico controlado y aleatorizado); CCT= Controlled Clinical Trial (ensayo clínico controlado).

6.4.-Características de los estudios

La tabla 4 recoge un resumen de las características de los 8 estudios incluidos en la revisión como son: objetivos, participantes, tratamiento, frecuencia y modo de aplicación, medidas y resultados.

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

Tabla 4: características de los estudios incluidos en la revisión

	Objetivos	Personas	Tratamiento	Frecuencia y modo	Test	Resultados	Fechas de medición
Alcoben et al. ⁴⁴	Comparación entre Lokomat Vs OGT	Solo C y D -Lokomat 120 días + lesión cervical + hombres + no traumático + 45'2 años -Convencional: 135 días + + lesión cervical + hombres + no traumático + 49'5 años	Ambos grupos: cinesiterapia (sublesión), estiramientos (supralesionales) y ejercicios, tratamiento espasticidad (estiramientos y técnicas relajantes) ejercicios de tronco (estabilización y rotación) y autocuidados de la piel. Entrenamiento de las funciones motoras. -Grupo 1: Lokomat Velocidad: comfortable Peso sostenido: 60-25% según tolerancia. -Grupo 2: OGT	40 sesiones (8 semanas) aplicadas diariamente. Durante 1h, de la cual el grupo 1, dedicaba 30" al uso de Lokomat u OGT.	10MWT WISCI II. 6MWT FIM-L. LEMS. Escala Asworth. EVA.	No hubo diferencias significativas entre ambos grupos. El 10MWT no hubo diferencias y WISCI 6MWT, FIM-L y LEMS obtuvo mejores resultados Lokomat.	Pre y post tratamiento. A las 20 sesiones se tomaron datos para saber si eras capaz de finalizar el estudio.
Esclarín et al. ⁴⁵	Comparación entre LKOGT (A1+B1) Vs convencional OGT (A2+B2) en UMN (A) y LMN (B).	Grupo A: A1 = 126 días + lesión cervical + hombres + traumático + 42'6 ± 12 años A2=140 días + lesión cervical + hombres + traumático + 44'5 ± 7 años	Ambos grupos: cinesiterapia (sublesión), estiramientos (supralesionales) y ejercicios, tratamiento espasticidad (estiramientos y técnicas relajantes) ejercicios de tronco (estabilización y rotación) y autocuidados de la piel. Entrenamiento de las funciones motoras. -Grupo 1:LKOGT Velocidad: comfortable Peso sostenido: 60-25% según tolerancia -Grupo 2: OGT	40 sesiones (8 semanas) aplicadas diariamente. Durante 1h, de la cual el grupo 1, dedicaba 30" al uso de LKOGT u OGT.	10MWT 6MWT. WISCI II FIM-L. LEMS. 10MWT PGIC	A1 y B1 mejoraron significativamente el 6MWT y LEMS. A1 logró mejor marca en el 10MWT, FIM-L y PGCIC sin significancia estadística con respecto a A2. En B rtdos similares.	Pre y post tratamiento. A las 20 sesiones se tomaron medidas para saber si las personas eran capaces de finalizar el estudio.

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

		<p>Grupo B:</p> <p>B1: 118 días + hombres + traumático + 36'4 ± 12 años</p> <p>B2: 109 días + hombres + traumático + 42'7 ±18 años</p>					
Field-Fote 2005 et al. ²⁷	<p>Comparación de 4 grupos de terapia + BWS.</p>	<p>-TM= 3'1 años + lesión cervical + hombres + 45 años (no aparece etiología)</p> <p>-TS = 9 años + lesión cervical + hombres + 48 años (no aparece etiología)</p> <p>-OG= 4'2 años + lesión cervical + hombres + 47 años (no aparece etiología)</p> <p>-LR= 8'7 años + lesión cervical + hombres + 46</p>	<p>Todos realizaban el entrenamiento usando BWS, con un soporte de o menos el 30%.</p> <p>-Grupo 1: TM podían usar los pasamanos. se les indicaba que caminaran a la máxima V fuera posible, se reducía hasta una buena calidad, a continuación se aumentaba 0'32 km/h y que diera 10 pasos en estas condiciones, después volver a la V inicial y tras 1-2 minutos incrementarla de nuevo y realizar 20 pasos, Con asistencia bilateral o unilateral.</p> <p>-Grupo2 TS, realizaron el mismo proceso que anteriormente. La intensidad en la que se lograra mayor respuesta flexora.</p> <p>-Grupo3: OG. La intensidad siguiendo el criterio anterior. La V máxima posible en 80 pies..</p> <p>-Grupo 4: LR inicialmente a 2,6 km/h y se fue aumentando la V 0,16km/h por semana para lograr finalmente 3,2 km/h.</p>	<p>60 sesiones, cinco días durante 12 semanas, con una duración de 60", en la 1que podían hacer descansos restándole un tiempo entre 10-15 minutos.</p>	<p>6 metros walking test</p> <p>2 minutos walking test.</p> <p>Longitud del paso.</p> <p>Longitud del miembro inferior.</p> <p>LEMS.</p>	<p>No existieron diferencias significativas.</p> <p>En el 6m walking test obtuvieron mejores resultados los participantes lentos (V = - 0.10m/s). En el grupo de lentos la velocidad aumento más en TS (106%) mientras que en LR (57%). EN el grupo de rápidos aumento más en OG (35%) mientas que en LR(-19%).</p> <p>Relación positiva entre velocidad Y LEMS.</p> <p>En 2min walking test no diferencias.</p> <p>La longitud de paso aumento en TM, TS y OG(mejor resultado), más en la pierna débil que la fuerte. En LR disminuyo 1% en fuerte y 22% en débil.</p> <p>En simetría LR mostro mayor aumento, pero el mejor resultado fue en OG.</p>	<p>Pre – y post-tratamiento</p>

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

		años (no aparece etiología)					
Field-Fote 2011 et al.	Determinar si existe diferencias en v y distancia en 4 grupos + BWS.	-TM= hombres + 39'3 años -TS= hombres + 38'5 años -OG=hombres + 42'2 años -LR=hombres + 45 años	Todos realizaron las sesiones usando BWS con una carga de o menor al 30% de su peso. -Grupo 1: TM recibir asistencia manual uni o bilateral. -Grupo 2: TS intensidad en la que se lograba mayor flexora. -Grupo 3: OG intensidad en la que se lograba mayor flexión dorsal durante la fase de balanceo. -Grupo 4: LR Se animo a los personas que corrieran a la máx V sin pensar en la duración (Escala Borg = 13), en TM, TR y LR, la V se reducida hasta conseguir un buen patrón y en OG, V máx en 80 pies.	60 sesiones cinco días durante 12 semanas. No indica el tiempo de duración de cada sesión.	10MWT 2minutes walking test LEMS Escala Borg.	El aumento de la V fue significativa en OG (especialmente), TS y TM. El aumento de distancia fue significativa en OG y TS, en TM y LR no hubo mejorías. LEMS mejoro sin diferencias entre grupos. En participantes menos lesionados, superaron el MID, más en OG. En los personas más lesionados superaron el MID, en V el grupo TS, y en resistencia el OG. Tras una media de 20,3 meses se reevaluaron 10 personas. La V media final fue 0,15 m/s, tras el retest, se disminuyo una media de 0,6 m/s, pero sigue siendo una media de 0,8 m/s más que antes del tratamiento. -MID = mínima importancia diferencia. En velocidad 0,05m/s, en distancia 4m.	Pre-post tratamiento,. En una media de 20, 3 meses después se reevaluaron a 10 personas.
Shin JC et al.¹⁴	Comparar Lokomat + OGT Vs OGT	-Lokomat: 3'33 meses + lesión cervical + hombres + 43'15 ±14 '37 años	-Grupo Lokomat: Se uso la Lokomat con una velocidad de 1,5 m/s y un soporte aproximadamente al 50% En los siguientes días se fue aumentando -Grupo OGT:	4 semanas de tratamiento. 1h en total de tto. -Grupo Lokomat: 3 días/sem uso	LEMS AMI SCIM3-M WISCI II	El grupo Lokomat obtuvo diferencia significativa en AMI y WISCI II.	Pre- y post-tratamiento.

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

		-OGT: 2'73 meses + lesión cervical + hombres + 48'15 ±11'49 años	Fueron tratados siguiendo los principios de Bobath. Tenía permitido ir a sesiones de electroestimulación funcional.	Lokomat durante 1h(40" de entrenamiento + 20" de descanso) 2 días/sem OGT 2 sesiones/día de 30". -Grupo OGT: 5días/sem OGT 2 sesiones/día 30"			
Labruye et al. ⁴⁶	1 Comparar si Lokomat o entrenamiento de fuerza obtiene mejores resultados en V y otros aspectos 2Cual de las dos terapias reduce más el dolor.	Estudio crossover: 27 meses + 60 años	Dos grupos, grupo1: semanas de entrenamiento de fuerza + semanas Lokomat, grupo 2, al revés- -Tratamiento con Lokomat. V: más cómoda entre 1-2 km/h Peso sostenido aprox 30%. Todos los participantes inicialmente usaron alzas, hasta lograr la flexión dorsal. -Entrenamiento de fuerza 10" de calentamiento (bicicleta, ergómetro, elíptica) + 4-6 ejercicios 3 series 10-12 repetición al 70%RM. Isotónicos de cadera (flexión, extensión, abd, add) en la camilla o usando la polea e isotónico de piernas presionando la camilla en supino. Todas estas variedades se hicieron con resistencia	16 sesiones/4 sem uso de Lokomat, seguido de 16 sesiones/ 4sem de entrenamiento de fuerza, y posteriormente se invirtió la secuencia. Las sesiones duraban 45" (2 descansos de 1-2min en Lokomat, y en el entrenamiento de fuerza calentamiento + descansos entre cambios de ejercicios)	10 MWT (a V máx y preferida FET UEMS(tet ruplejias) LEMS SCIM WISCI PCI Longitud de los MMII BBS Equilibrio (estático y dinámico)	No se obtuvieron diferencias significativas- En el 10MWT, a V máx, mejoró bastante y FET máx, FET espuma y BBG, obtuvo mejores Rtdos en entrenamiento convencional. En EVA, se obtuvo menos puntuación en ambas terapias. La terapia de fuerza obtenía menor puntuación tras la sesión No se obtuvieron grandes diferencias de resultados tras los 6 meses en comparación con los resultados post-tratamiento.	Pre-, posy-tratamiento y a las 26 semanas. La escala EVA antes y después de cada sesión.

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

					FES-I EVA		
Nooijen et al.¹⁸	<p>1 Comparar cual de 4 técnicas + BWS obtienen mejores resultados en la marcha</p> <p>2 Comparar la calidad de la marcha en LM con sujetos sanos</p>	<p>-TM = 52 meses + lesión cervical + hombres + 38'15 años</p> <p>-TS= 81 meses + lesión cervical + hombres + 39'47 años</p> <p>-OG= 45 meses + lesión cervical + hombres + 41'64 años</p> <p>-LR=110 meses + lesión torácica + hombres + 44'33 años</p>	<p>El estudio consistió en cuatro grupos: TM, TS, OG y LR.</p> <p>En todos ellos se uso BWT en o menor de 30% del peso.</p> <p>-TM recibió ayuda unilateral o bilateral para realizar el paso.</p> <p>-TS a una intensidad en la que se obtuviera la mayor respuesta flexora.</p> <p>-OG uso la electroestimulación en las mismas condiciones que TS.</p> <p>-LR inició con una V de 2,6 km/h, con el objetivo de alcanzar los 3,2 km/h al final de la terapia, aumentando 0,16 km/h cada semana.</p> <p>En TM, TS y OG fueron animados a que caminaran a la máxima V sin pensar en duración, con el patrón adecuado.</p>	<p>60 sesiones, repartidas durante en 5 días durante 12 semanas. Una duración de 60" (15" calentamiento + 45" entrenamiento).</p>	<p>10MWT</p> <p>Se midieron aspectos como cadencia: longitud de paso y zancada, simetría, coordinación y timing de extensión</p>	<p>No existieron grandes diferencias entre grupos.</p> <p>El OG logro la mayor cantidad de pasos/min y longitud de paso y LR la mínima.</p> <p>En LR no existieron grandes diferencias pre-post tratamiento de la medida del paso y zancada. Los Rtdos de la pierna fuerte eran menores que los de la pierna débil en OG y TS.</p> <p>Hubo pérdida de información que impidió medir adecuadamente: simetría, coordinación entre MMII, y el timing de la extensión de rodilla.</p>	<p>Pre y post-tratamiento.</p>
Schwartz et al.²⁵	<p>Comparar los efectos de Lokomat + OGT Vs OGT</p>	<p>-Lokomat + OGT = 23 días + lesión cervical + hombres + traumática +42 ± 21 años</p> <p>-OGT= 25 días + lesión cervical +</p>	<p>-Grupo Lokomat + OGT: Uso de Lokomat a la máxima V soportada por el paciente + 50%-40% según tolerancia.</p> <p>-Grupo OGT: Entrenamiento convencional siguiendo los principios de Bobath</p>	<p>25 sesiones:</p> <p>-Grupo Lokomat + OGT: 2-3 veces por semana sesiones con el uso de Lokomat (30") y 5 sesiones de fisioterapia convencional a la</p>	<p>FAC</p> <p>WISCI II</p> <p>SCIM</p>	<p>Mejoras en ambos en FAC y WISCI II, sin grandes diferencias.</p> <p>En SCIM, mejora significativa en el grupo Lokomat + OGT, tanto en los ítems locomotores y no-motores, mientras que el grupo OGT solo en los no –motores y no tanta mejora.</p>	<p>Pre- y post-tratamiento.</p>

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

	hombres + traumático + 43 ± 14 años		semana (30-45”). -Grupo OGT: durante 5 sesiones a la semana durante 30-45”.			
--	---	--	---	--	--	--

BWTSS= body weight supported treadmill training 10MWT= 10 metros walking test WISCI-II= walking Index for Spinal Cord Injury 6MWT= 6 minutes walking test FIM-L= Funciotnal Independece Measure Locomotor Scale LEMS=Lower Extremity Motor Score EVA= Escala visual Analógica LKOGT= locomotor training plus overground therapy OGT= overground training UNM= upper nmotor neuron LNM= lower motor neuron PGCIC= Patient’s Global Impression of Change Scale TM = tapiz rodante con asistencia manual TS= electroestimulación bilateral del nervio peroneo en tapiz rodante OG= electroestimulación bilateral del nervio peroneo en el suelo LR=terapia robótica en tapiz rodante Rtdos =resultados AMI= Ambulatory Motor Index SCIM-3M= Spinal Cord Index Measurement Mobility FET= figure Eight Test UEMS= upper extremity motor Scale PCI= physiological motor Index MMII=miembros inferiores BBS= Berg Scale FES= Fall Efficaccy Scale FAC= funtional ambulatory Category

6.4.1.-Tipo de estudios

De los 8 artículos incluidos en la revisión 6 fueron ensayos clínicos controlados aleatorizados^{14,18,25,28,44,45}, 1 estudio fue un ensayo clínico controlado no aleatorizado²⁷ y hubo 1 estudio cuasi experimental con control externo²⁵.

6.4.2.-Calidad metodológica

La aplicación de la escala PEDro a los artículos seleccionados obtuvo una puntuación media de 5/10 puntos sobre dicha escala, en concreto 3 con una puntuación 4/10, Field-Fote et al. 2011²⁸, Nooijen et al.¹⁸ y Schwartz et al.²⁵, 2 con una puntuación de 5/10, Field-Fote et al.2005²⁷ y Shin JC et al.¹⁴, y por último, 3 artículos con una puntuación de 6/10, Alcobendas et al.⁴⁴, Esclarín et al.⁴⁵ y Labruyere et al.⁴⁶.

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos acerca de la evaluación metodológica.

Tabla 5: evaluación de la calidad metodológica.

	Criterios elegibilidad	Asignación aleatoria	Asignación oculta	Grupos similares	Sujetos cegados	Terapeutas cegados	Evaluadores cegados	Seguimiento adecuado	Análisis de "intención de	Comparaciones entre	Medidas puntuales y	Puntuación total
Alcobendas et al.	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	6/10
Esclarín et al.	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	6/10
Field-Fote et al.	Si	Si	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	5/10
Field-Fote et al.	Si	Si	No	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	4/10
Shin JC et al.	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	5/10
Labruyere et al.	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	6/10

Nooijen et al.	Si	Si	No	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	4/10
Schwartz et al.	Si	No	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	4/10

6.4.3.-Participantes

En total, entre los 8 estudios, han participado un total de 385 personas, de las cuales 119 con una edad media de 45´85 años fueron tratadas con terapia robótica y 266 con edad media de 43´65 años con terapia convencional.

- Alcobendas et al.⁴⁴ respecto a los participantes iniciales, el grupo de terapia robot tenía una edad media de 45´2 años y un total de 40 participantes, mientras que el grupo de terapia convencional 49,5 años con un total de 40 participantes.
- Esclarín et al.⁴⁵ incluyo a 41 participantes tratados mediante terapia robótica con una edad media de 40 años y a 42 participantes tratados mediante terapia convencional con una edad media de 43´8 años.
- Field-Fote 2005 et al.²⁷ incluyeron un grupo de terapia robótica de 6 participantes donde la edad media era 43´2 años y 3 grupos de tratamiento convencional constituidos por 21 participantes donde la edad media era de 43´3 años.
- Field-Fote 2011 et al.²⁸ formo un grupo de terapia robótica de 14 participantes con edad media de 45 años y tres grupos de terapia convencional con un total de 50 participantes donde la edad media es de 40 años.
- Shin JC et al.¹⁴ formo un grupo de terapia robótica por 27 y la edad media era de 43´15 ± 14,37 años. El grupo de terapia convencional estaba formado por 26 participantes y la edad media oscilaba entre 48.15 ± 11,49 años.
- Labruyere et al.⁴⁶ realizaron un estudio en que se incluyeron a 9 participantes divididos en dos grupos. Primero uno de ellos recibiría la terapia robótica y a continuación la terapia convencional, y el segundo grupo realizaría la secuencia

inversa. De los 9 participantes, 2 eran mujeres y 7 eran hombres. La edad media era de 60 años.

- Nooijen et al.¹⁸ incluyó un grupo de terapia robótica con 12 participantes y una edad media 44´33 años y tres grupos de tratamiento convencional con un total de 39 participantes y una edad media de 39´75 años.
- Schwartz et al.²⁵ llevaron a cabo un estudio en que tomaron parte 28 participantes a quienes se les aplicó terapia robótica con edad media de 42 ± 21 años. A cada uno de ellos se le emparejó con un paciente con las mismas características tratado en los años previos, dando como resultado a 28 participantes donde la edad media era de 43 ± 14 años.

En la tabla 4 se recogieron además otras características como: sexo, cronicidad, nivel de lesión y causa de la lesión medular. En general, las características de los participantes eran bastante similares, la mayoría hombres, con lesión medular a nivel cervical de origen traumático, la única diferencia residió en cuanto a la cronicidad de la lesión.

6.4.4.-Intervención

El número de grupos y el tratamiento recibido ha sido bastante variado entre los 8 estudios de los cuales:

- Tres estudios^{44,45,46} han incluido dos grupos de tratamiento, en los cuales a uno le aplicaban terapia robótica y a otro terapia convencional, sin embargo, de estos tres, uno de ellos⁴⁵, subdividió a cada grupo de tratamiento en dos subgrupos: motoneurona superior y motoneurona inferior.
- Tres estudios^{27, 28,18} estaban formados por 4 grupos de comparación, a 3 de ellos se les aplicó terapia convencional (TM, TS, OG) y a 1 terapia robótica (LR).
- Dos estudios,^{14,25} tenían dos grupos uno de terapia convencional y el otro un grupo de terapia robótica al que también se le aplicó sesiones de terapia convencional recibiendo, por tanto, un tratamiento combinado.

En todos los grupos de terapia robótica se ha empleado el sistema robótico junto con BWS y el tapiz rodante, salvo Esclarín et al.⁴⁵, que llevó a cabo dicha intervención en el suelo. Respecto al peso soportado por el dispositivo, inicialmente era de 60% en los estudios de Alcobendas⁴⁴ y Esclarín et al.⁴⁵., del 50% en Shin JC et al.¹⁴ y Schwartz et

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

al.²⁵ del 30% en ambos estudios de Field-Fote et al.^{27,28}, Labruyere et al.⁴⁶ y Nooijen et al.¹⁸; la cantidad de peso soportado por el dispositivo iba disminuyendo a medida que el participante progresaba, utilizando como criterios que no existiera una flexión de rodillas exagerada y que no se arrastraran los dedos de los pies al realizar la marcha. Respecto al uso del tapiz rodante la velocidad inicialmente en la mayoría de los casos era aquella velocidad máxima a la cual existía un buen patrón de marcha, salvo en los estudios de Shin JC et al.¹⁴. y Labruyere et al.⁴⁶ que era aquella velocidad confortable entre 1 y 2 km/h, y en el estudio de Nooijen et al.¹⁸, a partir de 2´6 km/h.

En concreto el dispositivo robótico empleado en todos los estudios fue Lokomat, e trata de dos robots ligeros acoplados a cada miembro inferior, combinado con un tapiz rodante y un sistema BWS. Esclarín et al.⁴⁵ empleó el mismo dispositivo pero sin el tapiz.

En cuanto a la intervención mediante terapia convencional siempre se llevo a cabo en el suelo. Respecto a la velocidad de la terapia, se estimulaba al paciente diciéndole que caminará a la máxima velocidad posible y después se le guiaba para que redujera a aquella en la que el patrón de marcha era el más adecuado. El método Bobath fue el empleado en los estudios de Shin JC et al.¹⁴ y Schwartz et al.²⁵ Mientras que Labruyere et al.⁴⁴ aplicaron a sus participantes un entrenamiento de fuerza. Por otro lado los estudios de Field-Fote 2005 et al.²⁷, Field-Fote 2011 et al.²⁸ y Nooijen et al.¹⁸, incluyeron tres grupos de terapia convencional: tapiz rodante junto con asistencia manual, tapiz rodante con electroestimulación del nervio peroneo y entrenamiento en el suelo con la estimulación del mismo; para todos ellos se empleo el sistema de suspensión corporal con los mismos parámetros que para el grupo de terapia robótica citados anteriormente. En el caso de la electroestimulación, la intensidad de la corriente era aquella a la cual se obtenía mayor respuesta flexora del tobillo. Por último Esclarín et al.⁴⁵ y Alcobendas et al.⁴⁴ no detallaron en que consistió la terapia convencional.

6.5.-Efectividad de la terapia robótica Vs terapia convencional

Todos los estudios incluidos han reportado que, tanto una terapia como la otra, producen mejoras en la rehabilitación de la marcha en personas con lesión medular. Sin embargo, se hace difícil establecer cuál de las dos es superior, pues entre todos los estudios analizados, 5 estudios no encontraron diferencias significativas entre ambas terapias (Alcobendas et al.⁴⁴(6/10), Field-Fote 2005 et al.²⁷ (5/10), Shin JC et al.¹⁴ (5/10), Labruyere et al.⁴⁴ (6/10)) y tan sólo, los 3 estudios restantes hallaron una diferencia significativa entre ellas, en algunos tests incluidos:

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

- Esclarín et al.⁴⁵, con una puntuación de 6/10 en la escala PEDro, en los test 6MWT y LEMS, obtuvo mayores mejoras con el uso de la terapia robótica.
- Schwartz et al.²⁵, con una puntuación de 4/10, en el test SCIM también mejores resultados en la terapia robótica.
- Field- Fote 2011 et al.²⁸, con una puntuación de 4/10 en la escala, en los test 10MWT y 2 minutes walking, con mejores resultados en la de la terapia convencional.

Aplicando los criterios de Van Tulder⁴², debido a que mayoría de estudios no encontraron diferencias y los 3 que las encontraron reportaron resultados contradictorios, podemos señalar que no hay evidencia para afirmar la superioridad de una técnica respecto a la otra.

6.6.-Conocer cual de las dos terapias permite alcanzar mejores resultados respecto a ciertos parámetros de la marcha

La *resistencia* ha sido valorada por 5 publicaciones las cuales la han examinado a través de diferentes test: 6 MWT^{18,44,45}, y 2 minutes walking^{27,28}. Los resultados obtenidos son diversos:

- Field- Fote 2005 et al.²⁷ (5/10) no encontró diferencias entre ambas terapias.
- Field- Fote 20011 et al.²⁸ (4/10) obtuvo una mejora significativa en la terapia convencional.
- Alcobendas et al.⁴⁴ (6/10) tuvo mejores resultados en el grupo de terapia robótica y Esclarín et al.⁴⁵ (6/10) obtuvo una diferencia significativa a favor de dicha intervención.

El test 6MWT fue realizado por Esclarín et al.⁴⁵, obteniendo una mejora significativa en el grupo de terapia robótica, sin embargo dicho test fue realizado en otros estudios sin lograr mejoras significativa en la terapia. Field-Fote 2011 et al.²⁸, obtuvo una diferencia significativa en el test 2 minutos walking en el grupo de terapia convencional, el cual, no obtuvo ninguna diferencia significativa en el estudio realizado en el 2005²⁷.

Observando las diversas contradicciones, y aplicando la escala Van Tulder⁴², se concluye que no hay evidencia suficiente para afirmar que una modalidad es superior a la otra a la

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

hora de mejorar la resistencia en las personas con una lesión medular.

Para testar la *velocidad* se han utilizado en 6 publicaciones (esc, fiel 1, fiel 2, noijen labruy) diferentes test: 10MWT, pasos/minuto^{18,28,44,45,46}, 6 metro walking test²⁷. Se obtuvieron diferentes resultados:

- Alcobendas et al.⁴⁴ sin diferencias entre los dos métodos.
- Field-Fote 2005 et al.²⁷, Field-Fote 2011 et al.²⁸, Labruyere et al.⁴⁶ y Nooijen et al.¹⁸ (4/10) con una puntuación media de 4´6/10, con mejor resultados en el caso del grupo de terapia convencional, incluso Field-Fote 2011 et al.²⁸ con una diferencia significativa.
- Esclarín et al.⁴⁵ obtuvieron mejor resultado en la intervención a través de terapia robótica.

Solo se obtuvo diferencia significativa entre ambas terapias a favor de la terapia convencional en el test 10MWT en el estudio de Field-Fote 2011 et al.²⁸, sin embargo un estudio realizó el mismo test sin encontrar una diferencia significativa, otro obtuvo mejores resultados a favor de la terapia robótica, e incluso dos estudios^{44,18} no encontraron diferentes resultados entre ambos tratamientos.

Los resultados, al igual que en el caso de la resistencia, resultan contradictorios y no concluyentes, por lo que no existe evidencia para poder afirmar una técnica sea superior a la otra

La *funcionalidad* se ha valorado en un total de 5 artículos a través de diferentes escalas: WISCI^{14,18,44,45}, FIM-L^{44,45}, AMI¹⁴ y SCIM^{14,25,46}.

Solamente uno de ellos obtuvo resultados similares en ambos grupos y 4 estudios con una puntuación media de 5´25/10 en la escala PEDro, han obtenido mayores niveles de funcionalidad en el grupo de terapia robótica.

Únicamente Schwartz et al.²⁵ (4/10) obtuvo una diferencia significativa en el test SCIM, sin embargo, este mismo test fue realizado por Labruyere et al.⁴⁶ y Shin JC et al.¹⁴, sin obtener diferencias entre ambos grupos, incluso este último aplicó terapia combinada al igual que Schwartz et al.²⁵.

Ante los resultados obtenidos y teniendo en cuenta que el estudio de Schwartz se trata de un estudio cuasi experimental, se concluye que no hay evidencia acerca de la superioridad de la terapia robótica para la mejora de la funcionalidad en las personas con lesión medular.

“Terapia robótica vs fisioterapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular: una revisión sistemática”

La *fuerza* ha sido medida en 6 estudios^{14,27,28,44,45,46} a través del test LEMS. De ellos 4 estudios reportaron que no obtuvieron ninguna diferencias entre ambos grupos y solo 2, Alcobendas et al.⁴⁴ y Esclarín et al.⁴⁵, obtuvieron mejores resultados en el grupo de terapia robótica, en concreto, este último obtuvo diferencias significativas. A pesar de que son ensayos clínicos controlados aleatorizados de alta calidad, los resultados son bastantes contradictorios por lo que podemos afirmar que no hay evidencia acerca de la superioridad de una terapia u otra para la mejora de la fuerza en personas con lesión medular.

La *simetría* fue un aspecto únicamente valorado en el estudio con realizado en el 2005 por Field et al.²⁷, obteniendo mejores resultados no significativos en la terapia convencional, por lo que no hay evidencia suficiente acerca de la posible mejoría mediante alguna de las terapias en este aspecto.

La *longitud de paso* fue medida en dos artículos en Field-Fote 2005 et al.²⁷ y Nooijen et al.¹⁸, obteniendo mejores resultados en la terapia convencional. En ninguno de los dos estudios se ha obtenido ninguna diferencia significativa, por lo que, no hay evidencia acerca de cual de las dos terapia podría obtener una mejoría de longitud del paso en la rehabilitación de los lesionados medulares.

6.7.- Comparar cual de las terapias mantiene los efectos a largo plazo

Solo se tomaron medidas a largo plazo en los ensayos clínicos aleatorizados de Field-Fote 2011 et al.²⁸ y Labruyere et al.⁴⁶ Field-Fote 2001 et al.²⁸ retestó a un total de 10 participantes tras una media de 20'3 meses y en Labruyere et al.⁴⁶ retestó a todos los pacientes una media de 6 meses después. Ninguno obtuvo diferencias significativas entre ambos grupos. Ambos coincidieron en que los resultados fueron peores que en la valoración inmediatamente después del tratamiento, pero mejores que los valores iniciales. Debido al escaso número de estudios no se puede determinar la superioridad de una técnica u otra en el mantenimiento de las mejorías a largo plazo en la lesión medular.

7.-Discusión

7.1.-Resumen de los principales resultados

En la revisión se han incluido un total de 8 estudios que tenían el objetivo de conocer si la terapia robótica o la terapia convencional obtenía mejores resultados en la reeducación

de la marcha en lesionados medulares. En total 385 personas han tomado parte de estos estudios, cuyas características generales eran sexo masculino, con edad media de 41 años y una lesión a nivel cervical de origen traumático. Los estudios han obtenido una puntuación media de 5/10 puntos en la escala PEDro.

Tras analizar los artículos incluidos en la revisión, no se ha encontrado evidencia acerca de la superioridad de la terapia robótica frente a la terapia convencional; ya que en la mayoría de las ocasiones se han obtenido diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, todos los estudios reportaron que ambas terapias mejoran la marcha de las personas con lesión medular.

En lo referente a cual de los dos métodos obtiene mejores resultados en aspectos de la marcha como: resistencia, velocidad, funcionalidad, fuerza, simetría y longitud de paso, tampoco existe evidencia acerca de la superioridad de una terapia sobre la otra. Solo se obtuvieron diferencias significativas entre terapias en tests que midieron magnitudes como la resistencia, velocidad, funcionalidad y fuerza. A pesar de ello, la mayoría de los tests que obtuvieron una diferencia significativa en una de estas magnitudes en algún estudio, no es concluyente, puesto que el mismo test fue realizado por otros estudios obteniendo resultados completamente contradictorios y variados.

En cuanto a los efectos a largo plazo, no hay suficiente evidencia para decantarse por una terapia u otra, pues solo ha sido valorada por dos estudios sin obtener diferencias significativas entre métodos. Sin embargo, ambos concluyeron que los resultados obtenidos fueron peores que los de la valoración final, pero mejores que los de la valoración inicial.

7.2.- Análisis de los resultados

La evidencia acerca de la superioridad de la terapia robótica frente a las técnicas más convencionales en la rehabilitación de la marcha en la lesión medular, fue realizada por dos revisiones sistemáticas, Mehrholz et al.⁴⁸ y Swinnen et al.⁴⁹, hace más de 5 años. Las dos publicaciones concluyeron que no existe evidencia acerca de la superioridad de la terapia robótica frente a la terapia convencional, lo cual coincide con los resultados obtenidos en esta revisión pues, sólo 3 de los 8 estudios han obtenido resultados significativos a favor de una terapia, y son bastante contradictorios.

La gran heterogeneidad de protocolos de tratamiento dificulta la comparación entre estudios, sin embargo, al observar las características personales de los participantes en

las diferentes publicaciones, se advirtieron características comunes en cuanto a la cronicidad o el número de sesiones en los estudios con mejores resultados en la terapia robótica o en la terapia convencional. De modo que, en los estudios con mejores resultados en la terapia robótica, los participantes sufrieron la lesión medular alrededor de hace 3 meses y recibieron una media de 30 sesiones, mientras que, en los estudios con mejores resultados en la terapia convencional, la cronicidad era de 7 años y se les aplicó una media de 60 sesiones (salvo un estudio⁴⁶ que aplicó 16). Quizás estas características podrían favorecer a que una terapia obtenga mejores resultados que otra. Esta hipótesis, está apoyada por autores como, Field-Fote 2005 et al.²⁷ quién afirmó que las variables cronicidad y nivel de lesión pueden influir, este hecho también es defendido por, Louie et al.³⁴, pero considera que depende del nivel de lesión y número de sesiones. En esta revisión, todos los estudios, salvo el de Nooijen et al.¹⁸, los pacientes tenían una lesión a nivel cervical.

Otro aspecto a tener en cuenta es que en la mayoría de estudios que obtuvieron mejores resultados en el grupo de terapia convencional, fue específicamente en participantes que llevaban a cabo la terapia en el suelo. Esto podría influir a la hora de realizar los diferentes test, pues estos se llevaron a cabo en esta superficie, por lo que los participantes que realizaron la terapia en el suelo, podrían haber estado más entrenados a la hora de realizar las pruebas en dichas condiciones, condicionando así los resultados obtenidos.

Por último, a la hora de aplicar el tratamiento, el profesional podría estar más familiarizado con una técnica en concreto, como afirmó Field-Fote 2011²⁸ en su estudio, en las técnicas de terapia convencional. Esto puede suponer mayor desventaja en el caso de la terapia robótica, pues al tratarse de técnicas más recientes la falta de conocimiento es mayor.

7.3. -Limitaciones de la revisión

La principal limitación, es que solo un evaluador realizó la elección de los artículos que fueron incluidos, por lo que se puede cometer un error personal.

Otra limitación importante es que solo se incluyeron aquellos artículos que tenían acceso gratuito, por lo que puede existir una pérdida de información importante para la realización de la revisión.

7.4.- Implicaciones para la práctica clínica

Tras analizar los resultados obtenidos en la revisión, no hay suficiente evidencia acerca de que terapia robótica sea el superior a la terapia convencional en cuanto a la reeducación de la marcha.

Por el contrario ambos métodos han demostrado mejoras en los dos grupos de tratamiento. Por lo que, quizás a la hora de decantarse por emplear un método u otro en el proceso de rehabilitación de las personas con lesión medular, habría que sopesar en mayor medida otros aspectos como económicos, o la formación y experiencia del fisioterapeuta en diferentes técnicas.

7.5.-Implicaciones para la investigación

La falta de estudios que comparen la terapia robótica vs la terapia convencional es evidente, como también lo recogieron Federici et al.³² y Wall et al.³³ en sus estudios. Además los escasos estudios existentes, presentan baja calidad metodológica y el tamaño de las muestras es pequeño, por lo que se precisan de más ensayos controlados aleatorizados de calidad, con grandes muestras para poder establecer conclusiones con suficiente evidencia.

Otro aspecto a investigar es la dosificación, progresión y metodología de las intervenciones, pues varios autores recogen la ausencia de información de estos aspectos, de modo que los estudios, o bien no detallan las características de las intervenciones, o bien, emplean dosificaciones muy variadas. Por lo que establecer unos protocolos podría facilitar la comparación y concluir cual de los dos métodos es superior para la reeducación de la marcha en la LM, además de facilitar la rehabilitación.

Existe una escasez de estudios que recojan cual de las dos terapias es la más adecuada para la perpetuación en el tiempo de las mejorías logradas tras el tratamiento, así que quizás este sea otro punto a investigar.

Por último, esta revisión ha barajado la posibilidad de que características personales puedan influir en que la terapia robótica o al convencional obtenga mejores resultados, por lo que las futuras líneas de investigación podrían ir enfocadas a controlar este aspecto.

8.-Conclusiones

- No existe evidencia acerca de la superioridad de la terapia robótica sobre la terapia convencional en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular.
- No existe evidencia acerca de qué modalidad, sería la seleccionada para obtener mejores resultados en cuanto a resistencia, velocidad, funcionalidad, fuerza, simetría y longitud de paso, en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular.
- No existe evidencia acerca de que terapia favorece al mantenimiento de los cambios a largo plazo en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular.
- Se precisa de mayor investigación de alta calidad sobre la superioridad de las terapias robóticas frente a terapias convencionales en la reeducación de la marcha en personas con lesión medular.

9.-Bibliografía

1. Medina, E. U., Pailaquilén, R. M. B. (2010). La revisión sistemática y su relación con la práctica basada en la evidencia en salud.
2. Karimi, M. T. (2012). Robotic rehabilitation of spinal cord injury individual. *Ortopedia, traumatología, rehabilitacj*a, 15(1), 1-7.
3. Burney, R. E., Maio, R. F., Maynard, F., & Karunas, R. (1993). Incidence, characteristics, and outcome of spinal cord injury at trauma centers in North America. *Archives of Surgery*, 128(5), 596-599.
4. Claudio, I. R. Entrenamiento robótico como medio de rehabilitación para la marcha.
5. Montoto A, Ferreiro ME, Rodríguez A. Lesión medular. En: Sánchez I, Ferrero A, Aguilar JJ, Climent JM, Conejero JA, Flórez MT, Peña A, Zambudio P. *Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física*. Médica Panamericana, Madrid; 2006. p. 505-519.

6. Harvey. Management of Spinal Cord Injuries: A Guide for Physiotherapists. Elsevier Health Sciences, 2008
7. Henao-Lema, C. P., & Pérez-Parra, J. E. (2010). Lesiones medulares y discapacidad: revisión bibliográfica. *Aquichan*, 10(2), 157-172.
8. García, D. I. M. (2009). Síndrome del lesionado medular tratamiento, rehabilitación y cuidados continuos. Hospital Monográfico Asepeyo Coslada. Madrid.
9. Singh, A., Tetreault, L., Kalsi-Ryan, S., Nouri, A., & Fehlings, M. G. (2014). Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *Clin Epidemiol*, 6, 309-331.
10. Van Den Berg M, Castellote JM, Mahillo-Fernandez I, de Pedro-Cuesta J. Incidence of traumatic spinal cord injury in Aragón, Spain (1972–2008). *J Neurotrauma*. 2011;28(3):469–477.
11. Alcobendas Maestro, M. (2011). Efectividad del entrenamiento de la marcha mediante el sistema lokomat en pacientes agudos con lesión medular incompleta. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.
12. Quintana-Gonzales, A., Sotomayor-Espichan, R., Martínez-Romero, M., & Kuroki-García, C. (2011). Lesiones medulares no traumáticas: etiología, demografía y clínica. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 28(4), 633-638.
13. Bender JE, Hernández E, Prida M, Araujo F, Zamora F. Caracterización clínica de pacientes con lesión medular traumática. *Rev Mex Neuroci* 2002; 3(3): 135-142.
14. Shin, J. C., Kim, J. Y., Park, H. K., & Kim, N. Y. (2014). Effect of robotic-assisted gait training in patients with incomplete spinal cord injury. *Annals of rehabilitation medicine*, 38(6), 719-725.
15. Barbeau, H., Ladouceur, M., Norman, K. E., Pépin, A., Leroux, A. (1999). Walking after spinal cord injury: evaluation, treatment, and functional recovery. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80(2), 225-235.
16. Krawetz, P., Nance, P. (1996). Gait analysis of spinal cord injured subjects: effects of injury level and spasticity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 77(7), 635-638.

17. Kim, C. M., Eng, J. J., Whittaker, M. W. (2004). Level walking and ambulatory capacity in persons with incomplete spinal cord injury: relationship with muscle strength. *Spinal Cord*, 42(3), 156-162.
18. Nooijen CF, Ter Hoeve N, Field-Fote EC: Gait quality is improved by locomotor training in individuals with SCI regardless of training approach. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2009, 6:36.
19. Harvey LA, Lin C-W, Glinsky JV, De Wolf A. The effectiveness of physical interventions for people with spinal cord injuries: a systematic review. *Spinal Cord*. 2009 Mar;47(3):184–95.
20. Arroyo Riano, M. Martín Fraile, E., Alcaraz RouseletM. A., Pascual Gómez, F. (1998). Ortesis de bipedestación y marcha en la lesión medular. *Rehabilitación*, 32(6), 437-451.
21. Norman, K.E, The effects of clonidine, cyproheptadine and baclofen on locomotor pattern in subjects with incomplete spinal cord injury. Doctoral thesis, School of Physical and Occupational Therapy, McGill University, 1996.
22. Vivancos-Matellano F, Pascual-Pascual SI, Nardi-Villardaga J, et al. Guía del tratamiento integral de la espasticidad. *Revista Neurología* 2007; 45(6): 365-375.
23. Lam, T., Noonan, V. K., Eng, J. J. (2008). A systematic review of functional ambulation outcome measures in spinal cord injury. *Spinal Cord*, 46(4), 246-254.
24. Sabater, J. M., Azorín, J. M., Pérez, C., García, N., Menchón, M. (2007). Ayuda robótica para la rehabilitación de miembros superiores. *Domótica, Robótica y Teleasistencia para Todos*, 19.
25. Schwartz I, Sajina A, Neeb M, Fisher I, Katz-Luerer M, Meiner Z. Locomotor training using a robotic device in patients with subacute spinal cord injury. *Spinal Cord* 2011;49:1062-7.
26. Claudio, I. R. Entrenamiento robótico como medio de rehabilitación para la marcha.
27. Field-Fote EC, Roach KE. Influence of a locomotor training approach on walking speed and distance in people with chronic spinal cord injury: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2011;91:48-60.

28. Field-Fote EC, Lindley SD, Sherman AL: Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury: a preliminary report of walking-related outcomes. *J Neurological Physical Therapy* 2005, 29:127–137.
29. Kapadia, N., Masani, K., Catharine Craven, B., Giangregorio, L. M., Hitzig, S. L., Richards, K., & Popovic, M. R. (2014). A randomized trial of functional electrical stimulation for walking in incomplete spinal cord injury: Effects on walking competency. *The journal of spinal cord medicine*, 37(5), 511-524.
30. Ladouceur M, Barbeau H. Functional electrical stimulation-assisted walking for persons with incomplete spinal injuries: Longitudinal changes in maximal overground walking speed. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 2000;32(1):28–36. [: 0036–5505]
31. Miller, L. E., Zimmermann, A. K., Herbert, W. G. (2016). Clinical effectiveness and safety of powered exoskeleton-assisted walking in patients with spinal cord injury: systematic review with meta-analysis. *Medical devices (Auckland, NZ)*, 9, 455.
32. Rupp, R., Schließmann, D., Plewa, H., Schuld, C., Gerner, H. J., Weidner, N., Knestel, M. (2015). Safety and Efficacy of At-Home Robotic Locomotion Therapy in Individuals with Chronic Incomplete Spinal Cord Injury: A Prospective, Pre-Post Intervention, Proof-of-Concept Study. 10(3), e0119167.
33. Federici, S., Meloni, F., Bracalenti, M., De Filippis, M. L. (2015). The effectiveness of powered, active lower limb exoskeletons in neurorehabilitation: A systematic review. *NeuroRehabilitation*, 37(3), 321-340.
34. Wall, A., Borg, J., & Palmcrantz, S. (2015). Clinical application of the Hybrid Assistive Limb (HAL) for gait training—a systematic review. *Frontiers in systems neuroscience*, 9.
35. Louie, D. R., Eng, J. J., & Lam, T. (2015). Gait speed using powered robotic exoskeletons after spinal cord injury: a systematic review and correlational study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12(1), 1.
36. Postans NJ, Hasler JP, Granat MH, Maxwell DJ. Functional electric stimulation to augment partial weight-bearing supported treadmill training for patients with acute

- incomplete spinal cord injury: a pilot study. Arch Phys Med Rehabil 2004;85:604-10.
37. Field-Fote, E. C. (2001). Combined use of body weight support, functional electric stimulation, and treadmill training to improve walking ability in individuals with chronic incomplete spinal cord injury. Archives of physical medicine and rehabilitation, 82(6), 818-824.
 38. Quintana-Gonzales, A., Sotomayor-Espichan, R., Martínez-Romero, M., Kuroki-García, C. (2011). Lesiones medulares no traumáticas: etiología, demografía y clínica. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica, 28(4), 633-638.
 39. Information NC for B, Pike USNL of M 8600 R, MD B, Usa 20894. Home - PubMed - NCBI [Internet]. [cited 2016 March]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
 40. Base de Datos de Fisioterapia Basada en la Evidencia (Español) PEDro [Internet]. [2016 Marzo]. Available from: <http://www.PEDro.org.au/spanish/>
 41. Scopus. 2016; Available at: <http://www.elsevier.com/solutions/scopus>. Acceso Marzo, 2016.
 42. van Tulder MW, Cherkin DC, Berman B, Lao L, Koes BW. The effectiveness of acupuncture in the management of acute and chronic low back pain. A systematic review within the framework of the Cochrane Collaboration Back Review Group. Spine (Phila Pa 1976) 1999 Jun 1;24(11):1113-1123.
 43. Vicario Espinosa, C., Alcobendas Maestro, M. (2006). El manejo quirúrgico actual de las lesiones medulares traumáticas. Patología del aparato locomotor,4(4), 247-253.
 44. Alcobendas-Maestro M, Esclarín-Ruz A, Casado-López RM, et al. Lokomat robotic-assisted versus overground training within 3 to 6 months of incomplete spinal cord lesion: randomized controlled trial. Neurorehabil Neural Repair 2012;26:1058-63.
 45. Esclarín-Ruz, A., Alcobendas-Maestro, M., Casado-Lopez, R., Perez-Mateos, G., Florido-Sanchez, M. A., Gonzalez-Valdizan, E., & Martin, J. L. R. (2014). A comparison of robotic walking therapy and conventional walking therapy in

individuals with upper versus lower motor neuron lesions: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(6), 1023-1031.

46. Labruyere R, van Hedel HJ. Strength training versus robot-assisted gait training after incomplete spinal cord injury: a randomized pilot study in patients depending on walking assistance. *J Neuroeng Rehabil* 2014;11:4.
47. María Stokes. *Fisioterapia en la Rehabilitación neurológica*. 2ª ed. Madrid: Elsevier; 2006.
48. Mehrholz J, Kugler J, Pohl M. Locomotor training for walking after spinal cord injury. *Cochrane Database Systematic Review* 2012;11:CD006676.
49. Swinnen E, Duerinck S, Baeyens JP, Meeusen R, Kerckhofs E. Effectiveness of robot-assisted gait training in persons with spinal cord injury: a systematic review. *J Rehabil Med* 2010;42:520-6.