



# **Trabajo Fin de Grado. Grado en Fisioterapia**

## **“Reeducación de la marcha en pacientes postictus mediante Lokomat y tapiz rodante”**

**“Reeducación da marcha en pacientes postictus mediante Lokomat e tapiz rodante”**

**“Gait training in post-stroke patients by Lokomat and treadmill”**

Sofía González Lago

DNI: 32718929-A

Tutora: María Eugenia Amado Vázquez

Facultad de Fisioterapia

Universidade da Coruña

Convocatoria: Junio 2015

## 1. RESUMEN

- Objetivos: el objetivo de esta revisión es examinar sistemáticamente la evidencia sobre el empleo del Lokomat y del tapiz rodante como tratamiento para la reeducación de la marcha en pacientes postictus, así como conocer la utilidad de las escalas y test más utilizados para la evaluación de la marcha.
- Metodología: se llevó a cabo una búsqueda en la literatura en cuatro bases de datos electrónicas, PubMed, PEDro, Scopus y The Cochrane Library, identificando artículos publicados entre enero de 2005 y mayo de 2015.
- Resultados: siguiendo la estrategia de búsqueda comentada anteriormente, se obtienen 16 artículos, 8 de Lokomat y 8 de tapiz rodante, en los cuales se analiza la evidencia, la intervención y los resultados obtenidos: los resultados demuestran un efecto positivo en la reeducación de la marcha con estos dispositivos en pacientes postictus. Los test y escalas más utilizados en los artículos son capaces de cuantificar los cambios que el tratamiento produce en el paciente.
- Conclusiones: tanto el entrenamiento en Lokomat como el entrenamiento en tapiz rodante son herramientas efectivas para la reeducación de la marcha en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular. Los test y escalas utilizados para valorar el estado inicial y el estado al final de la aplicación del tratamiento resultan de gran utilidad para objetivar cuantitativamente los resultados obtenidos.

Palabras clave: *ictus, marcha, tapiz rodante*

*poststroke, gait training, Lokomat, treadmill*

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN</b>	2
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	4
2.1. Tipo de trabajo	4
2.2. Motivación personal y fundamentación	4
2.3. Contextualización del trabajo	4
<b>3. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE ESTUDIO</b>	11
<b>4. METODOLOGÍA</b>	12
4.1. Tipo de estudio	12
4.2. Criterios de inclusión y exclusión	12
4.2.1. Criterios de inclusión	12
4.2.2. Criterios de exclusión	12
4.3. Bases de datos empleadas y palabras clave	12
4.4. Fechas de consulta	13
4.5. Estrategia de búsqueda	13
4.6. Selección de los resultados de búsqueda	16
<b>5. RESULTADOS</b>	18
5.1. Estudios incluidos	18
5.2. Análisis de la calidad de los artículos	18
5.3. Análisis de los resultados	18
<b>6. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	37
6.1. Síntesis de los resultados	37
6.2. Discusión	41
6.3. Conclusiones	42
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	43
<b>8. ANEXOS</b>	48

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. Tipo de trabajo**

Se realiza una revisión sistemática.

Las revisiones sistemáticas de la literatura científica son estudios pormenorizados, selectivos y críticos que tratan de analizar e integrar la información esencial de los estudios primarios de investigación sobre un problema de salud específico, en una perspectiva de síntesis unitaria de conjunto (Martín, 2006).

### **2.2. Motivación personal y fundamentación**

Durante el transcurso de la asignatura de Estancias Clínicas II, en la modalidad de neurología, pude observar cómo se utilizaban dispositivos para la rehabilitación de la marcha como el Lokomat y el tapiz rodante en pacientes postictus y lesionados medulares.

Hasta el momento, durante las prácticas anteriormente cursadas, no había tenido la oportunidad de conocer este tipo de tratamiento, lo que me llevó a preguntarme la evidencia que existía sobre el uso de estos dispositivos en pacientes que habían sufrido un accidente cerebrovascular y que presentaban alteración de la marcha, un problema de gran impacto en la sociedad actual y que repercute de manera muy importante en la calidad de vida de las personas que lo padecen.

### **2.3. Contextualización del trabajo**

Los accidentes cerebrovasculares son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en adultos en el mundo desarrollado y la principal causa de discapacidad en los países industrializados. La incidencia de ictus es de aproximadamente un millón de casos por año en la Unión Europea y los supervivientes pueden sufrir severos déficits neurológicos como hemiparesia, trastornos de la comunicación, déficits cognitivos o trastornos de la percepción visuo-espacial. Todos estos trastornos provocan un importante impacto en la vida del paciente y considerables costes en los servicios sociosanitarios.<sup>1</sup>

La hemiplejía es uno de los trastornos más comunes después de sufrir un accidente cerebrovascular y contribuye significativamente a disminuir la capacidad de la ejecución de la marcha. Aunque la mayoría de los pacientes postictus son capaces de realizar una marcha independiente, muchos de ellos no alcanzan un nivel suficiente para realizar con independencia las actividades de la vida diaria (AVDs). Por ello, la recuperación de la marcha es el objetivo principal de los programas de rehabilitación para los pacientes postictus.<sup>1,2</sup>

La locomoción es el resultado de la interacción entre los mecanismos centrales y la retroalimentación periférica. Los mecanismos centrales se basan fundamentalmente en un circuito espinal capaz de generar los patrones de locomoción básicos y varias vías descendentes que pueden poner en funcionamiento, parar y conducir la locomoción. La retroalimentación periférica se origina en las aferencias musculares y cutáneas así como en los sentidos de la visión, el oído y el equilibrio, que adaptan de manera dinámica el patrón de locomoción a los requerimientos del medio.<sup>1,3,4</sup>

La marcha normal se define como una serie de movimientos alternantes y rítmicos de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento del centro de gravedad hacia delante. La marcha tiene dos componentes interrelacionados, el equilibrio y la locomoción. Existe un equilibrio estático, necesario para mantener una postura y un equilibrio dinámico, requerido durante el desplazamiento en el espacio. Tanto para el mantenimiento del equilibrio como para la locomoción, se requiere de la interacción de los sistemas aferentes que llevan la información al sistema nervioso central, con los centros de proceso de esta información, de la eficiencia motora y del aparato músculo-esquelético.<sup>5</sup>

El ciclo de la marcha se inicia cuando el talón contacta con el suelo y termina con el siguiente contacto con el suelo del mismo pie. Las dos fases del ciclo son la de apoyo y la fase de balanceo. La duración relativa de cada fase del ciclo de la marcha es: 60% en la fase de apoyo, 40% en la fase de balanceo y 20% en el doble apoyo. A medida que disminuye la velocidad de la marcha, la duración de la fase de doble apoyo aumenta.<sup>5</sup>

En la marcha se pueden caracterizar distintos aspectos del paso, de los desplazamientos del centro de gravedad y de los movimientos articulares, como son: la longitud de paso, la amplitud de base, la altura del paso, la

cadencia o ritmo de paso, la velocidad, la oscilación vertical del centro de gravedad, el desplazamiento lateral y el movimiento articular.<sup>5</sup>

Cuando existen patologías a nivel del sistema nervioso central, se puede producir un control neurológico deficitario, apareciendo cinco alteraciones básicas en diferentes combinaciones y con intensidad variable: espasticidad, alteraciones de la coordinación, patrones reflejos primitivos del aparato locomotor, alteraciones de la secuencia de actuación muscular y alteración de la propiocepción.<sup>3</sup>

La espasticidad dificulta la actuación excéntrica de los músculos durante la fase de apoyo. Cuando aparece espasticidad en el tríceps sural se produce una flexión plantar persistente, en estos casos la progresión de la marcha se ve dificultada por la pérdida de movilidad en el tobillo y en el antepié. Una flexión persistente de rodilla, a consecuencia de una espasticidad de los isquiotibiales, limita la efectividad de la fase final de la oscilación y disminuye el avance del muslo en la fase de apoyo. La espasticidad de los flexores de cadera disminuye la progresión en las fases media y final del apoyo, mientras que la acción sostenida del cuádriceps inhibe la preparación de la fase de preoscilación para el adelantamiento del miembro.<sup>3</sup>

Las alteraciones de la coordinación impiden al paciente controlar el tiempo y la intensidad de la acción muscular.<sup>3</sup>

Los patrones reflejos primitivos suponen una fuente alternativa al control voluntario.<sup>3</sup>

Las alteraciones de la secuencia de actuación muscular son debidas a la espasticidad y deficiencias de la coordinación. De esta forma, la acción muscular se puede ver alargada, acortada, retrasada, adelantada, ser continua o estar ausente.<sup>3</sup>

Las alteraciones de la propiocepción o trastornos sensitivomotores dificultan la marcha, ya que privan al paciente de la información sobre la posición de la cadera, rodilla, tobillo y pie, así como del tipo de contacto con el suelo.<sup>3</sup>

Así, la combinación de todas estas alteraciones provocan alteraciones específicas de la marcha en las diferentes fases de la misma.

En los pacientes postictus, la función del córtex cerebral se encuentra dañada, mientras que la de la médula espinal se encuentra preservada. Por lo tanto, la capacidad de la médula espinal para generar la información requerida para caminar, puede ser utilizada mediante movimientos específicos para reorganizar el córtex mediante la marcha.<sup>1</sup>

La recuperación de las funciones en los pacientes postictus normalmente se produce entre los seis meses después del incidente, obteniendo la mayoría de las mejoras en los tres primeros meses. La recuperación motora puede ocurrir ya sea mediante la reorganización neural, que implica la búsqueda de maneras alternativas para activar los mismos músculos utilizados para una tarea antes de la lesión, o mediante la utilización de músculos diferentes en estrategias compensatorias. Cierta recuperación de la función y reorganización no requiere entrenamiento y por lo tanto se conoce como recuperación espontánea, que se produce fundamentalmente en las cuatro o seis semanas tras el ictus.<sup>2</sup>

El término neuroplasticidad se refiere al potencial de cambio dentro del sistema nervioso e incorpora todos los mecanismos de reorganización, incluyendo el crecimiento axonal, el desenmascaramiento de sinapsis inactivas previamente y la formación de nuevas sinapsis. La investigación sugiere que el entrenamiento repetitivo y específico es el más efectivo para promover la reorganización cortical y el aprendizaje de tareas.<sup>2</sup>

La función cognitiva también está relacionada de manera muy importante con la rehabilitación. La atención es un factor clave para la rehabilitación de los supervivientes al ictus; la atención pobre está relacionada con un mayor impacto negativo de la discapacidad en el funcionamiento diario. Un requisito indispensable para el aprendizaje, es el reconocimiento de la discrepancia entre los resultados reales y los esperados durante el entrenamiento. Además, el entrenamiento que incorpora participación activa en la que el sujeto produce un movimiento de manera voluntaria es esencial para inducir cambios en el rendimiento motor y en la actividad y excitabilidad cortical.<sup>1,2</sup>

El tapiz rodante y los dispositivos robóticos son cada vez más aceptados entre los investigadores y personal sanitario, y son utilizados en la rehabilitación de las discapacidades físicas tanto de los miembros superiores como de los miembros inferiores. Estos dispositivos ofrecen ventajas como: asistencia durante los movimientos precisa y controlable, entrenamiento repetitivo, medidas objetivas y cuantificables e incremento de la motivación del entrenamiento mediante el uso de biofeedbacks interactivos. Además, este abordaje reduce la asistencia física requerida para caminar, reduciendo costes sanitarios, y proporciona datos cinemáticos y cinéticos para controlar y cuantificar la intensidad de la práctica, medir cambios y evaluar las deficiencias motoras con mayor sensibilidad y fiabilidad que las escalas clínicas estandarizadas. Debido a que este tipo de rehabilitación es intensiva,

repetitiva y orientada hacia la tarea, está en concordancia con los programas de reaprendizaje motor.<sup>1,2</sup>

Para la utilización del tapiz rodante en la reeducación de la marcha en pacientes postictus, se suelen emplear dispositivos de soporte del peso corporal. El entrenamiento en tapiz rodante con soporte del peso corporal es una modalidad de entrenamiento terapéutico adaptado que permite a los pacientes que no son capaces de realizar la marcha o que tienen limitaciones en la misma participar en el entrenamiento. El paciente porta un arnés que proporciona el soporte parcial de su peso corporal, suspendido sobre la superficie del tapiz rodante. Con la ayuda de uno o varios fisioterapeutas que facilitan la colocación del miembro inferior, el equilibrio y la secuenciación del miembro, el paciente es capaz de participar en la realización de ejercicios de entrenamiento de la marcha repetitivos mientras se encuentra en posición vertical. La ventaja principal de este entrenamiento es que el sujeto es capaz, de manera segura, de mantenerse en posición vertical con asistencia física limitada que permite al fisioterapeuta observar y corregir el patrón de marcha para mejorar la ejecución funcional.<sup>6</sup>

El Lokomat es un sistema de entrenamiento automatizado, consistente en un tapiz rodante, un sistema de suspensión para proporcionar la descarga del peso corporal, la órtesis robótica Lokomat y dos ordenadores. Uno de los ordenadores ejecuta las tareas de seguridad y control y el otro sirve como una interfaz gráfica de usuario para el fisioterapeuta que supervisa el entrenamiento. El Lokomat tiene cuatro grados de libertad (articulación de la cadera derecha, articulación de la cadera izquierda, articulación de la rodilla derecha y articulación de la rodilla izquierda) movidos por cuatro accionamientos lineales y una estructura de paralelogramo que permite el movimiento vertical del paciente a la vez que evita problemas de equilibrio laterales. Los accionamientos lineales se adjuntan a los segmentos superiores e inferiores del Lokomat y contienen sensores de fuerza. Los miembros inferiores del paciente se adjuntan al Lokomat mediante una cincha en el muslo y dos cinchas en la pierna. Los ángulos de referencia de la cadera y de la rodilla se obtienen mediante cuatro controladores posicionales independientes. El control de posición analiza si se está realizando un patrón de marcha fisiológico.<sup>7</sup>

El tratamiento de fisioterapia convencional para la reeducación de la marcha incluye intervenciones tales como el trabajo del equilibrio de tronco en sedestación y bipedestación, cambios del centro de gravedad en sedestación

y bipedestación, estiramientos musculares, cinesiterapia activo-asistida y caminata en superficie llana con ayuda de barras paralelas y otros dispositivos (bastón, andador...) en caso de ser necesarios.<sup>1</sup>

En ocasiones, también se utilizan otro tipo de intervenciones en fisioterapia con el objetivo de obtener mejoras en la marcha, como por ejemplo la Estimulación Eléctrica Funcional (FES) y la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (PNF).

La FES es una técnica que utiliza impulsos eléctricos cortos para generar contracciones en músculos paralizados. Esas contracciones pueden ser coordinadas para accionar articulaciones mediante la estimulación de uno o más músculos que ejercen fuerzas sobre ellas. El rango articular resultante puede ser controlado mediante la modulación de la intensidad de estimulación liberada a los músculos flexores y extensores, que actúan en la articulación en direcciones opuestas. Existe una amplia gama de sistemas de FES, entre los que se encuentran aquellos que refuerzan los patrones de la marcha durante su ejecución.<sup>8</sup>

La PNF es un método muy laborioso de tratamiento en el cual el fisioterapeuta facilita la realización de patrones de movimiento específicos por parte del paciente con uso especial de las manos del terapeuta. Los procedimientos básicos de rehabilitación son los siguientes: resistencia, irradiación y refuerzo, contacto manual, posición mecánica corporal, órdenes verbales, visión, tracción y aproximación, estiramiento, programación temporal y patrones de movimiento. Este método puede utilizarse para la reeducación de la marcha mediante la utilización de patrones de movimiento específicos.<sup>9</sup>

Los test y escalas utilizados para valorar el estado inicial y el estado al final de la aplicación del tratamiento resultan de gran utilidad para objetivar cuantitativamente los resultados obtenidos. Los test más utilizados para la evaluación de la marcha son los siguientes:

- Test 10 metros marcha: este test consiste en cronometrar cuánto tarda el sujeto en recorrer 10 metros a la máxima velocidad sin correr.<sup>10</sup>
- Test de 6 minutos marcha: este test se utiliza para evaluar la resistencia y la velocidad en distintas poblaciones con discapacidad física y en personas mayores con enfermedad. Consiste en recorrer el mayor número de metros durante 6 minutos caminando a máxima velocidad. La distancia del pasillo que deben recorrer varía en función de los autores.<sup>10</sup>

- Test Timed Up and Go: Esta prueba consiste en levantarse de una silla con reposabrazos, caminar 3 metros o 10 pasos, girar para regresar a la silla y sentarse. El evaluador cronometra el tiempo invertido. Esta prueba demanda al sujeto que realice varias maniobras potencialmente desestabilizadoras. Aunque se diseñó para uso con personas mayores, distintos estudios, que evalúan a sujetos con ACV, han utilizado esta prueba. El tiempo mayor a 14 segundos en realizarlo se ha asociado con un mayor riesgo de caídas.<sup>11</sup>
- Lower-extremity Fugl-Meyer Score: evalúa y mide la recuperación en pacientes hemipléjicos tras el accidente cerebrovascular. Los ítems se puntúan de la siguiente manera: <sup>12</sup>
  - o 0 = no puede realizarlo
  - o 1 = lo realiza parcialmente
  - o 2 = lo realiza correctamente

La puntuación máxima es de 160 puntos e incluye los siguientes ítems:

- o Función motora
- o Función sensitiva
- o Equilibrio
- o Rango de movimiento articular
- o Dolor articular
- Índice de Barthel: Es una medida genérica que valora el nivel de independencia del paciente con respecto a la realización de algunas AVDs, mediante la cual se asignan diferentes puntuaciones y ponderaciones según la capacidad del sujeto examinado para llevar a cabo estas actividades.<sup>13</sup> (Ver anexos. Imagen I)
- Functional Independence Measure (FIM): Sirve para medir la capacidad de independencia del paciente para realizar las AVDs. La amplitud de esta escala varía de 18 a 126 puntos de manera que cuanto más baja sea la puntuación, peor es el nivel funcional del paciente.<sup>14</sup> (Ver anexos. Imagen II.)
- Escala de equilibrio de Berg: Fue desarrollada como una medida cuantitativa del estado funcional del equilibrio en ancianos, cuya validez, fiabilidad y sensibilidad al cambio han sido demostradas también en pacientes hemipléjicos. Comprende 14 ítems (puntuación comprendida entre 0 y 4). Las puntuaciones totales pueden oscilar entre 0 (equilibrio gravemente afectado) y 56 (excelente equilibrio).<sup>15</sup>

### **3. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE ESTUDIO**

La pregunta de estudio que se plantea en este caso es si el entrenamiento a través del dispositivo Lokomat y del tapiz rodante es eficaz en la reeducación de la marcha en pacientes postictus.

La población que será objeto de estudio, incluirá cualquier hombre o mujer de cualquier edad que haya sufrido un accidente cerebrovascular y que presente, secundariamente al mismo, alteración de la marcha

Objetivo principal de la realización de esta revisión:

- Conocer la eficacia del tratamiento con Lokomat y con tapiz rodante en la reeducación de la marcha de pacientes postictus.

Objetivo secundario:

- Conocer la utilidad de los test más empleados para la valoración de diferentes aspectos de la ejecución de la marcha en los estudios analizados.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Tipo de estudio

Se realiza una revisión sistemática.

### 4.2. Criterios de inclusión y exclusión

#### 4.2.1. Criterios de inclusión:

- Estudios en los que se evalúa o describe el uso del tapiz rodante y del Lokomat en personas postictus con alteración de la marcha.
- Estudios a los que se pueda tener acceso de forma gratuita o a través de los recursos de la biblioteca de la Universidade da Coruña.
- Estudios publicados desde enero de 2005 hasta mayo de 2015.
- Estudios escritos en español o inglés.

#### 4.2.2. Criterios de exclusión :

- Estudios que incluyan como sujetos a pacientes con otras enfermedades neurológicas.
- Revisiones sistemáticas.
- Estudios con una evidencia de 5 según la escala del *Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) de Oxford*, 2001.

### 4.3. Bases de datos empleadas y palabras clave

Se lleva a cabo una búsqueda en las bases de datos MEDLINE-PubMed, PEDro, Scopus y The Cochrane Library con la utilización de las siguientes palabras clave: *ictus, ACV, stroke, post-stroke, CVA, brain vascular accident, hemiparesis, tapiz rodante, cinta de marcha, treadmill, Lokomat, robotic gait, marcha, reeducación de la marcha, gait training, motor relearning, neuroplasticidad, neuroplasticity.*

#### 4.4. Fechas de consulta

La búsqueda se ha realizado entre los meses de Abril y Mayo de 2015.

#### 4.5. Estrategia de búsqueda

La estrategia empleada para la realización de la búsqueda ha sido similar en todos los casos, únicamente variando las palabras clave y/o términos de búsqueda en función de las características propias de la base de datos consultada.

De esta manera, en habla hispana, se han utilizado los siguientes términos: *ictus, ACV, tapiz rodante, cinta de marcha, Lokomat, marcha, reeducación de la marcha y neuroplasticidad*; mientras que en habla inglesa se han utilizado: *stroke, post-stroke, CVA, brain vascular accident, hemiparesis, treadmill, Lokomat, robotic gait, gait training, motor relearning y neuroplasticity*.

Los operadores booleanos utilizados han sido: AND, para localizar registros que contengan todos los términos de búsqueda especificados, y OR, para localizar registros que contengan cualquiera o todos los términos especificados.

A continuación se muestra en forma de tablas las palabras clave utilizadas y los resultados obtenidos, clasificados según la base de datos utilizada.

#### **Medline (PubMed)**

El sistema de búsqueda PubMed es un proyecto desarrollado por el *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) en la *National Library of Medicine* (NLM). Permite el acceso a bases de datos bibliográficas compiladas por la NLM. MEDLINE es la base de datos más importante de la NLM abarcando los campos de las ciencias de la salud. Actualmente, contiene más de 15 millones de referencias bibliográficas de artículos de revistas desde el año 1959, provenientes de alrededor de 4780 revistas internacionales de ciencias de la salud.

MEDLINE- PubMed	
<b>Palabras clave</b>	Stroke, CVA, brain vascular accident, ACV, ictus, hemiparesis, post-stroke, after stroke, tapiz rodante, cinta de marcha, treadmill, lokomat, robotic gait, reeducación de la marcha, gait training, motor relearning, neuroplasticidad, neuroplasticity
<b>Caja de búsqueda</b>	((((stroke [tiab] OR CVA [tiab] OR "brain vascular accident*" [tiab] OR ACV [tiab] OR ictus[tiab] OR hemipares* [tiab] OR post-stroke [tiab] OR "after stroke" [tiab])) AND ("tapiz rodante" [tiab] OR "cinta de marcha" [tiab] OR treadmill [tiab] OR lokomat [tiab] OR "robotic gait" [tiab])) AND ("reeduccion de la marcha" [tiab] OR "gait training" [tiab] OR "motor relearning" [tiab] OR "neuroplasticidad" [tiab] OR "neuroplasticity" [tiab]))
<b>Resultados</b>	144

### PEDro

Es una base de datos sobre fisioterapia basada en la evidencia. Es gratuita y contiene más de 30000 ensayos aleatorios controlados, revisiones sistemáticas y guías de práctica clínica de fisioterapia. PEDro está creado por el *Centro de Fisioterapia Basada en la Evidencia* en el *George Institute for Global Health*.

PEDro	
<b>Palabras clave</b>	Stroke, Lokomat, gait training
<b>Caja de búsqueda</b>	stroke AND lokomat AND "gait training"
<b>Filtros</b>	Therapy: neurodevelopmental therapy, neurofacilitation
<b>Resultados</b>	10
<b>Palabras clave</b>	Stroke, treadmill, gait training
<b>Caja de búsqueda</b>	stroke AND treadmill AND "gait training"
<b>Filtros</b>	Therapy: neurodevelopmental, neurofacilitation
<b>Resultados</b>	10

### Scopus

Es una base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Cubre aproximadamente 18000 títulos de más de 5000 editores internacionales, incluyendo la cobertura de 16500 revistas de las áreas de ciencias, tecnología, medicina, ciencias sociales, artes y humanidades. Está editada por Elsevier y es accesible en la Web para los suscriptores.

Scopus	
<b>Palabras clave</b>	Stroke, lokomat, treadmill, gait training
<b>Caja de búsqueda</b>	stroke AND lokomat AND treadmill AND “gait training”
<b>Filtros</b>	Health Professions
<b>Resultados</b>	19

### The Cochrane Library

Es una base de datos elaborada por la Colaboración Cochrane para difundir sus trabajos. Proporciona información sobre ensayos clínicos controlados sobre atención sanitaria. Cuando no hay ensayos disponibles proporciona revisiones fiables derivadas de otras fuentes. La Colaboración Cochrane se encarga de actualizar la librería cada tres meses.

The Cochrane Library	
<b>Palabras clave</b>	Stroke, lokomat, treadmill, gait training
<b>Caja de búsqueda</b>	stroke AND lokomat AND treadmill AND “gait training”
<b>Resultados</b>	4

#### 4.6. Selección de los resultados de búsqueda

Como gestor de referencias, se ha utilizado el programa Zotero Standalone para Windows.

Una vez determinados el número de artículos, se han introducido todos ellos en una tabla en el programa Excel para Windows, donde se dividen según las bases de datos donde han sido encontrados. Se han ido eliminando aquellos artículos que cumplen los criterios de exclusión. En la figura 1 se describe como se ha realizado la selección de los artículos que finalmente se incluyen en la revisión.

Además, se ha realizado una revisión manual de artículos cuyo contenido no guarde relación con el objetivo de esta revisión. Finalmente, se han incluido en el análisis final 16 artículos divididos en estudios que versan sobre el Lokomat (8) y estudios que versan sobre el tapiz rodante (8).

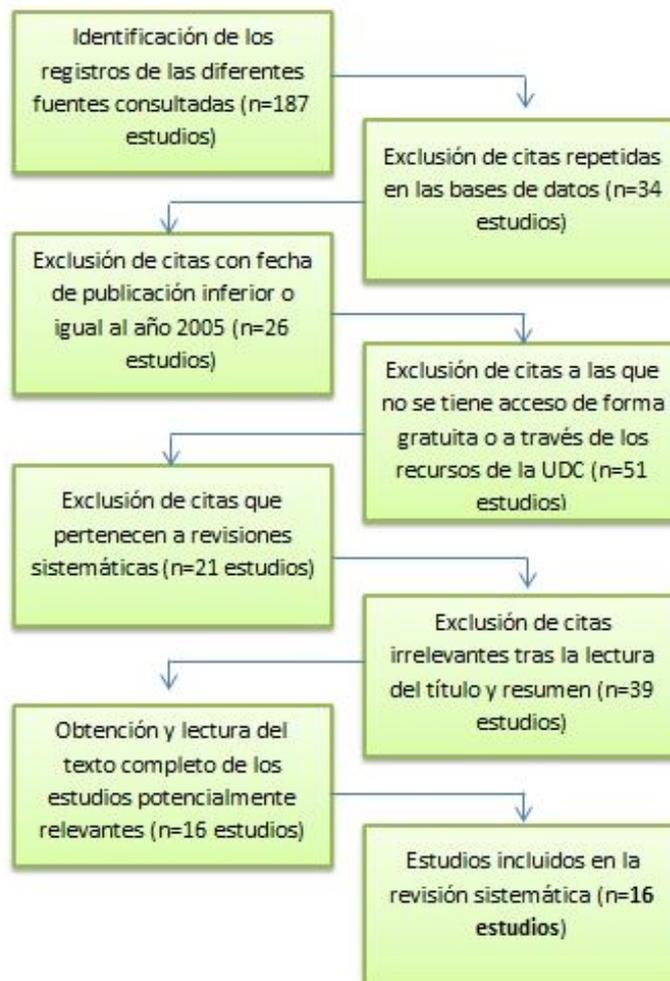


Figura 1: Descripción del proceso de selección de los estudios

La tabla de Excel recoge la siguiente información:

a) Identificación del artículo

- Autor
- Título
- Base de datos en la que se ha obtenido
- Caja de búsqueda: se asigna un número a cada caja de búsqueda.
- Criterios de exclusión

b) Determinación de la calidad del artículo

- Número de citas: número de veces que un artículo ha sido citado en otros artículos.
- Identificación de acceso de forma gratuita o a través de los recursos de la biblioteca de la Universidade da Coruña.

c) Nivel de evidencia

- Clasificación según la escala propuesta por el *Centre for Evidence-Based Medicine* (CEBM) de Oxford, 2001 (*Ver anexos. Tabla I*).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Estudios incluidos

Los 16 artículos incluidos finalmente en la revisión se han analizado clasificándolos en estudios que versan sobre el Lokomat (8) y estudios que versan sobre el tapiz rodante (8).

### 5.2. Análisis de la calidad de los artículos

El análisis de citas es el indicador bibliométrico más utilizado. Nos sirve para saber el número de publicaciones que han mencionado el artículo en cuestión y con ello, extrapolar la calidad, repercusión y/o interés que ha tenido su investigación (Gráfico I).



Gráfico I: Número de citas de los artículos.

### 5.3. Análisis de los resultados

Tras realizar la búsqueda anteriormente descrita, se obtienen 16 artículos, entre los que se encuentran: 8 estudios de casos y controles, 3 ensayos clínicos, 2 estudios de caso, 1 estudio cruzado, 1 estudio de serie de casos y 1 estudio comparativo.

En la tabla II se resumen las características principales de los 16 artículos incluidos en esta revisión sistemática ordenados por fecha de publicación.

Año	Título	Autor	Tipo estudio	de	Lokomat/tapiz rodante
2007	Gait Training Combining Partial Body-Weight Support, a Treadmill, and Functional Electrical Stimulation: Effects on Poststroke Gait.	Lindquist et al. <sup>16</sup>	Ensayo clínico.		Tapiz rodante
2007	Prospective, Blinded, Randomized Crossover Study of Gait Rehabilitation in Stroke Patients Using the Lokomat Gait Orthosis.	Mayr et al. <sup>17</sup>	Ensayo clínico.		Lokomat
2008	Gait Training-induced Change in Corticomotor Excitability in Patients With Chronic Stroke.	Yen et al. <sup>18</sup>	Casos controles	y	Tapiz rodante
2008	Locomotor Treadmill Training With Partial Body-Weight Support Before Overground Gait in Adults With Acute Stroke: A Pilot Study.	McCain et al. <sup>19</sup>	Casos controles	y	Tapiz rodante
2009	Walking After Stroke: What Does Treadmill Training With Body Weight Support Add to Overground Gait Training in Patients Early After Stroke?	Franceschini et al. <sup>20</sup>	Casos controles	y	Tapiz rodante
2011	Speed-dependent treadmill training is effective to improve gait and balance performance in patients with sub-acute stroke.	Lau y Mak <sup>21</sup>	Casos controles	y	Tapiz rodante
2012	Active robotic training improves locomotor function in a stroke survivor.	Krishnan et al. <sup>22</sup>	Estudio caso	de	Lokomat
2012	Body weight supported treadmill training versus traditional training in patients dependent on walking assistance after stroke: a randomized controlled trial.	Hoyer et al. <sup>23</sup>	Casos controles	y	Tapiz rodante
2013	Reducing Robotic Guidance During Robot-Assisted Gait Training Improves Gait Function: A Case Report in a Stroke Survivor.	Krishnan et al. <sup>24</sup>	Cruzado con un solo sujeto		Lokomat
2013	Effects of treadmill training with partial body weight support and the proprioceptive neuromuscular facilitation method on hemiparetic gait: a randomized controlled study.	Ribeiro et al. <sup>25</sup>	Comparativo		Tapiz rodante
2013	The effects of action observational training on walking ability in	Bang et al. <sup>26</sup>	Casos controles	y	Tapiz rodante

Año	Título	Autor	Tipo estudio	de	Lokomat/tapiz rodante
	chronic stroke patients: a double-blind randomized controlled trial.				
2014	Effect of a robotic restraint gait training versus robotic conventional gait training on gait parameters in stroke patients.	Bonnyaud et al. (1) <sup>27</sup>	Casos controles	y	Lokomat
2014	Effects of gait training using a robotic constraint (Lokomat®) on gait kinematics and kinetics in chronic stroke patients.	Bonnyaud et al. (2) <sup>28</sup>	Ensayo clínico		Lokomat
2014	Can robot-assisted movement training (Lokomat) improve functional recovery and psychological well-being in chronic stroke? Promising findings from a case study.	Calabrò et al. <sup>29</sup>	Estudio caso	de	Lokomat
2015	Robot-assisted gait training improves motor performances and modifies Motor Unit firing in poststroke patients.	Chisari et al. <sup>30</sup>	Serie casos	de	Lokomat
2013	Over-ground and robotic-assisted locomotor training in adults with chronic stroke: a blinded randomized clinical trial	Kelley et al. <sup>31</sup>	Casos controles	y	Lokomat

A continuación, en la tabla III se analizan más detalladamente los estudios que tratan sobre Lokomat y en la tabla IV se analizan los estudios que tratan sobre el tapiz rodante.

Tabla III: Análisis de los estudios que tratan sobre Lokomat

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
<b>Mayr et al. 2007</b> <sup>17</sup>	Prospective, Blinded, Randomized Crossover Study of Gait Rehabilitation in Stroke Patients Using the Lokomat Gait Orthosis.	1b	<p>Ensayo clínico en paralelo</p> <p><u>Participantes:</u> 16 sujetos (10 mujeres, 6 hombres) con historia de ictus isquémico o hemorrágico incapaces de caminar sin ayuda</p> <p><u>Media de edad:</u> 63,4 años.</p>	<p>Los pacientes fueron asignados al grupo 1 o 2 de manera aleatoria.</p> <p><u>Grupo 1 (intervención ABA):</u> los sujetos recibieron 3 semanas de entrenamiento en Lokomat, seguido de 3 semanas de fisioterapia convencional, seguido de 3 semanas de entrenamiento en Lokomat.</p> <p><u>Grupo 2 (intervención BAB):</u> los sujetos recibieron 3 semanas de fisioterapia convencional, seguido de 3 semanas de entrenamiento en Lokomat, seguido de 3 semanas de fisioterapia convencional.</p> <p><u>Mediciones:</u> se evaluaron los cambios en la función (EU-Walking Scale modificada y Rivermead Motor Assessment Scale (SMA)), los cambios en la velocidad y duración de la marcha (10-m timed walking speed (10-m TWS) y 6-minute timed walking distance (6-minute TWD)), los cambios en la fuerza muscular (Medical Research Council (MRC) Scale y el Motricity Index (MI)) y los cambios en el tono muscular (Ashworth Scale).</p>	<p>Todos los pacientes mejoraron en el rendimiento de la marcha y en la función motora.</p> <p><u>Grupo 1:</u> mejora significativa durante la fase I (Lokomat) y durante la fase III (Lokomat), respectivamente, en la EU-Walking Scale, RMA, MRC Scale y 6-minute TWD. El Motricity Index muestra mejora significativa en la fase I y la Ashworth Scale en la fase III. La velocidad de la marcha tiende a mejorar durante todas las fases. No existe mejora significativa en la fase II.</p> <p><u>Grupo 2:</u> mejora significativa durante la fase I en RMA, 6-minute TWD y MI; en la fase II, en la EU-Walking Scale, MRC Scale, 6-minute TWD y Ashworth Scale; y en la fase III en la 20-m TWS. La velocidad de la marcha no mejora de manera significativa. Los resultados demuestran la eficacia del entrenamiento de la marcha automatizado para mejorar la marcha en 7 escalas de función, incluyendo velocidad, resistencia, fuerza muscular y tono muscular.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
<b>Krishnan et al. 2012<sup>22</sup></b>	Active robotic training improves locomotor function in a stroke survivor.	3b	<p>Estudio de caso.</p> <p><u>Participante:</u> varón de 52 años que tras sobrevivir a un ictus sufre una hemiparesis derecha. Antes de la iniciación del programa de intervención, el paciente era capaz de caminar con la ayuda de un bastón y una órtesis tobillo-pie.</p>	<p>El sujeto se sometió a entrenamiento robótico activo con Lokomat durante 12 sesiones (3 sesiones a la semana, durante 4 semanas). Durante este periodo no recibió ninguna otra terapia. Cada sesión de entrenamiento tuvo una duración de 90 minutos con varios periodos de descanso, según la necesidad. No se proporcionó soporte del peso corporal durante el entrenamiento.</p> <p><u>Mediciones:</u> para conocer el nivel biomecánico, se evaluó la variabilidad cinemática de la trayectoria del tobillo y las fuerzas de reacción del suelo. Para conocer el nivel neuromuscular, se evaluó la coordinación usando electromiografía superficial y midiendo la excitabilidad motora cortical. Antes del entrenamiento, después de completar 12 sesiones de entrenamiento y 6 semanas después del entrenamiento se midieron diferentes resultados clínicos mediante la Stroke Impact Scale (SIS), el test Timed Up-and-Go (TUG), el test de 6 minutos marcha, la prueba de equilibrio en una pierna y el Lower-extremity Fugl-Meyer Score.</p>	<p>Los análisis de las fuerzas de reacción del suelo indican que los patrones entre los miembros inferiores se volvieron más simétricos después del entrenamiento y continuaron mejorando durante la evaluación de seguimiento. Se obtuvo un aumento en el pico de fuerza propulsiva tanto en el miembro inferior parético como en el no parético.</p> <p>Se observó un aumento de la coordinación después del entrenamiento.</p> <p>Las amplitudes de los potenciales evocados del vasto medial, isquiotibiales y glúteo medio disminuyeron tras el entrenamiento, mientras que los del recto femoral, tibial anterior, gemelos y soleo se mantuvieron sin cambios.</p> <p>La capacidad motora del sujeto mejoró tras el entrenamiento, con cambios positivos en la velocidad de la marcha, en el test de 6 minutos marcha, test Timed Up-and-Go, prueba de equilibrio en una pierna, Lower-extremity Fugl-Meyer Score y Stroke Impact Scale.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
<b>Krishnan et al. 2013<sup>24</sup></b>	Reducing Robotic Guidance During Robot-Assisted Gait Training Improves Gait Function: A Case Report on a Stroke Survivor.	3b	<p>Diseño cruzado con un solo sujeto.</p> <p><u>Participante:</u> varón de 62 años que tras sufrir un ictus isquémico en el lóbulo temporal derecho presenta una hemiparesia izquierda. Se inscribió en el estudio 10 meses después del ictus. Al comienzo del estudio el sujeto presentaba severos impedimentos motores, capaz de caminar con la ayuda de un bastón y una órtesis tobillo-pie. El sujeto presentaba una función cognitiva normal.</p>	<p>El sujeto fue sometido a 12 sesiones (3 veces a la semana durante 4 semanas) de entrenamiento robótico convencional (guiado por completo robóticamente), seguido de 12 sesiones (3 veces a la semana durante 4 semanas) de guía robótico reducido usando el Lokomat (control cooperativo). Entre los dos tipos de entrenamiento hubo 2 semanas de descanso. El sujeto caminó de 45 a 60 minutos durante cada sesión de entrenamiento.</p> <p><u>Mediciones:</u> las mediciones clínicas se realizaron antes del inicio de la intervención, tras las 4 semanas del entrenamiento robótico convencional y tras las 4 semanas del entrenamiento robótico con control cooperativo.</p> <p>Las mediciones incluyeron la velocidad autoseleccionada, la mayor velocidad alcanzada, el test de 6 minutos marcha para distancia, el test Timed Up &amp; Go y el Lower Extremity Fugl-Meyer Score.</p>	<p>La distancia y la velocidad media a la que el sujeto entrenaba fue similar entre los dos modelos de entrenamiento. Hubo mínimas mejoras en las mediciones clínicas tras el entrenamiento robótico convencional. El sujeto obtuvo importantes mejoras en la velocidad y en el test de 6 minutos marcha para distancia después del entrenamiento robótico con control cooperativo (Lokomat).</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
<b>Bonnyaud et al. 2014 (1)</b> <sup>27</sup>	Effect of a robotic restraint gait training versus robotic gait training on gait parameters in stroke patients.	3b	<p>Estudio de casos y controles.</p> <p><u>Participantes:</u> 26 sujetos (17 hombres, 9 mujeres) con lesión vascular cerebral de más de 6 meses de antigüedad capaces de caminar 10 metros sin asistencia o con un dispositivo de ayuda y durante 20 minutos sin descanso.</p> <p><u>Media de edad:</u> 50,7 años</p>	<p>Los sujetos fueron divididos de manera aleatoria en dos grupos.</p> <p><u>Entrenamiento restrictivo con Lokomat (grupo 1):</u> 20 minutos de entrenamiento con restricción cinemática negativa en el miembro inferior no parético y con restricción cinemática positiva en el miembro inferior parético.</p> <p><u>Entrenamiento convencional con Lokomat (grupo 2):</u> 20 minutos de entrenamiento basado en un patrón cinemático simétrico. Induce un patrón basado en los rangos de movimiento fisiológicos.</p> <p><u>Mediciones clínicas:</u> evaluación del nivel de independencia en las AVDs (Barthel Index) y del nivel de marcha (New Functional Ambulation Classification NFAC) antes de la sesión de entrenamiento.</p> <p><u>Mediciones instrumentales:</u> antes del entrenamiento, inmediatamente después y tras 20 minutos de terminar el entrenamiento los sujetos se sometieron a un análisis de la marcha en 3D.</p>	<p>El entrenamiento asimétrico aumentó el pico máximo de flexión de rodilla en el miembro parético.</p> <p>En ambos grupos, el entrenamiento en Lokomat incrementó:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La velocidad de la marcha, cadencia y longitud de paso en ambos miembros.</li> <li>- El pico máximo de extensión de rodilla, el pico máximo de flexión plantar de tobillo y el pico de las fuerzas de propulsión en el miembro parético.</li> <li>- El pico máximo de flexión dorsal y el pico de fuerzas de frenado en el miembro no parético.</li> </ul>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
<b>Bonnyaud et al. 2014 (2)<sup>28</sup></b>	Effects of gait training using a robotic constraint (Lokomat®) on gait kinematics and kinetics in chronic stroke patients.	2b	<p>Ensayo clínico.</p> <p><u>Participantes:</u> 15 sujetos (11 hombres, 4 mujeres) con lesión vascular cerebral de más de 6 meses de antigüedad capaces de caminar 10 metros sin asistencia o con un dispositivo de ayuda y durante 20 minutos sin descanso.</p> <p><u>Media de edad:</u> 53,4 años</p>	<p>Cada sujeto fue sometido a 20 minutos de entrenamiento de la marcha en el que fue aplicada una restricción cinemática negativa en el miembro no parético (el rango de movimiento de la articulación de la cadera y de la rodilla fue reducido) y una restricción cinemática positiva en el miembro parético (el rango de movimiento de la articulación de la cadera y de la rodilla fue incrementado).</p> <p><u>Mediciones clínicas:</u> evaluación del nivel de independencia en las AVDs (Barthel Index) y del nivel de marcha (New Functional Ambulation Classification NFAC) antes de la sesión de entrenamiento.</p> <p><u>Mediciones instrumentales:</u> antes del entrenamiento, inmediatamente después y tras 20 minutos de terminar el entrenamiento los sujetos se sometieron a un análisis de la marcha en 3D.</p>	<p>El entrenamiento restrictivo de la marcha con Lokomat aumentó el pico máximo de flexión de rodilla del miembro parético, la velocidad de la marcha, la longitud de paso del miembro parético, el pico máximo de extensión de rodilla del miembro parético y el pico de fuerzas de propulsión y frenado de ambos miembros. Los efectos se produjeron predominantemente en el miembro parético y no hubo empeoramiento de los parámetros biomecánicos en el miembro no parético.</p> <p>Estos efectos perduran después de un periodo de descanso de 20 minutos tras la sesión de entrenamiento.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
Calabrò et al. 2014 <sup>29</sup>	Can robot-assisted movement training (Lokomat) improve functional recovery and psychological well-being in chronic stroke? Promising findings from a case study.	3b	Estudio de caso <u>Participante:</u> mujer de 54 años de edad que presenta una hemiparesia de moderada a severa e hipertonia espástica tras sufrir un ictus isquémico frontotemporal derecho hace 3 años. El sujeto es capaz de caminar con un bastón unos cuantos metros.	El programa de rehabilitación consiste en el entrenamiento de la marcha con Lokomat. Se realizaron 40 sesiones, 5 por semana, cada una de las cuales duró 45 minutos. <u>Mediciones clínicas</u> (estado físico): Modified Ashworth Scale, Functional Independence Measure y escala de Tinetti. <u>Mediciones clínicas</u> (estado psicológico): Hamilton Rating Scale for Depression y Coping Orientation to Problems Experienced test.	Mejora de la marcha y el equilibrio, además de un aumento de la fuerza muscular con respecto a extensión de cadera derecha. Aumentó significativamente el estado cognitivo y las estrategias de afrontamiento.

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
Chisari et al. 2015 <sup>30</sup>	Robot-assisted gait training improves motor performances and modifies Motor Unit firing in poststroke patients.	4	<p>Estudio de serie de casos.</p> <p><u>Participantes:</u> 15 sujetos (4 mujeres, 11 hombres) con hemiparesia postictus con afectación del miembro inferior y capaces de caminar 10 metros.</p> <p><u>Media de edad:</u> 62 años</p>	<p>El tratamiento de rehabilitación con Lokomat se realizó durante un periodo de 6 semanas, con 3 sesiones semanales. Las sesiones comenzaron utilizando la máxima asistencia del robot en ambos miembros inferiores, la velocidad más confortable para el paciente y un soporte del 40% del peso corporal. Durante el tratamiento, el entrenamiento fue modificado en cuanto a la duración, la distancia recorrida, la velocidad, el soporte del peso corporal y la asistencia robótica con el objetivo de aumentar el esfuerzo del paciente y adaptarlo al ejercicio.</p> <p><u>Mediciones:</u> las evaluaciones se realizaron antes de la primera y un día después de la última sesión de entrenamiento incluyendo: Fugl-Meyer Motor Scale, Berg balance Scale, Timed Up and Go, 10 meters Walking Test y 6 Minute Walking Test. Además, se midió la fuerza y la tasa de estímulos del vasto interno mediante un registro electromiográfico.</p>	<p>Todos los test funcionales mostraron significantes mejoras en el rendimiento motor.</p> <p>El miembro no afectado mostró una fuerza significativamente mayor y mejor controlada que el miembro contralateral, pero ninguno de los dos miembros mostró un aumento significativo de la fuerza tras el tratamiento.</p> <p>Se produjo un incremento en el reclutamiento de las fibras musculares del vasto interno, lo que supuso una mejora del control motor.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
<b>Kelley et al. 2013<sup>31</sup></b>	Over-ground and robotic-assisted locomotor training in adults with chronic stroke: a blinded randomized clinical trial.	3b	<p>Estudio de casos y controles</p> <p><u>Participantes:</u> 21 sujetos (13 hombres, 8 mujeres) con antecedente de ictus en los 3 meses anteriores al comienzo del estudio, capaces de caminar 10 metros con un máximo de asistencia de una persona e incapaces de caminar de manera independiente en la comunidad.</p> <p><u>Media de edad:</u> 65,75 años</p>	<p>Los sujetos fueron divididos de manera aleatoria en dos grupos.</p> <p><u>Grupo 1 (Lokomat):</u> 40 sesiones de entrenamiento en Lokomat. La velocidad de la marcha, la duración del entrenamiento, la asistencia robótica y el porcentaje de soporte de peso corporal se fueron modificando a lo largo de las sesiones en concordancia con el progreso del sujeto.</p> <p><u>Grupo 2 (superficie llana):</u> 40 sesiones de entrenamiento de la marcha en superficie llana avanzando hacia el uso de dispositivos menos restrictivos, con superficies desniveladas y entrenamiento en tapiz rodante sin soporte del peso corporal.</p> <p><u>Mediciones:</u> realizadas al comienzo, tras la intervención y 3 meses después de la intervención: 10-m Walk Test, Six-Minute Walk Distance, Fugl-Meyer Lower Extremity Motor Score, Functional Independence Measure, Barthel Index, Stroke Impact Scale.</p>	<p>Se encontraron mejoras significativas en la puntuación de la Fugl-Meyer Lower Extremity Motor Score (función sensitivomotora) y del Barthel Index (independencia en las AVDs) entre el inicio y tras la intervención y entre el inicio y 3 meses después de la finalización de la intervención.</p> <p>No se observaron diferencias significativas entre los grupos en la puntuación de las medidas realizadas en los tres puntos del tiempo.</p>

Tabla IV: Análisis de los estudios que tratan sobre tapiz rodante.

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
Lindquist et al. 2007 <sup>16</sup>	Gait Training Combining Partial Body-Weight Support, a Treadmill, and Functional Electrical Stimulation: Effects on Poststroke Gait.	2b	<p>Ensayo clínico</p> <p><u>Participantes:</u> 8 sujetos (2 mujeres, 6 hombres) con antecedente de ictus de más de 6 meses de antigüedad y con capacidad para caminar.</p> <p><u>Media de edad:</u> 56,6 años</p>	<p>Los sujetos recibieron el tratamiento dividido en tres fases (A<sub>1</sub>-B-A<sub>2</sub>).</p> <p><u>A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>:</u> 3 semanas de entrenamiento de la marcha con soporte del peso corporal (BWS).</p> <p><u>B:</u> 3 semanas entrenamiento de la marcha con BWS combinado con estimulación eléctrica funcional (FES).</p> <p>El tratamiento fue completado tras 27 sesiones (3 días a la semana durante 9 semanas).</p> <p><u>Mediciones</u> (función motora): realizadas antes y un día después de cada periodo de tratamiento utilizando la escala Stroke Rehabilitation Assessment of Movement (STREAM), la Berg Balance Scale, el Barthel Index y el test Timed “Up &amp; Go”.</p> <p><u>Mediciones</u> (análisis de la marcha): realizadas antes y un día después de cada periodo de tratamiento utilizando un sistema que incluyó 5 videocámaras digitales.</p>	<p>9 semanas de entrenamiento en tapiz rodante con BWS mejoró la función motora y las variables espacio-temporales de la marcha.</p> <p>3 semanas de entrenamiento en tapiz rodante con BWS combinado con FES provocó mejoras en la duración del ciclo, postura, cadencia y simetría en la longitud del paso.</p> <p>La mejora obtenida con el entrenamiento en tapiz rodante con BWS combinado con FES fue mayor que la obtenida solamente con BWS.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
Yen et al. 2008 <sup>18</sup>	Gait Training- Induced Change in Corticomotor Excitability in Patients With Chronic Stroke	3b	<p>Estudio de casos y controles</p> <p><u>Participantes:</u> 14 sujetos (9 hombres, 5 mujeres) con un mínimo de 6 meses de tiempo transcurrido desde el ictus y con capacidad para caminar al menos 10 metros con o sin asistencia.</p> <p><u>Media de edad:</u> 56,68 años.</p>	<p>Los sujetos fueron aleatoriamente asignados al grupo experimental o al grupo control.</p> <p>Todos los participantes recibieron 50 minutos de fisioterapia general (2 a 5 sesiones por semana) durante un periodo de cuatro semanas. Las sesiones incluyeron estiramientos, fortalecimiento muscular, trabajo del equilibrio y entrenamiento de la marcha.</p> <p>Además, los participantes del grupo experimental recibieron 12 sesiones adicionales de entrenamiento en tapiz rodante con soporte del peso corporal (30 minutos/sesión, 3 sesiones/semana) durante un periodo de 4 semanas.</p> <p><u>Mediciones:</u> realizadas antes del tratamiento y después del tratamiento en ambos grupos. Se utilizó la Berg Balance Scale (equilibrio estático y dinámico), el GAITRite System (velocidad, cadencia, longitud de paso), la estimulación magnética transcraneal (actividad corticomotora) y electromiografía (potenciales evocados motores).</p>	<p>La ejecución de la marcha mejoró en ambos grupos. La velocidad de la marcha y la longitud de paso obtuvieron mayores mejoras en el grupo experimental.</p> <p>No hubo cambios en la excitabilidad corticomotora en el grupo control. Hubo mejoras en el umbral motor del tibial anterior en el hemisferio no afecto, en el tamaño del mapa para el tibial anterior en ambos hemisferios y el tamaño del mapa del abductor del dedo gordo del pie en el hemisferio afecto en el grupo experimental.</p> <p>El entrenamiento en tapiz rodante con soporte del peso corporal en combinación con fisioterapia general fue más efectivo en la mejora de la ejecución motora e indujo cambios en la excitabilidad corticomotora en comparación con el tratamiento de fisioterapia general de manera aislada.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
McCain et al. 2008 <sup>19</sup>	Locomotor Training With Partial Body-Weight Support Before Overground Gait in Adults With Acute Stroke: A Pilot Study	3b	<p>Estudio de casos y controles</p> <p><u>Participantes:</u> 14 sujetos en los que el ictus ocurrió al menos 6 semanas antes del inicio del estudio, capaces de adoptar la posición de sedestación en menos de 3 minutos y capaces de adoptar la posición de bipedestación con o sin ayuda.</p> <p><u>Media de edad:</u> 59,3 años.</p>	<p>Los sujetos fueron divididos en un grupo que recibió tratamiento con tapiz rodante (grupo 1) y en un grupo que recibió tratamiento de fisioterapia tradicional (grupo 2).</p> <p><u>Grupo 1:</u> 30 minutos de las 3 horas de tratamiento diario fueron asignados al entrenamiento en tapiz rodante con soporte del peso corporal. El resto del tratamiento se basó en cinesiterapia en decúbito supino, transferencias, fortalecimiento y entrenamiento del equilibrio.</p> <p><u>Grupo 2:</u> el tratamiento se basó en el entrenamiento tradicional de la marcha, incluyendo actividades como entrenamiento del equilibrio, cambios de carga en bipedestación, caminata en barras paralelas, fortalecimiento y caminata con diferentes dispositivos de ayuda como andadores o bastones.</p> <p><u>Mediciones:</u> análisis de la marcha en 3D (cadencia, tiempo de apoyo monopodal y bipodal, longitud de paso, ángulos de las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo) y Six-minute Walk Test (6MWT).</p>	<p>El grupo 1 obtuvo mayores mejoras en la cinemática de la marcha, simetría, velocidad y resistencia que el grupo 2.</p> <p>Los datos del análisis en 3D muestran que el modo de marcha del grupo 1 se acercó más al fisiológico que el del grupo 2.</p> <p>En cuanto a la distancia recorrida, la velocidad y la simetría de la marcha, el grupo 1 obtuvo mejores resultados que el grupo 2.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
<b>Franceschini et al. 2009<sup>20</sup></b>	Walking After Stroke: What Does Treadmill Training With Body Weight Support Add to Overground Gait Training in Patients Early After Stroke?	3b	<p>Estudio de casos y controles</p> <p><u>Participantes:</u> 97 sujetos (47 mujeres, 50 hombres) reclutados dentro de las 6 semanas desde la aparición de ictus, capaces de permanecer en sedestación con las piernas colgando y sin ayuda de los miembros superiores durante más de 30 segundos y de controlar el tronco en bipedestación con la ayuda de los miembros superiores con o sin un dispositivo de ayuda.</p> <p><u>Media de edad:</u> 68,2 años.</p>	<p>Los sujetos fueron aleatoriamente asignados al grupo experimental o al grupo control.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> 20 minutos de entrenamiento en tapiz rodante con soporte del peso corporal seguido por 40 minutos de entrenamiento convencional. Se realizaron un total de 20 sesiones, 5 sesiones/semana. Se comenzó con el soporte de un 40% del peso corporal, reduciéndose a medida que los sujetos progresaban.</p> <p><u>Grupo control:</u> 60 minutos de entrenamiento de la marcha sobre el suelo. Se realizaron un total de 20 sesiones, 5 sesiones/semana.</p> <p><u>Mediciones:</u> se realizaron al comienzo del estudio, tras 20 sesiones de tratamiento y a las dos semanas de terminar el tratamiento. Estas mediciones fueron: Motricity Index, Trunk Control Test, Barthel index, Functional Ambulation Categories, 10-meter and 6-minute Walk tests y Walking Handicap Scale.</p>	<p>En este estudio, el entrenamiento en tapiz rodante con soporte del peso corporal no demostró superioridad con respecto al tratamiento convencional para la marcha, función corporal y discapacidad.</p> <p>Los pacientes de ambos grupos mostraron mejoras significativas y similares en todas las variables al final del tratamiento y en la valoración de seguimiento.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
Lau y Mak 2011 <sup>21</sup>	Speed-dependent treadmill training is effective to improve gait and balance performance in patients with sub-acute stroke.	3b	<p>Estudio de casos y controles</p> <p><u>Participantes:</u> 26 sujetos (18 hombres, 8 mujeres) con ictus ocurrido un mes antes del inicio del estudio como máximo con capacidad para caminar sobre terreno llano sin asistencia física.</p> <p><u>Media de edad:</u> 70,8 años.</p>	<p>Los sujetos fueron aleatoriamente asignados al grupo experimental o al grupo control.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> 10 sesiones de 30 minutos de entrenamiento en tapiz rodante. La velocidad inicial se determinó mediante la mayor velocidad obtenida en el test de 10 metros marcha. Los sujetos recibieron intervalos cortos de descanso; después de caminar 30 segundos, 2 minutos de descanso. Tras esto, se incrementó la velocidad en un 10% en la siguiente tanda, si no era capaz de completarla, se disminuía la velocidad un 10%. La velocidad del tapiz rodante se ajustó en cada tanda de acuerdo con el mismo principio con un máximo de 5 incrementos de velocidad.</p> <p><u>Grupo control:</u> 10 sesiones de 30 minutos de entrenamiento en tapiz rodante a la mayor velocidad obtenida mediante el test de 10 metros marcha, sin variarla.</p> <p>Los sujetos de ambos grupos recibieron 90 minutos de rehabilitación, que incluía reeducación motora, técnicas de neurodesarrollo, estimulación sensorial y entrenamiento convencional de la marcha.</p> <p><u>Mediciones:</u> se realizó una valoración inicial, antes de la primera sesión de tratamiento, y una valoración final, el día después de la última sesión de tratamiento. Las mediciones incluyeron el test de 10 metros marcha y la Berg's Balance Scale, así como la grabación en vídeo de la realización de las pruebas para analizar la velocidad de la marcha, la cadencia y la longitud de paso.</p>	<p>En ambos grupos se obtuvieron mejoras en cuanto a la velocidad de la marcha, la longitud de paso, la cadencia de paso y la puntuación en la Berg's Balance Scale.</p> <p>La comparación entre grupos muestra que los sujetos del grupo experimental obtuvieron mejoras significativas en la velocidad de la marcha y en la longitud de paso en comparación con el grupo control.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
Hoyer et al. 2012 <sup>23</sup>	Body weight supported treadmill training versus traditional training in patients dependent on walking assistance after stroke: a randomized controlled trial.	3b	<p>Estudio de casos y controles</p> <p><u>Participantes:</u> 60 sujetos (38 hombres, 22 mujeres) con un tiempo transcurrido desde el ictus menor a 6 meses, que utilizan silla de ruedas o dependen de asistencia para caminar con o sin ayudas técnicas.</p> <p><u>Media de edad:</u> 52,1 años.</p>	<p>Los sujetos fueron divididos aleatoriamente en dos grupos.</p> <p><u>Grupo tapiz rodante:</u> 30 sesiones de entrenamiento en tapiz rodante con soporte del peso corporal. La duración de cada sesión fue de 30 minutos, incrementando la velocidad en concordancia con la progresión de los pacientes.</p> <p><u>Grupo de entrenamiento tradicional de la marcha:</u> 30 sesiones de entrenamiento intensivo de la marcha. Además, todos los pacientes recibieron 30 minutos adicionales en cada sesión de entrenamiento funcional de tronco y extremidades, equilibrio y transferencias.</p> <p><u>Mediciones:</u> se realizaron al inicio del tratamiento, a las 4-6 semanas del inicio y 10 semanas después de la finalización del tratamiento. Se realizó el test de 10 metros marcha, el test de 6 minutos marcha, el EU Walking y la Functional Independence Measure.</p>	<p>Todos los sujetos obtuvieron mejoras en todas las mediciones realizadas, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de ellas en la comparación entre los grupos de estudio.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
Ribeiro et al. 2013 <sup>25</sup>	Effects of treadmill training with partial body weight support and the proprioceptive neuromuscular facilitation method on hemiparetic gait: a randomized controlled study.	2b	<p>Estudio comparativo</p> <p><u>Participantes:</u> 20 sujetos con hemiparesis crónica capaces de caminar 10 metros sin asistencia personal o instrumental.</p> <p><u>Media de edad:</u> 57,39 años.</p>	<p>Los sujetos fueron divididos aleatoriamente en dos grupos.</p> <p><u>Grupo PNF:</u> los sujetos recibieron 12 sesiones (3 sesiones/semana, 30 minutos/sesión) de tratamiento con Facilitación Neuromuscular Propioceptiva.</p> <p><u>Grupo tapiz rodante:</u> los sujetos recibieron 12 sesiones (3 sesiones/semana, 30 minutos/sesión) de entrenamiento de la marcha en tapiz rodante con soporte del peso corporal. El soporte inicial fue del 30% del peso corporal, reduciéndose a medida que aumentaba la tolerancia de cada paciente.</p> <p><u>Mediciones:</u> se utilizó la Functional Ambulatory Category, la Stroke Rehabilitation Assessment of Movement y la Functional Independence Measure. También se realizó un análisis de la marcha en 3D.</p>	<p>El tratamiento con PNF produjo ganancias en la función motora, en la simetría y en la cinemática del tobillo.</p> <p>El tratamiento con tapiz rodante obtuvo resultados positivos en la función motora y en la simetría de la marcha.</p> <p>Los resultados son similares, pero el tratamiento con PNF promovió una mejor dorsiflexión del tobillo durante la fase de oscilación de la marcha.</p>

Referencia	Título	Evidencia	Descripción del estudio	Intervención	Resultados
Bang et al. 2013 <sup>26</sup>	The effects of action observational training on walking ability in chronic stroke patients: a double-blind randomized controlled trial.	3b	<p>Estudio de casos y controles</p> <p><u>Participantes:</u> 30 sujetos (17 hombres, 13 mujeres) con un tiempo transcurrido desde el ictus mayor de 6 meses, capaces de caminar de manera independiente al menos 10 metros.</p> <p><u>Media de edad:</u> 61,5 años.</p>	<p>Los sujetos fueron aleatoriamente divididos en dos grupos.</p> <p><u>Grupo experimental:</u> los sujetos recibieron un tratamiento de 40 minutos al día (5 sesiones/semana, 4 semanas) que consistió en 9 minutos de visualización de un vídeo que mostraba un entrenamiento en tapiz rodante seguido de 30 minutos de entrenamiento en tapiz rodante.</p> <p><u>Grupo control:</u> los sujetos recibieron un tratamiento de 40 minutos al día (5 sesiones/semana, 4 semanas) que consistió en 9 minutos de visualización de un vídeo que mostraba imágenes de la naturaleza y 30 minutos de entrenamiento en tapiz rodante.</p> <p><u>Mediciones:</u> se realizaron antes de comenzar el estudio y tras su finalización: Timed up and go test, test de 10 metros marcha, test de 6 minutos marcha y medición del máximo ángulo de flexión de rodilla en la fase de oscilación de la marcha.</p>	<p>Ambos grupos mostraron mejoras significativas en las mediciones realizadas antes y después del tratamiento.</p> <p>El grupo experimental obtuvo mejores resultados en todas las mediciones con respecto al grupo control.</p>

## 6. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 6.1. Síntesis de los resultados

En este apartado, se analizan los estudios, observando los efectos del Lokomat y del tapiz para observar si producen mejoras en la ejecución de la marcha en pacientes postictus. También se analizan los test y escalas más utilizados en los estudios, para conocer si son capaces de cuantificar los cambios provocados por el tratamiento.

#### **Estudios que utilizan Lokomat**

Dentro de los estudios que emplean Lokomat, se encuentran tres de ellos en los que el sujeto de estudio es una sola persona, que recibe únicamente el tratamiento robótico. Estos estudios muestran la eficacia del tratamiento en diferentes variables, obteniendo mejoras significativas en la velocidad de la marcha (Krishnan et al., 2012<sup>22</sup> y Krishnan et al., 2013<sup>24</sup>), en la simetría de la marcha (Krishnan et al., 2012<sup>22</sup>), en la coordinación (Krishnan et al., 2012<sup>24</sup>), en el equilibrio (Krishnan et al., 2012<sup>22</sup> y Calabrò et al., 2014<sup>29</sup>) y en la fuerza muscular (Krishnan et al., 2012<sup>22</sup> y Calabrò et al., 2014<sup>29</sup>).

En otros dos de los estudios, los efectos del tratamiento con Lokomat son analizados en un grupo de sujetos, pero sin existir un grupo de comparación. En el estudio de Bonnyaud et al., 2014 (2)<sup>28</sup> se muestra la eficacia del Lokomat para la mejora de la amplitud articular, la longitud de paso y la fuerza muscular utilizando la modalidad de disminución de rango del movimiento en el miembro no parético. Por otra parte, en el estudio de Chisari et al., 2015<sup>30</sup>, se obtienen mejoras en la velocidad, equilibrio y funcionalidad del miembro inferior.

En el estudio de Mayr et al., 2007<sup>17</sup>, en el que se combinaba entrenamiento de la marcha con fisioterapia convencional y entrenamiento de la marcha con Lokomat, se obtuvieron mejoras significativas en las fases en las que se utilizaba el entrenamiento robótico en cuanto a la velocidad, resistencia, fuerza y tono muscular.

El estudio de Bonnyaud et al., 2014 (1)<sup>27</sup>, se comparan dos grupos de sujetos que reciben tratamiento con Lokomat, pero de diferentes modalidades. Uno

de los dos grupos recibe entrenamiento en Lokomat con restricción cinemática negativa en el miembro inferior no parético (el rango de movimiento de la articulación de la cadera y de la rodilla se reduce), mientras que en el miembro inferior parético se aplica una restricción cinemática positiva (el rango de movimiento de la articulación de la cadera y de la rodilla se incrementa). El grupo de comparación recibe tratamiento convencional con Lokomat, basado en un patrón cinemático simétrico según los rangos de movimiento fisiológicos. En ambos grupos se obtuvieron mejoras en la velocidad, cadencia y longitud de paso, así como en la amplitud articular de las diferentes articulaciones del miembro inferior.

El estudio de Kelley et al., 2013<sup>31</sup> es el único que compara los efectos en la marcha de un grupo que recibe tratamiento exclusivo con Lokomat con otro grupo que recibe tratamiento exclusivo de reeducación de la marcha en superficie llana avanzando hacia superficies con desnivel y utilizando el tapiz rodante sin soporte del peso corporal. En ambos grupos se encontraron mejoras significativas en la función de los miembros inferiores, en la función sensitivomotora y en la independencia en la realización de las AVDs, sin embargo, no se encontraron diferencias entre los grupos.

### **Estudios que utilizan tapiz rodante**

En tres de los estudios, se compararon los efectos obtenidos en un grupo que recibió tratamiento con tapiz rodante y otro grupo que recibió tratamiento de fisioterapia convencional para la reeducación de la marcha. En todos ellos se produjeron mejoras en las diferentes variables analizadas: velocidad de la marcha y distancia recorrida (McCain et al., 2008<sup>19</sup>, Franceschini et al., 2009<sup>20</sup> y Hoyer et al., 2012<sup>23</sup>), independencia en las AVDs (Franceschini et al., 2009<sup>20</sup> y Hoyer et al., 2012<sup>23</sup>), simetría de la marcha (McCain et al., 2008<sup>19</sup>) y resistencia (McCain et al., 2008<sup>19</sup>). Sin embargo, en dos de los estudios (Franceschini et al., 2009<sup>20</sup> y Hoyer et al., 2012<sup>23</sup>) no se encontraron diferencias significativas en los resultados obtenidos entre los dos grupos. En el estudio de McCain et al., 2008<sup>19</sup> el grupo tratado con tapiz rodante obtuvo mayores mejorías en la distancia recorrida, velocidad y simetría de la marcha en comparación con el grupo que recibió tratamiento de fisioterapia convencional.

En otros dos artículos, se utiliza el tapiz rodante como medida de tratamiento en los dos grupos de estudio pero, en el grupo experimental, añadiendo alguna modificación. En el caso del estudio de Lau y Mak, 2011<sup>21</sup>, el grupo experimental recibió el tratamiento incrementando la velocidad del tapiz rodante en cada sesión, mientras que en el estudio de Bang et al., 2013<sup>26</sup>, el grupo experimental visualizó un vídeo antes del inicio de cada sesión. El video fue dividido en tres fases según la velocidad de reproducción, cada fase del video contenía las mismas acciones de la marcha de un hombre sano caminando en un tapiz rodante y se visualizaba esta imagen mediante tres vistas: anterior, lateral y posterior al mismo tiempo. El video fue mostrado a velocidad normal los tres primeros minutos, a la mitad de la velocidad en los siguientes 3 minutos y a velocidad normal en los últimos 3 minutos. Estos sujetos obtuvieron mejores resultados en comparación con los sujetos que realizaron un entrenamiento básico con tapiz rodante previa visualización de un vídeo con imágenes de la naturaleza. En ambos estudios, los dos grupos obtuvieron mejoras en diferentes variables como en la velocidad de la marcha (Lau y Mak., 2011<sup>21</sup> y Bang et al., 2013<sup>26</sup>), en la longitud de paso (Lau y Mak., 2011<sup>21</sup>), en la cadencia de paso (Lau y Mak., 2011<sup>21</sup>), en el equilibrio (Lau y Mak., 2011<sup>21</sup>), en la distancia recorrida (Bang et al., 2013<sup>26</sup>) y en el rango articular (Bang et al., 2013<sup>26</sup>). Pero todas estas mejoras fueron más acentuadas en los sujetos que recibieron tratamiento con tapiz rodante incrementando la velocidad en cada sesión (Lau y Mak., 2011<sup>21</sup>) y en los sujetos que previamente a realizar el entrenamiento en tapiz rodante visualizaron un video de la correcta ejecución del tratamiento (Bang et al., 2013<sup>26</sup>).

En el estudio de Lindquist et al., 2007<sup>16</sup>, se combinó el entrenamiento en tapiz rodante con estimulación eléctrica funcional. Se obtuvieron mejoras en la ejecución de la marcha y en las variables espacio-temporales, viéndose incrementadas durante la fase en la que se aplicó estimulación eléctrica funcional.

Yen et al., 2008<sup>18</sup> comparó el tratamiento de fisioterapia general combinado con entrenamiento en tapiz rodante con el tratamiento convencional. En ambos casos la ejecución de la marcha mejoró, pero se produjo un mayor aumento de la velocidad de la marcha, de la longitud de paso y de la

excitabilidad corticomotora en los pacientes que recibieron tratamiento con tapiz rodante.

En el estudio de Ribeiro et al., 2013<sup>25</sup>, se compara el tratamiento con Facilitación Neuromuscular Propioceptiva con el tratamiento con tapiz rodante, obteniendo resultados positivos en la función motora y simetría de la marcha en ambos casos, sin encontrar diferencias significativas.

### **Test y escalas de valoración**

Para cuantificar los cambios provocados por los diferentes tratamientos se han utilizado diferentes test y escalas. Los más utilizados han sido: test 10 metros marcha, test 6 minutos marcha, test Timed Up and Go, Lower-extremity Fugl-Meyer Score, índice de Barthel, Functional Independence Measure (FIM) y escala de equilibrio de Berg.

Los dos primeros test son los utilizados más asiduamente en los artículos analizados. El test de 10 metros marcha ha sido utilizado en los estudios de Mayr et al., 2007<sup>17</sup>, Chisari et al., 2015<sup>30</sup>, Kelley et al., 2013<sup>31</sup>, Franceschini et al., 2009<sup>20</sup>, Lau y Mak, 2011<sup>21</sup>, Hoyer et al., 2012<sup>23</sup> y Bang et al., 2013<sup>26</sup>. En todos estos estudios el test ha cumplido la función de detectar los progresos de los sujetos tras la intervención, al igual que el test de 6 minutos marcha, que ha sido utilizado por Mayr et al., 2007<sup>17</sup>, Krishnan et al., 2012<sup>22</sup>, Krishnan et al., 2013<sup>24</sup>, Chisari et al., 2015<sup>30</sup>, Kelley et al., 2013<sup>31</sup>, McCain et al., 2008<sup>19</sup>, Franceschini et al., 2009<sup>20</sup>, Hoyer et al., 2012<sup>23</sup> y Bang et al., 2013<sup>26</sup>.

El test Timed Up and Go no ha detectado cambios significativos tras la intervención en uno de los cinco estudios que lo han utilizado. Este ha sido el de Krishnan et al., 2013<sup>24</sup>. En los que sí ha valorado mejoras han sido: Krishnan et al., 2012<sup>22</sup>, Chisari et al., 2015<sup>30</sup>, Lindquist et al., 2007<sup>16</sup> y Bang et al., 2013<sup>26</sup>.

El lower-extremity Fugl-Meyer Score ha sido utilizado por cuatro de los estudios que se han analizado en esta revisión. En tres de ellos ha resultado útil, Krishnan et al., 2012<sup>22</sup>, Chisari et al., 2015<sup>30</sup> y Kelley et al., 2013<sup>31</sup>. En el estudio de Krishnan et al., 2013<sup>24</sup>, no ha detectado cambios.

En los estudios de Kelley et al., 2013<sup>31</sup>, Lindquist et al., 2007<sup>16</sup> y Franceschini et al., 2009<sup>20</sup>, el índice de Barthel ha sido capaz de evaluar los cambios positivos obtenidos en el tratamiento, aunque así no ha sido en los estudios de Bonnyaud et al., 2014 (1 y 2)<sup>27,28</sup>.

En tres de los cuatro estudios que han utilizado la FIM, ésta ha resultado de utilidad; estos han sido: Calabrò et al., 2014<sup>29</sup>, Hoyer et al., 2012<sup>23</sup> y Ribeiro et al., 2013<sup>25</sup>. En el que no ha obtenido resultado ha sido en el estudio de Kelley et al. 2013<sup>31</sup>.

La escala de equilibrio de Berg ha sido útil en dos de los cuatro estudios que la han utilizado: Chisari et al., 2015<sup>30</sup> y Lau y Mak, 2011<sup>21</sup>. En el de Lindquist et al., 2007<sup>16</sup> y en el de Yen et al., 2008<sup>18</sup> no ha obtenido resultados.

## **6.2. Discusión**

Los resultados obtenidos en esta revisión permiten afirmar que existe literatura científica que muestra un efecto positivo en la función de la marcha de pacientes postictus tras el entrenamiento en Lokomat y en tapiz rodante con o sin soporte del peso corporal.

La principal limitación del análisis de los resultados es la falta de homogeneidad entre los estudios en cuanto al tamaño de la muestra, evidencia científica y tipo de comparación que se lleva a cabo.

En todos los estudios analizados, tanto de tratamiento con Lokomat como de tratamiento con tapiz rodante, se han obtenido resultados positivos en aspectos de la reeducación de la marcha, aunque no en todos se ha demostrado que este tipo de entrenamiento sea más eficiente que la reeducación de la marcha mediante fisioterapia convencional. En muchos artículos se menciona la ventaja del uso de estos dispositivos en cuanto a reducción del coste sanitario a largo plazo, ya que permiten, en mayor medida el Lokomat, que el paciente reciba el tratamiento sin la supervisión constante de un profesional sanitario. De todas maneras, se trata de dispositivos con un coste elevado.

Por otra parte, mediante la realización de esta revisión, se puede confirmar la utilidad del test de 10 metros marcha, del test de 6 minutos marcha, del test Timed Up and Go, del Lower-extremity Fugl-Meyer Score, del índice de Barthel, de la Functional Independence Measure y de la escala de equilibrio de Berg a la hora de detectar los cambios en las diferentes variables evaluadas que sirven para, de forma objetiva, cuantificar el efecto de un tratamiento. Todos estos test y escalas están validados.<sup>32, 33, 34,35</sup>

### **6.3. Conclusiones**

- Existe gran cantidad de literatura científica que evidencia la eficacia del Lokomat en la reeducación de la marcha en pacientes postictus.
- Existe gran cantidad de literatura científica que evidencia la eficacia del tapiz rodante en la reeducación de la marcha en pacientes postictus.
- Los test y escalas para la valoración de los diferentes aspectos propios y/ implicados en la marcha resultan de gran utilidad para determinar los cambios que se producen tras la aplicación del tratamiento.
- Tras la realización de la revisión de los artículos y el posterior análisis de los resultados se sugiere la necesidad de aumentar el número de estudios con mayor evidencia científica. Asimismo, sería interesante realizar una comparación de la eficacia de estos dos métodos, dada la diferencia de precio existente entre ambos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Belda-Lois J-M, 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.
2. 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;9:65.
3. Sánchez JJ, Prat JM, Hoyos JV, Viosca E, Soler C, Comín M, Lafuente R, Cortés A, Vera PM. *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica.* 1ª ed. Valencia: Publicaciones IBV; 2005.
4. Perry J, Burnfield JM. *Gait analysis: normal and pathological function.* 2ª ed. Thorofare: Slack Incorporated; 2010.
5. Lorena Cerda A. Manejo del trastorno de marcha del adulto mayor. *Revista Médica Clínica Las Condes.* 2014 Mar;25(2):265–75.
6. Sheffler LR, Chae J. Technological advances in interventions to enhance poststroke gait. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2013 May;24(2):305–23.
7. Jezernik S, Colombo G, Keller T, Frueh H, Morari M. Robotic Orthosis Lokomat: A Rehabilitation and Research Tool. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface.* 2003 Apr 1;6(2):108–15.
8. Lynch CL, Popovic MR. Functional Electrical Stimulation. *IEEE Control Systems.* 2008 Apr: 28(2): 40-50.
9. Stokes M, Stack E. *Fisioterapia en la rehabilitación neurológica.* 3ª ed. Barcelona: Elsevier España; 2013.
10. García Hernández JJ, Mediavilla Saldaña L, Pérez Rodríguez M, Moreno-Almeida A, Pérez Tejero J, González Alted C. Relación entre las pruebas de funcionalidad de la marcha en personas con daño cerebral adquirido en fase subaguda. *AGON International Journal of Sport Sciences.* 2012;2(1): 6-16.

11. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1991 Feb 1; 39(2): 142-8.
12. Rehab Measures – Fulgi-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke [Internet]. The Rehabilitation Measures Database. [citado 2015 May 20]. Disponible en: <http://www.rehabmeasures.org/lists/rehabmeasures/dispform.aspx?ID=908>.
13. Cid-Ruzafa J, Damián-Moreno J. Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel. *Revista Española de Salud Pública*. 1997 Mar; 71(2): 127-37.
14. León Valenzuela A. Valoración de la independencia funcional y grado de discapacidad en lesionados medulares tras el tratamiento rehabilitador. *Revista Electrónica de Portales Médicos. Rehabilitación y Fisioterapia, Neurología*. 2011 May.
15. NeuroRHB N. ESCALA BERG: valoración del equilibrio en pacientes con Daño Cerebral Adquirido [Internet]. Blog de Daño Cerebral. 2013. [citado 2015 May 20]. Disponible en: <http://www.neurorhb.com/blog-dano-cerebral/escala-berg-valoracion-del-equilibrio-en-pacientes-con-dca/>
16. Lindquist ARR, Prado CL, Barros RML, Mattioli R, da Costa PHL, Salvini TF. Gait training combining partial body-weight support, a treadmill, and functional electrical stimulation: effects on poststroke gait. *Phys Ther*. 2007 Sep;87(9):1144–54.
17. Mayr A, Kofler M, Quirbach E, Matzak H, Fröhlich K, Saltuari L. Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007 Aug;21(4):307–14.
18. Yen C-L, Wang R-Y, Liao K-K, Huang C-C, Yang Y-R. Gait training induced change in corticomotor excitability in patients with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008 Feb;22(1):22–30.

19. McCain KJ, Pollo FE, Baum BS, Coleman SC, Baker S, Smith PS. Locomotor treadmill training with partial body-weight support before overground gait in adults with acute stroke: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008 Apr;89(4):684–91.
20. Franceschini M, Carda S, Agosti M, Antenucci R, Malgrati D, Cisari C, et al. Walking after stroke: what does treadmill training with body weight support add to overground gait training in patients early after stroke?: a single-blind, randomized, controlled trial. *Stroke.* 2009 Sep; 40(9): 3079-85.
21. Lau KWK, Mak MKY. Speed-dependent treadmill training is effective to improve gait and balance performance in patients with sub-acute stroke. *J Rehabil Med.* 2011 Jul;43(8):709–13.
22. Krishnan C, Ranganathan R, Kantak SS, Dhaher YY, Rymer WZ. Active robotic training improves locomotor function in a stroke survivor. *J Neuroeng Rehabil.* 2012;9:57.
23. Høyer E, Jahnsen R, Stanghelle JK, Strand LI. Body weight supported treadmill training versus traditional training in patients dependent on walking assistance after stroke: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2012;34(3):210–9.
24. 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. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013 Jun;94(6):1202–6.
25. Ribeiro T, Britto H, Oliveira D, Silva E, Galvão E, Lindquist A. Effects of treadmill training with partial body weight support and the proprioceptive neuromuscular facilitation method on hemiparetic gait: a randomized controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013 Aug;49(4):451–61.
26. Bang D-H, Shin W-S, Kim S-Y, Choi J-D. The effects of action observational training on walking ability in chronic stroke patients: a double-blind randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2013 Dec;27(12):1118–25.

27. 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. *Exp Brain Res*. 2014 Jan;232(1):31–42.
28. 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. *J Rehabil Med*. 2014 Feb;46(2):132–8.
29. 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. *Funct Neurol*. 2014 Jun;29(2):139–41.
30. 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. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2015 Feb;51(1):59–69.
31. 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. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2013 Mar;8(2):161–8.
32. Gregori JÁ, Núñez JFM. Dependencia en geriatría. Universidad de Salamanca; 2009. 208p.
33. Duncan PW, Propst M, Nelson SG. Reliability of the Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Recovery Following Cerebro-vascular Accident. *PHYS THER*. 1983 Oct; 63 (10): 1606-10.
34. Baztan JJ, Pérez Del Molino J, Alarcón T, San Cristóbal E, Izquierdo G, Manzarbeitia J. Índice de Barthel: instrumento para la valoración funcional de pacientes con enfermedad cerebrovascular. *Revista española de geriatría y gerontología*. 1993; 28(1): 32-40.

35. Hwang S, Woo Y, Kim K-H, Ki K. Effects of falls experience on cognitive functions and physical activities in community-dwelling individuals with chronic stroke: International Journal of Rehabilitation Research. 2013 Jun; 36(2): 134-9.

## 8. ANEXOS

Tabla I.

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

Tabla I: Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) de Oxford, 2001.

**Imagen I.**

<b>COMER</b>	
10	INDEPENDIENTE. Capaz de comer por sí solo y en un tiempo razonable. La comida puede ser cocinada y servida por otra persona.
5	NECESITA AYUDA. Capaz de cortar la carne o el pan, pero es incapaz de comer solo.
0	DEPENDIENTE. Necesita ser alimentado por otra persona.
<b>VESTIRSE</b>	
10	INDEPENDIENTE. Capaz de quitarse y ponerse la ropa sin ayuda.
5	NECESITA AYUDA. Realiza sólo al menos la mitad de las tareas en un tiempo razonable.
0	DEPENDIENTE.
<b>ARREGLARSE</b>	
5	INDEPENDIENTE. Realiza todas las actividades personales sin ninguna ayuda. Los cumplimientos necesarios pueden ser provistos por otra persona.
0	DEPENDIENTE. Necesita alguna ayuda.
<b>DEPOSICIÓN</b>	
10	CONTINENTE. Ningún episodio de incontinencia.
5	ACCIDENTE OCASIONAL. Menos de una vez por semana o necesita ayuda, enemas o supositorios.
0	INCONTINENTE.
<b>INCONTINENCIA</b> (Valorar la situación en la semana anterior)	
10	CONTINENTE. Ningún episodio de incontinencia. Capaz de usar cualquier dispositivo por sí solo.
5	ACCIDENTE OCASIONAL. Máximo un episodio de incontinencia en 24 horas. Incluye necesitar ayuda en la manipulación de sondas u otros dispositivos.
0	INCONTINENTE.
<b>IR AL RETRETE</b>	
10	INDEPENDIENTE. Entra y sale sólo y no necesita ayuda de otra persona.
5	NECESITA AYUDA. Capaz de manejarse con una pequeña ayuda, es capaz de usar el cuarto de baño. Puede limpiarse sólo.
0	DEPENDIENTE. Incapaz de manejarse sin una ayuda mayor.
<b>TRASLADO SILLÓN – CAMA (Transferencias)</b>	
15	INDEPENDIENTE. No precisa ayuda.
10	MÍNIMA AYUDA. Incluye supervisión verbal o pequeña ayuda física.
5	GRAN AYUDA. Precisa la ayuda de una persona fuerte o entrenada.
0	DEPENDIENTE. Necesita grúa o alzamiento por dos personas. Incapaz de permanecer sentado.
<b>DEAMBULACIÓN</b>	
15	INDEPENDIENTE. Puede andar 50 metros, o su equivalente en casa, sin ayuda o supervisión de otra persona. Puede usar ayudas instrumentales (bastón, muleta), excepto andador. Si utiliza prótesis debe ser capaz de ponerla y quitarla sólo.
10	NECESITA AYUDA. Necesita supervisión o una pequeña ayuda física por otra persona. Puede utilizar andador.
5	INDEPENDIENTE (en silla de ruedas) en 50 metros. No requiere ayuda ni supervisión.
0	DEPENDIENTE.
<b>SUBIR Y BAJAR ESCALERAS</b>	
10	INDEPENDIENTE. Capaz de subir y bajar un piso sin la ayuda ni supervisión de otra persona.
5	NECESITA AYUDA.
0	DEPENDIENTE. Incapaz de salvar escaleras.
*20: dependencia total; 20-40: dependencia grave; 45-55: moderada; 60 o más: leve	

Imagen I. Índice de Barthel.

**Imagen II.**

Ítem	Sub-escalas	Dominio	FIM total
A. Alimentación	<i>Autocuidado</i>	<i>Motor</i>	<i>Total</i>
B. Aseo menor	35 puntos	91 puntos	126 puntos
C. Aseo mayor			
D. Vestuario cuerpo superior			
E. Vestuario cuerpo inferior			
F. Aseo perineal			
G. Manejo vesical	<i>Control esfinteriano</i>		
H. Manejo intestinal	14 puntos		
I. Cama-silla	<i>Transferencias</i>		
J. WC	21 puntos		
K. Tina o ducha			
L. Marcha/silla de ruedas	<i>Locomoción</i>		
M. Escalas	14 puntos		
N. Comprensión	<i>Comunicación</i>	<i>Cognitivo</i>	
O. Expresión	14 puntos	35 puntos	
P. Interacción social	<i>Cognición social</i>		
Q. Solución de problemas	21 puntos		
R. Memoria			

Imagen II. Functional Independence Measure (FIM)

