

UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

Facultad de Ciencias de la Salud

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Curso 2023-2024

**Efecto de las tecnologías de rehabilitación robótica  
sobre la marcha, el equilibrio y la calidad de vida en  
pacientes con lesión medular: Una revisión  
sistemática.**



**Autoras**

Camille Faget

Clémence Soler

**Tutora**

Aida Herranz Gómez

Valencia, 2024



**Efecto de las tecnologías de rehabilitación robótica  
sobre la marcha, el equilibrio y la calidad de vida en  
pacientes con lesión medular: Una revisión  
sistemática.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR:**

Camille Faget

Clémence Soler

**TUTORA DEL TRABAJO:**

Aida Herranz Gómez

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA  
UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA**

**VALENCIA**

**CURSO 2023-2024**



**INDICE DE CONTENIDOS**

<b>1. Introducción</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Hipótesis y objetivos</b> .....	<b>6</b>
1.1.1 Hipótesis .....	6
1.1.2 Objetivos .....	6
<b>2. Material y métodos</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1. Criterios de inclusión</b> .....	<b>6</b>
2.1.1. Población .....	6
2.1.2. Intervención .....	6
2.1.3. Comparador .....	7
2.1.4. Variables .....	7
2.1.5. Diseño de estudio .....	7
<b>2.2. Estrategia de búsqueda</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3. Criterios de selección y extracción de datos</b> .....	<b>7</b>
<b>2.4. Evaluación de calidad metodológica</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Resultados</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1. Características de los estudios incluidos</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2. Resultados de la calidad metodológica</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3. Resultados de las variables de estudio</b> .....	<b>20</b>
3.3.1. Marcha .....	20
3.3.1.3. Equilibrio .....	23
3.3.1.4. Calidad de vida .....	23
<b>4. Discusión</b> .....	<b>23</b>
4.5. Implicaciones clínicas .....	26
4.6. Perspectiva futura .....	27
4.7. Limitaciones .....	28
<b>5. Conclusiones</b> .....	<b>28</b>
<b>6. Agradecimientos</b> .....	<b>28</b>
<b>7. Referencias</b> .....	<b>29</b>
<b>8. Anexos</b> .....	<b>33</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática.	11
<b>Tabla 2.</b> Evaluación de la calidad metodológica de los artículos incluidos mediante la escala PEDro.	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo PRISMA 2020.	9
<b>Figura 2.</b> Gráfica PEDro.	21

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Estrategias de búsqueda adaptadas a cada una de las bases de datos	33
<b>Anexo 2.</b> Descripción de las intervenciones realizadas en los estudios incluidos en la revisión sistemática	34
<b>Anexo 3.</b> Pruebas y escalas utilizadas en los estudios primarios incluidos en esta revisión sistemática.	38
<b>Anexo 4.</b> Lista de verificación PRISMA 2020.	59

## LISTADO DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

**ASIA:** Escala de clasificación de los lesionados medulares de la Asociación Americana de Lesiones Medulares (*American Spinal Injury Association*).

**ECA:** Ensayo clínico aleatorizado.

**KAFO:** Ortesis de rodilla tobillo y pie (*knee ankle foot orthosis*).

**RAGT:** Entrenamiento de la marcha asistido por robot (*robotic assisted gait training*).

## REVISIÓN SISTEMÁTICA

# Efecto de las tecnologías de rehabilitación robótica sobre la marcha, el equilibrio y la calidad de vida en pacientes con lesión medular: Una revisión sistemática.

FAGET Camille<sup>1</sup>, SOLER Clémence<sup>1</sup>

1. Departamento de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Valencia, Valencia, España

### RESUMEN

**Introducción:** Las lesiones medulares afectan a un número cada vez más elevado de personas, provocando un importante deterioro de las funciones físicas y la calidad de vida. En el ámbito de la fisioterapia, las tecnologías de rehabilitación robótica emergen como opciones terapéuticas adecuadas para potenciar los beneficios de la rehabilitación en pacientes.

**Objetivo:** Evaluar el efecto del entrenamiento de la marcha asistido por robot (RAGT) y los exoesqueletos sobre la marcha, el equilibrio y la calidad de vida en pacientes con lesión medular.

**Material y métodos:** Se realizó una revisión sistemática. Se buscaron artículos científicos en las bases de datos MEDLINE (Pubmed), Scopus y Web of Science hasta noviembre del 2023. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados que evaluaran pacientes con lesión medular, tanto crónica y aguda, como completa e incompleta; e intervenciones basadas en RAGT y/o exoesqueletos, en comparación con la atención habitual o la ausencia de tratamiento. La calidad metodológica fue evaluada con la escala PEDro.

**Resultados:** Se incluyeron 11 artículos y 408 pacientes. Los estudios compararon el RAGT o los exoesqueletos con la atención habitual, o con ninguna intervención. En cuanto a la velocidad siete de los estudios no mostraron diferencias significativas. En relación con la distancia, dos de los estudios mostraron diferencias significativas a favor de los RAGT, y tres artículos no mostraron diferencias significativas en cuanto a los exoesqueletos. Respecto al equilibrio, los dos artículos no mostraron diferencias significativas. En relación con la calidad de vida, un artículo mostró diferencia significativa a favor de los exoesqueletos, y el otro no. La calidad metodológica fue buena en cinco artículos, regular en cuatro y deficiente en dos.

**Conclusión:** Aunque los resultados son controvertidos, la revisión no halló pruebas de superioridad total de las tecnologías de rehabilitación robótica sobre la velocidad y distancia de la marcha, el equilibrio y la calidad de vida, en comparación con la aplicación o no de la atención habitual. Sin embargo, las RAGT pueden tener un efecto positivo sobre la distancia caminada y los exoesqueletos sobre la calidad de vida. Sin embargo, los resultados intragrupal fueron controvertidos, puesto que se perciben algunas tendencias positivas en las tres variables, por lo que sería interesante abordarlo en futuras investigaciones.

**Palabras clave:** Traumatismos de la médula espinal, Dispositivo exoesqueleto, Entrenamiento de la marcha asistido por robot, Marcha, Equilibrio, Calidad de vida.

**SYSTEMATIC REVIEW****Effect of robotic rehabilitation technologies on gait, balance, and quality of life in patients with spinal cord injury: A systematic review.**FAGET Camille<sup>1</sup>, SOLER Clémence<sup>1</sup>

1. Department of Physiotherapy, Faculty of Health Sciences, European University of Valencia, Valencia, Spain

**ABSTRACT**

**Introduction:** Spinal cord injuries affect an increasingly large number of people, causing significant deterioration in physical functions and quality of life. In the field of physiotherapy, robotic rehabilitation technologies are emerging as suitable therapeutic options to enhance the benefits of rehabilitation in patients.

**Objective:** To evaluate the effect of robot-assisted gait training (RAGT) and exoskeletons on walking, balance, and quality of life in patients with spinal cord injury.

**Materials and Methods:** A systematic review was conducted. Scientific articles were searched in the MEDLINE (PubMed), Scopus, and Web of Science databases up to November 2023. Randomized clinical trials assessing patients with spinal cord injury, both chronic and acute, complete and incomplete; and interventions based on RAGT and/or exoskeletons, compared to usual care or no treatment, were included. Methodological quality was assessed using the PEDro scale.

**Results:** 11 articles and 408 patients were included. The studies compared robotic technologies (RAGT and exoskeletons) with usual care or with no intervention. Regarding speed, seven studies showed no significant differences. In terms of distance, two of the studies showed significant differences in favor of RAGT, and three articles showed no significant differences concerning exoskeletons. Regarding balance, the two articles showed no significant differences. Regarding quality of life, one article showed a significant difference in favor of the exoskeleton group, and the other did not. Methodological quality was good in five articles, fair in four, and poor in two.

**Conclusion:** Although the results are controversial, the review did not find evidence of the overall superiority of robotic rehabilitation technologies over gait speed and distance, balance, and quality of life compared to the application or non-application of usual care. However, RAGT may have a positive effect on walking distance, and exoskeletons on quality of life. However, the intra-group results were controversial, as some positive trends are perceived in all three variables, and it would be interesting to address this in future research.

**Keywords:** Spinal cord injuries, Exoskeleton device, Robot-assisted gait training, Gait, Balance, Quality of life.

## 1. Introducción

La lesión medular es un daño a nivel de la médula espinal que puede provocar importantes disfunciones motoras, sensoriales y autonómicas (Anjum et al., 2020). Las lesiones medulares pueden deberse a un traumatismo directo o indirecto, que induzca mecanismos de compresión, flexión, extensión o rotación, así como a causas no traumáticas (Kennedy & Chessel, 2013; Venkatesh et al., 2019). Las lesiones traumáticas afectan cada año a entre 250.000 y 500.000 personas (Khorasanizadeh et al., 2019). En los últimos 30 años, su prevalencia mundial ha aumentado de 236 a 1.298 casos por millón de habitantes, siendo sus causas principales los accidentes de tráfico, las caídas y la violencia (GBD 2016 Traumatic Brain Injury and Spinal Cord Injury Collaborators, 2019; National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2023). Un reciente artículo italiano establece la edad media del traumatismo en 59,20 años, con una mayor prevalencia en hombres (68,20%) (Barbiellini Amidei et al., 2022). En Estados Unidos, la edad media del traumatismo se estima en 43 años, y también es predominante en hombres (79%) (National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2023). En España, se ha estimado la incidencia de lesión medular en 25 casos por millón de habitantes, produciéndose entre 800 y 1.000 casos nuevos cada año (Pérez et al., 2011). Las lesiones medulares incompletas son las más frecuentes (National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2023).

En el caso de las lesiones medulares no traumáticas, como por patologías congénitas o degenerativas,

infecciones o tumores, es complicado establecer con precisión la prevalencia debido a la diversidad de posibles etiologías (McDonald & Sadowsky, 2002).

Según Rowland et al., la fisiopatología de la lesión medular presenta dos fases. La primera fase implica la lesión mecánica inicial y se relaciona con una alteración de los axones, los vasos sanguíneos y las membranas celulares (Rowland et al., 2008). La segunda fase, o lesión secundaria, incluye disfunción vascular, isquemia, edema, producción de radicales libres, inflamación, excitotoxicidad, desplazamiento electrolítico y, finalmente, muerte celular (Rowland et al., 2008).

Independientemente de la etiología de la lesión, el alcance de los daños físicos depende de la gravedad de la lesión y de su localización (McDonald & Sadowsky, 2002; World Health Organization, 2013). Cuanto mayor es la gravedad y extensión de la lesión, mayor es el impacto y las complicaciones que provoca en los pacientes (McDonald et Sadowsky, 2002).

La Asociación Americana de Lesiones Medulares (ASIA, por sus siglas en inglés) establece la escala ASIA, que clasifica las lesiones medulares en cinco grados de afectación: A) lesión completa de la médula espinal sin función sensitiva ni motora preservada en los segmentos sacros S4-S5; B) lesión incompleta de la médula espinal con función sensitiva, pero no motora, preservada por debajo del nivel de la lesión y que se extiende hasta los segmentos sacros S4-S5; C) lesión incompleta con función motora preservada por debajo del nivel de la lesión y más de la

mitad de los músculos clave por debajo del nivel de la lesión tienen un balance muscular menor a tres; D) lesión incompleta con función motora preservada por debajo del nivel de la lesión y al menos la mitad de los músculos clave por debajo del nivel de la lesión tienen un balance muscular igual o mayor a tres; y E) normal, representa una función motora y sensitiva normales (Maynard et al., 1997).

Un alto porcentaje de las personas lesionadas recuperan un nivel de funcionalidad dentro de la clasificación ASIA a lo largo de su vida (McDonald & Sadowsky, 2002). Aunque la mayoría de estos cambios se producen durante los seis meses posteriores a la lesión, aún es posible recuperar funcionalidad incluso varios años después (Stauffer, 1984). Se estima que entre el 10 y el 15% de los ASIA grado A se convierten en ASIA grado B-D y, el 54% de los ASIA grado B se convierten en ASIA grado C-D (Kato et al., 1995; Waters et al., 1994). Un factor pronóstico importante para estos cambios es la edad, observándose mejores resultados en los pacientes menores de 50 años (Penrod et al., 1990; Stauffer, 1984).

Además de los trastornos sensoriales, motores y vegetativos, los pacientes con lesión medular pueden presentar complicaciones cutáneas, respiratorias, cardíacas, urogenitales e intestinales, así como dolor neuropático (Krassioukov, 2009; New et al., 2002; World Health Organization, 2013). Algunas deficiencias específicas que suelen presentarse son alteraciones óseas y musculares, falta de fuerza, mal estado cardiovascular, falta de movilidad o destreza

articular (Harvey et al., 2009). Estas alteraciones impiden a los pacientes realizar actividades como caminar o utilizar los miembros superiores, lo que resulta incapacitante para realizar las actividades de la vida diaria e impacta negativamente sobre la calidad de vida (Dimbwadyo-Terrer et al., 2016; Yoon et al., 2020). Por ello, los pacientes con lesión medular pueden sufrir también numerosos trastornos sociales, profesionales, psicológicos, ambientales y sistémicos (World Health Organization, 2013).

Debido a la alteración de las aferencias sensoriales y motoras, los pacientes con lesión medular presentan una reducción del control motor voluntario, que influye en el control postural y provoca trastornos del equilibrio (Ilha et al., 2020). El equilibrio desempeña un papel vital en las actividades cotidianas, por lo que suele considerarse un aspecto prioritario para mejorar la marcha y, por tanto, la calidad de vida (Bach Baunsgaard et al., 2018; Chisholm et al., 2017; Harel et al., 2013; Ilha et al., 2020; Scivoletto, 2008).

La Organización Mundial de la Salud define la calidad de vida como “la percepción que tiene una persona sobre su posición en la vida dentro del contexto cultural y el sistema de valores en el que vive y con respecto a sus metas, expectativas, estándares y preocupaciones (World Health Organization, 2013). Concretamente, la calidad de vida relacionada con la salud se podría definir como “un concepto multidimensional relacionado específicamente con la salud de una persona, la medición de su funcionamiento, bienestar y percepción de

la salud general en los ámbitos físico, psicológico y social” (Apolone & Mosconi, 1998). La calidad de vida es una variable útil para evaluar la efectividad de los programas de rehabilitación y, debe considerarse un objetivo terapéutico prioritario de la rehabilitación (Hammell et al., 2004; Manns et al., 1999; May et al., 2002).

Otro de los déficits más importantes en esta población es la dificultad para la marcha, por lo que restablecer y/o mantener el mayor nivel posible de autonomía e independencia durante la marcha, debería incluirse también dentro de los objetivos de la rehabilitación (De Andrade et al., 2019; Fouad & Pearson, 2004).

La fisioterapia, dentro de su atención habitual, plantea intervenciones dirigidas al tratamiento de las complicaciones neuromusculoesqueléticas de la lesión, incluyendo ejercicios aeróbicos y/o de fortalecimiento, estiramientos, entrenamiento de la marcha y del equilibrio o rehabilitación sensorial (Harvey et al., 2009; McDonald & Sadowsky, 2002; Selph et al., 2021). No obstante, continuamente se estudian posibles nuevas estrategias de rehabilitación que potencien los resultados (Fouad & Pearson, 2004).

En este ámbito, los sistemas robóticos han supuesto un avance tecnológico en el campo de la rehabilitación, que está en constante desarrollo y evolución (De Holanda et al., 2017). Actualmente, ya se comercializan varios dispositivos para su uso, tanto en entornos sanitarios como en el domicilio (De Holanda et al., 2017; Louie et al., 2015). Dentro de estos sistemas robóticos destacan, entre otros, el entrenamiento de la marcha asistido por

robots (RAGT), y los diferentes tipos de exoesqueletos, por ejemplo, Ekso y HANK (Behrman & Harkema, 2000; De Holanda et al., 2017; Louie et al., 2015). El RAGT fue inventado a finales de los años noventa y hoy en día ya existen diversos sistemas para su implementación, destacando Lokomat (Swinnen et al., 2010). Consiste en un soporte de peso corporal y una órtesis motorizada, sujeta a los miembros inferiores y controlada por un ordenador (Swinnen et al., 2010). El nivel de asistencia que proporciona el sistema puede ajustarse en función de la capacidad del paciente para caminar (Swinnen et al., 2010).

Al mismo tiempo, se están desarrollando los exoesqueletos, dispositivos recargables con articulaciones motorizadas, que se sitúan en las extremidades inferiores (Chen et al., 2013). Éstos presentan la ventaja de ser compactos, ligeros y portátiles (Chen et al., 2013). El objetivo de estos sistemas es proporcionar información sensorial y asistir la motora, favoreciendo el restablecimiento o mejora de la marcha (Behrman & Harkema, 2000). Tanto el RAGT como los exoesqueletos permiten a los pacientes con lesión medular la posición bípeda y la marcha de forma independiente sobre el suelo de forma natural (Chen et al., 2013, De Holanda et al., 2017). También pueden utilizarse en rehabilitación para mejorar determinadas funciones como el control postural y las funciones urinaria e intestinal, que están directamente relacionadas con la mejora de aspectos psicológicos y la calidad de vida (Chen et al., 2013, De Holanda et al., 2017).

Hay un desarrollo exponencial de la investigación sobre esta opción terapéutica dentro de la fisioterapia, aunque se observa cierta escasez de literatura e información sobre el efecto del RAGT y los exoesqueletos. Por tanto, parece oportuno realizar una revisión sistemática actualizada sobre dichos sistemas robóticos para evaluar su efecto sobre variables funcionales y calidad de vida en población con lesión medular, con el objetivo de establecer un consenso acerca de su implementación en clínica.

## 1.1 Hipótesis y objetivos

### 1.1.1 Hipótesis

Se hipotetizó que el uso de herramientas robóticas, como el RAGT o los exoesqueletos, podrían tener un efecto positivo sobre la marcha, el equilibrio y la calidad de vida de los pacientes con lesión medular.

### 1.1.2 Objetivos

El objetivo general de la presente revisión sistemática fue analizar el efecto del RAGT y los exoesqueletos en pacientes con lesión medular.

Los objetivos específicos fueron: 1) evaluar el efecto del RAGT y los exoesqueletos sobre la velocidad y la distancia de marcha en pacientes lesionados medulares; 2) analizar el efecto del RAGT y los exoesqueletos sobre el equilibrio en pacientes lesionados medulares y; 3) determinar el efecto del RAGT y los exoesqueletos sobre la calidad de vida en pacientes lesionados medulares.

## 2. Material y métodos

Se realizó una revisión sistemática de acuerdo con las pautas de los elementos de información preferidos para revisiones sistemáticas (PRISMA, por sus siglas en inglés) (Moher et al., 2010). El protocolo de revisión sistemática no fue registrado en la base internacional PROSPERO, puesto que éste no acepta el registro de trabajos académicos sin intención de publicación.

### 2.1. Criterios de inclusión

Los criterios de selección para este estudio se basaron en factores metodológicos y clínicos, tales como la población, la intervención, la comparación, los resultados y los criterios de diseño del estudio (Stone, 2002).

#### 2.1.1. Población

Los participantes seleccionados para los estudios fueron pacientes mayores de 18 años con un diagnóstico de lesión medular tanto crónica como aguda, completa o incompleta, y sin restricción por el nivel específico de la lesión. No hubo restricciones por género.

#### 2.1.2. Intervención

El grupo de intervención recibió un tratamiento basado en el uso del RAGT (Lokomat) y/o exoesqueletos. Se incluyeron aquellos estudios que combinaran la intervención con otros tratamientos siempre que se incluyeran también en el grupo de comparación y, por tanto, fuese posible aislar el efecto del RAGT y/o los exoesqueletos.

### 2.1.3. Comparador

El grupo de comparación recibió cualquier intervención diferente a la empleada en el grupo de intervención, como una intervención de fisioterapia convencional o atención habitual (por ejemplo, movilizaciones, estiramientos, fortalecimiento, trabajo postural etc.), entrenamiento de la marcha con soporte de peso corporal o la ausencia de tratamiento.

### 2.1.4. Variables

Las variables utilizadas para evaluar el efecto de la intervención del RAGT y/o de los exoesqueletos fueron al menos una de las siguientes: la velocidad y/o la distancia de marcha, el equilibrio o la calidad de vida. Se incluyeron estudios que, al menos, presentaran los datos estadísticos de la evaluación previa al inicio de la intervención y la evaluación posterior a la misma.

### 2.1.5. Diseño de estudio

Se incluyeron ensayos controlados aleatorizados (ECAs). Los ECAs piloto y/o estudios cruzados fueron incluidos. No hubo restricciones por idioma ni fecha de publicación, según lo recomendado por los criterios internacionales (Moher et al, 1998).

## 2.2. Estrategia de búsqueda

Se realizó la búsqueda de artículos científicos en las bases de datos MEDLINE (Pubmed), Scopus y Web of Science, desde su inicio hasta el 24 de noviembre de 2023. La estrategia de búsqueda combinó términos MeSH (“spinal cord injuries”, “spinal injuries”) y términos no MeSH (“medullary lesion”, “spinal injured”, “spinal

harmed”, “spinal damage”, “medullary injured”, “medullary damage”, “medullary injured”, “robot”, “robotic”, “exoskeleton”, “gait robot”, “body weight support”, “randomized controlled trial”, “randomised controlled trial”). Los términos empleados fueron combinados mediante los operadores booleanos *AND* y *OR*. No hubo restricciones por fecha de publicación ni por idioma. La estrategia de búsqueda adaptada a cada base de datos se muestra en el **Anexo 1**.

## 2.3. Criterios de selección y extracción de datos

Todas las referencias identificadas fueron exportadas al software Rayyan QCRI, empleado para eliminar los duplicados y realizar el proceso de selección en dos fases (Ouzzani et al, 2016). En la primera fase se evaluó la pertinencia de los estudios en relación con las preguntas y los objetivos del estudio, utilizando la información del título del estudio, el resumen y las palabras clave. En ausencia de consenso o información insuficiente, se revisó el texto completo. En la segunda fase se evaluó el cumplimiento de los criterios de inclusión analizando el texto completo. El proceso de selección de artículos fue realizado por dos revisores (C.F. y C. S). Las diferencias entre los dos revisores se resolvieron por consenso moderado por un tercer investigador (A.H.G.) (Furlan et al., 2009).

Las características de los estudios y los datos de los resultados fueron extraídas por dos investigadores (C.F. y C.S.) utilizando un protocolo estructurado que garantizó la obtención de la información

relevante de cada estudio. Cuando no se expresaron los datos de la muestra como media y desviación típica, y fue posible, fueron combinados utilizando el programa web en línea StatsToDo (<https://www.statstodo.com/CombineMeansSDs.php>) o utilizando el software informático Jamovi (<https://www.jamovi.org>).

## 2.4. Evaluación de calidad metodológica

Se evaluó la calidad metodológica mediante la escala PEDro (de Morton, 2009). Esta escala evalúa la validez interna y externa de un estudio a través de 11 criterios: 1) criterios de elegibilidad del estudio especificados; 2) asignación aleatoria de los sujetos; 3) asignación oculta; 4) medida de la similitud entre los grupos al inicio del estudio; 5) cegamiento de los sujetos; 6) cegamiento de los terapeutas; 7) cegamiento de los evaluadores; 8) menos del 15% de abandonos; 9) análisis por intención de tratar; 10) comparaciones estadísticas entre grupos; y 11) medidas puntuales y datos de variabilidad (de Morton, 2009). Los criterios se puntúan como sí (un punto) o no/desconocido (cero puntos). La puntuación PEDro proporciona un indicador de la calidad metodológica de cada estudio (9-10=excelente; 6-8=bueno; 4-5=regular; 3-0=deficiente) (Cashin & McAuley, 2020).

La calidad metodológica fue evaluada de forma independiente por dos investigadores (C.F. y C.S.) y los desacuerdos fueron resueltos mediante consenso por un tercer investigador (A.H.G.). La fiabilidad entre evaluadores se midió mediante el coeficiente kappa de

Cohen ( $\kappa$ ) de acuerdo con los siguientes valores: 1)  $\kappa > 0,7$  indica un alto nivel de concordancia entre los evaluadores; 2)  $\kappa = 0,5-0,7$  indica un nivel moderado de concordancia; y 3)  $\kappa < 0,5$  indica un nivel bajo de concordancia (Landis & Koch, 1977) moderado de concordancia; y 3)  $\kappa < 0,5$  indica un nivel bajo de concordancia (Landis & Koch, 1977).

## 3. Resultados

En la presente revisión sistemática se incluyeron 11 ECAs (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Duffell et al., 2014; Edwards et al., 2022; Esclarín-Ruz et al., 2014; Gil-Agudo et al., 2023; Labruyère & Van Hedel, 2014; Maggio et al., 2022; Piira et al., 2019; Rodríguez-Fernández et al., 2022; Shackleton et al., 2023; Varoqui et al., 2014). La estrategia de selección de estudios se muestra en la **Figura 1**. La **Tabla 1** muestra las características de los ECAs incluidos (características demográficas, intervención y comparador, variables evaluadas y, resultados).

### 3.1. Características de los estudios incluidos

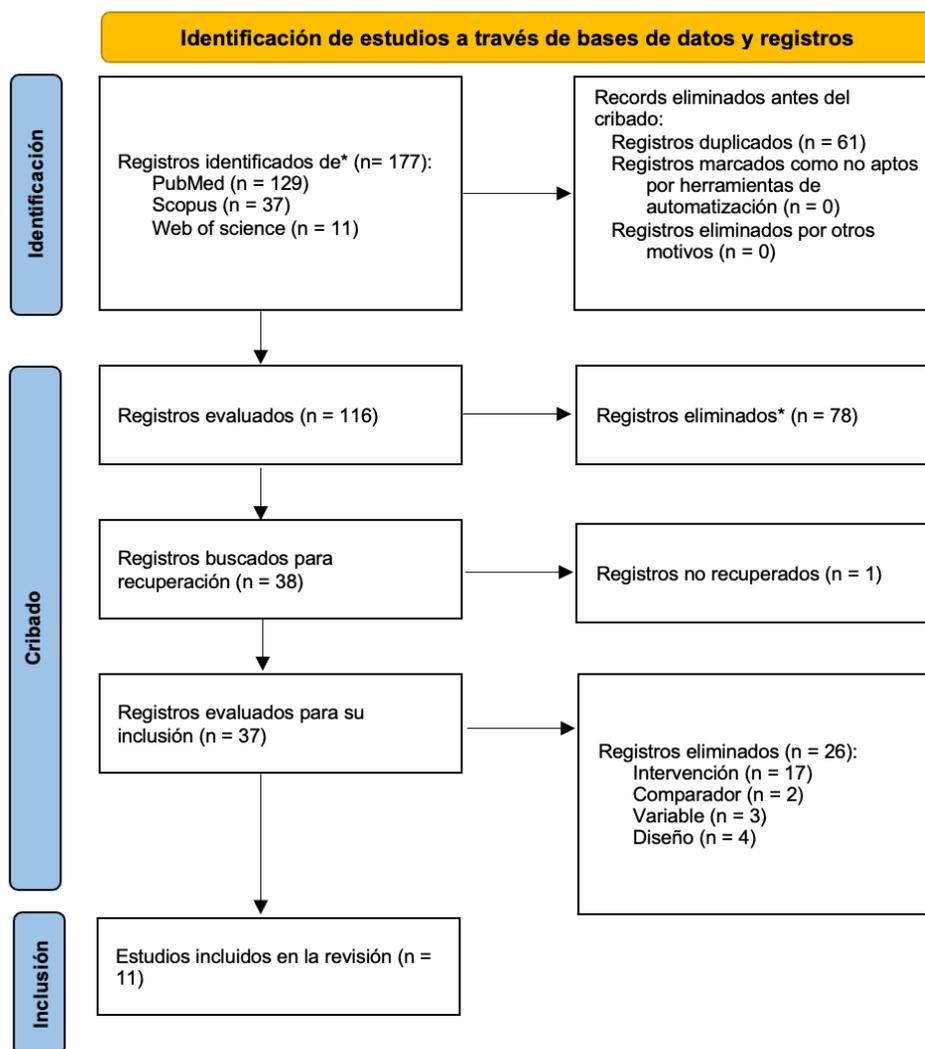
Se incluyeron un total de 408 participantes en los 11 ECAs. La edad media de la muestra incluida fue de 46,84 ± 21,59 años, aunque un artículo no reportó este dato y no se incluyó en el cálculo de la edad media (Duffell et al., 2012). El 68,70% de la muestra fueron hombres, aunque hubo tres estudios que no reportaron información sobre el género (Duffell et al., 2014; Edwards et al., 2022; Varoqui et al., 2014).

En relación con el tipo de lesión medular, seis de los 11 estudios incluyeron

pacientes con lesión medular incompleta (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Duffell et al., 2014; Esclarín-Ruz et al., 2014; Gil-Agudo et al., 2023; Piira et al., 2019; Shackleton et al., 2023), un estudio incluyó participantes con lesión medular completa (Rodríguez-Fernández et al., 2022), un estudio incluyó participantes con lesión medular tanto incompleta como completa (Maggio et al., 2022) y, los tres estudios restantes no especificaron el tipo de lesión (Edwards et al., 2022; Labruyère & Van Hedel., 2014; Varoqui et al., 2014).

En relación con el tiempo transcurrido desde la lesión, dos estudios

**Figura 1.** Diagrama de flujo PRISMA 2020.



**Fuente:** Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

incluyeron pacientes con lesión medular aguda (<6 meses) (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2014), un estudio incluyó pacientes con lesión medular subaguda (6 a 12 meses) (Gil-Agudo et al., 2023), seis estudios incluyeron pacientes con lesión medular crónica (>12 meses) (Edwards et al., 2022; Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019; Rodríguez-Fernández et al., 2022; Shackleton et al., 2023; Varoqui et al., 2014). Un estudio incluyó pacientes agudos y subagudos (Maggio et al., 2022). El estudio restante no especificó el tiempo transcurrido desde la lesión (Duffell et al., 2014). En relación con la etiología de la lesión, seis estudios evaluaron lesiones medulares tanto traumáticas como no traumáticas (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Edwards et al., 2022; Esclarín-Ruz et al., 2014; Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019; Rodríguez-Fernández et al., 2022), tres estudios evaluaron únicamente lesiones de etiología traumática (Duffell et al., 2014; Shackleton et al., 2023; Varoqui et al., 2014) y los dos estudios restantes no especificaron la etiología (Gil-Agudo et al., 2023; Maggio et al., 2022). La presente revisión sistemática abordó dos tipos de intervenciones, RAGT (Lokomat) y exoesqueletos. Seis estudios emplearon RAGT (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Duffell et al., 2014; Esclarín-Ruz et al., 2014; Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019; Varoqui et al., 2014) y cinco utilizaron exoesqueletos en el grupo de intervención (Edwards et al., 2022; Gil-Agudo et al., 2023; Maggio et al., 2022; Rodríguez-Fernández et al., 2022; Shackleton et al., 2023). En cuanto a los

comparadores empleados, ocho estudios compararon la intervención con la atención habitual (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Edwards et al., 2022; Esclarín-Ruz et al., 2014; Gil-Agudo et al., 2023; Labruyère & Van Hedel., 2014; Maggio et al., 2022; Piira et al., 2019; Shackleton et al., 2023), un estudio comparó con la ausencia de tratamiento (Duffell et al., 2014), un estudio comparó con el uso de órtesis de rodilla, tobillo y pie (KAFO) (Rodríguez-Fernández et al., 2022) y el estudio restante no especificó el comparador en detalle (Varoqui et al., 2014). La duración de la intervención osciló entre cuatro y 24 semanas. El **Anexo 2** muestra en detalle la intervención realizada en cada uno de los estudios. En cuanto a las sesiones de evaluación de las medidas de resultado, diez estudios presentaron datos de la evaluación anterior e inmediatamente posterior a la intervención, respectivamente (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Duffell et al., 2014; Edwards et al., 2022; Esclarín-Ruz et al., 2014; Gil-Agudo et al., 2023; Maggio et al., 2022; Piira et al., 2019; Rodríguez-Fernández et al., 2022; Shackleton et al., 2023; Varoqui et al., 2014). Hubo un estudio que, adicionalmente, incluyó una evaluación a los seis meses posteriores a la finalización de la intervención (Labruyère & Van Hedel., 2014). Los resultados de la presente revisión sistemática se centraron únicamente en los datos de las evaluaciones inmediatamente posteriores a la intervención.

**Tabla 1.** Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Autor, año Diseño de estudio	Características de la muestra: Tamaño muestral Edad (Media±SD ó Rango) Género Clasificación de la lesión	Grupo de intervención y grupo control Características de la intervención	Variable: Escala o herramienta de medida	Resultados																																
<p><b>Alcobendas-Maestro et al., 2012</b></p> <p><b>ECA</b></p>	<p>n=75 Edad: 47,39 ± 26 Género: -Lokomat: 62% H, 38% M -Habitual: 63% H, 37% M</p> <p>Tipo de lesión: -Lesión medular incompleta &lt; 6 meses -Nivel de lesión. C2-T12 -ASIA. C o D -Etiología: Causas traumáticas: GI: 49%, GC: 47% Causas no traumáticas: GI: 51%, GC: 53%</p>	<p>GI: RAGT(Lokomat) GC: atención habitual con OGT</p> <p>Duración de la intervención: 8 semanas Frecuencia: 5 s/s Duración de la sesión: 60 min</p>	<p><b>Marcha</b></p> <p>Velocidad: 10 MWT (m/s)</p> <p>Distancia: 6 MWT (m)</p>	<p>No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos al inicio de la intervención (p&gt;0,05). En la evaluación post-intervención, los resultados entre los grupos no presentaron diferencias estadísticamente significativas (p&gt;0,05).</p> <table border="1" data-bbox="1290 571 1821 788"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>0,30 (0,18-0,52)</td> <td>0,40 (0,2-0,6)</td> <td>N/R</td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>0,30 (0,15-0,5)</td> <td>0,30 (0,2-0,5)</td> <td>N/R</td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt; 0,05</td> <td>&gt; 0,05</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Valores expresados como mediana (rango intercuartílico)</i></p> <p>No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos al inicio (p&gt;0,05). Los resultados post-intervención entre los grupos fueron estadísticamente significativos a favor del grupo de intervención (p&lt;0,05).</p> <table border="1" data-bbox="1290 943 1845 1160"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>110,1 (68,8-189)</td> <td>169,4 (69,8-228,1)</td> <td>N/R</td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>82,3 (67-165,2)</td> <td>91,3 (51,4-178,7)</td> <td>N/R</td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt;0,05</td> <td><b>&lt;0,05</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Valores expresados como media ± desviación típica</i></p>		Pre	Post	p intra	GI	0,30 (0,18-0,52)	0,40 (0,2-0,6)	N/R	GC	0,30 (0,15-0,5)	0,30 (0,2-0,5)	N/R	p inter	> 0,05	> 0,05			Pre	Post	p intra	GI	110,1 (68,8-189)	169,4 (69,8-228,1)	N/R	GC	82,3 (67-165,2)	91,3 (51,4-178,7)	N/R	p inter	>0,05	<b>&lt;0,05</b>	
	Pre	Post	p intra																																	
GI	0,30 (0,18-0,52)	0,40 (0,2-0,6)	N/R																																	
GC	0,30 (0,15-0,5)	0,30 (0,2-0,5)	N/R																																	
p inter	> 0,05	> 0,05																																		
	Pre	Post	p intra																																	
GI	110,1 (68,8-189)	169,4 (69,8-228,1)	N/R																																	
GC	82,3 (67-165,2)	91,3 (51,4-178,7)	N/R																																	
p inter	>0,05	<b>&lt;0,05</b>																																		
<p><b>Duffell et al., 2014</b></p> <p><b>ECA</b></p>	<p>n=78 Edad: N/R Género: N/R</p> <p>Tipo de lesión: -Lesión medular incompleta -Nivel de lesión. N/R -ASIA: N/R</p>	<p>GI: RAGT (Lokomat) GC: no intervención</p> <p>Duración de la intervención: 4 semanas Frecuencia: 3 s/s</p>	<p><b>Marcha</b></p> <p>Velocidad: 10 MWT (m/s)</p>	<p>Los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo de la velocidad de marcha en el GI (p&lt;0,05), pero no en el GC (p&gt;0,05). <i>Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos (p=N/R).</i></p> <table border="1" data-bbox="1290 1369 1890 1422"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Pre	Post	p intra																												
	Pre	Post	p intra																																	

-Etiología: traumática

Duración de la sesión:  
30-60 min

GI	N/R	N/R	<0,05
GC	N/R	N/R	>0,05
p inter	N/R	>0,05	

Distancia: 6 MWT (m)

Los resultados no mostraron un incremento significativo de la distancia de marcha en el grupo de intervención ( $p > 0,05$ ) ni en el grupo control ( $p > 0,05$ ). Los resultados entre los grupos no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

	Pre	Post	p intra
GI	N/R	N/R	>0,05
GC	N/R	N/R	>0,05
p inter	N/R	>0,05	

**Edwards et al., 2022**

n=25  
Edad: 47,20 ± 13,70 años  
Género: N/R

GI: exoesqueletos (Ekso GT)  
GC I: atención habitual (activa)  
GC II: atención habitual (pasiva)

**Marcha**

Velocidad: 10 MWT (m/s)

No hubo diferencias significativas entre los grupos al inicio ( $p > 0,05$ ). Los resultados no mostraron un incremento significativo de la velocidad de marcha en el grupo de intervención ( $p > 0,05$ ) ni en el grupo control ( $p > 0,05$ ). Los resultados entre los grupos no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ).

**ECA**

Tipo de lesión:  
-Lesión medular crónica > 12 meses  
-Nivel de lesión: C1-T10  
-ASIA: C o D  
-Etiología: traumática o no traumática

Duración de la intervención: 12 semanas  
Frecuencia 3 s/s  
Duración de la sesión: 45 min

	Pre	Post	p intra
GI	N/R	0,18 ± 0,23	>0,05
GC I	N/R	0,07 ± 0,11	>0,05
GC II	N/R	0,03 ± 0,03	>0,05
p inter	>0,05	GI-GC II: 0,181 GI-GC I: 0,309 GC I- GC II: 0,854.	

Valores expresados como media ± desviación típica  
Los datos se presentaron únicamente como cambio en la evaluación post-intervención respecto a la evaluación pre-intervención, sin presentar los datos de cada evaluación por separado

Distancia: 6 MWT (pasos)

No hubo diferencias significativas entre los grupos al inicio ( $p > 0,05$ ).

Los resultados no mostraron un incremento significativo de la distancia de marcha en el grupo de intervención ni en el grupo control ( $p > 0,05$ ), aunque sí una tendencia de mejora.

Los autores no especificaron los resultados entre los grupos ( $p = N/R$ ).

	Pre	Post	p intra
GI	N/R	538,0 (268,0-787,3)	>0,05
GC I	N/R	346,6 (219,5-711,5)	>0,05
GC II	N/R	320,0 (148,8-466-5)	>0,05
p inter	>0,05	N/R	

Valores expresados como mediana (rango intercuartílico)

Los datos se presentaron únicamente en la evaluación post-intervención.

Esclarín-Ruz et al., 2014	n=83 Edad: 41,77 ± 13,16 años Grupo A (motoneurona superior) • A1: Lokomat: 43,6 ± 12 • A2: OGT: 44,9 ± 7 Grupo B (motoneurona inferior) • B1: Lokomat: 36,4 ± 12 • B2: OGT: 42,7 ± 18 Género: 71% H, 29% M Tipo de lesión: -Lesión medular incompleta < 6 meses -Nivel de lesión: C2-T11(motoneurona superior), T12-L3 (motoneurona inferior) -ASIA: C o D -Etiología: 64% traumática, 36% no traumática	GI: RAGT (Lokomat) con OGT GC: atención habitual con OGT  Duración de la intervención: 8 semanas Frecuencia: 5 s/s Duración de la sesión: 60 min	Marcha	
			Velocidad: 10 MWT (m/s)	No hubo diferencias significativas entre los grupos al inicio ( $p > 0,05$ ). Los autores no especificaron los resultados intra-grupales ( $p = N/R$ ). Los resultados entre los grupos no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,09$ ).
ECA			Distancia: 6 MWT (m)	No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio (A: $p = 0,4$ ; B: $p = 0,7$ ). Los autores no especificaron los resultados intra-grupales ( $p = N/R$ ). Los resultados entre los grupos mostraron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo de intervención ( $p = 0,0474$ ).

		Pre	Post	p intra
A	A1	0,48 ± 0,25	0,54 ± 0,31	N/R
	A2	0,36 ± 0,25	0,39 ± 0,31	N/R
B	B1	0,24 ± (0,11)	0,46 ± 0,25	N/R
	B2	0,28 (0,27)	0,45 ± 0,41	N/R
p inter		A= 0,4; B=0,6	0,09	

Valores expresados como media ± desviación típica

		Pre	Post	p intra
A	A1	122,3 ± 49,2	187,48 ± 103,78	N/R
	A2	93,3 ± 53,1	119,41 ± 89,25	N/R

B	B1	82,7 ± 45,5	157,54 ± 89,51	N/R
	B2	94,3 ± 75,1	145,62 ± 125,15	N/R
p inter		A= 0,4 B= 0,7	<b>0,0474</b>	

Valores expresados como media ± desviación típica

<b>Gil-Agudo et al., 2023</b>  <b>ECA</b>	n=21 Edad: 50,74 ± 12,38 años Género: 71% H / 21% M  Tipo de lesión -Lesión incompleta <12 meses -Nivel de lesión: C2-L4 -ASIA: C o D -Etiología: N/R	GI: exoesqueletos (Exo-H2, HANK) GC: atención habitual  Duración de la intervención: 5 semanas Frecuencia: 3 s/s Duración de la sesión: 60 min	<b>Marcha</b>	No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio ( $p > 0,05$ ). Los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo de la velocidad de marcha, tanto en el grupo de intervención ( $p = 0,03$ ; $\eta^2 = 0,39$ ) como en el grupo control ( $p = 0,04$ ; $\eta^2 = 0,21$ ). Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos ( $p = 0,69$ ; $\eta^2 = 0,04$ ).																
			Velocidad: 10 MWT (m/s)		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>0,34 ± 0,16</td> <td>0,57 ± 0,41</td> <td><b>p=0,03</b> <b><math>\eta^2 = 0,39</math></b></td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>0,41 ± 0,22</td> <td>0,52 ± 0,36</td> <td><b>p=0,04</b> <b><math>\eta^2 = 0,21</math></b></td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt;0,05</td> <td>p=0,69</td> <td><math>\eta^2 = 0,04</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>Valores expresados como media ± desviación típica <math>\eta^2</math>: tamaño de efecto (eta parcial)</p>		Pre	Post	p intra	GI	0,34 ± 0,16	0,57 ± 0,41	<b>p=0,03</b> <b><math>\eta^2 = 0,39</math></b>	GC	0,41 ± 0,22	0,52 ± 0,36	<b>p=0,04</b> <b><math>\eta^2 = 0,21</math></b>	p inter	>0,05	p=0,69
	Pre	Post	p intra																	
GI	0,34 ± 0,16	0,57 ± 0,41	<b>p=0,03</b> <b><math>\eta^2 = 0,39</math></b>																	
GC	0,41 ± 0,22	0,52 ± 0,36	<b>p=0,04</b> <b><math>\eta^2 = 0,21</math></b>																	
p inter	>0,05	p=0,69	$\eta^2 = 0,04$																	
			Distancia: 6 MWT (m)	No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio ( $p > 0,05$ ). Los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo de la distancia de marcha en el grupo de intervención ( $p = 0,00$ ; $\eta^2 = 0,43$ ), y en el grupo control ( $p = 0,02$ ; $\eta^2 = 0,27$ ). Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos ( $p = 0,75$ ; $\eta^2 = 0,03$ ).																
				<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>114,67 ± 71,21</td> <td>183,56 ± 133,10</td> <td><b>p=0,00</b> <b><math>\eta^2 = 0,43</math></b></td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>110,95 ± 72,16</td> <td>159,05 ± 55,50</td> <td><b>p= 0,02</b> <b><math>\eta^2 = 0,27</math></b></td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt;0,05</td> <td>p=0,75</td> <td><math>\eta^2 = 0,03</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>Valores expresados como media ± desviación típica <math>\eta^2</math>: tamaño de efecto (eta parcial)</p>		Pre	Post	p intra	GI	114,67 ± 71,21	183,56 ± 133,10	<b>p=0,00</b> <b><math>\eta^2 = 0,43</math></b>	GC	110,95 ± 72,16	159,05 ± 55,50	<b>p= 0,02</b> <b><math>\eta^2 = 0,27</math></b>	p inter	>0,05	p=0,75	$\eta^2 = 0,03$
	Pre	Post	p intra																	
GI	114,67 ± 71,21	183,56 ± 133,10	<b>p=0,00</b> <b><math>\eta^2 = 0,43</math></b>																	
GC	110,95 ± 72,16	159,05 ± 55,50	<b>p= 0,02</b> <b><math>\eta^2 = 0,27</math></b>																	
p inter	>0,05	p=0,75	$\eta^2 = 0,03$																	

<b>Labruyère &amp; Van Hedel., 2014</b>  <b>ECA piloto cruzado</b>	n=9 Edad: 59,00 ± 11,00 años Género: 55,5% H, 44,5% M Tipo de lesión: -Lesión medular crónica >12 meses -Nivel de lesión: C4-T11 -ASIA: C o D -Etiología: 44% causas traumáticas, 56% otras causas	GI: RAGT (Lokomat) GC: atención habitual  Duración de la intervención: 8 semanas Frecuencia: 4 s/s Duración de la sesión: 45 min	<b>Marcha</b>																	
			Velocidad: 10 MWT (m/s)	No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio (p>0,05). Los resultados no mostraron un incremento estadísticamente significativo de la velocidad de marcha en el grupo de intervención (p>0,05), pero sí en el grupo de control (p<0,05). Los resultados entre los grupos fueron estadísticamente significativos a favor del grupo de control (p=0,04).																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>0,79 ± 0,31</td> <td>0,80 ± 0,35</td> <td>&gt;0,05</td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>0,66 ± 0,22</td> <td>0,80 ± 0,28</td> <td><b>&lt;0,05</b></td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt;0,05</td> <td><b>0,04</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Pre	Post	p intra	GI	0,79 ± 0,31	0,80 ± 0,35	>0,05	GC	0,66 ± 0,22	0,80 ± 0,28	<b>&lt;0,05</b>	p inter	>0,05	<b>0,04</b>	
	Pre	Post	p intra																	
GI	0,79 ± 0,31	0,80 ± 0,35	>0,05																	
GC	0,66 ± 0,22	0,80 ± 0,28	<b>&lt;0,05</b>																	
p inter	>0,05	<b>0,04</b>																		
			<i>Valores expresados como media ± desviación típica</i>																	
			<b>Equilibrio</b>																	
			Equilibrio dinámico: BBS	No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio (p>0,05). Los resultados no mostraron un incremento estadísticamente significativo del equilibrio en el grupo de intervención (p>0,05), pero sí en el grupo de control (p<0,05). Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos (p=0,10).																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>43,4 ± 14,7</td> <td>44,4 ± 14,7</td> <td>&gt;0,05</td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>42,7 ± 14</td> <td>45,4 ± 14,7</td> <td><b>&lt;0,05</b></td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt;0,05</td> <td>0,10</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Pre	Post	p intra	GI	43,4 ± 14,7	44,4 ± 14,7	>0,05	GC	42,7 ± 14	45,4 ± 14,7	<b>&lt;0,05</b>	p inter	>0,05	0,10	
	Pre	Post	p intra																	
GI	43,4 ± 14,7	44,4 ± 14,7	>0,05																	
GC	42,7 ± 14	45,4 ± 14,7	<b>&lt;0,05</b>																	
p inter	>0,05	0,10																		
			<i>Valores expresados como media ± desviación típica</i>																	
<b>Maggio et al., 2022</b>  <b>ECA piloto</b>	n=42 Edad: 52,60 ± 12,60 años Género: 59,5% H, 40,5% M Tipo de lesión: -Lesión medular completa o incompleta > 3 meses -Nivel de lesión: N/R -ASIA: A o B -Etiología: N/R	GI: exoesqueletos (Ekso GT) GC: atención habitual  Duración de la intervención: 8 semanas Frecuencia: 5 s/s Duración de la sesión: 3h	<b>Calidad de vida</b>																	
			Calidad de vida: SF-12	No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio (p>0,05). Los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo de la calidad de vida en el grupo de intervención (p<0,001), pero no en el grupo control (p=0,4). Los resultados entre los grupos fueron estadísticamente significativos a favor del grupo de intervención (p=0,01 y g=0,11).																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>p intra</th> <th>p inter</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			p intra	p inter													
	p intra	p inter																		

GI	p <0,001	p=0,01 g=0,11
GC	p=0,4	

g= tamaño del efecto (g de Hedges)

<p><b>Piira et al., 2019</b> <b>ECA</b></p>	<p>n=19 Edad: 50,74 ± 12,38 años Género: 47% H / 53% M</p> <p>Tipo de lesión: -Lesión medular incompleta crónica &gt;24 meses -Nivel de lesión: cervical, torácico y lumbar -ASIA: C o D -Etiología: 63% traumático, N/R otras cosas</p>	<p>GI: RAGT (Lokomat) GC: atención habitual</p> <p>Duración de la intervención: 24 semanas Frecuencia: 3 s/s (intervención) y 1-5 s/s (control). Duración de la sesión: 40-90 min</p>	<p><b>Marcha</b></p>	<p>Velocidad: 10 MWT (m/s)</p> <p>No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio (p&gt;0,05). Los resultados no mostraron un incremento estadísticamente significativo de la velocidad de marcha en el grupo de intervención (p=0,80) ni en el grupo de control (p=0,44). Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos (p=0,61).</p> <table border="1" data-bbox="1288 555 1747 778"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>0,3 (0,1-0,7)</td> <td>0 (-0,1-0,1)</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>0,6 (0,1-1,0)</td> <td>0,1 (-0,1-0,6)</td> <td>0,44</td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt;0,05</td> <td>p=0,60</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Valores expresados como mediana (rango intercuartílico). Los datos de la evaluación post-intervención se presentaron únicamente como la medida del cambio respecto a la evaluación pre-intervención.</p>		Pre	Post	p intra	GI	0,3 (0,1-0,7)	0 (-0,1-0,1)	0,80	GC	0,6 (0,1-1,0)	0,1 (-0,1-0,6)	0,44	p inter	>0,05	p=0,60	
	Pre	Post	p intra																	
GI	0,3 (0,1-0,7)	0 (-0,1-0,1)	0,80																	
GC	0,6 (0,1-1,0)	0,1 (-0,1-0,6)	0,44																	
p inter	>0,05	p=0,60																		
			<p>Distancia: 6 MWT (m)</p>	<p>No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio (p&gt;0,05). Los resultados no mostraron un incremento estadísticamente significativo de la distancia de marcha en el grupo de intervención (p=0,25) ni en el grupo control (p=0,59). Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos (p=0,84).</p> <table border="1" data-bbox="1288 1066 1854 1289"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>82,3 (25,0-214,5)</td> <td>6,6 (-14,0- 34,0)</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>170,4 (63,0-390,0)</td> <td>23,1 (-45,0-43,0)</td> <td>0,59</td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt;0,05</td> <td>p=0,84</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Valores expresados como mediana (rango intercuartílico). Los datos de la evaluación post-intervención se presentaron únicamente como la medida del cambio respecto a la evaluación pre-intervención.</p>		Pre	Post	p intra	GI	82,3 (25,0-214,5)	6,6 (-14,0- 34,0)	0,25	GC	170,4 (63,0-390,0)	23,1 (-45,0-43,0)	0,59	p inter	>0,05	p=0,84	
	Pre	Post	p intra																	
GI	82,3 (25,0-214,5)	6,6 (-14,0- 34,0)	0,25																	
GC	170,4 (63,0-390,0)	23,1 (-45,0-43,0)	0,59																	
p inter	>0,05	p=0,84																		

Se reportaron únicamente los datos relacionados con la significancia estadística para facilitar la comprensión, puesto que el artículo no proporciona datos generales, si no subdivididos por diferentes condiciones.

Equilibrio																	
Equilibrio dinámico: BBS	<p>No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio (<math>p &gt; 0,05</math>). Los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo del equilibrio en el grupo de intervención (<math>p = 0,03</math>) y en el grupo control (<math>p = 0,04</math>). Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos (<math>p = 0,48</math>).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>18,3 (5,0-37,0)</td> <td>4,3 (0-10,0)</td> <td><b>0,03</b></td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>19,8 (4,0-48,0)</td> <td>3,2 (-1,0-9,0)</td> <td><b>0,04</b></td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt;0,05</td> <td>0,48</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Valores expresados como mediana (rango intercuartílico). Los datos de la evaluación post-intervención se presentaron únicamente como la medida del cambio respecto a la evaluación pre-intervención.</p>		Pre	Post	p intra	GI	18,3 (5,0-37,0)	4,3 (0-10,0)	<b>0,03</b>	GC	19,8 (4,0-48,0)	3,2 (-1,0-9,0)	<b>0,04</b>	p inter	>0,05	0,48	
	Pre	Post	p intra														
GI	18,3 (5,0-37,0)	4,3 (0-10,0)	<b>0,03</b>														
GC	19,8 (4,0-48,0)	3,2 (-1,0-9,0)	<b>0,04</b>														
p inter	>0,05	0,48															

<p><b>Rodríguez-Fernández et al., 2022</b></p> <p><b>ECA cruzado</b></p>	<p>n=10 Edad: 44,10 ± 5,93 años Género: 90% H / 10% M.</p> <p>Tipo de lesión: -Lesión medular completa crónica &gt;12 meses -Nivel de lesión: T4-T12 -ASIA: A o B -Etiología: 70% traumática, 30% no traumática</p>	<p>GI: Exoesqueletos (ABLE) GC: KAFO</p> <p>Duración de la intervención: 5 semanas Frecuencia: 2 s/s Duración de la sesión: 90 min</p>	<p><b>Marcha</b></p> <p>Velocidad: 10 MWT (m/s)</p>	<p>Los autores no especificaron ninguna diferencia significativa entre los grupos al inicio (<math>p = N/R</math>). Los resultados no mostraron un incremento estadísticamente significativo de la velocidad de marcha en el grupo de intervención (<math>p &gt; 0,05</math>), pero sí en el grupo de control (<math>p &lt; 0,05</math>). Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos (<math>p = 0,492</math> y el tamaño del efecto = 0,242).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>N/R</td> <td>0,17 ± 0,10</td> <td>&gt;0,05</td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>N/R</td> <td>0,17 ± 0,11</td> <td><b>&lt;0,05</b></td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>N/R</td> <td>0,492 TE: 0,242</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Valores expresados como media ± desviación típica. TE= Tamaño del efecto, los autores no especifican cual han usado.</p>		Pre	Post	p intra	GI	N/R	0,17 ± 0,10	>0,05	GC	N/R	0,17 ± 0,11	<b>&lt;0,05</b>	p inter	N/R	0,492 TE: 0,242	
	Pre	Post	p intra																	
GI	N/R	0,17 ± 0,10	>0,05																	
GC	N/R	0,17 ± 0,11	<b>&lt;0,05</b>																	
p inter	N/R	0,492 TE: 0,242																		
			<p>Distancia: 6 MWT (m)</p>	<p>Los autores no especificaron ninguna diferencia significativa entre los grupos al inicio (<math>p = N/R</math>).</p>																

Los resultados no mostraron un incremento estadísticamente significativo de la distancia de marcha en el grupo de intervención ( $p > 0,05$ ), pero sí en el grupo de control ( $p < 0,05$ ).

Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos ( $p = 0,910$  y tamaño del efecto = 0).

	Pre	Post	p intra
GI	N/R	47.13 ± 29.94	>0,05
GC	N/R	46.3 ± 30.78	<0,05
p inter	N/R	0,910 TE: 0	

Valores expresados como media ± desviación típica.  
TE= Tamaño del efecto, los autores no especifican cual han usado.

Author	Participants	Intervention	Outcome	Results																
<b>Shackleton et al., 2023.</b>  <b>ECA piloto</b>	n=16 Edad: 38,40 ± 14,30 años Género: 93% H / 7% M  Tipo de lesión: -Lesión medular incompleta crónica > 12 meses -Nivel de lesión: C1-C8 -ASIA: C o D -Etiología= traumática	GI: exoesqueletos (Ekso GT) GC: atención habitual  Duración de la intervención: 24 semanas Frecuencia: 3 s/s Duración de la sesión: 60 min	<b>Calidad de vida</b>  Calidad de vida general: cuestionario internacional de lesión medular de datos básicos sobre calidad de vida	No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio en todas las variables ( $p > 0,05$ ), excepto en el tiempo de evolución desde la lesión ( $p = 0,10$ ). Los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo de la calidad de vida en el grupo de intervención ( $p = 0,03$ ), pero los autores no especificaron ninguna diferencia significativa en el grupo de control ( $p = N/R$ ). Los resultados entre los grupos no fueron estadísticamente significativos ( $p = 0,16$ , $d = 0,75$ ).  <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GI</td> <td>6,25 ± 2,31</td> <td>8,62 ± 1,40</td> <td><b>0,03</b></td> </tr> <tr> <td>GC</td> <td>6,75 ± 2,31</td> <td>7,50 ± 1,60</td> <td>N/R</td> </tr> <tr> <td>p inter</td> <td>&gt;0,05</td> <td>p=0,16</td> <td>d=0,75</td> </tr> </tbody> </table> <p>Valores expresados como media ± desviación típica. d=tamaño de efecto (d de Cohen)</p>		Pre	Post	p intra	GI	6,25 ± 2,31	8,62 ± 1,40	<b>0,03</b>	GC	6,75 ± 2,31	7,50 ± 1,60	N/R	p inter	>0,05	p=0,16	d=0,75
	Pre	Post	p intra																	
GI	6,25 ± 2,31	8,62 ± 1,40	<b>0,03</b>																	
GC	6,75 ± 2,31	7,50 ± 1,60	N/R																	
p inter	>0,05	p=0,16	d=0,75																	
<b>Varoqui et al., 2014</b>  <b>ECA</b>	n= 30 Edad: 47,73 ± 3,92 años Género: N/R  Tipo de lesión: -Lesión medular crónica	GI: RAGT (Lokomat) GC: N/R  Duración de la intervención: 4 semanas Frecuencia: 3 s/s	<b>Marcha</b>  Velocidad: 10 MWT (m/s)	No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio ( $p > 0,05$ ). Los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo de la velocidad de marcha en el grupo de intervención ( $p < 0,05$ ), pero no en el grupo de control ( $p > 0,05$ ). Los autores no especificaron los resultados entre los grupos ( $p = N/R$ ).  <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pre</th> <th>Post</th> <th>p intra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Pre	Post	p intra												
	Pre	Post	p intra																	

-Nivel de lesión: superior a T10  
 -ASIA: C o D  
 -Etiología: traumática

Duración de la sesión:  
 60 min

GI	0,56 ± 0,09	0,64 ± 0,10	<0,05
GC	0,56 ± 0,11	N/R	>0,05
p inter	>0,05	N/R	

Valores expresados como media ± desviación típica.

Distancia: 6 MWT (m)

No hubo diferencia significativa entre los grupos al inicio ( $p > 0,05$ ). Los resultados no mostraron un incremento estadísticamente significativo de la distancia de marcha en el grupo de intervención ( $p = 0,46$ ) ni en el grupo de control ( $p > 0,05$ ). Los autores no especificaron los resultados entre los grupos ( $p = N/R$ ).

	Pre	Post	p intra
GI	207,0 ± 29,6	208,87 ± 28,36	0,46
GC	205,6 ± 35,3	N/R	>0,05
p inter	>0,05	N/R	

Valores expresados como media ± desviación típica.

**Abreviaturas:** 6 MWT: prueba de marcha de 6 minutos; 10 MWT: prueba de marcha de 10 metros; ASIA: escala de clasificación de los lesionados medulares (*American Spinal Injury Association*); BBS: escalade de equilibrio de Berg; ECA: ensayo clínica aleatorizado; GC: grupo control; GI: grupo intervención; H: hombre; inter: comparaciones inter-grupo; intra: comparaciones intra-grupales; KAFO: órtesis de rodilla tobillo y pie; m: metros; M: mujer; min: minutos; m/s: metros/segundo; NR: no reporta; OGT: entrenamiento de la marcha en el suelo; p: p valor; RAGT: entrenamiento de la marcha asistido por robot (robotic assisted gait training); SF-12: versión corta de 12 ítems del cuestionario de calidad de vida; s/s: sesiones por semana.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Resultados de la calidad metodológica

La calidad metodológica fue buena en cinco (45,46%) de los 11 estudios incluidos (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2014; Gil-Agudo et al., 2023; Labruyère & Van Hedel., 2014; Maggio et al., 2022), regular en cuatro (36,36%) (Edwards et al., 2022; Piira et al., 2019; Rodríguez-Fernández et al., 2022; Shackleton et al., 2023), y deficiente en los dos restantes (18,18 %) de los estudios (Duffell et al., 2014; Varoqui et al., 2014). Hubo un alto nivel de acuerdo entre los investigadores en la evaluación de la calidad metodológica ( $k=0,96$ ) (Tabla 2 y Figura 2).

### 3.3. Resultados de las variables de estudio

Todas las pruebas y escalas utilizadas se encuentran explicadas en el Anexo 3.

#### 3.3.1. Marcha

Nueve estudios evaluaron la marcha (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Duffell et al., 2014; Edwards et al., 2022; Esclarín-Ruz et al., 2014; Gil-Agudo et al., 2023; Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019; Rodríguez-Fernández et al., 2022; Varoqui et al., 2014).

##### 3.3.1.1. Velocidad de la marcha

Nueve estudios utilizaron la prueba de los 10 metros marcha para evaluar la velocidad de esta (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Duffell et al., 2014; Edwards et al.,

**Tabla 2.** Evaluación de la calidad metodológica de los artículos incluidos mediante la escala PEDro.

Autor, año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntuación	Indicador de la calidad metodológica
Alcobendas-Maestro et al., 2012	4	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	6	Buena
Duffell et al., 2014	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	Deficiente
Edwards et al., 2022	4	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5	Regular
Esclarín-Ruz et al., 2014	4	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	7	Buena
Gil-Agudo et al., 2023	4	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7	Buena
Labruyère & Van Hedel, 2014.	4	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	7	Buena
Maggio et al., 2022	4	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7	Buena
Piira et al., 2019	4	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5	Regular
Rodríguez-Fernández et al., 2022	4	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	5	Regular
Shackleton et al., 2023	4	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5	Regular
Varoqui et al., 2014	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	Deficiente

1. Criterios de elegibilidad; 2. Asignación aleatoria; 3. Asignación oculta; 4. Similitud basal; 5. Ciego a los sujetos; 6. Ciego al terapeuta; 7. Ciego al evaluador; 8. Medida >85% de seguimiento; 9. Análisis por intención a tratar; 10. Comparación estadística entre grupos; 11. Medida de punto/validez.

Fuente: Elaboración propia

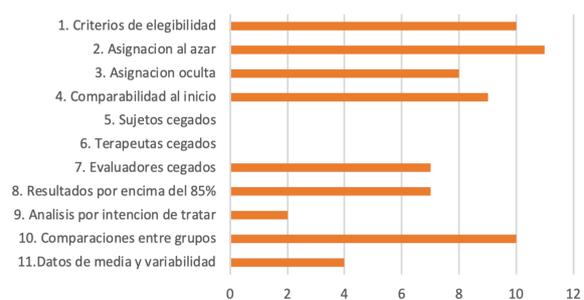
2022; Esclarín-Ruz et al., 2014; Gil-Agudo et al., 2023; Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019; Rodríguez-Fernández et al., 2022; Varoqui et al., 2014).

Cinco de los estudios compararon el RAGT con la atención habitual (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2014; Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019; Varoqui et al., 2014). Tres de los estudios no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos ( $p > 0,05$ ) (Alcobendas-Maestro et al.; Esclarín-Ruz et al., 2014; Piira et al., 2019). Uno de los estudios encontró un aumento significativo de la velocidad de la marcha a favor del grupo de atención habitual ( $p = 0,04$ ) (Labruyère & Van Hedel., 2014). El estudio restante no especificó los resultados entre los grupos (Varoqui et al., 2014). Otro estudio comparó el RAGT con la ausencia de tratamiento, sin encontrar diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p > 0,05$ ) (Duffell et al., 2014). Dos artículos compararon los exoesqueletos con la atención habitual y, ninguno de ellos mostró diferencias estadísticamente significativas entre grupos ( $p > 0,05$ ) (Edwards et al., 2022; Gil-Agudo et al., 2023). Un estudio comparó los exoesqueletos con el uso de KAFO, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas entre grupos ( $p > 0,05$ ) (Rodríguez-Fernández et al., 2022).

En cuanto a las comparaciones intragrupal, dos de los estudios que emplearon el RAGT encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones pre- y post-intervención ( $p < 0,05$ ) (Duffell et al., 2014; Varoqui et al., 2014) mientras que otro estudio no encontró diferencias ( $p = 0,80$ ) (Piira et al., 2019).

Hubo resultados similares en los exoesqueletos, puesto que un estudio encontró diferencias significativas entre las evaluaciones pre- y post-intervención con tamaño de efecto grande ( $p = 0,03$ ,  $\eta^2 = 0,39$ ) (Gil-Agudo et al., 2023), mientras que otros no mostraron diferencias significativas entre los grupos de intervención ( $p > 0,05$ ) (Edwards et al., 2022; Rodríguez-Fernández et al., 2022). En relación con la atención habitual, dos estudios encontraron diferencias significativas entre evaluaciones con un tamaño de efecto grande para el primero ( $p = 0,04$  y  $p < 0,05$ , respectivamente;  $\eta^2 = 0,21$ ) (Gil-Agudo et al., 2023; Labruyère & Van Hedel., 2014), sin embargo, dos estudios no hallaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) (Edwards et al., 2022; Piira et al., 2019). El estudio que empleó la ausencia de tratamiento como comparador, no mostró diferencia significativa en la comparación intragrupal (Duffell et al., 2014). En cuanto al uso de KAFO, el único estudio que lo incluyó mostró una diferencia significativa intragrupal ( $p < 0,05$ ) (Rodríguez-Fernández et al., 2022). Finalmente, dos estudios no especificaron las diferencias intragrupal (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2014).

**Figura 2.** Grafica PEDro



Eje vertical: criterios de la escala PEDro; Eje horizontal: número de artículos.

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1.2. Distancia de la marcha

Ocho estudios utilizaron la prueba de seis minutos marcha para evaluar la distancia de la marcha recorrida (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Duffell et al., 2014; Edwards et al., 2022; Esclarín-Ruz et al., 2014; Gil-Agudo et al., 2023; Piira et al., 2019; Rodríguez-Fernández et al., 2022; Varoqui et al., 2014).

Cuatro estudios compararon el RAGT con la atención habitual (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2014; Piira et al., 2019; Varoqui et al., 2014). Dos de los estudios encontraron un aumento significativo de la distancia de la marcha a favor del grupo de RAGT ( $p < 0,05$  y  $p = 0,0474$ , respectivamente) (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2014). Sin embargo, el estudio restante no encontró diferencias estadísticamente significativas entre grupos ( $p = 0,84$ ) (Piira et al., 2019). Un estudio comparó el RAGT con la ausencia de tratamiento, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre grupos ( $p > 0,05$ ) (Duffell et al., 2014). El estudio restante no especificó los resultados entre los grupos (Varoqui et al., 2014).

Dos estudios compararon las intervenciones basadas en exoesqueletos con la atención habitual (Edwards et al.; Gil-Agudo et al., 2023). Un artículo no mostró diferencias estadísticamente significativas entre grupos ( $p = 0,75$ ) (Gil-Agudo et al., 2023). El otro artículo no especificó los datos de la comparación intergrupar (Edwards et al., 2022). Un estudio comparó el exoesqueleto con el uso de KAFO sin encontrar diferencias estadísticamente

significativas entre grupos ( $p = 0,91$ ) (Rodríguez-Fernández et al., 2022).

En cuanto a las comparaciones intragrupal, ninguno de los artículos que empleó el RAGT en el grupo de intervención encontró diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones pre- y post-intervención ( $p > 0,05$ ) (Duffell et al., 2014; Varoqui et al., 2014),  $p = 0,25$  (Piira et al., 2019). Uno de los estudios que emplearon exoesqueletos mostró diferencias estadísticamente significativas en el grupo de intervención entre las evaluaciones pre- y post-intervención con un tamaño de efecto grande ( $p = 0,00$ ,  $\eta^2 = 0,43$ ) (Gil-Agudo et al., 2023), mientras que los dos restantes no mostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) (Edwards et al., 2022; Rodríguez-Fernández et al., 2022). En relación con la atención habitual, dos estudios encontraron diferencias significativas entre evaluaciones pre- y post-intervención ( $p = 0,02$  y  $p = 0,59$ , respectivamente) (Gil-Agudo et al., 2023; Piira et al., 2019). Sin embargo, dos estudios no mostraron diferencias intragrupal estadísticamente significativa en la no intervención o a la atención habitual, respectivamente ( $p > 0,05$ ) (Duffell et al., 2014; Edwards et al., 2022). El estudio que empleó KAFO, mostró una diferencia significativa intragrupal ( $p < 0,05$ ) (Rodríguez-Fernández et al., 2022). Finalmente, dos estudios no especificaron las diferencias intragrupal (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2014).

### 3.3.1.3. Equilibrio

Dos artículos evaluaron el efecto del RAGT, en comparación con la atención habitual, sobre el equilibrio con la escala de equilibrio de Berg (Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019). Ningún artículo evaluó el efecto de los exoesqueletos sobre el equilibrio. Ninguno de los dos artículos encontró diferencias estadísticamente significativas entre el RAGT y la atención habitual ( $p=0,10$  y  $p=0,48$ , respectivamente) (Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019).

En cuanto a las comparaciones intragrupalas, Labruyère & Van Hedel, encontraron diferencias significativas únicamente en el grupo de atención habitual ( $p<0,05$ ), mientras que Piira et al. encontraron diferencias significativas en ambos grupos ( $p=0,04$  y  $p=0,03$ , en el grupo de atención habitual y RAGT, respectivamente) (Labruyère & Van Hedel, 2014; Piira et al., 2019).

### 3.3.1.4. Calidad de vida

Dos artículos evaluaron el efecto de los exoesqueletos en comparación con la atención habitual sobre la calidad de vida de los pacientes, empleando diferentes escalas validadas (p. ej. *Short Form-12*, *SCI quality of life basic data set*) (Maggio et al., 2022; Shackleton et al., 2023). Ningún artículo evaluó el efecto del RAGT sobre la calidad de vida. Un artículo encontró diferencias estadísticamente significativas a favor de los exoesqueletos en comparación con la atención habitual, aunque con un tamaño de efecto inexistente ( $p=0,01$ ;  $g=0,11$ ) (Maggio et al., 2022). El otro artículo no encontró diferencias estadísticamente significativas

entre grupos ( $p=0,16$ ) (Shackleton et al., 2023).

En cuanto a las comparaciones intragrupalas, ambos artículos mostraron diferencias estadísticamente significativas en el grupo de los exoesqueletos ( $p<0,001$  y  $p=0,03$ , respectivamente) (Maggio et al., 2022; Shackleton et al., 2023). Ninguno de los artículos mostró diferencias estadísticamente significativas en el grupo control ( $p=0,4$  para el primero), y no especificaron el dato para el segundo, respectivamente (Maggio et al., 2022; Shackleton et al., 2023).

## 4. Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar el efecto del RAGT y de los exoesqueletos sobre la velocidad y la distancia de la marcha, el equilibrio y la calidad de vida en pacientes con lesión medular.

### 4.1. Velocidad de la marcha

En cuanto a la velocidad de la marcha, únicamente uno de los cinco artículos que compararon el RAGT con atención habitual encontró diferencias significativas a favor de la atención habitual (Labruyère & Van Hedel., 2014). El resto de los artículos no reportaron diferencias significativas (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2014; Piira et al., 2019; Varoqui et al., 2014). Aguirre-Güemez et al., tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el RAGT y la atención habitual en tres de los cinco estudios que evaluaron (Aguirre-Güemez et al., 2017). Estos resultados ratifican los de la presente revisión

sistemática. Sin embargo, dos de los estudios mostraron diferencias intragrupalas al implementar el RAGT en pacientes con lesión medular incompleta y crónica (Duffell et al., 2014; Varoqui et al., 2014). Estos resultados evidencian que, tanto el RAGT como la atención habitual son efectivos, aunque ninguno de las intervenciones mostró ser superior. Se podría considerar explorar la combinación de ambos tratamientos o su inclusión con otras terapias puesto que ninguno muestra superioridad individual, pero ambos mostraron eficacia. De esta manera, podríamos estudiar si su efecto se potencia en conjunto.

La comparación del RAGT con la ausencia de tratamiento no mostró diferencias significativas (Duffell et al., 2014). En relación con estos resultados, una revisión sistemática que incluyó 502 pacientes con lesión medular crónica encontró una diferencia significativa a favor del RAGT al compararlo con la ausencia de tratamiento (Nam et al., 2017). Esto puede explicarse por qué en su revisión incluye cinco artículos diferentes de nuestra revisión sobre 10 artículos. El artículo de Labruyère & Van Hedel, es común a las dos revisiones, entonces, podemos decir que, con metodología y utilización de bases de datos diferentes, tienen informaciones que no tenemos, eso puede explicar este resultado (Nam et al., 2017).

En cuanto a las intervenciones basadas en exoesqueletos, no mostraron diferencias significativas al compararlos con la atención habitual ni con el uso de KAFO. Las diferencias intragrupalas fueron controversiales, puesto que un estudio sí

mostró efecto, pero otro no. Una revisión sistemática de 13 estudios observó un efecto positivo al incluir exoesqueletos en la rehabilitación de pacientes con diferentes tiempos de evolución de la lesión medular (Tamburella et al., 2022). Algunos estudios mostraron diferencias significativas a favor de los exoesqueletos, mientras que otros únicamente mostraron una tendencia positiva (Tamburella et al., 2022). Reafirman la presencia de diferencias intragrupalas y, en consonancia con los resultados de la presente revisión, las comparaciones intergrupales mostraron resultados controversiales.

Al contrario que en esta revisión, en la literatura sí se han reportado diferencias significativas a favor de la marcha asistida por robot que incluye, entre otros, el RAGT y los exoesqueletos, en comparación con la atención habitual al implementarlos en pacientes con lesión medular aguda (Patathong et al., 2023). Es posible que los resultados favorables se deban, al menos en cierta medida, al hecho de que se trataba de pacientes agudos. Generalmente los mayores cambios y mejoría se observan en los seis primeros meses tras la lesión medular (Stauffer, 1984). Por tanto, parece que el tiempo de evolución de la lesión medular puede ser clave en la efectividad de los RAGT y los exoesqueletos y, por tanto, debería tenerse en cuenta en futuras investigaciones, así como en la toma de decisiones en el entorno clínico. Además, en su estudio utilizaron varios tipos de herramientas robóticas, que no hemos incluido y que quizás podría influir sobre los resultados, lo que puede explicar la

diferencia con nuestros resultados (Patathong et al., 2023).

## 4.2. Distancia de la marcha

En cuanto a la distancia de marcha, el RAGT mostró una diferencia significativa en comparación con la atención habitual en dos artículos (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2013). Nam et al. también mostraron una diferencia significativa a favor de RAGT en comparación con entrenamiento de la marcha en superficie con asistencia de suspensión (*OverGround Therapy*) en los pacientes con lesión medular aguda (Nam et al., 2017). Es coherente con los resultados de la presente revisión, puesto que en ambos casos hubo diferencias significativas a favor de la RAGT cuando el comparador fue entrenamiento de la marcha con sobre el suelo con suspensión (*Over Ground Therapy*) la lesión medular fue aguda (Alcobendas-Maestro et al., 2012; Esclarín-Ruz et al., 2013).

A pesar del efecto positivo del RAGT, algunos artículos no reportaron dichas diferencias, tratándose de pacientes crónicos en esos casos (Piira et al., 2019; Varoqui et al., 2014). Es posible que los artículos que incluyeron pacientes crónicos no hayan reportado diferencias significativas puesto que los mayores resultados se observan en los seis primeros meses tras la lesión (Stauffer, 1984). Además, uno de los artículos que reportó esos datos presentó una calidad metodológica deficiente, disminuyendo la fiabilidad de los resultados (Duffell et al., 2014).

En relación con los exoesqueletos, su uso no ha mostrado un efecto superior a

la atención habitual ni al uso de KAFO (Gil-Agudo et al., 2023; Rodríguez-Fernández et al., 2022). En la literatura algunos estudios sí han encontrado diferencias significativas, mientras que otros únicamente han reportado una tendencia positiva (Tamburella et al., 2022). Por tanto, no es posible extraer conclusiones generales y, parece que los resultados pueden estar influidos por el tipo de exoesqueleto, las características de la población y el protocolo de la intervención (Tamburella et al., 2022). Aunque los resultados son similares, los derivados de la presente revisión y los derivados de otros estudios son difíciles de comparar por la citada variabilidad en la población, la intervención y los protocolos de estudio (Gil-Agudo et al., 2023; Rodríguez-Fernández et al., 2022; Tamburella et al., 2022).

## 4.3. Equilibrio

Ninguno de los artículos que comparó el RAGT con la atención habitual mostró una diferencia significativa entre grupos (Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019). Los resultados de las comparaciones intragrupal del RAGT fueron controversiales, puesto que uno mostró diferencias y otro no. También se encontraron diferencias intragrupal en la atención habitual. Parece, de nuevo, que tanto el RAGT como la atención habitual permiten mejorar el equilibrio de los pacientes, aunque ninguno de los tratamientos mostró mayor efectividad (Labruyère & Van Hedel., 2014; Piira et al., 2019).

El uso de RAGT sí mostró una diferencia significativa en comparación con

la ausencia de tratamiento en los casos crónicos de lesión medular (Nam et al., 2017). Este resultado parece comprensible al ser el comparador la ausencia de tratamiento en lugar de la atención habitual.

Es importante tener en cuenta en la interpretación de los resultados la variabilidad de escala utilizadas para valorar el equilibrio. La heterogeneidad en las herramientas de evaluación dificulta que se puedan obtener resultados concluyentes.

Aunque en la presente revisión no se han incluido artículos que comparen el uso de exoesqueletos con la atención habitual sobre el equilibrio, otros estudios de la revisión de Tamburella et al, han mostrado una tendencia general positiva, aunque sin diferencias significativas, independientemente de la clasificación ASIA o la cronicidad de la lesión (Bach Baunsgaard et al., 2018; Benson et al., 2016; Birch et al., 2017; Chang et al., 2018; Sale et al., 2016; Sale et al., 2018; Tefertiller et al., 2011; Zeilig et al., 2012). No obstante, los resultados son controversiales, encontrando algunos estudios con diferencias y otros no. Estos resultados parecen estar influenciados por el tipo de exoesqueleto utilizado, así como por el tipo de paciente (Tamburella et al., 2022).

#### 4.4. Calidad de vida

En relación con la calidad de vida, los resultados fueron controversiales. Un artículo mostró diferencias significativas a favor del uso de exoesqueletos, en comparación con la atención habitual, aunque otro estudio no encontró diferencias (Maggio et al., 2022; Shackleton et al., 2023).

El uso de exoesqueletos sí provocó diferencias intragrupalas (Maggio et al., 2022; Shackleton et al., 2023). Por tanto, los exoesqueletos tienen un impacto positivo sobre la calidad de vida del paciente, aunque no se puede establecer que su efecto sea superior a la atención habitual. Es necesario tener en cuenta en la interpretación de los resultados, la variabilidad entre las escalas de evaluación empleadas. El uso de exoesqueletos en pacientes con lesiones completas de más de seis meses de evolución y una ASIA A o B mostró una diferencia significativa sobre la calidad de vida (Van Nes et al., 2022). Otro estudio mostró una tendencia positiva, pero no significativa, a favor del uso de exoesqueletos (Tamburella et al., 2022). Por tanto, algunos estudios sugieren diferencias significativas, mientras que otros únicamente tendencias, siendo los resultados consistentes con los hallazgos de esta revisión.

La presente revisión no presenta información sobre el efecto de RAGT en la mejora de la calidad de vida en pacientes con lesiones medulares. En la literatura no se han encontrado pruebas suficientes que respalden el uso del RAGT en pacientes con lesión medular para mejorar su calidad de vida (Alashram et al., 2021).

#### 4.5. Implicaciones clínicas

En cuanto a las implicaciones clínicas, se espera que la investigación acerca del efecto del RAGT y los exoesqueletos sobre la marcha, el equilibrio y la calidad de vida influya positivamente en los pacientes con lesión medular y ayude a

los profesionales sanitarios encargados de su atención.

Desde el punto de vista profesional, a pesar de los costes que conlleva el uso de estas herramientas robóticas, su uso es sencillo y, además, más práctico y menos exigente físicamente para los fisioterapeutas. Este hecho permitiría disminuir su demanda física, a corto y largo plazo. Además, son dispositivos seguros para el paciente, no dependiendo su seguridad física únicamente del fisioterapeuta. Éste último dispondrá de mayor libertad manual, por lo que podrá centrarse en aspectos más específicos del análisis e intervención del paciente. Por otro lado, tras un proceso de entrenamiento y aprendizaje, es posible la utilización de exoesqueletos en el domicilio, lo que permitirá continuar con la ejecución de ejercicios específicos en el domicilio. La posibilidad de continuar la rehabilitación en el domicilio incrementa el tiempo de intervención, aumentando posiblemente los efectos positivos derivados de estos dispositivos. La información de la presente revisión, que compara los exoesqueletos y RAGT con la atención habitual, podría ayudar al fisioterapeuta a individualizar y decidir cuál es la intervención más adecuada en cada paciente para mejorar la marcha, el equilibrio o la calidad de vida.

Desde el punto de vista del paciente, el uso de las herramientas robóticas podría, en cierta medida, mejorar su calidad de vida. Es una forma de rehabilitación diferente de la habitual, por lo que puede resultar, lúdica para el paciente, aumentando su motivación e interés por el tratamiento. Además, la posibilidad de

utilizar un exoesqueleto en el domicilio les permitirá mejorar ciertos aspectos de su vida y aumentar su autonomía. Es preciso destacar que el uso de estas herramientas robóticas no es necesariamente mejor que la atención habitual, sino otra alternativa válida de intervención. Podría, por tanto, implementarse de forma aislada o como una herramienta adicional al tratamiento habitual.

#### 4.6. Perspectiva futura

La presente síntesis y análisis de la literatura ha permitido evidenciar la carencia de resultados de las variables evaluadas a largo plazo. Únicamente uno de los 11 artículos revisados incluyó evaluaciones seis meses después de la finalización de la intervención. Sería valioso contar con datos a medio y largo plazo para determinar si las mejoras se mantienen a lo largo del tiempo en las variables evaluadas. Asimismo, sería beneficioso disponer de una mayor cantidad de artículos con escalas estandarizadas para lograr una generalización más sólida de los resultados, especialmente en relación con el equilibrio y la calidad de vida.

Aunque las ayudas robóticas no han mostrado una mejora significativa en las pruebas de marcha, brindan a las personas la oportunidad de caminar y disfrutar de los beneficios inherentes a esta actividad. Sería pertinente explorar otros aspectos como el efecto sobre la función cardiopulmonar, y evaluar parámetros como la satisfacción del paciente con el tratamiento, el grado de autonomía y la autoeficacia, entre otros.

#### 4.7. Limitaciones

Esta revisión no está exenta de limitaciones, que deben ser consideradas en la interpretación de los resultados.

En primer lugar, la heterogeneidad dentro de los grupos de control, la población (la diferencia de edad, el tipo de lesión, la cronicidad), las intervenciones (las diferencias en los protocolos, la frecuencia, la duración del tratamiento) pueden comprometer la validez y generalización de los resultados.

En segundo lugar, la ausencia de algunos datos estadísticos en los estudios puede comprometer la fiabilidad de los resultados. Asimismo, la mayoría de los estudios no reportaron datos del tamaño de efecto, por lo que, a pesar de la existencia de algunos cambios significativos, no se puede establecer la magnitud del cambio ni su comparación.

En tercer lugar, en cuanto a las variables evaluadas, los estudios incluidos en la revisión únicamente evaluaron el equilibrio dinámico. Sería interesante incluir la evaluación del equilibrio estático en futuras investigaciones, obteniendo una perspectiva más global del equilibrio.

En cuarto lugar, la falta de estandarización de las pruebas y escalas utilizadas dificulta la comparación de resultados entre diferentes estudios y la síntesis de conclusiones. Esta limitación afectó principalmente a la calidad de vida.

En quinto lugar, el limitado número de artículos disponibles que abordan el equilibrio y la calidad de vida restringe la capacidad de confirmar y generalizar los resultados.

Por último, en la interpretación de los resultados es necesario considerar que la calidad metodológica fue regular o deficiente en cinco de los 11 estudios incluidos. Esto puede comprometer la solidez y la fiabilidad de los resultados mostrados.

### 5. Conclusiones

Aunque los resultados son controvertidos, la revisión no halló pruebas categóricas de superioridad de las tecnologías de rehabilitación robótica sobre la velocidad y distancia de la marcha, el equilibrio y la calidad de vida, en comparación con la aplicación o no de la atención habitual. Sin embargo, el RAGT puede tener un efecto positivo sobre la distancia caminada y los exoesqueletos sobre la calidad de vida. Sin embargo, los resultados intragrupalos fueron controvertidos, puesto que se perciben algunas tendencias positivas en las tres variables, por lo que sería interesante abordarlo en futuras investigaciones.

### 6. Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a Aida Herranz Gómez, nuestra tutora, por su valiosa contribución a nuestra revisión sistemática. Su experiencia, consejos, disponibilidad e implicación han sido de gran importancia para la elaboración de este trabajo académico.

También agradecemos a todos los profesores de la Universidad Europea de Valencia por su enseñanza de calidad, su apoyo y su contribución a nuestra trayectoria académica.

Estamos agradecidas también con nuestros tutores de prácticas por compartir generosamente su experiencia y conocimiento, enriqueciendo nuestra comprensión en el campo de la fisioterapia y específicamente en la rehabilitación neurológica.

Agradecemos a nuestras familias y amigos por su apoyo y paciencia a lo largo de nuestros estudios.

Por último, queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que contribuyeron, de cerca o de lejos, a la realización de este trabajo. Su aporte fue valioso y contribuyó en gran medida a la calidad de este trabajo.

## 7. Referencias

- Aguirre-Güemez, A. V., Pérez-Sanpablo, A. I., Quinzaños-Fresnedo, J., Pérez-Zavala, R., & Barrera-Ortiz, A. (2019). Walking speed is not the best outcome to evaluate the effect of robotic assisted gait training in people with motor incomplete Spinal Cord Injury: A Systematic Review with meta-analysis. *The journal of spinal cord medicine*, 42(2), 142–154. <https://doi.org/10.1080/10790268.2017.1390644>
- Alashram, A. R., Annino, G., & Padua, E. (2021). Robot-assisted gait training in individuals with spinal cord injury: A systematic review for the clinical effectiveness of Lokomat. *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 91, 260–269. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2021.07.019>
- Alcobendas-Maestro, M., Esclarín-Ruz, A., Casado-López, R. M., Muñoz-González, A., Pérez-Mateos, G., González-Valdizán, E., & Martín, J. L. (2012). Lokomat robotic-assisted versus overground training within 3 to 6 months of incomplete spinal cord lesion: randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 26(9), 1058–1063. <https://doi.org/10.1177/1545968312448232>
- Anjum, A., Yazid, M. D., Fauzi Daud, M., Idris, J., Ng, A. M. H., Selvi Naicker, A., Ismail, O. H. R., Athi Kumar, R. K., & Lokanathan, Y. (2020). Spinal Cord Injury: Pathophysiology, Multimolecular Interactions, and Underlying Recovery Mechanisms. *International journal of molecular sciences*, 21(20), 7533. <https://doi.org/10.3390/ijms21207533>
- Apolone, G., & Mosconi, P. (1998). Review of the concept of quality of life assessment and discussion of the present trend in clinical research. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*, 13(1), 65–69. <https://doi.org/10.1093/ndt/13.suppl.1.65>
- Bach Baunsgaard, C., Vig Nissen, U., Katrin Brust, A., Frotzler, A., Ribeill, C., Kalke, Y. B., León, N., Gómez, B., Samuelsson, K., Antepohl, W., Holmström, U., Marklund, N., Glott, T., Opheim, A., Benito, J., Murillo, N., Nachttegaal, J., Faber, W., & Biering-Sørensen, F. (2018). Gait training after spinal cord injury: safety, feasibility and gait function following 8 weeks of training with the exoskeletons from Ekso Bionics. *Spinal cord*, 56(2), 106–116. <https://doi.org/10.1038/s41393-017-0013-7>
- Barbiellini Amidei, C., Salmasso, L., Bellio, S., & Saia, M. (2022). Epidemiology of traumatic spinal cord injury: a large population-based study. *Spinal cord*, 60(9), 812–819. <https://doi.org/10.1038/s41393-022-00795-w>
- Behrman, A. L., & Harkema, S. J. (2000). Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies. *Physical therapy*, 80(7), 688–700. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.7.688>
- Benson, I., Hart, K., Tussler, D., & van Middendorp, J. J. (2016). Lower-limb exoskeletons for individuals with chronic spinal cord injury: findings from a feasibility study. *Clinical rehabilitation*, 30(1), 73–84. <https://doi.org/10.1177/0269215515575166>
- Birch, N., Graham, J., Priestley, T., Heywood, C., Sakel, M., Gall, A., Nunn, A., & Signal, N. (2017). Results of the first interim analysis of the RAPPER II trial in patients with spinal cord injury: ambulation and functional exercise programs in the REX powered walking aid. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 14(1), 60. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0274-6>
- Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
- Chang, S. H., Afzal, T., TIRR SCI Clinical Exoskeleton Group, Berliner, J., & Francisco, G. E. (2018). Exoskeleton-assisted gait training to improve gait in individuals with spinal cord injury: a pilot randomized study. *Pilot and feasibility studies*, 4, 62. <https://doi.org/10.1186/s40814-018-0247-y>
- Chen, G., Chan, C. K., Guo, Z., & Yu, H. (2013). A review of lower extremity assistive robotic exoskeletons in rehabilitation therapy. *Critical reviews in biomedical engineering*, 41(4-5), 343–363. <https://doi.org/10.1615/critrevbiomedeng.2014010453>
- Chisholm, A. E., Alamro, R. A., Williams, A. M., & Lam, T. (2017). Overground vs. treadmill-based robotic gait training to improve seated balance in people with motor-complete spinal cord injury: a case report. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 14(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0236-z>
- De Andrade, V. S., Faleiros, F., Balestrero, L. M., Romero, V., & Santos, C. B. D. (2019). Social participation and personal autonomy of individuals with spinal cord injury. *Revista brasileira de enfermagem*, 72(1), 241–247. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0020>
- De Holanda, L. J., Silva, P. M. M., Amorim, T. C., Lacerda, M. O., Simão, C. R., & Morya, E. (2017). Robotic assisted gait as a tool for rehabilitation of individuals with spinal cord injury: a systematic review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 14(1), 126. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0338-7>

- De Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *The Australian journal of physiotherapy*, 55(2), 129–133. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1)
- Dimbwadyo-Terrer, I., Gil-Agudo, A., Segura-Fragoso, A., de los Reyes-Guzmán, A., Trincado-Alonso, F., Piazza, S., & Polonio-López, B. (2016). Effectiveness of the Virtual Reality System Toyra on Upper Limb Function in People with Tetraplegia: A Pilot Randomized Clinical Trial. *BioMed research international* 6397828, <https://doi.org/10.1155/2016/6397828>.
- Duffell, L. D., Niu, X., Brown, G., & Mirbagheri, M. M. (2014). Variability in responsiveness to interventions in people with spinal cord injury: Do some respond better than others? *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 5872–5875. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2014.6944964>
- Edwards, D. J., Forrest, G., Cortes, M., Weightman, M. M., Sadowsky, C., Chang, S. H., Furman, K., Bialek, A., Prokup, S., Carlow, J., VanHiel, L., Kemp, L., Musick, D., Campo, M., & Jayaraman, A. (2022). Walking improvement in chronic incomplete spinal cord injury with exoskeleton robotic training (WISE): a randomized controlled trial. *Spinal cord*, 60(6), 522–532. <https://doi.org/10.1038/s41393-022-00751-8>
- Esclarín-Ruz, A., Alcobendas-Maestro, M., Casado-Lopez, R., Perez-Mateos, G., Florido-Sanchez, M. A., Gonzalez-Valdizan, E., & Martin, J. L. (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. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.12.017>
- Fouad, K., & Pearson, K. (2004). Restoring walking after spinal cord injury. *Progress in neurobiology*, 73(2), 107–126. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2004.04.003>
- Furlan, A. D., Pennick, V., Bombardier, C., van Tulder, M., & Editorial Board, Cochrane Back Review Group (2009). 2009 updated method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Back Review Group. *Spine*, 34(18), 1929–1941. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181b1c99f>
- GBD 2016 Traumatic Brain Injury and Spinal Cord Injury Collaborators. (2019). Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet. Neurology*, 18(1), 56-87. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30415-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30415-0)
- Gil-Agudo, Á., Megía-García, Á., Pons, J. L., Sinovas-Alonso, I., Comino-Suárez, N., Lozano-Berrio, V., & Del-Ama, A. J. (2023). Exoskeleton-based training improves walking independence in incomplete spinal cord injury patients: results from a randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 20(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01158-z>
- Hammell, K. W. (2004). Exploring quality of life following high spinal cord injury: a review and critique. *Spinal cord*, 42(9), 491–502. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101636>
- Harel, N. Y., Asselin, P. K., Fineberg, D. B., Pisano, T. J., Bauman, W. A., & Spungen, A. M. (2013). Adaptation of computerized posturography to assess seated balance in persons with spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*, 36(2), 127–133. <https://doi.org/10.1179/2045772312Y.0000000053>
- Harvey L. A. (2016). Physiotherapy rehabilitation for people with spinal cord injuries. *Journal of physiotherapy*, 62(1), 4–11. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.11.004>
- Harvey, L. A., Lin, C. W., Glinsky, J. V., & De Wolf, A. (2009). The effectiveness of physical interventions for people with spinal cord injuries: a systematic review. *Spinal cord*, 47(3), 184–195. <https://doi.org/10.1038/sc.2008.100>
- Ilha, J., Abou, L., Romanini, F., Dall Pai, A. C., & Mochizuki, L. (2020). Postural control and the influence of the extent of thigh support on dynamic sitting balance among individuals with thoracic spinal cord injury. *Clinical biomechanics*, 73, 108–114. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.01.012>
- Katoh, S., & el Masry, W. S. (1995). Motor recovery of patients presenting with motor paralysis and sensory sparing following cervical spinal cord injuries. *Spinal Cord*, 33(9), 506–509. <https://doi.org/10.1038/sc.1995.110>
- Kennedy, P., & Chessell, Z. J. (2013). Traumatic versus non-traumatic spinal cord injuries: are there differential rehabilitation outcomes?. *Spinal cord*, 51(7), 579–583. <https://doi.org/10.1038/sc.2013.27>
- Khorasanizadeh, M., Yousefifard, M., Eskian, M., Lu, Y., Chalangari, M., Harrop, J. S., Jazayeri, S. B., Seyedpour, S., Khodaei, B., Hosseini, M., & Rahimi-Movaghar, V. (2019). Neurological recovery following traumatic spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Journal of neurosurgery. Spine*, Advance online publication. <https://doi.org/10.3171/2018.10.SPINE18802>
- Krassioukov, A. (2009). Autonomic function following cervical spinal cord injury. *Respiratory physiology & neurobiology*, 169(2), 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2009.08.003>
- Labruyère, R., & van Hedel, H. J. (2014). Strength training versus robot-assisted gait training after incomplete spinal cord injury: a randomized pilot study in patients depending on walking assistance. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 11( 4). <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-4>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *JSTOR* 33(2), 363–374. <https://doi.org/10.2307/2529786>
- Louie, D. R., Eng, J. J., Lam, T., & Spinal Cord Injury Research Evidence (SCIRE) Research Team (2015). Gait speed using powered robotic exoskeletons after spinal cord injury: a systematic review and correlational study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12, 82-92. <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0074-9>
- Maggio, M. G., Naro, A., De Luca, R., Latella, D., Balletta, T., Caccamo, L., Pioggia, G., Bruschetta, D., & Calabrò, R. S. (2022). Body Representation in Patients with Severe Spinal Cord Injury: A Pilot Study on the Promising Role of Powered Exoskeleton for Gait

Training. *Journal Of Personalized Medicine*, 12(4), 619-634. <https://doi.org/10.3390/jpm12040619>

Manns, P. J., & Chad, K. E. (1999). Determining the relation between quality of life, handicap, fitness, and physical activity for persons with spinal cord injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80(12), 1566–1571. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(99\)90331-3](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(99)90331-3)

May, L. A., & Warren, S. (2002). Measuring quality of life of persons with spinal cord injury: external and structural validity. *Spinal cord*, 40(7), 341–350. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101311>

Maynard, F. M., Bracken, M. B., Creasey, G., Ditunno, J. F., Jr, Donovan, W. H., Ducker, T. B., Garber, S. L., Marino, R. J., Stover, S. L., Tator, C. H., Waters, R. L., Wilberger, J. E., & Young, W. (1997). International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. American Spinal Injury Association. *Spinal cord*, 35(5), 266–274. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100432>

McDonald, J. W., & Sadowsky, C. (2002). Spinal-cord injury. *Lancet*, 359(9304), 417–425. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)07603-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)07603-1)

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International journal of surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>

Moher, D., Pham, B., Jones, A., Cook, D. J., Jadad, A. R., Moher, M., Tugwell, P., & Klassen, T. P. (1998). Does quality of reports of randomised trials affect estimates of intervention efficacy reported in meta-analyses?. *Lancet*, 352(9128), 609–613. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)01085-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)01085-X)

Nam, K. Y., Kim, H. J., Kwon, B. S., Park, J. W., Lee, H. J., & Yoo, A. (2017). Robot-assisted gait training (Lokomat) improves walking function and activity in people with spinal cord injury: a systematic review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 14(1), 24-X. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0232-3>

National Spinal Cord Injury Statistical Center (NSCISC) (2023) 'Traumatic Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance'. Birmingham, AL: University of Alabama at Birmingham. Recuperado de: <https://www.nscisc.uab.edu/>

New, P. W., Rawicki, H. B., & Bailey, M. J. (2002). Nontraumatic spinal cord injury: demographic characteristics and complications. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 83(7), 996–1001. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.33100>

Ouzzani, M., Hammady, H. M., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. K. (2016). Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>

Patathong, T., Klaewkasikum, K., Woratanarat, P., Rattanasiri, S., Anothaisintawee, T., Woratanarat, T., & Thakkinstian, A. (2023). The efficacy of gait rehabilitations for the treatment of incomplete spinal cord injury: a systematic review and network meta-analysis. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 18(1), 60. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03459-w>

Penrod, L. E., Hegde, S. K., & Ditunno, J. F., Jr (1990). Age effect on prognosis for functional recovery

in acute, traumatic central cord syndrome. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 71(12), 963–968.

Pérez, C., M<sup>a</sup> Astorga, A., Ascensió Arrufat Gallén, V., Borrell, C., Cabeza, E., Ferrando, J., García-Altés, A., Librada, M., Lizarbe, V., Jesus-Soriano, M., María Suelves, J., Martín Cantera, C., Novoa, A., Santamaría, E., Seguí-Gomez, M., Cogollos, M., Zori, P. (2011). Lesiones medulares traumáticas y traumatismos craneoencefálicos en España, 2000-2008. Sociedad de epidemiología de España. Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Epidemiología sobre la Medida del Impacto en la Salud de las Lesiones por Traumatismos. Disponible en: [https://seepidemiologia.es/wp-content/uploads/2021/03/Lesiones\\_Medulares\\_WEB](https://seepidemiologia.es/wp-content/uploads/2021/03/Lesiones_Medulares_WEB)

Piira, A., Lannem, A. M., Sørensen, M., Glott, T., Knutsen, R., Jørgensen, L., Gjesdal, K., Hjeltne, N., & Knutsen, S. F. (2019). Robot-assisted locomotor training did not improve walking function in patients with chronic incomplete spinal cord injury: A randomized clinical trial. *Journal of rehabilitation medicine*, 51(5), 385–389. <https://doi.org/10.2340/16501977-2547>

Rodríguez-Fernández, A., Lobo-Prat, J., Tarragó, R., Chaverri, D., Iglesias, X., Guirao-Cano, L., & Font-Llagunes, J. M. (2022). Comparing walking with knee-ankle-foot orthoses and a knee-powered exoskeleton after spinal cord injury: a randomized, crossover clinical trial. *Scientific reports*, 12(1), 19150. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23556-4>

Rowland, J. W., Hawryluk, G. W., Kwon, B., & Fehlings, M. G. (2008). Current status of acute spinal cord injury pathophysiology and emerging therapies: promise on the horizon. *Neurosurgical focus*, 25(5). <https://doi.org/10.3171/FOC.2008.25.11.E2>

Sale, P., Russo, E. F., Russo, M., Masiero, S., Piccione, F., Calabrò, R. S., & Filoni, S. (2016). Effects on mobility training and de-adaptations in subjects with Spinal Cord Injury due to a Wearable Robot: a preliminary report. *BMC neurology*, 16, 12. <https://doi.org/10.1186/s12883-016-0536-0>

Sale, P., Russo, E. F., Scarton, A., Calabrò, R. S., Masiero, S., & Filoni, S. (2018). Training for mobility with exoskeleton robot in spinal cord injury patients: a pilot study. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 54(5), 745–751. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.04819-0>

Scivoletto, G., Romanelli, A., Mariotti, A., Marinucci, D., Tamburella, F., Mammone, A., Cosentino, E., Sterzi, S., & Molinari, M. (2008). Clinical factors that affect walking level and performance in chronic spinal cord lesion patients. *Spine*, 33(3), 259–264. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181626ab0>

Selph, S. S., Skelly, A. C., Wasson, N., Dettori, J. R., Brodt, E. D., Ensrud, E., Elliot, D., Dissinger, K. M., & McDonagh, M. (2021). Physical Activity and the Health of Wheelchair Users: A Systematic Review in Multiple Sclerosis, Cerebral Palsy, and Spinal Cord Injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 102(12), 2464–2481. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.10.002>

Shackleton, C., Evans, R., West, S., Derman, W., & Albertus, Y. (2023). Robotic locomotor training for spasticity, pain, and quality of life in individuals with chronic SCI: A pilot randomized controlled trial. *Frontiers in rehabilitation sciences*, 4, e1003360. <https://doi.org/10.3389/fresc.2023.1003360>

Stauffer, E. S. (1984). Neurologic recovery following injuries to the cervical spinal cord and nerve roots. *Spine*, 9(5), 532–534. <https://doi.org/10.1097/00007632-198407000-00024>

Sterne, J. A. C., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I., Cates, C. J., Cheng, H. Y., Corbett, M. S., Eldridge, S. M., Emberson, J. R., Hernán, M. A., Hopewell, S., Hróbjartsson, A., Junqueira, D. R., Jüni, P., Kirkham, J. J., Lasserson, T., Li, T., McAleenan, A., ... Higgins, J. P. T. (2019). RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 366, 14898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>

Stone P. W. (2002). Popping the (PICO) question in research and evidence-based practice. *Applied nursing research: ScienceDirect* 15(3), 197–198. <https://doi.org/10.1053/apnr.2002.34181>

Swinnen, E., Duerinck, S., Baeyens, J. P., Meeusen, R., & Kerckhofs, E. (2010). Effectiveness of robot-assisted gait training in persons with spinal cord injury: a systematic review. *Journal of rehabilitation medicine*, 42(6), 520–526. <https://doi.org/10.2340/16501977-0538>

Tamburella, F., Lorusso, M., Tramontano, M., Fadlun, S., Masciullo, M., & Scivoletto, G. (2022). Overground robotic training effects on walking and secondary health conditions in individuals with spinal cord injury: systematic review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 19(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s12984-022-01003-9>

Tefertiller, C., Pharo, B., Evans, N., & Winchester, P. (2011). Efficacy of rehabilitation robotics for walking training in neurological disorders: a review. *Journal of rehabilitation research and development*, 48(4), 387–416. <https://doi.org/10.1682/jrrd.2010.04.0055>

van Nes, I. J. W., van Dijksseldonk, R. B., van Herpen, F. H. M., Rijken, H., Geurts, A. C. H., & Keijsers, N. L. W. (2022). Improvement of quality of life after 2-month exoskeleton training in patients with chronic spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*, 1–7. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/10790268.2022.2052502>

Varoqui, D., Niu, X., & Mirbagheri, M. M. (2014). Ankle voluntary movement enhancement following robotic-assisted locomotor training in spinal cord injury. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 11, 46. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-46>

Venkatesh, K., Ghosh, S. K., Mullick, M., Manivasagam, G., & Sen, D. (2019). Spinal cord injury: pathophysiology, treatment strategies, associated

challenges, and future implications. *Cell and tissue research*, 377(2), 125–151. <https://doi.org/10.1007/s00441-019-03039-1>

Waters, R. L., Adkins, R. H., Yakura, J. S., & Sie, I. (1994). Motor and sensory recovery following incomplete tetraplegia. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 75(3), 306–311. [https://doi.org/10.1016/0003-9993\(94\)90034-5](https://doi.org/10.1016/0003-9993(94)90034-5)

World health organization. (2013, November 19). Spinal Cord Injury. World Health Organization. Recuperado de: <https://www.who.int/fr/news-room/factsheets/detail/spinal-cord-injury>

Yoon, S. Y., Leigh, J. H., Lee, J., & Kim, W. H. (2020). Comparing Activity and Participation between Acquired Brain Injury and Spinal-Cord Injury in Community-Dwelling People with Severe Disability Using WHODAS 2.0. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3031. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093031>

Zeilig, G., Weingarden, H., Zwecker, M., Dudkiewicz, I., Bloch, A., & Esquenazi, A. (2012). Safety and tolerance of the ReWalk™ exoskeleton suit for ambulation by people with complete spinal cord injury: a pilot study. *The journal of spinal cord medicine*, 35(2), 96–101. <https://doi.org/10.1179/2045772312Y.0000000003>

## 8. Anexos

**Anexo 1.** Estrategias de búsqueda adaptadas a cada una de las bases de datos.

### **Pubmed (129 resultados):**

((((((((((spinal cord injuries [MeSH Terms]) OR (spinal injuries [MeSH Terms])) OR (medullary lesion)) OR (spinal injured)) OR (spinal harmed)) OR (spinal damage)) OR (medullary injured)) OR (medullary damage)) OR (medullary injured)) AND (((((robot) OR (robotic)) OR (exoskeleton)) OR ((gait AND robot))) OR (body weight support))) AND ((randomized controlled trial) OR (randomised controlled trial))

### **Scopus (37 resultados):**

TITLE-ABS-KEY-AUTH ("Spinal cord injuries" OR "spinal injuries" OR "medullary lesion" OR "spinal injured" OR "spinal harmed" OR "spinal damage" OR "medullary injured" OR "medullary damage") AND TITLE-ABS-KEY-AUTH (robot OR robotic OR exoskeleton OR ( gait AND robot ) OR body AND weight AND support") AND TITLE-ABS-KEY-AUTH(randomized AND controlled AND trial OR randomised AND controlled AND trial)

### **Web of science (11 resultados):**

((ALL= ("Spinal cord injuries" OR "spinal injuries" OR "medullary lesion" OR "spinal injured" OR "spinal harmed" OR "spinal damage" OR "medullary injured" OR "medullary damage")) AND ALL=("Robot" OR "robotic" OR "exoskeleton" OR ("gait" AND "robot") OR "body weight support")) AND ALL=("Randomized controlled trial" OR "randomised controlled trial")

**Anexo 2.** Descripción de las intervenciones realizadas en los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Autor, año Diseño de estudio	Grupo	Modalidad	Protocolo	Duración de la intervención	Frecuencia	Duración de la sesión
Alcobendas- Maestro et al., 2012	<b>Intervención:</b>	Atención habitual con RAGT (Lokomat)	Atención habitual: movilizaciones, fortalecimiento, estiramiento, relajación postural, equilibrio y rotación de tronco, autocuidados.	8 semanas	5 s/s	60 min (30 min atención habitual + 30 min RAGT)
	<b>ECA</b>		RAGT: 60% de sostén del peso corporal hasta un 25% al fin del estudio según cada paciente; velocidad según cada paciente.			
	<b>Control:</b>	Atención habitual con OGT	Atención habitual: movilizaciones, fortalecimiento, estiramiento, relajación postural, equilibrio y rotación de tronco, autocuidados.  OGT.	8 semanas	5 s/s	60 min
Duffell et al., 2014	<b>Intervención 1:</b>	RAGT (Lokomat)	30-45 min de marcha en el RAGT, los parámetros cambian según los pacientes + tiempo de preparación	4 semanas	3 s/s	≤ 60min
	<b>ECA</b>					
	<b>Intervención 2:</b>	Tratamiento farmacéutico (Tizanidine, medicamento antiespasmódico)	0,03mg/kg	4 semanas	-	-
	<b>Control:</b>	No intervención	-	-	-	-
Edwards et al., 2022	<b>Intervención 1:</b>	Exoesqueleto (Ekso-GT)	Tres segmentos de 15 min: -Marcha con exoesqueleto (con 5 min de calentamiento y 2 min de vuelta a la calma) (objetivo 300 pasos). -En caso de que el paciente necesite una asistencia mínima: entrenamiento a la marcha en el suelo sin sostén de peso corporal (en este caso serían 30 min de exoesqueleto + 15 min de OGT)	12 semanas	3 s/s	45 min
	<b>ECA</b>					
	<b>Control 1:</b>	Atención habitual con o sin OGT	Atención habitual: tres segmentos de 15 min, Entrenamiento a la marcha con BWSTT (con 5 min de calentamiento y 2 min de vuelta a la calma) (objetivo 300 pasos).	12 semanas	3 s/s	45 min

Si posible entrenamiento OGT durante el último o los dos últimos segmentos (si el paciente supera los 300 pasos) (15 BWSTT-30 min OGT o 30-15)

	<b>Control 2:</b>	No intervención	Los pacientes siguen sus actividades cotidianas, no reciben intervención y no deben comenzar nuevos entrenamientos relacionados con la marcha, terapia sobre la movilidad ni nueva medicación	-	-	-
<b>Esclarín-Ruz et al., 2014</b>	<b>Intervención:</b>	Atención habitual con OGT y RAGT (Lokomat)	Atención habitual: movilizaciones, fortalecimiento, estiramiento y relajación postural, equilibrio de tronco y rotaciones, práctica de autocuidados.  RAGT: 60% del peso corporal soportado por robot hasta 25%). Velocidad adaptada a cada paciente.	8 semanas	5 s/s	60 min (30 min atención habitual + 30 min RAGT)
<b>ECA</b>	<b>Control:</b>	Atención habitual con OGT	Atención habitual: movilizaciones, fortalecimiento, estiramiento y relajación postural, equilibrio de tronco y rotaciones, práctica de autocuidados. OGT.	8 semanas	5 s/s	60 min
<b>Gil-Agudo et al., 2023</b>	<b>Intervención:</b>	Exoesqueleto (Exo-H2-Hank)	Colocación exoesqueleto (20 min). + Entrenamiento a la marcha con apoyo (barras paralelas, andador o bastones) (30 min) + Descanso (5 min)	5 semanas	3 s/s (días no consecutivos)	60 min
<b>ECA</b>	<b>Control:</b>	Atención habitual	Movilizaciones, fortalecimiento y entrenamiento a la marcha cuando es posible con barras paralelas.	5 semanas	3 s/s (días no consecutivos)	30min
<b>Maggio et al., 2022</b>	<b>Intervención:</b>	Atención habitual sin OGT con exoesqueleto (Ekso- GT)	Atención habitual: estiramiento, resistencia, equilibrio, fortalecimiento, equilibrio postural, electroestimulación) (120 min). + Marcha con el exoesqueleto (60 min): Calentamiento: -sentadillas -transferencia de peso Caminar	8 semanas	5 s/s	180 min
<b>Estudio piloto</b>						

	<b>Control:</b>	Atención habitual con OGT	Atención habitual: estiramiento, resistencia, equilibrio, fortalecimiento, equilibrio postural, electroestimulación (120 min). + OGT (60 min) + Apoyo psicológico (60 min).	8 semanas	5 s/s	180 min
<b>Labruyère &amp; Van Hedel., 2014</b>	<b>Intervención:</b>	RAGT (Lokomat)	Marcha con RAGT con velocidad entre 1,5 hasta 2,0 km/h, al inicio había un sostén de 30% del peso corporal, con al mínimo 2 descansos de 1 a 2 min. Intensidad progresiva.	4 semanas	4 s/s	45 min
<b>ECA piloto cruzado</b>	<b>Control:</b>	Atención habitual Fortalecimiento de los miembros inferiores	Calentamiento: 10 min con bicicleta o remo o bicicleta elíptica. Ejercicios: 4 a 6 ejercicios (prensa, aducción, abducción, flexión, extensión) con 3 series de 10 a 12 repeticiones al 70% de la contracción voluntaria máxima.	4 semanas	4 s/s	45 min
<b>Piira et al., 2019</b>	<b>Intervención:</b>	RAGT (Lokomat)	20-30 min de estiramiento y colocación. + 20-40 min de RALT (<40% de sostén del peso corporal). + OGT con o sin ejercicios encima de la cinta	24 semanas	3 s/s	40-90 min
<b>ECA</b>	<b>Control:</b>	Atención habitual	Movilizaciones, estiramiento, en ocasiones con OGT).	24 semanas	1- 5 s/s	N/R
<b>Rodríguez-Fernández et al., 2022</b>	<b>Intervención:</b>	Atención habitual con exoesqueleto (ABLE)	Atención habitual: transiciones sedestación/bipedestación y ejercicios en bipedestación con el exoesqueleto. Exoesqueleto y andador.	5 semanas	2 s/s	90 min (30 min atención habitual, 60 min exoesqueleto)
<b>ECA cruzado</b>	<b>Control:</b>	Atención habitual con entrenamiento de la marcha con KAFO	Atención habitual: transiciones sedestación/bipedestación y ejercicios en bipedestación con los KAFOs. Marcha con los KAFOs y un andador	5 semanas	2 s/s	90 min (30 min atención habitual y 60 min KAFO)
<b>Shackleton et al., 2023.</b>	<b>Intervención:</b>	Exoesqueleto (Ekso-GT)	Marcha con el exoesqueleto (50-1800 pasos)	24 semanas	3 s/s	60 min <i>El tiempo de marcha efectiva varía de 10 a 50 min dependiendo del paciente</i>
<b>ECA piloto</b>	<b>Control:</b>	Ejercicios de resistencia cardiovascular, flexibilidad,	Calentamiento (5 min). Entrenamiento de resistencia (20-30 min).	24 semanas	3 s/s	60 min

		entrenamiento a la marcha y ejercicios en carga.	Entrenamiento cardiovascular (20-30 min) Transferencias entre los ejercicios (5 min).			
Varoqui et al., 2014  ECA	<b>Intervención:</b>	RAGT (Lokomat)	30-45 min de RAGT (con velocidad de 1,5 km/h hasta 3km/h según el paciente; fuerza guida de 100% hasta 20% progresivamente; sostén del peso corporal de 95% hasta 25%)	4 semanas	3 s/s	60 min
	<b>Control:</b>	N/R	N/R	4 semanas	3 s/s	60 min

**Abreviaturas:** **BWSTT:** cinta de correr con soporte de peso corporal; **KAFO:** órtesis de rodilla tobillo y pie; **min:** minutos; **N/R:** no reporta; **OGT:** entrenamiento de la marcha en el suelo; **RAGT:** entrenamiento de la marcha asistido por robot; **s/s=** sesión por semana.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Anexo 3.** Pruebas y escalas utilizadas en los estudios primarios incluidos en esta revisión sistemática.

**A. Velocidad de marcha.**

*Test de 10 metros marcha.*

La prueba de 10 metros marcha (10 MWT, por sus siglas en inglés) evalúa la velocidad de la marcha, que puede realizarse a dos niveles de velocidad: normal o máxima (Gafner & Bruyneel, 2022).

Material: Se requiere una superficie plana de al menos 14 metros de longitud, con marcas en el suelo a 0, 2, 12 y 14 metros, y un cronómetro.

Procedimiento de la prueba: La prueba consiste en una fase de aceleración sobre 2 metros, seguida de 10 metros de marcha y 2 metros de desaceleración, comenzando el paciente estáticamente de pie. En función del nivel de velocidad elegido, se pide al paciente que camine a su velocidad habitual hasta el marcador 4 o lo más rápido y seguro posible sin correr. La prueba se inicia mediante una señal verbal, y el cronómetro se pone en marcha cuando el paciente pasa el marcador 2 (0 m) y se detiene en el marcador 3 (10 m). Se realizan tres intentos y se promedian los tiempos. No se permite ningún estímulo verbal durante la prueba y debe mencionarse el uso de una ayuda técnica.

Interpretación: Los resultados se interpretan en función de la edad y el estado de salud del paciente. La velocidad de la marcha varía entre 0,15 m/s y 1,39 m/s para la marcha normal, y entre 1,11 m/s y 2,53 m/s para la marcha rápida, con umbrales de referencia definidos en función de los riesgos para el paciente.

Importancia clínica: La evaluación de la marcha es de vital importancia, ya que su deterioro puede ser indicativo de un empeoramiento de la salud. Una reducción de la velocidad de la marcha puede predecir dependencia funcional, fragilidad, deterioro cognitivo, depresión, mayor riesgo de caídas, problemas cardiovasculares e incluso mortalidad.

**Fuentes:**

Bouchot-Marchal, B., Hameau, S., Diaz, C. U., Halfen, S., Colom, G., Frémont, S., & Boirel, É. (2011). Les outils de mesure pour l'évaluation fonctionnelle du blessé médullaire. *Kinésithérapie, la Revue* 11(114), 19-32. [https://doi.org/10.1016/s1779-0123\(11\)75130-0](https://doi.org/10.1016/s1779-0123(11)75130-0)

Gafner, S.C., & Bruyneel, A-V. (2022). Test de 10 mètres de marche. *Kinésithérapie la Revue*, 22(248), 46-49. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2022.05.001>

### **B. Distancia de marcha.**

#### *Test de 6 minutos marcha.*

La prueba de 6 minutos marcha (6 MWT, por sus siglas en inglés) evalúa la distancia de la marcha (Bacquaert, 2018; Enright, 2003)

Material: Recorrido de 30 m, en interior, plano, idealmente en un pasillo, situando dos conos a 29 m de distancia y dejando 0,5 m a cada lado para realizar el giro.

Antes de la prueba: Tras examinar el historial médico del paciente y considerar todas las precauciones y contraindicaciones de la prueba de esfuerzo, es importante que el paciente lleve ropa cómoda y calzado adecuado. También se recomienda que el paciente haya comido al menos dos horas antes de la prueba y pueda hidratarse antes de la misma. El examinador también debe comprobar la tensión arterial, la frecuencia cardiaca y la saturación de oxígeno del paciente. Además, debe medir la percepción de disnea del paciente en una escala de Borg de 0 a 10.

Procedimiento de la prueba: El paciente realizará una prueba de marcha de seis minutos, con el objetivo de recorrer la mayor distancia posible caminando lo más rápido posible durante toda la prueba. El examinador proporcionará información sobre el tiempo transcurrido y el tiempo restante a lo largo de la prueba. Si el paciente siente la necesidad de reducir la velocidad o incluso de detenerse, se le aconseja que reduzca la marcha y continúe caminando lentamente. El examinador no detendrá el cronómetro si el paciente se detiene. No está permitido que el examinador anime al paciente, únicamente debe verbalizar las indicaciones pautadas cada minuto por la prueba. El paciente debe interrumpir la prueba si experimenta síntomas como dolor torácico, mareos, palpitaciones o disnea anormal. Una vez transcurridos los seis minutos, el paciente puede sentarse y el examinador registrará la distancia recorrida, tomando de nuevo la tensión arterial, la frecuencia cardiaca, la saturación de oxígeno y la percepción de disnea. Si se utiliza una ayuda técnica, debe especificarse.

Interpretación: La puntuación oscila entre 0 m para una persona no ambulatoria y unos 900 m para una persona con buena salud.

#### **Fuentes:**

Enright P. L. (2003). The six-minute walk test. *Respiratory care*, 48(8), 783–785.

Halfen, S., Colom, G., Frémont, S., & Boirel, É. (2011). Les outils de mesure pour l'évaluation fonctionnelle du blessé médullaire. *Kinésithérapie, la Revue/Kinésithérapie la Revue*, 11(114), 19-32. [https://doi.org/10.1016/s1779-0123\(11\)75130-0](https://doi.org/10.1016/s1779-0123(11)75130-0)

### **C. Equilibrio.**

#### *Escala de Equilibrio de Berg*

La Escala de Equilibrio de Berg (BBS, por sus siglas en inglés), evalúa el equilibrio dinámico (CNFS, 2018; Miranda-Cantellops & Tiu, 2023)

Objetivo de la prueba: El objetivo de esta evaluación es medir el equilibrio dinámico en adultos. Esto permite identificar a los individuos con riesgo de caídas, a los que pueden caminar sin ayuda y predecir las dificultades que encuentran algunos pacientes en sus actividades cotidianas. La escala utilizada consta de 14 pruebas diseñadas para evaluar tanto el equilibrio estático como el dinámico.

Descripción de la escala:

El equilibrio estático se mide mediante las siguientes tareas:

- Pies juntos.
- Apoyo unipodal.
- Tándem (un pie delante del otro).
- Ojos cerrados.
- Rotación del tronco.

El equilibrio dinámico se mide mediante las siguientes tareas:

- Giro de 360°.
- Coger un objeto.
- Ponerse de pie y sentarse:
- Traslado sentado de una silla a otra:

Material: El evaluador necesitará un cronómetro, una cinta métrica, dos sillas de 45 cm de altura (una con reposabrazos y otra sin ellos) y un taburete de 19,5 cm de altura. También deberá disponer de entre 15 y 30 minutos para realizar la prueba.

Procedimiento: El evaluador lee al paciente las instrucciones que figuran en el formulario. Calificará de 0 a 4 al paciente, siendo 0 el nivel más bajo, en el que la persona es incapaz de realizar la prueba, y 4, en el que la persona no tiene ninguna dificultad para realizarla.

Interpretación:

- Puntuación 56: No hay riesgo de caída; la persona tiene equilibrio funcional.
- Puntuación de 41 a 56: Riesgo bajo de caída; la persona camina de forma independiente.
- Puntuación de 21 a 40: Riesgo medio de caída; la persona necesita ayuda para caminar
- Puntuación de 0 a 20: Alto riesgo de caída; la persona necesita una silla de ruedas.

A continuación, se muestra en detalle las tareas requeridas en la evaluación del equilibrio:

**BERG BALANCE SCALE**

Paciente: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Puntaje total:  
\_\_\_\_ / 56

**1. \_\_\_\_ Sentado sin soporte - Instrucciones: por favor siéntese con los brazos cruzados por 2 minutos.**

- 4 Sentado sin riesgo y seguro por dos minutos.
- 3 Sentado 2 minutos con supervisión.
- 2 Sentado por 30 seg.
- 1 Sentado por 10 seg.
- 0 Incapaz de sentarse sin soporte.

**2. \_\_\_\_ Sentado a parado - Instrucciones: por favor párese. Trate de no usar las manos para soporte.**

- 4 Pararse sin usar las manos y estabilizarse independientemente.
- 3 Pararse independientemente utilizando las manos.
- 2 Pararse utilizando las manos, pero con más de un intento.
- 1 Mínima asistencia para pararse o estabilizarse.
- 0 Moderada a máxima asistencia.

**3. \_\_\_\_ Parado sin soporte - Instrucciones: por favor párese dos minutos sin agarrarse.**

- 4 Parado seguro por dos minutos.
- 3 Parado dos minutos con supervisión.
- 2 Parado 30 seg sin soporte.
- 1 Parado 30 seg. después de varios intentos.
- 0 Impedido de pararse 30 seg. sin asistencia.

**4. \_\_\_\_ Parado con ojos cerrados - Instrucciones: por favor, cierre los ojos y manténgase parado 10 seg.**

- 4 Pararse en forma segura por 10seg.
- 3 Pararse por 10 seg. con supervisión
- 2 Pararse por 3 seg.
- 1 Pararse por menos de tres seg.
- 0 Necesita ayuda para no caerse

**5. \_\_\_\_ Parado con pies juntos - Instrucciones: párese con los pies juntos sin agarrarse**

- 4 Capaz de pararse con los pies juntos por un minuto.
- 3 Capaz de pararse con los pies juntos por un minuto con supervisión.

- 2 Capaz de pararse con los pies juntos por 30 seg.
- 1 Necesita ayuda para alcanzar la posición, pero puede mantenerla por segundos
- 0 No puede realizarlo.

**6. \_\_\_\_ Alcance anterior (brazo a 90° de flexión) ( \_\_\_\_ cantidad de centímetros)**

**Instrucciones: coloque el brazo a 90°. Estire sus dedos e inclínese hacia delante tanto como pueda. Al llegar a la posición máxima utilice sus 2 brazos.**

- 4 Alcance anterior seguro > 25cm.
- 3 Alcance anterior seguro > 12,5 cm.
- 2 Alcance anterior seguro > 5 cm.
- 1 Alcance anterior, pero necesita supervisión.
- 0 Necesita ayuda para evitar la caída.

**7. \_\_\_\_ Levantar un objeto del suelo - Instrucciones: levante el objeto que está ubicado delante de sus pies**

- 4 Capaz de levantar un objeto y pararse en forma fácil y segura.
- 3 Capaz de levantar un objeto con supervisión.
- 2 Incapaz de alcanzarlo, pero llega a 2,5-5 cm. del piso.
- 1 Incapaz de levantar un objeto, necesita supervisión durante el intento
- 0 No lo realiza.

**8. \_\_\_\_ Girar para mirar detrás del hombro derecho e izquierdo - Instrucciones: gire para mirar detrás del hombro izquierdo y el derecho. (El examinador ubica un objeto detrás para que el paciente gire más)**

- 4 Mira para ambos lados con Buena transferencia de peso.
- 3 Mira hacia atrás de un solo hombro.
- 2 Solo gira hacia ambos lados.
- 1 Necesita supervisión cuando gira.
- 0 Necesita asistencia para evitar la caída.

**9. \_\_\_\_ Giro 360 grados - Instrucciones: realice un giro completo. Pare. Gire hacia el otro lado.**

- 4 Capaz de girar 360 grados seguro en menos de 4 seg. en cualquier dirección.
- 3 Capaz de girar 360 grados en menos de 4 seg. hacia un solo lado.
- 2 Capaz de girar 360 grados seguro en más de 4 seg.
- 1 Necesita supervisión o guía verbal.
- 0 No lo realiza.

**10.\_\_\_\_\_ Ubicar alternadamente los pies en un escalón estando parado sin soporte - Instrucciones: ponga alternadamente cada pie en el escalón. Continúe hasta que cada pie toque el escalón 4 veces.**

- 4 Sube 8 escalones en forma segura en menos de <20 seg.
- 3 Sube 8 escalones en forma segura en más de 20 seg.
- 2 Completa 4 escalones en forma segura.
- 1 Completa 2 escalones con supervisión o mínima asistencia.
- 0 No puede realizarlo.

**11.\_\_\_\_\_ Pie delante del otro sin soporte - Instrucciones: mostrar la prueba. Ubique un pie delante del otro. Si no lo puede colocar pegados ubíquelos más adelante. Para obtener 3 puntos la distancia del paso debe exceder el largo del otro pie y aproximarse a la zancada normal.**

- 4 Capaz de mantener los pies en tandem en forma independiente durante 30 seg.
- 3 Capaz de mantener un pie en frente del otro en forma independiente durante 30 seg.
- 2 Capaz de dar un pequeño paso en forma independiente y mantenerlo durante 30 seg.
- 1 Necesita ayuda para ubicar el pie y mantenerlo por 15 seg.
- 0 No puede realizarlo.

**12.\_\_\_\_\_ Pararse en una pierna - Instrucciones: párese en una pierna tanto como pueda sin agarrarse.**

- 4 Capaz de levantar una pierna y mantenerla por más de 10 seg.
- 3 Capaz de levantar una pierna y mantenerla entre 5 y 10 seg.
- 2 Capaz de levantar una pierna y mantenerla entre 3 y 5 seg.
- 1 Capaz de levanta una pierna, pero no llega a los 3 seg.
- 0 Incapaz de levantar una pierna.

**13.\_\_\_\_\_ Parado a sentado - Instrucciones: por favor siéntese**

- 4 Sentarse seguro con mínimo uso o no uso de manos.
- 3 Controla el descenso con uso de manos.
- 2 Usa apoyo de piernas a silla para controlar el descenso.
- 1 Sentado independiente sin control de descenso.
- 0 Necesita asistencia para sentarse.

**14.\_\_\_\_\_ transferencias - Instrucciones: Acomodar las sillas para realizar un pivot. Pídale al sujeto que se transfiera hacia un asiento con apoyabrazos y sin apoya brazos.**

- 4 Capaz de transferirse seguro con mínimo uso de manos.
- 3 Capaz de transferirse seguro, pero debe usar las manos.

- 2 Capaz de transferirse con directiva verbal o supervisión.
- 1 Necesita asistencia de una persona.
- 0 Asistencia de dos personas.

**Fuente:**

Freixes, O., Passuni, D. A., Buffetti, E., Elizalde, M., & Lastiri, F. (2020). Berg Balance Scale: inter-rater and intra-rater reliability of the Spanish version with incomplete spinal cord injured subjects. *Spinal cord series and cases*, 6(1), 28. <https://doi.org/10.1038/s41394-020-0278-5>

#### **D. Calidad de vida.**

##### *Cuestionario de Calidad de Vida SF-12*

El Cuestionario de Calidad de Vida SF-12 evalúa la calidad de vida relacionada con la salud a través de 12 ítems que abordan ocho dimensiones relacionadas con la calidad de vida:

- Actividad física: 2 preguntas.
- Vida y relaciones con los demás: 1 pregunta.
- Dolor físico: 1 pregunta.
- Salud general percibida: 1 pregunta.
- Vitalidad: 1 pregunta.
- Limitaciones debidas al estado mental: 2 preguntas.
- Limitaciones debidas al estado físico: 2 preguntas.
- Salud psicológica: 2 preguntas.

Cada pregunta se evalúa utilizando una escala de Likert, con cinco a seis niveles de respuestas posibles. Las ocho dimensiones se combinan para calcular una puntuación compuesta física y una puntuación compuesta mental. Cuanto mayor sea la puntuación, mayor será la capacidad percibida del paciente.

A continuación, se muestran los ítems incluidos en el cuestionario:

**CUESTIONARIO DE SALUD SF-12****Instrucciones:**

Las preguntas que siguen se refieren a lo que usted piensa sobre su salud. Sus respuestas permitirán saber cómo se encuentra usted y hasta qué punto es capaz de hacer actividades habituales.

Por favor, conteste cada pregunta marcando una casilla. Si no está seguro/a de cómo responder a una pregunta, por favor, conteste lo que le parezca más cierto.

1. En general, usted diría que su **salud** es:

- Excelente
- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala

2. Su salud actual, ¿le limita para hacer **esfuerzos moderados**, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de una hora?

- Sí, me limita mucho
- Sí, me limita un poco
- No, no me limita nada

3. Su salud actual, ¿le limita para subir **varios pisos** por la escalera?

- Sí, me limita mucho
- Sí, me limita un poco
- No, no me limita nada

4. Durante las **4 últimas semanas**, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer, **a causa de su salud física**?

- Sí
- No

5. Durante las **4 últimas semanas**, ¿tuvo que **dejar de hacer algunas tareas** en su trabajo o en

sus actividades cotidianas, a **causa de su salud física**?

Sí

No

6. Durante las **4 últimas semanas**, ¿**hizo menos** de lo que hubiera querido hacer, a **causa de algún problema emocional** (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

Sí

No

7. Durante las **4 últimas semanas**, ¿no hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan **cuidadosamente** como de costumbre, a **causa de algún problema emocional** (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

Sí

No

8. Durante las **4 últimas semanas**, ¿hasta qué punto el **dolor** le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

Nada

Un poco

Regular

Bastante

Mucho

9. Durante las **4 últimas semanas**, ¿cuánto tiempo se sintió **calmado y tranquilo**?

Siempre

Casi siempre

Algunas veces

Muchas veces

Sólo alguna vez

Nunca

10. Durante las **4 últimas semanas**, ¿cuánto tiempo tuvo **mucha energía**?

Siempre

- Casi siempre
- Algunas veces
- Muchas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

11. Durante las **4 últimas semanas**, ¿cuánto tiempo se sintió **desanimado y triste**?

- Siempre
- Casi siempre
- Algunas veces
- Muchas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

12. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia **la salud física o los problemas emocionales** le han dificultado sus **actividades sociales** (como visitar a los amigos o familiares)?

- Siempre
- Casi siempre
- Algunas veces
- Muchas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

*Cuestionario de Calidad de Vida SF-36*

El Cuestionario de Calidad de Vida SF-36 evalúa la calidad de vida relacionada con la salud, empleando 36 preguntas divididas en ocho dimensiones:

- Actividad física: 10 preguntas.
- Vida y relaciones con los demás: 2 preguntas.
- Dolor físico: 2 preguntas.
- Salud general percibida: 5 preguntas.
- Vitalidad: 4 preguntas.
- Limitaciones debidas al estado mental: 3 preguntas.
- Limitaciones debidas al estado físico: 4 preguntas.
- Salud psicológica: 5 preguntas.

Cada pregunta se evalúa en una escala de Likert con tres, cinco o seis niveles de respuestas posibles. Las ocho dimensiones se utilizan para calcular dos puntuaciones individuales de calidad de vida, la puntuación compuesta física y la puntuación compuesta mental. A mayor puntuación, mayor capacidad percibida.

Interpretación:

Se han establecido umbrales de cambio clínicamente significativos para cinco de las dimensiones del Cuestionario SF-36:

- Actividad física: 2 puntos para puntuaciones inferiores a 40 y 3 puntos para puntuaciones de 40 o más.
- Vida y relaciones con los demás: 3 puntos.
- Dolor físico: 2 puntos para puntuaciones inferiores a 40 y 3 puntos para puntuaciones de 40 o más.
- Vitalidad: 2 puntos para puntuaciones inferiores a 40 y 3 puntos para puntuaciones de 40 o más.
- Salud psicológica: 3 puntos.

Para las dos puntuaciones compuestas, los umbrales de cambio clínicamente significativos son respectivamente: 2 o 3 puntos para la puntuación compuesta física, y 3 puntos para la puntuación compuesta mental.

**CUESTIONARIO DE SALUD SF-36**

Marque una sola respuesta:

**Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal**

1. En general, usted diría que su salud es:

- Excelente
- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala

2. ¿Cómo diría que es su salud actual, comparada con la de hace un año?

- Mucho mejor ahora que hace un año
- Algo mejor ahora que hace un año
- Más o menos igual que hace un año
- Algo peor ahora que hace un año
- Mucho peor ahora que hace un año

3. Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos intensos, tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores?

- Sí, me limita mucho
- Sí, me limita un poco
- No, no me limita nada

4. Su salud actual, ¿le limita para hacer esfuerzos moderados, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de una hora?

- Sí, me limita mucho
- Sí, me limita un poco
- No, no me limita nada

5. Su salud actual, ¿le limita para coger o llevar la bolsa de la compra?

- Sí, me limita mucho
- Sí, me limita un poco
- No, no me limita nada

6. Su salud actual, ¿le limita para subir varios pisos por la escalera?

- Sí, me limita mucho
- Sí, me limita un poco

- No, no me limita nada
7. Su salud actual, ¿le limita para subir un solo piso por la escalera?
- Sí , me limita mucho
  - Sí, me limita un poco
  - No, no me limita nada
8. Su salud actual, ¿le limita para agacharse o arrodillarse?
- Sí , me limita mucho
  - Sí, me limita un poco
  - No, no me limita nada
9. Su salud actual, ¿le limita para caminar un kilómetro o más?
- Sí , me limita mucho
  - Sí, me limita un poco
  - No, no me limita nada
10. Su salud actual, ¿le limita para caminar varias manzanas (varios centenares de metros)?
- Sí , me limita mucho
  - Sí, me limita un poco
  - No, no me limita nada
11. Su salud actual, ¿le limita para caminar una sola manzana (unos 100 metros)?
- Sí , me limita mucho
  - Sí, me limita un poco
  - No, no me limita nada
12. Su salud actual, ¿le limita para bañarse o vestirse por sí mismo?
- Sí , me limita mucho
  - Sí, me limita un poco
  - No, no me limita nada
13. Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas a causa de su salud física?
- Sí
  - No
14. Durante las últimas 4 semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer, a causa de su salud física?
- Sí

- No

15. Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que dejar de hacer algunas tareas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?

- Sí
- No

16. Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo dificultad para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal), a causa de su salud física?

- Sí
- No

17. Durante las últimas 4 semanas, ¿tuvo que reducir el tiempo dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

- Sí
- No

18. Durante las últimas 4 semanas, ¿hizo menos de lo que hubiera querido hacer a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

- Sí
- No

**Las siguientes preguntas se refieren a problemas en su trabajo o en sus actividades diarias**

19. Durante las últimas 4 semanas, ¿no hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

- Sí
- No

20. Durante las últimas 4 semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?

- Nada
- Un poco
- Regular
- Bastante
- Mucho

21. ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?

- No, ninguno
- Sí, muy poco
- Sí, un poco
- Sí, moderado
- Si, mucho
- Sí, muchísimo

22. Durante las últimas 4 semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

- Nada
- Un poco
- Regular
- Bastante
- Mucho

**Las siguientes preguntas se refieren a cómo se ha sentido y como le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta, responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted.**

23. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió lleno de vitalidad?

- Siempre
- Casi siempre
- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

24. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo estuvo muy nervioso?

- Siempre
- Casi siempre
- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

25. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?

- Siempre
- Casi siempre

- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

26. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió calmado y tranquilo?

- Siempre
- Casi siempre
- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

27. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo tuvo mucha energía?

- Siempre
- Casi siempre
- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

28. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió desanimado y triste?

- Siempre
- Casi siempre
- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

29. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió agotado?

- Siempre
- Casi siempre
- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

30. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió feliz?

- Siempre
- Casi siempre

- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

31. Durante las 4 últimas semanas, ¿Cuánto tiempo se sintió cansado?

- Siempre
- Casi siempre
- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

32. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a amigos o familiares)?

- Siempre
- Casi siempre
- Muchas veces
- Algunas veces
- Sólo alguna vez
- Nunca

33. Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas

- Totalmente cierta
- Bastante cierta
- No lo sé
- Bastante falsa
- Totalmente falsa

34. Estoy tan sano como cualquiera

- Totalmente cierta
- Bastante cierta
- No lo sé
- Bastante falsa
- Totalmente falsa

**Por favor, diga si le parece cierta o falsa cada una de las siguientes frases**

35. Creo que mi salud va a empeorar

- Totalmente cierta

- Bastante cierta
- No lo sé
- Bastante falsa
- Totalmente falsa

### 36. Mi salud es excelente

- Totalmente cierta
- Bastante cierta
- No lo sé
- Bastante falsa
- Totalmente falsa

El cuestionario de salud SF-36 está compuesto por 36 ítems que pretenden recoger todos los aspectos relevantes para caracterizar la salud de un individuo. Con estas preguntas se trata de cubrir, al menos, 8 aspectos o dimensiones: Función Física, Rol Físico; Dolor Corporal; Salud General; Vitalidad; Función Social; Rol Emocional y Salud Mental. Para cada una de estas dimensiones se pueden computar escalas de puntuación, fácilmente interpretables, caracterizadas todas ellas por encontrarse ordenadas, de tal suerte que cuanto mayor es el valor obtenido mejor es el estado de salud.

#### **Fuentes (SF-12 y SF-36):**

Alexander, M. S., Anderson, K. D., Biering-Sorensen, F., Blight, A. R., Brannon, R., Bryce, T. N., Creasey, G., Catz, A., Curt, A., Donovan, W., Ditunno, J., Ellaway, P., Finnerup, N. B., Graves, D. E., Haynes, B. A., Heinemann, A. W., Jackson, A. B., Johnston, M. V., Kalpakjian, C. Z., Kleitman, N., ... Whiteneck, G. (2009). Outcome measures in spinal cord injury: recent assessments and recommendations for future directions. *Spinal cord*, 47(8), 582–591. <https://doi.org/10.1038/sc.2009.18>

Alonso, J., Prieto, L., & Antó, J. M. (1995). La versión española del SF-36 Health Survey (Cuestionario de Salud SF-36): un instrumento para la medida de los resultados clínicos [The Spanish version of the SF-36 Health Survey (the SF-36 health questionnaire): an instrument for measuring clinical results]. *Medicina clinica*, 104(20), 771–776.

Haute autorité de santé. (2021, 17 juin). Aide à l'utilisation de questionnaires patients de mesure des résultats de soins (PROMs) pour améliorer la pratique clinique courante. Haute Autorité de Santé - Professionnels. Disponible en: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-04/iqss\\_guide\\_proms\\_general\\_2021.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-04/iqss_guide_proms_general_2021.pdf)

*Cuestionario de Calidad de Vida SCI quality of life basic data set*

Incluye tres variables: calidad de vida general, satisfacción con la salud física y satisfacción con la salud psicológica.

Todas las variables se evalúan en una escala que va de 0 (completamente insatisfecho) a 10 (completamente satisfecho) en las últimas cuatro semanas.

**Fuente:**

Charlifue, S., Post, M. W., Biering-Sørensen, F., Catz, A., Dijkers, M., Geyh, S., Horsewell, J., Noonan, V., Noreau, L., Tate, D., & Sinnott, K. A. (2012). International Spinal Cord Injury Quality of Life Basic Data Set. *Spinal cord*, 50(9), 672–675. <https://doi.org/10.1038/sc.2012.27>

**INTERNATIONAL SPINAL CORD INJURY  
QUALITY OF LIFE BASIC DATA SET– DATA FORM (Version 2.0)**

**Date performed:** (YYYYMMDD) \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Unknown

- 1. Thinking about your own life and personal circumstances, how satisfied are you with your life as a whole in the past four weeks? Please use a scale ranging from 0 (completely dissatisfied) to 10 (completely satisfied). You can use 0 or 10 or any number in between.**

Completely dissatisfied

Completely satisfied

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

- 2. How satisfied are you with your physical health in the past four weeks? Please use a scale ranging from 0 (completely dissatisfied) to 10 (completely satisfied). You can use 0 or 10 or any number in between.**

Completely dissatisfied

Completely satisfied

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

- 3. How satisfied are you with your psychological health, emotions and mood in the past four weeks? Please use a scale ranging from 0 (completely dissatisfied) to 10 (completely satisfied). You can use 0 or 10 or any number in between.**

Completely dissatisfied

Completely satisfied

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

- 3. How satisfied are you with your social life in the past four weeks? Please use a scale ranging from 0 (completely dissatisfied) to 10 (completely satisfied). You can use 0 or 10 or any number in between.**

Completely dissatisfied

Completely satisfied

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

**Anexo 4.** Lista de verificación PRISMA 2020.

Sección/tema	Ítem n.º	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en el manuscrito
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identifique la publicación como una revisión sistemática.	1
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Vea la lista de verificación para resúmenes estructurados de la declaración PRISMA 2020 (Objetivos, Métodos, Resultados, Conclusiones).	1-2
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	3-5
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o las preguntas que aborda la revisión.	6
<b>MÉTODOS</b>			
Criterios elegibilidad	de 5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	6
Fuentes información	de 6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifique la fecha en la que cada recurso se buscó o consultó por última vez.	7
Estrategia búsqueda	de 7	Presente las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.	7
Proceso de selección de los estudios	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la revisión, incluyendo cuántos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	7-8
Proceso de extracción de los datos	de 9	Indique los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuántos revisores recopilaron datos de cada publicación, si trabajaron de manera independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	8-9
Lista de los datos	10a	Enumere y defina todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.	N/A
	10b	Enumere y defina todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente ( <i>missing</i> ) o incierta.	
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuántos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	N/A
Medidas del efecto	12	Especifique, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.	N/A
Métodos de síntesis	13a	Describa el proceso utilizado para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis (ítem n.º 5).	N/A
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen o las conversiones de datos.	N/A
	13c	Describa los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios individuales y su síntesis.	N/A
	13d	Describa los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	N/A

	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	N/A
	13f	Describa los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.	N/A
<b>Evaluación del sesgo en la publicación</b>	14	Describa los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los sesgos en las publicaciones).	N/A
<b>Evaluación de la certeza de la evidencia</b>	15	Describa los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace.	N/A
<b>RESULTADOS</b>			
<b>Selección de los estudios</b>	16a	Describa los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo.	8
	16b	Cite los estudios que aparentemente cumplían con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	
<b>Características de los estudios</b>	17	Cite cada estudio incluido y presente sus características.	9-10
<b>Riesgo de sesgo de los estudios individuales</b>	18	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	N/A
<b>Resultados de los estudios individuales</b>	19	Presente, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	11-23
<b>Resultados de la síntesis</b>	20a	Para cada síntesis, resume brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	N/A
	20b	Presente los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metanálisis, presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	N/A
	20c	Presente los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	N/A
	20d	Presente los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	N/A
<b>Sesgos en la publicación</b>	21	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de en las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	N/A
<b>Certeza de la evidencia</b>	22	Presente las evaluaciones de la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace evaluado.	N/A
<b>DISCUSIÓN</b>			
<b>Discusión</b>	23a	Proporcione una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	23-28
	23b	Argumente las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión.	
	23c	Argumente las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	
	23d	Argumente las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones.	
<b>OTRA INFORMACIÓN</b>			28-58
<b>Registro y protocolo</b>	24a	Proporcione la información del registro de la revisión, incluyendo el nombre y el número de registro, o declare que la revisión no ha sido registrada.	N/A
	24b	Indique dónde se puede acceder al protocolo, o declare que no se ha redactado ningún protocolo.	
	24c	Describa y explique cualquier enmienda a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	N/A
<b>Financiación</b>	25	Describa las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	N/A
<b>Conflicto de intereses</b>	26	Declare los conflictos de intereses de los autores de la revisión.	N/A
<b>Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales</b>	27	Especifique qué elementos de los que se indican a continuación están disponibles al público y dónde se pueden encontrar: plantillas de formularios de extracción de datos, datos extraídos de los estudios incluidos, datos utilizados para todos los análisis, código de análisis, cualquier otro material utilizado en la revisión.	N/A

N/A: No aplica.

**Fuente:** : Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>