



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

MEJORAS EN LA MARCHA CON EL USO DE EXOESQUELETO EN  
PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR QUE SE ATIENDEN EN CENTROS  
DE FISIOTERAPIA: UNA REVISIÓN DE ALCANCE

IMPROVEMENTS IN GAIT WITH THE USE OF EXOSKELETONS IN  
PATIENTS WITH SPINAL CORD INJURY WHO ARE CARED FOR IN  
PHYSICAL THERAPY CENTERS: A SCOPING REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO  
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA  
Y REHABILITACIÓN

AUTORES

ANABEL NICOLE GONZALES MAMANI  
KEVIN BRANDON GODENZZI INGA  
KATHERINE GIANELLA CUSTODIO JURUPE

ASESORA

CARMEN ELENA LLANOS PUGA

LIMA – PERÚ

2025



## **JURADO**

PRESIDENTE: DR. OSCAR PABLO SANTISTEBAN HUARINGA  
VOCAL: MG. ADELA LUZMILA MARTINEZ AMPUERO  
SECRETARIO: LIC. EDWIN LUIS LEVANO ASCENCIO

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 17 DE JULIO DEL 2025

CALIFICACIÓN: APROBADO

**ASESORA**

**MG. CARMEN ELENA LLANOS PUGA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE**

**TECNOLOGÍA MÉDICA**

**ORCID: 0000-0001-9477-0214**

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi mamá y hermano, pilares de mi vida, por su apoyo incondicional y confianza. A mis angelitos en el cielo, que me cuidaron desde lo alto y me dieron fuerza en silencio. A mi novia, por su amor, paciencia y por no soltar mi mano en los días más difíciles. Recuerden “Una vida puede estar en tus manos. ¿Estás listo para ayudar?”.

*-Kevin Godenzzi Inga-*

A mi familia, por su apoyo incondicional, por ser mi refugio, mi fuerza en cada paso de este camino y por ser el pilar que sostuvo mis sueños. A mis padres, Marta y Carlos, por su amor inmenso, su ejemplo y por motivarme a seguir, incluso cuando dudaba de mí. A mí misma, por tener el valor de enfrentar mis miedos, por abrazarlos y transformarlos en coraje. Y, por último, a mis amigos, quienes con su compañía, amistad sincera y apoyo incondicional hicieron de este recorrido un camino más llevadero, lleno de aprendizaje, compañerismo y recuerdos imborrables.

*-Anabel Gonzales Mamani-*

A mis padres, especialmente, a mi mamá Violeta Jurupe, la mujer más fuerte que conozco. Gracias por enseñarme, con tu ejemplo, este logro es tan tuyo como mío. A mis abuelos en el cielo, gracias por su cariño incondicional. A mis tíos y primos, por su apoyo sincero, sus palabras de aliento y por estar presentes, incluso en la distancia. A mis hermanos, que han sido mi alegría en los momentos más oscuros. Y a mis amigos, por su compañía incondicional, por las risas en los días difíciles. A cada uno de ustedes, gracias, este logro lleva un pedacito de todos ustedes.

*-Katherine Custodio Jurupe-*

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestra profunda gratitud a quienes fueron parte esencial de este recorrido académico y personal. En primer lugar, agradecemos a la Mg.

Carmen Llanos, por su guía sabia, su constante apoyo y su disposición incondicional para acompañarnos en este proceso. De igual manera, queremos agradecer al Mg. Billy Sánchez, por su orientación experta, su generosa disposición y por confiar en nosotros.

Agradecemos también a nuestra querida Universidad Peruana Cayetano Heredia, por brindarnos una formación académica y profesional de excelencia, que nos ha permitido crecer como profesionales y comprometidos con la sociedad.

A nuestros familiares y amigos, quienes nos acompañaron con su amor, su aliento y su paciencia durante todo este proceso. Gracias por comprender nuestras ausencias, por animarnos en los momentos difíciles y por celebrar cada pequeño logro a nuestro lado.

Queremos también expresar nuestro sincero reconocimiento a todos los docentes de la universidad y del internado, quienes compartieron con nosotros no solo conocimientos, sino también su experiencia, su entrega y su vocación de servicio.

A todos y a cada uno, gracias por ser parte de este logro que no solo nos pertenece, sino que lleva un pedacito del esfuerzo, la enseñanza y el cariño de cada uno de ustedes.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

El estudio fue autofinanciado por los autores.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

MEJORAS EN LA MARCHA CON EL USO DE EXOSQUELETO EN  
PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR QUE SE ATIENDEN EN CENTROS  
DE FISIOTERAPIA: UNA REVISIÓN DE ALCANCE

IMPROVEMENTS IN GAIT WITH THE USE OF EXOSKELETONS IN  
PATIENTS WITH SPINAL CORD INJURY WHO ARE CARED FOR IN  
PHYSICAL THERAPY CENTERS: A SCOPING REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO  
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA  
Y REHABILITACIÓN

## AUTORES

ANABEL NICOLE GONZALES MAMANI  
KEVIN BRANDON GODENZZI INGA  
KATHERINE GIANELLA CUSTODIO JURUPE

## ASESORA

CARMEN ELENA LLANOS PUGA

LIMA - PERÚ  
2025

### 18% Similitud estándar

Filtros

#### Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas

1 Internet	repositorio.upch.edu.pe	9%
45 bloques de texto	608 palabra que coinciden	
2 Internet	hdl.handle.net	3%
19 bloques de texto	175 palabra que coinciden	
3 Internet	duict.upch.edu.pe	<1%
4 bloques de texto	64 palabra que coinciden	
4 Internet		



## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	OBJETIVOS.....	5
	2.1 Objetivo General: .....	5
	2.2 Objetivos Específicos:.....	5
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
	3.1. Diseño del estudio .....	6
	3.2. Registro del Protocolo .....	6
	3.3. Aspectos éticos .....	6
	3.4. Criterios de Elegibilidad.....	7
	3.5. Definición operacional de las variables .....	8
	3.6. Fuentes de información y estrategia de búsqueda.....	8
	3.7. Selección de estudios .....	9
	3.8. Proceso de extracción de datos.....	9
	3.9. Plan de análisis .....	10
IV.	RESULTADOS .....	11
	4.1. Selección de estudios .....	11
	4.2. Características de la población de estudio.....	12
	4.3. Características de los estudios seleccionados.....	12
	4.4. Características de la intervención.....	13
	4.5. Pruebas de evaluación durante la marcha.....	13
V.	DISCUSIÓN .....	17
VI.	LIMITACIONES .....	23
VII.	RECOMENDACIONES .....	24

VIII. CONCLUSIONES .....	26
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
X. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS .....	35
Tabla 1. Características de la población de los estudios seleccionados .....	35
Tabla 2. Características de los estudios seleccionados.....	36
Tabla 3. Características de la Intervención de los estudios seleccionados.....	37
Tabla 4. 10-meter walk test (10-MWT) .....	38
Tabla 5. Six-minute walk test (6-MWT).....	39
Tabla 6. Walking Index for Spinal Cord Injury II (WISCI-II).....	40
Gráfico 1. Diagrama de flujo PRISMA.....	41
Gráfico 2. Sexo de participantes seleccionados .....	42
Gráfico 3. Nivel de lesión medular de los participantes.....	42
Gráfico 4. Tiempo de lesión medular de los participantes .....	42
Gráfico 5. Tipos de estudio considerados .....	43
Gráfico 6. Año de publicación de los estudios .....	43
Gráfico 7. Países de ejecución de los estudios .....	44
Gráfico 8. Idioma de publicación de los estudios .....	44
Gráfico 9. Tests utilizados por los estudios evaluados.....	44
Gráfico 10. Tipos de exoesqueleto empleados en el entrenamiento .....	45
Gráfico 11. Cantidad de sesiones de entrenamiento .....	45
ANEXOS.....	46

## RESUMEN

**Introducción:** Las lesiones medulares originan pérdida de la función motora, dando como resultado un desacondicionamiento físico severo, por lo que la fisioterapia ofrece actualmente el uso de exoesqueletos, los cuales son componentes electromecánicos utilizados para potenciar la capacidad física y la marcha en la rehabilitación de pacientes con lesión en la médula espinal, adaptándose a las condiciones particulares del paciente. Por ello, la fisioterapia en estos pacientes se centra en lograr una marcha óptima que les permita lograr un nivel de independencia y, de forma prometedora, contribuye a la evolución sesión por sesión optimizando su recuperación. **Objetivo:** Mapear la evidencia disponible sobre los cambios en la velocidad, resistencia y grado de independencia durante la marcha de pacientes con lesión en la médula espinal que utilizan exoesqueleto y son atendidos en centros de fisioterapia. **Materiales y métodos:** El presente estudio tuvo un diseño de un Scoping review. Se realizó una búsqueda exhaustiva de estudios en diferentes bases de datos: Medline (Pubmed), Embase (Ovid), Google academic, Scopus, Lilacs, ALICIA, Otseeker, PEDro, EBSCO, Tripdatabase, Cochrane y ProQuest, desde el 2012 hasta la actualidad. Se usó la lista de verificación JBI y la lista de verificación PRISMA-ScR para la investigación. **Resultados:** Se identificaron cinco estudios: tres ensayos clínicos, un estudio de cohortes y un estudio cuasiexperimental. Los estudios fueron revisados considerando aspectos como diseño de estudio, cantidad de sesiones de entrenamiento, tipo de exoesqueleto y la aplicación de los test 10-MWT, 6-MWT y/o WISCI-II. Se identificaron diferencias en la aplicación de los test y cantidad de sesiones. **Conclusiones:** La velocidad y resistencia durante la marcha mostraron cambios favorables después del entrenamiento con exoesqueleto. Sin embargo, no se encontraron cambios resaltantes en el grado de independencia.

**Palabras clave:** Lesión en la médula espinal, marcha, exoesqueleto, centros de fisioterapia.

## ABSTRACT

**Introduction:** Spinal cord injuries originate loss of motor function, resulting in severe physical deconditioning, so physiotherapy currently offers the use of exoskeletons, which are electromechanical components used to enhance physical capacity and gait in the rehabilitation of patients with spinal cord injury, adapting to the particular conditions of the patient. Thus, physiotherapy in these patients focuses on achieving an optimal gait that allows them to achieve a level of independence and, promisingly, contributes to the evolution session by session optimizing their recovery. **Objective:** To map the available evidence on changes in speed, endurance and degree of independence during gait in adult patients with spinal cord injury who use an exoskeleton and are treated in physical therapy centers. **Materials and methods:** The present study had a scoping review design. An exhaustive search of studies was performed in different databases: Medline (Pubmed), Embase (Ovid), Google academic, Scopus, Lilacs, ALICIA, Otseeker, PEDro, EBSCO, Tripdatabase, Cochrane and ProQuest, from 2012 to the present. The JBI checklist and PRISMA-ScR checklist were used for research. **Results:** Five studies were identified: three clinical trials, one cohort study and one quasi-experimental study. The studies were reviewed considering aspects such as study design, number of training sessions, type of exoskeleton and the application of the 10-MWT, 6-MWT and/or WISCI-II tests. Differences in test application and number of sessions were identified. **Conclusions:** Speed and endurance during gait showed favorable changes after exoskeleton training. However, no remarkable changes were found in the degree of independence.

**Keywords:** Spinal cord injury, gait, exoskeleton, physiotherapy centers.

## I. INTRODUCCIÓN

Estudios mencionan que en el mundo alrededor de 250 000 a 500 000 personas anualmente sufren de lesión en la médula espinal (1). El 90% se debe a causas de accidentes vehiculares, caídas de alturas o agresiones. También se cuenta con lesiones medulares provocadas por enfermedades como, por ejemplo: tumores, espina bífida, o la tuberculosis (2).

En países denominados del primer mundo, las cifras son de 5,4 por 100 000 habitantes, mientras que en países en vías de desarrollo las cifras son de 1 y 1,5 por 100 000 habitantes y el sexo masculino predomina el padecimiento de esta patología con edades de alrededor de los 35 años, aunque los jóvenes menores de 25 años llevan una predisposición del 60% (3). Por otro lado, en el Perú, durante los años del 2012 al 2018, el Departamento de Investigación, Docencia y Rehabilitación Integral en lesiones medulares del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) ha atendido aproximadamente 1 800 pacientes en consulta externa y por año aproximadamente 260 pacientes nuevos, durante este periodo el 45% de casos corresponden a causas traumáticas, el 43% a las no traumáticas, el 8% por secuelas de poliomielitis (4).

El Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) en el Perú, ha creado un protocolo para la atención de estos pacientes, el cual se basa en regular el tono muscular, potenciar la fuerza muscular, aumentar los rangos articulares, reeducación de actividades funcionales, facilitación del equilibrio, destreza en diferentes posiciones, manejo de silla de ruedas, incorporación a bípedo y reeducación de la marcha con y sin ayudas biomecánicas (5). Se realiza la atención fisioterapéutica a

pacientes con lesión medular con la finalidad de proporcionar herramientas con las cuales pueda conseguir su independencia máxima y reintegrarse a sus actividades laborales y sociales (6).

En la fisioterapia neurológica, la reeducación y el entrenamiento de la marcha en pacientes con lesión medular se basa en mejorar y adaptar la musculatura residual existente (7). Depende mucho el grado de fuerza presente en los distintos grupos musculares junto a las ayudas técnicas que están encaminadas a mantener o mejorar los rangos articulares, mejorar la fuerza muscular, reeducar la coordinación y el equilibrio (7).

Al analizar la marcha de una persona con lesión medular se debe tener en cuenta los componentes espaciales y temporales ya que estos sufrirán cambios en base a la edad, sexo, movilidad, postura, fuerza y tipo de calzado (8). Para determinar resultados favorables en los pacientes en las sesiones de fisioterapia se emplean pruebas que permiten evaluar el avance de cada paciente, en cuanto a su velocidad, equilibrio, resistencia y grado de independencia (9).

En la práctica de la fisioterapia se utiliza el exoesqueleto, un dispositivo externo portátil, el cual ayuda a potenciar el rendimiento humano, la movilidad de individuos con patologías neurológicas y brindar asistencia para personas con discapacidad (10). Los exoesqueletos pueden ser estructuras pasivas o activas integradas con sistemas inteligentes de procesamiento, los cuales pueden incluir actuadores para lograr el movimiento o tareas deseadas que previamente tuvieron que ser definidas en el dispositivo de accionamiento (11).

Teniendo en cuenta que la reeducación de la marcha después de una lesión medular tiene como enfoque principal la plasticidad y automaticidad, centrándose en la

recuperación y disminución de compensaciones activando el sistema neuromuscular por debajo del nivel de la lesión (12), es necesario el uso de los exoesqueletos en pacientes que se encuentren finalizando la fase de sedestación y comenzando con la fase de deambulación (13), puesto que este instrumento combinado con terapia física, ha demostrado que intensifica la fuerza, resistencia, potencia y flexibilidad reeducando o compensando la marcha y permitiendo una mayor independencia de los pacientes (14).

En este sentido, es fundamental comprender que la lesión en la médula espinal es una patología que provoca cambios significativos en la condición de vida de los pacientes afectados y en la gran mayoría de casos provoca una movilidad condicionada, es por ello que el objetivo principal de la fisioterapia en estos pacientes es conseguir la recuperación motora, logrando la deambulación para adquirir el mayor grado de independencia y funcionalidad del cuerpo, con la idea de mantener al paciente alejado de la silla de ruedas. Los pacientes con una lesión en la médula espinal requieren un adecuado control de tronco al utilizar el exoesqueleto, el cual les permitirá la organización durante las transferencias de peso y desplazamientos, con ello se obtienen cambios significativos para el equilibrio y propiocepción de su cuerpo, adicionalmente al lograr la bipedestación se mejora el funcionamiento orgánico, algo que no se observa cuando el paciente se mantiene en sedente o encamado (15).

Por tal motivo, la presente investigación se enfocó en analizar los estudios disponibles con relación a los cambios durante la marcha en pacientes con lesiones en la médula espinal que emplean exoesqueleto, considerando evaluar la velocidad, resistencia y grado de independencia a través de una revisión exploratoria de

publicaciones hasta la actualidad y con ello, dar a conocer a los fisioterapeutas los avances, actualizaciones y modificaciones que generen evoluciones significativas en los pacientes. La pregunta específica que guio esta revisión de alcance fue: ¿Cuáles son los cambios en la velocidad, resistencia y grado de independencia durante la marcha de pacientes con lesión de la médula espinal que utilizan exoesqueleto y se atienden en centros de fisioterapia?



## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General:**

Mapear la evidencia disponible sobre los cambios en la velocidad, resistencia y grado de independencia durante la marcha de pacientes con lesión en la médula espinal que utilizan exoesqueleto y son atendidos en centros de fisioterapia.

### **2.2 Objetivos Específicos:**

1. Analizar los cambios reportados en la velocidad durante la marcha, después de la aplicación de la prueba de marcha de 10 metros, en pacientes con lesión en la médula espinal que utilizan exoesqueleto.
2. Analizar los cambios reportados en la resistencia durante la marcha, después de la aplicación de la prueba de marcha de 6 minutos, en pacientes con lesión en la médula espinal que utilizan exoesqueleto.
3. Analizar los cambios reportados en el grado de independencia durante la marcha después de la aplicación del índice de marcha para lesiones de la médula espinal II (WISCI- II), en pacientes con lesión en la médula espinal que utilizan exoesqueleto.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Diseño del estudio**

El presente estudio es una revisión de alcance que constituye un tipo de síntesis de evidencia, se siguió la metodología proporcionada por el Instituto Joanna Briggs (JBI) (16). Así mismo se utilizó la lista de verificación PRISMA-ScR (17). ([Anexo 1](#)), como guía para la presentación de este informe. La pregunta de investigación que encaminó este estudio fue ¿Cuáles son los cambios en la velocidad, resistencia y grado de independencia durante la marcha de pacientes con lesión en la médula espinal que utilizan exoesqueleto y se atienden en centros de fisioterapia?, esta se planteó de acuerdo con el acrónimo PCC:

- Población (Pacientes con lesión en la médula espinal),
- Concepto (Cambios durante la marcha, exoesqueleto),
- Contexto (Centros de fisioterapia) ([Anexo 2](#)).

#### **3.2. Registro del Protocolo**

El protocolo de esta revisión de alcance se registró en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento a la Investigación (SIDISI) – Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT) y fue publicado el 6 de marzo del 2025 con el ID: 217329 en: <https://duict.upch.edu.pe/revision-ug/index.php/FAMED/article/view/11310>.

#### **3.3. Aspectos éticos**

Si bien el presente estudio corresponde a una revisión exploratoria, en la que no se utilizó información sobre seres humanos ni animales; previo a iniciar su ejecución, este proyecto fue revisado, registrado y aprobado para su ejecución por la Dirección

Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (DUARI-UPCH) el 13 de marzo de 2025 ([Anexo 3](#)). Por otro lado, se solicitó una enmienda para modificar un criterio de inclusión en el protocolo, dicha enmienda fue aprobada por DUARI-UPCH el 8 de abril de 2025 ([Anexo 3.1](#)).

### **3.4. Criterios de Elegibilidad**

#### **3.4.1. Criterios de inclusión:**

- Estudios que incluyeron pacientes varones y mujeres en un rango etario de 16 a 80 años con lesión medular.
- Estudios que incluyan la valoración de la marcha en pacientes con lesión medular con el uso de exoesqueleto con los siguientes test: Prueba de caminata de 10 metros (10-MWT) en metros por segundo (m/s), Prueba de caminata de 6 minutos (6-MWT) en metros (m) y/o el Índice de marcha para la lesión de la médula espinal II (WISCI-II).
- Estudios que incluyeron pacientes con lesión medular que se encuentran aptos para la reeducación de la marcha.
- Estudios publicados desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad.
- Estudios publicados en diferentes idiomas sin limitación geográfica.
- Se incluyeron estudios cuyo diseño haya sido:
  - Estudios experimentales: ensayos clínicos, estudios de antes y después, estudios comunitarios, estudios cuasi experimentales.
  - Estudios observacionales: estudios de casos y controles, estudios de cohortes, estudios transversales.

### **3.4.2. Criterios de exclusión:**

- Estudios que incluyan a mujeres embarazadas.
- Estudios que incluyan a pacientes con diagnóstico de deterioro cognitivo significativo y fracturas no consolidadas.
- Estudios que sólo se enfoquen en la atención fisioterapéutica en fase inicial del tratamiento.
- Estudios que muestran resultados de pacientes que no completaron las sesiones de reeducación de la marcha con exoesqueleto.
- Estudios como artículos de opinión, blogs, libros, cartas al editor.

### **3.5. Definición operacional de las variables**

La operacionalización de variables se encuentra en el [Anexo 4](#).

### **3.6. Fuentes de información y estrategia de búsqueda**

Para el presente estudio se utilizaron las siguientes bases de datos: Medline, Embase, Scopus, Lilacs, PEDro, Otseeker, EBSCO, ProQuest y Cochrane, además se empleó los buscadores bibliográficos: Pubmed, Ovid, Tripdatabase, Google Academic y por último se realizó una búsqueda de literatura gris: ALICIA. Para ello, a través de búsquedas preliminares se creó una estrategia de búsqueda en base a términos como palabras clave (lesión en la médula espinal, marcha, exoesqueleto y centros de fisioterapia), términos controlados y términos libres combinados ([Anexo 5](#)) con operadores booleanos AND y OR, los cuales sirvieron para seleccionar de manera objetiva los artículos incluidos dentro de esta revisión de alcance. La última búsqueda se realizó el 14 de marzo de 2025.

### **3.7. Selección de estudios**

Los artículos encontrados con la estrategia de búsqueda se importaron al software Zotero®, donde se eliminaron los artículos duplicados. Asimismo, para asegurar una selección adecuada de estudios que incluyan el tema de interés, se realizó una selección exhaustiva basada en los criterios de elegibilidad establecidos. Después de ello, los investigadores verificaron el contenido, esto implicó una lectura minuciosa de los artículos incluidos. La selección de los estudios se realizó de manera independiente por los autores (ANGM, KBGI, KGCJ) y, de haber ocurrido alguna discrepancia, la misma fue resuelta a través un consenso en conjunto con la asesora (CLP).

### **3.8. Proceso de extracción de datos**

El programa que se utilizó para el agrupamiento de los datos y construcción de la base fue Microsoft Excel® para garantizar la validez de los artículos en la fase de revisión. La extracción de datos de los estudios seleccionados se realizó de manera independiente por cada uno de los autores (ANGM, KBGI, KGCJ) y, de haber ocurrido alguna discrepancia, la misma fue resuelta a través de un consenso en conjunto con la asesora (CLP). Los datos extraídos incluyeron: título, autores, base de datos, plataforma, año de publicación, país de origen, idioma, tipo de estudio, criterios de inclusión, criterios de exclusión, número de participantes, edad de la población, sexo, nivel de lesión medular, tiempo de lesión medular, tipo de exoesqueleto, cantidad de sesiones, velocidad de la marcha, resistencia durante la marcha, grado de independencia y resultados ([Anexo 6](#) y [Anexo 6.1](#)). De tal forma que, con la información recopilada se realizó una presentación descriptiva temática de los hallazgos encontrados que aportaron información significativa sobre los

cambios en la marcha con el uso de exoesqueleto en pacientes con lesión medular que se atendieron en centros de fisioterapia.

### **3.9. Plan de análisis**

Para realizar el análisis de resultados se utilizó narrativas descriptivas en conjunto con medidas de frecuencia absoluta y relativa. De igual forma, se elaboraron gráficos y tablas, empleando el software de Microsoft Excel®, para identificar y analizar de forma óptima la información.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Selección de estudios**

El proceso de identificación y selección de estudios para la presente revisión de alcance se realizó en varias etapas. Inicialmente, se identificaron un total de 653 registros procedentes de diversas bases de datos académicas, entre las que se incluyeron Medline a través de Pubmed (n=124), Embase a través de Ovid (n=12), Lilacs (n=22), Scopus (n=61), EBSCO (n=9), Alicia (n=4), Google Académico (n=290), Tripdatabase (n=70), Cochrane (n=15), PEDro (n=11), ProQuest (n=13) y Otseeker (n=22). Luego los resultados obtenidos fueron importados al gestor bibliográfico Zotero®, donde se detectaron 118 duplicados, los cuales fueron eliminados del conjunto de registros quedando un total de 535 estudios. En la fase de revisión de títulos y resúmenes, se excluyeron 217 artículos por no cumplir con los criterios preliminares de inclusión, quedando 318 registros seleccionados para su recuperación, de los cuales 13 se excluyeron porque no presentaban resultados publicados. Esto redujo el número de estudios a 305 para su evaluación detallada por criterios de elegibilidad.

En la etapa final de cribado, se aplicaron los criterios específicos de inclusión y exclusión. De los 305 artículos revisados, 47 registros no valoraron la marcha, 87 tuvieron diferentes tipos de diseño a los detallados en la elegibilidad, 7 artículos presentaron participantes que no completaron el entrenamiento, 39 estudios incluyeron población con otra patología, 17 no emplearon exoesqueleto en su entrenamiento y 103 no utilizaron las pruebas de evaluación. Tras este proceso de

selección, se determinó que un total de 5 artículos cumplían con todos los requisitos establecidos y fueron incluidos en la presente revisión ([Gráfico 1](#)).

#### **4.2. Características de la población de estudio**

El total de la población extraída de los 5 estudios analizados (18–22) fue de 74 participantes, de los cuales el 21,6% pertenecieron al sexo femenino y el 78,4% al masculino, con un rango de edad entre 16 a 80 años. El nivel de lesión medular que predominó fue entre T1 y T12 (31,1%) y el menos predominante fue entre L1 y L5 (5,4%), sin embargo, el 43,2% de los participantes de los estudios no reportó el nivel de lesión medular. Por último, se observó que el tiempo transcurrido desde que ocurrió la lesión medular más frecuente fue de 3 años (8,1%), seguido de 1, 2, 5 y 7 años con el 6,8% cada uno; de igual forma los tiempos transcurridos desde que ocurrió la lesión medular menos frecuentes fueron 10, 15 y 53 años con el 1,4% respectivamente. Asimismo, en 40 participantes no se reportó el tiempo de lesión medular ([Tabla 1](#)).

#### **4.3. Características de los estudios seleccionados**

De acuerdo con los estudios seleccionados, se identificó que el diseño de estudio más frecuente fue el ensayo clínico en el 60% de los estudios (19,21,22); en contraste, los menos frecuentes fueron un estudio de cohortes con el 20% (20) y un estudio cuasiexperimental con el 20 % (18). Asimismo, los artículos seleccionados en esta revisión fueron publicados desde el 2012 al 2021. Los artículos presentados se ejecutaron en 4 países, siendo Estados Unidos el país donde se efectuaron más estudios en el 40% de los estudios (20,21) y los menos frecuentes fueron Italia, Japón y Suiza con el 20% respectivamente. En cuanto al idioma, el que predominó



en los artículos expuestos fue el inglés en el 100% de los artículos. (18–22) ([Tabla 2](#)).

#### **4.4. Características de la intervención**

Se identificaron 5 estudios, de los cuales el 60,0% evaluó la velocidad durante la marcha con la Prueba de Caminata de 10 metros (10-MWT) (18,20,22), 40,0% evaluó la resistencia con la Prueba de Caminata de 6 minutos (6-MWT) durante la marcha (18,21), de la misma manera el 40,0% evaluó los cambios en el grado de independencia durante la marcha con el Índice de Marcha para la Lesión de la Médula Espinal II (WISCI II) (19,22) ([Tabla 3](#)).

El entrenamiento de la marcha con exoesqueleto evidencia una diferencia significativa en la cantidad de sesiones y el tipo de exoesqueleto utilizados entre los diferentes estudios revisados. La cantidad de sesiones varía entre un mínimo de 14 sesiones (21) hasta un máximo de 27 sesiones (20). Además, los tipos de exoesqueletos utilizados en las intervenciones fueron de 5 diferentes modelos, los cuales fueron EKSO en el 20% (18), Voluntary-Driven Exoskeleton (VDE) en el 20% (19), INDEGO en el 20% (20), REWALK en el 20% (21) y LOKOMAT en el 20% (22) ([Tabla 3](#)).

#### **4.5. Pruebas de evaluación durante la marcha**

##### **4.5.1. Prueba de caminata de 10 metros (10-MWT)**

Se identificaron 3 estudios que evaluaron la velocidad durante la marcha (18,20,22) los cuales mostraron cambios significativos después del entrenamiento con el exoesqueleto.

En el estudio de Patricio Sale, et al. (18) se evaluó a la población con exoesqueleto EKSO en dos modalidades. El primer modo fue FirstStep, con la finalidad de que los participantes se familiaricen con el dispositivo, el fisioterapeuta, al presionar un botón, hacía que el exoesqueleto moviera la pierna del paciente para ayudarle a dar un paso, dicho modo se empleó durante las primeras 3 sesiones. A partir de la cuarta sesión se empleó el modo ProStep Plus, donde el usuario aplica su propia fuerza para mover la pierna, mientras el dispositivo ayuda a completar el movimiento, proporcionando la fuerza necesaria para lograr una marcha fluida. Los participantes realizaron la marcha utilizando un andador frontal, mostrando cambios significativos ( $P < 0,008$ ) después de 20 sesiones de entrenamiento logrando alcanzar una media final de  $0,31 \pm 0,05$  m/s.

Asimismo, el estudio de Candy Tefertiller, et al. (20) evaluó a un solo grupo de participantes en interiores y al aire libre demostró que después de 27 sesiones de entrenamiento con exoesqueleto INDEGO, los participantes mostraron cambios significativos ( $P < 0,05$ ). La velocidad media en interiores de los participantes fue de  $0,31$  m/s, mientras que la velocidad media en exteriores fue de  $0,32$  m/s, mejorando su velocidad final a un promedio de  $0,37$  m/s.

Finalmente, el tercer estudio revisado fue de Rob Labruyère van Hedel (22), presentó a dos grupos (G1 y G2), donde el G1 recibió entrenamiento con exoesqueleto LOKOMAT para después recibir entrenamiento de fuerza y el G2 recibió entrenamiento de fuerza y terminó entrenando con exoesqueleto LOKOMAT. Este estudio nos muestra que el G2 tuvo un cambio significativo ( $P < 0,04$ ) después de 32 sesiones de entrenamiento empezando con una media de  $0,66 \pm 0,22$  m/s antes de la intervención y culminaron el entrenamiento con una media

final de  $0,80 \pm 0,28$  m/s, indicando una notable mejora en cuanto al desplazamiento de los pacientes evaluados. ([Tabla 4](#)).

#### **4.5.2. Prueba de caminata de 6 minutos (6-MWT)**

De los 5 artículos revisados, 2 evaluaron la resistencia durante la marcha con el exoesqueleto (18,21), los cuales mostraron cambios favorables después del entrenamiento de la marcha.

En el artículo revisado de Patricio Sale, et al. (18) evaluó a los participantes con la prueba de seis minutos tanto en interiores como en exteriores con exoesqueleto EKSO, los resultados mostraron mejoras significativas ( $P < 0,008$ ). La evaluación en interiores inició con  $62,31 \pm 21,86$  metros y mostró una media final de  $98,38 \pm 17,80$  metros después de 20 sesiones de entrenamiento, obteniendo una diferencia de 36,07 metros, de igual forma la evaluación en exteriores presentó un cambio favorable en la distancia recorrida por los participantes terminando con una media final de  $99,13 \pm 20,10$  metros después de 20 sesiones de entrenamiento, logrando una diferencia de 25,92 m.

El segundo estudio analizado fue de Gaby Zeilig, et al (21), se dividió a su población en lesiones altas (HL) y lesiones bajas (LL). Para evaluar la resistencia durante la marcha, los participantes tuvieron que caminar una distancia de 100 metros sin asistencia de muletas, los seis participantes alcanzaron esta meta en diferentes sesiones de entrenamiento. El grupo LL logró recorrer una distancia de 66,3 m y el grupo HL una distancia de 22,7 m, siendo el grupo LL el que recorrió mayor ([Tabla 5](#)).

### **4.5.3. Índice de caminata para lesión de la médula espinal II (WISCI-II)**

No se observaron cambios significativos en las puntuaciones del índice WISCI-II antes y después del entrenamiento de la marcha con el uso del exoesqueleto.

En el estudio analizado de Sawada Tomonori, et al. (19), evaluó a sus participantes antes del entrenamiento con exoesqueleto con el test WISCI-II y los dividieron en dos grupos según su puntuación: grupo bajo (LG) y grupo alto (HG). El grupo LG estaba conformado por los participantes que obtuvieron una puntuación de 0 a 5 mientras que el grupo HG incluyó a aquellos con una puntuación de 6 a 20. El entrenamiento consistió en el uso de una cinta de correr con un sistema de soporte de peso corporal y un arnés, sin embargo, después de 20 sesiones de entrenamiento con VDE-BWSTT, en los resultados de los dos grupos evaluados, el grupo bajo (LG) y el grupo alto (HG), no obtuvieron cambios significativos  $P > 0,32$  y  $P > 0,10$  respectivamente.

De igual forma, el segundo estudio revisado de Rob Labruyère van Hedel (22), como se detalló anteriormente, dividió a su población en G1 y G2, ambos grupos recibieron entrenamiento con exoesqueleto y fortalecimiento muscular. No se reportaron cambios significativos ( $P > 0,35$ ) después de 32 sesiones de entrenamiento con exoesqueleto LOKOMAT con cinta de correr y soporte de peso corporal en ninguno de sus dos grupos evaluados (G1 y G2). ([Tabla 6](#)).

## V. DISCUSIÓN

Las personas con lesión en la médula espinal experimentan una pérdida en su independencia siendo la de mayor impacto la movilidad o desplazamiento (23). Por lo que, el objetivo de esta revisión fue mapear la evidencia disponible sobre los cambios en la velocidad, resistencia y grado de independencia durante la marcha de pacientes con lesión en la médula espinal que utilizaron exoesqueleto. En este sentido, se analizaron estudios que evaluaron la Prueba de caminata de 10 metros (10-MWT), la Prueba de caminata de 6 minutos (6-MWT) y el Índice de marcha para lesiones de la médula espinal II (WISCI-II). La prueba de 10-MWT registra la velocidad de caminata en una distancia de 10 metros (24), los participantes recorren una distancia de 14 metros, debido a que durante la evaluación no se consideran los dos primeros metros ni los dos últimos porque se trata de un proceso de adaptación para la aceleración y desaceleración de la marcha, el evaluador inicia el cronómetro una vez pasado los dos primeros metros y lo finaliza antes de empezar los dos últimos metros (25). El test de 6-MWT evalúa la capacidad máxima de una persona al recorrer de pie una distancia en 6 minutos (24), la prueba consiste en que los evaluadores delimitan un espacio empleando dos conos que están separados uno del otro a una distancia no mayor a treinta metros (26). Finalmente, el WISCI-II es un índice que clasifica las mejoras en la capacidad de caminar después de una lesión en la médula espinal (24), el índice consta de puntos según el nivel de clasificación del paciente, donde un puntaje mínimo de cero indica que se trata de un nivel de discapacidad más grave y un puntaje máximo de veinte indica un nivel de discapacidad menos grave, también sirve para determinar el grado de asistencia para caminar, que va desde necesitar ayuda de dos personas o emplear el uso de las barras paralelas hasta llegar a utilizar andador, muletas o bastón (27).

Se realizó una revisión íntegra sobre los cambios de velocidad, resistencia y grado de independencia durante la marcha con el uso del exoesqueleto. Los hallazgos revelaron una desigualdad en la aplicación de los test, ya que, de los 5 artículos revisados, 60% evaluó el test de 10-MWT (18,20,22), un 40% de artículos empleó el test de 6-MWT (18,21) y el otro 40% utilizó el índice WISCI-II (19,22).

En relación con los cambios en la velocidad durante la marcha reportados por Patricio Sale et, al. (18), Candy Tefertiller, et al. (20) y Labruyère, van Hedel (22) evidencian cambios significativos después del entrenamiento con exoesqueleto.

Los estudios analizados en relación con la prueba de 10 metros evidencian la efectividad del entrenamiento con exoesqueleto, aunque difieren en la cantidad de sesiones, tipo de intervención y el tipo de exoesqueleto, esto puede influir en los cambios de la velocidad durante la marcha de los participantes. En el estudio de Patricio Sale et, al. (18) se reportaron cambios en la velocidad, pasando de 0,13 m/s a 0,31 m/s, logrando una diferencia de 0,18m/s al realizar 20 sesiones de entrenamiento solo con un exoesqueleto con actuadores de movimiento, de igual forma en el estudio de Candy Tefertiller, et al. (20) reportó su evaluación final de 0,37 m/s después de 27 sesiones de entrenamiento empleando solo el exoesqueleto con sensores y controladores de movimiento. Por otro lado, en el estudio de Labruyère van Hedel (22) realizaron el entrenamiento con ejercicios de fuerza más el exoesqueleto con cinta de correr y soporte de peso corporal en 32 sesiones de entrenamiento. El grupo G2, el cual tuvo sesiones de fuerza y luego sesiones con el exoesqueleto, obtuvo una diferencia de 0,14 m/s iniciando con 0,66 m/s y pasaron

a 0,80 m/s, en comparación con el grupo G1, que no presentó cambios significativos, tuvo sesiones con exoesqueleto y, luego, entrenamiento de fuerza pasando de 0,79 m/s a 0,80 m/s obteniendo una diferencia de 0,01 m/s.

Estos hallazgos sugieren que, al recibir asistencia del exoesqueleto, los pacientes pueden reducir el tiempo necesario para recorrer una distancia de 10 metros, lo que refleja una mejora en su capacidad de deambulación. Agregado a ello, la cantidad de sesiones no es un predictor de mejora debido a que influye bastante el tipo de intervención que se realice. Los estudios de Sale, et al. (18) y Tefertiller, et al. (20) emplearon exoesqueletos con actuadores de movimiento, lo que facilita a los participantes a dar el paso que no pueden realizar por sí mismos, asistiendo a la musculatura inhibida aportando la fuerza que hace falta para mover la cadera, rodilla y tobillo, permitiendo una marcha funcional, incluso si el control muscular es limitado, mientras que, el estudio de Labruyère van Hedel (22) empleó el exoesqueleto con cinta de correr y soporte de peso corporal. Adicionalmente, emplearon ejercicios de fuerza en su intervención, esta proporciona ventajas después de varias sesiones, dado que potencia la musculatura abdominal y paravertebral, también favorece la práctica de transiciones para sentarse y pararse, mejora el equilibrio para mantenerse de pie y activa los músculos afectados después de la lesión medular para realizar la marcha.

En relación con los cambios en la resistencia durante la marcha reportados por Patricio Sale et, al. (18) y Gaby Zeilig et al. (21) evidencian cambios significativos después del entrenamiento con exoesqueleto.

En general, los dos artículos revisados indican que la población estudiada experimentó cambios significativos al ser evaluados con la prueba 6-MWT, lo que sugiere que el entrenamiento de la marcha con el exoesqueleto favorece la resistencia de los pacientes, permitiéndoles recorrer distancias progresivamente más largas. Además, los cambios observados podrían estar relacionados con el tipo de exoesqueleto utilizado, el nivel de la lesión medular y el grado de afectación de la lesión en las poblaciones de estudio. El estudio de Patricio Sale, et al. (18) incluyó participantes con lesiones a predominio torácico y grado A y B según la escala ASIA, lo que indica que los participantes presentaban una afectación motora-sensitiva completa o solo una afectación sensitiva por debajo de la lesión. En este caso, el entrenamiento con exoesqueleto, que utilizó actuadores de movimiento, resultó beneficioso para los participantes, permitiéndoles caminar y recorrer distancias más largas. El estudio de Gaby Zeilig, et al. (21), también con participantes con lesiones torácicas y grados A y B según la escala ASIA, empleó un exoesqueleto que requería la activación muscular del participante para controlarlo. En este estudio, el grupo con lesiones torácicas bajas recorrió distancias más largas que el grupo de lesiones torácicas altas, debido a que el grupo LL presentó una mejor activación de la musculatura toracoabdominal y paravertebral para mantenerse en bípedo y para realizar una marcha continua, activaron los músculos del tren inferior.



En relación con los cambios en el grado de independencia durante la marcha reportados por Tomonori Sawada, et al. (19) y Labruyère, van Hedel (22), evidencian que no se lograron cambios significativos después del entrenamiento con exoesqueleto.

Una vez realizado el análisis de ambos estudios, Tomonori Sawada et, al. (19) y Labruyère, van Hedel (22), ambos estudios utilizaron una intervención similar, emplearon exoesqueleto con cinta de correr y soporte de peso corporal, sin embargo, el tipo de exoesqueleto fue diferente, VDE y LOKOMAT respectivamente. La cronicidad de una lesión medular y el nivel de lesión influyen bastante en lograr una mejora en la independencia. Asimismo, evaluar a los participantes utilizando obstáculos y reduciendo su visión resultará en una marcha limitada, ya que, si existe una afectación del cordón sensitivo, la propiocepción de los usuarios se verá comprometida. Esto quiere decir que los usuarios no sabrán la posición de sus piernas o sus pies, por lo que la visión es su único sistema sensorial que suplirá la función de la propiocepción.

Por consiguiente, del 100% de artículos revisados, el 60% de estudios empleó el test de 10-MWT y el 40 % de estudios utilizó el test de 6-MWT, indicando que existen mejoras en la velocidad y resistencia durante la marcha respectivamente después del entrenamiento con exoesqueleto. Por el contrario, el 40% de los artículos abordó el índice WISCI-II, sin mostrar cambios significativos durante la marcha después del entrenamiento con exoesqueleto. Se observó que los estudios presentaban diferencias en la cantidad de sesiones de entrenamiento, demostrando

que no siempre al tener un número grande de sesiones se obtendrán mejores resultados, de igual forma, hay que considerar que el nivel de lesión, grado de lesión medular, el tipo de exoesqueleto y el tipo de entrenamiento influyen en la capacidad funcional del paciente, por ello se debe realizar una intervención adecuada con la cinemática de la lesión y así brindar un tratamiento personalizado y de calidad.

## VI. LIMITACIONES

- Esta revisión de alcance presentó limitaciones con respecto a los resultados obtenidos al realizar la búsqueda de información. Se realizó la búsqueda en nueve bases de datos, cuatro buscadores bibliográficos y uno en literatura gris, sin embargo, la cantidad de estudios encontrados y elegibles para la revisión fue de cinco artículos.
- Tres de los estudios analizados presentaron un tamaño de muestra reducido, es una limitación importante, visto que reduce el poder estadístico del estudio analizado impidiendo descubrir cambios significativos.
- Por último, todos los estudios utilizaron intervenciones con diferentes tipos de exoesqueletos, introduciendo una alta heterogeneidad en los resultados, puesto que cada dispositivo presentó características que pueden intervenir de diferentes formas en la velocidad, resistencia y en el grado de independencia durante la marcha. Esto dificulta la interpretación de cómo influye cada tipo de exoesqueleto en los niveles de funcionamiento y participación del paciente, así como los factores contextuales que pueden favorecer o condicionar los resultados observados.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que futuras investigaciones ahonden en el impacto del uso de exoesqueletos sobre el grado de independencia durante la marcha, ya que los estudios analizados reportaron mejoras en la velocidad y la resistencia. Comprender cómo estas intervenciones contribuyen en la independencia funcional es clave para guiar objetivos fisioterapéuticos más integrales y centrados en la funcionalidad real del paciente. Adicionalmente, se recomienda utilizar la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) como guía para interpretar los resultados en relación a la funcionalidad de los pacientes.
2. Se sugiere que al valorar la velocidad durante la marcha no solo se centren en los cambios cuantitativos de la velocidad, sino también en los factores contextuales que podrían variar estos hallazgos, como el tipo de exoesqueleto empleado, el nivel de la lesión medular, el tiempo de uso del dispositivo y el ambiente de rehabilitación.
3. Se recomienda que, al analizar los cambios en la resistencia durante la marcha, se deben considerar otras variables como la magnitud del entrenamiento, el modo de asistencia que brinda el exoesqueleto y la condición física inicial del paciente, ya que estos factores influyen de manera directa en el rendimiento de los participantes.
4. Se sugiere interpretar los resultados del grado de independencia considerando no solo las funciones y estructuras corporales, sino también la participación del usuario en su entorno. Esto permite estimar de forma general el impacto del uso del exoesqueleto en la independencia durante la

marcha, considerando tanto los logros funcionales como las barreras contextuales presentes en el proceso de rehabilitación.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Se mapeó cinco estudios, de los cuales cuatro presentaron cambios favorables en la población con lesión medular que emplearon exoesqueleto, mejorando en la velocidad y resistencia durante la marcha después del entrenamiento ( $P < 0,008$ ,  $P < 0,05$ ,  $P < 0,04$  y  $P < 0,01$ ) (18,20–22). Sin embargo, los dos artículos que evaluaron el grado de independencia durante la marcha no reportaron cambios significativos después del entrenamiento ( $P > 0,32$ ,  $P > 0,10$  y  $P > 0,35$ ) (19,22).
2. El análisis realizado en los tres estudios que valoraron la velocidad durante la marcha empleando la prueba de 10-MWT en pacientes con lesión medular, mostraron mejoras significativas en la velocidad después de la intervención con exoesqueleto, ya que los pacientes aumentaron su velocidad al recorrer diez metros ( $P < 0,008$ ,  $P < 0,05$  y  $P < 0,04$ ) (18,20,22). No obstante, no se encontró una relación directa entre la cantidad de sesiones y el aumento en la velocidad (20 sesiones finalizó con  $0,31 \pm 0,05$  m/s, 27 sesiones finalizó con  $0,37$  m/s y 32 sesiones finalizó con G1:  $0,80 \pm 0,35$  m/s y G2:  $0,80 \pm 0,28$  m/s) (18,20,22). El tipo de exoesqueleto utilizado fue fundamental, siendo los dispositivos con actuadores de movimiento más eficaces que los dispositivos con cinta de correr y soporte de peso; y el tipo de intervención aplicada, donde las combinaciones con ejercicios de fuerza fueron variables determinantes en la magnitud de la mejora, destacando la importancia de la calidad del abordaje fisioterapéutico por sobre la cantidad de sesiones.

3. En relación con la evaluación de la resistencia durante la marcha, en los dos estudios analizados, con la prueba de 6-MWT, evidenciaron mejoras significativas en la resistencia de los pacientes con lesión medular que utilizaron exoesqueleto, debido a que aumentaron la distancia recorrida en 6 minutos ( $P < 0,008$  y  $P < 0,01$ ) (18,21). A pesar de la magnitud de estas mejoras, el tipo de exoesqueleto, el nivel de la lesión y el grado de afectación medular influenciaron en los resultados. El exoesqueleto con actuadores de movimiento se asoció a una mayor distancia recorrida ( $98,38 \pm 17,80$  m) en interiores y ( $99,13 \pm 20,10$  m) en exteriores, debido a su asistencia motora más precisa (18). Asimismo, los pacientes que presentaron lesión a nivel torácico bajo y los de lesiones medulares incompletas mostraron una mejor respuesta funcional ( $66,3 \pm 8$  m) al recorrer una distancia mayor (21).
4. Finalmente, los estudios que analizaron el grado de independencia durante la marcha utilizando el índice WISCI- II, presentaron una similitud en el entrenamiento con exoesqueleto. Realizaron protocolos de intervención empleando la cinta de correr con soporte de peso corporal, sin obtener cambios significativos ( $P > 0,32$  y  $P > 0,10$ ) en sus dos grupos y ( $P > 0,35$ ) en el grupo 1, en relación al grado de independencia durante la marcha (19,22). Asimismo, aunque se utilizaron dos tipos de exoesqueleto, los resultados fueron similares, lo que sugiere que no fue determinante en los resultados.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Al menos 500 000 personas sufren lesiones medulares cada año [Internet]. [citado 20 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/02-12-2013-spinal-cord-injury-as-many-as-500-000-people-suffer-each-year>
2. Organización Mundial de la Salud, Bickenbach J, Officer A, Shakespeare T, von Groote P, Society TISC. Lesiones de la médula espinal: perspectivas internacionales, resumen. International perspectives on spinal cord injury : summary [Internet]. 2014 [citado 26 de octubre de 2024]; Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/131504>
3. Ortiz JR, Oliva YS, Moreno LM, Jacas D. Epidemiología de la lesión medular traumática. 2012. 4(2):85-94.
4. Instituto Nacional de Rehabilitación. Instituto de Rehabilitación registra incremento de pacientes con lesiones medulares [Internet]. 2019 [citado 17 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/45224-instituto-de-rehabilitacion-registra-incremento-de-pacientes-con-lesiones-medulares>
5. Martínez M, Sotomayor R, Rodríguez E, Licetti R. Resolución Directoral: Guía de práctica clínica para pacientes con lesión medular [Internet]. 2012 [citado 17 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://app.inr.gob.pe:444/media/html/transparencia/transparencia%20inr/resoluciones/2012/RD%20137-2012-SA-DG-INR%2038%20folios.pdf>



6. Martin S, Arroyo J, Cenzano J, De Pinto A. Guia practica para lesionados medulares. En Aspym Madrid; [citado 17 de octubre de 2024]. p. 10-23. Disponible en: <https://www.aspaymmadrid.org/wp-content/uploads/2018/04/guia-practica-para-lesionados-medulares.pdf>
7. Echemendia A. Metodología para el entrenamiento de la marcha convencional en pacientes con lesiones medulares. Estudio preliminar. Epub. 2021;16(3):757-71.
8. Villar T, Mesa P, Esteban A, Sanjoaquin A, Fernández E. Alteraciones de la marcha, inestabilidad y caídas. 2006;(19):199-208.
9. Díaz Arribas MJ, Fernández Serrano M, Polanco Pérez-Llantada J. La valoración del funcionamiento a través de test validados. Rev Iberoam Fisioter Kinesiol. 2005;8(1):28-35.
10. Alfonso Mantilla JI, Martínez Santa J. Tecnología de asistencia: Exoesqueletos Robóticos en Rehabilitación. Mov Científico. 2017;10(2):83-90.
11. Cardona MAC, Spitia FR, López AB. Exoesqueletos para potenciar las capacidades humanas y apoyar la rehabilitación. 2010;4(7):63-73.
12. Fleerkotte BM, Koopman B, Buurke JH, van Asseldonk EHF, van der Kooij H, Rietman JS. The effect of impedance-controlled robotic gait training on walking ability and quality in individuals with chronic incomplete spinal cord injury: an explorative study. J Neuroengineering Rehabil. 4 de marzo de 2014;11:26.

13. Caso LB, Penalva JB. Rehabilitación de la marcha mediante exoesqueleto HAL en pacientes con lesión medular incompleta [Internet] [Tesis]. [Barcelona]: Universidad Autónoma de Barcelona; 2021. Disponible en: [https://siidon.guttmann.com/files/2.\\_tfm\\_laura\\_baranda.pdf](https://siidon.guttmann.com/files/2._tfm_laura_baranda.pdf)
14. Gil A, Del Ama A, Lozano V, Fernández A, Megía A, Benito J, et al. Terapia robótica con el exoesqueleto H2 en la rehabilitación de la marcha en pacientes con lesión medular incompleta. Una experiencia clínica. *Rehabilitación*. 2020;54(2):87-95.
15. Camina C. Rehabilitación de la marcha con exoesqueleto HAL en lesionados medulares [Internet] [Tesis]. [Soria]: Universidad de Valladolid; 2018 [citado 30 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/31903/TFG-O-1363.pdf;jsessionid=1EC5356B0E8252F720412F7A0BC98B15?sequence=1>
16. Santos WMD, Secoli SR, Püschel VADA. The Joanna Briggs Institute approach for systematic reviews. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2018;26(0).
17. Tricco A, Lillie E, Wasifa Z, Levac D, Moher D. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. 2018;(169):467-73.
18. Sale P, Russo EF, Scarton A, Calabrò RS, Masiero S, Filoni S. Training for mobility with exoskeleton robot in spinal cord injury patients: a pilot study. *Eur J Phys Rehabil Med*. octubre de 2018;54(5):745-51.

19. Sawada T, Okawara H, Matsubayashi K, Sugai K, Kawakami M, Tashiro S, et al. Influence of body weight-supported treadmill training with voluntary-driven exoskeleton on the quality of life of persons with chronic spinal cord injury: a pilot study. *Int J Rehabil Res* [Internet]. 2021;44(4):343-9. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85121950365&doi=10.1097%2fMRR.000000000000496&partnerID=40&md5=d71b6822a980b4b9d5c5f8503e83316a>
20. Tefertiller C, Hays K, Jones J, Jayaraman A, Hartigan C, Bushnik T, et al. Initial Outcomes from a Multicenter Study Utilizing the Indego Powered Exoskeleton in Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2018;24(1):78-85.
21. Zeilig G, Weingarden H, Zwecker M, Dudkiewicz I, Bloch A, Esquenazi A. Safety and tolerance of the ReWalk<sup>TM</sup> exoskeleton suit for ambulation by people with complete spinal cord injury: A pilot study. *J Spinal Cord Med*. 2012;35(2):96-101.
22. Labruyère R, van Hedel HJA. 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* | Full Text [Internet]. 2014 [citado 22 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-4>
23. Sinovas M. Funcionalidad de la marcha en población adulta con lesión medular incompleta: análisis y validación de una nueva métrica basada en

- variables cinemáticas múltiples [Internet] [<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>]. Universidad Rey Juan Carlos; 2024 [citado 11 de marzo de 2025]. p. 1. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=356998>
24. Pérez Nombela S. Análisis biomecánico y electromiográfico de la marcha en pacientes con lesión medular incompleta [Internet] [<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>]. Universidad de Castilla-La Mancha; 2016 [citado 11 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=146196>
25. Amie J, Charles C, Ditunno J, Schmidt M. Outcome Measures for Gait and Ambulation in the Spinal Cord Injury Population - PMC [Internet]. [citado 11 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2607121/>
26. González N, Rodríguez M. Prueba de la marcha de los 6 minutos. En: Medicina Respiratoria [Internet]. 1.<sup>a</sup> ed. España: Neumología y salud, S.L.; 2016 [citado 22 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.neumologiaysalud.es/descargas/R9/R91-3.pdf>
27. Belisón AS, Pelier BYN, Pérez RG, Valle AED. Evaluación de la marcha en pacientes lesionados medulares en el Centro Internacional de Restauración Neurológica. Cienc Deporte [Internet]. 2023 [citado 22 de abril de 2025];Выпуск 1 2023:Page e4242. Disponible en: [http://search.rads-  
doi.org/project/11415/object/164812](http://search.rads-<br/>doi.org/project/11415/object/164812)
28. Puerta CV. LA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA EN MEDICINA.

29. Suárez E. Tipos de investigación y su clasificación [Internet]. 2023 [citado 18 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://expertouniversitario.es/blog/tipos-de-investigacion/>
30. Real Academia Española. Diccionario del estudiante [Internet]. 2024 [citado 18 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.rae.es/diccionario-estudiante/origen>
31. Real Academia Española. Diccionario de la lengua española [Internet]. [citado 18 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://dle.rae.es/idioma>
32. Instituto Nacional de Estadística. Glosario de Conceptos [Internet]. [citado 15 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?c=4484>
33. Universidad de Navarra. Diccionario médico. [Internet]. [citado 15 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/edad>
34. Varela Pinedo LF, Ortiz Saavedra PJ, Chavez Jimeno HA. Velocidad de la marcha en adultos mayores de la comunidad en Lima, Perú. Rev Médica Hered [Internet]. 29 de octubre de 2012 [citado 23 de diciembre de 2024];20(3):133. Disponible en: <http://192.168.18.122/rev3306/index.php/RMH/article/view/1012>
35. Liceo Francisco Tello Gonzáles. Desarrollar resistencia cardiovascular, fuerza muscular, flexibilidad y velocidad [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Educacion-General/Educacion-fisica->

y-salud/Ed-Fisica-y-Salud-1-medio/79904:Unidad-1-Desarrollar-resistencia-  
cardiovascular-fuerza-muscular-flexibilidad-y-velocidad#recursos

36. Real Academia Española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 22 de marzo de 2025]. Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/sesión>

## X. TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS

**Tabla 1. Características de la población de los estudios seleccionados**

VARIABLES	N	%
<b>Participantes</b>		
Hombres	58	78,4%
Mujeres	16	21,6%
<b>Edad</b>		
16-80 años		
<b>Nivel de Lesión Medular</b>		
C1-C7	15	20,3%
T1-T12	23	31,1%
L1-L5	4	5,4%
NR	32	43,2%
<b>Tiempo de Lesión Medular</b>		
1 año	5	6,8%
2 años	5	6,8%
3 años	6	8,1%
4 años	2	2,7%
5 años	5	6,8%
6 años	3	4,1%
7 años	5	6,8%
10 años	1	1,4%
15 años	1	1,4%
53 años	1	1,4%
NR	40	54,1%

*N: Frecuencia Absoluta, %: Frecuencia Relativa en Porcentaje; NR: No Reportado*

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 2. Características de los estudios seleccionados**

<b>VARIABLES</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Tipos de estudio</b>		
Ensayo Clínico	3	60,0%
Estudio de Cohortes	1	20,0%
Estudio Cuasiexperimental	1	20,0%
<b>Año de publicación</b>		
2012	1	20,0%
2014	1	20,0%
2017	1	20,0%
2018	1	20,0%
2021	1	20,0%
<b>País de ejecución de los estudios</b>		
Estados Unidos	2	40,0%
Italia	1	20,0%
Japón	1	20,0%
Suiza	1	20,0%
<b>Idioma de publicación</b>		
Inglés	5	100,0%

*N: Frecuencia Absoluta, %: Frecuencia Relativa en Porcentaje*

*Fuente: Elaboración propia.*



**Tabla 3. Características de la Intervención de los estudios seleccionados**

<b>VARIABLES</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Tipo de exoesqueleto</b>		
EKSO	1	20,0%
VDE	1	20,0%
INDEGO	1	20,0%
REWALK	1	20,0%
LOKOMAT	1	20,0%
<b>Cantidad de sesiones</b>		
14 sesiones *	1	20,0%
20 sesiones	2	40,0%
27 sesiones	1	20,0%
32 sesiones	1	20,0%
<b>Tests de evaluación</b>		
10-MWT	3	60,0%
6-MWT	2	40,0%
WISCI-II	2	40,0%

*N: Frecuencia Absoluta, %: Frecuencia Relativa en Porcentaje; \*: Media de la cantidad de sesiones; 10-MWT: 10-meter walk test; 6-MWT: 6-minute walk test; WISCI-II: Walking Index for Spinal Cord Injury*

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 4. 10-meter walk test (10-MWT)**

<b>Autor</b>	<b>Tipo de exoesqueleto</b>	<b>Cantidad de sesiones</b>	<b>I</b>	<b>IF</b>	<b>P valor</b>
P. Sale, et al. (19)	EKSO	20 sesiones	0,13 ± 0,06 m/s	0,31 ± 0,05 m/s	0,008
C. Tefertiller, et al. (21)	INDEGO	27 sesiones	<b>In:</b> NR <b>Ou:</b> NR	0,37 m/s	0,05
Labruyère, van Hedel (23)	LOKOMAT	32 sesiones	<b>G1:</b> 0,79 ± 0,31 m/s	<b>G1:</b> 0,80 ± 0,35 m/s	0,46
			<b>G2:</b> 0,66 ± 0,22 m/s	<b>G2:</b> 0,80 ± 0,28 m/s	0,04

*I: Inicio; IF: Final de intervención; In: Evaluación en interiores, Ou: Evaluación en exteriores; NR: No reportado; G1: Grupo que recibió primero entrenamiento con exoesqueleto y después entrenamiento de fuerza; G2: Grupo que recibió primero entrenamiento de fuerza y luego entrenamiento con exoesqueleto*

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 5. Six-minute walk test (6-MWT)**

<b>Autor</b>	<b>Tipo de exoesqueleto</b>	<b>Cantidad de sesiones</b>	<b>I</b>	<b>IF</b>	<b>P valor</b>
P. Sale, et al. (19)	EKSO	20 sesiones	<b>In:</b> 62,31 ± 21,86 m	<b>In:</b> 98,38 ± 17,80 m	0,008
			<b>Ou:</b> 73,21 ± 26,90 m	<b>Ou:</b> 99,13 ± 20,10 m	0,008
G. Zeilig, et al. (22)	REWALK	18 sesiones*			0,01
		13 sesiones*	<b>HL:</b> NR	<b>HL:</b> 22, 7 ± 7 m	
		8 sesiones*			
		24 sesiones*			
		12 sesiones*	<b>LL:</b> NR	<b>LL:</b> 66,3 ± 8 m	
		7 sesiones*			

*I: Inicio; IF: Final de intervención; In: Evaluación en interiores; Ou: Evaluación en exteriores; NR: No reportado; HL: Grupo que presenta lesión medular alta; LL: Grupo que presenta lesión medular baja, \*Número de sesiones que se necesita para lograr el objetivo previo a ser evaluados*

**Fuente: Elaboración propia.**

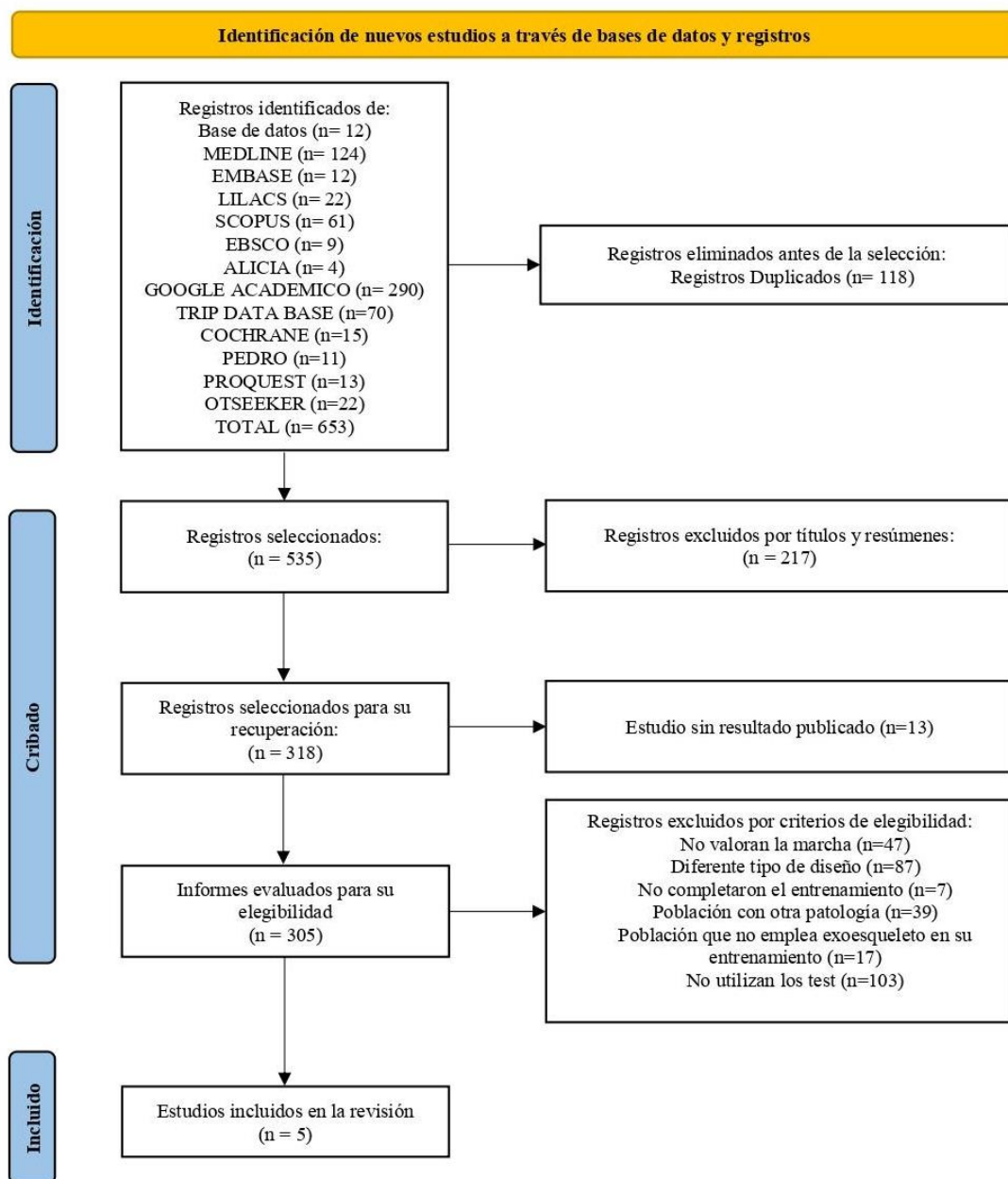
**Tabla 6. Walking Index for Spinal Cord Injury II (WISCI-II)**

<b>Autor</b>	<b>Tipo de exoesqueleto</b>	<b>Cantidad de sesiones</b>	<b>I</b>	<b>IF</b>	<b>P valor</b>
T. Sawada, et al. (20)	VDE	20 sesiones	<b>LG:</b> 0,4 ± 1,0	<b>LG:</b> 0,5 ± 1,0	0,32
			<b>HG:</b> 12,0 ± 4,3	<b>HG:</b> 12,7 ± 4,3	0,10
Labruyère, van Hedel (23)	LOKOMAT	32 sesiones	<b>G1:</b> 14,1 ± 2,5	<b>G1:</b> 14,4 ± 2,6	0,35
			<b>G2:</b> 14,9 ± 3,1	<b>G2:</b> 14,8 ± 2,9	

*I: Inicio; IF: Final de intervención; LG: Grupo con puntuación de 0-5 en WISCI-II antes de la intervención; HG: Grupo con puntuación 6-20 en WISCI-II antes de la intervención; G1: Grupo que recibió primero entrenamiento con exoesqueleto y después entrenamiento de fuerza; G2: Grupo que recibió primero entrenamiento de fuerza y luego entrenamiento con exoesqueleto*

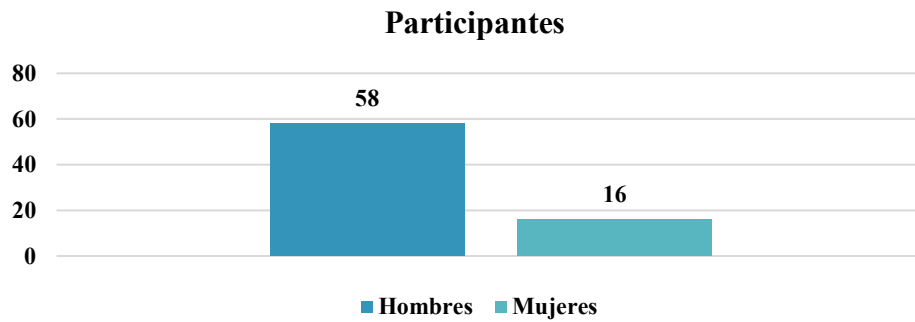
*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 1.** Diagrama de flujo PRISMA



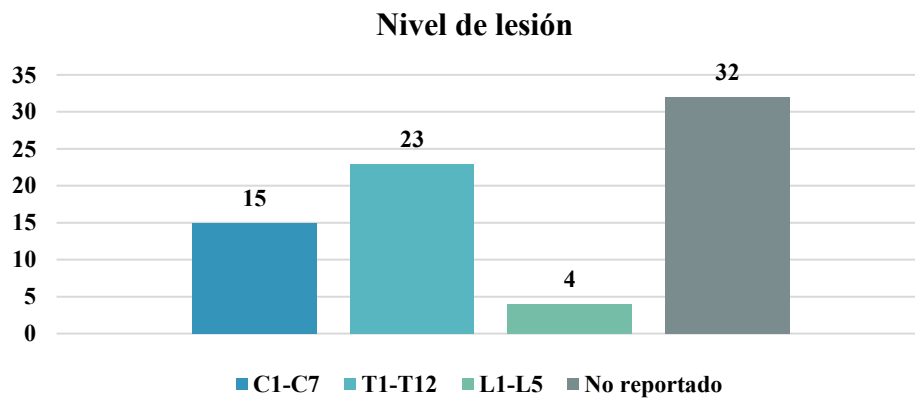
Tricco, AC et al. Extensión PRISMA para revisiones de alcance (PRISMA-ScR): lista de verificación y explicación. *Ann Intern Med.* 2018,169(7):467-473. Doi: [10.7326/M18-0850](https://doi.org/10.7326/M18-0850)

**Gráfico 2.** Sexo de participantes seleccionados



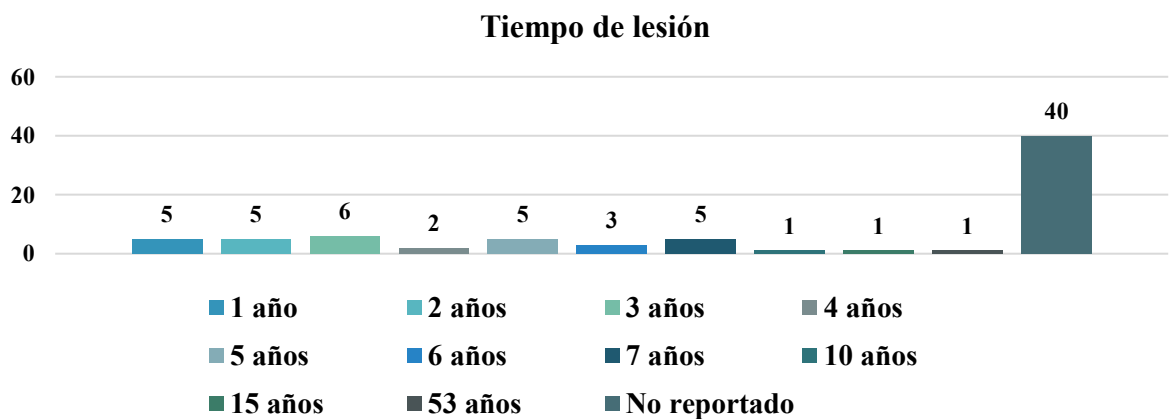
*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 3.** Nivel de lesión medular de los participantes



*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 4.** Tiempo de lesión medular de los participantes



*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 5.** Tipos de estudio considerados



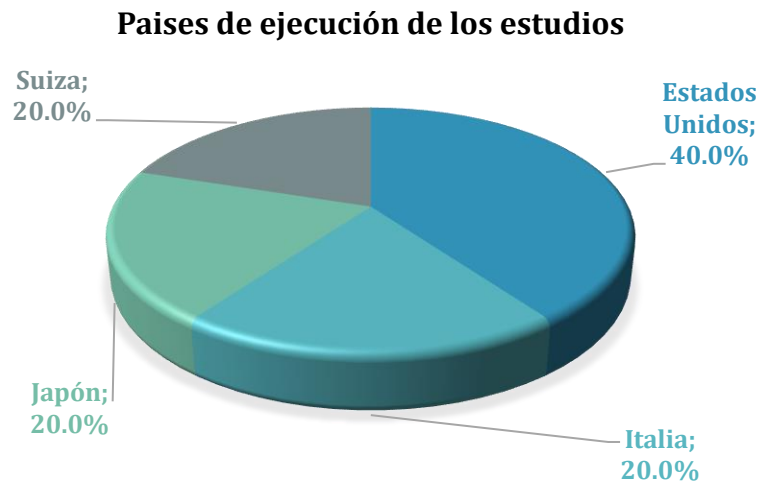
*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 6.** Año de publicación de los estudios



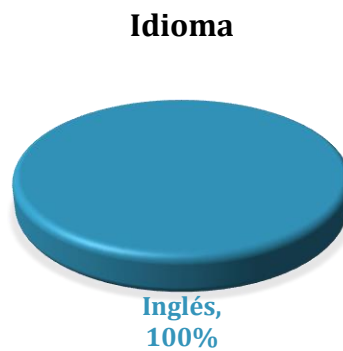
*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 7.** Países de ejecución de los estudios



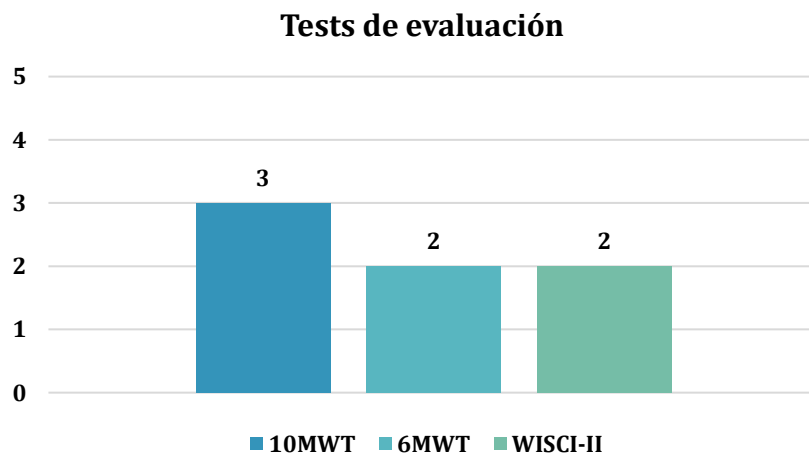
*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 8.** Idioma de publicación de los estudios



*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 9.** Tests utilizados por los estudios evaluados





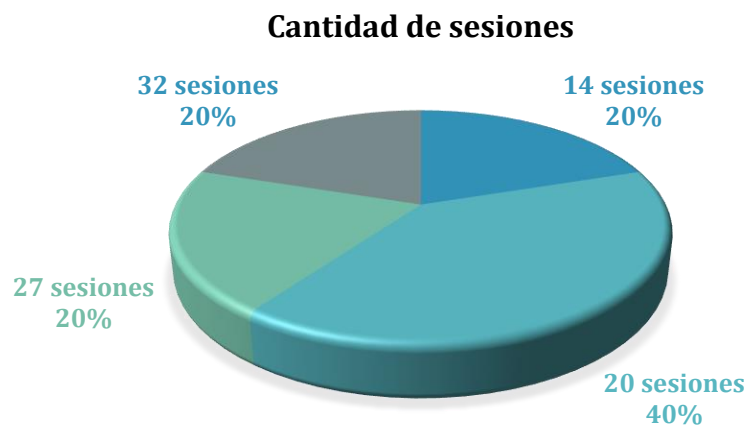
*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 10.** Tipos de exoesqueleto empleados en el entrenamiento



*Fuente: Elaboración propia.*

**Gráfico 11.** Cantidad de sesiones de entrenamiento



*Fuente: Elaboración propia.*

## ANEXOS

### Anexo 1. Lista de verificación PRISMA

**Table.** PRISMA-ScR Checklist

Section	Item	PRISMA-ScR Checklist Item
<b>Title</b>	1	Identify the report as a scoping review.
<b>Abstract</b> Structured summary	2	Provide a structured summary that includes (as applicable) background, objectives, eligibility criteria, sources of evidence, charting methods, results, and conclusions that relate to the review questions and objectives.
<b>Introduction</b> Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known. Explain why the review questions/objectives lend themselves to a scoping review approach.
Objectives	4	Provide an explicit statement of the questions and objectives being addressed with reference to their key elements (e.g., population or participants, concepts, and context) or other relevant key elements used to conceptualize the review questions and/or objectives.
<b>Methods</b> Protocol and registration	5	Indicate whether a review protocol exists; state if and where it can be accessed (e.g., a Web address); and if available, provide registration information, including the registration number.
Eligibility criteria	6	Specify characteristics of the sources of evidence used as eligibility criteria (e.g., years considered, language, and publication status), and provide a rationale.
Information sources*	7	Describe all information sources in the search (e.g., databases with dates of coverage and contact with authors to identify additional sources), as well as the date the most recent search was executed.
Search	8	Present the full electronic search strategy for at least 1 database, including any limits used, such that it could be repeated.
Selection of sources of evidence†	9	State the process for selecting sources of evidence (i.e., screening and eligibility) included in the scoping review.
Data charting process‡	10	Describe the methods of charting data from the included sources of evidence (e.g., calibrated forms or forms that have been tested by the team before their use, and whether data charting was done independently or in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.
Data items	11	List and define all variables for which data were sought and any assumptions and simplifications made.
Critical appraisal of individual sources of evidence§	12	If done, provide a rationale for conducting a critical appraisal of included sources of evidence; describe the methods used and how this information was used in any data synthesis (if appropriate).
Summary measures	13	Not applicable for scoping reviews.
Synthesis of results	14	Describe the methods of handling and summarizing the data that were charted.
Risk of bias across studies	15	Not applicable for scoping reviews.
Additional analyses	16	Not applicable for scoping reviews.
<b>Results</b> Selection of sources of evidence	17	Give numbers of sources of evidence screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally using a flow diagram.
Characteristics of sources of evidence	18	For each source of evidence, present characteristics for which data were charted and provide the citations.
Critical appraisal within sources of evidence	19	If done, present data on critical appraisal of included sources of evidence (see item 12).
Results of individual sources of evidence	20	For each included source of evidence, present the relevant data that were charted that relate to the review questions and objectives.
Synthesis of results	21	Summarize and/or present the charting results as they relate to the review questions and objectives.
Risk of bias across studies	22	Not applicable for scoping reviews.
Additional analyses	23	Not applicable for scoping reviews.
<b>Discussion</b> Summary of evidence	24	Summarize the main results (including an overview of concepts, themes, and types of evidence available), link to the review questions and objectives, and consider the relevance to key groups.
Limitations	25	Discuss the limitations of the scoping review process.
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results with respect to the review questions and objectives, as well as potential implications and/or next steps.
<b>Funding</b>	27	Describe sources of funding for the included sources of evidence, as well as sources of funding for the scoping review. Describe the role of the funders of the scoping review.

JB1 = Joanna Briggs Institute; PRISMA-ScR = Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews.

\* Where *sources of evidence* (see second footnote) are compiled from, such as bibliographic databases, social media platforms, and Web sites.

† A more inclusive/heterogeneous term used to account for the different types of evidence or data sources (e.g., quantitative and/or qualitative research, expert opinion, and policy documents) that may be eligible in a scoping review as opposed to only studies. This is not to be confused with *information sources* (see first footnote).

‡ The frameworks by Arksey and O'Malley (6) and Levac and colleagues (7) and the JBI guidance (4, 5) refer to the process of data extraction in a scoping review as data charting.

§ The process of systematically examining research evidence to assess its validity, results, and relevance before using it to inform a decision. This term is used for items 12 and 19 instead of "risk of bias" (which is more applicable to systematic reviews of interventions) to include and acknowledge the various sources of evidence that may be used in a scoping review (e.g., quantitative and/or qualitative research, expert opinion, and policy documents).

Tomado de: Tricco A, Lillie E, Wasifa Z, Levac D, Moher D. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. 2018;(169):467-73.

**Anexo 2.** Tabla de acrónimo PCC

	<b>MESH</b>		<b>ENTRY TERMS</b>
<b>POBLACIÓN</b>	Pacientes con Lesión Medular	Spinal Cord Injury	Injuries, Spinal Cord, Cord Injuries, Spinal, Cord Injury, Spinal, Injury, Spinal Cord, Spinal Cord Injury
<b>CONCEPTO</b>	Cambios durante la marcha	Walking	Ambulation
	Exoesqueleto	Exoskeleton	Device, Exoskeleton, Devices, Exoskeleton, Exoskeleton Devices, Robotic Exoskeleton, Exoskeleton, Robotic, Exoskeletons, Robotic, Robotic Exoskeletons
<b>CONTEXTO</b>	Centros de fisioterapia	Rehabilitation center	Rehabilitation centers

### Anexo 3. Carta de aprobación por DUARI-UPCH



VICERECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**CAR-DUARI-O-114-25**  
Lima, 13 de Marzo del 2025

Señor(a) investigador(es)  
**CUSTODIO JURUPE KATHERINE GIANELLA**  
**GODENZZI INGA KEVIN BRANDON**  
**GONZALES MAMANI ANABEL NICOLE**  
Presente.-

Es grato dirigirme a usted para expresarle un cordial saludo y a la vez informarle que hemos recibido el proyecto de investigación titulado: “MEJORAS EN LA MARCHA CON EL USO DE EXOESQUELETO EN PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR QUE SE ATIENDEN EN CENTROS DE FISIOTERAPIA: UNA REVISIÓN DE ALCANCE” SIDISI 217329, el cual ha sido revisado y registrado en la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia debido a que por sus características no requiere evaluación por el Comité Institucional de Ética en Investigación en Humanos ni por el Comité Institucional de Ética para Uso de Animales.

Este proyecto puede iniciar su ejecución. Los cambios o enmiendas al protocolo presentado solo deben ejecutarse luego de una nueva evaluación y autorización por esta dirección. Adicionalmente, agradecemos tenga a bien presentar el informe de cierre del proyecto al concluir la ejecución de este.



Atentamente,



Dra. Cinthia Hurtado Esquén  
Directora  
Dirección Universitaria de Asuntos  
Regulatorios de la Investigación

www.cayetano.edu.pe  
vrinve@oficinas-upch.pe  
319 0000 Anexo 201355  
Apartado postal 4314  
San Martín de Porres  
Av. Honorio Delgado 430

## Anexo 3.1 Constancia de aprobación por DUARI-UPCH



VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

### CONSTANCIA-DUARI-E-028-25

La Directora de la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación - DUARI de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, hace constar que se aprobó de manera expedita la **ENMIENDA/MODIFICACIÓN** del proyecto de investigación señalado a continuación.

Título del Proyecto : **Mejoras en la marcha con el uso de exoesqueleto en pacientes con lesión medular que se atienden en centros de fisioterapia: Una Revisión de Alcance**

Código SIDISI : **217329**

Investigador(a) principal(es) : **Godenzzi Inga, Kevin Brandon**

La **enmienda/modificación** corresponde a los siguientes documentos:

1. **Protocolo de investigación**, versión 3 recibida en fecha 01 de abril del 2025.

Lima, 08 de abril del 2025



D<sup>ra</sup>. Cinthia Hurtado Esquén  
Directora  
Dirección Universitaria de Asuntos  
Regulatorios de la Investigación

/ *sdm*

Av. Honorio Delgado 430  
San Martín de Porres  
Apartado postal 4314  
319 0000 Anexo 201302  
vrinve@oficinas-upch.pe  
[www.cayetano.edu.pe](http://www.cayetano.edu.pe)

**Anexo 4.** Cuadro de operacionalización de variables

<b>VARIABLES</b>	<b>Definición operacional / conceptual</b>	<b>Indicador</b>	<b>Tipo y escala de medición</b>
Fecha de publicación	Fecha en la que un estudio está oficialmente disponible. (28)	Años transcurridos desde el inicio de los tiempos hasta la actualidad	<b>Tipo:</b> Cuantitativa / Discreta <b>Escala de medición:</b> De razón
Tipo de investigación	Es la manera en la que un estudio se aborda de acuerdo con los aspectos que la definan (29).	Primaria / Secundaria	<b>Tipo:</b> Cualitativa / Dicotómica <b>Escala de medición:</b> Nominal
País de origen	Lugar de procedencia de alguien o algo (30).	Países del mundo	<b>Tipo:</b> Cualitativa / Politémica <b>Escala de medición:</b> Nominal
Idioma	Sistema de comunicación verbal, oral o escrito, utilizado por una comunidad para transmitir información (31).	Idiomas	<b>Tipo:</b> Cualitativa / Politémica <b>Escala de medición:</b> Nominal
Sexo	Características anatómicas, biológicas y fisiológicas que definen al hombre de la mujer (32).	Femenino / Masculino	<b>Tipo:</b> Cualitativa / Dicotómica <b>Escala de medición:</b> Nominal

<b>VARIABLES</b>	<b>Definición operacional / conceptual</b>	<b>Indicador</b>	<b>Tipo y escala de medición</b>
Edad	Tiempo de vida de una persona desde su nacimiento (33).	Números de año de vida	<b>Tipo:</b> Cuantitativa / Politémica <b>Escala de medición:</b> De razón
Velocidad durante la marcha	Se utiliza para medir la movilidad, dentro de la capacidad intrínseca, es una prueba estrictamente cuantitativa que determina el tiempo en que la persona camina cierta distancia (34).	10MWT	<b>Tipo:</b> Cualitativa / Dicotómica <b>Escala de medición:</b> Nominal
Resistencia durante la marcha	Capacidad de mantener un esfuerzo de manera efectiva durante el mayor tiempo posible (35).	6MWT	<b>Tipo:</b> Cualitativa / Dicotómica <b>Escala de medición:</b> Nominal
Grado de independencia durante la marcha	Independencia para caminar sin la ayuda de otra persona o ayuda biomecánica (7).	WISCI-II	<b>Tipo:</b> Cualitativa / Politémica <b>Escala de medición:</b> Ordinal
Frecuencia de sesiones	Cantidad de sesiones al realizar una determinada actividad (36).	Cantidad de sesiones	<b>Tipo:</b> Cuantitativa / continua <b>Escala de medición:</b> De razón

## Anexo 5. Algoritmos de búsqueda

### Anexo 5.1. Estrategia de búsqueda en Medline a través de Pubmed

Fecha de búsqueda: 13/03/2025			
Rango de fecha de búsqueda: Desde inicio de los tiempos hasta 13/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	"Spinal Cord Injuries"[Mesh] OR Injuries, Spinal Cord OR Cord Injuries, Spinal OR Cord Injury, Spinal OR Injury, Spinal Cord OR Spinal Cord Injury	92,440
Concepto	2	"Walking"[Mesh] OR Ambulation	154,388
	3	"Exoskeleton Device"[Mesh] OR Device, Exoskeleton OR Devices, Exoskeleton OR Exoskeleton Devices OR Robotic Exoskeleton OR Exoskeleton, Robotic OR Exoskeletons, Robotic OR Robotic Exoskeletons	3,119
Contexto	4	"Rehabilitation Centers"[Mesh] OR Centers, Rehabilitation OR Center, Rehabilitation OR Rehabilitation Center	180,276
Final	5	#1 AND #2 AND #3 AND #4	124

### Anexo 5.2. Estrategia de búsqueda en Embase a través de Ovid

Fecha de búsqueda: 13/03/2025			
Rango de fecha de búsqueda: Desde inicio de los tiempos hasta 13/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	spinal cord injury.mp. or spinal cord injury/	85133
Concepto	2	walking speed/ or walking/ or walking parameters/ or walking.mp.	191932
	3	robotic exoskeleton/ or exoskeleton.mp. or "exoskeleton (rehabilitation)"/ or exoskeleton/ or leg exoskeleton/	6558
Contexto	4	rehabilitation centers.mp. or rehabilitation center/	22126
Final	5	1 AND 2 AND 3 AND 4	12



### Anexo 5.3. Estrategia de búsqueda en Lilacs

Fecha de búsqueda: 14/03/2025			
Rango de fecha de búsqueda: Desde inicio de los tiempos hasta 14/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	spinal cord injuries OR cord injuries, spinal OR cord injury, spinal OR injuries, spinal cord OR injury, spinal cord	63872
Concepto	2	Walking	126765
	3	exoskeleton device OR device, exoskeleton OR devices, exoskeleton OR exoskeleton devices OR exoskeleton, robotic OR exoskeletons, robotic OR robotic exoskeleton OR robotic exoskeletons	4275
Contexto	4	Rehabilitation centers OR Center, Rehabilitation OR Centers Rehabilitation OR Rehabilitation Center	111187
Final	5	(Spinal cord injury OR cord injuries spinal OR cord injury spinal OR injuries spinal cord OR injury spinal cord) AND (Walking) AND (Exoskeleton OR device exoskeleton OR devices exoskeleton OR exoskeleton dives OR exoskeleton robotic OR exoskeletons robotic OR robotic exoskeleton OR robotic exoskeleton) AND (Rehabilitation centers OR center rehabilitation OR centers rehabilitation OR rehabilitation center)	22

### Anexo 5.4. Estrategia de búsqueda en Scopus

Fecha de búsqueda: 13/03/2025			
Rango de fecha de búsqueda: Desde inicio de los tiempos hasta 13/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	(TITLE-ABS-KEY (spinal AND cord AND injury) OR TITLE-ABS-KEY (spinal AND cord AND injuries))	111,935
Concepto	2	(TITLE-ABS-KEY (walking) OR TITLE-ABS-KEY (walking AND speed))	245,451
	3	(TITLE-ABS-KEY (exoskeleton) OR TITLE-ABS-KEY (exoskeleton AND device) OR TITLE-ABS-KEY (exoskeleton AND rehabilitation))	20,330
Contexto	4	TITLE-ABS-KEY (rehabilitation AND center)	54,819
Final	5	((TITLE-ABS-KEY (spinal AND cord AND injury) OR TITLE-ABS-KEY (spinal AND cord AND injuries))) AND ((TITLE-ABS-KEY (walking) OR TITLE-ABS-KEY (walking AND speed))) AND ((TITLE-ABS-KEY (exoskeleton) OR TITLE-ABS-KEY (exoskeleton AND device) OR TITLE-ABS-KEY	61

		(exoskeleton AND rehabilitation))) AND (TITLE-ABS-KEY (rehabilitation AND center))	
--	--	--	--

#### Anexo 5.5. Estrategia de búsqueda en Ebsco

<b>Fecha de búsqueda:</b> 14/03/2025			
<b>Rango de fecha de búsqueda:</b> Desde inicio de los tiempos hasta 14/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	spinal cord injury OR spinal cord injuries	18.525
Concepto	2	exoskeleton	1488
	3	walking	46.942
Contexto	4	rehabilitation centers	21.134
Final	5	(spinal cord injury or spinal cord injuries) AND exoskeleton AND walking AND rehabilitation centers	9

#### Anexo 5.6. Estrategia de búsqueda en Alicia

<b>Fecha de búsqueda:</b> 14/03/2025			
<b>Rango de fecha de búsqueda:</b> Desde inicio de los tiempos hasta 14/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	Lesión Medular	99
Concepto	2	Exoesqueleto	131
	3	Marcha	5340
Final	4	"Lesión Medular""Exoesqueleto""Marcha"	9

#### Anexo 5.7. Estrategia de búsqueda en Google Academic

<b>Fecha de búsqueda:</b> 14/03/2025			
<b>Rango de fecha de búsqueda:</b> Desde inicio de los tiempos hasta 14/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	spinal cord injury	263,000
Concepto	2	Exoskeleton	320,000
	3	walking	6,240,000

Contexto	4	rehabilitation centers	126,000
Final	5	"Spinal Cord Injuries" AND "Walking" AND "Exoskeleton" AND "Rehabilitation Centers"	290

### Anexo 5.8. Estrategia de búsqueda en Tripdatabase

<b>Fecha de búsqueda:</b> 14/03/2025			
<b>Rango de fecha de búsqueda:</b> Desde inicio de los tiempos hasta 14/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	spinal cord injury	18.266
Concepto	2	exoskeleton	1252
	3	walking	78.126
Contexto	4	rehabilitation centers	20.023
Final	5	spinal cord injury AND walking AND exoskeleton AND rehabilitation centers	70

### Anexo 5.9. Estrategia de búsqueda en Cochrane

<b>Fecha de búsqueda:</b> 14/03/2025			
<b>Rango de fecha de búsqueda:</b> Desde inicio de los tiempos hasta 14/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	Spinal cord injury	5060
Concepto	2	exoskeleton OR exoskeleton device	575
	3	walking OR ambulation	52351
Contexto	4	rehabilitation centers	10712
Final	5	#1 AND #2 AND #3 AND #4	15

### Anexo 5.10. Estrategia de búsqueda en Pedro

<b>Fecha de búsqueda:</b> 14/03/2025			
<b>Rango de fecha de búsqueda:</b> Desde inicio de los tiempos hasta 14/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados

Población	1	spinal cord injury*	573
Concepto	2	exoskeleton*	87
	3	walking*	5,900
Contexto	4	rehabilitation centers*	140
Final	5	spinal cord injury* exoskeleton* walking*	11

**Anexo 5.11.** Estrategia de búsqueda en ProQuest

<b>Fecha de búsqueda:</b> 14/03/2025			
<b>Rango de fecha de búsqueda:</b> Desde inicio de los tiempos hasta 14/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	spinal cord injury	25153
Concepto	2	Exoskeleton	9334
	3	walking	93488
Contexto	4	rehabilitation centers	18912
Final	5	abstract (spinal cord injury) AND abstract(exoskeleton) AND abstract(walking) AND abstract (rehabilitation centers)	13

**Anexo 5.12.** Estrategia de búsqueda en Otseeker

<b>Fecha de búsqueda:</b> 14/03/2025			
<b>Rango de fecha de búsqueda:</b> Desde inicio de los tiempos hasta 14/03/2025			
Concepto	Nº	Estrategia	Resultados
Población	1	[Any Field] like 'spinal cord injury' OR [Any Field] like 'spinal cord injuries'	133
Concepto	2	[Any Field] like 'exoskeleton' OR [Any Field] like 'exoskeleton device'	7
	3	[Any Field] like 'walking' OR [Any Field] like 'ambulation'	855
Contexto	4	rehabilitation centers	0
Final	5	#1 AND #2 AND #3	22

**Anexo 6.** Tabla de extracción de datos – Parte 1

Autor	Año	País	Idioma	Tipo de estudio	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión	Nº de participantes	Edad	Sexo	Nivel de LM	Tiempo de LM	Tipo de exoesqueleto	Cantidad de sesiones
Sale, et al.	2018	Italia	Inglés	Cuasiexperimental	Dolor espinal cervical, torácico y lumbar (C7-L2) motor crónico completo o incompleto LME Integridad de la piel Rango adecuado de movimiento de cadera, rodilla y tobillo Nivel de espasticidad de 3 o menos Capacidad de encajar físicamente en el dispositivo Capacidad de tolerar estar de pie durante 30 minutos Rango de movimiento articular dentro	Comorbilidad cardíaca o respiratoria Inestabilidad hemodinámica Presencia de fracturas no cicatrizadas Presencia de osificación heterotópica que pueda impedir la marcha Presencia de osteoporosis Altura inferior a 62 pulgadas o superior a 74 pulgadas Peso superior a 220 libras Discapacidad cognitiva y/o comunicativa (por	8	21-67 años	6 M 2F	T1-L2	NR	EKSO	20 sesiones

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Idioma</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>	<b>Nº de participantes</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Nivel de LM</b>	<b>Tiempo de LM</b>	<b>Tipo de exoesqueleto</b>	<b>Cantidad de sesiones</b>
					de límites funcionales normales para la deambulaci3n	ejemplo, debida a lesi3n cerebral							

Autor	Año	País	Idioma	Tipo de estudio	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión	Nº de participantes	Edad	Sexo	Nivel de LM	Tiempo de LM	Tipo de exoesqueleto	Cantidad de sesiones
Sawada, et al.	2021	Japón	Inglés	Ensayo Clínico	Edad entre 20 y 75 años >6 meses después de la lesión o en el posoperatorio  Dificultad o inestabilidad al caminar y estancamiento en la recuperación de los síntomas de parálisis	Enfermedades o trastornos cutáneos que pudieran afectar o verse afectados por el entrenamiento Tumor ma-ligno no con-trolado Inyección de interferón alfa o toxina botu-línica A en los últimos 6 meses Terapia de pulsos de esteroides en los últimos 3 meses Otro entrena-miento de neurorrehabilitación en los últimos 3 meses Entrenamiento de marcha con exoesqueleto, incluyendo VDE, en el último año	19	25-75 años	14 M 5 F	C5-L2	1,5-7 años	VDE	20 sesiones

Autor	Año	País	Idioma	Tipo de estudio	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión	Nº de participantes	Edad	Sexo	Nivel de LM	Tiempo de LM	Tipo de exoesqueleto	Cantidad de sesiones
Tefertiller, et al.	2017	Estados Unidos	Inglés	Cohorte	Mayores de 18 años Ancho de cadera no mayor a 42cm Peso inferior a 250 libras Diagnosticado con una LME con clasificación T4 y menor Puntuación en la escala de Ashworth modificada de 3 o menos para las extremidades inferiores No puede caminar o camina mal; usa la silla de ruedas para la movilidad Presión arterial y frecuencia cardiaca dentro	Osificación heterotópica Lesión cere-bral traumática de moderada a grave Incapacidad para seguir instrucciones Mujeres embarazadas o que intentaban quedar embarazadas Limitaciones en las articulaciones de las extremidades inferiores que excedían lo10º en caderas, rodillas o tobillos	32	18-64 años	27 M 5 F	T4-L2	NR	INDEGO	27 sesiones



<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Idioma</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>	<b>Nº de participantes</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Nivel de LM</b>	<b>Tiempo de LM</b>	<b>Tipo de exoesqueleto</b>	<b>Cantidad de sesiones</b>
					de los lineamientos para el entrenamiento locomotor								

Autor	Año	País	Idioma	Tipo de estudio	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión	Nº de participantes	Edad	Sexo	Nivel de LM	Tiempo de LM	Tipo de exoesqueleto	Cantidad de sesiones
					Hombre o mujer no embarazada ni en período de lactancia 16 a 70 años	Antecedentes de trastorno neurológico grave distinto de LME							
					Peso inferior a 100 kg y una altura de 155 a 200 cm	Enfermedad médica grave concurrente							
Zeilig, et al.	2012	Estados Unidos	Inglés	Ensayo Clínico	Función motora completa, según la Asociación Estadounidense de Lesiones Espinales (ASIA) Escala de deterioro A-B; cervical (C7-C8) o torácica	Úlceras por presión; columna inestable, fracturas de extremidades o pelvis sin curar  Estado psiquiátrico o cognitivo que pudiera interferir con el ensayo	6	16-70 años	6 M	T5-T12	3-7 años	REWALK	14 sesiones

Autor	Año	País	Idioma	Tipo de estudio	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión	Nº de participantes	Edad	Sexo	Nivel de LM	Tiempo de LM	Tipo de exoesqueleto	Cantidad de sesiones
Labruyère et al.	2014	Suiza	Inglés	Ensayo Clínico	<p>Tener entre 18 y 70 años SCI crónica (tiempo después de la lesión &gt;1 año) y sensoriomotor incompleto (grado C o D en ASIA) Nivel motor de la lesión C4 y T11</p> <p>Participantes tenían que caminar con una asistencia moderada como máximo en el momento de la inclusión</p> <p>Capacidad cognitiva para seguir instrucciones verbales</p>	<p>Participantes que presentaban contraindicaciones para el entrenamiento en el sistema Lokomat</p> <p>Participantes que tenían lesiones que limitaban el entrenamiento</p> <p>Enfermedades ortopédicas, psiquiátricas o neurológicas, a excepción de la SCI</p>	9	18-70 años	5 M 4 F	C4-T11	>1 año	LOKOMAT	32 sesiones

<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Idioma</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>	<b>Nº de participantes</b>	<b>Edad</b>	<b>Sexo</b>	<b>Nivel de LM</b>	<b>Tiempo de LM</b>	<b>Tipo de exoesqueleto</b>	<b>Cantidad de sesiones</b>
--------------	------------	-------------	---------------	------------------------	-------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------	-------------	--------------------	---------------------	-----------------------------	-----------------------------

*LM: Lesión medular; C: vértebra cervical; L: vértebra lumbar; LME: Lesión de la médula espinal; M: Masculino; F: Femenino; T: vértebra torácica; NR: No reportado; VDE: Voluntary-Driven Exoskeleton; kg: Kilogramo; cm: Centímetro; A: Participantes presentaban una afección motora-sensitiva completa; B: Participantes presentaban afectación sensitiva por debajo de la lesión; SCI: Spinal cord injury; C: Participantes presentaban la función motora preservada debajo del nivel de la lesión, pero más de la mitad de los músculos tienen una fuerza menor a 3; D: Participantes presentaban la función motora preservada debajo del nivel de la lesión, y más de la mitad de los músculos tienen una fuerza de 3 o más.*

**Anexo 6.1.** Tabla de extracción de datos – Parte 2

<b>Autor</b>	<b>10-MWT</b>	<b>6-MWT</b>	<b>WISCI-II</b>		<b>Resultados</b>	<b>Conclusiones</b>	
Sale, et al.	SI	SI	NO	<b>10-MWT</b>	<b>I</b>	0,13 ± 0,06 m/s	La mejora media en la prueba 6MWT, tanto en el entorno externo como en el interno, sugiere una mejora en todos los sistemas involucrados durante el ejercicio. Después del entrenamiento se realizó el 10MWT con una disminución promedio de 31 segundos, lo que demuestra un aumento de la velocidad de la marcha. Este es un resultado importante al considerar el papel de la Velocidad de la marcha en las actividades de la vida diaria.
					<b>IF</b>	0,31 ± 0,05 m/s	
				<b>6-MWT</b>	<b>I</b>	<b>In:</b> 62,31 ± 21,86 m	
					<b>I</b>	<b>Ou:</b> 73,21 ± 26,90 m	
					<b>IF</b>	<b>In:</b> 98,38 ± 17,80 m	
					<b>IF</b>	<b>Ou:</b> 99,13 ± 20,10 m	
Sawada, et al.	NO	NO	SI	<b>WISCI-II</b>	<b>I</b>	<b>LG:</b> 4,3 ± 2,9	El enfoque de 20 sesiones de VDE-BWSTT no mejoró la calidad de vida de las personas con LME crónica. La independencia funcional en la vida diaria y el dolor neuropático se consideraron importantes para mejorar su calidad de vida. Se deberían considerar estudios adicionales que combinen entrenamiento específico para tareas o tratamiento dirigido al dolor con más pacientes para mejorar su calidad de vida de forma más efectiva.
					<b>IF</b>	<b>HG:</b> 19 ± 1,7	
				<b>I</b>	<b>LG:</b> 14 ± 4,6		
				<b>IF</b>	<b>HG:</b> 19 ± 1,7		
Tefertiller, et al.	SI	NO	NO	<b>10-MWT</b>	<b>I</b>	<b>In:</b> NR	Se lograron velocidades de marcha cercanas a las velocidades domésticas actualmente aceptadas. Muchas personas demostraron un progreso significativo hacia la independencia al utilizar el dispositivo para caminar, y algunas no necesitaron asistencia física después de 8 semanas.
					<b>IF</b>	<b>Ou:</b> NR	
Zeilig, et al.	NO	SI	NO	<b>6-MWT</b>	<b>I</b>	<b>HL:</b> NR	La interfaz del usuario da como resultado un patrón único de control para caminar en personas con lesión de la medula espinal, como se esperaba aquellos con niveles más bajos de lesión de la medula espinal tuvieron mejores resultados al caminar y también progresaron rápidamente para estar listos para la prueba con el exoesqueleto.
					<b>I</b>	<b>LL:</b> NR	
				<b>IF</b>	<b>HL:</b> 63,3 m		
				<b>IF</b>	<b>LL:</b> 22,7 m		
Labruyère et al.	SI	NO	SI	<b>10-MWT</b>	<b>I</b>	<b>G1:</b> 0,79 ± 0,31 m/s	El RAGT no fue superior al entrenamiento de fuerza de las extremidades inferiores para mejorar el rendimiento de la marcha en pacientes con LME crónica que dependían de asistencia para caminar. De hecho, la velocidad máxima de marcha mejoró más tras el entrenamiento de fuerza que con el RAGT.
					<b>I</b>	<b>G2:</b> 0,66 ± 0,22 m/s	
				<b>IF</b>	<b>G1:</b> 0,80 ± 0,35 m/s		
				<b>IF</b>	<b>G2:</b> 0,80 ± 0,28 m/s		

Autor	10-MWT	6-MWT	WISCI-II	Resultados	Conclusiones
				<b>G1:</b> 14,1 ± 2,5	
				<b>I</b>	
			<b>WISCI-II</b>	<b>G2:</b> 14,9 ± 3,1	
				<b>G1:</b> 14,4 ± 2,6	
				<b>IF</b>	
				<b>G2:</b> 14,8 ± 2,9	

*10-MWT: 10-meter walk test; 6-MWT: 6-minute walk test; WISCI-II: Walking Index for Spinal Cord Injury; I: Inicio; IF: Final de intervención; In: Evaluación en interiores; Ou: Evaluación en exteriores; LG: Grupo con puntuación de 0-5 en WISCI-II antes de la intervención; HG: Grupo con puntuación 6-20 en WISCI-II antes de la intervención; VDE-BWSTT: Voluntary-Driven Exoskeleton – Body Weight Supported Treadmill Training; NR: No reportado; HL: Grupo que presenta lesión medular alta; LL: Grupo que presenta lesión medular baja; G1: Grupo que recibió primero entrenamiento con exoesqueleto y después entrenamiento de fuerza; G2: Grupo que recibió primero entrenamiento de fuerza y luego entrenamiento con exoesqueleto; LME: Lesión de la médula espinal; RAGT: Robot assisted gait training.*