

# Plataforma para la rehabilitación de la marcha en pacientes con patologías del sistema nervioso central

## Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

**INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN**



RED ESPAÑOLA DE AGENCIAS DE EVALUACIÓN  
de Tecnologías y Prestaciones del Sistema Nacional de Salud



**EUSKO JAURLARITZA**  
**GOBIERNO VASCO**

OSASUN SAILA  
DEPARTAMENTO DE SALUD



# Plataforma para la rehabilitación de la marcha en pacientes con patologías del sistema nervioso central

## Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias

**INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN**



**Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia**

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2024

Un registro bibliográfico de esta obra puede consultarse en el catálogo de la Biblioteca General del Gobierno Vasco:

[https://www.katalogoak.euskadi.eus/cgi-bin\\_q81a/abnetclop?SUBC=VEJ/J0001](https://www.katalogoak.euskadi.eus/cgi-bin_q81a/abnetclop?SUBC=VEJ/J0001)

Edición: abril 2024

Internet: [www.euskadi.eus/publicaciones](http://www.euskadi.eus/publicaciones)

Edita: Ministerio de Sanidad  
Jauriaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia  
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco  
c/ Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz

Fotocomposición: Composiciones RALI, S.A.  
Costa, 12-14 – 48010 Bilbao

NIPO: 133-24-027-5 (Ministerio de Sanidad)

Plataforma para la rehabilitación de la marcha en pacientes con patologías del sistema nervioso central. Eva Reviriego Rodrigo, Marta López de Argumedo González de Durana, Jesús Figueroa Rodríguez, Lorea Galnares-Cordero. Vitoria –Gasteiz. Ministerio de Sanidad/ Jaurilaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia, Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco; 2024

1 archivo pdf; (Informes, Estudios e Investigación)

NIPO: 133-24-027-5 (Ministerio de Sanidad)

Este documento ha sido realizado por OSTEBA en el marco de la financiación del Ministerio de Sanidad para el desarrollo de las actividades del *Plan anual de Trabajo de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del SNS*, aprobado en el Pleno del Consejo Interterritorial del SNS de 26 de mayo de 2021.

Para citar este informe:

**Reviriego Rodrigo E, López de Argumedo González de Durana M, Figueroa Rodríguez J, Galnares-Cordero L.** Plataforma para la rehabilitación de la marcha en pacientes con patologías del sistema nervioso central. Ministerio de Sanidad. Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco; 2024. **Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias:** OSTEBA.



## Autoría

**Eva Reviriego Rodrigo.** Fundación Vasca de Innovación e Investigación Sanitarias, Gestión del Conocimiento y Evaluación, Osteba, Barakaldo, España.

**Marta López de Argumedo.** Departamento de Salud del Gobierno Vasco, Dirección de Investigación e Innovación Sanitarias, Osteba, Vitoria-Gasteiz, España.

**Jesús Figueroa Rodríguez.** Jefe del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación. Gerencia del Área Sanitaria de Santiago de Compostela y Barbanza.

**Lorea Galnares-Cordero.** Fundación Vasca de Innovación e Investigación Sanitarias, Gestión del Conocimiento y Evaluación, Osteba, Barakaldo, España.

## Colaboración experta

**Ana Toledo-Chávarri.** Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud (SESCS). Fundación Canaria Instituto de Investigación Sanitaria de Canarias (FIISC). Red de Investigación en Cronicidad, Atención Primaria y Promoción de la Salud (RICAPPS).

## Revisión externa

**Joan Vidal Samsó.** Institut Guttmann, Hospital de Neurorehabilitació, Badalona, Spain; Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Spain; Fundació Institut d'Investigació en Ciències de la Salut Germans Trias i Pujol, Badalona, Spain.

**Javier Díez-García.** Coordinador del Banco de Pruebas del Sistema Nervioso, Instituto de Investigación Sanitaria Biobizkaia, Bilbao, España.

## Agradecimientos

En especial se agradece la participación a Arantza Romano Igartua, M<sup>a</sup> del Puerto Landa Ortiz de Zárate, Laura Vicente Jiménez, Elena Revilla López y Joxe Arizmendi, del Área de documentación y bibliotecas es-

pecializadas del Departamento de Salud del Gobierno Vasco, Dirección de Investigación e Innovación Sanitarias, Vitoria-Gasteiz, España.

## Desarrollo del proyecto

**Desarrollo científico y coordinación técnica:** Eva Reviriego Rodrigo y Marta López de Argumedo González de Durana. Fundación Vasca de Innovación e Investigación Sanitarias (BIOEF), Gestión del Conocimiento y Evaluación, Osteba, Barakaldo, España. Departamento de Salud del Gobierno Vasco, Dirección de Investigación e Innovación Sanitarias, Osteba, Vitoria-Gasteiz, España.

**Documentación:** Lorea Galnares-Cordero. Fundación Vasca de Innovación e Investigación Sanitarias (BIOEF), Gestión del Conocimiento y Evaluación, Osteba, Barakaldo, España.

**Coordinación, gestión y edición:** Anaitz Leunda-Iñurritegui. Fundación Vasca de Innovación e Investigación Sanitarias (BIOEF), Gestión del Conocimiento y Evaluación, Osteba, Barakaldo, España.

**Difusión:** Anaitz Leunda-Iñurritegui y Lorea Galnares-Cordero. Fundación Vasca de Innovación e Investigación Sanitarias (BIOEF), Gestión del Conocimiento y Evaluación, Osteba, Barakaldo, España.

## Declaración de intereses

Los/as autores/as declaran no tener ningún conflicto de intereses en relación con este informe de evaluación.

## Autora para correspondencia

Eva Reviriego Rodrigo: [reviriego@bioef.eus](mailto:reviriego@bioef.eus)

# Índice

<b>Abreviaturas</b>	<b>14</b>
<b>Resumen Estructurado</b>	<b>16</b>
<b>Laburpen egituratua</b>	<b>20</b>
<b>Structured Summary</b>	<b>24</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>28</b>
<b>II. Alcance y objetivos</b>	<b>30</b>
II.1. Alcance	30
II.2. Objetivo general	30
II.3. Objetivos específicos	30
II.4. Preguntas de investigación	30
<b>III. Metodología</b>	<b>32</b>
III.1. Revisión sistemática de la evidencia científica	32
III.1.1. Fuentes de información y estrategia de búsqueda	33
III.1.2. Proceso de selección de estudios	34
III.1.3. Evaluación de la calidad de la evidencia	34
III.1.4. Extracción de datos y síntesis de la evidencia	35
III.2. Participación de los pacientes	36
<b>IV. Resultados</b>	<b>37</b>
IV.1. Descripción de la evidencia disponible	37
IV.1.1. Resultados de la búsqueda	37
IV.1.2. Descripción de estudios	38
IV.1.3. Resultados de efectividad y seguridad por patologías	39
IV.1.4. Valoración de la calidad de la evidencia	74
<b>IV. Discusión</b>	<b>86</b>
<b>V. Conclusiones</b>	<b>91</b>
<b>VI. Referencias bibliográficas</b>	<b>94</b>
<b>VII. Anexos</b>	<b>97</b>
Anexo I. Estrategias de búsqueda	97
Anexo II. Listado de estudios excluidos	100

Anexo III. Tablas de evidencia de los estudios incluidos	101
Anexo IV. Tablas de Perfiles de la evidencia GRADE	122
Anexo V. Ensayos clínicos en marcha	130

# Índice de tablas

Tabla 1.	Pregunta de investigación en formato PICOd	31
Tabla 2.	Criterios de selección de estudios	32
Tabla 3.	Relación de los estudios incluidos en la revisión	38
Tabla 4.	Características del estudio Fonteyn 2014	40
Tabla 5.	Resumen de resultados de efectividad (Fonteyn 2014)	42
Tabla 6.	Características del estudio (Tuijelaars 2022)	44
Tabla 7.	Características del estudio (van de Venis 2023)	47
Tabla 8.	Resumen de resultados de efectividad (van de Venis 2023)	48
Tabla 9.	Características de los estudios sobre tratamiento con C-Mill en Trastorno del Desarrollo de la Coordinación	50
Tabla 10.	Características de los estudios sobre tratamiento con C-Mill en pacientes con Parkinson	54
Tabla 11.	Resumen de los resultados de efectividad de los estudios sobre Parkinson (agrupados)	62
Tabla 12.	Características de los estudios sobre tratamiento con C-Mill en pacientes con ictus	65
Tabla 13.	Resumen de resultados de efectividad del entrenamiento con C-Mill en pacientes que han experimentado un ictus	72
Tabla 14.	Herramientas de evaluación de la calidad de los estudios	74
Tabla 15.	Evaluación de la Calidad del Estudio de Fonteyn (2014) sobre Ataxia Cerebelosa Degenerativa	75
Tabla 16.	Evaluación de la Calidad del Estudio de Tuijelaars (2022) sobre Poliomeilitis	76
Tabla 17.	Evaluación de la Calidad del Estudio de van de Venis 2023 (22) sobre paraplejía espástica hereditaria	77
Tabla 18.	Evaluación de la Calidad del Estudio de Kuijpers 2022 (23) sobre el trastorno del desarrollo de la coordinación en la población infantil	78
Tabla 19.	Evaluación de la Calidad del Estudio de Kuijpers 2022 (24) sobre trastorno del desarrollo de la coordinación en la población infantil	79

Tabla 20. Evaluación de la Calidad del Estudio de Wang 2022 (25) sobre la Enfermedad de Parkinson	81
Tabla 21. Evaluación de la Calidad de los Estudios sobre Enfermedad de Parkinson: Chen 2021 (28) y Lu 2019 (30)	82
Tabla 22. Evaluación de la Calidad de los Estudios sobre Ictus: Van Ooijen 2015 y Hereen 2013	83
Tabla 23. Evaluación de la Calidad de los Estudios sobre Ictus: Timmermans 2021 (28) y Enam 2021 (29)	84
Tabla 13. Resumen de resultados de efectividad del entrenamiento con C-Mill en pacientes que han experimentado un ictus	72
Tabla 14. Herramientas de evaluación de la calidad de los estudios	74
Tabla 15. Evaluación de la Calidad del Estudio de Fonteyn (2014) sobre Ataxia Cerebelosa Degenerativa	75
Tabla 16. Evaluación de la Calidad del Estudio de Tuijelaars (2022) sobre Poliomeilitis	76
Tabla 17. Evaluación de la Calidad del Estudio de van de Venis 2023 (22) sobre paraplejía espástica hereditaria	77
Tabla 18. Evaluación de la Calidad del Estudio de Kuijpers 2022 (23) sobre el trastorno del desarrollo de la coordinación en la población infantil	78
Tabla 19. Evaluación de la Calidad del Estudio de Kuijpers 2022 (24) sobre trastorno del desarrollo de la coordinación en la población infantil	79
Tabla 20. Evaluación de la Calidad del Estudio de Wang 2022 (25) sobre la Enfermedad de Parkinson	81
Tabla 21. Evaluación de la Calidad de los Estudios sobre Enfermedad de Parkinson: Chen 2021 (28) y Lu 2019 (30)	82
Tabla 22. Evaluación de la Calidad de los Estudios sobre Ictus: Van Ooijen 2015 y Hereen 2013	83
Tabla 23. Evaluación de la Calidad de los Estudios sobre Ictus: Timmermans 2021 (28) y Enam 2021 (29)	84

# Índice de gráficos

Figura 1. Resultados del proceso de selección (diagrama de flujo PRISMA 2020 para revisiones sistemáticas) (19)

37

# Abreviaturas

<b>ABC:</b>	Escala de Equilibrio Específica de Actividades (Activities-Specific Balance Confidence)
<b>AR:</b>	Realidad Aumentada (Augmented Reality)
<b>BBS:</b>	Escala de Equilibrio de Berg (Berg Balance Scale)
<b>CoP:</b>	Centro de Presión (Center of Pressure)
<b>EFAP:</b>	Perfil de Ambulación Funcional de Emory (Emory Functional Ambulation Profile)
<b>EP:</b>	Enfermedad de Parkinson (Parkinson's Disease)
<b>ETS:</b>	Evaluación de Tecnologías Sanitarias (Health Technology Assessment)
<b>GC:</b>	Grupo Control (Control Group)
<b>GI:</b>	Grupo Intervención (Intervention Group)
<b>GRADE:</b>	Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation
<b>JBI:</b>	Instituto Joanna Briggs (Joanna Briggs Institute)
<b>PACES:</b>	Resultados de Disfrute de la Actividad (Physical Activity Enjoyment Scale)
<b>RV:</b>	Realidad Virtual (Virtual Reality)
<b>SARA:</b>	Escala de Evaluación de Ataxia (Scale for the Assessment and Rating of Ataxia)
<b>SC:</b>	Stroke Control (Control de Accidente Cerebrovascular)
<b>SI:</b>	Stroke Intervention (Intervención de Accidente Cerebrovascular)
<b>SNC:</b>	Sistema Nervioso Central (Central Nervous System)
<b>SNS:</b>	Sistema Nacional de Salud (National Health System)
<b>SSC:</b>	Velocidad de Marcha Autoseleccionada (Self-Selected Walking Speed)
<b>TUG:</b>	Tiempo de Up and Go

<b>VR:</b>	Realidad Virtual (Virtual Reality)
<b>WALT:</b>	Prueba de Escalera de Adaptabilidad en la Marcha (Walking Adaptability Ladder Test)
<b>WAcognitiva:</b>	Adaptabilidad al Caminar en Condiciones Cognitivas
<b>WAmotor:</b>	Adaptabilidad al Caminar en Condiciones Motoras
<b>WAsingle:</b>	Adaptabilidad al Caminar en Condiciones Simples
<b>6MWT:</b>	Prueba de Marcha de 6 Minutos (6-Minute Walk Test)
<b>10MWT:</b>	Prueba de Caminata de 10 Metros (10-Meter Walk Test)

# Resumen Estructurado

**Título:** Plataforma para la rehabilitación de la marcha en pacientes con patologías del sistema nervioso central.

**Autores/as:** Eva Reviriego Rodrigo, Marta López de Argumedo, Jesús Figueroa Rodríguez, Lorea Galnares-Cordero.

**Palabras clave:** C-Mill, Gait, Rehabilitation

**Fecha:** abril 2024

**Páginas:** 144

**Referencias:** 31

## Introducción

El dispositivo médico C-Mill VR, desarrollado por Motek Medical B.V. en 2005, es una plataforma de rehabilitación de marcha y equilibrio compuesto por un tapiz rodante que integra un entorno de realidad virtual con un soporte de peso, indicado para pacientes con patologías del sistema nervioso central. Este dispositivo también registra parámetros de la ejecución de las tareas solicitadas al paciente durante la sesión de entrenamiento y facilita una evaluación objetiva del equilibrio y la marcha, permitiendo la elección y monitorización eficientes de programas de tratamiento.

El propósito de C-Mill VR es mejorar y precisar las oportunidades de rehabilitación de la marcha y el equilibrio, especialmente dentro de programas de neurorrehabilitación, dirigidos principalmente a diversas enfermedades del sistema nervioso central.

## Objetivos

Evaluar la evidencia científica sobre la efectividad y la seguridad de la terapia C-Mill VR, así como exponer la perspectiva de pacientes acerca de su uso para la rehabilitación de la marcha y el equilibrio en personas con patologías del sistema nervioso central.

## Metodología

Se realizó una revisión sistemática para evaluar la evidencia sobre la efectividad y seguridad del tratamiento rehabilitador centrado en la rehabilitación de la marcha y el equilibrio mediante el empleo de la plataforma C-Mill VR, para proporcionar una evaluación imparcial y precisa que respalde la toma de decisiones clínicas informadas en este campo.

**Análisis económico:** SÍ **NO**

**Opinión de Expertos:** SÍ **NO**

## **Resultados**

La revisión sistemática realizada identificó un total de 12 estudios publicados en la última década y que aportan resultados sobre la efectividad y seguridad del C-Mill VR.

Esta revisión exhaustiva ha examinado un conjunto diverso de estudios que evalúan la efectividad de la plataforma C-Mill VR en diversas patologías neurológicas como ataxia cerebelosa degenerativa, poliomielitis, paraplejía espástica hereditaria, trastorno del desarrollo de la coordinación (en población infantil), enfermedad de Parkinson e ictus. En el ámbito de la ataxia cerebelosa degenerativa, un estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-postest, proporcionó una valiosa perspectiva sobre la rehabilitación con C-Mill VR en esta condición. En el caso de la poliomielitis, un estudio observacional descriptivo transversal ha contribuido a la comprensión de los efectos de la plataforma en pacientes con esta enfermedad, ofreciendo una visión clínica única. La paraplejía espástica hereditaria fue abordada a través de un ensayo clínico aleatorizado, proporcionando información valiosa sobre la seguridad y eficacia de la rehabilitación con C-Mill VR en esta población específica. En el ámbito del trastorno del desarrollo de la coordinación, dos estudios han adoptado enfoques cuasi-experimentales y observacionales descriptivos transversales, destacando la diversidad de perspectivas y la relevancia de la plataforma C-Mill VR en la población infantil. La enfermedad de Parkinson ha sido objeto de tres estudios con diseños cuasi-experimentales y ensayos clínicos no aleatorizados que han proporcionado una comprensión integral de los efectos de la rehabilitación con C-Mill VR en pacientes con Parkinson. En el contexto del ictus, cuatro estudios han adoptado enfoques que van desde ensayos clínicos aleatorizados hasta ensayos clínicos no aleatorizados y estudios cuasi-experimentales. Estos estudios han contribuido significativamente a la literatura sobre la rehabilitación con C-Mill VR en pacientes que han experimentado un ictus. No se encontraron estudios de metodología de investigación cualitativa que abordaran las experiencias y preferencias de pacientes en relación con la plataforma de rehabilitación de la marcha y equilibrio C-Mill en el contexto de este análisis.

## **Conclusiones**

### **Conclusiones para la práctica clínica según las patologías abordadas**

#### **Conclusiones sobre la efectividad y la seguridad del tratamiento con C-Mill:**

##### **Ataxia Cerebelosa Degenerativa:**

Se ha observado mejoría en ciertas pruebas relacionadas con la evitación de obstáculos y la estabilidad dinámica en pacientes con ataxia cerebelosa degenerativa después del tratamiento con C-Mill, según un único estudio. Sin

embargo, la evidencia no es concluyente al considerar todas las pruebas analizadas. Además, se ha notado una reducción en el número de caídas post-entrenamiento, lo que sugiere una mejora en la estabilidad. Es importante tener en cuenta que el nivel de confianza en los resultados es bajo, por lo que se recomienda interpretar los hallazgos con precaución.

### **Poliomielitis:**

Un estudio observacional ofrece información sobre la efectividad del tratamiento con C-Mill en pacientes con secuelas de poliomielitis. Sin embargo, sus resultados no son concluyentes, ya que no proporcionan evidencia directa sobre los efectos clínicos en el conjunto de los pacientes con estas secuelas. Además, este estudio presenta un nivel de confianza bajo. Actualmente, no hay suficiente evidencia disponible para evaluar la seguridad del uso de C-Mill en estos pacientes.

### **Paraplejia Espástica Hereditaria:**

Según un único ensayo clínico, se han observado mejoras significativas en la adaptabilidad de la marcha con el uso de la plataforma C-Mill en comparación con el tratamiento de rehabilitación estándar. Sin embargo, es importante destacar que el nivel de confianza en todas las variables de resultado consideradas críticas es bajo. En relación con la seguridad, no se han identificado eventos adversos graves relacionados directamente con la intervención.

### **Trastorno de la Coordinación:**

Los dos estudios disponibles indican mejorías significativas en niños con trastornos de coordinación en términos de adaptabilidad al caminar y habilidades cognitivas. Sin embargo, es importante interpretar estos resultados con cautela debido al bajo nivel de confianza en ellos. Hasta el momento, no se han encontrado datos específicos sobre la seguridad del uso de C-Mill en niños con trastornos de la coordinación.

### **Enfermedad de Parkinson:**

La evidencia disponible sugiere que el entrenamiento con C-Mill puede mejorar la velocidad de la marcha, el equilibrio y la calidad de vida en pacientes con enfermedad de Parkinson, independientemente de la presencia de inestabilidad. Sin embargo, es importante destacar que la confianza en estos resultados es muy baja, por lo que se recomienda interpretarlos con prudencia. Hasta el momento, no se dispone de información detallada sobre eventos adversos o problemas de seguridad asociados con el uso de C-Mill en pacientes con enfermedad de Parkinson.

**Ictus:**

Los estudios disponibles son consistentes en cuanto a los efectos positivos del entrenamiento con C-Mill en los pacientes con ictus en todas las pruebas evaluadas, si bien el nivel de confianza es moderado para los efectos sobre la velocidad y la adaptabilidad de la marcha y para el rendimiento cognitivo, y muy bajo para el resto de las pruebas analizadas. La falta de información detallada sobre eventos adversos o problemas de seguridad relacionados con estas terapias limita la comprensión completa de los riesgos asociados.

**Perspectiva de pacientes:**

La perspectiva de los pacientes en estudios relacionados con la ataxia cerebelosa degenerativa, el trastorno de coordinación y las secuelas del ictus revela una consistente satisfacción y percepción de beneficios tanto por parte de los participantes como de sus cuidadores. Esta visión positiva se traduce en un impacto favorable en la calidad de vida, respaldado por la alta recomendación de los programas de entrenamiento y la mejora en la confianza al caminar. La percepción positiva sobre la capacidad física refuerza la eficacia de estas intervenciones en diversas condiciones neurológicas. Al evaluar globalmente la efectividad, es esencial considerar estos aspectos subjetivos, subrayando la relevancia de la experiencia del paciente y la retroalimentación de los cuidadores para una comprensión completa de los resultados de la rehabilitación.

**Conclusiones para la investigación:**

Dado el nivel de confianza bajo en la evidencia global, se requieren nuevas investigaciones con un enfoque metodológico más riguroso para alcanzar conclusiones más sólidas sobre la efectividad y seguridad del tratamiento con C-Mill en pacientes con trastornos del sistema nervioso central. Es fundamental realizar estudios más robustos que empleen diseños de investigación rigurosos y muestras representativas para mejorar la comprensión de los beneficios y posibles riesgos asociados con esta intervención. Estos estudios adicionales contribuirán a fortalecer la base de evidencia disponible y ofrecerán una mayor claridad sobre el papel de C-Mill en la rehabilitación de pacientes con patologías del sistema nervioso central.

# Laburpen egituratua

**Izenburua:** Nerbio-sistema zentraleko patologia dituzten pazienteen ibilera errehabilitatzeko plataforma.

**Egileak:** Eva Reviriego Rodrigo, Marta López de Argumedo, Jesús Figueroa Rodríguez, Lorea Galnares-Cordero.

**Gako-hitzak:** C-Mill, Gait, Rehabilitation

**Data:** 2024ko apirila

**Orrialde kopurua:** 144

**Erreferentziak:** 31

## Sarrera

C-Mill VR gailu medikoa, Motek Medical BVk 2005ean garatua, ibilera eta oreka errehabilitatzeko plataforma bat da, errealitate birtualeko ingurune bati eusten dion tapiz mekaniko batez eta nerbio-sistema zentraleko patologia dituzten pazienteentzat egokia den pisu-euskarri batez osatua. Gailu horrek pazienteari entrenamendu-saioan eskatutako lanen exekuzio-parametroak ere erregistratzen ditu, eta orekaren eta ibileraren ebaluazio objektibo bat ematen du, tratamendu-programa eraginkorrak hautatzea eta monitorizatzea ahalbidetzeko.

C-Mill VR plataformaren helburua da ibilera eta oreka errehabilitatzeko aukerak hobetzea eta zehaztea, nerbio-sistema zentraleko hainbat gaixotasuni nagusiki bideratutako neurorrehabilitazio-programen barnean, bereziki.

## Helburuak

C-Mill VR terapiaren eraginkortasunari eta segurtasunari buruzko ebidentzia zientifikoa ebaluatzea, eta nerbio-sistema zentraleko patologia dituzten pertsonen ibilera eta oreka errehabilitatzeko gailu hori erabiltzeari buruz pazienteek duten ikuspegia azaltzea.

## Metodologia

Berrikuspen sistematiko bat egin zen, C-Mill VR plataforma erabiliz ibileraren eta orekaren errehabilitazioan zentratutako errehabilitazio-tratamenduaren eraginkortasunari eta segurtasunari buruzko ebidentzia ebaluatzeko, alor horretan erabaki kliniko informatuak hartzea indartuko duen ebaluazio inpartzial eta zehatza emateko.

**Analisi ekonomikoa:** BAI

**EZ**

**Adituen iritzia:** BAI

**EZ**

## **Emaitzak**

Egindako berrikuspene sistematikoak azken hamarkadan argitaratutako 12 azterketa identifikatu ditu orotara, C-Mill VR plataformaren eraginkortasunari eta segurtasunari buruzko emaitzak ematen dituztenak.

Berrikuspene sakon horrek azterketa batzuk ikertu ditu, zenbait patologia neurologikotan C-Mill VR plataformak duen eraginkortasuna ebaluatzen dutenak, hala nola endekapenezko zerebelo-ataxia, poliomielitisa, paraplejia espastiko hereditarioa, garapeneko koordinazio-nahasmendua (haurrengan), Parkinsonen gaixotasuna eta iktusa. Endekapenezko zerebelo-ataxiaren esparruan, pretest-postest diseinudun azterketa kuasiesperimental batek C-Mill VR plataformarekin errehabilitatzeari buruzko ikuspegi baliotsua eman zuen. Poliomielitisaren kasuan, behaketazko azterketa deskribatzaile transbertsal batek lagundu du gaixotasun hori duten pazienteengan plataformak dituen eraginak ulertzen, ikuspegi kliniko bakarra eskainita. Paraplejia espastiko hereditarioa saiakuntza kliniko ausazkotu baten bidez landu zen, eta biztanleria espezifikoko horri C-Mill VR plataformarekin egindako errehabilitazioaren segurtasunari eta eraginkortasunari buruzko informazio baliotsua eman zuen. Garapeneko koordinazio-nahasmenduari dagokionez, bi azterketak ikuspegi kuasiesperimental eta behaketazko transbertsal deskribatzaileak hartu dituzte, eta ikuspuntu-aniztasuna eta haurren artean C-Mill VR plataformak duen garrantzia azpimarratu dituzte. Parkinsonen gaixotasuna diseinu kuasiesperimentalekin eta saiakuntza kliniko ez-ausazkotuekin egindako hiru azterketatan ikertu da, eta Parkinsona duten pazienteengan C-Mill VR plataformarekin egindako errehabilitazioak dituen eraginak osorik ulertzea ekarri dute azterketa horiek. Iktusaren testuinguruan, saiakuntza kliniko ausazkotuetatik saiakuntza kliniko ez-ausazkotuetara eta azterketa kuasiesperimentaletara doazen ikuspegiak hartu dituzte lau azterketak. Azterketa horiek nabarmen lagundu dute iktusa izan duten pazienteak C-Mill VR plataformaren bidez errehabilitatzeari buruzko literaturan. Ez da aurkitu ikerketa kualitatiboko metodologia erabili duen azterketarik C-Mill ibilera eta oreka errehabilitatzeko plataformari dagokionez pazienteen esperientziak eta lehentasunak aztertzen dituenik analisi honen testuinguruan.

## **Ondorioak**

### **Jorratutako patologien praktika klinikorako ondorioak**

### **C-Mill plataformarekin egindako tratamenduaren eraginkortasunari eta segurtasunari buruzko ondorioak:**

#### **Endekapenezko zerebelo-ataxia:**

Azterketa bakarraren arabera, C-Mill plataformarekin tratamendua egin ondoren, endekapenezko zerebelo-ataxia duten pazienteengan hobekuntza

nabaritu da oztopoak saihestearekin eta egonkortasun dinamikoarekin lotutako zenbait probatan. Aitzitik, ebidentzia ez da erabatekoa aztertutako froga guztiak aintzat hartuta. Gainera, entrenamendu ondorengo erorikoen kopurua murriztu dela nabaritu da, eta horrek egonkortasunean hobetu izana iradokitzen du. Garrantzitsua da aintzat hartzea emaitzen konfiantza maila baxua dela, eta, beraz, aurkikuntzak tentuz interpretatzea gomendatzen da.

### **Poliomielitisa:**

Behaketazko azterketa batek informazioa ematen du poliomielitisaren sekuelak dituzten pazienteengan C-Mill plataformarekin egindako tratamenduak duen eraginkortasunari buruz. Hala ere, bere emaitzak ez dira eztabai-daezinak, ez baitute sekuela horiek dituzten paziente guztien eragin klinikoei buruzko ebidentzia zuzena ematen. Gainera, azterketa horrek konfiantza maila baxua du. Egun, ez dago paziente horiekin C-Mill plataformaren erabileraren segurtasuna ebaluatzeko nahikoa ebidentzia eskuragai.

### **Paraplejia espastiko hereditarioa:**

Saiakuntza kliniko bakarraren arabera, hobekuntza nabarmenak nabaritu dira ibileraren egokigarritasunean C-Mill plataforma erabilita, errehabilitazio-tratamendu estandarrarekin alderatuz gero. Hala ere, garrantzitsua da azpimarratzea konfiantza maila baxua izan dela kritikotzat jo diren emaitzaren aldaera guztietan. Segurtasunari dagokionez, ez da identifikatu esku-hartzearekin zuzenean erlazionatutako gertaera kaltegarri larririk.

### **Koordinazio-nahasmendua:**

Eskuragai dauden bi azterketek hobekuntza nabarmenak erakusten dituzte koordinazio-nahasmenduak dituzten haurren ibileraren egokigarritasunari eta gaitasun kognitiboei dagokienez. Hala ere, garrantzitsua da emaitza horiek tentuz interpretatzea, emaitzok konfiantza maila baxua baitute. Oraingoz, ez da aurkitu koordinazio-nahasmenduak dituzten hurrekin C-Mill plataformaren erabileraren segurtasunari buruzko datu espezifikorik.

### **Parkinsonen gaixotasuna:**

Eskuragai dugun ebidentziak iradokitzen du C-Mill plataformarekin egindako entrenamenduak hobetu ditzakeela Parkinsonen gaixotasuna duten pazienteen ibileraren abiadura, oreka eta bizi-kalitatea, ezegonkortasuna egon zein ez. Hala ere, garrantzitsua da azpimarratzea emaitza horien konfiantza maila oso baxua dela, eta, beraz, emaitzok tentuz interpretatzea gomendatzen da. Oraingoz, ez dugu Parkinsonen gaixotasuna duten pazienteekin C-Mill

plataforma erabiltzearekin erlazionatutako gertaera kaltegarriei edo segurtasun-arazoei buruzko informazio zehatzik.

### **Iktusa:**

Eskuragai dauden azterketak bat datoz ebaluatutako proba guztietan iktusa duten pazienteekin C-Mill plataformarekin egindako entrenamenduaren eragin positiboetarako dagokienez. Hala ere, konfiantza maila neurritsua da ibileraren abiadura eta egokigarritasunaren gaineko eraginetarako zein errendimendu kognitiborako, eta oso baxua aztertutako gainerako probetarako. Terapia horiekin lotutako gertaera kaltegarriei edo segurtasun-arazoei buruzko informazio zehatza ez izatea muga da arrisku erlazionatuak osoki ulertzeko.

### **Pazienteen ikuspegia:**

Endekapenezko zerebelo-ataxiarekin, koordinazio-nahasmenduarekin eta iktusaren sekuekin zerikusia duten ikerketetan pazienteek duten ikuspuntuak erakusten du parte-hartzaileen zein haien zaintzaileen gogobetetze sendoa eta onuren pertzepzioa. Ikuspegi positibo horrek eragin onuragarria du bizi-kalitatean, entrenamendu-programen gomendio sendoak eta oinez ibiltzean konfiantza hobetzeak indartuta. Gaitasun fisikoari buruzko pertzepzio positiboak indartu egiten du esku-hartze horien eraginkortasuna egoera neurologiko batzuetan. Eraginkortasuna orokorki ebaluatzean, funtsezkoa da alderdi subjektibo horiek aintzat hartzea, pazientearen esperientziaren garrantzia eta zaintzaileen atzeraelikadura azpimarratuta, errehabilitazioaren emaitzak osoki ulertzeko.

### **Ikerketarako ondorioak:**

Ebidentzia orokorrean konfiantza maila txikia denez, beste ikerketa batzuk egin behar dira, ikuspegi metodologiko zorrotzagoarekin, nerbio-sistema zentralerako nahasmenduak dituzten pazienteengan C-Mill plataformarekin egindako tratamenduaren eraginkortasunari eta segurtasunari buruzko ondorio sendoagoak erdiesteko. Funtsezkoa da ikerketa-diseinu zorrotzak eta lagin adierazgarriak erabiltzen dituzten azterketa sendoagoak egitea, esku-hartze horrekin erlazionatutako onurak eta arrisku posibleak hobeto ulertzeko. Azterketa gehigarri horiek lagunduko dute eskuragai dugun ebidentziaren oinarria indartzen, eta argitasun gehiago eskainiko dute nerbio-sistema zentralerako patologiak dituzten pazienteen errehabilitazioan C-Mill plataformak izan dezakeen paperari buruz.

# Structured Summary

**Title:** Gait rehabilitation system for patients with central nervous system disorders

**Authors:** Eva Reviriego Rodrigo, Marta López de Argumedo, Jesús Figueroa Rodríguez, Lorea Galnares-Cordero.

**Keywords:** C-Mill, Gait, Rehabilitation

**Date:** April 2024

**Number of pages:** 144

**References:** 31

## Introduction

The C-Mill medical virtual reality simulator developed by Motek Medical B.V. in 2005 is a gait and balance rehabilitation system, composed of a virtual reality treadmill with a weight support system, and it is indicated for patients with central nervous system conditions. This system also records parameters for the execution of specific tasks requested for patients during training sessions and provides an objective evaluation of the balance and gait, enabling the efficient selection and monitoring of treatment programmes.

The purpose of the C-Mill VR treadmill is to improve and refine opportunities for gait and balance rehabilitation, in particular, during neurorehabilitation programmes, above all those for various central nervous system disorders.

## Objectives

To assess the scientific evidence on the effectiveness and safety of C-Mill VR-based therapy, as well as to explore the perspective of patients with central nervous system disorders on its use for gait and balance rehabilitation.

## Methods

A systematic review was conducted to evaluate the effectiveness and safety of gait and balance rehabilitation based on the use of the C-Mill VR system, to provide an impartial and accurate assessment to support informed decision-making in this field.

**Economic analysis:** YES

**NO**

**Expert opinion:** YES

**NO**

## **Results**

The systematic review identified a total of 12 studies published in the last decade concerning the effectiveness and safety of the C-Mill VR system.

This exhaustive review examined a diverse set of studies assessing the effectiveness of the C-Mill VR system for various neurological conditions, namely degenerative cerebellar ataxia, poliomyelitis, hereditary spastic paraplegia, developmental coordination disorder (in children), Parkinson's disease, and stroke. In the field of degenerative cerebellar ataxia, a quasi-experimental study with a pre/post-test design provided an interesting perspective on C-Mill VR rehabilitation. In the case of poliomyelitis, a cross-sectional descriptive observational study reports on the effects of the system on patients with this condition, providing a unique clinical perspective. The use of C-Mill VR-based rehabilitation in patients with hereditary spastic paraplegia was addressed in a randomised clinical trial, yielding valuable information on its safety and efficacy in this specific population. Regarding developmental coordination disorder, one quasi-experimental pre/post-test study and one cross-sectional observational descriptive study have been reported, providing a range of views and indicating the relevance of the C-Mill VR system in children. Parkinson's disease was addressed in three publications, one reporting a quasi-experimental pre/post-test study, one a case series and one a non-randomised clinical trial, these providing us with diverse data on the effects of C-Mill VR rehabilitation in patients with Parkinson's disease. In the context of stroke, four studies were found ranging from quasi-experimental pre/post-test to non-randomised and randomised clinical trial designs, together contributing substantially to the literature on C-Mill VR-based rehabilitation in patients with a history of stroke. No qualitative studies were found addressing the experiences and preferences of patients regarding the C-Mill VR gait and balance rehabilitation system in the context of this analysis.

## **Conclusions**

### **Conclusions for clinical practice by disorder type**

#### **Conclusions on the effectiveness and safety of C-Mill-based treatment for:**

##### **Degenerative cerebellar ataxia**

Improvement was observed in certain tests related to obstacle avoidance and dynamic stability of patients with degenerative cerebellar ataxia after treatment with the C-Mill system, according to a single study. Nonetheless, the evidence is inconclusive when considering all the tests analysed. On the other hand, a reduction was noted in the number of falls after training, which suggests an improvement in stability. It is important to bear in mind that the

level of confidence in the results is low, and therefore, these findings must be interpreted with caution.

### **Poliomyelitis**

One observational study provides information on the effectiveness of treatment with the C-Mill system in patients with sequelae of poliomyelitis, but the results are inconclusive, as it provides no direct evidence of clinical effects in this set of patients. Further, the level of confidence in the results was low. To date, there is insufficient evidence available to assess the safety of using the C-Mill system in these patients.

### **Hereditary spastic paraplegia**

According to a single clinical trial, significant improvements were observed in gait adaptability using the C-Mill system, compared to standard rehabilitation. Nevertheless, it is important to highlight the low level of confidence in the outcomes measured. Regarding safety, no serious adverse events related to the intervention were identified.

### **Coordination disorder**

The two studies retrieved found significant improvements in terms of walking adaptability and cognitive skills in children with this condition, though we must interpret these findings with caution due to the low level of confidence in the results. To date, we have not found specific data regarding the safety of using the C-Mill system in children with this condition.

### **Parkinson's disease**

The available evidence suggests that training with C-Mill can improve gait speed, balance, and quality of life in patients with Parkinson's disease, regardless of their level of instability. Nonetheless, it is important to note that confidence in these results is very low, and hence, they should be interpreted with caution. To date, no detailed information is available on adverse events or safety issues associated with the use of C-Mill in patients with Parkinson's disease.

### **Stroke**

The studies retrieved agree regarding the positive effects of training with the C-Mill system in patients with stroke in all the tests assessed, although the level of confidence was moderate for its effects on walking speed and adaptability as well as cognitive performance, and very low for the other tests analysed. The lack of detailed information on adverse events or safety problems

related to these therapies means that we cannot properly assess the associated risks.

### **Patient perspective:**

The views of patients reported in studies on degenerative cerebellar ataxia, coordination disorder and stroke sequelae consistently reveal satisfaction and perception of benefits by both participants and their caregivers. This positive view translates to a positive impact on quality of life, supported by the high rate of recommendation of the training programmes and improvements in walking confidence. The positive perceptions related to physical capacity support the efficacy of these programmes in various neurological conditions. To make an overall assessment of effectiveness, it is essential to consider subjective factors, underlining the importance of patient experience and feedback from caregivers to fully understand rehabilitation outcomes.

### **Conclusions for research:**

Given the low level of confidence in the evidence overall, there is a need for further research with more rigorous methods to draw more robust conclusions on the effectiveness and safety of treatment using the C-Mill system in patients with central nervous system disorders. It is key to carry out more high-quality studies with more rigorous research designs and more representative samples to improve our understanding of the benefits and potential risks associated with this type of intervention. Such additional studies would help to strengthen the body of evidence available and provide a clearer picture of the role of the C-Mill system in the rehabilitation of patients with central nervous system disorders.

# I. Introducción

La fisioterapia y la terapia ocupacional se han establecido como métodos de tratamiento enfocados a recuperar el control voluntario del equilibrio y la marcha en pacientes con diversas patologías. Estas terapias se centran en la práctica intensiva, repetitiva y específica de tareas, que se ha demostrado ser útiles para lograr una terapia efectiva. Sin embargo, estas técnicas pueden ser laboriosas y, en muchos casos, producir efectos modestos o tardíos en los pacientes. Además, la frecuencia e intensidad de las terapias convencionales a menudo son insuficientes para lograr la recuperación máxima posible (1-6).

Por otro lado, la realidad virtual (RV) ha surgido en los últimos años como una innovación en el campo de la rehabilitación (7), proporcionando entornos tridimensionales seguros donde los pacientes pueden realizar tareas en tiempo real, anticipar y reaccionar ante objetos o eventos (5,8,9). Algunos estudios han analizado los efectos de la RV en la función motora de las extremidades superiores en adultos con hemiparesia crónica debido a un accidente cerebrovascular (9) y se han observado efectos positivos en la organización neural y la capacidad de caminar (10).

La plataforma C-Mill VR incorpora, además del tapiz rodante y el soporte de peso, proyección de actividades de entrenamiento en RV para una mayor inmersión durante la sesión de rehabilitación, permitiendo a los pacientes entrenar aspectos de la adaptabilidad de la marcha en un entorno seguro. El módulo de software C-Gait de C-Mill emplea sensores y cámaras para evaluar de manera objetiva y cuantitativa el equilibrio y la marcha mediante valoraciones como Adaptación a la velocidad, Reacción a situaciones inesperadas, Pasos guiados por la vista, Evitación de obstáculos, Marcha tándem, Marcha Slalom y Tareas duales cognitivas.

En cuanto a su impacto, la plataforma de entrenamiento y evaluación C-Mill VR facilita la selección del tratamiento más adecuado y el seguimiento de los progresos en la rehabilitación de la marcha, así como la superación de barreras emocionales y el miedo asociado a las caídas, generando confianza y motivación en los pacientes.

En este contexto, la plataforma de rehabilitación C-Mill, desarrollada por Motek Medical B.V. en 2005, ha sido concebida para mejorar y acelerar el proceso de re-educación de la marcha en pacientes con enfermedades neurológicas, como esclerosis múltiple, enfermedad de Parkinson, accidentes cerebrovasculares y otras afecciones que limitan la movilidad (11). Esta herramienta innovadora proyecta obstáculos y objetivos en la superficie del tapiz

rodante, incitando al individuo a realizar ajustes en los pasos para sortearlos. Esta simulación de situaciones reales de caminata en un entorno desordenado tiene como objetivo mejorar la capacidad de adaptación y reducir el riesgo de caídas en estas poblaciones con dificultades para realizar una marcha funcional eficaz, pero con capacidad de marcha independiente, con o sin ayudas técnicas.

Este informe presenta una revisión exhaustiva del estado actual de la investigación sobre el uso de C-Mill VR en programas de neurorrehabilitación, dirigidas a la re-educación de la marcha. Desde la evaluación de la eficacia hasta los beneficios psicológicos para los pacientes, este análisis busca arrojar luz sobre cómo esta tecnología pionera está transformando el panorama de la neurorrehabilitación.

La solicitud de este informe proviene de la Comisión de Prestaciones, Aseguramiento y Financiación, en el contexto de la identificación y priorización de necesidades de evaluación para el desarrollo del Plan de Trabajo Anual de la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del Sistema Nacional de Salud.

## II. Alcance y objetivos

### II.1. Alcance

Este informe se centra en pacientes con trastornos del sistema nervioso central (SNC) que afectan la marcha y el equilibrio, y está dirigido tanto a profesionales de rehabilitación involucrados en su tratamiento como a otros profesionales de la salud interesados en esta área.

### II.2. Objetivo general

El objetivo general de este informe es evaluar la evidencia científica sobre la efectividad y seguridad de la terapia C-Mill VR para la rehabilitación funcional de la marcha y el equilibrio en pacientes con patologías del SNC que causan alteraciones de la marcha, así como exponer la perspectiva de los pacientes sobre su uso.

### II.3. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este informe son los siguientes:

- Evaluar la efectividad de la terapia C-Mill VR en la rehabilitación funcional de la marcha de pacientes con patologías del SNC.
- Valorar la seguridad de la terapia C-Mill VR en la rehabilitación funcional de la marcha de pacientes con patologías del SNC.
- Describir la perspectiva de los pacientes sobre el uso del tratamiento rehabilitador de la marcha con la plataforma C-Mill VR.

### II.4. Preguntas de investigación

Se plantearon varias preguntas de investigación que fueron expresadas inicialmente en lenguaje natural de la siguiente forma:

- ¿Cuál es la efectividad de la terapia C-Mill VR en la rehabilitación funcional de la marcha en pacientes con patologías del SNC?

- ¿Cuál es la seguridad del tratamiento con C-Mill VR en la rehabilitación funcional de la marcha en pacientes con patologías del SNC?
- ¿Cuáles son las experiencias y las percepciones de los pacientes respecto a la terapia rehabilitadora de la marcha con la plataforma C-Mill VR?

Posteriormente, estas preguntas fueron estructuradas siguiendo el formato PICOd (Población, Intervención, Comparador, Resultados y diseño de estudios a incluir) con el fin de facilitar el diseño de la estrategia de búsqueda de la evidencia científica (Tabla 1).

Tabla 1. **Pregunta de investigación en formato PICOd**

Descripción	Alcance
<b>Población</b>	Pacientes con alteraciones de la marcha causadas por patologías del sistema nervioso central.
<b>Intervención</b>	Tratamiento rehabilitador mediante la plataforma C-Mill VR.
<b>Comparador</b>	Tratamientos rehabilitadores hospitalarios convencionales o ausencia de tratamiento.
<b>Resultados</b>	Efectividad (mejora de la marcha y el equilibrio) Seguridad (efectos adversos, malestar, dolor, etc.) Experiencias y preferencias de pacientes
<b>Diseño</b>	Todo tipo de estudios, excluyendo estudios no originales (editoriales, notas, etc.) o revisiones narrativas.

# III. Metodología

## III.1. Revisión sistemática de la evidencia científica

Con el objetivo de examinar la evidencia relacionada con el tratamiento rehabilitador para la reeducación de la marcha utilizando la plataforma C-Mill VR, se realizó una revisión sistemática de la literatura disponible. Este proceso siguió la metodología descrita en la “Guía para la elaboración y adaptación de informes rápidos de evaluación de tecnologías sanitarias” (12), desarrollada conforme a los procedimientos metodológicos establecidos por la Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del Sistema Nacional de Salud (RedETS). Esta metodología se basa en una búsqueda estructurada en bases de datos de literatura científica predefinidas, la evaluación crítica de los estudios, la síntesis de los resultados y su valoración en relación con el contexto del Sistema Nacional de Salud (SNS). La selección de los estudios potencialmente relevantes fue realizada de forma independiente por dos investigadoras, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión establecidos previamente en el protocolo del estudio en función de las preguntas de investigación planteadas. Cualquier discrepancia fue resuelta mediante consenso.

En la tabla 2 se resumen los criterios de inclusión/exclusión aplicados para la selección de las referencias bibliográficas encontradas.

Tabla 2. **Criterios de selección de estudios**

Aspecto considerado	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<b>Tipos de estudios:</b>	Estudios clínicos originales	Estudios no originales: revisiones narrativas, cartas al director, editoriales, notas.
<b>Características de los pacientes</b>	Pacientes con alteraciones de la marcha causadas por patologías del sistema nervioso central.	Estudios que incluyen pacientes con varias patologías, pero no se desglosan los resultados de cada patología de forma independiente. Estudios que incluyen pacientes $\geq 65$ años con fractura de cadera o con cualquier patología del aparato locomotor que pueda interferir en los resultados (patología de cadera, rodilla, etc.). Estudios en pacientes con miembros amputados.
<b>Intervención</b>	Terapia rehabilitadora de la marcha mediante la plataforma C-Mill VR.	Otras intervenciones de RV y de realidad aumentada para la rehabilitación del equilibrio y de la marcha.

.../...

.../...

Aspecto considerado	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<b>Comparador</b>	Ausencia de tratamiento o tratamientos rehabilitadores hospitalarios convencionales.	Otras intervenciones de RV y de realidad aumentada para la rehabilitación del equilibrio y de la marcha.
<b>VARIABLES DE RESULTADO</b>	Efectividad (mejoría de la marcha y del equilibrio) Seguridad (efectos adversos, malestar, dolor, etc.) Experiencias y preferencias de pacientes.	
<b>Idioma</b>	Estudios publicados en inglés y español.	Estudios publicados en otros idiomas.
<b>Límite temporal</b>	Cualquier fecha de publicación.	

### III.1.1. Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica para la identificación de estudios sobre tratamiento rehabilitador para la re-educación de la marcha y el equilibrio mediante la plataforma C-Mill VR en las siguientes bases de datos de literatura médica:

- Bases de datos especializada en revisiones sistemáticas: Cochrane Library.
- Bases de datos generales: Medline (PubMed), Embase (OvidWeb), Web of Science y Scopus.

El proceso se completó con la revisión manual de las referencias de los trabajos incluidos para localizar estudios no recuperados en las búsquedas automatizadas que pudieran ser de interés. Además, se consultó la información publicada sobre la tecnología en la web del fabricante.

La estrategia de búsqueda fue ejecutada en febrero de 2022, mediante el empleo de términos específicos de la tecnología a estudio: *C-Mill*, así como términos en lenguaje libre y controlado relacionados con la rehabilitación de la marcha: *gait* o *rehabilitation*, en los campos de título y resumen. Los resultados fueron limitados a aquellos estudios cuyo lenguaje fuera inglés o español. La estrategia de búsqueda se adaptó a cada una de las bases de datos siguiendo las estructuras detalladas que se pueden consultar en el Anexo I.

Se establecieron alertas en las bases de datos principales, con el objetivo de identificar documentos que se publicasen hasta la edición de este documento.

Asimismo, se realizaron búsquedas en las siguientes bases de datos de ensayos clínicos para identificar estudios en marcha o completados: Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), [Clinicaltrials.gov](https://www.clinicaltrials.gov), ISRCTN registry; ICTRP database (International Clinical Trials Registry Platform), EU Clinical Trials Register.

### III.1.2. Proceso de selección de estudios

Las referencias identificadas en las diferentes bases de datos fueron descargadas en la aplicación de gestión bibliográfica Rayyan (13) para llevar a cabo la selección de los estudios.

De forma independiente y enmascarada, dos investigadoras realizaron la selección de las referencias, aplicando los criterios de inclusión y exclusión detallados en la tabla 2. Inicialmente se realizó la selección de artículos mediante la lectura del título y el abstract y posteriormente a texto completo para los estudios identificados como potencialmente relevantes en la fase anterior. En caso de dudas o discrepancias, estas se resolvieron mediante consenso entre las revisoras o con la intervención de un tercer revisor. Se elaboraron tablas detalladas que especifican los estudios incluidos/excluidos en la revisión, así como los criterios para la exclusión de estudios.

### III.1.3. Evaluación de la calidad de la evidencia

La certeza de los hallazgos presentados en una revisión sistemática dependerá de los sesgos de los estudios incluidos. Se entiende como sesgo a un error sistemático o desviación de los resultados respecto a la verdad, que no está determinado por el azar. Si bien muchas veces se homologa un bajo riesgo de sesgo con una alta calidad del estudio evaluado, el concepto de calidad es más amplio, siendo los sesgos una dimensión de esta. La evaluación del riesgo de sesgo y la calidad de los estudios seleccionados se llevó a cabo utilizando escalas específicas adaptadas a cada tipo de estudio. Se utilizaron tres herramientas principales según el diseño del estudio.

Para la evaluación de los ensayos clínicos y las series de casos, se emplearon las Fichas de Lectura Crítica (14). Estas fichas, desarrolladas por el Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias, Osteba, permitieron asignar

un nivel de calidad al estudio, utilizando las categorías de Alto, Medio, Bajo o No Valorable.

Para la valoración de la calidad de los estudios cuasi-experimentales se aplicó la metodología del Manual del Joanna Briggs Institute (15), que incluye una escala de evaluación con cuatro categorías: Sí, No, No Claro y No Aplicable, para determinar el nivel de calidad según unos criterios predefinidos, clasificando la calidad como Alta, Moderada o Baja en función del cumplimiento de criterios específicos.

En el caso de estudios observacionales descriptivos de tipo transversal, se utilizó el Instrumento para la Lectura Crítica de Estudios Epidemiológicos Transversales (16). Este instrumento estableció niveles de calidad según criterios específicos, considerando la calidad como Alta, Media o Baja.

Estas herramientas proporcionaron un marco estructurado y objetivo para evaluar la calidad metodológica de los estudios seleccionados. La evaluación de la calidad se realizó por una investigadora, mientras que otra revisó este análisis. En caso de discrepancias, se involucró a una tercera evaluadora neutral para resolver diferencias y llegar a un consenso. La evaluación del nivel global de la evidencia se realizó mediante la metodología *Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) (17). Este enfoque proporcionó un marco sistemático y transparente para analizar la certeza de la evidencia, considerando factores como el diseño del estudio, el control de sesgo, la consistencia de los resultados, la precisión, la aplicabilidad de los resultados y el riesgo de sesgo de los estudios.

#### III.1.4. Extracción de datos y síntesis de la evidencia

La extracción de la información más relevante se realizó en tablas de evidencia incluyendo para cada estudio al menos la siguiente información:

- Nombre del autor principal y año de publicación.
- Diseño del estudio.
- Objetivo del estudio.
- Metodología utilizada.
- Resultados obtenidos en el estudio.
- Conclusiones formuladas por los autores del estudio.
- Calidad del estudio.

Los resultados de los estudios incluidos se organizaron en tablas para facilitar su comprensión y análisis comparativo. El análisis de la evidencia se realizó de forma cuantitativa mediante metaanálisis cuando fue posible su

estimación, o de forma cualitativa o narrativa cuando las características de los estudios o de los datos no lo permitieron.

## III.2. Participación de los pacientes

En consonancia con el “Algoritmo para guiar la participación de pacientes en informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS) de la RedETS” (18), se adoptó un enfoque inclusivo durante el proceso de revisión. Se optó por no limitar la búsqueda a tipos específicos de documentos, lo que nos permitió explorar la posibilidad de identificar estudios cualitativos que abordaran las experiencias y preferencias de los pacientes. En una etapa posterior del proceso, se extendió una invitación a diversas asociaciones de pacientes para participar en la revisión de la versión preliminar del informe, con el propósito de recabar sus comentarios y aportaciones. Es importante destacar que se mantuvo abierta la posibilidad de participación durante un periodo de tiempo adecuado, sin embargo, no se recibió la colaboración por parte de las asociaciones de pacientes.

# IV. Resultados

## IV.1. Descripción de la evidencia disponible

### IV.1.1. Resultados de la búsqueda

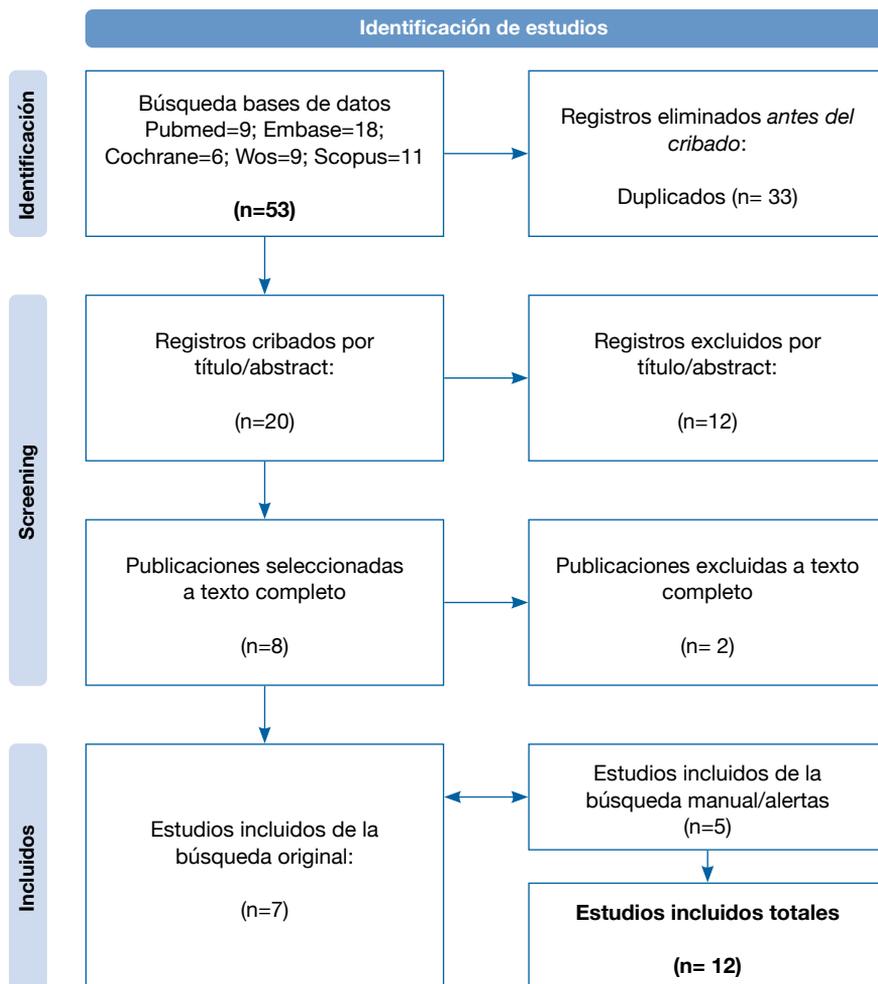


Figura 1. Resultados del proceso de selección (diagrama de flujo PRISMA 2020 para revisiones sistemáticas) (19)

Se identificaron inicialmente 53 artículos a través de búsquedas en las bases de datos de PubMed, Embase, WOS, Scopus y la Biblioteca Cochrane. Posteriormente, tras eliminar las referencias duplicadas, se llevó a cabo una primera selección que redujo la lista a 20 artículos. Los detalles específicos de las diversas búsquedas se encuentran detallados en el Anexo I.

En la fase siguiente, se procedió a revisar tanto el título como el resumen de estos 20 artículos, excluyendo 12 de ellos al no cumplir con los criterios de selección predefinidos. Dos artículos adicionales fueron excluidos después de una lectura completa. Asimismo, durante la búsqueda manual en las listas de referencias, se identificaron 5 artículos más. Finalmente, se incluyeron 12 artículos en la revisión. Los artículos excluidos y los criterios aplicados para su exclusión están detallados en el Anexo II. Es importante señalar que no se encontraron estudios de metodología de investigación cualitativa que abordaran las experiencias y preferencias de los pacientes en relación con la plataforma de rehabilitación de la marcha y equilibrio C-Mill en el contexto de este análisis.

#### IV.1.2. Descripción de estudios

La tabla 3 proporciona un resumen de las características principales de los 12 estudios considerados en el análisis de la efectividad y seguridad de la rehabilitación con C-Mill. La información extraída de estos estudios ha sido sintetizada y organizada en tablas de evidencia específicas, diseñadas exclusivamente para este informe. Los detalles completos de estas tablas se encuentran en el Anexo III.

Estos estudios abarcan una diversidad de diseños de investigación, cada uno contribuyendo con información valiosa sobre la efectividad y seguridad de la rehabilitación con C-Mill. A continuación, se presenta un resumen organizado según el número de estudios para cada patología y los diseños de investigación utilizados.

Tabla 3. **Relación de los estudios incluidos en la revisión**

Patología	Referencia/País	Diseño	Total
<b>Ataxia cerebelosa degenerativa</b>	Fonteyn 2014 (20) Holanda	Estudio cuasi-experimental, diseño de pretest-postest	1 estudio
<b>Poliomielitis</b>	Tuijtelaars 2022 (21) Holanda	Estudio observacional descriptivo transversal	1 estudio

.../...

.../...

Patología	Referencia/País	Diseño	Total
<b>Paraplejía espástica hereditaria</b>	Van de Venis 2023 (22) Holanda	Ensayo clínico aleatorizado	1 estudio
<b>Trastorno del desarrollo de la coordinación</b>	Kuijpers 2022 (23) Holanda	Estudio cuasi-experimental, diseño de pretest-postest	2 estudios
	Kuijpers 2022 (24) Holanda	Estudio observacional descriptivo transversal	
<b>Enfermedad de Parkinson</b>	Wang 2022 (25) China	Estudio cuasi-experimental, diseño de pretest-postest	3 estudios
	Chen 2021 (26) China	Ensayo clínico no aleatorizado	
	Lu 2019 (27) EE. UU.	Estudio de serie de casos	
<b>Ictus</b>	Timmermans 2021 (28) Holanda	Ensayo clínico aleatorizado	4 estudios
	Enam 2021 (29) EE. UU.	Ensayo clínico no aleatorizado	
	Van Ooijen 2015 (30) Holanda	Estudio cuasi-experimental, diseño de pretest-postest	
	Hereen 2013 (31) Holanda	Estudio cuasi-experimental, diseño de pretest-postest	

Estos estudios han proporcionado evidencia relevante para diversas patologías, destacando la importancia de considerar la variedad de enfoques metodológicos utilizados. La información más detallada sobre estos estudios se encuentra recopilada en tablas de evidencia incluidas en el Anexo III.

### IV.1.3. Resultados de efectividad y seguridad por patologías

#### IV.1.3.1. Ataxia cerebelosa degenerativa

Características del estudio

Un solo estudio, realizado por **Fonteyn en 2014 (20)**, ha evaluado tanto la efectividad como la seguridad de la rehabilitación de la marcha mediante la plataforma C-Mill en pacientes con ataxia cerebelosa degenerativa.

A continuación, se presenta la tabla 4 con las características detalladas del estudio.

**Tabla 4. Características del estudio Fonteyn 2014**

Referencia y país	Diseño del estudio	N (H/M)	Edad media	Tiempo medio desde lesión/inicio de la discapacidad	Intervención	Comparador
Fonteyn 2014 Holanda (20)	Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-postest.	10 hombres	61,4 años	8,5 años	10 sesiones de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha, 1 hora cada una, durante 5 semanas.	Mismo grupo antes y después de la intervención.

Este estudio tuvo como objetivo explorar si el equilibrio y la capacidad de andar pueden mejorarse mediante el entrenamiento en pacientes diagnosticados de Ataxia cerebelosa degenerativa. Para ser incluidos, los pacientes debían tener ese diagnóstico y no presentar otras causas para sus síntomas. Se excluyeron aquellos que usaban ayudas para caminar, tenían problemas de visión u otros trastornos que afectaran la marcha, sufrían de deterioro cognitivo que interfiriera en la vida diaria o tomaban medicamentos que pudieran influir en el equilibrio, la marcha o la cognición.

Durante las sesiones de entrenamiento, se empleó C-Mill que registraba y analizaba los patrones de marcha de los participantes. Este sistema permitía proyectar señales visuales en el tapiz rodante, como obstáculos y objetivos, adaptándolos a la marcha de cada persona. Además, se ajustaba el nivel de dificultad de manera progresiva para desafiar y mejorar sus habilidades de adaptabilidad. Durante el período del estudio, los participantes no recibieron ningún otro tipo de entrenamiento destinado a mejorar el equilibrio o la marcha, excepto el proporcionado mediante C-Mill-VR.

Para evaluar los efectos del entrenamiento, se llevaron a cabo mediciones de resultados una semana antes del primer entrenamiento (pre-intervención) y una semana después del último entrenamiento (post-intervención).

Descripción de los resultados

### **Resultados de efectividad (tabla 5)**

La aplicación de la rehabilitación mediante C-Mill VR en pacientes con ataxia cerebelosa degenerativa demostró un impacto significativo en la tasa de éxito en la tarea de evitación de obstáculos evaluado a través de C-Gait. Además, se observaron mejoras notables en la Escala de Evaluación de Ataxia (SARA) y en la subprueba de obstáculos del Perfil de Ambulación Funcional de Emory (EFAP), indicando mejoras sustanciales en la función motora y el equilibrio de los participantes.

No obstante, no se identificaron diferencias significativas en el tiempo promedio empleado en la tarea de evitación de obstáculos. Esto se reflejó tanto en la Escala de Equilibrio de Berg como en la Prueba Cronometrada de Levantarse y Caminar, las cuales evalúan la movilidad y la capacidad de realizar tareas cotidianas relacionadas con la marcha. Asimismo, no se observaron cambios significativos en las mediciones de velocidad en una distancia corta según la Prueba de Caminata de 10 Metros (10MWT), ni en la Escala de Confianza en el Equilibrio Específico para Actividades (ABC).

Tabla 5. **Resumen de resultados de efectividad (Fonteyn 2014)**

<b>Resultados de Efectividad</b>	<b>Detalles</b>
<b>Evitación de obstáculos</b>	El tiempo para completar la tarea apenas varió entre los periodos previos y posteriores a la intervención, sin significancia estadística [(0,469 segundos y 0,473 segundos pre y post-intervención ( $p = 0,348$ )). Sin embargo, se observó una mejora significativa en las tasas de éxito, con un incremento del 78,5% al 94,8% ( $p = 0,019$ ). Esto sugiere una notable mejoría en esta área de evaluación.
<b>Escala de Evaluación de Ataxia (SARA)</b>	Se registró un descenso significativo postintervención [8,7 puntos (DS 2,8) antes y 8,3 puntos (DS 2,8) después de la intervención $p = 0,011$ ], lo que indica mejoras en la función motora. Aunque la reducción fue leve, la significación estadística respalda su relevancia clínica.
<b>Escala de Equilibrio de Berg</b>	No se identificaron diferencias significativas entre los periodos pre y postintervención [ $50,9 \pm 4$ pre- y $51,2 \pm 4.3$ post-intervención].
<b>Prueba de Levantarse y Caminar Cronometrada, 10MWT</b>	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en estas mediciones antes y después de la intervención.
<b>Subprueba de obstáculos del EFAP</b>	Se notó una mejora considerable después de la intervención, demostrada por una disminución en la puntuación de 12,8 (DS 1,4), y 11,8 (DS 0,9) antes y después del tratamiento $p = 0,004$ . Esta reducción en la puntuación indica una mejora en el rendimiento en la subprueba de obstáculos del EFAP.
<b>Escala de Confianza en el Equilibrio Específica para Actividades (ABC)</b>	No se observaron diferencias significativas entre las mediciones pre y postintervención.

Se evaluaron las caídas antes y después de la intervención, junto con la percepción de los participantes sobre el entrenamiento recibido. Antes de la intervención, se registraron en promedio 0,8 caídas, con una desviación estándar de 1. Después de la intervención, la incidencia de caídas disminuyó a un promedio de 0,4, con una desviación estándar de 0,7. Aunque se observó una reducción en el promedio de caídas después de la intervención, esta disminución no fue estadísticamente significativa.

Por otro lado, los participantes expresaron una valoración positiva del entrenamiento y manifestaron sentirse más seguros en su vida diaria durante la evaluación. Sin embargo, no se observaron cambios significativos en la escala de confianza en el equilibrio, indicando una discrepancia entre la percepción subjetiva de seguridad y la medida objetiva de confianza en el equilibrio.

## **Resultados de seguridad**

Este estudio no proporciona información específica sobre resultados de seguridad.

### IV.1.3.2. Poliomielitis

#### Características del estudio

La evidencia disponible para este grupo de pacientes proviene de un estudio único publicado por Tuijtelars et al. en 2022 (21). Este estudio observacional descriptivo incluyó a 46 sobrevivientes de la poliomielitis con historial de caídas y/o temor a caer, quienes recibieron rehabilitación mediante C-Mill VR. El estudio fue parte de una investigación de cohortes con un seguimiento de 2 años que incluyó evaluaciones en el inicio (T1), a las 1-2 semanas (T2), al año (T3) y a los 2 años (T4).

Durante el estudio, todos los participantes se sometieron a pruebas de adaptabilidad al caminar sobre el tapiz rodante de C-Mill VR. Estas pruebas abarcaron la evaluación de diversos aspectos relacionados con la adaptabilidad al caminar, como la precisión al pisar objetivos y la capacidad para evitar obstáculos. Se llevaron a cabo dos evaluaciones de adaptabilidad al caminar con un intervalo de 1-2 semanas entre cada una.

A continuación, se presentan las características detalladas del estudio Tuijtelars 2022 en la Tabla 6:

**Tabla 6. Características del estudio (Tuijteleaars 2022)**

Referencia y país	Diseño del estudio	N (H/M)	Edad media	Tiempo medio desde lesión/inicio de la discapacidad	Intervención	Control
Tuijteleaars 2022 Holanda (21)	Estudio observacional descriptivo transversal.	Gi: 46 supervivientes de la polio. Antecedentes y/o temor a caer. 14 hombres y 32 mujeres	Edad media de 63,2 años	No se proporcionó una descripción detallada de este dato.	- Pruebas de Adaptabilidad al Caminar en C-Mill (C-Gait); Precisión al Pisar Habilidad para Evitar Obstáculos: Dos evaluaciones por participante. Intervalo de 1-2 semanas.	

Descripción de los resultados

### **Resultados de efectividad**

**Prueba de precisión:** Se observó una discrepancia significativa entre dos grupos: aquellos que experimentaban caídas frecuentes y/o con debilidad muscular severa en las piernas, comparados con aquellos sin caídas frecuentes y con menor debilidad muscular, respectivamente. Se observó que las personas con debilidad muscular severa evitaban significativamente menos obstáculos reactivos en comparación con aquellas con una debilidad menos severa. Los obstáculos reactivos, diferenciados de los obstáculos estáticos como paredes o conos, son elementos que se adaptan a los movimientos del individuo, pudiendo cambiar de posición o moverse en respuesta a las acciones del participante.

**Escala del Equilibrio de Berg:** No se encontraron diferencias significativas en las puntuaciones de la Escala de Equilibrio de Berg (BBS).

**Prueba de Levantarse y Caminar (TUG):** al dividir los subgrupos según la frecuencia de caídas y la debilidad muscular en las piernas, se observó una variación en el tiempo necesario para completar la prueba de Levantarse y Caminar (TUG) al estratificar por la severidad de la debilidad muscular en las piernas. En general, se observó una mayor eficacia en condiciones menos desafiantes en todas las pruebas de adaptabilidad al caminar.

### **Resultados de seguridad**

Este estudio no proporciona información específica sobre resultados de seguridad.

#### IV.1.3.3. Paraplejía Espástica Hereditaria

Características del estudio

Un único estudio, publicado por van de Venis et al. en 2023 (22), ha explorado la efectividad y seguridad de la rehabilitación mediante C-Mill-VR en pacientes con parálisis espástica hereditaria.

Este ensayo clínico aleatorizado contó con la participación de un total de 36 sujetos, divididos equitativamente y de manera aleatoria en dos grupos: el grupo de intervención (GI), que recibió un tratamiento basado en un programa de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha con C-Mill-VR, y el grupo de control (GC), compuesto por pacientes en lista de espera para el tratamiento de adaptabilidad de la marcha, quienes recibieron atención habitual durante el mismo periodo.

El programa de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha con C-Mill-VR se llevó a cabo a lo largo de 5 semanas, con un total de 10 horas de intervención, sumadas a la atención habitual proporcionada a todos los participantes, como se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7. Características del estudio (van de Venis 2023)

Referencia y país	Diseño del estudio	N (H/M)	Edad media	Tiempo medio desde lesión/inicio de la discapacidad	Intervención	Control
van de Venis 2023 Holanda (22)	Ensayo clínico aleatorizado	36 personas (18 por grupo) GI: 14 H y 4 M GC: 13 H y 5 M	GI: 47,6 años GC: 50 años	GI: 15,8 (±13,5) años GC: 17,1 (±13,9) años	Entrenamiento de adaptabilidad de la marcha, 5 semanas -30 minutos/2 días a la semana- 10 horas en total junto con la atención habitual.	GC en lista de espera recibiendo 5 semanas de atención habitual.

## Descripción de los resultados

### Resultados de efectividad

Los resultados indican que, en pacientes con Paraplejía Espástica Hereditaria, la intervención con C-Mill VR generó un impacto positivo en la mejora del equilibrio y la adaptabilidad de la marcha en el GI en comparación con el GC, especialmente evidenciado por la puntuación más favorable en la Mini Prueba de Evaluación del Equilibrio (MiniBEST). Además, se observaron efectos positivos en la Prueba de Escalera de Adaptabilidad en la Marcha, donde el GI experimentó una disminución significativa en comparación con el GC, sugiriendo un impacto positivo en la capacidad de adaptación durante la marcha en el GI.

Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en el tiempo requerido para completar la subprueba de obstáculos del Perfil de Ambulación Funcional de Emory (E-FAP), ni en la Escala de Confianza Específica de Equilibrio en Actividades (ABC), ni en la Prueba de Caminata de 10 metros (10 MWT), como se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8. **Resumen de resultados de efectividad (van de Venis 2023)**

Resultados de efectividad	
<b>Subprueba de Obstáculos del E-FAP</b>	No se observó una disminución significativa en el tiempo para completar la tarea de obstáculos entre el grupo de adaptabilidad de la marcha y el GC en lista de espera (diferencias medias del grupo: -0,33 segundos, IC del 95%: -1,3, 0,6; p = 0,471).
<b>Mini Prueba de Evaluación del Equilibrio (MiniBEST)</b>	Se registró una mejora no estadísticamente significativa en el GI en comparación con el GC 1,09, (IC 95% -0,4 hasta 2,6) p = 0,172).
<b>Escala de Confianza Específica de Equilibrio en Actividades (ABC)</b>	Aunque hubo mejoras en el GI, no fueron estadísticamente significativas (diferencia media = 3,40, IC 95% -2,7 a 9,5, p = 0,268).
<b>Prueba de Escalera de Adaptabilidad en la Marcha (WALT)</b>	Se evidenció una mejora significativa en el GI en comparación con el GC (diferencia media -2,14, IC 95% -4,1 a -0,1, p = 0,037).
<b>Prueba de Caminata de 10 metros (10 MWT)</b>	No se encontraron diferencias significativas entre los grupos (diferencia media 0,04, IC 95% -0,1 a 0,1, p = 0,430).
<b>Adherencia al entrenamiento</b>	Se registró un alto nivel de adherencia al entrenamiento, con un 99.7% de las sesiones completadas.

Se recopilieron datos de diarios de caídas de un total de 34 participantes.

En las 15 semanas previas a la primera evaluación, se documentaron 26 caídas entre 12 de los 34 participantes (35%, con un rango de 1 a 4 caídas por participante) y 291 incidentes cercanos a caídas, también conocidos como ‘casi caídas’, involucrando a 22 de los 34 participantes (65%, con un rango de 1 a 75 incidentes por participante).

Durante el período de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha, se informaron un total de 13 caídas (rango de 1 a 2 por participante) entre 11 de los 34 participantes, aunque es importante destacar que ninguna de estas caídas ocurrió durante la realización del propio entrenamiento.

En las 15 semanas posteriores al entrenamiento de adaptabilidad de la marcha, se registraron 26 caídas entre 12 de los 34 participantes (35%, con un rango de 1 a 5 caídas por participante) y 200 ‘casi caídas’ entre 11 de los 34 participantes (32%, con un rango de 1 a 63 incidentes por participante). De estos participantes, 19 experimentaron una disminución en este tipo de eventos (56%, con un rango de 1 a 42 incidentes por participante), mientras que 2 participantes experimentaron un aumento, con 1 y 33 ‘casi caídas’, respectivamente. Adicionalmente, 2 participantes informaron el mismo número de incidentes cercanos a caídas.

Por último, durante el período de espera de 5 semanas, se registraron un total de 10 caídas (rango de 1 a 3 caídas por participante) entre 7 de los 18 participantes.

En resumen, el estudio sobre paraplejía espástica hereditaria muestra mejoras significativas en la adaptabilidad de la marcha y el equilibrio en el GI después de un programa de entrenamiento de 5 semanas en pacientes con esta condición. Se observaron eventos de caídas tanto antes, durante y después de la intervención, sin embargo, es importante destacar que no se identificó ningún evento adverso grave relacionado directamente con el entrenamiento.

## **Resultados de seguridad**

No se realizó una comparación de los resultados de seguridad entre el GI y el GC.

### IV.1.3.4. Trastorno del Desarrollo de la Coordinación

Características de los estudios

Dos estudios, ambos conducidos por **Kuijpers et al.** (23, 24), han proporcionado información sobre los efectos clínicos y la perspectiva de los usuarios en relación con el tratamiento rehabilitador utilizando C-Mill VR en pacientes con trastornos del desarrollo de la coordinación, como se detalla en la Tabla 9.

**Tabla 9. Características de los estudios sobre tratamiento con C-Mill en Trastorno del Desarrollo de la Coordinación**

Referencia y país	Diseño del estudio	N (H/M)	Edad media	Tiempo medio desde lesión/inicio de la discapacidad	Intervención	Control
Kuijpers 2022 Holanda (23)	Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-posttest.	Se incluyeron 17 niños/as. 13 niños y 4 niñas	8,8 ± 1,7 años	No descrito	Los niños recibieron seis sesiones de entrenamiento en C-Mill de 30 minutos (180 minutos en total) durante tres semanas. El efecto del entrenamiento se evaluó antes (M1), inmediatamente después del entrenamiento (M2) y después de un seguimiento de 6 meses (M3)	Comparación pre-post entrenamiento. Los participantes fueron evaluados antes y después del entrenamiento en cinta caminadora.
Kuijpers 2022 Holanda (24)	Estudio observacional descriptivo transversal.	DCD-C: 26 niños TD-C: 69 niños  DCD-D: 18 chicos y 8 chicas  TD-C: 25 chicos y 44 chicas	DCD-D: 9,1 años  TD-C: 25 8,9 años	No descrito	Evaluación de Adaptabilidad al Caminar y Rendimiento en Tareas Secundarias con C-Mill: Facilitar análisis y comparaciones entre grupos de estudio.	Denominado TD-C (Desarrollo Típico). Adaptabilidad al caminar. Rendimiento en tareas secundarias. Contrastar los resultados obtenidos en el GC con los niños con DCD-C (Trastorno del Desarrollo de la Coordinación

El primer estudio, publicado en 2022 (23), partió de la hipótesis de que el entrenamiento con C-Mill podría mejorar la adaptación a la marcha en niños con trastornos de la coordinación. Para evaluar esta hipótesis, se analizaron los efectos de un programa de entrenamiento con C-Mill (C-Gait) en un grupo de 17 niños (13 niños y 4 niñas) con trastornos del desarrollo de la coordinación. Durante tres semanas, estos niños participaron en un programa de entrenamiento que consistió en seis sesiones de 30 minutos cada una, totalizando 180 minutos de entrenamiento. La efectividad del programa se evaluó en tres momentos: antes del inicio del entrenamiento (M1), inmediatamente después de finalizar las sesiones de entrenamiento (M2) y nuevamente después de un período de seguimiento de seis meses (M3). Además, se realizó una encuesta a los padres en los momentos M2 y M3 para obtener información sobre su percepción del entrenamiento con C-Mill.

El segundo estudio, también publicado por **Kuijpers et al.** en 2022 (24), exploró la adaptabilidad a la marcha en niños de 6 a 12 años con trastornos del desarrollo de la coordinación, comparándolos con niños que no presentaban dicho trastorno. Se realizaron pruebas de adaptabilidad al caminar utilizando la plataforma C-Mill en 26 niños con trastornos coordinados (DCD-D) y en 69 niños sin dicho déficit (TD-C), que sirvieron como GC (consulte la Tabla 9). Las pruebas incluyeron tareas simples (WA simples), tareas combinadas con tareas visuales-motoras (WA motor) y tareas con componentes cognitivos o intelectuales (WA cognitiva).

Descripción de los resultados

### **Resultados de efectividad**

En el primer estudio (22), se empleó la Prueba de Escalera de Adaptabilidad en la Marcha (*Walking Adaptability Ladder Test*), adaptada para niños (WAL-K), calculándose el tiempo necesario para completar la prueba con una penalización de 0,5 segundos por cada fallo cometido. Como resultado se observó una reducción significativa del tiempo tanto entre M1-M2 (8%  $p=0,049$ ) como entre M1-M3 (9%,  $p=0,040$ ) en la prueba realizada con dos pies.

Además, se llevaron a cabo comparaciones de los resultados de las tareas de adaptación a la marcha con C-Mill antes y después de las sesiones de entrenamiento. Se observaron mejoras significativas tanto entre M1 y M2 (+24-31%) como entre M1 y M3 (+32-47%). En relación con las tareas secundarias que acompañaban al entrenamiento durante el WA cognitivo, se destacó una notable disminución en el número de errores cometidos por los niños entre M1 y M2 (-67%,  $p=0,004$ ) y M1 y M3 (-56%,  $p=0,019$ ). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el WA motor ( $p=0,328$ ).

En el segundo estudio de Kuijpers et al. en 2022 (24), se destacaron diferencias significativas en la tasa de éxito para todas las categorías de las pruebas entre los niños con trastornos de la coordinación y aquellos sin dichos trastornos. La tasa media de éxito (DS) para la WA simple fue de 87,5 (13,1) en niños sin trastorno de coordinación y 73,2 (17,9) en niños con trastorno de la coordinación ( $p=0,001$ ). En cuanto al WA motor, los valores fueron de 82,5 (16,3) y 60,6 (23), respectivamente ( $p<0,001$ ), y para el WA cognitivo, los valores fueron de 86,2 (14,4) y 73,0 (16,4) ( $p<0,001$ ). Además, se observó una mejora en las tasas de éxito con la edad en todas las categorías.

Al realizar tareas duales o combinadas, las tasas de error fueron mayores en las tareas visio-motoras ( $p<0,001$ ) y en las tareas cognitivas ( $p<0,001$ ) en comparación con las tareas simples. Los niños con trastorno de coordinación presentaron puntuaciones más bajas en las tareas secundarias que aquellos sin trastornos (tareas visio-motoras:  $p < .001$ ; cognitivas:  $p = .008$ ).

Estos datos resaltan las dificultades que enfrentan los niños con trastorno de la coordinación en la adaptación a la marcha y en la realización de tareas duales o combinadas, habilidades esenciales para participar en deportes y juegos.

### **Resultados sobre la percepción de los padres/madres**

Al finalizar el entrenamiento (M2), la gran mayoría de los padres/madres expresaron una opinión positiva sobre el programa de entrenamiento, con un 75% destacando su entretenimiento, un 79% reconociendo su utilidad, y un 91% mostrando satisfacción con la supervisión durante las sesiones de entrenamiento. Además, un 93% indicaron que recomendarían este entrenamiento a otras familias. En cuanto a la percepción de la dificultad de las tareas, el 57% de los padres expresaron una opinión neutral, indicando que las tareas no eran percibidas ni como fáciles ni como difíciles para sus hijos.

En el seguimiento a los 6 meses (M3), el 73% notaron una disminución en el número de caídas de sus hijos, y aproximadamente la mitad de ellos informaron una mejora en la adaptación a la marcha y en las habilidades motoras de sus hijos. Sin embargo, la percepción sobre la actividad física y la participación en deportes mostró variabilidad entre los padres.

### **Resultados sobre seguridad**

Estos estudios no contienen resultados que evalúen la seguridad de la rehabilitación con C-Mill en pacientes con Trastorno del Desarrollo de la Coordinación.

#### IV.1.3.5. Parkinson

##### Características de los estudios

Tres estudios han proporcionado información detallada sobre los efectos del entrenamiento con C-Mill VR en pacientes con enfermedad de Parkinson (25, 26, 27), como se resume en la Tabla 10.

Tabla 10. Características de los estudios sobre tratamiento con C-Mill en pacientes con Parkinson

Referencia y país	Diseño del estudio	N (H/M)	Edad media	Tiempo medio desde lesión/inicio de la discapacidad	Intervención	Control
Wang 2022 China (25)	Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-postest	52 personas 2 subtipos motores diferentes de entrenamiento de la marcha GI: 29 pacientes, 16 hombres y 13 mujeres GC: 23 pacientes, 13 hombres y 10 mujeres	GI: de 60 años. GC: 62 años.	GI: 6 años GC: 4 años	7 días de entrenamiento (0.5 horas al día, 2 horas después de la medicación).	
Chen 2021 China (26)	Serie de casos	53 participantes GI: 19 personas con congelación de la marcha Hombres: 9 (47,4%) Mujeres: 10 (52,6%) GC: 34 personas sin congelación de la marcha Hombres: 20 (58,8%) Mujeres: 14 (41,2%)	GI: Edad media: 62 años GC: Edad media: 59,41 años	La duración promedio de la enfermedad fue de 6 años, con un rango intercuartil de 5 años	Se divide la muestra entre pacientes con bloqueos de la marcha (freezers) y pacientes sin bloqueos de la marcha (no freezers). Todos reciben la misma intervención. Tras la adaptación, se realizaron seis sesiones de evaluación C-Gait por paciente de 20 minutos de duración. En general en niveles de dificultad alto y bajo.	

.../...

.../...

Referencia y país	Diseño del estudio	N (H/M)	Edad media	Tiempo medio desde lesión/inicio de la discapacidad	Intervención	Control
Lu 2019 EE. UU. (27)	Ensayo clínico no aleatorizado	52 pacientes GI: 26 pacientes con Parkinson (15 hombres y 11 mujeres) GC: 26 personas sin Parkinson (13 hombres y 13 mujeres)	GI: 64,7 ± 9,5 años GC: 52,8 ± 19,4 años	GI: 8,6 ± 5,9 años	La intervención tuvo como objetivo evaluar la capacidad de los participantes para ajustar su patrón de marcha y sortear obstáculos virtuales proyectados en la banda de la cinta durante una sesión de entrenamiento en tapiz rodante. La duración total de la sesión fue de 14 minutos, durante la cual se llevaron a cabo varios ensayos de caminata a diferentes velocidades, cada uno con una duración de 2 minutos. Durante la sesión, se proyectaron peldaños correspondientes a los pasos izquierdo y derecho de acuerdo con la longitud media de los pasos del individuo, y los participantes debían pisar cada peldaño con el pie correspondiente mientras caminaban en la cinta.	

## Características de los estudios

A continuación, se detallan las características y resultados de cada uno de los estudios:

### **Wang 2022 (25)**

Este estudio se diseñó como un estudio cuasi-experimental, utilizando un enfoque de pretest-postest para investigar los efectos de dos modalidades de entrenamiento de la marcha mediante la plataforma C-Mill en un grupo de 52 individuos diagnosticados con enfermedad de Parkinson en etapas tempranas o intermedias.

Los participantes fueron divididos en dos grupos en función de la presencia o ausencia de trastorno de inestabilidad postural/marcha (PIGD y no-PIGD, respectivamente) y se sometieron a un período de entrenamiento de siete días. Durante este periodo, dedicaron 0,5 horas diarias, llevando a cabo el entrenamiento dos horas después de la administración de su medicación. Este entrenamiento se realizó sobre el tapiz rodante de C-Mill con la presentación de objetivos visuales y obstáculos mediante realidad aumentada.

Resultados de efectividad del estudio de Wang (2022) (25)

### **Velocidad de la Marcha (10MWT)**

La velocidad de la marcha, evaluada mediante la Prueba de Caminata de 10 Metros (10MWT), reveló mejoras significativas en el GI después de la intervención. En el ritmo cómodo, se observó un aumento promedio de 0,06 m/s ( $p < 0,001$ ), mientras que la velocidad máxima registró un incremento promedio de 0,08 m/s ( $p = 0,003$ ).

De manera similar, el GC también demostró mejoras significativas en ambas velocidades ( $p < 0,001$ ).

Las mejoras en la velocidad de marcha cómoda y máxima fueron consistentes en ambos grupos, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Ambos grupos experimentaron beneficios similares en términos de velocidad de marcha después de la intervención.

### **Tiempo de Up and Go (TUG)**

El Tiempo de Up and Go (TUG), un indicador de movilidad y funcionalidad presentó mejoras significativas en ambos grupos tras la intervención. En el GI con personas con inestabilidad postural (EP), se observó una reducción

promedio de 0,76 segundos ( $p < 0,001$ ). Simultáneamente, el GC conformado por individuos con EP pero sin inestabilidad, también experimentó una disminución significativa en el tiempo del TUG, con una reducción promedio de 0,82 segundos ( $p < 0,001$ ). Estos resultados indican mejoras notables en la movilidad y funcionalidad en ambos grupos después de la intervención.

### **Evaluación del Equilibrio**

**Berg Balance Scale (BBS):** Ambos grupos, GI y el GC, aumentaron su puntuación en promedio en 0,50 puntos, indicando que no hubo una diferencia significativa entre los grupos en términos de mejora en esta escala (GI:  $p = 0,001$ , GC:  $p = 0,006$ ).

**Estabilidad Postural (Oscilación del Centro de Presión - CoP):** En el GI, se observaron mejoras significativas en condiciones con ojos cerrados ( $p = 0,018$ ), pero no en condiciones con ojos abiertos ( $p = 0,524$ ). En el GC, no se registraron mejoras significativas en ninguna de las condiciones de estabilidad postural.

**Velocidad de Movimiento del Centro de Presión (CoP):** El grupo No-PIGD mostró un aumento en la velocidad de movimiento del CoP con los ojos abiertos (0,23, IC del 95% de 0,07 a 0,53,  $p = 0,018$ ).

En resumen, no se observaron diferencias significativas entre los grupos en la puntuación del BBS. En cuanto a la estabilidad postural y la velocidad de movimiento del CoP, el GI demostró mejoras significativas en condiciones con ojos cerrados, mientras que el grupo No-PIGD exhibió un aumento en la velocidad de movimiento del CoP con los ojos abiertos. No se detectaron diferencias significativas en otras evaluaciones de equilibrio estático y control postural entre los grupos.

### **Otras Evaluaciones**

En varias pruebas de habilidades específicas, como el Slalom, la Caminata en Tándem, la Habilidad para Evitar Obstáculos, entre otras, el GI demostró mejoras significativas en comparación con el GC.

En cuanto a la percepción de riesgo de caídas, no se observaron diferencias significativas entre el GI y el GC ( $p = 0,057$ ).

En lo que respecta a la calidad de vida, medida por la escala PDQL, ambos grupos experimentaron mejoras. El GI registró un aumento promedio de 5,50 puntos ( $p = 0,06$ ), mientras que el GC mostró un incremento de 13,00 puntos ( $p = 0,021$ ).

Resultados de seguridad del estudio de Wang (2022) (25)

Este estudio no proporciona información sobre los resultados de seguridad.

### **Chen (2021) (26)**

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la capacidad de la plataforma C-Mill para detectar la congelación de la marcha (FOG) en pacientes con enfermedad de Parkinson en etapas tempranas o intermedias. Para ello, se reclutaron 53 pacientes, distribuidos en dos grupos: el GI compuesto por 19 pacientes con enfermedad de Parkinson y bloqueos de la marcha (“freezers”), y el GC que incluyó a 34 pacientes con enfermedad de Parkinson, pero sin bloqueos de la marcha (“no freezers”).

Resultados de efectividad del estudio de Chen (2021) (26)

**Caminata en Slalom (C-Gait):** No se encontraron diferencias significativas entre los grupos “Freezers” y “No freezers” en la puntuación de esta prueba, con valores de  $7,37 \pm 0,76$  y  $7,65 \pm 0,41$ , respectivamente ( $p = 0,296$ ).

**Caminata en Tándem (C-Gait):** Tampoco se observaron diferencias significativas en la puntuación de esta prueba entre los dos grupos, con valores de  $7,39 \pm 0,82$  para “Freezers” y  $7,64 \pm 0,40$  para “No freezers” ( $p = 0,521$ ).

**Evitación de Obstáculos (C-Gait):** En esta prueba, el Grupo “No freezers” obtuvo una puntuación significativamente mejor en comparación con el Grupo “Freezers”. Los valores fueron de  $6,31 \pm 1,06$  para “Freezers” y  $7,07 \pm 0,67$  para “No freezers” ( $p = 0,009$ ).

**Paso Guiado Visualmente (C-Gait):** Se observaron diferencias significativas en esta prueba, con un rendimiento inferior en el Grupo “Freezers” ( $6,75 \pm 0,85$ ) en comparación con el Grupo “No freezers” ( $7,22 \pm 0,68$ ) ( $p = 0,038$ ).

**Reacción a Perturbaciones Inesperadas (C-Gait):** Aunque no se encontraron diferencias significativas en esta prueba entre los grupos, el Grupo “Freezers” obtuvo una puntuación ligeramente inferior ( $5,83 \pm 0,36$ ) en comparación con el Grupo “No freezers” ( $6,37 \pm 0,86$ ) ( $p = 0,150$ ).

**Velocidad de Adaptación (C-Gait):** El Grupo “No freezers” mostró un mejor rendimiento en esta prueba en comparación con el Grupo “Freezers”. Los valores fueron de  $6,55 \pm 0,75$  para “Freezers” y  $6,99 \pm 0,29$  para “No freezers” ( $p = 0,027$ ).

**Prueba de Caminata de 10 Metros:** No se observaron diferencias significativas en la velocidad de la caminata de 10 metros entre los grupos. La puntuación media fue de  $1,13 \pm 0,19$  para el grupo total,  $1,07 \pm 0,20$  para el Grupo “Freezers,” y  $1,16 \pm 0,18$  para el Grupo “No freezers” ( $p = 0,270$ ).

**Prueba de Caminata de 10 Metros a Velocidad Máxima:** Tampoco se encontraron diferencias significativas en la velocidad máxima de la caminata de 10 metros entre los grupos. Los valores fueron de  $1,49 \pm 0,23$  para el grupo total,  $1,41 \pm 0,25$  para el Grupo “Freezers,” y  $1,54 \pm 0,21$  para el Grupo “No freezers” ( $p = 0,072$ ).

**Prueba de Levantarse y Sentarse Cinco Veces (FTSST):** No se observaron diferencias significativas en el tiempo requerido para realizar la prueba FTSST entre los grupos. El tiempo promedio fue de  $10,93 \pm 3,14$  segundos para el grupo total,  $11,33 \pm 4,20$  segundos para el Grupo “Freezers,” y  $10,70 \pm 2,41$  segundos para el Grupo “No freezers” ( $p = 0,889$ ).

**Prueba de Caminata de 6 Minutos (6MWT):** La distancia recorrida en la prueba de caminata de 6 minutos no mostró diferencias significativas entre los grupos. Los valores fueron de  $459,92 \pm 86,79$  metros para el grupo total,  $448,16 \pm 95,45$  metros para el Grupo “Freezers,” y  $466,50 \pm 82,32$  metros para el Grupo “No freezers” ( $p = 0,704$ ).

**Prueba de Levantarse y Caminar (TUG):** Tampoco se observaron diferencias significativas en el tiempo requerido para completar la prueba TUG entre los grupos. El tiempo promedio fue de  $9,98 \pm 3,36$  segundos para el grupo total,  $11,12 \pm 5,12$  segundos para el Grupo “Freezers,” y  $9,34 \pm 1,51$  segundos para el Grupo “No freezers” ( $p = 0,262$ ).

En síntesis, la rehabilitación con C-Mill parece tener un efecto equiparable en la mejora de habilidades fundamentales de marcha para ambos grupos de pacientes con enfermedad de Parkinson, aunque aquellos con bloqueos de la marcha podrían enfrentar desafíos adicionales en términos de adaptabilidad y evitación de obstáculos. Aunque la velocidad de marcha y las habilidades básicas de caminar no muestran diferencias notables entre los grupos, la rehabilitación sí parece influir en habilidades más complejas relacionadas con la adaptabilidad y la capacidad para evitar obstáculos.

Resultados de seguridad

Este estudio no proporciona información específica sobre los resultados de seguridad.

## Lu (2019) (27)

El objetivo de este estudio fue analizar cómo se desenvuelven en situaciones de marcha que involucran adaptación y evitación de obstáculos en un entorno controlado, las personas con EP y su comparación con personas sin EP. El estudio incluyó a un total de 52 participantes, de los cuales 26 presentaban EP y 26 no la tenían. Además, se llevó a cabo un análisis del subgrupo de pacientes sin EP mayores de 45 años, debido a las diferencias significativas en la edad promedio entre los grupos de pacientes con y sin Parkinson.

Resultados de efectividad del estudio de Lu (2019) (27)

### **Comparaciones entre Grupo de Intervención vs. Grupo de Control:**

**El tiempo de respuesta al cual la probabilidad de éxito fue del 50% (ttr50)** en pacientes con EP fue de  $0,72 \pm 0,14$  segundos, mientras que en el GC fue de  $0,59 \pm 0,06$  segundos. Esto indica que los participantes del GC tuvieron un tiempo de respuesta significativamente más rápido en comparación con el GI.

**Éxito de evitación de obstáculos (%) (C-Gait):** La tasa de éxito en la tarea de evitar obstáculos fue del  $47,0 \pm 19,3\%$  en el GI, mientras que en el GC fue ligeramente superior, con un valor de  $50,2 \pm 14,3\%$ . Esto sugiere que el GC tuvo una tasa de éxito ligeramente mejor en comparación con el GI.

**Pasos Excesivos (Overstepping) (C-Gait):** Esta es la acción de dar pasos más largos de lo necesario para sortear un obstáculo. Los participantes sin EP dieron más pasos adicionales de lo requerido para evitar los obstáculos proyectados en el tapiz rodante, donde el promedio de pasos excesivos fue de  $9,0 \pm 8,5$ , en comparación con los  $7,4 \pm 6,0$  pasos excesivos realizados por el grupo con EP.

**Pasos Cortos (Short Stepping) (C-Gait):** Este término se refiere a la acción de dar pasos más cortos de lo que normalmente darían al acercarse a un obstáculo. En este caso, ambos grupos dieron una cantidad similar de pasos más cortos para evitar los obstáculos. En el GC, el promedio de pasos cortos fue de  $39,9 \pm 15,1$ , y en el GI fue de  $39,4 \pm 18,9$ . Los pasos cortos son una estrategia para ajustar la marcha y garantizar que el pie no toque el obstáculo.

### **Grupo de Control vs. Grupo de Control (Edad: Mayores de 45 años):**

La inclusión de subgrupos basados en la edad en el análisis fue esencial para controlar posibles variables de confusión y asegurar una comparación más precisa entre los grupos de interés, especialmente en el contexto de participantes mayores de 45 años.

Los resultados indicaron que no hubo un efecto significativo en los pasos cortos [ $t = -0,78$ ,  $p = 0,44$ ] en este subgrupo específico. Además, al evaluar la tasa de éxito en pasos largos, no se observaron diferencias significativas entre los grupos en los participantes mayores de 45 años ( $U = 274$ ,  $p = 0,24$ ).

En cuanto al tiempo de respuesta ttr50 en este subgrupo, se registró un promedio de  $0,62 \pm 0,04$  segundos, ligeramente más rápido que en el GC en general.

Aunque las tasas de éxito fueron mayores en los controles que en los participantes con EP en este subgrupo, la diferencia no alcanzó significación ( $p = 0,95$ ), a pesar de que la covariable edad resultó significativa ( $p = 0,003$ ).

Un aspecto destacado fue la presencia de pasos excesivos (*Overstepping*) en los participantes mayores de 45 años en el GC, quienes dieron un promedio de  $11,1 \pm 9,0$  pasos excesivos y  $34,3 \pm 10,2$  pasos cortos. Estos hallazgos sugieren que este subgrupo tenía una tendencia a realizar más pasos excesivos y menos pasos cortos en comparación con el GC en general.

#### Resultados de seguridad

Este estudio no proporciona información específica sobre los resultados de seguridad.

#### Descripción de los resultados de efectividad en función de las pruebas

Con el objetivo de facilitar la comprensión de los resultados, la Tabla 11 sintetiza la efectividad de la plataforma C-Mill-VR en pacientes con enfermedad de Parkinson. Es esencial tener en cuenta que las intervenciones y las poblaciones analizadas difieren entre los estudios, lo que implica considerar estas variaciones al interpretar los resultados. Se sugiere que, aunque la comparación directa entre los estudios puede ser compleja debido a las diferencias en los grupos y las variables estudiadas, estos hallazgos ofrecen una visión general de los efectos de las intervenciones en pacientes con Parkinson, aunque con matices específicos en cada estudio.

Tabla 11. Resumen de los resultados de efectividad de los estudios sobre Parkinson (agrupados)

Variable	Estudio de Wang (2022) (25)	Estudio de Chen (2021) (26)	Estudio de Lu (2019) (27)
<b>Velocidad de la Marcha (10MWT)</b>	Mejora significativa en velocidad cómoda 0,06 m/s ( $p < 0,001$ ) y velocidad máxima 0,08 m/s ( $p = 0,003$ ) en pacientes con EP, con trastorno de inestabilidad. No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos.	Diferencias no significativas en velocidad de marcha, entre ambos grupos (freezers/no freezers). Los valores fueron de $1,49 \pm 0,23$ para el grupo total, $1,41 \pm 0,25$ para el Grupo "Freezers," y $1,54 \pm 0,21$ para el Grupo "No freezers" ( $p = 0,072$ ).	Tiempo de respuesta pacientes con EP $0,72 \pm 0,14$ segundos, sin EP $0,59 \pm 0,06$ segundos ( $p < 0,001$ ). Tasa de éxito ligeramente mejor, pero no estadísticamente significativa en grupo sin EP ( $p=0,69$ )
<b>Tiempo de Up and Go</b>	Mejora significativa en ambos grupos 0,76 segundos ( $p < 0,001$ ) en pacientes con EP e inestabilidad y 0,82 segundos en EP sin inestabilidad ( $p < 0,001$ )	Mejora significativa en ambos grupos (freezers/no freezers). El tiempo promedio fue de $9,98 \pm 3,36$ segundos para el grupo total, $11,12 \pm 5,12$ segundos para el Grupo "Freezers," y $9,34 \pm 1,51$ segundos para el Grupo "No freezers" ( $p = 0,262$ ).	No hay diferencias significativas entre grupos
<b>Evaluación del Equilibrio</b>	Mejora significativa en Berg Balance Scale (BBS) y mejoras en estabilidad postural con ojos cerrados, en ambos grupos GI: $p = 0,001$ , GC: $p = 0,006$ .	No hay diferencias significativas en BBS	Tiempo de respuesta más rápido y tasa de éxito ligeramente mejor en GC

.../...

.../...

Variable	Estudio de Wang (2022) (25)	Estudio de Chen (2021) (26)	Estudio de Lu (2019) (27)
Oscilación del Centro de Presión (Estabilidad Postural)	Mejoras significativas en condiciones con ojos cerrados ( $p = 0,018$ ) en GI (EP con inestabilidad), pero no en el GC (EP sin inestabilidad)	No hay mejoras significativas en condiciones de estabilidad postural	-
Calidad de Vida	Mejoras observadas en PDQL con aumento promedio de 5,50 puntos en el GI ( $p = 0,06$ ) y 13,00 puntos en el GC ( $p = 0,021$ ).	No hay diferencias significativas en percepción de riesgo de caídas	-
Percepción de Riesgo de Caídas	No hay diferencias significativas ( $p = 0,057$ )	No hay diferencias significativas	-
Otras Pruebas Funcionales	Mejoras en varias pruebas (Slalom, Caminata en Tandem, Evitación de Obstáculos, etc.)	Diferencias significativas en algunas pruebas funcionales como Evitación de Obstáculos y Velocidad de Adaptación, a favor del GC.	Diferencias significativas en respuesta a obstáculos y número de pasos

No se ha encontrado información detallada sobre eventos adversos o problemas de seguridad en ninguno de los tres estudios analizados.

#### IV.1.3.6. Ictus

##### Características de los estudios

Se han identificado cuatro estudios que examinan los efectos clínicos de la rehabilitación con C-Mill VR en pacientes que han experimentado un ictus, como se detalla en la Tabla 12.

Tabla 12. Características de los estudios sobre tratamiento con C-Mill en pacientes con ictus

Referencia y país	Patología y diseño del estudio	N (H/M)	Edad media	Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad	Intervención	Control
Timmermans 2021 Holanda (28)	Ensayo clínico aleatorizado	GI: 16, 9/7 GC: 17, 5/12	GI: 52 ± 13 años GC: 59 ± 10 años	GI: 46 meses (6–372) GC: 20 meses (13–110)	Terapia en el tapiz rodante basada en C-Mill. Este grupo realizó el entrenamiento Tandem Walking de C-Gait del C-Mill	Terapia en el tapiz rodante basada en un programa FALLS en terreno plano. Este grupo entrenó en grupos de 4 a 6 participantes.
Enam 2021 EE. UU. (29)	Ensayo clínico no aleatorizado	GI: 1 mujer GC: 1 mujer GC: 1 hombre en buena condición de salud	GI: 54 años GC: 59 años GC: 55 años (la persona sana)	GI: 10 años desde el ictus GC: Dos años desde el ictus	Se empleó el tapiz rodante C-Mill, con capacidades de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR). Esta tecnología se utilizó durante un período de 4 semanas, con 3 sesiones por semana, para llevar a cabo el entrenamiento de la marcha en participantes tras haber sufrido un ictus.	El participante post-ictus se sometió a entrenamiento en un tapiz rodante, con velocidades ajustadas al umbral de la velocidad de la marcha (SSC), incluyendo un 20% por encima y un 20% por debajo del SSC. La intensidad de la intervención fue igual para ambos participantes con ictus.
Van Ooijen 2015 Holanda (30)	Estudio cuasi-experimental.	16 (no se especifica la distribución de género)	54,8 ± 10,8 años	Más de 6 meses desde el primer ictus	C-Mill training (10 sesiones en 5-6 semanas)	Sin GC específico
Heren 2013 Holanda (31)	Estudio cuasi-experimental. Evaluación del concepto de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha C-Mill en la fase crónica después de un ictus	16 participantes inicialmente, pero uno abandonó posteriormente debido a lumbago. 9/7	54,8 (10,8) [38–68] años	17 (11) [6–40] años	10 sesiones (1 hora por sesión, durante 5-6 semanas) de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha en C-Mill.	No se proporciona información sobre un GC.

### **Timmermans 2021(28)**

El objetivo principal de este ensayo clínico fue comparar la eficacia de dos intervenciones destinadas a mejorar la adaptabilidad al caminar en personas que habían sufrido un episodio de ictus. El estudio incluyó 33 individuos que fueron asignados de forma aleatoria a dos tipos de programas: al GI al que se aplicó una terapia con C-Mill y el GC siguió un programa estándar de FALLS, llevado a cabo en terreno plano y, diseñado para reducir el riesgo de caídas, incluyendo ejercicios de adaptabilidad de la marcha, como la evitación de obstáculos y caminar en terrenos irregulares.

Las evaluaciones se llevaron a cabo en la fase pre-intervención (T0), fase post-intervención (T1), tras un seguimiento a las 5 semanas (T2) y después de un seguimiento de un año después de la intervención (T3).

Durante estas evaluaciones, los participantes realizaron tres tipos de tareas: (1) la prueba de marcha de 10 metros (10MWT) estándar, (2) 10MWT de contexto que incluía tres obstáculos físicos, un sendero y tres objetivos de paso (10MWT contexto), y (3) 10MWT con obstáculos proyectados en función de la marcha para evaluar la adaptabilidad de la marcha bajo presión de tiempo (10MWT obstáculos). Estas tres tareas se realizaron con, y sin la realización simultánea de una tarea cognitiva, lo que dio lugar a seis condiciones de marcha.

### **Resultados de efectividad**

**Velocidad de Marcha, Estándar:** no se encontraron diferencias significativas entre las intervenciones para la velocidad de la marcha estándar.

**Velocidad de la Marcha, Contexto:** tras la intervención (T1) la prueba 10MWT contexto obtuvo mejores resultados con C-Mill que el programa FALLS. ( $p < 0,05$ ) Sin embargo, esta diferencia no se mantuvo a lo largo del seguimiento (T2 y T3), reduciéndose gradualmente la diferencia hasta desaparecer por completo.

**Rendimiento Cognitivo en Tareas Duales e Interferencia Cognitivo-Motora:** Tras la intervención (T1), el GI mejoró el rendimiento en la prueba estándar de los 10 metros (10MWT) combinada con una tarea cognitiva en comparación con el GC, aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística ( $p = 0,06$ ) y no se mantuvo en el seguimiento. Además, no se encontraron diferencias significativas en los resultados de la interferencia cognitivo-motora entre los grupos en las diferentes evaluaciones.

**Número de pasos y pasos adaptativos (C-Gait):** Durante el entrenamiento con C-Mill, se observó un aumento significativo en el número de pasos y pasos adaptativos ( $2,779 \pm 582$  y  $2,405 \pm 505$  pasos, respectivamente) en comparación con el GC, donde se registraron  $1,464 \pm 196$  y  $1,130 \pm 175$  pasos, respectivamente.

**Perspectiva de los pacientes:** Después de finalizar las intervenciones, los participantes de ambos grupos reportaron un incremento en su nivel de capacidad física, así como en la seguridad, velocidad y confianza al caminar. En particular, en el GI, se observó un número significativamente mayor de participantes que resaltaron mejoras en su aptitud física en comparación con el GC ( $p < 0,05$ ). Es importante señalar que el GI experimentó un nivel ligeramente superior de molestias durante el entrenamiento en comparación con el GC ( $p < 0,05$ ), aunque estas molestias fueron de carácter leve. No se detectaron diferencias significativas en las molestias percibidas después del entrenamiento entre los dos grupos.

## Resultados de seguridad

Este estudio no aporta datos sobre la seguridad de las intervenciones.

## Enam 2021 (29)

Este ensayo clínico no aleatorizado evalúa los efectos de un programa de entrenamiento de la marcha con C-Mill en participantes con ictus. Para ello se seleccionaron dos mujeres con hemiplejía tras un ictus para que participaran en una intervención de 4 semanas y un control sano como referencia.

## Resultados de Efectividad

- **Escala Berg Balance Scale (BBS):** la participante que entrenó con C-Mill (GI) presentó mejores resultados tras la intervención (+6 puntos) y en el seguimiento de un mes (+10 puntos) que la participante del GC que presentó (+3 puntos) tanto tras la intervención como en el seguimiento de 1 mes.
- **Prueba de 10MWT.** GI aumentó más la velocidad que GC, tanto tras la post-intervención ( $0,19$  m/seg y  $0,06$  m/seg respectivamente) como en el seguimiento de 1 mes ( $0,24$  m/seg y  $0,4$  m/seg respectivamente).
- **Dynamic Gait Index (DGI):** GI presentó un aumento de 2 puntos tras la intervención, lo que se consideró clínicamente significativo.
- **Prueba de marcha de 6 minutos (6-Minute Walk Test, 6MWT):** la participante GI registró una mejoría clínicamente significativa en la

distancia en la distancia recorrida tanto antes (340,4), como después (392,2) y a un mes de seguimiento (379,3) tras la intervención

- **Simetría témporo-espacial de la marcha**, la participante GI presentó una mayor asimetría temporal que la participante GC, y aumentó un 42% en la visita posterior a la intervención y en un 15,6% con respecto al valor basal al mes de seguimiento. En la participante GC disminuyó en un 30,1% después de la intervención, y esta mejoría se mantuvo durante el seguimiento de 1 mes.
- **Disfrute de la Actividad (PACES)**: la participante GI obtuvo una puntuación más alta (121 puntos) que la participante GC (98 puntos), lo que se interpretó como una mejoría significativa.
- **Velocidad de Marcha Autoseleccionada (SSC)**: GI experimentó un aumento clínicamente significativo de 0,32 m/s después de la intervención, y esta ganancia se mantuvo en el seguimiento de un mes. Por su parte, la participante del GC también mostró un aumento significativo de 0,18 m/s después de la intervención, y esta mejora también se mantuvo en el seguimiento de 1 mes.

## Resultados de Seguridad

Este estudio no proporcionó datos sobre la seguridad de esta intervención.

## Van Ooijen 2015 (30)

Este estudio tiene como objetivo evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento con C-Mill en personas que habían experimentado un ictus, mediante una comparación pre y post intervención.

La muestra consistió en 16 participantes, que debían de llevar al menos 6 meses de evolución después de su primer ictus y ser capaces de caminar de manera independiente con categorías de ambulación funcional de 4-5 según la escala de Categorías de Ambulación Funcional, a una velocidad mínima de 2 km/h. Quince participantes completaron el programa de intervención, con un participante retirándose después de tres sesiones debido a agravamiento de un cuadro de lumbalgia.

La duración promedio de caminar en la cinta durante las sesiones de entrenamiento fue de  $38,8 \pm 5,2$  minutos, a una velocidad promedio de  $2,7 \pm 0,4$  km/h. Tanto la duración como la velocidad de caminar aumentaron significativamente desde la primera sesión hasta la última, con un aumento del 18,6% en la duración y del 20,8% en la velocidad.

## Resultados de efectividad

**Evitación de obstáculos (C-Gait):** La tasa de éxito en la evitación de obstáculos aumentó significativamente del  $52,4 \pm 16,3\%$  antes de la intervención a  $77,0 \pm 16,4\%$  después de la intervención. Este aumento fue consistente, independientemente de la presencia de estímulos Stroop, diseñados para evaluar la interferencia en la capacidad de una persona para procesar información, lo que sugiere que la capacidad de evitación de obstáculos mejoró de manera general, independientemente de las distracciones cognitivas.

**Desempeño del Stroop:** Esta prueba analiza la capacidad de la atención selectiva y la interferencia cognitiva. Las tasas de éxito en la tarea de Stroop aumentaron significativamente del  $78,5 \pm 14,2\%$  al  $85,3 \pm 14,8\%$  tras la intervención. No obstante, este incremento fue más notable durante el cruce de obstáculos, lo que indica una mejora significativa en la realización de la tarea dual de Stroop durante la evitación de obstáculos. No se registraron diferencias significativas en los tiempos de respuesta del Stroop.

**Relación entre cambios en la evitación de obstáculos y tasas de éxito del Stroop:** Se encontró una correlación positiva y significativa entre el aumento en la tasa de éxito en la evitación de obstáculos y el aumento en la tasa de éxito del Stroop ( $r = 0,68$ ,  $p = 0,015$ ). Esto indica que aquellos participantes que mejoraron significativamente en la tarea de evitación de obstáculos también mejoraron considerablemente en la tarea de Stroop, sugiriendo una relación positiva entre ambas habilidades.

## Resultados de seguridad

Este estudio no analizó aspectos de seguridad de la intervención.

## Hereen 2013 (31)

El propósito de este estudio piloto fue evaluar el uso de realidad aumentada para el entrenamiento de la adaptabilidad de la marcha en un grupo de 15 personas en fase crónica post-accidente cerebrovascular. Durante el estudio, un paciente abandonó debido a lumbago. Se realizaron comparaciones antes y después de la intervención utilizando el dispositivo C-Mill.

## Resultados de efectividad

- **Distancia caminada por sesión:** se evidenció un aumento significativo pasando de 1,3 km en la primera sesión a 2,0 km en la última, acompañado de un aumento progresivo en la dificultad del entrenamiento.

- **Tiempo de la prueba de caminata de 10 metros (10MWT)** mostró una disminución significativa pasando de 9,55 segundos en la evaluación previa a la intervención a 8,45 segundos en la evaluación posterior ( $p < 0,001$ ).
- **Subprueba de obstáculos del Perfil de Ambulación Funcional de Emory (EFAP)**, se observó una disminución en el tiempo necesario pasando de 15 segundos en la evaluación previa a la intervención a 13,10 segundos en la evaluación posterior ( $p < 0,05$ ).
- **Prueba de Levantarse y Caminar (TUG)** mostró una mejoría en el rendimiento mostrando una disminución de 11,38 segundos (SD 1,97) a 9,81 segundos (SD 2,24) ( $p < 0,01$ ) antes y después de la intervención.
- **Escala de equilibrio de Berg** mostró una mejora significativa de 1,4 puntos ( $p = 0,017$ ) indicando una mejora en el equilibrio,
- **Escala de confianza en el Equilibrio Específico de Actividades de 6 ítems (ABC)** mostró una tendencia positiva, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa.
- **Nivel de actividad física** registró un aumento significativo con un incremento de 1,126 pasos por día después del entrenamiento de adaptabilidad de la marcha en C-Mill.
- **Distancia caminada por sesión** también aumentó significativamente entre antes y después del entrenamiento ( $p < 0,01$ ).
- **Tarea de pasos al objetivo o Tarea de *Stepping-Target* (C-Gait)**, los participantes daban pasos hacia un objetivo colocado en el suelo que podía moverse repentinamente hacia el centro o hacia los lados mientras el pie estaba en el aire, lo que requería realizar un ajuste a mitad del paso para alcanzar el objetivo en movimiento. Después de la intervención, se observaron mayores tasas de éxito tanto para las condiciones con apoyo (medial 9,7%, lateral 4,7%) como para la condición lateral sin apoyo (6,9%). En contraste, en la condición medial sin apoyo, la tasa de éxito disminuyó un 5,9%.
- **Perspectiva de los pacientes:** Todos los participantes expresaron su satisfacción con la duración e intensidad de las sesiones y recomendarían el programa a otros. Aunque la mayoría estaba satisfecha, el 20% preferiría la realización de más sesiones. El caminar con una base estrecha de apoyo se identificó como el elemento más desafiante. Los participantes reportaron un aumento en la confianza al caminar, tanto en entornos interiores como exteriores, y experimentaron mejoras en la velocidad y la forma física. Además, algunos participantes notaron

mejoras en otras actividades diarias, como andar en bicicleta y subir escaleras.

### **Resultados de seguridad**

El estudio revela un buen perfil de tolerancia al tratamiento. Aunque un participante abandonó el estudio debido un cuadro de lumbalgia y otros tres experimentaron dolor muscular de inicio tardío, no se registraron otros eventos adversos. Estos hallazgos respaldan la seguridad del entrenamiento de adaptabilidad de la marcha en C-Mill.

Análisis de los resultados según las pruebas

En la siguiente tabla (Tabla 13), se presenta un resumen detallado de los resultados obtenidos en el análisis de efectividad del entrenamiento con C-Mill en pacientes que han experimentado un ictus. Esta tabla proporciona un panorama completo de los impactos observados en diversas pruebas clave, ofreciendo una visión consolidada de los beneficios y mejoras en la función motora y la marcha en este grupo específico de pacientes.

Tabla 13. Resumen de resultados de efectividad del entrenamiento con C-Mill en pacientes que han experimentado un ictus

Variable de Efectividad	Timmermans 2021	Enam 2021	Van Ooijen 2015	Hereen 2013
<b>Velocidad de la marcha (Estándar y Contexto Específico)</b>	No se encontraron diferencias significativas entre las intervenciones para la velocidad de la marcha estándar. Mejoría en velocidad específica del contexto con C-Mill.	Mejoras significativas en velocidad de marcha	-	Mejoras significativas en todas las evaluaciones clínicas post-entrenamiento.
<b>Adaptabilidad de la Marcha</b>	Mejoras en adaptabilidad de la marcha con terapia C-Mill.	Mejoras en equilibrio, velocidad de marcha y resistencia.	-	Mejoras en adaptabilidad de la marcha con terapia C-Mill.
<b>Rendimiento Cognitivo en Tareas Duales e Interferencia Cognitivo-Motora</b>	Diferencia no significativa en desempeño cognitivo en tareas duales en el GI.	-	-	-
<b>Experiencia y Actitud de los Participantes</b>	Ambos grupos informaron aumento en la capacidad física, seguridad, velocidad y confianza al caminar. Mayor mejoría en GI que en GC ( $p < 0.05$ ).	Mayor nivel de disfrute en intervención con C-Mill	-	Alta satisfacción y mejora percibida en confianza para caminar.
<b>Cantidad de Práctica de la Marcha</b>	Grupo C-Mill generó el doble de pasos por sesión que el programa FALLS.	Mejora significativa en la velocidad de la marcha autoseleccionada y distancia caminada.	-	-

.../...

.../...

Variable de Efectividad	Timmermans 2021	Enam 2021	Van Ooijen 2015	Hereen 2013
<b>Cambios con el Tiempo</b>	Adaptabilidad y desempeño cognitivo mejoraron y se mantuvieron después de la intervención en ambos grupos.	Mejoras mantenidas en velocidad de marcha y equilibrio.	-	Aumento progresivo en dificultad del entrenamiento y distancia caminada.
<b>Resultados de la Evitación de Obstáculos</b>	Mejora significativa en evitación de obstáculos con C-Mill.	-	Mejora significativa en evitación de obstáculos con C-Mill.	-
<b>Resultados del Desempeño del Stroop</b>	-	-	Fuerte correlación entre evitación de obstáculos y desempeño en prueba de Stroop.	-
<b>Relación entre Cambios en la Evitación de Obstáculos y Tasas de Éxito del Stroop</b>	-	-	Fuerte correlación entre evitación de obstáculos y desempeño en prueba de Stroop.	-
<b>Prueba de levantarse y caminar</b>	-	-	Mejora significativa en TUG con C-Mill.	Mejora significativa en TUG con C-Mill.
<b>Escala de equilibrio de Berg</b>	-	Mejora en el equilibrio con C-Mill.	Mejora significativa en el equilibrio con C-Mill.	Mejora significativa en el equilibrio con C-Mill.
<b>Resultados de seguridad</b>	No se mencionan eventos adversos ni problemas de seguridad.	No se mencionan eventos adversos ni problemas de seguridad.	Retirada de un participante debido a lumbago agravado y dolor muscular en tres participantes, sin otros eventos adversos registrados.	Buen perfil de tolerancia al tratamiento con la retirada de un participante y dolor muscular en tres participantes como únicos eventos adversos.

## IV.1.4. Valoración de la calidad de la evidencia

### IV.1.4.1. Evaluación de la Calidad mediante Herramientas Específicas

La evaluación del riesgo de sesgo y la calidad de los estudios seleccionados se realizó mediante el uso de escalas específicas adaptadas a cada tipo de estudio. En la Tabla 14, se detallan las herramientas utilizadas para evaluar la calidad de cada estudio, clasificadas según su diseño.

Tabla 14. **Herramientas de evaluación de la calidad de los estudios**

Referencia	Diseño del estudio	Herramienta	Patología
Wang 2022 (25)	Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-postest	JBI	Parkinson
Kuijpers 2022 (23)	Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-postest	JBI	Trastorno del Desarrollo de la Coordinación
Van Ooijen 2015 (30)	Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-postest	JBI	Ictus
Fonteyn 2014 (20)	Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-postest	JBI	Ataxia cerebelosa degenerativa
Hereen 2013 (31)	Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-postest	JBI	Ictus
van de Venis 2023 (22)	Ensayo clínico aleatorizado	FLC	Paraplejía Espástica Hereditaria
Timmermans 2021 (28)	Ensayo clínico aleatorizado	FLC	Ictus
Chen 2021 (26)	Serie de casos	FLC	Parkinson
Enam 2021 (29)	Ensayo clínico no aleatorizado	FLC	Ictus
Lu 2019 (30)	Ensayo clínico no aleatorizado	FLC	Parkinson
Kuijpers 2022 (24)	Estudio observacional descriptivo transversal	Instrumento para la lectura crítica y la evaluación de estudios epidemiológicos transversales	Trastorno del Desarrollo de la Coordinación
Tuijtelars 2022 (21)	Estudio observacional descriptivo transversal	Instrumento para la lectura crítica y la evaluación de estudios epidemiológicos transversales	Poliomielitis

*JBI*: The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Reviews.

*FLC*: Fichas de Lectura Crítica.

A continuación, se ofrece un análisis exhaustivo de la calidad de los estudios integrados en esta revisión, clasificados según la patología estudiada.

#### IV.1.4.2. Calidad de la evidencia sobre ataxia cerebelosa degenerativa

La investigación de Fonteyn, publicada en los Países Bajos en el año 2014 (31), se presenta como la única fuente de evidencia para evaluar la efectividad y seguridad de la plataforma C-Mill VR en el contexto de la ataxia cerebelosa degenerativa.

Tabla 15. **Evaluación de la Calidad del Estudio de Fonteyn (2014) sobre Ataxia Cerebelosa Degenerativa**

<b>Criterios</b>	<b>Fonteyn 2014 (20)</b>
¿Es claro en el estudio cuál es la 'causa' y cuál es el 'efecto' (es decir, no hay confusión acerca de qué variable ocurre primero)?	Sí
¿Los participantes incluidos en las comparaciones eran similares?	Sí
¿Recibieron los participantes en las comparaciones un tratamiento/cuidado similar, aparte de la exposición o intervención de interés?	Sí
¿Hubo un grupo de control?	Sí
¿Se realizaron múltiples mediciones del resultado tanto antes como después de la intervención/exposición?	Sí
¿Se completó el seguimiento y, de no ser así, se describieron y analizaron adecuadamente las diferencias entre los grupos en cuanto a su seguimiento?	No claro
¿Se midieron los resultados de los participantes incluidos en comparaciones de la misma manera?	Sí
¿Se midieron los resultados de manera fiable?	Sí
¿Se utilizó un análisis estadístico apropiado?	Sí
<b>Calidad del estudio</b>	<b>Alta</b>

El análisis de la calidad del estudio de Fonteyn (20) indica un alto nivel de cumplimiento en la mayoría de los criterios evaluados, aunque se identifican ciertas limitaciones. El estudio, de diseño cuasi-experimental pretest-postest, aborda la adaptabilidad de la marcha en pacientes con esta patología.

A pesar de la calidad general alta del estudio y su enfoque metodológico sólido (lo que se interpreta como bajo riesgo de sesgos), algunas limitaciones son apreciables. La muestra reducida y la ausencia de un GC específico dificultan comparar la eficacia de la formación específica con otras modalidades de entrenamiento. Se reconoce el riesgo de efectos de aprendizaje, a pesar de su minimización con una sesión de familiarización previa a la prueba inicial. Se plantea la incertidumbre sobre la persistencia a largo plazo de los resultados y su aplicación práctica en la vida diaria y el riesgo de caídas, señalando la necesidad de estudios futuros con muestras más amplias, intervenciones de control y seguimientos prolongados. Aunque la generalización de los hallazgos a la población general de pacientes con ataxia cerebelosa puede ser limitada, el estudio ofrece evidencia preliminar sobre los beneficios del entrenamiento de la adaptabilidad de la marcha en este grupo específico.

En el Anexo IV se proporciona un resumen de los criterios GRADE utilizados para evaluar el nivel de evidencia relacionado con el tratamiento de la ataxia cerebelosa mediante el uso de C-Mill VR. Se destaca que el nivel de evidencia es bajo para todas las variables críticas consideradas en este análisis.

#### IV.1.4.3. Calidad de la evidencia sobre poliomielitis

La Tabla 16 detalla la evaluación de la calidad del estudio de Tuijtelaars (2022) sobre poliomielitis (26), ofreciendo una visión detallada de sus fortalezas y limitaciones en términos de rigor metodológico y confiabilidad de los resultados.

Tabla 16. **Evaluación de la Calidad del Estudio de Tuijtelaars (2022) sobre Poliomielitis**

Criterios	Tuijtelaars 2022 (21)
Pregunta de investigación	Muy bien
Participantes	Bien
Definición y medición de las variables principales	Muy bien
Análisis estadístico y confusión	Muy bien
Valoración global de la validez interna	Muy bien
Resultados	Bien
Conclusiones, validez externa y aplicabilidad de los resultados	Bien
Conflicto de intereses	No informa
<b>Valoración global de la calidad del estudio</b>	<b>Alta</b>

El estudio llevado a cabo por **Tuijelaars** en Holanda en el año 2022 (21), sobre la poliomielitis, es un estudio observacional descriptivo transversal (Tabla 16). La evaluación de su calidad metodológica resalta varios aspectos clave. El estudio de Tuijelaars destaca por su meticulosidad en diversos aspectos relevantes. La formulación clara de la pregunta de investigación sienta bases sólidas para el estudio. La definición precisa de los participantes, junto con criterios de exclusión detallados para trastornos específicos, y la minuciosa medición de las variables principales, fortalecen la validez interna del estudio. Además, el análisis estadístico detallado y la consideración de la confusión refuerzan aún más la validez interna de la investigación. Los resultados son presentados de manera clara y respaldados por un análisis estadístico apropiado, incrementando la confiabilidad de los hallazgos. Si bien se reconoce la calidad general del estudio, es crucial señalar la limitación significativa de la falta de declaración de conflictos de intereses, lo que podría impactar la transparencia del estudio. A pesar de esto, la calidad general del estudio se evalúa como alta, mostrando una atención cuidadosa a los criterios esenciales y una metodología sólida.

En el Anexo IV se presenta un resumen de los criterios GRADE utilizados para evaluar el nivel de evidencia relacionado con el tratamiento de la poliomielitis mediante el uso de C-Mill VR. Se observa que el nivel de evidencia es bajo para todas las variables críticas consideradas en este análisis.

#### IV.1.4.4. Calidad de la evidencia sobre paraplejía espástica hereditaria

El estudio realizado por van de Venis en Holanda, publicado en 2023 (22), proporciona una perspectiva crucial sobre la paraplejía espástica hereditaria, resaltando su importancia e impacto en la comprensión de esta condición médica específica.

Tabla 17. **Evaluación de la Calidad del Estudio de van de Venis 2023 (22) sobre paraplejía espástica hereditaria**

Criterios	van de Venis 2023 (22)
Pregunta	Sí
Métodos	Parcialmente
Resultados	Sí

.../...

.../...

Criterios	van de Venis 2023 (22)
Conclusiones	Parcialmente
Conflicto de intereses	Sí
Validez externa	Sí
<b>Calidad del estudio</b>	<b>Media</b>

El estudio de **van de Venis (2023)** demuestra fortalezas al emplear un diseño de ensayo clínico aleatorizado con un seguimiento y un enfoque de intención de tratar. La presentación de los resultados y las medidas adoptadas para reducir los sesgos son apropiadas, aunque la justificación de las conclusiones podría ser más explícita. Es positivo destacar la mención del registro en [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov) y la aprobación ética, lo que contribuye a la transparencia y ética de la investigación. Sin embargo, se señala que la generalización de los resultados puede estar limitada debido a la especificidad de la población estudiada, compuesta por personas con paraplejía espástica hereditaria.

En la evaluación aplicando los criterios GRADE del nivel de evidencia en pacientes con parálisis espástica hereditaria, se concluye que el nivel de confianza es moderado para todas las variables de resultado críticas consideradas en este análisis (ver Anexo IV).

#### IV.1.4.5. Calidad de la evidencia sobre trastorno del desarrollo de la coordinación en la población infantil

En Holanda, se han llevado a cabo dos estudios significativos sobre el trastorno del desarrollo de la coordinación en la población infantil, ambos conducidos por Kuijpers en el año 2022 (23-24).

Tabla 18. **Evaluación de la Calidad del Estudio de Kuijpers 2022 (23) sobre el trastorno del desarrollo de la coordinación en la población infantil**

Criterios	Kuijpers 2022 (23)
Pregunta de investigación	Muy bien
Participantes	Muy bien
Definición y medición de las variables principales	Muy bien

.../...

.../...

Criterios	Kuijpers 2022 (23)
Análisis estadístico y confusión	Muy bien
Valoración global de la validez interna	Muy bien
Resultados	Muy bien
Conclusiones, validez externa y aplicabilidad de los resultados	Muy bien
Conflicto de intereses	Muy bien
<b>Valoración global de la calidad del estudio</b>	<b>Alta</b>

**Kuijpers (2022) (23)** presenta una investigación bien definida con una pregunta clara y concisa. Los participantes son cuidadosamente especificados, excluyendo a aquellos con trastornos específicos, lo que fortalece la validez interna del estudio. La definición y medición detallada de las variables principales demuestra una metodología rigurosa. El análisis estadístico es exhaustivo, y se aborda adecuadamente la posible confusión. La calidad del estudio se evalúa como muy alta, ya que cumple con los criterios esenciales para la validez interna. Los resultados son presentados de manera clara y respaldados por análisis estadísticos apropiados, fortaleciendo la confiabilidad de los hallazgos. Las conclusiones son sólidas y se discute la validez externa, así como la aplicabilidad de los resultados. La declaración de conflictos de intereses se proporciona, añadiendo transparencia al estudio. En general, la investigación de Kuijpers destaca por su alta calidad en diseño, ejecución y presentación de resultados.

Tabla 19. **Evaluación de la Calidad del Estudio de Kuijpers 2022 (24) sobre trastorno del desarrollo de la coordinación en la población infantil**

Criterios	Kuijpers 2022 (24)
¿Es claro en el estudio cuál es la 'causa' y cuál es el 'efecto' (es decir, no hay confusión acerca de qué variable ocurre primero)?	Sí
¿Los participantes incluidos en las comparaciones eran similares?	Sí
¿Recibieron los participantes en las comparaciones un tratamiento/cuidado similar, aparte de la exposición o intervención de interés?	Sí
¿Hubo un grupo de control?	Sí

.../...

.../...

<b>Criterios</b>	<b>Kuijpers 2022 (24)</b>
¿Se realizaron múltiples mediciones del resultado tanto antes como después de la intervención/exposición?	Sí
¿Se completó el seguimiento y, de no ser así, se describieron y analizaron adecuadamente las diferencias entre los grupos en cuanto a su seguimiento?	No aplicable
¿Se midieron los resultados de los participantes incluidos en comparaciones de la misma manera?	Sí
¿Se midieron los resultados de manera fiable?	No claro
¿Se utilizó un análisis estadístico apropiado?	Sí
<b>Calidad del estudio</b>	<b>Alta</b>

**Kuijpers (2022) (24)** aborda la adaptabilidad de la marcha en niños con trastorno del desarrollo de la coordinación (DCD) mediante la adición de tareas secundarias. Se observa una clara formulación de la causa y el efecto, con una comparación entre grupos de niños con DCD y niños típicamente desarrollados (TD). El diseño del estudio incluye un GC y múltiples mediciones del resultado, pero la evaluación de la fiabilidad de los resultados no es totalmente clara. Aunque se indica que algunos niños no realizaron ciertas tareas debido a inseguridades, no se proporciona información detallada sobre cómo se manejaron estos casos y si afectaron la validez de los resultados. A pesar de este punto, el estudio utiliza un análisis estadístico apropiado y muestra una calidad general alta. Sin embargo, es fundamental abordar la confiabilidad de las mediciones y considerar el impacto potencial en los resultados debido a la exclusión de algunos participantes. Además, al evaluar el riesgo de sesgo, es importante tener en cuenta cómo la falta de información detallada sobre la fiabilidad de las mediciones podría influir en la interpretación de los resultados y en la validez interna del estudio.

A pesar de la alta calidad de los estudios analizados, se concluyó que el nivel de confianza en la evidencia general es bajo para todas las variables de resultado consideradas críticas, según la metodología del grupo GRADE (consultar Anexo IV).

#### IV.1.4.6. Calidad de la evidencia sobre enfermedad de Parkinson

La investigación sobre la enfermedad de Parkinson ha sido abordada a través de la síntesis de tres estudios, dos de ellos realizados en China (Wang

2022, Chen 2021) y uno llevado a cabo en los Estados Unidos (Lu 2019), proporcionando así una perspectiva integral y diversificada sobre esta condición médica (25, 26, 27).

Tabla 20. **Evaluación de la Calidad del Estudio de Wang 2022 (25) sobre la Enfermedad de Parkinson**

<b>Criterios</b>	<b>Wang 2022 (25)</b>
¿Es claro en el estudio cuál es la 'causa' y cuál es el 'efecto' (es decir, no hay confusión acerca de qué variable ocurre primero)?	Sí
¿Los participantes incluidos en las comparaciones eran similares?	No claro
¿Recibieron los participantes en las comparaciones un tratamiento/cuidado similar, aparte de la exposición o intervención de interés?	No
¿Hubo un grupo de control?	Sí
¿Se realizaron múltiples mediciones del resultado tanto antes como después de la intervención/exposición?	Sí
¿Se completó el seguimiento y, de no ser así, se describieron y analizaron adecuadamente las diferencias entre los grupos en cuanto a su seguimiento?	No aplicable
¿Se midieron los resultados de los participantes incluidos en comparaciones de la misma manera?	Sí
¿Se midieron los resultados de manera fiable?	No claro
¿Se utilizó un análisis estadístico apropiado?	Sí
<b>Calidad del estudio</b>	<b>Moderada</b>

Aunque se observaron mejorías estadísticamente significativas en el estudio de **Wang 2022** en ciertos aspectos de la marcha, como la velocidad en pruebas específicas, el estudio reconoce limitaciones, como la falta de un GC activo y la necesidad de un seguimiento a más largo plazo para evaluar la sostenibilidad de las mejoras. Además, señala que el diseño de investigación podría mejorarse mediante la inclusión de grupos de control adicionales y una muestra más grande. La calidad del estudio se evalúa como moderada debido a ciertas limitaciones metodológicas (cumple con 5 de los criterios)

Tabla 21. **Evaluación de la Calidad de los Estudios sobre Enfermedad de Parkinson: Chen 2021 (28) y Lu 2019 (30)**

Criterios	Chen 2021 (26)	Lu 2019 (27)
Pregunta	Parcialmente	Sí
Métodos	Parcialmente	Parcialmente
Resultados	Sí	Sí
Conclusiones	Sí	Parcialmente
Conflicto de intereses	Sí	Sí
Validez externa	Parcialmente	Parcialmente
<b>Calidad del estudio</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>

**Chen (2021)** presenta una pregunta de investigación parcialmente definida, y aunque el método logra minimizar algunos sesgos, existen áreas susceptibles de mejora en cuanto a calidad. Los resultados están adecuadamente sintetizados y descritos, respaldando unas conclusiones justificadas. La presencia o ausencia de conflictos de intereses está bien especificada, incluyendo la fuente de financiación. Sin embargo, la validez externa es parcial, lo que indica limitaciones en la generalización de los resultados a otras poblaciones y contextos. En términos generales, la calidad del estudio se evalúa como media.

**Lu (2019)** presenta una pregunta de investigación claramente definida sobre el efecto del tiempo de respuesta en la evitación de obstáculos en personas con Parkinson. Aunque el método proporciona algunos detalles sobre la población y el diseño experimental, carece de información suficiente sobre la minimización de sesgos, siendo calificado como “Parcialmente”. Los resultados y conclusiones están presentadas de manera clara, facilitando la comprensión de las implicaciones del estudio. No obstante, la parcialidad en la validez externa impacta la calidad general del estudio.

En el Anexo IV, se ofrece un resumen de los criterios GRADE aplicados para evaluar el nivel de evidencia relacionado con el tratamiento de la enfermedad de Parkinson mediante el uso de C-Mill VR. Se destaca que el nivel de evidencia se clasifica como muy bajo para todas las variables críticas consideradas en este análisis.

#### IV.1.4.7. Calidad de la evidencia sobre ictus

Se han llevado a cabo cuatro estudios relacionados con el ictus, tres de ellos en Holanda (Timmermans 2021, Van Ooijen 2015, Heeren 2013) (28,

30, 31), y uno en los Estados Unidos (Enam 2021) (29), proporcionando así una perspectiva multidimensional sobre la efectividad y seguridad de la rehabilitación con C-Mill-VR en esta condición médica.

Tabla 22. **Evaluación de la Calidad de los Estudios sobre Ictus: Van Ooijen 2015 y Hereen 2013**

<b>Criterios</b>	<b>Van Ooijen 2015 (30)</b>	<b>Hereen 2013 (31)</b>
¿Es claro en el estudio cuál es la 'causa' y cuál es el 'efecto' (es decir, no hay confusión acerca de qué variable ocurre primero)?	Sí	Sí
¿Los participantes incluidos en las comparaciones eran similares?	Sí	Sí
¿Recibieron los participantes en las comparaciones un tratamiento/cuidado similar, aparte de la exposición o intervención de interés?	Sí	Sí
¿Hubo un grupo de control?	Sí	Sí
¿Se realizaron múltiples mediciones del resultado tanto antes como después de la intervención/exposición?	Sí	Sí
¿Se completó el seguimiento y, de no ser así, se describieron y analizaron adecuadamente las diferencias entre los grupos en cuanto a su seguimiento?	No claro	No claro
¿Se midieron los resultados de los participantes incluidos en comparaciones de la misma manera?	Sí	Sí
¿Se midieron los resultados de manera fiable?	Sí	Sí
¿Se utilizó un análisis estadístico apropiado?	Sí	Sí
<b>Calidad del estudio</b>	<b>Alta</b>	<b>Alta</b>

**Van Ooijen (2015)** presenta los efectos del entrenamiento de la adaptabilidad de la marcha en el C-Mill para mejorar los ajustes de paso durante la marcha y reducir las demandas de atención asociadas a personas en la etapa crónica de un accidente cerebrovascular (ACV). Aunque el estudio presenta un diseño robusto con un GC y mediciones pre y post intervención, se destaca la ausencia de un seguimiento claro, lo que podría afectar la validez interna del estudio. Además, la falta de un GC inactivo dificulta la evaluación del valor añadido específico del entrenamiento de la adaptabilidad de la marcha en C-Mill en comparación con otras modalidades de entrenamiento de la marcha. Aunque se menciona que se minimizaron los posibles efectos de

aprendizaje mediante una sesión de familiarización, la falta de un GC inactivo hace que sea difícil descartar completamente los efectos de aprendizaje. Además, se observa que la muestra es pequeña y específica (alta función comunitaria en la etapa crónica del ACV), lo que limita la generalización de los resultados. A pesar de estas limitaciones, el estudio utiliza un análisis estadístico apropiado y presenta una calidad general alta. En resumen, mientras que el estudio ofrece información valiosa sobre la adaptabilidad de la marcha en personas con ACV crónico, la falta de un GC inactivo y un seguimiento claro pueden introducir ciertos riesgos de sesgo y limitar la generalización de los resultados.

El estudio de **Hereen (2013)** muestra una calidad alta en diseño y ejecución, caracterizándose por una relación causa-efecto clara, participantes similares y tratamientos comparables. Se realizan múltiples mediciones de resultados, empleando un análisis estadístico apropiado y medidas fiables. Sin embargo, la carencia de un GC en los análisis de seguimiento introduce posibles sesgos, limitando la atribución directa de los cambios a la intervención. Aunque se minimizan los efectos de aprendizaje al familiarizar a los participantes con la tarea, no se descarta completamente su influencia. La interpretación de resultados sobre actividad física y confianza se ve comprometida por inconsistencias en los hallazgos. En resumen, a pesar de la alta calidad general, las limitaciones subrayan la necesidad de interpretar los resultados con precaución, resaltando áreas de mejora como la inclusión de grupos de control adicionales y una atención más detallada a las mediciones de actividad física en futuras investigaciones.

Tabla 23. **Evaluación de la Calidad de los Estudios sobre Ictus: Timmermans 2021 (28) y Enam 2021 (29)**

Criterios	Timmermans 2021 (28)	Enam 2021 (29)
Pregunta	Sí	Sí
Métodos	Parcialmente	Sí
Resultados	Sí	Sí
Conclusiones	Sí	Sí
Conflicto de intereses	Sí	Sí
Validez externa	Sí	Sí
<b>Calidad del estudio</b>	<b>Alta</b>	<b>Alta</b>

**Timmermans (2021)** presenta un diseño de ensayo controlado aleatorio con un enfoque claro en las terapias de rehabilitación post-ictus. Se utiliza una asignación aleatoria y un algoritmo de minimización para reducir sesgos. Sin embargo, la falta de cegamiento puede introducir sesgos de rendimiento y detección. Los criterios de inclusión y exclusión están bien definidos, y el consentimiento informado se obtuvo de todos los participantes. Las intervenciones se describen detalladamente, aunque la falta de cegamiento puede influir en los resultados. Los resultados se presentan claramente, y se utilizan medidas objetivas y subjetivas para evaluar la efectividad. Aunque la calidad del estudio es generalmente alta, la falta de cegamiento y algunos resultados no significativos podrían afectar la validez interna. Además, se necesita replicación para respaldar la generalización de los resultados a otras poblaciones.

La investigación de **Enam (2021)** se centra de manera clara en evaluar la efectividad de una intervención específica en pacientes con hemiplejía post accidente cerebrovascular. La aleatorización de los participantes en los dos grupos de estudio y la inclusión de un participante de control saludable permiten comparaciones con una referencia normal. Sin embargo, la muestra del estudio es pequeña y podría no representar completamente la diversidad de la población de pacientes con hemiplejía post accidente cerebrovascular. La falta de información sobre cómo se realizó la asignación aleatoria, y si fue oculta, es una limitación importante. Además, la ausencia de un seguimiento a largo plazo limita la comprensión de la sostenibilidad de los resultados. Se sugiere realizar estudios a mayor escala para validar la efectividad de la intervención en una población más amplia. Proporcionar más detalles sobre el proceso de asignación aleatoria sería beneficioso para garantizar la transparencia y reducir el riesgo de sesgo. A pesar de presentar resultados prometedores en la mejora de la velocidad de marcha y la simetría de la marcha en pacientes con hemiplejía, se destaca la necesidad de más investigación para confirmar la efectividad de la intervención y abordar las limitaciones mencionadas.

En el Anexo IV, se proporciona un resumen de los criterios GRADE empleados para evaluar el nivel de evidencia asociado al tratamiento en pacientes post-ictus utilizando C-Mill VR. Se destaca que el nivel de evidencia es catalogado como muy bajo para todas las variables críticas consideradas en este análisis.

## IV. Discusión

Los estudios incluidos en esta revisión sistemática proporcionan evidencia científica que indica de forma general que las intervenciones mediante C-Mill para el tratamiento de las alteraciones de la marcha son efectivas y seguras. A pesar de estos resultados positivos, se ha señalado la importancia de abordar la seguridad en futuras investigaciones, ya que algunos estudios carecían de información detallada sobre este aspecto.

Es importante destacar que la confianza en las conclusiones no solo se basa en la calidad metodológica de los estudios, sino también en otros parámetros como la consistencia de los hallazgos, la precisión de los datos, la existencia de evidencia directa y la coherencia con la literatura existente. Aunque muchos estudios mostraron una calidad metodológica alta o moderada, ciertas limitaciones específicas, como la ausencia de cegamiento en ensayos clínicos aleatorizados y la validez externa limitada en estudios cuasi-experimentales, subrayan la necesidad de interpretar los resultados con cautela. Estas limitaciones resaltan la importancia de mejorar la rigurosidad metodológica en futuras investigaciones para fortalecer la validez y fiabilidad de los hallazgos.

La revisión ha incorporado una variedad de diseños de estudio, desde ensayos clínicos aleatorizados hasta estudios observacionales descriptivos y cuasi-experimentales.

El estudio realizado por Fonteyn et al. (20) explora el impacto del entrenamiento de adaptabilidad de la marcha en la evitación de obstáculos y la estabilidad dinámica en pacientes con ataxia cerebelosa degenerativa. El estudio sugiere que el entrenamiento es factible y bien recibido por los participantes, lo que lleva a una mejora del 16% en las tasas de éxito en la evitación de obstáculos. Los hallazgos indican un cambio hacia una estrategia de paso corto, con un posible compromiso entre la estabilidad dinámica en el plano sagital y un aumento en las tasas de éxito en la evitación de obstáculos. Sin embargo, las limitaciones en el estudio, como un tamaño de muestra pequeño y la ausencia de una intervención de control, plantean preguntas sobre la generalización de los hallazgos. La falta de claridad sobre la importancia clínica de los cambios en la puntuación de la SARA y la incertidumbre sobre los efectos a largo plazo y su traducción a las actividades diarias, justifican una investigación más profunda.

En contraste, Tuijtelars et al. (21) se centran en la validez y reproducibilidad de la evaluación de adaptabilidad de la marcha C-Mill. Si bien el estudio incluye un tamaño de muestra mínimo recomendado, la recopilación

retrospectiva de la frecuencia de caídas introduce un posible sesgo de recuerdo. El estudio subraya la importancia de considerar los factores de riesgo de caídas, incluso en un grupo homogéneo, y sugiere la necesidad de un registro prospectivo de caídas en futuros estudios.

van de Venis et al. (22) presentan resultados del primer ensayo clínico aleatorizado que investiga el entrenamiento de adaptabilidad de la marcha en personas con paraplejía espástica hereditaria. Aunque se notan mejoras en la subprueba de obstáculos de la E-FAP y las medidas secundarias, el estudio no confirma la hipótesis de que agregar el entrenamiento de adaptabilidad de la marcha a la atención habitual conduce a mayores mejoras. Se discute el impacto de la pandemia de Covid-19 y las posibles influencias en los niveles de actividad de los participantes durante el período de lista de espera, introduciendo factores adicionales a considerar en la interpretación de los resultados.

Kuijpers et al. (23-24) contribuyen con dos estudios, uno de ellos (24) es un estudio de prueba de concepto que examina los efectos del entrenamiento en la plataforma de re-educación de la marcha, C-Mill en la adaptabilidad de la marcha en niños con DCD. El estudio describe mejoras inmediatas y sostenidas en las tareas de adaptabilidad de la marcha en el tapiz rodante y sobre el suelo, respaldando los posibles beneficios del entrenamiento C-Mill en niños con DCD. El estudio sugiere efectos específicos de la tarea y destaca la relevancia de incluir ejercicios de adaptabilidad de la marcha en el suelo en futuras investigaciones.

El segundo estudio de Kuijpers et al. (24) explora la adaptabilidad de la marcha en niños con DCD en condiciones de doble tarea. Confirma la hipótesis de que la adaptabilidad de la marcha se ve afectada en estos niños, con un decremento desproporcionado tanto en la adaptabilidad de la marcha como en el rendimiento de la tarea secundaria en condiciones de doble tarea. El estudio enfatiza la importancia de la especificidad de la tarea en el entrenamiento de la adaptabilidad de la marcha y destaca los desafíos potenciales que enfrentan estos niños en actividades diarias que requieren doble tarea.

Los estudios presentados por Wang et al. (25), Chen et al. (26) y Lu et al. (27) exploran diversos aspectos de la enfermedad de Parkinson (EP), centrándose especialmente en la adaptabilidad al caminar y la evitación de obstáculos. Cada estudio aporta perspectivas únicas sobre los desafíos enfrentados por las personas con EP, así como posibles intervenciones y herramientas de evaluación.

El estudio de Wang et al. (25) investiga los efectos del entrenamiento breve de la marcha con C-Mill en la adaptabilidad al caminar en personas con EP, considerando diferentes subtipos motores. Los hallazgos resaltan la importancia de la realidad aumentada al proporcionar un entorno de entrenamien-

to que imita de cerca escenarios de la vida real. El estudio enfatiza el potencial de las estrategias de señalización, demostrando mejoras en la adaptabilidad al caminar, especialmente en caminar en tándem y evitar obstáculos.

Es importante destacar que el estudio plantea preguntas sobre la efectividad del entrenamiento para subtipos motores específicos y sugiere que el enfoque de realidad aumentada puede ser beneficioso para todos los tipos de EP. Sin embargo, la naturaleza a corto plazo de la intervención plantea la necesidad de períodos de seguimiento más largos para evaluar la sostenibilidad de las mejoras. El estudio reconoce limitaciones, como la ausencia de un GC negativo y la necesidad de un tamaño de muestra más grande y de intervenciones extendidas para explorar mejoras de manera integral.

El estudio de Chen et al. (26) explora el potencial de la evaluación C-Gait como una herramienta complementaria a las pruebas tradicionales de marcha en la evaluación de la adaptabilidad al caminar en la EP. La investigación destaca que la evaluación C-Gait, centrada en la adaptabilidad al caminar en escenarios complejos, proporciona datos cuantitativos valiosos. El estudio sugiere que las pruebas tradicionales de marcha y la evaluación C-Gait son herramientas de evaluación complementarias, ofreciendo información sobre diferentes aspectos de la función al caminar.

Las correlaciones entre la evaluación C-Gait y las pruebas tradicionales, especialmente en lo que respecta a la evitación de obstáculos, subrayan la importancia de evaluar diversos dominios de adaptabilidad al caminar. El estudio también aborda la relevancia de las tareas de evitación de obstáculos para discriminar entre personas con congelación de la marcha y aquellas sin este síntoma, arrojando luz sobre la sensibilidad de estas tareas para detectar la congelación de la marcha (FOG, por sus siglas en inglés). No obstante, el estudio reconoce limitaciones, como desequilibrios en el tamaño de la muestra y la ausencia de un estándar de oro ampliamente aceptado para la adaptabilidad al caminar.

El estudio de Lu et al. (29) se centra de manera única en cómo la EP afecta la capacidad de evitar obstáculos, considerando el tiempo disponible para responder. Los resultados revelan que las personas con EP requieren más tiempo que los controles para evitar con éxito obstáculos durante la marcha en el tapiz rodante. El estudio enfatiza el papel de la inhibición de respuestas en las tareas de evitación de obstáculos, conectándolo con la función de la corteza prefrontal y resaltando su importancia en las actividades diarias.

Aunque proporciona conocimientos novedosos, el estudio de Lu et al. reconoce limitaciones, como el uso de obstáculos virtuales bidimensionales y una posible carga cognitiva debido a los requisitos de doble tarea. El estudio sugiere la necesidad de explorar cómo la asimetría en la marcha y las demandas cognitivas impactan en la evitación de obstáculos en personas con EP.

En conjunto, estos estudios contribuyen significativamente a la comprensión del impacto de la EP en la marcha y ofrecen implicaciones valiosas para diseñar intervenciones y evaluaciones dirigidas a mejorar la calidad de vida de las personas con EP. Investigaciones futuras deben abordar las limitaciones identificadas, incluyendo tamaños de muestra más grandes, períodos de intervención más prolongados y exploración de aspectos adicionales de la adaptabilidad al caminar.

El estudio de Timmermans et al. (28) comparó la eficacia de la terapia novedosa basada en la cinta C-Mill con el programa estándar FALLS en personas que habían sufrido un accidente cerebrovascular. Aunque no se encontraron diferencias significativas en la velocidad estándar al caminar, la terapia C-Mill mostró una mejora significativa en la velocidad específica del contexto postintervención, que no se mantuvo hasta el año de seguimiento post-intervención. Ambas intervenciones mostraron efectos sostenidos a largo plazo, sugiriendo que ambas contienen aspectos importantes para mejorar la velocidad y la adaptabilidad al caminar. Se destacó la importancia de evaluar la velocidad específica del contexto y se sugirió que las futuras intervenciones deben considerar el tipo de contexto utilizado. El estudio reconoció limitaciones, como la alta tasa de abandono y la falta de un GC. Se recomienda realizar un ensayo multicéntrico más amplio para validar la eficacia de las intervenciones.

El estudio de van Ooijen et al. (30) examinó la terapia C-Mill para mejorar los ajustes de paso durante la marcha y reducir las demandas atencionales asociadas en personas después de un accidente cerebrovascular. Después de 5-6 semanas de entrenamiento, se observaron mejoras significativas en la capacidad de evitar obstáculos y una reducción en la atención requerida, respaldada por un mejor rendimiento en la tarea de Stroop. La mejora en la adaptabilidad de la marcha fue considerablemente mayor que en otras intervenciones de entrenamiento específico para la marcha sugiriendo que puede proporcionar una base eficiente para las intervenciones terapéuticas. El estudio también destacó la relación positiva entre la mejora en la capacidad de evitar obstáculos y la mejora en las demandas atencionales asociadas. Se reconoció la falta de un GC como una limitación y se recomendó realizar futuros ensayos controlados para confirmar los beneficios de la terapia C-Mill.

El estudio de Hereen et al. (14) evaluó un nuevo entrenamiento de adaptabilidad de la marcha con realidad aumentada utilizando el C-Mill. Se encontró que el entrenamiento era factible, bien tolerado y apreciado por los participantes. Posteriormente, se observaron mejoras en las pruebas clínicas de equilibrio y marcha, así como un aumento en la actividad física. Además, se observaron mejoras en las tasas de éxito de la tarea de “Target-Stepping”, que

requería ajustes de paso en tiempo real. Las mejoras en las pruebas de equilibrio y marcha fueron consistentes con estudios anteriores sobre entrenamiento en cinta. Se destacó que el C-Mill podría ser más efectivo que el entrenamiento en cinta convencional para mejorar habilidades específicas de la marcha necesarias para una movilidad segura en su entorno de vida cotidiano. Las limitaciones incluyeron la falta de un GC y la necesidad de futuras investigaciones para evaluar la participación en la vida diaria.

El estudio de Enam (29) presenta un novedoso enfoque de intervención en cinta de correr guiada por realidad aumentada (RA) para mejorar la marcha en personas con ictus crónico. La intervención, centrada en el participante, permitió adaptaciones específicas del mecanismo de la marcha, y los resultados mostraron mejoras significativas en la velocidad de marcha, el equilibrio estático y dinámico, y la resistencia. La participación y el disfrute del participante fueron más altos en comparación con un participante control. A pesar de la falta de un GC y la necesidad de una evaluación más amplia, los resultados sugieren que las intervenciones guiadas por RA pueden ser efectivas y atractivas para mejorar la movilidad postictus.

Se destaca la importancia de elegir métodos adecuados para el análisis de la marcha en personas con ictus y la necesidad de futuras investigaciones para comprender completamente los beneficios de los métodos basados en CoP en esta población.

Los cuatro estudios abordan la efectividad de intervenciones de adaptabilidad al caminar empleando C-Mill. Aunque cada estudio tiene su enfoque único, todos resaltan la mejora en la adaptabilidad al caminar, la importancia de considerar el contexto específico y la necesidad de futuras investigaciones con grupos de control más sólidos. Aunque hay limitaciones en cada estudio, en conjunto sugieren que el entrenamiento de adaptabilidad al caminar, especialmente con tecnologías como el C-Mill, puede ser beneficioso para individuos con diferentes patologías.

En consecuencia, si bien los resultados respaldan la eficacia de las intervenciones para mejorar la marcha, se han identificado áreas de mejora y se han formulado recomendaciones para investigaciones futuras abordando las limitaciones identificadas en los estudios. Estas recomendaciones incluyen la necesidad de realizar estudios con una mayor cantidad de participantes y un seguimiento a largo plazo, así como una atención más minuciosa a la seguridad en la implementación de las intervenciones. Es esencial desarrollar protocolos de seguridad más sólidos con el fin de garantizar que las intervenciones destinadas a mejorar la marcha sean efectivas y seguras para seguir mejorando la calidad de la atención y la rehabilitación de la marcha en diversas poblaciones clínicas.

# V. Conclusiones

## **Conclusiones para la práctica clínica según las patologías abordadas**

### **Conclusiones sobre la efectividad y la seguridad del tratamiento C-Mill**

#### **Ataxia Cerebelosa Degenerativa**

Se ha observado mejoría en ciertas pruebas relacionadas con la evitación de obstáculos y la estabilidad dinámica en pacientes con ataxia cerebelosa degenerativa después del tratamiento con C-Mill, según un único estudio. Sin embargo, la evidencia no es concluyente al considerar todas las pruebas analizadas. Además, se ha notado una reducción en el número de caídas post-entrenamiento, lo que sugiere una mejora en la estabilidad. Es importante tener en cuenta que el nivel de confianza en los resultados es bajo, por lo que se recomienda interpretar los hallazgos con precaución.

#### **Poliomielitis**

Un estudio observacional ofrece información sobre la efectividad del tratamiento con C-Mill en pacientes con secuelas de poliomielitis. Sin embargo, sus resultados no son concluyentes, ya que no proporcionan evidencia directa sobre los efectos clínicos en el conjunto de los pacientes con estas secuelas. Además, este estudio presenta un nivel de confianza bajo. Actualmente, no hay suficiente evidencia disponible para evaluar la seguridad del uso de C-Mill en estos pacientes.

#### **Paraplejía Espástica Hereditaria**

Según un ensayo clínico, se han observado mejoras significativas en la adaptabilidad de la marcha con el uso de la plataforma C-Mill en comparación con el tratamiento de rehabilitación estándar. Sin embargo, es importante destacar que el nivel de confianza en todas las variables de resultado consideradas críticas es bajo. En relación con la seguridad, no se han identificado eventos adversos graves relacionados directamente con la intervención.

#### **Trastorno de la Coordinación**

Los dos estudios disponibles indican mejorías significativas en niños con trastornos de coordinación en términos de adaptabilidad al caminar y habilidades cognitivas. Sin embargo, es importante interpretar estos resultados con cautela debido al bajo nivel de confianza en ellos. Hasta el momento, no se

han encontrado datos específicos sobre la seguridad del uso de C-Mill en niños con trastornos de la coordinación.

### **Enfermedad de Parkinson**

La evidencia disponible sugiere que el entrenamiento con C-Mill puede mejorar la velocidad de la marcha, el equilibrio y la calidad de vida en pacientes con enfermedad de Parkinson, independientemente de la presencia de inestabilidad. Sin embargo, es importante destacar que la confianza en estos resultados es muy baja, por lo que se recomienda interpretarlos con prudencia. Hasta el momento, no se dispone de información detallada sobre eventos adversos o problemas de seguridad asociados con el uso de C-Mill en pacientes con enfermedad de Parkinson.

### **Ictus**

Los estudios disponibles son consistentes en cuanto a los efectos positivos del entrenamiento con C-Mill en los pacientes con ictus en todas las pruebas evaluadas, si bien el nivel de confianza es moderado para los efectos sobre la velocidad y la adaptabilidad de la marcha y para el rendimiento cognitivo, y muy bajo para el resto de las pruebas analizadas. La falta de información detallada sobre eventos adversos o problemas de seguridad relacionados con estas terapias limita la comprensión completa de los riesgos asociados.

### **Perspectiva de pacientes**

La perspectiva de los pacientes en estudios relacionados con la ataxia cerebelosa degenerativa, el trastorno de coordinación y las secuelas del ictus revela una consistente satisfacción y percepción de beneficios tanto por parte de los participantes como de sus cuidadores. Esta visión positiva se traduce en un impacto favorable en la calidad de vida, respaldado por la alta recomendación de los programas de entrenamiento y la mejora en la confianza al caminar. La percepción positiva sobre la capacidad física refuerza la eficacia de estas intervenciones en diversas condiciones neurológicas. Al evaluar globalmente la efectividad, es esencial considerar estos aspectos subjetivos, subrayando la relevancia de la experiencia del paciente y la retroalimentación de los cuidadores para una comprensión completa de los resultados de la rehabilitación.

### **Conclusiones para la investigación**

Dado el nivel de confianza bajo en la evidencia global, se requieren nuevas investigaciones con un enfoque metodológico más riguroso para alcanzar conclusiones más sólidas sobre la efectividad y seguridad del trata-

miento con C-Mill en pacientes con trastornos del SNC. Es fundamental realizar estudios más robustos que empleen diseños de investigación rigurosos y muestras representativas para mejorar la comprensión de los beneficios y posibles riesgos asociados con esta intervención. Estos estudios adicionales contribuirán a fortalecer la base de evidencia disponible y ofrecerán una mayor claridad sobre el papel de C-Mill en la rehabilitación de pacientes con patologías del SNC.

## VI. Referencias bibliográficas

- (1) Pollock C, Eng J, Garland S. Clinical measurement of walking balance in people post stroke: a systematic review. *Clin Rehabil.* 2011;25:693–708.
- (2) Michael KM, Allen JK, Macko RF. Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86:1552–1526
- (3) Kollen B, van de Port I, Lindeman E, et al. Predicting improvement in gait after stroke: a longitudinal prospective study. *Stroke.* 2005;36:2676–2680.
- (4) Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol.* 2009;8:741–754.
- (5) Imam B, Jarus T. Virtual reality rehabilitation from social cognitive and motor learning theoretical perspectives in stroke population. *Rehabil Res Pract.* 2014;2014: 594540.
- (6) Teasell RW, Foley NC, Salter KL, Jutai JW. A blueprint for transforming stroke rehabilitation care in Canada: the case for change. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89: 575–578.
- (7) Kim JH, Jang SH, Kim CS, et al. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a doubleblind, randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2009;88:693–701.
- (8) Fung J, Richards CL, Malouin F, et al. A treadmill and motion coupled virtual reality system for gait training post-stroke. *Cyberpsychol Behav.* 2006;9:157–162.
- (9) Saposnik G, Levin M; for the Stroke Outcome Research Canada Working Group. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke.* 2011;42:1380–1386.
- (10) You SH, Jang SH, Kim YH, et al. Virtual reality-induced cortical reorganization, and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. *Stroke.* 2005;36:1166–1171.
- (11) C-Mill by Motek. (2021). Retrieved 28 June 2021, from <https://www.hocoma.com/solutions/c-mill/>
- (12) Puñal-Riobóo J, Baños Álvarez E, Varela Lema L, Castillo Muñoz MA, Atienza Merino G, Ubago Pérez R, Triñanes Pego Y, Molina López T y López García M en representación del Grupo de trabajo de la Guía para la Elaboración y Adaptación de Informes Rápidos de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. Red Española de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias y Prestaciones del SNS. Axencia Galega para a Xestión do Coñecemento en Saúde. Unidade de Asesoramento Científico-técnico, avalia-t; 2016.

- (13) Mourad Ouzzani, Hossam Hammady, Zbys Fedorowicz, and Ahmed Elmagarmid. Rayyan - a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews* (2016) 5:210, DOI: 10.1186/s13643-016-0384-4.
- (14) López de Argumedo M, Reviriego E, Gutiérrez A, Bayón JC. Actualización del Sistema de Trabajo Compartido para Revisiones Sistemáticas de la Evidencia Científica y Lectura Crítica (Plataforma FLC 3.0). Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco; 2017. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: OSTEBA.
- (15) Aromataris E, Munn Z (Editors). JBI Manual for Evidence Synthesis. JBI, 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global>. <https://doi.org/10.46658/JBI-MES-20-01>
- (16) Berra S, Elorza-Ricart JM, Estrada MD, Sánchez E. Instrumento para la lectura crítica y la evaluación de estudios epidemiológicos transversales [A tool (corrected) for the critical appraisal of epidemiological cross-sectional studies]. *Gac Sanit.* 2008 Sep-Oct;22(5):492-7. Spanish. doi: 10.1157/13126932. Erratum in: *Gac Sanit.* 2008 Nov-Dec;22(6):625.
- (17) Schünemann, H., Brożek, J., Guyatt, G., & Oxman, A. (Eds.). (2013). Handbook for grading the quality of evidence and the strength of recommendations using the GRADE approach. Updated October 2013.
- (18) Toledo-Chávarri A, Gagnon M-P, Álvarez-Pérez Y, Perestelo-Pérez L, Triñanes Pego Y, Serrano Aguilar P, On behalf of the Patient Involvement Interest Group of the Spanish Network for Health Technology Assessment of the National Health System (RedETS) (2020). Development of a decisional flowchart for meaningful patient involvement in Health Technology Assessment. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* 1–7.
- (19) Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71
- (20) Fonteyn EM, Heeren A, Engels JJ, Boer JJ, van de Warrenburg BP, Weerdesteyn V. Gait adaptability training improves obstacle avoidance and dynamic stability in patients with cerebellar degeneration. *Gait Posture.* 2014;40(1):247-51.
- (21) Tuijtelars J, Brehm MA, Nollet F, Roerdink M. Validity and reproducibility of C-Mill walking-adaptability assessment in polio survivors. *Gait Posture.* 2022 Jul;96:314-321.
- (22) van de Venis L, van de Warrenburg B, Weerdesteyn V, Geurts ACH, Nonnekens J. Gait-Adaptability Training in People With Hereditary Spastic Paraplegia: A Randomized Clinical Trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2023 Jan;37(1):27-36.
- (23) Kuijpers R, Smulders E, Groen BE, Smits-Engelsman BCM, Nijhuis-van der Sanden MWG, Weerdesteyn V. Walking adaptability improves after treadmill training in children with Developmental Coordination Disorder: A proof-of-concept study. *Gait Posture.* 2022 Feb;92:258-263.

- (24) Kuijpers R, Smulders E, Groen BE, Smits-Engelsman BCM, Nijhuis-van der Sanden MWG, Weerdesteyn V. The effects of a visuo-motor and cognitive dual task on walking adaptability in children with and without Developmental Coordination Disorder. *Gait Posture*. 2022 Jun;95:183-185.
- (25) Wang Y, Gao L, Yan H, Jin Z, Fang J, Qi L, Zhen Q, Liu C, Wang P, Liu Y, C2:C15 Wang R, Liu Y, Su Y, Liu A, Fang B. Efficacy of C-Mill gait training for improving walking adaptability in early and middle stages of Parkinson's disease. *Gait Posture*. 2022 Jan;91:79-85.
- (26) Chen ZY, Yan HJ, Qi L, Zhen QX, Liu C, Wang P, Liu YH, Wang RD, Liu YJ, Fang JP, Su Y, Yan XY, Liu AX, Xi J, Fang B. C-Gait for Detecting Freezing of Gait in the Early to Middle Stages of Parkinson's Disease: A Model Prediction Study. *Front Hum Neurosci*. 2021 Mar 22;15:621977.
- (27) Lu C, Twedell E, Elbasher R, McCabe M, MacKinnon CD, Cooper SE. Avoiding Virtual Obstacles During Treadmill Gait in Parkinson's Disease. *Front Aging Neurosci*. 2019 Apr 9;11:76.
- (28) Timmermans C, Roerdink M, Meskers CGM, Beek PJ, Janssen TWJ. Walking-adaptability therapy after stroke: results of a randomized controlled trial. *Trials*. 2021 Dec 15;22(1):923.
- (29) Enam N, Veerubhotla A, Ehrenberg N, Kirshblum S, Nolan KJ, Pilkar R. Augmented-reality guided treadmill training as a modality to improve functional mobility post-stroke: A proof-of-concept case series. *Top Stroke Rehabil*. 2021 Dec;28(8):624-630. Epub 2020 Dec 20.
- (30) van Ooijen MW, Heeren A, Smulders K, Geurts AC, Janssen TW, Beek PJ, Weerdesteyn V, Roerdink M. Improved gait adjustments after gait adaptability training are associated with reduced attentional demands in persons with stroke. *Exp Brain Res*. 2015 Mar;233(3):1007-18. doi: 10.1007/s00221-014-4175-7. Epub 2014 Dec 24.
- (31) Heeren A, van Ooijen M, Geurts AC, Day BL, Janssen TW, Beek PJ, Roerdink M, Weerdesteyn V. Step by step: a proof of concept study of C-Mill gait adaptability training in the chronic phase after stroke. *J Rehabil Med*. 2013 Jul;45(7):616-22. doi: 10.2340/16501977-1180.

# VII. Anexos

## Anexo I. Estrategias de búsqueda

Fecha de búsqueda: 3 de marzo de 2022

### **BASES DE DATOS**

#### **Medline, vía Pubmed**

##### *Dispositivo*

#1 Search: c-mill[Title/Abstract] OR cmill[Title/Abstract] 11

##### *Marcha*

#2 Search: “Gait”[Mesh] OR “Walking”[Mesh]

#3 Search: “Gait Disorders, Neurologic”[Mesh]

#4 Search: “Locomotion”[Mesh]

#5 Search: (gait[Title/Abstract] OR gaits[Title/Abstract] OR ambulation[Title/Abstract] OR walking[Title/Abstract] OR locomotion[Title/Abstract])

#6 Search: #2 OR #3 OR #4 OR #5 379,893

##### *Rehabilitación*

#7 Search: “Rehabilitation”[Mesh]

#8 Search: “Physical Therapy Modalities”[Mesh]

#9 Search: (rehab\*[Title/Abstract] OR train\*[Title/Abstract] OR therap\*[Title/Abstract] OR physiotherap\*[Title/Abstract])

#10 Search: #7 OR #8 OR #9 OR #10 4,201,645

#11 Search: #1 AND #6 AND #10 9

#12 Search: #1 AND #2 AND #3 Filters: English, Spanish 9

#### **Embase, vía OvidWeb**

1 (c-mill or cmill).ab,ti. 24

##### *Marcha*

2 gait/ or neurologic gait disorder/

3 walking/

4 locomotion/

5 (gait or gaits or ambulation or walking or locomotion).ab,ti.

6 2 or 3 or 4 or 5 298419

##### *Rehabilitación*

7 rehabilitation/

8 physiotherapy/

9	training/		
10	(rehab* or train* or therap* or physiotherap*).ab,ti.		
11	7 or 8 or 9 or 10	5707039	
12	1 and 6 and 11	18	
13	limit 12 to (english or spanish)		18

### Cochrane Library

#### *Dispositivo*

#1	(c-mill OR cmill):ti,ab,kw	11	
----	----------------------------	----	--

#### *Marcha*

#2	MeSH descriptor: [Gait] explode all trees		
#3	MeSH descriptor: [Gait Disorders, Neurologic] explode all trees		
#4	MeSH descriptor: [Walking] explode all trees		
#5	MeSH descriptor: [Locomotion] explode all trees		
#6	(gait OR gaits OR ambulation OR walking OR locomotion):ti,ab,kw		
#7	#2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6	36612	

#### *Rehabilitación*

#8	MeSH descriptor: [Rehabilitation] explode all trees		
#9	MeSH descriptor: [Physical Therapy Modalities] explode all trees		
#10	(rehab* OR train* OR therap* OR physiotherap*):ti,ab,kw		
#11	#8 OR #9 OR #10	931797	
#12	#1 AND #7 AND #11	10	
	ECAs		6

### Web of Science

#### *Rehabilitación marcha dispositivo*

1	TS=(c-mill or cmill)	74	
2	TS=(gait or gaits or ambulation or walking or locomotion)	331,103	
3	TS=(rehab* or train* or therap* or physiotherap*)	4,867,026	
4	#1 AND #2 AND #3		9

### Scopus

#### *Rehabilitación marcha dispositivo*

1	TITLE-ABS-KEY ( c-mill OR cmill ) 97 document results		
2	TITLE-ABS-KEY ( gait OR gaits OR ambulation OR walking OR locomotion ) 379,827 document results		

- 3 TITLE-ABS-KEY ( rehab\* OR train\* OR therap\* OR physiotherap\* )  
7,919,567 document results
- 4 1 AND 2 AND 3  
**11** document results

### **REGISTROS DE ENSAYOS CLÍNICOS**

Central, ct.gov, ICTRP, ISRCTN, EU CTR  
c-mill OR cmill

## Anexo II. Listado de estudios excluidos

En la siguiente tabla se muestran los estudios excluidos y la razón de exclusión.

N	Referencia	Motivo de exclusión
1	van de Venis L, van de Warrenburg BPC, Weerdesteyn V, van Lith BJH, Geurts ACH, Nonnekes J. Improving gait adaptability in patients with hereditary spastic paraplegia (Move-HSP): study protocol for a randomized controlled trial. <i>Trials</i> . 2021 Jan 7;22(1):32. PubMed PMID: 33413555. PMCID: PMC7788541. Epub 20210107. eng.	Es el protocolo del estudio de De Venis 2023.
2	van der Veen SM, Hammerbeck U, Baker RJ, Hollands KL. Validation of gait event detection by centre of pressure during target stepping in healthy and paretic gait. <i>J Biomech</i> . 2018 Oct 5;79:218-222. doi: 10.1016/j.jbiomech.2018.07.039. Epub 2018 Aug 14. PMID: 30135014.	Enfoque diferente al de esta Revisión Sistemática

## Anexo III. Tablas de evidencia de los estudios incluidos

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
Fonteyn 2014	<p><b>Diseño:</b> Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-posttest.</p> <p><b>Objetivos:</b> Examinar los efectos del entrenamiento de adaptabilidad de la marcha en la evasión de obstáculos y la estabilidad dinámica durante la marcha adaptativa.</p> <p><b>Localización:</b> Holanda</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> Diez pacientes con ataxia cerebelosa degenerativa recibieron 10 sesiones protocolizadas de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha, cada una de 1 hora, durante 5 semanas.</p> <p><b>Sexo/Edad:</b> 10 hombres Media de edad de 61,4 años,</p> <p><b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b> 8,5 años</p>	<p><b>Intervención grupo experimental:</b> El entrenamiento se llevó a cabo sobre un tapiz rodante con indicadores visuales de pisada y obstáculos proyectados en la superficie de la banda. 10 sesiones de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha, 1 hora cada una, durante 5 semanas.</p> <p><b>Resultado Principal:</b> Evaluación de la tarea de evasión de obstáculos mientras caminaban en la cinta, con determinación de tasas de éxito y estabilidad dinámica.</p> <p><b>Evaluaciones Clínicas:</b> Incluyeron la escala para la evaluación de la ataxia (SARA), prueba de caminata de 10 metros, test de tiempo de levantarse y caminar, escala de equilibrio de Berg y la subprueba de obstáculos del perfil de ambulación funcional de Emory (EFAP).</p> <p><b>Intervención grupo control:</b> No hubo intervención especificada.</p> <p><b>Periodo de seguimiento:</b> 5 semanas</p> <p><b>Pérdidas post aleatorización:</b> No hubo aleatorización</p>	<p>Mejora significativa en tasas de éxito en la evasión de obstáculos, estabilidad dinámica, puntuaciones de SARA y subprueba de obstáculos EFAP.</p>	<p>El entrenamiento de adaptabilidad de la marcha beneficia la evasión de obstáculos y estabilidad en pacientes con ataxia cerebelosa. Se sugiere ampliar el estudio con más participantes, intervenciones de control y seguimiento prolongado para evaluar la sostenibilidad de las mejoras, y también centrarse en los beneficios reales del entrenamiento en las actividades de la vida diaria y la frecuencia de caídas.</p>	Alta

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
Tuijthelaars 2022	<p><b>Diseño:</b> Estudio observacional descriptivo transversal.</p> <p><b>Objetivos:</b> Validar y evaluar la fiabilidad de la evaluación de adaptabilidad al caminar mediante el C-Mill en personas que han sobrevivido a la polio.</p> <p><b>Localización:</b> Holanda</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> G1: 46 supervivientes de la polio.</p> <p><b>Sexo/Edad:</b> 14 hombres y 32 mujeres Media de edad de 63,2 años</p> <p><b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b> No se proporcionó una descripción detallada de este dato.</p>	<p><b>Intervención grupo experimental:</b> Todos los participantes realizaron pruebas de adaptabilidad al caminar sobre un tapiz rodante interactivo llamado C-Mill. Se registraron diferentes aspectos de la adaptabilidad al caminar, como la precisión al pisar indicadores visuales de pisada y la evitación de obstáculos.</p> <p><b>Intervención grupo control:</b> Personas sanas de edad similar.</p> <p><b>Periodo de seguimiento:</b> 2 años</p> <p><b>Pérdidas post aleatorización:</b> No hubo aleatorización</p>	<p>Se observaron aumentos significativos en la velocidad de marcha cómoda y tasas de éxito en la evitación de obstáculos en las pruebas de seguimiento. Los resultados de la adaptabilidad al caminar variaron según subgrupos estratificados por frecuencia de caídas, debilidad muscular y niveles de dificultad. Las correlaciones entre adaptabilidad al caminar y resultados de equilibrio fueron predominantemente bajas (<math>r &lt; 0,587</math>). Se observaron efectos de techo para la evitación anticipada de obstáculos y resultados de equilibrio, pero no para la evitación de obstáculos reactivos. Se demostró la validez aparente, de construcción y de contenido de la evaluación de adaptabilidad al caminar del C-Mill en supervivientes de polio con historial de caídas y/o miedo a caer.</p>	<p>- Las medidas de adaptabilidad al caminar y velocidad de marcha cómoda son reproducibles.</p> <p>- Algunas medidas relacionadas con la estimulación visual no mostraron cambios significativos en las pruebas de seguimiento.</p> <p>- La inclusión de estas pruebas, especialmente las más desafiantes, en la evaluación clínica podría mejorar la identificación del riesgo de caídas en los supervivientes de polio evaluados.</p> <p>El estudio confirma la eficacia y validez de las pruebas de adaptabilidad al caminar en supervivientes de polio con riesgo de caídas. Estas pruebas, realizadas en la plataforma C-Mill, demostraron una sólida validez aparente, de constructo y de contenido en comparación con las pruebas de equilibrio. La</p>	Alta

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
				Los intervalos de confianza del 95% para la diferencia media fueron más estrechos en condiciones desafiantes.	sensibilidad superior de las pruebas de adaptabilidad al caminar para identificar diferencias en subgrupos estratificados sugiere su valor añadido en la evaluación del riesgo de caídas. Se destaca que las pruebas más desafiantes, debido a su alta reproducibilidad, son las más adecuadas para evaluar la adaptabilidad al caminar en esta población. La inclusión de estas pruebas podría mejorar significativamente la precisión y utilidad clínica en la evaluación del riesgo de caídas en pacientes específicos como los supervivientes de polio.	

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
<p><b>van de Venis 2023</b></p>	<p><b>Diseño:</b> Ensayo clínico aleatorizado con un diseño de cruce para el GC y un período de seguimiento de 15 semanas después del entrenamiento.  <b>Objetivos:</b> Evaluar la eficacia de un entrenamiento de adaptación de la marcha en personas con <b>paraplejía espástica hereditaria</b>.  <b>Localización:</b> Holanda</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> 36 personas con paraplejía espástica hereditaria (HSP), 18 personas en cada grupo.  <b>Sexo/Edad:</b> GI: 14 hombres/4 mujeres GC: 13 hombres/5 mujeres Edad media GI: 47,6 años Edad media GC: 50 años  <b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b> GI: 15,8 (±13,5) años GC: 17,1 (±13,9) años</p>	<p><b>Intervención grupo experimental:</b> Sesiones de 60 minutos, dos veces por semana durante 5 semanas (10 horas totales). De los 18 participantes, 10 recibieron fisioterapia adicional (promedio 70 minutos/semana, rango 20-270).  <b>Intervención grupo control:</b> Lista de espera con 5 semanas de entrenamiento después de 5 semanas de atención habitual. De los 18 participantes, 6 recibieron fisioterapia adicional (promedio 100 minutos/semana, rango 20-180); no se reportaron otras co-intervenciones.  <b>Periodo de seguimiento:</b> 15 semanas antes y después del entrenamiento de adaptación de la marcha.  Evaluaciones realizadas en el Grupo Experimental en tres momentos (antes, después y seguimiento del entrenamiento) y en el GC en cuatro momentos (antes de lista de espera, antes del entrenamiento, después del entrenamiento y en el seguimiento).  <b>Pérdidas post aleatorización:</b> No se registraron abandonos durante el estudio.</p>	<p><b>Resultados principales:</b> El resultado primario evaluado fue la subprueba de obstáculos del Perfil de Ambulación Funcional de Emory.  <b>Resultados secundarios:</b> Se evaluaron medidas de equilibrio y marcha clínicas, tasas de caídas y parámetros espaciotemporales de la marcha mediante análisis de movimiento en 3D.  <b>Resultados principales:</b> En el grupo de entrenamiento de adaptación de la marcha, no se observó una disminución significativa en el tiempo requerido para la subprueba de obstáculos en comparación con el GC en lista de espera, después de ajustar las diferencias iniciales. Sin embargo, al combinar ambos grupos, se evidenció una significativa disminución en el tiempo requerido para la subprueba de obstáculos después de 5 semanas de</p>	<p>Los resultados no proporcionaron evidencia suficiente para concluir que 5 semanas de entrenamiento de adaptación de la marcha condujeron a una mayor mejora de la marcha en personas con HSP pura.</p>	<p>Media</p>

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
				<p>entrenamiento, manteniéndose este efecto en el seguimiento de 15 semanas. El tiempo necesario para la subprueba de obstáculos del E-FAP no disminuyó de manera significativa en el grupo de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha en comparación con el GC en lista de espera, después de ajustar las diferencias iniciales (diferencias medias del grupo: -0,33 segundos, intervalo de confianza del 95%: -1,3, 0,6; <math>P = 0,471</math>). Se observaron resultados no significativos para otros resultados secundarios, a excepción de la ejecución única de la prueba WALT (diferencias medias del grupo: -2,14 segundos; intervalo de confianza del 95%: -4,1, -0,1; <math>P = 0,037</math>).</p>		

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
Kuijpers 2022	<p><b>Diseño:</b> Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-postest..</p> <p><b>Objetivos:</b> Evaluar el impacto del entrenamiento en cinta rodante de realidad aumentada en la adaptabilidad de la marcha en niños con Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (DCD).</p> <p><b>Localización:</b> Holanda</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> La muestra consistió en 17 niños de 6 a 12 años.</p> <p><b>Características de los participantes:</b></p> <p><b>Sexo/Edad:</b> El grupo estaba compuesto por 13 niños y 4 niñas, con una edad promedio de 8.8 (± 1.7) años, diagnosticados con Trastorno del Desarrollo de la Coordinación.</p> <p><b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b> No se proporcionó información detallada sobre este aspecto.</p>	<p><b>Intervención grupo experimental:</b> Los niños participaron en sesiones de práctica utilizando el C-Mill (Motek Medical, Culemborg, Países Bajos), una cinta rodante con contexto visual adicional (objetivos/obstáculos) diseñado para inducir adaptaciones en la marcha.</p> <p>Se llevaron a cabo seis sesiones de entrenamiento en el C-Mill, cada una con una duración de 30 minutos (totalizando 180 minutos), distribuidas a lo largo de tres semanas.</p> <p><b>Intervención grupo control:</b> Se llevó a cabo una comparación pre-post entrenamiento, donde los participantes fueron evaluados antes y después de un programa de entrenamiento en cinta caminadora.</p> <p><b>Período de seguimiento:</b> La evaluación del efecto de este entrenamiento se realizó en tres momentos: antes de la intervención (M1), inmediatamente después del entrenamiento (M2) y con un seguimiento a los 6 meses (M3). Las evaluaciones utilizaron la prueba WAL-K (ejecución simple y doble) y tareas de adaptación de la marcha con el C-Mill, que incluyeron una tarea única y tareas concurrentes visio-motoras y cognitivas. Además, se recopiló la percepción de los padres sobre esta rehabilitación mediante un cuestionario. Se realizaron análisis de modelos mixtos lineales para evaluar las diferencias en las puntuaciones WAL-K y las tasas de éxito en las tareas de adaptación de la marcha entre M1-M2 y M1-M3.</p>	<p>Los niños experimentaron mejoras significativas en la carrera doble WAL-K y en las tres tareas WA entre M1-M2 y M1-M3, aunque no se observaron mejoras en la carrera simple de WAL-K. Los padres percibieron el entrenamiento como beneficioso y entrenado para sus hijos/as, notando una reducción en las caídas de sus hijos/as. Los resultados indican que el entrenamiento en el C-Mill tuvo efectos positivos específicos para las tareas de adaptación de la marcha en niños con DCD. Estos efectos se generalizaron a una tarea en el suelo y se mantuvieron incluso después de 6 meses de seguimiento. Este tipo de entrenamiento puede contribuir a una mayor participación de los niños con DCD en las actividades diarias.</p>	<p>El entrenamiento en C-Mill fue bien recibido tanto por los niños como por sus padres, mostrando promisorios resultados en la mejora de la adaptabilidad al caminar en niños con DCD. Dado que esta habilidad es crucial en las actividades diarias, estos hallazgos sugieren que el entrenamiento podría ser beneficioso. Este estudio proporciona información valiosa sobre posibles herramientas de medición y tamaños de efecto, datos esenciales para llevar a cabo un ensayo definitivo sobre la eficacia del entrenamiento en C-Mill para mejorar la adaptabilidad al caminar en niños con DCD. Con base en los resultados obtenidos, se sugiere considerar la ejecución doble de WAL-K como la medida de resultado primaria para futuros ensayos.</p>	Alta

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
<p><b>Kuipers 2022</b></p>	<p><b>Diseño:</b> Estudio observacional descriptivo transversal. <b>Objetivos:</b> Este estudio busca investigar si los niños de 6 a 12 años con Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (DCD-C) exhiben niveles más bajos de adaptabilidad de la marcha en comparación con sus pares con desarrollo típico (TD-C). Asimismo, pretende analizar si esta disparidad se intensifica al realizar tareas duales, al añadir una tarea visuomotora o cognitiva simultánea, debido a posibles dificultades de</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> Se reclutaron 26 niños con Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (DCD-C), según los criterios del DSM-V, y 69 niños con desarrollo típico (TD-C), con edades comprendidas entre los 6 y 12 años, sin trastornos neurológicos, ortopédicos, cardiovasculares o problemas visuales. <b>Sexo/Edad:</b> DCD-D: 18 chicos y 8 chicas Edad media: 9,1 años TD-C: 25 chicos y 44 chicas Edad media: 8,9 años</p>	<p><b>Pérdidas post aleatorización:</b> Hubo una pérdida de un participante en la evaluación de los 6 meses.</p> <p><b>Intervención grupo experimental:</b> El estudio incorporó la evaluación de la adaptabilidad al caminar y el desempeño en tareas secundarias bajo diversas condiciones, utilizando el C-Mill como herramienta de evaluación. Los participantes realizaron tareas específicas relacionadas con la adaptabilidad al caminar, y los resultados fueron registrados para su análisis y comparación entre los grupos de estudio.</p> <p><b>Intervención grupo control:</b> Se incluyó un GC denominado TD-C (desarrollo típico). Este grupo consistió en 69 niños sin dificultades motoras, neurológicas, ortopédicas, cardiovasculares o problemas visuales. Se empleó DCD-C (Trastorno del Desarrollo de la Coordinación) y evaluar las diferencias en la adaptabilidad al caminar y el desempeño en tareas secundarias bajo condiciones de doble tarea.</p> <p><b>Periodo de seguimiento:</b> El estudio no especifica el periodo de seguimiento.</p>	<p>Para investigaciones futuras, se recomienda la inclusión de un GC para evaluar la efectividad del programa de entrenamiento en comparación con la ausencia de entrenamiento. Además, sería relevante examinar cómo el entrenamiento afecta la participación en la vida diaria.</p> <p>Se observó un rendimiento inferior en la tarea de adaptabilidad al caminar (AM) en los niños con DCD-C en comparación con los TD-C. Las disparidades entre los grupos se intensificaron al incorporar una tarea visuomotora concurrente, pero no al añadir una tarea cognitiva concurrente. Además, se identificó un efecto significativo de la edad, evidenciando que los niños más jóvenes exhibieron un rendimiento inferior en todas las tareas evaluadas.</p>	<p>Los resultados de este estudio confirman la afectación de la adaptabilidad al caminar en niños con DCD-C, especialmente cuando se enfrentan a una tarea visuomotora concurrente. Aunque la tarea cognitiva no influye significativamente en comparación con niños sin dificultades motoras, los niños con DCD-C muestran desafíos en tareas secundarias bajo condiciones de doble tarea. Estos hallazgos resaltan la importancia de mejorar la adaptabilidad al caminar en niños con dificultades motoras para</p>	<p>Alta</p>

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
Wang 2022	<p><b>Diseño:</b> Estudio cuasi-experimental con diseño de pretest-posttest.</p> <p><b>Objetivos:</b> Investigar la efectividad del entrenamiento con C-Mill en la capacidad de caminar en las etapas tempranas y medias del Parkinson para mejorar la adaptabilidad al caminar en los subtipos motores de la enfermedad</p> <p><b>Localización:</b> China</p>	<p><b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b> No descrito</p> <p><b>Número de participantes/grupo:</b> Se reclutaron 52 pacientes con enfermedad de Parkinson (EP) en etapas tempranas o intermedias, y se dividieron en dos grupos según el subtipo motor (inestabilidad postural/trastorno de la marcha [PIGD] y no PIGD).</p> <p><b>Sexo/Edad:</b> El grupo PIGD estuvo compuesto por 16 pacientes hombres y 13 mujeres, con una mediana de edad de 60,11 años. El grupo no-PIGD incluyó a 13 pacientes hombres y 10 mujeres, con una mediana de edad de 62,00 años.</p> <p><b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b> El grupo PIGD tenía un tiempo medio desde la</p>	<p><b>Pérdidas post aleatorización:</b> No se mencionan</p> <p><b>Intervención grupo experimental:</b> Los participantes del grupo experimental recibieron 7 días de entrenamiento, con una duración de 0.5 horas al día, realizado 2 horas después de la medicación. Este entrenamiento se llevó a cabo sobre un tapiz rodante con realidad aumentada, que incluía objetivos y obstáculos visuales incorporados.</p> <p><b>Intervención grupo control:</b> No se estableció un GC específico en este estudio. En cambio, la investigación se centró en comparar los efectos del entrenamiento de la marcha en C-Mill entre los dos subtipos motores diferentes de la enfermedad de Parkinson.</p> <p><b>Período de seguimiento:</b> Las evaluaciones funcionales se llevaron a cabo antes y después de la intervención, abarcando aspectos como el control postural, la marcha, la evaluación de la marcha C-Gait y la experiencia de los participantes. Además, se administró el cuestionario de calidad de vida de la enfermedad de Parkinson a los 3 meses de seguimiento.</p> <p><b>Pérdidas post aleatorización:</b> Dado que se trata de un estudio experimental sin aleatorización, no se registraron pérdidas de participantes a lo largo del estudio.</p>	<p>Tanto el grupo PIGD (n = 29) como el grupo no-PIGD (n = 23) mostraron una mejora en la marcha en tándem, la evitación de obstáculos y la puntuación general en la evaluación C-Gait y en la prueba de Timed Up and Go después del entrenamiento con C-Mill. A pesar de estas mejoras, no se observaron diferencias significativas entre los dos grupos. Específicamente, el grupo PIGD mostró avances en el paso guiado visualmente y adaptaciones de velocidad, mientras que el grupo no-PIGD no demostró mejoras en estas áreas. Adicionalmente, el grupo no-PIGD reportó que realizaron el</p>	<p>El entrenamiento de adaptación de la marcha con C-Mill en las etapas tempranas y medias del Parkinson demuestra mejoras significativas en la adaptabilidad al caminar en ambos subtipos motores. Se sugiere que las estrategias de pistas son el mecanismo probable detrás de estas mejoras, lo que podría reducir el riesgo de caídas post-entrenamiento. No se evidenció una diferencia entre los grupos en la percepción del esfuerzo y la calidad de vida en el seguimiento. Aunque los pacientes con PIGD exhibieron mejoras estadísticamente significativas en el paso guiado visualmente en comparación con los</p>	Media

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
		<p>lesión o inicio de la discapacidad de 6 años, mientras que el grupo no-PiGD tenía 4 años.</p>		<p>entrenamiento con menor esfuerzo después de la intervención. En el seguimiento de 3 meses, estos participantes indicaron una mejora en su calidad de vida.</p>	<p>pacientes no-PiGD, la diferencia careció de relevancia clínica. Este estudio proporciona evidencia limitada pero prometedora sobre la seguridad y eficacia de la terapia C-Milli para mejorar la adaptabilidad de la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson en las primeras y medias etapas de la enfermedad. Es esencial señalar que, dado el diseño no aleatorizado y el tamaño pequeño de la muestra, se requieren investigaciones adicionales para validar y extender estos resultados, así como para evaluar la seguridad y eficacia a largo plazo de la terapia C-Milli.</p>	
Chen 2021	<p><b>Diseño:</b> Serie de casos <b>Objetivos:</b> Evaluar la efectividad de C-Gait en la detección de bloqueos de la marcha (FOG) en pacientes con enfermedad de Parkinson</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> El número de participantes en el estudio fue de 53 en total. <b>Sexo/Edad:</b> Sexo: La distribución de género mostro que el</p>	<p><b>Intervención grupo experimental:</b> La adaptabilidad para caminar de los pacientes fue evaluada mediante la aplicación de la evaluación C-Gait y pruebas tradicionales de marcha. <b>Intervención grupo control:</b> La muestra se dividió entre pacientes con bloqueos de la marcha (Freezers) y pacientes sin bloqueos de la marcha (No Freezers).</p>	<p>En este estudio participaron un total de 53 pacientes. La mayoría de los elementos evaluados mediante C-Gait mostraron correlaciones bajas o nulas con las pruebas tradicionales de</p>	<p>Los resultados sugieren que la evaluación de C-Gait podría ofrecer un valor adicional a las pruebas tradicionales de marcha para la Enfermedad de Parkinson (EP). Específicamente, la</p>	Media

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
	<p>en etapas tempranas a intermedias.  <b>Localización:</b>                      China</p>	<p>54.7% eran hombres (29 de 53), mientras que el 45.3% eran mujeres (24 de 53).                      Edad: La edad promedio de los participantes fue de 60.34 años, con una desviación estándar de 7.42 años.                      Grupo de Freezers (Gf): 19 participantes                      Hombres: 9 (47.4%)                      Mujeres: 10 (52.6%)                      Edad media: 62 años                      Grupo de No Freezers (Gc): 34 participantes                      Hombres: 20 (58.8%)                      Mujeres: 14 (41.2%)                      Edad media: 59.41 años  <b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b>                      El tiempo promedio desde el inicio de la enfermedad fue de 6 años. En los pacientes con bloqueos de la marcha (Freezers), la duración media fue de 6 años, mientras que en los pacientes sin bloqueos de la marcha (Non-Freezers), fue de 5 años.</p>	<p><b>Periodo de seguimiento:</b>                      La información sobre el periodo de seguimiento no ha sido proporcionada.  <b>Pérdidas post aleatorización:</b>                      No se proporciona información detallada sobre pérdidas post aleatorización en el estudio.</p>	<p>marcha. Sin embargo, se observó que los elementos de evitación de obstáculos (<math>r = -0.639</math>, <math>p = 0.003</math>) y velocidad de adaptación (<math>r = -0.486</math>, <math>p = 0.035</math>) tenían una alta sensibilidad para provocar episodios de Freezing of Gait (FOG). Además, el modelo de evaluación C-Gait (AUC = 0.755) exhibió una discriminación ligeramente superior en comparación con los modelos basados en pruebas tradicionales de marcha (AUC = 0.672). Específicamente, la evitación de obstáculos y la velocidad de adaptación demostraron tener un potencial discriminante único.</p>	<p>capacidad de evaluar la adaptabilidad de la marcha mediante C-Gait podría ser útil para identificar a aquellos pacientes que experimentan episodios de Freezing of Gait (FOG) dentro de la población de pacientes con EP.</p>	

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
Lu 2019	<p><b>Diseño:</b> Ensayo clínico no aleatorizado</p> <p>Evaluar la adaptabilidad de la marcha en personas con enfermedad de Parkinson (EP) y controles de distintas edades, analizando el tiempo de respuesta y eficacia en la evitación de obstáculos en un entorno virtual.</p> <p>Determinar diferencias en la capacidad de adaptación entre pacientes con EP y controles, considerando la influencia de la edad.</p> <p><b>Localización:</b> EE. UU.</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> 26/26</p> <p>26 pacientes con EP y 26 controles divididos en grupos de edad: adultos mayores y jóvenes</p> <p><b>Sexo/Edad:</b> G1: 15 hombres/11 mujeres Edad: 64.7 GC: A. 13 hombres/13 mujeres. Edad: 52.8 B (mayores de 45). 8 hombres/10 mujeres. Edad: 64.2</p> <p><b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b> 8,6 años</p>	<p><b>Intervención grupo experimental:</b> En el grupo experimental, se implementó una tarea de evitación de obstáculos virtual sobre un tapiz rodante. Los participantes caminaron sobre "piedras virtuales", proyectadas en la banda de la cinta, para mantener una longitud de zancada estable y atención visual. En momentos impredecibles, las piedras cambiaban de color, indicando obstáculos, y se instruyó a los participantes a dar pasos cortos para evitarlos. La evaluación incluyó la probabilidad de éxito en la evitación y el tiempo de aparición de los obstáculos. Se realizaron análisis estadísticos considerando la edad como variable de confusión.</p> <p><b>Intervención grupo control:</b> La misma que en el G1</p> <p><b>Período de seguimiento:</b> La información proporcionada no especifica el periodo de seguimiento en el estudio</p> <p><b>Pérdidas post aleatorización:</b> No procede</p>	<p>- La probabilidad de evitar con éxito un obstáculo mostró una fuerte asociación con el momento de su aparición, siendo más factible evitar obstáculos que aparecían temprano en la tarea.</p> <p>- Se observó una correlación positiva significativa entre la edad y el tiempo necesario para evitar con éxito los obstáculos (<math>p &lt; 0.001</math>).</p> <p>- El grupo de pacientes con enfermedad de Parkinson (PD) necesitó significativamente más tiempo que los controles (<math>p = 0.001</math>) para alcanzar tasas de éxito comparables en la evitación de obstáculos, ajustando por el efecto de la edad.</p> <p>- La reducción en la adaptabilidad de la marcha podría contribuir a un mayor riesgo de caídas, especialmente en personas mayores y</p>	<p>- La capacidad de evitar obstáculos durante la marcha se ve comprometida en personas con enfermedad de Parkinson, quienes requieren más tiempo que los controles para alcanzar tasas de éxito comparables en la evitación de obstáculos.</p> <p>- La edad desempeña un papel crucial, evidenciándose una correlación positiva entre la edad y el tiempo necesario para evitar obstáculos.</p> <p>- La reducción en la adaptabilidad de la marcha puede incrementar el riesgo de caídas, especialmente en personas mayores y pacientes con enfermedad de Parkinson.</p> <p>- Los posibles mecanismos subyacentes a esta disminución en la adaptabilidad de la</p>	Media

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
<p><b>Timmermans 2021</b></p>	<p><b>Diseño:</b> <b>ECA</b> Este estudio se configuró como un ensayo clínico aleatorizado de grupo paralelo, llevado a cabo en un solo centro y registrado previamente. Se realizaron evaluaciones en cuatro momentos: pre-intervención (T0), post-intervención (T1), retención a las 5 semanas después de la intervención (T2) y seguimiento de 1 año</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> Cuarenta personas, con al menos tres meses desde el accidente cerebrovascular y presentando déficits en la marcha y/o equilibrio, fueron asignadas al azar a recibir 5 semanas de terapia C-Mill o al programa FALLS. <b>Sexo/Edad:</b> C-Mill Género: 9 mujeres / 7 hombres</p>	<p><b>Intervención grupo experimental/GC:</b> Grupo Experimental (Terapia C-Mill): De los 33 participantes reclutados, 30 completaron las evaluaciones de intervención y post-intervención (T1). De estos, 29 participantes finalizaron la retención posterior a la intervención (T2), y 28 completaron el seguimiento posterior a la intervención (T3). Número inicial: 33 participantes Evaluaciones completadas en T1: 30 participantes (CT; 14; FP: 16) Retención en T2: 29 participantes Seguimiento en T3: 28 participantes <b>Periodo de seguimiento:</b> El estudio consistió en un ensayo controlado aleatorizado de grupo paralelo de un solo centro,</p>	<p>pacientes con enfermedad de Parkinson. - Los posibles mecanismos subyacentes podrían implicar alteraciones en la planificación motora, la ejecución del movimiento o la inhibición de respuestas desordenadas.</p>	<p>marcha podrían incluir alteraciones en la planificación motora, la ejecución del movimiento o la inhibición de respuestas desordenadas. Estas conclusiones subrayan la importancia de evaluar y abordar la capacidad de evitar obstáculos durante la marcha en personas con enfermedad de Parkinson y en adultos mayores, con el propósito de reducir el riesgo de caídas.</p>	<p>Alta</p>

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
	<p>después de la intervención (T3). Los participantes fueron asignados al azar a dos grupos: uno sometido a 5 semanas de terapia C-Mill (utilizando realidad aumentada dependiente de la marcha) y otro al programa estándar de Caídas (Falls program) en terreno llano (con contexto físico normalizado).</p> <p><b>Objetivos:</b> Comparar la eficacia de dos intervenciones de adaptación a la marcha: una terapia innovadora basada en cinta rodante C-Mill (con realidad aumentada dependiente de la marcha) y el programa convencional de Caídas (Falls program) en terreno llano (con contexto físico habitual).</p> <p><b>Localización:</b> Holanda</p>	<p>Edad promedio: 52 ± 13 años Programa FALLS Género: 5 mujeres / 12 hombres Edad promedio: 59 ± 10 años</p> <p><b>Tiempo desde la lesión o inicio de la discapacidad:</b> C-Mill Tiempo desde el accidente cerebrovascular en la evaluación inicial: Mediana de 46 meses (rango intercuartil: 6-372) Programa FALLS Tiempo desde el accidente cerebrovascular en la evaluación inicial: Mediana de 20 meses (rango intercuartil: 13-110)</p>	<p>pre-registrado. Se llevaron a cabo pruebas en las siguientes fases: pre-intervención (T0), post-intervención (T1), retención a las 5 semanas después de la intervención (T2), y seguimiento de 1 año después de la intervención (T3). La asignación aleatoria fue a 5 semanas de terapia C-Mill o al programa FALLS.</p> <p><b>Pérdidas post aleatorización:</b> Se reclutaron inicialmente cuarenta participantes, de los cuales 33 realizaron pruebas de pre-intervención. Siete participantes abandonaron principalmente debido a otras obligaciones.</p>	<p>significativa en la retención, destacó la tendencia positiva. Ambas intervenciones fueron bien recibidas: sin embargo, la terapia C-Mill recibió puntuaciones superiores en la percepción de aumento de la aptitud física en comparación con el programa FALLS. Además, la terapia C-Mill demostró una eficiencia superior al generar el doble de pasos por sesión de igual duración que el programa FALLS. En los análisis de "cambio a lo largo del tiempo" para ambos grupos combinados, no se observaron mejoras significativas en la velocidad de marcha estándar. Sin embargo, se destacaron mejoras significativas en la velocidad de marcha específica del contexto, la adaptabilidad de la marcha y el desempeño cognitivo en tareas duales.</p>	<p>secundarias indicaron que la mayor práctica de marcha en el grupo C-Mill podría ser clave para el aumento percibido de la aptitud física y la mejora de la velocidad de marcha específica del contexto inmediatamente después de la intervención. Adicionalmente, los análisis a lo largo del tiempo revelaron que, aunque no hubo mejoras significativas en la velocidad de marcha estándar, tanto la velocidad de marcha específica del contexto como la adaptabilidad de la marcha mejoraron y se mantuvieron después de las intervenciones. Esto subraya la importancia de incluir entrenamiento y evaluación de la adaptabilidad a la marcha en la rehabilitación post accidente cerebrovascular.</p>	

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
Enam 2021	<p><b>Diseño:</b> Ensayo clínico no aleatorizado</p> <p><b>Objetivos:</b> Evaluar una intervención en cinta rodante con realidad aumentada (AR) específica para la marcha en personas post-ictus y sus efectos en la movilidad.</p> <p><b>Localización:</b> EE. UU.</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> Dos mujeres con hemiplejía post-ictus.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gi post-ictus: 1 participante.</li> <li>- GC post-ictus: 1 participante.</li> <li>- Participante de control saludable: 1 hombre.</li> </ul> <p><b>Sexo/Edad:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gi post-ictus: 54 años (mujer).</li> <li>- GC post-ictus: 59 años (mujer).</li> <li>- Participante de control saludable: 55 años (hombre).</li> </ul> <p><b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gi: 10 años</li> <li>GC: 2 años</li> </ul>	<p><b>Intervención grupo experimental:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se empleó el C-Milli, una cinta rodante con capacidades de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) para realizar 4 semanas (3 sesiones/semana) de entrenamiento de marcha en participantes con ACV.</li> <li>- Medidas de seguridad incluyeron pasamanos laterales, arnes superior y interruptores de paro de emergencia.</li> <li>- Cada sesión consistió en cuatro pruebas de marcha con descansos de 5 minutos entre cada una.</li> <li>- Se realizó una prueba de calibración de 30 segundos al inicio de cada sesión para determinar la velocidad cómoda autoseleccionada (SSC) de marcha.</li> <li>- Se llevaron a cabo tres pruebas de marcha aleatorizadas de 10 minutos a la velocidad SSC, un 20% por encima y un 20% por debajo de la SSC.</li> <li>- La frecuencia cardíaca y la presión arterial se registraron antes y después de cada prueba de marcha.</li> </ul> <p>Programa de entrenamiento guiado por AR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante cada prueba, se proyectaron "piedras de paso" en la banda de la cinta, instruyendo al participante con ACV a pisarlas.</li> <li>- En la primera sesión, se familiarizó al participante con las piedras de paso, ajustando su ubicación para mejorar la simetría de la marcha.</li> </ul> <p><b>Intervención grupo control:</b></p> <p>Programa de entrenamiento convencional en cinta rodante: - El participante control realizó</p>	<p><b>Mejoras Funcionales</b></p> <p><b>30 Días:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El Gi experimentó mejoras clínicamente significativas en equilibrio (BBS: +6 y +10 puntos), Índice de Marcha Dinámica (DGI: +2 solo en la postintervención), velocidad de marcha (0.19 y 0.24 m/s), y en la prueba de caminata de 6 minutos (6MWT: +51.9 y +38.9 m) respectivamente.</li> <li>- El GC también mostró mejoras clínicamente significativas en equilibrio (BBS: +3 y +3) y velocidad de marcha (+0.06 en la postintervención).</li> </ul> <p><b>Asimetría de la Marcha Temporoespacial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El Gi exhibió mayor asimetría temporal en comparación con el GC, con un aumento del 42% en la postintervención, disminuyendo en el</li> </ul>	<p>El entrenamiento guiado por realidad aumentada demostró ser efectivo para mejorar la velocidad de marcha, el equilibrio y la resistencia en participantes con accidente cerebrovascular, ofreciendo además un mayor nivel de disfrute. Se recomienda una evaluación a mayor escala para validar la eficacia de esta intervención. Se sugiere identificar parámetros óptimos para la personalización de la intervención. Aunque se observó una mejora significativa en la participante del Gi, la comparación con un GC más amplio es necesaria para una comprensión más completa de los beneficios de este enfoque.</p>	Alta

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
		<p>entrenamiento a la velocidad cómoda autoseleccionada (SSC) en CMill, un 20% por encima y un 20% por debajo de la SSC.</p> <p><b>Período de seguimiento:</b> Se realizaron evaluaciones antes y después de la intervención, con un seguimiento de 1 mes para los participantes con accidente cerebrovascular (ACV) y una única evaluación para el participante sano (HC).</p> <p><b>Pérdidas post aleatorización:</b> Inicialmente se reclutaron 40 participantes; 33 realizaron pruebas previas. Siete abandonaron debido a otras obligaciones. No se proporciona más información sobre pérdidas post-aleatorización.</p>	<p>seguimiento de 1 mes, aunque aún un 15.6% más alta que su línea de base.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La asimetría temporal del GC disminuyó un 30.1% en la postintervención, manteniendo esta mejora en el seguimiento de 1 mes.</li> <li>- Ambas participantes mostraron una marcha relativamente simétrica en el dominio espacial, con disminuciones significativas en la asimetría espacial del GC (-28.6% y -48.2%) y del GI (-9.1% en la postintervención, +1.6% en el seguimiento de 1 mes).</li> </ul> <p><b>Disfrute de la Actividad (PACES):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La participante del GI experimentó un nivel de disfrute significativamente mayor (23 puntos) durante la intervención en comparación con la participante del GC.</li> </ul>			

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
<p><b>Van Ooijen 2015</b></p>	<p><b>Diseño:</b> Diseño cuasi-experimental de pretest-posttest.  <b>Objetivos:</b> Determinar si el entrenamiento de adaptabilidad de la marcha con C- Mill mejora</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> 16 participantes en total.  <b>Sexo/Edad:</b> Sexo: 9 Hombres y 7 Mujeres  Edad media: 54.8</p>	<p><b>Intervención grupo experimental:</b>  - Duración: 10 sesiones de una hora durante 5-6 semanas (dos sesiones por semana).  - Instructor: Fisioterapeuta experimentado.  - Contenido: Ejercicios de adaptabilidad de la marcha con progresión en dificultad.  - Evaluación: Adaptación progresiva según progreso y habilidad, evaluados por el fisioterapeuta.</p>	<p><b>Velocidad de Marcha Autoseleccionada (SSC):</b>  - La velocidad SSC de la participante del GI aumentó significativamente (0.4 m/s a 0.72 m/s) y se mantuvo en el seguimiento de 1 mes.  - La participante del GC mostró un aumento significativo de la velocidad SSC (0.67 m/s a 0.85 m/s) y mantuvo esta ganancia en el seguimiento de 1 mes.</p> <p><b>Comparación con Participante Sano:</b>  - El participante del GC sano mostró habilidades funcionales más altas en todas las evaluaciones en comparación con los participantes con ACV.</p>	<p>El entrenamiento con C-Mill emerge como una estrategia exitosa para abordar con eficacia la capacidad de realizar ajustes en la marcha y las demandas atencionales asociadas en individuos</p>	<p>Alta</p>

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
	<p>los ajustes de la marcha y las demandas atencionales en personas en la etapa crónica de un accidente cerebrovascular. <b>Localización:</b> Holanda</p>	<p><b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b> Media: 17 meses</p>	<p><b>Intervención grupo control:</b> No se proporciona información. <b>Período de seguimiento:</b> 5-6 semanas <b>Pérdidas post aleatorización:</b> 15 participantes completaron el programa; 1 se retiró debido a lumbago agravado después de tres sesiones.</p>	<p>de obstáculos (62.9% a 77.5%, <math>p = 0.006</math>). - Fuerte correlación entre las mejoras en la evitación de obstáculos y el rendimiento en la prueba de Stroop (<math>r = 0.68</math>, <math>p = 0.015</math>).</p>	<p>que han experimentado un accidente cerebrovascular. Se sugiere realizar un ensayo controlado aleatorizado con múltiples mediciones de seguimiento en una muestra más grande y amplia, con un GC activo, para investigar más a fondo el potencial clínico del entrenamiento con C-Mill en la ambulación segura y la reducción de caídas post accidente cerebrovascular.</p>	
<p><b>Hereen 2013</b></p>	<p><b>Diseño:</b> Diseño cuasi-experimental de pretest-posttest. <b>Objetivos:</b> Evaluar el concepto del entrenamiento de adaptabilidad de la marcha con C-Mill. <b>Localización:</b> Holanda</p>	<p><b>Número de participantes/grupo:</b> Dieciséis personas viviendo en la comunidad en la fase crónica post-ictus. <b>Sexo/Edad:</b> 9 hombres y 7 mujeres Edad media: 54.8 <b>Tiempo desde lesión o inicio de la discapacidad:</b> Una media de 17 meses tras el ictus</p>	<p><b>Intervención grupo experimental:</b> Los participantes recibieron un programa intensivo de 10 sesiones, cada una con una duración de 1 hora, distribuidas a lo largo de 5-6 semanas. Este consistió en un entrenamiento de adaptabilidad de la marcha realizado sobre un tapiz rodante, la C-Mill, la cual estaba equipada con objetivos visuales y obstáculos. Las evaluaciones, llevadas a cabo tanto antes como después de la intervención, abarcaron diversos aspectos: (i) evaluaciones clínicas de equilibrio y marcha, que incluyeron la prueba de caminata de 10 metros, la prueba de tiempo de levantarse y caminar, la escala de equilibrio de Berg, la subprueba de obstáculos del Perfil de Ambulación Funcional de Emory y la</p>	<p><b>Evaluaciones Clínicas:</b> - Mejoras significativas en todas las evaluaciones clínicas post-entrenamiento (<math>p &lt; 0.05</math>), con excepción de la Escala de Trastornos del Tronco (<math>p = 0.584</math>). <b>Actividad Física:</b> - Aumento significativo del 19.6% en la actividad física (<math>p &lt; 0.05</math>).</p>	<p>El concepto de la adaptabilidad de la marcha de C-Mill en la fase crónica de un ictus es prometedora y garantiza investigación futura que deba incluir el desarrollo de ensayos clínicos aleatorizados. En conclusión, este estudio piloto evaluó el concepto de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha con C-Mill en</p>	<p>Alta</p>

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
		<p>Escala de Trastornos del Tronco; (ii) nivel de actividad física, medido mediante un podómetro; (iii) tasa de éxito en ajustes precisos de los pasos hacia un objetivo móvil, evaluada a través de una tarea de paso con objetivo instrumentado; y (iv) la percepción y experiencia del participante respecto al entrenamiento.</p> <p><b>Intervención grupo control:</b> No se implementó un GC para propósitos comparativos.</p> <p><b>Período de seguimiento:</b> Un seguimiento de 5-6 semanas posterior a la intervención.</p> <p><b>Pérdidas post aleatorización:</b> No se realizó aleatorización y no se reportaron pérdidas significativas tras la asignación de los participantes.</p>	<p><b>Tarea de Paso con Objetivo:</b> - Mejoras en las tasas de éxito dependieron de condiciones específicas de prueba (tiempo x soporte corporal x dirección del paso, <math>\chi^2(1) = 3.884</math>, <math>p &lt; 0.05</math>).</p> <p><b>Participación y Retención:</b> - 15 participantes completaron las 10 horas de entrenamiento de adaptabilidad de la marcha en 5-6 semanas. - Una pérdida debido a lumbalgia; tres informaron dolor muscular. No se produjeron otros eventos adversos.</p> <p>- Aumento significativo en la distancia caminada por sesión (<math>p = 0.000</math>), desde 1.3 km (desviación estándar, DE 0.4) en la primera sesión hasta 2.0 km (DE 0.6) en la última sesión de entrenamiento. El aumento de la distancia</p>	<p>personas que viven en la comunidad después de un accidente cerebrovascular. Esta intervención de realidad aumentada fue factible y fue bien aceptada por los participantes. Las pruebas clínicas de equilibrio y marcha, el nivel de actividad física y la capacidad de realizar ajustes en los pasos durante la posición de pie con y sin soporte de equilibrio, fueron todos parámetros parámetros con variación en el resultado entre grupos. Estos hallazgos son prometedores en cuanto a la mejora en la deambulación comunitaria y justifican investigaciones futuras, preferiblemente mediante un ensayo controlado aleatorizado que compare el entrenamiento de adaptabilidad de la marcha con C-Mill con otra modalidad de entrenamiento (por</p>		

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
				<p>estuvo acompañado de un aumento progresivo en la dificultad del entrenamiento de adaptabilidad de la marcha.</p> <p><b>Pruebas Clínicas de Equilibrio y Marcha:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción significativa del tiempo en la prueba de caminata de 10 metros, subprueba de obstáculos del Perfil de Ambulación Funcional de Emory y prueba de Tiempo de Levantarse y Caminar.</li> <li>- Mejora significativa en la Escala de Equilibrio de Berg (<math>p = 0.017</math>).</li> <li>- Sin diferencias significativas en las puntuaciones de la Escala de Trastornos del Tronco y la Confianza de Equilibrio Específica de Actividades post-entrenamiento.</li> </ul> <p><b>Nivel de Actividad Física:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento significativo en la actividad física: 1,126 pasos por día (con exclusión de datos de 4</li> </ul>	<p>ejemplo, entrenamiento aeróbico en cinta, entrenamiento en grupo en circuito, entrenamiento de marcha con realidad virtual). La eficacia relativa de las intervenciones de entrenamiento no solo debería determinarse inmediatamente después del período de entrenamiento, sino también con evaluaciones de seguimiento para examinar si los efectos del entrenamiento y las posibles diferencias entre las intervenciones persisten.</p>	

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
				<p>participantes, 2 debido a un podómetro defectuoso y 2 debido a informes inconsistentes).</p> <p><b>Perspectiva de los Participantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta satisfacción y entusiasmo general por el entrenamiento de adaptabilidad de la marcha con C-Mill.</li> <li>- Consideración del caminar con una base de apoyo estrecha como el aspecto más desafiante (53%).</li> <li>- Aumento percibido en la confianza para caminar en diversas situaciones y mejoras en velocidad y condición física.</li> </ul> <p><b>Tarea de Paso con Objetivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efecto significativo de interacción "tiempo" x "condición de soporte" x "dirección del paso" (<math>\chi^2(1) = 3.8, p = 0.049</math>).</li> <li>- Tasas de éxito promedio más altas post-intervención para condiciones con soporte</li> </ul>		

.../...

.../...

Cita abreviada	Estudio	Población	Intervención/Comparación	Resultados	Conclusiones	Calidad del estudio
				y sin soporte lateral, pero disminución en condiciones sin soporte medial.		

## Anexo IV. Tablas de Perfiles de la evidencia GRADE

Población: Ataxia cerebelosa degenerativa: 1 estudio (Fonteyn 2014)

Nº de estudios	Evaluación de la certeza						Nº de pacientes		Calidad Confianza	Importancia
	Diseño	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Evidencia indirecta	Imprecisión	Otras consideraciones	Grupo Intervención	Grupo control		
1	Cuasi experimental	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	10	10	⊕⊕OO BAJA	Crítica
<b>Desenlace 1: Evitación de obstáculos</b>										
1	Cuasi experimental	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	10	10	⊕⊕OO BAJA	Crítica
<b>Desenlace 2: Escala de Evaluación de Ataxia (SARA)</b>										
1	Cuasi experimental	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	10	10	⊕⊕OO BAJA	Crítica
<b>Desenlace 3: Escala de Equilibrio de Berg</b>										
1	Cuasi experimental	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	10	10	⊕⊕OO BAJA	Crítica
<b>Desenlace 4: Prueba de Levantarse y Caminar Cronometrada, 10MWT</b>										
1	Cuasi experimental	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	10	10	⊕⊕OO BAJA	Crítica
<b>Desenlace 5: Subprueba de obstáculos del EFAP</b>										
1	Cuasi experimental	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	10	10	⊕⊕OO BAJA	Crítica
<b>Desenlace 6: Escala de Confianza en el Equilibrio Específica para Actividades (ABC)</b>										
1	Cuasi experimental	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	10	10	⊕⊕OO BAJA	Crítica

.../...

.../...

N° de estudios	Evaluación de la certeza							N° de pacientes		Calidad Confianza	Importancia
	Diseño	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Evidencia indirecta	Imprecisión	Otras consideraciones	Grupo Intervención	Grupo control			
	<b>Desenlace 7: Caídas</b>										
1	Cuasi experimental	Serío <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serío <sup>b</sup>	No serio	10	10	⊕⊕OO BAJA	Crítica	
<b>Desenlace 8: Confianza en el equilibrio</b>											
1	Cuasi experimental	Serío <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serío <sup>b</sup>	No serio	10	10	⊕⊕OO BAJA	Crítica	

<sup>a</sup> Ausencia de ocultamiento en la asignación y generación de la secuencia aleatoria.

<sup>b</sup> Tamaño muestral reducido.

## Población: Poliomielitis: 1 estudio (Tuijelaars 2022)

Nº de estudios	Evaluación de la certeza						Nº de pacientes	Calidad Confianza	Importancia	
	Diseño	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Evidencia indirecta	Imprecisión	Otras consideraciones				Grupo Intervención
<b>Desenlace 1: Validez aparente</b>										
1	Observacional	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	46	-	⊕⊕OO BAJA	Crítica
<b>Desenlace 2: Validez de constructo</b>										
1	Observacional	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	46	-	⊕⊕OO BAJA	Crítica
<b>Desenlace 3: Validez de contenido</b>										
1		Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	46	-	⊕⊕OO BAJA	Crítica
<b>Desenlace 4: Reproducibilidad</b>										
1	Observacional	Serio <sup>a</sup>	No aplicable	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	46	-	⊕⊕OO BAJA	Crítica

<sup>a</sup> Ausencia de ocultamiento en la asignación y generación de la secuencia aleatoria.

<sup>b</sup> Tamaño muestral relativamente pequeño.

## Población: Paraplejía espástica hereditaria: 1 estudio (van de Venis 2023)

Nº de estudios	Evaluación de la certeza					Nº de pacientes		Calidad Confianza	Importancia	
	Diseño	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Evidencia indirecta	Imprecisión	Otras consideraciones	Grupo Intervención			Grupo control
1	ECA	No serio	No serio	No serio	Serio <sup>a</sup>	No serio	18	18	⊕⊕00 MODERADA	CRÍTICA
<b>Desenlace 1: Tiempo requerido para completar la subprueba de obstáculos del E-FAP</b>										
<b>Desenlace 2: Mini Prueba de Evaluación del Equilibrio (MiniBEST)</b>										
1	ECA	No serio	No serio	No serio	Serio <sup>a</sup>	No serio	18	18	⊕⊕00 MODERADA	CRÍTICA
<b>Desenlace3: Escala de Confianza Específica de Equilibrio en Actividades (ABC)</b>										
1	ECA	No serio	No serio	No serio	Serio <sup>a</sup>	No serio	18	18	⊕⊕00 MODERADA	CRÍTICA
<b>Desenlace 4: Prueba de Escalera de Adaptabilidad en la Marcha (WALT)</b>										
1	ECA	No serio	No serio	No serio	Serio <sup>a</sup>	No serio	18	18	⊕⊕00 MODERADA	CRÍTICA
<b>Desenlace 5: Prueba de Caminata de 10 metros (10 MWT)</b>										
1	ECA	No serio	No serio	No serio	Serio <sup>a</sup>	No serio	18	18	⊕⊕00 MODERADA	CRÍTICA
<b>Desenlace 6: Caídas</b>										
1	ECA	No serio	No serio	No serio	Serio <sup>a</sup>	No serio	18	18	⊕⊕00 MODERADA	CRÍTICA

<sup>a</sup> Imprecisión: los intervalos de confianza son estrechos.

Población: Trastorno del desarrollo de la coordinación (población infantil): 2 estudios (Kuijpers 2022, Kuijpers 2022)

Nº de estudios	Evaluación de la certeza							Nº de pacientes	Calidad Confianza	Importancia
	Diseño	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Evidencia indirecta	Imprecisión	Otras consideraciones	Grupo Intervención			
<b>Desenlace 1: Rendimiento en prueba WAL-K individual (velocidad de la marcha)</b>										
2	Observacional	Muy serio <sup>a</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	43	69	⊕⊕OO BAJA	CRÍTICA
<b>Desenlace 2: Adaptabilidad al caminar (WA individual, WA motora, WA cognitiva)</b>										
2	Observacional	Muy serio <sup>a</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	43	69	⊕⊕OO BAJA	CRÍTICA
<b>Desenlace 3: Tareas secundarias (tareas visuales y motoras)</b>										
2	Observacional	Muy serio <sup>a</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>b</sup>	No serio	43	69	⊕⊕OO BAJA	CRÍTICA

<sup>a</sup> Ausencia de ocultamiento en la asignación y generación de la secuencia aleatoria.

<sup>b</sup> Tamaño muestral relativamente pequeño.

Población: Enfermedad de Parkinson: 3 estudios (Wang 2022, Chen 2021, Lu 2019).

Nº de estudios	Evaluación de la certeza					Nº de pacientes		Calidad Confianza	Importancia	
	Diseño	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Evidencia indirecta	Imprecisión	Otras consideraciones	Grupo Intervención			Grupo control
<b>Desenlace 1: Velocidad de la Marcha (10MWT)</b>										
3	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	Serio <sup>c</sup>	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	74	83	⊕⊕OO MUY BAJA	Crítica
<b>Desenlace 2: Tiempo de Up and Go (TUG)</b>										
3	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	Serio <sup>c</sup>	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	74	83	⊕⊕OO MUY BAJA	Crítica
<b>Desenlace 3: Evaluación del Equilibrio</b>										
3	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	Serio <sup>c</sup>	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	74	83	⊕⊕OO MUY BAJA	Crítica

<sup>a</sup> Dos estudios pseudo-experimentales (Wang 2022, Lu 2019) y una serie de casos (Chen 2021). Según el manual GRADE, los ensayos experimentales no aleatorizados (cuasi-EC-A) sin limitaciones significativas pueden proporcionar evidencia de alta calidad, pero esta se verá afectada por las limitaciones en el diseño, como la falta de ocultamiento en la asignación y la generación de secuencias aleatorias (por ejemplo, evidenciado por números en una tabla). Las series de casos y los informes de casos son estudios observacionales que investigan únicamente pacientes expuestos a la intervención. La fuente de los resultados del GC no es clara o está implícita, lo que suele justificar la reducción de la calidad de la evidencia, de baja a muy baja.

<sup>b</sup> Ausencia de ocultamiento en la asignación y generación de la secuencia aleatoria.

<sup>c</sup> Inconsistencia en los resultados entre estudios.

<sup>d</sup> Tamaño muestral relativamente pequeño.

Población: Ictus: 4 estudios (Timmermans 2021, Enam 2021, Van Ooijen 2015, Hereen 2013)

Nº de estudios	Evaluación de la certeza						Nº de pacientes		Calidad Confianza	Importancia
	Diseño	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Evidencia indirecta	Imprecisión	Otras consideraciones	Grupo Intervención	Grupo control		
<b>Desenlace 1: Velocidad de la Marcha (10MWT)</b>										
1	ECA	No serio	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	30	30	⊕⊕00 MODERADA	CRÍTICA
<b>Desenlace 2: Adaptabilidad de la marcha</b>										
1	ECA	No serio	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	30	30	⊕⊕00 MODERADA	CRÍTICA
<b>Desenlace 3: Rendimiento cognitivo en tareas duales</b>										
1	ECA	No serio	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	30	30	⊕⊕00 MODERADA	CRÍTICA
<b>Desenlace 4: Evitación de obstáculos</b>										
1	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	16	16	⊕⊕00 MUY BAJA	CRÍTICA
<b>Desenlace 5: Rendimiento Stroop</b>										
1	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	16	16	⊕⊕00 MUY BAJA	CRÍTICA

.../...

.../...

Nº de estudios	Evaluación de la certeza						Nº de pacientes		Calidad Confianza	Importancia
	Diseño	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Evidencia indirecta	Imprecisión	Otras consideraciones	Grupo Intervención	Grupo control		
<b>Desenlace 6: Caminata de 10 metros</b>										
2	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	17	18	⊕⊕00 MUY BAJA	CRÍTICA
<b>Desenlace 7: Obstáculos EFAP</b>										
1	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	16	16	⊕⊕00 MUY BAJA	CRÍTICA
<b>Desenlace 8: Prueba de levantarse y caminar (timed up an go)</b>										
2	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	29	23	⊕⊕00 MUY BAJA	CRÍTICA
<b>Desenlace 9: Prueba de equilibrio de Berg</b>										
3	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	27	25	⊕⊕00 MUY BAJA	CRÍTICA
<b>Desenlace 10: Dynamic Gait Index</b>										
2	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	No serio	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	14	9	⊕⊕00 MUY BAJA	CRÍTICA
<b>Desenlace 11: Velocidad de la marcha auto-seleccionada</b>										
2	ECA <sup>a</sup>	Muy serio <sup>b</sup>	Serio <sup>c</sup>	No serio	Serio <sup>d</sup>	No serio	14	9	⊕⊕00 MUY BAJA	CRÍTICA

<sup>a</sup> Los ensayos experimentales no aleatorizados (cuasi-ECA), si bien pueden proporcionar inicialmente una evidencia alta, tienden a ver reducida su fiabilidad debido a limitaciones en el diseño (riesgo de sesgo). Estas limitaciones pueden incluir la ausencia de ocultamiento en la asignación y la generación de la secuencia aleatoria.

<sup>b</sup> Ausencia de ocultamiento en la asignación y generación de la secuencia aleatoria.

<sup>c</sup> Inconsistencia en los resultados entre diferentes estudios.

<sup>d</sup> Tamaño muestral relativamente reducido.

## Anexo V. Ensayos clínicos en marcha

Se realizó una búsqueda genérica en registros de ensayos clínicos utilizando diversas bases de datos.

Las tablas muestran una visión general de los ensayos clínicos relacionados con la marcha y el equilibrio, identificados a partir de una búsqueda en [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov) y la Plataforma Internacional de Registros de Ensayos Clínicos de la Organización Mundial de la Salud. Los ensayos abordan diversas condiciones clínicas y utilizan una variedad de intervenciones, desde tecnología de realidad aumentada como el C-Mill, con el objetivo de mejorar la marcha y el equilibrio en diferentes poblaciones. Cada ensayo se enfoca en medidas de resultado específicas relacionadas con la condición de que están tratando. En general, estos ensayos buscan avanzar en la rehabilitación y el tratamiento de pacientes con trastornos neurológicos y de movilidad.

## Ensayos en marcha en clinicaltrials.gov

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT05009303	Reliability and Validity of the OneStep Smartphone Application for Gait Analysis	El estudio está activo, pero no está reclutando más participantes en este momento.	Dolor crónico en el pie izquierdo y derecho	DISPOSITIVO: Aplicación OneStep para Smartphone y C-Mill.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cadencia</li> <li>2. Velocidad de la Marcha</li> <li>3. Longitud de zancada</li> <li>4. Longitud del paso</li> <li>5. Duración de la fase de balanceo</li> <li>6. Duración de la fase de apoyo</li> <li>7. Duración de apoyo en un solo miembro</li> <li>8. Duración de apoyo en ambos miembros</li> </ol>
NCT05439967	The Effects of Augmented and Virtual Reality Gait Training on Patients With Parkinson's Disease	Completado	Enfermedad de Parkinson	El uso de entrenamiento de marcha y equilibrio con realidad aumentada y virtual. Y entrenamiento convencional.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS-III) - Basal</li> <li>2. Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS-III) - Post-Intervención</li> <li>3. Escala de Estadificación Hoehn and Yahr - Basal</li> <li>4. Escala de Estadificación Hoehn and Yahr - Post-Intervención</li> <li>5. Sistema de Evaluación Huber 360° - Basal</li> <li>6. Sistema de Evaluación Huber 360° - Post-Intervención</li> <li>7. Escala de Equilibrio de Berg (BBS) - Basal</li> <li>8. Escala de Equilibrio de Berg - Post-Intervención</li> <li>9. Escala de Confianza en el Equilibrio Específico de Actividades (AEC) - Basal</li> <li>10. Escala de Confianza en el Equilibrio Específico de Actividades (AEC) - Post-Intervención</li> <li>11. Análisis espaciotemporal de la marcha - Basal</li> <li>12. Análisis espaciotemporal de la marcha - Post-Intervención</li> <li>13. Prueba de Timed Up and Go (TUG) - Basal</li> <li>14. Prueba de Timed Up and Go (TUG) - Post-Intervención</li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT04533848	Augmented Reality and Treadmill Training After Traumatic Brain Injury	Completado	Lesión cerebral traumática.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamental: Realidad Aumentada</li> <li>- Comportamental: Entrenamiento en Tapiz Rodante.</li> <li>- Comportamental: Entrenamiento en Superficie Terrestre / Cuidado Estándar</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escala de Movilidad y Equilibrio en la Comunidad</li> <li>2. Prueba de Caminata de 10 Metros</li> <li>3. Prueba de Caminata de 6 Minutos</li> <li>4. Prueba de Timed Up and Go</li> <li>5. Prueba Cognitiva del Timed Up and Go</li> <li>6. Prueba Manual del Timed Up and Go</li> <li>7. Escala de Confianza Específica de Actividades</li> <li>8. CNS Vital Signs - Dominio de Velocidad Psicomotora</li> <li>9. CNS Vital Signs - Dominio de Función Ejecutiva</li> <li>10. CNS Vital Signs - Dominio de Tiempo de Reacción</li> <li>11. CNS Vital Signs - Dominio de Flexibilidad Cognitiva</li> <li>12. Escala de Disfrute de Actividad Física</li> <li>13. Impresión Global de Cambio</li> <li>14. Ritmo Cardíaco</li> <li>15. Presión Arterial</li> </ol>
NCT03201692	Improving Dynamic Balance and Gait Adaptability Using Treadmill Training	Desconocido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esclerosis Múltiple:</li> <li>- Accidente Cerebrovascular:</li> <li>- Enfermedad de Parkinson:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DISPOSITIVO: Entrenamiento sobre un Tapiz Rodante con Realidad Virtual.</li> <li>- DISPOSITIVO: Entrenamiento sobre Tapiz Rodante.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio en el Índice Modificado de Marcha Dinámica</li> <li>2. Cambio en la Prueba de Caminata de 6 Minutos</li> <li>3. Cambio en la Confianza del Equilibrio durante la Actividad</li> <li>4. Cambio en la Prueba de Caminata de 10 Metros</li> <li>5. Cambio en la Prueba de Trazos de Líneas</li> <li>6. Cambio en las Matrices de Raven</li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT05902065	Effect of a Progressive Treadmill Training Protocol for Parkinson's Disease	Reclutamiento	Enfermedad de Parkinson   Marcha, Festinante   Caída debido a Pérdida de Equilibrio   Marcha, Inestable   Marcha, Arrastrante	DISPOSITIVO: Entrenamiento sobre tapiz rodante con realidad virtual aumentada con C-Mill   DISPOSITIVO: Entrenamiento sobre Tapiz Rodante Convencional con C-Mill	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cambio promedio en parámetros de marcha y equilibrio evaluados por la Escala de Evaluación de Movilidad Orientada al Rendimiento - Escala POMA (comparaciones intra-grupo y entre grupos)</li> <li>Cambio promedio en parámetros motores evaluados por la Escala Modificada de la Enfermedad de Parkinson Unificada (MDS-UPDRS), parte III (comparaciones intra-grupo y entre grupos)</li> <li>Correlación entre los espectros Raman de los cEVs sanguíneos y los resultados primarios después de la estratificación de pacientes</li> <li>Cambios en los espectros Raman individuales de los cEVs sanguíneos antes y después del tratamiento</li> </ol>
NCT05623462	Virtual Reality Training for Walking Improvement in the Elderly	Reclutando	Marcha, inestable	DISPOSITIVO: El tapiz rodante de realidad virtual C-Mill   OTRO: Programa de Terapia Física Convencional.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cambio en el parámetro de la marcha (longitud de zancada)</li> <li>Cambio en el parámetro de la marcha (tiempo de zancada)</li> <li>Cambio en el parámetro de la marcha (cadencia)</li> <li>Cambio en el parámetro de la marcha (velocidad)</li> <li>Cambio en la puntuación de la prueba de caminata de seis minutos</li> <li>Cambio en el Índice de Estabilidad General (valor porcentual (%)) y Tiempo de Control (segundos) para la Prueba de Límite de Estabilidad</li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT05703217	C Mill Virtual Reality Applied Rehabilitation and Classical Rehabilitation on Gait and Balance in Parkinson's Patients	Reclutamiento	Enfermedad de Parkinson/Rehabilitación	PROCEDIMIENTO: fisioterapia clásica con fisioterapia.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. UPDRS-III: Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson-Motor</li> <li>2. Prueba de Tinetti (Equilibrio y Marcha)</li> <li>3. Prueba de Timed Up and Go</li> <li>4. Short Form Health Survey-36 (Calidad de Vida y Salud)</li> <li>5. Clasificación de Ambulación Funcional (FAC)</li> <li>6. Fase de apoyo único (%)</li> <li>7. Tiempo de apoyo único (s)</li> <li>8. Longitud de dos zancadas (cm)</li> <li>9. Longitud de zancada derecha (cm)</li> <li>10. Longitud de zancada izquierda (cm)</li> <li>11. Distancia de caminata (m)</li> <li>12. Tiempo de caminata (minuto)</li> <li>13. Velocidad de caminata (km/h)</li> <li>14. Simetría de pasos (%)</li> <li>15. Número de pasos por minuto</li> </ol>
NCT05721209	Virtual Reality Treadmill Training in Individuals With Traumatic Brain Injury	Reclutamiento	Lesión Cerebral Traumática	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DISPOSITIVO: C-Mill con orientación de RA/RV (Realidad Aumentada/Realidad Virtual)</li> <li>- DISPOSITIVO: C-Mill sin orientación de RA/RV</li> <li>- DISPOSITIVO: Pasillo de 3 capas Zero</li> <li>- DISPOSITIVO: Hunova</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tasa de reclutamiento</li> <li>2. Tasa de inscripción</li> <li>3. Tasa de retención</li> <li>4. Porcentaje de participantes que siguen el 100% de los procedimientos del estudio</li> <li>5. Cambio desde el punto de partida en la puntuación de la Escala de Autoeficacia ante las caídas (FES-I) para la Visita Final de la Intervención</li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT04459559	Usability of a Novel Cueing Device for Patients With Parkinson's Disease	Reclutamiento	Congelación de la Marcha Enfermedad de Parkinson	- DISPOSITIVO: Dispositivo de señalización táctil	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tiempo de configuración (segundos)</li> <li>2. Parámetros de señalización:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitud</li> <li>- Intensidad</li> <li>- Cadencia</li> </ul> </li> <li>3. Resumen descriptivo de las variaciones de parámetros</li> <li>4. Elementos por Escala de Usabilidad del Sistema</li> <li>5. Puntuación de usabilidad (Cuestionario autoelaborado)</li> <li>6. Puntuación de aceptación (Cuestionario autoelaborado)</li> </ol>
NCT05846633	Effectiveness of C-Mill Treadmill Training Versus Conventional Treadmill on Balance and Psychological Status in Elderly Population. A Randomized Clinical Trial.	Aun no reclutando	Ancianos Geriatría	- DISPOSITIVO: Tapiz Rodante C-mill	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistema de Equilibrio Biodex (BBS):               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Límite de estabilidad (LOS) y pruebas de riesgo de caídas</li> </ul> </li> <li>2. Escala de Equilibrio de Berg:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puntuación de función de equilibrio</li> <li>- Clasifica los niveles de riesgo de caídas</li> </ul> </li> <li>3. Prueba Timed Up and Go (TUG):               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgo de caídas, habilidad para caminar, equilibrio y movilidad</li> </ul> </li> <li>4. Prueba de Caminata de Seis Minutos (6MWT)</li> <li>5. Inventario de Depresión de Beck (BDI)</li> <li>6. Escala de Depresión Geriátrica - 15 (GDS-15)</li> <li>7. Escala de Depresión en la Vejez (DIA-S)</li> <li>8. Escala de Depresión, Ansiedad y Estrés-21 (DASS-21)</li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT05811494	Effectiveness of Multiple Robotic Gait-Devices for Improving Walking Ability in Subacute Stroke Patients	Reclutamiento	Trastornos de la Marcha, Neurológicos/Accidente Cerebrovascular/Caminar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DISPOSITIVO: Lexo</li> <li>- DISPOSITIVO: Lokomat</li> <li>- DISPOSITIVO: C-Mill</li> <li>- DISPOSITIVO: Tapiz</li> </ul> Rodante con soporte de peso corporal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio en la Velocidad de la Marcha:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad durante 6 metros</li> <li>- Medida mediante la Prueba de Caminata de 10 Metros</li> </ul> </li> <li>2. Relación de la Marcha:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitud de zancada a cadencia</li> <li>- Medido en mm/paso/minuto con Biobit</li> </ul> </li> <li>3. Tiempo de Doble Apoyo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo con ambos pies en el suelo durante la marcha</li> <li>- Medido con Biobit</li> </ul> </li> <li>4. Porcentaje de Tiempo en la Fase de Apoyo:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo entre el contacto inicial y final</li> <li>- Medido con Biobit</li> </ul> </li> <li>5. Contracción Máxima Voluntaria (MVC):               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contracción muscular durante la contracción</li> <li>- Medido con EMG de Noraxon</li> </ul> </li> <li>6. Índice de Co-contracción:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medida indirecta del costo muscular durante la marcha</li> <li>- Medido con EMG de Norton</li> </ul> </li> <li>7. Cambio en el Equilibrio:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de los centros de presión</li> <li>- Medido por la Escala de Equilibrio de Berg</li> </ul> </li> <li>8. Cambio en el Riesgo de Caídas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Probabilidad de evento no deseado</li> <li>- Medido por la Prueba de Timed Up and Go</li> </ul> </li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT05825053	Retaining Short-term Training Effects on Gait Adaptability in People With Stroke	Aun no reclutando	Accidente Cerebrovascular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COMPORTAMENTAL: Entrenamiento de adaptabilidad de la marcha</li> <li>- COMPORTAMENTAL: Entrenamiento de ejercicio en el hogar</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puntuación del Test de Adaptabilidad para la Marcha (WALT, por sus siglas en inglés).</li> <li>2. Puntuación del Perfil de Ambulación Funcional de Emory (EFAP, por sus siglas en inglés).</li> <li>3. Prueba de Adaptabilidad para la Marcha en Laboratorio.</li> <li>4. Rendimiento del Equilibrio.</li> <li>5. Rendimiento en la Marcha.</li> <li>6. Confianza en el Equilibrio.</li> <li>7. Rendimiento de la Marcha en la Vida Diaria.</li> <li>8. Actividad de Marcha en la Vida Diaria.</li> <li>9. Calidad de Vida Relacionada con la Salud.</li> <li>10. Rendimiento en el Equilibrio mediante el MiniBESTest.</li> </ol>
NCT04108741	Augmented Reality Treadmill Training in Patients With Parkinson's Disease	Reclutamiento	Enfermedad de Parkinson/Caída	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DISPOSITIVO: Entrenamiento sobre Tapiz Rodante con realidad aumentada C-Mill</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Frecuencia de Caídas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferencia en Caídas entre Grupos, 3 Meses Antes del Estudio y 3 Meses Después del Estudio.</li> </ul> </li> <li>2. Resultados Secundarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuestionario de Congelamiento de la Marcha (FOG), Antes y Después del Periodo de Entrenamiento de 3 Semanas.</li> <li>- Análisis de la Marcha Basado en Sensores durante una Semana, Antes y Después del Periodo de Entrenamiento de 3 Semanas y Después de 3 Meses.</li> </ul> </li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT05613374	Gait Training For Reducing Risk Of Fall in the Elderly	Completado	Caída	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DISPOSITIVO: C-Mill, tapiz rodante con realidad virtual(OTRO: Programa Convencional de Terapia Física</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio en la Puntuación del Test de Riesgo de Caídas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se utilizó el Sistema de Equilibrio Biodex para la evaluación.</li> <li>- Datos recolectados al inicio y a las 6 semanas después del inicio de la intervención.</li> </ul> </li> <li>2. Cambio en el Índice General de Estabilidad y Tiempo de Control para el Test de Límite de Estabilidad:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se utilizó el Sistema de Equilibrio Biodex para la evaluación.</li> <li>- Datos recolectados al inicio y a las 6 semanas después del inicio de la intervención.</li> <li>- Incluye Índice General de Estabilidad (%), Tiempo de Control (segundos).</li> </ul> </li> <li>3. Cambio en el Test de Levantarse y Caminar (TUG):               <ul style="list-style-type: none"> <li>- TUG usado para evaluar el riesgo de caídas, habilidad para caminar, equilibrio y movilidad.</li> <li>- Prueba confiable y válida.</li> <li>- Datos recolectados al inicio y a las 6 semanas después del inicio de la intervención.</li> </ul> </li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT05130658	Study to Improve Ambulation in Individuals With TBI Using Virtual Reality -Based Treadmill Training	Reclutamiento	Lesión Cerebral Traumática	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DISPOSITIVO: Entrenamiento sobre tapiz rodante con realidad virtual.</li> <li>- OTRO: Entrenamiento sobre tapiz rodante.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio en el Índice de Marcha Dinámica</li> <li>2. Cambio en el Test de Levantarse y Caminar (TUG)</li> <li>3. Cambio en la Caminata de Seis Minutos</li> <li>4. Cambio en la Prueba de Carminata de Diez Metros</li> <li>5. Cambio en las Características Temporales usando Tapete de Presión</li> <li>6. Cambio en las Características Espaciales usando Tapete de Presión</li> <li>7. Cambio en el Índice de Plata</li> <li>8. Cambio en la Actividad Cortical</li> <li>9. Cambio en el Test de Rutas A y B</li> <li>10. Cambio en el Test de Evaluación Cognitiva de Montreal</li> <li>11. Cambio en la Cinemática de la Marcha</li> <li>12. Cambio en la Electromiografía</li> <li>13. Cambio en la Tarea de Rendimiento Continuo (CPT)</li> <li>14. Cambio en los Datos de Fuerza del C-MILL</li> </ol>
NCT05827380	Gait Adaptability Training, Using Augmented Reality, for Individuals in the Chronic Phase After Stroke	Reclutamiento	Accidente Cerebrovascular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COMPORTAMENTAL: Entrenamiento de adaptabilidad de la marcha</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puntuación del Test de Adaptabilidad de la Marcha en Escalera (WALT)</li> <li>2. Puntuación del Perfil de Ambulación Funcional de Emory (EFAP)</li> <li>3. Prueba de adaptabilidad en la marcha en laboratorio</li> <li>4. Rendimiento de equilibrio</li> <li>5. Rendimiento de equilibrio mediante MiniBEST</li> <li>6. Rendimiento en la marcha</li> <li>7. Confianza en el equilibrio</li> <li>8. Rendimiento de la marcha en la vida diaria evaluado por la calidad de la marcha</li> <li>9. Actividad de marcha en la vida diaria evaluada por el tiempo de caminata por día</li> <li>10. Calidad de vida relacionada con la salud</li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NCT04180098	Improving Gait Adaptability in Hereditary Spastic Paraplegia	Completado	Paraplejía Espástica Hereditaria/Enfermedad de Strümpell	- COMPORTAMENTAL: Intervención C-mill/OTRO: Sin intervención	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambios medios en las puntuaciones de tiempo de la subprueba de obstáculos del Perfil de Ambulación Funcional de Enropy.</li> <li>2. Cambio medio en la puntuación de tiempo en la prueba de caminata de diez metros (10MWT).</li> <li>3. Cambio medio del Sistema de Evaluación de Equilibrio Mini-BEST.</li> <li>4. Cambios medios en los niveles de actividad medidos como tiempo activo o pasivo durante 24 horas.</li> <li>5. Cambios medios en las puntuaciones de la Escala de Confianza Específica de Equilibrio en Actividades.</li> <li>6. Cambios medios en el número de caídas y casi caídas.</li> <li>7. Cambio medio en la puntuación de tiempo en el Test de Adaptabilidad de la Marcha en Escalera (WALT).</li> <li>8. Cambios medios en los parámetros espacio-temporales de la marcha.</li> </ol>

## Ensayos en marcha en la Plataforma Internacional de Registros de Ensayos Clínicos

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
ChiCTR2300070367	Effects of C-Mill gait adaptation training combined with transcranial magnetic stimulation on walking function and its neural mechanism in stroke patients based on near infrared and electroencephalogram technology	No reclutando	Accidente cerebrovascular	Grupo experimental: Entrenamiento de Adaptabilidad de Marcha C-Mill combinado con Estimulación Magnética Transcraneal (TMS) GC: Entrenamiento de Adaptabilidad de Marcha C-Mill Control Group: C-Mill Gait Adaptability Training	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espectroscopia Infrarroja Cercana Funcional (fNIRS)</li> <li>- Electroencefalograma (EEG)</li> <li>- Evaluaciones Funcionales:</li> <li>- Prueba de Caminata de 10 Metros</li> <li>- Escala de Miembros Inferiores de Fugl-Meyer</li> <li>- Escala de Equilibrio de Berg</li> </ul>
DRKS00030207	The effects of face masks on walking adaptability in people with Parkinson's disease and multiple sclerosis: A crossover study - CGait with and without face mask	No reclutando	Enfermedad de Parkinson; Esclerosis Múltiple	Grupo 1: Personas con enfermedad de Parkinson (pwPD) o esclerosis múltiple (pwMS) que usan una mascarilla facial integrada en el programa de diagnóstico C-Mill sobre el tapiz rodante con realidad virtual Motek. Incluye obstáculos y objetivos.	<p>Primario:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendimiento general en la Prueba C-Gait (puntuación compuesta, calculada como puntajes promedio C-Gait en nivel alto + puntaje C-Gait para la tarea de rendimiento cognitivo).</li> <li>- Comparación por condición (1: con mascarilla facial, 2: sin mascarilla facial).</li> </ul> <p>Secundario:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rendimiento en las siete subpruebas de C-Gait. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculado como Nivel de dificultad x 2 x Rendimiento (%) / 100.</li> </ul> </li> <li>2. Rendimiento en pruebas de campo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prueba de Caminata de 10 Metros.</li> <li>- Prueba de Levantarse y Caminar Cronometrado.</li> <li>- Prueba de Levantarse y Caminar Cronometrado en tarea dual (contar hacia atrás de 3 en 3 a partir de 100).</li> <li>- Ascenso y descenso de escaleras.</li> </ul> </li> <li>3. Duración del rendimiento en las cuatro pruebas de campo.</li> </ol>

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
DRKS0002786	Technology-assisted locomotion therapy in people with residual gait impairment after a neurological event - REIMO	Reclutando	Cerebral Infarction, Lesión de Nervios y Médula Espinal a Nivel del Cuello	<p>Entrenamiento de locomoción basado en tecnología:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizado en Revigo.</li> <li>- Utiliza tecnologías certificadas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lokomat®</li> <li>- Andago® (ambos de Hocoma AG, Suiza)</li> <li>- C-Mill (Motek Medical B.V., Países Bajos)</li> <li>- Ekso (Ekso Bionics, EE. UU.)</li> </ul> </li> <li>- Determinar el impacto de tres meses de entrenamiento de marcha basado en tecnología en las mejoras funcionales utilizando la Prueba de Caminata de 10 Metros (10MWT).</li> </ul>	<p>- Determinar el impacto de tres meses de entrenamiento de marcha basado en tecnología en mejoras funcionales utilizando la Prueba de Caminata de 10 Metros (10MWT).</p>
NL8154	A new functional gait training for children and adolescents with Cerebral Palsy to improve the gait adaptability: an explorative study	Reclutando	Parálisis Cerebral	Entrenamiento de Marcha en C-mill para Niños y Adolescentes.	El enfoque principal se centra en evaluar la adaptabilidad de la marcha utilizando la prueba WAL-K, con la puntuación derivada de una combinación del tiempo de finalización y el número de fallos durante la tarea.

.../...

.../...

NCT Number	Título	Estado	Condición	Intervención	Medidas de resultado
NTR6557	The effect of dynamic balance training on balance capacity in people after stroke	Recruiting	Accidente cerebrovascular	Los participantes son asignados al azar a uno de los tres tratamientos, con intervenciones activas que implican entrenamiento dinámico de equilibrio en el C-mill y un GC inactivo que no recibe entrenamiento.	El foco del estudio está en evaluar y analizar tres variables clave de resultado: la función de respuesta de frecuencia medida a través del test de pies en su lugar, el ángulo de la pierna en el contacto del pie al paso medido mediante el test de paso, y el error de colocación del pie medido a través del test de ajuste de paso.
NTR4030	The efficacy of C-Mill training for improving walking ability, walking speed and gait adaptability in people post-stroke: a single-centre RCT	Not Recruiting	Accidente Cerebrovascular.	Entrenamiento de Adaptabilidad de la Marcha en C-Mill: Programa de Prevención de Caídas Nijmegen (NFP).	Las medidas de resultado principales son la velocidad al caminar evaluada con la prueba de caminata de 10 metros y la adaptabilidad de la marcha evaluada con pruebas de caminata de 10 metros instrumentadas (es decir, evitación de obstáculos y caminar con doble tarea).
NTR3222	Functional gait rehabilitation in elderly following a fall-related hip fracture using the C-Mill: A RCT.	Aun no reclutando	Personas mayores, fractura de cadera, caídas, adaptabilidad de la marcha.	Entrenamiento de Adaptabilidad de la Marcha en C-Mill: Programa de Prevención de Caídas Nijmegen (NFP). Medidas de Equilibrio, Marcha y Movilidad:	Medida de resultado principal: - Evaluación de Movilidad Orientada al Rendimiento (POMA)

