



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

COMPARACIÓN ENTRE EL USO DE LA TECNOLOGÍA ROBÓTICA  
VERSUS LA TERAPIA CONVENCIONAL PARA LA ASISTENCIA DE LA  
MARCHA EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL

COMPARISON BETWEEN THE USE OF ROBOTIC TECHNOLOGY VERSUS  
CONVENTIONAL THERAPY FOR WALKING ASSISTANCE IN CHILDREN  
WITH CEREBRAL PALSY

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN FISIOTERAPIA EN PEDIATRÍA

AUTOR

CARLOS RODRIGO TANTAS ROSALES

ASESORA

EDITH SONIA MEJIA COTRINA

CO-ASESORA

SULY MILAGROS SOTO ORDOÑEZ

LIMA – PERÚ

2025



## **ASESORES DE TRABAJO ACADÉMICO**

### **ASESORA**

Esp. EDITH SONIA MEJIA COTRINA

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0009-0002-2988-1270

### **CO-ASESORA**

Lic. SULY MILAGROS SOTO ORDOÑEZ

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0003-0284-4605

**Fecha de aprobación:** 29 de abril de 2025

**Calificación:** Aprobado.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a las instituciones que brindan terapia física pediátrica, para dar a conocer sobre la rehabilitación robótica y la terapia convencional, y motive a la investigación y uso de la tecnología robótica.

## **AGRADECIMIENTO**

Un profundo agradecimiento a Dios por permitirme desarrollar este trabajo.

A mi familia, esposa e hijos por el apoyo brindado, siendo fuente de motivación y fortaleza para concluir este trabajo de investigación.

A la universidad Cayetano Heredia por los conocimientos y herramientas digitales que me brindan a través de su plana docente.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Este trabajo fue autofinanciado.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

El autor declara no tener conflictos de interés.

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

COMPARACIÓN ENTRE EL USO DE LA TECNOLOGÍA ROBÓTICA  
VERSUS LA TERAPIA CONVENCIONAL PARA LA ASISTENCIA DE LA  
MARCHA EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL

COMPARISON BETWEEN THE USE OF ROBOTIC TECHNOLOGY VERSUS  
CONVENTIONAL THERAPY FOR WALKING ASSISTANCE IN CHILDREN  
WITH CEREBRAL PALSY

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN FISIOTERAPIA EN PEDIATRÍA

AUTOR

CARLOS RODRIGO TANTAS ROSALES

ASESORA

EDITH SONIA MEJIA COTRINA

CO-ASESORA

SULY MILAGROS SOTO ORDOÑEZ

LIMA - PERÚ

2025

8% Similitud estándar Filtros

3 Exclusiones →

Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas i ☐

1	Internet	hdl.handle.net	2%
		9 bloques de texto	91 palabra que coinciden
2	Internet	repositorio.upch.edu.pe	<1%
		2 bloques de texto	31 palabra que coinciden
3	Internet	ichgcp.net	<1%
		2 bloques de texto	29 palabra que coinciden
4	Trabajos del estudiante	TecnoCampus	<1%
		1 bloques de bloques	18 palabra que coinciden

## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	4
III. CUERPO .....	5
IV. CONCLUSIONES .....	14
V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	16
ANEXOS	

## RESUMEN

**Introducción.** - La parálisis cerebral (PC), es un trastorno del desarrollo motor por una lesión del cerebro en desarrollo, generando un patrón de marcha con alteraciones como la caída del pie, inestabilidad de la rodilla y cadera, alteración de postura y equilibrio. En la terapia convencional, el terapeuta utilizará su formación, experiencia y capacidad del paciente para determinar que método y técnicas utilizar generando efectos positivos para mejorar la calidad de vida. El entrenamiento de la marcha asistido por robot (RAGT) es una técnica de rehabilitación que genera un patrón de marcha utilizando dispositivos robóticos, soporte de peso corporal (BWS) y cinta de correr. **Objetivo.** - Describir la efectividad de la tecnología robótica versus la terapia convencional, para la asistencia de la marcha en niños con parálisis. **Metodología.** - Esta revisión narrativa utilizo como base de datos PUBMED, los artículos en inglés y sin filtros. La selección inicio por título y abstract, luego por texto completo y finalmente se aplicó criterios de elegibilidad. **Descripción de hallazgos.** - Los estudios seleccionados, muestran mejorías motoras, pero solo 3 estudios muestran cambios significativos a favor del RAGT, un estudio indica ser más efectivo el RAGT que la terapia física pero menos efectiva que el tratamiento con cinta de correr, en los otros estudios no muestran cambios significativos. **Conclusiones.** - La evidencia no permite generar una conclusión clara, pese a las mejoras del nivel motor, pocos estudios muestran un cambio significativo, por lo cual no se puede dar una recomendación clínica sobre cual es más efectiva.

**Palabras clave:** Niño; asistencia robótica; ejercicio; marcha; parálisis cerebral.

## ABSTRACT

**Introduction.** - Cerebral palsy (CP) is a motor development disorder caused by an injury to the developing brain, resulting in gait patterns with alterations such as foot drop, knee and hip instability, and postural and balance disorders. In conventional therapy, the therapist will use their training, experience, and the patient's ability to determine which methods and techniques will generate positive effects and improve the patient's quality of life. Robot-assisted gait training (RAGT) is a rehabilitation technique that generates a gait pattern using robotic devices, body weight support (BWS), and a treadmill. **Objective.** - To describe the effectiveness of robotic technology versus conventional therapy for gait assistance in children with paralysis. **Methodology.** – This narrative review used PUBMED as a database, articles in English and without filters. The selection began by title and abstract, then by full text, and finally, eligibility criteria were applied. **Description of findings.** – The selected studies show motor improvements, but only 3 studies show significant changes in favor of RAGT. One study indicates that RAGT is more effective than physical therapy but less effective than treadmill treatment. The other studies show no significant changes. **Conclusions.** – The evidence does not allow for a clear conclusion; despite improvements in motor level, few studies show a significant change, so a clinical recommendation cannot be made as to which is more effective.

**Keywords:** Child; robot-assisted; exercise; gait; cerebral palsy.

## I. INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral (PC) es un trastorno del desarrollo motor y postural, se origina de una lesión no progresiva del cerebro en desarrollo del feto o lactante y persiste durante la vida útil (1). La incidencia en Europa, Estados Unidos y Perú es de (2,0 a 2,5), (3,6) y (5,2) por 1000 nacidos vivos respectivamente (2). Una de las principales características de la PC es la alteración en el patrón de marcha, de los niños con PC a nivel mundial el 25% puede que no lleguen a caminar (3). Rodda describe los patrones de marcha alterados y los clasifica en 4 tipos para hemiparesia y en 5 grupos para diparesia, las principales características de la marcha alterada van desde tobillo en equino en alguna fase de la marcha, inestabilidad de la rodilla generando que este flexa o en recurvatum, la cadera puede ir desde el aumento de flexión o limitación de la extensión, a la elevación completa con inclinación de tronco para permitir la fase de balanceo (4,5)

Para evaluar los cambios a nivel motor que tienen los niños con PC se utiliza la medición de la función motora gruesa (GMFM, por sus siglas en inglés), uno de sus dos versiones es el GMFM-88, porque tiene 88 ítems de evaluación que se dividen en cinco dimensiones; A: Acostado y rodado, B: Sentado, C: Gatear y Arrodillarse, D: De Pie, E: Caminar, Correr y Saltar (6,7). En este estudio profundizaremos en la; dimensión D (de pie) en la cual evalúa la capacidad de permanecer de pie con apoyo o sin apoyo, manteniéndose sobre ambos pies o un solo pie, transicionar de una posición más baja (sentado, de rodillas) a parado o, al contrario; la dimensión E (caminar, correr, saltar) en la cual evalúa el caminar por una distancia determinada con o sin apoyo, camina con obstáculos o sin obstáculos, por un camino con un grosor determinado (8).

En la terapia convencional (TC) se identifica y se trata la alteración del patrón de marcha, tratando los grupos musculares y articulaciones que interfieran en el movimiento y por ende en su participación familiar y social (9). El fisioterapeuta utilizando diferentes métodos terapéuticos basándose en su formación, experiencias y capacidades del paciente, podrá ser más riguroso con el seguimiento y vigilancia, enfocando el abordaje en la prevención o reducción de las limitaciones, generando efectos positivos a nivel físico, psicológico y social, mejorando la calidad de vida del niño y familia (9,10)

El entrenamiento de la marcha asistido por robot (RAGT, por sus siglas en inglés) es una técnica de rehabilitación que ayuda a mejorar la marcha utilizando dispositivos robóticos, consta de ortesis robóticas en miembros inferiores que tienen sensores en las articulaciones de cadera y rodilla, un arnés que proporciona soporte de peso corporal y una cinta de correr (11,12). Este sistema se sustenta en los principios de aprendizaje sensoriomotor, mediante la repetición constante de las diferentes fases de la marcha (12,13). El RAGT puede personalizarse de acuerdo a las necesidades del niño como, la cantidad de peso que soportarán los miembros inferiores permitiendo mantener una postura erguida y los rangos pasivos de las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo, la velocidad de la cinta correr tiene que estar sincronizado con los movimientos de la ortesis robótica para evitar la fatiga y mantener el patrón de marcha constante (12,14).

En los diferentes estudios muestran que el abordaje con RAGT tiene mayor beneficio que la terapia convencional (TC) mostrando mejoría en 5.67% (15) con un valor de  $p=0.015$  (16), sobre todo en la dimensión E (caminar) de la GMFM con un  $p<0.03$  (17), a pesar de estos resultados los autores indican que se debe realizar

más estudios con una población mayor y más homogénea y por un tiempo más largo.

La necesidad de poder ser cada vez más independientes, como el poder desplazarse hacia algún lugar determinado, es de mucho interés por parte del paciente y la familia, pero aún no hay resultados claros que tanto puede ayudar la tecnología robótica en la marcha de los niños con PC (15), o si es más efectivo el abordaje único con tecnología robótica o combinándola con tratamientos convencionales. El propósito de esta revisión narrativa fue, describir la efectividad de la tecnología robótica versus la terapia convencional, para la asistencia de la marcha en niños con parálisis

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Describir la efectividad de la tecnología robótica versus la terapia convencional, para la asistencia de la marcha en niños con parálisis

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir la efectividad del uso de tecnología robótica y la terapia convencional según el GMFM – Dimensión D “posición de pie”, conforme a la evidencia bibliográfica.
- Describir la efectividad del uso de tecnología robótica y la terapia convencional según el GMFM – Dimensión E “caminar, correr y saltar”, conforme a la evidencia bibliográfica.
- Describir las ventajas y desventajas del uso de la tecnología robótica versus los abordajes de la fisioterapia convencional para facilitar la marcha, según la evidencia bibliográfica.

### **III. CUERPO**

#### **CAPÍTULO I: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

##### **Bases de Datos Utilizadas**

Para la búsqueda se utilizó PUBMED como única basa de datos en inglés, no se utilizó ningún filtro adicional. Además, se incluyó registros de artículos científicos identificados a partir de artículos incluidos y recomendados por especialistas.

##### **Términos Utilizados**

Se realizará una búsqueda con la combinación de las siguientes palabras clave (descriptores):

“child”, “pediatric”, “robotic-assisted”, “exercise” “therapy”, “rehabilitation”, “gait”, “walking”, "cerebral palsy". Todos estos términos se combinaron con los operadores Booleanos AND, OR como estrategia de búsqueda avanzada.

##### **Fórmula de Búsqueda**

La fórmula de búsqueda en PUBMED se puede visualizar en el ANEXO – Tabla 1

##### **Elección de Artículos**

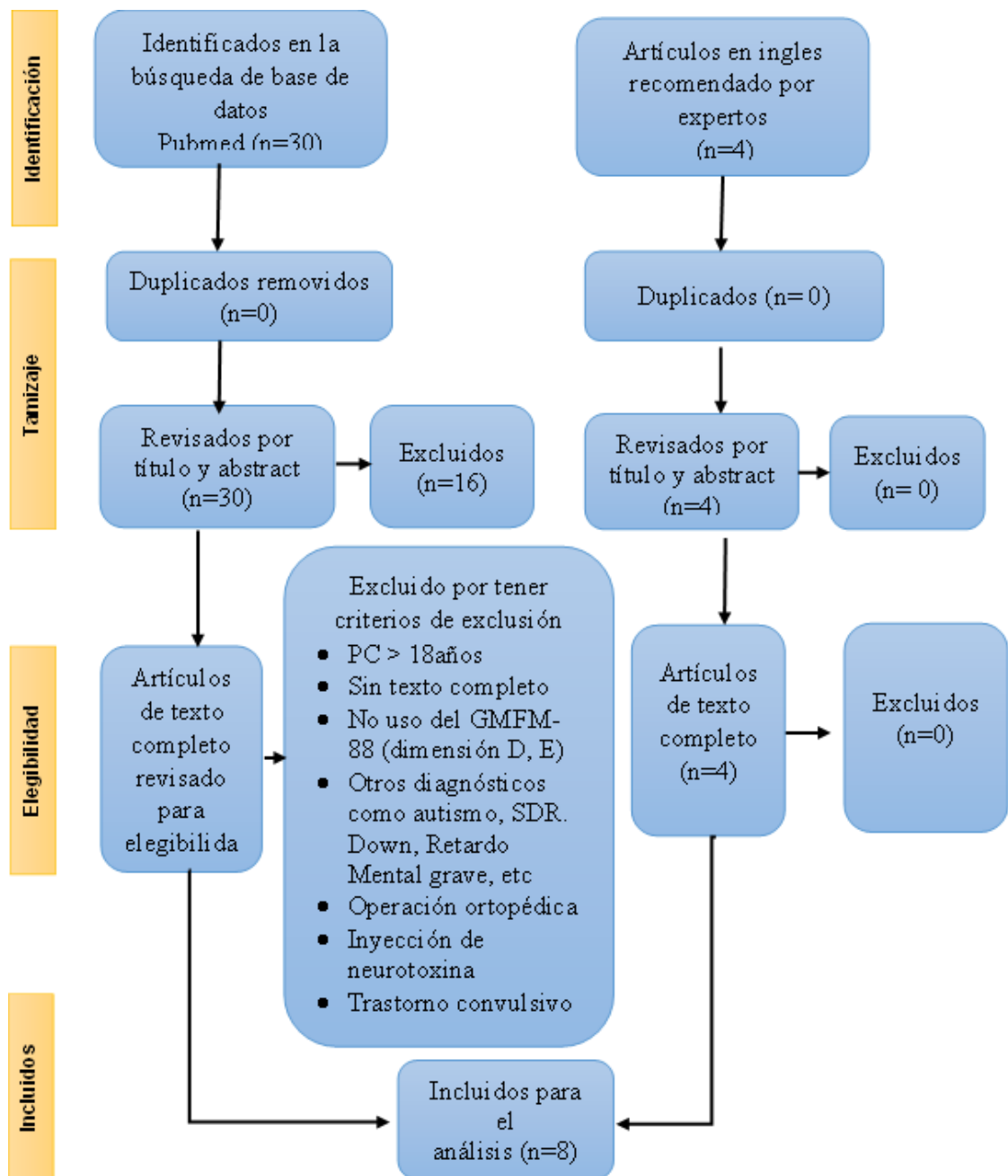
En este estudio no se aplicaron filtros, con la finalidad de tener todos los estudios realizados en menores de 18 años con PC, de tipo experimental aleatorio, estudios observacionales analíticos, metaanálisis, revisiones sistemáticas, ensayos clínicos, estudios de cohorte. No se seleccionaron estudios que tenían otras patologías neurológicas además de la PC, como Autismo, Retardo Mental, Síndrome de Down; también fueron descartados los que hayan sido operados o recibieron inyección de neurotoxina botulínica en los últimos 12 meses.

Todos los artículos seleccionados están en inglés. Se utilizo el gestor de búsqueda Zotero, para ser revisados por título, abstract y finalmente por texto completo.

## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE HALLAZGOS

En la búsqueda se encontraron 30 estudios en inglés. De los cuales, 14 fueron elegidos para revisión a texto completo. A demás se agregó 4 artículos, que fueron recomendados por especialistas. De todos los artículos, 8 fueron seleccionados para la extracción de resultados.

Flujograma del proceso de recopilación de información y resultados



## 1. Alteración de la marcha en niños con parálisis cerebral

La parálisis cerebral genera cambios a nivel motor (17), lo que genera la demora o la incapacidad de llegar a los hitos del desarrollo, los niños presentan variaciones en el tono muscular (rigidez o flacidez) y falta de control motor selectivo (18). Esto genera dificultad para realizar el ciclo normal de la marcha, Rodda describe la alteración de la marcha teniendo en cuenta la posición del tobillo, rodilla, cadera y pelvis dividiendo estos cambios en cinco patrones 1) equino verdadero, el tobillo adopta la posición equina; 2) Paso de salto, el tobillo en equino, aumento de flexión de cadera y rodilla; 3) Equino aparente, aumento exagerado de flexión en cadera y rodilla ; 4)Marcha agachada, flexión excesiva de cadera, rodilla y dorsiflexión aumentada; 5)Marcha asimétrica, diferente patrón de marcha en cada miembro inferior. Por lo cual los músculos afectados (espasticidad, contractura) son los flexores de cadera, rodilla y flexores plantares del tobillo (19). Aspectos adicionales a las principales alteraciones motoras de los niños con parálisis cerebral se detalla en la Figura 2.

## 2. Sistema de clasificación motora gruesa

Para poder clasificar y evaluar de manera confiable las habilidades motoras, se utiliza el Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS) y la Medición de la Función Motora Gruesa (GMFM). El GMFCS clasifica su nivel funcional en uno de los cinco niveles, según si el deterioro motor es mínimo (nivel I) hasta deterioro grave (nivel V) (7). EL GMFM al ser sensible a los deterioros motores, permite monitorear los cambios de la motricidad gruesa mediante la observación de las etapas típicas del desarrollo. Consta de cinco dimensiones: (A) acostado y rodando; (B) sentado; (C) gateando y arrodillado; (D) de pie; (E)

caminando, corriendo y saltando(7,18). La evaluación se puntúa, 0: no realiza la tarea; 1 puede iniciar la tarea (10%); 2: realiza parte de la tarea (10% a <100%); 3: completa la tarea (100%) (20).

### 3. Enfoque de la tecnología robótica en rehabilitación para la marcha

La tecnología robótica para facilitar la marcha es un sistema relativamente nuevo, enfocado a realizar un patrón de marcha óptimo y manteniendo una adecuada alineación de las diferentes partes del cuerpo (21). Consta de una ortesis articulada (guiada por controles computarizados), un soporte de peso corporal y una cinta de correr, este sistema al ser computarizado se puede programar según las necesidades específicas de cada paciente (17). Permite un mayor tiempo de entrenamiento, logrando hasta 1000 pasos en una sesión de 20 minutos (22) y durante todo este tiempo de terapia la velocidad es constante, el movimiento de los miembros inferiores es rítmico, la carga de peso es constante, esto no se puede conseguir si el abordaje fuera de forma tradicional, porque depende de la capacidad de los terapeutas al facilitar el movimiento, por lo cual no podría mantener el ritmo durante toda la sesión.

### 4. Efectividad del uso de la tecnología robótica y abordaje de terapia convencional para facilitar la marcha

En los diferentes artículos revisados muestran que los abordajes que incluyen tecnología robótica generan cambios positivos a nivel motor grueso, esto se debe a las ventajas que este dispositivo tiene, como son el de regular la cantidad de peso que debe soportar el paciente, la velocidad de la marcha y los rangos articulares, permitiendo al paciente realizar la actividad de la marcha de forma más rítmica y controlada (15,22). En algunos artículos manifiestan que la terapia convencional es

más efectiva que la terapia robótica, mostrando mayor número de pasos por minuto y una mejora en la capacidad de caminar, a pesar que el paciente soporta menos tiempo de tratamiento debido a la cantidad de esfuerzo que tiene que realizar generando mayor fatiga y menor número de repeticiones (22). Veremos algunos parámetros temporo-espaciales de la marcha para comprender los posibles cambios a nivel motor.

#### Velocidad de la marcha

En la revisión sistemática (15) realizan la comparación entre el abordaje con RAGT versus la TC, teniendo un resultado de 0.10m/s, IC del 95% [0.02, 0.19] a favor del abordaje con RAGT, siendo estos resultados significativos. Sin embargo, en otra revisión sistemática (22) donde utilizan “d de Cohen” siendo un valor cercano a 0 sin efecto, de 0.21 a 0.49 un efecto pequeño, de 0.50 y 0.7 un efecto moderado y mayores a 0.08 un efecto grande; los resultados obtenidos fueron de un  $d = 0.25$  siendo esto un efecto pequeño (poco significativo).

#### Cadencia

En la revisión sistemática (15) midieron el número de pasos por minuto, utilizaron la cinta de correr y la terapia física como tratamiento convencional, al realizar la comparación obtuvieron, la cinta de correr reduce 9.80 pasos/min pasos en comparación al abordaje con RAGT, pero el RAGT redujo 5.91pasos/min en comparación con la terapia física. Con lo cual se evidencia que el RAGT es más efectivo que la terapia física pero menos efectivo que la cinta de correr en la disminución de pasos por minuto, a pesar de este cambio los resultados fueron estadísticamente no significativos.

#### Longitud del paso

En la revisión sistemática (15,22) midieron la longitud del paso, realizaron la comparación del abordaje de RAGT versus la TC, obteniendo resultados positivos al abordaje con RAGT con un aumento de la longitud del paso en 0.03m en comparación con la TC, pese a esto este resultado no fue estadísticamente significativo.

5. Efectividad del uso de tecnología robótica y la terapia convencional según el GMFM – Dimensión D “posición de pie”

En el estudio (17) se utilizó el abordaje con RAGT, obtuvieron una media en la evaluación inicial de 37.7 y en la evaluación final de 39.49, estos resultados nos indican que hay una mejora después del tratamiento de RAGT, sin embargo estos resultados no son estadísticamente significativos al tener un  $p=0.097$ .

En el estudio (21) realizaron el tratamiento combinado de RAGT con TC donde trabajaron en dos grupos, grupo 1 (caminantes independientes) y grupo 2 (caminantes dependientes). En el grupo 1 obtuvieron datos estadísticamente favorables con un  $p<0.01$ ; en el grupo 2 los datos estadísticos que obtuvieron no fueron significativos con un  $p=0.13$ . Por lo tanto, los que tiene un nivel motor más alto obtuvieron mejores resultados en la capacidad de permanecer de pie.

En el estudio (15) realizaron la comparación del abordaje RAGT versus terapia convencional, en la terapia convencional utilizaron terapia física (TF) y cinta de correr, al comparar RAGT con TF se obtuvo una mejora motora del 10.15% a favor del RAGT, y al comparar RAGT con cinta de correr se obtuvo un -3.48% en contra del RAGT, siendo estos resultados estadísticamente significativos, por lo cual se observa en este estudio que el RAGT es más efectivo que la terapia física pero menos efectivo que la cinta de correr.

El estudio (22) además realizó la comparación del tratamiento combinado de RAGT con TC versus TC donde al igual que en los estudios anteriores mostraron una mejoría después del abordaje que incluye RAGT, sin embargo, los resultados no fueron significativos obteniendo un  $d=0.05$ .

En los diferentes estudios revisados podemos observar que el tratamiento con RAGT genera cambios a nivel motor, al comparar el RAGT con TC los resultados dependen del método seleccionado a usar en la terapia convencional, en las variaciones del abordaje donde solo reciben RAGT o reciben tratamiento combinado de RAGT más TC, los autores se contradicen entre sí indicando algunos que sí es efectivo y otros que no lo es.

#### 6. Efectividad del uso de tecnología robótica y la terapia convencional según el GMFM – Dimensión E “caminar”

En el estudio (17) abordaje solo con RAGT, la media de la evaluación inicial del GMFM es de 28.85 y en la evaluación final es de 31.09, con lo cual se evidencia una mejora motora después del tratamiento con RAGT siendo resultados con un valor estadísticamente significativo con  $p<0.03$ .

En el estudio (21) realizaron el tratamiento combinado de RAGT con terapia convencional (TC), se dividió en grupo 1 (caminantes independientes) y grupo 2 (caminantes dependientes), en el grupo 1 se obtuvo  $p<0.01$  siendo este resultado estadísticamente significativo, mientras que en el grupo 2 obtuvo un  $p=0.08$  siendo estadísticamente no significativo.

Realizaron la comparación del tratamiento con RAGT versus TC, en el estudio (15,22) al comparar la media de la evaluación inicial con la evaluación final

obtuvieron una mejora motora del 7.77% a favor del RAGT pese a estos, no fue estadística mente significativo tienen un  $d=0.10$ .

En el estudio (15) compararon el abordaje RAGT versus TC, utilizando la cinta de correr como método de terapia convencional, mostrando una mejora no significativa del 0.28% a favor de la cinta de correr. Por lo que observamos en este estudio que el abordaje con RAGT es más efectivo que la terapia convencional.

En el estudio (22) realizaron la comparación del tratamiento combinado de RAGT con TC versus TC donde al igual que en los estudios anteriores mostraron una mejoría después del abordaje que incluye RAGT, sin embargo, los resultados no fueron significativos obteniendo un  $d=0.07$ .

En los estudios revisados podemos observar que en los tratamientos que incluyen RAGT hay una mejora a nivel motor, sin embargo, los resultados nos indican que el tratamiento con RAGT no es significativo, en las variaciones de tratamiento de RAGT solo o combinado los autores se contradicen por lo que no se puede indicar cual es más efectivo.

Al comparar los resultados de las dimensiones D y E del GMFM, se puede observar que los resultados no son concluyentes al tener variaciones según los autores, pero también se puede observar mayores resultados positivos a favor del RAGT para la dimensión D en comparación con la dimensión E, con estos resultados podemos decir que el RAGT es más efectivo para mejorar la postura bípeda.

#### 7. Ventajas y desventajas que genera la tecnología robótica para facilitar la marcha en niños con parálisis cerebral

La tecnología robótica para facilitar la marcha le permite al paciente trabajar con parámetros constantes generando múltiples beneficios como; generar un patrón de

marcha constante por un tiempo determinado, se puede programar de forma específica para cada paciente y así poder potenciar las capacidades motoras de cada paciente, puede regular la cantidad de peso que soportará los miembros inferiores según la capacidad de cada paciente, durante la marcha permite la alineación de las diferentes partes del cuerpo, puede disminuir la espasticidad y mejorar los rangos articulares, el tono muscular y la fuerza, entre más bajo sea su nivel motor puede tener mayor mejoría funcional, al mejorar la marcha puede mejorar la calidad de vida, puede ser útil para optimizar las funciones motoras gruesas en los niños con parálisis cerebral y demanda de menor esfuerzo físico por parte del personal de salud (15,17,21,22).

Las desventajas al ser un método relativamente nuevo, su viabilidad y eficacia aún están en discusión, los estudios que se realizan son con muestras de población pequeñas, al ser un dispositivo tecnológico su implementación tiene un alto costo, el personal que lo opere debe estar capacitado en su manejo, necesita que el paciente cumpla con ciertos parámetros, como la altura mínima o máxima necesaria, el paciente deberá de tener tolerancia al usar el dispositivo, ya que lo usara por un tiempo prolongado (15,17,21,22).

#### IV. CONCLUSIONES

- El uso de la tecnología robótica muestra tener cambios positivos en la intervención de pacientes pediátricos con parálisis cerebral en comparación con la terapia convencional, pese a tener pocos resultados significativos, por lo cual no se podría asegurar o realizar alguna recomendación clínica de cual abordaje se debería de elegir sobre los otros.
- En la dimensión D y la dimensión E del GMFM al comparar el uso tecnología robótica con la terapia convencional muestran que hay mejoría a nivel motor pero los autores se contradicen al tener resultados opuestos sobre su efectividad, por lo cual no se puede asegurar cual abordaje es más efectivo en la mejora de las capacidades motoras de la dimensión D y dimensión E del GMFM.
- La información recopilada en este trabajo nos indica lo beneficioso que sería la utilización del RAGT como abordaje, debido al control que genera sobre el cuerpo del paciente, permitiendo seleccionar parámetros como soporte de peso, rangos articulares, velocidad de la cinta de correr según la capacidad del paciente, sin embargo, la limitación más significativa es el costo de implementación, por lo cual, cada establecimiento de salud que desee utilizar este dispositivo robótico deberá tener en cuenta esto para su implementación.
- Dentro de los artículos revisados para este trabajo narrativo, compararon el abordaje combinado de la terapia robótica con terapia convencional versus la terapia convencional, encontrando que el abordaje combinado genera una mejoría motora tanto en la dimensión D como en la dimensión E del GMFM,

evidenciando que el abordaje que incluya RAGT genera cambios motores favorables, sin embargo, estos cambios no llegan a generar un impacto significativo.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Mcintyre S, Morgan C, Walker K, Novak iona. Cerebral Palsy - Don't Delay [Internet]. DEVELOPMENTAL DISABILITIES RESEARCH REVIEWS; 2011. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ddrr.1106>
2. Vila JR, Espinoza IO, Guillén D, Samalvides F. Características de pacientes con parálisis cerebral atendidos en consulta externa de Neuropediatría en un hospital peruano. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 13 de diciembre de 2016;33(4):719.
3. Rodero EA, Esmeral LM. Funcionalidad de la marcha en niños con parálisis cerebral. Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación. 2016;26(2):162-7.
4. Agurto NO, Miranda EA, Barakat VR, Guerrero IR. Patrones de marcha en pacientes con parálisis cerebral según su función motora gruesa. Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación [Internet]. 19 de noviembre de 2021 [citado 9 de marzo de 2025];31(2). Disponible en: <https://www.revistacmfr.org/index.php/rcmfr/article/view/302>
5. Martín Casas P, Meneses Monroy, Beneit Montesinos JV, Atín Arratibel M<sup>a</sup> Á. El desarrollo de la marcha infantil como proceso de aprendizaje. Acción Psicológica. junio de 2014;11(1):45-54.
6. te Velde A, Morgan C. Gross Motor Function Measure (GMFM-66 & GMFM-88) User's Manual, 3rd Edition, Book Review. Pediatric Physical Therapy. enero de 2022;34(1):88.
7. Choi JY. Motor Function Measurement in Children: Gross Motor Function Measure (GMFM). Ann Rehabil Med. octubre de 2024;48(5):301-4.

8.

GROSS\_MOTOR\_FUNCTION\_MEASURE\_HOJA\_PUNTUACIÓN\_(Versión\_española).pdf [Internet]. [citado 9 de marzo de 2025]. Disponible en: [https://www.canchild.ca/system/tenon/assets/attachments/000/002/584/original/GROSS\\_MOTOR\\_FUNCTION\\_MEASURE\\_HOJA\\_PUNTUACION%28Versi%C3%B3n\\_espa%C3%B1ola%29.pdf](https://www.canchild.ca/system/tenon/assets/attachments/000/002/584/original/GROSS_MOTOR_FUNCTION_MEASURE_HOJA_PUNTUACION%28Versi%C3%B3n_espa%C3%B1ola%29.pdf)

9. Rojas JDP, Mendoza SMC. Métodos de ejercicios terapéuticos en niñas(os) sobre la marcha en la parálisis cerebral espástica: Revisión de la literatura. *Movimiento científico*. 2023;17(2):53-66.

10. Gómez-López S, Jaimes VH, Palencia Gutiérrez CM, Hernández M, Guerrero A. Parálisis cerebral infantil. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*. marzo de 2013;76(1):30-9.

11. Cambios en los patrones de activación supraespinal después de la terapia locomotora robótica en la lesión medular motora incompleta [Internet]. [citado 26 de enero de 2025]. Disponible en: [https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.1177/1545968305281515?src=getft&utm\\_source=sciencedirect\\_contenthosting&getft\\_integrator=sciencedirect\\_contenthosting](https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.1177/1545968305281515?src=getft&utm_source=sciencedirect_contenthosting&getft_integrator=sciencedirect_contenthosting)

12. Colombo G. Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis. 2000;

13. Choi JY, Kim SK, Hong J, Park H, Yang S seung, Park D, et al. Overground Gait Training With a Wearable Robot in Children With Cerebral Palsy. *JAMA Netw Open*. 22 de julio de 2024;7(7):e2422625.

14. ŽARKOVIĆ D, ŠORFOVÁ M, TUFANO JJ, KUTÍLEK P, VÍTEČKOVÁ S, RAVNIK D, et al. Gait Changes Following Robot-Assisted Gait Training in Children With Cerebral Palsy. *Physiol Res.* 30 de diciembre de 2021;70(Suppl 3):S397-408.
15. Vezér M, Gresits O, Engh MA, Szabó L, Molnar Z, Hegyi P, et al. Evidence for gait improvement with robotic-assisted gait training of children with cerebral palsy remains uncertain. *Gait & Posture.* 1 de enero de 2024;107:8-16.
16. Cortés-Pérez I, González-González N, Peinado-Rubia AB, Nieto-Escamez FA, Obrero-Gaitán E, García-López H. Efficacy of Robot-Assisted Gait Therapy Compared to Conventional Therapy or Treadmill Training in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sensors (Basel).* 16 de diciembre de 2022;22(24):9910.
17. De Luca R, Bonanno M, Settimo C, Muratore R, Calabrò RS. Improvement of Gait after Robotic-Assisted Training in Children with Cerebral Palsy: Are We Heading in the Right Direction? *Med Sci (Basel).* 13 de octubre de 2022;10(4):59.
18. Medición de la función motora gruesa: descripción general | Temas de ScienceDirect [Internet]. [citado 26 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/gross-motor-function-measure>
19. Shah K, Solan M, Dawe E. The gait cycle and its variations with disease and injury. *Orthopaedics and Trauma.* 1 de junio de 2020;34(3):153-60.

20. Cech DJ, Martin S “Tink”. Chapter 5 - Evaluation of Function, Activity, and Participation. En: Cech DJ, Martin S “Tink”, editores. Functional Movement Development Across the Life Span (Third Edition) [Internet]. Saint Louis: W.B. Saunders; 2012 [citado 26 de febrero de 2025]. p. 88-104. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781416049784000053>
21. Manikowska F, Krzyżańska A, Chmara P, Chen BPJ, Józwiak M. Baseline Gross Motor Function Affects the Outcome of Robot-Assisted Therapy in Ambulatory Individuals with Spastic Cerebral Palsy. *Brain Sci.* 26 de noviembre de 2021;11(12):1563.
22. Olmos-Gómez R, Gómez-Conesa A, Calvo-Muñoz I, López-López JA. Effects of Robotic-Assisted Gait Training in Children and Adolescents with Cerebral Palsy: A Network Meta-Analysis. *J Clin Med.* 24 de octubre de 2021;10(21):4908.
23. Parálisis cerebral | Instituto Nacional de Trastornos Neurológicos y Accidentes Cerebrovasculares [Internet]. [citado 24 de febrero de 2025]. Disponible en:  
<https://www.ninds.nih.gov/health-information/disorders/cerebral-palsy>
24. García Ron A, Arriola Pereda G, Machado Casas IS, Pascual Pascual I, Garriz Luis M, García Ribes A, et al. Parálisis cerebral [Internet]. Sociedad Española de Neurología Pediátrica; 2022. Disponible en:  
<https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/11.pdf>

## ANEXOS

TABLA 1.- Fórmula de búsqueda en PUBMED

POBLACIÓN	CONCEPTO	CONTEXTO
Child	robotic-assisted	Gait
pediatric	Exercise	walking
	Therapy	Cerebral palsy
	Rehabilitation	Hemiparesis

NÚMERO	PUBMED	CANTIDAD
#1	child	3,354,840
#2	pediatric	1,345,241
#1 OR #2	Child OR Pediatric	3,774,196
#3	robotic-assisted	9,765
#4	Exercise	620,934
#5	Therapy	11,843,107
#6	Rehabilitation	856,189
#3 AND (#4 OR#5 OR #6)	"robotic-assisted" AND (Exercise OR therapy OR rehabilitation)	6,191
#7	gait	88,483
#8	walking	140,826
#9	cerebral palsy	38,009
(#7 AND #8) AND (#9)	(gait OR walking) AND ("cerebral palsy")	4,588
(#1 OR #2) AND (#3 AND (#4 OR#5 OR #6)) AND (#7 AND #8) AND (#9)	(child OR pediatric) AND (robotic-assisted AND (Exercise OR therapy OR rehabilitation)) AND (gait OR walking) AND ("cerebral palsy")	30

TABLA 2.- Características básicas de los estudios seleccionados

TITULO	LUGAR	AÑO	AUTOR	DISEÑO	OBJETIVO PRINCIPAL	OBJETIVO SECUNDARIO
<b>Improvement of Gait after Robotic-Assisted Training in Children with Cerebral Palsy: Are We Heading in the Right Direction?</b>	Italia	2022	Rosaria de Luca; Mirjam Bonanno; Carmela Settimo; Rosalia Muratore; Rocco Salvatore c	Estudio Prospectivo	Evaluar los efectos potenciales del entrenamiento o Lokomat, además de la rehabilitación convencional, sobre las funciones motoras gruesas y la calidad de vida de niños atáxico-espásticos con PC	NA
<b>Baseline Gross Motor Function Affects the Outcome of Robot-Assisted Therapy in Ambulatory Individuals with Spastic Cerebral Palsy</b>	Polonia	2021	Faustyna Manikowska; Anns Krzyzanska; Pawel Chmara; Brian Po-Jung Chen; Marek Jozwiak	Estudio de Cohorte Prospectivo	valuar los cambios en el estado funcional y clínico de los pacientes con parálisis cerebral después de la RAT.	Evaluar la relación entre la condición inicial de un individuo y los resultados a corto plazo de la RAT.
<b>Evidence for gait improvement with robotic-assisted gait training of children with cerebral palsy remains uncertain</b>	España	2021	Raquel Olmos G. Antonia Gómez C. Inmaculada Calvo José López López	Revisión Sistemática	Realización de una revisión sistemática y un metaanálisis para sintetizar la evidencia más reciente con diseños de mayor calidad y evaluar la efectividad comparativa de los diferentes tratamientos	Examinar si los sistemas de entrenamiento de la marcha robóticos son efectivos para mejorar la función motora gruesa (relacionada con la bipedestación y la marcha) y las características de la marcha (velocidad, resistencia y longitud de zancada) en niños y

adolescentes  
con PC.

<b>Evidence for gait improvement with robotic-assisted gait training of children with cerebral palsy remains uncertain</b>	Hungria	2022	Matyas Vezér .Orsolya Grsits . Marie Engha .Laszlo Szabó .Zsolt Molnar .Peter Hegyi .Tamás Terebessy	Revisión Sistemática	Examinar el efecto de RAGT en la función de la marcha y en los parámetros de la marcha temporo espacial en niños con parálisis cerebral.	Evaluar la calidad de la bipedestación y la marcha de los pacientes con la ayuda de los dominios D y E de la Medida de la Función Motora Gruesa 88 (GMFM D y GMFM E)
--	---------	------	--	----------------------	--	--

TABLA 2: Elaboración propia al recopilar información de las características básicas de los estudios de De Luca R, Bonanno M(17), Vezér Mátyás (15), Manikowska F(21), Olmos-Gómez R(22).

TABLA 3.- Características de la población, intervención y resultados

TITULO	Población	Grupo Etario	Intervención	Frecuencia de intervenciones	Resultado Dimensión D	Resultado Dimensión E
<b>Improve ment of Gait after Robotic-Assisted Training in Children with Cerebral Palsy: Are We Heading in the Right Direction ?</b>	10 niños	De 6 a 12 años con síndrome de parálisis cerebral atáxico-espástica (ASCP) bilateral	Solo terapia robótica	24 sesiones 45 minutos 2 veces por semana 3 meses	A pesar de una ligera mejora después del tratamiento con RAGT, no hay suficiente evidencia estadísticamente significativa (p=0.097) al observar el valor medio entre la evaluación GMFM inicial 37.7 y la evaluación final 39.49	Si hay suficiente evidencia estadísticamente significativa , teniendo un p<0.03
<b>Baseline Gross Motor Function Affects the Outcome of Robot-Assisted Therapy in Ambulatory Individuals with Spastic Cerebral Palsy</b>	28 niños (mujeres, N= 10; hombres, N= 18)	De 11 a 18 años con PC espástica bilateral	Terapia robótica más terapia convencional	30 sesiones 45 minutos 5 días a la semana 6 semanas Descanso 2 semanas	Obtuvieron datos estadísticos significativos (p<0.01) en el grupo 1 (caminantes independientes), en el grupo 2 (caminantes dependientes) no se obtuvo evidencia estadística significativa en esta dimensión (p=0.13), pero si en otras dimensiones (A y C)	Obtuvieron datos estadísticos significativos (p<0.01) en el grupo 1 (caminantes independientes), en el grupo 2 (caminantes dependientes) no se obtuvo evidencia estadística significativa en esta dimensión (p=0.08), pero si en otras dimensiones (A y C)
<b>Effects of Robotic-Assisted Gait</b>	8 artículos seleccionados,	con una edad media de 9,57	1. (Terapia robótica más terapia	10 – 40 sesiones 30 –45 minutos	Tanto la combinación de terapia robótica más	Tanto la combinación de terapia robótica más

<b>Training in Children and Adolescents with Cerebral Palsy: A Network Meta-Analysis</b>	participaron 217 Estudio 1, 16 part. Estudio 2, 20 participantes Estudio 3, 35 participantes Estudio 4, 20 participantes Estudio 5, 10 participantes Estudio 6, 30 participantes Estudio 7, 40 participantes Estudio 8, 18 participantes	años, un promedio de 54,45% de pacientes varones. Cinco estudios refieren PC espástico bilateral, dos estudios refieren PC espástico unilateral, y un estudio incluyó ambas condiciones. El nivel GMFCS varió de I a IV	convencional) versus (solo terapia convencional) 2. Terapia robótica versus terapia convencional	terapia convencional versus la terapia convencional, y solo la terapia robótica versus solo la terapia convencional no evidencian diferencias significativas teniendo un $d= 0.05$ y $d= -0.03$ respectivamente.	terapia convencional versus la terapia convencional, y solo la terapia robótica versus solo la terapia convencional no evidencian diferencias significativas teniendo un $d= 0.07$ y $d= -0.10$ respectivamente.
<b>Evidence for gait improvement with robotic-assisted gait training of children with cerebral palsy remains uncertain</b>	13 artículos seleccionados, participaron 318 Estudio 1, 16 participantes Estudio 2, 20 participantes Estudio 3, 35 participantes Estudio 4, 20 participantes Estudio 5, 6,	De 3 a 18 años, con parálisis cerebral Estudio 1, 6-18 años Estudio 2, 6-14 años Estudio 3, 6-13 años Estudio 4, 3-11 años Estudio 5, 5-6 años Estudio 6,	Grupo 1 (terapia robótica versus terapia convencional-terapia física) Grupo 2 (terapia robótica versus terapia convencional-cinta de correr)	Al comparar el RAGT versus la terapia convencional se obtuvo como diferencia media una mejora insignificante del 5.78% a favor del RAGT. Al comprar el RAGT versus la terapia convencional (terapia física) se obtuvo una mejora pequeña del 10.15% a	Al comparar el RAGT versus la terapia convencional se obtuvo como diferencia media una mejora insignificante del 5.67% a favor del RAGT. Al comprar el RAGT versus la terapia convencional (terapia física) se obtuvo una mejora pequeña del 7.77% a

10 participant es Estudio 6, 30 participant es Estudio 7, 40 participant es Estudio 8, 18 participant es Estudio 9, 30 participant es Estudio 10, 30 participant es Estudio 11, 23 participant es Estudio 12, 32 participant es Estudio 13, 14 participant es	7-14 años Estudio 7, 5-12 años Estudio 8, 10-18 años Estudio 9, 8-10 años Estudio 10, 8-10 años Estudio 11, 4-16 años Estudio 12, 4-16 años Estudio 13, 4-14 años Estudio 12, 32 Estudio 13, 14	favor del favor del RAGT. Al RAGT. Al comprar el comprar el RAGT RAGT versus la versus la terapia terapia convenciona convenciona l (cinta de l (cinta de correr), el correr), la RAGT fue cinta de inferior en - correr fue 3.48%. mejor en un 0.28%
---	--	---

TABLA 3 Elaboración propia al recopilar información de las Características de la población, intervención y resultados de De Luca R, Bonanno M(17), Vezér Mátyás (15), Manikowska F(21), Olmos-Gómez R(22).

TABLA 4 Ventas y desventajas

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJA</b>
Puede generar un patrón de marcha constante por un tiempo determinado.	Método relativamente nuevo, su viabilidad y eficacia aún están en discusión
Se puede programar de forma específica para cada paciente, de esta forma se potencia las capacidades motoras.	Los estudios realizados son con muestras pequeñas
Permite regular la cantidad de peso que soportará cada paciente en los miembros inferiores.	Alto costo de implementación
Permite la alineación de las diferentes partes del cuerpo durante la marcha.	Necesita de personal capacitado para el uso del dispositivo
Puede disminuir la espasticidad y mejorar las amplitudes articulares, el tono muscular y la fuerza.	Requiere que el paciente cumpla con ciertos parámetros, como la altura mínima o máxima necesaria.
Entre más bajo su nivel motor, mayor mejoría funcional	Requiere de paciencia e interés del paciente para poder usarlo por tiempos prolongados.
Al mejorar la marcha, mejora la calidad de vida	
Útil para optimizar funciones motoras gruesas en niños con PC.	
Demanda de menor esfuerzo físico del personal de salud.	

TABLA 4: Principales ventajas y desventajas del uso de la tecnología robótica para la facilitación de la marcha en niños con parálisis cerebral, elaboración propia al recopilar información de De Luca R, Bonanno M(17), Vezér Mátyás (15), Manikowska F(21), Olmos-Gómez R(22)

FIGURA 2

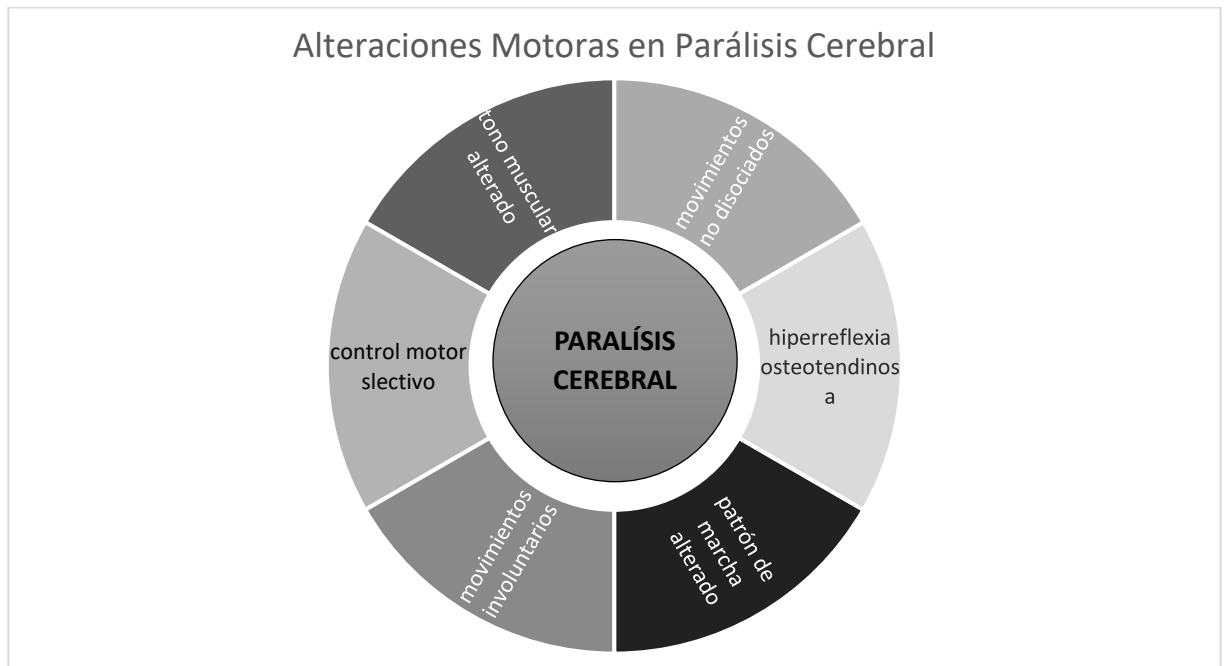


Figura 2: Principales alteraciones motoras en parálisis cerebral, elaboración propia al recopilar la información de los artículos de: De Luca R, Bonanno M(17), Manikowska F(21), Olmos-Gómez R(22), Parálisis Cerebral(23), García Ron A(24)