



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

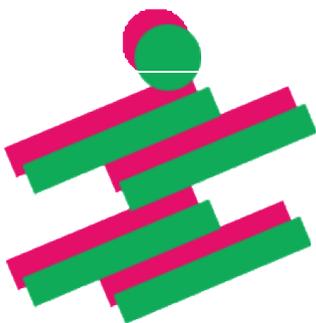
---

## GRADO EN FISIOTERAPIA

*“Efectividad de la fisioterapia en la mejora de la marcha en niños y adolescentes con parálisis cerebral”*

*“Effectiveness of physical therapy to improve gait in children and adolescents with cerebral palsy”*

*“Efectividade da fisioterapia na mellora da marcha en nenos e adolescentes con parálise cerebral”*



**Alumna:** Clara Rosales Garea

**DNI:** 47385715B

**Tutor:** Olalla Bello Rodriguez

**Convocatoria:** Junio 2016

---

## **Contenido**

1. Introducción.....	6
1.1. Tipo de trabajo.....	6
1.2. Motivación personal.....	6
2. Contextualización.....	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.1.1. Definición.....	6
2.1.2. Incidencia y prevalencia.....	6
2.1.3. Etiología y fisiopatología.....	7
2.1.4. Clasificación.....	7
2.1.5. Signos y síntomas.....	8
2.1.6. Tratamiento de la parálisis cerebral.....	11
2.1.7. Fisioterapia en la mejora de la marcha en PCI.....	12
2.2. Justificación del trabajo.....	13
3. Objetivos.....	13
3.1. Objetivos generales.....	13
3.2. Objetivos específicos.....	13
4. Material y métodos.....	14
4.1. Fecha y bases de datos.....	14
4.2. Criterios de inclusión y exclusión.....	14
4.3. Estrategia de búsqueda.....	15
4.4. Evaluación metodológica de los estudios utilizados.....	16
4.5. Evaluación de la evidencia.....	18
5. RESULTADOS.....	19
5.1. Resultados de la búsqueda.....	19
5.2. Características de los estudios.....	20
5.2.1. Resumen de los datos analizados.....	21
5.2.2. Calidad metodológica.....	32

5.2.3.	Tipología de las intervenciones .....	34
5.2.4.	Participantes.....	35
5.2.5.	Mediciones realizadas.....	35
5.3.	Efectividad de la fisioterapia vs placebo o no intervención .....	35
5.4.	Efectividad de las diferentes modalidades de fisioterapia .....	36
5.5.	Duración óptima de una programa de fisioterapia .....	38
5.6.	Mantenimiento de las mejoras conseguidas.....	40
6.	Discusión.....	41
6.1.	Resumen de los principales resultados .....	41
6.2.	Efectividad de la fisioterapia vs placebo o no intervención .....	42
6.3.	Eficacia de las diferentes técnicas de fisioterapia .....	42
6.4.	Duración óptima de un programa de fisioterapia .....	45
6.5.	Mantenimiento de las mejoras .....	45
6.6.	Limitaciones del estudio .....	46
6.7.	Implicaciones para la práctica clínica.....	46
6.8.	Implicaciones para la investigación.....	46
6.9.	Conclusiones .....	47
7.	Bibliografía .....	48

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

- PC: parálisis cerebral
- MMII: miembros inferiores
- GMFCS: clasificación de la función motora gruesa
- SNC: sistema nervioso central
- GMFM: medición de la motricidad gruesa
- SMC: control motor selectivo
- BSS: test del equilibrio dinámico
- PBS: escala pediátrica del equilibrio
- CSS: escala de espasticidad

## **ÍNDICE DE TABLAS**

- Tabla 1: búsqueda en bases de datos
- Tabla 2: escala PEDro
- Tabla 3: escala Van Tulder
- Tabla 4: resumen de los estudios
- Tabla 5: estudio de la calidad metodológica

## **ÍNDICE DE DIAGRAMAS**

- Diagrama 1: proceso de selección de los artículos

**INTRODUCCIÓN:** la PC es una patología común y es la primera causa de discapacidad infantil. Una de las dificultades a las que tienen que hacer frente estos pacientes son los problemas en la marcha. En los últimos años se han publicado numerosos ensayos clínicos para demostrar que abordan los efectos de la fisioterapia en la mejora de la marcha en niños y adolescentes con PC. Sin embargo, queda por establecer si en la actualidad hay suficiente evidencia que sustente la eficacia de la fisioterapia para este propósito y conocer la evidencia de las distintas modalidades de intervención.

**OBJETIVO:** determinar la eficacia de la fisioterapia en la mejora de la marcha en niños y adolescentes con PC. También conocer la eficacia de las diferentes técnicas de fisioterapia, establecer un tiempo óptimo de tratamiento y conocer el tiempo de mantenimiento de las mejoras conseguidas.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** la búsqueda de información se realizó en las bases de datos relacionadas con ciencias de la salud como Pubmed, Scopus, PEDro y Cochrane entre los meses de febrero y mayo del 2016. La calidad metodológica fue realizada mediante la escala PEDro.

**RESULTADOS:** en la búsqueda en las citadas bases de datos se encontraron 19 artículos que cumplieren los criterios de inclusión. 15 fueron ensayos clínicos aleatorizados y 4 ensayos no aleatorizados. La puntuación media en la escala PEDro fue de 5.9/10.

**CONCLUSIONES:** hay una evidencia insuficiente de la fisioterapia para la mejora de la marcha en niños y adolescentes con PC. Las intervención que mostró más eficacia para conseguir este propósito fue la hipoterapia, que mostró una evidencia moderada.

**PALABRAS CLAVE:** fisioterapia, ejercicio, marcha, parálisis cerebral

**INTRODUCTION:** CP is a usual disease and it is the first cause of children's disability. One of the difficulties these patients have to face is gait problems. In the last few years, many clinic trials have been published in order to prove that the effects of physical therapy in the improvement of the gait in children and adolescents with CP have been addressed. Nevertheless, it is necessary to determine whether there is currently enough evidence to support the effectiveness of physical therapy for this purpose, and to know the evidence of the different modes of procedure.

**OBJECTIVE:** to determine the effectiveness of physical therapy in the improvement of the gait in children and adolescents with CP. Also, to study the efficacy of the different techniques of physiotherapy, to establish an ideal time for the treatment, and to know the time of maintenance of the achieved improvements.

**MATERIAL AND METHODS:** the information search has been developed through the databases related to health sciences, such as Pubmed, Scopus, PEDro and Cochrane between the months of February and May, 2016. The quality of the methodology has been carried out according to the PEDro scale.

**RESULTS:** in the search in the aforesaid databases 19 articles were found to fulfill the criteria of inclusion. 15 of them were randomized clinic trials and 4 of them, no randomized clinic trials. The average score in the PEDro scale was 5.9/10.

**CONCLUSIONS:** there is not enough evidence of the usage of physical therapy for the improvement of the gait of children and adolescents with CP. The most efficient intervention to achieve this purpose was equine-assisted therapy (EAT), showing a moderate efficacy.

**KEY WORDS:** physical therapy, exercise, electrical stimulation therapy, gait, cerebral palsy.

## **1. Introducción**

### **1.1. Tipo de trabajo**

Este trabajo es una revisión sistemática de la literatura para conocer la efectividad de la fisioterapia en la mejora de la marcha en niños y adolescentes con parálisis cerebral.

### **1.2. Motivación personal**

El interés de la autora por realizar este trabajo se debe a que además de interesarle el campo de la neurología pediátrica, ha realizado prácticas en el Colegio de Educación Especial María Mariño. En este centro, la mayoría de los padres buscaban, como uno de sus principales objetivos, el que sus hijos pudieran caminar de la manera más correcta posible, por lo que se planteó este tema para realizar el trabajo de fin de grado.

## **2. Contextualización**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Definición**

La PC es descrita como un conjunto de desórdenes del desarrollo del movimiento y de la postura que están atribuidas a alteraciones no progresivas que ocurren durante el desarrollo fetal o durante la formación del cerebro infantil (1). Es una condición heterogénea con múltiples causas, una clínica y neuropatología variable y que lleva asociada múltiples trastornos como son el retraso intelectual, la epilepsia, alteraciones visuales, sensoriales, del comportamiento y de la comunicación (2)....

La PC es una enfermedad bastante común y es la causa más importante de discapacidad infantil (3). Genera una gran cantidad de costes a la sanidad pública. Un ejemplo de esto es que solo en Estados Unidos los cuidados que precisan estos pacientes suponen 8.2 billones de dólares, y una gran parte de estos gastos van destinados a tratar las anomalías de la marcha que presentan los afectados por la PC (4).

#### **2.1.2. Incidencia y prevalencia**

La PC es un problema común con una incidencia de 2-2,5 casos por 1000 nacimientos (5). Esta es mayor en hombres que en mujeres y un bajo nivel socioeconómico parece ser un factor de riesgo para padecerla (6). En cuanto a la prevalencia se estima que está entre 1,5-5,6 casos por 1000 nacimientos (6).

En España existen unas 120.000 personas con PC (7). Cada año nacen o desarrollan PC 1500 niños en nuestro país (8).

### **2.1.3. Etiología y fisiopatología**

La etiología de la PC es muy variada. La lesión cerebral se puede producir en tres etapas distintas

- Período prenatal: tienen lugar durante la gestación. Constituyen un 35% de los casos. Dentro de este grupo se encuentran las etiologías genéticas (las menos frecuentes), la etiología materna (infecciones intrauterinas, alteraciones en la coagulación, diabetes materna...) y la etiología fetal (gestación múltiple, retraso del crecimiento uterino...) (9).
- Período perinatal: suceden en el momento del parto. Ocasionan el 55% de los casos. Pueden producirse por muchas causas entre las que destacan la anoxia durante el parto o el uso de fórceps (6).
- Período postnatal: ocurren tras el nacimiento y antes de cumplir los tres años cuando se considera que el cerebro alcanza su plenitud madurativa. Se producen en el 10% de los casos. Las infecciones, sobre todo la meningitis o la sepsis temprana, las intoxicaciones y los traumatismos son las causas más frecuentes (9).

La fisiopatología de la PC se debe a un daño de las neuronas motoras en las áreas primarias del control motor, es decir en el sistema piramidal, o en los centros moduladores del movimiento, el sistema extrapiramidal y cerebelo (10).

La lesión que conduce a la PC implica una alteración en las neuronas o vías motoras que ejercen un control inhibitorio sobre la motoneurona alfa del asta anterior de la médula espinal, con un desequilibrio entre los impulsos excitatorios e inhibitorios que se ejercen sobre esta, lo que origina un déficit motor derivado de la lesión de neuronas motoras y un aumento de tono debido a los cambios en la actividad medular (10).

### **2.1.4. Clasificación**

Hay varios tipos de PC. Esta clasificación se hace en base a las alteraciones del tono y de los movimientos, a la distribución topográfica y al grado de funcionalidad de los afectados por la PC (5, 6, 9).

La clasificación según las alteraciones del tono presenta estos tipos:

- Espástica: constituye un 70-75% de los casos (5). Se caracteriza por un tono que aumenta dependiendo de la velocidad ante un estiramiento pasivo. Este síndrome se caracteriza por presentar debilidad muscular, disminución de la destreza del movimiento, movimientos en bloque, aumento de los reflejos osteotendinosos y cutáneos, clonus y espasticidad (9) Las deformidades articulares en una determinada postura son comunes en este tipo (6).
- Atetósica o discinética: ocasiona el 10-15% de los casos (5). La triada característica de este tipo de parálisis cerebral son las fluctuaciones y cambios bruscos de tono muscular, presencia de movimientos involuntarios y persistencia muy manifiesta de los reflejos arcaicos (9). Las deformidades articulares son infrecuentes (6).
- Atáxica: constituye menos del 5% de los casos (5). Este tipo se caracteriza por presentar inicialmente hipotonía, y a partir del primer año de vida incoordinación de movimientos y trastornos del equilibrio en distintos grados (9).
- Mixta: se caracteriza por presentar más de un tipo de parálisis cerebral (6).

También se puede clasificar según la distribución topográfica de esta. Existen varios tipos según el grado de afectación de las extremidades: cuadriplejía (afectación de las 4 extremidades), diplejía (afectación de las dos extremidades inferiores), hemiplejía (afectación de un hemicuerpo), monoplejía (afectación de una extremidad) y tripeljía (afectación de tres extremidades) (6).

Otra clasificación empleada es el Sistema de Clasificación de la Función Motriz (GMFCS) para la PC. Se trata de una escala que evalúa los movimientos tales como sentarse, caminar o el uso de ayudas externas. Agrupa a los pacientes en 5 niveles según el grado de función motriz del paciente, los niveles más bajos indican poca limitación funcional y los más altos indican limitaciones importantes (9) y también aporta información sobre qué tipo de ayudas necesitará el niño en un futuro para realizar las actividades de la vida diaria.

### **2.1.5. Signos y síntomas**

Desde el punto de vista clínico, los síntomas y signos de la PC no son invariables. En los primeros años de vida pueden existir cambios en el tono muscular y en la función motriz, lo que dificulta su diagnóstico hasta los 3-4 años de vida (9).

Existen complicaciones asociadas a la PC, como epilepsia, alteraciones sensoriales, deformidades musculoesqueléticas, retraso en el crecimiento, trastornos del sueño y reducción de la esperanza de vida (9).

La epilepsia es frecuente en niños con PC, con mayor incidencia en los niños con cuadriplejía, sobre todo en niños prematuros. 1 de cada 3 niños la desarrollan (11). Esta se relaciona con un aumento del riesgo de alteraciones sensitivas y cognitivas, pero la lesión cerebral solo se produce cuando las convulsiones son prolongadas. La epilepsia no es un trastorno a largo plazo (9).

La mayor parte de los niños con PC desarrollan alteraciones sensoriales, sobre todo visuales. El problema visual más común es el estrabismo (11). Muchas de estas deficiencias sensoriales influyen de forma importante en la coordinación del movimiento, en los sistemas táctiles y propioceptivos. Estos niños tienen un menor control anticipatorio y alteraciones en la regulación táctil a la hora de alcanzar un objeto (9).

Los trastornos nutricionales también son frecuentes en niños con PC, debido sobre todo a alteraciones en los músculos faciales y bulbares que dificultan la masticación y deglución. Puede producirse además reflujo gastroesofágico y aspiraciones con las consecuentes infecciones respiratorias (9).

En cuanto a los trastornos del sueño estos están causados por hipoxemia, obstrucción de la vía aérea superior, reducción de las concentraciones de melatonina, convulsiones nocturnas, reflujo e incomodidad postural (12).

El estado cognitivo de los pacientes oscila desde la normalidad, entre un 50-70% de los casos, a una discapacidad intelectual severo frecuente en pacientes con tetraplejía. El menor grado de afectación lo presentan los niños con diplejía y hemiplejía. Los problemas de comunicación y lenguaje son más frecuentes en la parálisis cerebral discinética (13).

También presentan una gran cantidad de alteraciones motoras como son: alteraciones en el tono muscular, rigidez, contracturas músculo-esqueléticas, falta de control motor, luxación de cadera... Todo esto dificulta la realización de una marcha normal (1, 6).

Se estima que el 90% de los niños y adolescentes con PC sufren alteraciones en la marcha causadas, entre otros factores, a una excesiva debilidad muscular, alteraciones en la cinemática de las articulaciones del miembro inferior y una disminución de las reacciones posturales normales (14).

La habilidad de caminar independientemente es una de las metas importantes en estos pacientes. A pesar de que algunos niños alcanzan la habilidad de caminar, esta está acompañada de una debilidad severa en miembros inferiores con una disminución del volumen y de la fuerza muscular (15).

Los problemas más frecuentes son la disminución de la velocidad con un aumento de las paradas (16, 17) una menor longitud del paso y mayor tiempo de duración de las diferentes fases de la marcha (17).

En pacientes con espasticidad en miembros inferiores, además de las alteraciones citadas se le suman la poca fuerza en la fase de despegue, disminución de la producción de la fuerza máxima durante la fase de apoyo, disminución de la contracción máxima voluntaria de los flexores plantares de tobillo y cambios en el tiempo y en la secuencia de activación muscular (16).

Por otro lado, en los casos en los que disminuye la coordinación fina y la pérdida de fuerza es más marcada en la zona distal de los miembros inferiores, existe una mayor dificultad en la fase de despegue y doble apoyo durante la marcha (15).

Según las alteraciones que presenten se dan varios tipos de marcha distinta en los pacientes con PC:

- La marcha con pie equino puede deberse a una deformidad estructurada en equino donde el pie está en flexión plantar con respecto a la tibia por una espasticidad de gemelos y soleo, o por la existencia de un pie equino aparente donde hay una correcta alineación entre pie y tibia. Los patrones de marcha típicos de este tipo de pie son una correcta alineación de la cadera y rodilla, una excesiva extensión de cadera y rodilla o una excesiva flexión de cadera y rodilla durante la marcha (18).
- La marcha con el pie caído se caracteriza porque el paciente tiene dificultad para realizar la flexión dorsal de pie, por lo que realiza una excesiva flexión de la rodilla y el inicio de la fase de apoyo del pie se realiza con la punta. Es debida a que no se produce una flexión dorsal activa de tobillo debido a una hipotonía muscular del tibial anterior, extensor común de los dedos y del extensor del primer dedo. Este tipo de pie es más evidente en la fase de balanceo (19)
- La "marcha saltando" es otra forma frecuente de caminar en niños con parálisis cerebral. Se caracteriza por tener una coxa vara, flexo de rodilla y pie equino, lo que da la apariencia de caminar saltando. Está provocada por la espasticidad de isquiotibiales, psoas, gemelos y soleo (19). Está caracterizada por un menor apoyo

del talón en el contacto inicial y solo contacto con los dedos en la fase de apoyo final (18).

- La “marcha agachado” es otro tipo de marcha en PC debida a una excesiva flexión dorsal del tobillo, flexo de rodilla y coxa vara. Se caracteriza por un pie plano o apoyo del calcáneo en la fase de media estancia y una debilidad excesiva de los flexores plantares del tobillo (18).

Es muy importante la reeducación de la marcha en estos niños, ya que un manejo no adecuado puede dar lugar a un deterioro en la capacidad de caminar cuando sean adultos. Además en esta etapa se puede actuar más fácilmente sobre la plasticidad neuronal. Esta puede intensificarse por medio del ejercicio y de actividades basadas en el movimiento (20). El aprendizaje motor depende de la intensidad y la regulación en la realización de estas actividades (20).

#### **2.1.6. Tratamiento de la parálisis cerebral**

El tratamiento de la PC está basado en 4 pilares básicos: la fisioterapia, las órtesis, el tratamiento farmacológico y el quirúrgico.

Dentro del tratamiento farmacológico destaca el uso de la toxina botulínica con la que se pretende prevenir o corregir deformidades, mejorar la funcionalidad, aliviar el dolor y en los niños que adquieren la capacidad de caminar, mejorar su patrón de marcha (21). Tanto el tratamiento ortésico como el quirúrgico están dirigidos a corregir deformidades y contracturas musculares (21).

La fisioterapia juega un papel muy importante a la hora de mejorar la calidad de vida de los niños y adolescentes con PC. Esta puede ayudar a mejora la función, el movimiento y optimizar su potencial, así como mejorar, mantener o restaurar la función física, psicológica y social (22).

Se utilizan una gran variedad de técnicas y enfoques a diversas intensidades y frecuencia para conseguir este propósito. Muchas de estas técnicas van dirigidas a mejorar la función en el nivel corporal donde se aplican, como son un aumento del rango del movimiento, aumento de fuerza o disminución del tono. Hay otros tratamientos más complejos como son las terapias de neurodesarrollo que están basados en los diferentes principios del aprendizaje motor (23). Entre ellos destacan: la terapia Bobath que utiliza una manipulación especializada que presta control a determinados puntos para inhibir la espasticidad y guiar los movimientos (12), la terapia Vojta que consigue acceso a patrones motores a través de la aplicación terapéutica de la locomoción refleja en pacientes con alteraciones en el SNC y

aparato locomotor (10), la terapia de educación conductiva, siendo un sistema de educación que contempla el desarrollo motor y que trata de implicar a los niños en un aprendizaje activo, y el método Hare, centrado en la postura y en el movimiento, prestando especial atención a las relaciones entre el tronco y las partes del cuerpo y la superficie de apoyo. Aun así, en el ámbito científico, el tratamiento que ha experimentado más auge en los últimos años ha sido el entrenamiento de resistencia, ya que existe cada vez más evidencia sobre los beneficios de este tipo de entrenamiento para mejorar la capacidad funcional de estos pacientes. Sin embargo, a pesar de esto no se dispone de evidencia de que un método funcione más que el otro, sobre todo porque la mayoría de los estudios no tienen un tamaño de muestra o una metodología rigurosa como para justificar cambios en la práctica. Tampoco hay consenso entre intensidades y frecuencias (12).

#### **2.1.7. Fisioterapia en la mejora de la marcha en PCI**

En los últimos 20 años ha habido un enorme progreso en el tratamiento de los problemas de la marcha en niños y adolescentes con PC. Entre estos tratamientos destaca el uso de la fisioterapia mediante la realización de tareas específicas y repetitivas (24). Entre las técnicas investigadas en este trabajo se encuentran el entrenamiento en tapiz rodante y cicloergómetro, electroestimulación, entrenamiento de fuerza, hipoterapia, técnicas miofasciales y el uso de Lokomat, entrenamiento del equilibrio y el entrenamiento motor repetitivo.

Collange Grecco et al. en su artículo analiza diversas revisiones publicadas sobre el entrenamiento en tapiz rodante llegando a la conclusión de que no existen un número adecuado de ensayos clínicos controlados aleatorizados con una calidad metodológica adecuada para demostrar su eficacia, dando así resultados divergentes (14).

En cuanto a la electroestimulación, en la revisión realizada por Wrigth et al. concluyó que hay muchas limitaciones en relación a su eficacia (25).

En la revisión realizada recientemente se analizaron los efectos del entrenamiento de fuerza y se encontraron mejoras en la estructura y función corporal, aumento de la fuerza y mejoras en la motricidad gruesa y marcha, pero la evidencia de este tipo de entrenamiento es insuficiente (26).

También se han incluido nuevas terapias para mejorar la marcha en niños con parálisis cerebral como es la hipoterapia. En recientes estudios se ha visto como la hipoterapia aporta múltiples beneficios como son mejoras en el equilibrio, coordinación, espasticidad, control postural y marcha, pero muchos de estos estudios tuvieron una muestra pequeña de

individuos, ausencia de grupo control o demasiada heterogeneidad en los niños incluidos, por lo que no está demostrado del todo su eficacia(27).

Como se ha mencionado anteriormente, diversas revisiones han analizado la efectividad de técnicas de fisioterapia como la electroestimulación, el trabajo de fuerza y la marcha en tapiz rodante, en muchos casos en comparación con la fisioterapia convencional. Estos estudios no abordan, sin embargo la efectividad de la fisioterapia frente a un placebo o a no recibir tratamiento. Además en el caso de las terapias miofasciales, de la electroterapia combinada con acupuntura, del uso de Lokomat, el entrenamiento en cicloergómetro, del entrenamiento motor repetitivo y del entrenamiento del equilibrio, no está aún valorada del todo su eficacia.

Tampoco hay un consenso sobre el tiempo óptimo de tratamiento para obtener las mayores mejoras en la marcha en este tipo de pacientes.

## **2.2. Justificación del trabajo**

Debido a la elevada incidencia de la PC y dado que el 90% de los niños y adolescentes que sufren esta enfermedad tienen problemas a la hora de realizar una marcha normal es interesante realizar una revisión para conocer como la fisioterapia puede mejorar este problema. Además no hay ninguna revisión publicada que analice en conjunto la efectividad de las diferentes técnicas de fisioterapia sobre la marcha en esta población.

## **3. Objetivos**

### **3.1. Objetivos generales**

- Conocer la evidencia disponible sobre la efectividad de la fisioterapia frente a la no intervención o placebo para la mejora de la marcha en niños y adolescentes con PC.
- Conocer la efectividad de las diferentes técnicas de fisioterapia para mejorar la marcha en niños y adolescentes con PC

### **3.2. Objetivos específicos**

- Averiguar cuál es el tiempo óptimo de tratamiento para mejorar la marcha en niños y adolescentes con PC.
- Conocer el tiempo de mantenimiento de las mejoras conseguidas con un programa de fisioterapia para la marcha de niños y adolescentes con PC.

## **4. Material y métodos**

### **4.1. Fecha y bases de datos**

La búsqueda de información fue realizada por un único evaluador y se realizó en bases de datos relacionadas con el ámbito de ciencias de la salud, entre los meses de febrero y mayo de 2016. Las bases de datos seleccionadas fueron: Pubmed, Scopus, Pedro y Cochane.

Pubmed es un servicio de acceso de búsqueda de libre acceso a la base de datos de Medline que contiene citas y resúmenes de artículos de investigación biomédica. Este servicio es ofrecido por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos como parte de Entrez. Consta de unas 4800 revistas publicadas en Estados Unidos y en más de 70 países de todo el mundo desde 1996 hasta la actualidad (28)

Scopus es la mayor base de datos de resúmenes y citas de la literatura revisada por pares en revistas científicas, libros y actas de congresos. Ofrece una visión global de la investigación en los campos de la ciencia, la tecnología, la medicina, las ciencias sociales, artes y humanidades (29). Cubre aproximadamente 18.000 títulos incluyendo la cobertura de 16.500 revistas (30).

PEDro es la base de datos sobre Fisioterapia Basada en la Evidencia. Es gratuita e incluye más de 33.000 ensayos aleatorios controlados, revisiones sistemáticas y guías de práctica clínica de fisioterapia. Todos los ensayos en PEDro son evaluados independientemente para medir la calidad. Estos índices de calidad son utilizados para orientar sobre ensayos que tienen mayor probabilidad de ser válidos y de contener información suficiente para orientar la práctica clínica. Está creado por el Centro de Fisioterapia Basada en la Evidencia en el George Institute for Global Health (31).

Cochrane es una colección de bases sobre ensayos clínicos controlados en medicina y otras áreas de la salud (32).

### **4.2. Criterios de inclusión y exclusión**

Criterios de inclusión

- Tipo de estudio: ensayos clínicos
- Estudios realizados en humanos
- Idioma: inglés, español o portugués
- Edad de los pacientes: 1-18 años
- Pacientes diagnosticados de parálisis cerebral

## Criterios de exclusión

- Artículos sin acceso de forma gratuita
- Artículos que incluyan niños o adolescentes que han recibido cirugía en los últimos 6 meses
- Artículos que incluyan niños o adolescentes que recibieran inyección de toxina botulínica en los últimos 6 meses

### 4.3. Estrategia de búsqueda

En **pubmed** se agruparon las palabras clave en 5 bloques

-El primer bloque fue el de fisioterapia donde se incluyeron las siguientes palabras: “physical therapy modalities” [Mesh], “physical therapy specialty” [Mesh], “physical therapy department, hospital” [Mesh], “physical therapy assistants” [Mesh], “physical therapy”[tiab], “physiotherhap\*”[tiab], “rehabilitation” [Mesh], “rehabilitation” [tiab], “exercise” [Mesh], “exercise therapy” [Mesh], “exercise” [tiab], “exercise therapy” [tiab], “electric stimulation therapy” [Mesh], “electric stimulation therapy” [tiab]

-El segundo bloque fue el de la marcha en el que se incluyeron estas palabras: “gait” [Mesh], “gait” [tiab]

-El tercer bloque fue el de parálisis cerebral, donde se incluyeron: “cerebral palsy” [Mesh], “cerebral palsy” [tiab]

Los distintos términos se unieron con el operador booleano OR, mientras que los bloques se unieron con el operador booleano AND.

En **Scopus** se utilizaron las palabras “physical therapy”, “exercise therapy”, “electric stimulation therapy”, “gait” y “cerebral palsy”. La combinación de estos términos se muestra en la tabla 2.

En **PEDro** las palabras utilizadas fueron “gait” y “cerebral palsy”.

En **Cochrane** se utilizaron “physical therapy”, “gait” y “cerebral palsy”

En la tabla 2 se pueden ver las búsquedas realizadas en las diferentes bases de datos:

*Tabla 1: búsqueda en bases de datos*

Pubmed	(((((("Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "Physical Therapy Specialty"[Mesh] OR "Physical Therapy Department, Hospital"[Mesh] OR "Physical Therapist Assistants"[Mesh] OR "physical therapy"[tiab] OR "physiotherap*"[tiab])) OR ("Rehabilitation"[Mesh] OR "rehabilitation"[tiab])) OR ("Exercise"[Mesh] OR "Exercise Therapy"[Mesh] OR "exercise"[tiab] OR "exercise therapy"[tiab])) OR ("Electric Stimulation Therapy"[Mesh] OR "electric stimulation therapy"[tiab])) AND ("Gait"[Mesh] OR "gait"[tiab])) AND ("Cerebral Palsy"[Mesh] OR "cerebral palsy"[tiab])
Scopus	("Physical therapy" OR "exercise therapy" OR "electric stimulation therapy") AND "gait" AND "cerebral palsy"
PEDro	"Gait" AND "cerebral palsy"
Cochrane	"Physical therapy" AND "gait" AND "cerebral palsy"

Tras realizar esta búsqueda se analizaron primeramente los títulos y los resúmenes de los artículos encontrados para hacer una primera selección. Posteriormente en caso de duda, se revisó el texto completo.

#### 4.4. Evaluación metodológica de los estudios utilizados

Para realizar este apartado se utilizó la escala PEDro. El objetivo de esta escala es identificar cuáles de los ensayos clínicos pueden tener validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para que estos sean interpretables (criterio 10-11). El criterio 1, basado en los criterios de selección, no se tiene en cuenta (31). En la tabla 3 se muestran los diferentes ítems de esta escala.

Tabla 2: escala PEDro

<b>1. Criterios de selección</b>	Este se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado sobre las características que tienen que cumplir para ser incluidos en el estudio. No influye en la validez interna del ensayo.
<b>2. Los sujetos fueron asignados al azar</b>	El artículo aporta información de que la asignación fue aleatoria. El método no tiene por qué ser especificado. La asignación aleatoria asegura que los grupos de tratamiento y de control son

---

	comparables.
<b>3. La asignación fue oculta</b>	Este criterio se cumple si la persona que determina que sujetos son susceptibles de ser incluidos en el estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó la decisión.
<b>4. Los grupos fueron similares</b>	El artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida diferente del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea de base, en una cantidad clínicamente significativa.
<b>5. Todos los sujetos fueron cegados</b>	Este criterio se cumple si la persona en cuestión no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Esto implica asegurar que los sujetos no fueron capaces de discriminar si habían recibido o no el tratamiento.
<b>6. Los terapeutas fueron cegados</b>	Este criterio se cumple si la persona en cuestión no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Esto consiste en asegurar que los terapeutas no puedan discriminar que sujetos había recibido o no el tratamiento.
<b>7. Los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados</b>	Esto significa que el evaluador no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Este criterio implica asegurar que los evaluadores no pudieron discriminar si los sujetos habían recibido o no el tratamiento.
<b>8. Las medidas de al menos un resultado clave fueron obtenidas en el 85% de los sujetos</b>	Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente tanto el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos como el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas del resultado clave.
<b>9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados con “intención de tratar”</b>	Significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados.
<b>10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al</b>	La comparación estadística entre grupos implica la comparación estadística entre un grupo y otro. El análisis puede ser una comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control.

---

---

**menos un resultado clave**

- 11. El estudio proporciona medidas y de variabilidad para al menos un resultado clave** El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos.
- 

#### 4.5. Evaluación de la evidencia

Para realizar este apartado se tuvieron en cuenta los criterios pautados por Van Tulder et al. (33). Esta escala emplea la puntuación de la escala PEDro para analizar los niveles de evidencia. Estos se organizan en 5 niveles de evidencia: (1) evidencia fuerte, (2) evidencia moderada, (3) evidencia limitada, (4) hallazgos indicativos y (5) no evidencia o insuficiente. La escala Van Tulder se muestra en la tabla 3

*Tabla 3: escala Van Tulder*

Evidencia fuerte	Hallazgos estadísticamente significativos en una medida de resultado en al menos 2 RCT de alta calidad con una puntuación de al menos 4 puntos en la escala PEDro.
Evidencia moderada	Hallazgos estadísticamente significativos en una medida de resultado en al menos -un RCT de alta calidad y -un RCT de baja calidad (menos de tres puntos en la escala PEDro) o un CCT de alta calidad
Evidencia limitada	Hallazgos estadísticamente significativos en una medida de resultado en al menos -un RCT de alta calidad o -al menos 2 CCT de alta calidad
Hallazgos indicativos	Hallazgos estadísticamente significativos en una medida de resultado en al menos -un CCT de alta calidad o un RCT de baja calidad o -dos estudios no experimentales de alta calidad
No evidencia o insuficiente	En caso de que los estudios elegidos -no cumplan los criterios de evidencia explicados anteriormente o

	-haya conflicto de resultados entre los RCT o CCT o -en caso de que no haya estudios elegibles
--	---

## 5. RESULTADOS

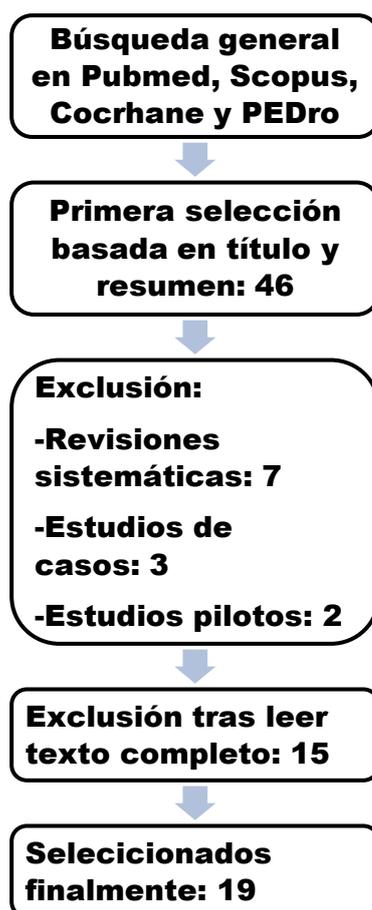
### 5.1. Resultados de la búsqueda

La búsqueda en las diferentes bases de datos reportó los siguientes resultados:

- Pubmed: se encontraron 600 artículos, de los cuales se seleccionaron 9
- Scopus: se encontraron 556 artículos. De los que no estaban duplicados, que fueron 2, se seleccionaron 6.
- PEDro: se encontraron 85 artículos. De los que no estaban duplicados (2 artículos) se seleccionaron 5
- Cochane: se encontraron 28 artículos. De los que no estaba duplicados (1 artículo), no se seleccionó ninguno.

En el diagrama uno se puede ver el proceso de selección de los artículos.

Diagrama 1: proceso de selección de los artículos



## 5.2. Características de los estudios

A continuación se muestran las diferentes características de los estudios analizados como son la calidad metodológica, los participantes, la tipología, las medidas de resultado y una tabla resumen de las intervenciones.

### 5.2.1. Resumen de los datos analizados

Los ensayos clínicos analizados mostraron intervenciones muy variadas. 5 de estos artículos analizaron de la eficacia del entrenamiento en tapiz rodante (14, 35, 24, 38, 45) 4 de ellos de la electroestimulación (16, 37, 42, 44), 2 sobre entrenamiento de fuerza (41, 43) , 2 sobre hipoterapia (27, 36), y por último se encontraron solo artículos únicos que analizaran sobre el entrenamiento en cicloergómetro (39), terapia miofascial (1) , uso de Lokomat (20), entrenamiento del equilibrio (17), electroestimulación combinada con acupuntura (34) y entrenamiento motor repetitivo (40).

Los objetivos, tipo y tiempo de tratamiento, las mediciones y los resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 4: resumen de las intervenciones

Estudio	Objetivos	Tratamiento	Frecuencia de las intervenciones	Medidas utilizadas	Resultados
Collange Grecco et al. (14)	Investigar los efectos del entrenamiento en el tapiz rodante con soporte parcial en niños con parálisis cerebral en comparación con el entrenamiento de la marcha en suelo. Comparar los efectos de estos 2 métodos en la actividad	Grupo experimental: los niños caminaron en el tapiz rodante al 60% de su velocidad máxima durante los 5 primeros minutos iniciales y finales y al 80% los 20 minutos restantes.  Grupo control: los niños caminaron por el suelo a una velocidad confortable durante los 5 primeros minutos iniciales y finales y se fue aumentando la	Se realizaron 2 sesiones por semana de 30 minutos de duración durante 7 semanas consecutivas.	-Test de 6 minutos marcha. -Test de up and go. -Evaluación de discapacidad pediátrica( Pediatric Disability Inventory) -GMFM -Escala de Berg -Test de tapiz rodante	Ambos grupos mejoraron la distancia recorrida en el test de 6 minutos marcha. Ambos grupos obtuvieron mejoras en el test de up and go, en los subniveles C y E de la GMFM, en la evaluación de discapacidad pediátrica, en la escala de Berg y en el test de tapiz rodante. Solo se mantuvieron estos cambios en el

	funcional, motricidad gruesa y en el equilibrio.	velocidad en los 20 minutos restantes			grupo experimental.
Fu-Wen-jie et al. (34)	Observar el efecto clínico de la acupuntura combinada con la electroestimulación de baja frecuencia en el patrón de marcha "de puntillas" en niños con parálisis cerebral espástica.	Grupo experimental: recibió ejercicio físico, masoterapia, hidroterapia y acupuntura combinada con electroestimulación de baja frecuencia.  Grupo control: recibió ejercicio físico, masoterapia e hidroterapia.	6 veces a la semana durante 20 sesiones	-Grados de flexión dorsal de tobillo -Escala modificada de Ashworth -Escala CSS	El grupo experimental recibió mejorías en cuanto a la escala modificada de Asthworth y en el rango de movimiento del tobillo durante la marcha en comparación con el grupo control.
Kwon et al. (27)	Evaluar los efectos de la hipoterapia en los parámetros espaciotemporales de la marcha y en la cintura pélvica en niños con parálisis cerebral espástica bilateral.	Grupo experimental: fisioterapia convencional + hipoterapia siguiendo el protocolo descrito por McGibbon et al (relajación muscular, alineación cabeza-tronco-MMII, ejercicios de fuerza, equilibrio y estiramientos)  Grupo control: fisioterapia	Grupo experimental: 30 minutos de hipoterapia + 30min de fisioterapia convencional al 2 veces a la semana durante 8 semanas.  Grupo control: 30 minutos de fisioterapia	-Parámetros espaciotemporales de la marcha -Movimiento de la pelvis y cadera en el plano sagital durante la marcha -GMFM -PBS (modificación de la escala de Berg)	La velocidad de la marcha aumentó en los dos grupos sin diferencia significativas entre ambos.  La longitud del paso aumentó en el grupo experimental.  Disminuyeron el número de paradas en el grupo experimental y aumentaron en el grupo control.

		convencional (terapias del neurodesarrollo).	convencional, 2 veces a la semana durante 8 semanas		No hubo diferencias significativas en los movimientos pélvicos, en la GMFM y en la PBS entre los dos grupos.
Johnston et al. (35)	Comparar los efectos de un protocolo en casa de entrenamiento en tapiz rodante con soporte parcial del peso (PBWSTT) con un programa en casa que incluye ejercicios para disminuir espasticidad, aumentar fuerza, control motor, velocidad de marcha, funcionalidad y motricidad gruesa.	Grupo experimental: entrenamiento en tapiz rodante con soporte parcial del peso corporal a la velocidad normal de la marcha de un niño de su edad.  Grupo control: programa de ejercicios con especial énfasis en ejercicios de fuerza y actividades realizadas en bidepedstación (subir escaleras, squads, resistencia progresiva en extremidades inferiores y ejercicios de CORE).	30 minutos, 5 veces por semana durante 10 semanas.	-Escala modificada de Asthworth -Fuerza motor cuádriceps -Parámetros espaciotemporales de la marcha -GMFM	No hubo diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto a la espasticidad, fuerza, control motor, GMFM  Tampoco hubo diferencias significativas en cuanto a los parámetros espaciotemporales de la marcha.  Los cambios en la velocidad solo se mantuvieron en el grupo experimental. Los cambios en las paradas y longitud del paso se perdieron en los dos grupos.
Gharib et al. (24)	Investigar si un entrenamiento específico de	Grupo experimental: 30 min de fisioterapia convencional	Grupo experimental: 60 minutos, 3	-Parámetros espaciotemporales de la marcha	Los dos grupos mostraron mejoras en cuanto a sus valores de base,

	marcha puede mejorar los parámetros de la marcha en comparación con un programa de fisioterapia convencional en niños con parálisis cerebral con hemiplejía espástica y con alteraciones en la marcha	(estiramientos, ejercicios de fuerza, funcionales, de equilibrio y de marcha) + 30 min de entrenamiento en tapiz rodante.  Grupo control: fisioterapia convencional	veces por semana durante 3 meses  Grupo control: 30 minutos, 3 veces por semana durante 3 meses.		pero no hubo diferencias significativas en cuanto a la velocidad de la marcha, longitud del paso entre los dos grupos. Si hubo diferencias significativas en la capacidad de caminar por si mismo y disminución del tiempo de soporte de cada pie durante el ciclo de la marcha, entre los dos grupos
Abd El-Kafy et al. (17)	Evaluar el efecto del equilibrio dinámico para mejorar los parámetros espaciotemporales de la marcha y la estabilidad en niños con parálisis cerebral con diplejía espástica	Grupo experimental: fisioterapia convencional (estiramientos de MMII, inhibición de reflejos, ejercicios de fuerza en tronco y MMII) + ejercicios de equilibrio en bipedestación en una plataforma  Grupo control: fisioterapia convencional	Sesiones de 2 horas, 3 veces a la semana durante 8 semanas	-Medición del equilibrio dinámico (BSS) -Parámetros espaciotemporales de la marcha	Hubo mejoras en los dos grupos en cuanto al equilibrio y los parámetros espaciotemporales de la marcha. No hubo diferencias significativas entre de los dos grupos.
Sherief et al. (16)	Investigar el efecto de la electroestimul	Grupo control: fisioterapia convencional	60 minutos de sesión, 3 veces a	-Equilibrio -Peabody development	Hubo mejoras en el equilibrio antero-posterior y medio-

	<p>acción en los músculos gastronemios y soleo para mejorar la motricidad gruesa</p>	<p>Grupo experimental: fisioterapia convencional + electroestimulación en el complejo gastrtonemio-soleo</p>	<p>la semana durante 3 meses</p>	<p>al motor scale</p>	<p>lateral durante la marcha en el grupo experimental comparado con el grupo control.</p> <p>Hubo mejoras en la Peabody developmental motor scale en el grupo experimental comparado con el grupo control.</p>
<p>McGibbon et al. (36)</p>	<p>Investigar los efectos inmediatos de 10 minutos de hipoterapia comparado con 10 minutos sentados en barril, en la simetría de la actividad de los aductores en niños con parálisis cerebral.</p>	<p>Grupo experimental: sesión de hipoterapia</p> <p>Grupo control: sesión sentado en un barril con un video que simula el movimiento del caballo</p>	<p>2 fases: La primera efectos en 10 minutos, segunda fase 30 minutos durante 36 semanas</p>	<p>- Electromiografía superficial en aductores -GMFM</p>	<p>-Hubo mejoras en la actividad simétrica de los aductores durante la marcha. Estas mejoras se mantuvieron 12 semanas después. -Todos los niños mostraron mejorías en la GMFM</p>
<p>Druzicki et al. (20)</p>	<p>Evaluar la marcha en niños con parálisis cerebral espástica con diplejía rehabilitada mediante el</p>	<p>Grupo experimental: ejercicios para mejorar el control motor, la estabilidad de sedestación y bipedestación y mejorar la marcha + uso de Lokomat</p>	<p>20 sesiones de 45 minutos cada una</p>	<p>-Parámetros espaciotemporales de la marcha -Parámetros cinéticos de la marcha</p>	<p>- No hubo diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto a los parámetros espaciotemporales de la marcha. -El movimiento</p>

	uso de Lokomat	Grupo control: ejercicios explicados arriba			pélvico en el plano frontal aumentó significativamente el grupo experimental con respecto al grupo control -La flexión máxima de cadera durante la fase de balanceo aumentó significativamente en el grupo experimental con respecto al grupo control
Pool et al. (37)	Determinar si la electroestimulación aplicada en los flexores dorsales del tobillo durante la marcha incrementa el volumen muscular y la fuerza en niños con PC espástica unilateral.	Grupo experimental: se les colocó un electrodo en el vientre muscular del tibial anterior y otro en el nervio peroneo superficial y se estimularon los flexores dorsales de tobillos durante la fase de oscilación de la marcha. Los parámetros fueron 33 Hz con una anchura de pulso comprendida entre 25-100 microsegundos.  Grupo control: continuó con su	4 horas al día, 6 días a la semana durante 8 semanas.	-Escala internacional de clasificación de funcionalidad -Volumen muscular -Fuerza de flexores dorsales de tobillo -SMC scale	-A la 8 semana el volumen del tibial anterior se incrementó un 23% más en el grupo experimental que en el grupo control. A las 14 semanas el volumen del gemelo externo se incrementó un 14% en el grupo experimental que en el grupo control. -En cuanto a la fuerza hubo un mayor aumento de esta en el grupo experimental, pero sin diferencias significativas. -Aumentó el control

		tratamiento ortopedico habitual			motor en el grupo experimental, pero sin diferencias significativas entre ambos grupos.
Dodd et al. (38)	Investigar si un entrenamiento de PBWSTT puede incrementar la velocidad de la marcha y la resistencia en niños con parálisis cerebral	Grupo experimental: entrenamiento en cinta rodante con un arnés para sujetar el peso del niño incrementando la velocidad 0.1 km/h  Grupo control: continuó con su programa de fisioterapia normal sin que este incluya ejercicios de fuerza	30 minutos dos veces a la semana durante 6 semanas	-Test de 10 minutos marcha -Test de 10 metros marcha a la máxima velocidad posible	-6 de los 7 niños mejoraron su velocidad en el test de 10 metros marcha en comparación con el grupo control -También aumentó la distancia caminada en el test de 10 minutos marcha pero sin diferencias significativas
Fowler et al. (39)	Examinar los efectos de la intervención mediante una bicicleta estática en la fuerza muscular, resistencia, velocidad de la marcha y motricidad gruesa en niños con parálisis cerebral espástica con	-Grupo experimental: entrenamiento de fuerza en miembros inferiores y de resistencia cardiorrespiratoria utilizando una bicicleta estacionaria. Para el entrenamiento de fuerza se subió de 10 en 10 las revoluciones de la bicicleta, y para el entrenamiento	60 minutos, 3 veces por semana durante 12 semanas	-Test de 600 yardas -Test de 30 segundos marcha -GMFM-66 -Pico de fuerza isométrica de flexores y extensores de rodilla	- No hubo diferencias significativas en el test de 600 yardas entre los dos grupos. -No hubo cambios significativos en la velocidad de la marcha -En el grupo experimental hubo una mejora en el pico de fuerza en la flexión de rodilla (30°) y en la extensión de rodilla

	diplejía.	cardiorrespiratorio se trabajó al 70-80% de la FCM  -Grupo control: no recibió ningún tipo de tratamiento			(120°), pero no se reportaron diferencias significativas entre los dos grupos. -El grupo experimental mostró mejoras en la puntuación en la GMFM-66
Smania et al. (40)	Evaluar la eficacia del entrenamiento locomotor repetitivo con un andador electromecánico en niños con parálisis cerebral	-Grupo experimental: terapia repetitiva mediante el GTI (Gait trainer) + 10 minutos de movilización pasiva y estiramientos  -Grupo control: fisioterapia convencional (movilizaciones pasivas, estiramientos, ejercicios de fuerza, ejercicios de equilibrio y marcha)	40 minutos, 5 días a la semana durante 2 semanas	-Test de 6 minutos marcha -Test de 10 metros marcha -Functional Independence Measure for children (WeeFIM) -Parámetros espaciotemporales de la marcha -Parámetros cinemáticos de la marcha	-Hubo diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto al test de 6 minutos marcha y el test de 10 metros marcha. El grupo experimental mostró una notable mejoría -No hubo cambios significativos en ninguno de los dos grupos en la WeeFIM -Hubo mejoras en el grupo experimental en cuanto al ángulo de la articulación de la cadera durante el contacto inicial, media estancia y contacto final en el ciclo de la marcha. -Hubo mejoras en el grupo experimental en

					cuanto a la velocidad y la longitud del paso. -Estos cambios se mantuvieron un mes después
Dodd et al. (41)	Evaluar los efectos de un entrenamiento de fuerza en casa puede incrementar la fuerza de los flexores plantares de tobillo, extensores de rodilla y cadera y mejorar la actividad física y la capacidad de caminar en jóvenes con parálisis cerebral espástica con diplejía.	-Grupo experimental: ejercicios de fuerza como apoyo de talones en superficies estable y escaleras, sentadillas con rodillas entre 30-60° y subir escaleras con paradas. Realizar 8-12 repeticiones de cada ejercicio  -Grupo control: continuó con sus actividades de la vida diaria	20-30 minutos, todos los días durante 6 semanas	-Fuerza en flexores plantares, extensores de rodilla y cadera y flexores plantares + extensores de rodilla - Dimensiones D y E de la GMFM -Timed stair test -Velocidad máxima	-Hubo mejoras en la fuerza en el grupo experimental en todos los grupos musculares a las 6 y 18 semanas -A las 18 semanas no se mantuvieron la fuerza ganada en extensores de cadera - No hubo diferencias significativas en la dimensión E de la GMFM a las 6 semanas entre los dos grupos -Tampoco hubo diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto a la velocidad máxima
Chan et al. (42)	Determinar el efecto del NEMS aplicado en el tríceps sural para mejorar la marcha en	-Grupo experimental: caminó en tapiz rodante mientras se aplicaba NEMS en el tríceps sural (frecuencia 30-35	15 minutos, 3 veces por semana durante 8 semanas	-Análisis de la marcha -GMFM	-No hubo diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto a los cambios cinemáticos del

	niños con parálisis cerebral	Hz e intensidad hasta producir contracción muscular visible)  -Grupo control: caminó en tapiz rodante sin NEMS			tobillo -Hubo mejoras en los dos grupos en la capacidad para andar y estar de pie, pero sin diferencias significativas entre ambos.
Loi et al. (1)	Determinar si la manipulación del músculo y de su fascia, combinada con fisioterapia convencional, terapia ocupacional y tratamiento médico, puede mejorar la motricidad gruesa y la marcha en niños con parálisis cerebral espástica.	-Grupo experimental: terapia miofascial en la totalidad del cuerpo.  -Grupo control: continuó con la fisioterapia que reciben habitualmente (fisioterapia, terapia ocupacional, medicación...)	60-90 minutos, 10 veces a la semana durante 9 meses	-GMFM-66 -Análisis de la marcha -Satisfacción de los padres	-La longitud del paso aumentó significativamente tras el tratamiento. Pero en las últimas mediciones se perdieron estas mejorías -La satisfacción de las padres fue buena, notaron una mejoría en la motricidad gruesa de los niños
Jung et al. (43)	Determinar si aumentando la fuerza de los flexores plantares de tobillo se puede mejorar la marcha y la	-Grupo experimental: ejercicios de fuerza en flexores plantares de tobillo, al 20% de la RM al principio, luego al 30% y por último al	30 minutos, 3 veces a la semana durante 6 semanas	-Troost SMC test Electromiografía de los flexores plantares y tibial anterior -GMFM-88	-La fuerza en flexores plantares aumentó significativamente -No hubo diferencias significativas en la electromiografía

	motricidad gruesa en niños con parálisis cerebral espástica	50%  -Grupo control: no recibieron tratamiento		-Máxima contracción isométrica voluntaria -Parámetros espaciotemporales de la marcha	-Las actividades como andar o saltar mejoraron, pero no significativamente -Los parámetros espaciotemporales de la marcha mejoraron significativamente
Van Der Linden et al. (44)	Determinar si la electroestimulación del glúteo mayor mejora la extensión de cadera, la rotación interna dinámica de cadera y la motricidad gruesa en niños con parálisis cerebral	-Grupo experimental: aplicación de NEMS en la pierna más afectada (frecuencia 10 Hz y 75 microsegundos durante las primeras sesiones, 30Hz y 100 microsegundos durante el resto de las sesiones. La intensidad se fue aumentando progresivamente).  -Grupo control: tratamiento de fisioterapia habitual que reciben	60 minutos, 6 veces a la semana durante 8 semanas	-Análisis de la marcha -Rango pasivo de movimiento de rotación externa e interna de cadera -Motricidad gruesa	-Aumentó la fuerza en los dos grupos, sin diferencias significativas -La rotación interna de cadera durante la marcha en el grupo experimental se mantuvo, en el control aumentó un poco -La rotación externa de cadera disminuyó en el grupo experimental, pero sin cambios significativos -La velocidad de la marcha se mantuvo en los dos grupos -En ambos grupos disminuyó la longitud de la zancada -En cuanto al rango de movimiento pasivo de la cadera, la rotación interna disminuyó y

					la externa aumentó pero sin cambios significativos -No se obtuvieron diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto a la dimensión de la GMFM
Schindl et al. (45)	Examinar el potencial del entrenamiento en tapiz rodante con soporte parcial del peso en niños con parálisis cerebral que no realizan marcha de forma independiente	-Grupo experimental: entrenamiento en tapiz rodante sujetos con un arnés, incidiendo en el contacto del talón al comenzar la fase de apoyo y evitando la hiperextensión de rodilla en la fase de media estancia  -Grupo control: no se especifica	25 minutos, 3 veces a la semana durante 3 meses	-Funcional Ambulation Categories -GMFM	-No hubo diferencias significativas en la Funcional Ambulation Categories en los dos grupos, ya que ambos muestran mejorías -Los dos grupos mostraron mejorías en la puntuación del GMFM, pero sin diferencias significativas entre ambos

### 5.2.2. Calidad metodológica

Tras analizar los resultados de la escala PEDro se encontraron 2 ensayos con una puntuación de 8/10 (14, 24), 5 con una puntuación de 7/10 (34, 36, 37, 38, 40), 6 con una puntuación de 6/10 (1, 17, 20, 35, 39, 44) 3 con una puntuación de 5/10 (27, 41, 43), 2 con una puntuación de 4/10 (16, 43) y una con una puntuación de 3/10 (45), dando así una media de 5.9/10.

Los resultados de esta escala se pueden ver en la tabla 4.

*Tabla 5: evaluación de la calidad metodológica*

	Cr <b>ite</b> rios de	As <b>ign</b> aci <b>ón</b> al	As <b>ign</b> aci <b>ón</b> oculta	Gr <b>upos</b> similares	S <b>u</b> jetos ciegos	Ter <b>apeu</b> tas	Medi <b>ci</b> ón ciega	Segu <b>im</b> ie <b>nto</b>	Anal <b>í</b> sis	Comp <b>ara</b> ción	Est <b>im</b> aci <b>ón</b>	Puntuaci <b>ón</b> total
<b>Collange Greco et al (14)</b>	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	8/10
<b>Fu Wen-je et al (34)</b>	Si	Si	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	7/10
<b>Kwon et al (27)</b>	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	5/10
<b>Johnston et al (35)</b>	Si	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6/10
<b>Gharib et al (24)</b>	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	8/10
<b>Abd El-Kafy et al (17)</b>	Si	Si	Si?	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	6/10
<b>Sherief et al (16)</b>	Si	Si	No	Si	No	No	No	No	No	Si	Si	4/10
<b>McGibbon et al (36)</b>	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	7/10
<b>Druzicki et al (20)</b>	Si	Si	No	Si	No	No	Si	No	Si	Si	Si	6/10
<b>Pool et al (37)</b>	Si	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si	(Si)	Si	7/10

<b>Dodd et al (38)</b>	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	7/10
<b>Fowler et al (39)</b>	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	6/10
<b>Smania et al (40)</b>	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	7/10
<b>Dodd et al (41)</b>	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	5/10
<b>Chan et al. (42)</b>	No	Si	No	No	No	No	No	Si	No	Si	Si	4/10
<b>Loi et al (1)</b>	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	6/10
<b>Jung et al (43)</b>	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	5/10
<b>Van Der Linden et al. (44)</b>	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si	No	Si	Si	6/10
<b>Schindl et al. (45)</b>	Si	No	No	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	3/10

### 5.2.3. Tipología de las intervenciones

15 de los estudios incluidos fueron ensayos clínicos aleatorizados (1, 14, 16, 17, 20, 24, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 44) y 4 fueron ensayos clínicos no aleatorizados (27, 41, 43, 45).

#### **5.2.4. Participantes**

En los 19 ensayos clínicos seleccionados, se incluyeron 415 pacientes. En cuanto al sexo 319 fueron niños y 218 niñas. En un estudio, el de Chan et al (42), no se especifica la proporción de niños y niñas.

La media de edad de los participantes fue de 7,96 años. En un estudio (16) no se especificó la media de edad de los pacientes.

18 de los 19 estudios incluidos analizaron niños y adolescentes con PC espástica. Uno (38) incluyó participantes con PC atetósica, y en otro (14) no se especificó el tipo de PC.

#### **5.2.5. Mediciones realizadas**

En los estudios analizados se han utilizado una gran diversidad de mediciones para evaluar la eficacia en la mejora de la marcha en niños y adolescentes con PC. Algunas de estas mediciones coinciden en varios ensayos. En 6 de ellos se tuvo en cuenta los parámetros espaciotemporales de la marcha (17, 20, 24, 27, 35, 40), en 4 se utilizaron tests funcionales (test de 6 minutos marcha, 10 metros marcha...) (14, 38, 39, 40) y en 10 se analizó la puntuación en la GMFM (una medida clínica diseñada para evaluar los cambios en la motricidad gruesa de los niños con PC), sobre todo los niveles D y E que son los relacionados con la capacidad de caminar (1, 14, 27, 35, 36, 39, 41, 43, 44, 45)

En cuanto al resto de mediciones son específicas de cada artículo según el objetivo que se buscara. Fueron diferentes en cada artículo según el objetivo que se buscara y aparecen resumidas en la tabla 4.

### **5.3. Efectividad de la fisioterapia vs placebo o no intervención**

Para este objetivo se han seleccionado únicamente los estudios que compararan el tratamiento de fisioterapia con el no tratamiento y para esto se encontraron 4 ensayos (39, 41, 43, 45). Tres de ellos presentaron una puntuación mayor de 4/10 en la escala PEDro (39, 41, 43) mientras que uno presentó una puntuación de 3/10 (45), obteniéndose así una media de 4.75/10 puntos en la escala PEDro.

Fowler et al. (39) en su entrenamiento con cicloergómetro no reportó diferencias significativas entre el grupo de intervención y el de no intervención en ninguno de los parámetros medidos. Dodd et al. (41), con su entrenamiento de fuerza, encontró una mejora significativa en la fuerza muscular de los miembros inferiores en el grupo experimental respecto al grupo de no intervención, pero no obtuvo mejoras significativas en cuanto a la marcha. Jung et al. (43) utilizó un programa de fuerza para los flexores plantares del tobillo

y concluyó que los parámetros espaciotemporales de la marcha mejoraron en el grupo experimental respecto al grupo de no intervención. Por último Schindl et al. (45), con su programa de entrenamiento en tapiz rodante, no encontró diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de no intervención.

Tres de los cuatro estudios (39, 41, 45) evaluaron la puntuación obtenida en las dimensiones de la marcha de la GMFM, pero ninguno de ellos encontró diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de no intervención.

Solo uno de los 4 estudios evaluados encontró mayores mejoras en la marcha de estos pacientes con la aplicación de técnicas de fisioterapia que con el no tratamiento o placebo; por lo tanto, existe una evidencia insuficiente que apoye la efectividad de la fisioterapia para mejorar la marcha en niños y adolescentes con PC frente al placebo o al no recibir intervención.

#### **5.4. Efectividad de las diferentes modalidades de fisioterapia**

El entrenamiento en tapiz rodante se incluyó en 5 artículos (14, 24, 35, 38, 45). De los 4 estudios que compararon el entrenamiento en tapiz rodante con otras técnicas de fisioterapia (14, 24, 35, 38) dos estudios (24, 38), con una puntuación en la escala PEDro de 8/10 y 7/10 respectivamente encontraron mejoras en algún parámetro de la marcha a favor del tapiz rodante, mientras que los otros dos (14, 35), con una puntuación en la escala PEDro de 8/10 y 6/10 respectivamente no encontraron diferencias significativas entre el grupo que recibió tapiz rodante y el grupo que recibió otra intervención de fisioterapia. Por tanto la evidencia de la efectividad del entrenamiento en tapiz rodante frente a otras técnicas de fisioterapia es insuficiente.

A pesar de estos resultados ambos grupos mejoraron significativamente la marcha, tanto en los parámetros espacio temporales de la marcha, velocidad, resistencia y puntuación en la GMFM.

Por otro lado solamente un estudio que comparó la intervención de tapiz rodante con el no recibir tratamiento de fisioterapia (45), con una puntuación de 3/10 en la escala PEDro, y no encontró diferencias significativas en ningún parámetro entre el grupo que recibió entrenamiento en tapiz y el que no recibió intervención.

En cuanto a la electroestimulación se encontraron 4 estudios (16, 37, 42, 44), con una puntuación en la escala PEDro de 4/10, 7/10, 4/10 y 6/10 respectivamente. Estos compararon la electroestimulación con recibir fisioterapia convencional. En ninguno se

obtuvieron diferencias significativas entre los dos grupos. Además se reportaron mejoras en el volumen muscular (37), en la fuerza (37, 44) y en el equilibrio (16), pero estas no se pudieron aplicar a posteriormente a la marcha. Por lo tanto, este tipo de intervención muestra una evidencia insuficiente de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.

Se encontraron dos artículos que estudiaran los efectos de la hipoterapia, uno aleatorizado y uno no aleatorizado (27, 36), con una puntuación en la escala PEDro de 5/10 y 7/10 respectivamente y los dos obtuvieron mejoras significativas a favor del grupo de la hipoterapia. En el estudio realizado por Jeong- Yi et al. (27), donde se comparó la hipoterapia con la fisioterapia convencional, se encontraron mejoras significativas en el grupo experimental en cuanto a los parámetros espaciotemporales de la marcha, no así en los movimientos pélvicos. En el otro estudio (36), en el cual se comparó la hipoterapia con un video de simulación, se encontraron mejoras significativas en el grupo experimental en cuanto a la simetría de los aductores durante la marcha. Ninguno de los dos estudios encontró diferencias significativas en la GMFM entre los dos grupos. Por tanto, existe una evidencia moderada de la efectividad de la hipoterapia frente a otras técnicas de fisioterapia.

Para el entrenamiento de fuerza se encontraron dos artículos no aleatorizados (41, 43) con una puntuación en la escala PEDro de 5/10 y obteniéndose mejoras en los dos. Los dos artículos compararon el entrenamiento de fuerza con no recibir ningún tipo de tratamiento y encontraron mejorías significativas en la fuerza respecto al grupo control. En el estudio realizado por Jung et al. (43) los parámetros espaciotemporales de la marcha mejoraron significativamente en el grupo experimental. En el otro estudio (41) se analizaron también las dimensiones D y E de la GMFM y la velocidad máxima de los niños, y aunque mostraron mayores mejorías en el grupo experimental, estas no son significativas. Existe, por tanto, una evidencia limitada en relación a su eficacia frente a no recibir tratamiento.

Se encontró un artículo que analizó el efecto del entrenamiento del equilibrio comparado con la fisioterapia convencional para la mejora de la marcha en niños con PC (17), con una puntuación en la escala PEDro de 7/10, concluyendo que aunque hubo mejoras en los parámetros espaciotemporales de la marcha en el grupo experimental, estas no fueron significativas, obteniendo así una evidencia insuficiente para este trabajo de fisioterapia en comparación con otras técnicas de fisioterapia.

Un artículo combinó la acupuntura con la electroestimulación de baja frecuencia y lo comparó con la fisioterapia convencional (34). Obtuvo una puntuación de 7/10 en la escala PEDro y se encontraron mejoras significativas en el rango de flexión dorsal del tobillo con

respecto al grupo control, pero no se encontraron cambios a la hora de aplicar estas mejoras a la marcha. Este tipo de modalidad de fisioterapia cuenta con una evidencia insuficiente de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.

Fowler et al. (39) usó en su artículo un entrenamiento con cicloergómetro para compararlo con no recibir ningún tipo de tratamiento, obteniendo una puntuación de 6/10 en la escala PEDro, y concluyó que no hubo diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto a la distancia recorrida, velocidad máxima y fuerza de los flexores y extensores de rodilla. Si se mostraron mejoras significativas en el grupo experimental en la puntuación en la GMFM-66. Por lo tanto, existe una evidencia limitada de su eficacia frente al no tratamiento.

Solo se encontró un artículo que utilizara Lokomat para mejorar la marcha en niños con PC (20) y lo comparó con la fisioterapia convencional, con una puntuación en la escala PEDro de 6/10. Concluyó que en cuanto a los parámetros espaciotemporales de la marcha no hubo diferencias significativas entre los dos grupos, mientras que sí que se encontraron mejoras significativas en el grupo experimental en el movimiento pélvico en el plano frontal durante la marcha y en la flexión de cadera durante la fase de balanceo. Existe, por tanto, una evidencia limitada de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.

Loi et al. (1) en su artículo analizó las técnicas miofasciales comparadas con el tratamiento habitual que reciben los niños, con una puntuación en la escala PEDro de 6/10. En sus resultados se encontró que en el grupo que recibió el tratamiento aumentó la longitud del paso significativamente, pero que estas mejorías se acabaron perdiendo. Este tipo de trabajo de fisioterapia reporta una evidencia limitada de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.

Y por último se encontró un estudio que habla sobre el entrenamiento motor repetitivo comparado con la fisioterapia convencional (40), con una puntuación en la escala PEDro de 7/10. Se reportaron mejorías significativas en el test de 6 minutos marcha y de 10 metros marcha en el grupo experimental, así como en la longitud del paso y velocidad de la marcha, y en el ángulo de la cadera en la fase de contacto inicial, media estancia y contacto final. Existe, por tanto, una evidencia limitada de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.

### **5.5. Duración óptima de una programa de fisioterapia**

No se encontró ningún artículo que comparara tiempos de tratamiento, lo que dificultó el establecimiento de un tiempo óptimo a partir del cual se obtienen las mayores mejoras. A

pesar de esto, se han analizado la duración de las intervenciones empleadas en los diferentes trabajos con el objetivo de mostrar una referencia temporal de cara a futuros trabajos.

El entrenamiento en tapiz rodante se analizó en 5 ensayos clínicos (14, 24, 35, 38, 45). En el de Collange Grecco et al. (14) el tiempo de tratamiento fue 30 minutos cada sesión, 2 días a la semana durante 7 semanas, con el que aunque los dos grupos notaron mejorías, el grupo experimental es el único que las mantiene. Johnson et al. (35) realizó un programa de 30 minutos, 5 veces a la semana durante 10 semanas obteniéndose resultados positivos. En su ensayo Gharib et al. (24) utilizó un programa de 60 minutos, 3 veces a la semana durante 3 meses encontrando efectos positivos. Dodd et al. (38) en su estudio analizó un programa de 30 minutos, dos veces por semana durante 6 semanas en el cual se encontraron mejorías. Schindl et al. (45) llevó a cabo un programa de 25 minutos, 2 veces a la semana durante 3 meses y mostró mejorías en la funcionalidad de los niños.

En cuanto a la electroestimulación se analizaron 4 ensayos clínicos (16, 37, 42, 44). En el de Sherief et al. (16) se utilizó un programa de 60 minutos, 3 veces por semana durante 3 meses y se concluyó que hay beneficios. En su estudio Pool et al. (37) realizó un programa de 4 horas, 6 veces a la semana durante 8 semanas con el cual se encontraron resultados positivos. Chan et al. (42) aplicó un programa de 15 minutos, 3 días a la semana durante 8 semanas y encontró mejoras en la capacidad andar de los niños. En el ensayo de Van Der Linden et al. (44) utilizó un programa de 60 minutos, 6 veces a la semana durante 8 semanas en el que se encontraron resultados positivos.

En el ámbito de la hipoterapia se encontraron 2 estudios (27, 36). Jeong-Yi et al. (27) llevó a cabo un programa de 60 minutos, 2 veces a la semana durante 8 semanas y encontró mejoras. McGibbon et al. (36) utilizó un programa de 30 minutos durante 36 semanas y concluyó que hubo efectos positivos.

El entrenamiento de fuerza se analizó en dos artículos (41, 43). Dodd et al. (41) realizó un programa de 6 semanas donde los ejercicios de fuerza se realizaban 20-30 minutos diariamente. Con este protocolo se obtuvieron mejorías en la fuerza de MMII. Jung et al. (43) llevó a cabo un programa de 30 minutos, 3 veces a la semana durante 6 semanas en la que se aumentó la fuerza de los flexores plantares y la capacidad de caminar.

Wen-ji et al. (34) utilizó durante 20 sesiones, 6 veces a la semana un tratamiento basado en la combinación de la electroestimulación de baja frecuencia y NEMS, concluyendo que se encontraron mejoras.

El entrenamiento del equilibrio (17) realizado durante 2 horas, 3 veces a la semana y con una duración de 8 semanas mostró resultados positivos.

Fowler et al. (39) con su entrenamiento en cicloergómetro de 60 minutos, 2 veces a la semana durante 12 semanas, encontró beneficios.

En cuanto al uso del Lokomat (20) con 20 sesiones de 45 encontraron mejoras.

Las terapias miofasciales (1) fueron realizadas 60-90 minutos, 10 veces a la semana durante 9 meses, y se encontraron resultados positivos.

A modo de resumen el tiempo de tratamiento osciló desde las 2 semanas hasta los 9 meses, mientras que la frecuencia de tratamiento va de dos días a la semana a todos los días de la semana, obteniéndose mejora en todos ellos.

#### **5.6. Mantenimiento de las mejoras conseguidas**

Solo 5 (2, 14, 35, 36, 40) artículos analizaron el mantenimiento de las mejoras conseguidas en el grupo experimental respecto al grupo control.

Collange Grecco et al. (14) y Johntson et al. (35), con una puntuación de 8/10 y 6/10 en la escala PEDro respectivamente, compararon el entrenamiento en tapiz rodante con el caminar por el suelo y con el entrenamiento de fuerza respectivamente. Solo Collange (14) refiere que tras 4 semanas el grupo experimental mantuvo las mejoras conseguidas en los parámetros espaciotemporales de la marcha, mientras que en el otro estudio estas se pierden.

McGibbon et al. (36), con una puntuación de 7/10 en la escala PEDro, comparó la hipoterapia con un video de simulación y concluyó que tras 12 semanas solo el grupo de hipoterapia mantuvo los cambios obtenidos.

Loi et al. (1), con una puntuación de 6/10 en la escala PEDro, comparó las técnicas miofasciales con la fisioterapia convencional, concluyendo a los 3 meses tras finalizar el tratamiento las mejoras conseguidas en el grupo experimental en cuanto a la longitud de paso, se perdieron.

Smania et al. (40), con una puntuación de 7/10 en la escala PEDro, comparó el entrenamiento motor repetitivo con la fisioterapia convencional. Concluyó que al mes de

finalizar el tratamiento, las mejoras obtenidas en el grupo experimental en cuanto a la velocidad y a la longitud del paso se mantuvieron.

A pesar de la heterogeneidad de las intervenciones de los 5 estudios que han analizado el mantenimiento de las mejoras obtenidas, 4 de ellos mostraron beneficios a largo plazo, pero no se puede establecer un tiempo estándar de mantenimiento de las mejoras obtenidas.

## **6. Discusión**

### **6.1. Resumen de los principales resultados**

En esta revisión se incluyeron 19 ensayos clínicos controlados, en los cuales participaron 415 pacientes diagnosticados de PC. Los estudios mostraron una puntuación media relativamente alta en la escala PEDro, siendo esta de 5.9/10.

4 de estos ensayos (39, 41, 43, 45) compararon la efectividad de la fisioterapia para la mejora de la marcha en niños y adolescentes con PC con no recibir ningún tipo de tratamiento. Dos estudios (41, 43) obtuvieron diferencias significativas entre ambos grupos, mientras que los otros dos no (39, 45). Con esto se deduce que no hay evidencia suficiente de la eficacia de la fisioterapia para conseguir este propósito en comparación a no recibir ningún tipo de tratamiento.

15 estudios (1, 14, 16, 17, 20, 24, 27, 34, 35, 36, 37,38, 40, 42, 44) de los ensayos analizados compararon distintas técnicas de fisioterapia para ver cuál es más eficaz a la hora de mejorar la marcha en este tipo de pacientes. Se encontraron resultados contradictorios no pudiéndose establecer la existencia de evidencia en la mayoría de las técnicas evaluadas

En cuanto al tiempo de tratamiento, debido al elevado número de técnicas analizadas y la variedad de tiempos utilizados, no se pudo determinar cuál es el tiempo de intervención que da mejores resultados, pero en general los tiempos de tratamiento oscilaron entre 2 semanas y 9 meses, mientras que la frecuencia de las sesiones se establecieron entre 2 días la semana y todos los días de la semana.

A pesar de que las mejoras conseguidas parece que se pueden mantener un tiempo, tras la finalización del programa, no se pudo establecer un tiempo de mantenimiento estándar de las mejoras debido a la heterogeneidad de los estudios.

## **6.2. Efectividad de la fisioterapia vs placebo o no intervención**

Como se comentó antes 4 artículos (39, 41, 43, 45) compararon la fisioterapia con el no tratamiento para mejorar la marcha en niños y adolescentes con PC. Dos estudios (41, 43) obtuvieron diferencias significativas entre ambos grupos, mientras que los otros dos no (39, 45). El hecho de no haber encontrado diferencias significativas entre el grupo de fisioterapia y la no intervención podría estar, en el caso de Dodd et al. (39) y como sus propios autores señalaron, en el empleo de una muestra demasiado pequeña y en la falta de supervisión de los ejercicios por parte de personal especializado, ya que este fue un programa realizado en el domicilio. Por su parte, la baja calidad metodológica del estudio de Schindl et al. (45) (3/10 en la escala PEDro) podría también explicar el no haber hallado diferencias en ambos grupos.

El bajo número de artículos que compararon la fisioterapia con el no recibir intervención o placebo, podría ser la causa de la falta de evidencia hallada por esta revisión. Sería interesante realizar más estudios que busquen este propósito.

## **6.3. Eficacia de las diferentes técnicas de fisioterapia**

Tras el análisis de los diversos estudios se ha encontrado una evidencia moderada de la hipoterapia frente a otras técnicas de fisioterapia, evidencia limitada para el entrenamiento de fuerza frente al no recibir tratamiento o placebo, terapias miofasciales frente a otras técnicas de fisioterapia, entrenamiento motor repetitivo frente a otras técnicas de fisioterapia, uso de Lokomat frente a otras técnicas de fisioterapia, entrenamiento en cicloergómetro frente al no recibir tratamiento o placebo y la acupuntura combinada con electroestimulación de baja frecuencia frente a otras técnicas de fisioterapia, y por último, una evidencia insuficiente del entrenamiento del equilibrio frente a otras técnicas de fisioterapia, la electroestimulación frente a otras técnicas de fisioterapia y al no recibir tratamiento o placebo y el entrenamiento en tapiz rodante frente a otras técnicas de fisioterapia y al no recibir tratamiento o placebo.

Existe una evidencia insuficiente de la eficacia del entrenamiento de tapiz rodante para mejorar la marcha en niños y adolescentes con PC, ya que solo 2 estudios (24, 38), de los 5 analizados mostraron diferencias significativas en algún parámetro relacionado con la marcha, en comparación con la fisioterapia convencional. Estos estudios mostraron mejoras en la velocidad de la marcha y en la capacidad de caminar de los niños sin ayudas externas.

Gharib et al. (24) atribuyeron las mejoras obtenidas en su ensayo a que se centró en aumentar el control motor sobre los músculos de la extremidad afectada. La revisión de Damiano et al. (46), al igual que la nuestra, no obtuvo beneficios claros en cuanto a la efectividad del entrenamiento en tapiz rodante a la hora de mejorar la marcha en estos pacientes. Señaló que existen mejoras con este tipo de intervención en la velocidad de la marcha, pero no encuentra cambios significativos en otros parámetros de la marcha.

Franki et al. (23), en su revisión, concluyó que la eficacia del entrenamiento en tapiz rodante depende de la modalidad, ya que refieren que este tipo de entrenamiento con soporte parcial del peso solo parece ser eficaz en niños muy pequeños. En nuestra revisión todos los estudios incluidos llevaron a cabo un entrenamiento con soporte parcial del peso y se encontraron mejorías tanto en niños como en adolescentes, pero en la revisión de Franki et al. (23) se incluyeron más estudios que sobre este tipo de técnica, aspecto que seguramente haya provocado un aumento de la evidencia de esta técnica en su estudio.

En el ámbito de la electroestimulación también hay diversidad de resultados obtenidos en el ámbito de la marcha. Dos estudios (37, 44) analizaron la electroestimulación con su tratamiento habitual. Ambos concluyeron que se produjo un mayor aumento en la fuerza de los MMII en el grupo experimental, pero que no existieron diferencias significativas con respecto al grupo control y tampoco se aplicaron estas mejoras a la marcha. Van der Linden et al. (44) atribuyó esta falta de diferencias entre los dos grupos a que la anchura del pulso fue baja, por lo que se necesitaría una contracción mayor del glúteo medio para conseguir mayores mejorías. Además es el único que encuentra un empeoramiento en algún parámetro medido, como es la longitud de la zancada, ya que tras la intervención esta se ve disminuida en ambos grupos. Este efecto negativo puede deberse a que en este caso la electroestimulación fue aplicada para mejorar el comportamiento de la cadera durante la marcha mediante la estimulación del glúteo medio, por lo que el análisis de los parámetros espaciotemporales de la marcha fue una medida secundaria. Al igual que en nuestra revisión en la realizada por Wright et al. en el año 2011 se analizó si la electroestimulación puede mejorar la marcha en niños con PC, concluyendo que los efectos de este tipo de intervención para mejorar la marcha en este tipo de pacientes no están del todo claros. Esto se debe que aunque hubo múltiples cambios en los MMII tras el tratamiento, muchos de estos cambios luego no se pudieron trasladar a la marcha (25). Por el contrario la revisión realizada por Seifart et al. (47) concluyó que la electroestimulación aplicada al tibial anterior y al tríceps sural podría mejorar la velocidad de la marcha en este tipo de pacientes. Hay

que tener en cuenta que esta revisión incluyó 5 estudios y estos contaban con una baja calidad metodológica, ya que 3 de estos artículos eran estudios de casos. Al igual que en nuestra revisión se encontraron resultados divergentes en cuanto a la longitud de paso, paradas y desarrollo de las actividades de la vida diaria.

El entrenamiento de fuerza fue analizado en 2 ensayos clínicos controlados (41, 43). En los dos artículos se comparó el entrenamiento de fuerza con el no recibir tratamiento y se encontraron mejoras significativas en la fuerza en el grupo experimental respecto al grupo control, pero solo Jung et al. (43) utilizando este tipo de entrenamiento también encontró mejoras significativas en cuanto a los parámetros espaciotemporales de la marcha. Esta mejora en los parámetros espaciotemporales de la marcha puede deberse a que este autor utilizó un programa de fuerza centrado únicamente en los flexores plantares del tobillo. En la revisión realizada por Park et al. (26), la conclusión fue que aunque se consiguió mejorar la fuerza en MMII, esta no influyó posteriormente en la velocidad de la marcha ni en la resistencia. Las mejoras en la marcha conseguidas en nuestra revisión, a diferencia de la de Park et al. (26), pueden deberse a que este autor analizó el trabajo de fuerza de MMII en general y no buscaba obtener mejoras en la marcha.

Una revisión sobre los efectos de la fuerza en MMII en niños con PC (23) concluyó que el entrenamiento de fuerza al 60-80% en MMII fue muy eficaz para mejorar la marcha y la función motora de estos pacientes. En nuestra revisión hubo un estudio que sí que mostró mejoras significativas en los parámetros espaciotemporales de la marcha, mientras que otro no, por lo que cuenta con una evidencia limitada. Pero hay que tener en cuenta que Franki (23) incluyó en su revisión más estudios que hablaron de esta técnica, por lo que esto explica la obtención de mayor evidencia en cuanto a su eficacia

En cuanto a la hipoterapia, esta también es analizada por dos ensayos clínicos, uno controlado y otro controlado aleatorizado (27, 36). Los dos encontraron mejoras significativas en algún parámetro de la marcha en el grupo experimental comparado con el grupo control que recibió fisioterapia convencional en un caso (27), y en el otro un video de simulación (36). Hay que señalar que a pesar de que el grupo control en ambos estudios fue muy diferente, los resultados parecen ser prometedores. Aun así no se han encontrado revisiones que analicen este tipo de modalidad

En cuanto al resto de intervenciones, solo se encontró para cada tipo de intervención un ensayo clínico controlado aleatorizado que hablara de cada una de ellas. El uso de Lokomat (20), la electroestimulación combinada con acupuntura (34), las terapias miofasciales (1), el

entrenamiento en cicloergómetro (39) y el entrenamiento motor repetitivo (40), tienen una evidencia limitada, ya que todos estos estudios cuentan con una puntuación mayor a 4/10 en la escala PEDro y todos encuentran mejoras significativas en el grupo experimental en al menos una medida de resultado. Debido a los resultados obtenidos en estos tipos de intervención sería interesante seguir investigando en esta línea, ya que todos estos tratamientos podrían ser beneficiosos a la hora de mejorar la marcha en niños y adolescentes con PC.

#### **6.4. Duración óptima de un programa de fisioterapia**

En esta revisión se han incluido estudios con una gran variedad de tiempos y frecuencias de tratamiento, siendo difícil establecer una duración óptima a partir de la cual se obtienen los mejores resultados.

Tras analizar los resultados parece que todos los autores están de acuerdo de que para conseguir mejorías las sesiones tienen que realizarse al menos 3 veces por semana. Aquellos que llevaron a cabo más de 3 sesiones por semana no parecen obtener mayores beneficios.

En cuanto a la duración del programa, este oscila desde las 2 semanas hasta los 9 meses. Al igual que con la frecuencia de tratamiento se obtienen mejoras en todos los tiempos de tratamiento. Aun así, parece haber un consenso entre autores para establecer como tiempo óptimo de tratamiento 8 semanas, ya que la mayoría de ellos utilizan este tiempo en sus intervenciones.

#### **6.5. Mantenimiento de las mejoras**

Como se comentó anteriormente solo 5 (2, 14, 35, 36, 40) estudios reflejaron el mantenimiento de las mejoras obtenidas.

Collange Grecco et al. y Johnson et al. (14, 35) concluyeron que a las 4 semanas tras finalizar el entrenamiento en tapiz rodante se mantuvieron las mejoras conseguidas en la velocidad, pero solo en un estudio (14) también se mantuvieron los cambios obtenidos en la longitud del paso. Esto puede deberse a que Collange et al. (14) utilizó una mayor intensidad de tratamiento, ya que los niños caminaron al 60-80% de su velocidad máxima, mientras que en el otro estudio (35) la intensidad máxima fue la velocidad normal teórica que deberían tener los niños a esa edad.

Las terapias miofasciales (1) fueron las únicas que un mes después de finalizar el tratamiento perdieron todas las mejoras obtenidas, por lo que las este tipo de técnicas no parecen ser un buen método para conseguir logros a largo plazo.

#### **6.6. Limitaciones del estudio**

Una de las principales limitaciones de este estudio es que solo participó un evaluador en la elección de los artículos incluidos, lo que pudo dar lugar a la existencia de sesgos.

Otra limitación fue la gran cantidad de medidas distintas que utilizaron los estudios lo que dio lugar a una gran dificultad para obtener unos resultados homogéneos y complicó la interpretación de estos.

Por último, otra de las limitaciones fue solo incluir aquellos artículos a los que se tuviera acceso de forma gratuita, por lo que pudo haber pérdida de información a la hora de realizar esta revisión.

#### **6.7. Implicaciones para la práctica clínica**

Solo la hipoterapia mostró una evidencia moderada de su efectividad en la mejora de la marcha en niños y adolescentes con PC, siendo esta intervención la que mejor resultados mostró, por lo que debería incluirse esta esta modalidad de intervención en el tratamiento de la marcha en estos pacientes. De todas formas se recomienda cierta cautela debido a que estas conclusiones son extraídas únicamente de dos estudios,

El resto de intervenciones cuenta con una evidencia limitada e insuficiente, debido sobre todo a la poca bibliografía encontrada sobre estas técnicas. Por lo tanto, podemos afirmar, con precaución, que es conveniente introducir estas intervenciones en el tratamiento de la marcha en niños y adolescentes con PC.

#### **6.8. Implicaciones para la investigación**

Para futuras investigaciones sería recomendable incluir estudios con una calidad metodológica mayor para comprobar la eficacia de la fisioterapia en la mejora de la marcha en niños y adolescentes con PC. También sería recomendable que los estudios mostraran un seguimiento de los pacientes para ver si estas mejoras se mantienen a lo largo del tiempo. Sería interesante incluir mediciones más homogéneas para ver en qué parámetros de la marcha se puede actuar más en este tipo de pacientes. Otro punto que se debería tener en cuenta sería el realizar un mayor número de estudios que analizaran la eficacia de

la fisioterapia frente a la no intervención o placebo, ya que se debe conocer la eficacia de una técnica antes de compararla con otras.

Por último, dado los resultados que se encontraron en algunas intervenciones como son las terapias miofasciales, el entrenamiento motor repetitivo, el uso del Lokomat, el entrenamiento en cicloergómetro y la acupuntura combinada con electroestimulación, sería interesante que se siguiera investigando sobre la eficacia de estas técnicas.

## **6.9. Conclusiones**

1. Existe una evidencia insuficiente sobre la eficacia de la fisioterapia para mejorar la marcha en niños y adolescentes con PC frente al no recibir tratamiento o placebo.
2. La hipoterapia cuenta con una evidencia moderada de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.
3. El entrenamiento en tapiz rodante cuenta con una evidencia insuficiente en cuanto a su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia y frente al no recibir tratamiento o placebo.
4. La electroestimulación cuenta con una evidencia insuficiente de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.
5. El entrenamiento de fuerza cuenta con una evidencia limitada frente al no recibir tratamiento o placebo.
6. El entrenamiento del equilibrio cuenta con una evidencia insuficiente frente a otras técnicas de fisioterapia.
7. El entrenamiento en cicloergómetro cuenta con una evidencia limitada de su eficacia frente al no recibir tratamiento.
8. El entrenamiento motor repetitivo cuenta con una evidencia limitada de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.
9. El uso de Lokomat cuenta con una evidencia limitada de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.
10. Las terapias miofasciales cuenta con una evidencia limitada de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.
11. La acupuntura combinada con la electroestimulación cuenta con una evidencia limitada de su eficacia frente a otras técnicas de fisioterapia.
12. No es posible establecer un tiempo óptimo de tratamiento debido a la heterogeneidad de los estudios incluidos.
13. No es posible establecer un tiempo de mantenimiento de las mejoras debido a la heterogeneidad de los estudios analizados.

## 7. **Bibliografía**

1. Loi EC, Buysse CA, Price KS, Jaramillo TM, Pico EL, Hansen AB, et al. Myofascial Structural Integration Therapy on Gross Motor Function and Gait of Young Children with Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Front Pediatr.* 2015;3:74.
2. MacLennan AH, Thompson SC, Gecz J. Cerebral palsy: causes, pathways, and the role of genetic variants. *Am J Obstet Gynecol.* diciembre de 2015;213(6):779-88.
3. Arya BK, Mohapatra J, Subramanya K, Prasad H, Kumar R, Mahadevappa M. Surface EMG analysis and changes in gait following electrical stimulation of quadriceps femoris and tibialis anterior in children with spastic cerebral palsy. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2012;2012:5726-9.
4. Cauraugh JH, Naik SK, Hsu WH, Coombes SA, Holt KG. Children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis on gait and electrical stimulation. *Clin Rehabil.* noviembre de 2010;24(11):963-78.
5. Sankar C, Mundkur N. Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. *Indian J Pediatr.* octubre de 2005;72(10):865-8
6. Agarwal Anil, Verma Indreswhar. Cerebral palsy in children: An overview [Internet]. [citado 28 de mayo de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3872805/>
7. Confederación Aspace - Confederación Aspace [Internet]. [citado 29 de mayo de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.aspace.org/component/content/article/10-confederacion/412-algunos-datos-sobre-la-paralisis-cerebral>
8. Madrigal Muñoz Ana. La parálisis cerebral. Instituto de mayores y servicios sociales. [Internet]. [citado 4 de junio de 2016]. Recuperado a partir de: <http://sid.usal.es/libros/discapacidad/8993/8-4-1/la-paralisis-cerebral.aspx>
9. Fejerman Fernández Álvarez. Neurología pediátrica. En: Neurología pediátrica. 3<sup>o</sup> edición. Panamericana; 2010. p. capítulo 32 pag 429-439.
10. Dra. Karin Kleinsteuber Saa. Parálisis cerebral [Internet]. Revista pediátrica electrónica. Universidad de Chile. [citado 29 de mayo de 2016].

11. Familias ante la parálisis cerebral [Internet]. [citado 29 de mayo de 2016].  
Recuperado a partir de:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1132-05592007000100005](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-05592007000100005)
12. Maria Stokes. Fisioterapia en rehabilitación neurológica. En: Fisioterapia en la rehabilitación neurológica. 2º. Elsevier; 2006. p. capítulo 18 pag 341-342.
13. Pilar Poo Argüelles. Parálisis cerebral infantil. Servicio de neurología. Hospital Sant Joan de Déu, Barcelona, 2008.
14. Grecco LAC, Zanon N, Sampaio LMM, Oliveira CS. A comparison of treadmill training and overground walking in ambulant children with cerebral palsy: randomized controlled clinical trial. Clin Rehabil. agosto de 2013;27(8):686-96
15. Ishihara M, Higuchi Y, Yonetsu R, Kitajima H. Plantarflexor training affects propulsive force generation during gait in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: a pilot study. J Phys Ther Sci. mayo de 2015;27(5):1283-6.
16. Abdel Aziz Al i Sherief. Effect Of Functional Electrical Stimulation on gait in Children With Spastic hemiplegic Cerebral Palsy - 586-1121-1-SM.pdf [Internet]. [citado 28 de mayo de 2016]. Recuperado a partir de:  
[http://www.cu.edu.eg/data\\_journals/5/articles/586/submission/original/586-1121-1-SM.pdf](http://www.cu.edu.eg/data_journals/5/articles/586/submission/original/586-1121-1-SM.pdf)
17. Abd El-Kafy EM, El-Basatiny HMYM. Effect of postural balance training on gait parameters in children with cerebral palsy. Am J Phys Med Rehabil. noviembre de 2014;93(11):938-47.
18. Davids JR, Bagley AM. Identification of common gait disruption patterns in children with cerebral palsy. J Am Acad Orthop Surg. diciembre de 2014;22(12):782-90.
19. Tugui RD, Antonescu D. Cerebral palsy gait, clinical importance. Maedica (Buchar). septiembre de 2013;8(4):388-93.
20. Drużbicki M, Rusek W, Snela S, Dudek J, Szczepanik M, Zak E, et al. Functional effects of robotic-assisted locomotor treadmill therapy in children with cerebral palsy. J Rehabil Med. abril de 2013;45(4):358-63
21. R. Calderón-González, R.F. Calderón-Sepúlveda. Tratamiento de la espasticidad en parálisis cerebral con toxina botulínica. Rev Neurol 2002; 34 (1): 52-5
22. Anttila H, Autti-Rämö I, Suoranta J, Mäkelä M, Malmivaara A. Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: A systematic review. BMC Pediatrics. 2008;8:14.
23. Franki I, Desloovere K, De Cat J, Feys H, Molenaers G, Calders P, et al. The evidence-base for basic physical therapy techniques targeting lower limb function in

- children with cerebral palsy: a systematic review using the International Classification of Functioning, Disability and Health as a conceptual framework. *J Rehabil Med*. mayo de 2012;44(5):385-95.
24. Gharib NM, El-Maksoud GMA, Rezk-Allah SS. Efficacy of gait trainer as an adjunct to traditional physical therapy on walking performance in hemiparetic cerebral palsied children: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. octubre de 2011;25(10):924-34
  25. Wright PA, Durham S, Ewins DJ, Swain ID. Neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy: a review. *Arch Dis Child*. abril de 2012;97(4):364-71.
  26. Park E-Y, Kim W-H. Meta-analysis of the effect of strengthening interventions in individuals with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. febrero de 2014;35(2):239-49.
  27. Kwon J-Y, Chang HJ, Lee JY, Ha Y, Lee PK, Kim Y-H. Effects of hippotherapy on gait parameters in children with bilateral spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. mayo de 2011;92(5):774-9.
  28. Home - PubMed - NCBI [Internet]. [citado 6 de junio de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
  29. Scopus - Document search [Internet]. [citado 6 de junio de 2016]. Recuperado a partir de: <https://www-scopus-com.accedys.udc.es/>
  30. Scopus. En: Wikipedia, la enciclopedia libre [Internet]. 2015 [citado 1 de junio de 2016]. Recuperado a partir de: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Scopus&oldid=82569474>
  31. Physiotherapy Evidence Database, [Internet]. [citado 13 de junio de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.pedro.org.au/>
  32. Biblioteca Cochrane. En: Wikipedia, la enciclopedia libre [Internet]. 2016 [citado 1 de junio de 2016]. Recuperado a partir de: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Biblioteca\\_Cochrane&oldid=90906667](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Biblioteca_Cochrane&oldid=90906667)
  33. Van Peppen RPS, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJM, Van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clin Rehabil*. diciembre de 2004;18(8):833-62.
  34. Wen-jie Fu, Bing-xu Jin, Yong Zhao, Zhen-huan Liu. Clinical study on acupuncture combined with low-frequency electric stimulation for scissor gait in children with spastic cerebral palsy - Springer [Internet]. [citado 28 de mayo de 2016]. Recuperado a partir de: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11726-015-0840-z#page-1>
  35. Johnston TE, Watson KE, Ross SA, Gates PE, Gaughan JP, Lauer RT, et al. Effects of a supported speed treadmill training exercise program on impairment and function for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. agosto de 2011;53(8):742-50.

36. McGibbon NH, Benda W, Duncan BR, Silkwood-Sherer D. Immediate and long-term effects of hippotherapy on symmetry of adductor muscle activity and functional ability in children with spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* junio de 2009;90(6):966-74.
37. Pool D, Elliott C, Bear N, Donnelly CJ, Davis C, Stannage K, et al. Neuromuscular electrical stimulation-assisted gait increases muscle strength and volume in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* mayo de 2016;58(5):492-501.
38. Dodd KJ, Foley S. Partial body-weight-supported treadmill training can improve walking in children with cerebral palsy: a clinical controlled trial. *Dev Med Child Neurol.* febrero de 2007;49(2):101-5.
39. Fowler EG, Knutson LM, Demuth SK, Siebert KL, Simms VD, Sugi MH, et al. Pediatric endurance and limb strengthening (PEDALS) for children with cerebral palsy using stationary cycling: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* marzo de 2010;90(3):367-81
40. Smania N, Bonetti P, Gandolfi M, Cosentino A, Waldner A, Hesse S, et al. Improved gait after repetitive locomotor training in children with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil.* febrero de 2011;90(2):137-49
41. Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* octubre de 2003;45(10):652-7.
42. Chan Nerita N.C, Smtih Andrew W, Kai Lo Sing. Efficacy of Neuromuscular Electrical Stimulation in Improving Ankle Kinetics During Walking in Children with Cerebral Palsy [Internet]. [citado 28 de mayo de 2016]. Recuperado a partir de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1013702509700508>
43. Jung JW, Her JG, Ko J. Effect of Strength Training of Ankle Plantarflexors on Selective Voluntary Motor Control, Gait Parameters, and Gross Motor Function of Children with Cerebral Palsy. *J Phys Ther Sci.* octubre de 2013;25(10):1259-63.
44. Van der Linden ML, Hazlewood ME, Aitchison AM, Hillman SJ, Robb JE. Electrical stimulation of gluteus maximus in children with cerebral palsy: effects on gait characteristics and muscle strength. *Dev Med Child Neurol.* junio de 2003;45(6):385-90
45. Schindl MR, Forstner C, Kern H, Hesse S. Treadmill training with partial body weight support in nonambulatory patients with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* marzo de 2000;81(3):301-6.

46. Damiano DL, DeJong SL. A systematic review of the effectiveness of treadmill training and body weight support in pediatric rehabilitation. *J Neurol Phys Ther.* marzo de 2009;33(1):27-44.
47. Seifart A, Unger M, Burger M. The effect of lower limb functional electrical stimulation on gait of children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther.* 2009;21(1):23-30.