

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE FISIOTERAPIA GIMBERNAT**



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE FISIOTERAPIA  
GIMBERNAT - CANTABRIA**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**EL EFECTO DE LA ORTESIS EN NIÑOS CON  
PARÁLISIS CEREBRAL**

**THE EFFECT OF THE ORTHOSES IN CHILDREN WITH  
CEREBRAL PALSY**

***AUTORA: ANDREA RODRÍGUEZ CRESPO***

***GRADO EN FISIOTERAPIA***

***TUTOR: JUAN IGNACIO GÓMEZ  
IRURETAGOYENA***

***FECHA DE ENTREGA: 9 de JUNIO del 2014***

# ÍNDICE

- Abreviaturas* Pág. 3
- Abstract/ Resumen* Pág. 4
1. **INTRODUCCIÓN** Pág. 5
2. **METODOLOGÍA**
- 2.1 **CRITERIOS DE INCLUSIÓN** Pág. 8
- 2.2 **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN** Pág. 9
- 2.3 **ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA** Pág. 10
- 2.4 **EVALUACIÓN METOLÓGICA** Pág. 13
3. **RESULTADOS**
- 3.1 **ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS** Pág. 15
- 3.2 **SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS** Pág. 24
- 3.3 **TABLA ESQUEMÁTICA DE LOS RESULTADOS** Pág. 25
4. **DISCUSIÓN** Pág. 28
5. **CONCLUSIÓN** Pág. 31
6. **ANEXOS** Pág. 33
- BIBLIOGRAFÍA** Pág. 36

## ABREVIATURAS

- **AFO:** *Ortesis de tobillo-pie, Ankle-Foot Orthoses.*
- **DAFO:** *Ortesis dinámica de tobillo-pie, Dynamic Ankle-Foot Orthoses.*
- **EIAS:** *Espinas iliacas antero superiores.*
- **GMFM:** *Gross Motor Function Measure, Medida de la funcionalidad del movimiento grueso.*
- **GMFCS:** *Gross Motor Function Classification System, Sistema de clasificación de la función motora gruesa.*
- **PC:** *Parálisis cerebral.*
- **PCI:** *Parálisis cerebral infantil.*
- **PEDI:** *Evaluación Pediátrica del Inventario de Discapacidad (Pediatric Evaluation of Disability Inventory).*
- **SAS:** *Sistema de análisis estadístico.*

## **RESUMEN**

**Diseño del estudio:** se realiza una revisión sistemática de los artículos que analizan los diferentes dispositivos ortopédicos en niños con PC.

**Objetivos:** analizar si las ortesis producen efectos beneficiosos en los niños con PC.

**Métodos:** mediante una búsqueda bibliográfica a través de la base de datos Medline y otras bases como la biblioteca cochrane y PEDro, realizamos una selección de los diferentes artículos que cumplan los criterios de inclusión y de exclusión establecidos.

**Resultados:** Solo un artículo sobre el uso de la ortesis dinámica DAFO muestra mejoras. Dos artículos que valoran la ortesis de tobillo-pie AFO se contradicen en los resultados. Por lo tanto, se requiere más investigación para poder ver la efectividad de estos dispositivos.

**Conclusiones:** Se necesita más investigación sobre la efectividad de estos dispositivos. Las ortesis no son beneficiosas para todos los niños con PC por lo que se requiere una valoración previa de las necesidades propias de cada paciente, de esta manera se podrán establecer objetivos claros, y bien definidos.

## **ABSTRACT**

**Research design:** A systematic review is realised about the articles which analyse the different orthopedics devices in children with cerebral palsy.

**Objectives:** analysing if orthoses produce beneficial effects in children with cerebral palsy.

**Methods:** Through a bibliographical research using Medline database and other databases such as Cochrane and PEDro libraries, we select different articles which accomplish the inclusion and exclusion established criteria.

**Results:** Only one of the articles about the use of a dynamic orthoses shows improvements. Two articles which value Ankle Foot Orthoses contradict themselves in the results. Therefore, it is required more investigation in order to see the effectiveness of those devices.

**Conclusions:** A deeper investigation about the effectiveness in the devices is needed. The orthoses are not beneficial, so it is required a previous valuation of the suitable needs of each patient. In this way clear objectives will be established and well defined.

**Palabras clave:** “cerebral palsy”, “orthotic devices”, “orthoses”, “foot orthoses”, “pediatrics”.

## 1. INTRODUCCIÓN

*La parálisis cerebral (PC) es el trastorno neurológico más común en los niños produciéndose en 3 de cada 1000 recién nacidos en los países desarrollados [7,14], representando la causa más común de discapacidad física en la infancia y que se asocia con una lesión de la motoneurona superior que ocurre en el cerebro inmaduro [3]. Se define como un "Grupo de alteraciones permanentes del movimiento y la postura que limitan la actividad, debidas a trastornos no progresivos ocurridos durante el desarrollo cerebral del feto o el niño pequeño (desde el periodo embrionario hasta los 3 años). Los trastornos motores se acompañan frecuentemente de alteraciones sensoriales, perceptivas, cognitivas, de la comunicación, de la conducta, de epilepsia y de problemas musculoesqueléticos secundarios" (Bax et al, 2005) [20,22].*

*La etiología de la PC es muy diversa y multifactorial. La causas pueden ser congénitas, genéticas, inflamatorias, infecciosas, anóxica, traumáticas y metabólicas. El daño cerebral puede ser prenatal, perinatal o postnatal dependiendo del momento de aparición [1]. La prematuridad es, hoy en día, una causa importante de PC, 5-80/1000 nacidos vivos [14] junto con el retraso del crecimiento intrauterino (CIR) en los niños a término [23,18].*

*Desde el punto de vista tradicional y clínico resulta útil clasificar la PC en función de su tipo, distribución y gravedad. El tipo se divide según el tipo de alteración: espástica, discinésia, atáxica e hipotónica. La distribución más común suele ser: monoplejía, hemiplejía, diplejía, triplejía y cuadriplejía. En la mayoría de los estudios, diplejía es la forma más común de parálisis cerebral (30% - 40%), la hemiplejía el 20% - 30%, y la cuadriplejía que representa el 10% - 15% [15].*

*Las presentaciones más frecuentes son:*

- *Hemiplejía espástica: lesión de un lado del cuerpo principalmente las extremidades superiores. Suele ocurrir en el 56% de los recién nacidos a término y el 17% de los recién nacidos prematuros [23].*
- *Diplejía espástica: afectación de las extremidades inferiores y afectación escasa o nula de*

*las extremidades superiores.*

- *Cuadriplejia espástica: el tipo más grave, afectando a las 4 extremidades y con mayor frecuencia se producen deficiencias cognitivas [12].*

*La gravedad de la PC se puede clasificar en función de la Gross Motor Function Classification System (GMFCS), un sistema de 5 niveles que divide a los niños en función de la gravedad de la afectación motora según la edad, la capacidad motora y la utilización de dispositivos tecnológicos de ayuda (Palisano et al 1997).*

*La lesión neurológica retrasa el desarrollo de los patrones normales de movimiento, lo que se traduce a menudo en la adopción de posturas asimétricas y amplitud de movimiento limitada. Esto determina lesiones como desequilibrios entre los grupos musculares, deformidades de las articulaciones y los huesos. El desarrollo de deformidad guarda relación con la actividad motora del niño que se asocia a patrones de deformidad. Según la clasificación anterior, veamos las deformidades típicas:*

- *Hemipléjicos: se instauran deformidades como el pie equino varo y la posición del miembro superior suele estar en aducción y rotación interna. Este tipo de PC se caracteriza por tener una marcha espástica.*
- *La diplejia espástica presenta una típica marcha en tijera como consecuencia de la hipertonia de los aductores del muslo. También puede presentar una hiperextensión de la rodilla para compensar la tensión del tendón de aquiles. Como consecuencia de estas tensiones se puede llegar a formar una cifosis, consecuencia de la tensión en los isquiotibiales o la hiperlordosis como mecanismo compensador [17].*
- *Las deformidades que se producen en los pacientes con PC cuadripléjica incluye las descritas en los anteriores tipos de parálisis y el alto riesgo de subluxación o luxación de cadera. La escoliosis también es muy frecuente en estos pacientes [11].*

*Las deformidades esqueléticas que se pueden producir como consecuencia de los distintos*

tipos de PC hay que intentar evitarlas con el mayor esfuerzo posible mediante el tratamiento conservador siendo aveces casi imposible evitar el tratamiento quirúrgico. El término ortesis es la traducción del término "orthosis", deriva del griego y significa poner recto.

Los objetivos de las ortesis son:

- adecuarse a las necesidades biomecánicas del paciente, para sustituir las funciones articulares o las deficiencias musculares.
- conseguir alinear la extremidad y reducir las deformidades o evitarlas.

Desde hace ya tiempo las ortesis han comenzado a utilizarse con objetivos preventivos y son muy utilizados en la rehabilitación de estos niños para evitar la estructuración de las deformidades y para facilitar la marcha (Tabla 1. Tipos de ortesis).

<i>ORTESIS DE MIEMBRO INFERIOR</i>	<i>ORTESIS DE MIEMBRO SUPERIOR</i>	<i>ORTESIS DE COLUMNA</i>
<i>FO. Ortesis de pie</i>	<i>HO. Ortesis de mano</i>	<i>CO. Ortesis cervical</i>
<i>KO. Ortesis de rodilla</i>	<i>WO. Ortesis de muñeca</i>	<i>TO. Ortesis torácica</i>
<i>HO. Ortesis de cadera</i>	<i>EO. Ortesis de codo</i>	<i>LO. Ortesis lumbar</i>
<i>AFO. Ortesis de tobillo y pie.</i>	<i>SO. Ortesis de hombro</i>	<i>SIO. Ortesis sacroiliaca</i>
<i>KAFO. Ortesis de rodilla, tobillo y pie.</i>	<i>WHO. Ortesis de mano y muñeca</i>	<i>LSO. Ortesis lumbosacra</i>
<i>HKAFO. Ortesis de control de las articulaciones de cadera, rodilla, tobillo y pie.</i>	<i>EWHO. Ortesis de mano, muñeca y codo</i>	<i>TLSO. Ortesis toracolumbosacra</i>
	<i>SEWHO. Ortesis de mano, muñeca, codo y hombro</i>	<i>CTLSO. Ortesis cervicocolumbosacra</i>

*Tabla 1. Tipos de ortesis*

Las ortesis pueden actuar de diferentes formas, libres cuando no controlan el movimiento, asistidas cuando ayudan al movimiento, con movimiento restringido o fijas. El problema principal que existe con la aplicación y uso de ortesis es que deben ser fabricadas a medida, y no existen estándares adecuados, especialmente en nuestro medio, por falta de formación específica de los

técnicos ortoprotésicos. Las ortesis son más efectivas y beneficiosas si los objetivos funcionales por los que se colocan están perfectamente establecidos ya que el tipo de ortesis depende de las necesidades biomecánicas y de los objetivos funcionales de cada individuo [30].

En esta revisión analizaremos si el efecto de la ortesis es beneficioso en niños con mucha tendencia a las deformidades, niños con parálisis cerebral.

## **2. METODOLOGÍA**

El objetivo de la revisión es hacer una recogida de ensayos clínicos aleatorizados y realizar un análisis de los resultados.

Nos centraremos en la recogida de artículos de niños con parálisis cerebral que utilicen dispositivos ortopédicos para verificar el beneficio o no de dichos dispositivos.

### **2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- **Tipos de estudios.** Los estudios aceptados en la búsqueda de esta revisión serán solo ensayos clínicos aleatorios, de esta manera se disminuye el sesgo de selección.
- **Tipos de participantes** Los participantes incluidos en la revisión son niños y adolescentes entre edades comprendidas de 2-18 años con parálisis cerebral. No incluiremos en el estudio niños con fracturas o subluxaciones, que no puedan cooperar por trastorno en las funciones mentales superiores, hayan hecho uso de la toxina botulínica o tenido alguna operación recientemente ya que podría falsear el resultado de los estudios.
- **Tipos de intervención.** Se registraron ensayos clínicos aleatorios que ejecutaran un análisis del uso de dispositivos ortopédicos.
- **Idiomas:** solo se aceptaran artículos en español y en inglés.
- **Año de publicación:** incluiremos artículos con 10 años de antigüedad (2004-2014), así la información sera lo más actualizada posible.

- ***Tipos de medidas de resultados***

*Las medidas de resultado principalmente aceptadas fueron:*

- *Sistema de clasificación de la función motora gruesa (Gross Motor Function Classification System, GFMCS)*
- *Medida de la funcionalidad del movimiento grueso (Gross Motor Function Measure, GMFM)*
- *Características de la marcha: parámetros espaciotemporales (velocidad, longitud del paso, cadencia, tiempo de doble apoyo): análisis computarizado de la marcha, velocidad de marcha independiente medida en una distancia corta.*
- *Evaluación Pediátrica del Inventario de Discapacidad (Pediatric Evaluation of Disability Inventory, PEDI)*

## ***2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN***

*Los criterios de exclusión establecidos para esta revisión son los siguientes:*

- *Publicaciones que no fueran ensayos clínicos, como por ejemplo revisiones sistemáticas, estudios experimentales...*
- *Estudios en los que la población estudiada no estuviera bien definida.*
- *Estudios cuya intervención no estuviera dentro del campo de la fisioterapia, tales como: medicina, enfermería....*
- *Estudios que no aportaran resultados.*
- *Estudios en los que la lectura del resumen no correspondiera con el tema seleccionado.*
- *Estudios publicados antes del 2004.*
- *Estudios que no superen la puntuación establecida de la escala CASPE, > 6 puntos.*

*Una vez establecidos los criterios de búsqueda, continuaremos con la búsqueda de artículos.*

### **2.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

*La duración de la exploración de los ensayos fue durante el mes de marzo de 2014. La búsqueda fue llevada a cabo en diferentes bases de datos:*

- *Medline*
- *Pedro*
- *Cohrane*

*Se revisaron los artículos citados en el sistema de referencias Medline a través de Internet. La base de datos por excelencia fue Medline, encontrando los mismos artículos en el resto de las bases de datos, por lo que los artículos hallados en *pedro* y en *cohrane* no fueron útiles o por similitud o falta de rigor en los artículos al analizarlos con la escala.*

*Los términos Mesh utilizados fueron:*

- *cerebral palsy*
- *orthotic devices*
- *foot orthoses*
- *orthoses*
- *pediatrics*
- *child*

*La primera búsqueda en Medline fue investigada con los términos "Orthotic Devices"[Mesh] AND "Cerebral Palsy"[Mesh]. Los resultados encontrados fueron 270 artículos. Al añadir los filtros de búsqueda para que la investigación fuese más detallada se obtuvieron 41 ensayos clínicos aleatorios. Por otra parte se introdujo el filtro de fecha de publicación siendo solo aceptados ensayos desde el 2004 al 2014, se obtuvieron 28 artículos.*

*De los 28 artículos hallados en la anterior búsqueda solo fueron utilizados 4. El motivo para descartar el resto de artículos fue tras leer el título, tras leer el resumen o al pasar la escala. A 10 de ellos se podía acceder de manera gratuita y solo fueron utilizados 2. 18 tenían disponible*

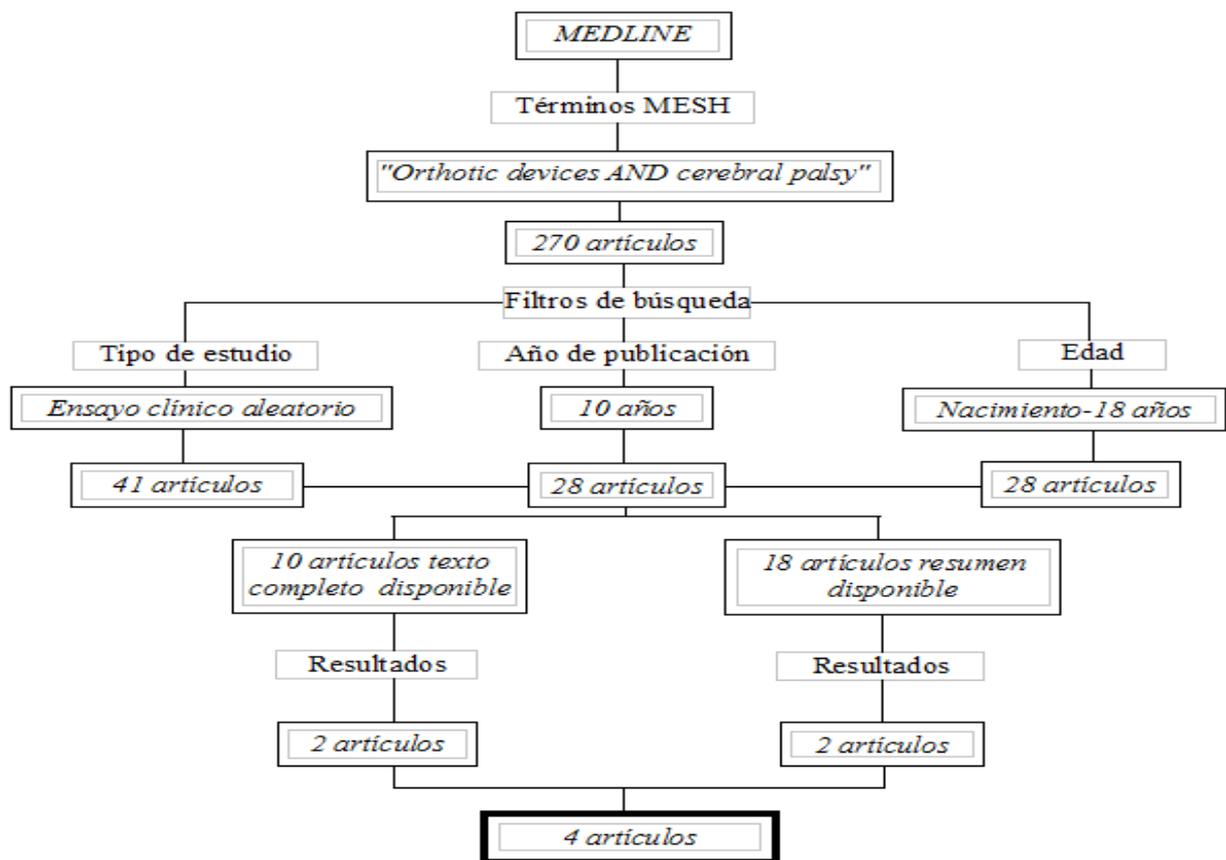
*el resumen y solo fueron de interés dos. Se mandaron cartas a los editores solicitando el envío del escrito (Esquema 1. Búsqueda metodológica).*

*La segunda búsqueda fue manejada con los términos "Orthotic Devices"[Mesh] AND "Pediatrics"[Mesh]. El resultado fue de 21 artículos. Fueron incluidos los mismos filtros utilizados en la primera búsqueda. El resultado fue 1 ensayo y tras leer el título y el resumen fue de nuestro interés y fue válido para la revisión tras pasar la escala (Esquema 2. Búsqueda metodológica).*

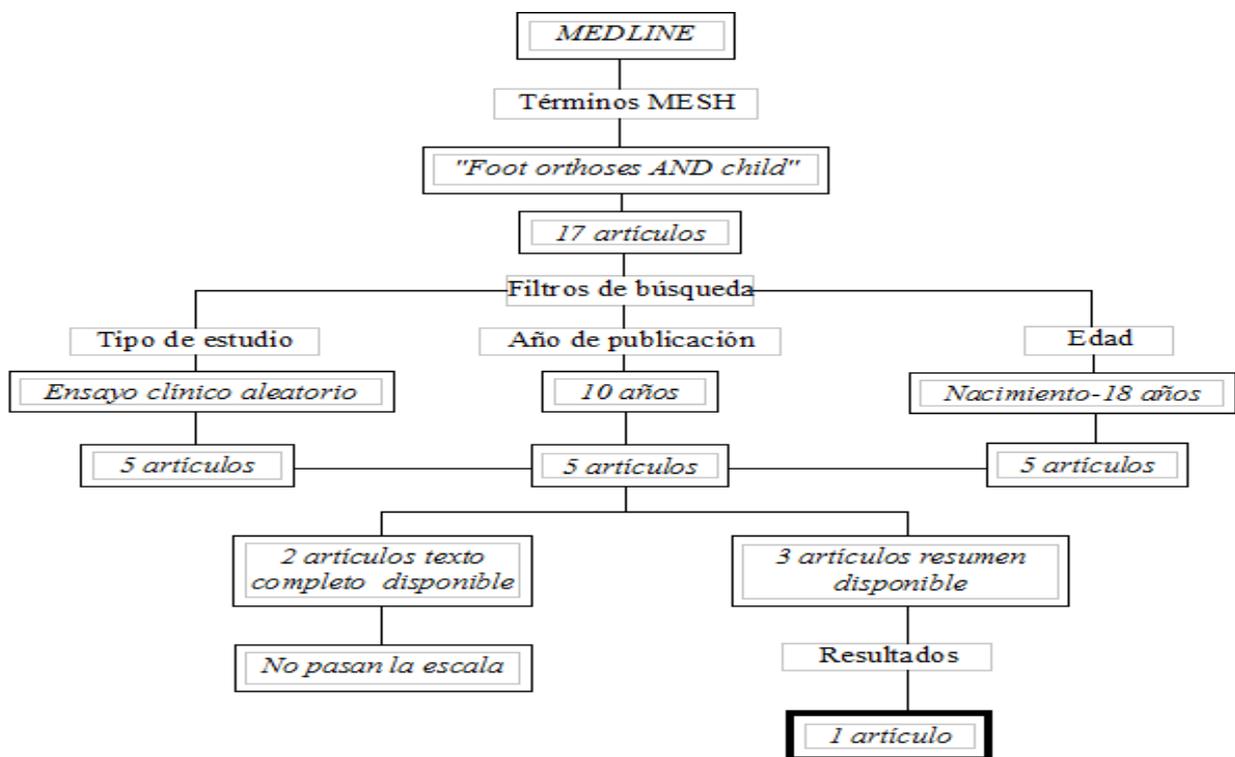
*En la última búsqueda se utilizaron los términos "Foot Orthoses"[Mesh] AND "Child"[Mesh]. La búsqueda sin filtros dio 17 artículos y al introducir los filtros de búsqueda se obtuvieron 5 ensayos. Dos de ellos, "free full text", no pasaron la escala. Los tres restantes solo estaba a disposición el "abstract available" y se mandaron las correspondientes cartas a los editores y solo fue conseguido un artículo (Esquema 3. Búsqueda metodológica).*

*Con los mismos términos de la búsqueda en Medline el resultado en Pedro fue uno ya recogido en Medline. Utilizando los términos "orthoses and cerebral palsy" los resultados fueron 47 artículos de los cuales 14 fueron desechados por ser revisiones sistemáticas. A continuación, introducimos los filtros de búsqueda y los resultados obtenidos no son de interés.*

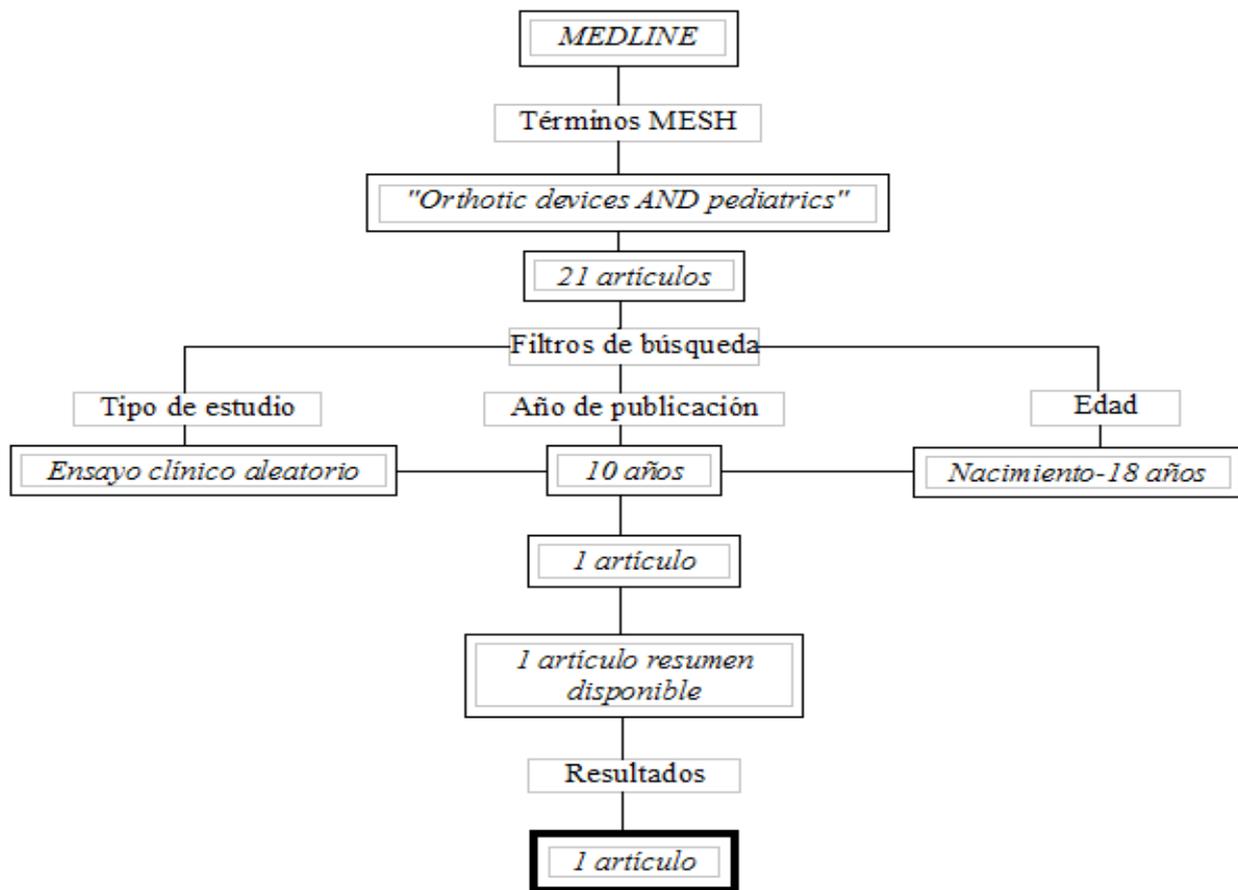
*En la Biblioteca Cochrane Plus los términos usados fueron "orthotic devices and cerebral palsy". Se obtuvieron 15 resultados de los cuales 4 ya habían sido recogidos en Medline el resto fueron desechados tras leer el título o tras leer el resumen. Otro término utilizado fue orthotic and cerebral palsy y se hallaron 5 artículos que tampoco fueron de utilidad para esta revisión.*



Esquema 1. Búsqueda metodológica



Esquema 2. Búsqueda metodológica



Esquema 3. Búsqueda metológica

## 2.4 EVALUACIÓN METODOLÓGICA

Tras realizar la selección de los títulos y los resúmenes de las búsquedas electrónicas se decidió qué estudios cumplieran potencialmente con los criterios de inclusión. Aquellos trabajos que cumplieran con los criterios de inclusión fueron analizados a texto completo, con objeto de determinar su relevancia. Ya determinados los artículos que cumplieran con los criterios de inclusión, se procedió a la evaluación de su calidad metodológica mediante la escala cASPE de 10 ítems (Tabla 2. Escala cASPE). Para que los ensayos sean válidos e incluidos en esta revisión deberán puntuar un mínimo de 6 puntos cada artículo.

<i>Autor, año</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>TOTAL</i>
<i>Druzicki et al, 2013 [10]</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>NS</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>7</i>
<i>Bailes, 2011 [2]</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NS</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NS</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>8</i>
<i>Bjornson, 2006 [5]</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NS</i>	<i>NO</i>	<i>NS</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NS</i>	<i>7</i>
<i>Degelean et al, 2012 [9]</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NS</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>NO</i>	<i>8</i>
<i>Rha, 2010 [19]</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NS</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NS</i>	<i>8</i>
<i>Bennett , 2011 [4]</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>SI</i>	<i>NO</i>	<i>9</i>

*Tabla 2. Escala cASPE. \*NS: no se.*

- 1. La pregunta del ensayo debe definirse en términos de la población, la intervención realizada y los resultados considerados.*
- 2. ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?*
- 3. ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en el?*
- 4. ¿Se mantuvieron ciegos al tratamiento los pacientes, los clínicos y el personal del estudio?*
- 5. ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?*
- 6. ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?*
- 7. ¿Es muy grande el efecto del tratamiento?*
- 8. ¿El efecto tiene buena precisión?*
- 9. ¿Pueden aplicarse los resultados en tu medio o población local?*
- 10. ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?*
- 11. Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?*

### 3. RESULTADOS

*Tras la selección y el intento de contactar con los autores para solicitar los artículos, fueron utilizados para esta revisión 6 estudios cuyos resultados se muestran a continuación.*

#### 3.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

##### **ESTUDIO 1: EFECTOS FUNCIONALES DE LA TERAPIA CAMINADORA ROBÓTICA-ASISTIDA EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL [10].**

*El estudio evaluó la mejora de la marcha en niños con PC dipléjica espástica mediante el uso de lokomat. Se dividió en: un grupo experimental formado por 26 niños y un grupo control formado por 9 niños entre 6 y 13 años.. El grupo control al inicio eran 26 participantes pero 17 abandonaron el proyecto por diversas razones.*

*Se analizó la marcha a los niños antes y después del uso de lokomat mediante el Sistema de Análisis de Movimiento BTS, se analizaron los parámetros temporo-espaciales y cinemáticos de la marcha.*

*Se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparar los parámetros temporo-espaciales y cinemáticos y las diferencias entre los grupos se evaluó con la prueba U de Mann-Whitney no paramétrico. El nivel de correlación se analizó con el coeficiente de correlación de Spearman y el nivel de significación estadística fue  $p \leq 0.05$ .*

*Los dos grupos no difirieron significativamente en los parámetros de la marcha. Al final del programa la fase de apoyo fue mayor en la extremidad inferior izquierda. La diferencia entre las mediciones iniciales y finales en ambos grupos fue estadísticamente insignificante ( $p=0.9262$ ).*

*Después de que se completó el programa, se encontró que la velocidad media de la marcha había aumentado ligeramente en los grupos, con mayor aumento en el grupo de control [grupo experimental: SD (desviación estándar)= 0.36 (0.18); grupo control: SD=0.39 (0.18)  $p=0.7247$ ].*

*La mejora en la velocidad media de la marcha no difirió significativamente entre los grupos ( $p = 0,5905$ ).*

*El rango de movimiento se redujo ligeramente en ambos grupos, y la diferencia media no fue significativa ( $p=0,8676$ ). Hubo una mejora significativa en la flexión cadera ( $p=0,0065$ ).*

*Por otro lado, se observaron una serie de relaciones estadísticamente significativas entre el rango de movimiento en las articulaciones de la cadera y los parámetros temporoespaciales. Una débil correlación positiva se muestra entre el valor medio de la aducción de la articulación de la cadera derecha en la fase contacto inicial y en la longitud de la fase de apoyo sobre la extremidad inferior izquierda ( $r=0,48$ ,  $p=0,0033$ ) y la duración de la fase de doble apoyo ( $r= 0,47$ ,  $p = 0,0048$ ).*

*Se demostró que, cuando el valor medio de la aducción disminuyó, el valor medio de la marcha aumentó ( $r=-0,53$ ,  $p = 0,0011$ ). En el grupo experimental cuando aumentó el rango de movimiento de la cadera aumentó la velocidad de la marcha ( $r=0,48$ ,  $p =0,0035$ ) y la longitud del paso. ( $r= 0,62$ ,  $p= 0,0001$ ). Una relación significativa en el grupo control fue entre el rango de movimiento de la articulación de la cadera en el plano sagital y la longitud del paso ( $r=0,68$ ,  $p=0,0000$ ).*

## **ESTUDIO 2: EL EFECTO DEL THERASUIT DURANTE UN PROGRAMA DE TERAPIA INTENSA EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL [2]**

*Un estudio formado por 20 niños de entre 3-8 años analiza los efectos que produce en la función motora de los niños con PCI una terapia intensa con therasuit. El proyecto se realizó 4 horas diarias, 5 días a la semana durante 3 semanas y al final de la terapia a cada niño se le dio un programa individualizado de ejercicios en casa para llevar a cabo no más de 1 hora todos los días de las semanas hasta la 9ª semana. Durante la terapia abandonó un niño del grupo control pero se tuvieron en cuenta los datos estadísticos.*

*Se llevaron a cabo 3 evaluaciones (sin el traje, a las 4 semanas y a las 9 semanas) y en cada una de ellas se midió el peso, la GMFM-66 y la PEDI (Pediatric Evaluation of Disability Inventory). Las medidas de resultados fueron GMFM-66, PEDI y la satisfacción de los padres. Fue necesario usar las pruebas t de Student y las pruebas exactas para comparar las mediciones demográficas y basales de los grupos experimentales y de control. Todo fue analizado estadísticamente mediante el Sistema de Análisis Estadístico y el nivel de significación fue  $p < 0,05$ .*

*Mediante medidas repetidas de ANOVA se calcularon:*

- las diferencias de GMFM - 66 y PEDI dentro y entre los grupos a medida que pasa el tiempo,*
- el tamaño del efecto entre los grupos para GMFM - 66 y PEDI y*
- el cambio de peso para cada grupo.*

*Los tamaños del efecto se calcularon y se interpretaron así:*

- pequeño 0,20 a 0,50,*
- moderado 0,50 a 0,80,*
- superior a 0.80.*

*No se encontraron diferencias significativas entre los grupos al inicio del estudio. Las medidas GMFM - 66 y PEDI muestran mejoras a través del tiempo. Entre los grupos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en GMFM - 66 ni en PEDI. Un pequeño tamaño del efecto negativo se encontró en la escala asistencia al cuidador (Carigiver Assistance, CA) y en el dominio movilidad (Mobility) (-0,37). El resto de los tamaños del efecto fueron pequeños y positiva. Dentro de los grupos mostraron diferencias significativas. El grupo de control mostró mejoras en el GMFM - 66 en la semana 9 frente al inicio, "baseline" (línea base),  $p = .0364$  (0.12-3.24). El grupo experimental demostró diferencias significativas en 4 de las medidas de resultados:*

- GMFM -66: 9º semana-línea de base  $P = .0026$  (0.86-3.43)  $P = .0436$  (0.07-4.35)*

- *PEDI:*
  - *Escala habilidades funcionales (Functional Skills,FS), dominio cuidado personal (Self-care): 9º semana-línea de base P = .0436 (0.07-4.35)*
  - *Escala asistencia al cuidador (CA), dominio cuidado personal:*
    - *4º semana-línea de base P = .0419 (0.11-5.09)*
    - *9º semana- línea de base p= .0152 (0.70-5.68)*
  - *Escala habilidades funcionales, dominio movilidad:*
    - *9º semana- línea de base P = .0058 (1.08-5.44)*
    - *9º semana- 4º semana P = .0324 (0.23-4.59)*

*El peso aumentó significativamente en todos los puntos de tiempo y en ambos grupos.*

*Se enviaron 19 cuestionarios de satisfacción (Tabla 3 . Satisfacción de los padres) y todos los padres informaron que sus hijos presentaban algún malestar durante el programa. Cuando se preguntó a los padres si pensaban que el traje ayudó a sus hijos, 4 los padres en el grupo de control respondieron no y 5 de los padres no estaban seguros.*

*Por el contrario, 3 en el grupo de tratamiento estaban seguros y 7 en el grupo de tratamiento respondieron que sí. Además, 17 padres informaron que iban a inscribir a sus hijos en el programa de nuevo y 2 estaban dudando por que el programa era muy intenso( uno de cada grupo).*

	EXAMEN DE SATISFACCIÓN			
	9 PADRES del GRUPO CONTROL		10 PADRES del GRUPO EXPERIMENTAL	
	SI	NO	SI	NO
MALESTAR	9		10	
¿EL TRAJE AYUDA?		9	10	
	*5 no estaban muy seguros de la efectividad		*3 estaban seguros	

*Tabla 3 . Satisfacción de los padres*

**ESTUDIO 3: EL EFECTO DE LA ORTESIS DINÁMICA TOBILLO-PIE (DAFO) EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL [5].**

*Este estudio aleatorizado fue realizado para comprobar los efectos a corto plazo de este dispositivo dinámico con flexión plantar libre en lo referente a la bipedestación, el gateo o la posición de rodillas, la marcha, la carrera y el salto en 23 participantes.*



***Imagen estudio 3. DAFO con flexión plantar libre***

*Estos fueron evaluados utilizando el sistema GMFM en dos ocasiones a lo largo del mismo día, una con los dispositivos y otra sin ellos. Para medir los porcentajes de los resultados obtenidos se utilizaron las escalas GMFM-88 y GMAE/GMFM-66 (Gross Motor Ability Estimator), escala derivada de GMFM-88.*

*Por otra parte, la recogida de datos incluía aquellos criterios demográficos y antropométricos; conteniendo así la edad, la altura, el peso, la medición de ambas extremidades inferiores (desde la EIAS hasta el maléolo interno) y el nivel GMFCS. Los resultados fueron comparados a través de los siguientes test: prueba de Wilcoxon, coeficiente de correlación de Spearman, prueba de Kruskal-Wallis, prueba U de Mann-Whitney.*

*El acierto por parte de los fisioterapeutas en llevar o no el dispositivo ortopédico no fue significativamente positivo. Las marcadores porcentuales para todas las dimensiones de GMFM fueron significativamente mayores en los pacientes que usaban DAFO  $p < 0.001$ .*

*La relación entre la edad, el peso y la talla no presentaba cambios importantes en cuanto a la puntuación en la evaluación de la bipedestación de la escala GMFM. La bipedestación se correlacionó negativamente con la edad ( $r = -0.21$ ), mientras la diferencia en la longitud de las piernas tenía correlación con el total del GMFM ( $r = 0,42$ ,  $p = 0,045$ ) y en concreto con la marcha,*

la carrera y el salto ( $r = 0,36$ ,  $p = 0,09$ ). Las puntuaciones en GMFM-88 y GMFM-66 fue significativamente mayor para los que caminaban sin DAFO  $p < 0,05$  (niveles GMFCS 1 y 2) en comparación con los niños que utilizan dispositivos de asistencia. En general, los cambios fueron significativamente mejores en aquellos niños ambulantes autónomos por delante de los que utilizaban dispositivos de asistencia.

#### **ESTUDIO 4: EFECTO DE LAS ORTESIS DE TOBILLO-PIE (AFO) EN EL CONTROL DEL EQUILIBRIO EN BIPEDESTACIÓN EN NIÑOS CON PCI BILATERAL ESPÁSTICA [9]**

El estudio se realizó con 43 participantes repartidos de la siguiente manera: 21 pacientes con PC espástica bilateral en el grupo experimental y 22 niños con desarrollo normal en el grupo control.

Los sujetos fueron instruidos para estar de pie descalzos sobre una plataforma con los brazos colgando a los lados durante 20 segundos los más quietos posibles y se evaluó a los pacientes en la plataforma con un sistema de captación dual de fuerzas, a través de las cuales obtenemos la información del peso ejercido por parte de las extremidades de manera separada.

En el análisis de CoP (sensor de presión) se testaban tanto el peso ejercido en cada lado de la plataforma como los mecanismos de control postural realizados por cada extremidad. Esta estabilidad postural se midió mediante tres parámetros:

- el desplazamiento medio-lateral (ML),
- anterior-posterior (AP),
- longitud del paso por segundo.

A su vez, se midieron y se representaron en las 3 coordenadas la contribución del tobillo, la cadera y la rotación del cuerpo sobre el eje transversal, a través de método de Winter y Ferdjallah. Esto último se hizo con objeto de excluir los efectos del control de la cadera sobre la bipedestación, para así fijarnos más en el control ejercido por parte del tobillo. A través del coeficiente de

correlación de Pearson, se calculó la relación entre los parámetros de desplazamiento ML, AP y longitud de paso por segundo y su contribución en el control postural.

El análisis estadístico se realizó con el software SAS. Se utilizó la prueba t para comparar los parámetros de estabilidad postural y los coeficientes de correlación de los niños con parálisis cerebral espástica a las de los niños con desarrollo normal. Para todas las pruebas, los valores de  $p < 0,05$  se consideraron estadísticamente significativos.

Los valores en el desplazamiento AP, ML y longitud del paso por segundo eran significativamente mayores en niños con PCI frente a los de desarrollo normal. Se demostró que los niños con PCI que hicieron la prueba descalzos mostraban un peor control del equilibrio por parte de los mecanismos de control postural de la cadera, de la rotación del cuerpo sobre el eje transversal y del tobillo, en comparación con los que presentaban un correcto desarrollo. Sin embargo, el control de los desplazamientos medio-laterales por parte del mecanismo de control postural del tobillo se vieron significativamente mejorados en los niños con PCI que llevaban el dispositivo ortopédico, siendo negativo en cuanto a las mejoras sobre los mecanismos de control postural de la cadera y la rotación transversal. En lo referente al control del desplazamiento AP, no hubo mejorías significativas entre los que usaban AFO y los que iban descalzos.

#### **ESTUDIO 5: EFECTO DE LAS ORTESIS DE TOBILLO-PIE EN EL BALANCEO DEL TRONCO Y LA COORDINACIÓN INTERSEGMENTARIA DEL MIEMBRO INFERIOR EN LOS NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL BILATERAL [19].**

El estudio se formó por 20 niños con PC dipléjica espástica y 20 niños sanos en el grupo control. Los niños fueron instruidos para andar lo más natural posible a través de un pasillo de 8 metros a una velocidad cómoda, mirando hacia adelante. Se hicieron 5 ensayos caminando descalzos y 5 ensayos caminando con el AFO.

*Se utilizó el analizador de SMART para el cálculo de medidas estabilizadoras del tronco. Se calcularon los movimientos del tronco con respecto a la vertical en los planos sagital y frontal y la velocidad angular en los planos frontal y sagital.*

*Se calcularon los ángulos de elevación del muslo, pierna y el pie descritos en el plano sagital (imagen anexos 6.11):*

- *$\alpha T$  (thigh, muslo)*
- *$\alpha S$  (shank, pierna)*
- *$\alpha F$  (foot, pie)*

*Los grupos fueron comparados mediante exámenes paramétricos. Dos simples t-test fueron utilizados para evaluar las diferencias entre dos grupos con  $p < 0,05$ .*

*Los niños con PC mostraron una mayor excursión del tronco y la velocidad angular en el plano sagital y frontal en comparación con el grupo de control. Caminando con AFO:*

- *aumentaron los desplazamientos sagital y frontal*
- *aumentó la velocidad angular frontal*
- *disminuyó la velocidad angular en el plano sagital*

*en los niños con parálisis cerebral y en el grupo control.*

*Los niños con PC mostraron significativamente mayor  $\alpha T$  y un menor  $\alpha S$  y del  $\alpha F$  cuando caminaban descalzos en comparación con el grupo control.*

*En los niños con PC con AFO aumentó el  $\alpha S$  y disminuyó el  $\alpha F$  en comparación con los niños con PC que iban descalzos, mientras que los controles mostraron aumentos significativos en tanto  $\alpha T$  y  $\alpha S$ , y una disminución en  $\alpha F$ .*

*El análisis principal de los componentes de la coordinación intersegmentaria de la extremidad inferior mostró una diferencia significativa en la varianza del PC3 entre el grupo control y el grupo PC caminando descalzos. El porcentaje de varianza mostrados por PC1 y PC2 ( que refleja la forma del trayectoria de la marcha ) se modificaron marcadamente al caminar con*

el AFO en niños con PC : PC1 cambió de  $74,89 \pm 5,4$  a  $77,29 \pm 5,9$  ( $p = 0,01$ ) y PC2 de  $24,62 \pm 5,6$  a  $22,39 \pm 5,8$  ( $p = 0,01$ ).

	<i>Barefoot</i>	<i>AFO</i>
<i>Varianza de PC1 (%)</i>	<b><math>74.89 \pm 5.4</math></b>	<b><math>77.29 \pm 5.9</math></b>
<i>Varianza de PC2 (%)</i>	<b><math>24.62 \pm 5.6</math></b>	<b><math>22.39 \pm 5.8</math></b>
<i>Varianza de PC3 (%)</i>	<b><math>0.47 \pm 0.3</math></b>	<b><math>0.31 \pm 0.4</math></b>

Tabla 4. Porcentaje de varianza PC1, PC2 y PC3

PC3 no fue estadísticamente diferente para los niños con PC que caminan con AFO ( $0,47 \pm 0,3$  caminar descalzo,  $0,31 \pm 0,4$  caminando con AFO).

#### **ESTUDIO 6: LOS EFECTOS DE LA ORTESIS TOBILLO-PIE AFO EN LA RECUPERACIÓN DE ENERGÍA Y EL TRABAJO DURANTE LA MARCHA EN NIÑOS CON PC [4].**

Se analizaron 21 niños con PC dipléjica espástica, 11 niños con AFOs que bloquean la flexión plantar y 10 niños con AFOs sólidos.

Los sujetos caminaron a velocidad normal mientras se recogían los datos cinemáticos con el sistema Vicon (sistema de captura del movimiento) que capturó 5 pasos en cada ensayo, fueron dos, y se utilizaron para calcular la energía cinética, la potencial y el trabajo mecánico. El sistema Vicon permitió la captura de dos a cinco pasos en cada ensayo.

Las principales medidas que se llevaron a cabo fueron el trabajo mecánico, el porcentaje de recuperación, la fase relativa entre las curvas de energía potencial y cinética, y la variación de un punto a otro de la energía potencial y cinética y su relación. Además se analizó la longitud de la zancada, la velocidad al caminar, y la normalización de la excursión vertical del centro de masas. El tamaño del efecto se calculó restando los medios de medida de resultado con y sin las AFO y dividiéndolos por la desviación típica de la diferencia de puntuaciones. Se utilizó la prueba Shapiro-Wilk para verificar que los datos se distribuyen normalmente. Se utilizó un nivel de significación de  $p < 0,01$ .

*Hubo un aumento en la recuperación de energía con el uso AFO pero no disminuyó el trabajo al caminar. Con el uso de AFO:*

- aumentó la longitud de la zancada [sin AFO (0,94(0,15), con AFO (1,06 (0,17);  $p < 0,001$ )] y hubo una tendencia al aumento de la velocidad de la marcha [ sin AFO (1,01(0,16), con AFO (1,10 (0,21);  $p < 0,016$ ).*
- aumentó la variación de la energía cinética y la excursión vertical del centro del masas ( $p < 0,01$ ). Sin embargo, no hubo cambios en la normalización de la excursión vertical del centro de masas [sin AFO= 0,86(0,24), con AFO (0,82(0,23);  $p=0.5$ ]*

### **3.2 SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS**

*Al sumar las muestras de los 6 artículos incluidos en esta revisión se obtiene que el número de participantes en total es 199 niños con PC con diferentes niveles GMFM. De ellos, 18 abandonaron por diferentes motivos, quedando como participantes 181 niños con PC que participan en los estudios, con edades comprendidas desde los 12 meses años hasta los 18 años, ambos incluidos. A la hora de seleccionar a los participantes para los estudios se tuvieron en cuenta una serie de requisitos: estar diagnosticados mediante diferentes escalas como la GMFM, que no hubieran sido tratados antes con la ortesis a evaluar o con otros tratamientos como con toxina botulínica*

*Todos los participantes fueron tratados mediante diferentes aparatos ortopédicos, cuya investigación es muy escasa a día de hoy. El análisis de la marcha se llevo a cabo con un sistema de análisis del movimiento BTS y SMART.*

*El tratamiento de los diferentes estudios se basaba en aplicar distintas condiciones a dos grupos, teniendo un grupo control al que se le aplicaba de manera falsa o parcial, y un grupo experimental en el que se aplicaba la condición a estudiar, y sobre el que se basan los autores para obtener las conclusiones.*

### 3.3 TABLA ESQUEMÁTICA DE LOS RESULTADOS

<b>ARTÍCULOS</b>	<b>TIPO DE ENSAYO</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>PARTICIPANTES</b>	<b>INTERVENCIÓN</b>	<b>RESULTADOS</b>
<i>Druzicki et al, 2013 [10]</i>	<i>Ensayo clínico aleatorio</i>	<i>Evaluar si la marcha mejora en niños con PC dipléjica espástica (Nivel II- III GMFM) mediante el uso de lokomat.</i>	<i>Un grupo experimental = 26 niños un grupo control = 9 niños</i>  <i>Edad: 6-13 años</i>	<i>Programa de ejercicios individuales supervisado por un fisioterapeuta, solo el grupo experimental realizó los ejercicios con lokomat. Se llevaron a cabo 20 sesiones de 45 minutos cada una.</i>	<i>Mejora en velocidad en ambos grupos (p = 0,5905). El rango de movimiento se redujo en ambos grupos, y la diferencia no fue significativa (p=0,8676). Hubo una mejora significativa en la flexión de cadera (p=0,0065)</i>
<i>Bailes, 2011 [2]</i>	<i>Ensayo clínico aleatorio</i>	<i>Analizar los efectos que produce en la función motora de los niños con PCI (Nivel III GMFM) una terapia intensa con therasuit .</i>	<i>Un grupo experimental = 10 niños un grupo control = 10 niños</i>  <i>Edad: 3-8 años</i>	<i>4 horas diarias 5 días a la semana durante 3 semanas. Al final de la terapia a cada niño se le dio un programa individualizado de ejercicios en casa para llevar a cabo no más de 1 hora todos los días de las semanas hasta la 9ª semana.</i>	<i>GMFM - 66 y PEDI mejoran a través del tiempo. En PEDI CA Mobility el tamaño del efecto fue negativo (-0,37). Diferencias significativas para el grupo de control en GMFM - 66 en la semana 9 y para el grupo experimental en GMFM -66 y PEDI ( FS Self-care, CA Self-care, FS Mobility)</i>

<b>ARTÍCULOS</b>	<b>TIPO DE ENSAYO</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>PARTICIPANTES</b>	<b>INTERVENCIÓN</b>	<b>RESULTADOS</b>
<i>Bjornson, 2006 [5]</i>	<i>Ensayo clínico aleatorio</i>	<i>Comprobar los efectos a corto plazo del DAFO en lo referente a la bipedestación, el gateo o la posición de rodillas, la marcha, la carrera y el salto en niños con PCI (Nivel I, II y III GMFM)</i>	<i>23 participantes. Edad: 12 y 96 meses (8 años)</i>	<i>La revisión de la escala GMFM se realizó dos veces, una con la ortesis y otra sin ella y fue llevada a cabo mediante una tabla aleatorizada por 2 fisioterapeutas en el mismo día.</i>	<i>Las marcadores porcentuales para todas las dimensiones de GMFM significativamente mayores con DAFO <math>p &lt; 0.001</math>. <b>Correlaciones:</b> 1.La bipedestación se correlacionó negativamente con la edad (<math>r = -0.21</math>); 2.la diferencia en la longitud de las piernas tenía correlación con el total del GMFM (<math>r = 0,42</math>, <math>p = 0,045</math>),en concreto con la marcha, la carrera y el salto(<math>r = 0,36</math>, <math>p = 0,09</math>).</i>
<i>Rha,2010 [19]</i>	<i>Ensayo clínico aleatorio</i>	<i>Determinar si el uso de AFO mejora la estabilidad postural y los mecanismos de control en niños con PCI espástica bilateral (Nivel I- II III GMFM).</i>	<i>grupo experimental = 21 pacientes. grupo control = 22 niños con desarrollo normal. Edad: 5-7 años.</i>	<i>De pie descalzos sobre una plataforma con un sistema de captación dual de fuerzas durante 20 segundos . Se realizaron 3 ensayos con dos secuencias: "descalzo-AFO-descalzo-AFO..." o "AFO-descalzo-AFO.."</i>	<i>Los niños con PCI que hicieron la prueba descalzos mostraban un peor control del equilibrio. El control de los desplazamientos medio-laterales por parte del mecanismo de control postural del tobillo se vieron significativamente mejorados en los niños con PCI con AFO.</i>

<b>ARTÍCULOS</b>	<b>TIPO DE ENSAYO</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>PARTICIPANTES</b>	<b>INTERVENCIÓN</b>	<b>RESULTADOS</b>
<i>Degelean et al, 2012 [9]</i>	<i>Ensayo clínico aleatorio</i>	<i>Analiza el efecto del AFO con hoja de resorte posterior y sólida en el control postural del tronco y la coordinación intersegmental de las extremidades inferiores en niños con PC dipléjica espástica leve. (Nivel I- II GMFM)</i>	<i>Grupo experimental = 20 niños.  Grupo control = 20 niños con desarrollo normal  Edad: 4-12 años</i>	<i>Los niños fueron instruidos para andar lo más natural posible a través de un pasillo de 8 metros a una velocidad cómoda, mirando hacia adelante. Se hicieron 5 ensayos caminando descalzos y 5 ensayos caminando con el AFO.</i>	<i>Caminando con AF:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>• aumentaron los desplazamientos sagital y frontal</i></li> <li><i>• aumentó de velocidad angular frontal</i></li> <li><i>• disminuyó velocidad angular en el plano sagital</i></li> </ul> <i>Los niños con PC con AFO: &gt;aS y &lt;aF en comparación con los niños descalzos.</i>
<i>Bennett ,2011 [4]</i>	<i>Ensayo clínico aleatorio</i>	<i>Estudia los efectos que tiene AFO en la recuperación de energía y el trabajo mecánico durante la marcha en niños con PC dipléjica espástica.</i>	<i>21 niños repartidos:  11 niños con AFO bloqueando la flexión plantar.  10 niños con AFO sólidos.  Edad: 9-12 años.</i>	<i>Los sujetos caminaron a velocidad normal mientras se recogían los datos cinemáticos con el sistema Vicon.</i>	<i>Aumentó la recuperación de energía con el uso AFO pero no disminuyó el trabajo al caminar. Con el uso de AFO:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>• aumentó la longitud de la zancada y hubo una tendencia a que aumentara la velocidad de la marcha a aumentar.</i></li> <li><i>• aumentó la variación de la energía cinética y la excursión vertical del centro del masas (p &lt;0,01). Sin embargo, no hubo cambios en la normalización de la excursión vertical del centro de masas.</i></li> </ul>

#### **4. DISCUSIÓN**

*Los dispositivos ortopédicos son en muchos casos un complemento en el tratamiento de los niños con PC. Nuevos conocimientos y materiales han ampliado las posibilidades del tratamiento ortésico en los últimos años, pero también han llevado a la confusión en la tecnología correcta para su uso en diferentes casos.*

*En el estudio de Druzicki et al [10] no se muestran cambios estadísticamente significativos en los parámetros de la marcha en los dos grupos. Se haya una leve mejora en velocidad de la marcha, la flexión de cadera y el rango de movimiento se redujo en ambos grupos. El único parámetro estadísticamente significativo fue el movimiento de la pelvis en el plano coronal en el lado derecho. El autor concluye que los resultados no son suficientes para ver la efectividad de lokomat debido a varias limitaciones (grupo pequeño, pocas sesiones de tratamiento...) y se necesitan más para investigar el impacto. El dispositivo pediátrico esta disponible desde 2006, sin embargo , existen pocos estudios que evalúan la terapia por lo que no se pueden hacer comparaciones con otros proyectos.*

*Bailes [2] realiza el primer estudio que analiza los diferentes componentes de la terapia con thera-Suit y los efectos del traje. Los tamaños del efecto obtenidos en este estudio fueron positivos y pequeños con la excepción de uno negativo para la movilidad en la escala de asistencia al cuidador pero no se demostró mejora en la función motora. El estudio siguió a los niños 1 mes y continuaron mostrando mejoras pero se necesita seguimiento a largo plazo para determinar si se mantienen las habilidades motoras en el tiempo después de esta intervención. Diecisiete de los padres informaron de que volverían a introducir a sus hijos en la terapia pero la encuesta de satisfacción de los padres no fue lo suficientemente amplia para valorar los beneficios percibidos por las familias. Se redujo el sesgo de selección sistemática al agrupar a los niños por la edad, de 3-5 años y de 5-8 años en grupos diferentes. Por otro lado, el estudio muestra varias limitaciones: el tamaño de la muestra, los padres no fueron del todo cegados ya que buscaron información fuera*

*del estudio y las medidas de evaluación PEDI y GMFM-66 no detectan cambios en la marcha que es un aspecto muy importante a considerar. Por lo que este estudio no demuestra una mejora en la función motora con el uso de Therasuit en comparación con el otro grupo. Los resultados no se pueden comparar con otros estudios, ya que no existen.*

*En lo referente al artículo de Bjornson [5], se han visto mejoras inmediatas en las capacidades motoras gruesas (gatear, arrodillarse, saltar...) tras la utilización de un dispositivo DAFO, bilateral, con libre flexión plantar en niños ambulantes con PCI. Sin embargo, no se han visto mejoras en la motricidad de actividades del día a día sino en situaciones clínicas, ni tampoco se han testado mejoras a largo plazo. La limitación encontrada en este estudio es que la muestra es pequeña. Este proyecto no muestra si hay mejoras a largo plazo y se solicita que se realicen más investigaciones.*

*Se recogieron 3 estudios que valoraban la eficacia de las ortesis de tobillo-pie, AFO. Rha [10] concluyó que los niños con PCI espástica bilateral mostraron menor estabilidad postural y mayor tendencia a utilizar mecanismos posturales más proximales a la hora de la bipedestación comparado con niños con buen desarrollo. Este estudio no ha revelado ningún efecto beneficioso en el uso de AFO para la mejora de la estabilidad postural durante la bipedestación. Sin embargo, al utilizar el AFO se incrementa la contribución de las estrategias de control postural ejercidas por parte del tobillo a la hora de mantener la estabilidad postural en el plano medio-lateral, lo que sugiere que los AFO utilizados en este estudio podrían ser de ayuda para la mejora de los mecanismos de control postural sobre el plano sagital en la bipedestación.*

*Otro estudio que analiza los AFOs, fue realizado por Bennet [4] en el que los cambios de la marcha con el uso de AFO fueron prácticamente nulos. Los resultados fueron similares para ambos grupos. Hubo un aumento en la longitud de la zancada, la recuperación de energía, y la energía potencial y la variación de la energía cinética pero no hubo cambios en el trabajo mecánico realizado para caminar o en la normalización de la excursión vertical del centro de masas. Se hizo*

*evidente que la marcha permitió el aumento de la recuperación de energía pero no alteró el trabajo externo, ya que fue compensado por un aumento de la variación de las energías potenciales y cinéticas del centro de masas. Los datos sugieren que las AFO actuales pueden reducir el trabajo para caminar pero puede que no sean beneficiosas para todos los individuos. Por último Bennet advierte de que se necesita más investigación en esta área y que hubo limitaciones en el estudio como una muestra demasiado pequeña.*

*Como podemos observar, no hay concordancia con el estudio de los autores Bennet y Rha ya que los dos analizan el mecanismo de control postural. Rha obtiene unos resultados en los que el movimiento del tronco se ve aumentado pero esto puede ser problemático para el control postural, en cambio Bennet, obtiene una mejora en el control postural al utilizar dicha ortesis.*

*Por último, Degelean et al [9] vió que los niños con PC tienen mayor movimiento sagital y frontal en comparación con niños sanos, pero la diferencia en el movimiento frontal fue mayor que en el movimiento sagital. Esta alteración de la estrategia para caminar puede representar la compensación por la reducción en el grado distal de libertad, lo cual es típico en los niños con parálisis cerebral y se manifiesta en particular con pie equino con el fin de garantizar tanto el inicio de la fase de oscilación y la progresión hacia adelante a lo largo de esta fase. Al analizar a los niños con AFO o sin el encontró mayores excursiones del tronco en niños con parálisis cerebral en comparación con el grupo control y una mayor velocidad angular frontal del tronco. No se encontraron en ningún grupo mejoras en el desplazamiento del tronco y la velocidad angular en el plano sagital. El uso de ortesis produjo cambios significativos en la elevación de la pierna y el pie en ambos grupos. En conclusión, los AFOs mejoran la coordinación intersegmentaria durante la marcha en niños con diplegia espástica mejorando patrones maduros de marcha más cercanos a una marcha típica. Sin embargo, llevar AFO produce un aumento del movimiento del tronco lo que puede ser problemático dificultando el control postural.*

*La altura, el peso, la edad y el nivel de GMFC no tuvo ninguna relación excepto en el estudio con DAFO que tuvo una relación negativa con la edad. El efecto disminuye con la edad, aproximadamente a los 7 años. Todos los estudios muestran una limitación evidente, que es el pequeño tamaño de individuos a estudiar.*

*A menudo, la prescripción de ortesis se hace sin realmente analizar los efectos que estas producen y como podemos observar hace falta investigación para verificar si son efectivas. Ninguno de los artículos muestra claramente mejoras, siendo necesario investigación con muestras más grandes para ver la efectividad de las ortesis. Esta revisión debería de servir como guía para los fisioterapeutas y padres a la hora de decidir si es efectivo el uso de un aparato ortopédico. No encontramos ensayos clínicos aleatorios sobre ortesis de miembro superior o de columna, por lo que esta revisión queda limitada a ortesis de miembro inferior.*

*El problema principal en esta revisión ha sido la escasa bibliografía que hay sobre este tema, siendo muy difícil la recopilación de los artículos con los filtros establecidos.*

## **5. CONCLUSIÓN**

*En esta revisión se ha analizado el efecto de diferentes ortesis en niños con PC. Al tratarse tanto de ortesis como de pacientes distintos no podemos concluir que las ortesis sean efectivas en todos los casos en niños con PC. Se sabe que las ortesis no son beneficiosas para todos los niños con PC por lo que siempre se requiere una valoración previa de las necesidades propias de cada paciente de forma que se puedan establecer objetivos claros y bien definidos.*

*Aunque los resultados de estos estudios no pueden, ni pretenden, ofrecer unos criterios definitivos sobre el uso de las Ortesis, sí que concluyen que en algunos de los casos estudiados el uso de ortesis en niños con PC mejora algunos de los parámetros de la marcha. A pesar de la falta de investigación de las ortesis y a pesar del alto coste que tienen, se siguen comercializando y ofertando con unos beneficios muy considerables. Son varias las clínicas en España que trabajan*

*con el traje Therasuit, un tratamiento que ronda los 2.500 euros, que resulta una cantidad bastante elevada para los tiempos que corren [29]. Una noticia en el periódico "El País" de febrero del 2011 [6] informa de que el precio de la ortesis "Lokomat" oscila entre 250.000 y 300.000 euros, lo que resulta cantidad realmente desorbitada, cuando el coste total que implica la elaboración de una ortesis de la marcha está en torno a 236 euros. [21]. Dependiendo del objetivo de la ortesis ésta puede tener mayor o menor coste. El correspondiente a la ortesis dinámicas de tobillo-pie puede oscilar entre 150 y 400 euros dependiendo del tipo [16].*

*Los resultados obtenidos no fueron todos ellos positivos y, además, el tamaño de la muestra fue pequeño por lo que se necesita más investigación científica. Las investigaciones descartan mejoras aseguradas en los niños con el uso de dispositivos ortopédicos y no hay estudios de los beneficios a largo plazo.*

*Tampoco hay investigación para hacer frente económicamente a estos dispositivos. Tal y como hemos visto, tampoco hay evidencia científica suficiente para saber si su uso es beneficioso para estos niños y mucho menos para saber si la inversión económica tiene una correspondencia con el beneficio obtenido. El campo de las ortesis es muy amplio y se podrían hacer mas investigaciones para aclarar científicamente si se obtienen o no beneficios suficientes. También sería oportuno realizar estudios a largo plazo ya que las deformidades de estos niños evolucionan y no desaparecen tan fácilmente. Solo de este modo podríamos conocer los beneficios del uso de las ortesis y su capacidad de ayudar a estos pacientes.*

## **6. ANEXOS**

*Explicación de los parámetros estadísticos utilizados en los artículos.*

### **6.1 ANOVA [25]**

*El análisis de varianza (ANOVA) de un factor sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Se trata, por tanto, de una generalización de la Prueba T para dos muestras independientes en el caso de diseños con más de dos muestras. Esto permite obtener información sobre el resultado de esa comparación.*

### **6.2 PRUEBA DE WILCOXON [28]**

*Es una prueba no paramétrica que compara dos muestras relacionadas que provienen de poblaciones con la misma distribución.*

### **6.3 PRUEBA DE U MANN-WHITNEY NO PARAMÉTRICO [26]**

*Compara las diferencias entre dos medianas, por lo que se basa en rangos en lugar de en los parámetros de la muestra (media, varianza). Se emplea cuando los datos no siguen la distribución normal, en lugar del test de la t de Student (paramétrico).*

### **6.4 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPERMAN [26]**

*El coeficiente de correlación cuantifica el grado de asociación entre dos variables cuantitativas. Se utiliza cuando alguna de las dos variables cuantitativas no sigue una distribución normal.*

### **6.5 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON [26]**

*Se utiliza si las dos variables cuantitativas siguen una distribución normal.*

### **6.6 VALOR p [24]**

*El p-valor o nivel de significación empírico del contraste es el dato obtenido a partir del valor del estadístico del contraste, en las observaciones que corresponden a la realización de la muestra de tamaño n extraída de la población X, y nos informa sobre cuál sería el nivel de significación  $\alpha$  más pequeño que nos hubiera permitido rechazar la hipótesis nula.*

### **6.7 PRUEBA T STUDENT [27]**

*La prueba t-Student se utiliza para contrastar hipótesis sobre medias en poblaciones con distribución normal.*

### **6.8 PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS [26]**

*Se basa en rangos en lugar de los parámetros de la muestra (media, varianza). Se emplea cuando los datos no siguen la distribución normal y/o tienen varianzas distintas, en sustitución del ANOVA paramétrico. Cuando el número de grupos es 2 es idéntico a la U de Mann-Whitney.*

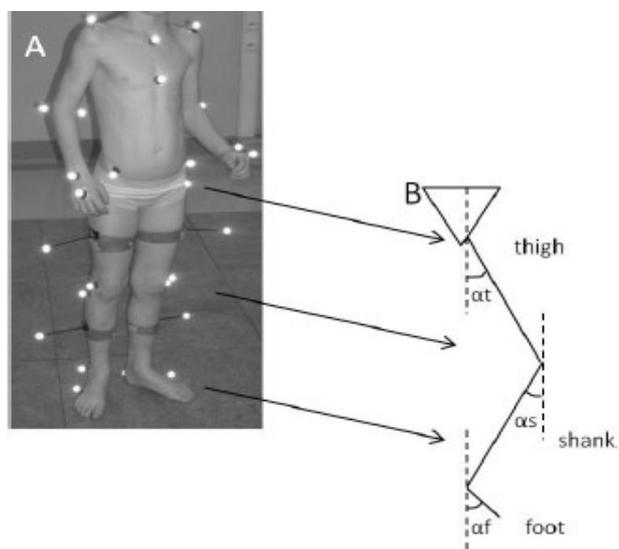
### **6.9 DESVIACIÓN ESTÁNDAR (SD) [8]**

*La desviación estándar es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos (o población). Mientras mayor es la desviación estándar, mayor es la dispersión de la población. La desviación estándar es un promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución. Así, la desviación estándar mide el grado de dispersión o variabilidad.*

### **6.10 IMAGEN LOKOMAT [13]**



**6. 11 MARCADORES ANATÓMICOS PARA LA GRABACIÓN CINEMÁTICA [19]**



## BIBLIOGRAFÍA

1. Arcas Patricio MA. *Tratamiento fisioterápico en pediatría*. 1.<sup>a</sup> ed. Sevilla: MAD S.L.; 2006. Capítulo 2, Parálisis cerebral infantil; p.31
2. Bailes AF, Greve K, Burch CK, Reder R, Lin L, Huth MM. *The Effect of Suit Wear During an Intensive Therapy Program in Children With Cerebral Palsy*. *Pediatric Physical Therapy*. 2011 Summer;23(2):136-42. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21552073> . PMID:2155207.
3. Bar-On L, Aertbeliën E, Molenaers G, Desloovere K. *Muscle Activation Patterns When Passively Stretching Spastic Lower Limb Muscles of Children with Cerebral Palsy*. *PLoS ONE* [Internet]. 20 March 2014;9(3):e91759. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0091759>
4. Bennett BC, Russell SD, Abel MF. *The Effects of Ankle Foot Orthoses on Energy Recovery And Work During Gait In Children With Cerebral Palsy*. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. 2012 March ; 27(3): 287–291. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22018422>. PMID:22018422.
5. Bjornson KF, Schmale GA, Adamczyk-Foster A, McLaughlin J. *The Effect of Dynamic Ankle Foot Orthoses on Function in Children With Cerebral Palsy*. *Journal of pediatric orthopedics*. 2006 Nov-Dec;26(6):773-6. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17065944> . PMID:17065944.
6. Caldana S, Bosco R. *Gabarelo ayuda a curar las lesiones medulares*. *El país* [Internet]. 2011 Febrero. [Citado el 23 de Mayo de 2014]. Disponible en: [http://elpais.com/diario/2011/02/24/radiotv/1298502001\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2011/02/24/radiotv/1298502001_850215.html)
7. Cans C. *Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers*. *Developmental medicine and child neurology*. 200 Dec; 42 (12): 816-24. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11132255>. PMID: 11132255.
8. *Centro comunitarios de aprendizaje*. [Internet]. México: Universidad TecVirtual del Sistema Tecnológico de Monterrey. [Citado el 16 de Mayo de 2014]. Disponible en: [http://www.cca.org.mx/cca/cursos/estadistica/html/m11/desviacion\\_estandar.htm](http://www.cca.org.mx/cca/cursos/estadistica/html/m11/desviacion_estandar.htm)

9. Degelean M, De Borre L, Salvia P, Pelc K, Kerckhofs E, De Meirleir L, et al. Effect of ankle-foot orthoses on trunk sway and lower limb intersegmental coordination in children with bilateral cerebral palsy. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*. 2012;5(3):171-9. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23023249> PMID: 23023249.
10. 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. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2013 April;45(4):358-63. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23450428>. PMID:23450428.
11. Fitzgerald R, Kaufner H, Malkani A. *Ortopedia. 2a ed.* Buenos Aires: Medica Panamerica; 2004. Sección X, pautas para el manejo de los problemas de las extremidades inferiores en la parálisis cerebral; p.1734
12. Gordon B. Avery, Mary Ann Fletcher, Mhairi G. MacDonald. *Neonatología: fisiopatología y manejo del recién nacido. 5ed.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. Capítulo 59, Evolución del desarrollo; p. 1483
13. Hocoma. [Internet]. Switzerland. [citado el 23 de Mayo de 2014] Disponible en: <http://www.hocoma.com/media-center/media-images/>
14. Lin J. *The cerebral palsies: a physiological approach.* *Journal Neurology Neurosurg Psychiatry*. 2003 Mar;74(Suppl 1): i23–i29. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1765615/>. PMID:1765615.
15. Macias Merlo L, Fagoaga Mata J. *Fisioterapia en pediatría.* España: McGraw-Hill/Interamericana. C2002. Capítulo 6. Parálisis cerebral; p. 151-153.
16. *Ortopedia Médica Riojana S.L.* [Internet]. Logroño. [Citado el 23 de Mayo de 2014]. Disponible en: <http://www.ortopediamedicariojana.com/productos/anti-equinos-dafos/>
17. Pandey S, Pandey K. *Diagnóstico en ortopedia clínica. 3<sup>rd</sup> ed.* Panama: Jaypee-Highlights Medical Publishers, Inc; C2012. p. 322,323
18. Reddihough DS, Collins KJ. *The epidemiology and causes of cerebral palsy.* *The Australian Journals Physiotherapy*. 2003; 49: 7-12. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12600249>. PMID:1260024.
19. Rha D, Kim DJ, Park ES. *Effect of Hinged Ankle-Foot Orthoses on Standing Balance Control in Children with Bilateral Spastic Cerebral Palsy.* *Yonsei Medical Journal*. 2010 Sep; 51(5): 746–752. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2908864/>. PMID:PMC2908864.

20. Ricard F, Martínez Loza E. *Osteopatía y pediatría*. Buenos Aires: Madrid: Médica Panamericana. c2005. Capítulo 9: Patología neurológica; p.168
21. Rosa Peña PM. *Proceso de elaboración de dispositivos ortopédicos para la marcha*. [Tesis]. Soyapango: Universidad Don Bosco; [Internet] 2007. 90p. [Citado el 23 de Mayo de 2014]. Disponible en:  
[http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/104/1/48378\\_tesis.pdf](http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/104/1/48378_tesis.pdf)
22. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. *A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006*. *Developmental medicine and child neurology*. 2007 Jun;49(6):480. In: PubMed [Internet]. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17370477> . PMID: 17370477.
23. Sankar C, Mundkur N. *Cerebral Palsy—Definition, Classification, Etiology and Early Diagnosis*. *Indian journal of pediatrics*. 2005 Oct; 72(10):865-8. In: PubMed [Internet]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16272660> . PMID: 16272660
24. Ucm. [Internet]. Madrid: Universidad Complutense. [Citado el 16 de Mayo de 2014]. Disponible en: [http://e-stadistica.bio.ucm.es/glosario2/def\\_p\\_valor.html](http://e-stadistica.bio.ucm.es/glosario2/def_p_valor.html)
25. Ucm. [Internet]. Madrid: Universidad Complutense. [Citado el 16 de Mayo de 2014]. Disponible en:  
[http://pendientedemigracion.ucm.es/info/socivmyt/paginas/D\\_departamento/materiales/analisis\\_datosyMultivariable/14anova1\\_SPSS.pdf](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/socivmyt/paginas/D_departamento/materiales/analisis_datosyMultivariable/14anova1_SPSS.pdf)
26. Uco. [Internet]. Universidad de Córdoba. [Citado el 16 de Mayo de 2014]. Disponible en:  
<https://www.uco.es/servicios/informatica/windows/filemgr/download/ecolog/Metodos%20 analisis%20datos.pdf> ;  
<https://www.uco.es/servicios/informatica/windows/filemgr/download/ecolog/Metodos%20 analisis%20datos.pdf>
27. Virtual.uptc.edu. [Internet]. Educación virtual. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. [Citado el 16 de Mayo de 2014]. Disponible en:  
<http://virtual.uptc.edu.co/ova/estadistica/docs/libros/tstudent.pdf>
28. V. Alea, M. Guillén, C. Muñoz, E. Torrelles, N. Viladomiu. *Estadística con SPSS v.10.0*. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona; 2001. p.117
29. Xurxo G.G. *Un traje casi milagroso*. Leonoticias [Internet] 2013 Agosto. [Citado 23 de Mayo de 2013]. Disponible en: <http://leonoticias.com/frontend/leonoticias/Un-Traje-Casi-Milagroso-vn125469-vst306>
30. Zambudio R. *Prótesis, ortesis y ayudas técnicas*. 1a ed. España: Elsevier Masson; c2009. p. 3,4,197,206