

ORTESIS DE MIEMBRO INFERIOR



En patología Neurológica en la
Infancia y en la Adolescencia

Autores:

- Juan Andrés Conejero (SERI)
- Beatriz de la Calle García (SERI)
- Alicia Manzanos García (SEFIP)
- Beatriz Moral (SEFIP)
- Igor Caro (Técnico ortopédico)
- Gloria Pomares (Técnico ortopédico)

Colaboradores:

- Joaquín Camacho González (SEFIP)
- M^a Teresa Sáez Pons (SEFIP)

Índice:

1. Introducción. Aspectos básicos
2. Evaluación previa a la prescripción de ortesis
3. Factores esenciales para una prescripción correcta
4. Ortesis en la parálisis cerebral
5. Ortesis en el niño hipotónico
6. Clasificación de la marcha en la parálisis cerebral de Rodda y Graham (Anexo 1)
7. Clasificación de la marcha en la parálisis cerebral según la Amsterdam Gait Classification (Anexo 2)
8. Catálogo actualizado de ortesis en patología neurológica infantil (Anexo 3)
9. Bibliografía





Introducción. Aspectos básicos

¿Qué es una ortesis?

Es un dispositivo externo aplicado a una parte del cuerpo que, según la ISPO (International Society for Prosthetics and Orthotics), tiene las funciones generales de soporte o estabilización, mejora de la función, prevención y/o corrección de una deformidad, reducción de presión y/o dolor y aliviar la transferencia de carga.

¿Qué terminología se utiliza?

Se recomienda el uso de la terminología internacional. En el miembro inferior tenemos desde ortesis que abarcan toda la extremidad a otras que se colocan debajo de la planta del pie: THKAFO (Trunk-hip-knee-ankle-foot Orthosis), THO (Trunk-hip Orthosis), HO (Hip Orthosis), HKAFO (Hip-knee-ankle-foot Orthosis), KO (Knee Orthosis), KAFO (Knee-ankle-foot Orthosis), AO (Ankle Orthosis), AFO (Ankle-foot Orthosis), FO (Foot Orthosis) y FO (Finger Orthosis)

¿Cuáles son las más utilizadas en niños y adolescentes con patología neurológica?

Sin duda, las AFO (Ankle-foot Orthosis) y las FO (Foot Orthosis). Así lo corrobora Assenza et al (2020) en un estudio retrospectivo sobre la prescripción de ortesis y productos de apoyo en niños con discapacidad de etiología neurológica.

¿Qué tipo de AFO existen en el mercado?

Según Vermeulen (2020) podemos diferenciar diversos tipos, con distintas funciones, indicaciones y objetivos de uso: SAFO (Solid AFO), DAFO (Dynamic AFO), GRAFO (Ground Reaction AFO), FRO (Floor Reaction Orthosis), PLS (Posterior Leaf Spring), HAFO (Hinged AFO) y SMO (Supramalleolar orthoses).

Las HAFO o AFO articuladas pueden ser con articulación bilateral (Tamarack, Ultraflex) o unilateral (Neuroswing con articulación Fior&Gentz), con articulación libre o con bloqueo de la flexión dorsal y de la flexión plantar.

¿Y de FO?

Clásicamente se habla de FO rígidas (fundamentalmente en polipropileno, polietileno, y fibra de carbono), FO blandas (pelite, plastozote o siliconas) y FO semirrígidas (combinación de materiales).

2

Evaluación previa a la prescripción de ortesis

¿Qué pacientes se benefician del uso de ortesis?

Es evidente que lo primero que debe tenerse en cuenta, en la medida de lo posible, es un diagnóstico médico precoz de la alteración motora que presenta el niño, con el objetivo de minimizar la repercusión clínica y funcional de su patología. Recientemente se está haciendo hincapié en el concepto de "PC mimics" que se refiere a pacientes que simulan una PC, pero que en realidad presentan una enfermedad diferente (formas disquinéticas, atáxico-hipotónicas, ausencia de adversidad perinatal, peso normal al nacer y resonancia magnética sin hallazgos patológicos).

En líneas generales se pueden distinguir varios grupos de pacientes en base a la afectación motora predominante:

- **Espasticidad** (parálisis cerebral, ictus, paraparesia espástica familiar, mielomeningocele, lesión medular infanto-juvenil).
- **Distonía** (parálisis cerebral, distonía idiopática aislada o combinada y distonía secundaria)
- **Ataxia** (parálisis cerebral, ataxia de Friedreich y otras ataxias hereditarias)
- **Debilidad de origen central** (encefalopatías degenerativas, patología cerebelosa, parálisis cerebral)
- **Debilidad de origen medular** (atrofia muscular espinal, lesión medular infanto-juvenil, mielomeningocele)
- **Debilidad de origen periférico** (plexopatías, polineuropatías, distrofia muscular de Duchenne, distrofia miotónica de Steinert y otras miopatías)
- **Hiperlaxitud articular** (síndrome de Down, síndrome de X frágil, síndrome de Marfan, síndrome de Ehlers-Danlos)
- **Síndromes pediátricos con sintomatología mixta** (síndrome de Rett, síndrome de Angelman, TEA, TDAH, ..)

¿Qué aspectos clínicos hay que tener en cuenta?

En la parálisis cerebral hay que considerar la etiología (hemorragia, encefalopatía hipóxico-isquémica, leucomalacia periventricular, encefalitis, traumatismo craneoencefálico...), el tipo motor (espástica, distónica o atáxica), la topografía (tetraplejía, triplejía, diplejía, monoplejía), la edad, el pronóstico de marcha (sedestación estable a los 2 años) y la presencia de comorbilidades (epilepsia, hipoacusia, ceguera, alteración cognitiva o de la conducta,...).

En el paciente hipotónico, la etiología va a determinar el pronóstico y las opciones terapéuticas. Las miopatías cursan con debilidad progresiva, con contracturas precoces y pérdida de la marcha. En la atrofia muscular espinal la debilidad es más acusada, con deformidades graves, sobre todo en los tipos I y II. Las polineuropatías producen debilidad distal y deformidades en los pies, fundamentalmente, que van a tener un impacto indiscutible en la calidad de la marcha.

¿Y desde el punto de vista funcional?

Indiscutiblemente, en primer lugar, el GMFCS (Gross Motor Function Classification System) como gran referencia que nos permitirá definir el objetivo esencial. En los niños clasificados en los niveles I-II mejorar la calidad y coste energético de la marcha; en los niños de nivel III mejorar la calidad y coste energético de la marcha, así como facilitar el uso de ayudas de movilidad; y para los niños IV-V conseguir un pie no doloroso, bien alineado y plantígrado que permita el uso de un calzado, mejorando así la carga de peso en bipedestación durante las transferencias y la adaptación a los bipedestadores, una adecuada posición en el reposapiés de la silla de ruedas y la posibilidad de desplazarse dando pasos con las ayudas de movilidad.

También es esencial evaluar la calidad de la sedestación (sin apoyo, con apoyo en las manos o en el respaldo) o utilizando la escala Level of Sitting Scale y de la función del miembro superior (intención manipulativa, alcance funcional, prensión y liberación) y MACS (ampliar documentos de sedestación y sillas).

¿Qué es lo esencial de la exploración física?

De una forma muy simple podemos hablar, en primer lugar, de aspectos motores: básicos (balance muscular manual, control motor selectivo, espasticidad: escalas de Ashworth modificada y de Tardieu, hipotonía, distonía, ataxia) y avanzados (manipulación, reacciones de apoyo y marcha que podemos clasificarla de modo muy simple como independiente en la comunidad, independiente en interiores, marcha terapéutica y no deambuladores). Se puede usar un método sencillo para evaluar la tarea motora avanzada y las características del patrón de marcha como la APP Hudl Technique u otras similares.

En segundo lugar, hay que analizar la situación del aparato locomotor: axial (medición de cifosis y lordosis, análisis del equilibrio de las cinturas escapular y pélvica, evaluación de la estática pelviana) y periférica (balance articular medido con inclinómetro mecánico y usando el sistema internacional - SFTR). También podemos utilizar distintos test clínicos como el test de Craig para el diagnóstico de la anteversión femoral, el test de Thomas para el flexo de cadera, el ángulo poplíteo o el pendulum test para el despistaje precoz de la diplejía espástica.

¿A qué edad se puede indicar una ortesis?

La edad es un factor muy importante a la hora de indicar una ortesis. En cuanto al uso de las ortesis nocturnas, que pueden ser preventivas, no hay límite inferior para el uso. Se deberían retirar cuando la espasticidad vaya disminuyendo y determinado por el crecimiento del miembro inferior (una buena referencia es preguntar a los padres en qué momento se estabiliza el uso de la talla del pantalón y el nº del zapato). En cuanto a las ortesis diurnas o funcionales pueden prescribirse desde que el niño está iniciando la adquisición de la bipedestación estable con apoyo (nivel W3 de la OMS) sin límite de edad superior; o cuando se inicia un programa de bipedestación en niños sin posibilidad de bipedestación o marcha autónoma.

3

Factores esenciales para una prescripción correcta

¿Qué factores hay que tener en cuenta para realizar una correcta prescripción de una ortesis?

Se podrían incluir todos en el siguiente decálogo:

1. Anamnesis, exploración física e historia natural de la patología neurológica a tratar,
2. Biomecánica y leyes físicas del hueso,
3. Objetivo,
4. Explicación / consentimiento informado escrito u oral,
5. Conocimiento de los dispositivos ortésicos a utilizar,
6. Elección razonada,
7. Normas de uso (diurno, nocturno o ambos),
8. Chequeo,
9. Seguimiento y
10. Evaluación de resultados.

En el Rancho Los Amigos National Rehabilitation Center han desarrollado un algoritmo (ROADMAP: Recommendations for Orthotic Assessment, Decision-Making, And Prescription) para facilitar la correcta prescripción de AFO y KAFO en pacientes con alteraciones de la marcha. Ries y cols también nos ofrecen un esquema para decidir si usar AFO o no, o para cambiar de AFO en niños con PC mediante un gráfico de abscisas y ordenadas.



Ortesis en la parálisis cerebral

¿Se conoce bien la historia natural?

Uno de los problemas más comunes que presentan los niños con parálisis cerebral es el desarrollo de contracturas articulares. La espasticidad, el desequilibrio muscular, la incapacidad para moverse y la patología muscular restringen el crecimiento muscular normal y conduce al desarrollo inicialmente de contracturas dinámicas que con el tiempo se convertirán en contracturas articulares estáticas debido a la tensión de los músculos que rodean las articulaciones.

Lindén et al (2019) han publicado una serie de 4162 niños con PC nacidos entre 1990 y 2015 a los que realizan 57593 medidas de la espasticidad (escala de Ashworth) y refieren que el pico de mayor afectación se da a los 5 años (38% con EA igual o mayor de 2) y se reduce paulatinamente hasta los 15 años (22% con EA igual o mayor de 2). De este modo es evidente que un diagnóstico precoz y un control efectivo de la espasticidad antes de los 5 años mediante Fisioterapia, toxina botulínica A y ortesis va a influir de forma positiva en su evolución clínica y funcional.

Las contracturas articulares evitan la alineación mecánica de las articulaciones, que afecta las posiciones de pie y acostado, y la calidad y coste energético de la marcha. Las contracturas articulares también pueden dar lugar a asimetrías posturales severas y a menudo se asocian con dolor, frecuentemente en las extremidades inferiores.

Se ha evidenciado que el riesgo de contractura aumenta con la edad y el nivel de GMFCS.

El crecimiento del músculo en niños con parálisis cerebral inicialmente sigue el desarrollo típico de los niños, pero disminuye a los 15 meses de edad. A los 15 meses, los niños con desarrollo típico se han puesto de pie de forma independiente y realizan otras actividades que estimulan el crecimiento muscular del tobillo. En este contexto, cabe destacar que la reducción del volumen del vientre medial del gastrocnemius está significativamente relacionada con el GMFCS. Los niños más afectados, que se mueven menos, muestran la mayor reducción en el volumen muscular. Los niños sin la habilidad para caminar de forma independiente también muestran una mayor reducción en el volumen muscular. Esto puede estar relacionado con la reducción de la actividad física y con la activación neuronal del músculo. De este modo las intervenciones dirigidas a estimular el crecimiento muscular (actividad neural de los músculos y actividad física) antes de los 15 meses de edad en niños con parálisis cerebral pueden prevenir o diferir la atrofia muscular y las contracturas (Herskind et al., 2016).

Otro estudio reciente ha identificado que la primera contractura articular que se produce en la extremidad inferior para niños con GMFCS nivel I o II tiene lugar en el pie y en los niños con GMFCS nivel III a V en la rodilla. Los niños clasificados con GMFCS nivel I y II son ambulantes, mientras que los clasificados con GMFCS nivel III a V, en general, dependen de la movilidad con ruedas y pasan más tiempo sentados con las rodillas flexionadas, siendo esto lo que podría explicar la secuencia en que presentan las contracturas.

Hagglund y Wagner (2011) demuestran que la espasticidad de gastrocnemius / soleus determina una pérdida progresiva de la movilidad del tobillo secundaria a la aparición de contractura muscular dinámica inicial y contractura articular fija o estática final.

El tratamiento temprano de la espasticidad y las contracturas con Fisioterapia, ortesis y toxina botulínica mejorará la historia natural y contribuye de forma decisiva al retraso e incluso a la no necesidad de cirugía.

Las ortesis de tobillo-pie (AFO) se utilizan ampliamente para facilitar la dorsiflexión del tobillo, optimizar la alineación del pie en carga, facilitar la capacidad para caminar y mejorar el patrón de marcha. El uso de las AFO se recomienda que se inicie tempranamente. Las ortesis de rodilla también se pueden utilizar para aumentar o preservar el rango de movimiento, aunque no ha sido evaluado tan ampliamente.

¿Por qué hay que utilizar ortesis en la parálisis cerebral?

Si nos guiamos por el marco conceptual que nos muestra la CIF, es evidente que las ortesis afectan a la deficiencia, pero es indudable que repercuten en la actividad y, en última instancia, en la participación.

De este modo la deficiencia incluye: la espasticidad, la hipertonía, la hiperreflexia, el deficiente control motor selectivo, la debilidad, la reducción del tamaño del músculo con fibrosis progresiva, las contracturas dinámicas y estructuradas, y como efecto final el desarrollo de deformidades, que limitan: la actividad, el control postural, la eficiencia en la marcha, etc., así como limitaciones en la habilidad manual y su repercusión en AVD básicas e instrumentales. Las limitaciones en la participación abarcan, por ejemplo, problemas en la integración escolar.

¿Cuáles son los objetivos del uso de ortesis de miembro inferior en la parálisis cerebral?

Podemos hablar en líneas generales de objetivos preventivos (evitar la aparición o progresión de contracturas y deformidades, proteger una articulación después de la cirugía ortopédica, consolidar, junto a la Fisioterapia, el resultado de la cirugía ortopédica) y funcionales (facilitar la adquisición de la bipedestación y/o marcha, mejorar la eficiencia de la marcha y reducir el coste energético, mantener una articulación en una posición funcional facilitando la estabilidad del miembro inferior en carga), disminuir la espasticidad e incrementar el control motor selectivo

¿Qué hay que tener en cuenta para confeccionar una buena ortesis?

Para una buena adaptabilidad de la ortesis es importante llevar a cabo una valoración articular que permita conocer la alineación del retropié, medio y antepié para evitar hipercorrecciones que puedan llevar a una mala tolerancia de la ortesis, así como el ángulo de dorsiflexión de tobillo.

Ortesis nocturnas

La mayoría de estos AFOs son de tipo rígido y están diseñados con el objetivo de limitar la flexión plantar y reducir el equino. El uso mantenido y reglado de estas ortesis nocturnas, puede retrasar la aparición de contracturas musculares en zonas como el de gastrocnemius-soleus y como consecuencia la aparición de un posible equinismo o deformidades articulares, además de poder diferir o evitar la cirugía.

¿Cuánto tiempo se tiene que llevar puesta una ortesis nocturna para ver resultados? Sabemos que el estiramiento realizado de manera pasiva, por un periodo corto de tiempo, no tiene apenas efectos positivos en el tejido muscular. Pero, en la literatura, sí que encontramos evidencia de la mejora del rango de movimiento articular y de la disminución de la espasticidad cuando el estiramiento se mantiene durante un periodo prolongado.

El tiempo de uso óptimo de estos dispositivos ha sido estudiado por varios autores a lo largo del tiempo. Wesdock y Edge (2003) y Tardieu et al (1988) recomiendan el uso de férulas nocturnas al menos 6 horas para obtener cambios en el tejido muscular. Romero et al (2015), describieron que el 90% de los pacientes incluidos en este estudio consiguieron mantener un ángulo en la articulación de tobillo de 10° de flexión dorsal en pacientes ambulantes y un rango de 0° en pacientes no ambulantes. Wingstrand et al (2014), en un estudio de 2020 con niños con PC seguidos en el programa sueco (CPUP) refieren resultados favorables en el mantenimiento del rango articular del tobillo con el uso de SAFO nocturnas.

Ortesis diurnas

El uso de ortesis diurnas en la PC tiene como objetivo básico mejorar la función (en general la marcha), estabilizar los apoyos, reducir compensaciones, producir estiramiento muscular (fundamentalmente en complejo gastrocnemius-soleo) e incrementar la fuerza. Cuando el objetivo es mejorar la marcha es mediante la corrección de la posición anómala de la articulación (equinismo, flexo de rodilla, recurvatum de rodilla).

En el paciente no deambulante facilita la adaptación del calzado, la adaptación al reposapie de la silla de ruedas y la bipedestación asistida o en parapodium o plano inclinado y puede prevenir úlceras por presión, dolor o traumatismos.

Como variables a considerar podemos recurrir a ortesis prefabricadas o a medida, con diferentes materiales, distinta altura en la pierna, apoyo posterior o anterior y articuladas o rígidas (ver Anexo 3). La Amsterdam Gait Classification (AGC) nos facilitará la elección más acertada (Anexo 2).

Neto et al (2012), en una revisión sistemática, nos ayudan a tomar la decisión: el uso de ortesis articulada aumenta la flexión dorsal del tobillo, mejora el soporte bipodal, mejora la velocidad de la marcha y disminuye el gasto energético mientras que el uso de ortesis rígida disminuye la espasticidad y mejora el control de las contracturas.

5

Ortesis en el niño hipotónico

Las ortesis han demostrado ser una intervención útil para mejorar el equilibrio de pie y la marcha en niños con hipotonía de origen central, por ejemplo, en el síndrome de Down. Sin embargo, hay que tener en cuenta que entre los niños con síndrome de Down hay niños que requieren más estabilidad en el pie y tobillo que otros y algunos de ellos no requieren ninguna intervención ortopédica.

Los niños con síndrome de Down o con hipotonía de origen central que presentan hiper movilidad en el complejo del pie y tobillo están en desventaja biomecánica. Esta desventaja se revela por una estabilidad inadecuada y, por tanto, afectar negativamente al control postural y equilibrio. Además, la alienación ósea puede ser anormal en comparación con los niños que tienen un desarrollo típico. La tracción anormal de la musculatura del pie y el tobillo sobre la estructura ósea en proceso de maduración puede conducir a una posición y carga anormales del pie y el tobillo, lo que posiblemente tenga un efecto perjudicial a lo largo del tiempo en el crecimiento y la remodelación del hueso (Weber 2014). Es por ello, por lo que un dispositivo ortopédico (ya sean unas ortesis tipo plantillas o supramaleolares, según valoración individual) le ayuda a obtener la estabilidad necesaria para dar sus primeros pasos. En este caso, esperar o dejar tiempo para ver si se resuelve de forma espontánea retrasa aún más el inicio de la marcha y obstaculiza el crecimiento cognitivo que se obtiene mediante la exploración del entorno.

Para los niños con hiper movilidad de moderada a menor parece más beneficioso implementar el uso de ortesis cuando el niño haya desarrollado la capacidad de mantenerse en bipedestación con apoyo o que desarrolle un patrón de marcha estable. De esta manera tienen la oportunidad de pasar tiempo descalzos para explorar la sensación de peso activo y cambio de peso y moverse sin restricciones. Sin embargo, hay que valorar si la hiper movilidad del pie-tobillo influye en el avance de la posición bípeda.

Se recomienda prescribir a los niños con mayor tamaño y aquellos con más hiper movilidad unas ortesis supramaleolares, mientras con menor tamaño o aquellos que son menos hiper móviles la prescripción de unas ortesis simples de pie.

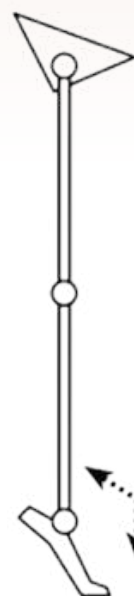


Clasificación de la marcha en la parálisis cerebral de Rodda y Graham (Anexo 1).

Rodda y Graham, en 2001 describen unos patrones cinemáticos en el niño con PC: 1) Marcha en equino, 2) Marcha con equino aparente, 3) Marcha a saltos, 4) Marcha agazapada, 5) Marcha con patrón mixto (a saltos-agazapada) y 5) Marcha con patrón asimétrico.

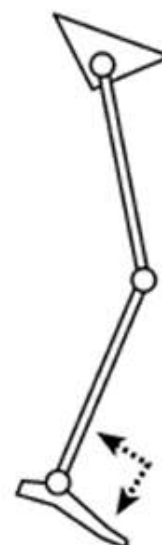
Marcha tipo 1. Pie equino

Este tipo de marcha se suele presentar por espasticidad en gastrocnemius. La articulación del tobillo se presenta en posición de equino. La rodilla y la cadera en extensión en la fase de apoyo de la marcha. La rodilla puede presentar un recurvatum muy llamativo, en este caso, aunque no se presente equino en el pie, se puede deducir también que existe un equino "oculto".



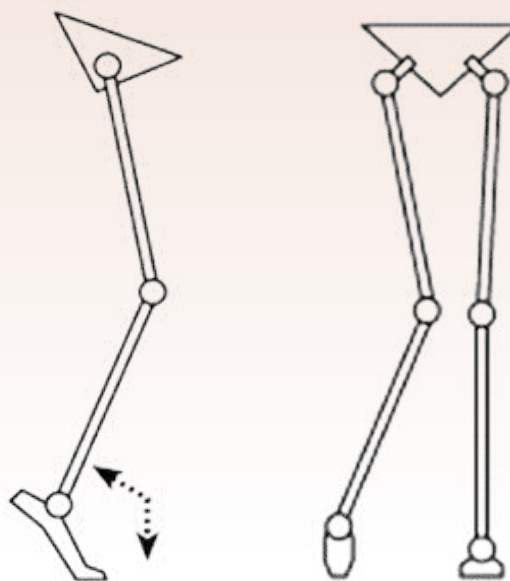
Marcha tipo 2. Marcha con equino aparente

La cinemática del plano sagital muestra un rango normal de dorsiflexión en la articulación del tobillo con una extensión excesiva en rodilla y cadera. Sobre todo en la fase de apoyo.



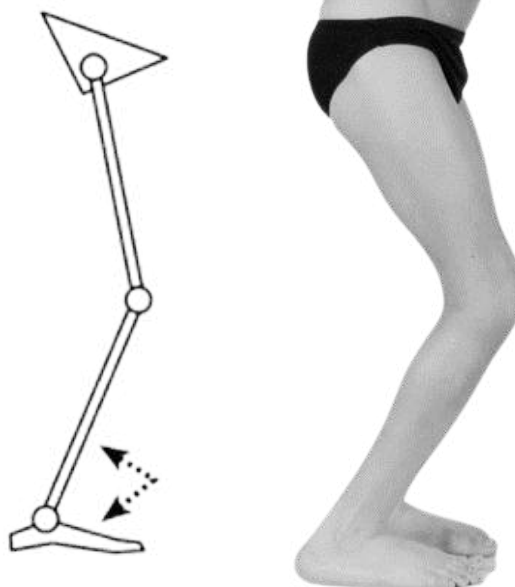
Marcha tipo 3. A saltos

En este tipo de marcha se suele presentar espasticidad en semitendinosus, semimembranosus, iliopsoas, gastrocnemius y soleus. El tobillo está en equino y la rodilla y cadera en flexión durante todo el ciclo de la marcha. Además, se presenta una anteversión de cadera, con un aumento secundario de la lordosis lumbar. La rodilla suele presentarse rígida en este tipo de marcha, debido a la rigidez del rectus femoris, más presente en la fase de balanceo de la marcha.



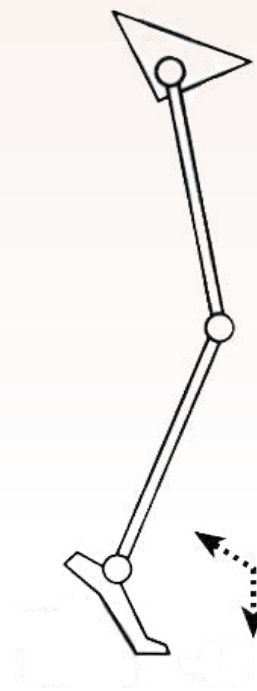
Marcha tipo 4. Agazapada

Es el tipo de marcha con un impacto funcional mayor, con gran consumo de energía, dolor fémoro-patelar y constituye un verdadero reto para su tratamiento conservador y/o quirúrgico. En este caso se presenta excesiva dorsiflexión del tobillo o de calcáneo (causada por un sobreestiramiento del tendón de Aquiles), flexión excesiva de rodilla y cadera en la fase de apoyo.



Marcha tipo 5. Patrón Mixto

En este patrón de marcha se presenta, en el plano sagital equino, flexión de rodilla, flexión de cadera y anteversión pélvica, en el plano transversal aducción de cadera y en el plano transversal rotación interna de la cadera.

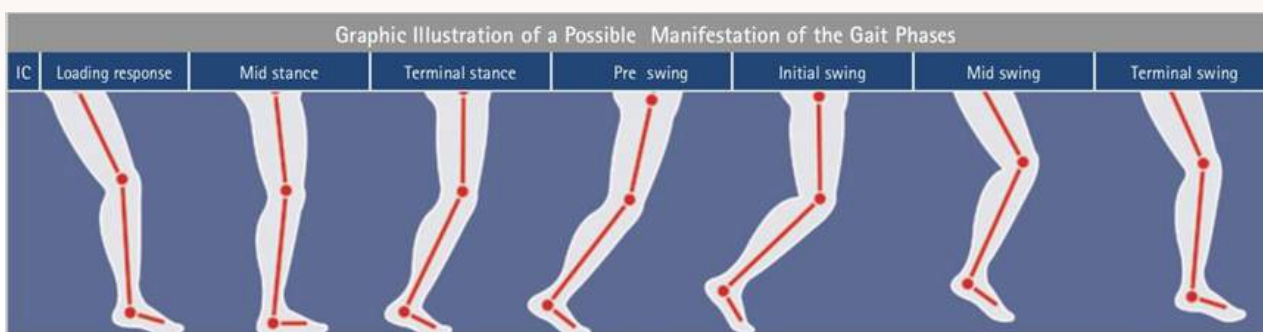




Clasificación de la marcha en la parálisis cerebral según la Amsterdam Gait Classification (Anexo 2)

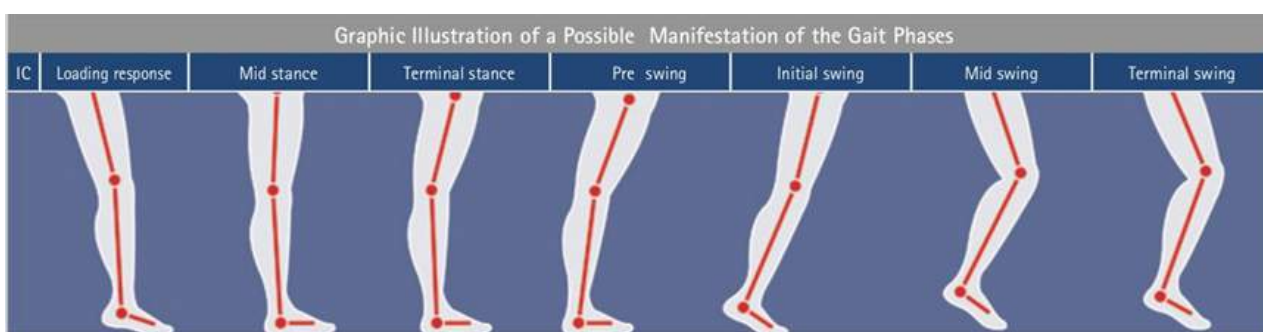
Jules Becher (2002) ha desarrollado un método sencillo y reproducible para clasificar el tipo de marcha en la PC y es una gran ayuda a la hora de elegir la ortesis más adecuada:

Marcha tipo 1. Pie caído



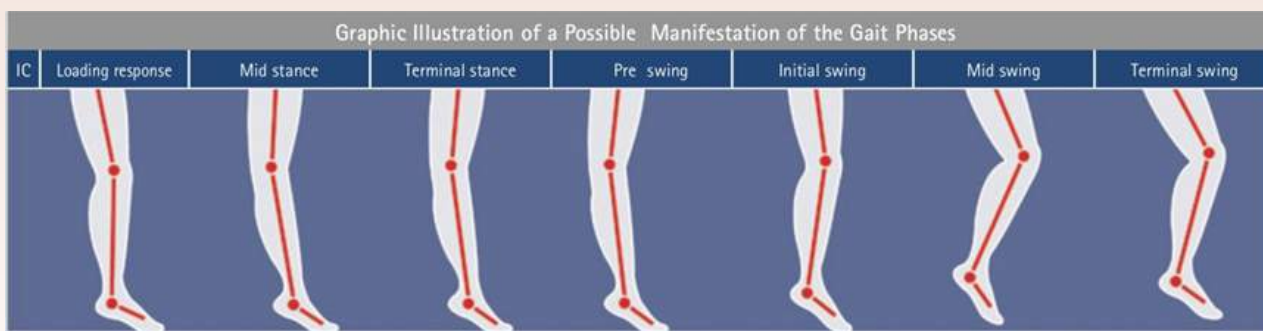
- Características: apoyo del antepié o del mediopié en el contacto inicial, contacto total del pie en la fase de apoyo sin hiperextensión en la rodilla, y debilidad del pie durante la fase de balanceo.
- Tipo de ortesis recomendada: ortesis supramaleolar con goma elástica posterior u ortesis articulada tipo TAMI 2 (asistencia a la dorsiflexión y flexión plantar libre).

Marcha tipo 2. Hiperextensión de rodilla



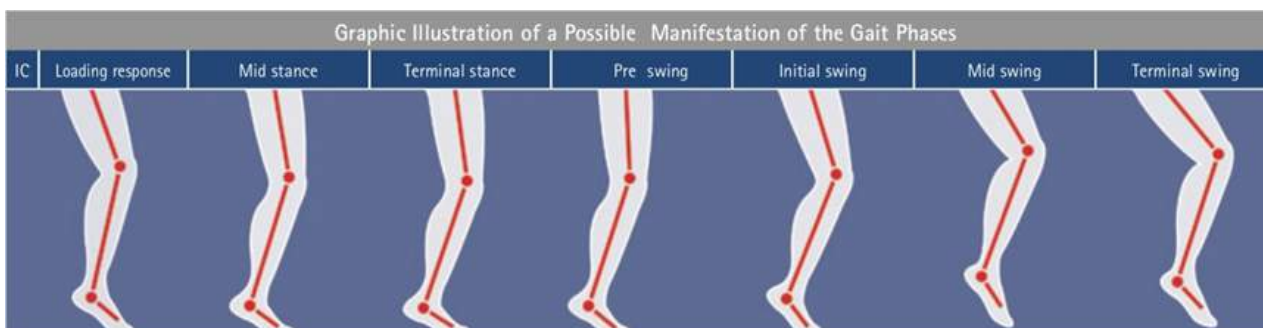
- Características: apoyo del antepié o mediopié en fase apoyo inicial, contacto total del pie con hiperextensión de rodilla en fase de apoyo medio.
- Tipo de ortesis recomendada: ortesis articulada, ortesis libre en FD y bloqueo de la FP. Precisa de ajuste del ángulo del tobillo respetando el ROM de tobillo en FD en caso de acortamiento de los gemelos y el correspondiente ajuste en el calzado para conseguir apoyo plantar completo en el apoyo.

Marcha tipo 3



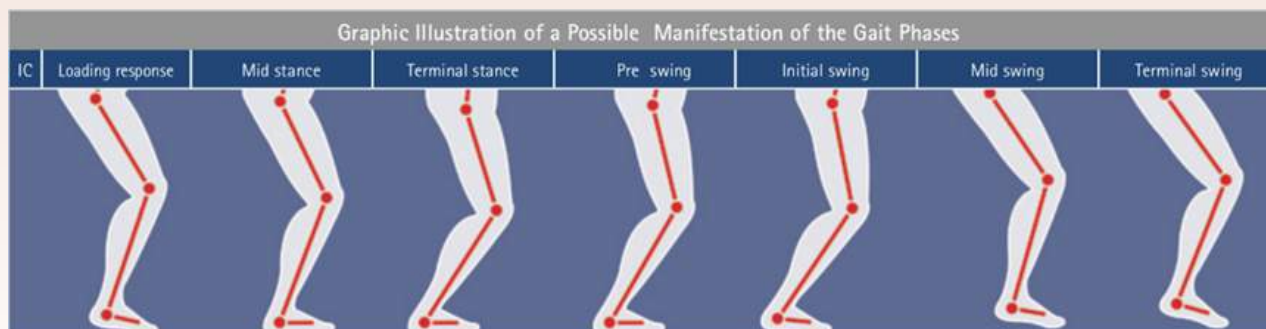
- **Características:** similar al patrón tipo 2, con apoyo del ante o mediopié e hiperextensión de rodilla en fase de apoyo medio, sin contacto completo del talón.
- **Tipo de ortesis recomendada:** ortesis articulada (ante conservación del ROM y alineación de la tibia en la fase media de apoyo) y ortesis rígida (FD y FP limitada, ante limitación del ROM y/o flexión de rodilla en la fase de apoyo media). Precisa de ajuste del ángulo del tobillo respetando el ROM de tobillo en FD en caso de acortamiento de los gemelos y el correspondiente ajuste en el calzado para conseguir apoyo plantar completo en el apoyo.

Marcha tipo 4. Marcha en salto/ equino aparente



- **Características:** flexo de cadera y de rodilla ($>10^\circ$) con apoyo de ante o mediopié en la fase de apoyo medio.
- **Ortesis recomendada:** articulada o GRAFO (+ PLS, SAFO) con base de la ortesis rígida hasta los dedos, que no flexe nada. La elección del modelo depende de la alineación de la rodilla en la fase de apoyo. Precisa de ajuste del ángulo del tobillo respetando el ROM de tobillo en FD en caso de acortamiento de los gemelos y el correspondiente ajuste en el calzado para conseguir apoyo plantar completo en el apoyo.

Marcha tipo 5. Marcha agazapada



- **Características:** apoyo completo del pie, con flexo de rodilla ($>10^\circ$) y de cadera.
- **Ortesis recomendada:** GRAFO (+ SAFO). Se requiere BA de cadera y rodilla completo para alinear a $+ 3^\circ - 4^\circ$ FD. Cuando no hay BA completo, se requiere para ajuste del ángulo de la ortesis debe mantener la alineación del tobillo en la posición óptima y próxima a la vertical.



Catálogo actualizado de ortesis en patología neurológica infantil (Ver Anexo)

FO



Contención parcial del talón y el mediopié.
Relleno del arco y estabilización del talón medial.

- Para pacientes que presentan pronación moderada e inestabilidad de la marcha asociada.
- Para pacientes que necesitan más contención de la que es posible con un inserto de zapato de línea de corte inferior.

SMO Supramaleolar orthosis

DAFO LEAP FROG

OIT 070G



Permite Flexión Dorsal y Flexión Plantar.

Pacientes pequeños, con una posición del pie completamente corregible. Que tienen una fuerte pronación o una supinación leve.

Presentan inestabilidad de marcha asociada.

- Pronación por bajo tono (severa)
- Supinación o pronación por alto tono (moderada)

DAFO BUNNY

OIT 070G



Permite Flexión Dorsal, bloquea suavemente la Flexión Plantar.

Pacientes pequeños, con una posición del pie totalmente corregible que presentan un exceso leve de flexión plantar (caminar de puntillas) o hiperextensión leve de la rodilla.

La correa posterior puede proporcionar retroalimentación sensorial para "indicar" al paciente que corrija esta postura.

- Flexión plantar excesiva, marcha en puntillas (moderado)
- Hiperextensión de rodilla (moderado)
- Posicionamiento o deambulación limitada (moderado)

DAFO SOFTBACK

OIT 070G



Resistencia más fuerte a la Flexión Plantar, permite la Flexión Dorsal.

Para pacientes pequeños, con una posición del pie completamente corregible que presentan flexión plantar moderada (marcha en puntillas) o hiperextensión de la rodilla.

- Flexión plantar excesiva, marcha en puntillas (moderado)
- Hiperextensión de rodilla (moderado)

DAFO KANGAROO

OIT 070G



Bloquea la Flexión Plantar, permite la Flexión Dorsal.

Pacientes pequeños, con una posición del pie completamente corregible que presentan fuertes patrones de flexión plantar excesiva y / o marcada hiperextensión de la rodilla. El paciente tiene muy poco control voluntario del tobillo.

- Flexión plantar excesiva, marcha en puntillas (severo)
- Hiperextensión de rodilla (severo)
- Posicionamiento o deambulación limitada (moderado)

SMO Supramaleolar orthosis

DAFO 4

OIT 070A



Permite Flexión Dorsal y Flexión Plantar

Pacientes que necesitan altos niveles de corrección en el pie, pero que tienen un adecuado control del tobillo. Presentan pronación o supinación excesivas, pronación por bajo tono con retraso en el desarrollo y alteración de la propiocepción. Niños que son activos, juegan en el suelo y precisan libertad en la articulación de tobillo – pie.

- Pronación por bajo tono (severa)
- Supinación o pronación por alto tono (moderada)

VARIACIONES: Dafo 4 con cincha supramaleolar para mayor soporte.

DAFO 2**OIT 070F**

Bloqueo de la Flexión Plantar, Flexión Dorsal libre. Con articulación

Pacientes con tendencia fuerte al pie equino, con marcha en puntillas (moderada o severa).

Pacientes con necesidad importante del control de la hiperextensión de rodilla.

Aquellos pacientes que por otros motivos puedan beneficiarse de una ortesis articulada.

- Exceso de flexión plantar (marcha en puntillas) nivel severo.
- Hiperextensión de rodilla, nivel severo.

HAFO Hinged AFO con Tamarak**DAFO TAMI 2****OIT 070H**

Bloqueo de la Flexión Plantar, Flexión Dorsal libre y asistida

Pacientes con tendencia fuerte al pie equino, con marcha en puntillas (severa). Pacientes con necesidad importante del control de la hiperextensión de rodilla.

Aquellos pacientes que por otros motivos puedan beneficiarse de una ortesis articulada con asistencia a la Dorsiflexión.

La articulación de Tamarak es elástica y puede configurarse con diferentes grados para que asista la Dorsiflexión con más o menos fuerza.

- Exceso de flexión plantar (marcha en puntillas) nivel severo.
- Hiperextensión de rodilla, nivel severo.

VARIACIONES: También puede diseñarse para dejar libre la FP y la FD.

PLS Posterior Leaf Spring

DAFO 3.5

OIT 070B



Resiste la Flexión Plantar y resiste la Flexión Dorsal (diferentes niveles de resistencia según diseño de barra posterior)

Pacientes que tienen pronación o supinación excesivas. Para flexión plantar o dorsiflexión excesiva, para hiperextensión de rodilla y también para flexión de rodilla. Pacientes que tienen algún control voluntario del tobillo y pueden beneficiarse del soporte del Dafo para aumentar su función general.

Aquellos que necesitan más estabilidad medial/lateral que la ofrecida por un dafo 3 o un dafo 4.

- Exceso de flexión plantar (marcha en puntillas) nivel moderado.
- Hiperextensión de rodillas moderada.
- Inconsistencia en la fase de balanceo.

DAFO 3

OIT 070B



Bloqueo de la Flexión Plantar, Flexión Dorsal libre

Pacientes más pequeños. Con tendencia fuerte al pie equino, con marcha en puntillas (severa). Pacientes con necesidad importante del control de la hiperextensión de rodilla.

Nunca debe utilizarse para niños con marcha en flexión de rodillas (marcha agazapada).

- Exceso de flexión plantar (marcha en puntillas) nivel severo.
- Hiperextensión de rodilla, nivel severo.

SAFO Solid Ankle Foot Orthosis

DAFO FA

OIT 070B



Bloqueo de la Flexión Plantar y Flexión Dorsal

Pacientes más pequeños que precisan mucho soporte. Tienen mucha espasticidad y tendencia fuerte al pie equino, marcha en flexión de rodillas. A pesar del alto tono, no mantienen la bipedestación y se derrumban, en postura agazapada y severamente pronada (a menudo con deformidad del pie en balancín).

En el empeine la línea de corte es más alta que en otros Dafos. Esto, junto con la cincha pretibial, es lo que le diferencia del Dafo 3.

- Marcha con flexión de rodillas (nivel severo).

PLS Posterior Leaf Spring

DAFO FLEXISPORT

OIT 070B o OIT 070E



Resistencia fuerte a la Flexión Plantar y resiste a la Flexión Dorsal

Para pacientes más grandes y activos que necesitan una alineación cómoda del pie y un control de tobillo entre moderado y fuerte.

Ideal para los adolescentes que practican deporte.

- Inconsistencia en la fase de balanceo (severa).
- Flexión plantar excesiva (marcha en puntillas) moderada.
- Hiperextensión de rodilla (moderada).

DAFO TURBO

OIT 070B



Bloquea la Flexión Plantar y Flexión Dorsal

GRAFO Ground Ankle Foot Orthosis

DAFO FLOOR REACTION

OIT 070D o OIT 070B



Bloqueo de la Flexión Dorsal y la Flexión Plantar

Pacientes que presentan excesiva flexión plantar de tobillo y flexión de rodillas. Mismas indicaciones que el Dafo FA, pero para pacientes más mayores.

- Marcha con flexión de rodillas (severa).

Pacientes que colapsan con flexión de rodillas. El soporte anterior ayuda a mantener el peso del cuerpo en carga.

- Flexión de rodillas, marcha agazapada (severa).

SAFO Solid Ankle Foot Orthosis

DAFO 8

OIT 070D



Bloqueo de la Flexión Plantar y Flexión Dorsal

Pacientes que no caminan. Simplemente queremos ofrecer un soporte envolvente del pie para mantenerlo alineado y evitar la deformidad.

- Ausencia de marcha

VARIACIONES: Dafo 8 Softy, con capa interna acolchada.



Bibliografía

1. Alexander MA, Xing Y, Bhagia SM, Cashen Y. Lower limb orthotics. eMedicine. 2.3.2006
2. National Academy of Sciences, USA, 1973
3. Vermeulen J. High tech treatment in cerebral palsy: individual challenges. 32nd European Academy of Childhood Disability Annual Meeting 2020; online 25.11.2020 – 28.11.2020
4. Zambudio R. Prótesis, ortesis y ayudas técnicas. Ed Elsevier Masson, 2009
5. Kubota K. The Rancho ROADMAP: a tool for AFO and KAFO prescription. 2012
6. Ries AJ, Novacheck TF, Schwartz MH. A data driven model for optimal orthosis selection in children with cerebral palsy. Gait Posture. 2014; S40:539-544. doi: 10.1016
7. ICF..International Classification of Functioning, Disability and Health. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Geneva, 2001
8. Berker N, Yalçın S. The HELP Guide to Cerebral Palsy. Global Help Publication. 2005
9. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1997; 39:214-223
10. Hsu JD, Michael JW, Fisk JR. AAOS. Atlas de ortesis y dispositivos de ayuda. 4ª ed. Elsevier. Madrid, 2009
11. Fife S, Roxbourough L., Armstrong R., et al. Development of a clinical measure of postural control for assessment of adaptative seating in children with neuromotor disabilities. Phys ther 1991; 71:981-993.
12. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Ohrvall AM, Rosenbaum P. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. Dev Med Child Neurol. 2006;48:549-554
13. Balzer J, van der Linden ML, Mercer TH, van Hedel HJA. Selective voluntary motor control measures of the lower extremity in children with upper motor neuron lesions: a systematic review Dev Med Child Neurol. 2017 ;59: 699-705
14. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys Ther. 1987 ;67:206-207
15. Hwang J, Lee JA, You JSH. Multiple relationships between Tardieu, Kinematic data, and Wolf Motor Function Test with children with cerebral palsy. NeuroRehabilitation. 2019;44:191-197
16. Sánchez Fernández R, Conejero Casares JA, Canto Elías F. Medición del balance articular. Sistema SFTR. Elsevier, Madrid, 2014
17. Uding A, Bloom NJ, Commean PK, Hillen TJ, Patterson JD, Clohisy JC, Harris-Hayes M. Clinical Tests to Determine Femoral Version Category in People with Chronic Hip Joint Pain and Asymptomatic Controls. Musculoskelet Sci Pract. 2019; 39: 115–122
18. Lee KM, Chung CY, Kwon DG, Han HS, Choi IH, Park MS. Reliability of physical examination in the measurement of hip flexion contracture and correlation with gait parameters in cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. 2011; 19:150-158

19. Ten Berge SR, Halbertsma JP, Maathuis PG, Verheij NP, Dijkstra PU, Maathuis KG. Reliability of popliteal angle measurement: a study in cerebral palsy patients and healthy controls. *J Pediatr Orthop.* 2007; 27:648-652
20. De Groote F, Blum KP, Horslen BC, Ting LH. Interaction between muscle tone, short-range stiffness and increased sensory feedback gains explains key kinematic features of the pendulum test in spastic cerebral palsy: A simulation study *PLoS One.* 2018 Oct 18; 13(10): e0205763. doi: 10.1371
21. Assenza C, Cacciatore D, Manica M, Marco M, Foti C, Gobbetti , Paolucci S, Morelli D Assistive products and childhood neurodisability: a retrospective study on factors associated with aids/orthoses prescription. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2020 ;56:412-420
22. Lindén O, Hägglund G, Rodby-Bousquet E, Wagner P. The development of spasticity with age in 4,162 children with cerebral palsy: a register-based prospective cohort study, *Acta Orthopaedica* 2019 90:3, 286-291
23. Wingstrand M, Hägglund G, Rodby-Bousquet E. Ankle-foot orthoses in children with cerebral palsy: a cross sectional population-based study of 2200 children. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014; 15:327
24. Zhao X, Xiao N, Li H, Du S. Day vs. day-night use of ankle-foot orthoses in young children with spastic diplegia: a randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2013; 92:905-11.
25. Romero Torres MD, Sánchez Palacios J, Delgado Mendilivar JM, Conejero Casares JA. Ortesis pasiva tobillo-pie de uso nocturno en la prevención del pie equino en la parálisis cerebral. *Rehabilitación (Madr)* 2015; 49: 156-161
26. Wesdock KA, Edge AM. Effects of wedged shoes and ankle-foot orthoses on standing balance and knee extension in children with cerebral palsy who crouch. *Pediatr Phys Ther.* 2003;15:221-231.
27. Tardieu C, Lespargot A, Tabary C, Bret MD. For how long must the soleus muscle be stretched each day to prevent contracture?. *Dev Med Child Neurol* 1988 ;30: 3-10
28. DeMeyer L, Brown M, Adams A. Effectiveness of a night positioning programme on ankle range of motion in patients after hemiparesis: a prospective randomized controlled pilot study. *J Rehabil Med.* 2015; 47:873-877.
29. Hägglund G, Wagner P. Spasticity of the gastrosoleus muscle is related to the development of reduced passive dorsiflexion of the ankle in children with cerebral palsy: a registry analysis of 2,796 examinations in 355 children. *Acta Orthop* 2011; 82:744-748.
30. Pearson TS, Pons R, Ghaoui R, Sue CM. Genetic mimics of cerebral palsy. *Mov Disord* 2019 ;34:625-636.
31. Rodda J, Graham HK. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *Eur J Neurol.* 2001 ;8 Suppl 5:98-108.
32. Becher JG. Pediatric Rehabilitation in Children with Cerebral Palsy: General Management, Classification of Motor Disorders. *JPO Journal of Prosthetics and Orthotics* 2002; 14:143-149
33. Neto, H. P., Grecco, L. A. C., Galli, M., & Oliveira, C. S. Comparison of articulated and rigid ankle-foot orthoses in children with cerebral palsy: A systematic review. *Pediatric Physical Therapy* 2012; 24: 308-312.
34. Weber A, Martin K. Efficacy of orthoses for children with hypotonia: a systematic review. *Pediatr Phys Ther.* 2014 Spring;26(1):38-47
35. Herskind A, Ritterband-Rosenbaum A, Willerslev-Olsen M, et al. Muscle growth is reduced in 15-month-old children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2016 May; 58(5): 485-91

