CAPÍTULO 23

ORTESIS DE MIEMBROS INFERIORES.

Cristina Serrano González, Luz Celia Sáenz Ramírez

PALABRAS CLAVE:
Ortesis, Miembros inferiores.

ABREVIATURAS:
AFO: ankle foot orthoses. **ELA:** esclerosis lateral amiotrófica. **EM:** esclerosis múltiple. **FO:** foot orthoses. **HKAFO:** hip knee ankle foot orthoses. **KAFO:** knee ankle foot orthoses. **MMII:** miembros inferiores. **MMSS:** miembros superiores. **MTT:** metatarsiano. **PCI:** parálisis cerebral infantil. **SNC:** sistema nervioso central. **SNP:** sistema nervioso periférico. **TCE:** traumatismo cráneoencefálico. **UCI:** unidad de cuidados intensivos.

1. INTRODUCCIÓN

En Medicina Física y Rehabilitación tratamos de mejorar los déficits que se producen como consecuencia de las distintas patologías y a distintos niveles. En ocasiones, con las terapias físicas es suficiente para lograrlo. En otras ocasiones necesitaremos de unos dispositivos aplicados externamente que nos ayuden a modificar las características estructurales o funcionales del sistema músculoesqueletico de las extremidades inferiores y con ello mejorar el patrónde la marcha, aliviar dolores o prevenir deformidades.

1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ORTESIS

Las ortesis se pueden clasificar de diferentes maneras. Según su finalidad pueden ser:

a. Inmovilizadoras: Como en los casos de las fracturas en las que necesitemos una deambulación precoz evitando la movilización del foco de fractura o en fases agudas de enfermedades reumáticas para el alivio del dolor.

b. Correctoras: Éstas se usan sobre todo en niños para corregir o realineardesequilibrios anatómicos o funcionales. Se aplican de forma progresiva y suele estar basadas biomecánicamente en la aplicación de un sistema de fuerzas en tres puntos.

c. Posturales o pasivas: Más de uso nocturno y cuyo objetivo principal es evitar o disminuir la aparición de deformidades en una articulación concreta.

d. De descarga: Permiten la descarga del peso corporal sobre el miembro afecto

e. Dinámicas o funcionales: Con ellas se intenta mejorar o facilitar un déficit existente en el intento de mejoraremos también la deambulación.

f. Mixtas: Existen ortesis con las cuales podemos cumplir distintos objetivos a la vez

Y también pueden clasificarse y denominarse según el área de aplicación ,tal como recomendó la *Task Force*, por lo que se usa las articulaciones mayores como elemento de definición de la ortesis, de esta manera se combinan las iniciales de las letras de las articulaciones formando los acrónimos. Es una manera de unificar el idioma de las ortesis evitando los nombres propios:

- Ortesis para pie: *foot orthoses* (FO).
- Ortesis para tobillo y pie: *ankle foot orthoses* (AFO).
- Ortesis para rodilla, tobillo y pie: *knee ankle foot orthoses* (KAFO).
- Ortesis para cadera, rodilla, tobillo y pie: *hip knee ankle foot orthoses* (HKAFO).

1.2 NORMAS DE USO, CUIDADOS Y EFECTOS NO DESEADOS

Es muy importante que estas ortesis sean prescritas de forma individualizada, en función de las necesidades y características del paciente. Es necesario explicar al paciente o a la familia el objetivo de su indicación. En la medida de lo posible usar el material de menor peso para disminuir el gasto energético y conseguir la mayor comodidad del paciente. Las ortesis pueden serprefabricadas siendo necesario ajustarlas al máximo posible al individuo que la vaya a usar o realizadas de forma personalizada con un molde sobre el miembro afecto del paciente. Una vez que el paciente tenga la ortesis

es conveniente ver cómo le queda la misma en distintas posiciones:

- Estática: ver cómo se coloca y quita la ortesis, comprobar que es del tamaño adecuado, inspeccionar la piel y detectar lesiones en la misma. En los casos en que el paciente no sea capaz de ponerse la ortesis hay que enseñar al cuidador o familiar y que sea él quien le vigile la piel.
- En bipedestación: ver alineación, la altura y localización de los componentes y si existe un correcto apoyo del calzado en el suelo.
- En la marcha: estabilidad de las distintas articulaciones en las distintas fases de la marcha.

Las ortesis pueden producir algunos efectos no deseados como los siguientes:

- Erosiones por mal uso o hipersensibilidad cutánea.
- Dermatitis de contacto.
- Eritemas o úlceras por presión en zonas de mayor contacto.
- Lesiones cutáneas por hipersudoración como puede ocurrir en nuestro medio.
- Disconfort con el uso de la ortesis, en cuyo caso se tiene que revisar si le queda bien o existen puntos de mayor presión.

Para disminuir esos efectos, a su vez, se debe recomendar a los pacientes:

- Buena higiene de la piel y de la ortesis.
- Revisar la piel al quitar la ortesis o en caso de molestias para ver si ha aparecido alguna lesión.
- Uso de material de algodón (malla, calcetín, media, etc. según la zona) preferiblemente blanco y sin costuras a colocar antes del emplazamiento de la ortesis.

2. ORTESIS DE PIE O PLANTILLAS

Son dispositivos que se colocan en el interior del calzado para corregir alteraciones biomecánicas del pie, compensar alteraciones funcionales o disminuir zonas de hiperpresión. Existen múltiples ortesis plantares en función de la indicación, materiales usados y características del paciente. Se describirán las patologías más frecuente de los pies donde se pueden usar estos dispositivos [1].

Las plantillas en función del fin que queramos conseguir las podemos dividir en:

- Ortesis correctoras. Se usan en aquellas alteraciones reductibles del pie, como puede ser en las enfermedades reumáticas no establecidas, pies cavos o planos infantiles.
- Ortesis de descarga o compensación. En estos casos no se pretende reducir ninguna alteración ya que suele estar establecida. Lo que se persigue es disminuir puntos dolorosos o de hiperpresión. Se puede usar en pies cavos de adultos o enfermedades reumáticas con deformidad establecida a nivel de los pies.
- Ortesis preventivas. En ellas se intenta mejorar la distribución de la presión a nivel de los pies para evitar puntos dolorosos, hiperqueratosis o úlceras. Útiles en enfermedades reumáticas o en los pacientes diabéticos.

Por otro lado, hay múltiples materiales que se pueden usar para confeccionar las plantillas. Su uso varía en función de los objetivos que queramos conseguir con ellas. De acuerdo con el material usado, las plantillas pueden ser:

- Plantillas rígidas. Se usan cuando se quiere corregir alguna alteración o para inmovilizar. Los materiales que se suelen usar son resinas rígidas, polipropileno y fibra de carbono. La toma del molde se realiza con orthesine o vendas de escayola corrigiendo el pie en la postura en caso que sean correctoras o en la deformidad establecida en caso que no se pueda corregir,marcándose puntos de presión o de dolor, una vez que se tiene el molde negativo se rellena con escayola líquida consiguiendo el molde positivo. Las resinas y el polipropileno se calientan a altas temperaturas adquiriendo una consistencia dúctil siendo el momento para moldearlos sobre el molde positivo.
- Plantillas semirrígidas. En su confección se emplea un material entre los blandos y los rígidos y se usa en pacientes que necesitan estabilidad en el pie a la vez que comodidad. Los materiales que se usan suelen ser etileno vinil acetato o un conglomerado de corcho y látex.
- Plantillas blandas: Se utilizan sobre todo de forma preventiva y para mejorar la distribución de la presión plantar de los pies; siendo los materiales más usados el poliuretano y el látex.
- Plantillas mixtas: Se fabrican con una combinación de material rígido (resinas, polipropileno o fibra de carbono) que es la base de la plantillas recubierto de un material blando(poliuretano o látex) que es el que está en contacto con el pie. El material rígido inmoviliza las articulaciones rígidas y el material blando facilita la mejora de la distribución de presiones plantares.

Como norma general, se recomienda un inicio de uso de las plantillas progresivo para controlar los

roces en la piel. En caso que a las tres semanas no se toleren, se recomienda revisarlas. Es importante lavarlas de forma periódica ya que es una zona de mucho sudor. Se recomienda revisarlas cada 6 meses y cambiarlas aproximadamente al año o antes en caso de quedarse pequeña sobre todo en los niños, o deformarse y deteriorarse.

2.1 PLANTILLAS EN ADULTOS

La patología del pie en adultos es muy diversa. A continuación se mencionarán aquellas entidades más frecuentes.

2.1.1 PIE CAVO

Se caracteriza por aumento de la bóveda plantar con dedos en garra y desviación en varo del calcáneo. Las causas pueden ser múltiples: neurológicas (enfermedad de Charcot-Marie-Tooth, parálisis de tipo espásticas, etc.) alteraciones osteoarticulares o por retracciones de partes blandas de la planta del pie. En otros casos no existe una causa aparente que justifique la presencia de este tipo de pie.

Muchos son asintomáticos y en los adultos las deformidades son muy poco reducibles pudiendo producir dolor a modo de metatarsalgias, bursitis o talalgias. Existen zonas de hiperpresión y de hiperqueratosis por la mala distribución de fuerzas, sobre todo a nivel talar y metatarsal. Por todo ello el objetivo de las plantillas es disminuir el dolor y mejorar la distribución de cargas, alineando y estabilizando el pie.

Se suele indicar plantillas con barra retrocapital para descargar la fuerza sobre las cabezas de los metatarsianos y cuñas pronadoras para corregir el varo del talón.

2.1.2 METATARSALGIAS.

Constituye uno de los motivos más frecuentes de colocación plantillas en adultos. La clínica más característica es el dolor en el antepie pudiendo deberse a diferentes causas: biomecánicas (las más frecuentes), secundarias a fracturas, luxaciones, o traumatismos en el pie y a algunas enfermedades sistémicas que produzcan alteraciones en el pie, ya sea de origen vascular, reumático o neurológico.

Encontraremos un pie doloroso que puede presentar zonas de hiperpresión con hiperqueratosis por lo que el objetivo de las plantillas que vayamos a usar es el alivio del dolor y la redistribución de cargas a nivel del pie, descargando las zonas de mayor presión. A la hora de tomar el molde se señalan las zonas dolorosas y de hiperpresión y es importante un estudio dinámico del pie para ver la distribución de fuerzas en antepie durante la marcha.

Existen múltiples variedades de plantillas en función de la zona que queramos descargar [2]. Si existe hiperpresión en todo el apoyo anterior como puede ocurrir en enfermedades inflamatorias se recomienda plantilla con barra retrocapital. En la insuficiencia del primer metatarsiano (MTT) se coloca una barra retrocapital con prolongación por debajo del mismo. En casos de sesamoiditis se coloca una barra retrocapital con una muesca a nivel del primer MTT evitando la zona dolorosa. Si existe sobrecarga del primer y quinto MTT se coloca una barra retrocapital con prolongación de la parte central abarcando los dedos segundo, tercero y cuarto. En la sobrecarga de los metatarsianos centrales se coloca una almohadilla debajo de la zona central justo detrás de las cabezas de dichos MTT. En la enfermedad de Köhler II y en la enfermedad de Morton se usa una plantilla semirrígidas con discreta barra retrocapital y prolongación blanda bajo la cabeza del metatarsiano afectado.

2.1.3 TALALGIAS.

El dolor en el talón es un motivo frecuente de consulta en los servicios de Rehabilitación. Las causas pueden ser múltiples como microtraumatismos repetidos a nivel del talón, entesopatía de la fascia plantar con o sin espolón calcáneo o determinado morfotipos de pie que pueden tener mayor tendencia como pies cavos, hiperpronadores, disfunciones del tibial posterior o síndrome del canal tarsiano.

En los casos de morfotipos hay que intentar corregir o mejorar la distribución de cargas a través del uso de plantillas semirrígidas o rígidas .Si hay un espolón asociado se recomienda que la parte posterior sea blanda para amortiguar la zona. Se prefieren plantillas con arco interno para distender la aponeurosis plantar y en caso de tendinitis aquílea son útiles las taloneras ya que elevan un poco la parte posterior y relajan el tendón.

2.1.4 PIE DIABÉTICO.

Uno de los problemas de los diabéticos es la aparición de lesiones en los pies: rozaduras, heridas y úlceras debido a la alteración de la sensibilidad que padecen que unido a una circulación deficiente favorecen la presencia de las mismas y retrasan su curación. En función de si existen o no dichas úlceras se usarán plantillas preventivas o de descarga.

Se puede realizar un estudio de la pisada a través de un baropodómetro, que es un sistema

digitalizado que detecta las presiones plantares durante las distintas actividades plantares, estáticas y dinámicas. De esta manera se sabe cuáles son los puntos de mayor presión realizando plantillas de material blando evitando estos puntos y redistribuyendo la carga. Aparte del uso de plantillas es muy importante una buena higiene y secado de los pies, buena higiene de las plantillas, usar un calzado que no apriete y evitar que tengan costuras o que produzcan roces

2.1.5 PIE REUMÁTICO

Generalmente, en las enfermedades reumáticas inflamatorias aparecen deformidades en manos y pies que suelen ser progresivas con zonas de hiperpresión pudiendo llegar a ulcerarse. Las deformidades que se pueden producir son múltiples como dedos en garra, *hallux valgus*, subluxaciones y luxaciones metatarsofalángicas. Dado que se producen deformidades progresivas se necesitan unas plantillas que eviten en lo posible la evolución de las mismas. Éste hecho justifica que deban tener una base rígida con un carácter corrector y se deben colocar elementos blandos en las zonas de hiperpresión. Cuando las deformidades ya estén estructuradas y rígidas el objetivo principal es evitar los puntos de hiperpresión con plantillas blandas.

2.2 PLANTILLAS EN LA INFANCIA

Los procesos que suelen demandar con mayor frecuencia la indicación de plantillas en la infancia son los siguientes.

2.2.1 PIE PLANO VALGO

Es una alteración muy frecuente en la infancia pudiendo deberse a múltiples causas: alteraciones óseas (astrágalo verticalizado o sinostosis óseas), alteraciones neuromusculares (por parálisis flácidas o espásticas o por miopatías) o por alteraciones músculoligamentosas (pie plano laxo infantil, enfermedad de Enhler-Danlos, artritis reumatoide, etc.). Son pies en los que existe una disminución de la altura de la bóveda plantar con una desviación en valgo del talón (3). Se produce una supinación del antepie y una pronación del retropié.

Durante muchísimo tiempo se han usado plantillas para la corrección de este tipo de alteración, hoy en día sólo se usan ortesis en casos que interfiera en la marcha o desarrollo motor del niño como puede ser en pies planos secundarios a patología neurológica, pies planos severos, caídas frecuentes a la marcha, escafoidits tarsiana, marcha con rotación externa muy marcada. En definitiva en los casos más complejos. Los pies planos flexibles no se deben tratar con plantillas. Hay que explicarle a los padres que el curso natural del pie plano del niño no se modifica con el uso de plantillas intentando disminuir la angustia con la que acuden muchos de ellos a la consulta.

Las plantillas que se usan deben supinar el retropié y pronar el antepie evitando marcar en exceso el arco plantar .En pies planos valgos muy marcados como pueden ser los secundarios a alteraciones neuromusculares con alteraciones en la marcha, se recomienda el uso de DAFOS (*dynamic ankle foot orthoses*), AFOS (*ankle foot orthoses*) o férulas antiequinas dinámicas a las que se le pueden colocar cuñas internas para mejorar el valgo de talón.

2.2.2 SINOSTOSIS ÓSEAS

Favorecen la deformidad en un pie plano valgo que en la pubertad puede producir dolor, precisando en ocasiones el uso de plantillas para alivio del dolor. La plantilla debe ser rígida no correctora, sino inmovilizadora para aliviar molestias.

2.2.3 ENFERMEDAD DE SEVER

Entre los 8 y 10 años es bastante frecuente la presencia de dolor en la parte posterior del pie a nivel del talón por una apofisitis posterior. Se suele mitigar con el uso de unas plantillas que tengan la parte posterior blanda para disminuir y amortiguar el impacto sobre la zona al caminar. También se produce una redistribución de fuerzas. En los casos en los que se acompañen de una deformidad del pie como pies cavos o planos habría que añadir elementos en la plantillas para mejorar el apoyo de los mismos. En los casos de pies cavos se colocarían unas barras retrocapitales para distribuir mejor las fuerzas en antepie y en los casos de pies planos valgos se intentaría supinar el retropié y pronar antepie.

2.2.4 PIE CAVO

Como ya se mencionó antes, es un aumento de la bóveda plantar con dedos en garra y desviación en varo del calcáneo. Las causas pueden ser múltiples. Se intenta supinar el antepie y corregir el varo del talón. En los niños, a diferencia de los adultos, no suele haber dolor ni formación con hiperqueratosis que van apareciendo con el tiempo y la carga.

Las plantillas constan de una barra retrocapital para disminuir la presión sobre las cabezas de los metatarsianos y una cuña en la parte externa para corregir el mencionado varo del talón. Su objetivo

en fases iniciales o casos leves es evitar su evolución o en casos avanzados retrasar la cirugía.

3. ORTESIS DE TOBILLO Y PIE (AFO).

Son dispositivos que se aplican a nivel del pie y tobillo intentando controlar el movimiento de flexoextensión del tobillo y/o la estabilidad lateral del mismo. Existen algunos que influyen sobre la marcha de forma indirecta al poder también controlar la rodilla.

A continuación se describen distintos tipos de ortesis que se pueden usar y sus aplicaciones.

3.1 ORTESIS ANTIEQUINO

Son dispositivos cuyo objetivo es evitar la caída del pie durante la marcha o evitar la presencia de deformidades en el tobillo. Intentan compensar una debilidad de los flexores dorsales evitando una flexión plantar exagerada durante la marcha ya sea al inicio de la misma o durante la fase de oscilación, al intentar mejorar el patrón de marcha de forma secundaria se consigue disminuir el gasto energético, la fatiga y aumentar la distancia de los recorridos que pudiera realizar el paciente. También puede existir una espasticidad exagerada de los flexores plantares que nos impidan una correcta flexión dorsal [4].

Hay distintos tipos de ortesis antiequinas, adecuando a cada paciente la que más le convenga según el momento de evolución en el que nos encontremos. Se pueden usar de forma permanente o temporal después de las lesiones. Las patologías donde más frecuentemente se usan estas ortesis:

- Lesiones del sistema nervioso periférico (SNP) que produzcan pie equino (caído): mielomeningocele, lesiones del ciático poplíteo externo, polineuropatías o poliomielitis.
- Lesiones del sistema nervioso central (SNC) que cursen con pie caído: hemiplejías o hemiparesias secundarias a ictus, traumatismos cráneoencefalicos (TCE), pacientes con parálisis cerebral infantil (PCI), esclerosis lateral amiotrófica (ELA), esclerosis múltiple (EM) o tumores cerebrales.
- Síndromes de inmovilidad prolongada: pacientes en unidades de cuidados intensivos (UCI).
- Lesiones neuromusculares: distrofias musculares.

3.1.1 ORTESIS ANTIEQUINAS METÁLICAS

Son las llamadas convencionales por ser de las primeras que se usaron. Están confeccionadas en metal y constan de una abrazadera, tutores con estribo y articulaciones que se unen al zapato. La abrazadera sujeta la ortesis al extremo distal de la pierna dos centímetros por debajo de la cabeza del peroné para evitar la compresión del nervio ciático poplíteo externo. Los tutores son dos barras que recorren la cara medial y lateral de la pierna desde la abrazadera hasta la articulación. Las articulaciones son dobles (una interna y otra externa) colocadas igual que la posición anatómica de los maléolos por lo que la interna tiene que ir más adelantada que la externa. El estribo es una pieza metálica en forma de “U” cuya base se fija a la suela del zapato y la parte superior a las articulaciones. En caso de querer corregir las desviaciones laterales (valgo-varo) se añade una cincha en “T”.

Dentro de estas ortesis tenemos:

- **Bitutor corto:** Los tutores son de duraluminio, material bastante resistente. Se bloquean en la flexión plantar dejando libre la flexión dorsal y evitando la caída brusca del pie durante la marcha. Es útil en parálisis espásticas y si existe presencia de clonus.
- **Bitutor tipo Klenzack:** Realiza el control de la caída del pie de forma activa ya que tiene un muelle en la articulación que facilita la flexión dorsal durante la marcha. Es útil en las parálisis tipo flácidas
- **Ortesis Codivilla:** En esta ortesis los tutores son de alambre de acero templado conocido como “cuerda de piano” que antes de llegar a la parte inferior hace un bucle que actúa como muelle. Es menos resistente que los bitutores anteriores y es útil en parálisis flácidas sin desviaciones laterales.

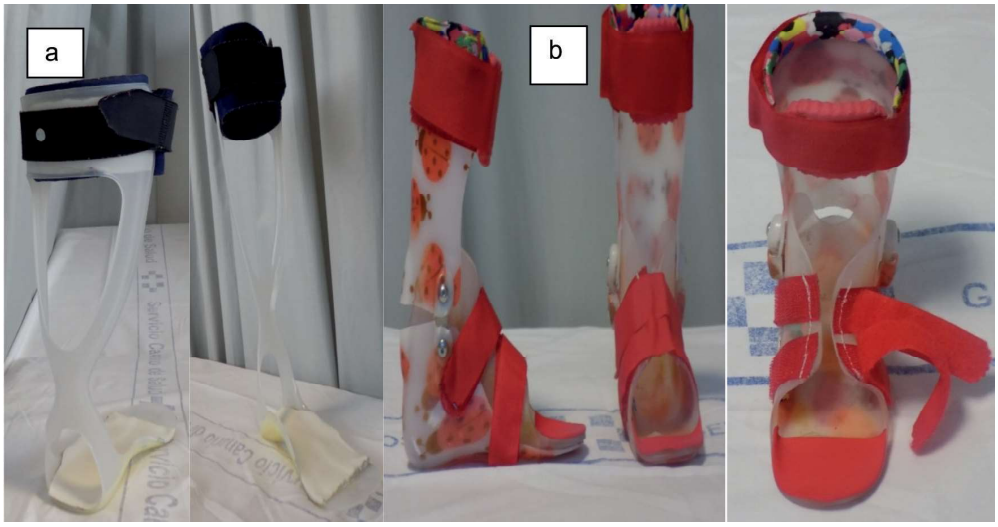
3.1.2 ORTESIS ANTIEQUINAS TERMOCONFORMADAS

En nuestros tiempos la mayoría de las ortesis que se fabrican son de este tipo porque son más ligeras, estéticas y mejor aceptadas por los pacientes. Estas ortesis están confeccionadas de plástico tipo polipropileno, fibra de carbono u otros materiales. La mayoría de ellas son de una pieza completa que consta de una férula posterior que cubre la pantorrilla unida a una plantilla del mismo material. Esta férula se aloja en el interior del calzado del paciente. Algunas pueden tener articulaciones con topes anteriores o posteriores o libres en función de lo queramos limitar. En las no articuladas no existe ningún tipo de movimiento de la articulación del tobillo y su función principal es evitar la caída del pie durante la marcha (**figura 1a**).

Algunas ortesis no articuladas:

- **Rancho de los Amigos:** suelen ser prefabricadas, confeccionadas en una sola pieza que

Figura 1: a. Férula antiequino tipo Rancho de los amigos. b. DAFOS con articulación de tobillos



se adapta a la pierna del paciente, se extiende desde tercio medio de la pierna a 2 cm debajo de la cabeza del peroné, hasta la base de los metatarsianos. En caso de espasticidad media se puede prolongar la plantilla hasta los dedos. Es útil en parálisis flácidas o con poca espasticidad sin desviación mediolateral (**figura 1b**).

- **Ortesis antiequino en espiral:** se tiene que hacer siempre con un molde. Consta de una plantilla hasta la base de los metatarsianos, una pieza en espiral que va desde la parte medial del pie, ascendiendo hasta acabar en la meseta tibial y se ancla a la pierna con una banda en la pantorrilla remachada al final de la pieza en espiral. Técnicamente son difíciles de construir por lo que usa más la férula anteriormente descrita.
- **Ortesis antiequino de fibra de carbono:** se usan poco dado su elevado precio pero son muy ligeras, rígidas y resistentes. Son prefabricadas de distinto tamaño constando de una plantilla unida a la pierna por la cara medial ascendiendo hasta la pantorrilla.

Hay ortesis termoconformadas con articulaciones (que pueden ser de plástico o metálicas) en las que se colocan topes anteriores o posteriores en función de las necesidades del paciente y de lo que queramos bloquear. Para bloquear la flexión dorsal se usa un bloqueo anterior y con ello se la da más estabilidad en plano sagital. En los casos que queramos bloquear la flexión plantar por disminuición de fuerza de los dorsiflexores se coloca un bloqueo posterior. Para mejorar el control mediolateral se realiza a través de través de las paredes laterales de la ortesis e interponiendo almohadillas a nivel maleolar.

3.1.3 FÉRULA POSTERIOR PASIVA TIBIAL

Su objetivo principal es la estabilización y mantenimiento de las articulaciones del pie y tobillo en una posición determinada para evitar deformidades, habitualmente el equinismo [5]. Su uso puede ser diurno o nocturno y en los casos en que sea posible se recomienda retirarlo cuando mejore la funcionalidad del miembro afecto. Durante el uso de este tipo de férula se puede realizar tratamiento rehabilitador encaminado a disminuir el equinismo existente. Consta de una valva posterior, generalmente de termoplástico y almohadillado para evitar roces, que mantiene el pie en la posición deseada. Se extiende desde la punta de los dedos hasta el tercio proximal de tibia y se cierra con unas cintas con velcros. Su acción se basa en un sistema de fuerzas equilibrado en tres puntos y el principio del contacto total a través del cual se reparte el apoyo en la mayor superficie posible. Está indicado su uso en pacientes con largos periodos de inmovilización, para evitar o corregir el equinismo en el pie y tras cirugías de la articulación tibiotarsiana (**figura 2**).

3.2 ORTESIS INMOVILIZADORA DE TOBILLO

Son ortesis que se usan para limitar y controlar la movilidad del tobillo. Se pueden fabricar de distintos materiales como neopreno, tejidos elásticos, termoplásticos, etc. Se intenta controlar el movimiento de la articulación tibiotarsiana que produce la flexoextensión del tobillo y/o la articulación subastragalina que realiza la abducción y aducción.

Las patologías donde más se indican este tipo de ortesis son: esguinces de tobillo, tendinitis, inestabilidades articulares o ligamentosas, postoperatorios de tobillo, retardos de consolidación ósea,

Figura 2: Distintas férulas pasivas tibiales infantiles

preventivas en la práctica deportiva y en las alteraciones estáticas.

Existen muchísimos modelos distintos que podemos adaptar y usar en función de nuestras necesidades:

- **Tobilleras básicas:** Son prefabricadas de distintos tamaños y materiales y se suelen usar de forma preventiva en algunos deportes o en esguinces leves. Existen algunas de ellas con almohadillas de silicona usándose en las depresiones entre el tendón de Aquiles y los maléolos para dar más estabilidad.
- **Tobilleras con cinchas de compresión regulables:** Suelen ser de neopreno con cinchas que ayudan a mantener el tobillo en la posición adecuada.
- **Ortesis de inmovilización de la articulación tibiotarsiana:** Fabricada en termoplástico extendiéndose desde la cabeza de los metatarsianos hasta el tercio distal de la tibia, tiene una lengüeta colocada en la cara lateral de la pierna y se cierra con cinchas con velcros. Se suele usar para esguinces severos.
- **Ortesis de control medio-lateral de la articulación del tobillo:** Son prefabricadas con dos hemivalvas desde el tercio medio de la tibia hasta los maleolos y sujetas por cinchas. Estas hemivalvas disponen de cámaras de aire o silicona que evitan la presión en un punto determinado .También se pueden realizar con material termoplástico sobre molde con dos hemivalvas que suben hasta 2 cm debajo cabeza del peroné fijándose con velcros, se usa para controlar el varo o valgo del tobillo, en postcirugía en partes blandas o tendinosas del pie o tobillo.
- **Ortesis tibial de marcha en descarga con suela en balancín:** Son ortesis tipo bota prefabricadas con unos tutores laterales metálicos y con articulación en tobillo. Lleva almohadillas protectoras internas en toda la pierna y en los maléolos, y correas de sujeción con cinchas con velcros. Actúa sobre todo como inmovilizador rígido de la articulación del tobillo pudiendo controlar los grados de movimiento del tobillo a través de la articulación. La suela en balancín ayuda al despegue en la fase de apoyo y con ello descarga el tobillo facilitando la marcha. Se usa en fracturas de tobillo y en tratamientos postquirúrgicos de pie y tobillo.

4. ORTESIS DE RODILLA, TOBILLO Y PIE (KAFO)

Existen diferentes tipos en función de lo que queramos conseguir con ellas. Son dispositivos que abarcan desde el pie hasta el muslo, incluyendo por ello la articulación de la rodilla. Se intenta compensar déficit musculares, facilitar la acción muscular existente de algunos grupos muscular y, en la medida de lo posible, realinear el miembro para mejorar la deambulación.

4.1 BITUTOR LARGO

Con este dispositivo se intenta alinear o controlar deformidades, estabilizar el miembro afecto y con ello mejorar o facilitar la marcha. Su objetivo principal es controlar la rodilla manteniéndola en extensión durante la fase de apoyo (evitando su flexión por debilidad del cuádriceps) facilitando así

la bipedestación y la marcha. Se consigue mejorar el reparto del peso del miembro inferior y con ello liberar zonas de hiperpresión o dolor (**figura 3**).

Figura 3: KAFOS para la ayuda a marcha

Las patologías donde más están indicadas este tipo de ortesis suelen cursar con debilidad en miembros inferiores de forma uni o bilateral como mielomeningoceles, secuelas de poliomielitis, algunos pacientes con PCI o lesionados medulares. También se puede usar como tratamiento complementario en secuelas de traumatismos óseos o de partes blandas que precisen periodos largos de descarga para su curación. Como se ha señalado antes, es útil para tratar alteraciones de alineación o posturales de los miembros inferiores (MMII) por secuelas de alguna enfermedad habitualmente neurológica [6].

Según los materiales que se usen para su elaboración los podemos dividir en tres tipos:

4.1.1 BITUTORES METÁLICOS

Son más resistentes que el resto de los bitutores largos y están indicados en pacientes muy corpulentos. Consta de dos tutores de duraluminio que recorren la pierna, el interno desde 2 cm debajo del periné hasta el pie y el externo desde 4 cm por encima del trocánter mayor hasta el pie. Estos tutores se unen entre sí por unos semiaros en la cara posterior de la pierna en número de tres o cuatro en función de la longitud del miembro afecto. El primero suele estar en la parte superior del muslo con apoyo isquiático (recomendable en casos de insuficiencia de los músculos de la cadera), el segundo entre 6 y 9 cm por encima de la rodilla, el tercero a la misma distancia debajo de la rodilla y si la pierna es muy larga se colocará otro en tercio inferior de la pierna a la mitad entre tobillo y el tercer semiaro. En la parte anterior se cierra mediante correas de sujeción. A nivel de la articulación anatómica de la rodilla se le coloca una articulación siendo las más usadas las siguientes: cierre por anillas en el cual hay desbloqueo manual para la sedestación, bloqueándose con la bipedestación o cierre suizo que se desbloquea automáticamente con la sedestación y se bloquea con bipedestación. Estas articulaciones permiten al paciente sentarse y flexionar la rodilla hasta 120º. A veces a nivel de los tobillos también se instalan articulaciones para facilitar o bloquear determinados movimientos. En general se recomienda una flexión dorsal de 15º sin flexión plantar aunque en los casos que precisen caminar por terrenos irregulares se recomienda un rango de flexión plantar de 5 a 10º. El final de los tutores acaba en el estribo que se ancla en el zapato igual que en los bitutores cortos o antiequinos. A todo esto se le pueden añadir complementos para corregir deformidades a distintos niveles de los MMII. En el valgo o varo de rodilla se emplean placas termoplásticas colocadas en la cara medial o lateral en función de los queramos corregir. Para el varo o valgo de tobillo se suele colocar una cincha de cuero en forma de "T". A nivel de la rodilla, en la cara anterior se puede colocar una rodillera sujeta a las barras con correas graduables que ayudan a mantener la extensión de la rodilla.

4.1.2 BITUTORES TERMOCONFORMADOS

Están construidos en polipropileno sobre molde. Suelen ser más ligeros pero no tan resistentes como los metálicos por lo que no se recomiendan si el paciente es muy corpulento o tiene unas deformidades muy marcadas. Son más estéticos y ligeros por lo que suelen ser mejor aceptados que los metálicos. Además, va alojado dentro del calzado, no teniendo que adaptarlo a unos modelos concretos. Se pueden distinguir dos partes: pieza femoral que abarca todo el tercio superior del muslo con apoyo isquiático y la pieza inferior de pierna y pie, muy parecida a las férulas antiequinas de plástico. Poseen articulaciones metálicas en la rodilla para la flexoextensión de las mismas y veces también tienen articulaciones en el tobillo. En la parte anterior se cierra con unos velcros la altura del muslo y de la pierna. Al igual que en los metálicos, se puede colocar un dispositivo con forma de" mariposa" de cuero (llamado galápago) a nivel anterior de la rodilla fijado con correas graduables que facilitan la extensión de la misma.

4.1.3 BITUTORES MIXTOS

Se mezclan los materiales con el objeto de proporcionar más resistencia y a la vez disminuir el peso de la ortesis dando así mayor comodidad a los pacientes. Se puede combinar de distintas maneras pero lo más frecuente es que la parte superior sea metálica con sus tutores hasta la articulación de la rodilla y la parte inferior de plástico que se aloja en el zapato siendo más estético para los pacientes. Como ya se ha mencionado en otras ocasiones, se debe usar un calcetín de algodón entre la férula y la piel para evitar lesiones en la piel.

4.2 ORTESIS DE RODILLA

A nivel de la rodilla se pueden usar múltiples dispositivos externos para proteger o inmovilizar la misma. En los últimos años, con el aumento de la práctica deportiva, se ha incrementado también el uso de rodilleras, ya sea de forma preventiva tras una lesión o inmovilizadora durante la misma. Podemos distinguir las llamadas rodilleras usadas sobre todo en la práctica deportiva y las ortesis o dispositivos inmovilizadores.

4.2.1 RODILLERAS.

Las rodilleras se pueden usar en múltiples afecciones de la rodilla:

- Artrosis de rodilla.
- Lesiones de ligamentos de la rodilla, tendinosis cuadricipital o rotuliana.
- Condromalacia rotuliana, síndrome fémoropateral, subluxación rótula habitualmente externa, síndromes de hiperpresión externa rotuliana.
- Preventivo en práctica deportiva para evitar lesiones ligamentosas.

Las rodilleras pueden fabricarse en diferentes materiales, que determinan su resistencia y elasticidad, con refuerzos y resistencias o con aberturas patelares. Los materiales pueden ser [7]:

- Tejidos elásticos homogéneos que suelen conseguir una buena compresión. Son bastantes transpirables por lo que no concentran calor.
- Neopreno, que es un gran aislante favoreciendo la producción de calor en la zona, es poco transpirable. Este tipo de material puede tener más tendencia a producir reacciones alérgicas o picor en la piel.
- Además incorporan cinchas de refuerzo, barras laterales de estabilización, topes de silicona peripatelares, etc.

Estas ortesis actúan mediante distintos efectos en función de las características de las mismas y de las necesidades del paciente.

- Efecto compresivo: No debe ser excesivo ya que puede producir lesiones en la piel. A la vez esta compresión da un efecto protector de la rodilla.
- Efecto térmico que se produce sobre todo en las de neopreno, aumentando y manteniendo el incremento de la temperatura local que se produce en el músculo durante la realización de ejercicio.
- Efecto de descarga de los compartimentos de la rodilla en función de donde descarguemos la fuerza que se produce sobre cada uno de los compartimentos.
- Se cree que tiene un efecto propioceptivo y activador de la musculatura extensora y disminuyendo la actividad flexora mejorando con ello la estabilidad de la rodilla.

La mayoría de los modelos de rodilleras es prefabricada en distintos tamaños para que se puedan adaptar a los distintos volúmenes de pierna existentes. Vamos a describir algunos modelos y sus posibles usos (**figura 4**).

a. Rodilleras simples: Se pueden usar tanto de tejido elástico como de neopreno, su objetivo es un efecto de compresión mejorando con ello la seguridad del paciente en su rodilla y en caso de ser de neopreno producirán un efecto calor sobre la zona. En función de la patología existente le podemos añadir almohadillas de distintas formas y tamaño para proteger zonas como por ejemplo la rótula. También se le pueden añadir correas para crear zonas de mayor compresión en función de la patología a tratar como en el caso de enfermedad de Osgood–Schlater o en la tendinitis rotuliana que se pondrá en región infrapatelar. Se le pueden añadir también unos flejes articulados en rodillas o unos muelles espirales en el lateral de la rodillera para mejorar la estabilidad mediolateral de la rodilla. Este tipo de rodillera se usa en las patologías de los ligamentos laterales.

b. Rodilleras fenestradas para la rótula. Se confeccionan en un material elástico con rodete rotuliano habitualmente de silicona usándose sobre todo para evitar el desplazamiento de la rótula en alguno o en todos sus planos. Se le pueden añadir refuerzos en función del problema a tratar. Los refuerzos laterales se usan para inestabilidad de la rótula con luxación o subluxación. Los refuerzos circulares se usan para mejorar el centraje de la rótula empleándose sobre todo en las luxaciones de rótulas.

Figura 4: Distintos modelos de rodilleras. Rodillera con orificio en rótula. Rodilleras con control de flexoextensión

Los refuerzos también pueden ser superiores como en las tendinopatías femorales o inferiores como en la tendinopatías rotulianas. Los refuerzos superiores e inferiores se pueden sustituir por cinchas que se pueden regular con distintas presiones.

c. Ortesis con control de flexoextensión: Las de control de flexoextensión se usan sobre todo en el postoperatorio de lesiones ligamentosas para evitar la tracción excesiva o brusca sobre los tejidos de la rodilla. Las de ayuda a flexión se usan en casos de limitación de la flexión o extensión de la rodilla secundaria a traumatismos, infecciones, etc. Deben ser ortesis ligeras, fáciles de poner y quitar por parte del paciente y ajustables para adaptarse a los posibles cambios de volumen de la pierna afecta.

   Las ortesis que controlan la flexoextensión constan de dos hemivalvas colocadas en cara anterior una en parte superior de la pierna y la otra en la parte distal de muslo, pudiendo ser también posterior la que se coloca a este nivel. Se fija a la pierna con unos velcros. La articulación nos ayuda a limitar el recorrido en los grados que queramos pudiendo aumentarlo o disminuirlo en función de las necesidades. Dentro de estas ortesis existen muchísimos modelos con distintos tipos de articulaciones de rodilla. Las articulaciones policéntricas son las que más se usan ya que tratan de simular los movimientos naturales de los cóndilos femorales respecto a los platillos tibiales por el sistema de doble eje.

d. Ortesis facilitadoras de la extensión o de la flexión: Las ortesis facilitadoras de la extensión o flexión hacen su función a través de un mecanismo de fuerza en tres puntos y están compuestas por dos hemivalvas. Las hemivalvas de las ortesis encargadas de la ayuda a la extensión están ambas en cara posterior mientras que las que ayudan a la flexión se distribuyen con la hemivalva inferior localizada en cara anterior y la superior en cara posterior. En las caras medial y lateral se sitúan unos muelles de cuerda de piano; donde los de las ortesis de extensión están a 180º y en las de flexión están a 90º. Tienen instalados una serie de enganches en los laterales para aumentar o disminuir la presión.

e. Ortesis inmovilizadoras con/sin tobillo: Pueden ser de dos tipos.

   - Férula posterior pasiva que pertenece a las KAFO ya que abarca el tobillo y la rodilla. Con ella se pretende mantener las articulaciones del pie, tobillo y rodilla en posición funcional para evitar efectos negativos de la inmovilización prolongada como pueden ser las retracciones, rigideces o deformidades de las articulaciones y evitar la presencia de reflejos posturales anómalos. Está indicada en: encamamientos prolongados a múltiples patologías, postoperatorios de miembro inferior crónicos o prolongados y parálisis de miembro inferior ya sea por lesión neurológica central o periférica. En todos los casos el tiempo de inmovilización debe ser el mínimo posible y en caso de estar indicado se puede realizar tratamiento rehabilitador para mejorar la funcionalidad y ayudar a evitar retracciones tendinosas. El mecanismo de acción se consigue a través de un sistema de fuerzas en tres puntos y de un contacto total a lo largo de toda la pierna realizando

un reparto del apoyo en la mayor superficie corporal posible. Consta de una valva posterior termoconformada que se extiende desde la región superior del muslo hasta la punta de los dedos, sujetándose a través de velcros en muslo y tobillo pudiendo llevar a nivel de la rodilla una sujeción para mantenerla en extensión.

- Ortesis inmovilizadoras de rodilla que no incluyen el tobillo. Se usan sobre todo en la patología postquirúrgica o para inmovilizar fracturas tras yeso. Hoy en día la más usada está confeccionada en material textil con tutores semirrígidos que se ajusta a la pierna a través de velcros. Se extiende desde el tercio superior de muslo hasta la mitad o tercio superior de la pierna.

5. ORTESIS DE CADERA, RODILLA, TOBILLO Y PIE (HKAFO)

Denominadas también como "grandes aparatos de marcha" ya que incluyen todas las articulaciones de los MMII y algunos de ellos llegan hasta el tórax. Son dispositivos que pueden llegar a ser muy pesados usados en pacientes con presenten una gran debilidad y discapacidad por lo que es importante que sean lo más ligero y resistentes posibles. Es muy importante hacer una buena selección de los pacientes para conseguir el máximo beneficio posible. A través de los HKAFO se intenta un control del movimiento de la cadera y/o del tronco para evitar o disminuir el balanceo pélvico y la rotación de las extremidades. Se indican en pacientes con debilidades importantes en MMII ya sea por lesiones medulares u lesiones neuromusculares.

El objetivo de estos dispositivos es la marcha en trayectos cortos habitualmente en interiores. Facilitan la transferencia de sedestación a bipedestación y, además de los beneficios motóricos y de independencia, ayudan en otras esferas del paciente tanto física como psicológicamente. Para el uso de estas ortesis es muy importante el desarrollo paralelo de un programa de rehabilitación donde se les enseñe al paciente o a la familia la colocación y uso de los mismos. Para la deambulación con ellos es preciso un buen tren superior que permita el manejo de los bastones.

Hay algunos aspectos que debemos tener en cuenta y que pueden llegar a contraindicar el uso de estos dispositivos de ayuda a la marcha: que no exista afectaciones de los miembros superiores (MMSS) que impidan el uso de los bastones, flexos de cadera o rodillas mayores de 25º que dificultarían la colocación de las ortesis, deformidades o dolor importante a nivel del raquis al realizar la bipedestación, enfermedades cardiorespiratorias que limiten la deambulación y presencia de movimientos incontrolados, espasmos o espasticidad muy marcada que no se consigan controlar.

Dentro de estas ortesis podemos distinguir el **bitutor largo con cinturón pélvico** que consta de uno o dos KAFOS, una articulación de cadera unicéntrica para el control de la flexo-extensión de la cadera y que podrá ser libre o bloqueada en función de la fuerza que exista a nivel glúteo. Por la parte superior de la articulación se dispone el cinturón pélvico que se sitúa entre la cresta ilíaca y el trocánter mayor. En los casos de debilidad de glúteos con articulación de cadera libre se colocan unos tensores en la parte posterior del cinturón que ayuda a la extensión de la cadera. Para facilitar la sedestación y evitar molestias es importante que coincida el centro de giro de la articulación mecánica con el centro anatómico de la cadera. La marcha se puede realizar en balanceo cuando la articulación de la cadera está bloqueada o marcha en cuatro tiempos cuando la articulación está libre, lo que supone menos gasto energético que la marcha a saltos (**figura 5**).

Figura 5: Bitutor largo con cinturón pélvico

Existe una variante a todo lo anteriormente descrito y es añadir en vez de un cinturón pélvico un corsé ya sea lumbar, tóracolumbar o cervicotoracolumbar en función de las necesidades del paciente. Serían los **bitutores largos con corsé**. Con este tipo de aparato se realiza una marcha en

tres puntos o a saltos requiriendo una buena funcionalidad de los MMSS.

Dentro de este grupo de los HKAFO nos encontramos las **ortesis de marcha alternante**, también llamados **reciprocadores** que se distinguen de los anteriores por poseer unos mecanismos en las caderas unidas entre sí que facilitan una marcha alternante. En la fase de bipedestación cuando el paciente apoya sobre una de las piernas esta queda bloqueada en extensión actuando el mecanismo reciprocador que facilita el inicio del paso con la flexión del lado contralateral. Los sistemas colocados sobre el cinturón glúteo sacro pueden ser múltiples: clásico de doble cable, cable horizontal, cable único y sin muslera, cable de roscado de acero. Otro tipo es el reciprocador pendular gravitatorio (también llamado *walk about*) que lleva en la cara interna de los muslos debajo del periné un eje articular único de cadera o pivote central, estando unidos los aparatos largos a ese nivel y se pueden separar fácilmente, tiene la ventaja que son más fáciles de poner y quitar que los anteriores y permiten la sedestación y su uso es compatible con la silla de ruedas. Este tipo de marcha es más funcional para el paciente pudiendo caminar a mayor velocidad con menor gasto energético y sobrecargando menos las extremidades superiores. A pesar de estas ventajas frente a los anteriores, la marcha está limitada a interiores precisando silla de ruedas para desplazamientos largos. Al ser aparatos caros y complejos de manejar es muy importante la buena selección de pacientes para el uso de los mismos, es necesario que estén muy motivados, con buena capacidad funcional y una fuerza adecuada en MMSS para el uso de los bastones.

6. ORTESIS USADAS EN LA INFANCIA

Durante la etapa infantil nos podemos encontrar con distintas patologías que van a poder precisar el uso de alguna ortesis, la mayoría de las veces con objetivo correctivo. Vamos a dar unas pinceladas de las patologías infantiles que con mayor frecuencia pueden necesitar el uso de ortesis.

6.1 DISPLASIA DEL DESARROLLO DE LA CADERA

La displasia de cadera son alteraciones en tamaño, forma o localización de la cabeza femoral o del acetábulo o ambos. Los dispositivos externos que se usan en estos casos tienen como objetivo mantener la cabeza femoral en la localización correcta con respecto al acetábulo [8]. Durante las tres primeras semanas de vida puede existir inestabilidad articular que se suele mejorar de forma espontánea en la mayoría de los casos, por lo que no se debe tratar hasta la tercera semana. Las ortesis que se usan mantienen la flexión de las caderas entre 90º y 110º y la abducción desde 35º a 75º para asegurar la mayor congruencia la articulación coxofemoral.

Hay muchos dispositivos útiles para esta patología pero uno de los más usados es el **arnés de Pavlik**. Es un dispositivo que consta de una correa a nivel del pecho sujetándose a los hombros mediante unas cinchas que se cruzan en la espalda. Tanto por la cara anterior como por la cara posterior salen dos correas que se fijan a los pies a través de unos estribos. Estas correas se pueden regular en longitud y nos determinará la abducción (correas posteriores) y la flexión (correas anteriores). Se deben ir ajustando de forma progresiva hasta alcanzar los ángulos deseados. Se deben usar durante 24 horas al día reduciendo su tiempo de uso conforme vaya existiendo mejoría a través de un seguimiento ecográfico. El uso de este arnés debe ser de unos 2-3 meses. Algunas complicaciones que se pueden presentar son roces o úlceras en la piel, parálisis braquial transitoria por las correas en hombros, fracaso de la reducción deseada, contractura del iliotibial o necrosis avascular de cadera.

Otro de los dispositivos que se pueden indicar para el tratamiento de displasia del desarrollo de la cadera es el **calzón de Frejka** que consta de una almohadilla rectangular y semirrígida acolchada en los extremos colocándose entre los muslos. Se soporta mediante un arnés con forma de pañal fijándose mediante unos tirantes a los hombros. Suele mantener las caderas a 90º de flexión y de abducción. Este dispositivo suele ser más fácil de manejar por parte de los padres que el arnés de Pavlik.

Un dispositivo muy usado en países escandinavos, ya que fue en Suecia donde se inició su uso es la **férula de Von Rosen**, que es una estructura en forma de "H" confeccionada en metal maleable forrado en material blando para proteger la piel. Se coloca al niño sobre la estructura en decúbito supino, los extremos superiores se doblan sobre los hombros, los inferiores rodean al muslo desde su parte posterior a la anterior y la parte central hacia adelante rodeando la cintura.

6.2 PIE EQUINO VARO

Es una de las malformaciones congénitas más frecuentes del pie, estimándose en 1 de cada 1000 nacidos vivos. Más frecuente en varones, siendo bilateral en casi el 50% de los casos. En los casos unilaterales es más frecuente en el izquierdo. Clínicamente se observa aducción en antepie, supinación y equinismo en retropié. En los casos más

graves se puede asociar torsión tibial interna. El tratamiento conservador de esta patología es combinada con manipulaciones corrigiendo primero el metatarso aducto, después la supinación del retropié y por último el equinismo y usando métodos de contención para mantener las correcciones que se van ganando con las manipulaciones. Dentro de los dispositivos que se pueden usar para la contención del pie tenemos:

- En los casos bilaterales la **férula de Dennis-Brown.** Su objetivo, al igual que en la siguiente férula, es mantener las correcciones que se consiguen con las manipulaciones. La férula de Dennis-Brown consta de una barra con convexidad inferior unida a dos plantillas sobre las que se pueden vendar los pies del niño con flexión de 90º de rodillas para reducir el equinismo lo máximo posible. Este vendaje se realiza de la parte anterior de los pies hacia el talón. A partir de los tres meses se acoplan sobre las plantillas unas botitas con la punta abierta donde se meterá el pie del niño. Es muy importante que el pie apoye bien en la plantilla de la botita para que el equinismo se reduzca lo máximo posible (**figura 6**).

Figura 6: Férula de Dennis-Brown

- En los casos unilaterales se indica la férula de Saint Germain, que es una ortesis fabricada en aluminio maleable que consta de una plantilla de la que sale una barra lateral desde la parte posterior hasta un cm por debajo de la cabeza del peroné. El vástago, con respecto a la plantilla en el plano frontal, forma un ángulo de unos 100º.Al igual que en la férula de Denis-Browne se fija el pie directamente a la plantilla con flexión de 90º de la rodilla vendando de anterior a posterior. A partir de los tres meses se le coloca una botita con parte anterior abierta. Hay que tener unos cuidados básicos con el uso de estas férulas: el vendaje de los pies a las plantillas siempre se inicia en el antepie y se acaba por el retropié, controlar la piel para evitar la presencia de roces o heridas, colocar siempre las férulas con 90º de flexión de las rodillas asegurándonos un buen contacto del talón con la parte posterior de la botita, evitar maniobras bruscas al colocarla o quitarla para evitar lesiones óseas yatrogénicas, vigilar el tamaño de las férulas y cambiarlas cuando queden pequeñas. Con respecto a las ventajas que tienen sobre los yesos es que se pueden retirar para realizar manipulaciones, menor atrofia muscular, control visual de la piel y de la posición del pie y mejor higiene para el niño.

6.3 METATARSO ADUCTO

Es un trastorno benigno en la alineación del antepie que se encuentra en aducción sin existir retracciones musculares ni en la piel con fácil reducción ante las movilizaciones, resolviéndose en la mayoría de los casos de forma espontánea. Hay que distinguirlo del metatarso aducto varo, en que aparte de la supinación del antepie, se puede encontrar separación entre el primer y segundo dedo, con el borde externo convexo y el interno cóncavo.

En el caso del metatarso aducto varo se inician movilizaciones lo antes posible evitando valguizar el talón. Se puede ayudar a mantener la reducción con el uso de un **botín articulado** que consta de dos partes unidas en la zona central e inferior por una articulación. La anterior abarca metatarsos y dedos y la parte posterior el talón. La articulación existente en el centro ayuda a ir corrigiendo la deformidad a través de un sistema de fuerza en tres puntos, aplicadas una posterior en retropié, otra cerca del estiloides de quinto MTT y otra en cabeza del primer MTT. Se va arqueando el pie de forma progresiva en sentido contrario al aducto, elongándose así el músculo aductor del del primer dedo.

6.4 ENFERMEDAD DE LEGG-CALVÉ-PERTHES

Se da en niños, sobre todo varones, entre los 4 y los 10 años. La forma de presentación puede ser aguda o crónica. En los casos agudos presentan dolor en la cadera que se puede irradiar a rodilla o ingle con limitación de la abducción. En la aparición progresiva no existe tanto dolor en cadera e ingle pudiendo observarse cojera tras el ejercicio o esfuerzos, existiendo también limitación de la movilidad de dicha articulación sobre todo en abducción y rotación interna. Su mecanismo fisiopatológico se basa en una necrosis avascular en la epífisis de la cabeza femoral de causa desconocida. Es un proceso autolimitado que puede dar alteraciones en la formación de cabeza femoral con problemas artrósicos en el futuro. El objetivo del tratamiento es descargar la pierna afecta, mantener la movilidad e intentar la mayor congruencia entre la cabeza femoral y acetábulo. El tratamiento de esta enfermedad es bastante controvertido no existiendo acuerdo entre los beneficios del tratamiento conservador y quirúrgico. La ortesis más usada actualmente es la **ortesis de Atlanta** que consta de una banda a nivel de la pelvis con articulación en ambas caderas y dos musleras unidas por una barra telescópica extensible permitiendo una movilidad muy aceptable de las piernas no limitando al niño a la hora de jugar, correr o montar en bicicleta. La ortesis que se solían usar antiguamente limitaban todo esto, ya que eran ortesis de descarga muy pesadas y difíciles de manejar como la llamada **férula de Tachdjian**. Esta ortesis consta de un encaje tipo cuadrangular a nivel del muslo al que se le elimina la pared lateral para favorecer la abducción de la cadera a 20º-30º con dos barras de duraluminio a ambos lados medial y lateral, hasta 6 cm por debajo del pie acabando en un estribo en forma de "U". Además dispone de una barra resistente por debajo de la rodilla con ángulo de 20-30º con respecto a la barra medial. La parte que apoya en el suelo tiene forma triangular cuya base posee un material antideslizante.

6.5 *GENU* VALGO Y *GENU* VARO

Se trata de desalineaciones en el plano frontal de la rodilla. El ángulo fémorotibial nos definirá una alineación normal en el plano frontal cuando está comprendido entre 3º y 9º. Es muy importante tener en cuenta el curso natural del desarrollo de los MMII en los niños ya que pasan por distintas etapas. Hasta el año y medio aproximadamente presentan tendencia al varo produciéndose un estirón con mayor rectificación pasando a los dos o tres años a un valgo que irá disminuyendo con el crecimiento. Por todo esto, la mayoría de los niños menores de 8 años con alteraciones en valgo o varo de la rodilla no precisan tratamiento ya que existe una corrección espontánea.

Hay algunos factores que pueden influir en tener más tendencia al genu valgo como puede ser la obesidad y la retroversión femoral. En los casos con ángulos fémorotibiales muy marcados o con una afectación asimétrica es conveniente tratarlos hasta que acabe el crecimiento. En los niños con genu varo hay que hacer un diagnóstico diferencial con enfermedad de Blount y en ambos casos hay que descartar la presencia de alteraciones en la fisis, displasias metafisarias o disostosis metafisarias.

Este tipo de desalineaciones se trata con ortesis de uso nocturno como son:

- Férula tipo sirena: Consta de dos valvas que se colocan en la cara interna de ambas piernas, si es bilateral, extendiéndose unos dos cm por debajo del periné hasta unos tres cm por encima de maléolos, sujetas con tres cinchas con velcros a nivel proximal, rodillas y nivel distal aplicándose de forma progresiva distintas fuerzas que crean un sistema de tres puntos. En los *genu* valgo la mayor presión se ejerce en las cinchas de los extremos y en el caso de los *genu* varo la mayor se ejerce en la cincha ubicada sobre la rodilla.
- Ortesis correctoras de *genu* valgo y varo [9]. Constan de una barra de duraluminio convexa

que se coloca en la cara interna (en *genu* varo) y en cara externa (*genu* valgo), posee un semiaro o placa localizada a unos 2 cm debajo del periné ajustándose con correas. En la parte inferior acaba en un botín o bota con ángulo de 90º y una amplia cincha en la rodilla. Basado en sistema de fuerza en tres puntos con una fuerza central el doble que la hay en los extremos, que la ejercen en sentido contrario. La tensión se va aumentado de forma progresiva.

En los niños al igual que en los adultos es necesaria la colocación de una prenda de algodón fina entre la piel y la ortesis para evitar la aparición de roces o heridas en la piel. Son férulas de uso nocturno por lo que no se puede caminar con ellas. Se puede complementar el tratamiento durante el día con cuñas correctoras valguizantes o varizantes en el calzado. Al crecer con rapidez es fundamental la revisión periódica de las ortesis y ajustarlas para que las fuerzas sigan haciendo su función en la localización adecuada.

7. EXOESQUELETOS

Los exoesqueletos son unos dispositivos diseñados para permitir caminar o aumentar la fuerza y resistencia en pacientes con alteración para la marcha como ocurre en los lesionados medulares, enfermedades neuromusculares, enfermedades neurológicas (ictus o traumatismos craneoencefálicos). Hay muchos prototipos diferentes que se están usando en algunos servicios de Rehabilitación como tratamiento complementario a las terapias más convencionales. Los exoesqueletos [10] constan de un dispositivo externo sobre el cual se acoplan sus distintos componentes, debe ser firme y fuerte para mantener el cuerpo del paciente de forma segura evitando caídas. Es necesario que tengan baterías que deben ser lo más ligeras posibles, fáciles de poner y que se recarguen sin mucha dificultad. Los sensores son los encargados de capturar la información sobre como el paciente desea moverse. Pueden ser manuales (palancas) o eléctricos que detectan los impulsos fisiológicos mandándolos a un ordenador que los analiza y manda la señal a los motores dispuestos en el exoesqueleto para realizar el movimiento deseado haciendo que el paciente se desplace con exoesqueleto Estos motores pueden ser de tipo eléctrico o hidráulicos.

Los exoesqueletos existentes hoy en día no tienen sistemas de control de equilibrio para evitar la caída de los pacientes por ello se requiere que el paciente tenga suficiente fuerza en MMSS para el uso de las muletas.

Hay múltiples prototipos que están desarrollando en distintas partes. Vamos a dar pequeñas pinceladas de algunos de los ya existentes y de los que están desarrollando.

a. Lokomat®.

Fue creado en un Hospital de lesionados medulares en Suiza. Usado en algunos centros de Rehabilitación para la reeducación de la marcha en cinta. Se usa para la marcha acoplado a una cinta móvil y el paciente suspendido con un arnés con el exoesqueleto dispuesto en los miembros inferiores. Actualmente su uso está extendido a EEUU, Europa y Asia.

b. Rewalk®.

Es de una compañía israelí siendo autorizada su comercialización en EEUU por la FDA (*Food and Drug Administrarion*). Se trata de un dispositivo motorizado con un esqueleto externo de metal ajustable que presenta motores a nivel de las articulaciones de miembros inferiores (caderas, rodillas y tobillos).Sirve para ponerse de pie, caminar y sentarse con ayuda de muletas. No se puede subir escaleras ni hacer deporte. Es un sistema sustitución, el robot camina por el paciente. Dentro de este tipo se encuadra el Ekso®, cuya presencia se está haciendo cada vez más frecuente en nuestro país.

c. HYPER®.

Es un proyecto español que a día de hoy su objetivo primero es la rehabilitación más que la comercialización como ocurre con el Rewalk®. Es un exoesqueleto híbrido ya que tiene motores como otros pero además tiene unos parches para electroestimulación, activando los músculos y aprovechando la fuerza que pueden generar para mover la extremidad con ello reducimos el tamaño de la batería y se pueden disminuir el número de motores siendo más ligero el exoesqueleto. El ordenador del exoesqueleto se lleva en una mochila y estima la fuerza supuesta a realizar por el músculo y calcula la fuerza que tienen que realizar los motores. En este sistema además de reeducar la marcha la estimulación muscular contribuye a fortalecerlos y rehabilitarlos.

d. SISTEMAS EN LOS QUE SE USAN TECNOLOGÍA BCI *(Brain Computer Interface*).

En estos casos se coloca a los pacientes un casco que detecta la intención de movimiento del paciente y el ordenador transforma las intenciones en impulsos que van hacia los motores del exoesqueleto.

e. XoSoft®.

Proyecto de varios países europeos en los que participa España para crear un exoesqueleto más ligero con unos sensores integrados en textiles con materiales inteligentes con rigidez variable. Está pensado para colocarlo debajo de la ropa. El objetivo es lograr el primer prototipo para 2019.

BIBLIOGRAFÍA

1. Viladot Pericé R. Ortesis plantares. Plantillas ortopédicas. Prótesis, ortesis y ayudas técnicas. Zambudio (Ed).Barcelona: Elsevier; 2009 p.229-34.
2. Viladot R. Ortesis y prótesis del aparato locomotor 2.2.Extremidad inferior. Masson. 5ª ed. Barcelona: Masson; 1989 p. 207-16.
3. Blanco López F. Pie plano en el niño. Fundación SECOT. Ortopedia Infantil. Barcelona 2003 p.293-300.
4. González Viejo MA. Aparatos de la marcha. Protesis, ortesis y ayudas técnicas. Zambudio(Ed). Barcelona: Elsevier; 2009 p.197-234.
5. Ministerio Sanidad y Consumo. Guía descriptiva de ortoprotesis. Tomo II. Ortesis de miembro inferiores. Madrid: 2011 p.117-228.
6. Arroyo Riaño MO, Martín Fraile E, Alcaraz Rouseelet MA, Pascual Gómez F. Ortesis de bipedestación y marcha en la lesión medular. Rehabilitación (Madr) 1998; 32: 437-51.
7. Rodríguez Piñero Duran M. Ortesis de rodilla. Protesis, ortesis y ayudas técnicas. Zambudio (Ed). Barcelona: Elsevier; 200 p.221-6.
8. Rodríguez Piñero Duran M. Ortesis de cadera. Protesis, ortesis y ayudas técnicas. Zambudio (Ed).Barcelona: Elsevier; 2009 p.213-17.
9. IBV (Instituto de Biomecánica de Valencia).Guía de uso y prescripción de productos ortoprotésicos a medida.Valencia: Paterna;1999 p.361-7.
10. Gene Emmer.Exoesqueletos.www.exoesqueletos.com