

Zapatos ortopédicos

A. Brunon
M. Maitre
S. Petiot
M. Romain
J. Pélissier

Resumen. – La prescripción de zapatos ortopédicos se inscribe dentro del marco terapéutico no sólo para el tratamiento de una deficiencia sino también para el manejo de una minusvalía funcional o estética. El perfeccionamiento de los tratamientos médicos y de las técnicas quirúrgicas ha hecho que se reduzcan algunas de sus indicaciones como la poliomielitis o el calzado infantil, mientras que se han desarrollado otras, como el pie diabético. La evolución de los materiales y de las técnicas ha permitido sustituir progresivamente el término de «zapatos ortopédicos» (denominación casi peyorativa que para la mayoría de los pacientes y muchos terapeutas se correlaciona con las ortesis de cuero y acero, eficaces aunque a menudo pesadas y desagradables) por la denominación «zapatos a medida» correspondiente a artículos de calzado, igual de eficaces pero mucho más estéticos. El éxito de su prescripción y de su realización pasa por un diagnóstico preciso de la afección causal y de sus consecuencias funcionales, así como por una estrecha colaboración entre el paciente, el médico prescriptor y el ortesista podológico. Las posibilidades de corrección, estabilización o descarga son múltiples, pero su elección sigue siendo la mayoría de las veces empírica y no se basa en una evaluación científica. El incremento de la utilización de sensores de presión y de pistas de marcha debería permitir la mejora progresiva de esta modalidad terapéutica.

© 2004 Elsevier SAS, París. Todos los derechos reservados.

Palabras clave: Pie; Zapato; Ortesis; Enfermedades del pie

Introducción

La realización de zapatos ortopédicos constituye a menudo un reto, ya que es preciso unir las necesidades terapéuticas de corrección o protección del pie a las exigencias estéticas e instrumentarias^[1]. Acaban todavía con demasiada frecuencia en el fondo del armario, a veces incluso sin haber sido utilizados, mal aceptados por un paciente que generalmente no ha sido bien informado^[2, 3]. No obstante es un medio terapéutico eficaz siempre que, como cualquier otro tratamiento, se base en una prescripción adaptada y en un seguimiento regular. Su indicación se basa en una exploración clínica exhaustiva y en el adecuado conocimiento del paciente y de su entorno, para garantizar

la eficacia y la utilización regular de la ortesis, y no se establece hasta haber considerado con el paciente el resto de posibilidades terapéuticas, sobre todo quirúrgicas, con el fin de garantizar la mejor adhesión del paciente a este tipo de tratamiento^[4].

Definición

El tratamiento mediante zapatos ortopédicos está dirigido a aquellos pacientes en los que uno o los dos pies presentan una deficiencia anatómica o funcional de origen óseo, articular, muscular o neurológico que no se puede compensar con los zapatos de serie. Generalmente son prescritos por médicos rehabilitadores^[5] a pacientes procedentes de cualquier especialidad médica: reumatología, ortopedia, neurología, diabetología, hematología, pediatría, etc.

Su indicación se establece en función de tres criterios principales:

– deficiencia, incapacidad y minusvalía (Cuadro 1)

DEFICIENCIA

Tratamiento de una afección del pie de cualquier naturaleza. Puede tratarse de deformidades irreducibles y establecidas

A. Brunon (Praticien hospitalier)

Adresse e-mail: anne.brunon@chu-nimes.fr

Centre médical du Grau-du-Roi, Fédération de MPR, 30240 Le-Grau-du-Roi, France.

M. Maitre (Médecin de médecine physique et réadaptation)

Centre Régional d'Appareillage ACVG, 2, place Paul-Bec, BP 9572, 34045 Montpellier cedex 01, France.

S. Petiot (Praticien hospitalier)

Fédération de MPR, CHU Carêmeau, rue du Professeur Robert-Debré, BP 26, 30029 Nîmes cedex, France.

M. Romain (Praticien hospitalier, chef de service)

Centre médical du Grau-du-Roi, Fédération de MPR, 30240 Le-Grau-du-Roi, France.

J. Pélissier (Professeur des Universités, praticien hospitalier)

Fédération de MPR, CHU Carêmeau, rue du Professeur Robert-Debré, BP 26, 30029 Nîmes cedex, France.

Cuadro 1. – Criterios en los que se basa la elaboración de una ortesis mediante zapato ortopédico.

Deficiencia	Tratamiento local de una afección del pie: deformación, rigidez, déficit motor o sensitivo, longitud desigual
Incapacidad	Mantenimiento o restauración del potencial funcional locomotor: equilibrio, traslado, marcha, carrera
Minusvalía	Integración de la ortesis en la vida cotidiana: acceso al calzado, vida laboral, vida familiar, ocio, estética

de la mitad distal del miembro inferior (pie, tobillo, pierna), de deficiencias motoras de origen neurológico o muscular, o de amputaciones o acortamientos de origen congénito o adquirido.

INCAPACIDAD

Mantenimiento y mejora de las posibilidades funcionales del paciente con respecto a los miembros inferiores, bien se trate de la posición sedente, del traslado o de la marcha.

MINUSVALÍA

Atenuación de las consecuencias (estéticas, psicológicas, sociales o familiares) que la enfermedad supone para la vida cotidiana del paciente y de su entorno.

Frente a la denominación tradicional de zapato ortopédico, parece preferible la terminología actual de «zapato terapéutico a medida».

Anatomía del zapato ortopédico básico (Fig. 1) [1, 4, 7, 8]

Por definición, un zapato ortopédico es un objeto fabricado en cuero u otro material, compuesto por piezas unidas por diversos procedimientos, que recubre, protege y acompaña al pie en sus movimientos [8].

Inicialmente sólo se utilizaban cuero y metal, lo que hacía del zapato un objeto pesado y nada estético que estigmatizaba la minusvalía. La posibilidad de emplear gran variedad de materiales, tanto naturales como sintéticos, ha permitido aligerar su peso y mejorar su comodidad y su aspecto.

El zapato se compone de dos partes principales: la caña y la suela. Entre las dos se encuentra una pieza intermedia, que

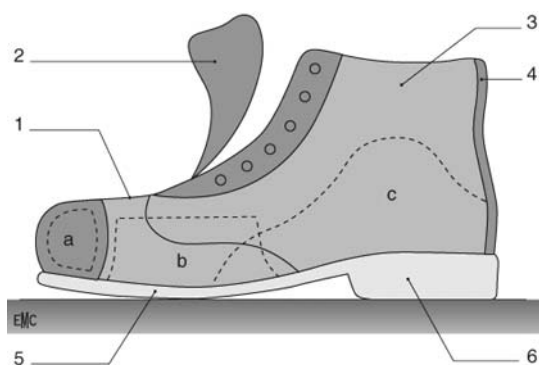


Figura 1 Elementos que componen el zapato.
Caña. 1. Empeine o pala; 2. lengüeta; 3. trasera de la caña; 4. tira de talonera
Refuerzos. a: puntera; b: refuerzo de pala; c: contrafuerte.
Suela. 5. Suela anterior; 6. tacón.

El zapato ortopédico queda definido por la presencia de tres partes en las que se pueden agregar diferentes elementos terapéuticos:

- la ortesis plantar;
- el corte y sus refuerzos;
- la suela exterior.

suele denominarse impropiaemente «primera suela» que sirve de unión y de base de montaje para la caña y la suela.

CAÑA

■ Definición

Tiene como finalidad:

- proteger el pie, excepto la planta, función indispensable sobre todo si existen trastornos de la sensibilidad o deformaciones establecidas;
- la contención del pie, permitiendo evitar el agravamiento de los problemas estáticos y mantener el pie en posición sobre las ortesis plantares subyacentes con el fin de asegurar su eficacia;
- la contención del tobillo y si es necesario de una parte más o menos importante de la pierna, sobre todo en los casos de gran laxitud.

La caña puede ser baja, acabando por debajo del tobillo, o ascendente, cubriendo más o menos el tobillo y la pantorrilla.

■ Composición

La caña propiamente dicha se compone de varias piezas de cuero cosidas entre sí:

Empeine o pala

Envuelve la parte anterior del pie hasta la interlínea de Lisfranc por arriba, y se prolonga más o menos hacia atrás lateralmente.

Traseras de la caña

Se sitúan a la altura del tarso y envuelven las caras laterales y posteriores del pie, del tobillo y la parte de la pantorrilla necesaria para la acción terapéutica. Contienen por delante los sistemas de cierre de la caña (orificios para cordones, broches, hebillas, cierre mediante cremallera o velcros) que se eligen en función de la movilidad y la agilidad del paciente. Se reúnen por detrás en una costura que se suele disimular con una tira vertical de cuero, la tira de talonera.

Lengüeta

Fijada a la parte superior de la pala, se insinúa por detrás del cierre para proteger los tegumentos de los posibles roces o presiones producidos por el sistema de cierre.

El conjunto de la caña se encuentra forrado interiormente por un revestimiento de piel, tejido de algodón o sintético, cuya finalidad es evitar que las costuras de unión ocasionen cualquier tipo de herida o rozadura.

■ Refuerzos de la caña (Cuadro 2, Fig. 1)

Entre el forro y el revestimiento superficial se pueden añadir diferentes piezas de refuerzo de cuero o de material plástico.

Cuadro 2. – Elementos correctores en la caña,

Nombre	Efecto
Puntera	Protección de los dedos
Refuerzos de la pala	Contención al nivel de la articulación metatarsofalángica
Contrafuerte	Contención en el retropié

Puntera

Su función es la protección de los dedos del pie. Respeta la conformación del antepié en función de la prescripción médica. Hay que procurar que no produzca opresión lateral sobre las cabezas del primer y del quinto metatarsiano. Debe tener la altura suficiente para no traumatizar la cara dorsal de los dedos y sus articulaciones interfalángicas en caso de deformidades. Puede fabricarse en cuero o en materiales termoformables; en el caso del calzado laboral se puede utilizar un tope de acero, idéntico al que se utiliza en las botas de seguridad.

Refuerzos de la pala

Se sitúan a la altura de las articulaciones metatarsofalángicas laterales y se oponen a la desviación externa, raramente interna.

Contrafuerte y talonera

Ocasionalmente a la altura de la parte inferior de la caña, englobando el retropié desde la interlínea de Lisfranc.

■ **Formas habituales de la caña (Fig. 2)**

Forma de ciclista

De caña baja, consta de una atadura que se prolonga en la pala hacia la punta del zapato. Como ventaja presenta una abertura suficientemente amplia para facilitar la introducción del pie, por lo que es interesante en caso de deformidades de los dedos. El tipo ciclista de caña alta está indicado sobre todo en los casos de anquilosis del tarso asociadas a las de la articulación tibiotarsiana.

Forma derby

La disposición de las traseras de la caña, fijadas por encima del empeine, permite realizar un ajuste fácil y satisfactorio sin que la fijación deba estar extremadamente ajustada, manteniendo una abertura satisfactoria.

Forma Balmoral y forma Richelieu

En estas otras dos formas clásicas la fijación debe estar estrictamente ajustada si se quiere conseguir una buena adaptación. Estas formas se utilizan principalmente en las mujeres adultas.

Forma Carlos IX y su derivado, la forma Salomé

Permiten liberar más o menos totalmente el cuello del pie.

Forma de escaarpín

No permite ninguna contención por lo que sólo se emplea en calzado ortopédico en los casos de acortamientos simples de 2 a 6 cm sin otros problemas estáticos.

Forma de baloncesto

Las traseras de la caña se prolongan hasta la raíz de los dedos o más allá si es preciso, con una amplia abertura y una pala muy corta. Permite fácilmente la introducción del pie y la extensión de los dedos. Por su forma ascendente, también permite el mantenimiento del tobillo. Constituye el tipo ideal para las afecciones paralíticas de cualquier naturaleza, flácidas o espásticas.

■ **Fabricación**

Según la nomenclatura inicial, la caña sólo podía estar hecha de cuero, distinguiéndose tres modalidades:

– de becerro o ternera, cuyo espesor y flexibilidad pueden variar notablemente, indicados en gran número de casos, cualquiera que sea la edad o el sexo;

– de cabritillo, delgado y ligero, se suele prescribir sobre todo para mujeres o en aquellos casos que presenten deformidades dolorosas al tacto o con frágil revestimiento cutáneo;

– de ternera gruesa, robusto y resistente al desgaste; es el preferido para los zapatos de trabajo, sobre todo si la persona trabaja a la intemperie.

Actualmente, hay toda una gama disponible de materiales con propiedades muy diferentes:

– los materiales termoformables y las lycras que se adaptan a los relieves particularmente complejos y disminuyen el riesgo de que se produzca un conflicto entre pie y zapato;



Figura 2 Principales modelos de zapato.

- A. Ciclista.
- B. Derby.
- C. Balmoral.
- D. Carlos IX.
- E. Escarpín.
- F. Baloncesto.

Cuadro 3. – Añadidos terapéuticos en la caña.

Acción	Medio	Indicaciones
Contención lateral y limitación funcional del pie y del tobillo	Ballenado Tutor posterior Brida en T	Trastornos de la estática plantar Pie deforme total o parcialmente reducible Secuelas de fracturas o de artritis
Suplencia en las deficiencias de los músculos elevadores del pie	Tractores interiores o exteriores Tutor posterior	Parálisis flácidas o débilmente espásticas
Acolchado de protección	Fieltro o materiales sintéticos	Trastornos tróficos, neurológicos o vasculares, fragilidad cutánea

– el teflón expandido, revestimiento impermeable y hermético, se utiliza para los zapatos de trabajo, deportivos y de senderismo;

– los cueros perforados y las telas, utilizados especialmente en los zapatos de verano;

– los fieltros se emplean en la fabricación de zapatillas domésticas.

Inicialmente, los refuerzos se realizaban en cuero. La utilización de materiales sintéticos termoformables ha permitido aligerarlos y sobre todo mejorar particularmente su comodidad.

■ Añadidos terapéuticos en la caña (Cuadro 3)

Se pueden clasificar en función de tres orientaciones terapéuticas principales:

- **contención lateral y limitación funcional de las articulaciones del pie y del tobillo;**
- **suplencia de las deficiencias de los músculos elevadores del pie;**
- **protección de los tegumentos.**

Contención lateral y limitación funcional del pie y del tobillo

– Medios

Para el antepié y el mediopié

Se utiliza un contrafuerte de cuero o material sintético. Se opone a los movimientos de desbordamiento, generalmente externos. Puede ser unilateral o bilateral, vertical u horizontal, y en ocasiones se puede «prolongar» hacia delante, llegando incluso a redoblar la puntera, o hacia atrás, remontando si es preciso por la pierna, denominándose entonces «ascendente».

Para el retropié o el tobillo

Se pueden utilizar:

– el ballenado, que puede ser unilateral o bilateral y desempeña el papel de estabilizador lateral. Inicialmente se utilizaban espirales de hilo de acero ligero o barbas de ballena, y en la actualidad se emplean materiales termoformables. Sólo producen una ligera limitación funcional;

– el tutor posterior: también originariamente se fabricaban en acero y en la actualidad se realizan con material termoformable. Está incluido en una funda de cuero y se puede prolongar por encima de la caña y terminar a la altura de la pierna en una abrazadera de fijación. Siempre se asocia a un contrafuerte de cuero;

– la brida en T, que consiste, como su propio nombre indica, en una brida lateral interna o externa, que tiene un efecto de antipronación o antisupinación, cuya punta nunca debe

sobrepasar la de la deformación lateral a reducir y cuya rama horizontal se apoya en el lado opuesto sobre un tutor rígido o sobre la parte ascendente de una ortesis de miembro inferior. Esta brida en T puede completar y mantener la reducción lateral obtenida por un contrafuerte ascendente de cuero.

La acción de estos elementos puede verse reforzada si se añaden contrafuertes de cuero que tensan más fuertemente las articulaciones del antepié cuando se prolongan hacia delante y si se asocian elementos que aumentan la rigidez de la suela.

Cabe destacar que la técnica de bloqueo total del pie-tobillo tal como se podía ver tiempo atrás, realizada mediante tutores rígidos de acero o plástico que bloqueaban las articulaciones subastragalina y tibiotarsiana según su altura y asociada a una suela rígida, se ha visto reemplazada actualmente por ortesis especiales de contención del tobillo hechas de resina y espuma de polietileno, que primero se moldean y después se introducen en zapatos de serie o hechos a medida. Son igualmente eficaces y mucho más cómodas.

– Indicaciones.

– Trastornos de la estática plantar, pie plano, valgo o varo asociado a déficit de cavitación o a pie cavo.

– Los casos de pie deforme parcial o totalmente reducibles mediante maniobra manual.

– Las secuelas de fracturas, artritis o artrosis del pie o del tobillo, así como para las pseudoartrosis cerradas o las consolidaciones tardías o viciosas del pie y del tercio inferior de la pierna.

Suplencia de la insuficiencia de los músculos elevadores del pie

– Medios.

Tractores exteriores o interiores. Se trata de tractores elásticos en X, que se fijan por su extremo inferior a la base de la lengüeta, a la puntera o a la vira. Si es necesario se puede regular la tensión de forma preponderante hacia uno u otro borde del zapato. Se indican sobre todo en las parálisis flácidas, del tipo de la parálisis del ciático poplíteo externo y de ciertas afecciones espásticas leves sin gran hipertonía ni retracción de los músculos y tendones de la celda posterior de la pierna.

Tutor posterior. El empleo de materiales sintéticos para esta indicación ha permitido recuperar cierto grado de flexión dorsal durante la marcha, asegurando del todo la elevación del pie en fase oscilante. La caña puede reforzarse mediante un contrafuerte de cuero bilateral ascendente o en oreja, o por un contrafuerte ballenado bilateral. El extremo anterior del zapato debe presentar una elevación mayor que la habitual, es decir 15 a 20 mm en lugar de los 12 a 15 mm habituales. Este tutor se puede prolongar al nivel de la suela, por debajo de la primera suela hasta el metatarso. Por detrás, puede elevarse por encima de la caña y entonces incluye media abrazadera a la altura de la pantorrilla.

– Indicaciones.

Está claro que sus indicaciones son las parálisis flácidas y las parálisis espásticas moderadas. En caso de espasticidad intensa, en general es preferible la ortesis especial de contención del pie realizada mediante molde, que permite controlar mejor el varo y limitar el riesgo de inadaptación del pie al zapato.

Acolchado de protección de los tegumentos del pie y de la pierna

– Medios.

Ciertas enfermedades pueden requerir un acolchamiento interior del zapato con goma espuma, fieltro o materiales sintéticos. En estos casos, para la fabricación de la caña se emplean materiales más flexibles, principalmente fieltro o materiales termoformables.

– Indicaciones.

Se emplean en los trastornos tróficos neurológicos o vasculares, las secuelas de las quemaduras, la fragilidad cutánea producida por diversas afecciones dermatológicas (en especial las dermatitis ampollosas), las cicatrices dolorosas o queloideas, las bursitis inflamatorias del hallux valgus o al nivel de las prominencias óseas fisiológicas (maléolos tibial y peroneo) o anormales (2.º y 5.º maléolos, exostosis).

Añadidos no terapéuticos en la caña

Se trata fundamentalmente de dispositivos que ayudan a la colocación o al cierre del zapato, así como a la protección del pie frente a la humedad exterior.

La tira elástica en la caña va a facilitar la colocación del zapato, si es preciso con la ayuda de un calzador de mango largo, que en principio no se necesita en los casos de zapatos de caña baja sin ningún otro dispositivo de cierre y contención. Sus indicaciones principales son las anquilosis de rodilla, de cadera y de columna, así como las amputaciones o parálisis del miembro superior. También se emplean, en zapatos de caña alta, si existe edema variable del pie y de la pierna.

La tirilla de cuero de la caña también ayuda a calzarse, especialmente en caso de zapatos de caña alta.

El cierre mediante cremallera o cintas adhesivas de velcro permite el cierre del zapato en los pacientes cuya situación ortopédica exige la prescripción de zapatos de caña ascendente y que sólo pueden valerse de una mano: hemiplejía, monoplejía braquial y amputados de mano.

SUELA

■ Definición

Está constituida por piezas de cuero u otros materiales, interpuestas entre la planta del pie y el suelo, repartidas en dos capas (Fig. 1):

- la primera sobre la que se monta la caña;
- la suela segunda o última, que recubre la parte inferior del zapato y en la que se fija el tacón.

Entre la primera y la segunda suela se encuentra el cambrillón, que va del tacón a la zona de apoyo en el suelo, y que corresponde a la zona de combadura longitudinal. Se confecciona en cuero consistente o metal y garantiza la resistencia del zapato en los movimientos de torsión.

La cara inferior de la suela se subdivide en dos zonas: la suela y el tacón.

Parte anterior o suela del zapato

Termina a la altura de la interlínea de Lisfranc: está sometida a un importante desgaste, sobre todo en los casos de antepié redondo, pudiendo reforzarse mediante una media suela de caucho o material sintético muy resistente al desgaste, que se puede pegar debajo de la parte anterior de la suela.

Parte posterior o tacón

Se prolonga hasta la interlínea de Chopart y se define en función de tres parámetros [7]:

- su altura, medida en vertical desde la base de la trasera de la caña y el suelo;
- su caída, que corresponde a la inclinación del tacón hacia delante;
- su asiento, que consiste en su superficie real de apoyo en el suelo. En esta zona debe encontrarse la verticalidad del miembro inferior.

Se debe calcular cuidadosamente la altura del tacón ya que repercute:

- en el antepié: cualquier sobreelevación del retropié disminuye las presiones a este nivel trasladándolas hacia el antepié;
- sobre las articulaciones de la rodilla, de la cadera y de la columna: cuanto más se aumente la altura del tacón, la cadera y la rodilla estarán más en flexión, disponiéndose la columna en lordosis [4].

■ Opciones terapéuticas en la suela (Cuadro 4)

Adaptación a las variaciones de volumen

La adición de una suela de amplitud fija sobre la que reposa la ortesis plantar confiere cierto grado de adaptación al volumen que se calza.

Compensación de la insuficiencia de los elevadores de los dedos

Se puede inducir una elevación de la punta del zapato al nivel de la suela para facilitar la transición del paso. Este elemento es insuficiente para compensar por sí solo una insuficiencia grave de los elevadores del pie, pero debe añadirse siempre a otros medios de compensación.

■ Limitación del juego articular

En caso de enfermedades reumáticas, trastornos estructurales del antepié o secuelas quirúrgicas, puede ser conveniente buscar la limitación de las articulaciones tarsianas (Chopart), tarsometatarsianas (Lisfranc) o metatarsofalángicas.

En este caso, se incluyen en la suela elementos que incrementan su rigidez. Antiguamente se fabricaban con acero y actualmente con materiales sintéticos o de carbono que permiten una corrección eficaz, asegurando siempre el suficiente grado de flexibilidad necesario para mantener la comodidad.

Facilitación del paso a nivel del antepié

Bien sea después una intervención quirúrgica o de una enfermedad evolutiva, puede ser necesario conseguir que disminuyan las tensiones en la región del antepié. Esto se puede lograr mediante una suela flotante o una barra rodante.

Cuadro 4. – Añadidos terapéuticos en la suela.

Acción	Medio	Indicaciones
Adaptación a las variaciones volumétricas Ayuda al paso	Suela amplia Elevador de la punta	Variaciones de volumen por edema Compensación de una deficiencia moderada de los elevadores del pie
Limitación del juego articular	Elementos que incrementan la rigidez	Enfermedades reumáticas, trastornos estructurales del antepié
Ayuda al desarrollo del paso Facilitación de la acometida del paso	Suela flotante, barra rodante Material de amortiguación en el tacón	Limitación de tensiones en el antepié Dolores al pisar, disminución de molestias en el talón
Correcciones de la estática actuando en el talón	Alargamiento, prolongación anteroposterior o lateral del tacón	Mejora de la estabilidad, estabilización de pies varos o valgus, recuperación de la verticalidad en grandes desequilibrios de la pierna
Añadido de elementos de fijación para ortesis ortopédica	Estribo o eje asociados a suela metálica	Fijación de una ortesis

Mejora de la acometida del paso

Para disminuir las dificultades en el momento de iniciar el paso se añade material flexible y amortiguador.

Correcciones de la estática actuando en el talón

El ensanchamiento del tacón permite aumentar la estabilidad del pie en el suelo.

La prolongación del tacón en su parte anterointerna en los pies valgus, y en la anteroexterna en los pies varos, mejora la estabilidad.

En caso de *talus* se puede prolongar el tacón hacia atrás.

En caso de que exista una gran desviación segmentaria de la pierna, se puede desplazar considerablemente el tacón con el fin de recuperar la verticalidad, aunque el efecto estético es cuestionable.

Añadido de elementos de fijación para ortesis ortopédica

Entre la primera y la segunda suela, se puede colocar una suela metálica que contenga un estribo o un eje para la fijación de una ortesis ortopédica del tipo de las ortesis cruropedias.

ORTESIS PLANTARES INTERIORES

El zapato ortopédico siempre comprende una ortesis plantar: está en contacto directo con la superficie del pie, y puede tener un papel de corrección, de sostén, de reparto de la carga o por el contrario de descarga de una zona particularmente frágil. Puede realizarse a medida o mediante molde (Fig. 3). Clásicamente denominadas «corchos» ya que inicialmente se elaboraban con este material, en la actualidad se fabrican con materiales sintéticos de diferente densidad que se unen térmicamente.

Ortesis cruropedias especiales

(Figs. 4, 5)

Como su nombre indica, se trata de ortesis que se extienden desde el pie hasta una parte de la pierna; se realizan mediante moldeado, antiguamente eran de cuero y corcho y actualmente de resina, espuma de polietileno o gel de copolímero. Aunque algunas se pueden utilizar en zapatos de serie, la mayoría se realiza en casos de deformaciones graves y precisan zapatos a medida. En caso de amputación, consisten en un falso zapato con acolchamiento de sostén del muñón, prolongado más o menos sobre la cara dorsal del pie y sobre la cara anterior de la pierna en función de la altura de la sección. Siempre se deben asociar a una lámina



Figura 3 Toma de la huella plantar para la realización del molde de la suela.



Figura 4 Ortesis de contención

de carbono que evite el levantamiento intempestivo y desagradable del extremo anterior del zapato.

Estas ortesis, frecuentemente unilaterales, se pueden prescribir en caso de:



Figura 5 Positivo realizado en resina después del moldeo y colocación de los futuros elementos de contención.

- amputaciones;
- desequilibrios estaticodinámicos complejos;
- parálisis;
- trastornos tróficos;
- compensación de diferencias de altura iguales o superiores a 60 mm.

PRESCRIPCIÓN

La prescripción médica de este tipo de ortesis está regulada por una normativa particular, independiente de la que corresponde a la prescripción de productos farmacéuticos o de cualquier otro tipo de ortesis. Debe incluir un diagnóstico preciso de la afección que se padece, la descripción completa de las secuelas anatómicas y funcionales y la de su repercusión estática.

■ Evaluación ^[4]

La prescripción de un zapato a medida sólo se puede concebir a partir de una valoración médica precisa con el fin de delimitar la indicación de la ortesis y las características terapéuticas necesarias para conseguir una ortesis perfectamente adaptada. Siempre que se pueda, esta valoración se debe explicar y discutir con el paciente para hacerle participar lo más posible en dicha prescripción. Demasiadas ortesis acaban sin utilizarse por carecer de suficiente información.

Interrogatorio

Se realiza poco a poco durante la consulta, en la que mediante el diálogo se establecen las bases de una relación de confianza que es necesaria para la prescripción adaptada de los zapatos. Se debe insistir en las condiciones de vida del paciente, las repercusiones de su afección en la vida cotidiana y sus expectativas en cuanto a las ortesis.

Diagnóstico etiológico de la afección

Generalmente cuando se considera que un paciente precisa una ortesis, ya se ha llegado a establecer el diagnóstico de la afección inicial. Cuando esto no es así, debe realizarse un

esfuerzo para precisar ciertos datos que son esenciales para orientar la prescripción, fundamentalmente en lo que se refiere al carácter evolutivo de la enfermedad y a la existencia de trastornos asociados que puedan contraindicar este tipo de calzado. Se realiza una anamnesis de la enfermedad en términos protésicos, precisando los posibles tipos de ortesis o zapatos realizados con anterioridad, el tiempo de utilización, sus cualidades y defectos según el paciente y el motivo de su abandono si es el caso.

Exploración clínica

Debe ser completa, permitiendo evaluar al paciente y su enfermedad en su conjunto.

Evidentemente, la exploración de los pies es un tiempo esencial, con una evaluación estática y dinámica como en cualquier consulta podológica. Comprende un estudio articular, muscular, neurológico, con análisis de la estática plantar mediante podoscopio y un examen de la marcha. Se deben investigar especialmente algunos elementos:

- el examen del trofismo del pie en busca de zonas de especial fragilidad y sufrimiento que aparecen marcadas por hiperqueratosis, enrojecimientos, e incluso úlceras que pueden pasar desapercibidas en caso de neuropatía;
- el examen de la sensibilidad, sobre todo en los casos de pacientes diabéticos, que se objetiva mejor con la prueba del monofilamento de Semmes-Weinstein; en caso de alteración, el paciente no será capaz de percibir un conflicto con su zapato;
- la palpación de los pulsos en busca de una abolición que sugiera la existencia de una arteriopatía y que exija una adaptación particularmente exacta de la ortesis para evitar cualquier peligro de ulceración;
- el estudio global de la estática de los miembros inferiores y de la columna con el fin de evaluar las posibilidades reales de corrección a nivel del pie si la afección no se localiza estrictamente en los pies.

El estudio funcional permite evaluar las consecuencias del déficit inicial sobre el equilibrio, el traslado, la posición en bipedestación, la marcha, las actividades de vestirse y desvestirse así como otras actividades locomotoras. Con frecuencia se puede obtener una buena orientación mediante el examen de los zapatos del paciente, siempre que sean los que utilice habitualmente: un desgaste anormal del tacón traduce un trastorno de la estática del antepié, las deformaciones de la caña corresponden a problemas estáticos o deformaciones de los dedos y el desgaste exagerado de la suela anterior denota un apoyo excesivo sobre las cabezas de los metatarsianos. Se recoge también de manera indirecta información sobre el tipo de vida del paciente y sus exigencias estáticas, que hay que tener en cuenta al realizar el zapato.

La exploración de los miembros superiores es paradójicamente un elemento esencial. Se debe investigar la existencia de trastornos articulares, motores o sensitivos que puedan limitar la accesibilidad para calzarse y que sea preciso considerar al confeccionar la ortesis.

Indicaciones ^[1, 4, 9]

- Desorganización metatarsofalángica rígida. Evidentemente, los progresos de la cirugía han hecho que disminuya la utilización de calzado ortopédico para esta indicación, pero gran número de pacientes, en general ancianos que no pueden o no desean ser operados, presentan graves deformaciones del antepié, como *hallux valgus* (la más frecuente), *hallux rigidus* y dedos en garras.

Estas afecciones generan dolores, heridas recidivantes, molestias y limitaciones durante la marcha, por lo que sólo es posible usar zapatos a medida que disimulen parcialmente estas deformidades.

– Trastornos volumétricos.

El pie puede experimentar en el curso de diversas afecciones un aumento de volumen, de forma que cabe difícilmente en los zapatos de serie: traumatismos, insuficiencia venolinfática que evoluciona a veces a elefantiasis o secuelas de flebitis. Además, con mucha frecuencia se asocia inestabilidad del tobillo que justifica su contención.

A menudo estos pacientes recurren a zapatillas o zapatos de tela más o menos recortados debido a que son más deformables. El pie se suele introducir forzosamente, lo que favorece la estasis y genera riesgo de ulceración, que no siempre se tiene en cuenta, lo que favorece el agravamiento de los problemas estáticos y la laxitud del tobillo.

La utilización de un zapato a medida permite confeccionar un calzado más estético, adaptado a la talla real del pie, utilizando materiales flexibles y de buena calidad (cueros flexibles, cabritilla), al que se asocia una suela que permite un sostén eficaz del pie que favorece el retorno venolinfático por efecto del drenaje local. Por otro lado, al favorecer el equilibrio, mejoran las posibilidades de deambulación, contribuyendo de este modo al tratamiento de la afección vascular.

– Amputación transmetatarsiana o más proximal.

La pérdida del antepié entraña una pérdida de la función propulsiva del pie que se intenta compensar añadiendo una lámina de carbono a la suela del zapato a medida. En caso de amputación más proximal, la caña del zapato es ascendente y en ocasiones se refuerza con un ballenado lateral para luchar contra el desequilibrio muscular secundario a la intervención que favorece una deformidad en equino varo.

– Longitud desigual de los miembros inferiores.

Las desigualdades de longitud son relativamente frecuentes y se observan tanto en el curso de afecciones congénitas como adquiridas. Sólo se emplean zapatos a medida a partir de diferencias marcadas, es decir, diferencias de longitud iguales o superiores a 13 mm o una diferencia de altura igual o superior a 20 mm. De esta forma se consigue disimular esa diferencia desde el punto de vista estético y limitar las consecuencias funcionales.

– Desajuste estaticodinámico completo.

Cuando existen trastornos estructurales complejos del pie, a menudo de origen congénito, aunque a veces traumático o degenerativo, únicamente el zapato a medida aporta una respuesta adecuada cuando no existen posibilidades quirúrgicas. Permite mantener las posibilidades de deambulación de estos pacientes en condiciones satisfactorias evitando cualquier conflicto entre el pie y el zapato.

– Hundimiento completo e irreductible de la columna media.

El caso más característico corresponde al pie cúbico de Charcot, en el que la deformación entraña una pérdida completa de la dinámica fisiológica del pie que tiene como consecuencia una alteración de la marcha y riesgos de sobreapoyo y de heridas en la convexidad. El zapato se suele realizar mediante molde con el fin de estabilizar mejor la deformación.

– Equino, equino varo, *talus*.

En estos casos, el zapato a medida permite compensar mejor la deformación y repartir las presiones sobre el pie deforme.

– Parálisis, pie caído.

La exploración clínica debe ser exhaustiva para determinar el propósito terapéutico exacto del zapato:

– sostén simple del pie en fase oscilante en caso de déficit predominante de los elevadores del pie;

– sostén del pie en fase oscilante y control del tobillo en fase de apoyo en caso de alteración de los elevadores del pie así como de los estabilizadores del tobillo;

– lucha contra la tendencia al equino varo en caso de espasticidad; el zapato se realiza entonces mediante molde, ocasionalmente en la posición corregida si es posible.

– Inestabilidad del tarso y del tobillo.

En casos de traumatismo o de afección neurológica puede existir una inestabilidad importante del tarso o del tobillo. Si no es posible la utilización de una ortesis de estabilización que se pueda introducir en un zapato de serie o no se puede recurrir a la intervención quirúrgica, especialmente cuando existen trastornos tróficos o volumétricos asociados, se puede plantear el empleo de un zapato a medida.

– Trastorno trófico relacionado con una neuropatía, una arteriopatía o una enfermedad inflamatoria.

El perfeccionamiento de los tratamientos médicos y quirúrgicos en el caso de las enfermedades inflamatorias así como la mejora de la calidad de los zapatos terapéuticos de serie han limitado la indicación de ortesis a medida para estos casos. Por el contrario, el crecimiento rápidamente exponencial de la población diabética multiplica las prescripciones de calzado a medida debido a neuropatía y arteriopatía. El riesgo de que se produzca una herida puede tener consecuencias catastróficas en este terreno, llegando incluso a la amputación. Esto justifica su búsqueda sistemática en aquellos pacientes en los que la utilización persistente de zapatos de serie es peligrosa. La indicación es sistemática en los pacientes que presentan neuropatía añadida a trastornos morfoestáticos graves y arteriopatía.

El caso particular del calzado del niño ^[6]

De forma más clara que en el adulto, los progresos de la cirugía y de la ortopedia han reducido las indicaciones del calzado a medida en el niño, que actualmente se limitan a:

– las grandes desigualdades de longitud;

– las malformaciones congénitas o adquiridas de origen no neurológico: agenesia, artritis crónica juvenil, artrogriposis;

– las afecciones graves de origen neurológico, como las que se observan principalmente en los niños que padecen enfermedad motora cerebral. En este trastorno, los zapatos de tipo no basculable están especialmente indicados. En ellos se asocia una suela de base ancha y un tope moldeado para favorecer el apoyo estable del pie.

Confección del zapato

PROVEEDORES DE ZAPATOS ORTOPÉDICOS: LOS ORTESISTAS PODOLÓGICOS ^[4]

Una vez que el paciente obtiene su prescripción, se puede dirigir al ortésico podológico que prefiera.

La garantía de una ortesis acertada pasa por un buen acuerdo entre el paciente, el médico prescriptor y el proveedor.

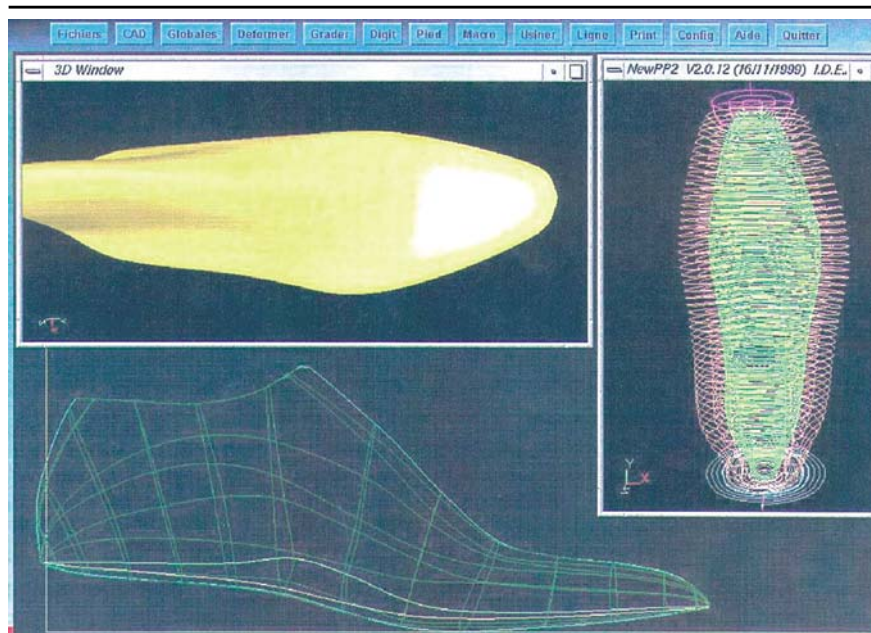


Figura 6 Diseño de la forma tras la informatización de la toma de medidas.

En el momento de la entrega se le hace llegar al paciente un certificado de conformidad y conveniencia, que debe devolver al centro protésico tras un período de 10 días con el fin de hacer constar su aceptación o en ocasiones la necesidad de efectuar algún retoque.

TOMA DE DATOS

Sólo se efectúa después del examen minucioso de los pies, de los miembros inferiores y de la marcha realizado por un ortésico podológico.

■ **Método tradicional** [4, 8]

El ortesista podológico dibuja sobre una hoja de papel el contorno de la huella, mide las circunferencias del tobillo y del pie con una cinta métrica y después obtiene una huella plana o tridimensional.

En ciertas deformidades complejas puede ser necesario realizar un molde de yeso, obtenido en posición más o menos corregida según el propósito terapéutico, y si es posible en carga. El negativo o molde se realiza habitualmente mediante vendas de escayola. El moldeado propiamente dicho o positivo se fabrica con resina. El positivo puede retocarse con el fin de mejorar el montaje del zapato y su acción ortopédica (Figs. 4, 5). El moldeado es realizado por el ortesista podológico, o bajo su responsabilidad, pero respetando las indicaciones del médico prescriptor, en las que se determinan las zonas de corrección (a cargar o descargar) así como las referencias de la vertical.

Tanto si los datos se obtienen mediante medida como si es moldeado, permiten valorar lo que se denomina la «forma», es decir el volumen que calzará el futuro zapato. La «forma» es la base indispensable para confeccionar el zapato.

■ **Diseño de formas por ordenador (DFO)** [10, 11, 12] (Fig. 6)

El diseño por ordenador también se puede aplicar en el sector de las ortesis podológicas pero su desarrollo parece más difícil que en el campo del corsé.

Las medidas se pueden obtener bien mediante una tableta gráfica a partir de la huella del pie, o mediante



Figura 7 Prueba con zapato de PVC.

digitalización del pie en carga en su conjunto. Estas medidas son analizadas por un ordenador para elaborar y después transmitir a una máquina-herramienta las dimensiones de la forma correspondiente.

PRUEBA [4]

Se elabora un patrón correspondiente a las diferentes piezas que componen el zapato a partir de las medidas o del moldeado realizado.

Se confecciona una primera zapatilla para realizar la prueba. Aunque inicialmente se fabricaban de piel, cada vez se confeccionan más en materiales transparentes como PVC, lo que permite visualizar la posición real del pie en el interior del volumen calzado así como las zonas de conflicto (Fig. 7).

Es muy aconsejable que la prueba se lleve a cabo en presencia del prescriptor, sobre todo cuando se trata de una primera prestación. Se realiza en posición estática y dinámica y permite verificar si se respetan los objetivos terapéuticos y corregir los posibles efectos secundarios.

En caso de problemas complejos, puede ser necesario efectuar varias pruebas.

FABRICACIÓN [7, 8]

Una vez que se ha realizado la prueba, se confecciona el patrón definitivo y después se hacen los cortes en los materiales elegidos.

Aunque tradicionalmente el ensamblaje de la suela y la caña se hacían mediante costura, hoy en día se efectúa por diferentes métodos de soldadura que facilitan su elaboración y aligeran el peso.

ENTREGA [4]

Si es posible, los zapatos también se entregan en presencia del prescriptor. En este momento se realiza un último control de la buena adaptación de la ortesis en posición inicial y después de la marcha. Se verifica la facilidad del paciente para calzarse y se le dan al paciente todos los consejos necesarios para la utilización, mantenimiento y cuidado de los zapatos y de sus pies. Se recomienda encarecidamente al paciente que acuda de nuevo a su ortésico podológico después de 1 mes de utilización para controlar el resultado a medio plazo.

Evaluación [13, 14, 15, 16, 17, 18]

Aunque se disponga de los resultados obtenidos mediante diversos procedimientos (como las plataformas de equilibrio, las pistas de marcha o más recientemente la utilización de sensores de presión) todavía existen suficientes estudios en las publicaciones especializadas que respalden la utilización de ortesis mediante zapatos ortopédicos. Quizá el uso de estas ortesis en el marco de la enfermedad diabética conducirá al desarrollo de estas

evaluaciones, debido a que en este caso la adaptación de la ortesis debe ser particularmente exacta. En estos pacientes, cualquier error puede tener graves consecuencias ya que, al presentar en general una neuropatía grave, son incapaces de percibir un posible conflicto o inadaptación entre el pie y el zapato.

Conclusión

Aunque el perfeccionamiento de los tratamientos médicos, ortopédicos y quirúrgicos ha reducido claramente las indicaciones clásicas del calzado a medida (poliomielitis, enfermedad motora cerebral, luxación congénita de cadera), la evolución de los materiales y de las técnicas ha permitido mejorar sus cualidades terapéuticas, adaptarse a las nuevas indicaciones (pie neuropático) y adquirir un aspecto más moderno, más próximo a las exigencias estéticas de los pacientes.

Como cualquier otro tratamiento, el éxito de este tipo de ortesis se basa en una valoración precisa y completa del trastorno así como en una buena colaboración entre el paciente, el prescriptor y el ortésico podológico.

La llegada de nuevos medios de evaluación, como los sensores de presión y las pistas de marcha, debería permitir el establecimiento de las bases científicas de esta modalidad terapéutica.

Agradecimiento. –

Bibliografía

- [1] Lapeyre-Gros F, Gaillard F, Vernay P. Le chaussage: la chaussure orthopédique. In: Bouysset M, ed. *Pathologie ostéo-articulaire du pied et de la cheville: approche médico-chirurgicale*. Paris: Springer-Verlag, 2000; 535-540
- [2] Knowles EA, Boulton AJ. Do people with diabetes wear their prescribed footwear? *Diabet Med* 1996; 13: 1064-1068
- [3] Philipsen AB, Ellitsgaard N, Krogsgaard MR, Sonne-Holm S. Patient compliance and effect of orthopaedic shoes. *Prosthet Orthot Int* 1999; 23: 59-62
- [4] Delarque A, Biausser JP, Courtade D, Heurley G. Chaussures orthopédiques. *Encycl Méd Chir* 1995; 8(Elsevier SAS, Paris), Kinésithérapie-Rééducation fonctionnelle, 26-161-A-50
- [5] Boer H, Seydel ER. Medical opinions, beliefs and prescription of orthopaedic footwear: a survey of Dutch orthopaedists and rehabilitation practitioners. *Clin Rehabil* 1998; 12: 245-253
- [6] Maitre M, Brunon A, Codine P, Hérisson C. Les chaussures thérapeutiques sur mesure chez l'enfant. In: Diméglio A, Hérisson C, Simon L, eds. *Le pied de l'enfant et l'adolescent*. Paris: Masson, 1998; 349-356
- [7] Braun S. Le chaussage: Notions générales sur le chaussage. In: Bouysset M, ed. *Pathologie ostéo-articulaire du pied et de la cheville: approche médico-chirurgicale*. Paris: Springer-Verlag, 2000; 523-534
- [8] Savin J. Aspects techniques de la chaussure. *Encycl Méd Chir* 1999; 8(Elsevier SAS, Paris), Podologie, 27-140-A-45
- [9] Dolhem R. Le chaussage du pied pathologique. In: De Beer H, ed. *Pathologies du pied*. Paris: Arnette-Blackwell, 1996; 263-271
- [10] Goh JC, Ho NC, Bose K. Principles and applications of computer-aided design and computer aided manufacturing (CAD/CAM) technology in orthopaedics. *Ann Acad Med Singapore* 1990; 19: 706-713
- [11] Lord M, Foulston J, Smith PJ. Technical evaluation of a CAD system for orthopaedic shoe-upper design. *Proc Inst Mech Eng [H]* 1991; 205: 109-115
- [12] Maitre M, Delcros JL. Conception et fabrication de formes et d'orthèses plantaires par le système IDEAS. In: Congrès AFA, Valencemai 2002; 16-17
- [13] Dahmen R, Haspels R, Koomen B, Hoeksma AF. Therapeutic footwear for the neuropathic foot: an algorithm. *Diabetes Care* 2001; 24: 705-709
- [14] Donaghue VM, Sarnow MR, Giurini JM, Chrzan JS, Habershaw GM, Veves A. Longitudinal in-shoe foot pressure relief achieved by specially designed footwear in high risk diabetic patients. *Diabetes Res Clin Pract* 1996; 31: 109-114
- [15] Drerup B, Hafkemeyer U, Moller M, Wetz HH. Effect of walking speed on pressure distribution of orthopedic shoe technology. *Orthopade* 2001; 30: 169-175
- [16] Rose NE, Feiwel LA, Cracchiolo A3rd. A method of measuring foot pressures using a high resolution, computerized insole sensor: the effect of heel wedges on plantar pressure distribution and center of force. *Foot Ankle* 1992; 13: 263-270
- [17] Praet SF, Louwerens JW. The influence of shoe design on plantar pressures in neuropathic feet. *Diabetes Care* 2003; 26: 441-445
- [18] Xu H, Akai M, Kakurai S, Yokota K, Kaneko H. Effect of shoe modifications on center of pressure and in-shoe plantar pressures. *Am J Phys Med Rehabil* 1999; 78: 516-524