

Princípios Básicos de Prescrição das Ortóteses Tornozelo e Pé: Revisão Narrativa

Basic Principles of Prescription of Ankle and Foot Orthoses: Narrative Review

Margarida Ramos Rodrigues⁽¹⁾ | Inês Ferro⁽¹⁾ | André Borges⁽¹⁾ | Gustavo Beça⁽¹⁾

Resumo

As ortóteses tornozelo e pé [ankle foot orthosis (AFO)] são as ortóteses mais frequentemente prescritas para o membro inferior. Diferentes modelos e materiais estão indicados para condições patológicas específicas e a sua escolha deve ser criteriosa, de forma a que a ortótese cumpra o seu propósito sem comprometer a mobilidade ativa do doente. Quando utilizadas para a abordagem de alterações da marcha, o diagnóstico preciso e o reconhecimento das alterações primárias e secundárias é primordial. Atendendo aos inúmeros modelos disponíveis atualmente no mercado, o conhecimento das noções teóricas básicas acerca do funcionamento das AFO é fundamental para orientar a prescrição da ortótese mais adequada.

Palavras-chave: Aparelhos Ortopédicos; Desenho de Prótese; Órtoses do Pé.

Abstract

Ankle foot orthoses (AFO) are the most frequently prescribed orthoses for the lower limb. Different designs and materials are indicated for specific pathological conditions and their choice must be judicious so that the orthosis fulfills its purpose with minimal impact on the normal range of motion the patient presents. When used for treatment of gait disturbances, accurate diagnosis and recognition of primary and secondary changes is essential. Given the numerous models currently available on the market, knowledge of the basic theoretical notions about the functioning of AFOs is essential to guide the prescription of the most appropriate orthosis.

Keywords: Foot Orthoses; Orthotic Devices; Prosthesis Design.

Introdução

Uma ortótese é um dispositivo externo utilizado para modificar as características funcionais e estruturais dos sistemas neuromuscular e esquelético.¹ Quando adequada e corretamente prescrita, tem um impacto positivo significativo na funcionalidade.

As ortóteses para o membro inferior podem ser classificadas segundo as regiões anatómicas envolvidas (Tabela 1), correspondendo a primeira letra à articulação mais proximal abrangida.²⁻⁴

Tabela 1 – Classificação das ortóteses para o membro inferior.

FO	Foot orthosis – ortótese para o pé
AO	Ankle orthosis – ortótese para o tornozelo
KO	Knee orthosis – ortótese para o joelho
HO	Hip orthosis – ortótese para a anca
AFO	Ankle foot orthosis – ortótese para o tornozelo e pé
KAFO	Knee ankle foot orthosis – ortótese para o joelho, tornozelo e pé
HKAFO	Hip knee ankle foot orthosis – ortótese para a anca, joelho, tornozelo e pé

(1) Centro de Reabilitação do Norte - Centro Hospitalar de Vila-Nova de Gaia e Espinho, Vila Nova de Gaia, Portugal

© Autor(es) (ou seu(s) empregador(es)) e Revista SPMFR 2022. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC. Nenhuma reutilização comercial.

© Author(s) (or their employer(s)) and SPMFR Journal 2022. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use.

Autor correspondente: Margarida Ramos Rodrigues. email: 90.rodriguesmargarida@gmail.com. Centro de Reabilitação do Norte - CHVNG/E, Av. Infante Sagres 22, 4405 - 565 Vila Nova de Gaia

Data de submissão: setembro 2021

Data de aceitação: fevereiro 2022

Data de publicação: março 2022

Dependendo do modelo e do contexto em que são prescritas, podem desempenhar diferentes **funções**: controlo algico, correção/prevenção do surgimento ou agravamento de deformidades, imobilização e descarga, conferir suporte/estabilidade, assistir/limitar um movimento específico, controlar a espasticidade, melhorar a função (marcha), conferir aporte sensitivo e proprioceptivo.⁵ Ao melhorar o padrão de marcha, o gasto energético é menor, a fadiga diminui e a distância percorrida aumenta.

As ortóteses podem ser confeccionadas em diferentes **materiais**, habitualmente em metal ou plástico (Tabela 2).^{2,3} Idealmente, deve ser utilizado o material mais leve para diminuir o gasto energético e, simultaneamente, proporcionar o maior conforto possível ao doente.⁴ O plástico é utilizado mais frequentemente que o metal por ser menos dispendioso, mais leve, cosmeticamente mais atrativo, permitir um melhor ajuste anatómico e, se necessário, permitir o reajuste da ortótese (termoplástico).³ As ortóteses metálicas têm maior durabilidade e são mais adequadas para doentes com excesso de peso, assim

como na presença de edema, úlceras/soluções de continuidade ou alterações da sensibilidade.³ As *ankle foot orthosis* (AFO) metálicas são desaconselhadas na idade pediátrica, uma vez que o peso pode favorecer a rotação externa da tibia.³ Para o acabamento, revestimento e confeção de adaptações são frequentemente utilizados materiais como o couro ou a borracha.

Independentemente do objectivo específico com que são prescritas, as ortóteses funcionam através da aplicação de forças de forma controlada sobre determinada articulação ou região corporal. Na maioria dos casos, é utilizado um **sistema de três pontos** para assegurar a posição apropriada do membro e o controlo adequado da articulação através da aplicação de uma força de correção na face convexa da deformidade e de duas forças contralaterais e de sentido oposto, cujo somatório deverá ser nulo (Fig. 1).^{3,6} Quanto mais afastados forem os pontos de aplicação destas duas forças contralaterais, menor é a força necessária para correção, traduzindo-se num maior conforto para o doente e num menor risco de lesões.

Tabela 2 - Materiais utilizados na confeção de ortóteses.

Metal	Aço	Vantagens: barato, resistente, rígido. Desvantagens: pesado, manutenção para prevenção da corrosão é dispendiosa.
	Alumínio	Vantagens: mais leve, forte, resistente à corrosão. Desvantagens: menos resistente que o aço.
	Titânio	Vantagens: força comparável ao aço com menos 60% da densidade, mais resistente à corrosão que o aço ou o alumínio. Desvantagens: dispendioso.
	Magnésio	Vantagens: muito leve. Desvantagens: menos resistente
Plástico	Termoplástico	Moldáveis quando aquecidos. - Baixa temperatura: podem ser moldados directamente na região anatómica, sem necessidade de molde prévio, não deve ser utilizado quando se prevê sobrecarga elevada (espasticidade, deformidades fixas), utilizado sobretudo nas ortóteses do membro superior; - Alta temperatura: ortóteses fabricadas com técnicas de vácuo, exemplos: acrílico, polietileno, polipropileno, polímeros de vinil, copolímeros.
	Termofixo	Adquire forma permanente quando aquecido e sujeito a pressão; mais difícil de usar do que o termoplástico e causa mais reacções alérgicas. Exemplos: poliésteres, epoxies, espuma de poliuretano.
Carbono	Vantagens: leve e resistente. Desvantagens: dispendioso, difícil de moldar ou modificar	

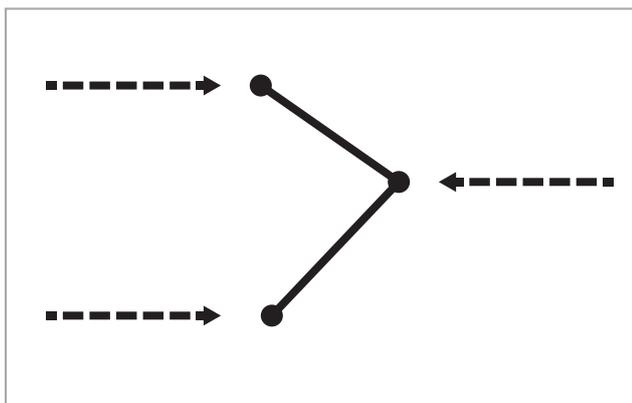


Figura 1 - Um sistema de três pontos de aplicação de forças é necessário para o controlo adequado da articulação.

Quanto à **liberdade de movimento**, podemos considerar dois tipos de ortóteses: estáticas e dinâmicas. As ortóteses estáticas conferem um suporte rígido da articulação e impedem o movimento, estando indicadas em situações como fraturas, tendinopatias inflamatórias ou para posicionamento, por exemplo. As ortóteses dinâmicas controlam o alinhamento ao mesmo tempo que permitem algum grau de movimento ou o facilitam, funcionando como substitutos da força muscular.³ Uma ortótese corretamente prescrita deve equilibrar a necessidade de suporte externo com a mobilidade e o possível compromisso da progressão do passo. Neste contexto, existem três momentos na fase de apoio da marcha e à medida que o corpo avança sobre o pé, que devem ser tidos em conta⁶:

- Primeiro momento: queda controlada do pé a partir da posição neutra da tibiotársica, desde o contacto inicial até ao apoio plantígrado e durante a fase de resposta à carga. A contração excêntrica do quadrícipite e do tibial anterior evitam a ocorrência da queda não controlada do pé (*foot slap*).

- Segundo momento: a tibia avança sobre o pé, a partir dos 10° de flexão plantar no final da fase de resposta à carga, passando pela posição vertical, até à flexão dorsal na fase de médio apoio. A contração excêntrica do tricípite sural controla a velocidade do avanço da tibia sobre o pé fixo, durante a fase de médio apoio.

- Terceiro momento: o antepé, flexível no início da fase de apoio, converte-se numa alavanca rígida para a elevação do calcanhar do solo e para que o peso corporal se desloque sobre a primeira articulação metatarsofalângica, durante a fase de *push off*.

Outro conceito a ter em conta é a **influência da posição da tibiotársica na articulação do joelho**, no contacto inicial: a flexão plantar da tibiotársica favorece a extensão do joelho e a flexão dorsal a sua flexão.⁷ Este conhecimento é importante, quer durante a avaliação do doente, quer para correção de um desvio do joelho no plano sagital e maior estabilização na fase de apoio.

A **adesão** do doente à ortótese será tanto maior quanto mais confortável, cosmética e funcional for a mesma. Assim, a prescrição de uma ortótese do membro inferior deverá, idealmente, obedecer aos seguintes princípios^{3,6}:

- Corresponder à mobilidade necessária e objectivos esperados pelo doente;
- Maximizar a estabilidade na fase de apoio, permitindo movimento sempre que possível e se apropriado;
- Comprometer minimamente a *clearance* do pé, na fase de balanço e ser funcional durante todas as fases da marcha;
- Assegurar que o movimento da tibiotársica esteja centrado sobre a proeminência do maléolo medial;
- Minimizar o desalinhamento;
- Posicionar o membro de forma eficaz para o contacto inicial;
- Garantir a maior eficiência energética;
- Poder ser utilizada por longos períodos sem causar dor ou lesionar a pele, sendo que deve ser utilizada tanto quanto o necessário;
- Ser fácil de colocar/retirar;
- Ser cosmeticamente aceitável para o doente;
- Nas crianças, permitir adaptações ao longo do tempo para acompanhar o crescimento;
- Ser durável;
- A manutenção necessária ser de baixo custo.

Neste artigo serão explorados os princípios biomecânicos básicos de funcionamento das AFO, o seu impacto no padrão de marcha e as principais indicações para a sua prescrição, assim como as contraindicações à sua utilização.

AFO

São ortóteses que englobam o pé e o tornozelo, para controlo da flexão dorsal/plantar da tibiotársica e/ou estabilidade do mesmo no plano frontal, para além de poderem intervir, em maior ou menor grau, no alinhamento

do joelho.⁴ Contudo, a sua ação é muito limitada no plano transversal (deformidades rotacionais).⁶ As AFO são as ortóteses mais comumente prescritas para o membro inferior.

Tanto as AFO metálicas, como as de plástico possuem a mesma eficácia e a sua prescrição obedece aos mesmos princípios gerais.³

As AFO metálicas possuem os seguintes componentes²⁻⁴:

- Banda da perna: deve estar situada 2,5 cm abaixo da cabeça do perónio, para prevenção de lesão do nervo peroneal comum. Em doentes com défice de destreza manual ou hemiparéticos, deverá ser prescrita com sistema de velcro;
- Hastes: habitualmente, possuem duas hastes laterais, embora possa ser uma única haste posterior, medial ou lateral;
- Articulação do tornozelo: as AFO articuladas possuem duas articulações que deverão respeitar a posição anatómica dos maléolos, pelo que a articulação medial deverá coincidir com a proeminência do maléolo interno e será anterior à articulação lateral. Quanto ao grau de movimento, este poderá ser livre, encontrar-se bloqueado ou parcialmente limitado, ou ser facilitado, sendo controlado por pinos (bloqueio) ou molas (facilitação) inseridos nos canais da articulação (Tabela 3). É possível a utilização dos bloqueios e da mola posterior de forma isolada ou a combinação de bloqueio anterior com mola posterior, e bloqueio anterior e posterior.
- Estribo: peça em “U”, cuja base se fixa na sola do sapato e a parte superior às articulações da ortótese,

sendo que a base se pode estender à base dos metatarsos para melhor controlo da flexão plantar (p.e., espasticidade dos flexores plantares). Existem estribos fixos de forma permanente no sapato e estribos amovíveis, que permitem a utilização da ortótese em diferentes pares de sapatos, sendo, no entanto, menos estáveis. Na presença de desvios do tornozelo no plano frontal, é possível adicionar uma tira em “T” (lateral para correção de varo, medial para correção de valgo).

- Sapato.

Por sua vez, as **AFO de plástico** compreendem dois componentes, vertical e horizontal, que habitualmente constituem uma peça única ou se encontram articulados entre si^{3,4}:

- Componente vertical: engloba três quartos da perna e o limite superior deverá terminar 2,5 cm abaixo da cabeça do perónio, ajustando-se com fita em velcro. Poderá ser posterior, anterior, englobar toda a perna ou apresentar uma conformação em espiral. O limite do bordo anterior relativamente aos maléolos contribuirá para diferentes graus de rigidez da ortótese, juntamente com a espessura, desenho e material. Assim sendo, quanto mais posterior for o limite anterior, mais flexível é a ortótese e menor a estabilidade do tornozelo (Fig. 2). Nas AFOs rígidas, o bordo situa-se anteriormente ou ao nível do maléolo e nas AFOs semi-rígidas este encontra-se imediatamente atrás do maléolo, sendo posterior ao tornozelo nos modelos flexíveis.⁵ Em doentes com espasticidade importante ou imobilização após cirurgia, p.e., deverá ser prescrita uma AFO cujo limite anterior termine ao nível ou anteriormente aos maléolos.

Tabela 3 - Diferentes tipos de articulação e respectivas indicações clínicas.

Mola/pino	Função	Indicação clínica
Pino/bloqueio posterior	Limita flexão plantar; colocada habitualmente na posição neutra	Espasticidade dos flexores plantares, <i>foot drag</i> , imobilização
Mola posterior (articulação de Klenzac)	Facilita a flexão dorsal, substituindo a ação concêntrica dos flexores dorsais da tibiotársica	<i>Foot drop</i> flácido, hiperextensão do joelho secundária ao equino
Pino/bloqueio anterior	Limita a flexão dorsal, substituindo a ação excêntrica /concêntrica do tricípite sural; definidos 5° de flexão dorsal, habitualmente	Fraqueza dos flexores plantares, fraqueza dos extensores do joelho, dor à mobilização do tornozelo
Mola anterior	Assiste a flexão plantar	Nenhuma

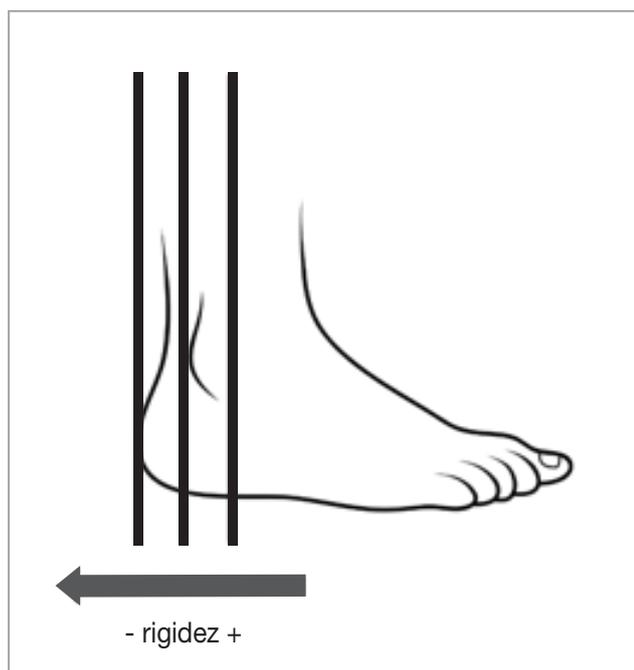


Figura 2 - Relação entre a posição do bordo anterior relativamente aos maléolos e rigidez da ortótese.

- Componente horizontal: porção que fica no interior do sapato. Deve estender-se até à base das cabeças dos metatarsos; no caso de espasticidade importante, poderá prolongar-se para além dos dedos, para controlo da deformidade em garra. Simultaneamente, facilita a *clearance* do pé.
- Articulação do tornozelo: segue os mesmos princípios descritos para as AFO metálicas. A adição de articulações confere alguma estabilidade mediolateral, tal como nas AFO de metal.

Idealmente, o calçado deverá ser fechado e com tamanho superior ao habitual, e a ortótese deverá ser utilizada com meias altas, para protecção da pele. Na presença de palmilha, esta poderá ter que ser retirada para que a ortótese fique adaptada adequadamente.

1. AFO Estáticas

As AFO estáticas restringem o movimento do tornozelo e do pé nos três planos, com o objectivo de conferir um suporte significativo na fase de apoio e na *clearance* do membro, durante o balanço.⁶ Contudo, devido à sua rigidez, estas ortóteses comprometem muito a transição entre os diferentes momentos do passo, durante o apoio. Por esse motivo, doentes que utilizam AFO estáticas devem usar

calçado com calcaneira ou um tacão menos rígido, e sola de balanço. Simultaneamente, a calcaneira desloca a força de reacção do solo (FRS) anteriormente, contribuindo para a estabilização do joelho ao evitar o seu colapso em flexão, no contacto inicial; caso contrário, a FRS passará posteriormente à articulação do joelho e favorecerá a sua flexão (o que poderá ser, contudo, benéfico em doentes com *genu recurvatum*). Portanto, previamente à sua prescrição, deve ser pesado o benefício de uma maior estabilidade, à custa da perda da mobilidade.

a) *Solid* AFO (SAFO)

Trata-se de uma AFO em termoplástico de maior espessura, com o bordo anterior situado, pelo menos, na linha média dos maléolos e moldada na posição neutra nos três planos do espaço, podendo ser acrescentados reforços mediais e laterais. Na presença de *genu recurvatum* na fase de médio apoio, deve optar-se por uma flexão dorsal ligeira, já que a limitação do movimento ao nível do tornozelo favorece a extensão do joelho, nesta fase da marcha.

O objectivo da SAFO é limitar ao máximo o movimento do tornozelo e pé, sendo utilizada na hipertonía moderada a grave, após intervenção cirúrgica do pé ou do tornozelo, e na fase inflamatória da artrite reumatoide, p.e. Por outro lado, uma vez que os flexores dorsais não são excentricamente ativados no contacto inicial, a FRS permanece posterior ao joelho, criando um momento de flexão desta articulação (e, potencialmente, instabilidade durante a marcha), como previamente descrito. Quanto maior for a restrição à flexão plantar, maior é o momento de flexão do joelho no contacto inicial e maior é a necessidade de ativação dos extensores da anca para prevenir o colapso em flexão do joelho.^{6,8} Por este motivo, a SAFO só deverá ser prescrita a doentes com força excêntrica do quadríceps mantida, sobretudo se fabricada com alguns graus de flexão dorsal para contrariar a hiperextensão durante o apoio.⁶ Além disso, na fase de médio apoio, o avanço da tibia está limitado, comprometendo a preparação para o *toe-off* e a transição da fase de apoio para a fase de balanço, encurtando a passada. Uma estratégia para compensar esta limitação é a utilização de solas de balanço. Por último, o *push-off* e *toe-off* estão também comprometidos, pela restrição da flexão plantar e, aquando da utilização de prolongamento distal sob os dedos, pela dificuldade na extensão do hálux, podendo estas limitações ser também compensadas pela utilização de calçado com sola de balanço.

b) *Tone reducing* ou *tone inhibiting orthosis* (TRAFO e TIAFO)

A TRAFO consiste numa SAFO com adaptações específicas

que visam controlar o tónus ao inibir a atividade reflexa, incluindo:

- Reforços mediais e laterais;
- Flexão dorsal;
- Prolongamento distal para além da cabeça dos metatarsos;
- Placa hiperextensora dos dedos ou barra metatársica;
- Reforço (tira ou banda) ao nível da face anterior do tornozelo ou um componente que cobre a face anterior da perna e a face dorsal do pé (ortótese bivalve);
- Maior pressão em qualquer um dos lados da inserção distal do tendão de Aquiles.

Contudo, a eficácia destas AFO ainda não está demonstrada e a utilização desta terminologia não está indicada.⁶ Ibuki *et al*⁹ concluíram não existir um efeito neurofisiológico significativo, através da medição do reflexo de Hoffman, em 10 doentes com acidente vascular cerebral. Nash *et al*¹⁰ avaliaram um doente com lesão medular incompleta, a quem prescreveram TRAFO bilateral e verificaram uma melhoria no aumento da passada e da velocidade da marcha, e uma diminuição do tempo de duplo apoio. Contudo, o estudo electromiográfico não foi conclusivo. Por outro lado, Crenshaw *et al*¹¹ não verificaram melhoria da marcha entre 8 crianças com paralisia cerebral bilateral espástica. Estas ortóteses parecem ser igualmente eficazes e não consistentemente superiores no que respeita aos parâmetros da marcha e postura, comparativamente a outras AFO com o mesmo propósito, sem as adaptações específicas das TRAFO.⁶

c) *Ground reaction AFO* (GRAFO)

A GRAFO ou *floor reaction AFO* evoluiu a partir da SAFO, para controlo do colapso do joelho em flexão, em doentes com fraqueza do quadríceps, como, por exemplo, doentes com *crouch gait*, mielomeningocele e síndrome pós-polio.^{3,6} Nesta AFO, a tibiotalar encontra-se em flexão plantar ligeira, a qual limita o avanço da tibia no segundo momento do apoio e desloca a FRS anteriormente, favorecendo a extensão do joelho. A GRAFO possui também um componente anterior ao nível da região proximal da tibia, a qual exerce uma força extra de extensão. Pode ser fabricada como uma peça única ou como uma SAFO bivalve (com componente anterior).

Poderá ser necessário um auxiliar de marcha, sobretudo se a ortótese for utilizada bilateralmente. Não deve ser prescrita a doentes com *recurvatum* do joelho na fase de apoio ou no caso de insuficiência dos ligamentos cruzados.

Além disso, é menos eficaz em doentes com flexo da anca ou do joelho superior a 10°, uma vez que o vector da FRS passará próximo ou posterior à articulação anatómica.

d) AFO para descarga do membro

Existem diferentes modelos para descarga do pé e do tornozelo, consoante o objectivo e a patologia. Alguns exemplos são^{3,5}:

- *Patellar tendon bearing AFO* (PTB AFO): trata-se de uma ortótese bivalve, cujo componente anterior é modificado para que o apoio seja feito no tendão rotuliano e côndilo tibial (sobretudo o medial), com contacto total ao nível superior da perna. A porção proximal encontra-se inclinada 10° anteriormente, relativamente ao plano frontal. Diminui a carga distalmente em até 50% e poderá ser otimizada se for confeccionada à medida, em carbono ou com sola de balanço (facilitando o *push off*). Estão indicadas quando é necessária descarga para garantir a cicatrização adequada e diminuição da dor. É utilizada na artropatia de Charcot, úlceras plantares, fracturas, artrite ou artrose grave do tornozelo, após cirurgias, necrose avascular ou osteomielite.
- Bota de Charcot: AFO bivalve, também com apoio no tendão rotuliano, revestida e confeccionada à medida, que reveste todo o pé e perna, garantido uma maior distribuição de carga e redução da carga axial. É utilizada em doentes diabéticos com feridas/úlceras plantares e na deformidade de Charcot.

Estes tipos de AFO só devem ser prescritas a doentes sem alterações anatómicas do joelho, assim como força e controlo motor desta articulação preservados, de forma a garantir a estabilidade na fase inicial do apoio, e integridade cutânea para que sejam toleradas as forças aplicadas por estes modelos.¹²

- *Pressure relief AFO* (PRAFO): proporciona alívio da pressão ao nível do calcâneo, ao possuir uma janela a este nível. Adicionalmente, previne o desenvolvimento de contractura dos flexores plantares. Deve ser utilizada em doentes confinados ao leito ou com défices motores graves.

2. AFO Dinâmicas

As AFO dinâmicas permitem algum grau de movimento do tornozelo no plano sagital; muitas permitem a flexão dorsal durante o apoio, facilitando o avanço da tibia e com pouco compromisso do segundo momento do passo, limitando a flexão plantar durante a fase de balanço.⁶

a) *Posterior leaf spring* (PLS) AFO

Trata-se da AFO mais flexível, confeccionada em termoplástico e de baixa espessura, cujos limites do componente vertical se encontram posteriormente aos maléolos e, portanto, não confere apoio no plano frontal. Está indicada no *foot drop* flácido, por fraqueza dos flexores dorsais da tibiotársica.^{3,5} Neste contexto, a PLS mantém o pé na posição neutra desejada, durante a fase de balanço, evitando o *toe drag* na fase de balanço e o *foot slap*, na fase de apoio ao substituir a contração excêntrica do tibial anterior.^{6,8} Permite o avanço da tibia no médio apoio e facilita o *push off*, uma vez que o doente consegue ultrapassar a resistência oferecida pela ortótese.^{5,8}

As ortóteses do tipo *Dual Carbon Fiber Spring* (CFO) são uma modificação da PLS em que os componentes da perna e do pé se encontram unidos por uma peça em carbono e visa, adicionalmente, potenciar o terceiro momento do apoio. Assim, esta ortótese permite um *push off* mais eficaz, ao acumular energia durante o avanço da tibia, a qual é libertada no início do balanço.⁶ Foram concebidos modelos em carbono com esse mesmo objectivo, ao armazenarem energia que é posteriormente libertada facilitando a fase de *push off*.⁸ Existe pouca evidência relativamente às suas vantagens, quando comparada com a PLS tradicional e com as AFO articuladas em termoplástico ou metal, mas parecem diminuir o dispêndio energético durante a marcha.^{6,8}

b) AFO articuladas (*hinged* AFO – HAFO)

Dependendo do tipo articulação, as HAFO permitem ou limitam diferentes graus de movimento, estando indicadas em patologias distintas (Tabela 2). A HAFO com bloqueio posterior é uma variante da SAFO, originalmente desenhada com o objectivo de impedir o equino e *toe drag* durante o balanço, e, simultaneamente, permitir o avanço da tibia durante o apoio (segundo momento), conferindo algum controlo do equinovaro durante a marcha.⁶ Para além de melhorar os parâmetros da marcha, facilita a subida e descida de escadas ou rampas. Contudo, este tipo de HAFO pode comprometer a estabilidade no apoio inicial e, portanto, não deve ser utilizados no padrão de *crouch gait*. Estão apenas indicadas em doentes que possuam, pelo menos, 5° de flexão dorsal da tibiotársica e que não apresentem compromisso da articulação subastragalina ou do mediopé. Por esse motivo, não são a melhor escolha para doentes com espasticidade grave ou para aqueles com instabilidade ou desvio importante do mediopé, assim como para doentes com lesão de segundo neurónio.⁶

c) AFO em espiral e semi-espiral

A AFO em espiral apresenta um componente vertical que parte da face interna do pé, contorna a perna, e termina ao nível do côndilo medial da tibia. Possui uma banda horizontal, ao nível da perna. Este desenho permite o controlo do tornozelo em todos os planos, limitando a inversão/eversão do pé (devido ao sistema de 3 pontos de apoio inerente à configuração em espiral), ao mesmo tempo que permite uma flexão plantar e dorsal controladas, possibilita a flexão dorsal da tibiotársica e facilita o *push off*.¹³ Quanto ao seu mecanismo, a espiral desfaz-se durante a fase de apoio, permitindo a flexão plantar, e refaz-se na ausência de carga sobre o membro, resultando na flexão dorsal do pé. A AFO em espiral está indicada na fraqueza de todos os compartimentos do complexo pé-tornozelo, associada a flacidez ou espasticidade leve a moderada; na instabilidade no plano frontal, durante o apoio ou na fase de balanço; e no défice proprioceptivo. Está contraindicada nas deformidades fixas; na espasticidade grave; na presença de edema flutuante; no caso de existir um desequilíbrio importante de forças a atuar no complexo pé-tornozelo.¹³

Nas ortóteses em semi-espiral, o componente vertical origina-se na face lateral do pé, o qual cruza a tibia anteriormente e termina na sua face medial, promovendo a eversão do pé. Apresenta maior rigidez e oferece, por isso, uma maior resistência ao equino. A Dyna-ankle® possui um desenho semelhante. Estas ortóteses podem ser utilizadas em doentes que apresentem fraqueza dos eversores e flexores dorsais da tibiotársica (equinovaro); equinovaro, no contexto de espasticidade moderada; na instabilidade no plano frontal, durante o apoio ou na fase de balanço. Por outro lado, estão contraindicadas nas deformidades fixas; na espasticidade grave; e na presença de edema flutuante.¹³

d) Boxia® e Foot-up®

Apesar de não classicamente descritas na literatura, a Boxia® e o Foot-up® são ortóteses largamente utilizadas na prática clínica.^{14,15} Consistem numa banda supramaleolar e um elástico que é acoplado ao calçado, utilizando ganchos (Boxia®) ou um sistema de mola/presilha (Foot-up®). Estão formalmente indicadas no *foot drop* e quadros clínicos caracterizados por défice de flexão dorsal, não conferindo controlo no plano frontal. Possuem a vantagem de serem leves, discretas e não necessitam da aquisição de calçado com um tamanho superior ao habitual, apesar de alguns modelos requererem a utilização de calçado com atacadores.

Tabela 4 - Principais indicações e contraindicações das AFO estáticas e dinâmicas.

Tipo de ortótese	Indicações	Contraindicações
SAFO	<ul style="list-style-type: none"> Espasticidade grave 	<ul style="list-style-type: none"> Flacidez/hipotonia
TRAFO/TIAFO	<ul style="list-style-type: none"> Espasticidade grave 	<ul style="list-style-type: none"> Flacidez/hipotonia
GRAFO	<ul style="list-style-type: none"> Fraqueza muscular/mau controlo motor da tibiotársica e joelho (colapso em flexão no contacto inicial, por fraqueza do quadricípite) 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Genu recurvatum</i> Insuficiência ligamentar do joelho
Descarga	<ul style="list-style-type: none"> Cicatrização Lesão óssea/ligamentar da perna, tornozelo ou pé 	<ul style="list-style-type: none"> Instabilidade mecânica do joelho Lesão da tibia proximal Lesão cutânea no local de apoio
PLS	<ul style="list-style-type: none"> Fraqueza dos flexores dorsais da tibiotársica Mau controlo motor Paralisia flácida dos flexores dorsais da tibiotársica 	<ul style="list-style-type: none"> Espasticidade moderada-grave
HAFO	<ul style="list-style-type: none"> Mau controlo muscular da tibiotársica Doentes com potencial de recuperação 	<ul style="list-style-type: none"> Flacidez/hipotonia
Espiral	<ul style="list-style-type: none"> Fraqueza de todos os compartimentos do complexo pé-tibiotársica, associada a flacidez ou espasticidade leve a moderada; Instabilidade no plano frontal, durante o apoio ou na fase de balanço; Défice proprioceptivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Deformidades fixas Espasticidade grave Edema flutuante Desequilíbrio importante de forças a atuar no complexo pé-tornozelo
Semi-espiral	<ul style="list-style-type: none"> Fraqueza dos eversores e flexores dorsais da tibiotársica (equinvaro), sem espasticidade ou com espasticidade ligeira a moderada Instabilidade no plano frontal, durante o apoio ou na fase de balanço 	<ul style="list-style-type: none"> Deformidades fixas Espasticidade grave Edema flutuante
Boxia® e Foot-up®	<ul style="list-style-type: none"> Fraqueza dos flexores dorsais da tibiotársica 	<ul style="list-style-type: none"> Espasticidade grave Deformidades do tornozelo no plano frontal

GRAFO – ground reaction ankle foot orthosis, HAFO – hinged ankle foot orthosis, PLS – posterior leaf spring, SAFO – solid ankle foot orthosis, TIAFO – tone inhibiting ankle foot orthosis, TRAFO – tone reducing ankle foot orthosis.

Conclusão

As ortóteses tipo AFO podem ser prescritas com diferentes propósitos. Quando utilizadas no contexto de alterações do padrão de marcha, a identificação precisa da alteração presente, da fase da marcha em que ocorre e a determinação do que será um distúrbio primário ou secundário são dados essenciais à correta escolha da ortótese. As ortóteses estáticas estão indicadas, de uma forma geral, em condições em que seja necessária imobilização completa, descarga ou na presença de espasticidade importante; as ortóteses dinâmicas são adequadas nos casos de fraqueza muscular e tônus flácido. O suporte conferido deverá ser o mínimo necessário para resultar na estabilidade pretendida, com o mínimo

compromisso dos movimentos ativos e da progressão do passo, não negligenciando a influência nas articulações proximais, nomeadamente ao nível do joelho. Daí a importância de adaptações como as articulações nas HAFO e os modelos/materiais que facilitam e/ou permitem determinados movimentos.

Tendo em conta os muitos modelos existentes e as inovações tecnológicas, o conhecimento das fases da marcha e das noções teóricas básicas acerca do funcionamento das AFO, nomeadamente as suas indicações e contra-indicações, a prescrição da ortótese deverá ser orientada para os objetivos definidos para o doente.

Desenho do estudo: Margarida Rodrigues. Recolha, análise e interpretação dos dados: Margarida Rodrigues, André Borges e Inês Ferro. Revisão crítica e correção do artigo: Gustavo Beça. Todos os autores reviram e aprovaram a versão final do artigo.

Conflitos de Interesse: Os autores declaram não possuir conflitos de interesse. Suporte Financeiro: O presente trabalho não foi suportado por nenhum subsídio o bolsa ou bolsa. Proveniência e Revisão por Pares: Não comissionado; revisão externa por pares.

Conflicts of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare. Financial Support: This work has not received any contribution grant or scholarship. Provenance and Peer Review: Not commissioned; externally peer reviewed.

Referências / References

- International Organization for Standardization. ISO 8549- 1:2020 Prosthetics and orthotics – vocabulary - Part 1: General terms for external limb prostheses and orthoses. Geneva:ISO; 2020.
- Esquenazi A. Lower Extremity Orthotics, Shoes, and Gait Aids. In: Frontera WR, Delisa JÁ, Gans BM, Walsh MD, Nicolas, Robinson MD, Lawrence R, editors. DeLisa's Physical Medicine and Rehabilitation: Principles and Practice. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. p.2063-80.
- Hennessey W, Uustal H. Lower limb orthoses. In: Cifu DX. Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation. 5th ed. Missouri: Elsevier; 2018. p.249-74.
- González CS, Ramírez LC. Ortesis de miembros inferiores. In: Rosario FM, Fernández MA, Bravo AM, Álamo MN, Enríquez JS, editors. Manual de Rehabilitación y Medicina Física. Madrid: SOCARMEF; 2017. p.307-22.
- Uustal H, Baerga E, Joki J. Prosthetics and Orthotics. In: Cuccurullo SJ, Lee J, editors. Physical Medicine and Rehabilitation Board Review. 3rd ed. New York: Demos Medical; 2015. p. 471-549.
- Lusardi M. Principles of Lower Extremity Orthoses. In: Lusardi M, Jorge M, Nielsen C, editors. Orthotics & Prosthetics in Rehabilitation. 3rd ed. Missouri: Elsevier; 2013. p. 219-65.
- Neumann DA. Ankle and Foot. In: Neumann DA. Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation. 3rd ed. Missouri: Mosby Elsevier; 2010. p. 573-626.
- Alam M, Choudhury A, Mamat B. Mechanism and Design Analysis of Articulated Ankle Foot Orthoses for Drop-Foot. ScientificWorldJournal. 2014;2014:867869. doi: 10.1155/2014/867869.
- Ibuki A, Bach T, Rogers D, Bernhardt J. The effect of tone-reducing orthotic devices on soleus muscle reflex excitability while standing in patients with spasticity following stroke. Prosthet Orthot Int. 2010;34:46-57. doi: 10.3109/03093640903476802.
- Nash B, Roller M, Parker G. The effects of tone-reducing orthotics on walking of an individual after incomplete spinal cord injury. J Neurol Phys Ther. 2008;32:39-47. doi: 10.1097/NPT.0b013e3181659556.
- Crenshaw S, Herzog R, Castagno P, Richards J, Miller F, Michalowski G, et al. The efficacy of tone-reducing features in orthotics on the gait of children with spastic diplegic cerebral palsy. J Pediatr Orthop. 2000; 20:210-16.
- Morgan M, Biehl C, Wagner W Jr. Management of neuropathic arthropathy with the Charcot Restraint Orthotic Walker. Clin Orthop Relat Res. 1993;58-63.
- Lehneis HR. Plastic Spiral Ankle-Foot Orthoses. Orthotics and Prosthetics. 1974;28: 3-13.
- Ossur.com [homepage na Internet]. California: Ossur; [consultado 2021 Jul 28]. Disponível em: [https://www.ossur.com/injury-solutions/products/foot-and-ankle/ankle-foot-orthosis/foot-up]
- Orliman.com [homepage na Internet]. Valencia: Orliman; [consultado 2021 Jul 28]. Disponível em: http://www.orliman.com/en/product/calf-support-for-the-boxia-drop-foot-ankle-brace/