

INFORMATIONS CLEFS

- Les orthèses plantaires permettent de contrôler comment les forces de réaction du sol sont transférées de la chaussure vers la surface plantaire du pied.
- Par sa géométrie et par les propriétés de ses matériaux, l'orthèse plantaire définira où et comment les forces de réactions du sol seront transférées à la surface plantaire du pied.
- La géométrie de l'orthèse plantaire et la propriété de ses matériaux mènent à des changements prédictifs en termes de pressions et de mouvements.
- Les orthèses plantaires ont des effets complexes, dynamiques et multi-tissulaires.

DÉFINITION

L'Organisation internationale de normalisation (ISO) définit l'orthèse plantaire, également connue sous le vocable « semelle » comme un appareillage externe ayant pour but de modifier les caractéristiques structurales et/ou fonctionnelles de l'appareil musculo-squelettique (ISO 1989 & 2007).

PROCESSUS DE FABRICATION D'UNE ORTHÈSE PLANTAIRE

ÉTAPE 1 : L'EXAMEN BIOMÉCANIQUE

Le but de l'examen biomécanique est d'identifier la structure anatomique lésée responsable des plaintes du patient et de déterminer les variables structurales et fonctionnelles qui peuvent être potentiellement à l'origine des forces pathologiques agissant sur celle-ci. Un plan de traitement est ensuite établi pour atteindre les objectifs suivants : 1) réduire les forces pathologiques agissant sur la structure anatomique lésée, 2) optimiser la fonction du pied et du membre inférieur dans les activités de la vie journalière et 3) prévenir toute pathologie secondaire (McPoil & Hunt 1995).

ÉTAPE 2 : LA PRISE D'EMPREINTE

Les techniques traditionnelles de prise d'empreinte les plus utilisées sont le podographe, la boîte de mousse phélonique, la bande plâtrée et l'acquisition/numérisation 3D des pieds.



Ce manuel est réalisé par le **Service d'orthopédie des Cliniques universitaires Saint-Luc (Bruxelles-Woluwe)** à destination des étudiants du master complémentaire en chirurgie orthopédique de l'Université catholique de Louvain.

C 2013-UCL-Faculté de médecine et de médecine dentaire - 50, Avenue E Mou-nier - B-1200 Bruxelles



Cet article est diffusé sous licence Creative Commons : Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Partage dans les mêmes conditions (CC BY-NC-SA)

IMAGE CLEF

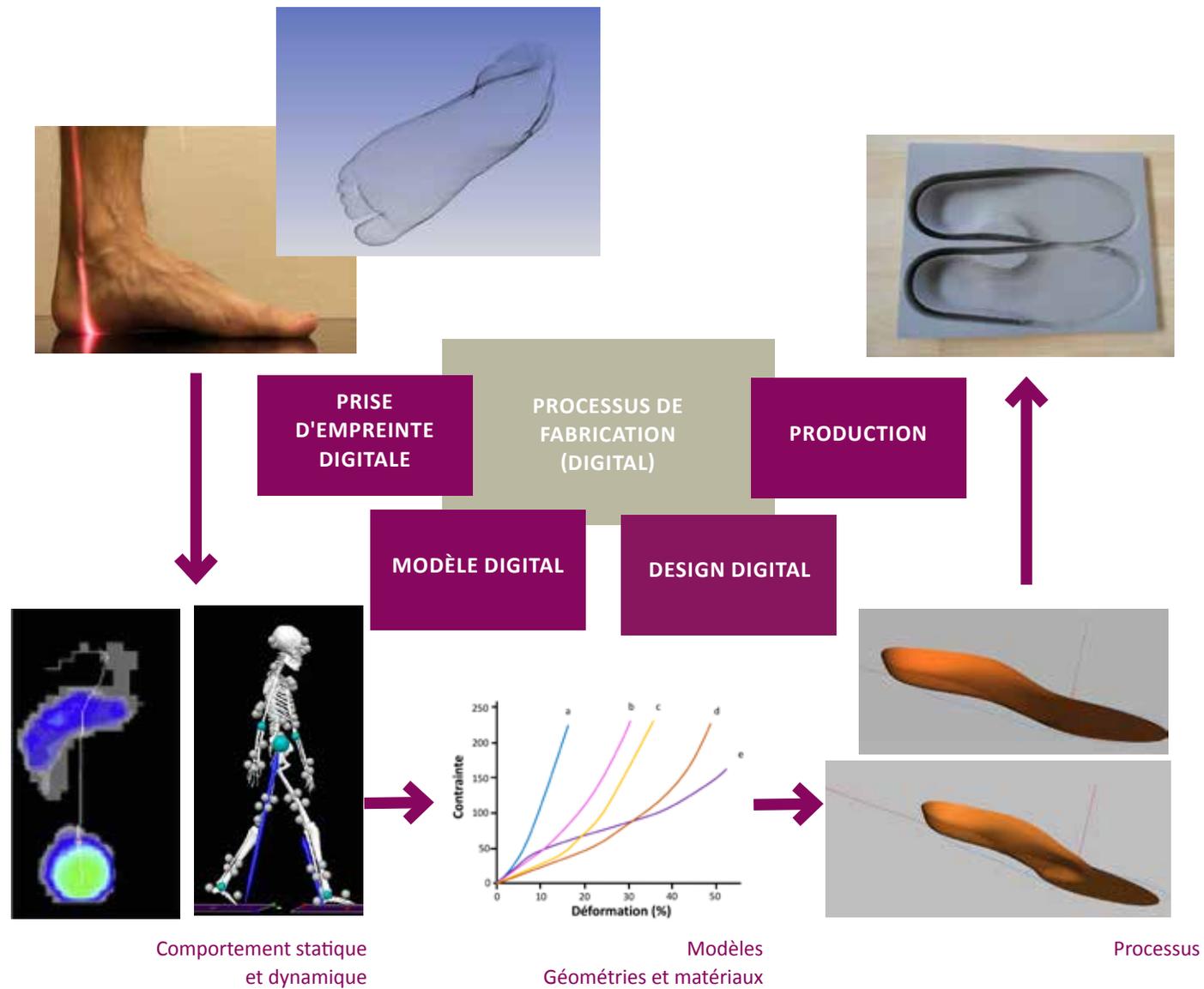


Figure 1 - La conceptualisation et le processus de fabrication d'une orthèse plantaire

ÉTAPE 3 : MODÉLISATION

La géométrie de l'orthèse plantaire peut être définie à l'aide des éléments de compensation, de soutien ou de correction dépendant des objectifs cliniques que l'on souhaite atteindre.

Les éléments les plus utilisés :

- **Soutien de la voûte plantaire** (FIG. 2) : Le contrôle de l'arche plantaire permet de contrôler la pronation du pied. Le positionnement et la hauteur du soutien de la voûte sont deux éléments clés afin de garantir l'effet escompté. Le soutien de la voûte plantaire doit commencer à 2/3 de la distance entre le tubercule plantaire calcanéenne et le sustentaculum tali en s'élevant jusqu'au point le plus culminant qui se localise au niveau de l'articulation talo-naviculaire. Ensuite, le soutien de la voûte plantaire doit s'étendre vers l'avant-pied et se terminer juste en proximal de la première tête métatarsienne. Dans le plan frontal, le soutien s'étend jusqu'au niveau du quatrième métatarsien pour soutenir parfaitement le tarse.
- **Coin varisant postérieur** (FIG. 3) : La partie la plus épaisse du coin est placée sous la partie médiale du talon ce qui permet d'augmenter la contrainte sous la partie médiale et plantaire du calcaneus. Cet élément a pour objectif d'augmenter le moment de force supinatoire au niveau de l'arrière-pied, et par conséquent, de résister à la pronation du pied. En terme d'effet mécanique recherché, il est conseillé de ne pas réduire la pronation de plus de 30 pour-cent. Les effets inverses peuvent être obtenus par un coin valgisant postérieur.
- **Coin valgisant postérieur** : La partie la plus épaisse du coin est placée sous la partie latérale du talon ce qui permet d'augmenter la contrainte sous la partie latérale et plantaire du calcaneus. Sa fonction principale est de compenser le varus de l'arrière-pied ou d'augmenter le moment de force pronatoire au niveau de l'arrière-pied.
- **Cuvette talonnière** (FIG. 4) : Cette cuvette est placée aux contours de l'arrière-pied et elle a pour but de stabiliser le talon de la chaussure et d'aider à résister à l'éversion du talon.
- **La pelote de décharge** (FIG. 5) : Elle est placée en arrière des têtes métatarsiennes centrales et a pour objectif de décharger les zones capitométatarsiennes médianes et d'ouvrir le clavier métatarsien.



Figure 2 - Soutien de la voûte plantaire



Figure 3 - Coin varisant postérieur



Figure 4 - Cuvette talonnière

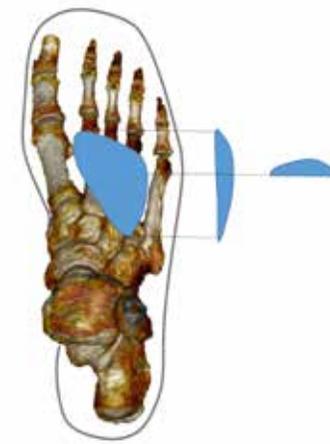


Figure 5 - Pelote de décharge

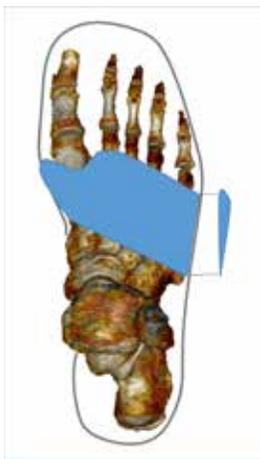


Figure 6 - Barre rétrocapitale de décharge

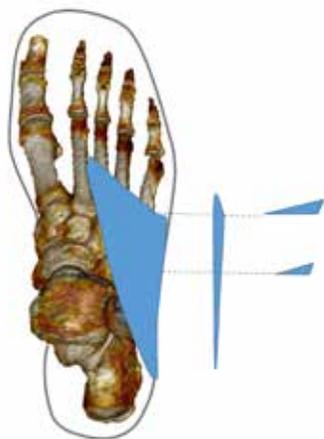


Figure 7 - Coin valgisant antérieur

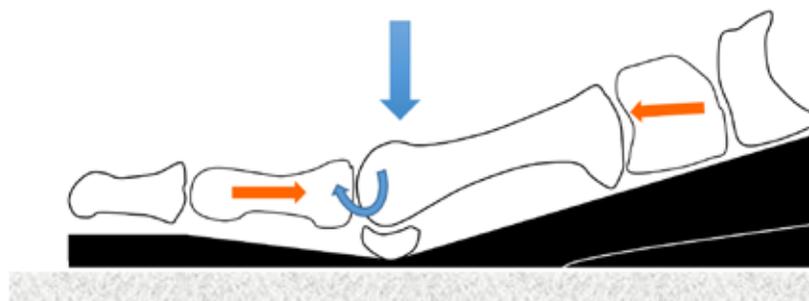


Figure 8 - Kinetic wedge

- **La barre rétrocapitale de décharge** (FIG. 6) : Elle est placée en arrière des têtes métatarsiennes et décharge globalement les articulations métatarsophalangiennes ;
- **Le coin valgisant antérieur** (FIG. 7) : Cet élément est positionné de la partie latérale du pied, plus spécifiquement, de l'articulation calcanéocuboïdienne jusqu'en arrière des têtes métatarsiennes latérales. Il a pour objectif de compenser le varus de l'avant-pied. L'effet inverse peut être obtenu par un coin supinateur antérieur.
- **« Kinetic wedge »** (FIG. 8) : Howard Dananberg a introduit en 1985 le « kinetic wedge » dans la prescription de l'orthèse plantaire. Cet élément a principalement pour objectif de rétablir la fonction du premier rayon en propulsion. La géométrie de cet élément permet au premier rayon métatarsien d'atteindre une position plantiflexée par rapport à l'hallux et aux têtes métatarsiennes latérales. Cet élément induit un moment de force de plantiflexion au niveau du premier métatarsien qui est ensuite surmonté par un moment de force de dorsiflexion au niveau de la première articulation métatarso-phalangienne.
- **« Medial heel skive »** : En 1992, Kevin Kirby introduit le « medial heel skive »

comme élément de correction dans la prescription d'orthèse plantaire. Cet élément a la capacité de transférer une quantité de forces de réaction du sol plus importante au niveau de la partie médiale de l'axe de l'articulation sous-talienne qu'un coin varisant postérieur. Par cette action, cet élément augmente la capacité de l'orthèse plantaire à induire un moment de force supinateur plus important au niveau de l'axe de l'articulation sous-talienne. D'un point de vue modélisation, cet élément peut être assimilé à l'intégration d'un coin varisant postérieur à l'intérieur d'une cuvette stabilisatrice de l'arrière-pied.

ÉTAPE 4 : LA RÉALISATION / PRODUCTION

La méthode traditionnelle consiste à utiliser des matériaux thermoformables (sensibles à des hautes températures) qui sont chauffés jusqu'à un certain degré de souplesse, puis moulés sur le positif en plâtre corrigé, formant la coquille de l'orthèse plantaire. Celle-ci peut alors être modifiée avec des corrections extrinsèques en fonction des résultats de l'examen biomécanique. Actuellement, la production digitale est réalisée à l'aide du "Computer Aided Manufacturing (CAM)". Après avoir conçu les orthèses plantaires en 3D, le CAM traduit le fichier

contenant les orthèses plantaires en 3D en coordonnées spatiales afin qu'elles puissent être produites par une machine-outil à commande numérique.

GUIDE D'ORTHÈSES PLANTAIRES

AVERTISSEMENT

Le but de ce guide est de fournir une aide dans le choix de certaines géométries d'orthèses plantaires en regard de certaines pathologies. Ce guide ne représente en aucun cas un livre de recettes pour chaque pathologie. Chaque patient possède un morphotype anatomique et un fonctionnement mécanique qui lui est propre. Par exemple, deux patients peuvent présenter la même pathologie, mais leurs orthèses plantaires peuvent varier considérablement par le fait que leur mobilité articulaire ou morphotype osseux ou autres données cliniques soient différents. Par conséquent, il est essentiel de connaître les variables structurales et fonctionnelles qui sont à l'origine des forces pathologiques agissant sur la structure anatomique lésée afin de pouvoir prescrire une orthèse plantaire efficace. Une orthèse plantaire qui n'est pas dans une chaussure appropriée, perd toute son efficacité !

MÉTATARSALGIES

L'étiologie de la métatarsalgie peut être d'origine structurelle, traumatique ou secondaire à une maladie systémique comme l'arthrite rhumatoïde (ACFOAM 2006). L'orthèse plantaire est compensatoire pour ce type de pathologie.

Cette orthèse plantaire compensatoire se compose :

- soit d'une pelotte rétrocapitale de décharge, si elle n'inclut qu'une articulation métatarsophalangienne ;
- soit d'une barre rétrocapitale de décharge, si la métatarsalgie implique plusieurs articulations métatarsophalangiennes.

En présence de métatarsalgies sévères, il est opportun de combiner ces éléments de décharge avec un matériau d'accommodation d'une épaisseur minimale de 5mm au niveau de l'avant-pied. La difficulté principale de ces orthèses plantaires

est le placement des éléments de décharge. Un placement trop antérieur peut augmenter les contraintes sous les têtes métatarsiennes de même qu'un placement trop postérieur peut rendre l'élément de décharge inefficace. Si la cause est d'origine fonctionnelle, l'orthèse plantaire a un objectif correcteur qui doit s'opposer aux forces pathogènes du pied. Cette orthèse correctrice peut être combinée avec des éléments de compensation.

PIED PLAT SOUPLE

Un pied plat asymptomatique ne revendique aucun traitement. Quand les symptômes du patient sont dus au pied plat et que la déformation est souple et réductible, le traitement de choix est l'orthèse plantaire. Les éléments pathomécaniques les plus rapportés sont : 1) l'éversion excessive de l'arrière-pied ou un secteur de mobilité en éversion augmenté, 2) un déséquilibre des moments de force autour de l'axe sous-talien, 3) une altération de l'activation et du timing musculaire et 4) une augmentation de consommation d'énergie (Telfer et al. 2013). Les symptômes du pied plat souple sont les conséquences fonctionnelles de ces éléments pathomécaniques. Ces orthèses plantaires ont pour but d'adresser ces dysfonctions. Elles sont composées de matériaux dits de contrôle ayant des propriétés rigides comme l'EVA (éthyl-vinyl-acétate, Shore A 60-70) ou le polyéthylène. La géométrie de l'orthèse plantaire est composée des éléments suivants : 1) un soutien de la voûte plantaire pour limiter l'affaissement du médio-pied, 2) un coin varisant postérieur pour corriger la désaxation de l'arrière-pied, et 3) un coin varisant antérieur en cas de présence d'un avant-pied varus non compensé. Le degré de correction de ces éléments dépendra de l'examen biomécanique qui aura été réalisé préalablement.

ARTHROSE DU COMPARTIMENT FÉMORO-TIBIAL INTERNE

L'utilisation d'orthèses plantaires incorporant un coin varisant postérieur est une stratégie thérapeutique fréquemment utilisée dans la gestion des douleurs chez les patients souffrant d'arthrose du compartiment fémoro-tibial interne (Jones et al. 2015). L'effet biomécanique désiré est d'augmenter le moment de force d'éversion de la cheville et de l'arrière-pied afin d'augmenter le moment de force valgisant au niveau du genou. En d'autres termes, le but clinique recherché est de

décharger le compartiment fémoro-tibial interne en transférant les contraintes au niveau du compartiment fémoro-tibial externe et par conséquent de diminuer les douleurs ressenties par le patient au niveau de ce genou.

LES PIEDS À RISQUES

Le pied sur pathologie inflammatoire

Les arthrites inflammatoires provoquent souvent des déformations musculo-squelettiques qui causent des douleurs importantes et une perte fonctionnelle de certaines articulations. L'objectif de ses orthèses plantaires dans ce type de pathologie est d'atténuer la douleur qui est souvent associée à la pathomécanique des déformations. L'orthèse plantaire de compensation a pour objectif de :

- augmenter l'absorption des chocs par des matériaux qui ont cette propriété ;
- diminuer les hyperpressions plantaires grâce à des éléments sous-capitiaux de décharge et autres ;
- contrôler les mouvements anormaux de certaines articulations ;
- lutter contre la progression des déformations.

Ces objectifs peuvent être atteints grâce à certaines combinaisons d'éléments correcteurs, par exemple :

- une cuvette talonnière excavée afin de réduire les chocs ;
- un soutien de la voûte plantaire pour augmenter la surface d'appui et de mieux répartir les pressions plantaires ;
- une barre rétrocapitale de décharge pour décharger les têtes métatarsiennes des hyperpressions plantaires.

Les orthèses plantaires pour ce type de pathologie sont généralement conçues avec des matériaux de type « accommodation ».

Le pied diabétique

L'orthèse plantaire de premier choix pour les diabétiques est la « Total Contact Insole » (TCI). La TCI a pour objectif de :

- réduire les hyperpressions plantaires en les transférant sur une plus grande surface d'appui afin que les hyperpressions soient mieux réparties ;
- absorber les chocs afin de réduire les pressions plantaires sur les saillies osseuses ;
- restreindre tout mouvement horizontal dans la chaussure ;
- compenser les déformations (Charcot, diminution des tissus graisseux...) ;
- stabiliser les déformations. Certaines déformations sont enraidies et ont besoin d'être stabilisées afin de soulager la douleur et de lutter contre la progression de ces déformations ;
- limiter les mouvements articulaires. En diminuant la mobilité des articulations atteintes, l'orthèse réduit l'inflammation, soulage la douleur et permet d'avoir un pied plus stable et fonctionnel.

Cette orthèse plantaire est généralement composée d'une couche supérieure qui est très souple comme le Podofam®, d'une couche moyenne qui absorbe les chocs avec une longue durée de vie et d'une couche inférieure qui est plus dense comme le liège. La TCI est combinée avec des chaussures de série adaptées ou des chaussures semi-thérapeutiques, ou des chaussures sur mesure dites orthopédiques dépendant des facteurs de risque que le patient présente.

PIÈGES À ÉVITER

Il est essentiel de rappeler que le membre inférieur est une unité fonctionnelle qui peut être considérée comme une chaîne cinématique fermée. En d'autres mots, tout changement spatial d'un élément se répercutera inévitablement sur les autres éléments de la chaîne. En conséquence, tout changement de fonction et de comportement mécanique induit par l'orthèse plantaire au niveau du pied et de la cheville va inévitablement influencer la mécanique des segments plus proximaux au niveau du membre inférieur (Mills et al. 2010). Par exemple, l'utilisation de coin varisant postérieur aura pour effet mécanique de diminuer les moments de force d'éversion au niveau de la cheville. Cependant, ce même coin varisant postérieur provoquera simultanément une augmentation des moments de force d'adduction au niveau du genou. Par l'illustration de cet exemple, le clinicien doit être conscient des changements mécaniques qu'il peut potentiel-

lement induire, c'est-à-dire, des effets indésirables dans les zones adjacentes et non-adjacentes par rapport au tissu pathologique.

AUTO-ÉVALUATION – QUESTIONS

- Dans quelles indications est-il préférable de contrôler une pronation excessive du pied ?
- Quel pourcentage de réduction de pronation est généralement considéré comme approprié ?
- Quelles sont les caractéristiques principales qu'une orthèse plantaire doit avoir afin de réduire les pressions plantaires ?

RÉFÉRENCES

1. American College of Foot and Ankle Orthopedics and Medicine. **Prescription custom foot orthoses practice guidelines**. December; 2006, www.acfoam.org
2. Jones RK, Chapman GJ, Parkes MJ, Forsythe L, Felson DT. **The effect of different types of insoles or shoe modifications on medial loading of the knee in persons with medial knee osteoarthritis: a randomised trial**. J Orthop Res. 2015 Nov;33(11):1646-54.
3. McPoil TG, Hunt GC. **Evaluation and management of foot and ankle disorders: present problems and future directions**. J Orthop Sports Phys Ther. 1995 Jun;21(6):381-8.
4. Mills K, Blanch P, Chapman AR, McPoil TG, Vicenzino B. **Foot orthoses and gait: a systematic review and meta-analysis of literature pertaining to potential mechanisms**. Br J Sports Med. 2010 Nov;44(14):1035-46.
5. Telfer S, Abbott M, Steultjens MP, Woodburn J. **Dose-response effects of customised foot orthoses on lower limb kinematics and kinetics in pronated foot type**. J Biomech. 2013 May 31;46(9):1489-95.