

La prothétique du pied et de la cheville

Andrew H. Hansen, PhD

Research Health Scientist

Jesse Brown VA Medical Center

Research Associate Professor

Dept. of Physical Medicine and Rehabilitation Northwestern University

Feinberg School of Medicine Affiliated Faculty, Dept. of Biomedical

Engineering McCormick School of Engineering and Applied Science

L'auteur tient à remercier Tom Karolewski, CP, FAAOP, qui a lu cet article et fourni des commentaires sur son exactitude.

Les prothèses du pied et de la cheville sont des appareils conçus pour remplacer une ou plusieurs fonctions du pied ou du complexe pied-cheville chez l'humain. Les personnes peuvent subir l'amputation d'un ou plusieurs membres inférieurs en raison d'une maladie ou d'un événement traumatique. Dans beaucoup de cas, la partie du membre inférieur qui a été amputé est remplacée par un dispositif mécanique, communément appelé un membre artificiel ou une prothèse. La prothèse d'un membre inférieur doit être raccordée au corps par une interface, habituellement une emboîture qui s'ajuste autour du membre restant ou résiduel de la personne. La prothèse possède habituellement un mécanisme connecté à son autre extrémité (c'est-à-dire l'extrémité distale) ayant pour but d'améliorer la fonction et l'apparence du membre de son utilisateur. Dans le cas des prothèses de membres inférieurs, on désigne généralement les dispositifs terminaux comme étant des prothèses du pied et de la cheville, des pieds prothétiques ou des appareillages du pied et de la cheville. Cet article passe en revue les différents types de pieds prothétiques utilisés et les fonctions qu'ils visent à remplacer. Les progrès sont relativement récents dans ce domaine et il reste à découvrir beaucoup de détails nécessaires à la prescription du pied prothétique le mieux adapté à un utilisateur en particulier.

Les appareillages du pied et de la cheville sont conçus pour remplacer le complexe pied-cheville physiologique. Ce dernier est étonnamment complexe et il n'existe actuellement aucun dispositif mécanique capable de reproduire l'ensemble de ses fonctions, tout en occupant le même volume et en ayant le même poids. L'appareil physiologique est formé d'os, d'articulations et de muscles qui lui permettent d'adapter sa flexibilité et son positionnement à une diversité de tâches, en fournissant de la stabilité par moment et de la laxité par d'autres moments afin de favoriser le mouvement. Les prothèses du pied et de la cheville actuelles sont beaucoup moins sophistiquées que les appareils physiologiques qu'elles remplacent et offrent des fonctions limitées pour une diversité de tâches.

La conception d'appareillage pour le pied et la cheville représente un défi en raison des nombreux objectifs de conception à atteindre. Parmi ceux-là, mentionnons l'objectif de légèreté du pied prothétique, car ce dernier doit être « transporté » avec la prothèse. Un pied très lourd peut compromettre la suspension de la prothèse au cours du mouvement

de marche, par exemple. Une grande résistance constitue un autre objectif de la conception du pied prothétique. L'articulation de la cheville doit supporter des forces et des torsions énormes au cours de la marche et de la course, et ces lourdes charges s'exercent de manière répétitive sur l'appareillage du pied et de la cheville pendant toute la durée de leur utilisation. Il existe des normes internationales pour vérifier la résistance et la durabilité des prothèses du pied et de la cheville, y compris des programmes de mise en charge imitant l'exécution de deux millions de pas sans défectuosité. Le volume et l'apparence sont d'autres critères importants de la conception. L'appareillage du pied et de la cheville doit être suffisamment petit pour occuper un volume global semblable à celui du complexe physiologique du pied et de la cheville. Il doit permettre l'utilisation d'un recouvrement esthétique (si désiré) rendant la prothèse similaire au complexe physiologique du pied et de la cheville alors que l'ensemble de l'appareil doit loger dans une chaussure. En général, les conceptions pratiques et simples durent longtemps et exigent moins d'entretien. Cependant, certains appareillages plus sophistiqués peuvent offrir un meilleur rendement en terrain inégal ou pour effectuer des activités autres que la marche en ligne droite sur un terrain plat.

Certains des modèles d'appareillages du pied et de la cheville les plus anciens étaient basés sur le pied SACH (en anglais SACH pour *solid ankle cushioned heel*), le pied à axe simple et le pied multiaxial. Le pied SACH est généralement composé d'une structure de quille interne rigide recouverte d'une mousse compressible. Le mouvement typique de flexion plantaire de la cheville au début de la phase d'appui du cycle normal de la marche est simulé par une déformation du coussinet du talon du pied SACH. L'utilisateur de la prothèse « roule » alors vers l'avant sur la quille SACH rigide et « pose » ensuite le bout (c'est-à-dire l'orteil) à la fin du mouvement. Le pied à axe simple possède également une structure de quille rigide, mais dispose d'une articulation de cheville intégrée. L'articulation de la cheville du pied à axe simple possède généralement une rigidité différente (habituellement « plus molle ») en flexion plantaire qu'en flexion dorsale. Cette différence se réalise habituellement par la compression de deux butées en caoutchouc à l'intérieur du pied à axe simple. Le pied multiaxial est semblable au pied à axe simple, bien qu'il permette des mouvements selon deux axes de rotation (tant en flexion plantaire-flexion dorsale qu'en inversion-éversion) au lieu d'un seul (flexion plantaire-flexion dorsale).

Le mouvement des articulations de la cheville à axe simple et multiaxiale pendant la marche permet une reproduction plus fidèle du complexe du pied et de la cheville normal en supposant un choix approprié du degré de rigidité. De plus, ces appareillages du pied et de la cheville sont censés offrir une meilleure adaptation à des parcours diversifiés que les pieds avec quilles rigides ou même flexibles. Toutefois, le pied à axe simple et le pied multiaxial sont composés de pièces mobiles pouvant exiger plus d'entretien qu'un pied non articulé.

Beaucoup d'autres types de pieds prothétiques ont été conçus au cours des 30 dernières années. Plusieurs de ces pieds utilisent une quille flexible pour simuler la fonction de la cheville et du pied pour la marche et pour d'autres tâches. Certains de ces pieds

prothétiques ont une quille en plastique, alors que d'autres ont une quille formée de composites de fibre de carbone.

Un certain nombre d'appareillages du pied et de la cheville permettent également des ajustements manuels simples de l'alignement de la cheville pouvant s'adapter aux talons de hauteur différente des chaussures. Même si presque tous ces appareillages peuvent être réglés pour différentes hauteurs de talon à l'aide d'outils, ces nouveaux appareillages permettent des réglages de l'alignement sans outils, généralement en utilisant un bouton-poussoir sur la cheville qui permet au porteur de déverrouiller la cheville, de la positionner et ensuite de la verrouiller dans la position désirée.

On prétend que quelques nouveaux appareillages arrivant sur le marché prothétique peuvent s'adapter à la marche et à la station debout sur des reliefs différents autrement que par la flexibilité seulement. Par exemple, certains appareillages modifient l'alignement de la cheville en flexion dorsale pour la marche en montée et en flexion plantaire pour la marche en descente. Ces appareillages pourraient éventuellement permettre à leur utilisateur d'atteindre une stabilité en terrain inégal supérieure à celle que procure le port d'appareillages flexibles seulement, mais nécessiteront probablement plus d'entretien en raison d'une conception électrique et mécanique plus complexe.

Pour la marche, on peut penser que les pieds prothétiques offrent un certain degré d'absorption des chocs au début de la phase d'appui, après que le talon entre en contact avec la surface de marche. Alors, les pieds prothétiques fournissent une forme de déroulement du pas, ou de balancement efficace, que la personne peut utiliser pour « rouler » en avant sur le pied. Enfin, les pieds prothétiques fournissent un retour d'énergie à la fin de la phase d'appui lorsqu'ils sont délestés de leur charge. L'alignement du pied, qui consiste en la position (et l'orientation) du pied par rapport à l'emboîture du membre résiduel de la personne, contribue grandement au fonctionnement global de la marche et de la station debout. En général, les pieds prothétiques possédant des propriétés mécaniques différentes sont alignés différemment, mais ils sont susceptibles de réaliser un modèle de déroulement du pas semblable pendant la marche.

Il est nécessaire de poursuivre la recherche pour améliorer notre compréhension de la fonction mécanique des pieds prothétiques pendant la marche, la station debout et les autres tâches de la vie quotidienne. L'amélioration des connaissances résultant de la recherche mènera vraisemblablement à une meilleure prescription de pieds prothétiques aux personnes amputées des membres inférieurs.

Bibliographie

Kapp S, Cummings D. 1992. Chapter 18B: Transtibial Amputation: Prosthetic Management. In: Bowker JH and Michael JW, editors. Atlas of Limb Prosthetics: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles. 2nd Edition. St. Louis (MO): Mosby-Year Book, Inc. Missouri. p. 453-478.

Official Findings of the State-of-the-Science Conference on Prosthetic Foot/Ankle Mechanisms. Journal of Prosthetics and Orthotics 17(4S).
http://www.oandp.org/jpo/library/index/2005_04S.asp

Seymour R. 2002. Prosthetics and Orthotics: Lower Limb and Spinal. Baltimore (MD): Lippincott Williams & Wilkins.