

Pied plat valgus idiopathique de l'enfant et de l'adolescent

N. KHOURI

Le pied plat est un motif très fréquent de consultation en orthopédie. Usure de chaussures, retentissement sur les segments sus-jacents, anomalies de la marche, aspect esthétique sont souvent rapportés par l'entourage. Le rôle du consultant est d'affirmer le caractère idiopathique, de préciser l'évolution spontanée, de détecter les déformations importantes certes rares mais nécessitant un traitement adapté.

Terminologie

Le pied plat se caractérise par la diminution, l'effacement, voire même l'inversion de l'arche longitudinale interne du pied en station debout. La forme idiopathique est souvent appelée pied plat statique ou pied plat valgus statique (flexible flat foot) car la déformation se révèle sur le pied en charge alors qu'elle disparaît complètement sur le pied en décharge.

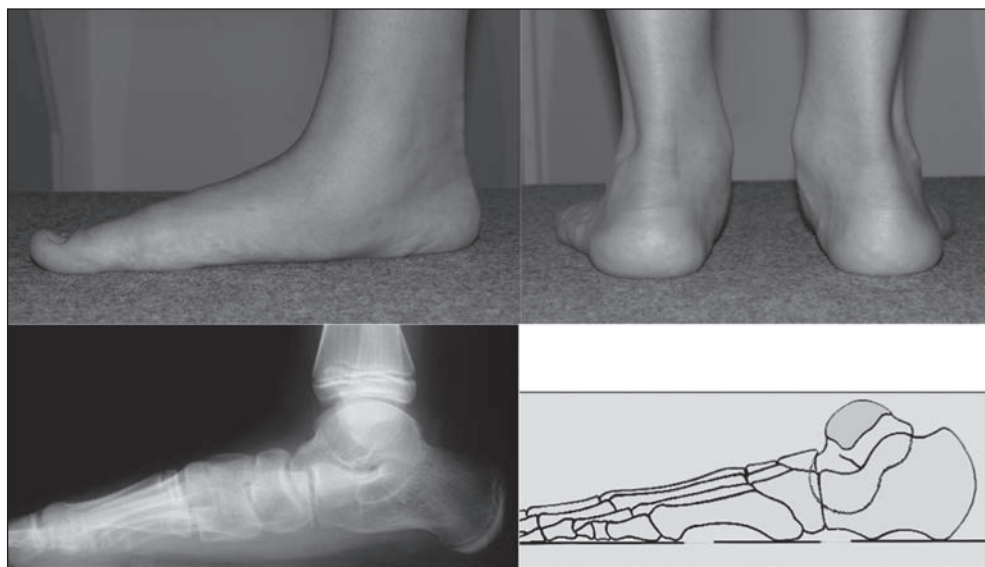


Fig. 1A : Morphologie clinique et osseuse du pied plat valgus en charge. Vue postérieure et de profil.

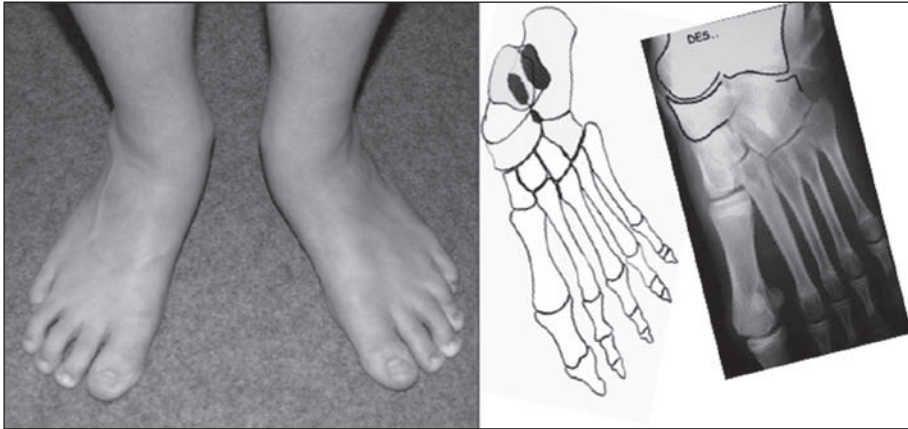


Fig. 1B : Morphologie clinique et osseuse du pied plat valgus en charge. Vue dorso-plantaire.

Il s'agit d'une description morphologique résultant de rapports particuliers entre plusieurs os du pied (fig. 1A, B). Un pied plat en charge comporte : une flexion plantaire du talus ; une éversion excessive du calcaneus par rapport au talus ; une abduction du naviculum sur la tête du talus ; une cassure médio-tarsienne avec une diminution de l'arche interne ; une colonne externe du pied plus courte par rapport à la colonne interne ; une supination de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied. Le clinicien appréciera donc en plus de l'affaissement évident de la voûte interne, le valgus obligatoire de l'arrière-pied, l'abduction et la supination plus ou moins évidente de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied.

Le terme de pied en pronation (pronation foot) est à éviter. Il est exact que l'arrière-pied en charge est en pronation (valgus) mais l'avant-pied est en supination relative par rapport à l'arrière-pied. D'autre part, il existe des pieds valgus sans affaissement de la voûte médiale et même des pieds creux valgus.

Mécanique appliquée

Le pied pendant la marche

Pendant la première moitié de la phase d'appui le pied doit assurer une surface d'appui

stable mais souple s'adaptant au sol. Il se convertit ensuite en un levier rigide lors de la phase de propulsion. Les interrelations complexes entre le tibia, l'arrière-pied, le médio-pied et l'avant-pied peuvent être représentées et comprises à partir de modèles et concepts mécaniques [11] (fig. 2).

Le tibia et le talus tournent en rotation médiale pendant la première moitié de la phase d'appui alors que le calcaneus tourne en rotation latérale. Le calcaneus se met en valgus alors que la tête du talus se met en flexion plantaire et perd le support de l'extrémité distale du calcaneus. Le naviculum se déplace dorsalement et latéralement par rapport à la tête du talus. Le pied devient souple ou déverrouillé et s'aplatit. Pendant la deuxième partie de la phase d'appui, le tibia et le talus tournent en rotation latérale, le calcaneus se met en supination et tourne en rotation médiale de telle sorte que son extrémité distale supporte à nouveau la tête du talus. L'articulation talonavculaire se met en flexion plantaire et adduction ; l'ensemble du pied devient plus rigide ou verrouillé. Ceci contribue à diminuer les sollicitations sur les muscles et ligaments pendant la période de propulsion.

Le concept de bloc calcanéopédieux [22] constitué de l'ensemble des os du pied sauf le talus établit une cohérence dans la compré-

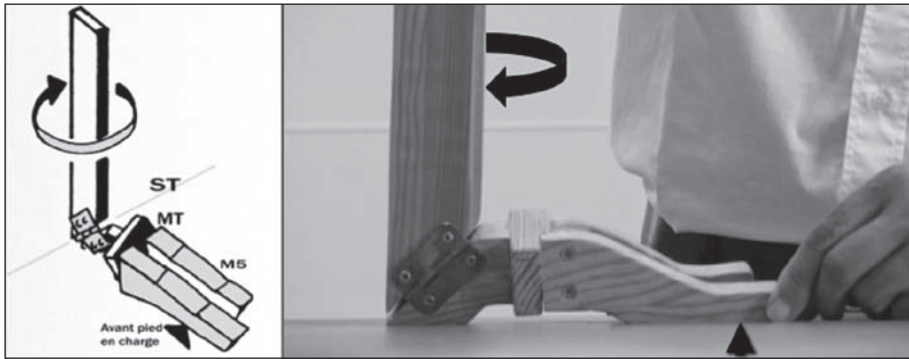


Fig. 2 : Modèle mécanique expliquant les interrelations entre la jambe, l'arrière-pied, le médiopied et l'avant-pied [7]. Le tibia et le talus tournent en rotation médiale alors que le calcaneus se met en valgus (axe mécanique de la sous-taliennne ST). Quand l'avant-pied est en charge, il ne suit pas complètement ce mouvement de pronation et présente alors une supination relative de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied (MT médio-tarsienne).

hension des mouvements élémentaires du pied et de la jambe. L'hélice du pied est aplatie de haut en bas au niveau des têtes métatarsiennes et de dehors en dedans au niveau du calcaneum. Lors du début de la phase d'appui, on observe un dévissage avec augmentation du valgus talonnier et supination relative du médio-avant-pied. Lors du dernier temps de l'appui lorsque le calcaneum a quitté le sol, on observe le phénomène inverse de vrillage du bloc calcaneéo-pédieux avec la rotation latérale de la jambe, la supination du talon et la pronation du médio-avant-pied.

Le pied plat valgus statique débute la phase d'appui en position déverrouillée mais ne se convertit pas en levier rigide pendant le reste de la phase d'appui. Ainsi, le pied plat peut se définir comme un collapsus de l'arche médiale debout et comme une impossibilité de conversion d'une structure souple en une architecture rigide au moment du décollement du pied lors de la marche.

L'arche médiale

Dans le plan sagittal, le squelette du pied est une structure arciforme multi-segmentée. Le montant postérieur est l'arrière-pied et le montant antérieur l'avant-pied. Une force appli-

quée à l'apex soumet les montants à des forces de compression. Les structures plantaires sont le lien de connexion soumis à des forces de tension. Deux variétés de structures assurent la stabilisation passive de l'arche : la configuration intrinsèque osseuse et articulaire, les tissus de soutien segmentaires capsulo-ligamentaires et à distance les fascias plantaires. Les fascias plantaires prennent leur origine sur le calcaneus et s'insèrent sur la partie plantaire des orteils par l'intermédiaire de multiples interconnexions. La dorsiflexion des métatarsophalangiennes [10] exerce une traction sur les fascias plantaires, entraîne une élévation de l'arche et un varus calcanéen. Ce fait est observé en phase pré-oscillante du cycle de la marche et dans le test de dorsiflexion du gros orteil (fig. 3).

Pour Basmadjian [1], sur un pied normal debout, les muscles du mollet sont inactifs à l'examen électromyographique et ne participent pas au mécanisme de support de l'arche. Avec des poids de 45 à 90 kilos les éléments osseux et ligamentaires suffisent. Mann [16] constate que les muscles intrinsèques sont les stabilisateurs principaux du pied pendant la propulsion et que leur activité est plus importante en cas de pied plat. Les études ultérieures confirment la participation du muscle tibial postérieur à la dynamique de l'arche médiale [24].

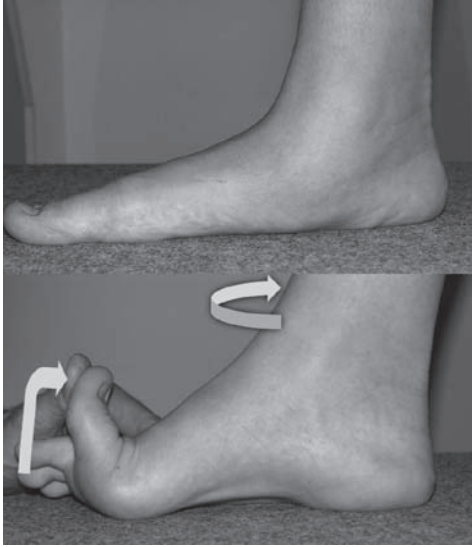


Fig. 3 : Test de L'hyperextension passive du gros orteil.

Etiologie - Évolution spontanée

Le seul facteur étiologique significatif est l'*hyperlaxité tissulaire* qui permettrait l'accentuation pathologique du dévissage du bloc calcanéo-pédieux en charge et secondairement l'apparition des déformations ostéo-articulaires.

Contrairement à une opinion répandue les pieds calcanéo-valgus du nouveau-né n'évolueraient jamais vers les pieds plats valgus de l'adolescent [27].

L'incidence exacte du pied plat idiopathique est inconnue mais diminue nettement avec l'âge. Il existe une grande variation de la prévalence chez l'enfant jeune ; les différences provenant des critères cliniques retenus pour poser le diagnostic et des différences d'âge au recul. Le pied plat souple serait une variante normale de l'alignement du pied dans l'enfance avec une résolution spontanée dans la grande majorité des cas. Dans une étude transversale conduite dans une population d'élèves danois [22] la proportion de pieds avec une arche longitudinale interne abaissée passe de 42 % dans le groupe des 3-5 ans à 6 % chez les adolescents.

Une corrélation étroite est constatée entre les tendons d'Achille courts et la présence de la déformation chez les adolescents.

Dans une série classique importante de 3619 jeunes soldats canadiens 23 % avaient un pied plat dont les deux tiers étaient souples sans traduction fonctionnelle, un quart avait un tendon d'Achille court et 8 % une sous-talienne raide (une fois sur quatre par coalition). Les auteurs soulignaient déjà que l'effondrement de l'arche plantaire avait beaucoup moins d'importance dans la genèse des troubles que la limitation de la mobilité de la sous-talienne [9].

Examen clinique

Le pied plat souple est rarement symptomatique chez l'enfant. Le motif de consultation est souvent l'apparence cosmétique, l'usure inhabituelle de chaussures ou une histoire familiale de chaussures ou semelles pendant l'enfance. Un autre motif de consultation chez le grand enfant ou adolescent est la démarche en rotation externe associée à une certaine difficulté dans la pratique sportive.

L'apparence clinique de pied plat ne se résume pas à une arche médiale affaissée ou absente (fig. 1 A, B). Le bord médial du pied est rectiligne ou convexe avec une cassure du médiopied qui peut toucher le sol en charge. L'arrière-pied est en valgus. Le pied se présente en rotation latérale par rapport à la jambe et la ligne de charge du membre inférieur est en dedans du milieu du pied. Souvent, le motif de la consultation est le valgus postérieur interprété par l'entourage comme une déformation de la cheville. Une classification clinique des pieds plats a été proposée en fonction de l'accroissement de la convexité du bord médial du pied sur les empreintes plantaires en charge. Un élément clinique est à rechercher : le déséquilibre de prosupination de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied. Ce déséquilibre est initialement réductible chez le jeune mais peu à peu il se fixe dans le grand pied plat invétéré de l'adolescent.

La réductibilité du pied plat est plus importante à considérer que son aspect statique. En décharge, la voûte interne doit réapparaître en raison de la liberté de mouvement dans le complexe articulaire sous-talien. En charge, plusieurs tests sont possibles. La manœuvre de rotation latérale de la jambe entraîne le talus en abduction et en dorsiflexion sur le bloc calcanéopédieux ce qui induit une disparition du valgus postérieur et une réapparition de la cambrure de l'arche médiale. L'hyperextension passive du gros orteil entraîne les mêmes phénomènes en tendant le fascia plantaire.

Un pied plat souple est aussi caractérisé par un triceps permettant 10 à 15° de flexion dorsale de la cheville genou étendu en prenant la précaution de maintenir la sous-talienne en position neutre. Cette méthode d'examen du triceps est fondamentale pour apprécier correctement son extensibilité en convertissant le pied en un levier rigide. Le terme *de pied plat avec tendon d'Achille ou triceps court* est réservé aux pieds plats souples dans le bloc calcaneo-pédieux mais avec une hypoextensibilité du triceps.

Un pied plat raide comporte une diminution voire une absence de mobilité dans la sous-talienne. L'arche médiale reste aplatie en décharge et lors des autres tests de réductibilité. Il faut alors éliminer les autres étiologies de pied plat : coalition tarsienne, pied plat secondaire neurologique...

Un *examen neurologique* systématique rapide est l'occasion de dépister une pathologie neurologique périphérique ou centrale. Un exemple typique est celui du jeune enfant porteur d'une neuropathie de Charcot Marie Tooth. Malgré l'aspect en charge de pied plat valgus statique, il s'agit d'un pied creux interne dynamique : discret steppage avec extension préférentielle des orteils, apparition d'un creux varus dans l'épreuve de marche sur les talons... Un second exemple est celui de l'enfant présentant une paralysie cérébrale fruste avec un équin valgus de l'arrière-pied et une voûte médiale

affaissée. Les signes cliniques de spasticité et de défaut de commande seront recherchés avec attention en plus de la rétraction du triceps.

Examen radiographique

Son interprétation doit tenir compte des morphotypes de pied [17]. Ainsi, il existe des pieds normaux en variété plate (pente calcanéenne faible) et à l'opposé des pieds normaux en variété cambrée (pente calcanéenne élevée).

Les radiographies standard en charge debout ne sont demandées que pour les déformations importantes en bilan pré-thérapeutique ou lorsque le caractère idiopathique de la déformation n'est pas évident à l'examen clinique. Dans cette dernière éventualité, l'examen sera complété par d'autres techniques d'imagerie (scanner, I.R.M.).

Sur la radiographie de la cheville de face debout avec cerclage du talon, on appréciera le valgus de l'arrière-pied en charge et l'orientation de l'interligne tibio-talien car parfois le valgus n'est pas sous-talien mais tibial épiphysaire avec ascension de la malléole fibulaire.

Sur la radiographie du pied de face en dorso-plantaire (fig. 4) plusieurs éléments de la déformation sont analysés. Une augmentation importante de la divergence talo-calcanéenne traduit le valgus postérieur excessif. Si le bord externe du pied est rectiligne, seul l'ensemble calcanéopédieux est en abduction par rapport au talus. Si le bord externe du pied est concave, à l'abduction de l'ensemble calcanéopédieux s'ajoute une composante médio-tarsienne. L'angle entre le talus et le premier métatarsien traduit l'abduction globale de l'arrière et du médio-avant-pied alors que l'axe du cinquième métatarsien par rapport au calcanéum reflète directement la désaxation médio-tarsienne et/ou la désaxation de l'articulation de Lisfranc. La découverte entre la tête du talus et l'os naviculaire est appréciée par l'angle de couverture talo-naviculaire.

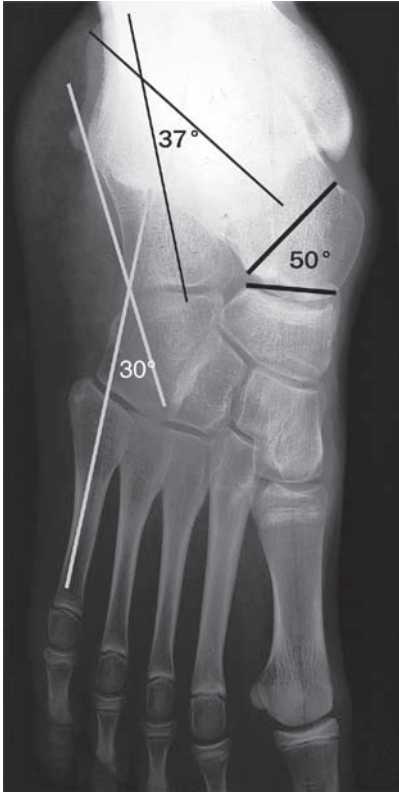


Fig. 4 : Radiographie de face en dorso-plantaire en charge. Divergence talocalcanéenne de 37° (valgus postérieur). Angle de couverture talonaviculaire de 50°. Abduction médio-tarsienne de 30°.

La radiographie du pied de profil en charge (fig. 5) précise tous les éléments de la déformation à l'exception de l'abduction de l'avant-médio-pied. L'angle entre le talus et le premier métatarsien (angle de Méary) quantifie l'aplatissement global de la voûte médiale. Cet angle est normalement de 10° plus ou moins 8° vers l'âge de trois ans pour atteindre 5° plus ou moins 5° à l'âge de 10 ans [4]. La cassure de l'arche médiale peut se situer au niveau de la talo-naviculaire, entre le naviculum et le cunéiforme médial ou aux deux niveaux. L'équinisme de l'arrière-pied est apprécié par rapport au sol (pente du calcaneus et pente du talus). La pente du calcaneus (*cacaneal pitch*) est normale-

ment de 25° plus ou moins 5° à 8 ans et est diminuée dans le pied plat. Le valgus postérieur est calculé par l'angle talo-calcanéen.

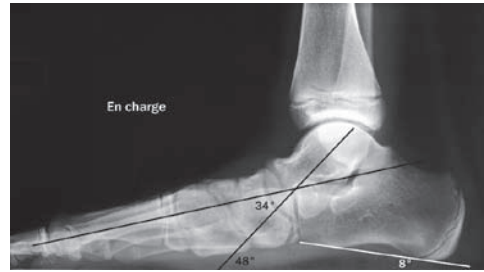


Fig. 5 : Radiographie du pied de profil en charge. Angle talus- premier métatarsien de 34°. Remarquer la cassure de l'arche médiale à deux niveaux talonaviculaire et naviculum-premier cunéiforme. Équinisme du talus (48°) et du calcaneus (8°) calculés par rapport au sol.

En établissant des corrélations entre les incidences de profil et dorso-plantaire, C. Bourdet *et al.* [2] ont proposé une classification radiologique des pieds plats valgus. Ils distinguent quatre variétés : le "pied plat sous-talien" (fig. 6) avec valgus sous-talien prédominant et cassure longitudinale prédominant dans l'articulation talo-naviculaire, le "pied plat médiotarsien" (fig. 7) sans valgus sous-talien mais avec abduction médiotarsienne franche et cassure prédominant dans l'articulation cunéo-naviculaire, le "pied plat mixte" (fig. 8) avec valgus sous-talien, abduction médiotarsienne et cassure à la fois talo-naviculaire et cunéo-naviculaire ; enfin, le "pied plat creux" associant l'effondrement de l'arche médiale à une accentuation de la cambrure de l'arche latérale.



Fig. 6 : Pied plat sous-talien [2].



Fig. 7 : Pied plat médio-tarsien [2].



Fig. 8 : Pied plat mixte sous-talien et médio-tarsien [2].

L. Moraleda et S. Mubarak [19] n'ont constaté aucune différence significative entre les mesures de l'alignement de l'arrière-pied, de l'arche médiale, de la longueur de la colonne latérale et de la pronation-supination de l'avant-pied entre deux groupes de patients présentant des pieds plats valgus idiopathiques symptomatiques et non symptomatiques. Cependant l'importance du déplacement latéral de l'os naviculaire mesuré par la couverture talonaviculaire semblait être corrélée avec la survenue d'une symptomatologie chez ces patients.

Traitement orthopédique

La rééducation

Elle est utile pour donner de l'extensibilité au triceps et renforcer un muscle tibial postérieur relativement affaibli. C'est la prise en charge par l'intéressé qui assurera la pérennité de cette rééducation. Elle ne peut prétendre à corriger la

déformation mais elle aidera à la suppression des phénomènes douloureux en rapport avec l'hy-poextensibilité ou une déficience musculaire.

Les semelles orthopédiques

Elles ont longtemps été prescrites. Il peut s'agir de semelles passives assurant un soutien à la partie moyenne de l'arche médiale ou de semelles dites actives corrigeant en arrière la pronation du calcanéum et en avant la supination de l'avant-pied. Il n'existe aucune documentation scientifique étayant le port de semelles pour corriger un pied plat valgus de l'enfant et adolescent [12]. En fait, un chaussage correct avec un contrefort et une voûte interne permettra d'éviter l'usure des chaussures et de se dispenser de semelles. L'adaptation du talon de la chaussure pour lutter contre la pronation de l'arrière-pied est un élément supplémentaire pour lutter contre son usure.

Les orthèses

Appelées aussi coques ou chaussons moulés, elles visent à corriger plus efficacement que les semelles. Elles sont faites en matériel plastique ou en cuir et se mettent dans des chaussures ordinaires. Leur efficacité versus l'évolution spontanée vers l'amélioration du pied plat idiopathique reste controversée [26]. Elles peuvent cependant aider le clinicien à traiter des douleurs de sursollicitations du pied plat important et rectifier en partie l'exo rotation du pied.

Traitement chirurgical

Les indications chirurgicales sont rares : déformations majeures douloureuses malgré le traitement conservateur. On aura vérifié au préalable l'alignement global rotatoire et frontal du membre inférieur concerné et éliminé tous les pieds plats secondaires. Les options chirurgicales à considérer sont la chirurgie isolée des parties molles, les interventions de rehaussement talocalcanéen, les arthrodèses et les ostéotomies.

La **chirurgie isolée des parties molles** comporte l'allongement du triceps, du muscle court fibulaire, les translocations d'insertion musculaire et la section d'anomalies d'insertion tendineuse. Pratiquées isolément ces interventions n'ont jamais permis la correction d'un pied plat valgus important. Seul l'allongement du triceps dans le syndrome d'Achille court serait indiqué dans les pieds plats résistants aux exercices d'élongation.

Les **arthrodèses localisées** [6] au médiotarse associées à une chirurgie des parties molles sont toutes des variétés de fusion cunéo-naviculaire. Elles améliorent l'alignement du pied mais l'enraidissent avec des résultats à long terme peu favorables. Les arthrodèses isolées de la sous-talienne (type Grice) n'améliorent que l'arrière-pied et exposent comme les variétés précédentes à une arthrose des articulations adjacentes et à une récurrence des autres composantes de la déformation.

La triple **arthrodèse** (talo-calcanéenne, talo-naviculaire et calcanéo-cuboïdienne) permet une reconstruction globale du pied difficile à réaliser avec un enraidissement marqué et un risque significatif d'arthrose dégénérative des articulations adjacentes. Elle doit rester une indication d'exception.

Les interventions qui n'enraidissent pas les articulations sont donc les procédés de choix dans le traitement chirurgical du pied plat valgus idiopathique. Deux variétés sont utilisées : les interventions de rehaussement ou repositionnement talo calcanéen et les ostéotomies. Dans la correction chirurgicale par la manœuvre dite du **"cavalier"** (fig. 9) appelée aussi rehaussement ou décroisement de l'articulation sous-talienne, l'ensemble du bloc calcanéo-pédieux placé sous le talus est fixé par une vis dans l'axe mécanique de la sous talienne [13]. L'intervention comporte quasi systématiquement un allongement du tendon d'Achille et si nécessaire un embrochage de l'arche médiale. La vis est laissée en place huit à douze mois. Cette technique d'indication rare est réservée aux pieds plats majeurs de l'enfant avant huit ans [14].

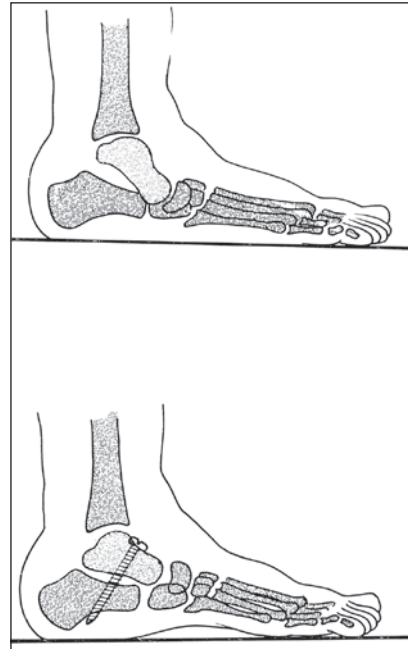


Fig. 9 : Opération dite du "cavalier" : correction de la divergence talo-calcanéenne par remise en selle du talus sur le calcaneus et solidarisation par une vis temporaire [8].

Le rehaussement du talus peut se faire par l'ouverture du sinus du tarse et **interposition de matériel** plastique ou métallique [25]. L'implant expansible placé dans le sinus du tarse par voie externe, quels que soient la marque, la forme et le promoteur a l'avantage d'être assez efficace mais il doit être placé assez tôt chez le jeune enfant. Plusieurs auteurs dont Giannini *et al.* [8] ont montré de bons résultats à moyen terme mais des complications à type de réaction inflammatoire, de déplacement avec perte de correction ont été décrites.

Les **ostéotomies extra-articulaires** sont le traitement idéal actuel du pied plat souple. La déformation du pied est corrigée tout en conservant la mobilité. Deux variétés d'ostéotomies calcanéennes sont actuellement retenues : l'une translate la tubérosité calcanéenne en dedans alors que l'autre allonge le calcaneus.

L'ostéotomie calcanéenne de translation médiale de la tubérosité postérieure [15] réaligne l'arrière-pied en charge mais ne corrige pas la flexion plantaire du talus. Elle peut être associée (fig. 10) à une ostéotomie de fermeture du cunéiforme médial et à une ostéotomie

d'ouverture du cuboïde ("triple C") pour restaurer l'alignement de l'avant-pied et du medio pied [20]. Cette intervention semble être le procédé de choix si le talus n'est pas en flexion plantaire excessive et si le naviculum n'est pas trop translaté en dehors.

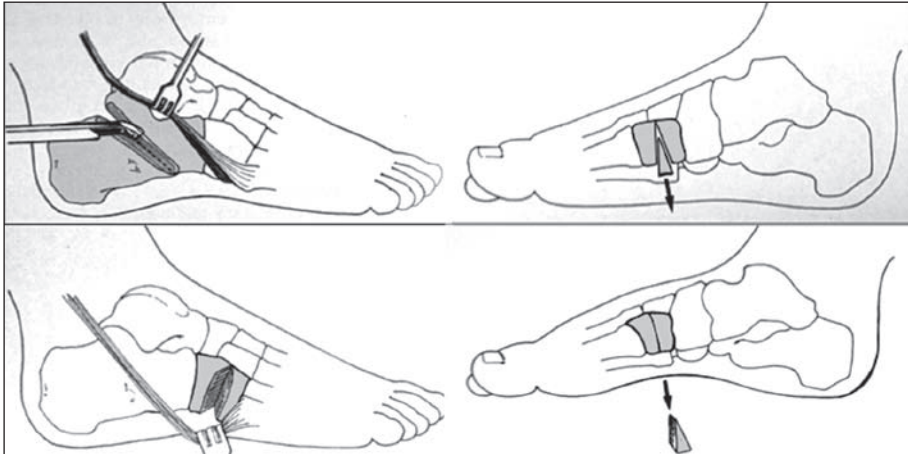


Fig. 10 : La triple ostéotomie : L'ostéotomie calcanéenne de translation médiale est associée à une ostéotomie d'ouverture du cuboïde et à une ostéotomie de fermeture plantaire du cunéiforme médial.

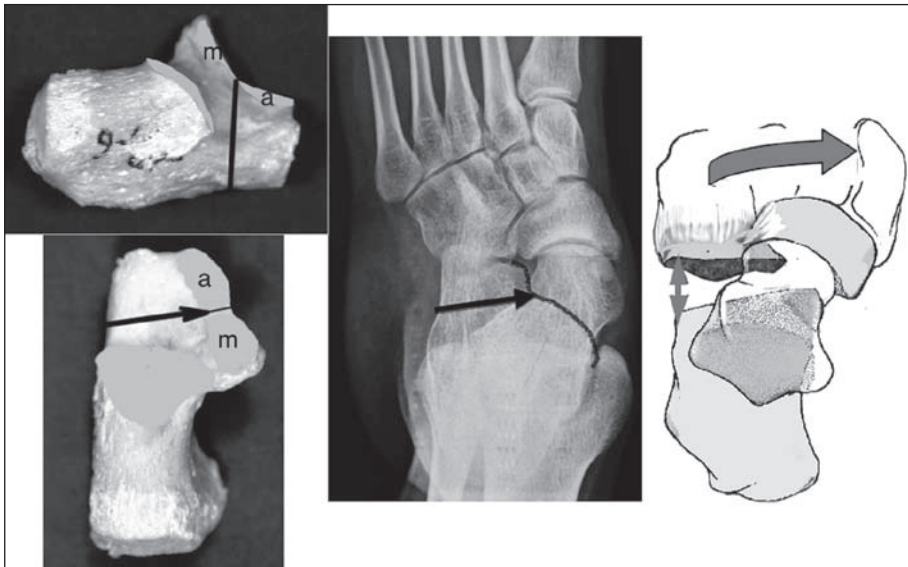


Fig. 11 : Ostéotomie d'allongement du calcaneus. Le trait d'ostéotomie passe entre les facettes antérieure (a) et moyenne (m) du calcaneus. L'ouverture du foyer d'ostéotomie crée un mouvement de rotation médiale assurant une correction du valgus et de la découverte talonaviculaire.

L'ostéotomie d'allongement du calcaneus (fig. 11) a été initialement décrite par Evans [7] puis rappelée par Mosca [20]. Elle corrige le pied plat valgus souple dans son ensemble. L'ostéotomie d'ouverture et d'allongement est réalisée entre les facettes antérieure et moyenne du calcaneus après stabilisation préalable de la calcanéocuboïdienne. Un greffon trapézoïdal tricortical prélevé sur la crête iliaque maintient la longueur. Son effet immédiat est la correction de l'éversion sous-talienne et de la translation dorso latérale du naviculum. Cependant après l'allongement calcanéen, il peut apparaître une supination de l'avant-pied nécessitant une ostéotomie de flexion plantaire et pronation dans le cunéiforme médial pour restaurer le tripode du pied et prévenir l'accentuation de la déformation en supination de l'avant-pied (fig. 12). Le muscle peroneus longus conservé intact s'opposera à l'élévation du premier rayon. L'allongement du triceps (fasciotomie des jumeaux ou allongement tendineux par glissement) et du peroneus brevis (allongement intramusculaire) fait partie de la technique. Il s'agit d'une intervention minutieuse qui doit obéir aux impératifs techniques énoncés.



Fig. 12 : Correction de la supination de l'avant-pied, apparue après l'allongement du calcaneus, par une ostéotomie de flexion plantaire et pronation dans le premier cunéiforme.

De bons résultats à moyen terme sont observés dans les rares séries publiées concernant le pied plat valgus idiopathique traité par des ostéotomies extra-articulaires.

- *L. Moraleda et al. [18] ont comparé les résultats de 30 pieds opérés d'une triple ostéotomie calcanéocuboïdo-cunéiforme avec 33 pieds ayant eu une ostéotomie d'allongement du calcaneus pour un pied plat idiopathique. L'âge moyen au moment de l'intervention chirurgicale était de 11 ans. Le recul moyen était de 2,7 ans pour le "triple C", et de 5,3 ans pour l'allongement du calcaneus. Il n'y avait pas de différence significative au niveau des résultats cliniques. L'allongement du calcaneus corrigeait mieux la découverte talo-naviculaire. Dix-sept patients (51,5 %) ayant eu un allongement du calcaneus présentaient une subluxation calcanéocuboïdienne au dernier recul. Seuls 5 de ces patients avaient eu une stabilisation de l'articulation calcanéocuboïdienne avant l'allongement. La présence de cette subluxation n'avait pas de répercussion sur le score AOFAS de l'arrière-pied.*
- *M. Delpont et N. Khouri [5] ont revu 17 pieds plats valgus idiopathiques souples et symptomatiques. L'âge moyen lors de l'intervention était de 13 ans (10-17 ans). Deux groupes de patients ont été individualisés au recul moyen de 7 ans. Dix patients (11 pieds) ont eu un bon résultat clinique et radiographique avec disparition complète des douleurs, reprise des activités sportives, pied souple et normo-axé en charge et une amélioration significative du score AOFAS de l'arrière-pied et des mesures radiologiques (fig. 13, 14). Six pieds ont un résultat médiocre avec un défaut d'appui antéro-médial et des douleurs résiduelles. Un de ces patients avait une subluxation calcanéocuboïdienne et un autre a nécessité une reprise chirurgicale. Aucun patient n'a présenté d'arthrose calcanéocuboïdienne. Le défaut résiduel le plus fréquent était la supination de l'avant-pied à évaluer après avoir pratiqué l'ostéotomie du calcaneus. Si elle est présente, une ostéotomie de pronation-flexion du cunéiforme médial est indiquée.*

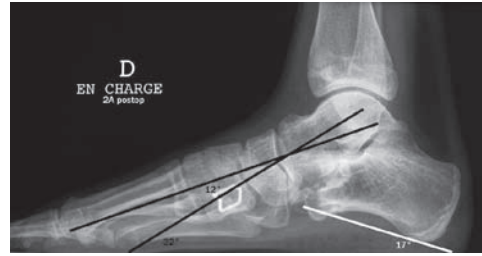
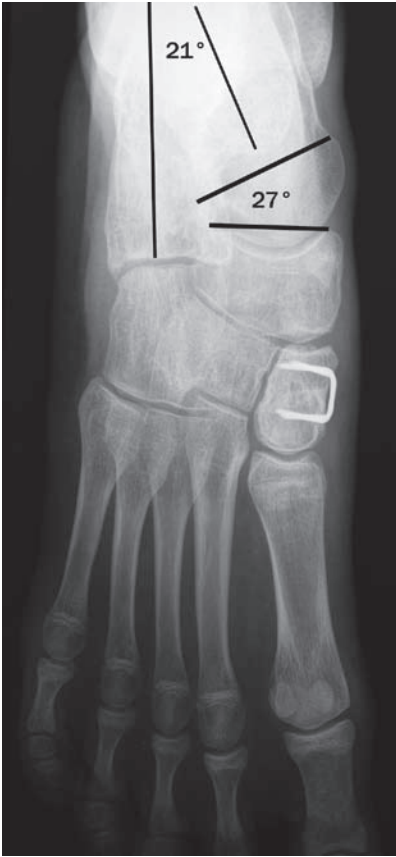


Fig. 14 : Radiographie de profil en charge (patient de la figure 4 et 5) quatre ans après ostéotomie d'allongement du calcaneus et de pronation flexion dans le premier cunéiforme. L'angle talus premier-métatarsien est passé de 34° à 12° témoignant d'une correction substantielle de l'affaissement de la voûte interne médiale. L'équinisme du talus a diminué (32°). La pente calcanéenne a augmenté (17°).

Fig. 13 : Radiographie de face en dorso-plantaire en charge (patient de la figure 4 et 5) quatre ans après ostéotomie d'allongement du calcaneus et de pronation flexion dans le premier cunéiforme. La divergence talocalcanéenne a diminué : 21°. La couverture talonaviculaire s'est nettement améliorée : 27°.

Conclusion

Le vrai problème du pied plat est de séparer ce qui est physiologique, simple variante de la normale, de ce qui est pathologique entraînant gêne fonctionnelle ou douleurs [3]. Il n'existe aucune étude permettant de conclure qu'un traitement orthopédique évitera une accentuation de la déformation ou l'apparition de troubles à l'âge adulte. Cependant la symptomatologie fonctionnelle pourra être améliorée par le port d'orthèses sans efficacité sur la morphologie de l'arche médiale. L'hypoextensibilité du triceps associée sera traitée par un programme

de rééducation. Le traitement chirurgical est parfois indiqué pour des pieds à déformations majeures symptomatiques malgré un traitement conservateur. La chirurgie de repositionnement talo-calcanéenne (cavalier...) pourrait être indiquée chez le jeune enfant à déformations majeures. Les arthrodèses localisées ou étendues ne sont pas conseillées. Les ostéotomies extra-articulaires permettent la correction complète de la déformation tout en préservant la mobilité articulaire. Une évaluation minutieuse de la déformation pré et peropératoire permet de choisir le type d'ostéotomie extra-articulaire et les gestes associés adéquats.

RÉFÉRENCES

- [1] BASMADJIAN JV, STECKO G. The role of muscles in arch support of the foot. *J Bone Joint Surg[Am]* 1963; 45: 1184-90.
- [2] BOURDET C, SERINGE R, ADAMSBAUM C, GLORION C, WICART P. Flatfoot in children and adolescents. Analysis of imaging findings and therapeutic implications. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013; 99: 80-7.
- [3] BRACQ H, VIOLAS P, CHAPUIS M. Les pieds plats de l'enfant. In: Mouliès D, Tanguy A, éd. Le pied de l'enfant. Paris: Sauramps médical; 2001. p. 97-104.
- [4] DAVIDS JR, GIBSON TW, PUGH LI. Quantitative segmental analysis of weight-bearing radiographs of the foot and ankle for children: normal alignment. *J Pediatr Orthop*. 2005; 25(6): 769-76.
- [5] DELPONT M, KHOURI N. Comment optimiser les résultats de l'ostéotomie d'allongement du calcaneus dans le traitement du pied plat valgus idiopathique de l'adolescent ? Analyse critique d'une série de 19 cas. *Rev Chir Orthopédique Traumatol* 2013; 99(7): S302.
- [6] DUNCAN JW, LOVELL WW. Modified Hoke-Miller flat-foot procedure. *Clin orthop* 1983; 181: 24-27.
- [7] EVANS D. Calcaneo-valgus deformity. *J Bone Joint Surg[Br]*1975; 57: 270-8.
- [8] GIANNINI S, CECCARELLI F, BENEDETTI MG, CATANI F, FALDINI C. Surgical treatment of flexible flatfoot in children: a four-year follow-up study. *J Bone Jt Surg*. 2001; 83 (Supplement 2, Part 2): 73-9.
- [9] HARRIS R, BEATH T. Hypermobil flatfoot with the short tendo achillis. *J Bone Joint Surg[Am]* 1948; 30: 116.
- [10] HICKS JH. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. *J Anat* 1954; 88: 25-30.
- [11] INMAN VT, RALSTON HJ, TODD F. Human locomotion. In: Rose J, Gamble J, ed. Human walking. Lippincott Williams Wilkins; 2006. p. 13-17.
- [12] JANE MACKENZIE A, ROME K, EVANS AM. The efficacy of nonsurgical interventions for pediatric flexible flat foot: a critical review. *J Pediatr Orthop*. 2012 Dec; 32(8): 830-4.
- [13] JUDET J, LARGIER A, POULIQUEN JCL. L'opération du cavalier dans le traitement des pieds plats valgus graves de l'enfant. In: Judet R. éd. *Actualités de chirurgie orthopédique XIII*. Paris: Masson; 1976. p. 109-19.
- [14] JUDET J. Indications et technique de l'opération du cavalier. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot*. 1977; 63(8): 780-1.
- [15] KOUTSOGIANNIS E. Treatment of mobile flat foot by displacement osteotomy of the calcaneus. *J Bone Jt Surg Br*. 1971; 53(1): 96-100.
- [16] MANN R, INMAN VT. Phasic activity of intrinsic muscles of the foot. *J Bone Joint Surg[Am]* 1964; 46: 469-81.
- [17] MAESTRO M, SERINGE R. Morphotypes. In : Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte. R. Seringe, J.L. Besse et P. Wicart. Paris, Elsevier-Masson, 2010, p.57-61.
- [18] MORALEDA L, SALCEDO M, BASTROM T, WENGER D, ALBINANA J, MUBARAK S. Comparison of the calcaneo-cuboid-cuneiform osteotomies and the calcaneal lengthening osteotomy in the surgical treatment of the symptomatic flexible flatfoot. *J Pediatr Orthop*. 2012; 32: 821-9.
- [19] MORALEDA L, MUBARAK SJ. Flexible Flatfoot Differences in the Relative Alignment of Each Segment of the Foot Between Symptomatic and Asymptomatic Patients. *J of Pediatric Orthop*. 2011; 31: 421-28.
- [20] MOSCA VS. calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot. *J Bone Joint Surg[Am]* 1995; 77: 500-12.
- [21] RATHJEN KE, MUBARAK SJ. Calcaneal-cuboid-cuneiform osteotomy for the correction of valgus foot deformities in children. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 775-82.
- [22] REIMERS J, PETERSEN B, BRODERSEN A. Foot deformity and the length of the triceps surae in Danish children between 3 and 17 years old. *J Pediatr Orthop B* 1995; 4: 71-3.
- [23] SERINGE R, WICART P. The talonavicular and subtalar joints: The "calcaneopedal unit" concept. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2013; 99: 345-55.
- [24] THORDARSON DB, SCHMOTZER H, CHON J et al. Dynamic support of the human longitudinal arch. *Clin orthop* 1995; 316: 165.
- [25] VERHEYDEN F, VANLOMMELE E, VAN DER BAUWHEDE J, et al. The sinus tarsi spacer in the operative treatment of flexible flat feet. *Acta Orthop Belg* 1997; 63: 305-09.
- [26] WENGER DR, MAUDLIN D, SPECK G; et al. Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children. *J Bone Joint Surg[Am]* 1989; 71: 800-10.
- [27] WIDHE T. Foot deformities at birth: a longitudinal prospective study over a 16-year period. *Journal of Pediatr Orthop*. 1997; 17: 20-4.