



Intérêt de la cale céramique et de l'orientation du trait d'ostéotomie dans la technique d'Evans pour le traitement des pieds-plats valgus souples de l'adulte

C. Pandeirada, E. Toullec, H. Bouin, S. Brunot

Introduction

Le traitement des pieds plats valgus souples symptomatiques est de creuser l'arche médiale affaissée et de corriger ses déformations associées. L'arrière-pied, en se valgusant, induit un accourcissement relatif du tendon d'Achille. L'abduction du médiotarse découvre la tête du Talus. Celle-ci aura tendance à plonger en médial. L'avant pied se porte en supination pour compenser ces déformations et maintenir le pied plantigrade. Cette supination initialement souple et réductible devient progressivement fixée. L'articulation subtalienne présente également un certain degré d'incongruence lié à un glissement et une rotation du talus sur la surface articulaire thalamique. L'ensemble de ces déformations se conjugue à différents degrés, ce qui fait la complexité de son traitement.

Trois méthodes conservatrices existent dans le traitement des pieds-plats réductibles et non arthrosiques : l'ostéotomie de médialisation du calcaneum de Myerson [1] (associé à un geste tendineux médial), l'arthrorise par prothèse expansive du sinus du tarse [2] et l'allongement de la colonne latérale du calcaneum ou intervention d'Evans [3]. L'allongement de la colonne latérale répond aux exigences de corrections multiplanaires : elle creuse l'arche médiale et rehausse le naviculaire sur la tête talienne réduisant l'abduction de l'avant-pied. L'allongement est habituellement obtenu par l'interposition dans l'apophyse antérieure du calcaneum d'une greffe osseuse associée à une ostéosynthèse.

Les objectifs de cette étude prospective sont :

- D'évaluer l'intérêt de l'utilisation d'une cale céramique microporeuse qui offre l'avantage d'éviter le prélèvement potentiellement iatrogénique de la crête iliaque.
- D'analyser l'orientation du trait de coupe afin de déterminer les critères d'une ostéotomie stable. Cette stabilité intrinsèque doit permettre de se passer d'une ostéosynthèse compte tenu de la haute résistance de la cale céramique.



Matériel et méthode

Patients

Cette étude prospective portait sur onze patients (6 femmes et 5 hommes) âgés de 18 à 72 ans correspondant à 12 pieds opérés (1 cas bilatéral). Onze pieds étaient classés stade II B de Bluman. Un pied stade IV A avait également été inclus dans l'étude car il était souple et réductible sans arthrose associée.

Technique chirurgicale

L'intervention comportait systématiquement un allongement du tendon d'Achille en percutané et un allongement du tendon du court fibulaire selon la technique de Green en zone rétro-malléolaire. L'ostéotomie calcanéenne selon Evans et la section de l'aponévrose plantaire latérale étaient réalisées par la même voie latérale. Après une incision cutanée longitudinale latérale et le repérage du nerf saphène externe, l'ostéotomie était oblique, transversale dans l'apophyse antérieure du calcaneum réalisée à la scie oscillante jusqu'à la corticale médiale. La coupe était complétée au ciseau à os sur le versant médial pour ne pas léser le pédicule tibial postérieur. La localisation préalable, à l'aiguille, de l'articulation calcanéocuboïdienne (ACC) guidait l'orientation de la coupe. Une broche 25/10 était positionnée dans la grande apophyse de part et d'autre du trait pour ouvrir l'ostéotomie grâce au distracteur d'Hintermann. L'allongement était apprécié cliniquement par visualisation du creusement du pied. Deux cales d'une épaisseur de 6 et 8 mm étaient disponibles. La mise en place de la cale de taille adaptée était facilitée par la distraction. Sa levée comprimait le foyer d'ostéotomie et fixait la céramique.

L'abord du tendon tibial postérieur et du "spring ligament" était réalisé pour 5 pieds. Une retension du tibial postérieur était effectuée quand il était de bonne qualité sinon un transfert du fléchisseur commun des orteils (FCO) complétait la réparation (2 cas). Pour cela un tunnel de diamètre 4.5 mm était foré dans le naviculaire. Le tendon, sectionné au nœud de Henry, était passé de bas en haut et suturé à lui-même au fil Vicryl 0.

Pour les six autres pieds, un geste osseux complémentaire avait été réalisé pour positionner ou stabiliser le premier rayon. Ont été faites :

- *Trois ostéotomies* de soustraction plantaire du premier cunéiforme afin d'abaisser la première colonne. La supination fixée de l'avant pied avait motivé ce geste complémentaire (cas n° 8, 9, 10).
- *Trois arthrodèses* de la première cunéo-métatarsienne : deux avaient été nécessaires pour traiter une hypermobilité du premier rayon (cas n° 11, 12), la troisième pour traiter une arthrose post-traumatique du Lisfranc (cas n° 7).



Enfin, une reconstruction du plan ligamentaire interne avec l'hémi-tibial antérieur avait permis de stabiliser l'articulation talo-tibiale pour le pied en stade IV A de Bluman associé à un transfert du FCO pour la réparation du tibial postérieur (cas n° 4).

Méthodes de suivi

Le bilan pré et postopératoire comprenait des radiographies standards en charge (face, profil, Méary) ainsi qu'une baropodométrie. Une tomодensitométrie postopératoire vérifiait le positionnement de la cale et la consolidation osseuse.

Résultats

Les patients ont été revus à plus de 7,25 mois en moyenne (de 5 à 14 mois).

L'amélioration clinique s'était traduite par une normalisation de la marche à la baropodométrie dans 75 % des cas (fig. 1). Le score AOFAS moyen était de 55 en préopératoire et s'améliorait à 92 en postopératoire.

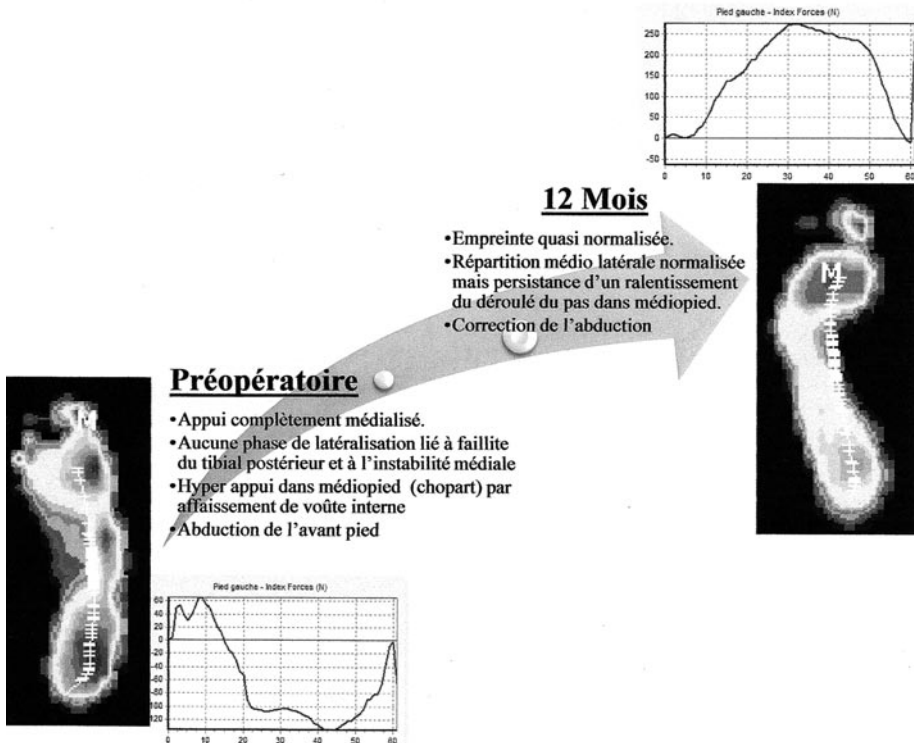


Fig. 1 : Résultat baropodométrique cas n° 4.

Les corrections radiographiques confirmaient une amélioration pour l'ensemble des déformations (Tableau 1). Sur les clichés dorsoplantaires, la couverture moyenne du talus passait de 43,5° en préopératoire (de 20° à 90°) à 6,9° en postopératoire (de 4° à 18°), l'alignement moyen de la première colonne (angle talo-M1) de 26° en préopératoire (de 13° à 40°) à 9,9° en postopératoire (de 1° à 24°). Sur les clichés de profil, la pente calcanéenne moyenne augmentait de 9,4° en préopératoire (de 0° à 20°) à 20° en postopératoire (de 13° à 30°). L'angle talo-M1 était de 13,3° en préopératoire (de 13° à 40°) pour 7° en postopératoire (de 2° à 20°). Le valgus talonnier moyen était de 13,2° en préopératoire et de 7,6° en postopératoire.

Le TDM ne retrouvait pas de tassement de la cale et une bonne consolidation pour tous les cas (Tableau 2). Deux cales avaient été cassées en peropératoire et laissées sans complication secondaire. Une migration dorsale de cale avait provoqué un conflit douloureux avec l'apophyse latérale du talus. Une géode s'était développée en contiguïté de la cale, sur l'apophyse talienne, témoignant de l'impingement. Quatre ascensions de l'apophyse antérieure du calcaneum étaient notées sans incidence sur le résultat. Dans les quatre cas, l'inclinaison de la coupe était verticale ou inclinée de proximo-dorsal à planto-distal. Trois pertes de correction de moins de 2 mm étaient retrouvées.

Discussion

La cale céramique (fig. 2)

Il s'agit d'une cale en alumine poreuse cellulaire CERAMIL®. Ce matériau bio inerte est une suspension de particules d'alumine de diamètre moyen 0,5 µm sur structure polymère cellulaire prédécoupée.

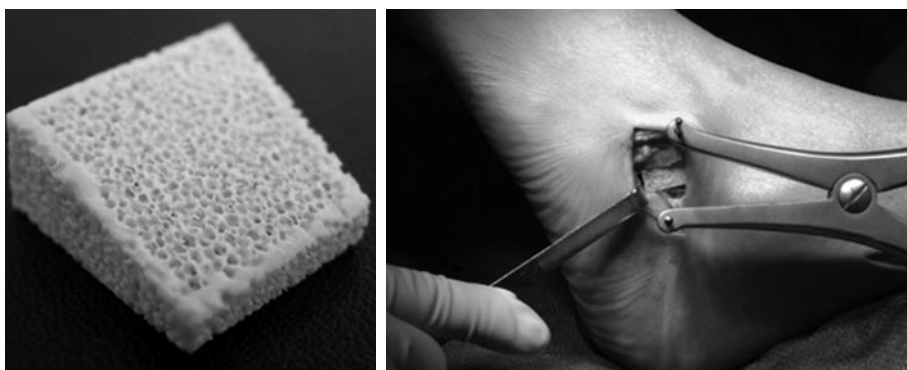


Fig. 2 : Cale Calcaneenne céramique Céramil®, mise en place avec le distracteur d'Hintermann.

Tableau 1 : Résultats radiologiques et cliniques

	Préopératoire						Postopératoire					
	C* Tête du talus	Angle talo- MI profil	Angle talo- MI face	Pente calcaneenne	Angle valgus	AOFAS	C* tête du talus	Angle talo- MI profil	Angle talo- MI face	Pente calcaneenne	Angle valgus	AOFAS
1	45	32	28	14	15	61	10	9	11	30	9	94
2	20	28	13	15	12	52	4	20	4	18	9	80
3	50	22	20	0	11	65	4	4	7	13	7	94
4	40	24	24	5	22	59	4	12	12	22	8	94
5	50	10	22	16	11	51	11	6	7	25	8	94
6	20	0	20	22	12	47	4	16	1	26	3	84
7	40	20	24	0	14	54	4	16	8	14	11.5	94
8	50	0	32	0	11	51	5	6	4	23	5	94
9	50	0	40	12	12	54	12	3	24	18	10	94
10	90	15	30	5	12	52	3	5	14	22	6	94
11	40	18	24	10	15	54	18	8	10	14	10	94
12	28	10	16	20	14	54	4	2	2	23	10	94

* Couverture

Tableau 2 : Résultats tomodensitométriques

	Distance supérieure ACC	Distance inférieure ACC	Angle axial calcanéen	Remarques
1	19	9	87	<ul style="list-style-type: none"> • Ascension de l'apophyse antérieure inférieure à 5 mm: Effet Grice
2	6	12.5	98	<ul style="list-style-type: none"> • Fracture de la cale. • Perte de correction minime. • Pas de migration du matériel ou de l'apophyse antérieure
3	11	9	90	<ul style="list-style-type: none"> • Cale céramique débordant dans le sinus du tarse : Effet calcanéo-stop • Douleur à l'appui avec développement d'un kyste de l'apophyse latérale du talus
4	10	8	90	<ul style="list-style-type: none"> • Ascension de l'apophyse antérieure : Effet Calcanéo-stop • Perte de réduction modérée, liée à enfoncement de l'implant dans l'os spongieux (2 mm)
5	14.6	15.8	77	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de migration du matériel ou de l'apophyse antérieure.
6	16	10	86	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de migration du matériel ou de l'apophyse antérieure.
7	6	6	89	<ul style="list-style-type: none"> • Ascension de l'apophyse antérieure de 7 mm et de la cale de 5 mm.
8	10	12	81	<ul style="list-style-type: none"> • Fracture de la cale • Pas de migration du matériel ou de l'apophyse antérieure
9	10	20	88	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de migration du matériel ou de l'apophyse antérieure
10	8	14	90	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de migration du matériel ou de l'apophyse antérieure • Perte de correction inférieure à 1 mm
11	3	15	87	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de migration du matériel ou de l'apophyse antérieure • Perte de correction par enfoncement inférieure à 2 mm.
12	12	16	88	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de migration du matériel ou de l'apophyse antérieure.

Son rôle est de maintenir un espace mais il ne joue pas le rôle de comblement comme les substituts osseux. Sa porosité ouverte et interconnectée de taille comprise entre 200 et 600 μm octroie un volume poreux total de 60 %. Le volume disponible est réhabilité par les travées osseuses. La cale s'intègre sans résorption contrairement aux substituts bioactifs : phosphates tricalciques et dérivés calciques tels que l'hydroxyapatite, les sulfates calciques ou le dicalcium phosphate dihydraté. Aucun phénomène inflammatoire, de rejet, ou de pseudarthrose n'a été détecté dans notre étude.

Malgré sa porosité à 60 %, la résistance mécanique de cette céramique est élevée supportant des contraintes en compression de 60 Mpa suffisante pour prévenir des pertes de correction par affaissement du matériau, à l'instar des complications classiques des greffons habituellement utilisés (autogreffe osseuse, allogreffe osseuse ou substituts osseux).

Les pertes de correction rapportées dans notre étude sont minimales (inférieures ou égales à 2 mm) et correspondent au tassement de l'os spongieux autour de la cale. Pour prévenir ce risque, la cale ne doit être enfoncée trop profondément pour garder un contact cortical périphérique. Ceci est permis par la morphologie de la cale, trapézoïdale, à base latérale qui reproduit l'anatomie de l'apophyse antérieure du calcaneum.

En plus, des qualités intrinsèques de cette céramique, son utilisation évite les inconvénients liés au prélèvement d'une autogreffe osseuse (morbidity du site de prélèvement, façonnage imparfait de la greffe, risques de perte de correction par tassement) et offre un gain de temps opératoire [4].

Dans notre étude, deux cas de bris de cale ont été notés, tous deux survenant lors de l'implantation. Les cales concernées ont été impactées à l'aide d'un chasse greffon pour parfaire leur positionnement. Etant donné la stabilité du montage en peropératoire, les cales n'ont pas été remplacées et aucune conséquence n'a été remarquée. Si la céramique possède une très haute résistance, elle ne tolère pas de choc direct sous peine de fracture. Afin d'éviter cet écueil, il faut veiller à distraire suffisamment le foyer d'ostéotomie pour bien positionner la cale sans impaction.

Dans la littérature, l'ostéotomie d'Evans est fixée par une vis, une plaque ou une agrafe. Cette ostéosynthèse doit empêcher les déplacements secondaires de la grande apophyse ou du greffon et diminuer le risque d'affaissement des greffons. Avec la cale céramique, seuls les systèmes de fixation pontant la cale sont utilisables car elle peut se casser en cas de méchage transfixiant. Notre ambition est de s'affranchir de cette ostéosynthèse en adaptant l'orientation du trait d'ostéotomie. En effet, la compression du foyer d'ostéotomie obtenue après l'allongement rend la cale stable.



Orientation du trait d'ostéotomie (fig. 3)

Pour augmenter la stabilité de l'ostéotomie, l'orientation de la coupe s'est révélée primordiale. Une modification de l'inclinaison de la coupe a été apportée par rapport à la technique décrite par Hintermann [5]. L'angulation ainsi obtenue rend la cale plus fixe, limite l'ascension de l'apophyse antérieure et l'effet de cisaillement inhérent au déroulé du pas. Les forces exercées lors de la marche compriment alors le foyer plus qu'elles ne le cisailent.

La position du trait dans l'apophyse calcanéenne a également été modifiée et transposée distalement pour ne plus traverser le sinus du tarse. Elle se localise entre les surfaces articulaires antérieures et moyennes de la grande apophyse.

Pour permettre sa reproductibilité, nous avons mesuré au TDM les ostéotomies que nous considérons optimales. Une coupe regardant en avant et en plantaire par



Fig. 3 a et b : Mauvaise orientation du trait.

L'ostéotomie est rendue instable par un trait dont l'inclinaison favorise les cisaillements. La correction de l'architecture osseuse imposée par l'allongement tend spontanément à déplacer dorsalement l'apophyse calcanéenne. Les broches du distracteur ont été déplacées en dorsal pour lutter contre cet effet.

rapport à un plan perpendiculaire à la plante du pied est admise comme satisfaisante. Des mesures réalisées par rapport à des repères anatomiques peropératoire (articulation calcanéocuboïdienne (ACC) et face inférieure du calcanéum) nous ont permis de préciser ce trait : la coupe doit débuter à 10 mm de l'ACC sur son versant dorsal et 15 à 20 mm de l'ACC sur le versant plantaire. Au total l'inclinaison par rapport au bord inférieur du calcanéum varie entre 120° à 145° en fonction de la pente calcanéenne. Une vérification radioscopique peropératoire peut être réalisée pour s'assurer du bon positionnement. Des broches peuvent être disposées selon ces repères pour guider la lame de scie oscillante. Sur le

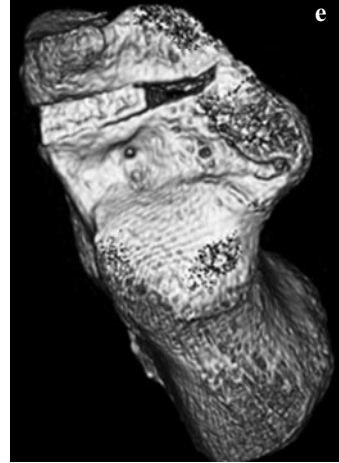
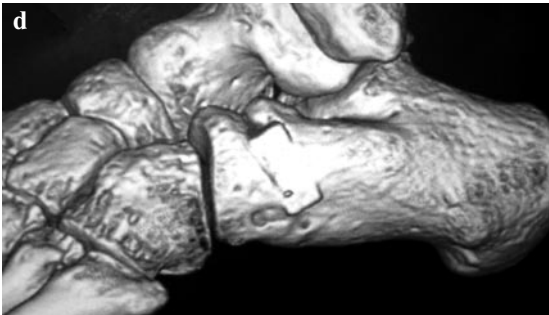
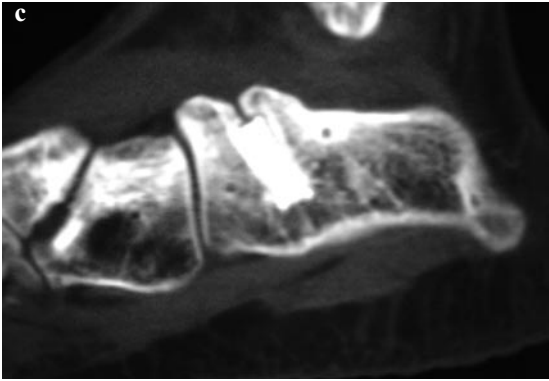
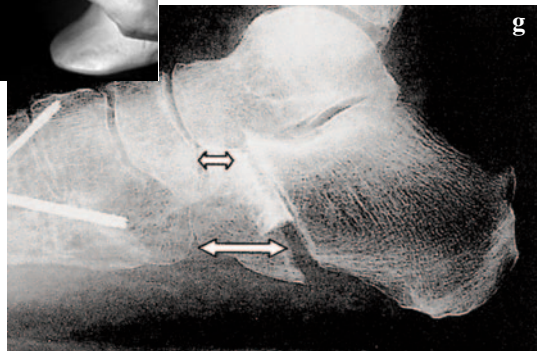


Fig. 3c, d et e : Bonne orientation du trait.

L'inclinaison du trait favorise la stabilité de l'apophyse antérieure et de la cale qui n'a pas tendance à se déplacer dorsalement. Le trait est parallèle à l'interligne ACC. La surface articulaire antérieure du calcaneum est préservée ainsi que le complexe ligamentaire.



Fig. 3f et g : Inclinaison du trait.
L'inclinaison recherchée est obtenue après repérage de l'ACC au bord supérieur et inférieur : 1 cm du bord postérieur de l'ACC en dorsal et 1.5 à 2 cm de son bord inférieur en plantaire.



plan axial, l'orientation du trait de latéral en médial suit une angulation de 86° à 89° par rapport à la face externe du calcaneum relativement rectiligne. Ce trait doit garder une inclinaison inférieure ou égale à 90° pour préserver l'articulation talo-calcanéenne antérieure mais sans excès pour ne toucher ni la surface articulaire moyenne ni le complexe ligamentaire talo-calcanéen.

Supination de l'avant-pied

Le dépistage préopératoire des supinations fixées et des hypermobilités de la première colonne est apparu décisif pour obtenir un bon résultat sur le valgus de l'arrière-pied et la correction de la pente calcanéenne. En position plantigrade, l'absence de correction d'une supination de l'avant-pied quelle que soit son étiologie, induit une valgisation compensatoire du calcaneum et une subluxation dorsolatérale de l'articulation talo-naviculaire. Une surcharge médiale est à nouveau exercée sur le spring ligament et le tibial postérieur préparant le terrain à la récurrence. Cet élément ne doit pas être négligé dans le bilan initial ni dans le traitement.

Rétraction d'Achille

L'allongement du tendon d'Achille a l'intérêt de faciliter la correction du valgus lors de l'allongement, mais aussi de limiter l'équinisme qui entre dans la physiopathologie de la plupart des pieds-plats valgus. Pour obtenir l'appui de l'avant-pied lorsque l'Achille est rétracté, un affaissement de l'arche médiale au travers de l'articulation talo-naviculaire se produit et conduit à la surcharge du plan interne. Il serait intéressant de préciser s'il s'agit d'une brièveté des gastrocnémiens ou si le complexe tricéphalo-sural est rétracté. Le traitement de ces deux entités diffère. En effet, la correction d'une brièveté des gastrocnémiens paraît moins invalidante que l'allongement tendineux. La récupération d'un déroulé du pas satisfaisant pourrait être facilitée. Notre option est d'allonger l'Achille systématiquement au prix d'une lenteur de récupération et d'un hyperappui talonnier résiduel visible à la baropodométrie. Néanmoins, ce geste n'est pour certains pas systématique [6, 7].

Conclusion

La cale céramique offre de nombreux avantages dans l'ostéotomie d'Evans. Son design anatomique est parfaitement adapté à l'ostéotomie de la grande apophyse du calcaneum. Hormis le gain de temps et l'absence de la morbidité du prélèvement d'autogreffe osseuse, elle offre des qualités mécaniques de résistances indispensables pour cette ostéotomie.



Cette étude semble montrer que l'orientation du trait de planto-proximal en dorso-distal a une incidence sur la stabilité du montage en limitant l'effet de cisaillement lors du déroulé du pas, ce que pourra confirmer la poursuite de ce travail.

Conflit d'intérêt

Un des coauteurs, D^r Toullec, a participé à la conception de la cale. Néanmoins, la revue des patients ainsi que l'analyse des résultats a été effectuée par l'auteur principal de l'étude, de façon indépendante.

Références

- [1] MYERSON MS. Adult acquired flat foot deformity: treatment of dysfunction of the posterior tibial tendon. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 780-92.
- [2] ZARET DI, MYERSON MS. Arthroerisis of the subtalar joint. *Foot Ankle Clin.* 2003; 8: 605-17.
- [3] EVANS D. Calcaneo-valgus deformity. *J Bone Joint Surg Br* 1975; 57: 270-8.
- [4] BOONE DW. Complications of iliac crest graft and bone grafting alternatives in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Clin.* 2003; 8: 1-14.
- [5] HINTERMANN B, VALDERRABANO V, KUNDERT HP. Lengthening of the lateral column and reconstruction of the medial soft tissue for treatment of acquired flat foot deformity associated with insufficiency of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Clin* 1999; 20 (10): 622-9.
- [6] PINNEY SJ, MD, VAN BERGEYK A. Controversies in surgical reconstruction of acquired adult flat foot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2003; 8: 595-604.
- [7] TOOLAN BC. The treatment of failed reconstruction for adult acquired flat foot deformity. *Foot Ankle Clin* 2003; 8: 647-54.

