



## L'effet de l'ostéotomie Scarf sur l'angle articulaire distal métatarsien dans l'hallux valgus : une série de cas et revue de la littérature

### The effect of Scarf osteotomy on the distal metatarsal articular angle in hallux valgus: a case series and review of the literature

Mohamed Amine Selmene, Khaled Zitouna, Maher Barsaoui

Hôpital la Rabta / Faculté de Médecine de Tunis

#### RÉSUMÉ

**Introduction :** L'hallux valgus (HV) est une déformation de l'avant pied associant un valgus phalangien et un adductus métatarsien. Sa correction fait appel dans la majorité des cas au traitement chirurgical. Différents types d'ostéotomies constitue ce traitement, la mieux connue est celle de Scarf.

**Objectifs :** Le premier objectif de notre étude était d'étudier l'effet de l'ostéotomie de Scarf sur l'angle articulaire distal métatarsien (DMAA). L'objectif secondaire était l'étude, à travers une revue de la littérature, de la validité de cet angle et de l'intérêt de sa correction.

**Méthodes :** Il s'agissait d'une étude rétrospective incluant des patients opérés pour hallux valgus évolués par l'ostéotomie de Scarf. L'évaluation clinique était basée sur le score de l'American-Orthopedic-Foot-and-Ankle-society (AOFAS). Sur le plan radiologique, nous avons calculé l'angle métatarso-phalangien, l'angle inter-métatarsien et le DMAA. Cette évaluation a été réalisée en préopératoire et à un an en postopératoire.

**Résultats :** Nous avons colligé 37 cas d'hallux valgus évolués. Le score AOFAS moyen est passé de 60,7 à 85,8/100 en postopératoire avec un gain de 25 points. Nous avons noté une correction significative des 3 mesures angulaires à un an en postopératoire (l'angle métatarso-phalangien, l'angle inter-métatarsien et le DMAA) qui sont passées de 38,8° à 20,5°, de 17° à 10° et de 13,5° à 8,5° respectivement ( $p < 0,05$ ).

**Conclusion :** La littérature a révélé qu'il n'y a pas de consensus concernant l'effet de la chirurgie de l'HV sur le DMAA. Quant à l'exactitude, la reproductibilité et l'intérêt de la correction de cet angle nous déduisons qu'il s'agit d'une mesure intéressante dans la pathologie de l'HV. Sa correction ne semble pas être nécessaire afin de ne pas entraver la correction du metatarsus varus. Mais dans les cas où le DMAA préopératoire est élevé ( $> 15^\circ$ ), on devrait s'acharner à le corriger pour éviter les récurrences.

**Mots clés :** Hallux valgus - Chirurgie - Pied

#### ABSTRACT

**Background:** Hallux valgus is a deformity of the forefoot involving a phalangeal valgus and a metatarsal adductus. In most cases its correction requires surgical treatment with different types of osteotomies. The best known is Scarf osteotomy.

**Aim:** To study the effect of Scarf osteotomy on distal metatarsal articular angle (DMAA) as well as the validity of this angle and the value of its correction after review of the literature.

**Methods:** It was a retrospective study including patients operated on for severe hallux valgus by a Scarf osteotomy. The clinical assessment was based on the the American-Orthopedic-Foot-and-Ankle-society (AOFAS) score. Radiologically, we calculated the metatarsophalangeal angle, the inter-metatarsal angle and the DMAA. This assessment was performed preoperatively and one year postoperatively.

**Results:** We collected 37 cases of evolved hallux valgus. The average AOFAS score went from 60.7 to 85.8 / 100 postoperatively with a gain of 25 points. We've noted a significant correction of the 3 angular measurements at one year postoperatively (the metatarsophalangeal angle, the inter-metatarsal angle and the DMAA) which went from 38.8° to 20.5°, from 17° at 10° and 13.5° to 8.5° respectively ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The literature has shown that there is no consensus regarding the effect of HV surgery on the DMAA. As for the accuracy, reproducibility and interest of correcting this angle we deduce that the DMAA is an interesting measure in the pathology of HV. Its correction seems not to be necessary in order not to hamper the correction of metatarsus varus. But in cases where the preoperative DMAA is high ( $> 15^\circ$ ), efforts should be made to correct it to avoid recurrence.

**Key-words:** hallux valgus, surgery, foot.

#### Correspondance

Mohamed Amine Selmene

Hôpital la Rabta / Faculté de médecine de Tunis

Email: selmene.amine@gmail.com

## INTRODUCTION

L'hallux valgus (HV) est une affection très répandue constituant la pathologie la plus fréquente du gros orteil. Elle affecte 2 à 4% de la population [1]. Cette entité associe un valgus phalangien et un adductus métatarsien exagérés. Son traitement est très souvent chirurgical à base d'ostéotomies. La plus connue est celle de Scarf.

L'HV constitue une déformation de l'avant pied. Toute déformation est mesurée par des angles en radiologie et est suivie par l'évolution de ces derniers en pré- et en postopératoire. Les plus utilisés sont les angles métatarso-phalangien (M1-P1) et inter-métatarsien (M1-M2) qui ont été largement étudiés dans la littérature. Par contre l'effet de la chirurgie sur l'angle articulaire distal métatarsien (DMAA) a été peu étudié et semble être un sujet de controverse.

Nous avons colligé des observations de patients opérés pour des formes évoluées d'hallux valgus et nous avons étudié l'effet de l'ostéotomie Scarf sur l'angle articulaire distal métatarsien (DMAA).

Le but principal de ce travail est l'étude de l'effet de l'ostéotomie Scarf sur le DMAA.

Le but secondaire était d'étudier à travers une revue de la littérature la validité de cet angle ainsi que l'intérêt de sa correction.

## MÉTHODES

Il s'agissait d'une étude descriptive, rétrospective, étendue sur 8 ans entre Janvier 2010 et Juin 2017 et portant sur les patients opérés pour HV.

Nous avons inclus les patients d'âge supérieur à 14 ans, présentant un HV évolué (angle M1-P1  $>$  ou  $=$   $30^\circ$ , ayant eu une ostéotomie de Scarf, disposant de radiographies du pied de face pré- et postopératoires et ayant un recul minimum de suivi supérieur ou égal à 1 an.

Nous n'avons pas inclus les patients ayant été traités par une méthode chirurgicale autre que l'ostéotomie de Scarf (Mac Bride, Chevron) et ceux ayant une pathologie du pied ou de l'avant pied associée.

Les patients suivis pour la polyarthrite rhumatoïde ou ayant un HV congénital ou secondaire (à une arthrite dégénérative ou inflammatoire de l'articulation métatarso-phalangienne (MTP) du gros orteil, à une amputation du 2ème orteil, à une cause neurologique, à une séquelle de poliomyélite ou à un traumatisme ...) ont été exclus de cette étude.

L'évaluation clinique a été portée sur le score de l'AOFAS (American Orthopedic Foot and Ankle Society) [2]. Il s'agit d'un score dont le résultat est compris entre 0 et 100 permettant de diviser les patients en 4 classes : résultat excellent, bon, passable et mauvais. Cette évaluation a été réalisée en préopératoire et à 1 an en postopératoire. Sur le plan radiologique nous avons utilisé l'incidence du

pied de face en charge. 3 angles relatifs à la déformation ont été calculés : l'angle inter-métatarso-phalangien (M1-P1), l'angle inter-métatarsien (M1-M2) et l'angle articulaire distal métatarsien (DMAA) (figure 1). Ces mesures se sont faites selon un axe fondamental. Il s'agit de l'axe mécanique de M1 qui constitue la ligne joignant le centre de la surface articulaire de la base et de la tête métatarsiennes [3].

Les résultats comparatifs ont été obtenus au moyen du logiciel SPSS.



Figure 1 : Mesure de l'angle articulaire distal métatarsien

## RÉSULTATS

Nous avons retenu 37 cas d'HV évolués (36 dossiers avec 1 cas bilatéral) parmi 96 cas opérés dans notre service dans la période de suivi de notre étude et après les avoir soumis aux critères d'inclusion, de non-inclusion et d'exclusion. Nous avons 31 femmes et 5 hommes. L'âge moyen au moment de l'intervention était de 54 ans. Le côté droit était atteint dans 51% des cas. La gêne principale de nos patients était la douleur en regard de M1. Des métatarsalgies de transfert étaient associées en regard de la tête du deuxième métatarsien (M2) chez tous les patients. Elles étaient moins marquées en regard du 3<sup>ème</sup> et du 4<sup>ème</sup> métatarsien (M3, M4). Tous nos patients ont été opérés par la même technique chirurgicale : ostéotomie type Scarf associée à une ostéotomie métatarsienne type Weil. Une ostéotomie de la première phalange type

Akin a été associée chez 17 patients. Cliniquement, le score AOFAS moyen est passé de 60,7 à 85,8/100 en postopératoire ( $p < 0,05$ ). Sur le plan radiologique, l'angle M1-P1 est passé de  $38,8^\circ$  à  $20,5^\circ$  après la chirurgie ( $p < 0,05$ ). L'angle M1-M2 a été de  $17^\circ$  en préopératoire, et est passé à  $10^\circ$  en postopératoire ( $p < 0,05$ ). Un DMAA pathologique préopératoire a été noté chez 35 patients. Cet angle est passé de  $13,5^\circ$  en préopératoire à  $8,5^\circ$  après la chirurgie ( $p < 0,05$ ) (figures 2,3).



**Figure 2.** Cas d'un DMAA corrigé mais sans retour à une valeur normale : **A** - radiographie du pied de face en charge en préopératoire. **B**- Radiographie postopératoire du pied en charge au recul de 6 mois de suivi. **C**- La même radiographie postopératoire montrant la mesure du DMAA.



**Figure 3.** Cas d'un DMAA corrigé avec retour à une valeur normale : **A** - radiographie du pied de face en charge en préopératoire. **B**- Radiographie postopératoire du pied en charge au recul de 6 mois de suivi. **C**- La même radiographie postopératoire montrant la mesure du DMAA

Dans notre étude, l'ostéotomie Scarf a réussi à améliorer significativement le résultat fonctionnel ainsi que tous les angles relatifs à la déformation notamment le DMAA.

## DISCUSSION

L'étude des déformations relatives à l'HV et les résultats fonctionnels et radiologiques (notamment l'angle M1-P1 et l'angle M1-M2) des différents procédés chirurgicaux ont été bien analysés dans la littérature. Par contre, peu d'auteurs ont parlé de l'effet de l'ostéotomie métatarsienne sur l'angle articulaire distal métatarsien ainsi que l'impact de sa correction ou non-correction sur le résultat.

Les résultats de notre étude ont révélé une amélioration significative du score fonctionnel de l'AOFAS en postopératoire, ainsi que de tous les angles étudiés (l'angle M1-P1, M1-M2 et DMAA).

Ainsi, l'angle articulaire distal métatarsien semble être amélioré par l'ostéotomie Scarf dans les formes évoluées de l'HV.

Comme tout travail scientifique notre étude comportait quelques limites. D'abord, toute étude rétrospective souffre du manque et de la perte d'informations. Par ailleurs, nous n'avons inclus que les patients dont la déformation était évoluée expliquant entre autres le nombre limité des patients. Durant notre étude, les mesures radiologiques ont été prises manuellement avec la possibilité d'une certaine marge d'erreur. La diversité des chirurgiens et le recul d'évaluation clinique de 1 an représentent aussi des limites de notre travail.

Par contre, et à notre connaissance, notre série serait une des rares études portant sur ce sujet car il s'agit d'un thème original très peu étudié dans la littérature. Il faut noter aussi qu'il s'agit d'une série homogène à propos de patients portant des HV évolués et ayant eu le même traitement chirurgical. Toutefois il ne faut pas oublier que les mesures angulaires et les classifications radiologiques ont été réalisées par un seul opérateur ce qui limitait les biais de mesure.

Notre travail est une étude radiologique. Dans la pathologie de l'HV, un bilan radiologique sous forme de radiographies conventionnelles du pied est nécessaire pour décrire les lésions, classer la déformation et guider la conduite à tenir thérapeutique.

Dans cette étude nous avons utilisé la seule incidence dorso-plantaire du pied de face en charge.

Cette incidence permet d'avoir les principales mesures nécessaires à l'évaluation de l'hallux valgus. Selon Coughlin [4] et Agrawal [5], l'angle M1-P1, l'angle M1-M2, le DMAA et la congruence de la première MTP sont les paramètres les plus communs qui permettent de bien guider la procédure chirurgicale. Dans notre étude nous avons calculé les trois premières mesures.

Nous nous sommes intéressés dans notre revue de la littérature au DMAA. Cet angle est une mesure radiographique de l'orientation de la surface articulaire de

M1. Il correspond au valgus épiphysaire de M1 [6].

La littérature nous a révélé que l'effet de la chirurgie sur le DMAA est resté un sujet de controverse.

Nous rappelons que, dans notre travail, nous avons trouvé un DMAA amélioré d'une façon significative en postopératoire.

Freslon [6], aussi, a conclu à une correction significative du DMAA par la technique de Scarf associée ou non à une ostéotomie phalangienne entre les valeurs pré- et postopératoires ( $p < 0,0001$ ) mais également entre les valeurs postopératoires et au dernier recul (le recul moyen de suivi de son étude était de 4 ans 8 mois). Par ailleurs, cette correction était loin de la valeur normale ( $10,3^\circ$  en

postopératoire et  $11,1^\circ$  au dernier recul).

Bock [7] a opéré des formes modérées à sévères d'HV par la technique de Scarf associée à une arthrolyse latérale (AL). Le DMAA a eu une correction significative en postopératoire avec un gain moyen de  $3,5^\circ$ . Ce résultat était similaire à celui de Kaufmann [8] qui n'a utilisé que l'ostéotomie de Scarf. Ce même résultat a été rapporté par Young [9] en opérant ses malades par une ostéotomie de Scarf proximale. Dans un autre type d'études, Vopat [10] a comparé 2 techniques chirurgicales : l'ostéotomie de Scarf et celle de Chevron et a conclu que les valeurs du DMAA ont chuté significativement en postopératoire dans les 2 groupes d'étude (tableau 1)..

**Tableau 1.** résultats des études avec un DMAA amélioré en postopératoire

Etudes	Technique chirurgicale	Nombre de pieds	Angle M1-P1	DMAA		< p >
				Préop.	Postop.	
Freslon [6] 2005	Scarf +/- Akin	123	31,2° (13 - 76°)	13,3°	10,3°	<b>0,001</b>
Bock [7] 2015	Scarf + AL	93	31,1° (18 - 60)	12,1°	8,6°	<b>&lt;0,05</b>
Kaufmann [8] 2019	Scarf	102	32,6°	11,4°	8,4°	<b>0,006</b>
Young [9] 2018	Scarf proximale	44	32,2°	18,7°	12,4°	<b>&lt;0,05</b>
Vopat [10] 2013	Scarf Vs Chevron	70	33,1°	8,6°	3,8°	<b>&lt;0,001</b>
Notre étude	Scarf +/- Akin	37	38,8°	13,5°	8,5°	<b>&lt;0,05</b>

Malgré la diversité des techniques chirurgicales, ces auteurs ont réussi à améliorer significativement le DMAA en postopératoire. D'autres, par contre, ont trouvé un résultat contradictoire.

Crespo Romero [11] a opéré des formes modérées d'HV (avec un angle d'HV allant de  $25^\circ$  à  $35^\circ$ ) par une technique percutanée et a montré une aggravation des valeurs du DMAA. Cet angle a noté un gain moyen de  $6^\circ$  au dernier recul par rapport aux valeurs préopératoires. Jones [12], quant à lui, a utilisé une

double ostéotomie : Scarf pour le M1 et Akin pour le P1 sur des formes modérées et sévères (angle de l'HV moyen de  $33^\circ$ ), et a conclu à l'absence d'amélioration du DMAA ( $p=0,18$ ). Kristen [13] et Sayli [14] en rajoutant l'arthrolyse latérale à la procédure chirurgicale de Jones et en gardant l'ostéotomie Akin pour les formes très évoluées a trouvé le même résultat pour le DMAA. Pour Kamal [15], le DMAA a chuté en postopératoire avec une correction moyenne de  $3^\circ$  qui n'était pas significative (tableau 2).

**Tableau 2 :** Résultats des études avec un DMAA non amélioré en postopératoire

Etudes	Technique chirurgicale	Nombre de pieds	Angle M1-P1	DMAA		< p >
				Préop.	Postop.	
Crespo Romero [11] 2017	Chirurgie percutanée	89	30° (25 - 35°)	17°	23°	<b>&gt;0,05</b>
Jones [12] 2004	Scarf + Akin	35	33° (24 - 46)	14°	11°	<b>0,18</b>
Kristen [13] 2002	Scarf + AL + / - Akin	111	-	-	-	<b>&gt;0,05</b>
Sayli [14] 2017	Scarf + AL + / - Akin	40	35,2°	7,78°	8,13°	<b>0,195</b>
Kamal [15] 2018	Scarf	10	34,4°	14°	11°	<b>0,18</b>

On remarque ainsi qu'il n'y a pas de consensus concernant la correction du DMAA et ceci à cause de l'utilisation d'une technique chirurgicale presque similaire dans les différentes études suscitées sur des séries homogènes (des formes d'HV modérées, modérées et sévères et sévères uniquement).

La revue de la littérature prouve également qu'il existe un débat quant à l'exactitude, la reproductibilité et la validité de la mesure du DMAA [16].

En effet, Cet angle est une mesure radiologique qui reflète l'orientation ou l'inclinaison de la surface articulaire de la tête de M1. Selon Robinson [16], il varie significativement avec la rotation axiale et la pronation de M1. Il pense que, malgré la contribution du DMAA dans le développement de la déformation en HV, l'utilisation de radiographies antéropostérieures pour mesurer l'ampleur réelle de cet angle est inexacte car elles reflètent des images bidimensionnelles incapables de décrire la rotation axiale du métatarsien. Il rajoute que la comparaison des valeurs pré- et postopératoires du DMAA est difficile parce que la chirurgie permet une correction tridimensionnelle de la déformation. Une partie intégrante de cette chirurgie est la capacité de corriger ce que Robinson a appelé le 'vrai' DMAA qui ne peut pas être extrapolé d'une image bidimensionnelle. Une imagerie tridimensionnelle, par ailleurs, sous forme d'un scanner permettrait d'évaluer ce 'vrai' DMAA mais n'est pas d'une pratique courante dans ce type de pathologie.

Crespo Romero [11] et Park [17] rejoignent l'idée de Robinson et explique la faible fiabilité intra- et inter-observateur concernant la mesure du DMAA par le fait qu'il est difficile de définir les marges médiale et latérale de la surface articulaire distale de M1 à cause de la pronation de M1 et des oignons et éperons hypertrophiques. Crespo Romero rapporte qu'une incongruence articulaire est un facteur prédictif important de récurrence. Et en sachant qu'un DMAA élevé peut avoir une excellente congruence articulaire, Il semble alors plus logique pour lui ainsi que pour Jones [12] de favoriser une restauration de l'alignement osseux plutôt qu'un réaligement de la surface cartilagineuse de la tête de M1 c'est-à-dire de corriger le DMAA.

D'autres auteurs se sont intéressés à expliquer la discordance entre un DMAA non amélioré et un bon résultat fonctionnel. Freslon [6] trouve que pour corriger le valgus épiphysaire de M1 (le DMAA), il est nécessaire de réaliser une rotation du fragment plantaire avec un trait longitudinal plus court. Mais cette rotation se fera au détriment de la translation permettant de corriger le metatarsus varus (l'angle M1-M2) qui est corrélé à un meilleur résultat postopératoire [18].

Dans le même style d'idées, Kamal [15] et Kristen [13] ont conclu que la correction du DMAA n'était pas significative par l'ostéotomie de Scarf car cette correction

devrait être réalisée par une ostéotomie distale (telle que celle de Chevron) ou bien par une ostéotomie plus courte modifiée de Scarf afin de contrôler la rotation et la translation métatarsienne. Car selon Kaufmann [8] le long bras de levier de l'ostéotomie de Scarf pourrait entraver la correction translationnelle de l'angle M1-M2 en cas de correction rotationnelle du DMAA.

D'autre part, Kaufmann et Wang [19] ont trouvé une relation entre la valeur préopératoire du DMAA et la récurrence postopératoire. En fait, la perte de correction semble être mieux corrélée à un DMAA préopératoire élevé (> ou = à 15°) et non pas à la déformation. Notre étude vient renforcer cette hypothèse puisque les 3 cas de récurrence de la déformation avaient un DMAA préopératoire élevé (15°, 16° et 18°). Wang rajoute que la non-corrrection d'un DMAA élevé est corrélée aussi à une diminution de la mobilité de la 1<sup>ère</sup> MTP et à des douleurs postopératoires. Pour ce faire, il préconise d'associer l'ostéotomie phalangienne Akin qui pourrait aider à la correction d'un valgus épiphysaire élevé ainsi que de la déformation.

Après analyse des différentes études, nous pouvons conclure que le DMAA est une mesure importante pour la description angulaire de l'HV. Il semble que sa correction dans certains cas pourrait entraver la correction du metatarsus varus qui est mieux corrélé à un bon résultat postopératoire. Par contre, un DMAA préopératoire élevé (>15°) devrait être pris en considération vu surtout le risque de perte de la correction s'il n'a pas été corrigé. Donc, dans ces cas, il semblerait qu'il faut associer une ostéotomie phalangienne Akin à l'ostéotomie métatarsienne. Cette dernière serait de préférence de siège distal afin de mieux corriger le valgus épiphysaire et la déformation.

Avant de finir, il faut mentionner qu'actuellement la tendance en chirurgie de l'avant-pied se dirige de plus en plus vers la chirurgie mini-invasive et percutanée. Diaz Fernandez et al. et Biz et al. ont conclu que leurs techniques mini-invasives étaient efficaces et fiables dans la correction des formes sévères et modérées à sévères de l'HV et notamment dans la correction du DMAA [20,21]. Ceci ouvre plus de perspectives dans la prise en charge de cette pathologie sachant que cette chirurgie permet aussi d'avoir de petites incisions et s'associe à moins de dommages au niveau des parties molles et donc à moins de complications principalement cutanées [20].

## CONCLUSION

Le DMAA est une mesure intéressante dans la pathologie de l'HV. Sa correction semble ne pas être nécessaire afin de ne pas entraver la correction du metatarsus varus. Mais dans les cas où le DMAA préopératoire est élevé (>15°), on devrait s'acharner à le corriger pour éviter les récurrences.

## RÉFÉRENCES

- 1- Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int* 2007;8(7):759-77.
- 2- Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994;15(7):349-53.
- 3- Miller JW. Distal first metatarsal displacement osoteotomy its place in the schema of bunion surgery. *J Bone Joint Surg Am* 1974;56(5):923-31.
- 4- Coughlin MJ, Freund E. The reliability of angular measurements in hallux valgus deformities. *Foot Ankle Int* 2001;22(5):369-79.
- 5- Agrawal Y, Desai A, Mehta J. Lateral sesamoid position in hallux valgus: correlation with the conventional radiological assessment. *Foot Ankle Surg* 2011;17(4):308-11.
- 6- Freslon M, Gayet EL, Bouche G, Hamcha H, Nebout J, Pries P. [Scarf osteotomy for the treatment of hallux valgus: a review of 123 cases with 4.8 years follow-up]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2005;91(3):257-66.
- 7- Bock P, Kluger R, Kristen KH, Mittlböck M, Schuh R, Trnka HJ. The Scarf osteotomy with minimally invasive lateral release for Treatment of hallux valgus deformity: intermediate and long-term results. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97(15):1238-45.
- 8- Kaufmann G, Giesingerb JM, Hoferc P, Braitod M, Biedermann R, Dammerer D. Does preoperative deformity diminish radiographic outcome after hallux valgus correction with scarf osteotomy?: A retrospective study of 102 cases. *Foot Ankle Surg* 2019;1268-7731(18)30338-2.
- 9- Young KW, Lee HS, Park SC. Modified proximal scarf osteotomy for hallux valgus. *Clin Orthop Surg* 2018;10(4):479-483.
- 10- Vopat BG, Lareau CR, Johnson J, Reinert SE, DiGiovanni CW. Comparative study of scarf and extended chevron osteotomies for correction of hallux valgus. *Foot Ankle Spec* 2013;6(6):409-16.
- 11- Crespo Romero E, Arcas Ordoño A, Peñuela Candel R, Gómez Gómez S, Arias Arias A, Gálvez González J, et al. Percutaneous hallux valgus surgery without distal metatarsal articular angle correction. *Foot Ankle Spec* 2017;10(6):502-508.
- 12- Jones S, Al Hussainy HA, Ali F, Betts RP, Flowers MJ. Scarf osteotomy for hallux valgus a prospective clinical and pedobarographic study. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86(6):830-6.
- 13- Kristen KH, Berger C, Stelzig S, Thalhammer E, Posch M, Engel A. The Scarf osteotomy for the correction of hallux valgus deformities. *Foot Ankle Int* 2002;23(3):221-9.
- 14- Şaylı U, Akman B, Tanrıöver A, Kaspar Ç, Güven M, Özler T. The results of scarf osteotomy combined with distal soft tissue procedure are mostly satisfactory in surgical management of moderate to severe hallux valgus. *Foot Ankle Surg* 2018;24(5):448-452.
- 15- Kamal AAA, Abulsoud AI, Maraey TI. Scarf osteotomy for treatment of hallux valgus deformity. *Nature and Science* 2018;16(11):158-62.
- 16- Robinson AH, Cullen NP, Chhaya NC, Sri-Ram K, Lynch A. Variation of the distal metatarsal articular angle with axial rotation and inclination of the first metatarsal. *Foot Ankle Int* 2006;27(12):1036-40.
- 17- Park CH, Cho JH, Moon JJ, Lee WC. Can double osteotomy be a solution for adult hallux valgus deformity with an increased distal metatarsal articular angle?. *J Foot Ankle Surg* 2016;55(1):188-92.
- 18- Saltzman CL, Brandser EA, Berbaum KS, DeGnore L, Holmes JR, Katcherian DA, et al. Reliability of standard foot radiographic measurements. *Foot Ankle Int* 1994;15(12):661-5.
- 19- Wang X, Wen Q, Li Y, Liu C, Zhao K, Zhao H, et al. Introduction the revolving scarf osteotomy for treating severe hallux valgus with an increased distal metatarsal articular angle: a retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord* 2019;20(1):508.
- 20- Diaz Fernández R. Percutaneous Triple and Double Osteotomies for the Treatment of Hallux Valgus. *Foot Ankle Int.* 2017;38(2):159-166.
- 21- Biz C, Fosser M, Dalmau-Pastor M, Corradin M, Rodà MG, Aldegheri R et al. Functional and radiographic outcomes of hallux valgus correction by mini-invasive surgery with Reverdin-Isham and Akin percutaneous osteotomies: a longitudinal prospective study with a 48-month follow-up. *J Orthop Surg Res.* 2016;11(1):157