

Etude rétrospective des arthrodèses métatarso-phalangienne de l'hallux : à propos de 39 cas

Mondher Mestiri, Mohamed Bouabdellah, Addelaziz Zarrouk, Skander Kammoun, Slah Baccari, Mondher Kooli, Mongi Zliti

Department of Gastroenterology Habib Thameur Hospital -Tunis, Tunisia

M. Mestiri, M. Bouabdellah, A. Zarrouk, S. Kammoun, S. Baccari, M. Kooli, M. Zliti

M. Mestiri, M. Bouabdellah, A. Zarrouk, S. Kammoun, S. Baccari, M. Kooli, M. Zliti

Etude rétrospective des arthrodèses métatarso-phalangienne de l'hallux : à propos de 39 cas

Retrospective study of the first metatarsophalangeal joint arthrodesis : about 39 cases

LA TUNISIE MEDICALE - 2010 ; Vol 88 (n°10) : 725 - 730

LA TUNISIE MEDICALE - 2010 ; Vol 88 (n°10) : 725 - 730

RÉSUMÉ

Prérequis : L'arthrodèse métatarso-phalangienne de l'hallux est une fusion solide avec un alignement optimal du premier métatarsien et de la première phalange du gros orteil conférant indolence, force et stabilité.

But : Evaluer la place de l'arthrodèse dans les arthropathies métatarso phalangienne de l'hallux.

Méthodes : Ce travail est basé sur l'analyse des dossiers de 35 patients ayant subi entre 1995 et 2006, 39 arthrodèses métatarso-phalangiennes du gros orteil (3 étaient bilatérales) ont été revues avec un recul de 3 à 10 ans. Tous les patients ont été convoqués pour une exploration radiographique complète et évaluation clinique selon les critères de KITAOKA.

Résultats : L'âge moyen des patients était de 54 ans. Il s'agissait de 28 femmes et 7 hommes. Les indications recouvraient l'hallux rigidus dans 51% des cas et la polyarthrite rhumatoïde dans 41% des cas. La technique s'est basée souvent sur une ostéosynthèse stable par visage en compression. La fixation en flexion dorsale recommandée était comprise entre 20 et 30°. Une ankylose de la cheville et /ou de l'inter phalangienne de l'hallux était une contre-indication à l'arthrodèse. 92% des malades étaient satisfaits ; l'arthrodèse étant indolore dans 89 %des cas. On a noté 4 pseudarthrodèses avec un résultat fonctionnel paradoxalement satisfaisant. Il n'y avait aucun signe clinique de souffrance de l'inter-phalangienne dans tous les cas alors que les radiographies montraient un pincement articulaire dans 4 cas.

Conclusion : L'arthrodèse métatarso-phalangienne du gros orteil, permet de rétablir l'indolence, d'améliorer la qualité de chaussage et de retrouver une fonction correcte du pied.

SUMMARY

Background : The first metatarsophalangeal joint arthrodesis is a fusion with optimal alignment of the first metatarsal and first phalanx which conferring indolence, strength and stability

Aim: The goal of this study was to evaluate the place of arthrodesis of the first metatarso-phalangeal joint in surgery of the fore foot .

Methods: This work is based on analysis of records of 35 patients between 1995 and 2006. 39 first metatarsophalangeal joint arthrodesis were practice (3 were bilateral). They had a follow up of from three to ten years. All patients were called for a complete exploration radiographic and clinical evaluation according to the criteria of KITAOKA. The average age of patients was 54 years.

Results: They were 28 women and 7 men. The indications were hallux rigidus in 51% cases and rheumatoid arthritis in 41% cases. The procedure used mostly a stable fixation with a compressive screw. The dorsal flexion recommended is between 20 and 30 °. Ankylosis of the ankle or the inter-phalangeal joint was an against-indication for the first metatarsophalangeal joint arthrodesis.

The study found a patient subjective satisfaction rate of 92 per cent, there was no pain for 89 per cent of cases. It was noted 4 non-fusion cases paradoxically with satisfactory functional result. There was no pain of inter-phalangeal joint in all cases when X-rays showed arthritis in 4 cases.

Conclusion: The first metatarsophalangeal joint arthrodesis, provided we respect a few simple principles, restores painless and satisfying function of foot.

Mots-clés

Arthrite rhumatoïde- Arthrodèse - hallux rigidus - Hallux valgus - Métatarsophalangien

Key - words

Rheumatoid arthritis - Arthrodesis - hallux rigidus - Hallux valgus - Metatarsophalangeal

دراسة حول ايثاق مفصل المشط والاسلامى لإيهام القدم

الباحثون : م. المستيري - م. بوعبد الله - ا. كمون - و. الشابي - ص. بكاري - خ. الزاوية - م. الكعلي

الكلمات الأساسية : التهاب المفاصل الروماتزمي - ايثاق - الإبخاس اليابس - الإبخاس الأرواح - مفصل المشط والاسلامى .

L'arthrodèse métatarso-phalangienne (AMTP) du gros orteil est une méthode ancienne : un certain nombre de travaux, anglo-saxons surtout, en font état dès la seconde moitié du siècle dernier [1- 4]. Ses mérites ont été soulignés dans les ré-interventions ou pour traiter les déformations importantes du gros orteil, qu'elles soient compliquées d'arthrose, d'enraidissement douloureux ou de métatarsalgies [5]. Le but de cette technique est de produire une fusion solide et un alignement optimal du premier métatarsien et de la première phalange du gros orteil conférant indolence, force et stabilité à la phase propulsive finale du pas. Le but de notre travail était d'évaluer les résultats fonctionnels et anatomiques de cette intervention. Et d'établir une corrélation entre eux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Ce travail est basé sur l'analyse des dossiers de 35 patients ayant subi entre 1995 et 2006, 39 AMTP du gros orteil (3 étaient bilatérales). Tous les patients ont été reconvoqués avec un bilan radiographique complet et récent. Le recul moyen était de 4, 5 ans avec des extrêmes de 38 mois à 10 ans.

L'âge moyen était de 54 ans (entre deux extrêmes de 33 et 78 ans). Il s'agissait de 28 femmes et 7 hommes. Les principales indications intéressaient 20 cas d'hallux rigidus (51%), 16 cas d'arthrites rhumatoïdes (41%) (Fig. 1 a, b) et 3 indications diverses dont 1 cas d'hallux valgus sévère, un cas d'hallux flexus d'origine neurologique et un cas d'hallux varus secondaire à une ostéotomie de Scarf. L'intégrité de la talocrurale et de l'inter phalangienne a été vérifiée chez tous les patients.

Figure 1a : Pied de polyarthrite rhumatoïde hyperkératose plantaire



Figure 1b : Pied de polyarthrite rhumatoïde déformation en hallux valgus majeur

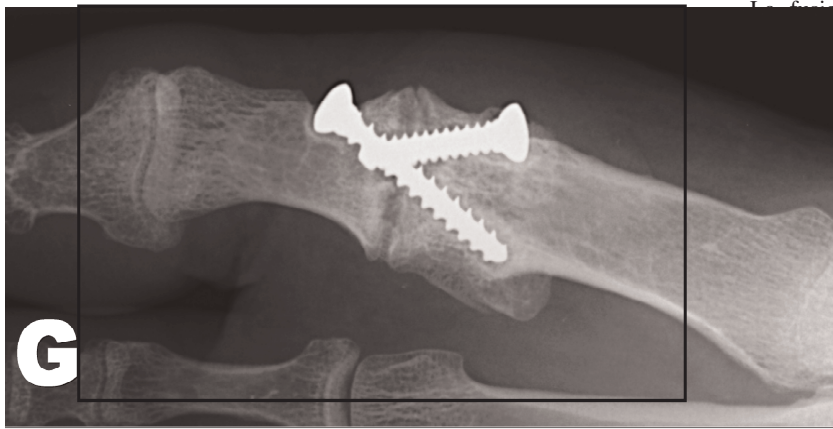


Pour l'étude des corrélations statistiques nous avons utilisé le test χ^2 à l'aide du logiciel SPSS. 11. Une différence ou une corrélation était considérée comme statistiquement significative lorsque $p < 0,005$.

Technique opératoire :

La voie médiale était systématique. L'articulation métatarsophalangienne est exposée largement et le cartilage est excisé. L'avivement ayant permis de mettre en contact deux surfaces congruentes, la position planifiée est maintenue par une broche et vérifiée par des étalons d'angles.

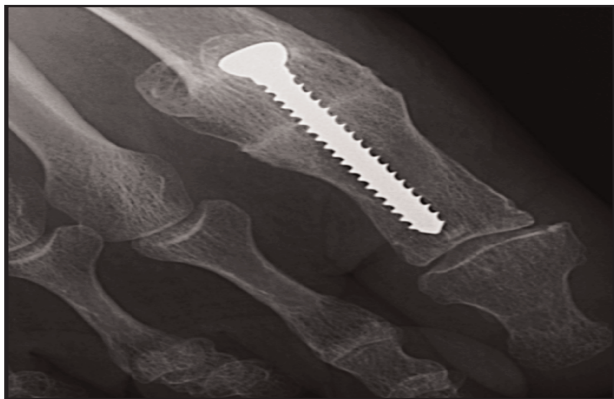
Le positionnement est le temps essentiel de l'intervention. Le valgus est de 15° à 25° chez la femme et de 15° à 20° chez l'homme. La flexion dorsale moyenne est de l'ordre de 20° chez l'homme. Elle oscille de 25° à 30° chez la femme qui souhaite porter des talons. La dysrotation axiale de l'orteil est également corrigée en fléchissant passivement l'inter phalangienne. Le vissage axial a été pratiqué dans 20 cas (51%) (Fig 2a). Le trajet de la vis axiale est préparé à la pointe carrée. Elle pénètre dans la tête métatarsienne au dessous de l'auvent diaphysaire en allant d'arrière en avant dans l'axe de la phalange, sous contrôle de la vue. L'embrochage croisé a été utilisé dans 13 cas (33%). Le vissage en croix a été pratiqué dans 6 cas (16%). Dans 9 cas de pieds rhumatoïdes, nous avons associé à l'AMTP une résection arthroplastique des quatre derniers métatarsiens.

Figure 2 : 2 - a : arthrodèse consolidée par vissage axial

RÉSULTATS

1- Complications :

Nous avons observé une fracture de la tête métatarsienne sur un pied rhumatoïde lors d'un vissage croisé ; une algodystrophie, une infection postopératoire ayant bien évolué sous traitement antibiotique et 4 cas de non fusions radiologiques (fig2b) qui étaient indolores et bien tolérées sur le plan fonctionnel.

Figure 2 : b : non fusion par vissage croisé

2 - Résultats globaux :

Subjectivement, 18 des opérés étaient très satisfaits. 14 satisfaits et 3 mécontents.

Les résultats ont été appréciés selon les critères de KITAOKA [6] : la douleur, la fonction et l'alignement. Le score global est noté sur 100, le résultat est :

- Excellent: lorsque le score global est supérieur ou égal à 85.
- Bon: le score est compris entre 70-84.
- Moyen: entre 60 et 69.
- Mauvais: lorsqu'il est inférieur ou égal à 60.

Selon ces critères nous avons observé 87% d'excellents et de bons résultats. Moyen dans 10% des cas et mauvais dans 3% des cas correspondant à la reprise d'un échec d'une ostéotomie de Scarf.

3 - Résultats anatomiques :

La fusion radiologique était obtenue dans (90%) des cas. L'hallux valgus moyen M1P1 au dernier recul était de 14° avec des extrêmes allant de 4° à 20°.

33 patients avaient un bon alignement métatarsophalangien avec un valgus compris entre 10° et 20°. Le défaut de valgus a été observé dans 4 cas ayant un angle M1P1 au dessous de 10°.

Le dorsiflexion moyen au recul était de 26° avec des extrêmes allant de 15° à 35°. 33 patients ont été correctement alignés avec un angle de dorsiflexion compris entre 25° et 30°. Sur 39 pieds sur 39 ont été bloqués avec un excès de dorsiflexion dépassant 35° (fig3). Nous déplorons 4 pieds avec une faible dorsiflexion ; avec un angle inférieur à 25°. Nous avons colligé une correction moyenne de 3° de valgus varus. La valeur moyenne de M1M2 au recul était de 14° qu'elle était de 14° en préopératoire ($p=0,008$).

L'interligne articulaire de l'inter-phalangienne (IP) était normal dans 35 cas. Des signes radiologiques d'arthrose ont été observés dans 4 cas.

Figure 3 : Dorsiflexion exagérée de l'hallux droit

4 - Résultats analytiques fonctionnels

Les douleurs de la métatarso-phalangienne, toutes étiologies confondues ont été supprimées dans (90%) des cas. Il n'y a eu aucun signe clinique de souffrance de l'inter-phalangienne dans tous les cas alors que les radiographies montraient un pincement articulaire dans (10%) de cas.

Les métatarsalgies avaient disparu dans 8 cas sur 9 avec régression des ulcérations cutanées (fig1c). La fonction du pied a été jugée comparativement à l'état préopératoire. Le périmètre de marche qui était limité dans la majorité des cas est devenu illimité pour 29 patients (82%). Les activités sont redevenues normales pour 32 patients (91% des cas). Le chaussage a été nettement amélioré. Avant l'intervention, 27 patients (76 %) étaient obligés de modifier leurs habitudes de chaussages et portaient des chaussures larges souples avec un talon court à type de pantoufles. Après l'arthrodèse, 31 patients (89%) ont retrouvé un chaussage normal classique ou à la mode avec un talon haut atteignant parfois 5cm. 4 patients (11%) étaient obligés de porter des chaussures adaptées, larges à talon court. Enfin, Nous avons colligé une inversion du canon des orteils en faveur du type carré. (Tableau 1)

Figure 1 : c : photo au recul : alignement de l'hallux et disparition de la hyperkératose



Tableau 1 : Répartition des patients selon le canon des orteils

	Préopératoire		Postopératoire	
Pied carré	4	(10%)	30	(79%)
Pied grec	3	(7%)	6	(14%)
Pied égyptien	32	(83%)	3	(7%)

DISCUSSION

Dans notre étude plus la moitié des cas l'étiologie de l'arthropathie était dégénérative (hallux rigidus et hallux valgus arthrosique), dans 41% des cas, elle était rhumatoïde et dans un seul cas, l'arthrodèse a été indiquée pour échec d'une ostéotomie de SCARF. Dans la littérature, les indications de l'arthrodèse métatarsophalangienne peuvent être classées en deux grands groupes selon qu'il s'agisse d'une chirurgie de première intention en particulier l'hallux rigidus essentiel ou secondaire au stade d'ankylose [2, 7, 8]. D'après CURVALE et al [9] l'indication chirurgicale dans l'hallux rigidus s'effectue pour deux raisons, l'existence de douleurs liées à l'arthrose et le conflit lié à l'enraidissement en mauvaise position. Les rhumatismes inflammatoires, et tout particulièrement la polyarthrite rhumatoïde, le geste sur le premier rayon est habituellement associé à un alignement des rayons latéraux. Ce geste a été pratiqué dans tous nos cas de pieds rhumatoïdes. L'arthrodèse constitue une alternative à la résection articulaire simple [10-15].

Quand à la chirurgie de reprise, l'arthrodèse a été principalement décrite dans les échecs de la chirurgie conservatrice de l'hallux valgus. Pour ROSSET et al [16] comme pour JARDE et al [17] l'arthrodèse était la seule intervention possible après l'échec d'une première intervention. GROULIER et al [18] préconisaient l'arthrodèse dans le traitement de l'hallux varus iatrogène compliqué d'arthrose ou d'enraidissement.

Résultat global:

Selon les critères adoptés, nous avons observé 87% d'excellents et de bons résultats. Les critères d'analyse sont généralement peu précis dans la littérature. Néanmoins si l'on considère que le résultat est bon ou très bon lorsque le patient ne souffre absolument plus, qu'il marche et se chausse normalement, le pourcentage de résultats bons ou très bons selon les séries est de l'ordre de 72 à 94 % des cas [17, 19].

Résultats subjectifs :

La satisfaction de notre population est de 92%, ce pourcentage est corrélé à l'indolence ($p=0,002$) qui est le seul objectif recherché par nos patients dont les exigences fonctionnelles sont peu importantes. L'analyse de la littérature montre une homogénéité dans le résultat subjectif toutes indications confondues avec des taux de 70 à 96 % de satisfaction. Les résultats obtenus dans cette étude ressemblent à ceux de la littérature [2, 5, 16, 20, 21].

Résultats fonctionnels :

L'action significative sur la douleur semble de loin l'élément le plus remarquable de cette technique. Ce résultat a été mis en évidence par notre étude. En effet, l'arthrodèse étant indolore dans 89 % des cas. Et les métatarsalgies de transfert avaient disparu dans 8 cas sur 9 (88% des cas). La disparition des douleurs métatarsophalangiennes du gros orteil est quasi constante dans toutes les séries et se maintient dans le temps [20, 22]. Les métatarsalgies de transfert disparaissent, témoignant d'un appui de qualité retrouvé au premier rayon [16,

18, 23]. Dans ce travail le périmètre de marche est devenu illimité dans 82% cas. Les activités sont redevenues normales dans 91% des cas. Les possibilités fonctionnelles dans chaque série étudiée ont été analysées. La fonction globale du pied est très nettement améliorée. Les possibilités de marche deviennent normales dans une proportion de 77 à 100% [5, 18, 20, 24].

Complications

. Malpositions :

Dans cette série, 35 pieds avaient un bon alignement métatarsophalangien avec un hallux valgus compris entre 10° et 20° et Le défaut de valgus a été observé dans 4 cas. L'hypo correction de l'AMTP laissant persister un peu de valgus est généralement peu dommageable. Elle ne le devient que si elle dépasse 30°. Certains auteurs [25, 26, 27] pensent même que le valgus du gros orteil doit se situer entre 20° et 30°, compte tenu du caractère contraignant de certaines chaussures féminines. Dans notre série nous n'avons relevé aucun cas d'hypercorrection. Celle-ci crée une insuffisance de valgus est moins tolérée par les patients car source d'un conflit douloureux de la chaussure avec le bord interne de l'hallux. La majorité des auteurs recommandent un angle de flexion compris entre 15 et 20 degrés si l'on prend comme référence l'axe du premier métatarsien. Pour notre part nous avons recommandé un angle compris entre 25° et 30°.

Le degré de flexion dorsale tiendra en compte les désirs de chaussage des patients en postopératoire [26]. Dans notre étude 2 pieds ont été bloqués avec un excès de dorsiflexion dépassant 35° et 4 pieds bloqués avec une faible dorsiflexion globalement bien tolérés avec un chaussage adapté. D'après GROULIER et al [18, 28], la position varie aussi selon le sexe. Si la flexion dorsale est excessive, il y a conflit avec la chaussure, au dos de l'inter phalangienne ; cette situation est mal tolérée par la patiente ; l'appui sur la pulpe est absent ou trop limité et l'inter phalangien a tendance à se placer en griffe. Si la flexion dorsale est insuffisante, il y aura souffrance de l'extrémité de la première phalange où apparaîtra un durillon d'appui traduisant l'excès de charge appliquée en ce point (fig. 3). Dans le plan frontal la rotation axiale doit être nulle. Toute dysrotation axiale excessive est génératrice d'hyper appui douloureux sous l'inter phalangienne [25 -27].

Non fusion :

Dans les 4 cas de pseudarthrodèse de cette série, les patients étaient satisfaits. Le score fonctionnel objectif était excellent dans un cas et bon dans les trois autres. Ceci est en accord avec la notion classique que la pseudarthrodèse est bien tolérée [27]. Elle se comporte comme une résection arthroplastique fibreuse. Selon GROULIER et al [18] il s'agit le plus souvent d'une

constatation radiologique. ROCHWERGER et al [23] ont montré que les non fusion des arthrodèses étaient liés au type d'avivement des surfaces articulaire. La résection entre deux traits de scie autorise un abord moins large et a l'avantage d'opposer deux surfaces spongieuses plus stables. CHOUTEAU et al [29], au contraire ont retrouvé un taux de fusion de 94 % en procédant à un avivement sphérique avec fraisage.

Surcharge de l'inter phalangienne.

Dans notre série Il n'y avait aucun signe clinique de souffrance de l'inter-phalangienne alors que les radiographies montraient un pincement articulaire dans 4 cas (10%). Dans la littérature la souffrance de l'inter phalangienne est signalée dans une proportion de 3 à 25 % des cas [28, 30]. Selon FITZGERALD et al [1], elle est plus fréquemment rencontrée lorsque le positionnement de la métatarsophalangienne a été incorrect par insuffisance du valgus ce qui génère un conflit douloureux avec la chaussure. Il n'y a pas de parallélisme entre des douleurs de cette articulation et des signes radiographiques [27].

Résultats anatomiques:

Dans ce travail nous avons colligé une inversion du canon des orteils en faveur du type carré. Dans la littérature, il n'existe pas une unanimité concernant le canon idéal qu'il faut retrouver en postopératoire [25, 31]. La correction du métatarsus varus est habituelle après une arthrodèse du gros orteil [22] et varie de 4° à 23 selon les séries [12, 14, 24, 32]. Cela tient à l'arthrolyse soigneuse mais aussi au respect de l'abducteur oblique qui devient un valgus global du premier rayon après arthrodèse [26]. La divergence métatarsienne est améliorée dans ce travail ; puisque l'angle moyen d'ouverture des pieds est passé de 29° à 25° avec tendance à la signification statistique. JARDE [12], a retrouvé sur une série de 70 pieds rhumatoïde une correction moyenne de 2°. Cette amélioration peut s'expliquer par la correction de l'hallux valgus et du métatarsus varus après arthrodèse métatarsophalangienne.

CONCLUSION

L'arthrodèse métatarso-phalangienne du premier rayon doit être proposée chaque fois qu'il existe une lésion invalidante de cette articulation, compromettant un traitement conservateur. En effet, moyennant certaines règles strictes (liberté des articulations tibiotarsienne et inter phalangienne, qui garantissent le déroulement correct du pas, précision de l'orientation du gros orteil, stabilité de l'ostéosynthèse), elle supprime la souffrance de la métatarsophalangienne, restitue un appui correct au premier rayon et autorise la récupération d'une fonction toute à fait satisfaisante

Références

1. Fitzgerald JA. A review of long-term results of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. J Bone Joint Surg 1969; 51: 488-93.
2. Fitzgerald JA, Wilkinson JM. Arthrodesis of the metatarsophalangeal joint of the great toe. Clinical Orthopaedics & Related Research 1981; 157: 70-7.
3. Galois L, Girard D, Martinet N, Delagoutte JP, Mainard D. Analyse optoélectronique de la marche après arthrodèse métatarsophalangienne de l'hallux. A propos de 15 cas. Rev Chir Orthop 2006; 92: 52-59.
4. Lünghake F, Tillmann K, Russlies M. Biomechanical changes following surgical treatment of MTP-I-Osteoarthritis. The Foot

- 2002; 12: 171-81.
5. Groulier P, Curvale G, Piclet-Legre B, Kelberine F. L'arthrodèse de la première articulation métatarso-phalangienne. *Rev Chir Orthop* 1994; 80: 436-44.
6. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS. Clinical rating systems for the ankle - hind foot, mid foot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994; 15: 349-53.
7. Bonney G, Macnab I. Hallux valgus and hallux rigidus .A critical survey of operative results. *J Bone Joint Surg* 1952; 34: 366- 85.
8. Womack JW, Ishikawa SN. First metatarsophalangeal arthrodesis. *Foot Ankle Clin*. 2009 ; 14:43-50.
9. Curvale G, Croisile H, Tracol P, Groulier P. L'arthrodèse métatarso-phalangienne du gros orteil. *Rev Chir Orthop* 1987; 73 : 258-62.
10. Coughlin MJ. Rheumatoid forefoot reconstruction. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg* 2000; 82: 322-41.
11. Dréano T et al. Table ronde : l'avant pied rhumatoïde. *Ann Orthop Ouest* 2002; 34: 251-300.
12. Jarde O, Ruzic JC, Roux O, et al. Intérêt de l'arthrodèse du gros orteil associée à un alignement métatarsien selon LELIEVRE dans la chirurgie de l'avant pied rhumatoïde. A propos de 70 observations. *Rev Chir Orthop* 1998; 84: 61-6.
13. Jeffries LC, Rodriguez RH, Stapleton JJ, Zgonis T. Pan-metatarsophalangeal joint arthrodesis for the severe rheumatoid forefoot deformity. *Clin Podiatr Med Surg*. 2009 Jan; 26 :149-57.
14. Kitaoka HB, Patzer GL. Arthrodesis versus resection arthroplasty for failed hallux valgus operations. *Clinical orthopaedics* 1998; 347: 208-14.
15. Stevens BW, Anderson JG, Bohay DR. Hallux metatarsophalangeal joint fusion for the rheumatoid forefoot. *Foot Ankle Clin*. 2007; 12:395-404.
16. Rosset P, Champion P, Burdin P. Etude rétrospective d'une série continue de 49 arthrodèses de l'articulation métatarsophalangienne du gros orteil. *Rev Chir Orthop* 1988; 74: 225-27.
17. Jardé O, Chabaille E, Ganry O, et al. Récidive d'hallux valgus traitée par arthrodèse métatarsophalangienne. A propos de 32 cas. *Rev Chir Orthop* 2001; 87: 257-62.
18. Groulier P, Curvale G, Coillard JY, Franceschi JP. Hallux varus acquis postopératoire - traitement chirurgical. A propos de 19 cas. *Rev Chir Orthop* 1992; 78: 449-55.
19. Herr MJ, Kile KA. Metatarsophalangeal joint arthrodesis with conical reaming and crossed dual compression screw fixation. *Tech Foot Ankle Surg* 2005; 4: 85-94.
20. Brodsky JW, Baum BS, Pollo FE, Mehta H. Prospective gait analysis in patients with first metatarsophalangeal joint arthrodesis for hallux rigidus. *Foot Ankle* 2007; 28:162-5.
21. Jarde O, Laya Z, Olory B, Basse G, Alovor G. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint using convex and concave drills. A report on 50 cases. *Acta Orthop Belg* 2005; 71: 76-82.
22. Sharma V, Geary NPJ. Long-term retrospective analysis of the first metatarsophalangeal joint arthrodesis with two crossed screws. *The Foot* 2002; 12: 20-25.
23. Rochwerger A et al. Non fusion des arthrodèses métatarsophalangiennes du gros orteil : influence du type d'avivement. Communication SOFCOT. Paris, 2001.
24. O'Doherty DP, Lowrie IG, Magnussen PA, Gregg PJ. The management of painful first metatarsophalangeal joint in the older patient: arthrodesis or keller arthroplasty? *J Bone Joint Surg* 1990; 72: 839-42.
25. Groulier P. L'arthrodèse de la première articulation métatarso-phalangienne. *Maitrise orthopédie*. N°88, Novembre 1999.
26. Toméno B, Kaddem SE. L'arthrodèse métatarsophalangienne du gros orteil. Réflexions à propos de 93 interventions .*Rev Chir Orthop* 1982; 68: 379-84.
27. Tourné Y. Arthrodèse de l'articulation métatarsophalangienne du gros orteil dans le traitement chirurgical de l'hallux valgus .*Cahiers d'enseignement de la SOFCOT* 2005; 89: 83-95.
28. Groulier P. Échecs de la chirurgie du premier rayon. Conférences d'enseignement de la SOFCOT. Expansion scientifique 2001; 78: 257-74.
29. Chouteau J, Besse JL, Lerat JL, Moyen B. Les arthrodèses métatarso-phalangiennes du premier rayon réalisées par avivement sphérique avec fraisage et ostéosynthèse avec des agrafes en titane pur : étude d'une série continue de 54 cas. *Rev Chir Orthop* 2004; 90: 86-7.
30. Choudhary RK, Theruvil B, Taylor GR. First metatarsophalangeal joint arthrodesis: a new technique of internal fixation by using memory compression staples. *J Foot Ankle Surg* 2004; 43: 312-17.
31. Maestro M et al. Arthrodèse de la première articulation métatarso-phalangienne par ostéosynthèse au titane pur T 40. A propos de 272 cas d'arthrodèse de première intension. *Med Chir Pied* 1997; 13: 41-9.
32. Brodsky JW, Passmore RN, Pollo FE, Shabat S. Functional outcome of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint using parallel screw fixation. *Foot Ankle Int* 2005; 26:140- 6