



TUNISIE ORTHOPÉDIQUE

Année 2017, Vol8, N° 1

pp 15-20

Accès Libre sur / Free Access on

www.sotcot.com

Evaluation du traitement par relèvement enclouage à foyer fermé de 32 fractures thalamiques du calcaneum

Evaluation of the percutaneous reduction and fixation technique in 32 calcaneus fracture

Kedous MA., Chebbi W., Kaaniche M., Sayed W., Abdelkafi M., Haj salah M., Annabi H., Mbarek M.

Service de chirurgie orthopédique et traumatologie,

Centre de traumatologie et des grands brûlés, Ben Arous

CORRESPONDANCE : Dr Kedous Mohamed Ali

Service de chirurgie orthopédique et traumatologie, Centre de traumatologie et des grands brûlés, Ben Arous

E-mail : kedous.ma@gmail.com

RESUMÉ

Introduction : La fracture du calcaneum est lésion traumatique fréquente et grave de l'arrière pied dont le traitement reste controversé et le pronostic incertain. Le but de notre travail est de discuter l'intérêt du traitement chirurgical mini invasif dans ce type de fracture.

Methodes : Nous avons mené une étude rétrospective descriptive sur une période de 6 ans, portant sur les fractures thalamiques du calcaneum traitées par la méthode du relèvement/enclouage à foyer fermé.

Resultats : Il s'agissait de 32 cas d'une population jeune et active avec une nette prédominance masculine. L'angle de Böhler moyen était de $-2,5^\circ$ et l'angle de Gissane de $101,2^\circ$. Selon la classification de Sander nous avons observé 10 cas type II, 13 cas type III et 9 cas type IV.

Le score de Kitaoka moyen était de $86,33/100^{\text{e}}$ un recul moyen de 20,22 mois.

Conclusion : Nous avons conclu que le REFF permet d'avoir des résultats fonctionnels et anatomiques comparables à la chirurgie à ciel ouvert à condition d'être bien indiqué et exécuté.

ABSTRACT

Background: Calcaneus fracture is a frequent and severe traumatic hindfoot injury lesion of the posterior foot, the treatment of which remains controversial and the prognosis uncertain. The aim of our work is to discuss the value of minimally invasive surgical treatment in this type of fracture.

Methods: Our study is retrospective and descriptive over 6 years, which focuses on thalamic fractures of the calcaneus treated by the percutaneous reduction and fixation technique.

Results: It's about 32 cases of young and active population with a male predominance. The average Böhler angle was -2.5° and the Gissane angle was 101.2° . According to the Sander classification we had 10 cases of type II, 13 patients of type III and 9 cases of type IV. The average score of Kitaoka was $86.33 / 100$.

Conclusion: We found that the percutaneous reduction and fixation technique allows us getting comparable functional and anatomical results to open surgery if properly performed.



I. INTRODUCTION

La fracture du calcanéum est assez courante en traumatologie, elle représente 2% de l'ensemble des fractures chez l'adulte, et 60% des fractures des os du tarse^[1]. Les fractures articulaires ou thalamiques représentent 75%^[2] des fractures du calcanéum. Elles sont graves par leurs conséquences fonctionnelles et socio-professionnelles^[3]. Le traitement des fractures du calcanéum reste controversé, comme en témoigne la diversité des méthodes thérapeutiques décrites.

L'objectif de notre étude, outre l'étude épidémiologique, était d'évaluer les résultats fonctionnels et anatomiques du traitement de ces lésions par relèvement enclouage à foyer fermé (REEF).

II. MATÉRIELS ET MÉTHODE

Nous avons réalisé une étude descriptive rétrospective sur une période de 6 ans allant de 2008 à 2013, portant sur les fractures du calcanéum au service de chirurgie orthopédique et traumatologique du centre de traumatologie de Ben Arous. Nous avons exclu tous les patients présentant une fracture extra articulaire ou une fracture traitée à ciel ouvert. Tous nos patients ont été opérés dans la même unité chirurgicale, selon la technique du Relèvement Enclouage à Foyer Fermé (REEF) combinée à la méthode de réduction par manœuvre externe d'Omoto.

Nous avons relevé à partir des dossiers les différentes données épidémiologiques et radiologiques. Le bilan radiologique standard a permis d'identifier le tassement, de mesurer les angles de Böhler et de Gissane et d'évaluer la longueur, la largeur et la hauteur de la facette articulaire. La TDM a permis de classer la fracture selon 3 classifications ; Uthéza, Duparc et De La Caffinière, et Sander. L'état de l'articulation sous talienne a été secondairement évalué par une TDM à la recherche de signes d'arthrose. Celle-ci a été éventuellement gradée selon le score de Paley et Hall. (Annexe 1)

Pour évaluer nos résultats fonctionnels nous avons utilisé le score "AOFAS hindfoot" de Kitaoka qui est basé sur trois critères principaux : la douleur, la fonction et l'alignement avant/arrière pied. (Annexe 2)

III. RÉSULTATS

Nous avons retenu pour notre étude 32 cas de fractures du calcanéum traitées par la méthode du REEF. L'âge moyen de nos patients était de 33 ans avec des extrêmes allant de 18 ans à 59 ans et une nette prédominance masculine (30 cas). Dans 43 % des cas, il s'agissait de travailleurs de bâtiment. Quatre patients étaient sans emploi. Dans notre série, 26 patients étaient tabagiques. Seize ont été victimes d'un accident domestique, et 15 d'un accident de travail. Chez 28 patients le mécanisme lésionnel était une chute d'une hauteur supérieure ou égale à deux mètres alors qu'il s'agissait d'une chute de moins de deux mètres chez 3 patients. Dans deux cas (6,25%) la fracture était ouverte en plantaire. L'ouverture cutanée était classée Gustilo 1 chez les deux patients. Seulement 13 patients avaient une

autre lésion ostéo-articulaire associée dont 3 présentaient une fracture du rachis lombaire.

Dans notre série, l'angle de Böhler préopératoire moyen était de $-2,5^\circ$ avec des extrêmes allant de -30° à 19° . L'angle de Gissane initial moyen était de $101,2^\circ$ avec des extrêmes de 90° à 138° .

L'enfoncement selon la classification d'Uthéza était mixte (Figure 1) dans 14 cas (43,75%), vertical (Figure 2) dans 11 cas (34,38%) et horizontal dans 7 cas (21,87%).

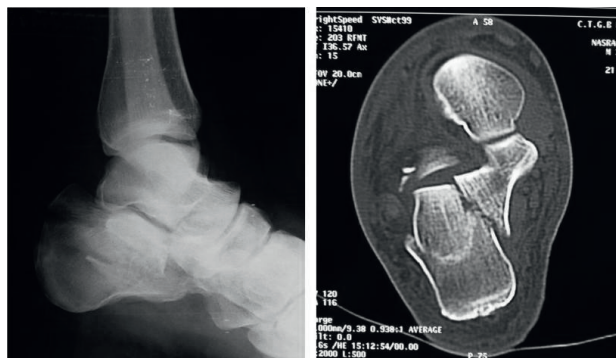


Figure 1 : Fracture thalamique mixte



Figure 2 : Fracture thalamique verticale

Selon la classification de Duparc 43,75% de nos malades étaient classés stade III, 37,5% stade IV et 18,75 % stade V.

Tableau n°1 : Répartition des fractures selon la classification de Sander.

	Nombre	Pourcentage
Sander II	10	31,25%
Sander III	13	40,63%
Sander IV	9	28,12%

Le délai moyen de la chirurgie était de 2,7 jours avec des extrêmes de 12 heures à 9 jours. Le maintien du fragment thalamic relevé était assuré dans 24 cas par deux clous de Steinmann. Dans les 8 cas restants les clous ont été remplacés après réduction par 3 ou 4 broches de 2 ou 2,5 mm. (Figures 3 et 4).

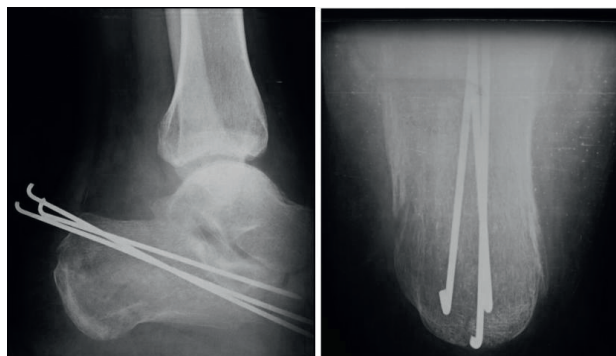


Figure 3 : Remplacement des clous de Steinmann



Figure 4 : bon relèvement de l'enfoncement par 3 broches de Kirschner de 2.5 mm.

La durée de l'acte opératoire était inférieure à 60 minutes dans 71,87% (23 cas) et la durée moyenne d'hospitalisation était de 3,9 jours (1 à 18 jours). La rééducation a été suivie par 26 des 32 patients (6 patients n'ont pas eu de rééducation du fait du manque de moyens ou de l'éloignement d'un centre hospitalier ou de kinésithérapie).

L'ablation des broches ou des clous a été réalisée en moyenne après 12,28 semaines. Le recul moyen était de 20,22 mois (9 mois - 6 ans).

Dans 84,3% des cas (27 patients) nous n'avons noté aucune complication. Une infection superficielle sur broches a été rapportée dans 3 cas. Aucun cas d'infection grave cutanée ou ostéoarticulaire n'a été noté. Deux patients ont présenté des signes cliniques et radiologiques d'algodystrophie et ont bien évolué sous traitement médical associé à une kinésithérapie.

La consolidation des foyers de fracture a été obtenue dans 100% des cas dans un délai moyen de 10,87 semaines.

En postopératoire immédiat, l'angle de Böhler moyen était de 23,25°.

Tableau n°2 : Répartition de l'angle de Böhler post-opératoire selon la cotation de Babin.

	Nombre de Cas	Pourcentage
Très bonne (>25°)	17	53,13%
Bonne (15-25°)	9	28,13%
Passable (10-15°)	1	3,12%
Mauvaise (<10°)	5	15,62%

Au dernier recul, l'angle de Böhler moyen était de 19,96°, soit une perte moyenne de correction de 3,29°. Cette perte de correction était statistiquement significative.

La perte de correction était non significative dans les fractures Duparc III et Sander II. Par ailleurs, cette perte angulaire était significative dans les fractures Duparc IV et V et les fractures Sander III et IV (Figure 5).



Figure 5 : Pas de perte de correction

L'angle de Gissane moyen était de 115,65° en postopératoire immédiat et de 113,25° à la révision soit une perte angulaire moyenne de 2,4°.

La reprise de l'appui total chez nos patients était en moyenne à 12,72 semaines. Quant à la reprise complète du travail, elle était en moyenne à 5.5 mois (3 à 11 mois) avec les mêmes capacités chez 15 patients (60%). Il existait une corrélation entre les circonstances du traumatisme et la reprise du travail. Le délai de reprise du travail était plus long en cas d'accident de travail.

La majorité de nos patients (26 cas) ont bénéficié d'une TDM au dernier recul pour étudier l'articulation sous talienne (Figure 6).

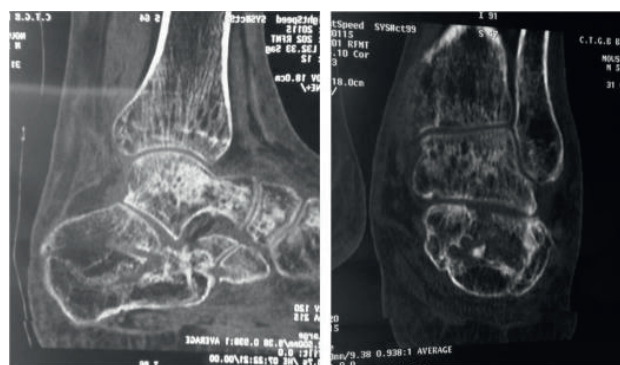


Figure 6 : TDM montrant l'arthrose sous talienne au dernier recul de 12 mois.

Selon le score de Paley et Hall, 42,3% présentaient une arthrose grade 1, 30,77 % étaient grade 2 et 7% grade 0. Selon le score fonctionnel de Kitaoka, au dernier recul le résultat fonctionnel moyen était de 86.33 /100 avec des extrêmes allant de 58 à 97/100.

Dans 78,12% le résultat fonctionnel était excellent ou bon alors que dans 21,88% le résultat était moyen ou mauvais. Dans 34,38% des cas, nous n'avons noté aucune limitation des activités et 90,63% des patients avaient un périmètre de marche supérieur ou égal à 1000 mètres. Au dernier recul la douleur était constante dans 12,5% des cas. La mobilité de la tibio-talienne était normale ou légèrement diminuée dans 81,25% alors que la mobilité de l'arrière pied était normale dans 46,87%. 81,25% des patients avaient un bon alignement clinique avant/arrière pied avec un appui plantigrade et une cheville normo-axée. Quatre patients étaient en valgus modéré (moins de 10°) et 2 patients étaient en varus. Aucun patient n'avait manifesté de signes d'instabilité de la cheville.

IV. DISCUSSION

La fracture du calcanéum est une fracture qui touche le sujet jeune actif. Mitchell rapporte deux pics de fréquence entre 20-29 ans et 50-59 ans^[4]. La prédominance masculine était rapportée dans la plupart des séries^[1, 4-8]. Les fractures du calcanéum font suite à une compression axiale de haute énergie^[5, 9-12]. La chute d'un lieu élevé (> 2 mètres) est le mécanisme le plus fréquent^[4-6]. Dans notre série ce mécanisme était retrouvé dans 85% des cas.

La présence de lésions associées est un facteur important dans la prise en charge. Aktuglu et Aydogan^[13] ont souligné que l'évolution d'une fracture du calcanéum est plus



défavorable chez les polytraumatisés que dans les cas de fracture isolée du calcanéum.

La TDM préopératoire a un intérêt diagnostique et pronostique^[5, 14, 15] en améliorant l'analyse de la fracture^[5, 16]. Sander^[14] a souligné les difficultés d'interprétation des fractures sur les radiographies standards et a expliqué l'importance de la TDM pour déterminer les traits de fracture et la congruence articulaire. Uthéza^[17, 18] a signalé aussi l'importance du scanner.

Il est actuellement admis que l'angle de Böhler a une valeur diagnostique et pronostique. En effet, un angle de Böhler inférieure à 20° est en faveur d'une fracture du calcanéus (sensibilité = 99%, spécificité = 99%)^[13]. Par ailleurs, plusieurs auteurs^[19-21] ont démontré que plus l'angle de Böhler préopératoire est bas plus le résultat final sera médiocre. La valeur normale de l'angle crucial de Gissane selon Fitzgibbons^[22] est de 100 à 130° et selon Thermann elle est de 120 à 145°^[23]. La diminution de cette valeur est en faveur d'une fracture du calcanéum. Cependant une valeur limite n'est pas rapportée dans la littérature^[24].

La classification des fractures complexes du calcanéum est un défi pour tout orthopédiste, ce qui explique le nombre important de classifications décrites dans la littérature^[25]. En effet, 49 classifications ont été identifiées^[26]. Schepers^[26], Furey^[27] et Lauder^[28] ont signalé que la classification de Sander était la plus adaptée pour la prise en charge chirurgicale puisqu'elle est la plus reproductible entre les chirurgiens.

Certains auteurs^[26, 29] ont montré que cette classification avait la meilleure valeur pronostique en précisant que plus la surface thalamique est comminutive moins bon sera le résultat final. Dans notre étude nous avons rapporté 10 cas de fracture Sander II, 13 cas Sander III et 9 cas Sander IV. En effet, la plupart des auteurs sont unanimes sur l'intérêt d'un traitement urgent en cas de chirurgie percutanée alors que les avis sont controversés quant à la chirurgie à ciel ouvert où un délai de 3 à 5 jours serait préférable pour la fonte des œdèmes.

Le traitement idéal des fractures articulaires du calcanéum reste un sujet à controverse comme en témoigne la diversité des méthodes thérapeutiques décrites et les nombreuses techniques opératoires encore préconisées. La technique de réduction externe et d'embrochage percutané a été décrite pour la première fois par Westheus en 1934. Cette technique a été développée par Essex-Lopresti^[30].

Nous avons opté chez 75% de nos cas pour une réduction par manœuvre externe selon la méthode d'Omoto sous contrôle d'un amplificateur de brillance. Nous avons remarqué que cette méthode permet de corriger la largeur du calcanéum et les déviations d'axe de l'arrière-pied alors que son apport dans la correction de la longueur est incertain. Meraj^[31] préconise ce mini abord pour permettre une réduction anatomique surtout chez les sujets jeunes et actifs. Rammelt et al^[32] ont mentionné dans une étude faite sur 33 patients traités par voie percutanée qu'ils n'ont pas pu avoir une réduction anatomique par voie percutanée isolée dans la plupart des cas en raison d'un tassement trop important du fragment thalamique, d'une comminution ou d'une incarceration de parties molles ou d'un fragment osseux.

Actuellement, certaines études rapportent que l'arthroscopie est un moyen essentiel pour le control peropératoire de la qualité du relèvement thalamique^[33, 34]. Labbe^[35] quant à lui, a signalé que l'arthroscopie allonge le temps opératoire et augmente le risque de complications iatrogènes. Il n'y a pas de consensus dans la littérature concernant le meilleur traitement.

La durée moyenne de l'intervention dans notre étude était de 59.7 minutes. Walde et al^[8] ont rapporté dans une étude portant sur 88 fractures thalamiques du calcanéum traitées par embrochage percutané un temps opératoire moyen de 61 min (20 – 175 minutes).

Cependant Jung^[36] a signalé dans une étude portant sur 36 patients que la durée moyenne de l'ostéosynthèse à ciel ouvert était de 174 minutes (120 - 270 minutes). On note que le traitement à ciel ouvert de ces fractures nécessite un temps opératoire deux à trois fois plus important.

Al-Mudhaffar^[37] a trouvé une corrélation significative entre le temps opératoire et le risque de complications. La relative simplicité de la technique du REFF nous a permis d'écourter les temps opératoires et donc de minimiser le risque de complications cutanées et septiques^[37-39].

La durée moyenne d'hospitalisation dans notre série (3.9 jours) était la même que dans la série de Yeung (4 jours)^[73]. Certains auteurs^[31] rapportent la nécessité d'une botte plâtrée en postopératoire pendant une durée de 4 à 6 semaine pour protéger le matériel d'ostéosynthèse et éviter la perte du relèvement. Mais, comme Rammelt^[32], nous pensons que le plâtre n'a pas d'indication et que la mobilisation rapide, passive et surtout active, permet de modeler la surface articulaire.

Nous rejoignons la plus part des auteurs^[40, 41] qui préconisent l'ablation du matériel d'ostéosynthèse entre la 10^{ème} et 12^{ème} semaine postopératoire. Stulik^[42] recommande cette ablation entre 8 et 10 semaines.

La consolidation a été obtenue chez 100% de nos patients. La pseudarthrose du calcanéum est très rare selon Thomas^[43] et Zwipp^[44]

Nos résultats concernant la correction de l'angle de Böhler sont comparables aux résultats du traitement percutané rapportés dans les études récentes.

Tableau n°3 : Correction postopératoire moyenne de l'angle de Böhler selon la littérature.

Série, année	Angle de Böhler (correction moyenne en degré)
DeWall[72], 2010	25,3°
Gavlik[9], 2002	11,2°
Abdelgaid[5], 2012	19°
Rammelt[70], 2010	13°
Schuberth[76], 2009	10,4°
Woon[77], 2011	17,1°
Wee[79], 2009	20°
Chen[78], 2011	28,9°
Notre série	25,75°

Nous avons résumé la perte de correction de l'angle de Böhler par rapport à la littérature dans le tableau suivant :



Tableau n° 4: Perte de correction moyenne de l'angle de Böhler selon la littérature.

Série	Technique	Perte de Correction
Laughlin[96]	Plaque à ciel ouvert	1°
Besse[10]	Plaque/vis à ciel ouvert	5,2°
Nehme[89]	Vissage Percutané	0,15°
Khorbi[97]	Vissage à ciel ouvert	3°
Di Schino[46]	Vis + broches à ciel ouvert	0,67°
Notre série	REEF	3,29°

Différents auteurs^[1,9,21] ont proposé l'utilisation de la chirurgie percutané uniquement dans les fractures à enfoncement vertical et non dans les variantes à enfoncement horizontal ou mixte. Les fractures Sander II sont pour la plupart des auteurs^[1,32,42] l'indication idéale pour un traitement mini invasif à foyer fermé. Wallin^[45] a rapporté que le traitement percutané peut être utile dans les fractures de type II, III et IV de Sander. Certains auteurs^[45] préconisent l'injection du ciment ou de substitut osseux pour combler le vide sous thalamique afin d'éviter la perte de correction mais d'autres auteurs n'ont pas rapporté d'intérêt à cette technique^[46]. Nous pensons que ce geste n'est pas démuné de complications.

Dans notre série, 72,07% des patients qui ont eu une TDM au dernier recul (19 patients / 26) ont présenté des signes d'arthrose sous talienne.

Abdelgaid^[6] a rapporté 57 % d'arthrose sous talienne chez 60 patients ayant eu un vissage percutané, Walde^[41] avait traité par de la chirurgie percutané 92 fractures calcaneennes compliqué dans 50 % des cas d'arthrose sous talienne alors que Stulik^[42] a mentionné, dans une étude comportant 345 fractures thalamiques du calcanéum, l'apparition des signes d'arthrose sous talienne dans 85,7% des cas.

Abdelgaid^[6] ne recommande l'appui qu'au bout de 12 semaines comme réalisé dans notre série, alors que d'autres auteurs, tel que Stulik^[42] et Rammelt^[32], autorisent un appui partiel dès la 8^{ème} semaine et total à la 12^{ème} semaine.

Selon Barei et al^[46], 40 à 85% des patients en activité au moment de l'accident reprennent le travail dans un délai inférieur à 9 mois. Thornes et al^[47] ont démontré que, chez les patients victimes d'accident de travail, la compensation financière influence le résultat fonctionnel final et la capacité à reprendre le travail ce qui est conforme aux résultats de notre série.

Parmi les scores d'évaluation des résultats fonctionnels le score de Kitaoka est selon Schepers^[48] le plus utilisé et le plus cité dans la littérature.

Tableau n° 5 : Score de kitaoka moyen selon les différentes études

Série	Effectif	Technique	Score de Kitaoka moyen
Emara[49]	20	Plaque à ciel ouvert	88.6 +/- 6
Li[8]	36	Plaque à ciel ouvert	88.2 +/- 6.3
	47	Embrochage percutané	87.5
Weber[7]	26	Plaque à ciel ouvert	82.65
	24	Vissage mini invasif	87.2
Abdelgaid[6]	60	Vissage percutané	89.26
Stulik[50]	287	Embrochage percutané	86.7
Rammelt[32]	18	Plaque à ciel ouvert	88
	33	Vissage percutané	92
Notre série	32	REEF	86.33

V. CONCLUSION

La technique d'ostéosynthèse des fractures du calcanéum ne fait pas encore l'unanimité. La classification de ces fractures reste un défi. L'absence d'une approche standardisée a entravé le développement d'une stratégie de prise en charge typique. L'utilisation combinée de ces classifications permet une analyse plus précise.

Le traitement percutané mini-invasif permet d'écourter le délai opératoire et la durée totale d'hospitalisation de deux fois par rapport au traitement à ciel ouvert minimisant ainsi les dépenses de soins. IL permet aussi de restaurer l'anatomie du calcanéum et d'avoir des résultats fonctionnels comparables au traitement à ciel ouvert mais avec un risque minimum de complications cutanées.

VI. RÉFÉRENCES

- Pillai A, Basappa P, Ehrendorfer S. Modified Essex-Lopresti / Westheus reduction for displaced intra-articular fractures of the calcaneus: Description of surgical technique and early outcomes. *Acta Orthop Belg.* 2007;73:83-7.
- Bajammal S, Tornetta PR, Sanders D, Bhandari M. Displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma.* 2005;19:360-4.
- El Banna S. Ostéosynthèse par plaque vissée dans les fractures du calcanéum. *Folia Trauma Lovaniensa.* 2003;1:5-13.
- Gavlik JM, Rammelt S, Zwipp H. Percutaneous, arthroscopically-assisted osteosynthesis of calcaneus fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2002;122(8):424-8.
- Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. Calcaneus Fractures: A Review Article. *Foot Ankle Clin N Am.* 2005;10:463-89.
- Abdelgaid SM. Closed reduction and percutaneous cannulated screws fixation of displaced intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Surg.* 2012 Sep;18(3):164-79.
- Besse JL, Avaro JP, Chotel F, Lerat JL, Moyen B. Calcaneal intra-articular fracture osteosynthesis: Clinical and radiological prospective study of 31 cases. *Foot and Ankle Surgery.* 2006;12:19-27.
- Li X, Li Q, Zhang Z, Wen X, Yan H. Treatment of intra-articular calcaneal fractures using Kirschner's wire or calcaneal plate. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2008;22:459-62.
- Essex-Lopresti P. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis. *Br J Surg.* 1952;39:395-419.
- Böhler L. Diagnosis, pathology, and treatment of fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg.* 1931;13:75-89.
- Conn HR. The treatment of fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg.* 1935;17:392-405.
- Carr JB, Hamilton JJ, Bear LS. Experimental intra-articular calcaneal fractures: anatomical basis for a new classification. *Foot Ankle.* 1989;10:81-7.
- Aktuglu K, Aydogan U. The functional outcome of displaced intra-articular calcaneal fractures: a comparison between isolated cases and polytrauma patients. *Foot Ankle Int.* 2002;23:314-8.
- Sanders R, Fortin P, DiPasquale A. Operative treatment in 120 displaced intra-articular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomographic scan classification. *Clin Orthop.* 1993;290:87-95.
- Crosby LA, Fitzgibbons T. Computerized tomography scanning of acute intra-articular fractures of the calcaneus. A new classification system. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:852-9.
- Janzen DL, Connell DG, Munk PL. Intraarticular fractures of the calcaneus: value of CT findings in determining prognosis. *American Journal of Roentgenology.* 1992;158:1271-4.
- Chaminade B, Chiron P. La classification d'Uthéza des fractures thalamiques du calcanéus [en Ligne]. *Maîtrise Orthopédique* n°137 - octobre 2004 [cité le 23/05/2014] ; [environ 30 écrans]. Disponible à l'URL : <http://www.maitrise-orthop.com/viewPage.do?id=876> .
- Uthéza G, Flurin PH, Colombier JA, Chiron P, Tricoire JL, Potel JF et al. Intra-articular (thalamic) fractures of the calcaneus: anatomy and pathology. *J Orthop Surg.* 1993;7:171-80.
- Loucks C, Buckley R. Böhler's angle: correlation with outcome in displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma.* 1999;13:554-8.
- Paley D, Hall H. Intra-articular fractures of the calcaneus. A critical analysis of results and prognostic factors. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75:342-54.
- Shuler FD, Conti SF, Gruen GS, Abidi NA. Wound-healing risk factors after open reduction and internal fixation of calcaneal fractures: does correction of Böhler's angle alter outcomes? *Orthop Clin North Am.* 2001;32:187-92.



22) Fitzgibbons TC, McMullen ST, Matthew MA. Fractures and dislocations of the calcaneus. In: Buchholz RW, Heckman JD, editors. Rockwood and Green's fractures in adults, 5th ed. Philadelphia7 Lippincott, Williams and Wilkins, 2001;2134-6.

23) Thermann H. Calcaneus fractures: open reduction and internal fixation. An atlas of foot and ankle surgery. 1998;233-4.

24) Knight JR, Gross EA, Bradley GH, Bay C, LoVecchio F. Bohler's angle and the critical angle of Gissane are of limited use in diagnosing calcaneus fractures in the ED. Am J Emerg Med. 2006;24:423-7.

25) Howells NR, Hughes AW, Jackson M, Atkins RM, Livingstone JA. Interobserver and intraobserver reliability assessment of calcaneal fracture classification systems. J Foot Ankle Surg. 2014;53(1):47-51.

26) Schepers T, van Lieshout EM, Ginai AZ, Mulder PG, Heetveld MJ, Patka P. Calcaneal fracture classification: a comparative study. J Foot Ankle Surg. 2009;48(2):156-62.

27) Furey A, Stone C, Squire D, Harnett J. Os calcis fractures: analysis of interobserver variability in using Sanders classification. J Foot Ankle Surg. 2003;42(1):21-3.

28) Lauder AJ, Inda DJ, Bott AM, Clare MP, Fitzgibbons TC, Mormino MA. Interobserver and intraobserver reliability of two classification systems for intraarticular calcaneal fractures. Foot Ankle Int. 2006;27:251-5.

29) Gueraldo E, Bertrand ML, Cano JR. Management of calcaneal fractures What have we learnt over the years? Injury, Int. J. Care Injured. 2012;43:1640-50.

30) Essex-Lopresti P. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis. Br J Surg. 1952;39:395-419.

31) Meraj A, Zahid M, Ahmad S. Management of Intraarticular Calcaneal Fractures by Minimally Invasive Sinus Tarsi Approach-Early Results. Malaysian Orthopaedic Journal. 2012;6(1):13-7.

32) Rammelt S, Amlang M, Barthel S, Gavlik JM, Zwipp H. Percutaneous Treatment of Less Severe Intraarticular Calcaneal Fractures. Clin Orthop Relat Res. 2010;468:983-90.

33) Rammelt S, Amlang M, Barthel S, Zwipp H. Minimally-invasive treatment of calcaneal fractures. Injury. 2004;35:55-63.

34) Schuberth J, Cobb M, Talarico R. Minimally invasive arthroscopic-assisted reduction with percutaneous fixation in the management of intra-articular calcaneal fractures: a review of 24 cases. J Foot Ankle Surg. 2009;48:315-22.

35) Labbe JL, Peres O, Leclair O, Goulon R, Scemama, Jourdel F. Minimally invasive treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures using the balloon kyphoplasty technique: Preliminary study. Orthop Traumatol Surg Res. 2013; 99: 829-36.

36) Jung M, Klaue K. The lateral extended approach for reduction and osteosynthesis of calcaneal fractures. Eur J Foot Ankle Surg. 1994;1:75-80.

37) Al-Mudhaffar M, Prasad CVR, Mofidi A. Wound complications following operative fixation of calcaneal fractures. Injury, Int. J. Care Injured. 2000;31:461-4.

38) Koski A, Kuokkanen H, Tukiainen E. Postoperative wound complications after internal fixation of closed calcaneal fractures: a retrospective analysis of 126 consecutive patients with 148 fractures. Scand J Surg. 2005;94:243-5.

39) Court-Brown CM, Schmidt M, Schutte BG. Factors affecting infection after calcaneal fracture fixation. Injury, Int. J. Care Injured. 2009;40:1313-5.

40) Rammelt S, Zwipp H. Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. Injury. 2004;35:443-61.

41) Walde TA, Sauer B, Degreif J, Walde HJ. Closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation for the treatment of dislocated calcaneal fractures: surgical technique, complications, clinical and radiological results after 2-10 years. Arch Orthop Trauma Surg. 2008;128:585-91.

42) Stulik J, Stehlik J, Rysavy M, Wozniak A. Minimally-invasive treatment of intraarticular fractures of the calcaneum. J Bone Joint Surg[Br]. 2006;88:1634-41.

43) Thomas P, Wilson LF. Non-union of an os calcis fracture. Injury. 1993;24:630-2.

44) Zwipp H. Chirurgie des Fußes. New York: Springer-Verlag; 1994.

45) Wallin KJ, Cozzetto D, Russell L, Hallare DA, Lee DK. Evidence-Based Rationale for Percutaneous Fixation Technique of Displaced Intra-articular Calcaneal Fractures: A Systematic Review of Clinical Outcomes. The Journal of Foot & Ankle Surgery. 2014:1-4

46) Barei DP, Bellabarba C, Sangeorzan BJ, Benirschke SK. Fractures of the calcaneus. Orthop Clin N Am. 2002;33(1):263-85.

47) Thornes BS, Collins AL, Timlin M, Corrigan J. Outcome of calcaneal fractures treated operatively and non-operatively. The effect of litigation on outcomes. Ir J Med Sci. 2002;171: 155-7.

48) Schepers T, Heetveld MJ, Mulder, PGH, Patka P. Clinical Outcome Scoring of Intra-articular Calcaneal Fractures. J Foot Ankle Surg. 2008;47(3):213-8.

49) Emarat KM, Allam MF. Management of calcaneal fracture using the Ilizarov technique. Clin Orthop Relat Res. 2005;439:215-20.

50) Stulik J, Stehlik J, Rysavy M, Wozniak A. Minimally-invasive treatment of intraarticular fractures of the calcaneum. J Bone Joint Surg[Br]. 2006;88:1634-4.

VII. ANNEXES

A- ANNEXE 1 : Le score de Paley et Hall de l'arthrose sous talienne

Il comporte 4 stades :

- Stade 0 : pas de signes d'arthrose.
- Stade 1 : Sclérose sous chondrale, géodes et ostéophytes mais sans pincement articulaire.
- Stade 2 : Pincement articulaire.
- Stade 3 : disparition complète de l'interligne articulaire.

B- ANNEXE 2 : le score "AOFAS hindfoot" de Kitaoka

DOULEUR	Aucune	40 pts	
	Minime, occasionnelle	30 pts	
	Modérée, quotidienne	20 pts	
	Sévère, presque toujours présente	0 pts	
FONCTION	Limitation des activités :	Pas de limitation	10 pts
		Pas de limitation des activités quotidiennes, limitation des activités de détente	7 pts
		Limitation des activités quotidiennes et de détente	4 pts
		Limitation sévère des activités quotidiennes et de détente avec nécessité d'une aide telles que des cannes, un cadre de marche voire un fauteuil roulant.	0 pts
	Distance maximale de marche :	> 1500 mètres	5 pts
		Entre 1000 et 1500 mètres	4 pts
		Entre 500 et 1000 mètres	2 pts
		< 500 mètres	0 pts
	Surfaces de marche :	Aucune difficulté quelle que soit la surface	5 pts
		Quelques difficultés sur terrain irrégulier, dans les escaliers, lors de la marche en descente, sur les échelles	3 pts
		Sévères difficultés sur terrain irrégulier, dans les escaliers, lors de la marche en descente, sur les échelles	0 pts
	Boiterie :	Aucune ou minime	8 pts
		Evidente	4 pts
Marquée		0 pts	
Mobilité dans le plan sagittal (flexion-extension) :	Normal ou limitation minime (30° ou plus)	8 pts	
	Limitation modérée (15°-29°)	4 pts	
	Limitation sévère (< 15°)	0 pts	
Mobilité de l'arrière-pied (inversion-éversion) :	Normal ou limitation minime (75% à 100% de la normale)	6 pts	
	Limitation modérée (25% à 74% de la normale)	3 pts	
	Limitation sévère (< 25% de la normale)	0 pts	
Impression subjective	Stable	8 pts	
	de stabilité de la cheville :	Manifestement instable	0 pts
ALIGNEMENT	Bon, appui plantigrade et cheville normo axée	10 pts	
AVANT/ARRIERE PIED	Moyen, appui plantigrade, désaxation minime asymptotique	5 pts	
	Mauvais, appui plantaire anormal, désaxation majeure invalidante	0 pts	
	TOTAL :		
Excellent = 90-100, Bon = 75-89, Moyen = 60-74, Mauvais <60			

