



## TUNISIE ORTHOPÉDIQUE

Année 2017, Vol8, N° 1

pp 10-14

Accès Libre sur / Free Access on  
[www.sotcot.com](http://www.sotcot.com)

### Résultat du traitement chirurgical des fractures du tibia distal : enclouage centromédullaire versus plaque vissée.

### Results of surgical treatment of distal tibial fractures: nailing versus plate.

Chebbi W., Kedous MA, Zaraa M., 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 Chebbi Wael

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

E-mail : chebbiwael@gmail.com

#### RESUME

**Introduction :** Les fractures du tibia distal sont de plus en plus fréquentes. La difficulté de sa prise en charge génère des controverses entre techniques non invasives et fixation stable. Le but de notre étude est de comparer les résultats de deux moyens d'ostéosynthèse, l'enclouage centromédullaire et la plaque.

**Méthodes :** Notre étude était comparative rétrospective sur 6 ans portant sur le traitement des fractures du tibia distal entre enclouage centromédullaire et plaque vissée répartis en deux groupes comparables de 30 patients chacun.

**Résultats :** L'âge moyen était de 44.5 ans. L'étiologie était un accident domestique dans 50% des cas. Le type de fracture 43-A1 selon la classification de l'AO était le plus fréquent avec 58.3% des cas. Pour le groupe ECM, l'abord a été pratiqué dans 46.6% des cas. Une vis latérale de verrouillage a été utilisée dans 73.3% de cas. Pour le groupe PLQ, l'abord antéro-médial a été pratiqué dans 80% des cas et une vis de compression a été utilisé chez 56.6% des patients. Nous avons retrouvé une corrélation statistiquement significative entre l'enclouage et l'apparition d'un cal vicieux. Nous avons noté un cas de sepsis dans le groupe ECM et trois dans le groupe PLQ, mais sans relation statistique. Enfin, sur le plan fonctionnel, aucune différence statistique n'a été retrouvée entre les scores AOFAS des deux groupes

**Conclusion :** Il n'y a pas de traitement idéal pour les fractures du tibia distal. Le traitement par enclouage peu invasif, donne des cals vicieux. Les plaques vissées exposent au risque infectieux. Nous recommandons, l'utilisation d'une plaque vissée anatomique par une voie antéro-médiale ou mini-invasive.

#### ABSTRACT

**Background:** Distal tibia fractures are becoming more frequent. The difficulty of its management generates controversial between a non-invasive procedure and a stable fixation. The aim of our study was to compare the results of two ways of osteosynthesis, intramedullary nailing and plating.

**Methods:** We conducted a retrospective comparative study over 6 years on the treatment of distal tibia fractures between intramedullary nailing and plating divided them into two groups of 30 patients.

**Results:** The mean age was 44.5 years. The etiology was a domestic accident in 50% of cases. The 43-A1 type of fracture according to the classification of AO was the most frequent with 58.3% of cases. For the ECM Group, reaming was performed in 46.6% of cases. A lateral locking screw was used in 73.3% of cases. For the PLQ group an anteromedial approach was practiced in 80% of cases and a lag screw was used in 56.6% of patients. We found a statistically significant correlation between intramedullary nailing and malunion. We reported one case of infection in the ECM group and three cases in the PLQ group without any statistical relationship. Functionally, no statistical difference was found between the AOFAS scores of the two groups.

**Conclusion:** There is no ideal treatment for distal tibia fractures. Nailing although minimally invasive, provides malunion. Plating exposes to risk of infection. We recommend the use of an anatomical bone plate by an anteromedial or minimally invasive approach.



## I. INTRODUCTION

Les fractures du tibia distal représentent 19 % de l'ensemble des fractures du tibia<sup>[1]</sup>. Leurs indications restent sujettes à controverse. Plusieurs moyens thérapeutiques ont été introduit et amélioré au fil des années afin de raccourcir le délai de la consolidation et de réduire la fréquence des complications<sup>[2,3]</sup>. Le traitement orthopédique, longtemps utilisé pour ce type de fractures<sup>[6]</sup>, est pourvoyeur de bon nombre de cals vicieux et de raideurs de chevilles. Actuellement, deux moyens d'ostéosynthèse sont les plus utilisées, comme l'a montré Zelle et al.<sup>[4]</sup> dans une revue de la littérature en 2006. L'enclouage centromédullaire reste le traitement de choix des fractures diaphysaires, mais son utilisation devient difficile en cas de refend articulaire ou de déplacement du fragment distal. L'ostéosynthèse par plaque vissée permet, une bonne réduction avec une fixation solide, mais aux dépens d'un abord extensif et un décollement des parties molles, associé à un risque septique majoré. A travers cette étude rétrospective, nous avons comparé deux groupes de 30 patients traités respectivement par enclouage centromédullaire (groupe ECM) et plaque vissée (groupe PLQ) avec pour but d'étudier leurs résultats anatomiques et fonctionnels dans le traitement des fractures métaphysaires du tibia distal afin d'établir un protocole thérapeutique précis.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Notre étude est comparative rétrospective sur une période de 6 ans allant de Aout 2008 à Décembre 2014, portant sur le traitement chirurgical des fractures métaphysaires du tibia distal au service de chirurgie orthopédique et traumatologique du centre de traumatologie et des grands brûlés de Ben Arous. Nous avons comparé deux groupes de 30 patients chacun, traités respectivement par enclouage et par plaque vissée. Nous n'avons pas inclus dans ce travail les fractures articulaires. Nous avons procédé à un recueil de données avec analyse des caractéristiques épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques de tous les cas afin de les comparer entre eux. Tout les patients ont bénéficiés d'un bilan radiographique standard en pré-opératoire, en post-opératoire et au dernier recul avec calcul des angles métaphyso-diaphysaires de face et de profil. Les fractures ont été classées selon la classification de l'AO (43 : tibia distal, A1 : trait simple, A2 : à 3<sup>ème</sup> fragment, A3 : complexe). Les données ont été recueillies grâce à une fiche analytique standardisée, puis saisies au moyen du logiciel SPSS 21.0. Pour évaluer nos résultats fonctionnels, nous avons utilisé le score «AOFAS hindfoot» de Kitaoka (Fig.1) qui est basé sur trois critères principaux: la douleur, la fonction et l'alignement avant/arrière du pied et la satisfaction du malade. L'évaluation des résultats anatomiques était basée sur la comparaison d'alignement, de rotation, de déformation et de perte de correction sur les radiographies. Nous avons réalisé une étude statistique ainsi qu'une étude analytique avec recherche de corrélation par des tests spécifiques. Enfin nous avons mené une revue exhaustive de la littérature en utilisant le moteur de recherche PubMed. Nous

sommes ainsi arrivé à collecté 127 articles de la littérature se rapportant à notre sujet dont 7 études comparatives.

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	

Fig.1 : Score AOFAS (American Orthopedic Foot and Ankle Society)

## III. RÉSULTATS

L'âge moyen de nos patients était de 46 ans pour le groupe ECM et de 43 ans pour le groupe PLQ avec une prédominance masculine (62%). Les circonstances du traumatisme étaient dominées par les accidents domestiques (50%) et de la voie publique (33%). Selon la classification de l'AO, la fracture la plus fréquemment retrouvée était à trait simple type A1 (60% des cas) (Fig.2). Le trait de fracture fibulaire était au même niveau que le tibia dans presque la moitié des cas. La durée moyenne d'intervention était de 63 mn pour le groupe ECM et de 81 mn pour le groupe PLQ. L'abord antéro-médial était le plus pratiqué pour le groupe PLQ (93% des cas) (Fig.3) dont quelques cas en mini-invasif alors que pour le groupe ECM, le verrouillage a été au moins distal dans presque la moitié des cas sinon bipolaire. La réalisation d'une ostéosynthèse de la fibula a été équitablement répartie entre plaque et brochage. Le délai moyen d'appui était comparable avec en moyenne 46 jours pour le groupe ECM et 49 jours pour le groupe PLQ. Le recul moyen était de 12 mois (6 mois – 48 mois).





**Fig.2 :** Fracture type 43-A1 du tibia distal avec ostéosynthèse par plaque en trèfle sans ostéosynthèse de la fibula



**Fig.3 :** Abord antéro-médial du tiers inférieur de la jambe et ostéosynthèse par plaque

Concernant les complications, nous avons recensé 3 cas de sepsis pour le groupe PLQ contre 1 pour le groupe ECM. Un cas de nécrose cutanée et deux cas de rétraction du fléchisseur de l'hallux avec déformation qui étaient des complications spécifiques de l'ostéosynthèse par plaque. Un cas de thrombose veineuse profonde et un cas de syndrome douloureux régional complexe ont été rapportés pour le groupe ECM. Un cas de raideur de cheville a compliqué chaque groupe. Le délai moyen de consolidation était de 4 mois et demi avec 5 mois pour le groupe ECM et 4.2

mois pour le groupe PLQ. Trois cas de retard de consolidation ont été retrouvés pour chaque groupe et 2 cas de pseudarthrose ont compliqué l'évolution du groupe ECM dont une septique (Fig.4) et une aseptique avec un taux de consolidation de 100% pour la plaque.



**Fig.4 :** Fracture type 43-A2 du tibia distal avec enclouage centromédullaire verrouillé bipolaire, ostéosynthèse de la fibula par plaque et évolution vers la pseudarthrose

Nous avons constaté que presque la moitié des cas d'enclouage ont évolué vers une consolidation vicieuse dont 5 cas au-delà de 10° alors que pour la plaque, il y avait un quart de cal vicieux dont un cas majeur au-delà de 10°. Des douleurs sur matériel à type de gonalgies antérieures ont compliqué l'évolution de 12 cas du groupe ECM dont 6 ont été enlevés et seulement 4 améliorés. Aussi, il y avait 7 cas de douleurs sur plaque dont 5 ablations avec bonne évolution. Pour le résultat fonctionnel, le score AOFAS (sur 100 points) était en moyenne de 91 points avec des résultats comparables pour les 2 groupes soit 90 points pour ECM et 92 points pour la plaque. Concernant l'étude des corrélations, nous n'avons pas trouvé de différence statistiquement significative entre le type d'ostéosynthèse d'une part et le délai de consolidation, le taux d'infection et le résultat fonctionnel malgré une différence de 2.2 points au score AOFAS, d'autre part. Aussi, nous n'avons pas trouvé de corrélation statistiquement significative entre l'alésage et le délai de consolidation dans le groupe ECM malgré un rallongement de ce délai de 0.3 mois et



entre la vis de compression et le délai de consolidation dans le groupe PLQ malgré une réduction de ce délai de 0.3 mois. Pour le groupe PLQ, il n'y a aucune différence statistiquement significative entre le type de voie d'abord et le taux d'infection. Enfin, concernant le taux de cal vicieux, nous rapportant une corrélation statistique avec le type d'ostéosynthèse du tibia en faveur de la plaque et l'absence de corrélation avec ou sans ostéosynthèse de la fibula et ceux quelque soit son type (Tableau I). Pour le clou, il n'y avait aussi pas de relation statistique entre cal vicieux et nombre de vis de verrouillage distal (Tableau II).

**Tableau I :** Distribution des défauts d'axe en fonction de l'ostéosynthèse de la fibula

	sans synthèse	Brochage	Plaque	Total
> 5°	7	4	2	13
>10°	0	5	2	7
Total	7	9	4	20

**Tableau II :** Répartition du cal vicieux en fonction du nombre de vis de verrouillage distal

	Cal vicieux<5°	Cal vicieux>10°	Total (%)
1 vis	6	4	10/22 (45.4%)
2 vis	2	2	4/7 (57.1%)
Total	8	6	14/29 (48.2%)

#### IV. DISCUSSION :

La prédominance masculine retrouvée dans notre série est présente dans la plupart des séries de la littérature<sup>[1]</sup>. La majorité des auteurs rapportent un traumatisme à haute énergie dont la principale circonstance est l'accident de la voie publique<sup>[5]</sup>. Le type de fracture le plus fréquemment rapporté est le type A1 de l'AO à trait simple. Ceci s'explique par la prédominance des chocs directs à faible énergie<sup>[5, 6]</sup>. Plusieurs auteurs insistent sur l'importance de l'ostéosynthèse première de la fracture de la fibula associée, idéalement par plaque, surtout si elle est au même niveau ou en dessous, ce qui augmente la stabilité rotatoire de la fracture et diminue les risques de déformation par un meilleur alignement<sup>[7]</sup>. Même s'il est connu que la fibula intacte est responsable d'un rallongement du délai de consolidation voir de pseudarthrose<sup>[8]</sup>, Le choix de la voie d'abord dans l'ostéosynthèse par plaque a été traité par Encinas-Ullan et al.<sup>[9]</sup> pour essayer de déterminer la voie ayant le moins de complications et le meilleur délai de consolidation. Les résultats étaient en faveur d'une absence de différence entre les voies antéro-médiale et latérale, le choix de la voie d'abord étant beaucoup plus dictée par le siège et le type de fracture. Plusieurs auteurs<sup>[10, 11]</sup> ont démontré que la voie mini-invasive ou MIPO (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis) est une technique intéressante dans le traitement des fractures du tibia distal, permettant de préserver l'hématome péri-fracturaire très ostéogénique ainsi que la vascularisation périosté tout en minimisant les dommages des parties molles. Ronga et al.<sup>[12]</sup> a montré que cette technique offrait des taux de consolidation plus élevés dans des délais plus réduits et un taux de complications plus bas. Certains auteurs préconisent, devant les fractures obliques ou spiroïdes, la mise en place d'une ou deux vis corticales de compression. Ce geste permet une

stabilité inter-fragmentaire primaire induisant la formation d'un cal osseux supplémentaire plus rapidement<sup>[13]</sup>, c'est le principe même de la technique AO. Ainsi, Bastias et al.<sup>[14]</sup> n'a pas trouvé de différence statistiquement significative entre l'utilisation d'une plaque à compression dynamique (DCP) ou une plaque à compression verrouillée (LCP) dans le traitement des fractures du tibia distal du point de vue de la consolidation et du résultat fonctionnel, même si une incidence moindre de cal vicieux a été retrouvé pour les plaques LCP. Concernant l'abord pour le groupe ECM, Keating et al.<sup>[15]</sup> a rapporté que les gonalgies antérieures post-opératoires diminuaient en utilisant un abord para-ligamentaire et que la protrusion du clou tibial au niveau de la tubérosité tibiale antérieure n'était pas le seul facteur déterminant. Ceci explique le nombre de patients qui ne se sont pas améliorés après ablation du matériel. Toivenen et al.<sup>[16]</sup> n'a pas retrouvé de différence statistiquement significative entre les deux types d'abord. Pour les fractures traitées par enclouage, plus le trait est bas, moins il y aurait de contact entre le clou tibial et les corticales distales, comme le démontre Weninger et al.<sup>[17]</sup>. Yaligod et al.<sup>[18]</sup> ont suggéré plusieurs artifices pour remédier à cette insuffisance qui ont été validées par plusieurs autres auteurs<sup>[19]</sup>.

- L'utilisation d'une table orthopédique pour avoir une traction continue.
- Une réduction préalable la plus parfaite possible.
- L'utilisation d'un clou à multiple trous de verrouillage distaux multi-planaires.
- La mise en place du clou tibial sans alésage préalable.
- L'impaction du clou dans l'os sous-chondral du plafond tibial.
- L'utilisation de vis polaires afin de réduire la largeur de la métaphyse distale et de guider ainsi l'introduction du clou.

Aussi, Weninger et al.<sup>[17]</sup> a montré que les clous canulés donnaient plus de cassure de vis et que plus il y a de vis de verrouillage, moins il y a d'échec du montage. De plus, un verrouillage multi-planaire permet d'avoir une tenue mécanique plus solide, protégeant ainsi de l'apparition d'une perte de correction et ultérieurement d'un cal vicieux. Certains auteurs comme Yang et al.<sup>[20]</sup> ont rapporté que les délais de consolidation étaient meilleurs après enclouage centromédullaire mais la majorité des auteurs affirment une absence de différence significative entre ces deux techniques<sup>[21]</sup>. Les résultats de la plaque s'améliorent<sup>[21]</sup>, surtout avec la technique mini-invasive ménageant les parties molles. Dans la littérature, aucune corrélation statistiquement significative n'a été objectivée, même si une augmentation du taux d'infection est retrouvée avec les plaques vissées plus qu'avec l'enclouage centromédullaire. Concernant le cal vicieux, les résultats de notre série sont concordants avec ceux de la littérature. Puno et al.<sup>[22]</sup> a retrouvé une corrélation entre la présence d'un cal vicieux et un mauvais résultat fonctionnel et l'apparition précoce d'une arthrose. Dans la littérature également, il n'y a pas de corrélation statistique entre le taux de pseudarthrose et la technique utilisée. La genèse de la pseudarthrose est



multifactorielle. Cette complication est due, souvent dans les fractures isolées du tibia distal, à la présence d'une fibula intacte associée à une vascularisation faible. D'autres causes comme le type de fracture, surtout les comminutives, l'état cutané, ou une erreur technique peuvent influencer la consolidation. Enfin pour le résultat fonctionnel, nos résultats concordent avec ceux de la littérature. Ainsi Joveniaux et al.<sup>[23]</sup> et Yavuzet al.<sup>[24]</sup>, ne trouvent aucune différence significative entre les scores AOFAS des patients et ce quel que soit la technique utilisée. Il en est de même pour Yang et al.<sup>[20]</sup> avec le score fonctionnel de la cheville de Olerud et Molandar et le « Iowa » score.

## V. CONCLUSION

Le traitement des fractures du tibia distal est controversé entre défenseurs de l'enclouage centromédullaire et adeptes des plaques vissées. Nous savons que l'enclouage centromédullaire est une technique peu invasive, mais qui donne des cals vicieux alors que la plaque vissée expose à un risque infectieux non négligeable d'où l'intérêt de notre étude comparative. Au terme de ce travail, nous n'avons pas trouvé de relation statistiquement significative entre les 2 techniques d'ostéosynthèse d'une part, le taux d'infection et de pseudarthrose d'autre part alors que cette relation existe entre l'enclouage centromédullaire et le taux de cal vicieux. Enfin, nous recommandons l'utilisation des plaques vissées qui offrent plus de tenue mécanique distale et de stabilité à long terme. Cette plaque doit être mise par voie antéro-médiale à défaut d'un abord mini-invasif en évitant autant que possible le dépériostage. Aussi, il est préférable d'utiliser des plaques anatomiques adaptées au tibia distal et de débiter toujours par l'ostéosynthèse de la fibula au mieux par plaque vissée. Une attention particulière doit être portée pour les fractures de type A3 et les lésions cutanées secondaires après traumatisme par choc direct et chez les sujets tarés (diabétique, artéritique). Pour l'enclouage centromédullaire, bien que sur le plan anatomique il donne de moins bons résultats, sur le plan fonctionnel, les deux techniques se valent. Il garde des indications mais requiert une technique parfaite et un matériel adaptés nécessaires afin d'avoir la même stabilité que la plaque vissée.

## VI. RÉFÉRENCE

- 1) Court-Brown CM, McBirnie J. The epidemiology of tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77(3):417-21
- 2) Li J, Chen L, Zhou K, Lin CC. [Case-control study on treatment of distal tibiofibular fractures with modified anterolateral or traditional approach]. *ZhongguoGu Shang.* 2014; 27(6):448-52.
- 3) Boyer P, Charles P, Loriaut P, Alkhaili J, Mylle G, Pelissier A, et al. Results of angular-stable locked intramedullary nails in the treatment of distal tibia fractures. *Orthop Trauma Surg Res.* 2014; 100(8):901-5.
- 4) Zelle BA, Bhandari M, Espiritu M, Koval KJ, Zlowodzki M. Treatment of distal tibia fractures without articular involvement: a systematic review of 1125 fractures. *J OrthopTraum.* 2006; 20(1):76-9.
- 5) Collinge C, Protzman R. Outcomes of minimally invasive plate osteosynthesis for metaphyseal distal tibia fractures. *J Orthop Trauma.* 2010; 24(1):24-9.
- 6) Hao BC, Xie KB, Xiong LX, Zhang L, Zhang JS, Zhang J, et al. [Manipulative reduction with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis for 60 patients with distal tibiofibular fractures]. *ZhongguoGu Shang.* 2014; 27(6):491-5.
- 7) Kumar A., Charlebois S.J., Cain E.L., et al. Effect of fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal tibial fractures treated with intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85:604-8.

- 8) Teitz C.C., Carter D.R., Frankel V.H. Problems associated with tibial fractures with intact fibulae. *J Bone Joint Surg Am.* 1980; 62:770-6.
- 9) Encinas-Ullan C, Fernandez-Fernandez R, Rubio-Suarez JC, et al. Medial versus lateral plating in distal tibia fractures: a prospective study of 40 fractures. *Rev Esp Cir OrtopTraumatol.* 2013; 57(2):117-22.
- 10) Paluvadi SV, Lal H, Mittal D, Vidyarthi K. Management of fractures of the distal third tibia by minimally invasive plateosteosynthesis – A prospective series of 50 patients. *J ClinOrthop Trauma.* 2014;5(3):129-36.
- 11) Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tschern H. Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study. *Injury.* 1997; 28 Suppl 1:A7-12.
- 12) Ronga M, Longo UG, Maffulli N. Minimally Invasive Locked Plating of Distal Tibia Fractures is safe and Effective. *ClinOrthopRelat Res.* 2010 April; 468(4):975-82.
- 13) Horn C, Dobe S, Vester H, Schaffler A, Lucke M, Stockle U. Combination of interfragmentary screws and locking plates in distal meta-diaphyseal fractures of the tibia: a retrospective, single-centre pilot study. *Injury.* 2011;42(10):1031-7.
- 14) Bastias C, Henríquez H, Pellegrini M, Rammelt S, Cuchacovich N, Lagos L et al. Are locking plates better than non-locking plates for treating distal tibial fractures?. *J Foot AnkleSurg.* 2014;20(2):115-9.
- 15) Keating JF, Orfaly R, O'Brien PJ. Knee pain after tibial nailing. *J Orthop Trauma.* 1997;11:10-13.
- 16) Toivanen JA, Vaisto O, Kannus P, Latvala K, Honkonen SE, Jarvinen MJ. Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study comparing two different nail-insertion techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A:580-5.
- 17) Weninger P, Schueller M, Jamek M, Tschegg SS, Redl H, Tschegg EK. Factors influencing interlocking screw failure in unreamed small diameter nails – A biomechanical study using a distal tibia fracture model. *Clin Biom.* 2009;24(4):379-84.
- 18) Yaligod V, Rudrappa GH, Nagendra S, Shivanna UM. Minimizing the complications of intramedullary nailing for distal third tibial shaft and metaphyseal fractures. *J Orthop.* 2014; 11(1):10-8.
- 19) Schüllera M, Herndler S, Weninger P, Jamek M, Redl H, Tschegg EK. Stiffness and permanent deformation of extra-articular distal tibia fractures treated with unreamed small diameter intramedullary nailing. *Mater SciEng C Mater Biol Appl.* 2008;28(8):1209-16.
- 20) Yang SW, Tzeng HM, Chou YJ, Teng HP, Liu HH, Wong CY. Treatment of distal tibialmetaphyseal fractures: plating versus shortened intramedullary nailing. *Injury.* 2006;37(6):531-5.
- 21) Stengel D, Ekkernkamp A, Wich M. F3.2 A meta-analysis of functional outcomes after nail versus plate fixation of distal tibia fractures. *Injury.* 2013;44, Supplement 2(0):S10-S11.
- 22) Puno RM, Vaughan JJ, Stetten ML et al. Long-term effects of tibial angular malunion on the knee and ankle joints. *J Orthop Trauma.* 1991;3:247-54.
- 23) Joveniaux P, Ohl X, Harisboure A, Berrichi A, Labatut L, Simon P, et al. Distal tibia fractures: management and complications of 101 cases. *IntOrthop.* 2010; 34(4):583-8.
- 24) Yavuz U, Sökücü S, Demir B, Yildirim T, Özcan Ç, Kabukcuoglu YS. F3.3 Comparison of functional and radiologic outcomes of nail and plate fixation in distal tibial diaphysis fractures up to 4 cm distance to joint line. *Injury.* 2013; 44, Supplement 2(0):S11.

