LES FRACTURES DE LA JAMBE TRAITÉES PAR ENCLOUAGE VERROUILLÉ

À PROPOS DE 29 CAS

Meriem AIT SAADI[1], Sarrah AIT ZIANE[2], Sihem MAAMRI[3], Anissa BENAIDA[1]

1. Service de chirurgie orthopédique et traumatologique chu Blida, faculté de medecine Blida
2. Service de medecine physique et de réadaptation chu de Douera. faculté de medecine de Blida
3. Faculté de medecine de Blida

Reçu : 30 septembre 2026 *Accepté : 22 octobre 2026* *Publié : 15 novembre 2026*

Citation : Meriem AIT SAADI, Sarrah AIT ZIANE, Sihem MAAMRI, Anissa BENAIDA. Les fractures de la jambe traitées par enclouage verrouillé : à propos de 29 cas. ***JMSP Vol. 2, Numéro 2, 2026****, p. 111–118.*

Résumé :

Introduction : Les fractures de la jambe constituent une pathologie traumatique fréquente, touchant principalement l'adulte jeune. L'enclouage centromédullaire verrouillé représente actuellement une méthode de référence dans leur traitement chirurgical, permettant une stabilisation efficace tout en préservant les conditions biologiques de consolidation.

Objectif : Évaluer les résultats cliniques, radiologiques et fonctionnels des fractures de jambe traitées par enclouage centromédullaire verrouillé.

Matériels et Méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 29 patients, colligés sur une période d'un an. L'âge moyen était de 39 ans. Tous les patients ont bénéficié d'un enclouage centromédullaire avec alésage et verrouillage, réalisé à foyer fermé sous contrôle scopique. Le suivi moyen était de 25 mois, avec des extrêmes de 16 et 38 mois. L'évaluation fonctionnelle a été réalisée selon les critères de Johner et Wruhs.

Résultats : La consolidation osseuse a été obtenue en moyenne en 15 semaines. L'appui total était autorisé en moyenne au 90ème jour postopératoire. Nous avons relevé trois cas de retard de consolidation et un cas de pseudarthrose aseptique. Aucun cas de cal vicieux ni de migration du matériel n'a été observé. Sur le plan fonctionnel, les résultats excellents et bons représentaient 89,7 % des cas évalués.

Conclusion : L'enclouage centromédullaire verrouillé constitue une technique thérapeutique fiable dans le traitement des fractures de la jambe. Il permet d'obtenir une bonne consolidation osseuse et de bons résultats fonctionnels satisfaisants.

Mots-clés : Fracture de jambe ; enclouage centromédullaire ; verrouillage ; alésage ; consolidation osseuse ; Johner et Wruhs.

Abstract

Introduction: Tibial shaft fractures are common traumatic injuries, mainly affecting young adults. Locked intramedullary nailing is currently considered the gold standard surgical treatment, providing effective stabilization while preserving the biological conditions required for bone healing.

Objective: To evaluate the clinical, radiological, and functional outcomes of tibial fractures treated with locked intramedullary nailing.

Materials and Methods: This retrospective study included 29 patients over a one-year period. The mean age was 39 years. All patients underwent closed, reamed, locked intramedullary nailing under fluoroscopic guidance. The mean follow-up period was 25 months (range: 16–38 months). Functional outcomes were assessed according to the Johner and Wruhs criteria.

Results: Bone union was achieved within a mean period of 15 weeks. Full weight-bearing was permitted at a mean of 90 days postoperatively. We recorded three cases of delayed union and one case of aseptic nonunion. No cases of malunion or implant migration were observed. Excellent and good functional outcomes were achieved in 89.7% of the evaluated cases.

Conclusion: Locked intramedullary nailing is a reliable treatment option for tibial fractures. It provides a high rate of bone healing and satisfactory functional outcomes.

Keywords: Tibial fracture; intramedullary nailing; interlocking; reaming; bone healing; Johner and Wruhs criteria.

Introduction :

Les fractures de la jambe constituent une pathologie traumatique fréquente, touchant principalement l'adulte jeune. Elles présentent une grande diversité lésionnelle selon le siège anatomique, le type du trait de fracture, le degré de déplacement et l'existence éventuelle de lésions associées.

Leur prise en charge représente un véritable défi thérapeutique, en raison de la situation sous-cutanée du tibia, de sa vascularisation relativement précaire et de la fréquence des lésions des parties molles.

L'enclouage centromédullaire constitue actuellement la méthode de référence dans le traitement chirurgical de la majorité des fractures diaphysaires du tibia. L'avènement de l'enclouage centromédullaire verrouillé a considérablement élargi ses indications et amélioré la stabilité des montages, faisant de cette technique le gold standard du traitement des fractures diaphysaires du tibia.

Le concept du verrouillage, initié par Küntscher en 1966, développé en Allemagne par Klemm et Schellmann en 1970, puis perfectionné et largement diffusé par Gross et Kempf à partir de 1974, a constitué une avancée majeure dans l'ostéosynthèse des fractures des os longs.

Cette technique permet de contrôler les déplacements en rotation et en longueur, grâce au verrouillage proximal et distal, tout en autorisant une mobilisation précoce. Elle a également permis d'élargir les indications de l'enclouage centromédullaire aux fractures complexes, comminutives et métaphyso-diaphysaires.

Deux types de verrouillage peuvent être réalisés :

- Le verrouillage statique : comportant un verrouillage proximal et distal (bipolaire), assurant un contrôle de la longueur et de la rotation.
- Le verrouillage dynamique : comportant un verrouillage unipolaire, permettant une compression axiale au niveau du foyer de fracture.

Matériels et méthodes

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur une série de 29 patients, colligés sur une période d'un an. La série comprend 19 hommes et 10femmes, avec un âge moyen de 39 ans.

Les étiologies étaient dominées par les accidents de la circulation (18 cas), suivis des accidents de la voie publique (6 cas), des chutes (3 cas) et des accidents sportifs (2 cas).

Sur le plan anatomopathologique, 21 fractures étaient fermées et 8 étaient ouvertes, classées stade I selon la classification de Cauchoix et Duparc. Par ailleurs, 5 patients présentaient un polytraumatisme associé à des fractures multiples.

Le bilan radiologique reposait sur la radiographie standard, réalisée chez tous les patients. Une tomodensitométrie (TDM) a été effectuée dans 18 cas.

La jambe droite était atteinte dans 18 cas. La répartition topographique des fractures était la suivante (figure 1) :

- 5 fractures du tiers proximal (1/3 supérieur).
- 14 fractures du tiers moyen.
- 10 fractures du tiers distal (1/3 inférieur).

Le caractère comminutif était retrouvé dans 6 cas. Une fracture associée de la fibula était présente dans 25 cas.

Le délai moyen de prise en charge variait entre 6 et 48 heures.

Tous les patients ont été opérés sous rachianesthésie. L'intervention était réalisée en décubitus dorsal, jambe pendante sur une table opératoire ordinaire, avec traction manuelle et réduction à foyer fermé sous contrôle scopique.

L'ostéosynthèse était réalisée par enclouage centromédullaire verrouillé avec alésage dans tous les cas.

Le montage était statique dans 18 cas et dynamique dans 11 cas. Le diamètre des clous utilisés variait de 9 à 11 mm.

Une ostéosynthèse complémentaire de la fibula a été réalisée dans 7 cas : par plaque vissée dans un cas et par embrochage dans 6 cas.

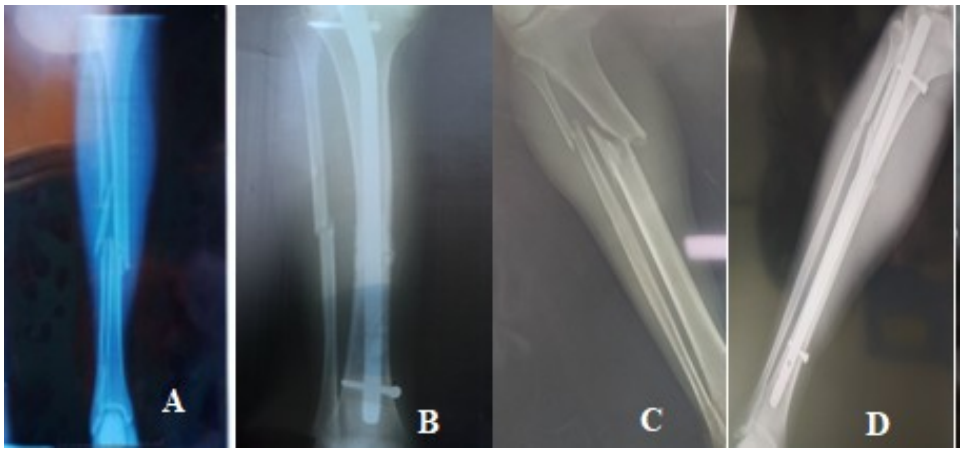


Figure 1 : Aspects radiographiques des fractures diaphysaires de la jambe traitée par enclouage centromédullaire verrouillé.

A : Fracture médio-diaphysaire de la jambe.

B : Aspect radiographique après enclouage centromédullaire verrouillé en montage dynamique.

C : Fracture diaphysaire de la jambe au tiers proximal.

D : Aspect radiographique après enclouage centromédullaire verrouillé en montage dynamique.

Résultats :

Tous les patients ont bénéficié d'un suivi clinique et radiologique régulier en consultation, avec un recul moyen de 25 mois, et des extrêmes de 16 et 38 mois.

1. Complications postopératoires

Aucune complication postopératoire précoce à type d'état de choc, de phlyctènes ou d'accident thromboembolique n'a été constatée. Aucun syndrome des loges secondaire n'a été observé. Par ailleurs, nous n'avons enregistré aucun cas de migration du clou ni de cal vicieux.

2. Évolution clinique

Le suivi clinique a porté sur la cicatrisation cutanée, l'évaluation des amplitudes articulaires du genou et de la cheville, l'analyse de la marche ainsi que l'évolution radiologique des fractures. La cicatrisation cutanée a été obtenue chez tous les patients. L'évaluation fonctionnelle a objectivé :

L'évaluation fonctionnelle a montré :

- Une mobilité du genou normale chez tous les patients.
- Une mobilité normale de la cheville chez 24 patients.
- Un déficit de flexion dorsale de la cheville chez 5 patients.
- Une boiterie intermittente ou permanente chez 3 patients.
- Une amyotrophie chez 3 patients.
- Des douleurs mécaniques occasionnelles chez 6 patients.

3. Délai d'appui et consolidation osseuse

L'appui partiel a été autorisé progressivement à partir de la quatrième semaine postopératoire, de manière adaptée à l'évolution clinique et radiologique. L'appui total a été obtenu en moyenne au 90^{e} jour postopératoire. Le délai moyen de consolidation osseuse était de 15 semaines (figure 2). Nous avons enregistré trois cas de retard de consolidation, survenus après un verrouillage statique, ainsi qu'un cas de pseudarthrose aseptique.



Figure 2 : Cliché radiographique de contrôle après enclouage centromédullaire verrouillé du tibia, montrant un verrouillage proximal et distal, avec un aspect de consolidation osseuse.

4. Évaluation des résultats fonctionnels

Les résultats fonctionnels ont été évalués selon les critères de Johner et Wruhs. Ils ont été classés en quatre catégories : excellents, bons, moyens et mauvais. (Tableau 1)

Au total on a retrouvé 20 résultats excellents (69 %), 6 bons résultats (20,7 %), 2 résultats assez bons (6,9 %) et un mauvais résultat (3,4 %). Ainsi, les résultats satisfaisants (excellents et bons) représentaient 89,7 % de notre série.

Tableau 1: Critères d'évaluation des résultats selon Johner et Wruhs

Critères	Excellent	Bon	moyen	Mauvais
Pseudarthrose / Infection	Nulle	Nulle	Nulle	Oui
Lésion vasculo-nerveuse	Nulle	Minimale	Modérée	Sévère
Déformation – Varus / valgus	Nulle	2–5°	6–10°	>10°
Déformation – Flexum / recurvatum	0–5°	6–10°	11–20°	>20°
Déformation – Rotation	0–5°	6–10°	11–20°	>20°
Déformation – Raccourcissement	0–5 mm	6–10 mm	11–20 mm	>20 mm
Mobilité – Genou	Complète	>80 %	>75 %	<75 %
Mobilité – Cheville	Complète	>75 %	>50 %	<50 %
Mobilité – Sous-talienne	>75 %	>50 %	<50 %	—
Douleur	Nulle	Occasionnelle	Modérée	Sévère
Marche	Normale	Normale	Boiterie moyenne	Significative
Activités énergétiques	Possible	Limitée	Très limitée	Impossible
Notre série	20 (69%)	6 (20.7%)	2 (6.9%)	1 (3.4%)

Discussion

Les fractures de la jambe constituent une pathologie traumatique fréquente, touchant principalement l'adulte jeune. Leur prise en charge demeure un défi thérapeutique en raison de la vulnérabilité anatomique du tibia, de sa vascularisation relativement précaire et de la fréquence des lésions associées des parties molles. Les complications évolutives, notamment les retards de consolidation, les pseudarthroses et les infections, peuvent compromettre le résultat fonctionnel.

L'enclouage centromédullaire verrouillé s'est progressivement imposé comme une méthode de référence dans le traitement des fractures diaphysaires du tibia. Le développement des systèmes de verrouillage a permis d'améliorer la stabilité mécanique des montages et d'élargir les indications de cette technique, notamment aux fractures instables et comminutives. Il présente l'avantage de respecter relativement la vascularisation périostée, tout en assurant une stabilisation mécanique permettant une mobilisation précoce du membre opéré [1].

Les caractéristiques épidémiologiques de notre série rejoignent celles habituellement rapportées dans la littérature. La population étudiée était majoritairement jeune et masculine, avec un âge moyen de 39 ans. Cette prédominance masculine peut être expliquée par une exposition plus importante aux accidents de la circulation et aux traumatismes à haute énergie. Les accidents de la circulation constituaient la principale étiologie dans notre série.

Sur le plan thérapeutique, tous nos patients ont bénéficié d'un enclouage centromédullaire avec alésage et verrouillage, réalisé à foyer fermé sous contrôle scopique. Le verrouillage permet de contrôler les contraintes en rotation et en raccourcissement, particulièrement dans les fractures instables, comminutives ou situées aux extrémités du tibia.

Dans notre série, le montage était statique dans 18 cas et dynamique dans 11 cas. La dynamisation constitue une option thérapeutique visant à favoriser la compression axiale du foyer fracturaire et à stimuler la formation du cal osseux.

Elle peut être indiquée dans certaines situations de retard de consolidation, après vérification de la stabilité et de l'alignement du montage. Vaughn et al. ont étudié l'intérêt de la dynamisation des clous centromédullaires dans le traitement des retards de consolidation et des pseudarthroses des os longs. Dans leur série, la dynamisation a permis d'obtenir la consolidation dans 54 % des cas [2]. Toutefois, cette procédure doit être individualisée en fonction du type de fracture, de la qualité du cal et des conditions mécaniques locales.

La résistance mécanique du clou est également influencée par son diamètre. Les clous de faible diamètre présentent une résistance moindre aux contraintes de flexion et peuvent entraîner une sollicitation plus importante des vis de verrouillage. Le choix du diamètre doit donc tenir compte de la morphologie osseuse, du type de fracture et des contraintes mécaniques appliquées au montage.

Sur le plan évolutif, le délai moyen de consolidation osseuse dans notre série était de 15 semaines, avec un appui total obtenu en moyenne au 90e jour postopératoire. Nous avons enregistré trois cas de retard de consolidation et un cas de pseudarthrose aseptique. Ces complications peuvent être liées à plusieurs facteurs, notamment la sévérité du traumatisme initial, le caractère comminutif de la fracture, les lésions des parties molles, les conditions vasculaires locales et les facteurs mécaniques liés à l'ostéosynthèse.

Une attention particulière mérite d'être accordée aux fractures ouvertes. Dans notre série, 2 des 8 fractures ouvertes (25 %) ont évolué vers un retard de consolidation, soulignant l'influence des lésions initiales des parties molles et de la vascularisation périostée. Turley et al., dans une revue systématique publiée en 2023 portant sur 1 850 fractures ouvertes de la diaphyse tibiale traitées par ECMV, ont rapporté un taux de retard de consolidation de 22,4 %, de pseudarthrose de 9,7 %, de cal vicieux de 8,3 % et d'infection de 8,1 % [3]. Notre taux s'inscrit dans cette problématique, bien que le

faible effectif de notre étude ne permette pas d'établir une relation statistiquement significative.

Sur le plan fonctionnel, l'évaluation selon Johner et Wruhs [5] (89,7 % de résultats satisfaisants), l'absence de cal vicieux et de migration du matériel, ainsi que la récupération d'une mobilité normale du genou chez tous les patients soulignent l'intérêt d'une mobilisation précoce et d'une rééducation adaptée.

Conclusion

Les fractures de la jambe constituent une pathologie traumatique fréquente et représentent une problématique quotidienne dans la pratique du chirurgien orthopédiste.

L'enclouage centromédullaire verrouillé constitue une méthode thérapeutique de référence dans la prise en charge de ces fractures. Il permet d'obtenir une consolidation osseuse dans des délais satisfaisants, avec un taux relativement faible de complications.

Cette technique assure une restauration de l'axe et de la fonction du membre inférieur, favorisant une récupération fonctionnelle précoce. Sous réserve du respect des principes chirurgicaux et biomécaniques, elle permet une reprise rapide des activités quotidiennes, socioprofessionnelles et sportives.

Ainsi, les résultats de notre série confirment l'intérêt de cette technique, qui demeure une méthode fiable et efficace dans le traitement des fractures de la jambe.

Conflit d’intérêt: pas de conflit d’intérêt

Bibliographie :

1. Bhandari M, Guyatt G, Tornetta P 3rd, Schemitsch EH, Swiontkowski M, Sanders D, et al. Randomized trial of reamed and unreamed intramedullary nailing of tibial shaft fractures. J Bone Joint Surg Am. 2008;90(12):2567-2578. doi:10.2106/JBJS.G.01694.

2. Vaughn J, Gotha H, Cohen E, Fantry AJ, Feller RJ, Van Meter J, et al. Nail dynamization for delayed union and nonunion in femur and tibia fractures. Orthopedics. 2016;39(6):e1117-e1123. doi:10.3928/01477447-20160819-01.

3. Turley L, Barry I, Sheehan E. Frequency of complications in intramedullary nailing of open tibial shaft fractures: a systematic review. EFORT Open Rev. 2023;8(2):90-99. doi:10.1530/EOR-22-0076.

4. Jeremić D, Rajović N, Gluščević B, Krivokapić B, Rajković S, Bogosavljević N, et al. Updated meta-analysis of randomized controlled trials comparing external fixation to intramedullary nailing in the treatment of open tibial fractures. Medicina (Kaunas). 2023;59(7):1301. doi:10.3390/medicina59071301.

5. Johner R, Wruhs O. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation. Clin Orthop Relat Res. 1983;(178):7-25.

6. Duan X, Al-Qwbani M, Zeng Y, Zhang W, Xiang Z. Intramedullary nailing for tibial shaft fractures in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2012;(1):CD008241. doi:10.1002/14651858.CD008241.pub2.

7. Court-Brown CM, Christie J, McQueen MM. Closed intramedullary tibial nailing. Its use in closed and type I open fractures. J Bone Joint Surg Br. 1990;72(4):605-611.

8. Keating JF, O'Brien PI, Blachut PA, Meek RN, Broekhuyse HM. Reamed interlocking intramedullary nailing of open fractures of the tibia. Clin Orthop Relat Res. 1997;(338):182-191.