

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.21.009

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240904.0945.002\(2024-09-04\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240904.0945.002(2024-09-04))

经皮锁定钢板与交锁髓内钉治疗胫骨干节段性骨折临床疗效比较*

李林峰¹, 罗昊¹, 韩松¹, 周岳来², 刘涛^{1△}

(1. 江苏大学附属人民医院骨科, 江苏镇江 212002; 2. 苏北人民医院骨科, 江苏扬州 225001)

[摘要] **目的** 比较使用微创经皮锁定钢板内固定(MIPPO)和交锁髓内钉内固定(IMN)治疗胫骨干节段性骨折患者的临床疗效。**方法** 选取江苏大学附属人民医院和苏北人民医院 41 例胫骨节段性骨折内固定患者为研究对象, 其中 MIPPO 组 22 例, IMN 组 19 例, 随访 1 年。比较两组患者术中出血量、总失血量(术前及术后第 1 天血红蛋白差值)、骨折愈合时间、术后开始负重时间、术后并发症发生率、术后 1 年 Johner-Wruhs 功能评分等临床数据, 以评估两组患者的治疗效果。**结果** IMN 组与 MIPPO 组比较, 患者骨折愈合时间更早[(17.39±2.10)周 vs. (19.34±3.22)周, $P<0.05$], 术后开始负重时间也更早[(6.93±1.04)周 vs. (8.71±1.38)周, $P<0.05$], 总失血量更多[(32.89±6.55)g/L vs. (18.36±4.27)g/L, $P<0.05$]。两组术中出血量比较, 差异无统计学意义[(99.33±31.62)mL vs. (87.34±24.15)mL, $P=0.18$]。IMN 组畸形愈合 1 例, 向前成角 8°, 感染 1 例, 并发症发生率为 10.53%。MIPPO 组骨不连 3 例, 感染 2 例, 并发症发生率为 22.73%。两组患者并发症发生率及术后 1 年 Johner-Wruhs 功能评分优良率比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** IMN 能提供更强固的固定, 骨折愈合时间更短, 可早期负重功能锻炼, 是治疗胫骨节段性骨折更好的选择。

[关键词] 胫骨骨折; 髓内钉; 微创; 外科手术

[中图分类号] R683.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)21-3245-05

Comparison of clinical effects between percutaneous locking plate and interlocking intramedullary nail in treating segmental tibial shaft fracture*

LI Linfeng¹, LUO Hao¹, HAN Song¹, ZHOU Yuelai², LIU Tao^{1△}

(1. Department of Orthopedics, Affiliated People's Hospital of Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212002, China; 2. Department of Orthopedics, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou, Jiangsu 225001, China)

[Abstract] **Objective** To compare the clinical effects of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) and interlocking intramedullary nail (IMN) internal fixation in the treatment of segmental tibial shaft fractures. **Methods** A total of 41 patients with segmental tibial shaft fractures in the Affiliated People's Hospital of Jiangsu University and Northern Jiangsu People's Hospital were selected as the study subjects, including 22 cases in the MIPPO group and 19 cases in the IMN group. All patients were followed up for 1 year. The clinical data such as the intraoperative bleeding volume, total blood loss volume (the difference value of hemoglobin before operation and on postoperative 1 d), postoperative early loading time, fracture healing time, incidence rate of postoperative complications and Johner Wruhs functional score in postoperative 1 year were compared between the two groups. **Results** Compared with the MIPPO group, the fracture healing time in the IMN group was shorter [(17.39±2.10) weeks vs. (19.34±3.22) weeks, $P<0.05$], postoperative loading time was early [(6.93±1.04) weeks vs. (8.71±1.38) weeks, $P<0.05$], total blood loss volume was greater [(32.89±6.55)g/L vs. (18.36±4.27)g/L, $P=0.177$], but the intraoperative average blood loss had no statistical difference between the two groups [(99.33±31.62)mL vs. (87.34±24.15)mL, $P=0.177$]. There was 1 case of malunion with a forward angle of 8° in the IMN group, 1 case of infection, and the incidence rate of complications was 10.53%. In the MIPPO group, there were 3 cases of bone nonunion, 2 cases of infection and the incidence rate of complications was 22.73%. The complication incidence rate and the excellent and good rate of Johner Wruhs functional score in postoperative 1 year had no statistical difference

between the two groups. **Conclusion** IMN could provide the stronger fixation, shorter fracture healing time, and early weight bearing functional exercise, which is the better choice for treatment of segmental tibial fractures.

[Key words] tibial fractures; intramedullary nail; minimally invasive; surgical operation

胫骨节段性骨折定义为有两条不同骨折线且存在一个独立的中间骨节段的骨折,在所有胫骨干骨折中发生率在 3%~12%,多为高能量损伤所致。其软组织损伤重,易发生局部软组织坏死、感染;伤后肢体肿胀明显,骨筋膜室综合征发生率高;容易发生骨折延期愈合、不愈合等远期并发症^[1-2]。由于以上特点,该类骨折治疗难度较大^[3]。为减少手术对患肢软组织损害并保护骨折端的血供,目前临床上主要采用微创经皮锁定钢板内固定(minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis, MIPPO)或交锁髓内钉内固定(intramedullary nail, IMN)治疗这类骨折,但这两种固定方法孰优孰劣尚存在争议,本研究旨在比较了这两种方法治疗胫骨节段性骨折的短期疗效,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2012 年 1 月至 2021 年 6 月在江苏大学附属人民医院和苏北人民医院创伤中心接受治疗的 68 例胫骨节段性骨折患者为研究对象。纳入标准:(1)AO 分型 C2 型^[4];(2)年龄 20~59 岁;(3)闭合性骨折, Gustilo I、Gustilo II 型开放性骨折^[5];(4)手术于伤后 21 d 内进行;(5)术后随访至少 1 年。排除标准:(1)Gustilo III 型开放性骨折;(2)术前软组织损伤重,合并神经血管损伤,或发生骨筋膜室综合征,无法早期手术;(3)合并胸、腹、颅脑损伤或严重基础疾病;(4)合并其他部位骨折。最终共纳入 41 例,其中男 27 例、女 14 例;闭合性骨折 28 例、开放性骨折 13 例。损伤原因:车祸伤 27 例、重物砸伤 5 例、坠落伤 7 例、摔伤 2 例,根据手术方法分为 MIPPO 组($n=22$)和 IMN 组($n=19$)。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义,见表 1。本研究通过江苏大学附属人民医院伦理审查委员会批准(审批号:SQK-20220014-Y)。

1.2 方法

1.2.1 治疗方案

41 例患者术前均常规跟骨牵引。开放性骨折患者入院时先行急诊清创,术后观察至少 7 d 确定无感染后,择期行内固定手术;所有患者在气管插管全身麻醉下手术。22 例采取 MIPPO,19 例采取 IMN。

1.2.2 手术方法

1.2.2.1 MIPPO 组

患者取仰卧位,手法复位骨折。维持复位后,C 臂机透视下肢,确定下肢力线满意后,在腓骨小头前缘与关节间隙处弧向前下经 Gerdy 结节后缘做 2.0~3.0 cm 的切口,切开皮下组织及深筋膜,沿胫骨外侧剥离胫前肌群,插入长高尔夫锁定钢板,使用克氏针

临时固定,C 臂机透视确定骨折复位、内固定位置满意后胫骨近端置入锁定螺钉 4~5 枚,远端置入 3 枚,中间骨块可根据其稳定性使用 1~2 枚,再次透视确定骨折复位、内固定位置满意,冲洗后逐层缝合。

表 1 两组患者一般资料比较

项目	MIPPO 组 ($n=22$)	IMN 组 ($n=19$)	χ^2/Z	P
男/女(n/n)	14/8	13/6	0.10	0.750
年龄[$M(Q_1, Q_3)$, 岁]	41(20, 59)	45(24, 58)	1.06	0.296
骨折类型(n)			<0.01	0.990
闭合性骨折	15	13		
开放性骨折	7	6		
Gustilo 分型(n)			0.34	0.850
I 型	2	2		
II 型	5	4		

1.2.2.2 IMN 组

本组均不使用止血带,患者仰卧位,屈髋 40°~50°,屈膝 100°~110°。沿髌骨下缘至胫骨结节做 3.0~4.0 cm 切口,纵行劈开髌腱,暴露胫骨平台斜坡中央位置,用开口器开口。手法复位骨折,置入导针后手动扩髓,扩髓过程中,用尖头复位钳固定中间骨块,防止其移位。扩髓后,沿导针插入髓内钉,C 臂机透视证实骨折复位、内固定位置满意。在导向器的引导下于骨折远端置入 2 枚锁定螺钉固定,近端置入 3 枚锁定螺钉交锁固定,再次透视确定骨折复位,内固定位置满意,拧入尾帽,冲洗缝合。对于一些近端骨折靠近干骺端的患者,为避免向前或向外侧的成角畸形,改用半伸直位髌上入路,在髌骨上极近端做一长约 2.0 cm 切口,插入保护套筒,于髌骨后方通过股骨滑车沟到达胫骨近端,透视下确定进针点在正位且位于胫骨外侧髁间棘的内侧缘,侧位紧贴胫骨平台前缘,开口、扩髓后插入髓内钉。若干骺端成角畸形仍然难以纠正,作者参考 HANNAH 等^[6]的方法置入阻挡钉(使用克氏针代替锁定螺钉),具体置钉位置如下:在干骺端侧、距离骨折线 1 cm,距髓腔中心 6~7 mm 处钻入 1 枚 3 mm 克氏针。若断端成角畸形仍不能被完全纠正,在骨干侧临时置入另一枚克氏针以限制髓内钉方向,待髓内钉远、近端旋入锁定螺钉,固定稳定后拔出克氏针。

1.2.3 术后处理

闭合性骨折患者术前 30 min 抗生素静脉滴注,术后使用抗生素 1 d。开放骨折患者适当延长抗生素

使用时间。术后当天开始肌肉收缩锻炼,辅助运用间歇充气下肢压力泵促进静脉回流。术后 3 d 开始适当关节功能锻炼,于术后 1、3、6 个月及 1 年复查 X 线片,根据复查结果决定负重活动时间。骨折愈合后去除内固定。

1.3 观察指标

比较两组患者术中出血量、总失血量(术前与术后第 1 天血红蛋白差值)、骨折愈合时间、术后开始负重时间、术后并发症发生率。术后随访 1 年,根据关节活动度,骨折愈合情况,日常生活是否受影响,按 Johner-Wruhs 功能评分^[7]综合评估功能。

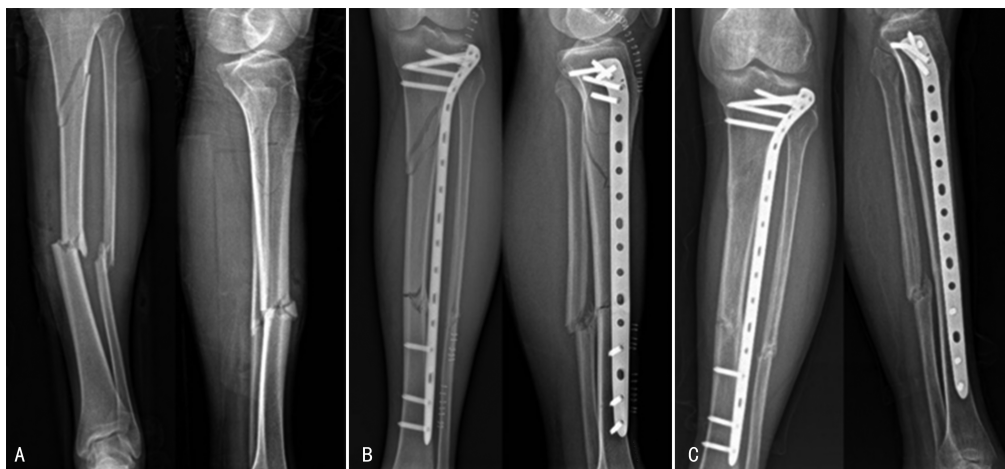
1.4 统计学处理

采用 SPSS22.0 软件进行数据统计分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用两独立样本 *t* 检验。不符合正态分布的计量资料以 *M*(*Q*₁, *Q*₃)表示,比较采用 Wilcoxon 秩和检验;计数资料以例数或百分比表示,比较采用 χ^2 检验。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

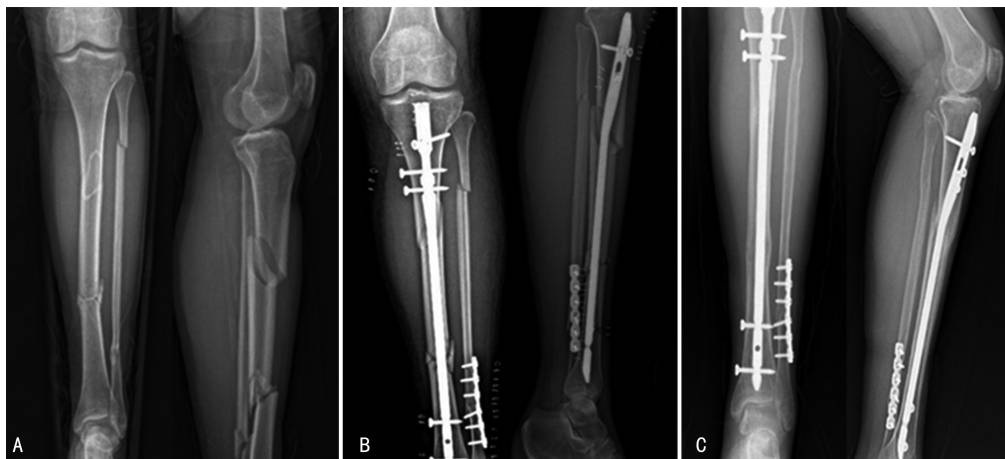
MIPPO 组 22 例患者,骨折愈合 19 例,骨不连患

者 3 例,行髂骨植骨后愈合。愈合的 19 例患者中术后感染 2 例,其中 1 例行清创加敏感抗生素治疗后好转,另 1 例皮肤坏死,取除内固定转外固定,感染控制后,二期行带蒂筋膜皮瓣覆盖创面。IMN 组 19 例患者,骨折愈合 18 例,术后感染 1 例。愈合的 18 例中 1 例出现成角畸形,向前成角 8°,2 例患者因术后 3 个月时骨折无明显愈合迹象,行近端锁定螺钉取出,髓内钉动力化,骨折愈合。术后感染的 1 例,取除内固定改用外固定加敏感抗生素治疗后好转。IMN 组较 MIPPO 组患者骨折愈合时间更早(*P* < 0.05),术后开始负重时间也更早(*P* < 0.05),总失血量更多(*P* < 0.05),两组术中出血量、并发症发生率比较差异无统计学意义(*P* > 0.05),见表 2。MIPPO 组典型病例见图 1,IMN 组典型病例见图 2。术后 1 年,按 Johner-Wruh 功能评分标准,MIPPO 组优 14 例、良 5 例、中 2 例、差 1 例,优良率为 86.36%;IMN 组优 14 例,良 3 例、中 1 例、差 1 例,优良率为 89.47%,两组患者术后 1 年 Johner-Wruhs 功能评分优良率比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。



男,41 岁,车祸,左侧胫骨节段性骨折。A:术前;B:术后;C:术后 3 个月。

图 1 MIPPO 组典型病例胫骨正位 X 线片



男,30 岁,车祸,左侧胫骨节段性骨折。A:术前;B:术后;C:术后 3 个月。

图 2 IMN 组典型病例胫骨正位 X 线片

表 2 两组患者术中、术后情况比较

项目	MIPPO 组 (n=22)	IMN 组 (n=19)	t/ χ^2	P
总失血量($\bar{x}\pm s$,g/L)	18.36 \pm 4.27	32.89 \pm 6.55	-8.53	<0.05
术中出血量($\bar{x}\pm s$,mL)	87.34 \pm 24.15	99.33 \pm 31.62	-1.38	0.18
骨折愈合时间($\bar{x}\pm s$,周)	19.34 \pm 3.22	17.39 \pm 2.10	2.26	<0.05
术后开始负重时间 ($\bar{x}\pm s$,周)	8.71 \pm 1.38	6.93 \pm 1.04	4.60	<0.05
并发症发生率(%)	22.73	10.53	0.77	0.38

3 讨 论

胫骨干节段性骨折多由高能损伤所致,骨折断端移位明显,软组织损伤较重,有时甚至合并血管、神经损伤,容易发生骨折不愈合和感染等并发症。这要求医生在追求坚强内固定的同时尽量减少软组织的剥离,保留骨折断端周围血供。以往常采用手法复位石膏固定保守治疗,复位困难且固定不牢固,容易发生骨折畸形愈合甚至不愈合,疗效欠佳。且外固定架属于偏心固定,抗旋转和折弯能力差,易发生钢针断裂、外固定架松动,钉道感染,所以只用于合并严重软组织损伤的开放性骨折患者或只作为临时固定^[8]。传统的切开复位钢板内固定虽然可以获得骨折解剖复位和牢固的固定,但大范围的软组织剥离破坏了骨折断端周围的血供,不利于骨折愈合,同时增加了切口感染、皮肤软组织坏死的风险^[9]。近年来,微创固定方式如 MIPPO 或 IMN 成为治疗这类骨折的首选方案^[10]。

MIPPO 技术无需暴露骨折段,保护了骨膜的完整性,钢板与锁定螺钉间的锁定和锁定螺钉对骨皮质的把持力能提供稳定的固定,减轻了对骨膜的压迫^[11]。这样就减少了骨折端周围软组织的损伤和血运被破坏,减少了骨折延迟愈合、不愈合等并发症的发生^[12-13]。而且解剖型锁定钢板更符合胫骨干断端的解剖形态,尤其是当骨折线距离干骺端<4 cm 时,容易获得满意的复位效果^[14]。本研究将钢板置于胫骨外侧胫前肌群下方,而非更平坦的胫骨内侧骨面,这是因为小腿内侧软组织菲薄,置入钢板会增加软组织坏死、钢板外露和感染的风险^[15]。MIPPO 组中软组织感染、坏死并发症发生率相对于 IMN 组并未增加。

IMN 技术被认为是治疗下肢骨干骨折的首选^[16]。相较于钢板,交锁髓内钉位于髓腔内,接近胫骨中轴线,其轴向载荷力和抗折弯能力更强。且远、近端锁定螺钉采用多方向交锁固定,抗旋转能力好,允许患者早期负重锻炼^[17]。本组有部分患者为胫骨干合并近端干骺端骨折,断端易发生向前、向外成角畸形。髌下入路屈曲膝关节置钉时,股四头肌及髌腱的牵拉会使骨折成角畸形进一步加重^[18]。针对这一

类患者,本研究采用髌上入路^[3],选择进针点在正位且位于外侧髁间棘的内侧缘,侧位紧贴胫骨平台前缘,这样可以降低近端骨折向前、向外侧成角畸形的发生率。若复位后发现干骺端仍存在成角畸形,且患肢力线不满意。本研究采用阻挡钉技术,缩窄胫骨干骺端髓腔,最大限度克服髓内钉与干骺端不匹配的情况,获得满意的骨折复位。本研究简化了阻挡钉的操作,使用 3 mm 克氏针代替阻挡钉,既能达到满意复位效果,又能减少手术时间,降低了手术创伤。取下克氏针前,远、近端都至少在两个平面置入 3 枚以上锁定螺钉,达到固定牢固,可以避免锁定螺钉单平面固定而发生“钟摆”效应,本组随访过程中骨折复位无丢失^[19]。

髓内钉是否需要扩髓一直是一个充满争议的话题。为减少胫骨髓内血运破坏并降低中间骨块旋转移位的风险,有学者建议选用非扩髓髓内钉治疗这类骨折,但非扩髓髓内钉置入时会导致髓内压力过高,脂肪栓塞形成的风险增加。且其固定强度不足,不利于患者术后早期活动,特别是对于活动需求量大的患者,易发生骨折再移位,甚至内固定断裂^[20]。若使用扩髓髓内钉,在扩髓后,可以选择直径更大的髓内钉,更好地贴合髓腔内壁,增大了接触面积,增加了抗折弯能力,术后骨折不愈合或者再骨折风险也会相应降低^[21]。同时,扩髓中产生的骨屑会填充于骨折的断端,形成内植骨效应,促进骨折进一步愈合。虽然有研究报道扩髓会增加骨膜内 40% 血液循环的破坏,但 6 周后骨膜血供便可以完全重建,对胫骨骨折愈合的影响不大。需要注意的是,扩髓过程中,有可能导致中间骨折块移位,本研究使用尖头复位钳固定中间骨块,避免中间骨块发生移位甚至从周围软组织剥离,变为游离状态。IMN 组患者均采用扩髓髓内钉^[22],并取得了较满意的结果。虽然两组患者术后 1 年 Johner-Wruh 功能评分优良率差异无统计学意义($P>0.05$)。但 IMN 组骨折愈合时间、术后开始负重时间、总失血量均优于 MIPPO 组,术后并发症发生率也优于 MIPPO 组,但差异无统计学意义($P>0.05$)。MIN 组总失血量高于 MIPPO 组,这与 IMN 需要打通胫骨髓腔,导致髓腔内出血增加有关。

本研究证实 IMN 对胫骨干节段性骨折患者软组织条件要求更低,拥有更好生物力学效应,术后可以早期负重功能锻炼,骨折愈合时间更短。作者建议尽量采用 IMN 技术治疗胫骨节段性骨折。

参考文献

- [1] LIN Z Q,ZHANG H Z,LUO G G,et al. Comparison of 3 treatment methods for distal tibial fractures:a network meta-analysis[J]. Med Sci Monit, 2019,25:7480-7487.

- [2] WANG S F,JI Q L. Wound infection and healing in minimally invasive plate osteosynthesis compared with intramedullary nail for distal tibial fractures:a meta-analysis[J]. *Int Wound J*, 2024, 21 (3): e14715.
- [3] GADEGONE W,GADEGONE P,LOKHAND-E V. Suprapatellar nailing in complex Tibial fractures[J]. *SICOT J*,2023,9:37.
- [4] MEINBERG E G,AGEL J,ROBERTS C S,et al. Fracture and dislocation classification compendium-2018[J]. *J Orthop Trauma*, 2018, 32 (Suppl. 1):1-170.
- [5] GUSTILO R B,MENDOZA R M,WILLIAMS D N. Problems in the management of type III (severe) open fractures;a new classification of type III open fractures[J]. *J Trauma*,1984,24 (8):742-746.
- [6] HANNAH A,ABOELMAGD T,YIP G,et al. A novel technique for accurate Poller (locking) screw placement[J]. *Injury*,2014,45(6): 1011-1014.
- [7] JOHNER R,WRUHS O. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation [J]. *Clin Orthop Relat Res*,1983(178):7-25.
- [8] HUNDAL R S,WEICK J,HAKE M. Management of open segmental tibial fractures[J]. *J Orthop Trauma*,2021,35(Suppl. 2):50-51.
- [9] 高伟强,罗俊,罗毅,等. 急诊带锁髓内钉结合钢板治疗胫骨多段骨折的疗效[J]. *重庆医学* 2020,49(13):2164-2166,2170.
- [10] WANG B,ZHAO Y,WANG Q,et al. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis versus intramedullary nail fixation for distal tibial fractures;a systematic review and meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14 (1): 456.
- [11] 刘鼎,崔俊成,陈志伟. 髓内钉治疗股骨干骨折术后再发骨折的临床疗效研究[J]. *重庆医学*, 2020,49(2):209-211.
- [12] MOHEBI A S,NADEEM R D,SAH R K,et al. Clinical outcome of locking plate fixation in distal tibia fractures [J]. *J Pak Med Assoc*, 2023,73(5):1083-1086.
- [13] RADAIDEH A,ALRAWASHDEH M A,AL KHATEEB A H,et al. Outcomes of treating tibial shaft fractures using intramedullary nailing (IMN) versus minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) [J] *Med Arch*,2022,76(1):55-61.
- [14] VENDEUVRE T,GAYET L É. Percutaneous treatment of tibial plateau fractures[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2021, 107 (Suppl. 1): 102753.
- [15] CHOUDHARI P,PADIA D. Minimally invasive osteosynthesis of distal tibia fractures using anterolateral locking plate[J]. *Malays Orthop J*,2018,12(3):38-42.
- [16] RITTSTIEG P,WURM M,MÜLLER M,et al. Current treatment strategies for lower leg fractures in adults [J]. *Unfallchirurg*, 2020, 123: 479-490.
- [17] GAO W,ZHAO K,GUO Y,et al. Biomechanical comparison of intramedullary nail and plate osteosynthesis for extra-articular proximal tibial fractures with segmental bone defect [J]. *Front Bioeng Biotechnol*,2023,11:1099241.
- [18] HESSMANN M H,BUHL M,FINKEMEIER C,et al. Suprapatellar nailing of fractures of the tibia[J]. *Oper Orthop Traumatol*,2020,32(5): 440-454.
- [19] PEAT F,ORDAS-BAYON A,KRKOVIC M. Do Poller screws effect union in tibial shaft fractures treated with intramedullary nailing? [J]. *Injury*,2021,52(10):3132-3138.
- [20] ALBAREDA J,IBARZ E,MATEO J,et al. Are the unreamed nails indicated in diaphyseal fractures of the lower extremity? A biomechanical study[J]. *Injury*,2021,52(Suppl. 4):61-70.
- [21] BLACK L O,RUSHKIN M,LANCASTER K,et al. Reaming the intramedullary canal during tibial nailing does not affect in vivo intramuscular pH of the anterior tibialis [J]. *OTA Int*, 2023,6(Suppl. 2):e248.
- [22] CLARK D,VO L U,PISCOYA A S,et al. Systematic review and analysis of the quality of randomized controlled trials comparing reamed and unreamed intramedullary nailing of tibial fractures[J]. *J Orthop Trauma*, 2021, 35 (2): 59-64.