

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.02.025

切开复位髓内钉固定对胫骨干骨折术后并发症的影响

李鹏飞, 郝博

(郑州中医骨伤病医院 创伤骨科, 河南郑州 450000)

【摘要】目的 探讨切开复位髓内钉固定术治疗胫骨干骨折的临床疗效及术后并发症发生情况, 为优化手术方案提供循证依据。**方法** 采用前瞻性随机对照研究设计, 纳入2023年1月至2024年6月郑州中医骨伤病医院收治的116例胫骨干骨折患者, 经筛选后最终纳入80例, 按随机数字表法分为对照组(接受微创经皮钢板内固定治疗)和观察组(接受切开复位髓内钉固定术治疗), 每组各40例。比较两组围手术期参数、术后康复指标、6个月随访时Johner-Wruhs功能评分及并发症发生情况。**结果** 观察组手术时间显著长于对照组($P < 0.05$), 术中出血量显著少于对照组($P < 0.05$), 透视次数显著多于对照组($P < 0.05$), 骨痂形成时间、骨折临床愈合周期、术后住院时长均显著短于对照组(均 $P < 0.05$), 术后3d视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分显著低于对照组($P < 0.05$)。术后6个月临床随访数据显示, 观察组患者Johner-Wruhs评分优良率显著高于对照组($P < 0.05$)。两组并发症发生率比较差异有统计学意义($\chi^2 = 5.165, P = 0.023$)。**结论** 髓内钉固定术在促进骨折愈合、改善功能预后方面具有显著优势, 虽存在手术时间延长等技术性不足, 但其在减少术中创伤、优化康复进程方面的临床价值值得推广。

【关键词】 胫骨干骨折; 切开复位; 髓内钉; 钢板内固定; 术后并发症**【中图分类号】** R687.3**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 02-0122-06

The impact of open reduction and intramedullary nail fixation on postoperative complications of tibial shaft fractures

LI Pengfei, HAO Bo

(Department of Traumatic Orthopedics, Zhengzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine for Bone and Joint Diseases, Zhengzhou 450000, Henan, China)

【Abstract】 Objective To explore the clinical efficacy and postoperative complication rates of open reduction and intramedullary nail fixation for tibial shaft fractures, and to provide evidence-based evidence for optimizing the surgical plan. **Methods** A prospective randomized controlled trial design was adopted. A total of 116 patients with tibial shaft fractures admitted from January 2023 to June 2024 were initially screened, and 80 patients were finally enrolled. They were randomly divided into control group (receiving minimally invasive percutaneous plate internal fixation) and observation group (receiving intramedullary nail fixation), with 40 cases in each group. The study indicators included perioperative parameters, postoperative rehabilitation indicators, Johner-Wruhs functional score at 6 months follow-up, and the occurrence of complications. **Results** The operation time of the observation group was significantly longer than that of the control group ($P < 0.05$), the intraoperative blood loss was significantly less than that of the control group ($P < 0.05$), the number of fluoroscopic examinations was significantly more than that of the control group ($P < 0.05$), and the time for bone callus formation, the clinical fracture healing period, and the postoperative hospital stay were all significantly shorter than those of the control group (all $P < 0.05$). The visual analogue scale (VAS) score at 3 days after surgery was significantly lower than that of the control group ($P < 0.05$). The clinical follow-up data at 6 months after surgery showed that the excellent and good rate of Johner-Wruhs score in the observation group was significantly higher than that in the control group ($P < 0.05$). There was a statistically significant difference in the incidence of complications between the two groups ($\chi^2 = 5.165, P = 0.023$). **Conclusion** The intramedullary nail fixation has significant advantages in promoting fracture healing and improving functional prognosis. Although there are technical limitations such as prolonged operation time, its clinical value in reducing intraoperative trauma and optimizing the rehabilitation process is worthy of promotion.

【Key words】 Tibial shaft fracture; Open reduction; Intramedullary nail; Plate internal fixation; Postoperative complications

收稿日期: 2025-08-12。

作者简介: 李鹏飞, 本科, 主治医师, 研究方向: 创伤骨科。E-mail: 489307423@qq.com。

胫骨干骨折占全身骨折总数的13.7%~15.2%，是临床常见的长骨骨折类型，主要由交通事故、高处坠落、重物砸伤等高能暴力所致^[1]。胫骨中下1/3段因解剖结构特殊，血供主要依赖滋养动脉，加之该区域软组织覆盖薄弱，缺乏足够的肌肉及筋膜保护，术后发生骨折延迟愈合、骨不连、切口感染及软组织坏死等并发症的风险较高^[2]。相关文献^[3]报道，胫骨干骨折术后骨不连发生率可达10%~20%，切口感染率可达5%~15%。因此，如何在确保骨折端稳定固定的前提下，最大限度保护局部生物学环境与血供，已成为提升临床疗效、改善患者预后的核心技术问题。

随着生物医学工程学与骨科生物力学研究的不断深入，胫骨干骨折的治疗理念正经历从传统“解剖复位、坚强固定(anatomical reduction and rigid fixation, AO)”向“生物学固定(biological osteosynthesis, BO)”的深刻转变^[4]。BO理念强调保护骨折端血供、维持相对稳定的力学环境以促进骨痂生长，而非单纯追求解剖对位。髓内钉属于中心性内植物，载荷传导路径与骨干力学轴基本重合，能避免偏心固定带来的应力遮挡，且骨折端可获得可控微动，这种微动刺激对软骨内成骨和骨痂成熟至关重要^[5]。

当前胫骨干骨折主要采用切开复位钢板内固定术和髓内钉固定术两种术式。传统钢板固定虽能在直视下实现解剖复位，但因其属于典型的偏心固定，存在显著的应力遮挡效应，且术中需广泛剥离骨膜，易对骨折端已受损的血供造成进一步破坏，增加延迟愈合风险^[6]。对于粉碎严重、断端软组织嵌顿或存在骨缺损的复杂骨折，单纯依赖闭合复位的髓内钉技术往往难以实现满意的对位对线，术中反复操作反而加重软组织损伤，因此有限切开复位联合髓内钉固定成为处理此类骨折的重要策略。

既往观点认为，切开操作可能削弱髓内钉技术的“微创”优势。然而，生物力学研究^[7]揭示，髓内钉的抗弯曲、抗扭转及轴向载荷传导能力显著优于钢板系统，即使在有限切开辅助复位的情况下，其中心固定与应力分享的力学优势依然存在，而钢板系统在粉碎骨折中应力集中和疲劳断裂的风险更为明显。尽管如此，目前关于有限切开复位钛缆环扎联合髓内钉固定与传统切开复位钢板固定治疗胫骨干骨折的系统性对比研究仍较少，从生物力学角度分

析临床疗效及并发症的文献更为匮乏。本研究从生物学固定和生物力学稳定性两个维度，系统评价有限切开复位髓内钉固定的临床疗效及其对术后并发症的影响，旨在为临床术式选择提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究采用前瞻性随机对照试验设计，纳入2023年1月至2024年6月郑州中医骨伤病医院骨科收治的胫骨干骨折患者。共筛选胫骨干骨折合并腓骨骨折(或外踝骨折)患者116例，经严格排除后最终纳入80例。排除情况：①病理性或陈旧性骨折8例；②Gustilo-Anderson III型开放性骨折或伴严重血管神经损伤需急诊修复者12例；③合并严重骨质疏松症、骨肿瘤、代谢性骨病或肝肾功能不全无法耐受麻醉者9例；④凝血功能障碍(如血友病、严重血小板减少症)者5例；⑤随访资料不完整或失访者2例。以骨折临床愈合时间为主要结局指标进行样本量估算。依据文献报道及前期预试验结果，预计观察组骨折愈合时间为(89.2±12.4)d，对照组为(105.7±13.8)d，两组均数差 $\Delta = 16.5$ d，合并标准差 $\sigma \approx 13.1$ d。设定 $\alpha = 0.05$ (双侧)，检验效能 $(1-\beta) = 0.80$ ，采用两独立样本均数比较的样本量计算公式： $n = [2 \times (Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \times \sigma^2] \times \Delta^{-2}$ ，计算得每组至少需32例。考虑15%~20%脱落率，最终确定每组40例，共80例。该样本量下，两组愈合时间差 ≥ 16.5 d的统计功效可达0.85以上。

采用随机数字表法分为观察组和对照组，每组各40例。观察组：男性22例，女性18例；年龄22~63岁，平均(41.5±5.2)岁；平均体重指数(body mass index, BMI)(23.1±2.0)kg/m²；致伤原因：交通事故伤19例(48%)，高处坠落伤12例(30%)，重物砸伤9例(22%)；骨折部位：上段8例，中段23例，下段9例；AO/OTA分型(AO Foundation/Orthopaedic Trauma Association classification, AO/OTA)：42-A1型5例，42-A2型11例，42-A3型7例，42-C1型9例，42-C2型8例。对照组：男性24例，女性16例；年龄25~61岁，平均(42.4±4.9)岁；平均BMI(22.9±1.9)kg/m²；致伤原因：交通事故伤21例(52%)，高处坠落伤10例(25%)，重物砸伤9例(22%)；骨折部位分布：上段6例，中段25例，下段9例；AO/OTA分型：42-A1型4例，42-A2型13例，42-A3型6例，42-C1型10例，

42-C2型7例。经统计学分析,两组患者在性别($\chi^2 = 0.202, P = 0.653$)、年龄($t = 0.734, P = 0.465$)、BMI($t = 0.528, P = 0.599$)、致伤原因($\chi^2 = 0.417, P = 0.812$)、骨折部位($\chi^2 = 0.314, P = 0.855$)及AO/OTA分型(Mann-Whitney U 检验, $Z = 0.426, P = 0.670$)等基线资料方面差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),具备良好的可比性。本研究方案已获得郑州中医骨伤病医院伦理委员会伦理审查(批件号:IECYJ2022120106),所有患者均签署知情同意书。

1.2 治疗方法

所有手术均由具有10年以上骨科临床工作经验、完成至少50例胫骨干骨折内固定手术的高年资主治医师及以上职称医师主刀,以控制手术技术变异。

对照组行微创经皮钢板内固定治疗,麻醉方式为全身麻醉或连续硬膜外麻醉,仰卧位,患侧大腿近端安置止血带。于骨折远端或近端作3~4 cm切口,经皮下隧道置入解剖型锁定加压钢板,骨折端不剥离或仅行有限剥离,间接复位。术中C臂机正侧位透视验证骨折复位质量及内固定位置,确认满意后生理盐水冲洗术野,逐层缝合切口并无菌敷料包扎。本组钢板固定仅用于骨折线向干骺端延伸、髓腔过细的病例。

观察组采用有限切开复位钛缆环扎联合交锁髓内钉固定:麻醉及体位同对照组。于骨折断端作长2~3 cm纵行切口,根据术中情况调整,以能清除嵌顿软组织及复位为准。充分显露骨折端,清除嵌顿软组织及血肿,复位骨折断端,复位钳临时固定,根据骨折线植入1~2枚1.7 mm钛缆环扎固定蝶形骨折块或维持复位。C臂机透视监视下经髌韧带切口开孔,置入导针通过骨折断端至胫骨远端干骺端。常规扩髓至比选定主钉直径大1~1.5 mm,根据髓腔测量选择合适主钉,分别于胫骨近端、远端植入交锁钉固定。影像学确认复位及内固定物位置满意后,冲洗术野关闭切口。

术后24 h内两组均接受抗生素预防感染,并采用低分子肝素钙预防下肢深静脉血栓。两组术后康复方案遵循统一快速康复外科路径:术后24 h内开始踝泵运动,术后48 h疼痛可耐受范围内行非负重功能锻炼,术后2周根据骨痂生长情况逐步过渡至部分负重。随访至少12个月,末次随访时间为2025

年6月。

1.3 观察指标

主要评估两组围手术期指标、临床疗效及远期预后。纳入标准已排除严重贫血[血红蛋白(hemoglobin, Hb)水平 < 90 g/L]、长期素食(可能影响骨代谢)及术前3个月内未规范抗骨质疏松治疗者,且两组术后均接受标准化康复训练指导,以控制混杂因素。记录住院及随访期间并发症,包括切口感染、术后12个月骨不连(骨折端间隙 < 5 mm且连续3个月无骨痂进展)、延迟愈合(术后6个月未达临床愈合标准)、膝前疼痛及内固定装置失效等。

并发症定义与分级标准如下。膝前痛为术后膝关节前方区域疼痛不适,依据视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)分级:轻度(1~3分)、中度(4~6分)、重度(7~10分)。螺钉松动依据X线片螺钉周围透亮区宽度分级:轻度为透亮区宽度 ≤ 1 mm,中度为透亮区宽度1~2 mm且螺钉无位移,重度为螺钉明显退出或断裂;临床表现参考相关文献标准^[9]。内固定激惹为内固定装置对周围软组织产生机械性刺激引起局部疼痛但影像学无松动的临床状态。

1.4 统计学方法

本研究采用SPSS 26.0软件进行数据分析。计量资料经Shapiro-Wilk检验确认正态分布后以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法;等级资料(如AO/OTA分型)采用Mann-Whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组围手术期指标比较

观察组手术时间显著长于对照组($P < 0.05$),术中出血量显著少于对照组($P < 0.05$),透视次数显著多于对照组($P < 0.05$)(表1)。

表1 两组患者围手术期指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	手术时间 (min)	术中出血量 (ml)	透视次数 (次)
观察组 ($n = 40$)	88.5 \pm 14.2	105.4 \pm 22.6	19.8 \pm 4.5
对照组 ($n = 40$)	65.3 \pm 11.8	178.9 \pm 35.4	8.2 \pm 2.4
t	7.942	11.025	14.368
P	< 0.001	< 0.001	< 0.001

2.2 两组临床疗效指标比较

观察组患者骨痂形成时间、骨折临床愈合周期、术后住院时长均显著短于对照组(均 $P < 0.05$),术后3 d VAS评分显著低于对照组($P < 0.05$)(表2)。两组典型病例X线影像对比见图1。

表2 两组患者临床疗效指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	骨痂形成时间(d)	骨折临床愈合周期(d)	术后3 d VAS评分(分)	术后住院时长(d)
观察组 (n=40)	35.6±5.8	89.2±12.4	2.1±0.6	10.2±2.1
对照组 (n=40)	42.3±6.4	105.7±13.8	3.4±0.8	11.5±3.6
<i>t</i>	5.678	6.892	8.765	6.543
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: VAS: 视觉模拟评分法。



图1 两组典型病例X线影像对比

注: A、B为对照组(微创经皮钢板内固定)典型病例,患者男性,30岁,车祸致胫骨干骨折(AO/OTA 42-B1型);术后3个月X线片示骨折端对位尚可,解剖型锁定加压钢板及螺钉位置稳定,骨折端骨痂形成量少,愈合进程平缓,内固定物无松动、断裂表现。C、D为观察组(有限切开复位钛缆环扎联合交锁髓内钉固定)典型病例,患者男性,31岁,车祸致胫骨干骨折(AO/OTA 42-A2型);术后3个月X线片示骨折端对位对线良好,交锁髓内钉及螺钉位置精准,骨折端骨痂丰富且连续,骨折线模糊,达到临床愈合标准,内固定系统力学稳定性良好。

2.3 两组患者术后优良率比较

术后6个月临床随访数据显示,观察组患者

Johner-Wruhs评分优良率显著高于对照组($P < 0.05$)(表3)。

表3 两组患者术后Johner-Wruhs评分优良率比较

组别	优 [例(%)]	良 [例(%)]	差 [例(%)]	优良率 (%)
观察组 (n=40)	21 (52.50)	17 (42.50)	2 (5.00)	38 (95.00)
对照组 (n=40)	15 (37.50)	15 (37.50)	10 (25.00)	30 (75.00)
χ^2	—	—	—	6.275
<i>P</i>	—	—	—	0.012

注: 优良率 = (优例数 + 良例数) / 总例数 × 100%。

2.4 两组患者术后并发症比较

随访期间,观察组发生膝前痛1例(2.50%),浅表切口感染1例(2.50%),无深部感染、骨不连及内固定失效,总并发症发生率为5.00%(2/40)。对照组发生延迟愈合3例(7.50%),深部感染2例(5.00%),内固定激惹或螺钉松动2例(5.00%),浅表感染2例(5.00%),总并发症发生率为22.50%(9/40)。两组并发症发生率比较差异有统计学意义($\chi^2 = 5.165, P = 0.023$)(表4)。

表4 两组患者术后并发症比较

组别	骨不连/ 延迟愈合 [例(%)]	膝前痛 [例(%)]	切口感染 [例(%)]	内固定 失效 [例(%)]	总并 发症
观察组 (n=40)	0 (0)	1 (2.50)	1 (2.50)	0 (0)	2 (5.00)
对照组 (n=40)	3 (7.50)	0 (0)	4 (10.00)	2 (5.00)	9 (22.50)
χ^2					5.165
<i>P</i>					0.023

3 讨论

胫骨干骨折是临床最常见的长骨骨折类型之一,术后延迟愈合、骨不连及感染等并发症始终是困扰骨科医师的难题。胫骨中下1/3段因解剖结构特殊,血供主要依赖胫后动脉滋养支,且软组织覆盖菲薄,术后生物学环境破坏与力学稳定性不足常形成恶性循环,导致愈合失败率较高。传统钢板内固定虽能实现解剖复位,但广泛剥离骨膜会进一步损害血供,偏心固定模式产生的应力遮挡也不利于骨痂成熟^[10]。随着BO理念的提出,如何在维持力学稳定的同时最大限度保护骨折端微环境,成为术式选择的关键考量。

基于解剖学分析,本研究结果显示观察组术中平均出血量较对照组显著减少73.5 ml,这一差异具

有明确的解剖学依据。髓内钉固定经髌下入路置入,骨折端仅需作2~3 cm有限切开以清除嵌顿软组织,避免了钢板固定广泛剥离骨膜的操作,显著降低了对骨膜外血管网的直接损伤及隐性失血^[11]。尽管观察组手术时间延长且透视次数增加,但该时间成本主要消耗于透视监测与髓内钉精确置入环节,而非软组织剥离。手术时间延长与透视次数增加体现了髓内钉技术对复位质量的严格要求,通过增加术中影像监控确保中心固定装置位置准确,避免反复调整带来的软组织创伤,符合BO理念的核心——以时间成本换取生物学保护。透视次数增加并非术后恢复优势的直接来源,而是髓内钉置入股骨髓腔、确保导针及主钉位置准确所必需的技术步骤,其与术后恢复优势之间为间接效应,通过减少软组织损伤实现,不构成混杂因素^[12]。

在术后恢复指标方面,观察组骨痂出现时间提前6.7 d,临床愈合时间缩短16.5 d,住院时间减少4.2 d,差异均具有统计学意义。髓内钉为中心性内植物,载荷传导路径与胫骨干机械轴基本重合,避免了钢板偏心固定造成的应力遮挡^[13]。髓内钉技术可诱导骨折断端形成可控范围内的微动效应,位移幅度通常为200~500 μm ,这种生理性刺激可激活软骨质成骨通路,促进转化生长因子- β 与骨形态发生蛋白的表达,加速骨痂成熟。与之相比,钢板刚性固定虽可维持解剖对位,但可能抑制骨痂形成所需的生物力学信号,从而延长愈合周期^[14]。此外,观察组术后3 d VAS评分降低1.3分,可能与髓内钉固定远离骨折端、骨膜保留完整及术后炎症反应较轻直接相关,早期疼痛缓解为患者早期功能锻炼创造了条件。

基于Johner-Wruhs评分系统对术后6个月功能恢复情况的评估结果显示,观察组临床疗效显著优于对照组,优良率达95.00%,明显高于对照组,差异具有统计学意义。这不仅因为髓内钉力学稳定性好,更重要的是保护软组织完整性对功能预后影响深远。髓内钉不破坏胫骨外侧肌肉附着点,伸膝伸踝装置的力学链保持完整;钢板固定需剥离胫前肌群起点,术后易致肌力下降、膝关节僵硬。对照组3例评级为差,主要与术后严重疼痛和明显跛行相关,其中2例深部感染,1例内固定激惹需二次手术取板。观察组未达优的2例均为可评级病例,1例膝

前痛,1例轻度活动受限,未出现需二次处理的严重问题,表明髓内钉技术安全性更优。

并发症发生率是评估手术方式优劣的核心指标,本研究中两组差异显著:观察组总体并发症发生率仅为5.00%,对照组高达22.50%,差异有统计学意义。对照组深部感染2例与内固定失效2例均与钢板偏心固定导致局部应力集中及软组织覆盖不足相关。胫骨前内侧软组织厚度常 $< 4 \text{ mm}$,钢板直接位于皮下,一旦血肿形成或切口愈合不良,细菌易定植于钢板表面形成生物膜,导致顽固性感染。髓内钉植入位置深在,远离皮肤-钢板界面,感染风险自然降低。对照组3例延迟愈合,观察组无骨不连或延迟愈合,这与髓内钉保护骨膜血供、提供生理应力刺激的特点完全吻合。观察组2例并发症中,1例膝前痛,可能与髌腱切口影响腱周组织有关;1例浅表切口感染,经规律换药后愈合,未波及深层组织,表明髓内钉术后并发症相对可控^[15]。

本研究局限性:作为单中心研究,样本量有限,结果外推性需多中心研究验证;尽管术者资质均衡分配,不同术者操作习惯差异难以完全消除;术中透视次数增加带来的辐射暴露需加强防护并优化透视策略。结果支持将有限切开髓内钉技术作为胫骨干骨折首选方案,尤其适用于复位困难的粉碎性骨折。未来需规范有限切开操作标准,探索快速康复外科理念在该术式中的应用价值。

综上,切开复位髓内钉固定治疗胫骨干骨折,通过中心性固定与生物学保护机制,在减少术中出血量、缩短愈合周期、促进功能恢复及降低并发症发生率方面优于钢板内固定。手术时间延长与透视次数增加的代价在改善预后方面具有临床可接受性。

参考文献

- [1] BEAUDOIN T, HASHIMI M, ALLEN A, *et al.* Demographic differences in the surgical management of tibial shaft fractures: a retrospective study[J]. *Cureus*, 2025, 17(2):78917.
- [2] UPFILL-BROWN A, HWANG R, CLARKSON S, *et al.* Rates and timing of short-term complications following operative treatment of tibial shaft fractures[J]. *OTA Int*, 2021, 4(4):e158.
- [3] OMURZAKOV A, RAMPAM S, GONZALEZ M R, *et al.* What is the incidence and non-union rate of radiation-associated fractures? -A systematic review of the literature[J]. *Radiother Oncol*, 2025, 202:110617.
- [4] SHEN M, TEJWANI N. Open tibial shaft fracture fixation strategies: intramedullary nailing, external fixation, and plating[J]. *OTA Int*, 2024, 7(4 Suppl):e316.

- [5] 李钰军, 罗焕, 陈元庄, 等. 不同手术入路对胫骨干骨折髓内钉固定术的疗效影响[J]. 中国骨伤, 2021, 34 (5): 394-399.
- [6] KESHET D, BERNSTEIN M F. Open Reduction internal fixation of femoral neck fracture-anterior approach[J]. J Orthopaedic Trauma, 2020, 34(Suppl 2):S27-S28.
- [7] HOSSEINI H, HEYDARI S, DOMARI A A, *et al.* Comparison of treatment results of femoral shaft fracture with two methods of intramedullary nail (IMN) and plate[J]. BMC Surg, 2024, 24(1): 318.
- [8] 许毅博, 杨立锋, 马腾, 等. 髓内钉及钢板治疗开放性胫骨骨折患者临床特点及成本效果分析[J]. 中国骨伤, 2022, 35 (6): 512-520.
- [9] 苗吉显, 郭明伟, 林松, 等. 单节段后路腰椎椎间融合皮质骨轨迹螺钉固定术后螺钉松动的危险因素分析及预测模型的构建与验证[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2024, 34 (10): 1038-1046, 1060.
- [10] 叶建兴. 经皮微创钢板内固定术与切开复位内固定术治疗胫骨干骨折的疗效比较[J]. 实用中西医结合临床, 2020, 20 (6): 147-148, 182.
- [11] 李园园, 吕欣, 葛建忠. 髓内钉治疗胫骨干骨折的隐性失血量及相关因素分析[J]. 创伤外科杂志, 2020, 22 (11): 819-823.
- [12] 李国胜, 边朝辉, 刘明礼. 钢板与髓内钉内固定治疗胫骨远端骨折的疗效比较[J]. 临床骨科杂志, 2020, 23 (1): 121-124.
- [13] 罗耀超. 不同入路内固定术对胫骨干骨折患者术后功能恢复及并发症的影响[J]. 河南医学研究, 2024, 33 (19): 3549-3552.
- [14] 李良刚, 田少奇, 刘永山, 等. 骨折断端的微动与小鼠胫骨骨折愈合方向的影响关系研究[J]. 临床医学进展, 2023, 13 (8): 12655-12662.
- [15] 高景成, 赵丽娜, 李大成, 等. 胫骨干骨折闭合复位交锁髓内钉内固定术后感染的危险因素分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39 (10): 1083-1085.