

· 临床论著 ·

## 单臂外固定架与髓内钉固定胫骨干骨折比较<sup>△</sup>

计国旗, 石博文, 赵志明, 张克刚, 陈旭, 刘亚斌, 郭峰, 蔡成阔, 舒衡生\*

(天津市天津医院肢体矫形二病区, 天津 300211)

**摘要:** [目的] 比较单臂外固定架结合拉力钉与髓内钉固定胫骨干骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2016 年 1 月—2019 年 1 月在本科接受手术治疗的 59 例胫骨干骨折患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 31 例采用有限切开复位单臂外固定架结合拉力钉固定, 28 例采用闭合复位髓内钉固定。比较两组围手术期、随访与影像学资料。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 无严重并发症。外固定组手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、住院时间均显著优于髓内钉组 ( $P < 0.05$ )。随访时间平均 ( $23.32 \pm 5.22$ ) 个月, 随术后时间推移, 两组膝伸-屈 ROM、踝背伸-跖屈 ROM 均显著增加 ( $P < 0.05$ ), 术后 1、3 个月外固定组膝伸-屈 ROM 显著优于髓内钉组 ( $P < 0.05$ )。末次随访时, 两组 Johner-Wruhs 评分、有无跛行及分度、有无下蹲受限及程度的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。影像方面, 相应时间点, 外固定组的对位对线均显著优于髓内钉组 ( $P < 0.05$ ); 外固定组的胫骨长度差均显著小于髓内钉组 ( $P < 0.05$ ), 两组骨折愈合时间的差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。[结论] 有限切开复位单臂外固定架结合拉力钉治疗胫骨干骨折, 可获得与髓内钉相当的临床效果, 具有操作简单, 手术时间短, 术中出血量少, 术中透视次数少, 骨折愈合快等优点。

**关键词:** 胫骨干骨折, 单臂外固定架, 拉力钉, 髓内钉

**中图分类号:** R683.42      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 23-2140-05

**Comparison of unilateral external fixator versus intramedullary nail for fixation of tibial shaft fracture** // Ji Guo-qi, Shi Bowen, Zhao Zhi-ming, Zhang Ke-gang, Chen Xu, Liu Ya-bin, Guo Feng, Cai Cheng-kuo, Shu Heng-sheng. Department of Extremity Deformity Correction, Tianjin Hospital, Tianjin 300211, China

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical outcomes of open reduction and lag screw fixation through limited incision combined with unilateral external fixator (EF) versus closed reduction and intramedullary nail (IN) for tibial shaft fracture. [Methods] A retrospective study was done on 59 patients who received surgical treatment for tibial shaft fractures from January 2016 to January 2019. According to the preoperative doctor-patient communication, 31 patients underwent EF, while the other 28 patients had IN performed. The perioperative, follow-up and imaging documents were compared between the two groups. [Results] All patients had the operation completed successfully without serious complications. The EF group proved significantly superior to the IN group in terms of operation time, total incision length, intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy times and hospital stay ( $P < 0.05$ ). With time of the follow-up lasted for ( $23.32 \pm 5.22$ ) months on an average, the knee extension-flexion range of motion (ROM) and ankle dorsal extension-plantar flexion ROM significantly increased in both groups ( $P < 0.05$ ), of which the knee extension-flexion ROM in the EF group was significantly better than that in the IN group at 1 and 3 months after operation ( $P < 0.05$ ). At the latest follow-up, there were no significant differences in Johner-Wruhs grade, extents of claudication and squat restriction between the two groups ( $P > 0.05$ ). Radiographically, the EF group was significantly superior to the IN group in terms of alignment of the affected tibia at all corresponding time points postoperatively ( $P < 0.05$ ), discrepancy of tibial length ( $P < 0.05$ ), and the fracture healing time ( $P < 0.05$ ). [Conclusion] This limited open reduction and combined fixation with lag screw and unilateral external frame has the advantages of simple operation, short operation time, less intraoperative bleeding, less intraoperative fluoroscopy times, and faster fracture healing, and achieve comparable clinical consequences to the intramedullary nail for tibial shaft fractures.

**Key words:** tibial shaft fracture, unilateral external fixator, lag screw, intramedullary nail

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.23.06

<sup>△</sup>基金项目:天津市卫健委科技人才培养项目(编号:ZC20211)

作者简介:计国旗, 医师, 研究方向:创伤骨科, (电话)13163096965, (电子信箱)951326844@qq.com

\* 通信作者:舒衡生, (电话)13920460698, (电子信箱)drhssu@hotmail.com

胫骨位于肢体远端，为小腿骨中主要承重骨，当遭受直接或间接暴力时，极易发生骨折<sup>[1]</sup>，占全身长骨骨折的13.7%<sup>[2]</sup>。由于该处软组织覆盖薄弱，骨质营养血供贫乏，骨折术后延迟愈合、不愈合、软组织坏死等并发症具有较高的发生率<sup>[3]</sup>。钢板螺钉技术、髓内钉技术给临床医师提供了多种选择<sup>[4]</sup>。钢板固定的优势在于可早期坚强固定并进行功能锻炼，多用于干骺端骨干连接处及其近端的胫骨骨折<sup>[5]</sup>，但其破坏了骨折周围的血运，增加了软组织容积，易造成伤口破溃、感染、骨折延迟愈合或不愈合等并发症<sup>[6-8]</sup>。且其操作需要在C形臂X线机透视下进行，钢板不能在直视下插入，易造成成角畸形与旋转畸形，需要术者有丰富的经验<sup>[9]</sup>。交锁髓内钉为中心固定，能达到坚强固定且应力遮挡最小，操作远离骨折端，对骨及周围组织干扰小，避免进一步破坏断端血运，适用于距胫骨平台6 cm以下及距踝关节面5 cm以上的任何胫骨骨折，在治疗多段骨折或大斜形骨折方面，有独到之处<sup>[10]</sup>。被认为是治疗胫骨骨干骨折的金标准<sup>[3, 11-14]</sup>。但同时，有学者报道，采用髓内钉固定骨折有肿胀加重、感染等风险<sup>[15-21]</sup>。本研究回顾性分析采用单臂外固定架结合拉力螺钉及髓内钉治疗胫骨骨折的临床资料。现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 临床与影像学诊断为胫骨干骨折，伴或不伴腓骨骨折，AO分型A1、A2、B1型；(2) 行手术治疗，手术距离受伤时间<3周；(3) 年龄≥14岁且骨骺已闭合；(4) 骨折前患肢踝关节功能正常；(5) 随访时间>1年。

排除标准：(1) Gustilo III型开放骨折，合并或不合并神经、血管损伤者；(2) 病理性骨折；(3) 合并其他系统性疾病不能耐受手术者。

### 1.2 一般资料

回顾性分析本科2016年1月—2019年1月治疗的患者，其中，59例符合上述标准，纳入本研究。根据术前医患沟通结果，31例采用外固定，28例采用髓内钉固定。两组术前一般资料见表1，两组年龄、性别、BMI、损伤至手术时间、侧别、骨折分型的差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。本研究获医院伦理委员会批准，所有患者均知情同意。

表1 两组患者术前一般资料与比较

指标	外固定组 (n=31)	髓内钉组 (n=28)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	40.55±13.39	43.82±11.77	0.325
性别(例, 男/女)	18/13	19/9	0.437
BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	26.76±5.50	27.50±5.53	0.609
损伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$ )	3.74±1.39	3.71±1.30	0.938
侧别(例, 左/右)	16/15	12/16	0.501
AO/OTA分型(例, A1/A2/B1)	13/7/11	12/6/10	0.994

### 1.3 手术方法

采用腰硬联合麻醉。取仰卧位，常规消毒铺单。

外固定组：行胫前外侧小切口，暴露并清理骨折端，直视下复位，恢复胫骨对位对线，位置满意后，复位钳钳夹，垂直于骨折线拧入2枚直径3.5 mm皮质骨螺钉对断端进行加压。于骨折远近端合适位置经皮钻孔并拧入羟基磷灰石涂层半针各3枚，连接Orthofix单臂外固定架并在无张力下锁定各连接关节。

髓内钉组：屈曲膝关节，采用髌下入路显露入钉点，开髓。插入导针，手法闭合复位骨折。沿导针进行扩髓，扩至比目标髓内钉直径宽1.0~1.5 mm。插入髓内钉，在髓内钉远近端进行钻孔、测深，拧入锁钉。透视小腿正侧位，确保锁钉穿过髓内钉。术中拍片以确保骨折端对位对线满意、内固定位置良好。

术后抬高患肢，冰敷。伤口按时换药，外固定钉眼每日洗必泰湿敷。术后第1 d，开始膝踝关节功能锻炼，股四头肌等长收缩练习。待X线片检查提示有骨痂跨越骨折断端后开始部分负重下地行走，根据骨折类型和骨痂生长情况逐渐过渡至完全负重。

### 1.4 评价指标

记录围手术期资料。采用完全负重活动时间、膝关节伸屈活动度(range of motion, ROM)、踝背伸-跖屈ROM、Johner-Wruhs评分<sup>[22]</sup>、跛行及下蹲情况评价临床效果。行影像学检查，评估胫骨对位对线状况，优为骨折解剖复位；良为骨折块移位<3 mm，无成角；差为骨折块移位≥3 mm，伴成角畸形。观察骨折愈合时间，测量胫骨长度差(健侧-患侧，正值为短缩，负值为过长)。

### 1.5 统计学方法

采用SPSS 28.0软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本t检验；组内时间点比较采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 $\chi^2$ 检验或Fisher精确检验。等级资料两组比

较采用 *Mann-whitney U* 检验，组内比较采用多个相关资料的 *Friedman* 检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围手术期情况

所有患者均顺利完成手术，无血管、神经损伤和术中骨折等并发症。围手术期资料见表2，外固定组手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、住院时间均显著优于髓内钉组 ( $P < 0.05$ )，但下地行走时间晚于髓内钉组 ( $P < 0.05$ )。两组切口愈合等级的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。两组均无深部感染或症状性血栓等并发症。

表2 两组患者围手术期资料与比较

指标	外固定组 (n=31)	髓内钉组 (n=28)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	33.16±10.71	65.07±15.09	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	6.63±1.02	7.47±1.12	0.004
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	49.68±14.49	141.79±61.83	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	3.23±1.02	6.18±2.82	<0.001
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	34.48±10.06	25.32±7.03	<0.001
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	26/5/0	24/4/0	0.844
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	5.97±1.20	6.82±1.16	0.007

### 2.2 随访结果

所有患者均获随访，随访时间 18~38 个月，平均 (23.32±5.22) 个月。随访过程中两组患者均无再次损伤或手术翻修。两组患者随访资料见表3。外固定组恢复完全负重活动显著晚于髓内钉组 ( $P < 0.05$ )，随术后时间推移，两组膝伸-屈 ROM、踝背伸-跖屈 ROM 显著增加 ( $P < 0.05$ )，术后 1、3 个月外固定组膝伸-屈 ROM 显著大于髓内钉组 ( $P < 0.05$ )，但末次随访时膝伸-屈 ROM 两组差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。术后各时间点两组踝背伸-跖屈 ROM 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

末次随访时，两组 *Johner-Wruhs* 评分、有无跛行及分度、有无下蹲受限及程度的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

### 2.3 影像评估

患者术后影像学资料见表4。随术后时间推移，两组胫骨对位对线变化差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，术后即刻、术后 1 个月及末次随访时，外固定组的对位对线均显著优于髓内钉组 ( $P < 0.05$ )；术后外固定组

的胫骨长度差无明显变化 ( $P > 0.05$ )，髓内钉组的长度差逐渐增加 ( $P < 0.05$ )，术后各时间点外固定组的胫骨长度差均显著小于髓内钉组 ( $P < 0.05$ )；影像检查显示两组骨折愈合时间的差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。至末次随访，患者骨折均愈合，无内置物松动或断裂。典型病例影像见图 1、2。

表3 两组患者随访结果与比较

指标	外固定组 (n=31)	髓内钉组 (n=28)	P 值
完全负重活动时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	65.48±10.37	59.36±8.67	0.018
膝伸-屈 ROM ( $^{\circ}$ , $\bar{x} \pm s$ )			
术后 1 个月	141.29±6.58	124.64±12.32	<0.001
术后 3 个月	142.74±5.30	133.57±6.21	<0.001
末次随访	144.36±6.58	142.68±3.72	0.104
P 值	<0.001	<0.001	
踝背伸-跖屈 ROM ( $^{\circ}$ , $\bar{x} \pm s$ )			
术后 1 个月	54.68±6.45	54.46±6.43	0.899
术后 3 个月	57.26±4.25	57.14±4.18	0.917
末次随访	60.16±3.29	61.61±2.74	0.073
P 值	<0.001	<0.001	
<i>Johner-Wruhs</i> 评分 (例, 优/良/可/差)	26/2/3/0	24/2/2/0	0.938
跛行 (例, 无/轻度/中度/重度)	29/2/0/0	26/2/0/0	0.727
下蹲 (例, 完全/部分受限/明显受限)	30/1/0	26/2/0	0.494

表4 两组患者影像评估结果与比较

指标	外固定组 (n=31)	髓内钉组 (n=28)	P 值
胫骨对位对线 (例, 优/良/差)			
术后即刻	21/6/4	9/8/11	0.016
术后 1 个月	20/7/4	9/5/14	0.007
末次随访	19/8/4	8/4/16	0.002
P 值	0.984	0.639	
骨折愈合 [例 (%)]			0.035
<12 周	11 (35.48)	7 (25.00)	
12~20 周	16 (51.61)	9 (32.14)	
≥20 周	4 (12.90)	12 (42.86)	
胫骨长度差 (cm, $\bar{x} \pm s$ )			
术后即刻	0.09±0.13	0.19±0.21	0.029
术后 1 个月	0.09±0.13	0.22±0.24	0.016
末次随访	0.11±0.14	0.23±0.24	0.018
P 值	0.097	0.039	

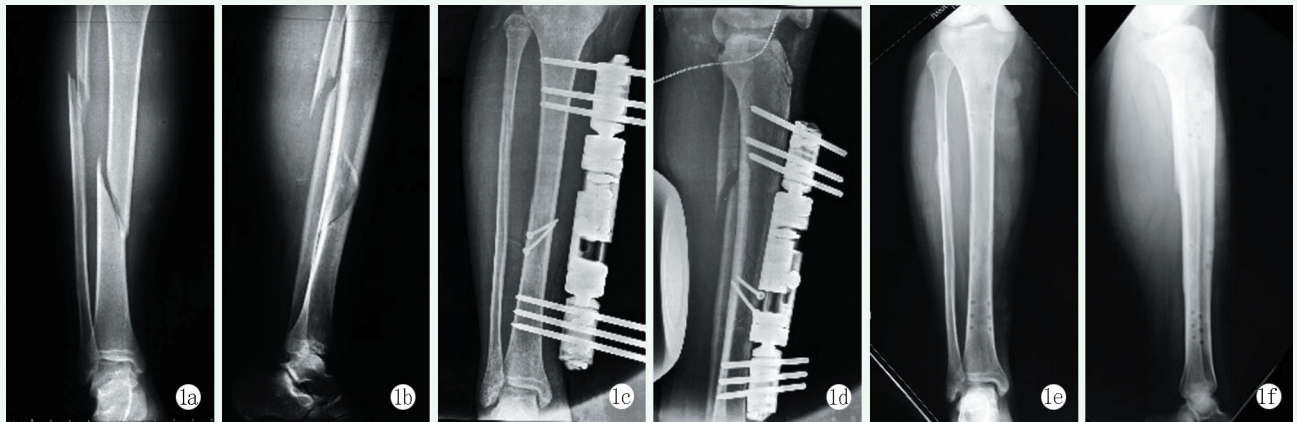


图1 患者,男,17岁,右胫腓骨闭合性骨折,行有限切开复位单臂外固定架结合拉力钉固定术 1a, 1b: 术前正侧位 X 线片示右胫骨中段 A1 型骨折,骨折移位明显 1c, 1d: 术中正侧位 X 线片示骨折解剖复位,单臂外固定架及拉力钉位置良好 1e, 1f: 术后1年正侧位 X 线片示骨折线消失,骨折愈合,内外固定已拆除

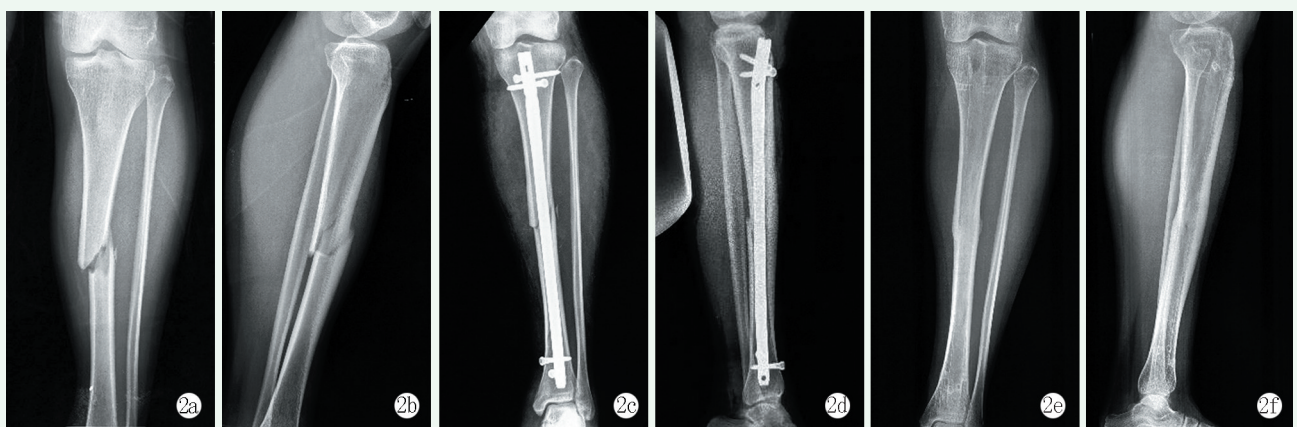


图2 患者,女,27岁,左胫骨闭合性骨折,行闭合复位髓内钉固定术 2a, 2b: 术前正侧位 X 线片示左胫骨中段 A1 型骨折,骨折移位明显 2c, 2d: 术中正侧位 X 线片示骨折复位,移位<3 mm,髓内钉位置良好 2e, 2f: 术后1年正侧位 X 线片示骨折线消失,骨折愈合,髓内钉已拆除

### 3 讨论

胫骨骨折大多数为小腿外侧遭受暴力所致<sup>[23]</sup>。遭受外力时,骨折向内向前移位,外侧保留了完整的软组织合页。同时,小腿前外侧肌群收缩,加重了移位的程度。因此,骨折后胫骨内侧面是实际的张力侧<sup>[24]</sup>。本研究在复位骨折,拉力钉固定后将单臂外固定架安装在胫骨内侧面上,符合胫骨生物力学特性。同时避免了对小腿周围肌肉的损伤,有利于进行功能锻炼。

外固定组手术采用前外侧切口,直视下复位骨折,无需反复透视,操作简单,手术时间短。而髓内钉组,虽不需对骨折进行切开暴露,但需要逐级扩髓,并需反复透视观察骨折对位、髓内钉长度及深度,增加了术者及患者的放射暴露,延长了手术时间,增加了术中出血量,延长了住院时间。

在随访中,随着伤口愈合及疼痛的减轻,两组膝伸-屈 ROM 显著增大,术后 1、3 个月外固定组膝伸-屈 ROM 均显著大于髓内钉组,但末次随访时两组膝伸-屈 ROM 的差异无统计学意义。这可能与髓内钉造成的膝关节痛有关,当膝关节痛逐渐缓解后,两组的膝伸-屈 ROM 趋于一致。两组的 Johner-Wruhs 评分没有明显差异,均能获得较好的优良率。Johner-Wruhs 评分比较全面,包括骨折复位情况、骨折愈合情况、膝踝关节功能、步态、术后并发症等方面内容。外固定组在直视下复位骨折,复位后骨折位置更符合解剖复位的标准。遵循 AO 内固定原则使用皮质骨螺钉对螺旋形、斜形的简单及复杂骨折进行加压,使骨折达到绝对稳定。单臂外固定架则起到了中和钢板的作用,符合生物力学的要求。随访中复查 X 线片发现骨折端不出现骨痂,而是骨折线越来越模糊,说明外固定组能够达到一期愈合。而髓内钉组在透视下进行闭合复位,大多只能达到功能复位的标准。髓内钉作为治疗长骨骨折的金标准,能获得满意

的评分总体优良率。而外固定组保证了骨折的复位质量,提供了满意的稳定性,单臂外固定架的半针只穿透内侧皮肤及双层骨皮质,不穿透对侧肌肉及皮肤,不会影响膝踝关节屈伸活动中肌肉及皮肤的活动,能够获得与髓内钉相当的功能评分。

外固定组的骨折愈合时间短于髓内钉组。骨膜动脉营养胫骨外侧1/5~1/3皮质骨,干骺端动脉和滋养动脉营养内侧皮质和骨内膜。骨内外血管对骨折愈合均极为重要<sup>[25]</sup>。外固定组只对骨折前外侧骨外膜进行有限剥离,保护了骨折端内侧后侧及髓内的血运。髓内钉组的扩髓过程损伤了髓腔内的滋养动脉。外固定组良好的血运保护,使其愈合时间更短。

两组均未出现明显的并发症,可能是本研究纳入样本量较小,也可能与严格的适应证控制、标准的无菌手术操作及系统的术后康复锻炼有关。但单臂外固定架位于体外,平时需要对针道进行细心护理,外固定支架的体积也为日常穿衣及活动带来了一定的困扰。对于大多数胫骨骨折,仍推荐使用髓内钉进行固定。当存在开放伤或血流动力学不稳定,需要损伤控制或患者合并症比较多,需要尽量缩短手术时间的情况下,应用单臂外固定架结合拉力钉可对骨折进行快速的复位及终末的固定。对于存在脂肪栓塞高危因素的患者,使用髓内钉治疗风险较高,选择单臂外固定架结合拉力钉治疗可显著降低发生脂肪栓塞的风险。

本研究存在以下不足:(1)样本量较少;(2)随访时间短;(3)为回顾性研究,难免产生偏倚,有待进一步开展前瞻性随机对照研究。

综上所述,应用单臂外固定架结合拉力螺钉治疗胫骨骨折,具有操作简单、手术时间短、术中出血量少、术中透视次数少及骨折愈合快等优点,有利于提高手术的效率和质量,是一种理想的微创手术方法。

## 参考文献

- [1] 迟佳因, 武子靖, 付广龙. 胫骨骨折内固定方法在三点受弯下的生物力学研究 [C]. 呼和浩特: 第十二届全国实验力学学术会议摘要集, 2009.
- [2] 陈琦, 杨东辉, 邓志钦, 等. 髌上与髌下置入髓内钉固定胫骨干骨折的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (6): 481-484.
- [3] 官智浩, 李朋, 宋凯凯, 等. 外固定架与髓内钉固定胫骨远端关节外骨折的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (15): 1345-1349.
- [4] 楚万忠, 谢新敏, 刘华水, 等. 三种方法治疗胫骨远端骨折的比较 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2012, 27 (6): 548-549.
- [5] 王海滨, 卢旭华. 有限内固定结合外固定架在胫骨骨折治疗中的应用进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2008, 16 (14): 1074-1076, 1080.
- [6] Piatkowski K, Piekarczyk P, Kwiatkowski K, et al. Comparison of different locking plate fixation methods in distal tibia fractures [J]. Int Orthop, 2015, 39 (11): 2245-2251.
- [7] Zhang J, Ebraheim NA, Li M, et al. External fixation using a locking plate: a reliable way in treating distal tibial fractures [J]. J Orthop Trauma, 2015, 29 (11): e454-458.
- [8] Richard RD, Kubiak E, Horwitz DS. Techniques for the surgical treatment of distal tibia fractures [J]. Orthop Clin North Am, 2014, 45 (3): 295-312.
- [9] 李天鹏, 雷云坤, 谢旭华, 等. MIPPO 技术 LCP 钢板固定治疗胫骨骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20 (22): 2110-2111.
- [10] 张华伟, 吕霞. 不同手术方法治疗胫骨骨折临床分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2004, 12 (16): 68-69.
- [11] 王喆, 李盛龙, 王晓雨, 等. 髌上入路与髌下入路髓内钉固定治疗胫骨干骨折的疗效比较 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2016, 18 (4): 283-289.
- [12] Li CX, Zhao HJ, Zhao WQ, et al. System evaluation on reamed and no-reamed intramedullary nailing in the treatment of closed tibial fracture [J]. Acta Cir Bras, 2013, 28 (10): 744-750.
- [13] Kwok CS, Crossman PT, Loizou CL. Plate versus nail for distal tibial fracture: a systematic review and meta-analysis [J]. J Orthop Trauma, 2014, 28 (9): 542-548.
- [14] 马敏, 蔡俊丰, 尹峰, 等. 两种术式治疗胫骨中段闭合性骨折的疗效比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20 (18): 1661-1664.
- [15] 王根林, 杨惠林, 牛国旗, 等. 交锁髓内钉治疗胫骨骨折并发症分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2006, 14 (22): 1681-1683.
- [16] Court-Brown CM, Gustilo T, Shaw AD. Knee pain after intramedullary tibial nailing: its incidence, etiology, and outcome [J]. J Orthop Trauma, 1997, 11 (1): 103-105.
- [17] Keating JF, Orfaly R, O'Brien PJ. Knee pain after tibial nailing [J]. J Orthop Trauma, 1997, 11 (1): 10-13.
- [18] Dogra AS, Ruiz AL, Thompson NS, et al. Dia-metaphyseal distal tibial fractures-treatment with a shortened intramedullary nail: a review of 15 cases [J]. Injury, 2000, 31: 799-804.
- [19] Toivanen JA, Vaisto O, Kannus P, et al. Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study comparing two different nail-insertion techniques [J]. J Bone Joint Surg Am, 2002, 84 (4): 580-585.
- [20] Paraschou S, Bekir H, Anaslasopoulos H, et al. Evaluation of interlocking intramedullary nailing in distal tibial fractures and non-unions [J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2009, 43: 472-477.
- [21] 吴超, 谭伦, 罗晓中, 等. 闭合复位经皮锁定钢板与交锁髓内钉治疗胫骨干中下段骨折的疗效比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18 (8): 633-637.
- [22] Johner R, Wruhs O. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation [J]. Clin Orthop, 1983, 178 (178): 7-25.
- [23] 王亦聰. 近年骨折治疗观点的反思 [J]. 中华创伤杂志, 1998, 14 (1): 1-3.
- [24] 陈源, 蒋艺生, 丘元, 等. 胫骨内侧钢板固定治疗胫腓骨骨折 [J]. 广西医学, 2005, 27 (10): 1648-1650.
- [25] 陈大伟, 李乾明, 俞光荣. 胫骨远端关节外骨折的治疗现状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21 (20): 1345-1349.

(收稿:2022-03-01 修回:2022-09-27)

(同行评议专家: 吴树文 方广文)

(本文编辑: 闫承杰)