

· 临床研究 ·

改良杂交架固定老年合并软组织损伤的胫腓骨干骺端骨折

侯熙智¹, 胡宏亮², 崔凤姣³, 王昕辉⁴, 张弢^{5*}

(1. 石家庄市第三医院, 河北石家庄 050000; 2. 河北医科大学第一医院, 河北石家庄 050000; 3. 石家庄顺康医院, 河北石家庄 050000; 4. 河北省中医院, 河北石家庄 050000; 5. 河北医科大学第三医院, 河北石家庄 050000)

摘要: [目的] 评价改良的杂交外固定架全程治疗老年伴有严重软组织损伤的胫腓骨干骺端骨折的疗效。[方法] 回顾性分析 2020 年 5 月—2023 年 4 月采用改良杂交外固定架治疗, 老年合并严重软组织损伤的胫腓骨干骺端骨折 27 例患者的临床资料, 平均 (68.4±4.5) 岁。评价治疗期与随访资料。[结果] 所有患者均顺利手术, 伤口愈合。骨折复位优 17 例 (63.0%), 良 10 例 (37.0%), 差 0 例。患者住院时间 (7.4±2.4) d, 部分负重时间 (19.7±4.5) d。随术前、术后 3 d、术后 1 个月的时间推移, VAS 评分显著降低 [(7.1±1.4), (3.7±1.3), (1.1±1.3), $P<0.001$]。所有患者随访 (24.0±6.4) 个月, 5 例患者 (18.5%) 发生针道感染, 均未引发不良后果。2 例患者骨折延迟愈合, 给予戴原外固定架局部植骨。末次随访时所有患者均获得骨折愈合。随术后 3、6、12 个月的时间推移, LEFS 评分 [(36.7±9.7), (60.1±4.1), (75.9±2.9), $P<0.001$] 显著增加。[结论] 改良杂交外固定架全程治疗老年人伴有严重软组织损伤的胫腓骨骨折, 是一种安全有效的技术。

关键词: 老年人, 胫腓骨干骺端骨折, 严重软组织损伤, 杂交外固定, 全程治疗

中图分类号: R683.42 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 24-2290-05

Modified hybrid frame for fixation of tibiofibular metaphyseal fractures complicated with soft tissue injury in elderly // HOU Xi-zhi¹, HU Hong-liang², CUI Feng-jiao³, WANG Xin-hui⁴, ZHANG Tao⁵. 1. The Third Hospital of Shijiazhuang City, Shijiazhuang 050000 Hebei, China; 2. The First Hospital, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000 Hebei, China; 3. Shunkang Hospital of Shijiazhuang City, Shijiazhuang 050000, Hebei, China; 4. Hebei Hospital of Traditional Chinese Medicine, Shijiazhuang 050000, Hebei, China; 5. The Third Hospital, Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, Hebei, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical efficacy of modified hybrid external fixator for tibiofibular metaphyseal fractures complicated with severe soft tissue injury in the elderly. [Methods] A retrospective study was performed on 27 patients who aged of (68.4±4.5) years, and had tibiofibular metaphyseal fractures complicated with severe soft tissue injury was treated with improved hybrid external fixators as a full treatment from May 2020 to April 2023. The documents regarding to treatment period and follow-up were evaluated. [Results] All patients received the treatment successfully and had the wound healed satisfactorily. The fracture reduction on imaging was marked as excellent in 17 cases (63.0%), good in 10 cases (37.0%), and poor in 0 cases. The patients had hospital stay of (7.4±2.4) days, and time to get partial weight-bearing of (19.7±4.5) days. The VAS score decreased significantly with time before surgery, 3 days after surgery, and 1 month postoperatively [(7.1±1.4), (3.7±1.3), (1.1±1.3), $P<0.001$]. All the patients were followed up for (24.0±6.4) months, and 5 patients (18.5%) of them developed pin tract infection, which didn't lead adverse consequences. In addition, 2 patients suffered from delayed union of the fracture were given local bone grafting with the original external fixator in place. Finally, all the 27 patients got the fractures healed well at the last follow-up, with low extremity functional score (LEFS) significantly increased over time 3, 6 and 12 months postoperatively [(36.7±9.7), (60.1±4.1), (75.9±2.9), $P<0.001$]. [Conclusion] The modified hybrid external fixator is a safe and effective technique for the treatment of tibiofibular fractures complicated with severe soft tissue injury in the elderly.

Key words: elderly, tibiofibular metaphyseal fractures, severe soft tissue injury, hybride external fixation, full treatment

胫腓骨骨折是创伤骨科最常见的损伤, 呈现逐年上升的趋势, 约占全身骨折的 13.7%^[1]。由于胫腓骨周围软组织薄弱, 特别干骺端, 由于邻近关节, 局部骨质凸起, 在高能量暴力作用下常伴有严重软组织损

伤^[2], 伤者中亦不乏老龄患者。传统内固定治疗容易发生皮肤坏死、感染、慢性骨髓炎等一系列并发症, 老年人常伴有一种或多种内科疾病, 其治疗难度将会更高。既要保证早期牢固固定, 又需尽可能减少并发

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.110403

作者简介: 侯熙智, 主任医师, 研究方向: 创伤骨科, (电子信箱)41301964@qq.com

* 通信作者: 张弢, (电话)0311-88602001, (电子信箱)zhangtaopc50500@163.com

症发生,使其成为困扰医生的难题^[3]。杂交架因特殊的干骺端环形设计,允许使用交叉针固定干骺端,减少软组织刺激的同时增加固定的稳定性,常用于干骺端骨折的固定,同时相对 Ilizarov 架安装更简单,佩戴更舒适。如果可以实现外固定终极治疗,避免了更换内固定的创伤和花费^[4],将非常适用于老年胫腓骨干骺端骨折患者的治疗。有学者曾尝试使用杂交架治疗胫腓骨干骺端骨折,有效降低了软组织并发症发生率^[5,6]。然而,杂交架终极治疗胫腓骨干骺端骨折目前仍存在一些难以回避的问题,例如固定强度相对内固定差,容易复位丢失,骨折不愈合,钉道感染等^[7]。针对这些问题,本团队对杂交外固定架进行了一定的改良,并尝试使用改良的杂交外固定架终极治疗伴有严重软组织损伤的老年胫腓骨干骺端骨折,提高老年患者此类损伤治疗的效果。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析 2020 年 5 月—2023 年 4 月本院采用杂交外固定架全程治疗伴有严重软组织损伤胫腓骨干骺端骨折 27 例老年患者的临床资料。年龄 60~77 岁,平均 (68.4±4.5) 岁;男 15 例,女 12 例;左侧 16 例,右侧 11 例。致伤原因包括车祸 12 例,砸伤 5 例,坠落伤 5 例,其他因素 5 例。AO 分型为 41-A 型 5 例 (18.5%), 41-B 型 2 例 (7.4%), 41-C 型 1 例 (3.7%), 43-A 型 12 例 (44.4%), 43-B 型 5 例 (18.5%), 43-C 型 2 例 (7.4%)。其中开放骨折 9 例 (33.3%),包括 Gustilo I 型 7 例, Gustilo II 型 2 例;闭合骨折 18 例 (66.7%)。该研究经河北医科大学第三医院伦理委员会通过 (编号:科 2022-104-1),所有患者均知情同意。

1.2 治疗方法

对杂交外固定架的改良包括:(1)将固定环的直径缩小,减少了固定针的体外长度,增加干骺端骨块的稳定性,提升佩戴舒适性;(2)配有两侧可预弯辅助杆,通过辅助杆,增加杆-环外固定的角稳定性。弯曲的辅助杆可以绕过小腿方便连接直径更小的固定环 (图 1a);(3)外固定主杆和辅助杆与主环的连接,均采用可调节的螺纹杆结构,方便术后进行微调和动力化 (图 1b)。

术前完善影像检查 (图 1c, 1d)。患者采用硬膜外麻醉,麻醉成功后,患者平卧于手术台上,常规消毒,铺无菌手术单。如为近端骨折,1 枚直径 2.5 mm

克氏针自腓骨头位置穿入,平行于关节面,从胫骨内侧面偏前方穿出。另 1 枚 2.5 mm 直径克氏针从腓骨头水平胫骨内侧面后缘穿入,从 Gerdy 结节穿出,尽可能增大 2 枚克氏针夹角以增加稳定性。克氏针两端与主环连接,对克氏针施加约 1 400 N 的张力。如骨远端骨折,1 枚克氏针从外踝后缘穿入,自胫骨前肌肌腱内侧穿出,另 1 枚克氏针从内踝后缘踝管前方穿入,从外踝前缘骨质穿出,尽量增大 2 枚克氏针夹角,同上连接主环,对克氏针施加的张力。沿支架主杆在胫骨前内侧面,向胫骨置入 2~3 枚直径 6.5 mm 的 Schanz 钉,穿过双皮质,钉尾经卡夹与主杆连接。透视下复位骨折,必要时可使用微创切口辅助复位。使用连接组件,在合适位置将主杆与主环可靠连接;再将两根预弯曲的辅助杆,分别于主杆的前侧和后侧,与主环和主杆端连接固定。再次透视,对辅助杆螺纹组件微调,至骨折复位满意,锁定外固定架系统。最后,再在干骺端骨块加置 1~2 枚固定针,与支架连接,增加固定的稳定性。最后拍片确认骨折复位好 (图 1e, 1f),缝合创口,完成手术 (图 1g, 1h)。

常规预防性使用抗生素 24~48 h,抬高患肢。术后第 2 d,在疼痛可以忍耐的前提下即开始膝、踝关节功能锻炼。术后根据骨折的具体情况,尽早鼓励患者扶拐行下肢部分负重功能锻炼。

1.3 评价指标

记录围手术期资料和随访资料。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 和下肢功能量表 (lower extremity functional scale, LEFS) 评价患者临床状态。行影像学检查,评价骨折复位情况,优为解剖复位;良为移位 < 3 mm,无成角/旋转移位;差为移位 ≥ 3 mm,或存在成角和旋转移位。

1.4 统计学方法

应用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。计量资料比较使用配对 *T* 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 治疗期情况

27 例患者资料见表 1。所有患者均顺利手术,术中无血管神经损伤。其中,2 例开放骨折 (Gustilo II 型) 经手术清创使用局部抗生素骨水泥链珠技术闭合伤口,感染得到有效控制,换药后逐步取出链珠,伤口愈合。术后影像显示 27 例患者均获得满意的骨折复位。其中优 17 例 (63.0%),良 10 例 (37.0%)。患者住院时间为 4~12 d,平均 (7.4±2.4) d。部分负

重功能锻炼时间为 12~31 d, 平均 (19.7±4.5) d。随术后时间推移, 患者疼痛明显减轻, VAS 评分由术前

(7.1±1.4), 显著下降至术后 3 d (3.7±1.3)、术后 1 个月 (1.1±1.3) ($P<0.001$)。

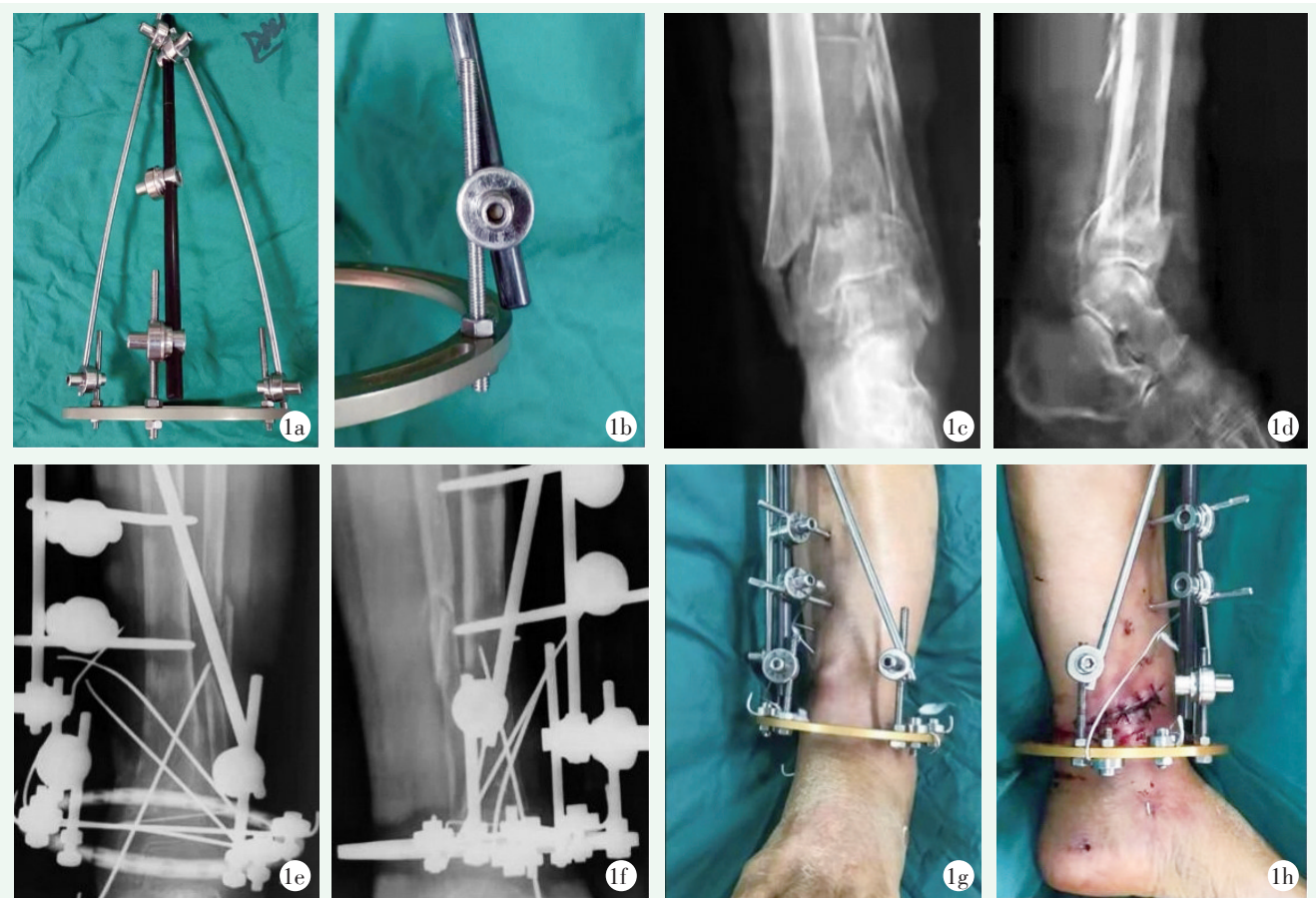


图 1. 患者男性, 68 岁。1a: 改良杂合架外观, 预弯的辅助杆避免了对小腿软组织刺激同时也增加了稳定性; 1b: 采用卡扣加螺纹杆设计, 在增加稳定性的同时也可以使用螺纹杆调节角度; 1c, 1d: 术前正侧位 X 线片; 1e, 1f: 术后正侧位 X 线片; 1g, 1h: 术后正侧位外观。

Figure 1. A 68-year-old male. 1a: The modified Hybrid fixator coupled with curving supplementary rod can effectively improve the stability, and can avoid soft tissue irritation as well; 1b: Threaded rod connection can also be used to adjust the angle while increasing the stability; 1c: Preoperative X-ray (anteroposterior position); 1d: Preoperative X-ray (lateral position); 1e: Postoperative X-ray (anteroposterior position); 1f: Postoperative X-ray (lateral position); 1g, 1h: General view after operation.

2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间 13~36 个月, 平均 (24.0±6.4) 个月。共 5 例患者发生固定克氏针道感染 (18.5%), 近端 4 例 (80%), 远端 1 例 (20%), 无骨干 Schanz 钉道感染; 3 例患者通过钉道护理和口服抗生素, 感染得到有效控制; 2 例患者于门诊拆除部分固定针, 口服抗生素后伤口愈合, 推迟锻炼时间, 并未影响骨折愈合过程。2 例患者, 均为 AO 43-A 型, 术后 3 个月 X 线片显示骨折线清晰, 无骨痂形成, 给予松质骨植骨手术治疗。所有患者均获得骨折愈合, 临床愈合时间为 2~5 个月。拆除外固定架时间为 3~6 个月。无改行内固定翻修手术者。

随术后时间推移, 27 例患者下肢功能显著改

善, LEFS 由术后 3 个月 (36.7±9.7), 显著增加至术后 6 个月 (60.1±4.1)、术后 12 个月 (75.9±2.9) ($P<0.001$)。至末次随访时, 所有患者均恢复至伤前运动水平。

3 讨论

杂交外固定架构型丰富, 用于固定干骺端骨折可提供足够的角稳定性^[8]。早期一般采用杂交架临时固定开放性骨折, 待软组织情况改善后, 再行内固定治疗^[4]。随着技术进步, 有学者尝试通过杂交架全程固定治疗胫腓骨干骺端骨折, 避免内固定并发症^[9-10]。但普通的杂交固定架仍存在短板, 可能影响全程治疗

的实现^[11]。外固定合理的构型是杂交构型是取得满意疗效的前提^[12, 13]，为了提高干骺端骨块的固定强度，也为了提高佩戴舒适度增加外固定的可接受度，缩小了固定环的直径，从而减少了固定针的体外长度，并在环-杆连接处增加了 2 根辅助杆^[14, 15]。作者

对 2 根辅助杆进行了预弯，避免辅助杆压迫软组织。另外，通过改良的杂交架的连接都包含螺纹杆设计，允许术中及术后进行干骺端角度的微调，方便术中复位及术后调节。此外，在骨痂形成后，还可通过调节螺纹杆，进行骨折端的动力化，促进愈合。

表 1. 27 例伴有严重软组织损伤的老年胫腓骨骨折患者一般情况及并发症

Table 1. General situation and complications of 27 elderly patients with severe soft tissue injury of tibia and fibula

病人 ID	年龄 (岁)	性别 (M/F)	侧别 (L/R)	损伤机制	住院时长 (d)	临床愈合时间 (月)	并发症	处理方式
1	65	M	L	车祸伤	5	2	-	
2	67	F	L	车祸伤	7	3	钉道感染	口服抗生素
3	72	M	L	车祸伤	11	5	延迟愈合	植骨
4	69	F	L	其他	6	3	-	
5	66	F	L	车祸伤	5	4	-	
6	70	M	R	坠落	5	3	-	
7	75	F	R	车祸伤	4	5	-	
8	77	M	L	砸伤	7	2	钉道感染	口服抗生素
9	68	M	R	车祸伤	11	5	延迟愈合	植骨
10	65	F	L	坠落	8	3		
11	69	M	R	砸伤	5	2.5	-	
12	60	F	R	砸伤	9	4	-	
13	63	M	L	车祸伤	10	3	钉道感染	拆除钉
14	67	M	L	其他	4	4	-	
15	66	F	R	砸伤	8	2	-	
16	73	M	L	其他	7	3	-	
17	62	F	R	坠落	12	3	-	
18	67	F	L	其他	10	3	-	
19	69	M	R	车祸伤	8	2.5	-	
20	70	M	L	砸伤	5	4	钉道感染	口服抗生素
21	73	M	R	车祸伤	5	3		
22	75	M	R	车祸伤	10	4	-	
23	76	M	L	其他	6	2.5	-	
24	64	F	R	坠落	7	2.5	-	
25	68	F	L	车祸伤	9	3	-	
26	61	F	L	坠落	6	2.5	-	
27	69	M	R	车祸伤	10	4	钉道感染	拆除钉

老年患者手术耐受性差，长期卧床，极易发生肺部感染、褥疮等一系列严重并发症。此外，老年人伴有一定程度的骨质疏松，如果不能早期功能锻炼，骨质疏松程度加重，极易导致固定失败^[3]。使用杂交架全程治疗老年人伴有严重软组织损伤的胫腓骨干骺端骨折，具有以下优势：(1) 避免了二次手术更换内固定，减少手术风险；(2) 早期固定无需考虑软组织条件，避免了长期卧床的并发症风险。

钉道感染及螺钉松动是外固定最常见的并发

症^[7]。Clifford 等^[16]认为钉道感染风险阻碍了外固定技术的发展，并描述了规范的置钉技术。2003 年 Parameswaran 等^[17]分析了 285 例外固定患者的临床资料，显示规范置钉的钉道感染率为 11.2%，较之前报道明显降低。外固定针穿过肌肉或肌腱组织，并在关节活动中反复刺激从而形成的微小出血和炎症反应是最终导致钉道感染的主要原因^[18]。本研究感染发生率为 18.5%，无因钉道感染导致固定失败的病例。通过使用改良杂交架全程治疗，所有患者均避免了严

重感染和反复手术的问题。仅 2 例患者接受戴架植骨治疗，所有患者术后均获得较为满意的疗效。

综上所述，改良杂交外固定架治疗伴有软组织严重损伤的老年胫腓骨干骺端骨折，具有创伤小，可早期功能锻炼，并发症少，且佩戴轻便不影响正常生活等优势。但是，本研究仍存在一定的局限性，纳入病例样本量较少且未设对照。在将来的研究中须增加病例样本量，补充对照比较。

参考文献

- [1] 金粉勤, 薛锋, 徐雪荣. 外固定支架和带锁髓内钉治疗胫腓骨骨折的对比研究 [J]. 中华创伤杂志, 2013, 29 (1) : 53-56. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2013.01.013.
Jin FQ, Xue F, Xu XR. Comparative study of external fixation device and interlocking intramedullary nail in treatment of tibiofibular fractures [J]. Chinese Journal of Trauma, 2013, 29 (1) : 53-56. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2013.01.013.
- [2] 刘钊, 万春友, 徐卫国, 等. 胫骨开放性骨折两种外固定比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (12) : 1057-1062. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.12.01.
Liu Z, Wan CY, Xu WG, et al. Comparison of two external fixators for open tibial shaft fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (12) : 1057-1062. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.12.01.
- [3] 王昕辉, 吴希瑞, 张毅, 等. 应用外固定技术终极治疗伴有严重软组织损伤的老年胫腓骨骨折 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2021, 14 (6) : 511-517. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2021.06.11.
Wang XH, Wu XR, Zhang T, et al. External fixation as a definitive treatment for tibiofibular fractures with severe soft tissue injury [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Surgery, 2021, 14 (6) : 511-517. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2021.06.11.
- [4] 曾文容, 陈卫, 陈志达, 等. 环形外固定和膜诱导治疗胫骨近端感染性骨缺损 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (13) : 1234-1237. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.19.
Zeng WR, Chen W, Chen ZD, et al. Circular external fixator combined with membrane induction for postoperative infectious bone defect secondary to internal fixation of proximal tibia fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (13) : 1234-1237. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.19.
- [5] Gross JB, Gavanier B, Belleville R, et al. Advantages of external hybrid fixators for treating Schatzker V-VI tibial plateau fractures: A retrospective study of 40 cases [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2017, 103 (6) : 965-970. DOI: 10.1016/j.otsr.2017.05.023.
- [6] Malakasi A, Lалlos SN, Chronopoulos E, et al. Comparative study of internal and hybrid external fixation in tibial condylar fractures [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2013, 23 (1) : 97-103. DOI: 10.1007/s00590-011-0911-x.
- [7] Lerner A, Chezard A, Haddad M, et al. Complications encountered while using thin-wire-hybrid-external fixation modular frames for fracture fixation. A retrospective clinical analysis and possible support for "Damage Control Orthopaedic Surgery" [J]. Injury, 2005, 36 (5) : 590-598. DOI: 10.1016/j.injury.2004.08.035.
- [8] Jimenez-Heras M, Rovesti GL, Nocco G, et al. Evaluation of sixty-eight cases of fracture stabilisation by external hybrid fixation and a proposal for hybrid construct classification [J]. BMC Vet Res, 2014, 10: 189. DOI: 10.1186/s12917-014-0189-4.
- [9] Bertrand ML, Pascual-López FJ, Guerado E. Severe tibial plateau fractures (Schatzker V-VI) : open reduction and internal fixation versus hybrid external fixation [J]. Injury, 2017, 48: S81-S85. DOI: 10.1016/S0020-1383 (17)30799-4.
- [10] Bülbül M, Kuyucu E, Say F, et al. Hybrid external fixation via a minimally invasive method for tibial pilon fractures - Technical note [J]. Ann Med Surg, 2015, 4 (4) : 341-345. DOI: 10.1016/j.am-su.2015.09.006.
- [11] Mahadeva D, Costa ML, Gaffey A. Open reduction and internal fixation versus hybrid fixation for bicondylar/severe tibial plateau fractures: a systematic review of the literature [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2008, 128 (10) : 1169-1175. DOI: 10.1007/s00402-007-0520-7.
- [12] Fragomen AT, Rozbruch SR. The mechanics of external fixation [J]. HSS J, 2007, 3 (1) : 13-29. DOI: 10.1007/s11420-006-9025-0.
- [13] Socie MJ, Rovesti GL, Griffon DJ, et al. Biomechanical comparison of strategies to adjust axial stiffness of a hybrid fixator [J]. Vet Comp Orthop Traumatol, 2012, 25 (3) : 224-230. DOI: 10.3415/VCOT-11-04-0053.
- [14] Hudson CC, Lewis DD, Cross AR, et al. A biomechanical comparison of three hybrid linear-circular external fixator constructs [J]. Vet Surg, 2012, 41 (8) : 954-965. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2012.01035.x.
- [15] Roberts CS, Dodds JC, Perry K, et al. Hybrid external fixation of the proximal tibia: strategies to improve frame stability [J]. J Orthop Trauma, 2003, 17 (6) : 415-420. DOI: 10.1097/00005131-200307000-00005.
- [16] Clifford RP, Lyons TJ, Webb JK. Complications of external fixation of open fractures of the tibia [J]. Injury, 1987, 18 (3) : 174-176. DOI: 10.1016/0020-1383 (87)90130-6.
- [17] Parameswaran AD, Roberts CS, Seligson D, et al. Pin tract infection with contemporary external fixation: how much of a problem [J]. J Orthop Trauma, 2003, 17 (7) : 503-507. DOI: 10.1097/00005131-200308000-00005.
- [18] 孟德弘, 王传鑫, 马腾, 等. 单边外固定架与髓内钉固定胫骨螺旋骨折比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (8) : 683-688. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.03.
Meng DH, Wang CX, Ma T, et al. Unilateral external fixator versus intramedullary nail for fixation of spiral tibial shaft fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (8) : 683-688. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.03.

(收稿: 2024-05-27 修回: 2024-11-26)

(同行评议专家: 李衡, 李志, 吴希瑞)

(本文编辑: 闫承杰)