

桥接组合式内固定系统外固定治疗开放性胫骨中下段骨折

汪亮, 王忍, 顾卫东, 熊亚林, 吉林

(常州市第七人民医院骨科, 江苏 常州 213011)

【摘要】 目的: 探讨采用桥接组合式内固定系统(bridge-link combined fixation system, BCFS)外固定治疗开放性胫骨中下段骨折的临床疗效。方法: 自 2016 年 10 月至 2017 年 9 月, 采用 BCFS 外固定治疗 11 例开放性胫骨骨折患者, 其中男 7 例, 女 4 例; 年龄 23~65 岁, 平均 44.2 岁; 病程 7~10 d。所有骨折为开放性胫腓骨中下段骨折。骨折按 AO 分型: A 型 5 例, B 型 5 例, C 型 1 例; 按 Gustilo-Anderson 分型均为 II 型。观察患者的骨折愈合时间及术后并发症情况, 并采用 Johner-Wruhs 标准对临床疗效进行评价。结果: 11 例患者均获得随访, 时间 7~13 个月, 平均 10.1 个月; 骨折愈合时间 4~8 个月, 平均 6.2 个月; BCFS 拆除时间 5~11 个月, 平均 7.8 个月。术后均无螺钉松动及桥接系统断裂等情况发生, 其中 1 例患者术后出现胫骨前侧近端及远端钉道相继感染, 经抗炎及换药处理后治愈。根据 Johner-Wruhs 评价标准, 本组优 8 例, 良 3 例。结论: 桥接组合式内固定系统可经外固定方式治疗开放性胫骨中下段骨折, 其体积小、使用灵活、立体固定、弹性固定, 不仅能有效降低组织损伤, 促进骨折愈合, 且具有术后并发症少、患肢功能恢复好的优点。

【关键词】 胫骨骨折; 骨折固定术; 外科手术

中图分类号: R683.42

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.02.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Treatment of open middle and lower tibial fractures with bridge-link combined fixation system external by means of external fixation WANG Liang, WANG Ren, GU Wei-dong, XIONG Ya-lin, and JI Lin. Department of Orthopaedics, the Seventh People's Hospital of Changzhou, Changzhou 213011, Jiangsu, China

ABSTRACT Objective: To explore clinical effect of bridge-link combined fixation system(BCFS) in treating open middle and lower tibial fractures by external fixation. **Methods:** From October 2016 to September 2017, 11 patients with open middle and lower tibial fractures were treated with BCFS by external fixation, including 7 males and 4 females aged from 23 to 65 years old with an average of 44.2 years old; the course of disease ranged from 7 to 10 days. All fractures were open, middle and lower tibiofibular fractures. According to AO classification, 5 patients were type A, 5 patients were type B, and 1 patient was type C. All fractures were classified as type II according to Gustilo-Anderson classification. The time of fracture healing, postoperative complications were observed, Johner-Wruhs standard were used to evaluate clinical effect. **Results:** All patients were followed up from 7 to 13 months with an average of 10.1 months. Fracture healing time ranged from 4 to 8 months with an average of 6.2 months. The removal time of BCFS ranged from 5 to 11 months with an average of 7.8 months. No screws loosening and BCFS breakage occurred after operation, while 1 patient occurred infection of proximal and distal tibia after operation which was healed by anti-inflammatory treatment and dressing change. According to Johner-Wruhs standard, 8 patients were excellent and 3 patients good at the latest follow-up. **Conclusion:** BCFS could be used to treat open middle and lower tibial fractures by external fixation, which had features of small size, flexible use, solid and elastic fixation. It could not effectively reduce tissue injury and promote fracture healing, but also have advantages of less postoperative complications and better recovery of limb function.

KEYWORDS Tibial fractures; Fracture fixation, internal; Surgical procedures, operative

高能损伤导致的长骨骨折多见于股骨及胫骨

基金项目: 国家卫计委医药卫生科技发展中心项目(编号: W2015QJ045)

Fund program: Development of Center Project for Medical Science and Technology of National Health and Family Planning Commission (No. W2015QJ045)

通讯作者: 王忍 E-mail: 1422469491@qq.com

Corresponding author: WANG Ren E-mail: 1422469491@qq.com

骨折, 其中又以胫骨骨折常见。胫骨骨折多发生于中下段, 因血供中断, 易发生延迟愈合甚至不愈合; 并且胫骨位于皮下, 骨折端刺破皮肤又易发生开放性损伤。目前临床上主要的手术治疗方法为髓内钉、钢板和外固定支架^[1]。桥接组合式内固定系统(bridge-link type combined internal fixation system, BCFS)是一种兼具内外固定功能的新型骨折固定装置, 集钢板、髓内钉及外固定为一体, 治疗全身各处

如四肢、骨盆等简单及复杂骨折。研究表明^[2],采用锁定加压钢板外固定治疗胫骨中下段骨折可取得良好的临床疗效。自 2016 年 10 月至 2017 年 9 月,笔者采用 BCFS 外固定治疗 11 例开放性胫骨中下段骨折患者,疗效满意,现报告如下。

1 临床资料

本组共 11 例,男 7 例,女 4 例;年龄 23~65 岁,平均 44.2 岁;病程 7~10 d。骨折按照 AO 分型^[3]: A 型 5 例, B 型 5 例, C 型 1 例;开放骨折均为 Gustilo-Anderson 分型^[4] II 型。受伤原因:车祸 6 例,砸伤 2 例,高处坠落 3 例。所有患者合并其他部位损伤,包括腓骨骨折 11 例,锁骨骨折 1 例,肋骨骨折 2 例,腰椎骨折 1 例,胸椎骨折 1 例,骨盆骨折 1 例。所有患者术前一般资料见表 1。

2 治疗方法

2.1 手术方法

患者取仰卧位,麻醉成功后大腿中上段绑扎止血带,常规消毒、铺无菌巾单及贴膜。先取腓骨外侧切口,长约 8 cm,切开皮肤、皮下组织及筋膜。沿腓骨长短肌间隙入路,显露骨折端,将 2 枚双棒双孔固定块连接 2 根连接棒两端后放置于腓骨外侧,钻孔后 4 枚螺钉拧入对侧骨皮质,钉尾不锁定,然后利用撑开钳于两固定块间撑开腓骨断端,复位后再拧出螺钉,测深并拧入 4 枚锁定螺钉。C 形臂 X 线机透视下见内固定在位后冲洗切口,彻底止血,然后逐层缝合切口。手法复位胫骨骨折断端,将一单棒两端各连接 1 枚单棒双孔固定块,套筒固定并放置于胫骨前侧,悬空 1.0~1.5 cm,于固定块孔正下方做四处皮肤小切口,约 1.0 cm,钻孔并测深,在骨折两端各拧入 2 枚锁定螺钉并将单棒悬空锁定。同样的方法在胫骨内侧悬空固定另一连接棒。C 形臂 X 线机透视下见锁定螺钉在位且长短合适后乙醇纱布包裹

钉眼。

2.2 术后处理

术后常规抗生素预防感染 1~3 d, 2~3 d 开始行膝关节及踝关节主动屈伸功能锻炼, 2 周后持双拐渐进性负重行走, 12 周后根据骨痂生成情况部分性负重行走。术后每月复查 X 线片, 根据骨折愈合情况拆除外固定。

3 结果

本组 11 例患者均获得随访, 时间 7~13 个月, 平均 10.1 个月; 骨折愈合时间 4~8 个月, 平均 6.2 个月, 桥接外固定拆除时间 5~11 个月, 平均 7.8 个月。术后无螺钉松动及桥接系统断裂等情况发生, 其中 1 例患者分别于术后 25 d 及 55 d 胫骨前侧近端及远端钉道相继出现感染, 经抗炎及换药处理后治愈。根据 Johner-Wruhs^[5]评价标准(见表 2), 本组患者优 8 例, 良 3 例。11 例患者术后一般情况见表 3。典型病例图片见图 1-2。

4 讨论

4.1 胫骨中下段骨折治疗方法的选择

胫骨中下段骨折的治疗一直备受争议, 治疗方法包括闭合复位石膏固定、切开复位内固定、髓内钉、外固定等, 各种方法都有其优劣。保守治疗虽然方便、经济, 但容易导致骨折再移位, 况且因无坚强固定, 功能锻炼将会受限, 因此, 骨折愈合必将延迟。切开内固定可在直视下复位并坚强固定, 但因破坏软组织及外骨膜血运, 有引起皮肤坏死、骨髓炎甚至截肢的可能。髓内钉虽有维持肢体长度, 坚强固定及创伤小的优势, 但扩髓也会影响内骨膜血运, 况且骨折越靠近远端, 易出现复位不良, 骨折端发生摇摆, 导致骨不连的发生。锁定钢板外固定虽然也有手术操作简单, 组织损伤小及去除方便的优点, 但也存在着孔距过宽且置钉方向固定的问题^[6]。外固定支架

表 1 开放性胫骨中下段骨折患者 11 例术前一般资料

Tab.1 Preoperative general data of 11 patients with open middle and lower tibial fractures

患者序号	性别	年龄(岁)	受伤原因	Gustilo-Anderson 分型	AO 分型	病程(d)	合并其他骨折
1	男	47	车祸	II 型	A3 型	10	腓骨、锁骨、肋骨
2	男	38	车祸	II 型	B3 型	9	腓骨
3	女	65	砸伤	II 型	B1 型	8	腓骨
4	男	23	高处坠落	II 型	A2 型	7	腰椎、腓骨
5	男	32	车祸	II 型	A1 型	7	腓骨
6	男	48	砸伤	II 型	B3 型	9	腓骨
7	女	51	车祸	II 型	B2 型	8	腓骨
8	男	34	高处坠落	II 型	A2 型	8	骨盆、腓骨
9	男	56	高处坠落	II 型	C1 型	10	胸椎、腓骨
10	女	43	车祸	II 型	B1 型	8	腓骨
11	女	49	车祸	II 型	A2 型	7	肋骨、腓骨

表 2 Johner-Wruhs 评价标准
Tab.2 Johner-Wruhs scoring

项目	优	良	可	差
骨不连、骨髓炎、 截肢	无	无	无	无
神经血管障碍 畸形	无	轻微	中度	重度
内翻/外翻	无	2°~5°	6°~10°	>10°
前倾或后倾	0°~5°	6°~10°	11°~20°	>20°
旋转	0°~5°	6°~10°	11°~20°	>20°
缩短	0~5 mm	6~10 mm	11~20 mm	>20 mm
活动度				
膝关节	正常	>80%	>75%	<75%
踝关节	正常	>75%	>50%	<50%
距下关节	>75%	>50%	<50%	
疼痛	无	偶尔	中度	重度
步态	正常	正常	不明显的跛行	明显跛行
费力的活动	能	受限	严重受限	不能

表 3 开放性胫骨中下段骨折患者 11 例术后一般资料
Tab.3 Postoperative general data of 11 patients with open middle and lower tibial fractures

患者 序号	骨折愈合 时间(月)	BCFS 拆除 时间(月)	随访时间 (月)	Johner- Wruhs 评分	并发症
1	8	11	13	优	无
2	7	9	11	良	偶尔疼痛
3	5	6	9	优	钉眼感染
4	6	8	10	优	无
5	4	5	8	优	无
6	5	6	7	良	轻度畸形
7	6	7	10	优	无
8	8	10	12	优	无
9	5	7	8	良	轻度畸形
10	7	9	11	优	无
11	7	8	12	优	无

一般用于软组织损伤较重的开放性骨折，其并发症发生率较高，如复位丢失、畸形愈合、钉道感染及笨重与体积大而影响日常生活及穿着等。

4.2 BCFS 外固定治疗胫骨中下段骨折的优缺点

本研究采用 BCFS 外固定治疗胫骨中下段骨折，具有以下优势：(1)BCFS 仅由连接棒、固定块、螺钉构成，结构简单，操作方便，减少了手术时间。(2)术中无须切开过多软组织及剥离外骨膜，切口只需 1.0 cm 大小，术中出血少，有效降低组织损伤。(3)BCFS 可通过非平面整体固定，立体固定骨折，有效地稳定骨折而避免螺钉拔出；其次，连接棒上的固

定块可根据需要能轴向移动及径向转动，使用灵活。(4)BCFS 为动态弹性固定，无应力遮挡和应力集中效应，骨折愈合率高。(5)BCFS 体积小，重量轻，早期即可行功能锻炼，同时日常生活及穿着基本不受影响。(6)外固定拆除方便，避免再次住院。虽然 BCFS 具有以上优势，但也有其他外固定不足之处：首先，坚强固定不如切开内固定^[7]，故术后功能锻炼将受限制。其次，钉眼处也会有感染的风险。另外，外固定闭合复位不当易导致畸形愈合。

4.3 BCFS 外固定治疗胫骨中下段骨折的疗效

本研究 11 例患者中 BCFS 均未发生断裂情况，这是由于骨折固定后无应力集中效应。BCFS 外固定为混棒非平面结构，属于立体固定，能避免因应力集中而导致外固定系统疲劳断裂^[8]。另一方面，BCFS 立体固定结构在最大应力、前屈及后屈应力作用下均优于普通钢板，且保持较小的位移^[9]，骨折端因坚强固定而更有利于骨折愈合，外固定断裂的发生率便降低。

本研究患者骨折愈合时间为 4~8 个月，未出现延迟愈合或不愈合，这是因为 BCFS 固定骨折为动态弹性固定且无应力遮挡。在早期功能锻炼时，连接棒上的固定块会随负重作用而轴向轻微移动，骨折端便存在持续动态的压应力，应力作用会加快骨折愈合^[10]。既往钢板内固定治疗容易出现骨折周围骨质疏松而影响骨折愈合，BCFS 由于无应力遮挡作用避免了骨折周围局部骨皮质减少、骨质疏松以及骨强度减弱的风险^[11]。

本研究 1 例患者分别于术后 25 d 及 55 d 胫骨前侧近端及远端相继出现钉道感染，经抗炎及换药处理后治愈。既往外固定治疗骨折的主要并发症为钉眼感染，因此，术后抗炎治疗及定时护理尤为重要，尤其在患者出院后。本例患者钉眼感染可能是在出院后护理不善导致。梅正峰等^[12]采用锁定钢板外固定治疗胫骨中下段骨折后认为，钢板离开皮肤 2~3 cm 为宜，否则外固定与皮肤距离太近可能因摩擦而导致感染，尤其越靠近踝关节。笔者认为，当骨折越靠近踝关节，因解剖因素，外固定远端与皮肤的适当调整，若过长，可能因骨折端固定不稳而影响骨折愈合。BCFS 连接棒为圆柱状，可以根据术中要求任意方向折弯，或者直接使用干骺端解剖固定块。本研究 3 例患者中 1 例早期偶尔出现疼痛，外固定拆除后疼痛逐渐消失；2 例可能由于手法复位的缘故出现轻度畸形。

综上所述，BCFS 是一种兼具外固定功能的内固定装置，其具有体积小，结构简单，操作方便，使用灵活，弹性固定，立体固定；组织损伤低，术中出血少；

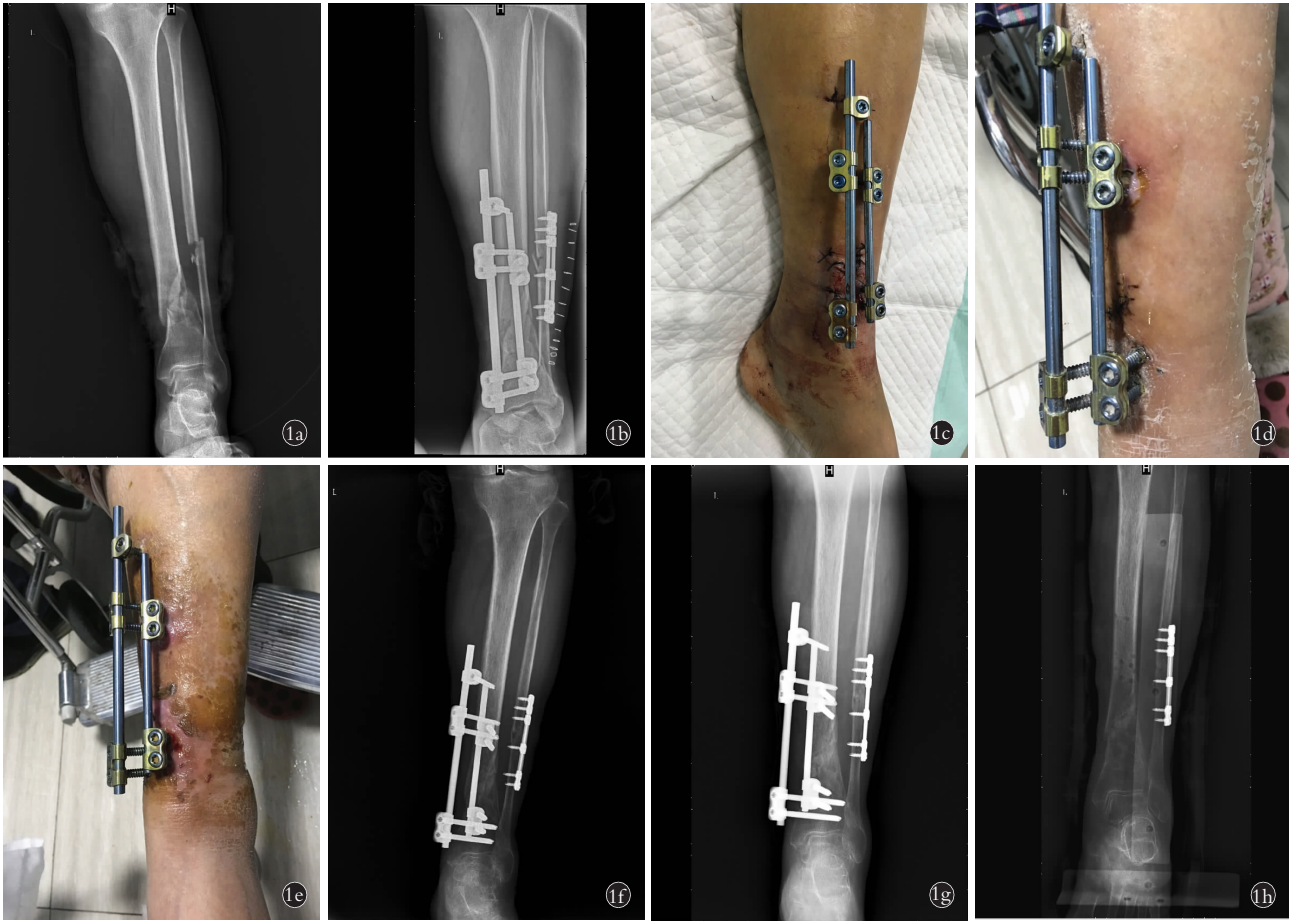


图 1 患者,女,65 岁,左胫腓骨骨折 **1a.** 术前 X 线片示左胫骨中下段骨折 **1b.** 术后第 2 天正位 X 线片示骨折复位尚可 **1c.** 术后第 2 天左小腿外固定图片 **1d.** 术后 25 d 外观图示胫骨前侧近端钉眼出现红肿、渗出 **1e.** 术后 55 d 近端钉眼稍好转,远端又出现红肿、渗出 **1f.** 术后 4 个月正位 X 线片示内骨痂已形成,骨折线开始模糊 **1g.** 术后 5 个月正位 X 线片示骨折线基本消失 **1h.** 术后 6 个月正位 X 线片示桥接外固定拆除,骨折愈合尚可

Fig.1 Female, 65-year-old patient with left tibia and fibula fracture **1a.** Preoperative AP X-ray showed fractures of middle right tibia and fibula **1b.** AP X-ray on the second day showed fracture reduction were acceptable **1c.** Postoperative appearance on the 2nd day showed external fixation of left leg **1d.** Postoperative appearance at 25 days showed redness and exudation appeared in the proximal anterior tibia **1e.** Postoperative appearance at 55 days showed the symptom of proximal nail eye improved slightly, but the distal end occurred redness and exudation again **1f.** Postoperative AP X-ray at 4 months showed internal callus formed and fracture line began to blur **1g.** Postoperative AP X-ray at 5 months showed fracture line disappeared basically **1h.** Postoperative AP X-ray at 6 months showed BCFS was removed and fracture healed well

术后并发症少,患肢功能恢复好,骨折愈合快;日常生活及穿着无明显影响等优点。因此,对于开放性甚至闭合性中下段胫骨骨折可采用 BCFS 外固定治疗。但需注意其主要并发症为钉道感染,因此在住院期间及出院后钉眼应注意护理,防止感染,必要时予以抗炎治疗。

参考文献

[1] Fu Q,Zhu L,Lu J, et al. External fixation versus unreamed tibial intramedullary nailing for open tibial fractures:a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 12753.
 [2] Zhou Y, Wang YB, Liu LF, et al. Locking compression plate as an external fixator in the treatment of closed distal tibial fractures[J]. Int Orthop, 2015, 39(11): 2227-2237.
 [3] 赵玉沛,陈孝平. 外科学[M]. 第 3 版. 北京:人民卫生出版社, 2015, 829.

ZHAO YP, CHEN XP. Surgery[M]. 3rd. Edition. Beijing: People's Medical Publishing House, 2015, 829. Chinese.
 [4] Gustilo RB. Problems in the management of type III (severe) open fracture: a new classification of type III open fracture[J]. J Trauma, 1984, 24(8): 742-746.
 [5] 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.
 [6] 赵巍,曹扬,施林军,等. 锁定钢板经皮外固定治疗儿童胫骨骨折[J]. 中国骨伤, 2014, 27(7): 597-600.
 ZHAO W, CAO Y, SHI LJ, et al. Locking plate percutaneous external fixation for the treatment of pediatric tibial fractures [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(7): 597-600. Chinese with abstract in English.
 [7] Ma CH, Wu CH, Jiang JR, et al. Metaphyseal locking plate as an external fixator for open tibial fracture: clinical outcomes and

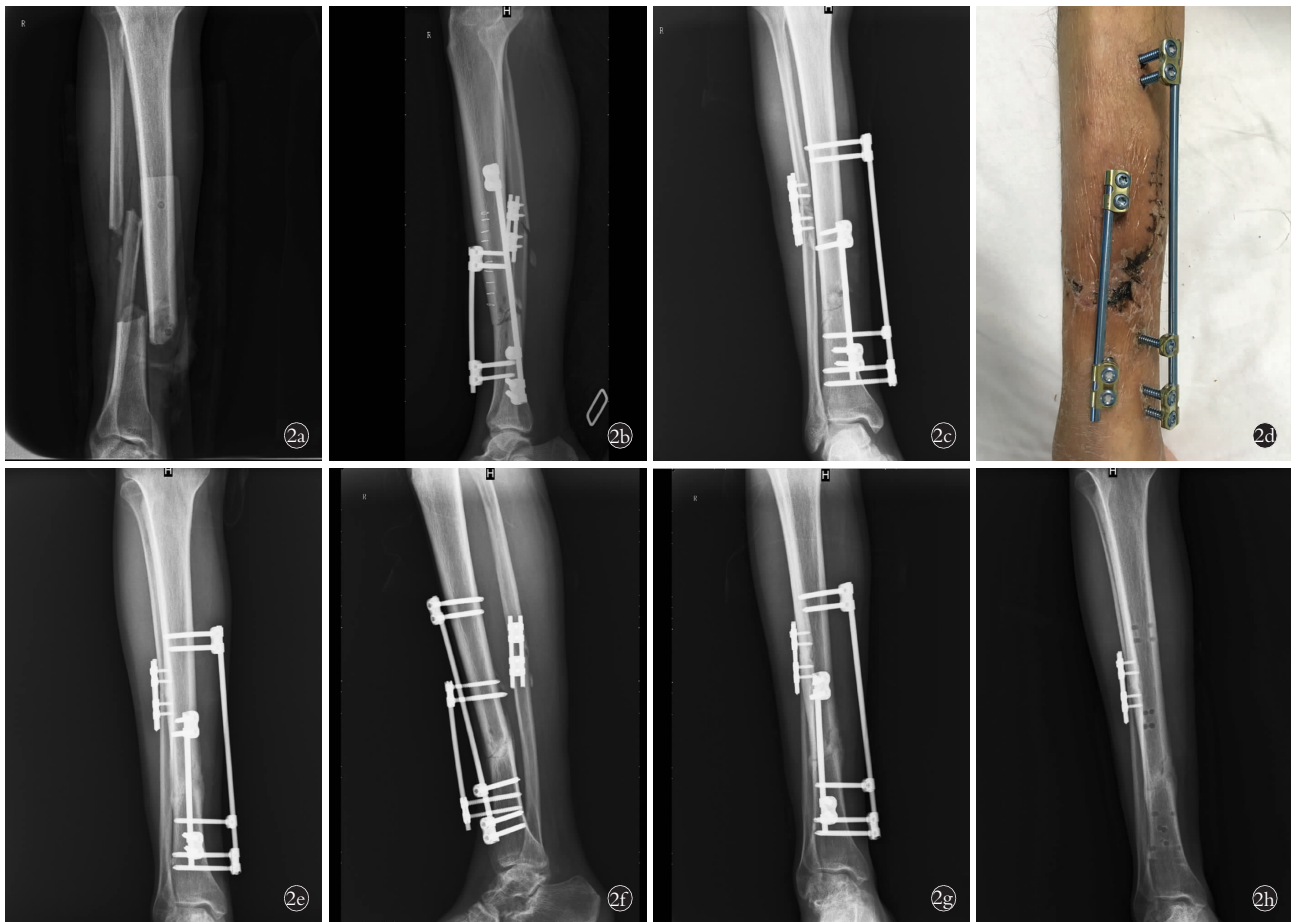


图 2 患者,男,47 岁,右胫腓骨骨折 2a. 术前正位 X 线片示右胫骨中下段及腓骨中段骨折 2b. 术后第 2 天侧位 X 线片示骨折断端复位良好 2c. 术后 2 周正位 X 线片示骨折线开始模糊 2d. 术后 2 周右小腿外固定图片 2e,2f. 术后 6 个月正侧位 X 线片示外骨痂形成 2g. 术后 7 个月正位 X 线片示内骨痂已形成,骨折线模糊 2h. 术后 8 个月正位 X 线片示骨折线消失,桥接外固定拆除

Fig.2 Male, 47-year-old patient with right tibia and fibula fracture 2a. Preoperative AP X-ray showed fractures of middle and lower right tibia and middle right fibula 2b. Postoperative lateral X-ray at 2 days showed satisfactory reduction and alignment 2c. Postoperative AP X-rays at 2 weeks showed fracture line began to blur 2d. Postoperative external fixation picture of right calf at 2 weeks 2e,2f. Postoperative AP and lateral X-rays at 6 months showed external callus formed 2g. Postoperative AP X-ray at 7 months showed internal callus formed and fracture line blurred 2h. Postoperative AP X-ray at 8 months showed fracture line disappeared and BCFS was removed

biomechanical assessment[J]. Injury, 2017, 48(2):501-505.

[8] 熊鹰,李群辉,柳百炼,等. 桥接组合式内固定系统与锁定接骨板钉系统在股骨骨折应用中的有限元分析[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(30):5516-5519.

XIONG Y, LI QH, LIU BL, et al. Finite element analysis of bridge combined fixation system and the locking plate-screw system on the application for femoral fractures[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2012, 16(30):5516-5519. Chinese.

[9] 吕志强,李兴华,王爱国. 桥接组合式内固定与金属锁定接骨板钉系统修复股骨干骨折的生物力学比较[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(17):2555-2561. Chinese.

LYU ZQ, LI XH, WANG AG. Repair of femoral shaft fracture with bridging combined internal fixation and locking plate screw system: a biomechanical comparison[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2016, 20(17):2555-2561. Chinese.

[10] 温洋,沈师,张喜海,等. 桥接组合式内固定系统与数字化定制钢板治疗复杂四肢骨折的临床疗效[J]. 重庆医学, 2018, 47(14):1908-1911.

WEN Y, SHEN S, ZHANG XH, et al. Clinical effect of bridge combined internal fixation system and digital custom-made plate in the treatment of complex limb fractures[J]. Chong Qing Yi Xue, 2018, 47(14):1908-1911. Chinese.

[11] 吴刚强,刘波,艾继超,等. 桥接组合式内固定系统治疗长节段粉碎性股骨干骨折的疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(2):169-170.

WU GQ, LIU B, AI JC, et al. Observation of bridge combined internal fixation system for the treatment of long segmental comminuted femoral shaft fracture[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2018, 33(2):169-170. Chinese.

[12] 梅正峰,范顺武,赵凤东,等. 锁定钢板外固定治疗胫骨中下段骨折[J]. 中国骨伤, 2014, 27(6):458-460.

MEI ZF, FAN SW, ZHAO FD, et al. Locking plate external fixator for the treatment of middle and distal tibial fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(6):458-460. Chinese with abstract in English.

(收稿日期:2018-12-17 本文编辑:李宜)