

# 双臂外固定架与有限内固定修复胫腓骨中下段开放性骨折：断端固定可靠

刘建<sup>1</sup>, 田宝方<sup>1</sup>, 王文珠<sup>2</sup>, 郑卫东<sup>1</sup>, 冯立<sup>1</sup>, 杜宝印<sup>1</sup>, 田大为<sup>3</sup>(济宁市第一人民医院, <sup>1</sup>急诊外科, <sup>2</sup>麻醉科, 山东省济宁市 272100; <sup>3</sup>湖北医药学院附属东风医院, 湖北省十堰市 442000)

## 文章亮点:

1 由于胫骨独特的解剖特点和血供情况, 其中下段骨折常导致胫骨营养血管损伤, 以致骨折断端缺乏足够的血液供应而发生延迟愈合, 甚至不愈合, 因而根据患者骨折情况及周围软组织损伤情况选择适宜的方法进行骨折复位和固定治疗中就显得尤为重要。

2 文章结果显示, 腓骨中下段开放性骨折患者采用双臂外固定架结合有限切开内固定进行修复可实现对骨折断端的有效复位及牢固固定, 能促进骨折愈合及软组织的修复, 有利于患肢及早进行恢复性训练, 恢复患肢功能。

3 双臂外固定架嵌入肢体的部分允许功能性负重和动态加压, 固定针远离骨折端。使用双臂外固定支架可以使骨不愈合的患者得到较好的愈合率, 应用方便, 医护人员易于掌握, 可以同时纠正肢体的畸形与短缩。

## 关键词:

骨科植入物; 骨植入物; 胫腓骨骨折; 外固定架; 有限内固定; 开放性骨折; 骨折固定术

## 主题词:

胫骨骨折; 腓骨骨折; 外固定器; 内固定器; 骨折固定术

## 基金资助:

湖北省教育厅课题: 计算机辅助设计管状骨骨折复位器导向器及生物力学测试, 编号: B20112102

刘建, 男, 1982年生, 山东省济宁市人, 汉族, 2007年山东大学毕业, 医师, 主要从事骨科创伤方面的研究。

中图分类号: R318

文献标识码: A

文章编号: 2095-4344

(2015)39-06350-05

稿件接受: 2015-08-05

http://www.crter.org

## 摘要

**背景:** 胫腓骨开放性骨折是四肢长骨中最易出现的骨折, 单纯外固定常难以实现彻底有效的复位和固定, 而切开复位内固定的缺点突出表现在术后并发症高发, 严重影响关节功能的恢复, 因此将外固定与内固定方法相结合修复胫腓骨开放性骨折目前在临床上应用比较多。

**目的:** 探讨胫腓骨中下段开放性骨折采用双臂外固定架结合有限切开内固定的修复效果。

**方法:** 回顾性分析济宁市第一人民医院 2009年1月至2013年1月收治的56例经X射线检查或CT影像学检查确诊为胫腓骨中下段开放性骨折患者的临床资料, 作为治疗组, 患者均在入院8h内进行彻底清创、复位骨折断端并进行有限内固定、固定双臂外固定架及I期缝合, 待损伤局部条件允许行II期植皮、邻近肌皮瓣或游离皮瓣闭合修复创面。观察其修复效果及术后并发症发生情况, 并与44例同期行单纯切开复位内固定修复胫腓骨中下段开放性骨折的患者(对照组)进行对比。

**结果与结论:** 治疗组56例患者中, 疗效优35例, 良16例, 可4例, 差1例, 优良率为91%; 对照组44例患者中, 疗效优23例, 良10例, 可7例, 差4例, 优良率为75%, 治疗组优良率显著高于对照组( $P < 0.05$ )。两组患者在手术切口长度、手术时间、骨折愈合时间、骨不连发生率方面差异均有显著性意义, 治疗组均优于对照组( $P < 0.05$ )。提示采用双臂外固定架结合有限切开内固定修复胫腓骨中下段开放性骨折断端固定可靠, 可显著降低单纯内固定引起的术后并发症, 促进骨折愈合, 有利于患肢及早进行恢复性训练。

刘建, 田宝方, 王文珠, 郑卫东, 冯立, 杜宝印, 田大为. 双臂外固定架与有限内固定修复胫腓骨中下段开放性骨折: 断端固定可靠[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(39):6350-6354.

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2015.39.021

## Bilateral external fixation combined with limited internal fixation in the repair of open fractures of middle and distal tibia and fibula: reliable fixation on the broken ends

Liu Jian<sup>1</sup>, Tian Bao-fang<sup>1</sup>, Wang Wen-zhu<sup>2</sup>, Zheng Wei-dong<sup>1</sup>, Feng Li<sup>1</sup>, Du Bao-yin<sup>1</sup>, Tian Da-wei<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Emergency Surgery, Jining No.1 People's Hospital, Jining 272100, Shandong Province, China;

<sup>2</sup>Department of Anesthesiology, Jining No.1 People's Hospital, Jining 272100, Shandong Province, China;

<sup>3</sup>Dongfeng Hospital Affiliated to Hubei University of Medicine, Shiyan 442000, Hubei Province, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** Open fracture of tibia and fibula is a common fracture of long bones. Simple external fixation is often difficult to achieve thorough and effective reduction and fixation. Shortcomings of open reduction and internal fixation highlighted in the high incidence of postoperative complications, and seriously affected the recovery of joint function. Therefore, external fixation combined with internal fixation for repair of open fractures of tibia and fibula has been extensively used in the clinic.

**OBJECTIVE:** To explore the repair efficacy of bilateral external fixation combined with limited internal fixation on

Liu Jian, Physician, Emergency Surgery, Jining No.1 People's Hospital, Jining 272100, Shandong Province, China

Accepted: 2015-08-05

open fractures of middle and distal tibia and fibula.

**METHODS:** Clinical data of 56 patients, who were identified by X-ray or CT examination and were diagnosed as having open fractures of middle and distal tibia and fibula in the Jining No.1 People's Hospital, as the treatment group, were retrospectively analyzed from January 2009 to January 2013. Patients were subjected to thorough debridement, reduction of the fracture fragments, limited internal fixation and fixed bilateral external fixation within 8 hours. They received stage I suture. When the local conditions of the wound permitted, they received stage II grafting, and were repaired with adjacent muscle flap or free flap. The efficacy and postoperative complication were observed. Above data were compared with those of 44 patients with open fractures of middle and distal tibia and fibula who received reduction and internal fixation (control group).

**RESULTS AND CONCLUSION:** Among the 56 patients in the treatment group, the outcomes were excellent in 35 cases, good in 16 cases, average in 4 cases and poor in 1 case. The excellent and good rate was 91%. Among the 44 patients in the control group, the outcomes were excellent in 23 cases, good in 10 cases, average in 7 cases and poor in 4 cases. The excellent and good rate was 75%. The excellent and good rate was significantly higher in the treatment group than that of the control group ( $P < 0.05$ ). Significant differences in incision length, operation time, fracture healing time and bone nonunion rate were detected between the two groups, and above indexes were better in the treatment group than in the control group ( $P < 0.05$ ). These findings verify that bilateral external fixation combined with limited internal fixation for open fractures of middle and distal tibia and fibula is reliable, can significantly reduce postoperative complications after internal fixation, promote the healing of fracture, and is conducive to the early recovery training of the affected limb.

**Subject headings:** Tibial Fractures; Fibular fractures; External Fixators; Internal Fixators; Fracture Fixation

**Funding:** the Project of Hubei Province Education Department, No. B20112102

Liu J, Tian BF, Wang WZ, Zheng WD, Feng L, Du BY, Tian DW. Bilateral external fixation combined with limited internal fixation in the repair of open fractures of middle and distal tibia and fibula: reliable fixation on the broken ends. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2015;19(39):6350-6354.

## 0 引言 Introduction

胫骨是连接股骨下方的支撑体质量的主要骨骼, 腓骨是附连小腿肌肉的重要骨骼, 并承担1/6的承重。胫骨中下1/3处形态转变, 易于骨折, 胫量上1/3骨折移位, 易压迫腓动脉, 造成小腿下段严重缺血坏疽。胫骨中1/3骨折瘀血可关闭在小腿的骨筋膜室, 增加室内压力造成缺血性肌挛缩成坏疽。胫骨中下1/3骨折使滋养动脉断裂, 易引起骨折, 延迟愈合。胫腓骨开放性骨折是四肢长骨中最易出现的骨折, 主要由高能损伤所致, 常伴有较严重的软组织损伤。胫骨表面软组织较薄, 且中下1/3骨血液供应较差, 故而, 此类骨折不仅治疗难度大, 而且若不能得到及时有效的治疗, 易出现骨折愈合困难甚至不愈合、畸形愈合等并发症, 严重影响患侧肢体功能<sup>[1]</sup>。

临床中胫腓骨开放性骨折治疗方法不一, 以闭合复位结合单纯外固定或切开复位内固定较为常见, 但二者均有其不可忽视的劣势, 对于粉碎性骨折闭合复位结合单纯外固定常难以实现彻底有效的复位和固定, 而切开复位内固定缺点突出表现在术后并发症高发, 严重影响关节功能的恢复<sup>[2-3]</sup>。而将外固定与内固定方法相结合进行胫腓骨开放性骨折不仅可实现有效的骨折固定, 还对骨折周围血供进行进一步的保护, 促进骨折愈合, 又能使患肢及早进行恢复性训练<sup>[4]</sup>。

济宁市第一人民医院对2009年1月至2013年1月收治的56例胫腓骨开放性骨折患者进行双臂外固定架结合有限切开内固定治疗, 现将结果总结报告如下。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

### 1.1 设计 对比观察试验。

1.2 时间及地点 于2009年1月至2013年1月在济宁市第一人民医院急诊外科完成。

1.3 材料 多孔双臂加压外固定器包括多针孔铝合金套管、多根金属钢针和螺丝钉等部件, 其特征是有2个结构相同的多针孔铝合金套管, 金属钢针穿过套管上的针孔后用螺丝钉紧固于两个套管的相对端之间, 每个套管由前块和后块组成, 前、后块之间连有插条和加压器, 加压器由两根旋向相反且分别与前、后块螺纹联接的丝杆构成, 两根丝杆的另一端同时固定联接着一个承接头, 正向或反向旋转承接头时, 通过旋向相反的丝杆带动前块和后块随之相互靠拢或分开以调整其相对距离; 插条一端与前块或后块连为一体, 另一端插在后块或前块的纵向孔中, 其插入部份随着加压器调整前、后块间的相对距离在纵向孔中前后移动。

### 1.4 对象

**诊断标准:** 经X射线检查或CT影像学检查均确诊为胫腓骨中下段开放性骨折<sup>[2]</sup>。

**纳入标准:** 符合胫腓骨中下段开放性骨折的诊断标准; 新鲜胫腓骨中下段开放性骨折于伤后1-7 h内入院治疗; 行双臂外固定架结合有限切开内固定治疗; 患者对治疗方案知情同意。

**排除标准:** 合并严重恶性肿瘤。

本组56例胫腓骨中下段开放性骨折患者行双臂外固定架结合有限切开内固定治疗, 作为治疗组, 其中男39例, 女17例; 年龄18-59岁, 平均(29.5±7.3)岁。致伤原因: 交通伤27例, 高空坠落伤18例, 重物砸伤7例, 打击伤4例。56例患者仅2例患者未伴有腓骨骨折, 其中粉碎性骨折24例, 螺旋形或斜行骨折22例, 蝶形骨折6例, 胫骨横断骨折4例。

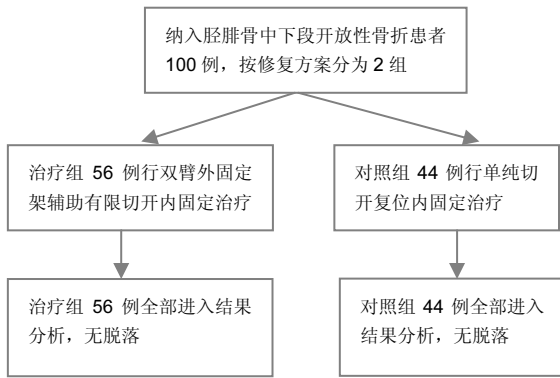


图1 两组患者分组流程图  
Figure 1 Packet flow chart of patients in both groups

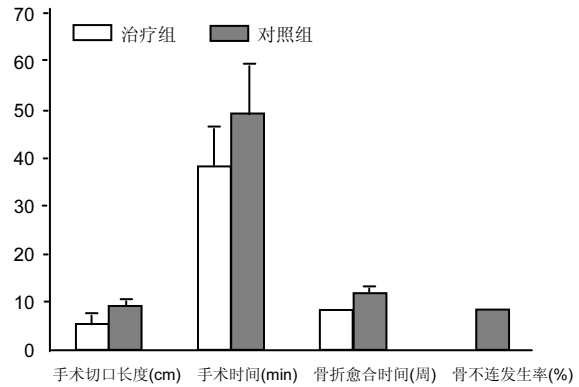


图2 两组患者手术切口长度、手术时间、骨折愈合时间、骨不连发生率对比图

Figure 2 Comparison chart of incision length, operation time, fracture healing time and bone nonunion rate in patients of both groups



图3 右侧胫腓骨中下段开放性多段骨折治疗前后X射线片  
Figure 3 X-ray films of right open fractures of middle and distal tibia and fibula before and after treatment  
图注: 图A为治疗前, B为治疗后。

表1 两组患者的疗效、创口愈合情况比较 (n/%)  
Table 1 Comparison of effect and healing situation in patients between two groups

项目		治疗组	对照组	$\chi^2$	P
疗效	优	35/62.50	23/52.27	19.48	0.012
	良	16/28.57	10/22.73	17.96	0.021
	可	4/7.14	7/15.91	16.05	0.022
	差	1/1.79	4/9.09	11.97	0.044
优良率		91%	75%	25.84	0.001
创口愈合情况	II/甲级愈合	38/67.86	25/56.82	18.26	0.015
	II/乙级愈合	18/32.14	12/27.27	9.92	0.047
	II/丙级愈合	0/0	7/15.91	12.33	0.038

表2 两组患者的手术时间、愈合时间等情况比较  
Table 2 Comparison of operation time and healing time in patients of both groups

组别	n	手术切口长度 ( $\bar{x}\pm s$ , cm)	手术时间 ( $\bar{x}\pm s$ , min)	骨折愈合时间 ( $\bar{x}\pm s$ , 周)	骨不连发生率 (n/%)
治疗组	56	5.62 $\pm$ 2.07	38.24 $\pm$ 8.16	8.8 $\pm$ 1.0	0/0
对照组	44	9.35 $\pm$ 1.23	49.50 $\pm$ 9.87	12.2 $\pm$ 0.9	4/9
$t/\chi^2$		4.281	3.652	6.192	4.374
P		0.014	0.024	0.001	0.012

而根据Gustilo分类法, 本组中I型、II型、III型各有14例、32例、10例。另外, 7例患者合并较重的颅脑骨折, 22例合并有严重软组织挫伤和脱套伤。与之进行比较的对照组为44例同期进行胫腓骨中下段骨折单纯切开复位内固定治疗的患者。两组患者的年龄、性别、病情等一般资料进行均衡性比较, 差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性。

1.5 方法

**修复前准备:** 术前首先就脱水、休克及出血等危及生命的创伤进行对症处理, 待患者体温、血压、脉搏等生命体征基本恢复平稳后行手术治疗。术前1 h进行术前抗感染。

**修复方法:** 治疗组选用硬膜外麻醉或腰麻。首先, I期彻底清创, 反复多次使用生理盐水及双氧水对创面进行反复清洗, 将创面内异物及污染严重、坏死软组织彻底清除, 并对骨膜及血供较好的软组织进行保护和保留。然后, 尝试手法复位骨折, 使骨折部位得到初步复位。先行腓骨切开复位并用克氏针、钢板进行内固定, 对胫骨骨折复位起到辅助作用, 提高胫骨复位稳定性。而后, 借助原创口或于胫骨远端外侧做2-4 cm直切口, 直视下对胫骨骨折断端进行复位<sup>[5]</sup>。若骨折断端存在较大游离骨块、螺旋形或斜行骨折等不稳定骨折, 先根据具体情况选择钢丝、螺钉、克氏针等对断端和游离骨进行有限内固定; 对骨缺损较严重者, 行骨移植。安放外固定架时, 将2枚直径为4 mm骨圆针于胫骨远端踝关节面上方平行关节面插入, 两针成70°左右交角, 然后, 根据胫骨中下段骨折损伤界面上下垂直胫骨干平行穿入4枚直径4 mm骨圆针, 使之与之前插入2枚骨圆针保持平行, 安装双臂外固定架并通过固定夹将骨圆针固定于双臂外固定架内外两侧。待复位满意后, 根据患者骨折情况, 进行适当的固定夹加压固定。固定完毕, 清创软组织缺损不明显者行I期缝合, 缺损严重者待创面条件允许适时进行II期植皮、邻近肌皮瓣或游离皮瓣闭合修复创面<sup>[6-7]</sup>。

对照组仅进行胫腓骨中下段骨折单纯切开复位内固定治疗。

**修复后处理:** 进行术后抗感染处理, 及时对外固定架针孔分泌物进行处理, 保持局部干燥清洁, 若分泌物较多, 为防止针道感染, 可用碘伏纱布更换敷料。术后疼痛缓解可适当进行患肢踝关节主动、被动活动、肌肉舒缩锻炼等活动以最大程度上保留踝关节功能。治疗后三至四周进行无负重拄拐功能锻炼。定期对患肢进行X射线检查, 据此对外固定架进行调整及拆除外固定架。术后及拆除外固定架后对患者进行随访。

**修复效果评价:** ①患者患肢与健侧等长, 膝关节、踝关节功能恢复正常, X射线显示骨折解剖复位或成角 $< 5^\circ$ 者判定疗效为优。②患者患肢较健侧缩短1 cm以内, 膝关节、踝关节功能恢复较好, X射线提示骨折断端存在侧方移位, 但移位范围在骨折面25%以内, 且成角 $< 10^\circ$ 者可判定疗效为良。③患者患肢较健侧缩短1.0–2.0 cm, 膝关节、踝关节功能恢复一般, 存在一定功能障碍, X射线提示成角 $< 15^\circ$ 者判定疗效为可。④未达上述标准者判定疗效为差。

**1.6 主要观察指标** 观察两组患者的临床疗效及骨折愈合情况。

**1.7 统计学分析** 采用SPSS 15.0软件包对所得数据进行统计学处理。计数资料采用 $\chi^2$ 检验, 计量资料采用t检验, 计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 进行表示。将 $P < 0.05$ 作为差异有显著性意义的标准。

## 2 结果 Results

**2.1 参与者数量分析** 按意向性处理, 56例胫腓骨中下段开放性骨折患者行双臂外固定架结合有限切开内固定治疗, 作为治疗组; 对照组为44例同期进行胫腓骨中下段骨折单纯切开复位内固定治疗的患者。全部进入结果分析, 无脱落。两组患者分组流程图见图1。

**2.2 两组患者临床疗效比较** 治疗组56例患者中, 疗效优35例, 良16例, 可4例, 差1例, 优良率为91%; 创口II/甲级愈合38例, II/乙级愈合18例。对照组44例患者中, 疗效优23例, 良10例, 可7例, 差4例, 优良率为75%; 创口愈合情况: II/甲级愈合25例, II/乙级愈合12例, II/丙级愈合7例。

较之对照组, 治疗组患者疗效优良率显著高于对照组, 差异有非常显著性意义( $P < 0.01$ ); 治疗组创口愈合情况也好于对照组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ )。两组具体数据见表1。

**2.3 两组患者手术指标、骨折愈合时间及骨不连发生情况比较** 治疗组患者手术时间短于对照组, 手术切口长度小于对照组, 骨不连发生率低于对照组( $P$ 均 $< 0.05$ ), 差异有显著性意义。治疗组骨折愈合时间显著短于对照组, 差异有非常显著性意义( $P < 0.01$ )。两组具体数据见表2及图2。

**2.4 典型病例** 2012年2月, 48岁男性患者因车祸伤入院, 主要诊断右胫骨开放性粉碎性骨折和右腓骨开放性多段骨折, 入院后急诊行清创缝合, 术后常规抗感染换药。后自愈, 术后3个月因胫骨骨质缺损骨不连再次行双臂外固定架与有限切开内固定, 术后原皮肤缺损坏死处再次出现坏死经换药处理后目前已基本愈合, 见图3。

**2.5 不良事件** 治疗组患者中未出现骨折不愈合、骨不连、骨髓炎等并发症; 仅1例患者出现骨折延迟愈合, 后经对双臂外固定架适当加压后愈合; 2例出现针道感染, 经切开引流、应用抗生素后得到控制好转。

## 3 讨论 Discussion

胫腓骨中下段开放性骨折主要由高能量暴力冲击胫腓骨所致, 以局部创伤严重、伤口面积大、皮肤和软组织损伤严重且污染较重、骨折多为粉碎性等为主要特征, 其治疗原则为早期彻底清创、骨折复位以重建骨的稳定性、修复创面<sup>[8-9]</sup>。由于胫骨独特的解剖特点和血供情况, 其中下段骨折常导致胫骨营养血管损伤, 以致骨折断端缺乏足够的血液供应而发生延迟愈合, 甚至不愈合, 因而, 根据患者骨折情况及周围软组织损伤情况选择适宜的方法进行骨折复位和固定在治疗中就显得尤为重要。

本文治疗组56例患者中, 优35例, 良16例, 可4例, 差1例, 优良率为91%; 优良率显著高于对照组( $P < 0.05$ ), 差异有显著性意义。表明选用双臂外固定架结合有限切开内固定在最大程度上保证了骨折断端的血运及周围软组织, 最大程度上实现骨折断端的解剖学复位, 避免术中营养血管的损伤, 降低感染的发生, 促进骨折的愈合<sup>[10]</sup>。不过在手术中, 皮肤进针切口应仅可通过骨圆针, 以防止针孔的感染; 而钻头直径则应小于螺纹直径以争取一次性穿针成功并避免骨圆针的松动, 影响骨折愈合; 术中尽量减少或避免对骨膜的剥除, 尽可能保护胫骨局部血供<sup>[11-13]</sup>。

双臂外固定架嵌入肢体的部分允许功能性负重和动态加压, 固定针远离骨折端, 所以在骨折病例中极为有用。使用双臂外固定支架可以使骨不愈合的患者得到较好的愈合率, 并且应用方便, 医护人员易于掌握, 可以同时纠正肢体的畸形与短缩。本文两组患者在手术切口长度、手术时间、骨折愈合时间、骨不连发生率方面差异均有显著性意义( $P < 0.05$ )。不过在手术过程中, 骨缺损严重或胫骨干骺端塌陷为骨移植适应证, 应根据情况进行自体骨移植或异体骨移植术; 术后对外固定架松紧根据患者骨折愈合情况及时进行调整, 适当加压以促进骨折的愈合, 避免固定针的松脱; 也需要根据患者情况尽早拆除外固定架并积极进行恢复训练, 促进患肢及踝关节功能的恢复<sup>[14-19]</sup>。

综上所述, 胫腓骨中下段开放性骨折患者采用双臂外固定架结合有限切开内固定进行治疗, 可实现对骨折断端的有效复位及牢固固定, 促进骨折愈合及软组织的修复,

有利于患肢及早进行恢复性训练, 恢复患肢功能。

**作者贡献:** 所有作者均参与文章的设计、实施及评估, 刘建对文章负责。

**利益冲突:** 所有作者共同认可文章无相关利益冲突。

**伦理问题:** 参与试验的患病个体及其家属自愿参加, 对试验过程完全知情同意, 在充分了解治疗方案的前提下签署“知情同意书”; 干预及治疗方案获医院伦理委员会批准。

**学术术语:** 双臂外固定支架的特征? 利用支架的合体特性和刚性, 通过力的传导, 使胫腓骨骨折端和周围正常的胫腓骨形成一个刚性板状结构, 从而达到止痛、恢复胫腓骨功能、降低发病率的目的。

**作者声明:** 文章第一作者对研究和撰写的论文中出现的不良行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁, 可接受核查。

#### 4 参考文献 References

- [1] 梁红锁,黄克,李林,等.双臂外固定架结合有限切开内固定治疗胫腓骨多段开放性骨折[J].临床骨科杂志,2010,13(3):352.
- [2] 李金生.外固定支架结合有限内固定治疗胫腓骨多段粉碎性开放性骨折[J].吉林医学,2011,32(1):110-111.
- [3] Ramlee MH, Kadir MR, Murali MR, et al. Biomechanical evaluation of two commonly used external fixators in the treatment of open subtalar dislocation-a finite element analysis.Med Eng Phys. 2014;36(10):1358-1366.
- [4] 梁红锁,黄克,李林,等.双臂外固定支架结合有限内固定治疗胫骨平台开放性Schatzker V、VI型骨折[J].医学与哲学,2012,33(20):43-44.
- [5] Vives JM, Doussoux PC, Garin DM. Open fractures. Rev Traumatol. 2010;54(6):399-410.
- [6] 陈文,边竟,关韶勇,等.跟骨外固定器的研制与临床应用[J].中华骨科杂志,2012,32(3):240-244.
- [7] 贾文鹏,张双民,黄友祥,等.外固定支架结合有限内固定治疗开放性胫腓骨骨折56例[J]. 陕西医学杂志,2010,39(4):509.
- [8] 李玉茂,谢晓勇,蔡奋忠,等.胫腓骨开放粉碎性骨折三种固定方法的疗效比较[J].中国骨与关节损伤杂志,2010,25(10):942-843.
- [9] 林永绥,王春,凌广烽,等.MIPPO技术治疗胫骨远端骨折的疗效观察[J].中国现代医生,2012,50(8):157-160.
- [10] Penner K, Manji K, Wedel M, et al. Ankle syndesmotic fixation using two screws: risk of injury to the perforating branch of the peroneal artery. J Foot Ankle Surg. 2014;53(5):534-538.
- [11] 梁红锁,黄克,李林,等.双臂外固定架结合有限切开内固定治疗胫腓骨中下段开放性粉碎性骨折[J].创伤外科杂志,2013,15(1):75-76.
- [12] Ramlee MH, Kadir MR, Murali MR, et al. Finite element analysis of three commonly used external fixation devices for treating Type III pilon fractures. Med Eng Phys. 2014;36(10):1322-1330.
- [13] 张延琴,牛志霞,郭妍,等.单侧双臂多功能外固定架加自体髂骨植骨治疗肱骨干大段骨缺损的护理[J].中华现代护理杂志,2013,19(21):2550-2552.
- [14] 李盛华.胫骨远端骨折治疗的思考[J].中国骨伤,2012,25(3):179-183.
- [15] Zhao X, Wang PF, Zhang YT, et al. [Advanced bone graft combined with locking compression plate for the treatment of middle and distal tibia nonunion]. Zhongguo Gu Shang. 2014;27(12):1008-1011.
- [16] Erdil M, Ozkunt O, Polat G, et al. Is the addition of a foot ring to the circular external fixator necessary in the treatment of extra-articular distal tibia fractures? J Orthop Trauma. 2014;28(9):e216-220.
- [17] Oh CW, Apivatthakakul T, Oh JK, et al. Bone transport with an external fixator and a locking plate for segmental tibial defects. Bone Joint J. 2013;95-B(12):1667-1672.
- [18] Jha AK, Bhattacharyya A, Kumar S, et al. Evaluation of results of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of distal tibial fractures in adults. J Indian Med Assoc. 2012;110(11):823-824.
- [19] Horn DM, Fragomen AT, Rozbruch SR. Supramalleolar osteotomy using circular external fixation with six-axis deformity correction of the distal tibia. Foot Ankle Int. 2011;32(10):986-993.