

· 临床研究 ·

## 环形外固定和膜诱导治疗胫骨近端感染性骨缺损

曾文容, 陈卫, 陈志达, 刘晖, 石伟发\*

(联勤保障部队第909医院, 福建漳州 363000)

**摘要:** [目的] 探讨环形外固定架联合膜诱导治疗胫骨近端骨折术后感染性骨缺损的临床疗效。[方法] 回顾性分析2013—2020年, 采用上述技术治疗胫骨近端骨折术后感染性骨缺损47例患者的临床资料。I期感染创面清创、环架固定, II期进行植骨或骨搬运。记录患者临床及实验室检查结果。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 无严重并发症。所有患者均获随访6~62个月, 平均(23.62±4.54)个月, 所有病灶愈合, 无感染复发。随时间推移, 患者的膝ROM和HSS评分显著增加( $P<0.05$ )。实验室检测方面, 术后深部创面培养出金黄色葡萄球菌共23例, 里昂葡萄球菌8例, 大肠埃希菌12例, 鲍曼不动杆菌4例。术后6个月WBC、CRP和ESR均较术前显著降低( $P<0.05$ )。[结论] 通过环形外固定架联合膜诱导技术治疗胫骨近端骨折术后感染性骨缺损临床效果满意。

**关键词:** 环形外固定架, 膜诱导技术, 胫骨近端骨折术后感染, 感染性骨缺损

**中图分类号:** R687      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 13-1234-04

**Circular external fixator combined with membrane induction for postoperative infectious bone defect secondary to internal fixation of proximal tibia fractures // ZENG Wen-rong, CHEN Wei, CHEN Zhi-da, LIU Hui, SHI Wei-fa. The 909 Hospital, Joint Logistic Support Force of CPLA, Zhangzhou 363000, China**

**Abstract:** [Objective] To investigate the clinical outcomes of circular external fixator combined with membrane induction for postoperative infectious bone defect secondary to internal fixation of proximal tibia fractures. [Methods] A retrospective study was conducted on 47 patients who received abovementioned surgical treatment for postoperative infectious bone defect secondary to internal fixation of proximal tibia fractures from 2013 to 2020. A thorough debridement, antibiotic cement space implantation and fixation by a circular external fixator were conducted in the stage I, followed by removal of the cement, bone autografting or bone transportation by the frame in the stage II. The clinical and laboratory results were summarized. [Results] All the patients were successfully operated on without serious complications. All of them were followed up for 6~62 months with an average of (23.62±4.54) months, and got the lesions subsided without infection recurrence. The knee range of motion (ROM) and HSS scores increased significantly over time ( $P<0.05$ ). In terms of laboratory tests, pathogenic bacteria were identified from the deep wound, including Staphylococcus aureus in 23 cases, Staphylococcus Lyons in 8 cases, Escherichia coli in 12 cases and Acinetobacter baumannii in 4 cases. The WBC, CRP and ESR significantly decreased 6 months postoperatively compared with those before operation ( $P<0.05$ ). [Conclusion] The circular external fixator combined with membrane induction in two stages does achieve satisfactory clinical outcomes for treatment of postoperative infected bone defect secondary to internal fixation of proximal tibia fractures.

**Key words:** circular external fixator, membrane induction technique, postoperative infection of proximal tibia fracture, infectious bone defect

胫骨近端骨折是常见创伤性骨折之一, 发生率约1.66%<sup>[1]</sup>。由于小腿近端软组织覆盖少、血供差, 遭受高能暴力常致软组织严重损伤, 骨折术后易出现创面缺血性坏死, 继而感染和钢板外露。有资料指出, 胫骨近端骨折术后发生感染概率约13%<sup>[2]</sup>, 也有学者将胫骨近端列为手术部位感染独立危险因素<sup>[3]</sup>。彻

底清创术后容易出现骨缺损, 骨缺损常涉及关节面, 同时伴有感染的骨缺损成为外科医生棘手的问题。早期膜诱导技术和内固定在治疗长骨骨折术后感染性骨缺损已取得良好的疗效<sup>[4]</sup>, 而对于胫骨近端骨折术后出现感染性骨缺损的治疗方式却鲜有报道。本研究主要是针对胫骨近端骨折术后感染性骨缺损, 采用环

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.19

作者简介: 曾文容, 主治医师, 研究方向: 创伤足踝疾病, (电话)18359612356, (电子信箱)zengwenrong1112@163.com

\* 通信作者: 石伟发, (电话)18006960896, (电子信箱)564468227@qq.com

形外固定架配合膜诱导治疗方式, 观察临床效果, 现报道如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2013—2020 年本院收治的胫骨近端骨折术后感染骨缺损患者 47 例, 其中男 36 例, 女 11 例; 年龄 20~69 岁, 平均 (40.04±11.92) 岁; 胫骨平台骨折 Schatzker 分型为 III 型 2 例, IV 型 5 例, V 型 10 例, VI 型 30 例; 初次手术内外侧平台双骨折者采用双侧钢板固定, 单侧内侧或外侧平台骨折采用单侧钢板固定。术后感染持续时间 1~48 周, 平均 (16.06±14.44) 周, 感染持续时间 <3 周者 5 例, 3~10 周者 32 例, 10 周以上者 10 例; 钢板及骨外露 21 例。本研究经医院伦理委员会审批通过, 所有患者均知情同意。

### 1.2 感染后的手术方法

I 期手术: 清创时应把感染创面作为低度恶性肿瘤处理, 即清创范围应超过正常组织范围 5 mm, 且骨组织及软组织应清创至“红辣椒征”程度<sup>[5-7]</sup>。扩创同时留取标本做细菌培养, 在 3 个不同位置取 3 处标本, 当至少从 2 个位置中培养出相同病原体, 就可诊断为该微生物引起感染。若 1 处标本出现高毒力微生物培养阳性, 比如金黄色葡萄球菌、大肠杆菌, 也可明确诊断<sup>[8]</sup>。使用过氧化氢溶液、1%碘伏溶液、生理盐水反复冲洗创面, 并切除坏死组织, 取出内固定。在骨缺损近端固定 2 个环, 远端同样选定 2 个环固定。根据骨缺损面积及形状个体化调配抗生素骨水泥, 每 40 g 庆大霉素骨水泥中加入 8 g 注射用盐酸万古霉素, 填充至骨缺损处。冰生理盐水冲洗创面, 减少骨水泥凝固过程中释放热量对骨组织损伤。

II 期手术: 取出抗生素骨水泥占位器, 若缺损面积较小, 则取自体髂骨混合同种异体骨进行结构性植骨。若缺损面积较大, 则行骨搬移, 术中安装外固定架搬移环, 于骨缺损远端截骨, 使用搬运环进行搬移。若涉及关节面严重骨缺损, 则需要行骨搬移同时融合膝关节。

### 1.3 评价指标

记录患者围手术期指标, 采用膝活动度 (range of motion, ROM) 及膝 HSS 评分评价临床效果。行实验室检验, 包括细菌培养, 检测白细胞计数 (white blood cell, WBC)、C-反应蛋白 (C-reactive protein,

CRP) 和血沉 (erythrocyte sedimentation rate, ESR)。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件行统计学分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料呈正态分布时, 采用配对 *T* 检验, 资料不符合正态分布时, 采用 *Wilcoxon* 检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床结果

所有患者均顺利完成手术, 无神经、血管损伤等严重并发症。I 期手术时间 (80.63±10.54) min, 术中出血量 (120.54±30.15) ml。约术后 1 个月进行 II 期手术, II 期手术时间 (95.45±15.63) min, 术中出血量 (90.63±12.44) ml。骨缺损长度 4~10 cm, 平均 (7.33±2.11) cm; 单纯自体骨移植 12 例, 骨搬移 33 例, 其中 2 例患者 II 期时骨缺损较大并累及膝关节面, 行骨搬移膝关节融合, 骨搬移时间 52~125 d, 平均 (82.54±12.56) d。所有患者带架时间 62~144 d, 平均 (95.45±23.12) d。

所有患者均获随访, 随访时间 6~62 个月, 平均 (23.62±4.54) 个月。临床资料见表 1, 与 I 期术前相比, II 期术后 6 个月膝 ROM 和 HSS 评分均显著增加 ( $P < 0.05$ )。随访期间, 所有患者创面闭合良好, 无红肿, 无感染复发。末次随访时影像显示所有患者均达到骨缺损的骨性愈合。

### 2.2 实验室检查

术后深部创面培养出金黄色葡萄球菌共 23 例, 里昂葡萄球菌 8 例, 大肠埃希菌 12 例, 鲍曼不动杆菌 4 例。与 I 期术前相比, II 期术后 6 个月 WBC、CRP 和 ESR 均显著降低 ( $P < 0.05$ ), 见表 1。典型病例见图 1。

表 1 47 例患者临床及实验室检查结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

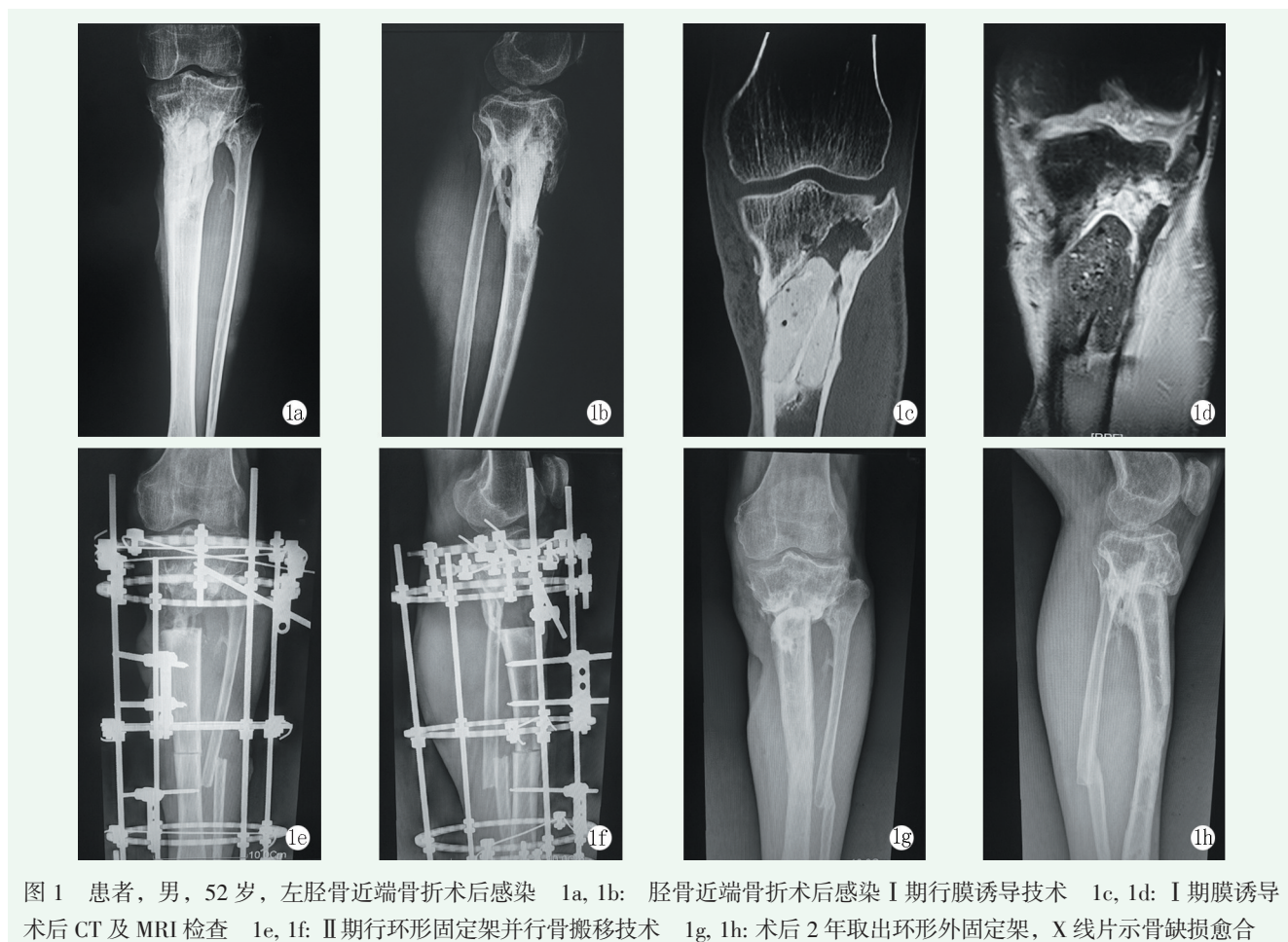
指标	I 期术前	II 期术后 6 个月	<i>P</i> 值
膝 ROM (°)	57.00±8.96	92.72±15.39	<0.001
膝 HSS 评分	57.00±8.96	85.33±6.25	<0.001
WBC (×10 <sup>9</sup> /L)	16.68±2.09	6.66±1.21	<0.001
CRP (mg/L)	43.72±9.95	6.52±1.25	<0.001
ESR (mm/h)	52.98±18.78	8.41±2.03	<0.001

## 3 讨论

胫骨近端骨折术后感染的概率比机体其他部位高, 约占 12.5%<sup>[9, 10]</sup>, 一旦发生感染, 早期经验性选

择抗菌药物很关键<sup>[11]</sup>。崔庆等<sup>[12]</sup>对127例骨损伤感染患者，分离出129株病原菌，革兰阴性杆菌85株占65.9%，其中鲍氏不动杆菌占20.1%；革兰阳性球菌44株占31.0%，金黄色葡萄球菌占14.0%。革兰阳性球菌对青霉素耐药率最高，万古霉素无耐药。与其研究结果类似，本研究发现革兰氏阳性菌占大部分，主要以葡萄球菌类为主，约65.95%。本研究中，革兰氏阳性菌的药敏试验报告提示对青霉素、左

氧氟沙星、阿米卡星等药物表现为不敏感，有较强耐药性。而对万古霉素、亚胺培南、红霉素等敏感，且所需药物浓度较低。而革兰氏阴性菌对青霉素、左氧氟沙星、头孢克洛等药物多为耐药，对万古霉素、头孢曲松、环丙沙星多为敏感性药物。所以本研究首先选择广谱类抗生素，对于治疗效果不佳者，依据药敏结果升级为万古霉素等，但对于老年患者，则需要监测肝肾功能。



彻底清创容易导致骨缺损产生，Masquelet<sup>[13]</sup>首次提出膜诱导技术，即采用骨水泥占位骨缺损部位，可避免软组织长入骨缺损部位，又可诱导产生膜，此膜可产生骨分泌因子，形成血供系统，利于 II 期促进植入的松质骨或结构性植骨的爬行替代<sup>[14]</sup>。但目前膜诱导技术多应用于长骨骨缺损，而涉及胫骨近端骨缺损治疗鲜有报道。傅景曙<sup>[15]</sup>报道了采用膜诱导技术治愈 21 例胫骨近端术后感染患者，但 4 例 I 期清创后感染，感染复发率达 19%，他们认为与保留钢板有关。故本研究拆除所有内固定物，进行彻底清创，同时使用环形外固定架固定，具有以下优点：(1) 可以彻底清创创面，减少感染残留；(2) 内置物的去除，减少创面张力，可较好在 I 期闭合创面，避

免行肌皮瓣覆盖创面手术；(3) 通过环形外固定架维持下肢力线同时固定较大骨折块，若缺损较大，可在 II 期同时行骨搬移手术。通过 I 期彻底清创、内固定物取出、环形外固定架固定，II 期重建骨缺损部位或同时行骨搬移技术，本研究中 I 期治疗后未见感染复发，1 例因创面缺损较大行腓肠神经营养皮瓣覆盖创面。2 例因平台骨缺损较多，膝关节功能差，予以在环形外固定架辅助下进行骨搬移膝关节融合手术。

综上所述，采用分期治疗，环形外固定架联合膜诱导技术治疗胫骨近端术后感染可取得良好疗效，可早期行膝关节功能锻炼，并能提高膝关节功能评分。本研究的不足之处在于样本量少，且对于更换环形外固定架固定的费用需再次评估，仍需要大样本量随机试

验、多中心研究以验证本研究的结论。

### 参考文献

- [1] Kugelman D, Qatu A, Haglin J, et al. Complications and unplanned outcomes following operative treatment of tibial plateau fractures [J]. *Injury*, 2017, 48 (10): 2221-2229.
- [2] Morris BJ, Unger RZ, Archer KR, et al. Risk factors of infection after ORIF of bicondylar tibial plateau fractures. [J]. *J Orthop Trauma*, 2013, 27 (9): 196-200.
- [3] Bachoura A, Guitton TG, Smith RM, et al. Infirmity and injury complexity are risk factors for surgical-site infection after operative fracture care [J]. *Clin Orthop*, 2011, 469 (9): 2621-2630.
- [4] 李卓伟, 高峻青, 王朝辉, 等. 诱导膜技术联合双钢板治疗胫骨骨干大段骨缺损 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (8): 737-740.
- [5] Simpson AHRW, Deakin M, Latham JM. Chronic osteomyelitis. The effect of the extent of surgical resection on infection-free survival [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2001, 83 (3): 403-407.
- [6] Zalavras CG, Sirkin M. Treatment of long bone intramedullary infection using the RIA for removal of infected tissue: indications, method and clinical results [J]. *Injury*, 2010, 41 (2): S43-S47.
- [7] Metsemakers W, Kuehl R, Moriarty T, et al. Infection after fracture fixation: current surgical and microbiological concepts [J]. *Injury*, 2018, 49 (3): 511-522.
- [8] Osmon DR, Berbari EF, Berendt AR, et al. Diagnosis and management of prosthetic joint infection: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America [J]. *Clin Infect Dis*, 2013, 56 (1): e1-e25.
- [9] Henkelmann R, Frosch KH, Glaab R, et al. Infection following fractures of the proximal tibia - a systematic review of incidence and outcome [J]. *Bmc Musculoskeletal Disorders*, 2017, 18 (1): 481.
- [10] Ovaska MT, Mäkinen TJ, Madanat R, et al. Risk factors for deep surgical site infection following operative treatment of ankle fractures [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95 (2): 348-353.
- [11] O'Toole RV, Joshi M, Carlini AR. Local antibiotic therapy to reduce infection after operative treatment of fractures at high risk of infection: a multicenter, randomized, controlled trial (VANCO Study) [J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31 (1): S18-S24.
- [12] 崔庆, 杨丰梅, 喻冬梅, 等. 骨损伤患者感染病原菌分布及耐药分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2014, 22 (10): 929-931.
- [13] Masquelet AC, Begue T. The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects [J]. *Orthop Clin North Am*, 2010, 41 (1): 27-37.
- [14] Faour O, Dimitriou R, Cousins CA, et al. The use of bone graft substitutes in large cancellous voids: any specific needs [J]. *Injury*, 2011, 42 (suppl 2): S87-S90.
- [15] 傅景曙, 汪小华, 王舒琳, 等. 膜诱导技术治疗成人胫骨近端骨折术后感染的临床疗效 [J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36 (4): 335-340.

(收稿:2020-11-26 修回:2021-01-14)  
(本文编辑: 闫承杰)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 关于建立《中国矫形外科杂志》同行评议专家库的通知

为促进期刊更好的发展,服务于国家医疗卫生事业和全民健康,更广泛的动员骨科及相关专业人员参与本刊建设,公开公正、高效及时的处理作者来稿,以不断提升本刊影响力、公信力和学术质量,并动态化更新发展本刊编辑委员会,现决定逐步建立与完善《中国矫形外科杂志》同行评议专家库。采用个人申请、所在单位同意、动态考察的方法逐步推开。

凡从事骨科及相关临床、康复、护理、教学、基础研究和医疗辅助工作10年以上、副高级职称或获得博士学位人员均可报名。本刊原有编辑委员亦应申报入库。可在本刊远程投稿系统(<http://jxwk.ijournal.cn>)下载申请表,填写并加盖所在单位公章后,制成PDF文件,上传至本刊电子信箱:jxwxms@126.com,完成入库。编辑部将依据您的专业特长,向您分发需审阅评议的稿件。

此项评议工作为志愿性,但您的工作会在本刊留下有价值的印迹。专家库采用动态管理,将根据评议质量、效率和工作量作为改选进入或再次当选编委的依据。

《中国矫形外科杂志》编辑部  
2021年1月30日