

# 抗生素骨水泥联合外固定支架在下肢开放性骨折骨缺损中的早期应用

肖坚, 毛兆光, 朱慧华, 郭亮

(江山市人民医院, 浙江 江山 324100)

**【摘要】** 目的: 探讨抗生素骨水泥联合外固定支架在下肢开放性骨折伴骨缺损中早期应用的临床疗效。方法: 2013 年 12 月至 2015 年 1 月, 采用万古霉素抗生素骨水泥联合外固定支架对 36 例下肢开放性粉碎性骨折伴骨缺损患者进行治疗, 男 26 例, 女 10 例; 年龄 19~65 岁, 平均 38 岁。所选病例均为下肢开放性粉碎性骨折伴骨缺损, 不同程度软组织损伤。其中, 25 例为胫骨骨折, 11 例为股骨骨折。X 线提示骨缺损, 骨缺损范围为 3.0~6.1 cm, 平均 4.0 cm。按开放性骨折 Gustilo 分型: III A 型 24 例, III B 型 12 例。观察创口感染率、植骨时间、骨折愈合时间及术后下肢功能。骨折临床愈合后 1 个月患肢功能参照 Paley 标准进行功能评价。结果: 36 例患者获得随访, 时间 3~24 个月, 平均 (6.0±3.0) 个月, 术后创面愈合良好, 未发现骨感染及骨缺损不愈合等情况。患者使用抗生素骨水泥早期治疗后再次手术植骨时间为 6 周, 部分延后到 8 周, 到骨折基本愈合, 疗程为 4~8 个月, 平均 (5.5±1.5) 个月。根据 Paley 等骨与功能分级评价功能, 优 25 例, 良 8 例, 可 3 例。结论: 抗生素骨水泥联合外固定支架是治疗下肢开放性骨折骨缺损早期处理的有效方法。该方法操作简单、手术时间短、绝对优势控制感染、提供良好的植骨床, 利用膜诱导技术植骨, 获得良好的骨愈合。

**【关键词】** 抗生素骨水泥; 骨折, 开放性; 骨缺损; 外固定器

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.03.017

**Early application of the antibiotic-laden bone cement (ALBC) combined with the external fixation support in treating the open fractures of lower limbs complicated with bone defect** XIAO Jian, MAO Zhao-guang, ZHU Hui-hua, and GUO Liang. Jiangshan People's Hospital, Jiangshan 324100, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To discuss the curative effect of the early application of the antibiotic-laden bone cement (ALBC) combined with the external fixation support in treating the open fractures of lower limbs complicated with bone defect. **Methods:** From December 2013 to January 2015, 36 cases of lower limb open comminuted fractures complicated with bone defects were treated by the vancomycin ALBC combined with the external fixation support, including 26 males and 10 females with an average age of 38.0 years old ranging from 19 to 65 years old. The included cases were all open fractures of lower limbs complicated with bone defects with different degree of soft tissue injuries. Among them, 25 cases were tibial fractures, 11 cases were femoral fractures. The radiographs indicated a presence of bone defects, which ranged from 3.0 to 6.1 cm with an average of 4.0 cm. The Gustilo classification of open fractures: 24 cases were type III A, 12 cases were type III B. The percentage of wound infection, bone grafting time, fracture healing time and postoperative joint function of lower limb were observed. The function of injured limbs was evaluated at 1 month after the clinical healing of fracture based on Paley evaluation criterion. **Results:** All cases were followed up for 3 to 24 months with an average of (6.0±3.0) months. The wound surface was healed well, neither bone infections nor unhealed bone defects were presented. The reoperation of bone grafting was done at 6 weeks after the patients received an early treatment with ALBC, some of them were postponed to 8 weeks till the approximate healing of fractures, the treatment course lasted for 4 to 8 months with an average of (5.5±1.5) months. According to Paley and other grading evaluations of bone and function, there were 27 cases as excellent, 5 cases as good, 3 cases as ordinary. **Conclusion:** The ALBC combined with external fixation support was an effective method for early treatment to treat the traumatic lower limb open fractures complicated with bone defects. This method was typified with the advantages such as easy operation, short operation time, overwhelming superiority in controlling infection and provision of good bone grafting bed, a good bone healing can be realized by the use of membrane induction technology for bone grafting.

**KEYWORDS** Antibiotic-laden bone cement (ALBC); Fractures, open; Bone defect; External fixators

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(3):270-273 www.zggszz.com

通讯作者: 肖坚 E-mail: 23738921@qq.com

Corresponding author: XIAO Jian E-mail: 23738921@qq.com

近年来,随着交通、建筑业等发展,高能量的开放性骨折日益增多。通过对该类患者的临床探索及总结,基层医院医师已经深刻的意识到下肢高能量损伤后软组织条件的重要性。特别是严重的下肢开放性粉碎性骨折患者,常伴有软组织缺损、骨缺损、骨感染等并发症, I 期处理不当往往给患者带来严重后果。对于这类患者目前均采取分期手术治疗,先彻底清创、控制感染,待局部软组织条件满意后再进行下一步积极治疗,这点在创伤骨科已经达到共识,同时也明显减少了医疗纠纷。自 2013 年 12 月至 2015 年 1 月我院采用抗生素骨水泥联合外固定支架对 36 例下肢开放性粉碎性骨折伴骨缺损患者进行 I 期治疗, II 期根据骨缺损长度、软组织条件及患者基础情况选择手术方式予以植骨固定,获得了良好的临床效果,现报告如下。

### 1 临床资料

本组 36 例,男 26 例,女 10 例;年龄 19~65 岁,平均 38 岁。致伤原因:交通事故伤 20 例,重物砸伤 10 例,高处坠落伤 6 例,均为开放性损伤。所有患者伤后 1~4 h 就诊,平均 2 h。急诊经 X 线检查显示,25 例胫骨患者,11 例股骨患者;骨缺损范围 3.0~6.1 cm,其中有 6 例骨缺损>5.0 cm,平均(4.0±0.8) cm。按开放性骨折的 Gustilo 等<sup>[1]</sup>分型: III A 型 24 例, III B 型 12 例。36 例患者经评估 I 期无法切复内固定,急诊予以彻底清创、根据力线要求以外固定支架外固定、骨缺损区置入万古霉素抗生素骨水泥及缝合切口等处理。

### 2 治疗方法

入院后尽早使用抗生素,麻醉成功后予以彻底清创,清除污染及失活组织,用大量生理盐水、双氧水、生理盐水及 PVP 碘反复清洗创面并止血,根据下肢力线及长度予以外固定支架固定,结合术中透视评估骨缺损,根据管形骨髓腔大小选择无菌普通输液管分别插入髓腔 0.5 cm,另外一端留置创口外,骨缺损区植入万古霉素骨水泥,注意保护周围残留骨膜及软组织,防止骨水泥灼伤,手法塑造恢复骨缺损腔隙,为后期植骨床准备,待骨水泥稳定后剪除内置输液管外出口,能保持髓腔通畅,有利于髓内引流及感染控制,创面留置切口引流管,并缝合包扎。术后病房规范使用抗生素控制感染,待软组织条件及身体营养状态明显改善。第 2 阶段治疗一般是在首次手术后 6~8 周,去除填充物并保留自体诱导形成的膜结构(呈筋膜样,1~2 mm 厚<sup>[2]</sup>),利用钢板系统做坚强内固定,在骨缺损区膜内填充足够切碎的颗粒状自体松质骨。36 例患者均获得骨折愈合,其中 3 例骨缺损位于胫骨中下 1/3、长度>5.0 cm 进行

2 次植骨也获得骨愈合。

### 3 结果

全部病例获得电话及医院门诊随访,植骨内固定术后每月随访拍片并指导肢体功能锻炼康复,有 5 例患者因个人原因延后 2~3 个月来院复诊。11 例股骨缺损患者及 22 例胫骨缺损患者在 4~8 个月后骨缺损区基本愈合,指导下开始半负重,其中 3 例骨缺损位于胫骨中下 1/3 处及长度>5.0 cm,出现骨折延迟愈合,第 1 次植骨术后 6 个月出现骨折区吸收缺损,果断进行第 2 次再植骨手术,第 2 次植骨术后 3 个月也获得良好的骨性愈合。所选 36 例高能量损伤开放性下肢骨折患者采取类似急诊处理方法,均未出现创面感染及慢性骨髓炎等情况,骨性愈合时间为 4~8 个月,平均(5.5±1.5)个月。术后不同时期选择相应的功能锻炼,定期门诊复查,直至 X 线或 CT 明确骨折临床愈合后开始半负重活动锻炼,骨缺损>4.0 cm 以上患者建议 1 年后全负重。

根据 Paley 等<sup>[3]</sup>功能分级方法评价,功能评定标准包括 5 个观察指标:(1)明显跛行;(2)僵硬性踝关节马蹄畸形;(3)软组织营养障碍(皮肤过敏,足底部不敏感或溃疡);(4)肢体疼痛;(5)肢体运动功能障碍。将肢体活动良好,未出现(2)~(5)中情况的评为优;将肢体活动良好,存在(2)~(5)中(1)(2)项情况的评为良;将肢体活动良好,存在(2)~(5)中(3)(4)项情况的评定为可;只要有肢体的运动功能严重障碍不论有无(2)~(5)项并发症的均为差。36 例患者在骨折愈合半负重主动功能锻炼后 1 个月后随访评估均未发生严重肢体功能障碍,评价结果为优 25 例,良 8 例,可 3 例。典型病例见图 1。

### 4 讨论

#### 4.1 创伤性骨缺损早期常规处理中的缺陷

下肢开放性骨折伴骨缺损是临床比较棘手的问题,类似这种高能量损伤,一旦发生治疗极其困难,致残率高,治疗病程长,治疗最终效果难以预测。特别是针对 Gustilo III A、III B 型伴有骨缺损的患者,极少数能接受外固定支架骨搬运术那种漫长而繁琐的治疗方式,多数仍采用分期手术处理, I 期常规彻底清创止血缝合后分别予以患肢石膏固定、下肢骨牵引或外固定支架外固定,待皮肤条件改善后予以植骨内固定。早期保持创面引流通畅、适当加压消除软组织间死腔,尽早使用抗生素积极预防感染。笔者注意到骨缺损区血肿形成,为细菌提供良好的培养基,不利于感染控制,后期肉芽瘢痕组织的长入,不利于后期植骨等问题。选取 36 例类似病例,骨缺损区域分别予以抗生素骨水泥填充并予以外固定支架外固定,获得了良好的临床效果。



**图 1** 患者,男,37岁,因车祸致左侧股骨开放性粉碎性骨折 **1a**. 伤后患肢股骨中下段正位 X 线片,股骨远端粉碎性骨折伴骨质缺损 **1b**. 急诊清创、股骨髁间及大骨块螺钉有限固定、万古霉素抗生素骨水泥植入及联合外固定支架术后股骨下段正位 X 线片 **1c,1d**. I 期术后 5 周拆除外固定支架,更换为石膏固定的股骨远端 CT 片 **1e,1f**. I 期术后 6 周,取出骨水泥块并行股骨远端外侧锁定接骨板内固定和颗粒状自体松质骨植骨术后的股骨中下段正侧位 X 线片 **1g,1h**. II 期植骨术后 6 个月,股骨中下段正侧位 X 线片,骨缺损区骨折临床愈合

**Fig.1** A 37-year-old male patient with open comminuted fracture at left femur by a car accident **1a**. AP X-ray of the injured limb distal femur showed a comminuted fracture complicated with bone defect at the distal femur **1b**. AP X-ray of distal femur after the operations of thorough debridement of femoral condyle and internal screw fixation on big bone block by emergency treatment, and implantation of vancomycin ALBC combined with external fixation support **1c,1d**. CT image of distal femur fixed by plaster after the external fixation support was removed at 5 weeks after operation **1e,1f**. At 6 weeks after operation, AP and lateral X-rays of femur after operation of removing the bone cement and performing distal femoral lateral locking bone fracture plate internal fixation and granular autogenous spongy bone grafting **1g,1h**. AP and lateral X-rays of middle and lower femur at 6 months after the phase II bone grafting operation, the fracture in the bone defect area was clinically healed

#### 4.2 抗生素骨水泥联合外固定支架治疗的优势及注意事项

1970 年 Buchholz 和 Engelbrecht 首次提出了在骨水泥中掺入抗生素来预防关节置换患者关节感染的概念<sup>[4]</sup>,在这以后的几十年里,抗生素骨水泥的应用逐渐广泛。开放性骨折常规预防感染的方式是彻底清创及大量生理盐水的冲洗、消毒液的直接杀菌、充分引流、全身抗生素的使用。外固定支架的使用,能够让患者骨折区局部的足够稳定,不仅有利于维持有效力线及长度,而且可以尽早进行患肢的功能锻炼。万古霉素抗生素骨水泥的植入,患者创伤污染区获得了较长时间缓慢释放的抗生素有效浓度,局

部抗生素及全身抗生素联合协调作用,有效预防感染。有研究表明,抗生素骨水泥最佳比值为抗生素量:骨水泥量=1:20,万古霉素复合型优于庆大霉素型<sup>[5]</sup>,6 周内抗生素骨水泥对人体提供的好处优于骨水泥本身对人体所产生的异物反应。36 例植入万古霉素抗生素骨水泥后均未出现创面感染,未感觉到局部异物不适感。

植入抗生素骨水泥前必须透视明确外固定支架的力线及长度,并牢靠固定锁紧。抗生素骨水泥植入过程中需注意骨膜及周围软组织保护,一般在骨水泥硬化前植入骨缺损区,能有效防止骨水泥直接高温灼伤周围正常组织。根据不同骨缺损的位置形态

可以选择不同的植入方法来操作,多选择直接手法填充并塑形,部分圆形骨干区缺损可用剖开的 50 ml 注射器辅助塑形,同时予以生理盐水冲洗降温处理。术后回病房患肢抬高、积极功能锻炼,根据体温及炎症指标可更早停用全身静脉使用的抗生素。若无局部感染及皮肤红肿等异常情况,建议在术后第 5 周拆除外固定支架改为石膏固定,根据患者创面皮肤外观、血常规、血沉、C-反应蛋白等指标评估患者有无感染。所选 36 例中,有 4 例患者炎症指标偏高、局部皮肤红肿及皮温偏高,拆除外固定支架延后到第 6 周,切开植骨内固定手术延后致第 7 周,有 2 例延后到第 8 周才进行 II 期手术。

在 II 期手术过程中,切开诱导膜,小心移除骨水泥隔离体,打通两端髓腔,磨钻处理骨面新鲜化,钢板膜外坚强固定,膜内填充颗粒状髂骨所取颗粒状自体松质骨并闭合诱导膜,植骨量需充足,必要时可加入少部分异体骨、人工骨或皮质骨<sup>[6-8]</sup>。

对于各种原因引起的骨缺损的修复,目前仍是骨科的一个难题。带血管的骨移植和 Ilizarov 骨搬运技术目前被广泛认可,但需要特殊的血管显微缝合和医患双方耐心积极漫长的配合治疗,故临床很难被得到很好应用。一般认为自体松质骨骨移植适合 5 cm 以内的阶段性骨缺损重建,法国医师 Masquelet 等于 2000 年报道应用“诱导膜”技术治疗 35 例长骨骨干缺损,缺损范围为 4~25 cm,植骨后平均 4 个月影像学检查显示骨缺损全部愈合<sup>[9-10]</sup>,疗效良好。与其他方法相比,Masquelet 技术手术方法简单、安全、对手术条件和器械要求低、适应证广,适合急诊低年资医师操作。目前该技术在国内很少应用,由于缺乏长段骨缺损处理经验,笔者所选取的病例骨缺损范围在 3.0~6.1 cm 之间,36 例患者从受伤到骨折基本愈合,疗程为 4~8 个月,平均(5.5±1.5)个月。整个疗程中注意加强患肢功能锻炼,减少骨关节僵硬风险,骨折愈合后开始半负重主动功能锻炼,骨折愈合初期骨强度不够,根据文献<sup>[11-12]</sup>骨移植后 1 年患肢开始全负重活动,以减少再骨折风险,2 年左右根据三维 CT 影像支持考虑拆除内固定。该抗生素骨水泥技术以后可尝试应用在更长阶段骨缺损患者中。

#### 4.3 结论和展望

综上所述,抗生素骨水泥使用后的显著优势:(1)抗生素骨水泥可缓慢释放抗生素,提高创面组织液抗生素浓度,有效杀菌,降低创面感染及慢性骨髓炎发生;(2)骨水泥块内置入输液管道,维持髓腔通畅,有利于髓内引流及髓内感染控制;(3)骨水泥块可提供额外的稳定性,联合外固定支架,可明显减少

早期进行功能锻炼的疼痛;(4)骨水泥块避免瘢痕及机化组织大量长入,为 II 期手术提供良好的植骨床,方便 II 期植骨,形成“诱导膜”,充分利用膜诱导技术理论,获得良好的骨愈合。抗生素骨水泥在创伤性下肢开放骨折骨缺损中的早期应用,操作简单有效,降低了开放性骨折骨缺损的骨感染率,为植骨后骨愈合提供有利的条件,应该得到很好的推广和应用。笔者对骨缺损>6.1 cm 以上的患者,仍缺乏可行的临床经验,需进一步探索。

#### 参考文献

- [1] Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures; a new classification of type III open fractures[J]. J Trauma, 1984, 24(8): 742-746.
- [2] Viateau V, Guillemin G, Calando Y, et al. Induction of a barrier membrane to facilitate reconstruction of massive segmental diaphyseal bone defects; an ovine model[J]. Vet Surg, 2006, 35(5): 445-452.
- [3] Paley D, Catagni MA, Argnani F, et al. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss[J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, (241): 146-165.
- [4] Joseph TN, Chen AL, Di Cosare PE. Use of antibiotic-impregnated cement in total joint arthroplasty[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2003, 11(1): 38-47.
- [5] Adams K, Couch L, Cierny G, et al. In vitro and in vivo evaluation of antibiotic diffusion from antibiotic-impregnated polymethylmethacrylate beads[J]. Clin Orthop Relat Res, 1992, (278): 244-252.
- [6] 柳海晓,徐华梓,张宇,等.骨水泥表面粗糙度对诱导膜组织学特性的影响[J].中国骨伤,2012,25(8):662-666.  
LIU HX, XU HZ, ZHANG Y, et al. Effect of surface roughness of bone cement on the histological characteristics of induced membrane[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2012, 25(8): 662-666. Chinese.
- [7] Stafford PR, Norris BL. Reamer-irrigator-aspirator bone graft and bi-Masquelet technique for segmental bone defect nonunions; a review of 25 cases[J]. Injury, 2010, 41(Suppl 2): 72-77.
- [8] Huffman LK, Harris JG, Suk M. Using the bi-Masquelet technique and reamer-irrigator-aspirator for post-traumatic foot reconstruction[J]. Foot Ankle Int, 2009, 30(9): 895-899.
- [9] Masquelet AC, Fitoussi F, Begue T, et al. Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft[J]. Ann Chir Plast Esthet, 2000, 45(3): 346-353.
- [10] 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.
- [11] Ceruso M, Taddei F, Bigazzi P, et al. Vascularized fibula graft inlaid in a massive bone allograft: considerations on the bio-mechanical behaviour of the combined graft in segmental bone reconstructions after sarcoma resection[J]. Injury, 2008, 39(Suppl 3): S68-74.
- [12] de Boer HH, Wood MB. Bone changes in the vascularised fibular graft[J]. J Bone Joint Surg Br, 1989, 71(3): 374-378.

(收稿日期:2016-06-20 本文编辑:王玉蔓)