

# 抗生素骨水泥表面置入在四肢感染创面治疗中的应用

程后庆<sup>1</sup> 张永<sup>1</sup> 刘刚<sup>1</sup> 陈时雨<sup>1</sup> 胡韬<sup>1</sup> 黄宇<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:探索治疗四肢感染性创面的简单方法。方法:收集 2021 年 1 月至 2022 年 11 月共 26 例四肢感染病例,创面清创后采用抗生素骨水泥表面置入,待降钙素原(PCT)、C-反应蛋白(CRP)、红细胞沉降率(ESR)炎症指标转阴后根据创面软组织条件,分别给予植皮或者皮瓣移植覆盖创面。结果:26 例感染创面经抗生素水泥覆盖后平均 $(2.00 \pm 0.50)$ d 降钙素原转阴,平均 $(4.00 \pm 1.75)$ d C-反应蛋白转阴,平均 $(8.50 \pm 2.50)$ d 红细胞沉降率转阴,16 例采用游离植皮覆盖创面,6 例局部转移或近距离带蒂皮瓣移植覆盖创面,4 例创面较小换药后痊愈。随访 6 个月未见伤口再次溃破。结论:抗生素骨水泥表面置入能有效控制伤口的感染,诱导创面软组织再生,为下一步创面覆盖提供较好的基床,无须游离皮瓣或远距离带蒂皮瓣移植覆盖创面,操作简便,便于推广应用。

**[关键词]** 抗生素;骨水泥置入;清创;感染创面

**[中图分类号]** R681.2 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2023)09-0050-04

**DOI:**10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230909

## Application of Antibiotic Bone Cement Surface Placement in Infected Wounds of Extremities

CHENG Houqing<sup>1</sup> ZHANG Yong<sup>1</sup> LIU Gang<sup>1</sup> CHEN Shiyu<sup>1</sup> HU Tao<sup>1</sup> HUANG Yu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Orthopedics, Wuhu Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wuhu 241000, Anhui China.

**Abstract Objective:** To explore the simple therapeutic method in treating infectious wound of limbs. **Methods:** A total of 26 cases of limbs infection from January 2021 to November 2022 were collected. After wound debridement, antibiotic bone cement was implanted on the surface. When the inflammatory indexes of procalcitonin (PCT), C reactive protein (CRP), erythrocyte sedimentation rate (ESR) became negative, skin grafting or flap transplantation was given to cover the wound according to the conditions of the soft tissue. **Results:** 26 infected wounds were covered with antibiotic cement, and PCT became negative in  $(2.00 \pm 0.50)$  d, CRP became negative in  $(4.00 \pm 1.75)$  d, ESR became negative in  $(8.50 \pm 2.50)$  d. 16 cases were covered with free skin grafting, and 6 cases were covered with local metastasis or proximal pedicled flap transplantation, and 4 cases were cured after minor wound dressing change. No wound burst again in 6 months of follow-up. **Conclusion:** Surface implantation of antibiotic bone cement can effectively control wound infection, induce wound soft tissue regeneration, and provide a better base for the next step of wound coverage, without free flap or remote pedicled flap transplantation to cover the wound, easy to operate and easy to popularize.

**Keywords:** antibiotic; bone cement surface implantation; debridement; infected wound

创伤后并发伤口感染不愈合的病例,在创伤骨科临床中比较多见,多数研究者认为创伤后并发创面感

染约有 10%,治疗病程长,手术技术复杂不容易掌握。临床中往往通过负压封闭引流技术(VSD)负压吸引清洁创面,减低创面细菌载量,然后皮瓣移植修复创面,多数创面较大、肌腱和骨组织外露的创面,需要游离或远距离带蒂皮(肌)瓣移植才能有效修复。远距离带蒂皮瓣或者游离皮瓣移植等技术要求高,手术时间长,术中出血多,皮瓣坏死、血管危象等处理棘手<sup>[1]</sup>,临床不宜广泛推广。本院自 2021 年 1 月至 2022 年 11 月共 26 例

基金项目:2019 年度安徽高校自然科学研究项目

(KJ2019A1088)

2022 年安徽中医药大学临床科研项目

(2021LCWH02)

<sup>1</sup> 芜湖市中医医院骨科(安徽 芜湖,241000)

感染创面在彻底清创后,应用表面骨水泥置入后游离植皮或者局部旋转皮瓣移植治疗感染性创面,其中 6 例局部旋转或近距离带蒂皮瓣修复创面,20 例游离植皮或者换药就痊愈,取得了很好的疗效,现报告如下。

1 临床资料

表 1 培养出的细菌菌株种类及例数(例)

G+(17 例)					G-(9 例)			
金葡萄	溶血葡萄球菌	B 族链球菌	表皮葡萄球菌	粪肠球菌	铜绿假单胞菌	大肠杆菌	阴沟肠杆菌	克雷伯杆菌
9	2	1	3	2	2	3	3	1

注:部分病例报告多种菌株同时存在,菌株统计按照优势菌株统计。

1.2 诊断标准

1)四肢感染炎症创面,局部有红肿热痛表现;2)创面经 2 周以上的治疗局部渗出仍明显,有明显炎症分泌物;3)伤口培养有细菌,或者此次未培养出细菌,但曾经在同一个创面培养出细菌。

1.3 纳入标准

1)四肢有不愈合创面,有皮肤及软组织缺损,伴有或不伴有肌腱、骨组织及内植物外露;2)局部有明显红肿渗出等感染表现;3)可以进行有效随访。

1.4 排除标准

1)合并有骨髓炎;2)感染创面为癌性溃疡创面;3)结核、白念珠菌等特异性感染<sup>[2]</sup>;4)局部有感染表现但未培养出细菌;5)资料不全或失访。

2 方法

2.1 手术方法

所有病例入院均进行细菌培养,积极进行术前准备,术中均给予清创、取深部组织细菌培养+药敏,反复大量生理盐水冲洗,相对较深的创面冲洗 2~3 L,彻底清创炎性组织和失活组织,创面相对新鲜,局部可见到辣椒粉征,生理盐水再次冲洗。根据术前细菌培养的细菌种类不同决定是否加入万古霉素,术前培养为耐甲氧西林菌株的金葡萄,万古霉素 2 g 加入含 40 mg 庆大霉素骨水泥(Heraeus Medical GmbH 公司生产,国械注(进)字 201431360033)搅拌均匀。吕厚山等<sup>[3]</sup>研究发现 40 g 骨水泥中加入抗生素 2 g 不会影响骨水泥的机械强度;术前培养超广谱  $\beta$  内酰胺酶(ESBL)阳性的,多为 G-杆菌菌株,加入妥布霉素 400 mg 混入庆大霉素抗生素水泥 40 g 中,加入溶剂调匀,待到成团期后将抗生素水泥做成薄片贴在创面上,钢板外露、肌腱外露的创面骨水泥薄片就直接贴在肌

1.1 一般资料

收集本院 2021 年 1 月至 2022 年 11 月,四肢感染创面患者 26 例,其中男 18 例,女 8 例;年龄为 27~78 岁,平均为(56.88 $\pm$ 13.69)岁。创面术前培养细菌菌株种类见表 1。

腱和钢板上面,并用手指仔细按压让骨水泥充分覆盖创面,对角缝合 1~2 针,防止骨水泥松脱。待发热固化后无菌敷料包扎,手术结束。术后继续敏感抗生素静脉滴注 10~28 d<sup>[4-5]</sup>,口服抗生素待 C-反应蛋白、红细胞沉降率接近正常或者正常。4 周左右给予去除抗生素骨水泥,可见伤口生物膜形成(2 例 1 次骨水泥表面技术处理后仍然伤口不满意,再次清创后抗生素骨水泥表面覆盖),创面新鲜,给予局部旋转皮瓣移植或者游离植皮和换药消灭创面,二期术后继续抗生素静滴 1 周,伤口换药干燥,局部无红肿出院,2~3 周后拆线。所有 26 例患者均能愈合。

2.2 疗效评价标准

显效:创面经换药、游离植皮或者旋转皮瓣移植术后 2 周,创面愈合,创面皮肤颜色红润,无脓性分泌物和异味。有效:创面愈合,无异味,创面皮肤红润,局部有少量脓性渗出。无效:创面未能有效覆盖,有异味,有脓性渗出。总有效率=[(显效例数+有效例数)/总例数] $\times$ 100%<sup>[6]</sup>。

3 结果

本组病例中,24 例 1 次清创加 1 次骨水泥覆盖创面,2 例 2 次清创加 2 次骨水泥覆盖创面。26 例感染创面经抗生素水泥覆盖后平均(2.00 $\pm$ 0.50)d 降钙素原转阴,平均(4.00 $\pm$ 1.75)d C-反应蛋白转阴,平均(8.50 $\pm$ 2.50)d 红细胞沉降率转阴,16 例给予游离植皮覆盖,4 例创面较小缝合后换药痊愈,6 例给予局部转移或者近距离带蒂皮瓣移置覆盖创面。治疗前 26 例创面感染病例中 16 例为肌腱和骨组织外露(排除骨髓炎病例),钢板、克氏针等内植物外露 5 例,单纯皮肤缺损无肌腱骨等深部组织外露的仅 5 例,治疗后 26 例均完全有效覆盖创面,见表 2。

表 2 治疗前后创面情况

时间		创面特征情况	
治疗前(26 例)	肌腱、骨外露(16 例)	内植物外露(5 例)	单纯皮缺损(5 例)
治疗后(26 例)	完全愈合(24 例)	创面覆盖完全,局部少许渗出未培养出细菌(2 例)	
			未有效覆盖(0 例)

所有 26 例感染性皮肤缺损的创面 20 例通过游离植皮或者伤口局部换药治愈,局部随意皮瓣旋转或者局部带蒂皮瓣旋转移植共 8 例,没有应用复杂的交错皮瓣或者游离皮瓣移植,术后未发生皮瓣血管危象风险,见表 3。

表 3 创面覆盖方法(例)

例数	游离植皮	局部换药	局部旋转皮瓣	游离(复杂)皮瓣
26	16	4	6	0

所有 26 例患者均得到有效随访 6 个月,末次随访伤口有效愈合,移植皮瓣均成活,所有 26 例均有效覆盖创面,其中有 2 例创面有少许渗出,未培养出细菌,无深部组织外露,换药后愈合,无再次感染溃破现象,见表 4。

表 4 创面治疗后疗效评价[例(%)]

例数	显效	有效	总有效率/%
26	24(92.30%)	2(7.70%)	100.00

典型病例影像资料见图 1-图 3。

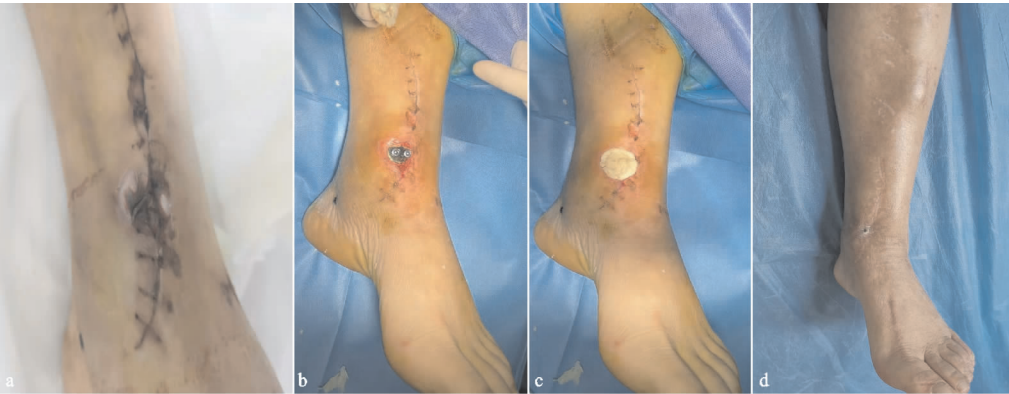


图 1 患者 1,男,59 岁,左胫骨平台骨折术后切开感染,钢板外露



(a) 左足外伤后感染坏死,肌腱外露; (b) 清创后抗生素骨水泥表面置入; (c) 骨水泥去除后植皮成活; (d) 术后随访创面照片

图 2 患者 2,男,81 岁,左足车祸外伤后感染坏死,肌腱外露



(a) 内固定术后小腿内侧皮肤坏死; (b) 胫腓骨骨折术后钢板外露; (c) 骨水泥覆盖创面; (d) 松解后直接缝合的随访照片

图 3 患者 3,女,47 岁,左胫腓骨多端粉碎性骨折术后内固定外露

## 4 讨论

骨创伤后由于软组织损伤严重,术后切口感染、深部组织外露甚至钢板外露的病例临床比较常见,治疗有一定的困难。目前临床比较常用的治疗方案是在创面清创后采用负压封闭引流技术负压吸引,待创面相对清洁后给带蒂或者游离皮瓣移植修复创面。负压封闭引流技术临床使用发现有一定局限性,患者治疗期间不能下床活动,一周左右就要重新更换,由于需要创面密闭状态下负压吸引,容易导致蛋白等营养物质的丢失,少数创面由于负压吸引导致术后出血,术后贫血,低蛋白血症和静脉血栓的现象时有发生。负压封闭引流技术本身并无抗菌杀菌功能,一定压力的负压吸引可以促进创面肉芽的生长,增加抗感染能力,但不能完全清除创面细菌。良好的生物覆盖形成与创面感染控制程度正相关,临床中应用负压封闭引流技术处理后的创面部分随后就要皮瓣移植覆盖,皮瓣具有较好的抗感染能力,然而皮瓣移植对医师技术要求高,尤其是需要显微外科技术的游离皮瓣移植学习曲线更长,术后皮瓣管理和血管危象处理均有相当大的困难,尤其是部分老年患者血管条件差,动脉硬化等,不具备皮瓣游离移植条件,有些肌纤维减少的老年患者创面附近可切取的皮瓣面积有限,需要远距离做大型皮瓣移植手术,基层医疗机构推广应用难度较大。

笔者在感染创面彻底清创后,采用抗生素骨水泥表面置入技术治疗四肢创伤后感染创面操作简单,疗效明显,对感染创面的治疗有明显优势,主要表现在:1)该项技术操作比较简单,将感染创面彻底清创,去除失活组织,将抗生素与骨水泥按照一定的比例混合均匀后,填满创面或钢板周边空隙,创面得到有效填充<sup>[7]</sup>,消灭死腔。2)骨水泥加入了敏感抗生素,抗生素骨水泥通过洗脱释放逐步将抗生素析出在创口内,杀灭伤口内细菌,局部抗生素的浓度远远大于静脉用药的浓度,文献报道要高出 200 倍<sup>[6]</sup>,有效杀灭细菌。万古霉素通过破坏细菌细胞壁的合成,影响其渗透压,细菌逐步膨胀而凋亡,同时万古霉素也抑制其 RNA 的合成<sup>[8-10]</sup>,具有很强杀菌作用,目前尚未有外用万古霉素具有耐药性的文献报道,抗菌能力可靠。3)抗生素水泥在成团期置入创面,经过固化期产生热量,也可以杀灭伤口内的细菌<sup>[11]</sup>。骨水泥固化期可释放大量热量,有研究者给予生理盐水降温处理,但笔者在应用中并未特别处理,未发现灼伤的病例,具体原因可能还需要进一步研究。4)骨水泥与创面接触后可以形成诱导膜<sup>[12]</sup>,诱导膜内含有上皮生长因子(VEGF)和转化生长因子(TGF- $\beta$ 1),便于组织的生长,促进细胞向创面覆盖<sup>[2]</sup>,缩小了创面,便于二期覆盖创面。5)肌腱外露的创面,骨水泥覆盖 3 周后诱导膜形成,1 个月诱导膜

的血管活性、促生长和成骨能力最高,部分肌腱边缘爬有肉芽组织,创面基床条件较好,局部皮瓣移植或者植皮可灵活选择。对于钢板外露的病例,笔者通常清创后用抗生素骨水泥填塞创面,用单向透气的半透膜覆盖骨水泥表面后形成相对密封的屏障,待部分骨痂形成后逐步下地活动,3 个月左右视骨折愈合情况给予内固定去除并同时深筋膜下松解,直接缝合或局部旋转皮瓣移植消灭创面,骨折愈合不佳的再次更换抗生素骨水泥,等待下次内固定取出后覆盖创面。整个治疗过程容易掌握。

抗生素骨水泥使用注意事项:1)清创前取分泌物药敏培养和细菌鉴定,如果 G+ 菌是耐甲氧西林菌株的金葡菌等多重耐药菌的,万古霉素与骨水泥混合,一般按照 2 g 万古霉素加入 40 g 骨水泥的比例混合,如果是超广谱  $\beta$  内酰胺酶阳性的, G- 菌属加入 400 mg 妥布霉素<sup>[6]</sup>混合入骨水泥中。2)软组织感染的创面一般 4 周左右去除骨水泥,1 个月为诱导膜形成高峰期,6 周左右约有 70% 的诱导膜保留<sup>[13]</sup>。3)骨水泥填塞创面后 4 周缝线给予固定,防止其松脱。

抗生素骨水泥治疗骨髓炎所致骨缺损的报道较多,该类疾病清创后应用抗生素骨水泥填塞的同时往往需要外固定架保护,技术相对复杂,基层医疗机构推广受限,不是本文讨论重点。笔者应用抗生素骨水泥表面置入治疗感染创面操作简单,并取得了一定的效果,但是目前还处于尝试阶段,治疗的病例数和术后随访的时间均有限,目前的疗效不能完全证明该项技术的优势,是该研究的不足之处,希望通过更多的病例数随访证明其治疗效果。

总之,抗生素骨水泥表面技术在四肢感染创面的治疗方面有一定优势,经抗生素骨水泥覆盖后创面软组织生长满意,多数病例通过植皮就可以有效覆盖创面,不需要大型复杂皮瓣移植,操作简单,并发症少,效果理想,适合基层医院推广应用。

## 参考文献

- [1] 何雨生,陈良荣,刘俊,等.负压封闭引流结合吻合血管蒂腓骨骨皮瓣移植治疗胫骨骨髓炎伴骨缺损 32 例[J].中国中医骨伤科杂志,2020,28(3):56-62.
- [2] 李嵩鹏,郑威,徐振文,等.抗生素骨水泥覆盖治疗感染性创面的疗效观察[J].创伤外科杂志,2021,23(7):522-527.
- [3] 吕厚山,马迪,丁海明.三种抗生素骨水泥抗菌和机械强度的研究[J].中华外科杂志,1998,36(S1):50-52.
- [4] 邱旭升,陈一心,戚晓阳,等.诱导膜技术治疗感染性骨缺损的疗效分析[J].中国修复重建外科杂志,2017,31(9):1064-1068.

术式可扩大腱骨接触面积,促进腱骨愈合。

本研究中术后 ASES 评分及 Constant 评分均较术前明显改善,差异有统计学意义。术后 6 周及术后 3 个月,ASES 评分差异无统计学意义,但 Constant 评分差异有统计学意义,考虑 Constant 评分客观成分占 65%,而 ASES 评分为主观评分,故认为术后 6 周患者主观症状改善明显。虽然高强度证据表明相较于开放手术,关节镜修复术对短期内患者肩关节运动功能恢复和疼痛视觉模拟量表评分的改善更有优势,但是开放性和关节镜修复术之间长期(>1 年)肩袖愈合率无差异<sup>[10]</sup>。美国肩肘外科医师协会关于肩关节镜下肩袖修复术后康复共识声明<sup>[3]</sup>认为适当推迟锻炼可提高肩袖愈合率。本研究所有病例均于术后 2 周开始功能锻炼以提高肩袖的愈合率,降低再撕裂率。末次随访时,所有患者均行患侧肩关节 MRI 检查,术后再撕裂发生率为 21.74%(5/23),但症状较术前均明显改善。

### 4.3 手术体会

对于需行肩袖修复术的患者,选择合适的术式以实现高效、安全地完成手术尤为重要,本研究采用改良小切口肩袖缝合修复损伤的肩袖,具有术前准备时间短、操作相对简单、手术操作时间短、术后症状改善明显的优点,并且具有学习曲线相对较短、不需要关节镜设备等优点,值得临床推广应用。但本术式不适用于肩袖回缩严重、需要充分松解才能行肩袖缝合者,故术前需对患者进行仔细评估。

本研究尚存在一些不足:样本数较少,随访时间较短,缺乏大样本及更远期的随访,需前瞻性多地区大样本的临床研究来进一步证实该手术方式的优势及不足。

(上接第 53 页)

[5] 段家章,何晓清,徐永清,等. 抗生素骨水泥联合螺旋浆皮瓣在修复糖尿病足踝部创面中的应用[J]. 创伤外科杂志, 2017,19(11):809-813.

[6] 屈增辉,王莎. 抗生素骨水泥结合股前外游离皮瓣治疗创伤性胫骨骨髓炎伴皮肤软组织缺损的效果[J]. 临床医学研究与实践, 2021,6(10):68-70.

[7] 周乐,刘艳. 不同抗生素骨水泥置入术治疗骨科术后感染的分析[J]. 医学伦理与实践, 2021,5(34):801-802.

[8] 庄云强,张军,周龙,等. 自制抗生素骨水泥髓内钉结合钢板外固定治疗胫骨感染性骨不连的疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2016,31(5):482-485.

[9] 田科,刘宏建,许建中,等. 抗生素与非抗生素骨水泥旷置术在膝关节置换术后感染二期翻修术中的效果[J]. 中华实验外科杂志, 2015,32(5):1201-1203.

### 参考文献

[1] 张辉,庄万强,骆勇刚,等. 关节镜下单排与双排缝合桥修复治疗老年肩袖损伤的对照研究[J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2019,5(6):337-341.

[2] BEDEIR Y H, SCHUMAIER A P, ABU-SHEASHA G, et al. Type 2 retear after arthroscopic single-row, double-row and suture bridge rotator cuff repair: a systematic review[J]. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2019,29(2):373-382.

[3] 张一翀,陈建海. 美国肩肘外科治疗师协会:关于肩关节镜下肩袖修复术后康复共识声明[J]. 中华肩肘外科电子杂志, 2018,6(1):59-63.

[4] 李立群,罗鹏. “4”字体位关节镜下肩窝囊肿切除术的临床疗效[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2020,28(8):64-66.

[5] 刘伟乐,郑少伟,黎旭,等. 关节镜下双排缝合桥无结修复治疗老年肩袖损伤的对照研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2021,39(3):336-341.

[6] 任晔,祁军,游洪波,等. 两种手术方式治疗高龄肩袖损伤合并肱二头肌腱长头腱损伤疗效比较[J]. 实用骨科杂志, 2021,27(7):577-582.

[7] DIEBOLD G, LAM P, WALTON J, et al. Relationship between age and rotator cuff retear a study of 1 600 consecutive rotator cuff repairs[J]. The Journal of Bone and Joint Surgery: American Volume, 2017,99(14):1198-1205.

[8] 黄宁庆,刘大圣,张斌,等. 肩关节镜下单排与双排缝合桥修复治疗老年肩袖损伤的效果[J]. 中国老年学杂志, 2018,38(1):163-165.

[9] 肖磊,郑博元,庄腾丰,等. 影响腱骨愈合的因素及促进腱骨愈合的策略[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2019,40(1):19-30.

[10] 张凯搏,唐新,李箭,等. 2019 年美国骨科医师学会(AAOS)肩袖损伤临床实践指南解读[J]. 中国运动医学杂志, 2020,39(5):403-412.

(收稿日期:2023-03-10)

[10] 杜银桥,周勇刚,郝立波,等. 术中自制抗生素骨水泥占位器在治疗髋关节置换术后感染的并发症研究[J]. 中国骨伤, 2017,30(5):436-440.

[11] 张贵春,郑润泉,邹林,等. 抗生素骨水泥联合 Ilizarov 技术在长骨感染性骨缺损治疗中的应用[J]. 实用骨科杂志, 2019,25(1):25-28.

[12] MASQUELET A C. Induced membrane technique: pearls and pitfalls[J]. J Orthop Trauma, 2017,31(5):36-38.

[13] WANG X H, WEI F D, LUO F, et al. Induction of granulation tissue for the secretion of growth factors and the promotion of bone defect repair[J]. J Orthop Surg Res, 2015,10:147.

(收稿日期:2022-03-13)