

抗生素骨水泥被覆重建钢板治疗 感染性骨盆前环骨折

厉孟, 王克竟, 高振洋, 谢云飞, 郭涛

(甘肃省人民医院骨三科, 甘肃 兰州 730099)

【摘要】 目的: 探讨抗生素骨水泥被覆重建钢板治疗感染性骨盆前环骨折的临床疗效。方法: 自 2017 年 1 月至 2022 年 3 月应用抗生素骨水泥被覆重建钢板治疗感染性骨盆前环骨折患者 11 例, 男 7 例, 女 4 例; 年龄 27~49 岁; 骨盆骨折 Tile 分型: C1 型 4 例, C2 型 4 例, C3 型 3 例。2 例前环内固定术后感染, 9 例患者均因早期清创不彻底导致前环感染, 按创伤严重度评分标准 (injury severity score, ISS) 评分为 24~38 分。前环经扩大清创、冲洗、抗生素骨水泥被覆重建钢板内固定, 后环骨折均采用闭合复位, 骶髂螺钉内固定。结果: 11 例均获得随访, 时间 13~20 个月。2 例术后感染复发, 1 例经再次清创更换抗生素骨水泥涂层内固定, 1 例感染较轻, 未累及髓腔, 清创后保留钢板仅更换抗生素骨水泥, 感染得到控制。2 例出现切口渗液, 术后 3 个月取出内固定后愈合。所有患者在随访期内未见骨盆骨折再移位、再发感染。最终 11 例均骨性愈合。末次随访, 按照 Matta 骨折复位标准, 优 6 例, 良 4 例, 可 1 例; 按照 Majeed 功能评分, 优 6 例, 良 3 例, 可 2 例。结论: 抗生素骨水泥被覆重建钢板有效治疗感染性骨盆前环骨折, 具有术中安全性高和感染复发率低的特点, 有利于术后早期康复锻炼, 明显缩短病程。

【关键词】 骨盆骨折; 内固定; 感染; 抗生素骨水泥

中图分类号: R683.3

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230926

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Antibiotic bone cement covered reconstruction plate for infected anterior pelvic ring fractures

LI Meng, WANG Ke-jing, GAO Zhen-yang, XIE Yun-fei, GUO Tao (The Third Department of Orthopaedics, Gansu Provincial People's Hospital, Lanzhou 730099, Gansu, China)

ABSTRACT **Objective** To explore the clinical efficacy of antibiotic bone cement covered reconstruction steel plate in the treatment of infected anterior pelvic ring fracture. **Methods** From January 2017 to March 2022, 11 patients with infected anterior pelvic ring fracture were treated with antibiotic bone cement covered reconstruction steel plate including 7 males and 4 females and the age ranged from 27 to 49 years old. The pelvic fractures were classified according to the Tile typology: 4 cases of C1 type, 4 cases of C2 type, and 3 cases of C3 type. Among them, 2 cases of infected anterior ring were infected after internal fixation of anterior ring, and 9 patients were infected with infected anterior ring due to incomplete early debridement, which was classified as infected according to the injury severity score (ISS) for 24 to 38 scores. The anterior ring was internally fixed by extended debridement, irrigation, and antibiotic bone cement covered reconstruction plate, and the posterior ring fractures were all closed reduction and internally fixed with sacroiliac screws. **Results** All 11 cases obtained follow-up from 13 to 20 months. Among them, 2 patients had recurrence of postoperative infection, 1 case was re-dissected and replaced with antibiotic bone cement-coated internal fixation, and 1 case had a milder infection without accumulation of the medullary cavity, and the infection was controlled by retaining the plate and replacing the antibiotic bone cement only after dissecting. Two cases developed incisional oozing, which healed after removal of the internal fixation three months postoperatively. All patients did not show pelvic fracture redisplacement or reinfection during the follow-up period. All 11 cases eventually healed bony. At the final follow-up, according to the Matta score, the fracture reduction was excellent in 6 cases, good in 4, and possible in 1. According to the Majeed functional score, it was excellent in 6, good in 3, and possible in 2. **Conclusion** Antibiotic bone cement covered reconstruction plate is effective in the treatment of infected anterior pelvic ring fracture, with high intraoperative safety and low recurrence rate of infection, which is conducive to the early postoperative rehabilitation and significantly shortens the course of the disease.

KEYWORDS Pelvic fracture; Internal fixation; Infection; Antibiotic bone cement

基金项目: 甘肃省人民医院内科基金项目 (编号: 2019-258)

Fund project: Intramural Research Fund Project of Gansu Provincial People's Hospital (No. 2019-258)

通讯作者: 厉孟 E-mail: 1310348961@qq.com

Corresponding author: LI Meng E-mail: 1310348961@qq.com

感染性骨盆前环骨折多由开放性骨盆骨折或闭合型骨折切开复位内固定术后感染造成, 此类骨折常伴随着较差的软组织条件, 临床较为少见, 但预后差, 治疗十分棘手^[1-2]。术后感染复发是最常见的并发症, 治疗的关键是早期抗感染和局部稳定^[3-4]。以往对感染病灶清除后行 I 期内固定的安全性一直存有争议, 残留的浮游细菌术后定植在内固定表面易引起感染复发, 并面临着更加困难的翻修手术, 部分学者视 I 期内固定治疗感染性骨盆骨折是一种绝对禁忌^[5]。目前临床多采用反复多次彻底清创、大量静脉应用抗生素、负压引流等方式控制感染^[6], 采用单纯外固定或外固定与有限内固定结合的方式稳定骨折断端, 可有效治疗感染性骨盆骨折^[7]。但反复多次的清创易引起组织过度缺损, 增大后续治疗难度, 大量应用抗生素可能增加耐药性和肝肾功能损害风险^[8], 长期使用外固定将伴随着繁杂的术后护理, 且外固定稳定性欠佳, 易造成钉道感染和骨盆畸形愈合等并发症^[7-9]。近年来, 部分学者在治疗开放性骨盆骨折时, 以预防术后感染为主要目的, 不同时机和不同形式地应用局部抗生素, 以增强局部抗感染能力^[10], 取得了良好临床效果。然而, 尚无抗生素骨水泥被覆重建钢板治疗感染性骨盆前环骨折的相关报道。本研究 2017 年 1 月至 2022 年 3 月应用 Pfannenstiel 入路切开复位、扩大清创、前环抗生素骨水泥被覆重建钢板内固定, 后环闭合复位, 骶髂螺钉固定的方式治疗感染性骨盆前环骨折患者, 报告如下。

1 临床资料

1.1 病例选择

纳入标准: 感染性、不稳定性开放性骨盆骨折,

前环内固定术后感染; 同意采用该术式治疗的患者; 随访资料完整, 随访时间 ≥ 12 个月; 患者及家属同意并签署手术知情同意书。排除标准: 陈旧性骨盆骨折; 存在严重系统疾病、全身感染未控制, 不可耐受手术者。

1.2 一般资料

本研究共纳入 11 例患者, 男 7 例, 女 4 例; 年龄 27~49。致伤原因: 交通伤 8 例、重物砸伤 3 例。按创伤严重度评分标准(injury severity score, ISS)评分^[11]为 24~38 分。骨盆骨折按照 TILE^[12]制定的 Tile 分型: C1 型 4 例, C2 型 4 例, C3 型 3 例; 其中 9 例因早期清创不彻底导致前环感染, 且均伴有不同程度的周围软组织损伤, 2 例为前环钢板内固定术后感染。伴颅脑损伤 3 例, 肠道损伤 3 例, 尿道断裂 5 例, 多发肋骨骨折 3 例, 脊柱脊髓损伤 1 例, 四肢骨折 8 例。本研究方案经甘肃省人民医院伦理委员会批准(编号: 2023-428)。11 例感染性骨盆前环骨折患者术前临床资料见表 1。

2 治疗方法

2.1 术前准备

入院后首先保证患者基本生命体征, 早期静脉应用抗生素。创面软组织多点提取细菌行培养+药敏试验。完善血常规、红细胞沉降率、C 反应蛋白、降钙素原等检查, 完善 X 线、CT、MRI 等影像检查, 明确患者感染范围, 评估清创范围和预选内固定尺寸。

2.2 清创及内固定

麻醉成功后, 所有患者前环采用 Pfannenstiel 入路, 多点采样进行细菌培养检测(至少 3 个不同部位), 采用扩大清创的方式清除变性、坏死及失活的

表 1 感染性骨盆前环骨折 11 例患者术前临床资料

Tab.1 Preoperative clinical data of 11 patients with infected anterior pelvic ring fracture

病例编号	性别	年龄(岁)	受伤原因	创伤严重度 ISS 评分	骨盆骨折 Tile 分型	感染类型	合并伤
1	男	27	交通伤	28	C1	开放伤致感染	胫骨骨折、尿道断裂、会阴区撕裂
2	男	34	重物砸伤	25	C2	开放伤致感染	右侧桡骨骨折、开放性胫骨骨折
3	女	47	交通伤	26	C1	开放伤致感染	股骨骨折
4	男	43	交通伤	34	C3	开放伤致感染	颅脑损伤、肠道损伤、尿道断裂、多发肋骨骨折、胫骨骨折
5	女	46	重物砸伤	24	C2	开放伤致感染	桡骨骨折
6	男	42	交通伤	38	C3	开放伤致感染	颅脑损伤、肠道损伤、尿道断裂、多发肋骨骨折、胫腓骨骨折
7	男	27	重物砸伤	25	C1	开放伤致感染	开放性股骨骨折
8	女	49	交通伤	28	C2	开放伤致感染	髌臼骨折、尿道断裂
9	男	36	交通伤	33	C3	开放伤致感染	颅脑损伤、肠道损伤、尿道断裂、多发肋骨骨折、脊柱脊髓损伤、软组织缺损
10	男	42	交通伤		C1	内固定术后感染	
11	女	44	交通伤		C2	内固定术后感染	

组织,内固定术后感染同时去除内植物。使用大量生理盐水和聚维酮碘混合液反复冲洗,未使用高压脉冲,避免浮游细菌冲至深部组织,术者更换无菌手套,再次冲洗。选取适宜长度重建钢板塑形使之贴合前环,取含 0.5 g 庆大霉素的抗生素复合聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate, PMMA)骨水泥 40 g 混合万古霉素 4 g,或根据药敏结果选取对应敏感类抗生素。将抗生素骨水泥搅拌直至处于拔丝状,被覆于钢板,生理盐水将抗生素骨水泥降温后塑形,避免软组织烫伤。抗生素骨水泥严密包裹重建钢板和骨折断端并超过钢板边缘 1~2 cm,避免骨水泥从钢板上脱落。采用无菌骨蜡对螺钉头部螺纹进行填充,防止骨水泥覆盖导致螺钉无法取出。放置引流,逐层缝合关闭。后环:闭合复位并采用骶髂关节空心螺钉技术固定。C 形臂 X 线机透视骨盆正位、出口位、入口位,明确固定位置正确。

2.3 术后处理

术后 6 h 开始应用抗凝药物,注射低分子肝素,预防患者深静脉血栓,应用下肢充气式静脉泵预防血栓 10 d。保持引流管通畅,对引流液进行多次细菌培养,明确有感染的,静脉应用敏感性抗生素 2 周后,改为应用口服抗生素 2~4 周。术后每周进行白细胞、红细胞沉降率、C 反应蛋白和肾功能标志检查及局部和全身状况评估,炎症指标持续升高和局部或全身感染症状提示再次手术的必要性。术后 1、3、6 个月定期复查 X 线片判断骨折愈合情况。术后第 5 天指导患者在床上活动,以锻炼腰背部及双下肢肌肉力量为主。术后 4~8 周开始部分负重,10~12 周完全负重。

3 结果

3.1 观察项目与方法

记录术后感染指标(白细胞、红细胞沉降率、C 反应蛋白)变化、创面愈合情况及并发症发生情况、随访复查 X 线片、检查骨愈合情况。按 MATTA 等^[13]制定的 Matta 复位评分标准对骨折复位情况进行评价。采用 MAJEED^[14]制定的 Majeed 功能评分对患者的疼痛、工作、站立和坐、性生活情况进行评价。Matta 评分标准:术后患者骨折移位<4 mm 为优,术后患者骨折移位 4~10 mm 为良,术后患者骨折移位 11~20 mm 为差。Majeed 总分 100 分,85~100 分为优,70~84 分为良,55~69 分为中,0~54 分为差。

3.2 治疗结果

所有患者获得随访,时间 13~20 个月。骨盆骨折均达到功能复位或近解剖复位,骨愈合时间 3~5 个月,住院时间为 21~58 d。11 例术后红细胞沉降率、C 反应蛋白均有短时期内升高,术后 3 周降至正常水

平,术后 3 周白细胞 $(5.11\sim 9.25)\times 10^9\cdot L^{-1}$ 、红细胞沉降率 $(14.54\sim 19.10)\text{ mm}\cdot h^{-1}$ 、C 反应蛋白 $(6.90\sim 10.89)\text{ mg}\cdot L^{-1}$ 。2 例感染严重患者术后感染复发,经过再次清创后 1 例更换被覆抗生素骨水泥,另 1 例更换被覆抗生素骨水泥及内固定,感染得到控制。2 例切口出现持续渗液,但渗液细菌培养阴性,无明显感染迹象,3 个月内将内固定和抗生素骨水泥一同取出,切口愈合。末次随访,Matta 骨折复位,优 6 例,良 4 例,可 1 例;Majeed 评分 62.0~96.5 分,优 6 例,良 3 例,可 2 例。11 例患者术后临床观察指标和功能疗效结果见表 2。典型病例图片见图 1。

4 讨论

感染性骨盆前环骨折多见于开放性骨盆骨折,少数发生于骨折内固定术后。开放性骨盆骨折以严重的致命性创伤为特点^[1,15],按照损伤控制骨科(damage control orthopedic, DCO)原则,入院后治疗的首要任务是生命体征维持^[16-17],多无确切固定和彻底清创的条件,由于耻骨开放骨折后错位损伤腹腔脏器导致前环直接接触污染,或骨折端直接接触会阴部细菌污染区,从而增加前环及附近软组织感染风险,不仅增加患者痛苦和经济负担,临床工作也面临巨大挑战,但目前对感染性骨盆骨折的预防和治疗并未形成一致的结论。近年来,已陆续有学者将具有“钢筋-水泥”作用的抗生素骨水泥被覆锁定钢板应用于四肢骨髓炎^[18-20],取得了较好的临床效果,极大的促进该技术发展,为临床治疗感染性骨盆骨折提供了经验和依据。术者在此基础上结合感染性骨盆前环骨折的特点改进手术方式,使用抗生素骨水泥被覆重建钢板治疗感染性骨盆前环骨折患者,Ⅰ期实现有效抗感染和最终固定,疗效显著。

4.1 感染性骨盆前环骨折的清创及局部稳定

感染性骨盆骨折治疗目的是控制感染、恢复骨盆环形结构、稳定骨盆环并促进骨生长。早期清除脓肿、窦道及坏死组织、断端局部稳定,为骨生长提供良好环境是治疗感染性骨盆骨折的重点^[21]。有研究表明^[3,19],扩大清创即能清除多数细菌和坏死组织,随即抗生素骨水泥覆盖钢板固定骨折能持续局部释放抗生素杀灭浮游细菌,不仅能增强抗感染能力,还有提高创面愈合能力。

对于感染性骨盆骨折,临床中多采用反复多次的清创、外固定的方式,即彻底清创后使用外固定架稳定骨折断端,术后严密观察患者局部、全身症状及炎症指标,待感染控制后转为内固定或内、外联合固定,感染未控制者重复清创。但感染多见于严重的 Tile C 型的开放性骨盆骨折,同时存在旋转和垂直方向的不稳定,单纯应用外固定固定前环,稳定性明显

表 2 感染性骨盆前环骨折 11 例患者术后临床观察指标和功能疗效评价结果

Tab.2 Postoperative clinical observations and functional efficacy evaluation results of 11 patients with infected anterior pelvic ring fracture

病例序号	随访时间/月	骨折愈合时间/月	住院时间/d	白细胞/ ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)		红细胞沉降率/($mm \cdot h^{-1}$)		C 反应蛋白/ ($mg \cdot L^{-1}$)		单次术后感染复发情况	Matta 复位评价	Majeed 评分/分				
				术前	术后 3 周	术前	术后 3 周	术前	术后 3 周			疼痛	工作	站立和坐	性生活	总分
1	15	3	21	12.24	5.11	42.44	14.70	46.21	7.87	无	优	38.0	18.0	36.5	2.5	95.0
2	14	4	32	14.21	7.52	38.52	16.52	40.52	8.52	无	优	36.0	16.0	30.5	4.0	86.5
3	15	3	28	14.81	8.50	39.41	19.53	48.51	7.28	无	优	27.0	18.0	38.0	3.5	86.5
4	20	4	45	13.51	8.23	59.56	19.70	59.26	8.10	无	良	36.0	17.0	20.0	3.0	76.0
5	13	4	27	13.22	6.75	40.78	14.72	45.54	10.89	无	良	27.0	19.0	32.0	3.0	81.0
6	16	4	52	12.85	9.25	49.98	15.45	65.22	9.87	复发	良	22.0	18.0	20.0	2.0	62.0
7	18	3	32	11.98	7.72	36.35	18.62	39.56	9.21	无	优	27.0	18.0	41.0	3.5	89.5
8	17	3	32	13.12	8.62	47.65	14.61	43.21	6.90	无	良	38.0	19.0	20.0	2.0	79.0
9	16	5	58	14.12	8.62	52.55	18.52	64.39	10.30	复发	可	19.0	13.0	22.0	2.0	56.0
10	18	3	28	10.25	8.51	39.72	17.73	59.82	8.10	无	优	37.0	20.0	34.5	5.0	96.5
11	16	3	32	12.11	7.65	37.11	14.54	47.55	7.48	无	优	41.0	17.0	32.0	4.0	94.0

不足，高达 19%的螺钉松动率、50%钉道感染率，不仅术中存在不可逆的医源性神经损伤风险，还存在术后骨折复位丢失、疼痛、骨愈合不良等并发症^[22]。因此，外固定架在治疗感染性骨盆骨折中并不是最佳的选择^[9,23]。多次反复的清创将引起组织过度丢失，造成骨盆畸形愈合，延长骨愈合时间，增加患者住院时长。此外，反复多次的清创术式需长期联合应用静脉抗生素或口服抗生素，不仅会导致患者产生耐药性，还会引起肝肾功能损害等各种不良反应。本组患者通过详细的术前检查，根据 CT、MRI 及 ECT 等影像检查和仔细的术中探查，综合判断感染范围。术中采用扩大清创的方式，清除感染病灶内脓液、窦道、坏死组织及去除感染的内置物，清创至骨组织及软组织有正常渗血，大量生理盐水冲洗，将感染区域清创至相对清洁区域，清创满意后随即采用抗生素骨水泥被覆的重建钢板稳定骨折断端，不仅营造局部高浓度抗生素环境，防止感染复发，还能提供早期精确复位和较强的稳定性。本组有 3 例采用双重建钢板，其余均为单钢板，术后无骨折再移位发生。

4.2 抗生素骨水泥被覆重建钢板治疗感染性骨盆前环骨折的优势

局部抗生素的应用方式较多，目前局部抗生素载体的主要形式是含抗生素骨水泥的团块、链珠、内植物涂层，少数直接使用抗生素粉剂撒入创面。SUNEJA 等^[24]报道的 LC-I 型开放性骨盆骨折合并会阴区撕裂污染的创口，术者行清创后使用外固定架稳定骨盆结构并将甲硝唑凝胶包裹的抗生素骨水泥链珠置入创口后 I 期闭合，术后未发生感染，愈合

良好，证实了抗生素骨水泥在骨盆骨折中的安全性和合理性。李百川等^[25]报道了 12 例开放性骨盆骨折患者在入院 7~10 d 后前环采用重建钢板固定并在骨折端埋置抗生素骨水泥链珠，伤口疏松缝合后持续应用 VSD，术后 12 例均存在延迟愈合情况，其中 4 例感染未控制，提前取出内固定，其原因可能为应用重建钢板后有部分细菌附着于钢板上形成细菌膜，导致感染难以控制，以及骨水泥链珠受软组织包裹，影响释放。该报道提示，由于早期进行了坚强的内固定，在术后骨折未完全愈合的情况下去除重建钢板未造成骨盆再移位，再次印证了早期内固定的重要性。OWEN 等^[26]在早期内固定治疗开放性骨盆骨折时将 1 g 的古古霉素和 1.2 g 的妥布霉素的粉末应用于深组织和浅组织表面，相对于对照组，实验组的感染风险降低 78%。但与此同时，笔者发现局部应用抗生素粉末会引起血肌酐的升高，存在急性肾损伤等风险。

因此，基于前期临床经验，将抗生素骨水泥被覆重建钢板用于治疗感染性骨盆前环骨折，以期增强骨折端稳定性并降低骨折不愈合率和感染复发率。该术式采用 Pfannenstiel 入路，对移位的前环骨折断端进行直视下复位，有利于清除前环骨组织及附近软组织感染病灶，提高骨折复位质量和愈合环境；同时行 I 期抗生素骨水泥被覆重建钢板固定前环，后环闭合复位骶髂螺钉固定，同时解决固定和抗感染问题。与既往文献报道相比，本研究方法具有以下优点：(1)骨折愈合时间缩短，本组患者骨愈合时间为 3~5 个月，末次随访时未出现骨折不愈合及骨盆畸



图 1 患者,男,34岁,Tile C2型开放性骨盆骨折,前环发生感染 **1a.**术前X线示骨盆前环成开书样分离,左侧耻骨粉碎骨折,为Tile C2型骨折 **1b.**Pfannenstiel切口显示前环局部组织存在感染病灶 **1c.**开放新骨盆骨折会阴区大面积损伤 **1d.**清创后抗生素骨水泥被覆重建钢板固定前环 **1e.**术后2个月外观图示完全负重、创面愈合良好 **1f.**术后2个月X线示骨盆前环抗生素骨水泥被覆重建钢板固定、后环骶髂螺钉固定均在位,骨盆环形结构稳定、断端未发生移位 **1g.**去除内固定X线示骨盆环形结构稳定、骨愈合良好

Fig.1 A 34-year-old male patient with Tile C2 open pelvic fracture and anterior ring infection

1a. Preoperative X-ray showed the open book-like separation of the anterior pelvic ring, and the left pubic bone was comminuted fracture, which was a Tile C2 type fracture **1b.** Pfannenstiel's incision showed there was an infected lesion in the local tissues of the anterior ring **1c.** Large area injuries in the perineal region of open pelvic fractures **1d.** After debridement, the anterior pelvic ring was fixed by antibiotic bone cement covered with reconstructive steel plate

1e, 1f. Two months after the operation, the patient had complete weight-bearing and good wound healing. X-ray showed the anterior pelvic ring was fixed with antibiotic bone cement covered reconstruction plate and the posterior pelvic ring was fixed with sacroiliac screws in place, and the pelvic ring structure was stable and the broken ends were not displaced **1g.** X-ray of removing the internal fixation showed the pelvic ring structure was stable and the bone was healing well

ring was fixed by antibiotic bone cement covered with reconstructive steel plate **1e, 1f.** Two months after the operation, the patient had complete weight-bearing and good wound healing. X-ray showed the anterior pelvic ring was fixed with antibiotic bone cement covered reconstruction plate and the posterior pelvic ring was fixed with sacroiliac screws in place, and the pelvic ring structure was stable and the broken ends were not displaced **1g.** X-ray of removing the internal fixation showed the pelvic ring structure was stable and the bone was healing well

形愈合患者,原因为抗生素骨水泥被覆重建钢板联合骶髂螺钉提供了Tile C型骨盆骨折足够的生物力学稳定,有效抵抗垂直和旋转方向的位移,此外骨水泥也提供额外的局部稳定,同时抗生素骨水泥促进生成诱导膜,产生大量生长因子,有效促进组织修复,为早期负重提供条件。(2)手术次数少,本组患者除2例严重感染患者术后发生再感染,其余患者均为单次清创内固定,即采用一期内固定作为最终内固定,无需反复清创引流,开放负压引流等繁杂操作。相对以往文献报道,单次手术即能取得较好疗效,而传统术式普遍清创次数为3次以上^[5],不可避免的清除过多组织,造成广泛软组织缺损、节段性骨缺损。(3)住院时间缩短,本组患者住院时间为21~58 d,由于抗生素骨水泥将重建钢板与有菌环境隔离,有效避免了钢板表面细菌定植,局部抗感染能力强,术后应用静脉或口服抗生素使用时间也较传统

治疗短,简单换药即能预防切口感染,避免外固定和负压引流装置的束缚,有利于患者早期下床活动,减少静脉血栓、褥疮、坠积性肺炎等并发症的发生。

4.3 注意事项

由于骨盆结构复杂,创伤所造成的感染累及范围和严重程度不同,术中需对清创范围和局部抗生素使用剂量做精准把握。治疗感染性骨盆前环骨折应注意:(1)局部抗生素并不能取代清创,严格仔细的清创依然是治疗的基础^[3],术中应做详细的探查,以排除隐匿的感染灶,扩大清创时对于血运不佳的软组织不建议保留。术中不建议使用高压冲洗,防止将细菌冲至组织深部。(2)目前未有明确报道指出骨盆内使用抗生素与骨水泥的最佳比例,建议采用高浓度(10%以上)的抗生素与骨水泥混合方式。选择准确的敏感性抗生素是发挥局部抗感染功能的核心,而开放性骨盆骨折造成感染的细菌种类较为复

杂,且患者入院后易发生院内感染,常与入院时检测结果存在差异,术前多次细菌培养及时确认敏感性抗生素种类至关重要。(3)严格封闭死腔,部分患者抗生素骨水泥被覆重建钢板占位放置后仍与软组织之间存在间隙,为细菌繁殖提供空间,可通过骨结扎的形式,在耻骨联合部骨组织钻孔,将膀胱前方筋膜直接缝合至耻骨联合处,可有效消除空腔,也可通过创面稀疏缝合覆盖负压引流装置、骨水泥连珠填充、皮瓣填充,但均伴随着额外的手术和复杂的术后护理。(4)内固定术后感染,观察感染较轻和术前 CT 扫描感染未累及髓腔者可选择清洁钢板、周围脓性分泌物及表面生物膜、1%碘伏、3%双氧水交替浸泡,大量生理盐水冲洗后保留钢板内固定并被覆抗生素骨水泥,感染严重者应去除原有内固定后更换为抗生素骨水泥被覆重建钢板。(5)术后密切观察患者局部及全身状况,根据引流液细菌培养具体制定静脉抗生素使用计划,出现感染复发应尽早进行二次清创及更换抗生素骨水泥。

综上所述,感染性骨盆前环骨折存在手术操作困难、术后感染易复发、致残率高等特点,处理十分棘手。采用扩大清创术后抗生素骨水泥被覆重建钢板治疗感染性骨盆前环骨折,具有较好的早期局部稳定性和抗感染能力,以及治疗耗时短、护理简单和术后并发症少等优点。本研究系采用抗生素骨水泥被覆重建钢板治疗感染性骨盆前环骨折,末次随访时未出现感染复发和骨盆畸形愈合等并发症,按照 Majeed 功能评分标准优良 9 例,按照 Matta 复位评价标准复位优良 10 例,获得良好近期疗效。但本研究仍存在一些局限性:第一,感染性骨盆骨折有时以多种细菌混合感染,但骨水泥所能负载的抗生素种类有限,需具有敏感性、耐高温、水溶性和低过敏率等特点,同时满足条件的抗生素种类较少^[27]。第二,由于骨水泥遮盖骨折线影响骨折愈合的判断,术后建议行 CT 检查和详细的体格检查作为 X 线检查的补充。第三,本研究纳入病例数量相对较少,需要更多病例来验证其临床结果,并进行不同治疗方式间的进一步比较研究。

参考文献

- [1] ROSZMAN A D,JOHN D Q,PATCH D A,et al. Management of open pelvic ring injuries[J]. *Injury*,2023,54(4):1041-1046.
- [2] LU S,LIU F X,XU W C,et al. Management of open tile C pelvic fractures and their outcomes:a retrospective study of 30 cases[J]. *Ther Clin Risk Manag*,2022,18:929-937.
- [3] 中华医学会骨科学分会,沈杰,陈林,等.膜诱导技术治疗感染性骨缺损临床循证指南(2023版)[J]. *中华创伤杂志*,2023,9(2):107-120.
Chinese Orthopedic Association,SHEN J,CHEN L,et al. An evidence-based clinical guideline for the treatment of infectious bone defect with induced membrane technique(version 2023)[J]. *Chin J Orthop Trauma*,2023,39(2):107-120. Chinese.
- [4] 谢肇.对骨感染控制瓶颈问题的思考[J]. *中华骨科杂志*,2018,38(9):519-522.
XIE Z. Reflections on the bottleneck of bone infection control [J]. *Chin J Orthop*,2018,38(9):519-522. Chinese.
- [5] STOODLEY P,EHRlich G D,SEDGHIZADEH P P,et al. Orthopaedic biofilm infections[J]. *Curr Orthop Pract*,2011,22(6):558-563.
- [6] 李开南,王郑浩.开放性骨盆骨折分型及救治特点[J]. *创伤外科杂志*,2019,21(8):639-641.
LI K N,WANG Z H. Classification and treatment of open pelvic fractures[J]. *J Trauma Surg*,2019,21(8):639-641. Chinese.
- [7] 邢海林,兰树华,黄淑明,等.不同微创内固定治疗骨盆前环骨折的疗效比较[J]. *中国骨伤*,2020,33(11):1042-1047.
XING H L,LAN S H,HUANG S M,et al. Comparison of different minimally invasive internal fixation in the treatment of pelvic anterior ring fracture[J]. *China J Orthop Traumatol*,2020,33(11):1042-1047. Chinese.
- [8] 金国华,赵胜春,陈欣,等.开放性骨折患者术后伤口感染的细菌学特点及对抗菌药物的耐药性分析[J]. *中华医院感染学杂志*,2017,27(6):1321-1324.
JIN G H,ZHAO S C,CHEN X,et al. Bacteriological characteristics of postoperative wound infections in open fracture patients and resistance to antibiotics [J]. *Chin J Nosocomiology*,2017,27(6):1321-1324. Chinese.
- [9] ALI M Z,HALDER J,SULTANA N,et al. Treatment of open book pelvic fractures:comparison between internal and external fixation [J]. *J Surg*,2021,9(3):145.
- [10] CASIRAGHI A,GALANTE C,ROHAYEM M,et al. Implant retention with serial debridement and use of antibiotic-loaded calcium sulfate beads in acute fracture-related infection (FRI) after pelvic ring or acetabular fractures:a retrospective case series of 7 cases[J]. *Injury*,2023,54(4):1082-1087.
- [11] LUNSSJO K,TADROS A,HAUGGAARD A,et al. Associated injuries and not fracture instability predict mortality in pelvic fractures:a prospective study of 100 patients[J]. *J Trauma Injury Infect Crit Care*,2007,62(3):687-691.
- [12] TILE M. Pelvic ring fractures:should they be fixed[J]. *J Bone Joint Surg Br*,1988,70(1):1-12.
- [13] MATTA J M,SAUCEDO T. Internal fixation of pelvic ring fractures[J]. *Clin Orthop Relat Res*,1989(242):83-97.
- [14] MAJEED S A. Grading the outcome of pelvic fractures[J]. *J Bone Joint Surg Br*,1989,71(2):304-306.
- [15] COCCOLINI F,STAHEL P F,MONTORI G,et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines[J]. *World J Emerg Surg*,2017,12:5.
- [16] 谭庆强,厉孟,王平平,等.损伤控制序贯微创手术治疗Tile C型骨盆骨折合并多发伤的疗效分析[J]. *中国骨与关节损伤杂志*,2022,37(8):785-788.
TAN Q Q,LI M,WANG P P,et al. Effect of damage control combined with sequential minimally invasive surgery on Tile type C pelvic fractures with multiple injuries[J]. *Chin J Bone Joint Injury*,2022,37(8):785-788. Chinese.
- [17] 禹宝庆.骨盆骨折救治的损伤控制理念及手术方式的选择[J]. *中国骨伤*,2017,30(3):195-197.

- YU B Q. Concept of damage control and the choice of operative methods in the treatment of pelvic fractures[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2017, 30(3):195-197. Chinese.
- [18] MARTÍNEZ-MORENO J, MERINO V, NÁCHER A, et al. Antibiotic-loaded bone cement as prophylaxis in total joint replacement[J]. *Orthop Surg*, 2017, 9(4):331-341.
- [19] JIA C, WANG X H, YU S P, et al. An antibiotic cement-coated locking plate as a temporary fixation for treatment of infected bone defects: a new method of stabilization[J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1):44.
- [20] WANG X H, WANG S L, XU J Z, et al. Antibiotic cement plate composite structure internal fixation after debridement of bone infection[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):16921.
- [21] SHARPE J P, MAGNOTTI L J, GOBBELL W C, et al. Impact of early operative pelvic fixation on long-term self-reported outcome following severe pelvic fracture[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2017, 82(3):444-450.
- [22] VAIDYA R, KUBIAK E N, BERGIN P F, et al. Complications of anterior subcutaneous internal fixation for unstable pelvis fractures: a multicenter study[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2012, 470(8):2124-2131.
- [23] ROMMENS P M, WAGNER D, HOFMANN A. Minimal invasive surgical treatment of fragility fractures of the pelvis[J]. *Chirurgia*, 2017, 112(5):524-537.
- [24] SUNEJA N, TISCHLER E H, LOCKWOOD S, et al. Vaginal laceration in an open pelvic fracture case report: a novel, prophylactic antibiotic delivery mechanism[J]. *Case Rep Orthop*, 2021, 2021:5594270.
- [25] 李百川. 早期前后联合入路切开复位内固定治疗开放性 Tile C 型骨盆骨折[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2014, 28(5):554-557.
- LI B C. Treatment of open tile type c pelvic fractures by open reduction and internal fixation through anterior and posterior approaches at early stage[J]. *Chin J Reparative Reconstr Surg*, 2014, 28(5):554-557. Chinese.
- [26] OWEN M T, KEENER E M, HYDE Z B, et al. Intraoperative topical antibiotics for infection prophylaxis in pelvic and acetabular surgery[J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31(11):589-594.
- [27] 蔡成阔, 舒衡生. Masquelet 技术治疗骨缺损的研究进展[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(3):186-192.
- CAI C K, SHU H S. Research progress of Masquelet technique in the treatment of bone defects[J]. *Chin J Orthop*, 2018, 38(3):186-192. Chinese.

(收稿日期:2024-01-16 本文编辑:王玉蔓)