

# 骨搬运联合骨水泥治疗老年开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露 18 例

徐中海<sup>1</sup> 孙风凡<sup>1</sup> 李城<sup>1</sup> 郭利俊<sup>1</sup> 陈彬<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:探讨骨搬运联合抗生素骨水泥技术治疗老年开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露的临床疗效。方法:回顾性分析 2018 年 3 月至 2023 年 8 月收治的老年开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露患者 18 例。男 17 例,女 1 例;年龄为 60~79 岁;采用骨搬运联合抗生素骨水泥技术治疗,记录创面愈合时间、骨折断端会师时间、外固定时间和并发症发生情况。末次随访时采用 Paley 评分标准评价骨折愈合情况,采用 Johner-Wruhs 评分标准评价患肢功能。结果:患者随访 14~25 个月。创面愈合时间为 49~94 d,骨折断端会师时间为 57~125 d,外固定时间为 281~512 d。末次随访时 Paley 评分结果:优 6 例,良 11 例,中 1 例。Johner-Wruhs 评分结果:优 4 例,良 9 例,中 5 例。随访过程中患者无发热、创面流脓、软组织坏死及马蹄内翻足畸形等并发症。结论:骨搬运联合抗生素骨水泥技术治疗老年开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露可有效控制感染,重建骨和软组织缺损,促进骨折和创面愈合,恢复肢体功能。

**[关键词]** 骨搬运;抗生素骨水泥;老年患者;开放性胫骨骨折;感染

**[中图分类号]** R683.42 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2025)08-0081-05

**DOI:** 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.250815

## Clinical Report on 18 Elderly Patients with Postoperative Infection and Bone Exposure after Open Tibial Fracture Treated by Bone Transport Combined with Bone Cement

XU Zhonghai<sup>1</sup> SUN Fengfan<sup>1</sup> LI Cheng<sup>1</sup> GUO Lijun<sup>1</sup> CHEN Bin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hangzhou Fuyang Traditional Chinese Medicine Orthopedics Hospital, Hangzhou 311400, China.

**Abstract Objective:** To investigate the efficacy of bone transport combined with antibiotic bone cement technology in the treatment of elderly patients with postoperative infection and bone exposure after open tibial fracture. **Methods:** A retrospective analysis was performed on 18 elderly patients with postoperative infection and bone exposure after open tibial fracture from March 2018 to August 2023. There were 17 males and 1 female, with age of 60–79 years old. They were treated with bone transport combined with antibiotic bone cement technology. The wound healing time, fracture docking time, external fixation time and the occurrence of complications were recorded. At the last follow-up, the Paley score was used to evaluate the fracture healing, and the Johner-Wruhs score was used to evaluate function of the affected limb. **Results:** The patients were followed up for 14 to 25 months. The wound healing time was 49–94 d. The fracture docking time was 57–125 d. The external fixation time was 281–512 d. At the last follow-up, the results were 6 excellent cases, 11 good cases and 1 moderate case according to Paley score. The results were 4 excellent cases, 9 good cases and 5 moderate cases according to Johner-Wruhs score. During the follow-up, there were no complications such as fever, wound discharge, soft tissue necrosis and talipes equinovarus deformity. **Conclusion:** For elderly patients with postoperative infection and bone exposure after open tibial fracture, bone transport combined with antibiotic bone cement technology can control infection, reconstruct bone and soft tissue defects, promote fracture and wound healing, and restore limb function.

**Keywords:** bone transport; antibiotic bone cement; elderly patients; open tibial fracture; infection

开放性胫骨骨折是一种最多见的开放性骨干骨

折,常伴有创面污染、严重的软组织损伤和骨外露等情况,治疗难度大且费用高<sup>[1]</sup>,多采用分期手术,但易发生感染、皮肤坏死或骨髓炎等并发症<sup>[2-3]</sup>。据相关报

<sup>1</sup> 杭州市富阳中医骨伤医院(杭州,311400)

道<sup>[4]</sup>分期治疗胫骨开放性骨折术后感染率可达18.1%。而老年患者因耐受力差和骨生长缓慢,骨折后创口愈合和骨愈合难度大,治疗也更为困难<sup>[5]</sup>。近年来,骨搬运和抗生素骨水泥技术在创伤骨折和感染性骨病治疗中成效显著<sup>[6-7]</sup>。本研究回顾性分析2018年3月至2023年8月在本院采用骨搬运联合抗生素骨水泥技术治疗老年开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露18例患者的临床资料,现报告如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

本组18例患者中,男17例(左胫骨5例,右胫骨12例),女1例(右胫骨1例);年龄为60~79岁,中位数为65.5岁;均为老年开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露患者。受伤原因:车祸伤9例,重物砸伤6例,摔伤3例。所有患者初次手术均在受伤后24 h内完成,采用外固定支架固定,接受本治疗方法前病程为8~32 d,中位数为17 d。患者创面均有渗液、死骨、软组织缺损伴骨外露等,术后创口分泌物细菌培养结果:金黄色葡萄球菌8例,铜绿假单胞菌5例,弗氏柠檬酸杆菌2例,大肠埃希菌和阴沟肠杆菌各1例,同时伴有弗氏柠檬酸杆菌和铜绿假单胞菌1例。所有患者的治疗及随访均由同一组医师负责。

### 1.2 纳入标准

1)年龄 $\geq 60$ 周岁;2)经病史、症状及影像学检查确诊为开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露;3)接受骨搬运联合抗生素骨水泥技术治疗;4)骨外露创面无法缝合;5)在治疗前签署相关的知情同意书和诊疗同意书。

### 1.3 排除标准

1)病历资料缺失;2)中途更改治疗方案或者放弃;3)患有影响治疗及预后的重大内科或精神疾病者(如糖尿病、阿尔茨海默病等)。

## 2 方法

### 2.1 术前准备

完善血常规、红细胞沉降率(ESR)、C-反应蛋白(CRP)、细菌培养和药敏、X线片和CT等检查,依药敏结果选用敏感抗生素抗感染治疗。

### 2.2 手术方式

硬膜外麻醉生效后,患者取仰卧体位,拆除原外固定支架,进行彻底清创,切除创面处坏死和炎性软组织至创面新鲜渗血状态,用超过6 L的生理盐水、双氧水和碘伏依次冲洗创面;安装环形外固定支架(厦门大博医疗科技股份有限公司提供),确保各外固定环与小腿之间的间隙均匀,维持胫骨对位对线,在足跟处安装半环以预防足下垂;截除感染和无血运骨段至骨断面新

鲜渗血状态,切除周围炎性组织后再次冲洗创面;按2 g万古霉素+16万U庆大霉素:20 g骨水泥(美国强生医疗器材有限公司提供)的比例,调匀骨水泥至拔丝状,制作厚度为5~15 mm、直径略大于胫骨横截面的扁圆柱形骨水泥块,放置于骨缺损部位,用无菌敷料对创面进行覆盖和包扎。1周后,在蛛网膜下腔阻滞麻醉下再次实施手术,若有骨折线累及胫骨搬运骨段,对骨搬运有不利影响,则采用2枚直径4.0 mm合适长度的空心钉经皮固定胫骨搬运骨段骨折块,于胫骨近端或远端作1 cm切口,在微创截骨器辅助下用直径2.5 mm钻头垂直胫骨轴线进行环形钻孔至对侧骨皮质,再用骨刀截断,经C臂机透视确认成功截骨,包扎创面。

### 2.3 术后处理

术后抗感染、止痛等治疗,静滴敏感抗生素2周后改口服4周,连续2次复查血常规、红细胞沉降率及超敏C反应蛋白正常后停用,每日消毒创口和外固定针道。术后第7天后以1 mm/d(分4次,每次0.25 mm)的速率骨搬运,逐渐从软组织缺损创面取出1块骨水泥,在最后一块骨水泥取出后,刮除会师骨段间肉芽组织,填塞凡士林和无菌纱布,换药至创面愈合(如创面对合处软组织明显内嵌,可在麻醉下行“切开缝合术”),骨断端会师至不能搬运为止。依据复查时X线片显示的骨延长区矿化和会师端骨折愈合情况,逐步拆除环形外固定架的全针、半钉和外固定环等。骨搬运过程中患者可借助助行器部分负重行走,并进行膝关节功能锻炼。

### 2.4 疗效观察和评价

患者出院后每隔0.5~1.0个月门诊复查随访,记录缺损创面愈合时间、断端会师时间、外固定带架时间及并发症。末次随访时用Paley评分<sup>[8]</sup>评估骨折愈合:优,骨折愈合,局部畸形 $< 7^\circ$ ,无复发感染,肢体不等长 $< 2.5$  cm;良,骨折愈合或满足后3个条件中的2个;中,骨折愈合或满足后3个条件中的1个;差,骨折未愈合或再骨折或后3个条件均不满足。用Johner-Wruhs评分<sup>[9]</sup>评价患肢功能:优为 $\geq 85$ 分,良为70~84分,可为60~69分,差为 $\leq 59$ 分。

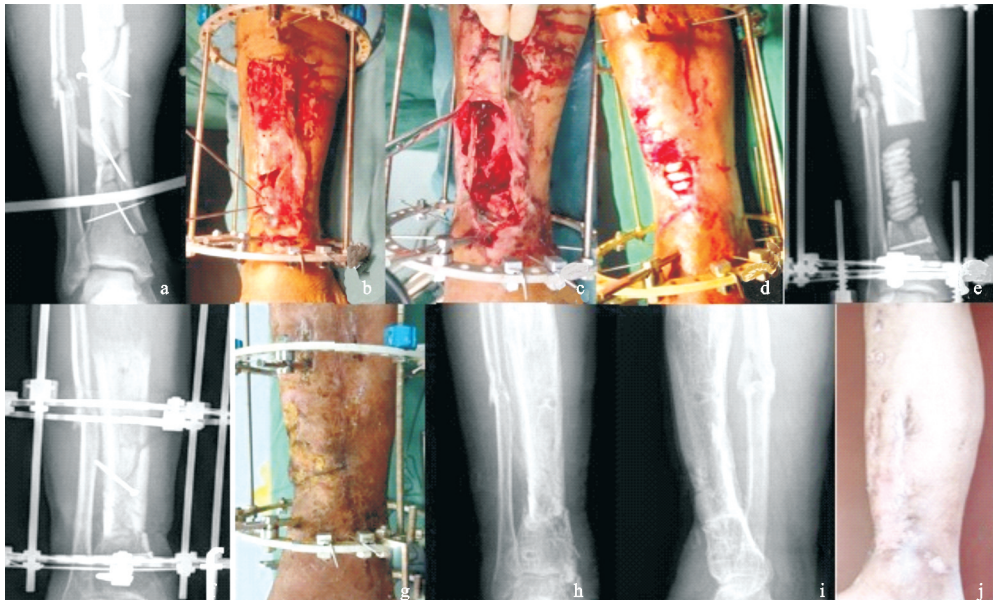
## 3 结果

本组18例患者均获随访,随访时间为14~25个月,中位数为17.5个月。创面愈合时间为49~94 d,断端会师时间为57~125 d,外固定时间为281~512 d。末次随访时用Paley评分评估骨折愈合:优6例,良11例,中1例。用Johner-Wruhs评分评价患肢功能:优4例,良9例,中5例。随访期间无发热、创面流脓、软组织坏死及马蹄内翻足畸形等并发症。典型病例影像资料见图1-图3。



(a) 术前正位X线片; (b) 术前小腿外观; (c) 术中清创后小腿外观; (d) 截骨术后正位X线片; (e) 术后小腿外观; (f) 骨搬运过程中正位X线片; (g) 术后小腿创面愈合; (h)(i) 术后12个月时X线片示胫腓骨折愈合; (j) 术后14个月随访时小腿创面愈合良好, 无小腿和足畸形及感染复发, 功能满意

图1 患者1, 女, 73岁, 开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露, 行清创、骨搬运和抗生素骨水泥旷置术治疗



(a) 术前正位X线片; (b) 术前小腿外观; (c) 术中彻底清创后小腿外观; (d) 术后小腿外观; (e) 术后正位X线片; (f) 骨搬运会师时正位X线片; (g) 术后小腿创面愈合; (h)(i) 术后11.5个月时X线片示胫腓骨折愈合; (j) 术后15个月随访时小腿创面愈合良好, 无小腿和足畸形及感染复发, 功能满意

图2 患者2, 男, 61岁, 开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露, 行清创、骨搬运和抗生素骨水泥旷置术治疗

#### 4 讨论

由于小腿前侧软组织薄和血运差等特性, 以及老年患者自身血管条件和耐受能力等因素, 老年开放性胫骨骨折术后易发生感染、皮肤坏死和骨外露, 甚至发展成骨髓炎, 致创面和骨折愈合困难<sup>[10]</sup>。针对老年开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露的情况, 除了行皮瓣手术修复创面风险高和实施困难<sup>[11]</sup>, 后续还面临感染复发的问题, 以及采用何种方式固定胫骨等难题。骨搬运技术是一种治疗骨缺损的理想方法, 基于牵张成骨原理, 通过环形外固定支架持续、缓慢和稳定地牵拉骨组织, 刺激细胞再生实现骨延长, 同时促进周围皮肤

在牵拉刺激下生长, 达到骨与软组织同步再生<sup>[12]</sup>的目的, 而抗生素骨水泥的填充可提高病灶抗感染能力。鉴于老年开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露治疗的复杂性, 本研究将骨搬运和抗生素骨水泥两种技术相结合, 不仅能有效控制局部感染, 还能为骨与软组织的修复和再生创造良好条件, 增强了整体治疗效果, 该方法操作简单且易于掌握。

##### 4.1 本治疗方法的优点和缺点

相较于传统内固定方式, 环形外固定架具有独特的治疗优势, 其通过多平面穿入的全针和半钉, 分别对胫骨的远近骨段稳定固定, 不仅能极大程度地减轻对

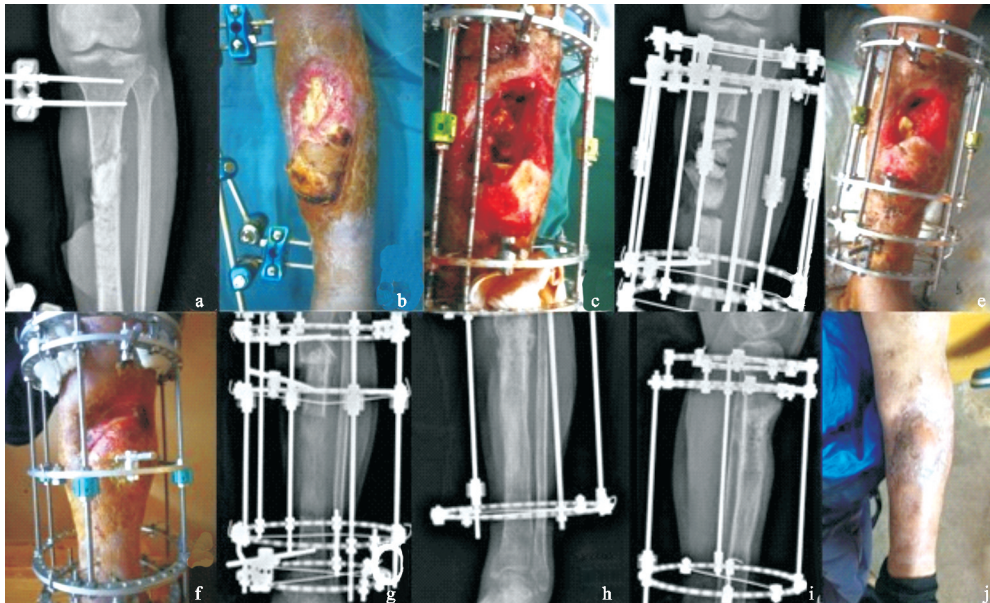


图3 患者3,男,60岁,开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露,行清创、骨搬运和抗生素骨水泥旷置术治疗

软组织的二次损害,降低皮肤坏死风险,而且能让患者负重行走,加快骨折愈合进程,有力促进膝和踝关节功能恢复<sup>[13-14]</sup>。尤其对老年患者,还可以降低卧床并发症和减缓骨质疏松。

在处理骨与软组织缺损问题时,骨搬运技术的优势尤为明显。在彻底清除感染病灶后,无需采用自体髂骨植骨或膜诱导成骨的方式修复骨缺损,仅通过骨搬运的方式,就能实现骨与软组织缺损的重建,极大降低了感染复发风险。大量研究表明,骨搬运技术中的牵张应力刺激可通过多种信号通路,促进骨髓间充质干细胞分化为成骨细胞,达到骨再生和修复骨缺损的目的<sup>[15]</sup>。本研究中所有病例经骨搬运后骨外露和软组织缺损创面均顺利对合且愈合,小腿外观明显优于行皮瓣术后,成功避免了皮瓣手术带来的额外损害。

抗生素骨水泥在骨缺损和感染的治疗中同样发挥着关键作用,在常用剂量下,其具有良好的生物相容性<sup>[16]</sup>,将其放置于感染病灶,能发挥杀菌和抑菌功效,对控制创面感染和促进创面愈合效果显著<sup>[17-18]</sup>。在切除感染胫骨骨段后,将抗生素骨水泥置于胫骨骨缺损区,不仅能填充骨缺损区的空腔,防止软组织长入,避免骨与外界直接相通,还能在局部持续释放抗生素,有效控制感染。将骨水泥制成形似胫骨横截面的扁圆柱形块,在骨搬运过程中能为后方的胫骨形成一个通道,且随着骨搬运的进行,又便于从软组织缺损创面处取出。本研究中所有病例在随访期间感染未复发,进一步验证了该治疗方案在控制感染方面的有效性。不过也有研究对抗生素骨水泥在骨髓炎治疗中的必要性提出质疑,认为在彻底切除感染骨段后,是否使用抗生素骨水泥治疗局部 Cierny-Mader IV 型胫骨骨髓炎,结果

并无差异<sup>[19]</sup>。

尽管环形外固定架在临床治疗中具有极大的应用价值,但其局限性也不容忽视。该装置存在体积较大、佩戴周期长、护理麻烦等问题,且易引发钉道感染,对患者的身心健康产生不利影响。

#### 4.2 本术式的注意事项

为提高疗效,还需注意以下几点:1)全面评估患者的手术适应度,对患者的手术适应度展开综合、深入的评估,这是确保手术顺利进行及后续治疗有效的基础;2)彻底清创,在切除疑似感染骨段时,秉持“宁多勿少”的原则,以最大程度降低感染复发的风险;3)合理安排截骨时机,建议在安装环形支架1周后截骨,在这1周内密切留意创面是否出现红肿、渗液等异常表现,为截骨时机的精准把握提供依据;4)保持钉道清洁,定期消毒;5)骨水泥块直径应稍大于胫骨横截面,且最后一块骨水泥不宜过早取出,从而避免创面对合时软组织过度内嵌;6)促进骨愈合,在取出最后一块骨水泥后,仔细清理会师骨段间的肉芽组织,为骨愈合创造良好条件,加速患者康复进程。

综上所述,在针对老年开放性胫骨骨折术后感染伴骨外露的治疗中,以彻底清创为基础,采用骨搬运联合抗生素骨水泥技术,可有效控制感染,实现骨与软组织缺损的重建,加速骨折愈合和创面修复,恢复肢体功能。然而,鉴于本研究样本量相对有限,后续仍需开展大样本的深入研究,进一步验证该治疗方案的有效性和可靠性。

#### 参考文献

- [1] 许毅博,杨立锋,马腾,等. 髓内钉及钢板治疗开放性胫骨骨折患者临床特点及成本效果分析[J]. 中国骨伤, 2022, 35(6): 512-520.
- [2] 谭新欢,邹红霞,杨庆民,等. 外固定架联合负压引流后穿

- 支皮瓣分期治疗 Gustilo III B 型胫骨骨折 32 例[J]. 创伤外科杂志, 2023, 25(12): 916-918.
- [3] 李迦宇, 周鑫, 唐林, 等. 锁定加压钢板外置结合下腹壁联合皮瓣治疗胫骨开放性骨折合并软组织缺损[J]. 中华显微外科杂志, 2022, 45(3): 293-297.
- [4] 张小威, 王峰, 王铀, 等. 胫骨开放性骨折术后感染的相关危险因素分析[J]. 西北国防医学杂志, 2018, 39(3): 174-178.
- [5] 淳德勤, 杨继中, 张伟, 等. 老年股骨干骨折术后不愈合风险 Nomogram 模型的构建[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2020, 12(4): 209-216.
- [6] 缪徐建, 黄银生, 徐若飞, 等. 胫骨截骨骨搬运联合含万古霉素骨水泥垫块填充治疗胫骨外伤后骨感染伴软组织缺损的效果[J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34(21): 3301-3305.
- [7] 石守印, 周敏. Ilizarov 技术治疗儿童胫骨慢性骨髓炎扩创后骨与软组织缺损的疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(10): 1089-1091.
- [8] PALEY D, MAAR D C. Ilizarov bone transport treatment for tibial defects[J]. J Orthop Trauma, 2000, 14(2): 76-85.
- [9] JOHNER R, WRUHS Q. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation[J]. Clin Orthop Relat Res, 1983, 178: 7-25.
- [10] 刘鹏, 王伟. 老年开放性胫骨骨折患者行 VSD 联合外固定术对营养、心理及生存质量的影响[J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(4): 848-852.
- [11] 林润, 王之江, 张天浩, 等. 穿支蒂筋膜皮瓣移位修复老年踝关节周围皮肤软组织缺损[J]. 中华创伤杂志, 2018, 34(10): 892-897.
- [12] 彭丽鲜, 任碧媛, 崔茜, 等. 奇妙的骨搬运: 探索骨科领域的创新技术[J]. 创伤外科杂志, 2024, 26(7): 560-561.
- [13] 李锋. 环形外固定架治疗 42-C2 型胫骨节段性骨折的效果[J]. 实用中西医结合临床, 2023, 23(13): 68-71.
- [14] 伏敏睿, 史长龙, 高景华, 等. 闭合复位半环形外固定架与微创经皮钢板内固定治疗胫骨中下段骨折的疗效比较[J]. 中国骨伤, 2023, 36(9): 815-820.
- [15] 付志斌, 何国伟, 陈威, 等. 信号通路对 Ilizarov 技术牵张成骨调节作用的研究进展[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2023, 16(9): 860-864.
- [16] KILINC S, TUNC T, PAZARC Ö, et al. Research into biocompatibility and cytotoxicity of daptomycin, gentamicin, vancomycin and teicoplanin antibiotics at common doses added to bone cement[J]. Jt Dis Relat Surg, 2020, 31(2): 328-334.
- [17] 莫生福, 黄大波, 韦仁杰, 等. 抗生素骨水泥覆盖治疗慢性难愈性创面 30 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2024, 32(6): 85-89.
- [18] 祝海炳, 张永涛, 应昀峰, 等. 载万古霉素骨水泥治疗慢性创伤性骨髓炎的临床应用[J]. 浙江医学, 2024, 46(3): 403-407.
- [19] 韩云, 杨金星, 张梦春, 等. 胫骨骨髓炎病灶彻底清除后使用与不使用抗生素骨水泥的疗效比较[J]. 中华创伤骨科杂志, 2021, 23(5): 443-447.
- (收稿日期: 2025-01-03)
- 
- (上接第 80 页)
- [12] 吴小宝, 葛继荣, 郑晓蓉, 等. 南少林牵抖手法结合小夹板固定治疗 A 型桡骨远端骨折 40 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2022, 30(12): 58-60.
- [13] 周婷, 李多多, 喻秋实, 等. C 型桡骨远端骨折的中西医结合诊疗[J]. 中医正骨, 2025, 37(1): 26-29.
- [14] JAKUB M, JAKUB S, WOJCIECH M, et al. Long-term outcomes and complications associated with operative and nonoperative treatment of distal radius fractures. Do we need to restore anatomy to have satisfactory clinical outcome? [J]. Folia Medica Cracoviensia, 2021, 61(1): 35-48.
- [15] OCHEN Y, PEEK J, VAN DER VELDE D, et al. Operative vs nonoperative treatment of distal radius fractures in adults: a systematic review and meta-analysis[J]. JAMA Netw Open, 2020, 3(4): e203497.
- [16] 蔡钰伟, 张兆华, 张念军, 等. 正骨十四法复位小夹板固定联合骨八方治疗桡骨远端骨折疗效观察[J]. 广州中医药大学学报, 2024, 41(9): 2354-2359.
- [17] 史俊德, 江永革, 江涛, 等. 棒顶复位法治疗桡骨远端骨折 32 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2024, 32(3): 70-72.
- [18] 王洪凯, 桂甜, 毛鹏, 等. 两种方法治疗老年桡骨远端 C 型骨折的疗效比较[J]. 临床骨科杂志, 2024, 27(6): 824-828.
- [19] 成永忠, 王文, 蒋科卫, 等. CO 接骨架治疗 AO-C 型桡骨远端骨折的有限元分析[J]. 医用生物力学, 2024, 39(S1): 312.
- [20] 董鸿锋, 方申云. CT 评估桡骨远端骨折背侧粉碎及其相关因素研究[J]. 浙江创伤外科, 2024, 29(11): 2180-2182.
- [21] 许晓光, 刘艺祥, 谢强, 等. 小夹板外固定联合中药熏洗对老年 C 型桡骨远端骨折患者的影响[J]. 中外医学研究, 2023, 21(13): 7-11.
- [22] VIDYADHARAN A. A novel method of closed reduction and percutaneous pinning with six K-wires for intra-articular fractures of the distal radius[J]. J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev, 2020, 4(6): e19. 00114.
- [23] 武文杰, 武天宝. 钢针撬拨穿针及反弹器固定治疗跟骨骨折 53 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2011, 19(8): 53-54.
- [24] 张城源, 庞向华, 杨桂芳, 等. 杉树皮夹板结合火龙罐循经治疗桡骨远端骨折的研究[J]. 现代中西医结合杂志, 2023, 32(8): 1123-1126.
- [25] 黄平, 陈先进, 戴俭华, 等. 杉树皮夹板联合早期石膏托外固定治疗 B 型老年桡骨远端骨折[J]. 中医药临床杂志, 2024, 36(7): 1391-1397.
- [26] 谢澄铖, 薛俊伟, 黄晨阳, 等. 谢式夹板和解剖夹板外固定治疗伸直型桡骨远端骨折的生物力学特性比较[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2024, 32(1): 42-47.
- (收稿日期: 2025-03-13)