

· 论著 · 皮瓣移植创面修复 ·

本文亮点:

- (1) 建立规范化的“两期三阶段”踝关节开放性骨折救治体系,明确各阶段核心目标,有序完成软组织和骨组织的修复重建。
- (2) 早期内固定联合皮瓣修复技术可提升患者舒适度、缩短治疗周期,为术后早期康复奠定基础,促进踝关节功能更快恢复。

Highlights:

- (1) Establishes a standardized "Two-Phase, Three-Stage" treatment algorithm for open ankle fractures, defining clear objectives for each stage to ensure systematic bone and soft tissues reconstruction.
- (2) Early internal fixation combined with flap coverage improves patient comfort, shortens the treatment course, facilitates early rehabilitation, and accelerates functional ankle recovery.



基于骨整形理念治疗 Gustilo III B 型踝关节开放性骨折的临床效果

林芳 康永强 芮永军 刘军 王亚朋 吴永伟 马运宏 王鹏 单笑天

无锡市第九人民医院创伤骨科,无锡 214000

通信作者:芮永军,Email: ruiyongjun@suda.edu.cn

【摘要】 目的 探讨基于骨整形理念治疗 Gustilo III B 型踝关节开放性骨折的临床效果。方法 该研究为回顾性病例系列研究。2018 年 1 月—2024 年 8 月,无锡市第九人民医院收治 33 例符合入选标准的 Gustilo III B 型踝关节开放性骨折患者,其中男 25 例、女 8 例,年龄 25~65(44±12)岁;皮肤软组织缺损面积为 6 cm×3 cm~27 cm×14 cm,骨缺损长度为 3.0~9.2 cm,平均 3.7 cm。所有患者均基于骨整形理念进行治疗。I 期第一阶段:急诊彻底清创后,于胫骨缺损处置入抗生素骨水泥,采用外固定支架或被覆抗生素骨水泥的钢板进行临时固定,并修复神经、肌腱,残留创面以负压封闭引流敷料覆盖;I 期第二阶段:伤后第 3~7 天再次清创并更换骨水泥,根据骨折情况更换或保留终末内固定,设计并切取股前外侧皮瓣修复创面。II 期第三阶段:伤后 7~30 周(平均 15.8 周)取出骨水泥,计算骨缺损体积并精确切取髂骨后与万古霉素混合填塞骨缺损,缝合诱导膜及软组织。记录术后皮瓣成活情况及不同阶段感染相关性并发症发生情况。随访时记录皮瓣外观、质地,皮瓣供区瘢痕情况,骨愈合情况。末次随访时,采用足踝功能评估量表评估患足得分并计算其日常生活能力恢复情况,通过 36 项健康调查简表(SF-36)评估患者的生理健康总评和心理健康总评分,以反应其健康结局。结果 术后皮瓣完全成活者 30 例;皮瓣部分坏死者 3 例,其中 1 例皮瓣部分坏死者经清创后直接缝合,2 例经清创后植皮愈合。发生感染相关性并发症者 4 例,其中浅表感染者 3 例(I 期第二阶段后 1 例,II 期第三阶段后 2 例),经清创后感染得到控制,创面愈合;骨感染者 1 例(I 期第二阶段后),经再次彻底清创、抗生素骨水泥填塞后感染得到控制,植骨愈合。随访 12~57 个月(平均 26.7 个月),所有皮瓣颜色、质地良好;皮瓣供区发生瘢痕增生者 3 例,皮瓣受区仅遗留线性瘢痕。末次随访时,患足

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20260108-00016

收稿日期 2026-01-08

引用本文:林芳,康永强,芮永军,等.基于骨整形理念治疗 Gustilo III B 型踝关节开放性骨折的临床效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2026,42(5):1-8. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20260108-00016.

Lin Fang, Kang Yongqiang, Rui Yongjun, et al. Clinical efficacy of orthoplastic management for Gustilo type III B open ankle fractures[J]. Chin J Burns Wounds, 2026, 42(5): 1-8. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20260108-00016.



足踝功能评估量表评分为(71±4)分,日常生活能力恢复至(85±5)%;SF-36中的生理健康总评分为(78±4)分,心理健康总评分为(70±11)分。 **结论** 基于骨整形理念治疗 Gustilo III B 型踝关节开放性骨折,术后感染率及其他并发症发生率低,且踝关节功能恢复良好。

【关键词】 开放性骨折; 踝关节; 胫骨; 外科皮瓣; 骨折固定术; 骨整形; 创面修复

基金项目: 无锡市“太湖人才计划”顶尖医学团队(WXTTP-2020-06); 无锡市卫生健康委重大项目(Z202401); 无锡市“双百”中青年卫生拔尖人才(HB2023126)

Clinical efficacy of orthoplastic management for Gustilo type III B open ankle fractures

Lin Fang, Kang Yongqiang, Rui Yongjun, Liu Jun, Wang Yapeng, Wu Yongwei, Ma Yunhong, Wang Peng, Shan Xiaotian

Department of Trauma Orthopedics, Wuxi Ninth People's Hospital, Wuxi 214000, China

Corresponding author: Rui Yongjun, Email: ruiyongjun@suda.edu.cn

【Abstract】 Objective To investigate the clinical efficacy of orthoplastic management for Gustilo type III B open ankle fractures. **Methods** This study was a retrospective case series study. From January 2018 to August 2024, 33 patients with Gustilo type IIIB open ankle fractures who met the inclusion criteria were admitted to Wuxi Ninth People's Hospital, including 25 males and 8 females, aged 25–65 (44±12) years. The area of skin and soft tissue defects ranged from 6 cm × 3 cm to 27 cm × 14 cm. The length of bone defect ranged from 3.0 to 9.2 cm (mean 3.7 cm). All patients were treated with a standardized orthoplastic management. Phase 1 (Stage 1): emergency radical debridement was performed, antibiotic-loaded bone cement was placed in the tibial defect, temporary stabilization was achieved with an external fixator or an antibiotic cement-coated plate, nerves and tendons were repaired, and the remaining wound was covered with vacuum-assisted closure. Phase 1 (Stage 2): within 3 to 7 days, repeat debridement and bone cement exchange were performed, definitive internal fixation was either applied or retained, and soft tissue reconstruction was completed with a free anterolateral thigh (ALT) flap. Phase 2 (Stage 3): at 7 to 30 weeks post-injury (mean 15.8 weeks), the bone cement spacer was removed, the defect volume was measured, and precise iliac crest bone graft mixed with vancomycin was implanted; the induced membrane and soft tissues were then sutured. Postoperative flap survival and infection-related complications at different stages were recorded. During follow-up, flap appearance and texture, scar condition at the donor and recipient sites, and bone healing were documented. At the last follow-up, the score of the affected foot was evaluated using the foot and ankle function assessment scale, and the recovery of activities of daily living was calculated. The Physical Component Summary (PCS) and Mental Component Summary (MCS) scores were assessed using the 36-Item Short Form Health Survey (SF-36) to reflect patient health outcomes. **Results** Complete flap survival was achieved in 30 patients. Partial flap necrosis occurred in 3 patients, among whom 1 case healed by direct suture after debridement, and 2 cases healed by skin grafting after debridement. Infection-related complications occurred in 4 patients, including superficial infection in 3 cases (1 after stage I second phase, 2 after stage II third phase), all of which were controlled after debridement with wound healing. Bone infection occurred in 1 case (after stage I second phase), which was controlled after repeated thorough debridement and antibiotic-loaded bone cement packing, and bone grafting healed. The follow-up period ranged from 12 to 57 months (mean 26.7 months). All flaps showed good color and texture. Scar hyperplasia at the flap donor site occurred in 3 cases, while only linear scars remained at the recipient site. At final follow-up, the FAAM score of the affected foot was (71±4) points, and the recovery of activities of daily living reached (85±5)%. The PCS score on the SF-36 was (78±4) points, and the MCS score was (70±11) points. **Conclusions** The orthoplastic management for Gustilo type III B open ankle fractures resulted in low infection and complication rates, along with satisfactory functional recovery of the ankle joint.

【Key words】 Fractures, open; Ankle joint; Tibia; Surgical flaps; Fracture fixation; Orthoplastic management; Wound repair

Fund program: Wuxi Top Medical Expert Team of "Taihu Talent Program" (WXTTP-2020-06); Wuxi Municipal Health Commission Major Project (Z202401); Wuxi "Double Hundred" Award for Outstanding Young and Middle-aged Medical Talents (HB2023126)

高能量损伤导致的踝关节开放性骨折约占开放性胫腓骨骨折的12%^[1]。由于踝关节周围皮肤

薄、肌肉组织少,高能量开放性损伤后往往存在大面积皮肤软组织缺损和大段骨缺损^[2-3]。踝关节作

为人体最大的负重关节之一,其功能的完整性对行走、下蹲、上下楼梯等日常生活活动至关重要。开放性损伤后若修复不当,常导致关节僵硬、畸形、疼痛甚至截肢,给患者的生活质量造成严重影响^[4-5]。传统治疗方案一般采用外固定、延期软组织处理、晚期骨缺损修复的分期模式,该模式导致患者治疗周期长、感染率高、踝关节功能恢复不佳、截肢率高^[5-6]。如何缩短治疗周期、降低感染率,最大程度恢复踝关节功能是目前临床医师亟待解决的难题。严重踝关节开放性骨折治疗的目标为感染控制、骨折固定和软组织覆盖,恢复踝关节功能。2009年英国骨科协会首次提出骨整形理念,强调由创伤骨科和整形外科医师共同牵头,联合多学科团队协作实施。其核心理念强调:复杂下肢开放性骨折应在具备多学科专家参与的综合创伤中心进行早期处理,由骨科医师负责骨与关节的修复重建,整形外科医师则同期解决皮肤软组织缺损修复^[7]。2组医师协同配合,有序高效地完成骨与软组织的同期修复,从而避免反复多次手术,降低感染风险、促进骨折愈合,实现下肢功能的有效恢复。国内骨整形理念起步较晚,基于此理念治疗踝关节开放性骨折鲜有报道^[8]。本团队结合骨整形理念和临床实践经验,总结出更加适合国内患者的“两期三阶段”救治体系,以明确手术时机、修复方式。并将该体系应用于严重踝关节开放性骨折后骨与软组织复合缺损的治疗,初步获得预期临床疗效。

1 对象与方法

本回顾性病例系列研究符合《赫尔辛基宣言》的基本原则,遵守无锡市第九人民医院(以下简称本院)伦理委员会临床研究暨伦理政策要求(伦理审批编号:KS2025-140-01)。患者对此项研究知情,并同意在不泄露其隐私的情况下对其病历资料进行分析、使用。

1.1 入选标准

纳入标准:(1)Gustilo III B型开放性踝关节骨折;(2)受伤至就诊时间 <24 h;(3)年龄18~65岁;(4)随访时间 ≥ 12 个月;(5)按照骨整形理念于伤后7 d内完成创面修复及骨固定。

排除标准:(1)初次的急诊手术不在本院完成者;(2)合并精神疾病或中枢神经系统疾病,无法配合治疗及随访者;(3)入院时昏迷或合并全身严重多发伤,短期内无法耐受二次手术者;(4)临床或随

访数据不完整者。

1.2 临床资料

2018年1月—2024年8月,本院收治33例符合入选标准的Gustilo III B型踝关节开放性骨折患者,其中男25例、女8例,年龄25~65(44 ± 12)岁;受伤因素为交通伤者16例、机器伤者8例、重物砸伤者9例;受伤致急诊手术时间为2~10 h,平均4.8 h;皮肤软组织缺损面积为 $6\text{ cm}\times 3\text{ cm}\sim 27\text{ cm}\times 14\text{ cm}$,骨缺损长度为3.0~9.2 cm,平均3.7 cm。

1.3 治疗方法

1.3.1 术前准备 患者入院后,急诊医师立即对创面进行评估、拍照,并进行冲洗包扎,同时静脉滴注第二代头孢菌素,若患者对头孢菌素过敏或3 d内有饮酒史,改用克林霉素,同时完善相关影像及血液生物化学检查。

1.3.2 I期第一阶段 用肥皂水及3 L生理盐水冲洗创面表面污染物,消毒、铺巾后,由高年资主治医师以上医师行彻底清创。摘除完全游离的骨块;对于包含关节面的骨块,经冲洗清创后予以保留固定。清创完成后,重新铺单并更换手套。对于合并腓骨骨折者,先行内固定;恢复胫骨长度及力线,于骨缺损区置入抗生素骨水泥进行占位。采用组合式外固定支架或被覆抗生素骨水泥(将2 g万古霉素混合至40 g含庆大霉素的抗生素骨水泥中)的钢板进行临时固定,随后逐步修复神经、肌腱。残留创面以VSD敷料临时覆盖。

1.3.3 I期第二阶段 急诊手术后第3~7天(平均4.5 d),行再次清创,骨缺损区更换为混合万古霉素的庆大霉素骨水泥重新填充;11例患者拆除外固定支架后改行钢板固定,8例患者增用主力钢板固定,10例患者拆除急诊内固定后换用终末钢板固定,4例患者保留原内固定。依据创面的大小、范围、位置,并结合术前定位穿支情况设计股前外侧皮瓣。切取面积为 $7\text{ cm}\times 3\text{ cm}\sim 30\text{ cm}\times 15\text{ cm}$ 的皮瓣,移植至创面进行修复。

术后72 h预防性使用抗生素(种类同**1.3.1**),密切观察皮瓣血供,1周内绝对卧床休息,1周后开始进行非固定关节的主动关节活动,2周后拆除石膏行踝关节主动关节活动,并逐步恢复患者非负重性行走。

I期第二阶段治疗后,定期监测全身炎症指标,每2周复查血常规、红细胞沉降率、C反应蛋白,待上述指标恢复至正常范围且连续3次复查无异常

后,评估局部软组织条件。要求创面完全愈合、局部无红肿、窦道及渗出等感染征象,方可进入Ⅱ期第三阶段治疗。

1.3.4 Ⅱ期第三阶段 伤后 7~30 周(平均 15.8 周)行骨缺损植骨手术。术前基于患侧与健侧 CT 平扫所收集的数据,导入 Mimics 22.0 软件(比利时 Materialise 公司)进行踝关节三维重建。去除骨水泥重建图像保留骨缺损模型,利用健侧影像,通过镜像技术重建患肢骨缺损并计算骨缺损体积。根据骨缺损的体积选择髂前或髂后作为自体骨供区,并在供区设计相应大小的取骨区域。术中先取出骨水泥,再按术前设计精确取骨。若自体髂骨量足以满足植骨需求,则将所取髂骨剪碎后与 1.0 g 万古霉素混合,填塞于骨缺损区。若骨缺损体积较大,自体髂骨量不足,则联合应用人工骨或异体腓骨作为补充。具体操作时,可将异体腓骨置于骨缺损区中心作为力学支撑,其周围再以混合万古霉素的自体髂骨碎骨粒及人工骨打压填实。术中各种植骨材料的配比根据骨缺损体积及自体髂骨的获取量进行个体化调整。植骨完成后,放置负压引流管,逐层缝合前期填塞骨水泥所诱导形成的膜、皮下组织及皮肤,最后用石膏固定。术后患者需绝对卧床休息 1 周,1 周后可在石膏固定下拄拐杖进行非负重下地活动。石膏固定 4 周后更换为支具固定。术后 2 个月开始进行踝关节活动训练及渐进性负重步行训练。整个治疗流程,见图 1。

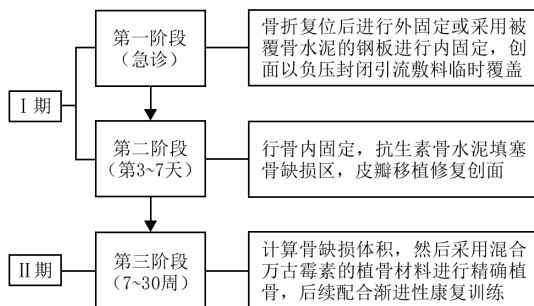


图 1 Gustilo ⅢB 型踝关节开放性骨折“两期三阶段”救治流程图

Figure 1 Flowchart of the "two-phase, three-stage" treatment protocol for Gustilo - Anderson type IIIB open ankle fractures

1.4 疗效评价

记录术后皮瓣成活情况及不同阶段感染相关性并发症发生情况。随访时记录皮瓣外观、质地,皮瓣供受区瘢痕情况,骨愈合情况。末次随访时,采用足踝功能评估量表(foot and ankle ability measure, FAAM)^[9]评估患足得分(总分为 84 分)并计

算其日常生活能力恢复情况,通过 36 项健康调查简表(36-item short-form health survey, SF-36)评估患者的健康结局^[10-12]。该量表的评估结果主要包括生理健康总评(physical component summary, PCS)和心理健康总评(mental component summary, MCS)两个综合评价指标。

感染相关性并发症发生情况及 I 期术后皮瓣成活情况与末次随访时 FAAM 评分、SF-36 评分为主要观测指标,其余指标为次要观测指标。

1.5 统计学处理

应用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。计量资料数据的正态性采用 Shapiro-Wilk 检验(双侧)进行判定,均符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。

2 结果

2.1 一般结果

术后皮瓣完全成活者 30 例,皮瓣部分坏死者 3 例(远端部分坏死者 2 例,近端部分坏死者 1 例)。1 例皮瓣部分坏死者经清创后直接缝合,2 例经清创后植皮愈合。发生感染相关性并发症者 4 例,其中浅表感染者 3 例(I 期第二阶段后 1 例,Ⅱ期第三阶段后 2 例),经清创后感染得到控制,创面愈合;骨感染者 1 例(I 期第二阶段后),经再次彻底清创、抗生素骨水泥填塞后感染得到控制,植骨愈合。

本组 33 例患者均获得随访,随访 12~57 个月,平均 26.7 个月。所有皮瓣颜色、质地良好。皮瓣供区发生瘢痕增生者 3 例,皮瓣受区仅遗留线性瘢痕。末次随访时,患足 FAAM 评分为(71±4)分,日常生活能力恢复至(85±5)%;SF-36 中 PCS 得分为(78±4)分, MCS 得分为(70±11)分。

2.2 典型病例

患者男,56 岁,机器压伤致左踝关节开放性骨折(Gustilo ⅢB 型),伴多发皮肤脱套及皮肤软组织缺损,胫骨粉碎性骨折、骨缺损伴骨外露。急诊清创后用腓骨钢板固定,复位胫骨远端关节面及恢复胫骨力线后重建钢板固定,胫骨缺损区用含有庆大霉素的骨水泥填充,钢板表面覆盖骨水泥,然后用 VSD 敷料覆盖创面。术后 3 d,保留钢板,更换钢板表面及骨缺损区骨水泥,设计游离股前外侧皮瓣修复创面,皮瓣大小 21 cm×6 cm。伤后 20 周,去除骨水泥,骨缺损长度 5.5 cm,将异体腓骨置于骨缺损区中心,采用打压植骨技术,在异体腓骨和骨水泥产生的诱导膜之间填充混合万古霉素的自体髂骨

及人工骨(两者体积比约为3:1)。术后22个月随访时,皮瓣外观满意,未见瘢痕增生、皮瓣臃肿及色素沉着,皮瓣供区仅遗留线性瘢痕;骨愈合良好;患足FAAM评分为73分,日常生活能力恢复至87%;SF-36中PCS得分为83分,MCS得分为85分。见图2。

3 讨论

高能量损伤所致的踝关节开放性骨折是一种常见且极具挑战性的创伤类型^[13]。除大面积皮肤软组织缺损外,此类损伤常伴有深部骨组织缺损。复合性组织缺损导致患者治疗难度大、费用高昂、致残率高、满意度低等问题^[14-16]。踝关节作为下肢生物力学链的终末关节,对下肢功能至关重要。高能量损伤引起的踝关节骨与软组织复合缺损,会严重破坏整个下肢运动系统的功能,其造成的后果比胫腓骨干部位的骨折更为严重^[17]。有研究显示,踝关节开放性骨折术后并发症的发生率高达54%,且

易发生踝关节僵硬,进而导致踝关节功能丧失^[18]。踝关节功能的丧失与长期使用外固定支架固定及患者治疗周期较长密切相关。传统手术方案遵循分期修复治疗原则,即清创、外固定、延期创面修复及骨最终固定^[5,19-20]。由于踝关节部位周围骨折的特殊性,骨折后需采用跨越骨折断端及踝关节的外固定方式,稳定性较差,难以维持骨折断端的稳定,容易导致继发性移位和损伤;同时,不稳定的骨折固定也不利于感染的预防与控制。研究显示,延期进行创伤修复导致的深层感染率为23.1%,针道感染率为17.2%,关节僵硬的发生率可高达38%^[21]。2009年英国BOA指南^[7]正式提出“骨整形”理念,明确要求将严重的开放性骨折患者送至综合性创伤中心,由骨科医师与整形科医师进行多学科协作,对骨关节损伤与皮肤软组织缺损进行同期联合处理,可显著改善该类患者的治疗结局^[22-24]。本研究在骨整形理念指导下,组建了一支具备创伤骨科及显微外科技术的修复重建团队,注重骨与软组织修

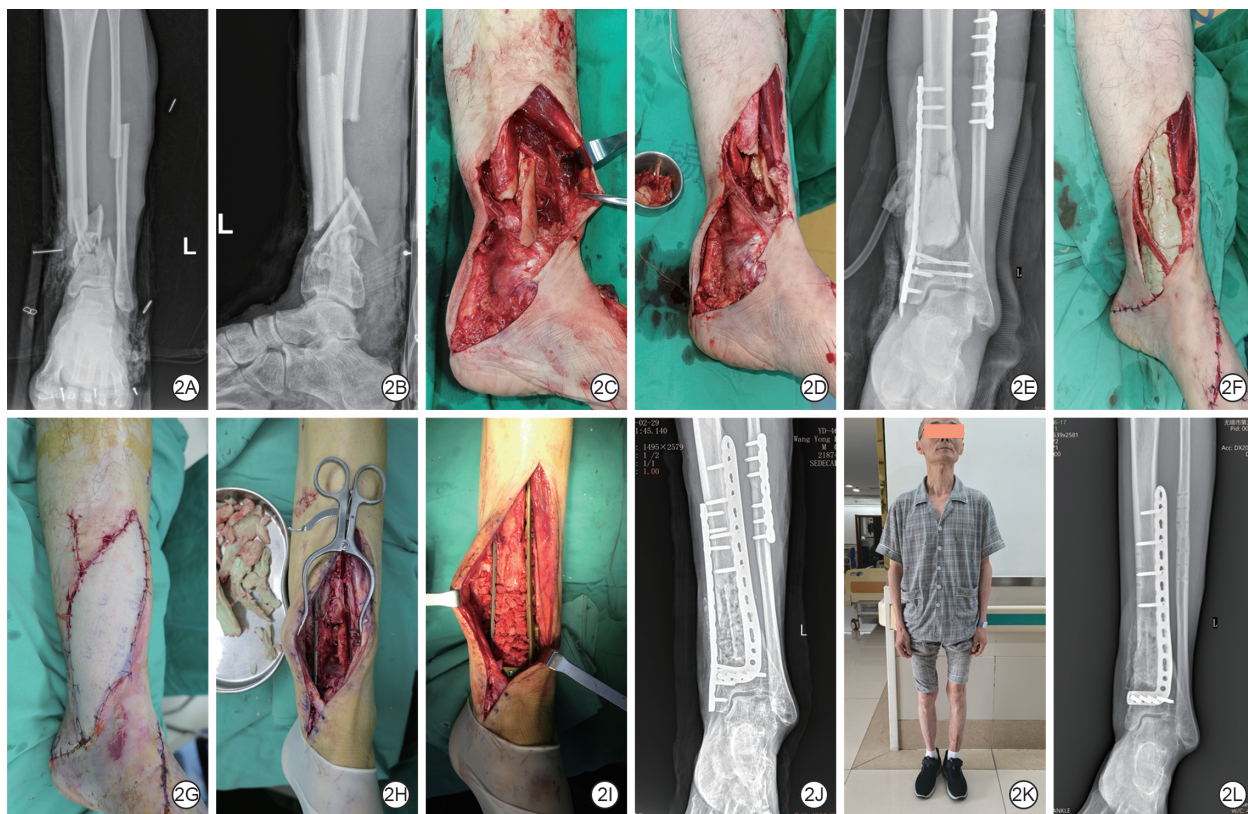


图2 基于骨整形理念治疗1例患者重物压伤致Gustilo III B型左踝关节开放性骨折骨与软组织复合缺损的效果。2A、2B.分别为受伤时X线片示左踝关节骨折及左腓骨中段骨折的正位、侧位观;2C.急诊消毒后,示皮肤软组织缺损、粉碎性骨折;2D.急诊术中去除游离骨块;2E.急诊钢板内固定术后X线片示胫腓骨骨折线及复位良好,骨缺损区用骨水泥填塞;2F.急诊手术完成骨水泥钢板固定时外观;2G.伤后第3天再次清创,游离移植右侧股前外侧皮瓣修复创面;2H、2I.分别为伤后20周,取出骨水泥、植骨并附加钢板;2J.伤后20周,植骨后X线片;2K.伤后22个月随访时,患者能站立;2L.伤后22个月,X线片示骨愈合良好并取出部分内固定

Figure 2 Clinical efficacy of the orthoplastic management in a case of Gustilo type III B open left ankle fracture with bone and soft tissue composite defect caused by heavy crush injury

复的动态平衡,严格遵循阶段化治疗原则,在伤后 7 d 内完成骨折固定及创面修复,避免了传统治疗模式下反复多次手术带来的不利影响,最大程度地促进了踝关节功能的恢复。本组 33 例患者的日常生活能力恢复至 $(85\pm 5)\%$,SF-36 中的 PCS 得分为 78 ± 4 分,MCS 得分为 $70. \pm 11$ 分,表明患者的肢体功能及心理健康均获得了良好恢复。

Gustilo III B 型踝关节开放性骨折急诊处理的核心在于预防感染^[25],但对于是否保留大段游离骨块仍存在争议。近期研究表明,在早期彻底清创的前提下,保留部分游离骨块并不增加感染风险^[26];然而,这类骨块因缺乏骨愈合能力,反而可能导致骨不连发生率上升^[27]。为避免二次手术处理骨不连,本研究摘除骨干部位的大段游离骨块,而关节部位的骨块因其功能特殊性予以保留。目前,外固定支架仍是踝关节开放性骨折急诊固定的首选方案^[28],但长期使用外固定支架是导致远期踝关节功能恢复不理想的主要原因^[10]。随着骨整形理念的进步,早期内固定的接受度被不断提高。Franklin 等^[29]报道,踝关节开放性骨折 I 期内固定后,骨折愈合率为 100%,感染率为 13.5%。2000 年,Gopal 等^[30]提出“Fix+Flap”理念,强调在内固定的同时完成皮瓣移植以闭合创面,可将深部感染率降低至 10%。康永强等^[31]的研究表明,在 Gustilo III B 型开放性骨折的急诊固定中使用骨水泥钢板临时固定,可促进患者功能恢复,同时不增加感染风险。本组病例的急诊固定方式分为 2 种:11 例患者采用组合式外固定支架固定,22 例患者行骨水泥钢板内固定。所有初始行外固定支架固定的病例,均在伤后 7 d 内、第二阶段治疗时更换为内固定。

对于急诊术后遗留的大面积皮肤软组织缺损,皮瓣移植是首选的修复方法^[2,32-33]。但关于皮瓣术式的选择及修复时机,目前仍存在较大争议。有学者通过对 188 例患者下肢开放性骨折的皮瓣修复方式进行回顾性分析,观察到游离皮瓣相较于局部皮瓣,在治疗下肢骨与软组织损伤时可显著降低并发症发生率、缩短愈合时间,并降低皮瓣坏死率^[34]。同期多项研究表明,游离移植股前外侧皮瓣是修复踝关节开放性骨折术后软组织缺损的金标准术式之一^[6,35-37]。2017 版 BOA 指南^[38]推荐在开放性骨折后 72 h 内完成创面覆盖。针对胫骨开放骨折创面覆盖时机的研究显示:与伤后 ≤ 7 d 完成创面修复者相比, > 7 d 修复者的并发症发生率显著升高($P <$

0.05),并且随着修复时间的延迟,并发症发生率呈递增趋势(每日增加约 11%);而伤后 ≤ 7 d 修复者组内并发症发生率的比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)^[39]。2023 年,芮永军教授联合国内其他专家制订的《严重肢体创伤创面早期修复专家共识》^[40]建议在伤后 7 d 内完成创面覆盖。鉴于踝关节损伤后局部血供受损、局部转移皮瓣血供不确定,且需满足创面覆盖最佳时机要求,结合地域医疗实际,本团队所有病例均在伤后 7 d 内采用游离股前外侧皮瓣覆盖创面。本组病例中,3 例患者皮瓣部分坏死,皮瓣成功率达 91%(30/33);供区并发症发生率为 9%(3/33);仅 1 例患者皮瓣术后发生感染,感染率为 3%。

基于骨整形理念治疗严重踝关节开放性骨折具有以下优势:(1)由具备骨科与显微外科技术的修复重建团队牵头,联合多学科医师进行协作,可打破学科壁垒,有效避免传统模式下因反复多次清创及延期修复带来的多次手术打击。(2)建立规范化的踝关节开放性骨折救治体系,明确各阶段核心目标,有序完成骨组织与软组织的修复重建。(3)早期内固定技术为术后康复训练创造条件,有利于患者踝关节功能的恢复。本术式的注意事项如下。(1)规范使用抗生素:急诊收治患者后即刻预防性使用抗生素,I 期第一阶段及 I 期第二阶段术后均预防性使用抗生素 72 h。(2)严格把握适应证:全面评估患者病情并制订治疗计划,确保在伤后 7 d 内完成骨与软组织的修复重建。(3)彻底清创:清创须由高年资医师主持,采用 9 L 生理盐水低压冲洗或水刀可提高清创效率;清创完成后必须重新铺单、更换手术器械,再进行骨折固定手术。(4)重视早期踝关节活动度训练:加强康复训练宣传教育,避免术后踝关节僵硬的发生。

本研究存在一定的局限性:(1)为单中心的回顾性研究,缺乏对照组,证据等级有限。(2)样本量较少,未对骨缺损长度、感染等因素未进行多因素回归分析,无法排除其对疗效评价的干扰。(3)本方案依托多学科修复重建团队,在缺乏相应条件的医疗中心可能难以复制。未来需开展前瞻性、多中心对照研究进一步验证本研究结论。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 林芳:病例管理,收集与分析数据,起草论文,修改并完善论文;康永强、芮永军:研究设计与实施,完成手术操作,协助修改文章,提供研究经费支持,并对文章的知识性内容进行批判性审阅;刘军、王亚朋、吴永伟、马运宏:研究实施、手术操作、数据采

集;王鹏、单笑天:病例随访、数据整理与分析

参考文献

- [1] Wang Z, Tang X, Li S, et al. Treatment and outcome prognosis of patients with high-energy transsyndesmotom ankle fracture dislocation-the "Logsplitter" injury[J]. J Orthop Surg Res, 2017,12(1):3. DOI: 10.1186/s13018-016-0502-y.
- [2] 李海, 邓呈亮, 肖顺娥, 等. 旋股外侧动脉嵌合穿支皮瓣修复足踝部复合组织缺损的效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2025,41(4):370-377. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240202-00045.
- [3] Xu Y, Fan X, He X, et al. Reconstruction of massive tibial bone and soft tissue defects by trifocal bone transport combined with soft tissue distraction: experience from 31 cases[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021,22(1):34. DOI: 10.1186/s12891-020-03894-y.
- [4] Mocoain P, Bejarano-Pineda L, Glisson R, et al. Biomechanical effect on joint stability of including deltoid ligament repair in an ankle fracture soft tissue injury model with deltoid and syndesmotom disruption[J]. Foot Ankle Int, 2020, 41(9): 1158-1164. DOI: 10.1177/1071100720929007.
- [5] 计鹏, 曹涛, 张智, 等. 股前外侧嵌合穿支皮瓣修复足踝部复杂创面的效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023,39(10): 926-932. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230627-00232.
- [6] 芮永军, 吴永伟, 刘军, 等. 游离皮瓣修复 Gustilo III B、III C 型胫腓骨骨折伴软组织缺损的临床疗效[J]. 中华创伤杂志, 2018,34(10):881-885. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2018.10.005.
- [7] Wordsworth M, Lawton G, Nathwani D, et al. Improving the care of patients with severe open fractures of the tibia: the effect of the introduction of major trauma networks and national guidelines[J]. Bone Jt J, 2016, 98-B(3): 420-424. DOI: 10.1302/0301-620X.98B3.35818.
- [8] 唐举玉, 卿黎明, 吴攀峰, 等. 改良腓动脉穿支螺旋皮瓣修复足踝部皮肤软组织缺损[J]. 中华显微外科杂志, 2015, 38(04):338-341. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2015.04.008.
- [9] 仲海燕, 陈勇, 杜轩宇, 等. 足踝部高压电烧伤创面修复的带蒂轴型皮瓣选择策略[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(10):939-946. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230613-00212.
- [10] Mundi R, Chaudhry H, Niroopan G, et al. Open tibial fractures: updated guidelines for management[J]. JBJS Rev, 2015, 3(2): e1. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.N.00051.
- [11] 唐崧杰, 崔红旺, 王挺锐. 外固定支架联合负载抗生素硫酸钙对胫腓骨开放性骨折患者术后感染及骨愈合的影响[J]. 解放军医学杂志, 2023, 48(9): 1034-1039. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.1404.2023.0213.
- [12] Krijgh DD, Teunis T, List EB, et al. Mental health is strongly associated with capability after lower extremity injury treated with free flap limb salvage or amputation[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2024, 50(3): 755-762. DOI: 10.1007/s00068-024-02459-1.
- [13] 刘文剑, 张红艳, 刘德伍. 不同类型的组织瓣修复胫骨近端骨折术后钢板外露伴感染创面的临床效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(12): 1140-1148. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20231101-00171.
- [14] 杨亮, 周荣, 巨积辉, 等. 游离双侧股前外侧内增型串联皮瓣修复足踝部大面积创面的临床疗效[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2025,41(1):61-69. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240508-00164.
- [15] 胡大海, 张月. 毁损性创面修复重建技术及策略探索[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024,40(9):812-817. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240807-00296.
- [16] 胡大海, 李梦洋, 王鹏. 复杂创面修复前沿进展:从微环境调控到精准医疗实践[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2025,41(5): 417-425. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20250407-00171.
- [17] 王绍钱, 王徽, 贾其余. 膜诱导技术联合游离超薄股前外侧穿支皮瓣修复足踝部创面的临床疗效分析[J]. 解放军医学杂志, 2025, 50(11): 1407-1413. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.1121.2025.0716.
- [18] Chummun S, Wright TC, Chapman TWL, et al. Outcome of the management of open ankle fractures in an ortho-plastic specialist centre[J]. Injury, 2015, 46(6): 1112-1115. DOI: 10.1016/j.injury.2014.12.017.
- [19] Cortez A, Urva M, Haonga B, et al. Outcomes of intramedullary nailing and external fixation of open tibial fractures: three to five-year follow-up of a randomized clinical trial[J]. J Bone Joint Surg Am, 2022, 104(21):1877-1885. DOI: 10.2106/JBJS.22.00016.
- [20] 陈桂全, 陈伟明, 梁嘉均, 等. 皮瓣移植联合 VSD 技术修复下肢骨折内固定术后钢板外露创面[J]. 中华显微外科杂志, 2021,44(2):175-177. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20201225-00421.
- [21] Myatt A, Saleeb H, Robertson GAJ, et al. Management of Gustilo-Anderson IIIB open tibial fractures in adults-a systematic review[J]. Br Med Bull, 2021,139(1):48-58. DOI: 10.1093/bmb/ldab013.
- [22] Wang Y, Zhou M, Wang P, et al. Orthoplastic management of Gustilo-Anderson type IIIB/C open tibial fractures: a consecutive 10-year series from China Level I trauma center [J]. Int J Surg, 2025, 111(9): 6135-6150. DOI: 10.1097/JS9.0000000000002809.
- [23] 亚历山德鲁·瓦伦汀·杰奥尔杰斯库. 小腿和足部重建的骨整形方法[J]. 中华显微外科杂志, 2022,45(3):241-249. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20220313-00049.
- [24] 赵广跃, 祝勇刚, 杨照. 严重下肢开放性骨折治疗存在的问题和骨整形新策略[J]. 中华创伤杂志, 2020,36(12):1057-1060. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20200118-00059.
- [25] Cullen S, Flaherty D, Fitzpatrick N, et al. Outcomes following surgical fixation of Gustilo-Anderson IIIB open tibial fractures[J]. Acta Orthop Belg, 2024, 90(1): 83-89. DOI: 10.52628/90.1.12387.
- [26] Al-Hourani K, Stoddart M, Khan U, et al. Orthoplastic reconstruction of type IIIB open tibial fractures retaining debrided devitalized cortical segments: the Bristol experience 2014 to 2018[J]. Bone Joint J, 2019, 101-B(8): 1002-1008. DOI: 10.1302/0301-620X.101B8.BJ-2018-1526.R2.
- [27] Ostermann PA, Seligson D, Henry SL. Local antibiotic therapy for severe open fractures. A review of 1085 consecutive cases[J]. J Bone Joint Surg Br, 1995,77(1):93-97.
- [28] Martin I, Sara D, Marco DN, et al. Availability and quality assessment of Clinical Practice Guidelines on orthoplastic surgery treatment of open fractures of the lower limb using AGREE II tool: a systematic review[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2025,100:341-361. DOI: 10.1016/j.bjps.2024.11.061.
- [29] Franklin JL, Johnson KD, Hansen ST. Immediate internal fixation of open ankle fractures: report of thirty-eight cases treated with a standard protocol[J]. J Orthop Trauma, 2020, 34 Suppl 1:S1-S8. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001736.

- [30] Gopal S, Majumder S, Batchelor AG, et al. Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2000, 82(7): 959-866. DOI: 10.1302/0301-620x.82b7.10482.
- [31] 康永强, 吴永伟, 芮永军, 等. 表面覆盖抗生素骨水泥的钢板内固定技术一期治疗 Gustilo III B 型胫腓骨开放性骨折疗效分析[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2024, 38(4): 426-431. DOI: 10.7507/1002-1892.202401099.
- [32] 赵海磊, 孙志刚, 赵晓慧, 等. 股前外侧穿支皮瓣游离移植联合骨搬运序贯治疗小腿大面积皮肤软组织损伤伴大段胫骨缺损的临床效果[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2025, 41(3): 242-250. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240926-00350.
- [33] 康永强, 芮永军, 吴永伟, 等. 3D 打印量化植骨辅助 Masquelet 技术二阶段治疗 Gustilo III B、III C 型胫腓骨折长段骨缺损的疗效[J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(3): 252-258. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20221226-00813.
- [34] Zelenski NA, Archual A, Tangtiphaiboonatana J, et al. The effect of free versus local flaps on time to union in open tibia fractures[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2023, 151(3): 655-663. DOI: 10.1097/PRS.0000000000009934.
- [35] Yang Y, Cao Z, Sun N, et al. Clinical effects of different types of flaps selected according to local conditions in the treatment of diabetic foot defects[J]. *J Orthop Surg Res*, 2024, 19(1): 634. DOI: 10.1186/s13018-024-05122-y.
- [36] 张演基, 李海, 吴祥奎, 等. 游离股前外侧嵌合皮瓣的临床应用与遵义分型[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2025, 41(5): 447-453. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20241108-00438.
- [37] 芮永军, 徐永清, 朱庆棠, 等. 严重开放性胫腓骨骨折诊断及早期固定循证指南(2025 版)[J]. *中华创伤杂志*, 2025, 41(11): 1021-1034. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20250812-00440.
- [38] D'Cunha EM, Penn-Barwell JG, McMaster J, et al. Orthoplastic treatment of open lower-limb fractures improves outcomes: a 12-year review[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2023, 151(2): 308e-314e. DOI: 10.1097/PRS.0000000000009861.
- [39] D'Alleyrand JG, Manson TT, Dancy L, et al. Is time to flap coverage of open tibial fractures an independent predictor of flap-related complications? [J]. *J Orthop Trauma*, 2014, 28(5): 288-293. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000001.
- [40] 芮永军, 戚剑, 唐举玉, 等. 严重肢体创伤创面早期修复专家共识[J]. *中华显微外科杂志*, 2023, 46(4): 368-382. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20230407-00062.