

Pilon骨折的治疗进展

汪子嘉, 高仕长*

重庆医科大学附属第一医院骨创伤科, 重庆

收稿日期: 2026年2月5日; 录用日期: 2026年2月27日; 发布日期: 2026年3月9日

摘要

Pilon骨折的治疗核心在于软组织优先原则与胫骨远端关节面精准解剖重建。分阶段治疗可以明显降低伤口感染率和提高临床疗效优良率, 一期行胫骨骨折外固定/伤口封闭负压引流术, 软组织稳定后二期切开复位内固定。手术入路根据损伤机制个体化: 如内翻损伤选前内侧入路, 外翻损伤用前外侧入路, 跖屈位后柱损伤采用经腓骨骨折线间接复位, 联合入路要求皮肤桥 ≥ 3 cm以降低并发症。负压封闭引流(vacuum sealing drainage, VSD)预防性应用使闭合骨折切口并发症率降至10%, 切口过渡管理使75%病例免于皮瓣手术, 开放创面感染率降至8.2%。内固定匹配生物力学需求: 内侧接骨板抗内翻强度提升2.27倍, 前外侧接骨板增强外翻稳定性, 双钩锁定接骨板缩短手术时间15分钟。胫骨远端关节面严重粉碎性骨折后期创伤性关节炎的发生率仍达25%, 未来需结合3D打印定制接骨板、AI制定术前计划、术后快速康复等来提升疗效。

关键词

Pilon骨折, 分阶段治疗, 损伤机制, 手术入路, 负压封闭治疗

Advances in the Treatment of Pilon Fractures

Zijia Wang, Shichang Gao*

Department of Traumatic Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: February 5, 2026; accepted: February 27, 2026; published: March 9, 2026

Abstract

The cornerstone of Pilon fracture management lies in the soft tissue-first principle and precise

*通讯作者。

anatomical reconstruction of the distal tibial articular surface. Staged treatment significantly reduces wound infection rates and improves clinical outcomes, involving initial external fixation and/or vacuum sealing drainage (VSD), followed by delayed open reduction and internal fixation (ORIF) after soft tissue stabilization. Surgical approaches are individualized according to injury mechanisms: anteromedial for varus patterns, anterolateral for valgus patterns, and posterolateral with open fibular fracture line technique for plantarflexion-induced posterior column injuries. A skin bridge ≥ 3 cm is recommended in combined approaches to minimize complications. Prophylactic negative-pressure wound therapy (NPWT) reduces incision complication rates to 10% in closed fractures, while transitional wound management obviates flap surgery in 75% of cases and decreases open wound infection rates to 8.2%. Internal fixation is biomechanically optimized: medial plating enhances varus resistance by 2.27-fold, anterolateral plates improve valgus stability, and double-hooked locking plates shorten operative time by 15 minutes. Despite these advances, the incidence of post-traumatic arthritis remains as high as 25% in severely comminuted fractures. Future integration of 3D-printed patient-specific plates, AI-based preoperative planning, and enhanced recovery protocols may further improve therapeutic efficacy.

Keywords

Pilon Fracture, Staged Treatment, Injury Mechanism, Surgical Approach, Negative-Pressure Wound Therapy

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

Pilon 骨折占有胫骨骨折的 3%~10%，占下肢骨折的 1%，男性发病率多于女性，高发年龄在 45 岁左右[1]；其中 75%~90%的病例伴有腓骨骨折，当腓骨保持完整时，胫骨远端骨折的损伤程度可能较轻[2]。本文从 Pilon 骨折的损伤机制、治疗时机、手术入路及方案、伤口管理等方面进行综述，以提升 Pilon 骨折的临床效果。

2. 损伤机制

胫骨的轴向暴力是导致 Pilon 骨折发生的主要机制，通常为高能量损伤，由于受伤时踝关节的位置不同，骨折的类型也不同，损伤机制主要有以下几种。

1. 内翻位损伤

踝关节处于内翻位时受到轴向暴力，应力主要集中在距骨穹窿内侧，向上撞击胫骨远端内侧关节面，可伴有腓骨远端短斜形骨折及外侧副韧带损伤。表现为关节面内侧垂直劈裂或塌陷，主要骨折碎片位于内侧，可伴有其它方向的胫骨远端骨折，但损伤程度较轻、移位较小。

2. 外翻位损伤

受伤时踝关节处于外翻位，距骨外侧穹窿冲击胫骨远端外侧关节面，可伴随下胫腓联合分离。此类损伤主要表现为胫骨前外侧关节面塌陷，碎骨块较多，可有 Chaput 结节撕脱骨折及腓骨高位骨折。

3. 背屈位损伤

距骨的解剖形态呈前宽后窄，当踝背伸位受到强大的轴向暴力时，距骨的前部楔入到踝穴内，导致胫骨远端前缘骨折。表现为胫骨前缘矢状面劈裂骨折，主要骨折碎片位于前侧，可伴有中央穹窿塌陷，

侧位影像学检查可见前缘骨折块翘起。

4. 跖屈位损伤

足踝关节跖屈位受到轴向暴力, 此时距骨后部上移, 撞击后踝, 主要表现为胫骨后踝大块三角形骨折, 可伴有前内外侧等多个方向的关节面骨折, 但移位程度较小, 碎骨块不多。

5. 中立位损伤

当足踝受到垂直暴力时, 距骨垂直撞击胫骨远端, 胫骨远端关节面呈“爆炸性”粉碎, 干骺端严重嵌插, 常伴有骨缺损。在这类损伤中, 关节面各个方向上都可能存在有较大骨折块以及众多碎骨块, CT可见“迷路样”骨折线。

3. 早期切开复位内固定与分阶段治疗

Rüedi 在患者受伤后即刻采用 AO 切开复位内固定术来治疗, 大部分患者的功能在术后 9 年左右得到了全面改善, 但这与最初对 Pilon 骨折预后不佳的推断形成了鲜明的对比。之后, Wrysch 指出, Rüedi 所处理的病例多是相对低能量的暴力损伤, 而 Pilon 骨折大多数是高能量的轴向暴力, 如机动车事故、高处坠落等。因此, 早期切开复位内固定仍会导致严重的软组织损伤和深部感染[3]。

随后, 一些人开始采用外固定或联合内固定的方式治疗 Pilon 骨折。结果显示, 大多数患者未出现严重感染等软组织并发症。然而, 使用外固定同样引发了许多问题, 如畸形愈合和延迟愈合的风险增加, 钉道感染率增高, 手术费用和治疗时间也显著增加[3]-[5]。

因此, 医生们逐渐开始分阶段治疗 Pilon 骨折(见图 1)。一期通过跟骨牵引、外固定架暂时固定 Pilon 骨折(见图 2), 恢复肢体长度和力线, 避免早期切开加重软组织损伤(如伤口感染、皮瓣坏死等), 开放性骨折或感染风险高的还可联合应用 VSD; 待软组织恢复后, 二期再行骨折的解剖复位和接骨板固定(见图 3)[5]。研究显示, 通过分阶段治疗, 并发症率从传统治疗的 40%降至 10%~15%, 延期手术组的功能恢复优良率(85%)显著高于早期手术组(65%) [5]。



Figure 1. Pilon fracture

图 1. Pilon 骨折

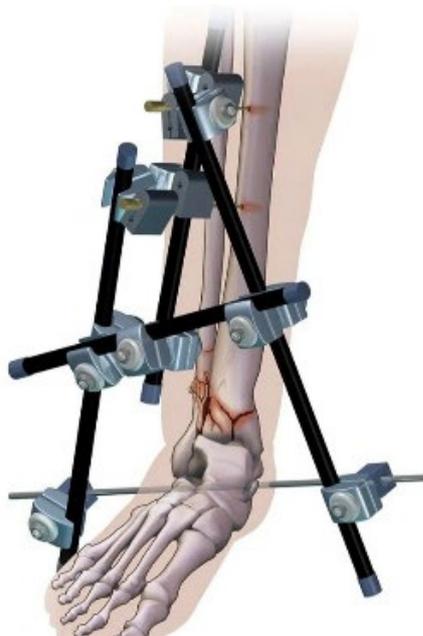


Figure 2. External fixation
图 2. 外支架固定



Figure 3. Internal fixation
图 3. 内固定

4. 手术治疗原则

(一) 恢复腓骨长度, 为胫骨长度复位提供参考基准, 同时增强外侧柱稳定性, 避免外翻畸形。

(二) 关节面台阶 $> 2\text{ mm}$ 即显著增加关节炎风险, 应直接暴露胫骨远端关节面, 以距骨顶为模板复位关节面骨折块, 尽可能恢复关节面平整度和完整性, 降低创伤性关节炎的风险。

(三) 干骺端骨缺损未植骨易导致骨不连。Rüedi 主张自体骨移植填充缺损, 提供结构性支撑, 促进骨愈合。

(四) 依据损伤机制及 Pilon 骨折的特征选择手术入路及接骨板放置的位置。

5. 治疗时机

关节面移位及粉碎程度较严重的 Pilon 骨折, 多项研究表明通常在伤后 7~21 天(平均为 10~14 天)后进行[6][7], 具体时间需根据软组织条件综合评估。要求满足淤血吸收、水疱表皮再生、皮肤皱缩后手术, 确保软组织耐受手术, 避免过早手术导致皮瓣坏死或感染[7]。关节面移位而粉碎程度较小的 Pilon 骨折因软组织损伤较轻, 可在伤后 2~15 天(平均为 5~7 天)手术。开放性或严重软组织损伤, 外固定架过渡, 二期(平均>14 天)再行手术。

闭合性 Pilon 骨折的软组织处理严格遵循分级原则: C0~C1 级(表现为轻微软组织损伤或浆液性水疱)提示损伤较轻, 若皮肤按压出现皱纹且回弹时间超过 2 秒, 即可手术; C2 级(存在严重水肿、血性水疱或明显挫伤)除需满足皱纹试验阳性外, 还必须等待水疱完全干燥结痂、基底无渗液; C3 级(合并骨筋膜室综合征)则需优先处理骨筋膜室综合征。开放性 Pilon 骨折应按照 Anderson 分型制定策略: I 至 II 型损伤需在伤后 6 小时内清创, 预防感染; III 型可能需反复清创, 直至创面恢复或者皮瓣覆盖[7]。

6. 手术入路

手术入路的选择需综合骨折机制导致的骨块位移方向及局部软组织条件, 核心原则如下:

(一) 损伤机制导向: 轴向暴力下踝关节所处的位置(内翻/外翻/背屈/跖屈)决定了关键骨块的位置;

(二) CT 三维重建: 明确内侧、前外侧、后外侧三主骨块分布(占 90%);

(三) 微创优先: 避开挫伤区, 联合入路时皮肤桥 ≥ 3 cm (Howard 原则[8])。

1. 内翻位损伤

对于内翻位损伤所致的 Pilon 骨折, 其特征表现为内侧柱垂直劈裂或塌陷, 且常伴有腓骨短斜形骨折; 此类损伤应首选前内侧入路, 该入路可直接显露内踝及前内侧关节面, 有利于实现解剖复位。手术切口起自内踝尖端以远 1.5 cm 处, 弧形向近端延伸; 亦可采用改良式切口, 沿胫骨嵴外侧 1 cm 向内踝方向走行, 形成 105° ~ 110° 的弧形拐角, 该改良方式可同步显露胫骨远端的内、外侧结构, 便于处理合并损伤。

2. 外翻位损伤

外翻位损伤导致的 Pilon 骨折主要表现为前外侧关节面塌陷, 多伴有 Chaput 结节的撕脱骨折; 因此应选择前外侧入路, 以便充分显露并复位外侧主要骨块。手术应沿腓骨前缘作纵向切口, 还可用于同期复位固定腓骨骨折及处理下胫腓联合损伤, 从而实现外侧柱的稳定重建。

3. 背屈位损伤

背屈位损伤导致的 Pilon 骨折特征为胫骨前缘发生矢状面劈裂并伴有中央穹窿塌陷, 其核心在于直视下精确复位前侧关节面; 因此, 胫骨远端中线纵行的切口为此类骨折的首选, 该入路可充分显露胫骨远端前缘, 为关节面的直接复位与固定提供理想视野。

4. 跖屈位损伤

跖屈位损伤所致的 Pilon 骨折以后踝大块三角形骨折为特征, 属于后柱剪切型损伤; 手术入路需依据骨块位置进行个体化选择: 若骨块偏内侧, 应选用后内侧入路(如 Assal 改良切口); 若骨块偏外侧或合并腓骨骨折, 则推荐采用后外侧入路并结合 OFFL (Open Fibular Fracture Line technique), 该技术通过经腓骨骨折线解剖复位腓骨, 间接实现胫骨后方骨折块的复位, 但需注意后外侧入路对后内侧骨块的处理存在

局限, 盲目使用易导致复位不全或残留移位。

对于多个方向部位发生损伤的 Pilon 骨折, 优先俯卧位复位后柱, 再行仰卧位前柱固定。过去认为联合入路切口间必须有 7 厘米的皮肤桥, 才能减少软组织的损伤和并发症的发生, Howard 对这一观点进行了研究, 得出只要掌握好手术时机, 皮肤桥的间距可以小于 7 cm 的结论[8]。

7. 手术方案

(一) 外支架固定

外固定可以作为 Pilon 骨折分期切开复位内固定治疗的临时固定, 也可以作为终末治疗手段。外固定的方式有很多, 各有其优缺点: ① 不经过胫距关节的外固定, 这种方法可只在胫距关节的胫骨侧进行固定(Ilizarov 细克氏针固定架: 用杆将胫骨远端细克氏针同近端固定的半针连接起来的固定架), 但该方法有损伤肌腱、神经、血管的风险, 且不适用于远端的粉碎性骨折。② 跨关节外固定支架: 近端针置于胫骨中段, 远端针置于跟骨或跖骨, 不影响二期手术, 适用于需要分阶段治疗的 Pilon 骨折, 很少作为最终固定方法。

(二) 切开复位内固定

对于胫腓骨骨折处理的先后顺序。如果腓骨骨折为简单骨折, 在确定解剖复位的情况下, 可首先对腓骨进行固定, 有利于胫骨的复位, 腓骨的复位应尽可能的精确, 复位不良将影响胫骨远端关节面的解剖复位; 如果腓骨骨折粉碎严重, 无复位标志, 则宜先处理胫骨骨折。

纵向切开关节囊后, 暴露胫骨远端主要骨折块, 使用外固定架或牵引器进行关节牵引, 显露胫骨远端关节面。复位应从胫骨关节面开始, 通常先复位后外侧的 Volkmann 骨块, 再复位穹窿中心骨块、内踝、穹窿前部骨块、Chaput 骨块。将每个解剖复位的骨块用克氏针临时固定, 在关节面近端骨缺损植骨, 透视明确胫骨力线及关节面复位质量后, 根据骨折远端的移位方向, 一般将接骨板放置在压力侧进行桥接固定, 以阻止其再移位。内翻型(腓骨横行骨折)首选内侧接骨板, 抗压强度较前外侧钢板高 2.27 倍[9]; 外翻型(腓骨粉碎性骨折)则优选前外侧接骨板, 稳定性提升 1.6 倍[10]; 背屈/跖屈型需分别采用前/后侧支撑接骨板以降低关节面应力(8~10 MPa)和位移(0.08~0.10 mm) [9] [10]。双钩锁定钢板适用于腓骨远端严重粉碎性骨折, 其钩爪结构结合多向锁定螺钉可实现多平面固定, 缩短手术时间 15 分钟, 并发症风险降低 16.7% [11]。当关节面骨折较小时, 需保留固定小骨折块的克氏针。

(三) 关节融合术

有学者使用一期关节融合术治疗严重粉碎性 Pilon 骨折, 目前关节融合术的指针尚不明确, 主要用于关节面难以重建的 Pilon 骨折[12]。

老年患者在进行需要长期负重限制的外科手术后, 功能都比较差, 将发生创伤后关节炎等并发症。最近研究表明, 胫距关节的初次融合可以加快恢复过程并减轻疼痛, 融合部位的愈合率较高。然而, 踝关节融合术有增加邻近关节炎的风险, 尤其是距下关节和中足关节。鉴于这些风险, 有医生认为: 对于关节面粉碎 > 80%、严重骨质疏松或合并 Charcot 神经关节病的老年患者, 一期踝关节融合术是一种安全、可靠、经济的手术方法[12] [13]。

8. VSD (Vacuum Sealing Drainage)技术在 Pilon 骨折中的应用

禁忌证: 禁用于未彻底清创的感染创面、癌性溃疡及凝血障碍者[14]。

(一) 预防性使用(闭合性骨折术后切口管理)

对于高能量损伤导致的闭合性 Pilon 骨折, 内固定术后切口并发症风险显著增加。在骨折内固定术毕直接于闭合切口表面应用 VSD (-125 mmHg 持续负压), 可显著降低术后切口并发症发生率。其机制包

括: 增强切口边缘微循环灌注(提高 40%~60%)、减轻软组织水肿、降低切口张力, 从而降低深部感染风险(从 19%降至 10%)和切口裂开风险(从 16.5%降至 8.6%)。临床研究证实, 预防性应用 5~7 天可缩短引流时间约 1.3 天, 尤其适用于糖尿病、吸烟等高危患者[15] [16]。需注意避免压力过高(>300 mmHg)导致血管压迫, 罕见案例报道因操作不当引发缺血性坏死[14]。

(二) 术中切口无法闭合的处理

当 Pilon 骨折内固定术后因严重软组织肿胀或张力过高导致切口无法一期闭合时, VSD 提供有效的过渡治疗方案: ① 切口部分闭合联合 VSD: 最大限度缝合深层组织后, 对皮肤缺损区覆盖 VSD 敷料, 负压吸引促进肉芽生长。此法使 75% 的病例在 7~14 天内实现二期直接缝合, 避免额外皮瓣手术[17]; ② 延期软组织覆盖: 对于骨或内固定物外露创面, VSD 通过促进肉芽增生(平均肉芽生长速度 0.8 mm/天)为植皮或皮瓣移植创造条件。对比传统敷料, VSD 预处理使后续植皮或皮瓣移植存活率从 82% 提升至 96% [18]。

(三) 开放性骨折创面的应用

在开放性 Pilon 骨折(Anderson III 型)的阶梯治疗中, VSD 发挥核心作用: 1. 一期急诊处理: 彻底清创后即应用 VSD, 伤口感染率从 30% 显著降低至 8.2% (95%CI: 5.1%~11.3%)。其机制包括: 持续清除创面渗出液(日均引流减少 40%)、抑制细菌生物膜形成(细菌载量降低 $\geq 10^3$ CFU/g)、促进血管化肉芽组织形成[19]; 2. 确定性固定的桥接: 联合外固定支架组成“外固定 + VSD”临时治疗方案。临床数据显示, 此法缩短骨折愈合时间至 8~15 周(传统治疗需 12~21 周), 并为延期内固定提供安全的软组织条件[4]; 3. 植皮/皮瓣术前准备: 平均 7~10 天的 VSD 治疗可使创面面积缩小 22%~45%, 显著提高植皮存活率(>95%)及皮瓣成功率[20]。

9. 当前治疗争议及决策边界

Pilon 骨折的治疗在形成分阶段治疗、软组织优先等核心原则的同时, 在多个具体环节仍存在显著的争议与决策边界。首先, 在腓骨固定的必要性上, 传统观点认为恢复腓骨长度是胫骨复位的重要基础并能增强外侧柱的稳定, 但近年研究指出, 在腓骨骨折为简单类型且胫骨力线可通过其他方式维持时, 固定腓骨可能并非绝对必要, 甚至可能增加软组织并发症风险; 反之, 当腓骨严重粉碎时, 其作为复位标志作用有限, 此时是否固定、何时固定需综合判断[2] [10]。其次, 手术技术细节存在诸多选择困境: 对于后踝骨折, 虽然后外侧入路结合 OFFL 技术[21]为后柱复位提供了新思路, 但其主要适用于后外侧骨块, 对于后内侧或延伸至内踝的后踝骨折, 该入路存在暴露和复位不充分的局限性, 常需联合或改用后内侧入路, 增加了手术复杂性[7] [21]。在入路设计上, 联合入路时皮肤桥的安全宽度(传统 ≥ 7 cm 与 ≥ 3 cm 新观点)仍存争议, 其安全实施高度依赖精确的软组织评估与手术时机[8]。内固定物的选择(如内侧、前外侧或双钩锁定钢板)虽各有生物力学依据[9]-[11], 但如何针对复杂骨折形态进行最优化匹配尚无统一共识。第三, 针对特定人群的术式选择边界模糊: 尤其在老年患者中, 一期踝关节融合术与切开复位内固定术的选择充满挑战。对于关节面严重粉碎(>80%)、伴有严重骨质疏松或神经关节病的老年患者, 一期融合可作为提供早期稳定、避免多次手术的合理选择[12] [13]; 而对于关节面有重建可能、活动需求较高的老年患者, 则仍可考虑 ORIF 以尝试保留关节功能[12] [13]。最后, 辅助技术的应用指征有待细化: 负压封闭引流的预防性应用价值明确[15]-[17] [19], 但最佳应用模式仍需优化; 干骺端骨缺损的植骨材料选择亦需更多证据[13]。

10. 小结

Pilon 骨折的治疗核心在于保护软组织、恢复胫骨正常力线、关节面骨折解剖复位及稳定固定。分阶

段治疗显著降低深部感染及切口并发症的风险。手术入路需个体化设计, 基于 CT 三维重建选择最小创伤路径。内固定选择应依据骨折分型优化: 内侧接骨板适用于内翻型损伤, 前外侧接骨板增强外翻型稳定性, 而双钩锁定接骨板为腓骨粉碎骨折提供多平面固定。VSD 的预防性应用、切口管理及开放创面处理, 成为改善预后的重要方法。然而, 关节面严重粉碎性骨折术后创伤性关节炎发生率仍达 25%, 未来可结合 3D 打印定制接骨板、可降解镁合金(如 MgYREZ)固定装置[13]及 AI 术前规划、术后快速康复等提升疗效。

参考文献

- [1] Mair, O., Pflüger, P., Hoffeld, K., Braun, K.F., Kirchhoff, C., Biberthaler, P., *et al.* (2021) Management of Pilon Fractures—Current Concepts. *Frontiers in Surgery*, **8**, Article 764232. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.764232>
- [2] Luk, P.C., Charlton, T.P., Lee, J. and Thordarson, D.B. (2013) Ipsilateral Intact Fibula as a Predictor of Tibial Plafond Fracture Pattern and Severity. *Foot & Ankle International*, **34**, 1421-1426. <https://doi.org/10.1177/1071100713491561>
- [3] Rüedi, T.P. and Allgöwer, M. (1979) The Operative Treatment of Intra-Articular Fractures of the Lower End of the Tibia. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **138**, 105-110.
- [4] 雷震, 侯之启. 锁定钛板固定联合负压封闭引流技术一期治疗开放性 Rüedi-Allgöwer II、III 型 Pilon 骨折的临床应用[J]. 中华解剖与临床杂志, 2015, 20(2): 153-156.
- [5] 梁晓军, 李毅, 王琳, 王军虎, 马强, 王嵘, 潘文杰, 田峰. 延期切开复位内固定治疗严重 Pilon 骨折的体会[J]. 美国际创伤杂志, 2009, 8(3): 30-31.
- [6] 林旺, 苏郁, 郭卫中, 林成寿, 刘寿坤, 王盈盈, 王旭, 王晓露, 温保军. 3 切口钢板内固定治疗合并腓骨骨折的 Rüedi-Allgöwer III 型 pilon 骨折[J]. 重庆医学, 2013, 42(7): 798-800.
- [7] 李鲲, 李静, 张坤, 赵胜豪, 丁凡, 肖军, 马德彰, 苗润生, 勘武生. 前后联合入路切开复位内固定治疗 Rüedi-Allgöwer III 型 pilon 骨折[J]. 中华骨科杂志, 2015, 35(7): 714-719.
- [8] Simonini, C., Lunini, E., Chiodini, F., Coviello, G., Bove, F., Carolla, A., *et al.* (2024) The Management of Pilon Fractures: An Expert Survey of AO Trauma Italy Members and Evidence-Based Treatment Recommendations. *Injury*, **55**, Article 111478. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2024.111478>
- [9] Busel, G.A. and Watson, J.T. (2017) Plating of Pilon Fractures Based on the Orientation of the Fibular Shaft Component: A Biomechanical Study Evaluating Plate Stiffness in a Cadaveric Fracture Model. *Injury*, **48**, 792-796.
- [10] Liu, P., Mei, X., Wang, Z., Xu, F., Cai, X., Shou, K., *et al.* (2024) Optimal Biomechanical Choice of Implant Placement in Various Pilon Fracture Types: A Finite Element Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **25**, Article No. 950. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-08076-8>
- [11] Liu, J.H., Zhang, Q., Wei, G., Liu, L., Mu, X., Li, M., *et al.* (2023) A Retrospective Comparison of Double-Hooked Locking Plates versus Non-Locking Plates in Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis for the Treatment of Comminuted Distal Fibular Fractures Accompanied by Tibial Pilon Fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **18**, 287. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-03731-7>
- [12] 吕志强. 一期踝关节融合术治疗高能量粉碎 pilon 骨折的疗效分析[C]//中国中西医结合学会骨伤科专业委员会. 2019 楚天骨科高峰论坛暨第二十六届中国中西医结合骨伤科学术年会论文集. 2019: 206.
- [13] Yu, J., Chen, H., Zhang, Y., *et al.* (2023) Effectiveness of New Pilon Plate in Treatment of Type C Pilon Fracture. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, **37**, 31-36.
- [14] Wei, D., Xu, Y., Xiang, F. and Ye, J. (2021) Secondary Below-Knee Amputation Following Open Reduction and Internal Fixation of a Closed Pilon Fracture: A Case Report and Algorithm for Management. *Medicine (Baltimore)*, **100**, e24791.
- [15] Stannard, J.P., Volgas, D.A., McGwin, G., Stewart, R.L., Obrebsky, W., Moore, T., *et al.* (2012) Incisional Negative Pressure Wound Therapy after High-Risk Lower Extremity Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **26**, 37-42. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e318216b1e5>
- [16] Brem, M.H., Bail, H.J. and Biber, R. (2014) Value of Incisional Negative Pressure Wound Therapy in Orthopaedic Surgery. *International Wound Journal*, **11**, 3-5. <https://doi.org/10.1111/iwj.12252>
- [17] Wang, Z., Qu, W., Liu, T., Zhou, Z., Zhao, Z., Wang, D., *et al.* (2016) A Two-Stage Protocol with Vacuum Sealing Drainage for the Treatment of Type C Pilon Fractures. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, **55**, 1117-1120. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2016.01.047>
- [18] He, X., Hu, Y., Ye, P., Huang, L., Zhang, F. and Ruan, Y. (2015) The Operative Treatment of Complex Pilon Fractures:

A Strategy of Soft Tissue Control. *Indian Journal of Orthopaedics*, **49**, 261-266.

- [19] 解杰, 杨帆, 陈驾君, 等. VSD 在开放性骨折及 MODS 防治中的应用[J]. 创伤外科杂志, 2018, 20(7): 485-489.
- [20] 梁露琴. VSD 修复开放性骨折并软组织缺损创面的效果观察及护理[J]. 医学理论与实践, 2020, 33(1): 138-140.
- [21] Jiang, Z., Zhang, C., Qin, J.J., Wang, G.D. and Wang, H.S. (2022) Posterior Pilon Fracture Treated by Opening the Fibula Fracture Gap. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **17**, Article No. 214.
<https://doi.org/10.1186/s13018-022-03106-4>