

# 跟骨骨折畸形愈合的治疗进展

鹿亮<sup>1</sup>, 罗文强<sup>1</sup>, 李 宁<sup>1</sup>, 俞光荣<sup>2</sup>

1. 中国科学技术大学附属第一医院, 安徽 合肥 230001; 2. 同济大学附属同济医院, 上海 200333

**【摘要】** 跟骨骨折的保守治疗和手术治疗后均可能出现跟骨骨折畸形愈合。骨折位移通常导致跟骨高度丧失、足跟内翻、跟骨结节增粗、关节面台阶, 可能引起前踝撞击、腓骨下撞击、腓骨肌腱刺激、创伤后关节炎。对于有症状的跟骨畸形患者, 需要进行系统性评估以确定疼痛的来源。非手术治疗如活动调整、康复锻炼、矫形鞋和疼痛注射等有一定的疗效。对于严重跟骨畸形的患者, 手术治疗可能更常见, 手术方式包括各类截骨术、距跟关节融合术、撑开植骨术、环形外架分期手术等。具体手术方案的选择需根据跟骨畸形的具体机制、一般情况以及预期目标来选择。

**【关键词】** 跟骨; 骨折畸形愈合; 截骨; 关节融合

**【中图分类号】** R683.42

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1672-6170(2024)03-0010-04

**Progress in the treatment of malunion of calcaneal fractures** LU Liang<sup>1</sup>, LUO Wen-qiang<sup>1</sup>, LI Ning<sup>1</sup>, YU Guang-rong<sup>2</sup> 1. The First Affiliated Hospital, University of Science and Technology of China, Hefei 230001, China; 2. Tongji Hospital, Tongji University, Shanghai 200333, China

**【Corresponding author】** YU Guang-rong

**【Abstract】** Both conservative and surgical treatments for calcaneal fractures may result in malunion. Fracture displacement usually leads to loss of calcaneal height, heel inversion, thickening of the calcaneal tubercle and irregularities in the joint surface. This may potentially cause the anterior ankle impingement, subfibular impingement, stimulation of the peroneal tendon and post-traumatic arthritis. In patients with symptomatic calcaneal malunion, a systematic evaluation is required to determine the source of pain. Non-surgical interventions such as activity modification, rehabilitation exercises, orthopedic footwear and pain injections have certain curative effects. For severe cases of calcaneal malunion, surgical treatment is more common. Surgical methods include various types of osteotomy, talocalcaneal joint fusion, distraction bone grafting and circular external frame staged surgery. The selection of a specific surgical approach should be based on the underlying mechanisms of calcaneal malunion, the patient's general condition, and the expected goal.

**【Key words】** Calcaneal; Fracture malunion; Osteotomy; Joint fusion

跟骨骨折是最常见的跗骨骨折, 约占所有骨折的 2% 和跗骨骨折的 65%, 大多数由高处坠落等高能量直接暴力引起的<sup>[1, 2]</sup>。通常累计距下关节, 约占全部跟骨骨折的 75%<sup>[3]</sup>。无论是非手术治疗还是初次手术治疗时复位或内固定的不充分均有可能导致跟骨畸形愈合<sup>[4, 5]</sup>。跟骨骨折畸形愈合的典型特征是跟骨解剖结构扭曲, 从而导致后足和踝关节(长时间的畸形甚至会累及前足及中足)发生生物力学变化, 具有疼痛和畸形等多种临床症状<sup>[6, 7]</sup>。目前对于跟骨骨折畸形愈合标准的治疗方法尚无一致意见。本研究结合国内外近年来跟骨骨折畸形愈合治疗方法的相关进展, 进行系统性综述。

## 1 跟骨畸形愈合的解剖学机制

跟骨骨折畸形愈合的解剖学特征与初次骨折

的机制密切相关。初次骨折的原始骨折线通常是由距骨的侧突在在 Gissane 角的位置楔形插入跟骨形成, 由此将跟骨分为两个主要骨块, 跟骨体和跟骨后结节的后外侧骨块以及前内侧骨块, 后外侧骨块向外侧横向以及向上平移, 从而导致 Bohler 角减小, 跟骨高度减小和宽度增加<sup>[8, 9]</sup>。跟骨后结节的移位通常导致后足内翻, 当距骨继续冲击跟骨时, 会产生继发性的骨折线, 如可能导致横向的舌型骨折线, 侵犯跟骰关节等<sup>[8, 9]</sup>。高能量的暴力使上述骨折线产生时往往伴随着粉碎性骨折。

跟骨宽度增加或外生骨赘是一种病理畸形, 它是腓骨下撞击和腓骨肌腱病或移位的直接原因<sup>[9, 10]</sup>。跟骨高度的降低具有显著的影响, 它改变了跟骨的杠杆力臂结构并使距骨倾斜度和距跟角变平<sup>[9]</sup>。距跟角的丧失会导致胫距前方撞击和背屈角度的降低。后足疼痛常常是由距下关节炎引起, 当关节内骨折畸形愈合后, 跟骨后关节面的位移大于 2 毫米对其承载特性和关节退变有显著影响<sup>[11]</sup>。48% 的跟骨骨折会累及跟骰关节, 畸形愈合将会导致跟骰关节活动受限, 足跟内翻会导致距舟关节活动受限, 附近关节的受累常会使后足减震能力活动范围降低, 进而导致踝关节压力及跖附骨压

**【基金项目】** 国家重点研发计划项目, 中部地区社区科学健身综合应用示范项目(编号:2022YFC2010200)

**【通讯作者简介】** 俞光荣, 男, 主任医师, 教授。中华医学会骨科学分会足踝外科学组副组长, 国际矫形与创伤外科学会(SICOT)中国部副主席, SICOT 中国部足踝外科学会主任委员, 白求恩公益基金会足踝外科专委会主任委员。研究方向: 足踝创伤与畸形的诊治; 四肢、脊柱和骨盆骨肿瘤的手术治疗; 各种骨科疑难复杂病例的诊治。

力增加,长时间的跟骨畸形会导致这些关节的退变以及周围软组织如跟腱的挛缩<sup>[12~14]</sup>。

## 2 临床评估

由于跟骨畸形愈合累计后足和踝关节甚至前中足的骨性和软组织结构,造成疼痛、行走活动能力受限等症状的来源机制众多,因此对残疾的评估和治疗变得困难<sup>[15]</sup>。患者足跟部外侧的疼痛常与腓骨撞击、腓骨肌腱受累、距下关节炎或跟骰关节炎等有关。前踝疼痛需分析是否存在跟骨高度丢失导致的前踝撞击。足底疼痛时应关注跟骨跖侧的突出骨块或脂肪垫炎。内侧疼痛可能是由跟骨结构异常刺激到踝管内神经及邻近的胫骨后肌腱或足部曲肌腱。一些疼痛来源的鉴别可以通过利多卡因的局部注射<sup>[13]</sup>。治疗前评估需要全面分析整个下肢,包括之前未受伤的一侧。检查小腿是否有任何明显的畸形,小腿腓肠肌和跟腱是否挛缩。检查踝关节、距下关节和跗骨关节的活动范围和稳定性。评估患肢血运、感觉以及肌肉力量和平衡。检查足部是否存在胼胝体及位置,其代表偏心负载和隐藏的畸形或不平衡。除了足本身之外,还应检查经常穿着的鞋子和鞋垫,不同位置的磨损对于足部的生物力学分析是至关重要的<sup>[16]</sup>。

## 3 影像学评估以及分型

畸形愈合的放射学评估最基本的是足踝部的 X 射线平片<sup>[17]</sup>。跟骨标准的负重位侧位和轴位 X 射线平片是必须的,侧位片可以评估跟骨高度、Bohler's 角、距跟角、跟骨倾斜角等,轴位片可以评估跟骨宽度以及内外翻角。踝关节的正位片和踝穴位片可以评估腓骨下情况。距骨倾斜角大于  $6.5^\circ$  预示着矫形术后更差的疗效<sup>[17]</sup>。下肢全长片可以排除膝关节及下肢长骨畸形对足跟部的影响。足部的正侧位片可以评估距舟关节、跟骰关节和跗附关节的情况。计算机断层扫描 CT 已经成为评估跟骨畸形愈合的最可靠和最有用的工具。Crosby 等使用计算机断层扫描评估后关节面的位移量及其对跟骨骨折闭合治疗的预后价值,发现跟骨后关节面凹陷大于 2 mm 或粉碎性骨折对疗效有显著影响<sup>[18]</sup>。Qiang 等通过对 21 例跟骨畸形愈合手术治疗后一年以上的随访发现,基于 CT 影像的计算机术前辅助手术计划可以帮助外科医生了解跟骨畸形愈合情况,从而提高术中矫正和重建水平。采用计算机辅助虚拟手术技术治疗跟骨畸形愈合,可获得满意的临床和影像学效果<sup>[14]</sup>。

目前有两种常见的分类系统来描述跟骨畸形愈合的分型。最初由 Stephens 等提出了 3 种类型: I 型:跟骨外侧壁隆起伴有局部的关节退变; II 型:跟骨外侧壁隆起伴广泛严重距下关节关节炎;

III 型:伴有后足内翻  $10^\circ$  以上的 II 型<sup>[19]</sup>。另一种是 Zwipp 和 Rammelt 分类,包括 6 种类型: 0 型,不伴距下关节炎的跟骨外侧壁隆起; 1 型,距下关节炎,跟骨形态正常; 2 型,足跟内翻或外翻; 3 型,跟骨高度损失; 4 型,跟骨结节横向侧移; 5 型,跟骨的严重畸形导致距下关节半脱位、距骨倾斜<sup>[20]</sup>。当决定行保留关节的术式或者体格检查发现下肢肌力不平衡时,可以行踝部的 MRI 检查,评估距下关节或踝关节等软骨面的情况以及踝部各肌腱的情况。

## 4 保守治疗

跟骨畸形愈合非手术治疗的目标是提高患者的活动功能和生活质量,同时尽量减少不适。疼痛不适等症状可以通过运动方式的调整缓解,如避免在不平坦的地面上行走,避免长时间的步行。如发生急性疼痛加重等情况,可以通过非甾体类抗炎药和短时间的制动休息来缓解。如果疼痛是由于生物力学异常引起的,如跟骨宽度增加引起的侧方摩擦可以尝试穿宽松的运动鞋。后足轻微的内翻畸形可以通过内外侧高度不同的鞋垫来调节平衡。足部的定制鞋垫往往有不错的疗效。步态训练和动作拉伸,可以有效限制有症状肢体所承受的压力。对于顽固的患者疼痛,还应考虑物理治疗等康复疗法。总的来说,鉴于复杂的临床表现,依据患者的主诉、准确的查体和临床检查确定病因至关重要,再根据症状来源提供合适的治疗方案。

## 5 手术治疗

当保守治疗无效时或评估患者畸形严重,保守治疗效果较差时可选择手术治疗。手术治疗原则是通过纠正足部畸形,恢复骨性结构及软组织结构来尽可能维持后足力线、稳定跖行足、缓解疼痛。矫形类手术的复杂性,依从性、年龄、既往病史、患者预期目标、职业、吸烟状况、家庭经济条件等是手术适应证的重要参考。另外术前应清楚告知术后可能存在的矫正不足或过度矫正,创面感染、愈合不良、可能需要多次矫形或皮瓣移植等手术,甚至可能面临患侧截肢等风险。矫形手术只是第一步,术后治疗和康复同样重要,手术后将有一段时间的非负重期,并且需要合适的康复性锻炼。

对于 Stephens I 和 Zwipp 0 型这种单纯跟骨外侧壁隆起的患者, Cotton 等在 1921 年首先报道了通过单纯跟骨外侧壁截骨术,可以减轻腓骨下区域的撞击区域的压力,并减小跟部的宽度,改善跟骨的外观<sup>[21]</sup>。外侧壁截骨减压手术可以通过扩大侧方切口、后外侧纵向切口或原手术切口入路进行<sup>[22, 23]</sup>。通过骨膜下解剖外侧壁,并使用骨锤切除突出部分。如果踝下关节的外侧面存在较大骨赘可以一起切除。骨蜡和引流的使用可能有助于降



低术后血肿的发生。该术式可以缓解腓骨撞击和腓骨肌腱卡压,可能需要额外的腓骨肌腱松解。作为一种基本的截骨术,其可根据骨折畸形的情况往往联合其它术式。Mohamed 等通过对 11 例 Stephens II 型的患者进行了外侧壁截骨和原位距下关节融合术,平均随访 13.5 个月,结果平均 AOFAS 分数从术前的 33 分提高到术后的 69 分。报告的并发症包括 2 例浅表性创口感染和 3 例反射性交感性失调综合症。跟骨宽度从平均 5 毫米改善至 2.8 毫米<sup>[24]</sup>。

对于后足内翻畸形, Dwyer 等首次于 1959 年提出跟骨外侧楔形截骨术,该术式通过楔形截骨,使外侧壁长度减少后向外旋转跟骨后结节,从而达到纠正跟骨内翻的目的<sup>[25]</sup>。Farouk 等对 18 例跟骨畸形愈合患者行 Dwyer 截骨术联合外侧壁截骨和距下关节融合术,经过 18 个月的随访发现 AOFAS 和 VAS 评分均有显著改善,步态分析发现最大加载力和舒适速度显著改善,他们认为这种联合手术方案可以显著减轻疼痛,改善活动功能和步态,但对于跟骨高度或长度丢失严重患者,应谨慎行 Dwyer 截骨<sup>[26]</sup>。由于该术式明显减少了跟骨骨量, Bofeli 等提出了一种改良 Dwyer 截骨术,在原手术基础上,将楔形骨块旋转并重新纵向插入跟骨中,以保留跟骨长度增加跟骨的高度<sup>[27, 28]</sup>。1 例已经因陈旧性跟骨骨折行距下关节融合术的患者仍然存在前足和后足的畸形,通过改良 Dwyer 截骨和 Cotton 中足截骨显著改善了患足的形态和疼痛,术后两年的随访满意度较高<sup>[27]</sup>。

对于跟骨 Böhler 角或跟骨高度明显丢失的患者, Yu 等提出了一种舌型截骨和自体骨移植的术式<sup>[29]</sup>。该术式主要通过跟骨后结节位置的舌型截骨,抬高跟骨后关节面,在抬高后下方的空隙行自体骨移植。对 26 例跟骨畸形愈合术后进行了平均 34.2 个月的随访发现,美国骨科足踝学会(AOFAS)踝和后脚评分平均为 85.9 分,显著高于术前,放射学显示 Böhler 角、Gissane 角、跗骨倾角、跟骨宽度和高度在很大程度上得到改善。但 6 例患者出现创面边缘坏死,2 例患者有浅表感染。1 例患者在手术后 2 年由于距下关节炎需要进行距下关节融合手术<sup>[29]</sup>。

对于原发骨折在一年内的跟骨畸形愈合, Romash 等提出了一种沿原骨折线截骨,当作新鲜骨折,使畸形愈合的骨折重新复位,恢复距下关节的一致性,缩小足跟,恢复高度,从而缓解症状<sup>[20, 30]</sup>。5 例患者在受伤后平均 2.9 个月接受了沿主要骨折线进行的矫正截骨、关节重新匹配、软组织平衡和二次内固定治疗。在平均 4.1 年的随访期内,所有

患者对治疗结果感到满意。AOFAS 评分的平均值从术前的 19.0 显著改善到随访时的 81.2。放射学参数(Böhler 角、跗骨高度和跟部宽度)得到了实质性的纠正<sup>[30]</sup>。在发展为踝下关节炎之前,对早期遇到的关节内愈合不良的跟骨骨折,进行保留关节的截骨和轴向重新定位可以是一种治疗选择<sup>[30]</sup>。

对于伴有轻微畸形但存在明显距下关节炎的症状性跟骨畸形愈合(Stephens II 型, Zwipp 1 型),可以考虑原位踝下关节融合<sup>[31, 32]</sup>。进行原位距下关节融合时不增加跟骨高度。如果必要,该手术可以与外侧壁截骨术结合进行。通过先前用于开放性内固定或附骨窦切口来暴露距下关节。距下关节的关节面去除所有软骨,移除所有硬化骨。6.5 mm 螺钉轴向固定。必要时在关节间隙处移植自体或异体骨。术后固定患者 2 周,以促使伤口愈合。限制负重 6~8 周,然后逐渐增加负重。原位踝下关节融合成功率较高(>90%),疼痛和功能改善明显<sup>[33~36]</sup>。高龄、吸烟者和糖尿病会对融合成功率和切口愈合有显著影响<sup>[34, 36]</sup>。当跟骨高度丢失严重或存在 10° 以内的内外翻畸形时,可行距下关节撑开植骨融合,植骨时尽量选择三平面皮质骨的髂骨以增加支撑,轻度的内外翻畸形可以通过距下关节融合时矫正<sup>[37]</sup>。如严重的内外翻畸形需配合 Dwyer 截骨或改良 Dwyer 截骨。多关节的融合术应谨慎选择,仅 MRI 明确提示多个关节严重退变且体格检查发现局部疼痛明确时可考虑。严重的跟骨畸形术后的软组织缺失或张力较大一直是临床难题,有研究提出 Ilizarov 外架分期治疗严重的跟骨畸形,一期外架牵引,二期再做最终重建<sup>[38]</sup>。14 例采用分期策略治疗的严重跟骨愈合不良患者, Ilizarov 一期固定和总固定的平均时间分别为 21.4 天和 41.0 天,术后放射学显示跟骨高度、跟骨宽度、跟骨结节高度和距骨倾斜角得到了很大程度的改善( $P < 0.01$ )。只有 1 例患者在第一阶段治疗中出现轻度的针孔感染,1 例患者在第二阶段手术后出现浅表创面感染<sup>[38]</sup>。

综上,有症状的跟骨骨折畸形愈合是由明确的病理解剖学机制引起的,在进行手术治疗之前,需要进行患者仔细评估和非手术治疗尝试。需要根据患者的具体症状与骨折畸形的病理解剖学之间的关系进行个性化的治疗。复杂的跟骨畸形可能需要选择性的结合截骨、撑开重建、关节融合、环形外架分期治疗等不同术式。应在尽可能的保留局部关节的功能以及减少创伤的前提下,解除患者的疼痛、改善足形,提高生活质量。

#### 【参考文献】

[1] O'Connell F, Mital MA, Rowe CR. Evaluation of Modern Management

- of Fractures of the Os Calcis[J]. Clinical Orthopaedics and Related Research, 1972, 83:214-223.
- [2] Guan X, Xiang D, Hu Y, et al. Malunited calcaneal fracture: the role and technique of osteotomy-a systematic review [J]. Int Orthop, 2021, 45(10):2663-2678.
- [3] Damian G, Nick P, Ewart S, et al. Operative versus non-operative treatment for closed, displaced, intra-articular fractures of the calcaneus: randomised controlled trial[J]. BMJ, 2014, 349:4483.
- [4] Rammelt S, Sangeorzan BJ, Swords MP. Calcaneal Fractures - Should We or Should We not Operate? [J]. Indian J Orthop, 2018, 52(3):220-230.
- [5] Ebben BJ, Myerson M, Management of the Subtalar Joint Following Calcaneal Fracture Malunion[J]. Foot Ankle Clin, 2022, 27(4):787-803.
- [6] Iceman KL, Magnus MK, Roukis TS. Salvaging the Unsalvageable Severe Malunion Deformity After Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures: What Options Exist? [J]. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery, 2019, 36(2):339-347.
- [7] El-Hawary A, Kandil YR, Ahmed M, et al. Distraction subtalar arthrodesis for calcaneal malunion: comparison of local versus iliac bone graft[J]. Bone Joint J, 2019, 101-b(5):596-602.
- [8] Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. Calcaneus fractures: a review article[J]. Foot Ankle Clin, 2005, 10(3):463-468.
- [9] Reddy V, Fukuda T, Ptaszek AJ. Calcaneus malunion and nonunion [J]. Foot Ankle Clin, 2007, 12(1):125-135.
- [10] Braly WG, Bishop JO, Tullos HS. Lateral decompression for malunited os calcis fractures[J]. Foot Ankle, 1985, 6(2):90-96.
- [11] Mulcahy DM, McCormack DM, Stephens MM. Intra-articular calcaneal fractures: effect of open reduction and internal fixation on the contact characteristics of the subtalar joint[J]. Foot Ankle Int, 1998, 19(12):842-848.
- [12] Lee HS, Kim WJ, Park ES, et al. Mid-term follow-up results of calcaneal reconstruction for calcaneal malunion [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1):43.
- [13] Iceman KL, Magnus MK, Roukis TS. Salvaging the Unsalvageable Severe Malunion Deformity After Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures: What Options Exist? [J]. Clin Podiatr Med Surg, 2019, 36(2):339-347.
- [14] Qiang M, Zhang K, Chen Y, et al. Computer-assisted virtual surgical technology in pre-operative design for the reconstruction of calcaneal fracture malunion[J]. Int Orthop, 2019, 43(7):1669-1677.
- [15] Atkins RM. The treatment of calcaneal malunion[J]. Foot Ankle Clin, 2014, 19(3):521-540.
- [16] Elbatawy A, Elgammal M, Zayid T, et al. Pediatric Microsurgery in the Reconstruction of Complex Posttraumatic Foot and Ankle Defects: A Long-Term Follow-Up with a Comprehensive Review of the Literature[J]. J Reconstr Microsurg, 2021, 37(3):193-200.
- [17] Konovalchuk N, Sorokin E, Fomichev V, et al. Is There a Borderline Value in the Radiological Findings of Patients With Calcaneal Malunion That May Help to Select an Appropriate Treatment Option? [J]. Foot Ankle Int, 2022, 43(1):42-48.
- [18] Crosby LA, Fitzgibbons T. Intraarticular calcaneal fractures. Results of closed treatment[J]. Clin Orthop Relat Res, 1993, 290:47-54.
- [19] Stephens HM, Sanders R. Calcaneal malunions: results of a prognostic computed tomography classification system [J]. Foot Ankle Int, 1996, 17(7):395-401.
- [20] Rammelt S, Zwipp H. Corrective arthrodeses and osteotomies for post-traumatic hindfoot malalignment: indications, techniques, results[J]. Int Orthop, 2013, 37(9):1707-1717.
- [21] Cotton FJ. Old os calcis fractures[J]. Annals of Surgery, 1921, 74:3.
- [22] Zhang T, Chen W, Yu G, et al. A Novel Method of Simultaneous In Situ Decompression of Lateral Calcaneal Bulge and Subtalar Arthrodesis Via a Single Incision for Malunion After Calcaneal Fractures[J]. Orthop Surg, 2020, 12(3):827-835.
- [23] Abrams BE, Wavreille VA, Hettlich BF, et al. Corrective osteotomy and partial tarsal arthrodesis in two greyhounds with calcaneal malunion[J]. Vet Surg, 2020, 49(8):1600-1608.
- [24] Al-Ashhab ME. Treatment for calcaneal malunion[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2013, 23(8):961-966.
- [25] Dwyer FC. Osteotomy of the calcaneum for pes cavus[J]. J Bone Joint Surg Br, 1959, 41-b(1):80-86.
- [26] Farouk A, Ibrahim A, Abd-Ella MM, et al. Effect of Subtalar Fusion and Calcaneal Osteotomy on Function, Pain, and Gait Mechanics for Calcaneal Malunion[J]. Foot Ankle Int, 2019, 40(9):1094-1103.
- [27] Boffeli TJ, Abben KW. Modified Dwyer osteotomy with rotation and reinsertion of autograft bone wedge for residual heel deformity despite previous delayed subtalar joint arthrodesis after calcaneal fracture [J]. J Foot Ankle Surg, 2014, 53(6):799-805.
- [28] Wang B, Guan X, Hu Y, et al. Multiple Reconstructive Osteotomy Treating Malunited Calcaneal Fractures Without Subtalar Joint Fusion[J]. Orthop Surg, 2023, 15(3):810-818.
- [29] Yu GR, Hu SJ, Yang YF, et al. Reconstruction of calcaneal fracture malunion with osteotomy and subtalar joint salvage: technique and outcomes[J]. Foot Ankle Int, 2013, 34(5):726-733.
- [30] Rammelt S, Grass R, Zwipp H. Joint-preserving osteotomy for malunited intra-articular calcaneal fractures[J]. J Orthop Trauma, 2013, 27(10):234-248.
- [31] Banerjee R, Saltzman C, Anderson RB, et al. Management of calcaneal malunion[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2011, 19(1):27-36.
- [32] Woo SH, Goh TS, Ahn TY, et al. Subtalar distraction arthrodesis for calcaneal malunion - comparison of structural freeze-dried versus autologous iliac bone graft[J]. Injury, 2021, 52(4):1048-1053.
- [33] Clare MP, Lee WE, Sanders RW. Intermediate to long-term results of a treatment protocol for calcaneal fracture malunions[J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87(5):963-973.
- [34] Savva N, Saxby TS. In situ arthrodesis with lateral-wall osteotomy for the sequelae of fracture of the os calcis[J]. J Bone Joint Surg Br, 2007, 89(7):919-924.
- [35] Davies MB, Rosenfeld PF, Stavrou P, et al. A comprehensive review of subtalar arthrodesis[J]. Foot Ankle Int, 2007, 28(3):295-297.
- [36] Haskell A, Pfeiff C, Mann R. Subtalar joint arthrodesis using a single lag screw[J]. Foot Ankle Int, 2004, 25(11):774-7.
- [37] 俞光荣, 李兵, 杨云峰, 等. 创伤性跟骨畸形的矫正与重建 [J], 中国骨与关节外科杂志, 2010, 3(5):374-378.
- [38] Gan TJ, Li YX, Liu X, et al. Staged Ilizarov distraction histogenesis and corrective reconstruction for severe malunited calcaneal fractures [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2023, 143(6):2845-2854.

(收稿日期:2024-01-12;修回日期:2024-02-26)

(本文编辑:彭 羽)