

· 技术创新 ·

跖趾关节成形克氏针固定治疗晚期 Freiberg 病[△]李琦¹, 马富强^{2*}, 王翔宇², 周占锋¹

(1. 郑州市中心医院骨科, 河南郑州 450000; 2. 郑州市骨科医院足踝外科, 河南郑州 450000)

摘要: [目的] 介绍跖趾关节成形克氏针固定治疗中晚期 Freiberg 病的手术技术和初步临床结果。[方法] 2020 年 3 月—2023 年 12 月 20 例 Freiberg 病的患者均采用阴阳锉辅助进行跖趾关节塑形联合克氏针固定治疗。手术采用患侧跖趾关节背侧纵行切口, 逐层切开, 保护趾长伸肌腱并牵开, 从背侧切开跖趾关节囊, 显露跖趾关节间隙, 清除跖趾关节周围游离剥脱的软骨游离体, 脱位跖趾关节, 用阴锉打磨跖骨头, 剔除表面部分软骨及硬化骨, 修整肥大增生骨赘至跖骨头圆滑, 经皮斜行穿入 1~2 枚钛针固定跖趾关节, 用周围的脂肪、切断的跖短伸肌腱及部分关节囊组织填充跖趾关节间隙, 全层缝合切口。[结果] 所有患者均获得随访, 随访时间平均 (20.1±11.2) 个月。AOFAS 评分由术前的 (68.7±6.1) 分显著提高至术后 6 个月的 (91.0±4.2) 分 ($P<0.05$); 与术前相比, 术后 6 个月跖趾关节跖屈、背伸活动度差异无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 采用阴阳锉辅助进行跖趾关节塑形联合克氏针固定治疗中晚期 Freiberg 病, 创伤小, 操作简单, 是较为可靠的一种治疗方案。

关键词: Freiberg 病, 阴阳锉, 关节成形, 克氏针, 固定**中图分类号:** R681.8**文献标志码:** A**文章编号:** 1005-8478 (2025) 21-1984-05

Metatarsophalangeal arthroplasty with Kirschner wire fixation for advanced Freiberg disease // LI Qi¹, MA Fu-qiang^{2*}, WANG Xiang-yu², ZHOU Zhan-feng¹. 1. Department of Orthopaedics, Central Hospital of Zhengzhou City, Zhengzhou 450000, Henan, China; 2. Department of Foot and Ankle Surgery, Orthopaedic Hospital of Zhengzhou City, Zhengzhou 450000, Henan, China

Abstract: [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical results of metatarsophalangeal arthroplasty with Kirschner wire fixation in the treatment of advanced Freiberg disease. [Methods] From March 2020 to December 2023, 20 patients with end-stage Freiberg disease underwent metatarsophalangeal shaping with the concave-convex reamers and Kirschner wire fixation. A longitudinal incision was made on the dorsal side of the metatarsophalangeal joint of the affected side, which was made layer by layer to protect and retract the extensor digitorum longus tendon. The metatarsophalangeal capsule was cut from the back side to expose the the metatarsophalangeal space, remove the free and exfoliated cartilage around the joint. Displace the joint, polish the metatarsal head with the concave reamer, while the phalangeal base with convex reamer to remove the cartilage and hardened bone, and trim the hyperplastic osteophyte until the metatarsal head and phalangeal base became smooth. The metatarsophalangeal joint was fixed by one or two percutaneous titanium Kirschner wires, with the joint space filled with the surrounding fat tissue, severed extensor brevis tendon and part of capsule tissue. [Results] All patients were operated on smoothly and followed up for an average of (20.1±11.2) months. AOFAS score was significantly increased from (68.7±6.1) before surgery to (91.0±4.2) 6 months postoperatively ($P<0.05$). There was no significant change in plantar flexion-dorsal extension range of motion of the joint 6 months after operation compared with that before operation ($P>0.05$). [Conclusion] This metatarsophalangeal arthroplasty with concave-convex reamers combined with Kirschner wire fixation for advanced Freiberg disease is a relatively reliable treatment with benefits of less trauma and simple operation.

Key words: Freiberg disease, concave-convex reamers, arthroplasty, Kirschner wire, fixation

Freiberg 病又被称为跖骨头缺血性坏死、跖骨头骨软骨病等, 是由 Freiberg 首次报道并以其名字命名^[1]。该病进展缓慢, 是引起前足疼痛的常见疾病之一^[2]。该疾病常发生于第 2 跖骨头, 亦可发生在第 3

跖骨头, 第 4、5 跖骨头受累罕见, 且女性发病率高于男性, 尤其好发于青少年女性、舞蹈演员和运动员等人群。其病因尚不清楚^[3], 与反复微创伤、全身性疾病及遗传因素有密切关系^[4, 5]。主要特征是跖趾关

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110594

[△]基金项目:河南省医学科技攻关计划(联合共建项目)(编号:LHGJ20191143)

作者简介:李琦, 主治医师, 研究方向:足踝外科, (电子信箱)317009070@qq.com

* 通信作者:马富强, (电子信箱)doctorma427@126.com

节僵硬、肿胀，跖骨头跖侧压痛，逐渐出现跖骨头变扁、塌陷，跖趾关节退行性改变，最终出现跖趾关节骨性关节炎。

Freiberg 病目前常用的分型为 Smillie 分期^[6]，对于 I 期患者，采用消炎止痛药物，佩戴矫正鞋垫等保守治疗可取得较好的临床疗效，对于 II、III 期患者，采用跖骨远端楔形截骨保留跖骨头的手术矫正，而对于 IV、V 期的患者，出现跖骨头变扁、周围大量骨质增生，跖骨头软骨蜕变严重，需要进行跖趾关节置换或跖趾关节成形手术治疗。2020 年 3 月—2023 年 12 月本院采用阴阳锉辅助进行跖趾关节塑形联合克氏针固定，治疗 20 例 Freiberg 病患者，取得满意的临床疗效，现报道如下。

1 手术技术

1.1 术前准备

入院后均给予足部 CT 检查及负重正侧位 X 线片检查（图 1a, 1b），所有患者均采用阴阳锉辅助进行跖趾关节塑形联合克氏针固定择期手术治疗。

1.2 麻醉与体位

所有患者均由同一名主刀医师完成手术，腰硬联合麻醉成功后，患者取仰卧位。

1.3 手术操作

常规消毒、铺巾，上止血带，取患侧跖趾关节背侧纵行切口，长约 5 cm，逐层切开，保护趾长伸肌腱并牵开，显露跖趾关节，从背侧切开跖趾关节囊（图 1c），显露跖趾关节间隙，清除跖趾关节周围游离剥脱的软骨游离体（图 1d），脱位跖趾关节，骨撬撬剥患肢跖骨头并保护周围软组织，用阴锉打磨跖骨头，剔除表面部分软骨及硬化骨，修整肥大增生骨赘至跖骨头圆滑（图 1e），检查跖骨头修整情况，保障其周围无增生骨质，并全部剔除跖骨头上的软骨及部分软骨下骨后，生理盐水冲洗切口后，复位跖趾关节，在助手辅助下牵引患肢跖趾关节，使其跖趾关节间隙保持在 0.5~1 cm（图 1f），从患趾内或外侧经皮斜行穿入 1~2 枚钛针固定跖趾关节，术中应用 X 线机透视，确保钛针固定在患肢跖趾关节上，钛针留于体外，用周围的脂肪、切断的跖短伸肌腱及部分关节囊组织填充跖趾关节间隙，全层缝合切口，留于皮外的钛针用保护套管保护，避免刮伤周围皮肤，无菌纱布加压包扎，石膏外固定。

1.4 术后处理

术后 24 h 内给予消炎、消肿、止痛药物对症治

疗，行钉道护理，早期进行其他足趾、踝关节及髌、膝关节屈伸活动，每隔 2~3 d 换药 1 次，术后 2 周拆线，短腿石膏固定 4 周，术后 4 周拔出钛针，先进行跖趾关节被动屈伸活动锻炼，再配合跖趾关节行主动屈伸活动锻炼，坚持睡前温水泡脚 20 min，改善局部血液循环，1~2 周内拄拐部分负重锻炼，术后 6 周进行完全负重锻炼。

2 临床资料

2.1 一般资料

本组共 20 例患者，Smillie 分期 IV 期 8 例，V 期 12 例，其中男 5 例，女 15 例，年龄 18~42 岁，平均（25.9±5.9）岁。发病在第 2 跖骨头 16 例，第 3 跖骨头 4 例，均为单足单关节发病。主要症状：跖趾关节肿胀、跖骨跖侧或背侧有压痛，可触及跖骨头骨质硬化肥大，跖趾关节活动受限，部分患者足底有胼胝体。均存在典型的临床症状，X 线片见跖骨头塌陷，保守治疗无效。

2.2 初步结果

20 例患者均获得随访，随访时间 6~30 个月，平均（20.1±11.2）个月。所有患者切口均 I 期愈合，未发生感染、内固定断裂、皮肤坏死等并发症。美国骨科足踝外科协会（American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS）踝及后足评分^[7]由术前的（68.7±6.1）分显著提高到术后 6 个月的（91.0±4.2）分（ $P<0.001$ ），所有患者症状得到明显改善。跖趾关节活动度术前跖屈（20.0±3.2）°、背伸（24.3±3.3）°与术后 6 个月跖屈（21.0±2.3）°、背伸（24.6±3.2）°比较，差异无统计学意义（ $P=0.660$ ； $P=0.520$ ）。

3 讨论

Freiberg 病因复杂且不明确，发病隐匿，早期症状不典型，休息后可缓解，临床漏诊、误诊率较高。早期采用保守治疗^[8, 9]，如应用消炎止痛药物，避免剧烈运动，佩戴矫正鞋垫等减少前足负重压力，缓解疼痛症状。对于保守治疗无效的患者，可考虑手术治疗，手术治疗包括钻孔减压术、跖骨闭合楔形截骨术等改变跖骨头生物力学和异常的生理状态为主的手术和关节清理术、跖趾关节成形术、骨软骨移植术、跖趾关节置换术等恢复关节面的平整，降低骨性关节炎发生的手术^[10-15]。Freiberg 病的手术治疗方法众多，由于 Freiberg 病发病率相对较低，无大样本、多中心

前瞻性的研究报道，上述的手术方案是对疾病不同阶段提出的治疗方案，不一定是最佳的治疗选择，因此

该疾病的治疗“金标准”无法确定，需要对患者的情况全面评估后制定个体化的治疗方案。

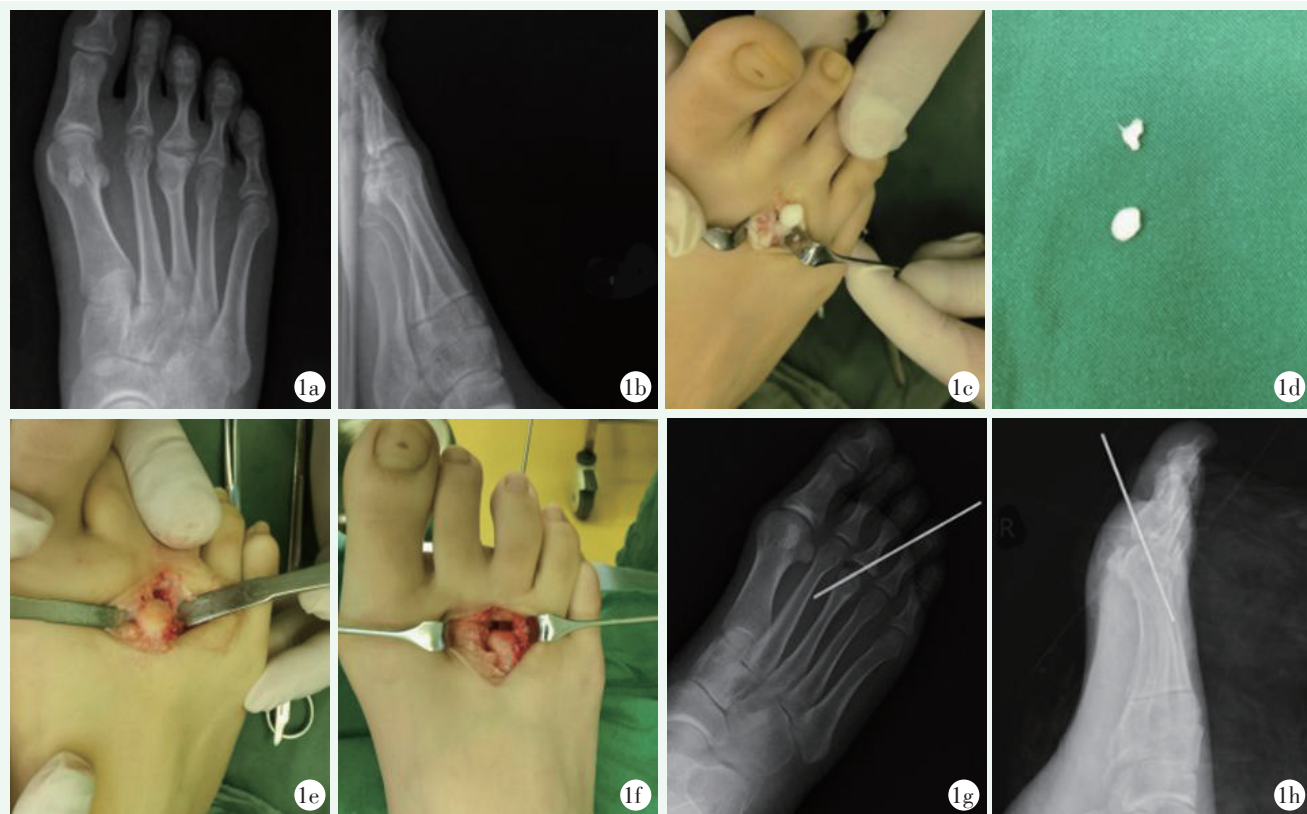


图 1. 患者女性，23 岁，右足行走疼痛不适 12 个月。1a, 1b: 右足正侧位 X 线片示第 3 跖骨头扁平、畸形、关节炎，Smillie V 期 Freiberg 病；1c: 术中切开第 3 跖趾关节囊，可见游离软骨块；1d: 取出的游离软骨块外观；1e: 修整第 3 跖骨头使其光滑圆润；1f: 钛针固定跖趾关节后保留的跖趾关节间隙；1g, 1h: 术后即刻正侧位 X 线片所见。

Figure 1. A 23-year-old female had walking pain and discomfort in her right foot for 12 months. 1a, 1b: Anteroposterior (AP) and lateral X rays revealed flat, malformed, arthritic change of the third metatarsal head, met to Smillie stage V Freiberg disease; 1c: As the third metatarsophalangeal capsulotomy conducted, loose bodies were seen; 1d: Appearance of the removed loose bodies; 1e: Trimming the third metatarsal head to make it smooth and round; 1f: The metatarsophalangeal space retained after fixation with a titanium Kirschner wire; 1g, 1h: AP and lateral X rays findings immediately postoperatively.

Smillie 根据 Freiberg 病的病理变化分为 5 期，是目前大家公认的、应用最广泛的分期。对于Ⅱ、Ⅲ期患者的治疗方法诸多，普遍认为保关节治疗^[16-18]，即通过截骨重塑跖骨头重建关节面的匹配，截骨通过祛除坏死组织，抬高跖骨头，减少跖骨头的压力，保留跖侧相对完整的关节软骨与近节趾骨关节；对于Ⅳ、Ⅴ期患者，跖侧关节软骨已经受损破坏，采用背侧闭合楔形截骨重建关节面不能达到预期效果；曹慧^[19]报道，采用背侧闭合楔形截骨治疗 28 例 Freiberg 病，认为该方法治疗 Smillie Ⅳ、Ⅴ期术后效果改善不明显，比较适用于Ⅱ、Ⅲ期的患者；郭建斌等^[20]采用跖趾关节成形加趾长伸肌腱延长术治疗 31 例 Freiberg 病患者，获得良好的临床疗效。而采用跖趾关节置换来治疗 Smillie Ⅳ、Ⅴ期的患者，可以减少疼痛，恢复关节的活动度和稳定性，但是假体使用

寿命有限，价格昂贵，假体松动、磨损、异物反应及感染等并发症的发生不可避免。

本研究采用阴阳锉辅助修整跖骨头，剔除表面的软骨及硬化骨，进行跖趾关节成形，并使用钛针 1~2 枚经皮固定跖趾关节，保留跖趾关节的间隙并用切断的跖短伸肌腱及部分关节囊组织间隔填充来治疗 Smillie Ⅳ、Ⅴ期中晚期患者 20 例，术后未出现感染等并发症，末次随访 AOFAS 评分为 (91.0 ± 4.2) 分，较术前 (68.7 ± 6.1) 分显著提高。但本研究发现，术前与术后跖趾关节的活动度改变不大，考虑术前因跖骨头变形影响跖趾关节的活动度，术后跖趾关节形成假关节，与正常的跖趾关节活动度相比，跖趾关节屈伸活动度减少，亦有部分患者术后在进行跖趾关节屈伸活动锻炼时恐惧疼痛，导致跖趾关节屈伸锻炼欠佳，但患者临床不适症状获得明显改善。该疗法

用阴阳锉修整跖骨头, 确保跖骨头的光滑圆润, 亦保留了跖骨的长度, 避免肌力减弱导致推进动力降低引起转移性跖骨痛的发生。跖趾关节间填充跖短伸肌腱、关节囊及脂肪组织, 阻止活动跖趾关节时引起的碰撞, 保持跖趾关节纤维连接, 既减轻患者的疼痛, 也保留了跖趾关节的活动度; 经皮 1~2 枚钛针固定跖趾关节, 早期可以维持跖趾关节间隙, 为肌腱、脂肪等间隔填充物形成瘢痕组织营造时间, 有利于假关节的形成, 该方法简单、有效, 力学性能稳定, 避免 2 次手术及内固定存体内的风险。

Freiberg 病较为罕见, 发病机制目前仍有争议, 但对于中、晚期患者进行手术治疗已成为共识, 本研究采用阴阳锉辅助进行跖趾关节塑形联合克氏针固定来治疗该疾病, 创伤小, 操作简单, 在未明显改变足部生物力学结构的情况下, 既减轻了疼痛症状, 又保留了跖趾关节的外形及活动度, 改善患者的生活质量, 是较为可靠的一种治疗方案。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 李琦: 酝酿和设计实验、起草文章、统计分析; 马富强: 数据采集分析和解释数据、起草文章、统计分析; 王翔宇: 分析和解释数据、文章审阅、获取研究经费、指导; 周占锋: 分析和解释数据、文章审阅、指导

参考文献

- [1] Freiberg AH. Infraction of the second metatarsal bone, a typical injury [J]. Surg Gynecol Obstet, 1914, 19: 191-193.
- [2] Damiano J. Forefoot pain [J]. Rev Prat, 2010, 3: 345-352.
- [3] Gauthier G, Elbaz R. Freiberg's infraction: a subchondral bone fatigue fracture. A new surgical treatment [J]. Clin Orthop Relat Res, 1979, 142 (142): 93-95.
- [4] Ozkan Y, Oztürk A, Ozdemir R, et al. Interpositional arthroplasty with extensor digitorum brevis tendon in Freiberg's disease: A new surgical technique [J]. Foot Ankle Int, 2008, 29 (5): 488-492. DOI: 10.3113/FAI-2008-0488.
- [5] Al-Ashhab MEA, Kandel WA, Rizk AS. A simple surgical technique for treatment of Freiberg's disease [J]. Foot, 2013, 23 (1): 29-33. DOI: 10.1016/j.foot.2012.12.003.
- [6] Smillie IS. Treatment of Freiberg's infraction [J]. Proc R Soc Med, 1967, 60 (1): 29-31.
- [7] Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, et al. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes [J]. Foot Ankle Int, 1994, 15 (7): 349-353. DOI: 10.1177/107110079701800315.
- [8] Helix-Giordanino M, Randier E, Frey S, et al. Treatment of Freiberg's disease by Gauthier's dorsal cuneiform osteotomy: Retrospective study of 30 cases [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2015, 101 (6 Suppl): 221-225. DOI: 10.1016/j.otsr.2015.07.010.
- [9] Schade VL. Surgical management of Freiberg's infraction: A systematic review [J]. Foot Ankle Spec, 2015, 8 (6): 498-519. DOI: 10.1177/1938640015585966.
- [10] Kilic A, Cepni KS, Aybar A, et al. A comparative study between two different surgical techniques in the treatment of late-stage Freiberg's disease [J]. Foot Ankle Surg, 2013, 19 (4): 234-238. DOI: 10.1016/j.fas.2013.06.004.
- [11] Sahil K, Jong ML, Bilal J, et al. Successful treatment of advanced Freiberg's disease with a modified Weil osteotomy, 5-year follow up: A Pilot case series with a review of the literature [J]. Foot (Edinburgh, Scotland), 2023, 57: 101952. DOI: 10.1016/j.foot.2022.101952.
- [12] Francisco S, Felipe MB, Jorge K. Treatment of Freiberg's disease using a reverse pedicled metatarsal bone flap: Case report [J]. Microsurgery, 2024, 44 (1): e31058. DOI: 10.1002/micr.31058.
- [13] 纪霖峰, 张明珠, 张建中, 等. Swanson 人工跖趾关节置换术治疗终末期第二跖趾关节病 [J]. 足踝外科电子杂志, 2023, 10 (2): 9-13.
Ji LF, Zhang MZ, Zhang JZ, et al. Treatment of late-stage second metatarsophalangeal joint disease using a double stemmed flexible silicone prosthesis [J]. Electronic Journal of Foot and Ankle Surgery, 2023, 10 (2): 9-13.
- [14] 周鹏, 李慎松, 杨小杰, 等. 改良 Weil 截骨术联合 Herbert 钉内固定治疗 Freiberg 病的疗效观察 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36 (12): 1331-1333. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.12.034.
Zhou P, Li SS, Yang XJ, et al. Observation of the therapeutic effect of modified Weil osteotomy combined with Herbert nail fixation for Freiberg's disease [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2021, 36 (12): 1331-1333. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.12.034.
- [15] 田钊, 韩娟丽, 尚驰, 等. 背侧楔形截骨术治疗第 2 跖骨头坏死 [J]. 临床骨科杂志, 2022, 25 (4): 512-514. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2022.04.020.
Tian Z, Han JL, Shang C, et al. Treatment of necrosis of the second metatarsal head with dorsal wedge osteotomy [J]. Journal of Clinical Orthopaedics, 2022, 25 (4): 512-514. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2022.04.020.
- [16] Kazuya I, Masahiro M, Masamitsu K, et al. Extra-articular dorsal closing-wedge osteotomy to treat late-stage Freiberg disease using polyblend sutures: technical tips and clinical results [J]. Int Orthop, 2014, 38 (7): 1401-1405. DOI: 10.1007/s00264-014-2381-3
- [17] 蒋宁, 李金坤, 曾宪铁. Freiberg 病的评估与治疗进展 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2023, 16 (8): 756-761. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2023.08.14.
Jiang N, Li JK, Zeng XT. Evaluation and treatment progress of Freiberg disease [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Surgery, 2023, 16 (8): 756-761. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2023.08.14.

(下转 1992 页)

- Liu YL. Improved tibial transvers transport technique on the surgical treatment of diabetic foot ulcer and vasculitis ulcer [J]. Journal of Practical Hand Surgery, 2022, 36 (1) : 43-47. DOI: 10.3760/cma.j.cn421213-20210109-01013.
- [14] 苏永锋, 丁毅, 赵永鑫, 等. 胫骨横向骨搬运治疗重度感染糖尿病足 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (19) : 1735-1741. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.19.02.
- Su YF, Ding Y, Zhao YX, et al. Tibia transverse transport for severely infected diabetic foot [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (19) : 1735-1741. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.19.02.
- [15] Patwa JJ, Krishnan A. Buerger's Disease (Thromboangiitis Obliterans)- Management by Ilizarov's technique of horizontal distraction. A retrospective study of 60 cases [J]. Indian J Surg, 2011, 73 (1) : 40-47. DOI: 10.1007/s12262-010-0186-1.
- [16] Kulkarni S, Kulkarni G, Shyam AK, et al. Management of thromboangiitis obliterans using distraction osteogenesis: A retrospective study [J]. Indian J Orthop, 2011, 45 (5) : 459-464. DOI: 10.4103/0019-5413.83954.
- [17] Chouhan A, Meena DS, Meena UK, et al. Limb salvage in Buerger's disease by distraction histogenesis: A prospective study with literature review [J]. J Clin Orthop Trauma, 2019, 10 (5) : 981-985. DOI: 10.1016/j.jcot.2018.08.011.
- [18] Simpson AH. The blood supply of the periosteum [J]. J Anat, 1985, 140 (Pt 4) : 697-704.
- [19] Ou S, Xu C, Yang Y, et al. Transverse tibial bone transport enhances distraction osteogenesis and vascularization in the treatment of diabetic foot [J]. Orthop Surg, 2022, 14 (9) : 2170-2179. DOI: 10.1111/os.13416.
- (收稿:2024-04-15 修回:2025-02-13)
(同行评议专家:蔡振存, 付存磊)
(本文编辑:郭秀婷)

(上接 1987 年)

- [18] 杨鑫权. Freiberg 病现状及其手术治疗进展 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36 (4) : 445-448. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.04.042.
- Yang XQ. Current status and surgical treatment progress of Freiberg disease [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Surgery, 2021, 36 (4) : 445-448. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.04.042.
- [19] 曹慧. 背侧闭合楔形截骨治疗 Freiberg 病的临床研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2019.
- Cao H. Clinical study of dorsal closed wedge osteotomy in the treatment of Freiberg disease [D]. Changchun: Jilin University, 2019.
- [20] 郭建斌, 闫金洪, 郭海涛, 等. 跖趾关节成形加趾长伸肌腱延长术治疗 Freiberg 病 [J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20 (20) : 1888-1890. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2012.20.19.
- Guo JB, Yan JH, Guo HT, et al. Treatment of Freiberg's disease by metatarsophalangeal joint arthroplasty and extensor digitorum longus tendon lengthening [J]. Orthopedic Journal of China, 2012, 20 (20) : 1888-1890. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2012.20.19.
- (收稿:2024-08-08 修回:2025-04-11)
(同行评议专家:侯存强, 漆伟, 李雪)
(本文编辑:闫承杰)