

· 指南解读 ·

《第三代微创手术治疗拇外翻临床指南》要点解读

李广翼,施忠民,马昕

【摘要】 本文针对中国医师协会骨科医师分会足踝基础与矫形外科学组、中国医师协会运动医学医师分会足踝专业学组、中国中西医结合学会骨伤科分会足踝专家委员会于2024年发布的“clinical guideline on the third generation minimally invasive surgery for hallux valgus”(《第三代微创手术治疗拇外翻临床指南》)进行要点解读,主要涵盖第三代微创手术治疗拇外翻的定义、适应证与禁忌证、手术技术和术后管理等全方面标准化建议,为规范应用第三代微创技术治疗拇外翻提供专业性学术指导。

【关键词】 拇外翻;内固定;微创手术;截骨术

【中图分类号】 R683.42

【文章编号】 2095-9958(2024)04-0294-06

【文献标志码】 A

DOI:10.3969/j.issn.2095-9958.2024.04.02

Key points interpretation of "clinical guideline on the third generation minimally invasive surgery for hallux valgus"

LI Guangyi, SHI Zhongmin, MA Xin

Department of Orthopaedics, Shanghai Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200233, China

Corresponding Author: SHI Zhongmin

【Abstract】 This article provides an in-depth interpretation of the key points from the "clinical guideline on the third generation minimally invasive surgery for hallux valgus", released in 2024 by the Foot and Ankle Committee of Orthopedic Branch of the Chinese Medical Doctor Association, the Foot and Ankle Committee of Sports Medicine Branch of Chinese Medical Doctor Association, and the Foot and Ankle Expert Committee of the Chinese Association for Integrative Medicine. The guideline primarily covers comprehensive standardized recommendations for the definition, indications and contraindications, surgical techniques, and postoperative management of the third generation minimally invasive surgery for hallux valgus. It aims to provide professional academic guidance for the standardized application of third generation minimally invasive techniques in the treatment of hallux valgus..

【Key words】 Hallux Valgus; Internal Fixation; Minimally Invasive Surgery; Osteotomy

拇外翻是临床常见的第1跖趾关节的进行性复杂畸形,通常伴有跖囊炎和疼痛^[1]。通常根据拇外翻角(hallux valgus angle, HVA),即第1跖骨和第1近节趾骨纵轴线之间的角度,对畸形的严重程度进行分级:轻度($15^{\circ} < HVA \leq 30^{\circ}$)、中度($30^{\circ} < HVA \leq 40^{\circ}$)和重度($HVA > 40^{\circ}$)。跖骨间角(internetatarsal angle, IMA),即第1、2跖骨纵轴延长线之间的角度,亦用于畸形严重程度的分级:轻度($IMA \leq 10^{\circ}$)、中度($10^{\circ} < IMA \leq 15^{\circ}$)和重度($IMA > 15^{\circ}$)。若保守治疗

无法缓解疼痛,且畸形不断进展,则应进行手术治疗,以减少畸形并矫正潜在的致畸应力^[2]。

拇外翻微创手术(minimally invasive surgery, MIS)具有切口小、创伤小、康复时间短、术后疼痛轻等诸多优势,受到越来越多患者的青睐^[3]。近年来,已有5篇系统性综述分析认为MIS是一种安全可靠的拇外翻矫正手术^[4-8]。目前,拇外翻MIS已发展到第三代,通过微创截骨和稳定内固定可取得良好的临床疗效。为提高临床疗效并降低并发症发生率,建议

【基金项目】 国家重点研发计划项目(2022YFC2009500)

【作者单位】 上海交通大学医学院附属第六人民医院骨科,上海 200233

【通信作者】 施忠民, E-mail: 18930177323@163.com

【引用格式】 李广翼,施忠民,马昕.《第三代微创手术治疗拇外翻临床指南》要点解读[J].中华骨与关节外科杂志,2024,17(4):294-299.

足踝外科医师在实施踇外翻MIS之前熟悉掌握足踝解剖的相关知识,积累足够的传统开放手术经验,并参加专门的MIS培训。尽管已有大量临床研究关注第三代踇外翻MIS,但其定义、适应证和手术技巧等依然没有达成广泛共识,亦缺乏高质量的循证医学证据。鉴于上述临床诊疗现状,由中国医师协会骨科医师分会足踝基础与矫形外科学组、中国医师协会运动医学医师分会足踝专业学组、中国中西医结合学会骨伤科分会足踝专家委员会牵头,联合来自中国内地、中国香港、美国、新加坡等10家医院的足踝外科专家学者共同修订、编纂了第三代踇外翻MIS的国际临床指南“clinical guideline on the third generation minimally invasive surgery for hallux valgus”(《第三代微创手术治疗踇外翻临床指南》)^[9],于2024年3月发表在华裔骨科学会(Chinese Speaking Orthopaedic Society, CSOS)和国际华人骨研学会(International Chinese Musculoskeletal Research Society, ICMRS)的官方期刊*Journal of Orthopaedic Translation*,主要涵盖第三代踇外翻MIS的定义、适应证与禁忌证、手术技术和术后管理等全方面标准化建议,为规范应用第三代踇外翻MIS提供专业性学术指导。本文拟对该指南进行临床要点解读,旨在为足踝外科医师理解指南及临床实践提供参考。

1 主要内容解读

1.1 第三代踇外翻MIS的定义

踇外翻MIS最初于1991年由Isham报道^[10],Reverdin-Isham截骨术是第一代踇外翻MIS,是第1跖骨头关节面近端的内侧楔形截骨术。在闭合楔形截骨时,保留的外侧皮质铰链可增加截骨的内在稳定性,而无需内固定^[11-12]。Bösch截骨术是第二代踇外翻MIS的典型代表,由Bösch首次描述该手术,后来Magnan对其进行了改进^[13-14]。术中使用克氏针,用于第1跖骨颈部横向截骨后进行临时固定^[15-16]。该手术最常见的并发症是术后感染,尤其是克氏针的针道表层和深层感染^[11]。

第三代踇外翻MIS是由传统的Chevron截骨术发展而来,术中在X线透视下通过3~4个小切口,使用专为MIS设计的微创动力工具和Shannon裂钻进行截骨;并使用特殊的经皮螺钉系统固定截骨端,以矫正

HVA、IMA和跖骨远端关节面角(distal metatarsal articular angle, DMAA)。第三代踇外翻MIS可分为关节外和关节内截骨术,包括微创Chevron-Akin截骨术(minimally invasive Chevron-Akin, MICA)、经皮关节外倒“L”形Chevron截骨术(percutaneous, extra-articular reverse-L chevron osteotomy, PERC)、经皮关节内Chevron截骨术、经皮微创跖骨横行截骨术等。第三代踇外翻MIS的截骨部位、内固定类型和固定所需螺钉数量各不相同,但核心技术要点一致,即微创截骨和可靠内固定^[11-17]。与前两代MIS比较,第三代踇外翻MIS由于使用了坚强内固定系统,使得截骨端更加稳定,有助于患者早期下地负重和第1跖趾关节功能锻炼^[11]。

1.2 适应证与禁忌证

适应证:轻度、中度的踇外翻,以及特定的可复性重度踇外翻(一般HVA $<45^{\circ}$, IMA $<20^{\circ}$)^[18]。当保守治疗无法控制畸形和缓解相关症状(如疼痛和穿鞋困难)时,需要进行手术治疗。踇外翻手术后畸形复发,且第1跖趾关节无明显退行性变的患者亦可行MIS^[18-19]。

严重踇外翻畸形意味着更高的技术挑战,有证据表明其术后并发症发生率较高,包括踇外翻畸形复发、延迟或不愈合及跖骨缩短伴转移性跖痛等^[7,20-22]。目前,关于矫正严重踇外翻畸形的最佳手术方法尚存分歧^[23-24]。传统上,跖骨近端截骨术被用于矫正严重踇外翻畸形,然而这些手术通常伴随较多并发症(如畸形复发、假关节形成、过度矫正)和恢复期延长等问题^[23];对于严重畸形患者,另一个不错的选择是Lapidus融合术,但这种手术技术要求高、术后恢复期长^[25]。

严重踇外翻畸形并不一定是MIS的禁忌证,手术方式的选择也取决于第1跖骨头宽度与第1、2跖间距之间的关系^[26]。近年来,与第三代踇外翻MIS相关的报道逐渐增多,这些技术被用于矫正严重的踇外翻畸形,其临床效果与传统开放式手术不相上下,并发症发生率也相当^[27]。MICA截骨术可使跖骨头的侧方移位接近100%,仅保持跖骨头内侧皮质与跖骨颈外侧皮质的接触,随着微创截骨术经验的积累,严重畸形可通过该技术进行矫正^[28-29]。

相对禁忌证包括高龄、严重骨质疏松、轻度或中

度踇僵硬、跖内收型踇外翻,以及第1跖楔关节不稳定等。手术禁忌证包括严重心肺疾病、严重糖尿病或周围血管神经病变、急性感染性疾病、严重类风湿性关节炎和痛风性关节炎、严重跖趾关节不匹配、严重跖趾关节退行性变或关节炎、严重踇僵硬等。不能配合治疗、心理或精神类疾病患者应慎重手术^[30]。

1.3 术前准备

术前准备对踇外翻MIS的成功实施至关重要,MIS需要专门的工具和器械,包括微型C型臂X线机、特殊动力系统、Shannon裂钻、MIS复位工具、微型骨膜剥离子等^[9]。

微型C型臂X线机通常放置在患足外侧,透视方向垂直于患足水平面;或将患侧小腿远端伸出床尾,患足置于已消毒铺巾的微型C型臂X线机影像增强器基座上。手术医师则建议坐在患足内侧,以方便操作^[26]。微型C型臂X线机的使用有助于实现对目标手术部位的更精准定位和评估;同时降低术中透视的辐射量,减少其对手术医师和患者的伤害^[31]。

MIS的动力系统需要相对较低转速和较高扭矩的功率设置,术者在截骨过程中可以适当加压钻头,从而快速而安全地进行截骨^[32]。微型骨膜剥离子可协助游离并保护截骨部位周围软组织,为Shannon裂钻的运行创造安全的工作空间^[33]。Shannon裂钻配合高扭矩、低转速的动力系统,旨在减少软组织损伤,包括神经损伤;Shannon裂钻已被证实在MIS术中安全有效,可极大改善患者术后功能和满意度,降低复发率和并发症发生率^[34]。神经损伤是进行MIS时普遍关心的问题,其发生率大约为2.4%^[35]。Shannon裂钻运行过程中仍然会产生热损伤,如果截骨端产生的热量过多,可导致骨坏死,这也是造成截骨端骨不连的一个重要因素。临床研究显示,通过大量生理盐水冲洗或不使用止血带、利用血流的冷却效果可以减少潜在的热损伤^[9,36]。

1.4 手术技术

MICA和经皮微创跖骨横行截骨术是最常用的第三代踇外翻MIS。与传统的Chevron截骨术比较,MICA是关节外截骨,其在以下关键方面优于关节内截骨:①关节外截骨术对关节囊的损伤最小化,有助于术后第1跖趾关节的功能锻炼,减少踇僵硬的发生;②使用Shannon裂钻进行的关节内截骨不可避免

地会产生骨碎片,尽管进行了彻底冲洗,但残留碎片仍可能留在关节内,残留碎片可能导致术后关节纤维化和僵硬;③关节外截骨允许更大的侧方移位和旋转矫正,因为截骨处的移动不受关节囊紧张的限制。

基于经皮微创跖骨横行截骨术,Lewis等^[37]报道了第四代踇外翻MIS——微创关节外横行及Akin截骨术(minimally invasive extra-articular transverse and Akin osteotomy, META)。作为一种关节外干骺端的横行“不稳定截骨”,通过三维复位操作,矫正所有冠状面/矢状面畸形和旋转畸形,最后用2个螺钉进行刚性稳定的双皮质固定。META的截骨部位和MICA相同,但只进行横行截骨,两者生物力学特性相似,但在侧方移位和旋转矫正方面横行截骨优于MICA^[37-39]。本质上,META依然属于第三代踇外翻MIS,因其核心是在截骨复位后使用专门的内固定系统、增强截骨端稳定性,以允许早期负重和康复^[11]。

第三代踇外翻MIS关节外截骨术一般在第1跖骨颈水平处进行,其截骨方向在水平面上通常垂直于第2跖骨轴线。使用Shannon裂钻进行截骨时会造成部分骨量丢失,为补偿骨缺损引起的第1跖骨短缩,截骨线可略向远端倾斜,在截骨后侧方移位跖骨头时可适度延长跖骨^[37]。在决定截骨方向时,还需根据第1跖骨和其他跖骨的相对长度来调整水平面上的截骨方向,以适度延长或缩短第1跖骨;在冠状面上,截骨方向略向跖侧倾斜,可避免转移性跖骨痛^[9,40]。

截骨完成后,通过MIS特殊髓内复位工具进行复位,矫正冠状面/矢状面畸形和旋转畸形。复位后将空心钉导针从第1跖骨的内侧基底向前外侧推进,进针方向需与第1跖骨的矢状位长轴平行,导针通过截骨近端的内侧和外侧皮质、实现“in-out-in”轨迹,最后到达跖骨头的外侧三分之一处以维持复位^[33,38]。

通过导针置入第1枚全螺纹空心钉,可通过类似的方式平行放置第2枚空心钉、以增强截骨端稳定性。为防止空心钉置入后潜在的软组织刺激,可以考虑使用斜面无头空心钉^[38]。可吸收螺钉(聚乙醇酸螺钉、聚乳酸螺钉及镁合金可吸收螺钉等)用于固定截骨端,具有较好的生物相容性和生物力学性能^[41-42];部分可吸收螺钉在置入后会逐渐膨胀,可进一步增

髓内固定的稳定性。虽然金属髓内接骨板可以作为踇外翻MIS的替代固定方法,但由于设计限制,可实现的跖骨头侧方移位有限^[43]。

与Lewis等^[37,44]的观点不同,根据作者的经验,截骨近端突出的内侧壁和内侧骨赘,除非有明显皮肤刺激症状,并不一定需要在截骨术后进行常规切除,随着时间推移,因破骨细胞的作用,突出的内侧壁和内侧骨赘会发生废用性萎缩。

和传统开放式截骨术不同,踇外翻MIS开始时一般不先进行外侧软组织松解,以确保截骨后进行畸形矫正时可借助外侧软组织张力辅助复位^[37]。截骨复位固定后是否需要外侧软组织松解仍然存在争议^[11],未来还需设计针对性的临床研究以明确踇外翻MIS进行外侧软组织松解的指征。根据既往经验,术中应仔细评估第1跖趾关节的匹配性和外侧软组织张力,当存在外翻畸形不能充分矫正或籽骨复位不足时,建议进行外侧软组织松解。

1.5 术后管理

踇外翻MIS术后标准化的敷料包扎技术对于保持术后软组织平衡和预防复发至关重要^[33,45]。包裹前足手术切口时,在第1、2趾蹠间放置无菌纱布,并施加恒定压力以保持第1跖趾关节的中立位置;其余趾蹠间也用无菌纱布分隔并包裹。术后护理和康复对于踇外翻MIS的成功至关重要。术后1d即建议患者穿前足减压鞋或步行靴,根据耐受情况进行部分负重,前足减压鞋或步行靴应穿戴至术后6周。术后6周恢复期间,需每周检查踇趾是否处于中立位置,并通过定期更换敷料或定制护具进行调节维护。为防止踇僵硬,建议在术后3d至1周即开始主动和被动活动第1跖趾关节。

2 小结

“Clinical guideline on the third generation minimally invasive surgery for hallux valgus”(《第三代微创手术治疗踇外翻临床指南》)在现有循证医学证据和研究的基础上,对第三代踇外翻MIS的定义、适应证与禁忌证、手术技术和术后管理等方面提供了全方面标准化建议和规范,以更好地服务踇外翻患者。

【利益冲突】所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Easley ME, Trnka HJ. Current concepts review: hallux valgus part 1: pathomechanics, clinical assessment, and nonoperative management[J]. *Foot Ankle Int*, 2007, 28(5): 654-659.
- [2] Shi GG, Whalen JL, Turner NS 3rd, et al. Operative approach to adult hallux valgus deformity: principles and techniques[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2020, 28(10): 410-418.
- [3] Maffulli N, Longo UG, Marinozzi A, et al. Hallux valgus: effectiveness and safety of minimally invasive surgery. A systematic review[J]. *Br Med Bull*, 2011, 97: 149-167.
- [4] Bia A, Guerra-Pinto F, Pereira BS, et al. Percutaneous osteotomies in hallux valgus: a systematic review[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2018, 57(1): 123-130.
- [5] Caravelli S, Mosca M, Massimi S, et al. Percutaneous treatment of hallux valgus: what's the evidence? A systematic review[J]. *Musculoskelet Surg*, 2018, 102(2): 111-117.
- [6] Jeyaseelan L, Malagelada F. Minimally invasive hallux valgus surgery-a systematic review and assessment of state of the art[J]. *Foot Ankle Clin*, 2020, 25(3): 345-359.
- [7] Malagelada F, Sahirad C, Dalmau-Pastor M, et al. Minimally invasive surgery for hallux valgus: a systematic review of current surgical techniques[J]. *Int Orthop*, 2019, 43(3): 625-637.
- [8] Trnka HJ, Krenn S, Schuh R. Minimally invasive hallux valgus surgery: a critical review of the evidence[J]. *Int Orthop*, 2013, 37(9): 1731-1735.
- [9] Li G, Zhang H, Wang X, et al. Clinical guideline on the third generation minimally invasive surgery for hallux valgus[J]. *J Orthop Translat*, 2024, 45: 48-55.
- [10] Isham SA. The Reverdin-Isham procedure for the correction of hallux abducto valgus. A distal metatarsal osteotomy procedure[J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 1991, 8(1): 81-94.
- [11] Del Vecchio JJ, Ghioldi ME. Evolution of minimally invasive surgery in hallux valgus[J]. *Foot Ankle Clin*, 2020, 25(1): 79-95.
- [12] Biz C, Fossier M, Dalmau-Pastor M, et al. Functional and radiographic outcomes of hallux valgus correction by minimally invasive surgery with Reverdin-Isham and Akin percutaneous osteotomies: a longitudinal prospective study with a 48-month follow-up[J]. *J Orthop Surg Res*, 2016, 11(1): 157.
- [13] Bösch P, Wanke S, Legenstein R. Hallux valgus correction

- by the method of Bösch: a new technique with a seven-to-ten-year follow-up[J]. *Foot Ankle Clin*, 2000, 5(3): 485-498.
- [14] Magnan B, Pezzè L, Rossi N, et al. Percutaneous distal metatarsal osteotomy for correction of hallux valgus[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(6): 1191-1199.
- [15] Maffulli N, Longo UG, Oliva F, et al. Bosch osteotomy and scarf osteotomy for hallux valgus correction[J]. *Orthop Clin North Am*, 2009, 40(4): 515-524.
- [16] Radwan YA, Mansour AM. Percutaneous distal metatarsal osteotomy versus distal chevron osteotomy for correction of mild-to-moderate hallux valgus deformity[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132(11): 1539-1546.
- [17] Lam KKL, Kong SW, Chow YH. Percutaneous chevron osteotomy in treating hallux valgus: Hong Kong experience and mid-term results[J]. *J Orthop*, 2015, 19(1): 25-30.
- [18] Lam P, Lee M, Xing J, et al. Percutaneous surgery for mild to moderate hallux valgus[J]. *Foot Ankle Clin*, 2016, 21(3): 459-477.
- [19] Brogan K, Voller T, Gee C, et al. Third-generation minimally invasive correction of hallux valgus: technique and early outcomes[J]. *Int Orthop*, 2014, 38(10): 2115-2121.
- [20] Tóth K, Huszanyik I, Kellermann P, et al. The effect of first ray shortening in the development of metatarsalgia in the second through fourth rays after metatarsal osteotomy[J]. *Foot Ankle Int*, 2007, 28(1): 61-63.
- [21] Filippi J, Briceno J. Complications after metatarsal osteotomies for hallux valgus: malunion, nonunion, avascular necrosis, and metatarsophalangeal osteoarthritis[J]. *Foot Ankle Clin*, 2020, 25(1): 169-182.
- [22] Al-Nammari SS, Christofi T, Clark C. Double first metatarsal and akin osteotomy for severe hallux valgus[J]. *Foot Ankle Int*, 2015, 36(10): 1215-1222.
- [23] Pinney SJ, Song KR, Chou LB. Surgical treatment of severe hallux valgus: the state of practice among academic foot and ankle surgeons[J]. *Foot Ankle Int*, 2006, 27(12): 1024-1029.
- [24] Nunes GA, de Carvalho KAM, Ferreira GF, et al. Minimally invasive Chevron Akin (MICA) osteotomy for severe hallux valgus[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143(9): 5507-5514.
- [25] Yeung T, Lui TH. Arthroscopic lapidus arthrodesis of the first tarsometatarsal joint for treatment of hallux valgus deformity of the foot[J]. *Arthrosc Tech*, 2022, 11(6): e1065-e1069.
- [26] Vernois J, Redfern DJ. Percutaneous surgery for severe hallux valgus[J]. *Foot Ankle Clin*, 2016, 21(3): 479-493.
- [27] Castellini JLA, Grande Ratti MF, Gonzalez DL. Clinical and radiographic outcomes of percutaneous third-generation double first metatarsal osteotomy combined with closing-wedge proximal phalangeal osteotomy for moderate and severe hallux valgus[J]. *Foot Ankle Int*, 2022, 43(11): 1438-1449.
- [28] Redfern D, Vernois J. Minimally invasive chevron akin (MICA) for correction of hallux valgus[J]. *Tech Foot Ankle Surg*, 2016, 15(1): 3-11.
- [29] de Carvalho KAM, Baptista AD, de Cesar Netto C, et al. Minimally invasive Chevron-Akin for correction of moderate and severe hallux valgus deformities: clinical and radiologic outcomes with a minimum 2-year follow-up[J]. *Foot Ankle Int*, 2022, 43(10): 1317-1330.
- [30] Schipper ON, Day J, Ray GS, et al. Percutaneous techniques in orthopedic foot and ankle surgery[J]. *Orthop Clin North Am*, 2020, 51(3): 403-422.
- [31] Dawe EJ, Fawzy E, Kaczynski J, et al. A comparative study of radiation dose and screening time between mini C-arm and standard fluoroscopy in elective foot and ankle surgery [J]. *Foot Ankle Surg*, 2011, 17(1): 33-36.
- [32] Chaparro F, Cárdenas PA, Butteri A, et al. Minimally invasive technique with intramedullary nail for treatment of severe hallux valgus: clinical results and surgical technique [J]. *J Foot Ankle*, 2020, 14(1): 3-8.
- [33] Toepfer A, Strässle M. 3rd generation MICA with the "K-wires-first technique" - a step-by-step instruction and preliminary results[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 66.
- [34] Gonzalez T, Encinas R, Johns W, et al. Minimally invasive surgery using a shannon burr for the treatment of hallux valgus deformity: a systematic review[J]. *Foot Ankle Orthop*, 2023, 8(1): 24730114221151069.
- [35] Barg A, Harmer JR, Presson AP, et al. Unfavorable outcomes following surgical treatment of hallux valgus deformity: a systematic literature review[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2018, 100(18): 1563-1573.
- [36] Reddy SC, Schipper ON, Li J. The effect of chilled vs room-temperature irrigation on thermal energy dissipation during minimally invasive calcaneal osteotomy of cadaver specimens[J]. *Foot Ankle Orthop*, 2022, 7(4): 24730114221136548.
- [37] Lewis TL, Lau B, Alkhalfan Y, et al. Fourth-generation minimally invasive hallux valgus surgery with metaphyseal extra-articular transverse and akin osteotomy (META): 12

- month clinical and radiologic results[J]. *Foot Ankle Int*, 2023, 44(3): 178-191.
- [38] Neufeld SK, Dean D, Hussaini S. Outcomes and surgical strategies of minimally invasive chevron/akin procedures [J]. *Foot Ankle Int*, 2021, 42(6): 676-688.
- [39] Aiyer A, Massel DH, Siddiqui N, et al. Biomechanical comparison of 2 common techniques of minimally invasive hallux valgus correction[J]. *Foot Ankle Int*, 2021, 42(3): 373-380.
- [40] Giannini S, Faldini C, Nanni M, et al. A minimally invasive technique for surgical treatment of hallux valgus: simple, effective, rapid, inexpensive (SERI)[J]. *Int Orthop*, 2013, 37(9): 1805-1813.
- [41] Choo JT, Lai SHS, Tang CQY, et al. Magnesium-based bioabsorbable screw fixation for hallux valgus surgery - a suitable alternative to metallic implants[J]. *Foot Ankle Surg*, 2019, 25(6): 727-732.
- [42] Liu C, Huang L, Zhang H, et al. Biomechanical comparison between bioabsorbable and medical titanium screws in distal chevron osteotomy of first metatarsal in hallux valgus treatment[J]. *J Mech Behav Biomed Mater*, 2022, 131: 105260.
- [43] Biz C, Crimi A, Fantoni I, et al. Functional and radiographic outcomes of minimally invasive intramedullary nail device (MIIND) for moderate to severe hallux valgus [J]. *Foot Ankle Int*, 2021, 42(4): 409-424.
- [44] Lewis TL, Ray R, Miller G, et al. Third-generation minimally invasive chevron and akin osteotomies (MICA) in hallux valgus surgery: two-year follow-up of 292 cases[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2021, 103(13): 1203-1211.
- [45] Hochheuser G. Complications of minimally invasive surgery for hallux valgus and how to deal with them[J]. *Foot Ankle Clin*, 2020, 25(3): 399-406.

【收稿日期:2024-3-20】

【本文编辑:孙维】