

拇外翻术后复发的危险因素分析和翻修手术治疗进展

王诚, 施忠民

(上海交通大学附属第六人民医院骨科-足踝外科, 上海 200233)

【摘要】 拇外翻复发是临床最常见且难以处理的拇外翻术后并发症之一。由于对拇外翻三维畸形与复发危险因素的认识不足, 总体复发率居高不下, 治疗方案的选择也仍有很大的争议。手术操作不当、重度畸形是已知的复发危险因素, 而第 1 跖列不稳定、合并扁平足畸形等在拇外翻复发中的作用正受到国内外学者的更多关注。除第 1 跖趾关节融合术以外, 改良 Lapidus 截骨、跖骨近端截骨等也被证明是疗效可靠的翻修术式。本文旨在总结拇外翻术后复发的相关危险因素, 并针对复发后翻修手术的选择进行探讨, 以期对拇外翻复发的预防与处理提供指导。

【关键词】 拇外翻; 复发; 翻修手术; 综述

中图分类号: R682.6

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.09.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis of risk factors and progress on revision surgery for postoperative recurrence of hallux valgus WANG Cheng and SHI Zhong-min. Foot & Ankle Section, Department of Orthopaedics, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China

ABSTRACT Recurrence of hallux valgus is one of the most common and difficult complications after surgery. Due to the lack of understanding of 3D deformity of hallux valgus and risk factors for recurrence, the overall recurrence rate is still high, and the choice of treatment is still controversial. Improper operation and severe deformity are known risk factors for recurrence, while the role of unstable of the first plantar train and combined flat foot deformity in the recurrence has been paid more attention by scholars at home and abroad. In addition to the first metatarsophalangeal fusion, modified Lapidus osteotomy and proximal metatarsal osteotomy have been proven to be reliable revision procedures. The purpose of this study is to summarize risk factors for recurrence of hallux valgus after surgery, and to explore the choice of revision surgery after recurrence, in order to provide guidance for prevention and management of recurrence of hallux valgus.

KEYWORDS Hallux valgus; Recurrence; Revision surgery; Review

拇外翻复发是拇外翻矫正术后最常见的并发症之一, 发生率为 4.9%~64.7%^[1-5]。复发通常由多种因素导致, 大多涉及术前评估、术中技术、术后处理以及患者原因等多方面。一旦发生, 其诊治对临床医生来说极具挑战性, 亟需彻底解决。目前国内外学者进一步认识到拇外翻是一种三平面畸形, 而非初学者或患者眼中简单的单一水平面拇趾外翻, 并且一些复杂且合并畸形在临床诊治环节中容易受到忽视。因此, 需要深入了解具体的复发原因, 对末次随访畸

形情况进行仔细评估, 根据具体情况选择最佳翻修手术方案来化解难题。笔者就拇外翻的解剖与影像学预测指标、危险因素分析, 以及相关翻修手术进展 3 个方面展开综述。

1 解剖与影像学预测指标

拇外翻是第 1 跖趾关节 (metatarsophalangeal joint, MTPJ) 周围肌肉、韧带等动态支撑结构失衡的结果, MTPJ 内侧副韧带损伤、张力丢失会引起第 1 跖骨内收, 从而导致跖趾关节半脱位, 拇外展肌失去对跖骨头的内侧支撑, 拇长伸肌腱 (extensor pollicis longus, EHL) 走行改变, 拇趾发生外翻、旋前, 第 1 跖骨头向内突出。目前学术界都认识到拇外翻畸形其实是第 1 跖列的三维畸形, 在第 1 跖楔关节 (first tarsometatarsal joint, TMTJ) 处具有成角旋转中心 (center of rotation of angulation, CORA), 跖骨冠状面旋转构成三平面畸形^[6]。缺乏对三平面畸形的整体考虑和治疗被认为是畸形复发的潜在因素。随着

基金项目: 科技部国家重点研发计划 (编号: 2018YFC2001504); 上海市“科技创新行动计划”生物医药领域科技支撑项目 (编号: 19441902400); 宁夏回族自治区重点研发计划 (编号: 2020BCH01001)

Fund program: Key Research and Development Program of National Ministry of Science and Technology (No. 2018YFC2001504)

通讯作者: 施忠民 E-mail: 18930177323@163.com

Corresponding author: SHI Zhong-min E-mail: 18930177323@163.com

三维技术和其他解剖学研究进展, Santrock 等^[7]提出一种基于 CORA 和畸形角度矫正轴的三平面拇外翻分类系统, 以协助解决三平面畸形问题。充分了解拇外翻的发展机制, 根据患者具体情况进行个体化的术前规划能够有效降低复发概率。

关于拇外翻术后并发症的放射学预测因素主要包括负重下拇外翻角 (hallux valgus angle, HVA), 第 1-2 跖骨间角 (intermetatarsal angle, IMA), 远侧跖骨关节角 (distal metatarsal articular angle, DMAA), 籽骨半脱位和关节是否匹配, 其中术前 HVA 被认为是拇外翻术后最重要的预后预测指标。许多研究将影像学复发定义为 HVA>20°, 最短随访时间 1 年^[3-4,8]。而 Faroug 等^[9]使用 IMA>10° 来定义复发。Mahadevan 等^[10]的 I 级随机对照研究将复发定义为随访 12 个月后 HVA>15°, 该定义也许能提高医师对拇外翻复发的敏感度。TMTJ 过度活动与跖骨头呈圆形可能与较高的复发率相关^[11]。获得负重侧位 X 线片上的距骨第 1 跖骨间角 (talo-firstmetatarsal angle, Meary's angle), 内侧楔骨高度 (medial cuneiform arch height, MCH) 结合 IMA 有助于判断第 1 跖列不稳定。负重位 X 线片上中间楔骨和第 2 跖骨长轴形成的角度称为 Engel 角, 用于测量跖骨内收。足正位 X 线片、籽骨轴位图、Bernard 视图可用于判断跖骨旋前畸形^[12]。Hardy-Clapham^[13]7 级分级系统可用于准确描述胫侧籽骨位置。Park 等^[4]研究认为, 术后即刻拍摄非负重 X 线片可用于对一些测量参数进行满意的校正, 且有助于预测跖骨近端截骨术后拇外翻复发。

2 复发的危险因素分析

复发后翻修手术的效果取决于能否明确复发的原因。临床医生需要回顾既往病史、体格检查、手术记录和影像学检查, 以明确复发危险因素。术前严重拇外翻畸形、跖骨内收, 合并扁平足畸形, 手术选择或操作不当, 以及术后即刻评估的 HVA 和籽骨位置矫正不足等都是拇外翻复发的危险因素^[1,4]。

2.1 第 1 跖列不稳定

第 1 跖列不稳定指第 1 跖骨在水平面、矢状面和冠状面的过度活动, 常表现为跖骨过度内收、抬高、旋前, 是公认的复发危险因素, 尤其是冠状面不稳定。负重位 X 线片上 TMTJ 跖侧间隙增宽与跖骨背伸都是第 1 跖列不稳定的依据^[9]。水平面上跖骨内收角 (metatarsus adductus angle, MAA) 值>20° 时, 认为存在跖骨内收畸形。Aiyer 等^[3]对 587 例行手术治疗的拇外翻患者进行回顾性研究发现, 无论采用何种治疗方法, 合并跖骨内收都会增加放射学复发的风险。第 1 跖列不稳定同样会导致冠状面上跖骨旋前, 从而发生三平面畸形^[14]。Wagner 等^[12]认为识

别跖骨旋前畸形是实现畸形完全矫正, 降低复发率以及预防跖籽关节炎的关键。跖骨旋前与跖骨头呈圆形、籽骨半脱位密切相关, 矫正不足时会导致 HVA 或 IMA 增大患者的畸形复发^[15]。术中 X 线片上的跖骨头圆形征阳性可能表明第 1 跖骨旋前仍然存在, 应予以及时矫正^[8]。事实上, 跖骨旋前未矫正、IMA 矫正不足与外侧软组织松解不足都会导致籽骨复位不良的发生。Okuda 等^[16]认为术后籽骨不完全复位可能是拇外翻复发的危险因素, 术中及时发现有助于改进手术程序, 改善手术结果。一项 Logistic 回归研究显示当术后胫侧籽骨位置>4 和 5 时, 复发率分别为 51% 和 60%^[17]。内侧关节囊松弛或破坏等软组织损伤导致的 MTPJ 不稳定或不匹配也不容忽视^[15]。

2.2 手术选择与操作不当

术前拇外翻矫形手术术式选择不当与术中操作不当也是畸形复发的重要原因。拇外翻手术主要包括 Scarf 截骨术、Chevron 截骨术、MTPJ 融合术等。尽管治疗拇外翻的手术方案多种多样, 但尚无金标准。选择传统跖骨远端 Chevron 截骨术治疗严重的拇外翻畸形, 会导致复发^[18]。Pentikainen 等^[19]针对 Chevron 截骨的术后长期随访中发现术前 ≥15° 的拇外翻畸形, 术后放射学复发非常常见。Keller 关节成形术适用于功能需求有限的老年患者, 但与术后复发、不稳定、转移性跖痛以及较高的不满意率相关^[5]。经皮或微创截骨术对患者来说非常有吸引力, 有研究显示并发症少^[20], 但一些研究显示有较高的复发率^[21]。目前流行的拇外翻手术仍然是二维平面矫正方法, 矢状面与冠状面畸形容易受到忽视^[19]。Winson 等^[22]认为多平面跖骨截骨术旨在纠正 MTPJ 和 TMTJ 的软组织失衡而不是跖骨本身造成的旋转。除手术选择外, 手术能否取得良好效果并避免复发也取决于畸形矫正程度和外科医生的经验, 如手术技巧可能会影响接受 Scarf 截骨术患者的术后结果, 包括复发、缺血性坏死等并发症^[23]。内侧关节囊紧缩与外侧关节囊松解不充分, 第 1 跖列不稳定未处理, IMA 增大未矫正, 忽视籽骨旋转以及固定不牢靠等都是畸形复发的重要危险因素^[24]。术中内固定选择或使用不当与术后过早活动都会导致内固定失效, 进而影响术后并发症率和满意率。

2.3 术前重度畸形

术前 HVA>40°、IMA 过大、DMAA 过大、关节不匹配、籽骨位置矫正不充分都会增加拇外翻术后复发概率^[1,8,15,19]。拇外翻的严重程度和 HVA、IMA、DMAA 的大小应通过负重位 X 线检查确定。TMTJ 过度活动的重要性已提及, 必要时需施加干预以保

证关节稳定性。Li 等^[25]对 186 只拇外翻足的回顾性研究指出大拇趾长度 >4.9 cm, 以及第 1 跖列超出长度 >0.4 cm 可能是拇外翻复发的危险因素, 术前评估第 1 跖列超出长度可能有助于改善手术预后。术前还需检查足部是否有扁平足畸形和跟腱挛缩, 这两种情况都可能影响手术选择和预后。籽骨侧向移位可能与拇外翻畸形进展或术后复发密切相关。

2.4 扁平足畸形

扁平足与拇外翻之间的关系仍有争议。Suh 等^[26]认为拇外翻是否合并扁平足与术前畸形程度、术后临床与放射学结果, 以及复发与否无显著相关性。Tay 等^[27]的观点相对保守, 认为扁平足严重程度越高, 术前 HVA 越大, 但合并扁平足患者组与正常足弓组行 Scarf 截骨术后的临床结果相似, 同时扁平足对拇外翻术后的长期影响不明确。尽管如此, 存在多种潜在生物力学原因使得扁平足患者的拇外翻进展更快。扁平足表现为后足外翻、前足外展, 其所引起的足旋前等异常生物力学改变都会增加第 1 跖列的压力, 尤其在足跟抬高时压力达到峰值。截骨矫形术后, 这种压力可能会持续存在。Heyes 等^[2]对 183 例拇外翻患者的回顾性研究发现, 合并有扁平足畸形患者的拇外翻术后复发风险显著增加, 并且复发率与扁平足严重程度存在正相关。因此, 拇外翻合并的扁平足畸形不容忽视。

2.5 患者行为与心理因素

Lai 等^[28]研究证实术前心理状态恶化与各种矫形手术后功能恢复不佳有关。临床医生还需要关注体质量指数 (body mass index, BMI) 过高, 心血管危险因素, 以及精神疾病如焦虑、抑郁等, 以尽量减少对术后疼痛感知和功能残疾的影响^[11]。拇外翻术后患者需要遵循医嘱定期进行伤口护理, 使用拇外翻绑带和前足减压鞋, 并且按时参加复诊, 以检查手术效果。穿着高跟鞋会增加籽骨半脱位或畸形复发的风险。Castioni 等^[11]指出术后依从性不高、护理不规范、过早下地活动也可能会引起术后 HVA 增大, 从而导致拇外翻复发。

2.6 其他潜在因素

除上述原因以外, 青少年拇外翻, 痛风、类风湿性关节炎等免疫炎症疾病, 甲状腺功能减退, 帕金森病以及神经肌肉病变等潜在因素都会增加术后畸形复发风险^[29]。Goh 等^[30]回顾性研究显示, 接受手术矫正的各年龄段患者在疼痛缓解、功能改善、生活质量和患者满意度方面没有差异, 但老年患者行拇外翻手术矫正后复发风险较高。吸烟史和糖尿病史对融合术后骨不连率、翻修率, 以及总体并发症率有显著影响^[31]。肥胖与 BMI 被证实并不影响预后, 与并发

症和再手术率无关^[32]。

3 拇外翻术后复发的翻修手术

无论初次手术失败的原因是什么, 都应该首先尝试非手术治疗。在保守治疗措施失败且疼痛仍然持续的前提下, 则应根据具体情况选择翻修手术。手术医生需要明确复发原因, 详细分析病理机制和生物力学特性, 为患者选择适合的手术方式^[33]。手术目的主要是纠正骨骼排列, 恢复关节匹配, 平衡软组织。

3.1 改良 Lapidus 术

改良 Lapidus 术即 TMTJ 融合术联合内侧楔骨闭合楔形截骨, 是一种可靠且可重复的手术方式^[34]。最常见的固定方式包括拉力螺钉结合锁定钢板固定与拉力螺钉单独固定。该术式不仅能够纠正 IMA 增大、跖骨旋转、第 1 跖列力线不正, 还可以解决 TMTJ 过度活动的问题, 在三平面上均能为内侧柱提供充分稳定性。即使在严重畸形的情况下, 改良 Lapidus 术也能将籽骨位置恢复到可接受的位置。Hatch 等^[6]认为在跖骨偏斜的近侧进行矫正能产生最具解剖学意义的结果, 而在 TMTJ 处三平面矫形很容易实现。Long 等^[35]在改良 Lapidus 术的基础上添加了第 1、2 跖骨间融合与内侧、中间楔骨间融合, 经过至少 3 个月随访后负重状态下 IMA 和 HVA 没有显著变化。适应证主要包括第 1 跖列过度活动, IMA $>20^\circ$ 的严重拇外翻畸形, 第 1 跖楔关节炎, 合并扁平足畸形以及 Scarf 截骨术失败后的翻修手术等^[9]。但选择该手术的同时需要注意避免第 1 跖列短缩与不融合, 以防增加第 1-3 跖骨足底压力与舟楔关节、第 4、5 跖骰关节应力。总的来说, 成功的改良 Lapidus 术可以有效纠正拇外翻畸形复发。

3.2 第 1 跖趾关节融合术

MTPJ 融合术已被证实可以作为拇外翻手术失败后进行挽救的可靠选择。该手术旨在矫正复发, 减轻疼痛, 恢复第 1 跖列负重能力。对于术后畸形复发合并跖骨内收、骨质较差的老年患者以及 MTPJ 退行性变、关节炎等情况较为适用, MTPJ 融合术是临床最常用的手术方式。由于可以同时处理 HVA 和 IMA, 初次矫正不足伴 IMA 增大的复发患者也可以考虑该术式。拇外翻畸形复发同时伴有拇趾僵硬、关节痛、Akin 术失败的情况下, 只有关节融合术可以解决类似复杂问题。尽管如此, 关于 MTPJ 融合术翻修结果的研究却鲜有报道。Prat 等^[31]对 79 例不同初始 MTPJ 融合术后行 MTPJ 融合翻修的患者进行了回顾性队列研究, 发现与初次融合手术结果相比, 二次 MTPJ 融合翻修手术虽然能显著改善视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS), 但会导致更高的不愈合率和总体并发症率, 对于 TMTJ 过度活动的患者,

MTPJ 融合术也并不适用。因此, MTPJ 融合术适应证广, 效果满意, 但需严格掌握禁忌证。

3.3 跖骨近端截骨术

如果没有第 1 跖列过度活动的证据, 跖骨近端截骨术也是一种很好的解决方案, 主要包括第 1 跖骨近端外侧闭合楔形截骨, 近端新月形截骨术 (proximal crescentic osteotomy, PCO), 跖骨近端旋转截骨术 (proximal rotational metatarsal osteotomy, PROMO) 等术式^[12]。以上手术均具有纠正跖骨旋前和 IMA 的能力。跖骨近端闭合楔形截骨术和 PCO 纠正跖骨旋转的能力非常强大, 但易导致关节不稳定、第 1 跖骨短缩与 DMAA 增大。截骨术的位置通常取决于所需要的矫正量。PROMO 能够同时纠正跖骨水平面和冠状面 2 个平面的畸形, 同时骨接触面积大, 保留了跖骨长度, 因此也能取得较好的临床效果^[36]。但在特定工具和不同平面截骨角度方面需要更长的学习曲线。双截骨术式可用于矫正畸形延迟愈合, IMA、DMAA 同时增加, 或关节匹配、DMAA 增大未矫正的畸形复发。对于术前评估中 DMAA 较高的患者, 将跖骨近端截骨术与跖骨远端截骨术或近节趾骨截骨术相结合可能会降低复发率。跖骨远端截骨失败后行近端截骨时, 需要警惕先前过度切除跖骨头或过度矫正导致的拇内翻。

3.4 Scarf 截骨术

Scarf 截骨术较其他截骨术具有更强大的矫正能力, 可用于中重度拇外翻畸形以及复发的翻修手术。该术式在矫正畸形、提供稳定性的同时保留了 MTPJ 活动度, 因此临床使用率较高。Scarf 截骨术能在临床和影像学上纠正大多数患者的复发性拇外翻。国内学者采用 Scarf 截骨术治疗拇外翻术后复发的成功经验也表明 Scarf 截骨术是治疗畸形复发的有效方法, 临床效果肯定^[37]。注意需要避免凹槽现象导致的旋转畸形和第 1 跖列抬高。在不增加第 1 跖骨凹槽风险的情况下, 传统 Scarf 截骨术可以安全地纠正 IMA, 改良旋转 Scarf 截骨术能够明显降低这一风险, 并且可以纠正过大的 IMA, 恢复前足功能。旋转 Scarf 截骨术可以改变第 1 跖骨头在矢状面和冠状面上的位置, 并通过旋转纠正 DMAA 角。Sahin 等^[38]的前瞻性随机研究显示旋转 Scarf 截骨术与 PCO 在治疗中重度拇外翻畸形的临床与放射学结果相似, 证据等级为 II 级。

3.5 其他联合手术

在确认 MTP 关节还能补救的前提下, 可以选择进行一些联合手术。对于拇外翻复发通常建议进行额外的 Akin 手术, 改良 McBride 术 (远端软组织手术) 对 IMA 角已纠正、无关节过度活动的简单复发

效果良好。Pentikainen 等^[19]研究发现只进行 Chevron 截骨而不进行软组织手术时, 复发率达到 79%。为纠正籽骨旋转也可选择籽骨悬韧带松解术, 充分松解软组织以恢复适当的籽骨位置。对于合并扁平足畸形患者, 上述手术结合距下关节制动、跟骨内移截骨术、腓肠肌滑移术等可以实现拇外翻和后足外翻的同时矫正。合并跖骨内收的复发患者也可以考虑 1-2 跖骨间环扎缝合技术, 但需注意一般情况下要联合手术不应单独使用^[39]。

4 总结与展望

拇外翻术后畸形复发是初次矫形手术后的常见并发症, 通常是多因素共同导致的结果, 明确复发原因并进行有效的术前沟通是必要的。对于畸形复发的治疗应该根据每例患者的病理特点和需求进行个体化解决。翻修手术比初次矫正更具挑战性, 目前还没有任何一种单一手术既能够准确可靠地矫正三平面畸形, 又能完全确保术后稳定性、避免并发症。根据拇外翻复发原因选择合适的手术技术, 并通过充分的术前计划提高手术预后。手术医生需要经历漫长的学习曲线, 同时需要特别注意三维解剖力学改变, 以避免经验不足或操作不当而导致的失败。后续也需要更加努力地提高患者对术后指导的理解, 尽可能提高患者的依从性。

参考文献

- [1] Migliorini F, Eschweiler J, Tingart M, et al. Revision surgeries for failed hallux valgus correction: a systematic review[J]. Surgeon, 2021, 19(6): e497-e506.
- [2] Heyes GJ, Vosoughi AR, Weigelt L, et al. Pes planus deformity and its association with hallux valgus recurrence following scarf osteotomy[J]. Foot Ankle Int, 2020, 41(10): 1212-1218.
- [3] Aiyer A, Shub J, Shariff R, et al. Radiographic recurrence of deformity after hallux valgus surgery in patients with metatarsus adductus[J]. Foot Ankle Int, 2016, 37(2): 165-171.
- [4] Park CH, Lee WC. Recurrence of hallux valgus can be predicted from immediate postoperative non-weight-bearing radiographs[J]. J Bone Joint Surg Am, 2017, 99(14): 1190-1197.
- [5] 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.
- [6] Hatch DJ, Santrock RD, Smith B, et al. Triplane hallux abducto valgus classification[J]. J Foot Ankle Surg, 2018, 57(5): 972-981.
- [7] Santrock RD, Smith B. Hallux valgus deformity and treatment: a three-dimensional approach; modified technique for lapidus procedure[J]. Foot Ankle Clin, 2018, 23(2): 281-295.
- [8] Hagio T, Yoshimura I, Kanazawa K, et al. Risk factors for recurrence of hallux valgus deformity after minimally invasive distal linear metatarsal osteotomy[J]. J Orthop Sci, 2022, 27(2): 435-439.
- [9] Faroug R, Bagshaw O, Conway L, et al. Increased recurrence in Scarf osteotomy for mild & moderate hallux valgus with Meary's line disruption[J]. Foot Ankle Surg, 2019, 25(5): 608-611.

- [10] Mahadevan D, Lines S, Hepple S, et al. Extended plantar limb (modified) chevron osteotomy versus scarf osteotomy for hallux valgus correction: a randomised controlled trial[J]. *Foot Ankle Surg*, 2016, 22(2): 109–113.
- [11] Castioni D, Fanelli D, Gasparini G, et al. Scarf osteotomy for the treatment of moderate to severe hallux valgus: analysis of predictors for midterm outcomes and recurrence[J]. *Foot Ankle Surg*, 2020, 26(4): 439–444.
- [12] Wagner E, Wagner P. Metatarsal pronation in hallux valgus deformity: a review[J]. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*, 2020, 4(6): 20.
- [13] Hardy RH, Clapham JC. Observations on hallux valgus; based on a controlled series[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1951, 33-B(3): 376–391.
- [14] Doty JF, Harris WT. Hallux valgus deformity and treatment: a three-dimensional approach[J]. *Foot Ankle Clin*, 2018, 23(2): 271–280.
- [15] Ezzatvar Y, Lopez-Bueno L, Fuentes-Aparicio L, et al. Prevalence and predisposing factors for recurrence after hallux valgus surgery: a systematic review and Meta-analysis[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(24): 5753.
- [16] Okuda R, Kinoshita M, Yasuda T, et al. Postoperative incomplete reduction of the sesamoids as a risk factor for recurrence of hallux valgus[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2009, 91(7): 1637–1645.
- [17] Shibuya N, Kyprios EM, Panchani PN, et al. Factors associated with early loss of hallux valgus correction[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2018, 57(2): 236–240.
- [18] 余建华, 方添顺, 宋涛, 等. 改良 Chevron 截骨术治疗中重度足拇外翻[J]. *中国骨伤*, 2022, 35(1): 90–94.
YU JH, FANG TS, SONG T, et al. Modified Chevron osteotomy in the treatment of moderate and severe hallux valgus[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2022, 35(1): 90–94. Chinese with abstract in English.
- [19] Pentikainen I, Ojala R, Ohtonen P, et al. Preoperative radiological factors correlated to long-term recurrence of hallux valgus following distal chevron osteotomy[J]. *Foot Ankle Int*, 2014, 35(12): 1262–1267.
- [20] 温冠楠, 佟云, 张杰, 等. 微创截骨手法整复术治疗拇外翻[J]. *中国骨伤*, 2021, 34(5): 467–471.
WEN GN, TONG Y, ZHANG J, et al. Minimally invasive osteotomy and manual reduction for hallux valgus[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2021, 34(5): 467–471. Chinese with abstract in English.
- [21] Acevedo JI, Cedeno AA, Doty J, et al. Minimally invasive technique for hallux valgus correction[J]. *Tech Foot Ankle Surg*, 2022, 21(1): 9–19.
- [22] Winson DMG, Perera A. How i use a three-dimensional approach to correct hallux valgus with a distal metatarsal osteotomy[J]. *Foot Ankle Clin*, 2018, 23(2): 231–238.
- [23] Clarke TaC, Platt SR. Treatment of hallux valgus by Scarf osteotomy-rates and reasons for recurrence and rates of avascular necrosis: a systematic review[J]. *Foot Ankle Surg*, 2021, 27(6): 622–628.
- [24] Belczyk R, Stapleton JJ, Grossman JP, et al. Complications and revisional hallux valgus surgery[J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2009, 26(3): 475–484.
- [25] Li X, Guo M, Zhu Y, et al. The excessive length of first ray as a risk factor for hallux valgus recurrence[J]. *PLoS One*, 2018, 13(10): e0205560.
- [26] Suh DH, Kim HJ, Park JH, et al. Relationship between hallux valgus and pes planus in adult patients[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2021, 60(2): 297–301.
- [27] Tay AYW, Goh GS, Thever Y, et al. Impact of pes planus on clinical outcomes of hallux valgus surgery[J]. *Foot Ankle Surg*, 2021, 38(3): 331–337.
- [28] Lai SWH, Tang CQY, Graetz AEK, et al. Preoperative mental health score and postoperative outcome after hallux valgus surgery[J]. *Foot Ankle Int*, 2018, 39(12): 1403–1409.
- [29] Yano K, Ikari K, Nakayama M, et al. The impact of hindfoot deformities for the recurrence of hallux valgus after joint-preserving surgeries for rheumatoid forefoot deformities[J]. *Foot Ankle Surg*, 2019, 25(3): 348–353.
- [30] Goh GS, Tay AYW, Thever Y, et al. Effect of age on clinical and radiological outcomes of hallux valgus surgery[J]. *Foot Ankle Int*, 2021, 42(6): 798–804.
- [31] Prat D, Haghverdian BA, Pridgen EM, et al. High complication rates following revision first metatarsophalangeal joint arthrodesis: a retrospective analysis of 79 cases[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2022. Online ahead of print.
- [32] Carlucci S, Cafruni VM, Alberti M, et al. Is obesity a risk factor in percutaneous hallux valgus surgery[J]. *Foot Ankle Surg*, 2021, 27(5): 577–580.
- [33] Baravarian B, Ben-Ad R. Revision hallux valgus: causes and correction options[J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2014, 31(2): 291–298.
- [34] Coetzee JC, Resig SG, Kuskowski M, et al. The Lapidus procedure as salvage after failed surgical treatment of hallux valgus: a prospective cohort study[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2003, 85(1): 60–65.
- [35] Long J, Lauf JA, Whitehead B, et al. Recurrence of hallux valgus after modified lapidus procedure with successful fusion of the intermetatarsal and intercuneiform joints[J]. *Cureus*, 2021, 13(6): e15418.
- [36] Wagner P, Wagner E. Proximal rotational metatarsal osteotomy for hallux valgus (PROMO)[J]. *Foot Ankle Orthop*, 2018, 3(3): 2473011418790071.
- [37] 杨锁平, 孟泽祖, 侯晓进, 等. Scarf 截骨术治疗拇外翻术后畸形复发[J]. *临床骨科杂志*, 2021, 24: 815–817.
YANG SP, MENG ZZ, HOU XJ, et al. Scarf osteotomy in the treatment of deformity recurrence after hallux valgus operation[J]. *Lin Chuang Gu Ke Za Zhi*, 2021, 24: 815–817. Chinese.
- [38] Sahin N, Cansabuncu G, Cevik N, et al. A randomized comparison of the proximal crescentic osteotomy and rotational scarf osteotomy in the treatment of hallux valgus[J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2018, 52(4): 261–266.
- [39] Wu DY, Lam EKF. The syndesmosis procedure correction of hallux valgus feet associated with the metatarsus adductus deformity[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2022, 61(2): 339–344.