

· 临床论著 ·

开放获取

Lisfranc 骨折脱位两种术中判断解剖复位标准比较

王星宇, 韩策, 耿翔, 张超, 王旭*, 马昕

(复旦大学附属华山医院骨科, 上海 200040)

摘要: [目的] 探讨 Lisfranc 损伤手术治疗过程中判断第一跖楔关节是否解剖复位的方法。[方法] 回顾性研究 2011 年 1 月—2019 年 12 月本院手术治疗的闭合性 Lisfranc 骨折脱位的 74 例患者临床资料。早期的 35 例患者采用单一标准, 以第 1 跖楔关节相邻的背侧皮质与内侧皮质为解剖复位的标志; 后期的 39 例采用复合标准, 在原有标准基础上, 再加上术中透视以胫侧籽骨为标志, 避免第一跖骨的旋转。比较两组围手术期、随访和影像资料。[结果] 两组患者均顺利手术, 术中无严重并发症。两组患者在手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间、切口愈合和住院时间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。术后随访终点为内固定取出之前, 为术后 10~14 个月。复合标准组恢复完全负重活动时间显著早于单一标准组 [(61.6±9.0) d vs (69.2±7.2) d, $P<0.001$]。与术前相比, 末次随访时两组患者的休息 VAS 评分和行走 VAS 评分均显著减少 ($P<0.05$), 而 AOFAS 中足评分显著增加 ($P<0.05$)。末次随访时, 复合标准组行走时 VAS 评分 [(1.4±1.0) vs (2.7±1.5), $P<0.001$] 和 AOFAS 评分 [(98.2±3.9) vs (95.5±6.0), $P=0.025$] 显著优于单一标准组。影像方面, 与术前相比, 末次随访时两组患者的 SOS、C1-M2 间隙、M1-M2 间隙、C1-C2 间隙、Méary-Tomeno 角和籽骨 Hardy 评分均显著减小 ($P<0.05$)。末次随访时复合标准组患者的 Hardy-Clapham 籽骨分度显著小于单一标准组 [(2.6±0.5) vs (4.7±0.9), $P<0.001$]。[结论] 解剖复位是 Lisfranc 手术治疗的关键。以第一跖趾关节关节面的背侧与内侧皮质, 结合远端胫侧籽骨位置为标志, 可以确保第一跖楔关节的矢状位、冠状位与旋转解剖复位。

关键词: Lisfranc 损伤, 开放复位内固定, 解剖复位标准, 籽骨

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 04-0299-06

Comparison of two anatomic reduction criteria for open reduction and internal fixation of Lisfranc fracture and dislocation

// WANG Xing-yu, HAN Ce, GENG Xiang, ZHANG Chao, WANG Xu, MA Xin. Department of Orthopedics, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China

Abstract: [Objective] To search the method of determining the anatomic reduction of the first metatarsal cuneiform joint during open reduction and internal fixation (ORIF) of Lisfranc injury. [Methods] A retrospective study was conducted on 74 patients who received ORIF for closed Lisfranc fracture and dislocation in our hospital from January 2011 to December 2019. Of them, 35 patients in the earlier stage had a single criterion (SC) used in ORIF, which was anatomic restoration of the dorsal and medial cortices alignment, while 39 patients in the later stage had combined criteria (CC) used, in which hallux tibial sesamoid position on the anteroposterior fluoroscopy was added based on abovesaid standard to avoid the rotation of the first metatarsal. The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All patients in both groups had operation performed successfully without serious complications. There were no significant differences in operation time, total incision length, intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy times, walking time, incision healing and hospital stay between the two groups ($P>0.05$). The end point of postoperative follow-up was of 10~14 months postoperatively, before removal of internal fixation. The CC group regained full weight-bearing activity significantly earlier than the SC group [(61.6±9.0) days vs (69.2±7.2) days, $P<0.001$]. At the last follow-up, the rest VAS score and walking VAS score significantly decreased ($P<0.05$), while the AOFAS middle foot score was significantly increased in both groups ($P<0.05$). At the last follow-up, the CC group proved significantly superior to the SC group in terms of VAS score [(1.4±1.0) vs (2.7±1.5), $P<0.001$] and AOFAS score [(98.2±3.9) vs (95.5±6.0), $P=0.025$]. As for imaging, the step-off sign (SOS), C1-M2 space, M1-M2 space, C1-C2 space, Meary Tomeno angle and Hardy-Clapham sesamoid scale in both groups significantly reduced at the last follow-up compared with those preoperatively ($P<0.05$). At the last follow-up, the CC group got significantly less Hardy-Clapham sesamoid scale than the SC group [(2.6±0.5) vs (4.7±0.9), $P<0.001$]. [Conclusion] Anatomical reduction is

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.11047A

作者简介: 王星宇, 博士在读, 研究方向: 足踝外科, (电子信箱) wxyhucck@163.com

* 通信作者: 王旭, (电话) 021-52887122, (电子信箱) wangxufuot@163.com

the key to Lisfranc surgical treatment. The alignment of dorsal and medial cortices of the first metatarsal cuneiform joint, combined with the position of the hallux tibial sesamoid, can ensure the sagittal, coronal and rotational anatomical reduction of the first metatarsal cuneiform joint.

Key words: Lisfranc injury, open reduction internal fixation, anatomic reduction criteria, sesamoid

Lisfranc 关节是 1815 年由法国医生 Jaques Lisfranc 提出^[1]，用于中足损伤的截肢平面，后来逐渐被应用于描述跖楔关节、楔骨间关节的骨性与韧带结构损伤。文献报道约占所有骨折的 0.2%，发病率为 1/55 000，但是由于认知能力与影像学技术的提高，目前发病率较既往报道有所上升，为 9.2/10 000^[2-5]。对于 Lisfranc 损伤的治疗，目前仍存在一定争议，但关节的解剖复位是患者预后结果满意与否的重要影响因素之一。

2001 年，Choido 与 Myerson^[6] 利用三柱理论将 Lisfranc 损伤分型，内侧柱为第 1 跖列，中间柱为第 2、3 跖列，外侧柱为 4、5 跖列。正常第 1 跖列在矢状面的活动度为 0.6 mm，但是当 Lisfranc 损伤或者第 1 跖楔关节没有获得解剖复位时，活动度明显增加。2017 年，Mayne^[7] 的生物力学试验证明，切断 Lisfranc 韧带与跖楔关节之间韧带之后，第一跖骨近端向背侧移位 4.5 mm。第 2 跖骨近端向背侧移位 5.1 mm。第 2 跖骨基背外侧移位 1~2 mm，跖跗关节 (tarsometatarsal joints, TMT) 接触面积减少达 25%，背外侧移位 3 mm，TMT 关节接触面积减少达 38.6%，进而导致中足退变关节炎。而第 1 跖楔关节的不稳定，与中足、前足畸形相关。1935 年，Morton 提出第 1 跖列不稳定与踇外翻相关^[8]。目前认为，第 1 跖列功能不良，会导致内侧纵弓塌陷，前足外展、踇外翻、踇僵硬与转移性前足痛。第一跖楔关节的矢状面活动度为 3.5°；旋转活动度为 1.5°。作者发现在第 1 跖楔关节不稳定的 Lisfranc 损伤患者中，除了矢状面活动度异常增大，还存在第 1 跖骨的异常内旋，即籽骨旋转向外侧 (Hardy-Clapham 籽骨分度增大)。所以，在 Lisfranc 损伤的手术治疗过程中，内侧柱的解剖复位，除了矢状面的复位，旋转的纠正也是非常重要的。

本研究将在传统术中判断第 1 跖楔关节复位标准 (即矢状面复位) 的基础上，增加以内侧籽骨位置为标志判断旋转复位。通过比较患者随访数据探讨旋转复位标准的效果和必要性。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 不限性别，18~60 岁；(2) 典型静态影像表现 (图 1a, 1b)，动态影像应力试验阳性，确诊为 Lisfranc 骨折脱位 (Myerson 分型 B2 型除外)，均有第 1 跖楔关节损伤；(3) 双侧下肢无外伤史、手术史；(4) 随访资料完整者。

排除标准：(1) Myerson 分型 B2 型 Lisfranc 骨折脱位；(2) 开放性骨折；(3) 双侧下肢伴有余损伤影响术后活动；(4) 慢性病史影响活动能力。

1.2 一般资料

回顾性研究 2011 年 1 月—2019 年 12 月本院手术治疗的闭合性 Lisfranc 骨折脱位患者。57 例患者符合上述标准，纳入研究。依据术中采用的第 1 跖楔关节复位标准，将患者分为两组，早期的 28 例患者采用单一标准，以第 1 跖楔关节相邻的背侧皮质与内侧皮质为解剖复位的标志；后期的 29 例采用复合标准，在原有标准基础上，增加术中透视以胫侧籽骨为标志，避免第一跖骨的旋转。两组患者术前一般资料见表 1，两组患者在年龄、性别、体质指数、损伤至手术时间、侧别及 Myerson 分型的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究已通过医院医学伦理委员会批准 (2021080603)，所有患者均知情同意并签署同意书。

表 1. 两组患者术前一般资料比较

Table 1. Comparison of preoperative documents between the two groups

指标	复合标准组 (n=29)	单一标准组 (n=28)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	37.7±11.9	38.3±12.4	0.854
性别 (例, 男/女)	19/10	20/8	0.638
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	21.0±1.7	21.6±1.9	0.256
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	4.3±3.0	4.3±3.0	0.976
侧别 (例, 左/右)	16/13	14/14	0.702
Myerson 分型 (例, A/B1/C)	9/8/12	9/9/10	0.721

1.3 手术方法

常规足背第 I~II 跖列之间近端切口，显露内侧柱和中间柱，探查损伤情况。清除血肿和嵌入的软组织，手法复位。单一标准组患者以第 1 跖楔关节相邻的背侧皮质与内侧皮质为解剖复位的标志，复位过程

中，保持这两个骨平面的关节完全对合，没有移位。复合标准组患者在此基础上复位后，以克氏针暂时固定第 1 跖楔关节，C 形臂 X 线机透视患足正位 X 线片，观察胫侧籽骨位置与第 1 跖骨轴线的关系，保证

胫侧籽骨 Hardy 评分 ≤ 4 分。确认第 1 跖楔关节复位后，采用拉力螺钉和钢板固定（图 1c~1e），逐层缝合至皮肤。



图 1. 患者男性，41 岁。1a, 1b: 术前患足正位 X 线片、斜位 X 线片示 Hardy-Clapham 分度 4 度，C1-M2、M1-M2 和 C1-C2 间隙增宽；1c~1e: 复位内固定后，见第 2 跖楔关节、内侧柱对位对线良好，C1-M2、M1-M2 和 C1-C2 间隙恢复正常，Hardy-Clapham 分度 2 度，内固定物位置良好；1f~1h: 术后 1 年复查，内固定物位置良好，Hardy-Clapham 分度 2 度，Méry-Tomeno 角 3.8°。

Figure 1. A 41-year-old male patient. 1a, 1b: Preoperative anteroposterior and oblique radiographs of the affected foot showed fracture and dislocation of the base of the second metatarsal, with 4 degree of Hardy-Clapham level, widening of the C1-M2, M1-M2, and C1-C2 spaces; 1c~1e: After reduction and internal fixation, second metatarsocuneiform and medial column were regained good alignment, with normal C1-M2, M1-M2 and C1-C2 spaces, 2 degree of Hardy-Clapham level, and implants in proper position; 1f~1h: X rays 1 year postoperatively revealed the implants stayed in proper position, 2 degree of Hardy-Clapham level, 3.8° of Méry-Tomeno angle.

1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、切口长度、术中失血量、术中并发症、切口愈合、术后并发症情况。采用静态和活动时疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、美国足踝骨科协会（American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS）中足评分

评价临床状态。患者均行双侧足部 X 线片检查，测量并记录患者侧位台阶征位移距离（step-off sign, SOS）、第 1 楔骨-第 2 跖骨间隙（cuneiform1 - metatarsal 2, C1-M2）、第 1 跖骨-第 2 跖骨间隙（metatarsal 1 - metatarsal 2, M1-M2）、第 1 楔骨-第 2 楔骨间隙（cuneiform1 - cuneiform1 2, C1-C2）；正位 X 线片采

用 Hardy-Clapham 籽骨分度^[9]记录第 1 跖骨旋转, 侧位 X 线片测量 Méary-Tomeno 角, 评估内侧纵弓。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验, 组内两时间点比较采用配对 *T* 检验; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期资料

术中探查可见所有患者均有第 1 跖骨-楔骨损伤。分别按两种标准给予复位内固定。两组患者均顺利手术, 术中无严重血管、神经损伤; 术后无皮肤坏死及切口感染。两组患者围手术期资料见表 2, 两组患者在手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间、切口愈合和住院时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 2. 两组患者围手术期资料比较

Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups

指标	复合标准组 (<i>n</i> =29)	单一标准组 (<i>n</i> =28)	<i>P</i> 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	76.2±7.2	75.8±7.3	0.842
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	5.5±0.4	5.7±0.5	0.269
术中失血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	10.7±2.9	10.3±3.2	0.561
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	8.4±1.2	7.9±1.3	0.099
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.8±1.0	3.6±0.9	0.371
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	29/0/0	28/2/0	0.148
住院天数 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.1±0.7	3.1±0.7	0.857

2.2 随访结果

术后随访终点为内固定取出之前, 为术后 10~14 个月。两组患者随访资料见表 3, 复合标准组恢复完全负重活动时间显著早于单一标准组 ($P < 0.05$)。与术前相比, 末次随访时两组患者的休息 VAS 评分和行走 VAS 评分均显著减少 ($P < 0.05$), 而 AOFAS 中足评分显著增加 ($P < 0.05$)。术前, 两组间各临床评分的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); 末次随访时, 复合标准组行走时 VAS 评分显著优于单一标准组 ($P < 0.05$), AOFAS 评分无显著差异 ($P = 0.089$)。

2.3 影像评估

两组患者的影像学资料见表 4。与术前相比, 末次随访时两组患者的 SOS、C1-M2 间隙、M1-M2 间隙、C1-C2 间隙、Méary-Tomeno 角和籽骨 Hardy 评分均显著减小 ($P < 0.05$)。术前两组间上述影像测量指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。末次随访时, 两组患者的 SOS、C1-M2 间隙、M1-M2 间隙、C1-C2 间隙和 Méary-Tomeno 角的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。但复合标准组患者的 Hardy-Clapham 籽骨分度显著小于单一标准组 ($P < 0.05$)。

表 3. 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups

指标	复合标准组 (<i>n</i> =29)	单一标准组 (<i>n</i> =28)	<i>P</i> 值
完全负重活动时间 (d)	60.6±8.4	69.0±6.7	<0.001
休息 VAS 评分 (分)			
术前	4.2±1.6	4.5±1.4	0.456
末次随访	0.8±0.8	1.1±0.8	0.156
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
行走 VAS 评分 (分)			
术前	6.6±1.0	6.6±1.2	0.869
末次随访	1.6±1.0	2.7±1.5	<0.001
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
AOFAS 评分 (分)			
术前	45.0±5.3	45.7±3.8	0.564
末次随访	98.2±3.9	95.5±6.0	0.025
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	

3 讨论

Lisfranc 关节, 是提供中足正常功能的关键结构, 其稳定性的维持源于特殊的解剖结构。第 2 跖骨基底, 突入内外侧楔骨之间的凹槽内, 呈稳定的榫样结构^[10]。近年来, 学者逐渐关注到, 内侧柱的稳定在 Lisfranc 损伤中的重要性。正常第 1 跖列在矢状面的活动度为 0.6 mm, 当 Lisfranc 损伤或者第 1 跖楔关节没有获得解剖复位时, 活动度明显增加。Peicha 等^[11]的研究证实, 内侧柱的解剖特性会影响中间柱的稳定。2007 年, Shazadeh^[12]建议应用重力应力试验来判断内侧柱的稳定性并予以固定。第 1 跖楔关节的不稳定, 与中足、前足畸形相关。在踇外翻畸形的研究中, 许多学者们发现部分踇外翻患者合并有第 1 跖骨内旋, 并认为这是第 1 跖列的松弛和过度活动导致的。本团队在临床工作中发现, 部分 Lisfranc 骨折

脱位患者存在第 1 跖骨内旋的情况。但目前并没有学者针对这一现象进行深入和详细的探讨。针对这一现象，作者提出假设：Lisfranc 损伤导致的内侧柱旋转移位将会导致患者术后的疼痛不适。因此在传统的矢状面解剖复位的基础上，增加了针对第 1 跖骨旋转对位的复位标准。

表 4. 两组患者影像资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

Table 4. Comparison of radiographic data between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	复合标准组 (n=29)	单一标准组 (n=28)	P 值
SOS (mm)			
术前	3.7±1.3	4.1±1.0	0.176
末次随访	0.0±0.2	0.2±0.5	0.135
P 值	<0.001	<0.001	
C1-M2 间隙 (mm)			
术前	1.7±0.3	1.7±0.2	0.794
末次随访	0.6±0.1	0.6±0.1	0.483
P 值	<0.001	<0.001	
M1-M2 间隙 (mm)			
术前	2.6±0.2	2.7±0.2	0.535
末次随访	2.0±0.2	2.0±0.2	0.555
P 值	<0.001	<0.001	
C1-C2 间隙 (mm)			
术前	2.5±0.1	2.5±0.2	0.953
末次随访	2.1±0.2	2.1±0.2	0.734
P 值	<0.001	<0.001	
Méary-Tomeno 角 (°)			
术前	8.5±2.2	9.3±2.2	0.152
末次随访	3.7±1.5	4.2±1.8	0.238
P 值	<0.001	<0.001	
籽骨 Hardy 评分 (分)			
术前	5.0±1.1	5.4±1.1	0.186
末次随访	2.7±0.5	4.7±0.9	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	

解剖复位、稳定固定是 Lisfranc 关节损伤获得良好治疗效果的前提^[13, 14]。由于常规切口在跖骨背侧，无法暴露第 1 跖骨的跖内侧部分，可能会残留跖骨旋转畸形。所以作者以跖骨头下方的籽骨为参照物判断第 1 跖骨是否旋前或者旋后，避免第 1 跖骨的旋转畸形进而导致内侧柱不稳定或者继发前足外展、跖外翻畸形。

根据籽骨位置判断第 1 跖骨的旋转，是第 1 跖列

矫形手术常用的方法^[15]。由于腓侧籽骨与第 2 跖骨之间的位置是相对固定的，所以，如果籽骨与第 1 跖骨的相对位置发生变化，就意味着第 1 跖骨存在内收、旋转畸形。1951 年，Hardy^[9]利用胫侧籽骨与第 1 跖骨轴线的关系，将胫侧籽骨位置分为 7 度，当胫侧籽骨位置>4 度时，与跖外翻发生发展明确相关。Shibuya^[16]认为，影响跖外翻术后早期复发的因素，是胫侧籽骨是否能够良好复位，能否恢复跖骨-籽骨之间的正常生物力学性能。2005 年，Yüidirim^[17]提出基于籽骨轴位片或者 CT 扫描的分度方法，以胫侧籽骨相对于跖骨头跖侧骨嵴的位置分为 4 度。但是由于摄片位置或者 CT 扫描难以在术中实现，本研究没有采取这个方法。2011 年，在足部正位 X 线片上，Agrawal^[18]将腓侧籽骨与第 1 跖骨中轴线的关系分为 4 度，基于此判断第 1 跖骨的位置。2013 年，Huang^[19]同样利用足部正位 X 线片，提出基于胫侧籽骨的 4 分法或 7 分法。7 分法较 4 分法，更加精确。本研究利用 Hardy 的 7 分法，在末次随访对两组患者的第 1 跖骨旋转情况进行评估。

第 1 跖列不稳定，会导致内侧纵弓降低。Méary-Tomeno 角是判断内侧纵弓常用指标^[20]，正常为-4°~4°。本研究利用这个指标，在末次随访来评估两组患者第 1 跖楔关节矢状位的复位情况。

本研究中两组患者的 SOS、C1-M2 间隙、M1-M2 间隙、C1-C2 间隙和 Méary-Tomeno 角没有显著性差异。但复合标准组患者的 Hardy-Clapham 籽骨分度显著小于单一标准组；与之相对应的复合标准组患者的末次随访的行走 VAS 评分显著更低。两组患者的 AOFAS 评分无显著性差异可能是由于随访时间较短所致，随着疼痛的加重可能会导致运动功能受限，最终 AOFAS 评分下降。这提示第 1 跖骨的旋转可能会导致第 1 跖列不稳，而不稳定的第 1 跖列将会导致患者局部疼痛和限制运动功能。即使按照传统的复位标准：第 1 跖楔关节相邻的背侧皮质与内侧皮质已完成复位（Méary-Tomeno 角在正常范围），也应再通过正位片中胫侧籽骨的位置来评估和复位可能存在的第 1 跖骨旋转情况。在确认第 1 跖列在矢状位和轴位位都完成复位后，才能认为内侧柱得到了解剖复位。

综上所述，解剖复位是 Lisfranc 手术治疗的关键。第 1 跖楔关节的解剖复位，有利于 Lisfranc 关节的解剖复位与稳定。以第 1 跖趾关节关节面的背侧与内侧皮质，结合远端胫侧籽骨位置，可以确保第 1 跖楔关节的矢状位、冠状位与旋转解剖复位。本研究还有不足之处：(1) 病例有限，随访时间较短。目前对

于 Lisfranc 关节损伤, 内固定取出时间未见统一, 本文以 10~12 个月为内固定取出时间。而且, 没有对取出内固定后的患者进行继续随访, 不知是否会出现迟发性前足畸形; (2) 手术技术依赖于医生的个人经验, 这些指标是否有效, 还有待于临床进一步检验。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 王星宇: 采集数据、起草文章; 韩策: 分析及解释数据、起草文章; 耿翔: 实施研究、文章审阅; 张超: 酝酿和设计实验、文章审阅; 王旭: 酝酿和设计实验、文章审阅; 马昕: 酝酿和设计实验、文章审阅

参考文献

- [1] Desmond EA, Chou LB. Current concepts review: Lisfranc injuries [J]. *Foot Ankle Int*, 2006, 27 (8): 653-660. DOI: 10.1177/107110070602700819.
- [2] Benirschke SK, Meinberg E, Anderson SA, et al. Fractures and dislocations of the midfoot: Lisfranc and Chopart injuries [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2012, 94 (14): 1325-1337. DOI: 10.2106/JBJS.L00413.
- [3] Kalia V, Fishman EK, Carrino JA, et al. Epidemiology, imaging, and treatment of Lisfranc fracture-dislocations revisited [J]. *Skeletal Radiol*, 2012, 41 (2): 129-136. DOI: 10.1007/s00256-011-1131-5.
- [4] Mulcahy H. Lisfranc injury: current concepts [J]. *Radiol Clin North Am*, 2018, 56 (6): 859-876. DOI: 10.1016/j.rcl.2018.06.003.
- [5] Stavlas P, Roberts CS, Xypnitos FN, et al. The role of reduction and internal fixation of Lisfranc fracture-dislocations: a systematic review of the literature [J]. *Int Orthop*, 2010, 34 (8): 1083-1091. DOI: 10.1007/s00264-010-1101-x.
- [6] Chiodo CP, Myerson MS. Developments and advances in the diagnosis and treatment of injuries to the tarsometatarsal joint [J]. *Orthop Clin North Am*, 2001, 32 (1): 11-20. DOI: 10.1016/s0030-5898(05)70190-5.
- [7] Mayne AIW, Lawton R, Dalgleish S, et al. Stability of Lisfranc injury fixation in Thiel Cadavers: Is routine fixation of the 1st and 3rd tarsometatarsal joint necessary [J]. *Injury*, 2017, 48 (8): 1764-1767. DOI: 10.1016/j.injury.2017.04.003.
- [8] Koury K, Staggers JR, Pinto MC, et al. Radiographic Assessment of First Tarsometatarsal Joint Shape and Orientation [J]. *Foot Ankle Int*, 2019, 40 (12): 1438-1446. DOI: 10.1177/1071100719868503.
- [9] 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. DOI: 10.1302/0301-620X.33B3.376.
- [10] 于斌, 李卫兵, 孙金川. 空心钉与 Tight Rope 内固定 Lisfranc 损伤的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (12): 1072-1076. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.12.04.
- Yu B, Li WB, Sun JC. Tight Rope versus cannulated screws for internal fixation of Lisfranc injuries [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (12): 1072-1076. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.12.04.
- [11] Peicha G, Labovitz J, Seibert FJ, et al. The anatomy of the joint as a risk factor for Lisfranc dislocation and fracture-dislocation. An anatomical and radiological case control study [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2002, 84 (7): 981-985. DOI: 10.1302/0301-620x.84b7.12587.
- [12] Shazadeh Safavi P, Weiss W, Panchbhavi V. Gravity stress radiograph revealing instability at the first metatarsal-cuneiform joint in Lisfranc injury [J]. *Cureus*, 2017, 9 (2): e1015. DOI: 10.7759/cureus.1015.
- [13] Schepers T, Oprel PP, Van Lieshout EM. Influence of approach and implant on reduction accuracy and stability in Lisfranc fracture-dislocation at the tarsometatarsal joint [J]. *Foot Ankle Int*, 2013, 34 (5): 705-710. DOI: 10.1177/1071100712468581.
- [14] 李立, 李一凡, 符东林. 螺钉与钢板固定 Lisfranc 损伤的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (6): 556-559. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.06.18.
- Li L, Li YF, Fu DL. Comparison of screws versus plate for internal fixation of Lisfranc injury [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (6): 556-559. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.06.18.
- [15] 卜鹏飞, 马鑫榆, 浦路桥. 改良单螺钉 Scarf 截骨矫正拇外翻畸形 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (9): 847-850. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.09.16.
- Pu PF, Ma XY, Pu LQ. Modified single-screw Scarf osteotomy for hallux valgus [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (9): 847-850. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.09.16.
- [16] Shibuya N, Kyrios EM, Panchani PN, et al. Factors associated with early loss of hallux valgus correction [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2018, 57 (2): 236-240. DOI: 10.1053/j.jfas.2017.08.018.
- [17] Yildirim Y, Cabukoglu C, Erol B, et al. Effect of metatarsophalangeal joint position on the reliability of the tangential sesamoid view in determining sesamoid position [J]. *Foot Ankle Int*, 2005, 26 (3): 247-250. DOI: 10.1177/107110070502600311.
- [18] Agrawal Y, Desai A, Mehta J. Lateral sesamoid position in hallux valgus: correlation with the conventional radiological assessment [J]. *Foot Ankle Surg*, 2011, 17 (4): 308-311. DOI: 10.1016/j.fas.2011.01.001.
- [19] Huang EH, Charlton TP, Ajayi S, et al. Effect of various hallux valgus reconstruction on sesamoid location: a radiographic study [J]. *Foot Ankle Int*, 2013, 34 (1): 99-103. DOI: 10.1177/1071100712464356.
- [20] Coughlin MJ, Kaz A. Correlation of Harris mats, physical exam, pictures, and radiographic measurements in adult flatfoot deformity [J]. *Foot Ankle Int*, 2009, 30 (7): 604-612. DOI: 10.3113/FAI.2009.0604.

(收稿: 2024-06-13 修回: 2024-09-02)
(同行评议专家: 魏世隽, 陶旭, 王志坚)
(本文编辑: 郭秀婷)