

· 临床研究 ·

开放获取

踝旋转损伤镜下一期修复距腓前韧带和三角韧带

韩策, 王星宇, 滕兆麟, 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] 探讨关节镜辅助一期修复距腓前韧带 (anterior talofibular ligament, ATFL) 与三角韧带 (deltoid ligament, DL) 治疗踝关节旋转不稳定的短中期疗效。[方法] 回顾性研究 2018 年 1 月—2021 年 12 月本院采用镜下一期修复 ATFL 和 DL, 并随访资料完整的 18 例患者。评估术前及末次随访的临床和影像资料。[结果] 18 例患者均顺利完成手术, 手术时间 (56.7±7.2) min; 术中失血量 (9.4±1.4) mL; 下地行走时间 (14.9±0.5) d。所有切口均为一期甲级愈合, 无切口深部感染, 术中无重要血管、神经损伤等严重并发症, 随访 (16.4±2.1) 个月。与术前相比, 末次随访时 AOFAS 评分 [(65.1±8.3), (93.7±4.4), $P<0.001$] 和踝背伸-跖屈 ROM [(61.3±3.7)°, (68.0±2.3)°, $P<0.001$] 显著增加; 而疼痛 VAS 评分 [(3.8±1.0), (0.7±0.7), $P<0.001$] 和踝内-外翻 ROM [(47.2±2.2)°, (44.2±1.7)°, $P<0.001$] 显著减小。此外, 与术前相比, 末次随访患者踝关节的抽屉试验、外翻试验及内翻试验均显著改善 ($P<0.001$)。影像方面, 与术前相比, 末次随访时的距骨小腿角 (talocrural angle, TCA) 和内侧间隙 (medial clear space, MCS) 均无显著变化 ($P>0.05$)。所有患者均出现踝关节明显退行性改变。[结论] 关节镜辅助下一期修复 ATFL 与 DL 能够有效改善踝关节旋转不稳定。

关键词: 踝关节, 旋转不稳定, 距腓前韧带, 三角韧带

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 04-0351-05

Simultaneous arthroscopic repair of anterior talofibular ligaments and deltoid ligaments for ankle rotation injuries // HAN Ce, WANG Xing-yu, TENG Zhao-lin, GENG Xiang, ZHANG Chao, WANG Xu, MA Xin. Department of Orthopedics, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China

Abstract: [Objective] To investigate the short and medium term outcome of arthroscope-assisted repair of the anterior talofibular ligament (ATFL) and deltoid ligament (DL) simultaneously for rotational instability of the ankle. [Methods] A retrospective study was conducted on 18 patients who had ATFL and DL repaired simultaneously under arthroscope in our hospital from January 2018 to December 2021, with complete follow-up data. The clinical and imaging data were evaluated at the time points preoperatively and at the latest follow-up. [Results] All the 18 patients had operation performed successfully with the operation time of (56.7±7.2) min, intraoperative blood loss of (9.4±1.4) mL, ambulation time of (14.9±0.5) days. All patients got incisions healed well without major neurovascular injury, deep incision infection, or other serious complications, and followed up for a mean of (16.4±2.1) months. Compared with those preoperatively, the AOFAS score [(65.1±8.3), (93.7±4.4), $P<0.001$] and ankle dorsal extension - plantar flexion ROM [(61.3±3.7)°, (68.0±2.3)°, $P<0.001$] increased significantly; while pain VAS score [(3.8±1.0), (0.7±0.7), $P<0.001$] and ankle inversion - eversion ROM [(47.2±2.2)°, (44.2±1.7)°, $P<0.001$] significantly decreased at the latest follow-up. In addition, the ankle anterior drawer test, valgus test, and varus test significantly improved at the last follow-up compared with the preoperative test ($P<0.001$). As for imaging, there were no significant changes in talocrural angle (TCA) and medial clear space (MCS) at the last follow-up ($P>0.05$). All patients had no significant degenerative changes in the ankle joint. [Conclusion] The simultaneous arthroscopic ATFL and DL repair do effectively improve the rotational instability of the ankle.

Key words: ankle joint, rotational instability, anterior talofibular ligament, deltoid ligament

踝关节韧带损伤是最常见的运动损伤之一, 年发生率约为 2.15 / 1 000。绝大多数发生在踝关节外侧, 累及距腓前韧带 (anterior talofibular ligament, ATFL)。然而, 大约 5% 的踝关节扭伤涉及内侧的三

角韧带 (deltoid ligament, DL), 见于踝关节旋转损伤。踝关节内侧不稳定尽管不常见^[1], 但易被低估或者被忽视。部分患者在外侧韧带损伤术后仍残余踝关节外侧与内侧症状, 这可能与内侧 DL 损伤有关。

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.11048A

作者简介: 韩策, 医师, 研究方向: 足踝外科, (电子信箱) 17301050182@fudan.edu.cn

* 通信作者: 王旭, (电子信箱) wangxufoot@163.com

近年来关节镜下外侧的 ATFL 修复技术和结果不断改善, 内侧 DL 损伤的诊断和治疗水平同时也有所提高。笔者团队近 5 年来关注到踝关节外侧不稳定患者可能存在 DL 损伤, 行关节镜检查明确 ATFL 合并 DL 损伤后, 行镜下 ATFL 与内侧 DL 浅层修复, 并对患者进行了中短期随访。

1 临床资料

1.1 一般资料

本研究为回顾性研究, 纳入 2018 年 1 月—2021 年 12 月因“踝关节扭伤后疼痛不适”入院手术的 18 例患者, 所有患者均经关节镜检查确诊为外侧 ATFL 与内侧 DL 损伤, 并行一期镜下 ATFL 和 DL 修复, 术后定期随访至 12 个月以上; 排除 X 线片检查提示踝关节骨折、距骨囊肿形成的患者。患者年龄 17~57 岁, 平均 (33.1±6.2) 岁; 男 13 例, 女 5 例; 左侧 10 例, 右侧 8 例。本研究已通过复旦大学附属华山医院伦理委员会批准 (编号: 2016-036), 所有患者均知情同意并签署同意书。

1.2 手术方法

全身麻醉后患者仰卧位, 在大腿根部上止血带。建立常规前内侧、前外侧关节镜入路, 依次镜下检查评估下胫腓前韧带 (anterior inferior tibiofibular ligament, AITFL) 的最远端束、ATFL 上束、距骨外侧颈、胫骨前缘、距骨内侧颈、胫骨内侧角 (Henry 切迹)、内侧间隙、DL 深层、内踝尖部与 DL 浅层 (图 1a, 1b)。确定 ATFL 撕裂后, 于外踝尖置入锚钉, 过线缝合 ATFL 和下伸肌支持带, 过线后暂不拉紧打结 (图 1c)。前外侧入路置镜, 前内侧入路置入探针, 确认 DL 浅层自内踝前丘分离的部位, 或浅层撕裂部位。定位内踝尖近端约 5 mm、内踝软骨面内侧 3 mm 的交点, 置入双线锚钉 (图 1d), 分别于内踝尖近端与远端引出, 分离皮下大隐静脉及属支后打结, 缝线穿过撕裂的 DL 浅层。维持踝关节在中立位, 将内外侧锚钉缝线拉紧打结。镜下确认 DL 紧缩固定于内踝前丘部位, ATFL 及下伸肌支持带紧缩于腓骨尖前部 (图 1e, 1f)。术后 2 周内佩戴踝关节支具固定, 2 周后拆线, 并开始康复锻炼, 包括踝关节活动度、肌力训练、本体感觉训练等。

1.3 评价指标

记录围手术期资料, 包括手术时间、术中失血量、下地行走时间、切口愈合情况、手术并发症等。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale,

VAS)、AOFAS 评分、抽屉试验、踝关节背伸-跖屈活动度 (range of motion, ROM)、内-外翻活动度等评价临床效果, 行影像检查, 末次随访拍摄患侧踝负重位正侧位 X 线片, 测量距骨小腿角 (talocrural angle, TCA) 和内侧间隙 (medial clear space, MCS)。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 24.0 进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 对正态分布的资料进行配对样本 *T* 检验, 对非正态分布的资料进行秩和检验, 对等级资料进行 *Ridit* 分析检验。 *P*<0.05 为差异具有统计学。

2 结果

2.1 围手术期情况

18 例患者均顺利完成手术, 手术时间 43~76 min, 平均 (56.7±7.2) min; 术中失血量 5~15 mL, 平均 (9.4±1.4) mL; 下地行走时间 14~16 d, 平均 (14.9±0.5) d。所有切口均为一期甲级愈合, 无切口深部感染, 术中无重要血管、神经损伤等严重并发症。

2.2 随访结果

随访 12~26 个月, 平均 (16.4±2.1) 个月。患者随访资料见表 1。与术前相比, 末次随访时 AOFAS 评分和踝背伸-跖屈 ROM 显著增加 (*P*<0.05); 而疼痛 VAS 评分和踝内-外翻 ROM 显著减小 (*P*<0.05)。此外, 与术前相比, 末次随访患者踝关节的抽屉试验、外翻试验及内翻试验均显著改善 (*P*<0.001)。

影像方面, 与术前相比, 末次随访时的 TCA 和 MCS 均无显著变化 (*P*>0.05)。所有患者均出现踝关节明显退行性改变。

表 1. 18 例患者临床及影像资料与比较

Table 1. Comparison of clinical and imaging data of the 18 patients

指标	术前	末次随访	<i>P</i> 值
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	3.8±1.0	0.7±0.7	<0.001
AOFAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	65.1±8.3	93.7±4.4	<0.001
踝背伸-跖屈 ROM (°, $\bar{x} \pm s$)	61.3±3.7	68.0±2.3	<0.001
踝内-外翻 ROM (°, $\bar{x} \pm s$)	47.2±2.2	44.2±1.7	<0.001
抽屉试验 (例, 0/1+/2+/3+)	0/1/3/14	17/1/0/0	<0.001
外翻试验 (例, 0/1+/2+/3+)	0/0/7/11	17/1/0/0	<0.001
内翻试验 (例, 0/1+/2+/3+)	0/0/6/12	18/0/0/0	<0.001
TCA (°, $\bar{x} \pm s$)	80.5±5.3	80.3±3.8	0.827
MCS (mm, $\bar{x} \pm s$)	3.2±1.0	3.0±0.7	0.709

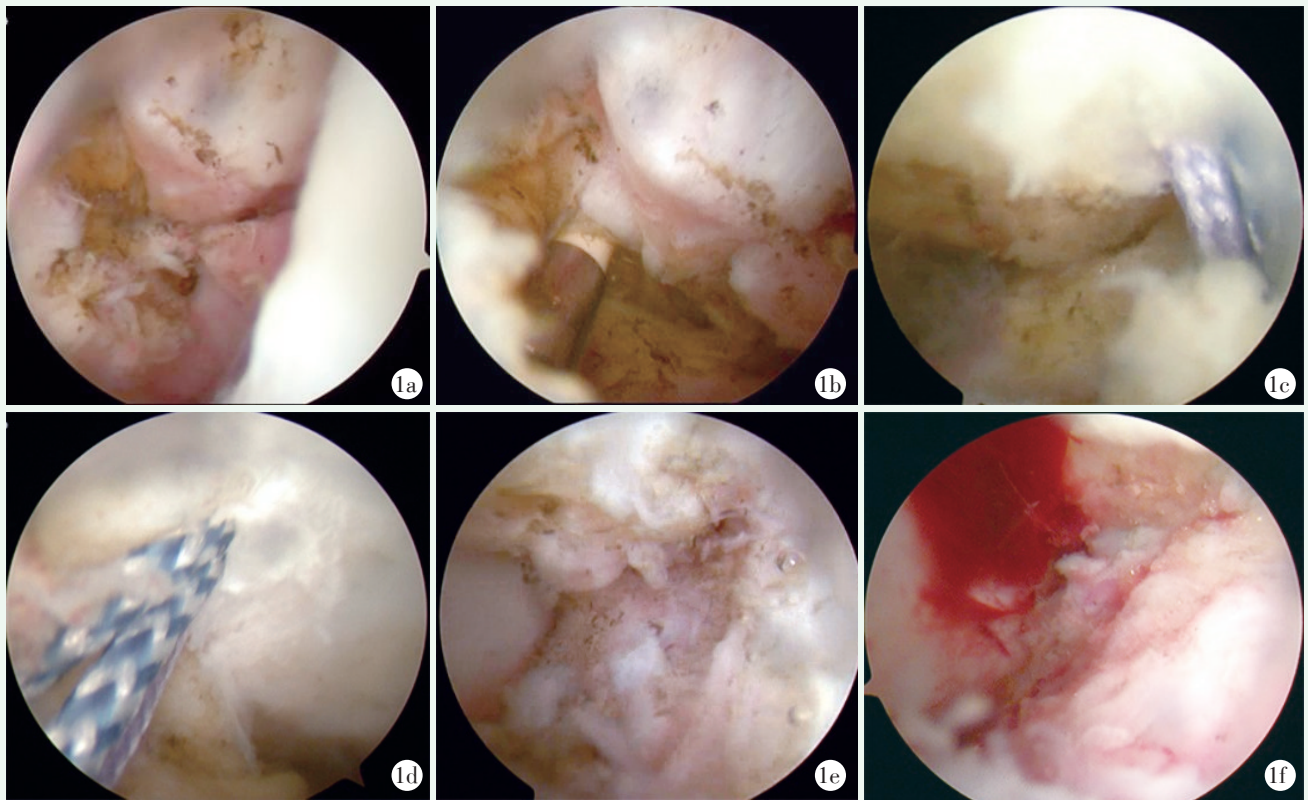


图 1. 患者男性，32 岁。1a: 前内侧入路作为观察入路，探针由前外侧入路引入，探查定位内踝前丘尖端，定位 DL 浅层止点；1b: ATFL 合并 DL 撕裂，内踝镜下可见 DL 浅层撕裂，合并内踝前丘撕脱的游离体；1c: 外踝置入锚钉，改良 Brostrom 修复 ATFL，过线后暂不打结；1d: 内踝游离体取出并清理后，置入双线锚钉；1e: 维持踝关节中立位缝线打结，镜下确认 DL 固定于内踝前丘；1f: ATFL 及下伸肌支持带紧缩于腓骨尖前部。

Figure 1. A 32-year-old male. 1a: The anteromedial (AM) portal was used as the observation path, while the anterolateral (AL) was as working path to probe and locate the tip of the medial anterior colliculus of the medial malleolus; 1b: Anterior talofibular ligament (ATFL) combined deltoid ligament (DL) tears were noted under arthroscope, presenting superficial tear of DL from anterior colliculus of the medial malleolus; 1c: An anchor was inserted into the lateral malleolus for modified Brostrom procedure, without knotting temporarily after suture passing; 1d: After the loose body removed, an anchor with double-wire was placed on the medial malleolus; 1e: Maintaining ankle in the neutral position, the sutures were tied and the DL reattached on the the medial anterior malleolar colliculus under arthroscope; 1f: The ATFL and the inferior extensor retinaculum were fixed on the anterior fibular tip.

3 讨 论

DL 复合体是一个三角状、强壮、宽阔的多束韧带，从内踝延伸到距骨、跟骨和舟骨。一般认为 DL 分为 2 层 6 束，DL 浅层共有 4 束，经常相互融合。胫舟韧带起自内踝前丘并向前扩张连接内踝与舟骨，作为弹簧韧带复合体的重要组成部分，自跖屈 10°开始，随着踝关节跖屈角度增加，纤维逐渐变得更加紧张。胫弹簧韧带的组成部分也起源于内踝前部，并在远端与弹簧韧带复合体融合。从跖屈 15°开始，其纤维也逐渐变得更加紧张。胫跟韧带是最强壮的浅表韧带，起源于内踝前内侧，止于内侧载距突，是踝关节的内侧副韧带。当踝关节背伸 0°时，胫跟韧带处于

张力状态。胫距后韧带浅层，起源于内踝后丘的内侧，止于距骨的后侧部分，其纤维在背伸 0°也逐渐增加张力^[2]。

DL 深层前束起源于内踝前丘和前丘间窝的下表面，止于距骨内侧相应的侧隐窝、距骨体颈交界处相邻。它阻止距骨外旋（或胫骨内旋），它与 ATFL 协同作用，抵抗距骨和腓骨的外旋力。后束自内踝丘间沟和后丘深部，止于距骨内侧隐窝后侧延伸至距骨体内侧。其限制距骨后移或固定距骨后的胫骨前移。踝关节跖屈时，DL 深层相对于胫骨轴垂直，纤维松弛。随着踝关节背伸变得紧张。

而由于 DL 深层与膝关节前交叉韧带一样是关节内韧带，滑膜细胞可以影响肌成纤维细胞的基因表达，引起撕裂的韧带断端回缩，导致愈合失败^[3, 4]。

所以, DL 损伤后, 特别是深层损伤后的愈合能力较差。

踝关节的内侧、外侧副韧带复合体提供了大约70%的横断面旋转稳定性, 特别是当踝关节处于跖屈位时。DL 是踝关节重要的内侧稳定结构, 限制踝关节外翻和距骨外移。其中深层三角韧带主要抑制距骨平移, 而浅层三角韧带主要抑制距骨旋转。

ATFL 与 DL 浅层共同限制距骨的前移外旋, 而在慢性踝关节不稳的患者中常见 ATFL 合并 DL 部分损伤。由于踝关节外侧韧带损伤, 导致踝穴内距骨旋转异常, 随后距骨内旋转增加, 从而反复拉伸损伤超负荷的 DL, 尤其是 DL 浅层^[5]。踝关节旋转不稳定一般同时涉及内侧、外侧韧带复合体的病变^[6]。明晓峰等^[7]认为修复内侧 DL 有利于维持踝关节内侧动态稳定。Vega 等^[8]首先描述了多向的内侧韧带功能不全, 他们认为内踝 DL 附着点缺失是这种损伤的标志。多次内翻扭伤导致 DL 浅层损伤可能是造成不稳定的生物力学原因。距骨和内踝之间持续的 DL 撞击也可能损伤韧带最终导致旋转不稳定^[9]。Guerra-Pinto 等^[10]认为在外侧副韧带损伤的情况下, 胫跟韧带成为重要的限制踝关节内翻的结构。外侧副韧带和胫跟韧带的共同受累显著增加了外侧和旋转不稳定性, 增加了距骨内旋。MRI 发现踝关节旋转不稳定患者, 均存在 ATFL 撕裂合并其他 1 条或多条韧带损伤。跟腓韧带损伤占 91%, 距腓后韧带损伤较少见 49%, DL 损伤占 72%, 其中 DL 浅层损伤占 23%, DL 深层损伤 6%, DL 浅层与深层损伤占 43%。踝内侧 DL 受损引起的踝内侧不稳若处理不妥当, 易继发踝关节外侧不稳与踝关节炎^[11]。近年来已经有学者把外侧韧带损伤修复术后的功能恢复不良, 归因于对旋转不稳定相关的内侧 DL 损伤认识、处理不足。

患者一般主诉踝关节反复扭伤或者“打软腿”病史, 不仅踝关节外侧疼痛, 亦可伴随踝关节内侧疼痛。体格检查示踝关节内侧与外侧压痛, 内侧沟及内踝下区压痛是 DL 复合体损伤的中度指标^[12]。外翻应力、前内侧抽屉和 Kleiger 试验是诊断踝关节旋转不稳定的经典应力试验^[13]。辅助检查包括 X 线片、B 超、动态 B 超、CT 与 MRI, 可以明确骨性结构与韧带组织损伤情况。

Hintermann^[14]提出了关节镜下踝关节内侧不稳定的评估与分度: 轻度不稳定, 距骨有移位, 但不足以将直径 5 mm 关节镜插入胫距关节内侧间隙; 中度不稳定, 可以将直径 5 mm 关节镜插入胫距关节内侧间隙; 严重不稳定, 直径 5 mm 关节镜可轻易插入胫

距关节内侧间隙, 观察到踝关节后内侧。此外根据 DL 损伤部位, 也可将踝关节内侧不稳定分为 3 种类型: 1 型, 胫舟韧带或胫弹簧韧带的近端撕脱; 2 型, 这些结构的中部撕裂; 3 型, 远端撕脱。根据关节镜下所见, 可分为 DL 前束(胫舟韧带)损伤和 DL 中间束(胫弹簧韧带和胫跟韧带)损伤^[15]。

Vega^[8]利用关节镜下踝关节内、外侧韧带修复治疗 13 例患者, 平均随访 35 (18~42) 个月, 结果显示患者踝关节旋转不稳定显著改善。术后除 1 例患者仍有踝关节内侧疼痛外, 其余患者均恢复正常活动, 体育活动亦恢复至术前水平。AOFAS 踝-后足评分由术前 44~77 分提高至末次随访时 77~100 分。Acevedo^[16]在 87 例患者中运用了关节镜辅助下的 DL 修复技术, 术后患者满意率超过 90%。

本研究属于回顾性病例分析, 病例数量有限, 无法根据患者职业、功能需求、年龄分组以获得更加有说服力的结果。此外本研究随访时间较短, 属于中短期随访, 长期随访更能反应患者远期预后。期望未来能开展前瞻性的多中心随机对照研究并展开长期随访以总结获得更加确实可信的结论。

综上所述, 踝关节旋转不稳定导致的 DL 损伤, 在临床上不容忽视, 关节镜技术可以明确韧带损伤的具体情况与相关病理状态。关节镜下 DL 浅层修复是一个可靠、有效的手术方式。对于同时存在内外侧韧带损伤的病例而言, 关节镜下一期修复 ATFL 与 DL 能够有效改善踝关节的旋转不稳定。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 韩策: 酝酿和设计实验、实施研究、数据采集及分析和解释、起草文章、统计分析; 王星宇: 实施研究、采集数据、文章审阅、统计分析; 滕兆麟: 采集数据、文章审阅、统计分析; 耿翔: 数据采集及分析和解释、文章审阅、统计分析; 张超: 分析及解释数据、文章审阅、指导; 王旭: 酝酿和设计实验、实施研究、文章审阅、获取研究经费、指导、支持性贡献; 马昕: 酝酿和设计实验、文章审阅、指导

参考文献

- [1] Colin F, Barbier O, Cordier G. Role of surgery in the management of lesions of the medial collateral ligament of the ankle [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020, 106 (8s): S195-s199. DOI: 10.1016/j.otsr.2020.08.005.
- [2] Takao M, Ozeki S, Oliva XM, et al. Strain pattern of each ligamentous band of the superficial deltoid ligament: a cadaver study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21 (1): 289. DOI: 10.1186/s12891-020-03296-0.
- [3] Murray MM, Martin SD, Martin TL, et al. Histological changes in the human anterior cruciate ligament after rupture [J]. *J Bone Joint*

- Surg Am, 2000, 82 (10) : 1387-1397. DOI: 10.2106/00004623-200010000-00004.
- [4] 周垚, 杜秀藩, 王广积. 前交叉韧带断裂关节腔内环境改变的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32 (12) : 1118-1123. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100392.
- Zhou K, Du XF, Wang GJ. Research progress on the intraarticular environment variation secondary to anterior cruciate ligament tear [J]. Orthopedic Journal of China, 2024, 32 (12) : 1118-1123. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100392.
- [5] Vega J, Guelfi M. Arthroscopic assessment and treatment of medial collateral ligament complex [J]. Foot Ankle Clin, 2021, 26 (2) : 305-313. DOI: 10.1016/j.fcl.2021.03.005.
- [6] Buchhorn T, Sabeti-Aschraf M, Dlaska CE, et al. Combined medial and lateral anatomic ligament reconstruction for chronic rotational instability of the ankle [J]. Foot Ankle Int, 2011, 32 (12) : 1122-1126. DOI: 10.3113/fai.2011.1122.
- [7] 明晓锋, 曹向阳, 王振, 等. 踝损伤伴 DL 完全断裂的手术治疗[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (16) : 1519-1522. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.16.16.
- Ming XF, Cao XY, Wang Z, et al. Surgical treatment of ankle injuries accompanied with complete rupture of deltoid ligament [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (16) : 1519-1522. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.16.16.
- [8] Vega J, Allmendinger J, Malagelada F, et al. Combined arthroscopic all-inside repair of lateral and medial ankle ligaments is an effective treatment for rotational ankle instability [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28 (1) : 132-140. DOI: 10.1007/s00167-017-4736-y.
- [9] Caputo AM, Lee JY, Spritzer CE, et al. In vivo kinematics of the tibiotalar joint after lateral ankle instability [J]. Am J Sports Med, 2009, 37 (11) : 2241-2248. DOI: 10.1177/0363546509337578.
- [10] Guerra-Pinto F, Côte-Real N, Mota Gomes T, et al. Rotational instability after anterior talofibular and calcaneofibular ligament section: the experimental basis for the ankle pivot test [J]. J Foot Ankle Surg, 2018, 57 (6) : 1087-1091. DOI: 10.1053/j.jfas.2018.03.038.
- [11] 王伟, 徐永胜, 张剑君. 踝部骨折开放复位内固定是否修复 DL [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (22) : 2035-2040. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.22.04.
- Wang W, Xu YS, Zhang JJ. Open reduction and internal fixation with or without deltoid ligament repair for ankle fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (22) : 2035-2040. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.22.04.
- [12] Stenquist DS, Miller C, Velasco B, et al. Medial tenderness revisited: Is medial ankle tenderness predictive of instability in isolated lateral malleolus fractures [J]. Injury, 2020, 51 (6) : 1392-1396. DOI: 10.1016/j.injury.2020.03.029.
- [13] McGovern RP, Martin RL. Managing ankle ligament sprains and tears: current opinion [J]. Open Access J Sports Med, 2016, 7: 33-42. DOI: 10.2147/oajsm.S72334.
- [14] Hintermann B. Medial ankle instability [J]. Foot Ankle Clin, 2003, 8 (4) : 723-738. DOI: 10.1016/s1083-7515(03)00147-5.
- [15] Hintermann B, Knupp M, Pagenstert GI. Deltoid ligament injuries: diagnosis and management [J]. Foot Ankle Clin, 2006, 11 (3) : 625-637. DOI: 10.1016/j.fcl.2006.08.001.
- [16] Acevedo JJ, Kreulen C, Cedeno AA, et al. Technique for arthroscopic deltoid ligament repair with description of safe zones [J]. Foot Ankle Int, 2020, 41 (5) : 605-611. DOI: 10.1177/1071100720909138.

(收稿:2024-06-13 修回:2024-09-02)
(同行评议专家:王志坚,陶旭)
(本文编辑:闫承杰)