

· 技术创新 ·

腓骨短肌腱 V 双束解剖重建距腓前韧带[△]

韩海元, 张永超, 曲新强*, 崔东云, 郝佳杰, 季晓峰, 孙健

(陆军第八十集团军医院骨科, 山东潍坊 261021)

摘要: [目的] 介绍腓骨短肌腱“V”双束解剖重建距腓前韧带 (anterior talofibular ligament, ATFL) 的手术技术和初步临床效果。[方法] 对 23 例 ATFL 断裂的患者取自体部分腓骨短肌腱“V”双束重建距腓前韧带, 以 ATFL 走行为中心作弧形切口, 暴露 ATFL, 确认残余韧带组织无法直接缝合。分别于 ATFL 腓骨解剖止点印迹的上缘和下缘, 以及距骨解剖止点印迹片建立 3 处骨隧道。用取腱器纵向切取一半的腓骨短肌腱, 制备 V 形移植植物。将移植植物分别引入相应骨隧道, 拉紧, 用挤压螺钉或锚钉固定, 完成双束 V 形 ATFL 重建。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 无严重并发症, 随访 12 个月以上。AOFAS 评分由术前的 (46.7±9.5) 分显著提高至术后 12 个月 (91.6±2.8) 分 ($P<0.05$), KAF 评分由术前的 (49.4±1.9) 分显著提高至术后 12 个月 (90.8±2.7) 分 ($P<0.05$), VAS 疼痛评分由术前的 (5.8±0.9) 分显著减少至术后 12 个月 (1.7±0.9) 分 ($P<0.05$)。末次随访时, 23 例患者 ADT 及 TTT 均为阴性, 踝关节疼痛、日常功能和关节活动、稳定性及后足对线较术前均有明显改善。[结论] 腓骨短肌腱“V”双束解剖重建 ATFL, 可更好地恢复踝关节生物力学功能, 临床疗效肯定。

关键词: 踝关节外侧慢性不稳, 腓骨短肌腱, 距腓前韧带, 解剖重建

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 08-0734-04

V-shaped double-bundle anatomical reconstruction of the anterior talofibular ligament by using a half peroneal brevis tendon // HAN Hai-yuan, ZHANG Yong-chao, QU Xin-qiang, CUI Dong-yun, HAO Jia-jie, JI Xiao-feng, SUN Jian. Department of Orthopaedics, The 80th Army Hospital of PLA, Weifang 261021, China

Abstract: [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical results of V-shaped double-bundle anatomical reconstruction of the anterior talofibular ligament (ATFL) by using a half peroneal brevis tendon. [Methods] A total of 23 patients received abovementioned surgical treatment for chronic lateral ankle instability. Over the ATFL trace an arc incision was made to expose the ligament remnants, which proved unproper to be sutured directly. The bone tunnels were created individually on the upper and lower border of the anatomic fibular footprint, as well as the talar anatomic footprint. A longitudinal half peroneus brevis tendon was obtained by a tendon harvester, and prepared to V-shaped graft. Subsequently, the tendon graft was respectively introduced into the superior fibular tunnel, the inferior fibular tunnel and the talar tunnel, and tighten and fixed with interference screws or suture anchors to reconstruct the ATFL in double bundles and V-shape. [Results] All patients were successfully operated on without serious complications, and were followed up for more than 12 months. The AOFAS score significantly increased from (46.7±9.5) before operation to (91.6±2.8) 12 months after operation ($P<0.05$), KAF score significantly increased from (49.4±1.9) to (90.8±2.7) ($P<0.05$), whereas the VAS pain score significantly decreased from (5.8±0.9) before surgery to (1.7±0.9) 12 months after surgery ($P<0.05$). At the latest follow-up, all the patients got negative ADT and TTT tests, had no ankle pain, and got considerably improved daily function and joint movement, stability and hindfoot alignment compared with those preoperatively. [Conclusion] This V-shaped double-bundle ATFL anatomical reconstruction with longitudinal half peroneus brevis tendon dose restore the biomechanical function of the ankle and achieve sound clinical outcome.

Key words: chronic lateral ankle instability, peroneus brevis tendon, anterior talofibular ligament, anatomical reconstruction

踝关节扭伤导致韧带损伤在临床上非常多见, 踝外侧副韧带尤其是距腓前韧带 (anterior talofibular ligament, ATFL) 损伤发病率最高, 约占踝关节韧带

损伤的 73% 以上^[1]。ATFL 损伤后对外力的吸收能力较正常韧带下降 60%, 易瘢痕愈合进而引起踝关节外侧慢性不稳 (chronic lateral ankle instability,

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.13

[△]基金项目: 潍坊市科技发展计划项目 (编号: 2020YX094)

作者简介: 韩海元, 主治医师, 研究方向: 手足外科, (电话) 15762602277, (电子信箱) 1097028675@qq.com

* 通信作者: 曲新强, (电话) 15063686976, (电子信箱) hanhaiyuanqxq@163.com

CLAI), 临床症状表现为踝关节容易且反复扭伤, 外侧肿痛及行走恐惧等症状, 继而导致滑膜增生、撞击及距骨软骨损伤, 严重者可发生骨性关节炎^[2-4]。ATFL 损伤手术治疗方式主要包括韧带修复及韧带重建^[5, 6], 韧带残端相对完整的患者一般采用修复手术可取得满意效果, 但对于韧带残端严重缺失的患者需用自体或异体肌腱手术重建^[6-8], 常用的有 Watson-Jones、ChrismanSnook、Evans、Chrisman-Snook、Colville 等术式; 国内亦有学者提出用自体肌腱重建 ATFL 并获得良好的临床效果^[9, 10]。这些术式对 ATFL 都是单束重建, 但解剖学研究发现, 约 75% 的 ATFL 是以双束甚至三束的结构出现的^[11, 12]。而且, 踝关节在体位不同时, 不同分束的紧张度也不同: 足跖屈时下束松弛而上束紧张, 足背伸时相反^[12]。本研究根据 ATFL 的解剖及生物力学特点, 取部分腓骨短肌腱“V”双束解剖重建 ATFL, 操作简单, 取腱便捷, 更加接近解剖学重建, 获得了良好的临床效果。

1 手术技术

1.1 术前准备

所有患者术前严格病史询问, 检查踝关节前抽屉试验 (anterior drawer test, ADT) 及内翻应力试验 (talar tilt test, TTT); 常规应力位 X 线片检查, 测量距骨倾斜角 $>10^{\circ}$ (图 1a)、距骨前移 >9 mm (图 1b); MRI 检查提示 ATFL 损伤程度 (图 1c)。

1.2 麻醉与体位

患者均采用患肢坐骨神经、股神经阻滞麻醉+全身麻醉方式, 取仰卧位, 于大腿根部上气压止血带。

1.3 手术操作

以 ATFL 走行为中心沿腓骨尖前上向后下作弧形切口 (图 1d), 长约 5 cm, 依次切开皮肤及皮下组织, 注意保护切口下方的腓骨长短肌腱、腓肠神经、小隐静脉以及腓浅神经。分离皮下组织、显露已断裂的 ATFL, 见韧带及周围瘢痕形成, 余腱性组织少或消失, 张力差, 无法直接缝合, 适当清理断端及周围瘢痕组织。在腓骨后缘, 距外踝尖上方 6 cm 处作长约 2 cm 的切口, 寻找腓骨短肌腱, 由肌腱近端前侧中间纵向劈开, 用取腱器向远端游离, 切取约 8~10 cm 部分腓骨短肌腱, 两端用 2-0 肌腱缝线加强编织缝合, 中点处折叠约 1 cm 编织缝合, 各留牵引尾线约 15 cm, 后浸泡在生理盐水中备用 (图 1d)。新鲜化 ATFL 腓骨止点区域, 于外踝尖上约 1.5 cm 处, 以

韧带止点区域中心偏上处为进针点, 沿韧带走形方向打入导针 (冠状位为 30° 、矢状位为 45°), 4.5 mm 空心钻钻通建立腓骨隧道; 同法, 于距骨颈表面 ATFL 止点处, 垂直距骨颈向内侧钻通形成距骨隧道; 小骨搓磨平并适当磨宽隧道口锋利骨质以减小切割损伤。用带线导针将肌腱一端导入腓骨隧道内, 约 1 cm 入骨, 牵引线留于腓骨背侧面; 同法将韧带中间折叠部置入距骨隧道, 留牵引线于距骨内侧。上束重建: 用 1 枚 4.5 mm DePur Healix 可吸收锚钉置入距骨隧道固定肌腱中段; 拉紧腓骨背侧牵引线, 外翻、背伸踝关节并适当后沉距骨, 调整肌腱张力, 于腓骨侧置入 1 枚相同型号锚钉固定肌腱一端, 重建上束腓骨侧止点。下束重建: 适当游离腓骨尖组织, 注意保留残存的骨膜及韧带组织; 于上束韧带止点下约 0.5 cm 靠近跟腓韧带止点处, 与腓骨纵轴成 30° 置入 1 枚 DePur GII 微型锚钉, 将肌腱另一端于踝关节适度跖屈外翻位缝合。缝合后重建的两组韧带成约 10° ~ 15° 夹角 (图 1e, 1f)。距骨侧通常会留部分韧带组织, 距骨止点重建时止点稍向前内侧偏移, 尽量保护原有韧带软组织, 并在重建后将肌腱沿韧带平面加强缝合, 此时下束重建时会与上束尽可能平行, 更加接近解剖重建。

1.4 术后处理

第一阶段: 术后 24 h 拔除引流, 指导患者进行患肢等长收缩练习, 踝关节中立位石膏拖固定 3 周; 第二阶段: 术后 4~6 周改用可负重行走支具固定, 并在支具固定下逐渐完全负重行走; 第三阶段: 术后 6 周后开始主动负重肌力训练, 注重步态及踝关节功能训练, 同时加强本体感觉训练; 第四阶段: 术后 12 周后开始慢跑及运动训练。

2 临床资料

2.1 一般资料

2018 年 4 月—2021 年 4 月, 23 例患者纳入本研究。其中男 10 例, 女 13 例; 年龄 25~59 岁, 平均 (39.5 ± 9.4) 岁。左侧 11 例, 右侧 12 例。21 例患者首次受伤为旋后内收型扭伤, 2 例为机器挤伤和车祸伤。病程 9~50 个月。患者主诉为踝关节多次扭伤, 易扭伤, 外侧胀、酸痛, 运动时有踝关节不稳定感。查体: 韧带走行处压痛, 前抽屉试验 (anterior drawer test, ADT) 阳性和 (或) 内翻应力试验 (talar tilt test, TTT) 阳性。踝关节 X 线: 内翻应力下距骨倾斜角 $>10^{\circ}$ 和前抽屉应力距骨前移 >9 mm。MRI 提示 AT-

FL 断裂。本研究经医院医学伦理委员会批准，所有患者均知情同意并签署手术知情同意书。

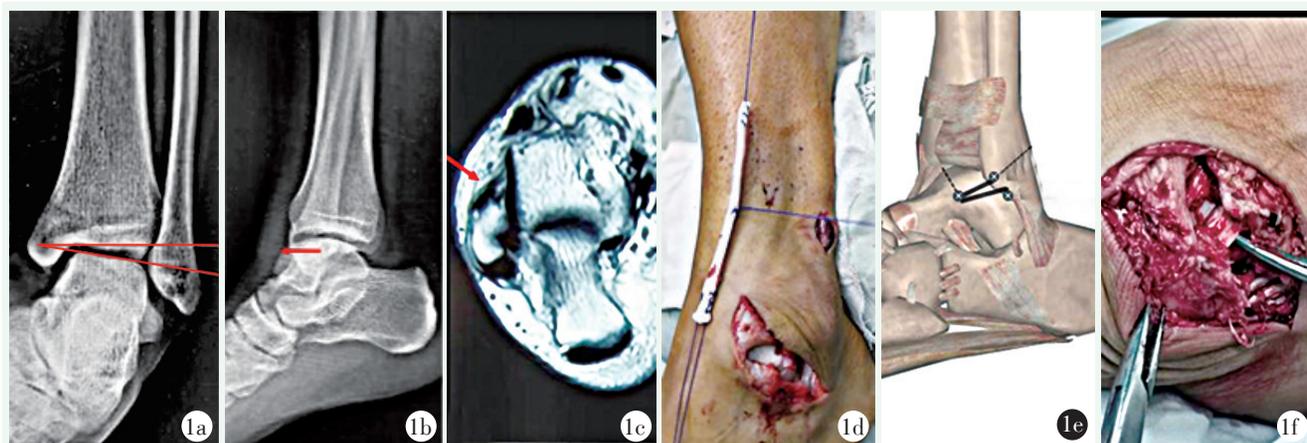


图1 患者，男，36岁，踝关节外侧慢性不稳 1a: 术前内翻应力位X线片示距骨倾斜 $>10^\circ$ 1b: 术前前抽屉应力位X线片示距骨前移 1c: 术前MRI显示ATFL断裂，瘢痕化严重 1d: 取同侧部分腓骨短肌腱编织备用，并可见ATFL瘢痕化严重，无法直接缝合 1e: “V”形重建ATFL上束、下束示意图 1f: 重建后的双束ATFL

2.2 初步结果

23例患者均顺利完成手术，未发生血管、神经损伤等严重并发症。所有患者术中均可见原ATFL走行处瘢痕增生，残存腱性组织少甚至消失。1例术后第3d伤口红肿渗出，疑似线结反应，经清创换药后顺利愈合。随访时间12~30个月，术后6个月，4例踝关节紧缩感，经进一步康复训练后逐渐缓解。AO-FAS评分由术前的 (46.7 ± 9.5) 分显著提高至术后12个月 (91.6 ± 2.8) 分 $(P < 0.05)$ ，KAF评分由术前的 (49.4 ± 1.9) 分显著提高至术后12个月 (90.8 ± 2.7) 分 $(P < 0.05)$ ，VAS疼痛评分由术前的 (5.8 ± 0.9) 分显著减少至术后12个月 (1.7 ± 0.9) 分 $(P < 0.05)$ 。末次随访时，23例患者ADT及TTT均为阴性，踝关节疼痛、日常功能和关节活动、稳定性及后足对线较术前均有明显改善，均未出现踝关节不稳及其他并发症。术后腓骨短肌腱功能逐渐恢复，未出现踝关节功能损失。

3 讨论

踝关节作为人体负重最大的屈戌关节，是运动系统的重要组成部分，其扭伤也最为多见，其中ATFL往往是最容易受伤的^[1]，若损伤较重或者损伤迁延不愈，韧带功能完全丧失、瘢痕化严重、无法修复时需行ATFL解剖重建。

近年来很多解剖学研究证实ATFL分束、形态以及止点位置均存在一定差异，ATFL以双束为主，约占65%以上，单束约占25%，极少数会出现3束的

情况^[14-16]。踝关节处于不同体位时，不同分束的紧张度不同：足跖屈时上束紧张而下束松弛，足背伸时下束紧张而上束松弛^[12, 14]。

本研究根据ATFL的解剖学和生物力学特点，采用部分腓骨短肌腱“V”解剖重建双束ATFL，使踝关节背伸、跖屈时上、下束分别收紧，达到更好地限制距骨前移及内翻的力学作用，更好地恢复踝关节生物力学功能。于腓骨尖1.5cm处重建上束止点，根据取腓骨肌腱直径，于靠下约0.5cm处锚钉重建下束止点；下束止点与跟腓韧带或可能出现的两韧带间的复合体结构位置相邻，于此处应用锚钉缝线将切取肌腱的一端与周围组织加强缝合进一步提升韧带止点强度，以期愈合形成类似外侧副韧带复合体结构。国内华英汇等学者解剖学研究显示^[16]，ATFL腓骨起点至腓骨尖平均距离为 (14.1 ± 2.9) mm，跟腓韧带与ATFL于腓骨止点的中心之间的距离为 (6.4 ± 2.6) mm。取部分腓骨短肌腱作为重建物，离术区位置接近，创伤小，与异体肌腱相比有更优的蠕变率及韧带止点愈合程度，腱-骨愈合时间短，利于术后早期康复锻炼；有临床研究显示，患者供区术后早期腓骨短肌腱力量强度降低，但是通过康复锻炼，腓骨短肌腱功能均逐渐恢复^[9]。

这种解剖重建的方式，兼顾ATFL的解剖学和生物力学特点，对于改善ATFL缺失导致的踝关节不稳定疗效可靠。随着踝关节镜技术的发展，以及锚钉和异体肌腱等材料的逐渐成熟，加之人们对微创理念的追求，后期应进一步改进技术方法，充分应用新技术、新材料，使此术式更加满足临床的需求和患者的

预期。

参考文献

- [1] Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, et al. Epidemiology of ankle sprains and chronic ankle instability [J]. *J Athl Train*, 2019, 54 (6): 603-610.
- [2] Miklovic TM, Donovan L, Protzuk OA, et al. Acute lateral ankle sprain to chronic ankle instability: a pathway of dysfunction [J]. *Phys Sportsmed*, 2018, 46 (1): 116-122.
- [3] Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability [J]. *J Athl Train*, 2002, 37 (4): 364-375.
- [4] van Rijn RM, van Os AG, Bernsen RM, et al. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review [J]. *Am J Med*, 2008, 121 (4): 324-331.
- [5] 张成昌, 杨柳, 段小军. 慢性踝关节外侧不稳手术适应证的现状 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (2): 168-171.
- [6] Aicale R, Maffulli N. Chronic lateral ankle instability: topical review [J]. *Foot Ankle Int*, 2020, 41 (12): 1571-1581.
- [7] Takao M, Oae K, Uchio Y, et al. Anatomical reconstruction of the lateral ligaments of the ankle with a gracilis autograft: a new technique using an interference fit anchoring system [J]. *Am J Sports Med*, 2005, 33 (6): 814-823.
- [8] Li H, Song Y, Li H, Hua Y. Outcomes after anatomic lateral ankle ligament reconstruction using allograft tendon for chronic ankle instability: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2020, 59 (1): 117-124.
- [9] 王震宇, 郑果, 郑小龙, 等. 部分腓骨短肌腱联合双 intra-fix 挤压螺钉固定解剖重建距腓前韧带 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35 (1): 70-75.
- [10] 尚林, 王翔宇, 王爱国, 等. 距腓前韧带重建联合踝关节镜手术治疗慢性踝关节外侧不稳 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (8): 744-748.
- [11] Edama M, Kageyama I, Kikumoto T, et al. Morphological characteristics of the lateral talocalcaneal ligament: a large-scale anatomical study [J]. *Surg Radiol Anat*, 2019, 41 (1): 25-28.
- [12] 周云烽, 张正政, 江川, 等. 踝关节距腓前韧带和跟腓韧带的解剖学特点 [J]. *中国运动医学杂志*, 2021, 40 (5): 364-371.
- [13] Gribble PA. Evaluating and differentiating ankle instability [J]. *J Athl Train*, 2019, 54 (6): 617-627.
- [14] Kakegawa A, Mori Y, Tsuchiya A, et al. Independent attachment of lateral ankle ligaments: anterior talofibular and calcaneofibular ligaments - a cadaveric study [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2019, 58 (4): 717-722.
- [15] Kobayashi T, Suzuki D, Kondo Y, et al. Morphological characteristics of the lateral ankle ligament complex [J]. *Surg Radiol Anat*, 2020, 42 (10): 1153-1159.
- [16] 马魁, 华英汇, 李宏云, 等. 踝关节外侧副韧带定量解剖研究 [J]. *中国运动医学杂志*, 2017, 36 (6): 467-471.

(收稿:2022-04-17 修回:2022-11-18)

(同行评议专家: 吴玉宝 孙建民 刘勇)

(本文编辑: 郭秀婷)

读者·作者·编者

本刊关于稿件诚信审核的通告

即日起本刊将对每一篇来稿进行全方位诚信审核。稿件上传投稿系统后,本刊的编辑人员会与作者联系核查稿件相关情况,可能动态地对文稿反复核对。请作者需确认投稿文章内容为本人原创,保证资料的真实性;保证不存在代写、代投行为。以下情况将被判定为涉嫌代写代投等学术不端行为,无论稿件处理至哪个阶段,均终止稿件进一步处理或直接退稿。

(1) 作者信息中提供的手机和电子信箱等联系方式非第一作者或通讯作者本人,或无效;(2) 再次投稿时,所留的电子信箱地址与历史记录不符合,且无说明;或同一作者历史记录中有多个不同电子信箱地址;(3) 不回应我们的问询,或回应不合逻辑;(4) 文稿内容描述不专业,或不符合逻辑,不符合医学伦理与规范;(5) 数据或统计值不符合逻辑,或明显错误;(6) 图片与正文描述不符合;(7) 参考文献引用与正文内容不符合。

请广大作者高度重视学术名誉,坚决反对学术不端行为,共同维护学术尊严,保证杂志的学术质量。

《中国矫形外科杂志》编辑部

2023年3月