

· 临床研究 ·

镜下确诊下胫腓联合不稳经皮 Tightrope 修复的意义[△]

孙守琦, 魏 民*

(解放军医学院, 北京 100853)

摘要: [目的] 探讨对踝关节镜诊断的下胫腓联合不稳采用 Tightrope 修复的临床意义。[方法] 2017 年 11 月—2020 年 3 月, 对 41 例踝关节镜下确诊下胫腓联合不稳患者行经皮 Tightrope 修复。评价临床与影像资料。[结果] 41 例患者均顺利完成手术, 切口均 I 期愈合。所有患者随访 24~52 个月, 平均随访时间 (35.4±7.7) 个月, 随访过程中, 41 例患者均未出现切口感染、神经血管损伤、下肢静脉血栓形成等并发症, 均未行翻修手术。随时间推移 (术前、术后 6、12 个月和末次随访), VAS 评分显著减少 [(4.4±2.8), (2.6±1.8), (1.8±1.6), (1.4±1.5), $P<0.001$], 而 AOFAS 评分 [(60.9±28.6), (73.4±13.9), (82.2±14.0), (85.0±10.0), $P<0.001$] 和 SF-36 评分 [(89.5±12.1), (98.8±12.9), (106.8±12.0), (112.2±13.4), $P<0.001$] 显著增加; 但是, 踝关节跖屈-背伸和旋前-旋后活动度无显著变化 ($P>0.05$)。至末次随访时, 39 例恢复伤前运动水平, 占 95.1%。影像方面, 随时间推移, 踝内侧间隙 (medial clear space, MCS)、胫腓间隙 (tibiofibular clear space, TFCS)、胫腓重叠 (tibiofibular overlap, TFO) 均无显著改变 ($P>0.05$)。[结论] 踝关节镜检查是发现远端胫腓联合不稳定的有效工具, 采用经皮 Tightrope 修复下胫腓联合不稳可获得满意疗效。

关键词: 下胫腓联合不稳, 踝关节镜术, 诊断, Tightrope, 疗效

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 10-0937-04

Significance of Tightrope repair for distal tibiofibular syndesmosis instability diagnosed under arthroscopy // SUN Shou-qi, WEI Min. Department of Orthopaedic Medicine, The Fourth Medical Center, General Hospital of PLA, Beijing 100853, China

Abstract: [Objective] To investigate the clinical significance of percutaneous repair with Tightrope for distal tibiofibular syndesmosis instability diagnosed by ankle arthroscopy. **[Methods]** From November 2017 to March 2020, 41 patients received percutaneous Tightrope repair for distal tibiofibular syndesmosis instability that was found under ankle arthroscopy. The clinical and imaging documents were evaluated. **[Results]** All the 41 patients had operation completed with incisions healed in stage I, whereas without complication such as incision infection, neurovascular injury and lower limb deeper venous thrombosis. All patients were followed up for 24~52 months, with an average follow-up time of (35.4±7.7) months. During the follow-up, none of the 41 patients had complications such as incision infection, neurovascular injury, venous thrombosis of lower limbs and revision surgery. With time elapsed in points preoperatively, 6 months postoperatively, 12 months postoperatively and the latest follow-up, the VAS score significantly reduced [(4.4±2.8), (2.6±1.8), (1.8±1.6), (1.4±1.5), $P<0.001$], while the AOFAS score [(60.9±28.6), (73.4±13.9), (82.2±14.0), (85.0±10.0), $P<0.001$] and SF-36 score [(89.5±12.1), (98.8±12.9), (106.8±12.0), (112.2±13.4), $P<0.001$] significantly increased, however, the ankle plantar flexion-dorsal extension range of motion (ROM) and pronation-supination ROM remained unchanged ($P>0.05$). By the last follow-up, 39 patients regained the pre-injury exercise level, accounting for 95.1%. In terms of imaging, medial clear space (MCS), tibiofibular clear space (TFCS), tibiofibular overlap (TFO) was not significantly changed ($P>0.05$). **[Conclusion]** The ankle arthroscopic examination is efficient tool to find distal tibiofibular syndesmosis instability, while percutaneous Tightrope repair of distal tibiofibular syndesmosis instability does achieve satisfactory clinical outcomes in this study.

Key words: distal tibiofibular syndesmosis instability, ankle arthroscopy, diagnosis, Tightrope, clinical outcome

下胫腓联合损伤是常见的踝关节损伤合并伤, 又被称为高位踝关节扭伤, 据报道 18% 的踝关节扭伤

和 23% 的踝关节骨折合并下胫腓联合损伤^[1]。下胫腓联合是一个对踝关节稳定性至关重要的纤维关节,

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.16

△基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (编号: 82074244)

作者简介: 孙守琦, 硕士研究生, 研究方向: 膝踝关节运动损伤及治疗、关节炎损伤机制研究, (电话) 18691874704, (电子信箱) 1910464073@qq.com

* 通信作者: 魏民, (电子信箱) minwei301@163.com

包含下胫腓前韧带、下胫腓后韧带、骨间韧带、胫腓横韧带，对于维持踝关节稳定具有重要作用^[2, 3]。下胫腓联合的损伤根据影像学结果及患者运动状态分为三型。一型（下胫腓联合拉伤型）：核磁显示下胫腓联合损伤但患者并无行走不稳；二型（下胫腓联合不稳型）：核磁显示下胫腓联合损伤且患者存在长期行走障碍，如容易扭脚或踝关节疼痛，是踝关节长期慢性损伤导致；三型（下胫腓联合分离型）：核磁显示下胫腓联合全层断裂，常合并骨折；通常后两型需行手术治疗^[4, 5]。解放军总医院第一医学中心骨科五病区2017年11月—2020年3月收治的41例踝关节损伤镜下发现下胫腓联合不稳患者，行经皮Tightrope修复，现将临床与影像结果报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性研究2017年11月—2020年3月在解放军总医院治疗的41例踝关节扭伤患者的临床资料，均在踝关节镜检查确诊为下胫腓联合不稳，表现为镜下下胫腓间隙 ≥ 4 mm，均行经皮Tightrope固定下胫腓联合。患者年龄18~58岁，平均 (32.7 ± 1.7) 岁；男17例，女24例；左踝21例，右踝20例；BMI为17.4~33.7 kg/m²，平均 (24.2 ± 0.6) kg/m²；所有患者均有明确外伤史，并排除合并踝部骨折或胫骨穹隆骨折者，损伤至手术时间6~70个月，平均 (14.0 ± 13.9) 个月。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知情同意书。

1.2 手术方法

术前经临床查体及影像学检查，明确踝关节韧带损伤大致情况（图1a~1c）。麻醉满意后，取平卧位，踝关节术区常规碘酒、酒精消毒，分别于踝关节处胫前肌内侧及趾长伸肌外侧各做约0.5 cm切口，穿刺锥进入筋膜层，连接关节镜摄像系统及进水管和出水管，拔出穿刺锥，置入关节镜，用刨削器清除血凝块、增生的滑膜及游离体，处理伴发的软骨及韧带损伤。踝关节镜下探钩探查下胫腓联合稳定性，即下胫腓骨关节间隙。探钩尖（尖端长4 mm）插入下胫腓关节间隙，轴向旋转探钩，探钩尖可撑开下胫腓关节间隙并完全水平于距骨平面，即证明下胫腓骨关节间隙 ≥ 4 mm（图1d）。于踝关节上方3 cm处，水平面向前倾斜20°、冠状面平行于胫距关节平面，贯穿腓侧皮肤，向腓骨和胫骨打入导针，透视确认导针位置良好，沿导针用5 mm空心钻建立贯穿腓骨与胫骨双

侧皮质的骨道，将Tightrope引入骨隧道，于胫骨内侧皮下纽扣钢板翻转，嵌于胫骨内侧皮质，腓骨侧收紧线袢，拉紧复位下胫腓，打4个单结固定。再次镜下探查，见下胫腓间隙不可用探钩分开（图1e）。缝合伤口，无菌辅料外敷，弹力绷带包扎，踝关节支具固定。术毕。

术后使用抗生素、止痛药、消肿药物常规治疗，术后常规住院日为3~5 d。课题组采用6个月的标准术后康复锻炼方案，包括1个月非训练期严格制动、3个月双拐支撑走行和踝关节支具固定，6个月的规范下肢肌肉力量训练；要求患者术后第1 d即行下肢肌力康复锻炼，5周开始行负重练习，从10 kg逐渐加量至9~10周完全负重。

1.3 评价指标

记录患者围术期手术资料。采用疼痛视觉模拟评分法（visual analogue scale, VAS）、美国骨科踝协会（American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS）踝-后足评分和生活质量量表调查评分（the MOS item short form health survey, SF-36）以及踝关节活动度（range of motion, ROM）评价临床效果。行影像检查，测量踝内侧间隙（medial clear space, MCS）、胫腓间隙（tibiofibular clear space, TFCS）、胫腓重叠（tibiofibular overlap, TFO）。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0.0软件进行统计分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，采用单因素方差分析，两两比较采用LSD法。资料呈非正态分布时，采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

41例患者均顺利完成手术，术中镜下证实所有患者下胫腓骨关节间隙 ≥ 4 mm；4例单纯下胫腓联合损伤，2例伴软骨损伤，23例伴距腓前韧带（anterior talofibular ligament, ATFL）损伤，12例伴ATFL和软骨损伤，未发现明确跟腓前韧带（calcaneofibular ligament, CFL）损伤及三角韧带（deltoid ligament, DL）损伤。所有患者均行镜下踝关节清理术和经皮Tightrope下胫腓修复术。此外，23例行镜下或小切口Broström术修复ATFL，2例行镜下微骨折治疗损伤软骨，12例同时修复损伤ATFL及软骨。所有患者术后切口均I期愈合，未出现切口感染、神经血管损伤、下肢静脉血栓形成等并发症。

所有患者均获随访，随访时间 24~52 个月，平均 (35.4±7.7) 个月，随访过程中，41 例患者未出现切口感染、神经血管损伤、下肢静脉血栓形成等并发症，均未行翻修手术。随访资料见表 1，随时间推

移，VAS 评分显著减少，AOFAS 和 SF-36 评分显著增加 ($P<0.05$)；踝关节 ROM 无显著变化 ($P>0.05$)。末次随访时，39 例恢复伤前运动水平，占 95.1%。

表 1 41 例患者随访资料 ($\bar{x}\pm s$) 与比较

时间点	VAS 评分 (分)	AOFAS 评分 (分)	SF-36 评分 (分)	伸-屈 ROM ($^{\circ}$)	内-外旋 ROM ($^{\circ}$)
术前	4.4±2.8	60.9±28.6	89.5±12.1	65.5±2.9	70.1±4.2
术后 6 个月	2.6±1.8	73.4±13.9	98.8±12.9	65.9±2.6	70.6±4.0
术后 12 个月	1.8±1.6	82.2±14.0	106.8±12.0	66.1±2.5	71.5±3.9
末次随访	1.4±1.5	85.0±10.0	112.1±13.4	66.3±2.3	72.2±3.7
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	0.548	0.059

2.2 影像评估

41 例患者影像测量结果见表 2，随时间推移，患者的 MCS、TFCS 及 TFO 均在正常范围内且无显著变化 ($P>0.05$)。至末次随访时，41 例患者中，38 例踝关节无任何退变影像表现，关节间隙正常；3 例表现为轻度关节间隙狭窄，有小许骨赘形成，软骨下骨硬化。典型病例影像见图 1。

表 2 41 例患者影像测量结果 (mm, $\bar{x}\pm s$) 与比较

时间点	MCS	TFCS	TFO
术前	2.7±0.5	3.3±0.6	7.5±1.5
术后 6 个月	2.7±0.5	3.2±0.7	7.7±1.5
术后 12 个月	2.8±0.4	3.3±0.6	7.5±1.2
末次随访	2.8±0.4	3.2±0.5	7.8±1.0
P 值	0.325	0.622	0.803



图 1 患者，女，24 岁，体育活动致左踝扭伤，运动不稳及踝关节前外侧疼痛，行踝关节镜探查及下胫腓 Tightrope 弹性固定术 1a: 术前正位 X 线片未见骨折，未见下胫腓分离 1b: 术前 MRI 冠状面扫描见 ATFL 区高信号，下胫腓关节间隙出现明显积液 1c: 术前 MRI 横断面扫描见，下胫腓对合关系良好，但下胫腓关节间隙出现明显积液 1d: 镜下探查，将探钩置于下胫腓，旋转探钩，探钩尖可撑开下胫腓关节间隙并完全水平于距骨平面，即证明下胫腓骨关节间隙 ≥ 4 mm 1e: 行下胫腓 Tightrope 修复后再次镜下探查下胫腓关节，见稳定性良好，间隙不可用探钩分开 1f: 术后次日正位 X 线片示 Tightrope 位置良好 1g, 1h: 术后 6 个月、术后 1 年 MRI 显示 Tightrope 位置良好，下胫腓间隙正常

3 讨论

本研究旨在分析踝关节镜评估下胫腓联合不稳和 Tightrope 治疗疾病的优势,为诊断、治疗提供更好的方法。笔者以下胫腓联合损伤特殊亚型即下胫腓联合不稳为研究对象,发现目前使用的影像学标准对诊断下胫腓联合不稳无临床意义,踝关节镜是诊断关节腔内韧带损伤的金标准,通过探查下胫腓关节间隙,可在镜下直观检查关节及韧带损伤情况^[6,7]。本文纳入的41例下胫腓联合不稳患者术前X线片均未提示明显异常,MCS、TFCS及TFO均在正常范围,原因可能与下胫腓联合不稳无骨折、韧带并未完全断裂有关,静态检查无法明确下胫腓关节间隙变化和下胫腓联合强度。笔者既往手术经验发现正常下胫腓关节不存在明显松弛现象,在踝关节镜下动态地探查下胫腓联合稳定性,可明确诊断疾病并指导治疗。

下胫腓联合不稳是踝关节长期慢性损伤所致,随访中发现该类患者在运动时均存在明显的踝关节疼痛或易扭脚,并与活动量相关。从生物力学及愈合时间方面分析,踝关节稳定和运动恢复到自然状态将促进韧带愈合、解剖复位和更快恢复高强度运动的最佳环境^[8,9]。下胫腓联合损伤手术的当前进展集中在加快功能恢复和改善预后上,以实现踝关节结构稳定和生理运动为目标。但有关下胫腓联合不稳所造成的踝关节活动障碍的报道还比较少,下胫腓联合不稳手术治疗后,VAS评分显著减少,AOFAS及SF-36评分显著增加($P<0.05$),故笔者认为 Tightrope 作为治疗下胫腓联合不稳的新型内固定方式,具有多种优势^[10,11]:(1) Tightrope 体积小、强度大,可以减少异物排斥反应。该置入物带有两个金属按钮,生物力学研究表明,该装置的强度相当于1枚3.5 mm的三关节韧带螺钉^[12];(2) Tightrope 故障风险小,无需取出内固定,减少了多次手术可能引起的感染风险。目前作者追踪随访的41例患者均未行内固定取出术, Tightrope 固定可避免一些与螺钉固定相关的并发症,如螺钉松动、螺钉断裂、固定时间延长或无负重期^[13];(3) Tightrope 可以维持下胫腓联合的微动,更好地模拟踝关节活动同时维持踝关节稳定性,减轻踝关节软骨磨损,具有极好的解剖复位和约束侧向平移的功能^[14];(4)患者能早期恢复高强度活动。 Tightrope 治疗可针对性恢复胫腓骨关节的生理运动和稳定性,而不是螺钉固定造成的绝对僵硬,这被认为有助于创造一个易于愈合的软组织环境,同时加快功能恢复,更快地恢复体育活动^[15]。

综上所述,下胫腓联合不稳是踝关节损伤的一种特殊类型,踝关节镜是诊断金标准,采用 Tightrope 治疗下胫腓联合不稳可以获得满意疗效,能促进踝关节更好地恢复功能。

参考文献

- [1] Zhang P, Liang Y, He JS, et al. A systematic review of tightrope versus syndesmotic screw in the treatment of distal tibiofibular syndesmosis injury [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2017, 18: 286.
- [2] Sharif B, Welck M, Saifuddin A. MRI of the distal tibiofibular joint [J]. Skeletal Radiol, 2020, 49 (1): 1-17.
- [3] 许岩,段德宇,贺磊,等.下胫腓联合损伤的诊疗进展[J].中国矫形外科杂志,2020,28(22):2077-2081.
- [4] Muhle C, Frank LR, Rand T, et al. Tibiofibular syndesmosis: high-resolution MRI using a local gradient coil [J]. J Comput Assist Tomogr, 1998, 22 (6): 938-944.
- [5] Ryan LP, Hills MC, Chang J, et al. The lambda sign: a new radiographic indicator of latent syndesmosis instability [J]. Foot Ankle Int, 2014, 35 (9): 903-908.
- [6] Akseki D, Pinar H, Yaldiz K, et al. The anterior inferior tibiofibular ligament and talar impingement: a cadaveric study [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2002, 10 (5): 321-6.
- [7] Vega, J, Peña F, Golanó P, et al. Minor or occult ankle instability as a cause of anterolateral pain after ankle sprain [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, 24 (4): 1116-23.
- [8] Addison R, Wood AR, Arshad SA, et al. Kinematic analysis of combined tightrope and suture anchor augment constructs for ankle syndesmosis injuries [J]. Foot Ankle Int, 2020, 41 (4): 463-472.
- [9] 毕刚,陈大伟,李春光,等.下胫腓联合损伤对踝关节稳定性影响的生物力学研究[J].中国矫形外科杂志,2017,25(20):1881-1885.
- [10] 仇建军,邹翰林,虞陆超,等.螺钉固定联合富血小板血浆注射治疗下胫腓损伤[J].中国矫形外科杂志,2022,30(10):888-892.
- [11] Klitzman R, Zhao H, Zhang LQ, et al. Suture-button versus screw fixation of the syndesmosis: a biomechanical analysis [J]. Foot Ankle Int, 2010, 31 (1): 69-75.
- [12] 徐小彬,王逸群,朱玮,等.锁扣带袢钛板在下胫腓联合损伤中的应用及疗效分析[J].中华骨与关节外科杂志,2021,14(4):298-302.
- [13] Romero JD, Alvarez AML, Sanchez FM, et al. Management of syndesmotic injuries of the ankle [J]. EFORT Open Rev, 2017, 2 (9): 403-409.
- [14] LaMothe JM, Baxter JR, Murphy C, et al. Three-dimensional analysis of fibular motion after fixation of syndesmotic injuries with a screw or Tightrope construct [J]. Foot Ankle Int, 2016, 37 (12): 1350-1356.
- [15] Schottel PC, Baxter J, Gilbert S, et al. Anatomic ligament repair restores ankle and syndesmotic rotational stability as much as syndesmotic screw fixation [J]. J Orthop Trauma, 2016, 30 (2): e36-e40.

(收稿:2022-11-08 修回:2023-02-10)

(同行评议专家:刘凌 曲峰 程程)

(本文编辑:郭秀婷)