

• 综述 •

下胫腓联合损伤诊治进展

黄辉 李兵 杨云峰

摘要 下胫腓联合是由胫腓骨远端 4 条韧带组成的复合体,既维持着胫腓骨远端的稳定性,又使踝关节保持一定的微动特性。下胫腓联合损伤常伴发于踝关节骨折,治疗不当可能影响踝关节功能,出现踝关节不稳定、关节炎及慢性疼痛等并发症。目前下胫腓联合损伤确诊需通过临床体检、影像学检查,甚至关节镜检查进行综合判断。治疗上,下胫腓联合损伤后关节不稳定者需进行手术固定,目前金属螺钉仍是固定下胫腓的主流内植物,术中需警惕下胫腓关节复位不良。下胫腓弹性固定在临床上逐步被应用于下胫腓联合损伤治疗,其更符合生物力学要求,但应严格把握手术适应证。

关键词 下胫腓联合损伤;缝合纽扣固定;弹性固定;肌腱

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2022.01.005

下胫腓联合为位于胫腓骨远端之间,由下胫腓前韧带、骨间韧带、横韧带和后韧带组成的韧带复合体结构,维持着踝关节的稳定性。复杂的解剖结构及损伤机制使得下胫腓联合损伤诊断具有较高的挑战性,需体检结合影像学检查以降低漏诊率。在治疗上,如果下胫腓联合损伤后存在下胫腓关节不稳定,通常需要手术治疗,复位后可以金属螺钉或可吸收螺钉固定,也可采用弹性固定或通过自体肌腱转位等方法重建下胫腓关节稳定性,手术方式多种多样,方法选择见仁见智,但疗效尚具有争议。

1 解剖特点

1.1 骨性结构

胫腓骨远端形态因人而异,存在广泛的差异性,可影响下胫腓关节稳定性和下胫腓联合损伤治疗效果。依据胫骨远端关节面近侧 1 cm 处胫骨腓切迹深度,可将其分为 2 类:深度 < 4 mm 为浅型,占 23% ~ 80.3%;深度 ≥ 4 mm 为凹型,占 19.7% ~ 64.2%^[1-4]。Liu 等^[5]研究认为,切迹浅型者更容易发生踝关节反复扭伤。Cherney 等^[6]研究认为,胫骨腓切迹越浅,下胫腓联合损伤后越容易出现前矢状面复位不良;胫骨腓切迹越深,越容易出现后矢状面复位不良合并旋转复位不良。Liu 等^[4]观察研究了大量正常踝关节 CT 图像,根据形态特点将下胫腓联合分为

新月形、单峰形、扁平形、V 形、不规则四边形等 5 个类型。但这一分类方法的观察者间差异较大,且临床指导意义尚不确切,有待更深入的研究。

1.2 韧带结构

下胫腓关节稳定性直接来自下胫腓前韧带、骨间韧带、横韧带及后韧带,间接来自内、外侧副韧带及骨间膜。下胫腓前韧带宽而薄,强度小,故扭伤时前韧带容易断裂,而前踝骨折发生率较低;下胫腓后韧带窄而厚,强度大,故扭伤时不易断裂,而常造成后踝骨折。下胫腓联合韧带复合体将腓骨置于胫骨腓切迹内,抵抗轴向、旋转和平移的应力,以避免胫腓骨远端分离^[7]。在外力作用下,骨间膜纤维和下胫腓各韧带纵向、侧向延伸,从而允许腓骨有限的功能性外展、旋转和平移运动^[8]。生物力学研究证实,踝关节从背伸向跖屈改变时,腓骨相对胫骨向前、向内移位,并向内旋转;踝关节从跖屈向背伸改变时,腓骨相对于胫骨向后、向外移位,并向外旋转^[9]。下胫腓联合维持踝关节的这一微动特性正是下胫腓联合损伤后要进行下胫腓弹性固定的原因所在。

2 诊断

下胫腓联合损伤发病率很高,既可以单独发生,也可以伴发于踝关节其他损伤。研究报道,踝关节骨折中合并下胫腓联合损伤约占 20%^[10-11],在踝关节 Weber B 型骨折中占 40%,在踝关节 Weber C 型骨折中则高达 80%^[12],加上诊断潜在困难导致漏诊,其发生率可能更高。体检是下胫腓联合

损伤的重要筛查手段之一,但由于此类患者术前踝关节肿胀疼痛无法进行有效查体,只有在术中麻醉后进行的体检才有意义,主要包括外旋应力试验、拉钩试验和丝攻试验。外旋应力试验和拉钩试验特异性高但灵敏度低,存在假阴性,而丝攻试验特异性低,存在假阳性^[13-15]。因此,目前尚无能准确判定或排除下胫腓联合损伤的体检方法^[16]。

在影像学上,通过观察X线片上胫腓重叠、胫腓透明间隙、内侧透明间隙3个参数来判断下胫腓联合有无损伤。提示下胫腓分离的指标:踝穴位X线片上,胫腓重叠<1 mm,胫腓透明间隙>6 mm,内侧透明间隙增宽;正位X线片上,胫腓重叠<6 mm,胫腓透明间隙>6 mm。然而,X线检查敏感度较低,可能导致35%~55%的下胫腓联合损伤被漏诊^[17-18],尤其是孤立性下胫腓联合损伤,外侧副韧带和三角韧带通常是完整的,此时踝穴形态趋于正常,X线片上很难观察到明显的分离^[7,19]。CT检查敏感度稍高,临床上通常在胫骨远端关节面上方1 cm处的横断面CT图像上进行下胫腓相关数据包括胫腓前、中、后间距,胫腓线,腓骨旋转角等测量。这些指标的异常对于诊断下胫腓联合损伤具有一定指导意义,不过目前尚未形成统一标准^[20-23]。MRI检查是目前诊断急性下胫腓联合损伤最准确的影像学检查,主要表现为T2相高信号、韧带不连续、迂曲外观、轮廓不规则或缺失^[24-27]。Oae等^[26]对58例踝关节扭伤或腓骨骨折需进行手术的病例先进行MRI检查,再进行关节镜手术,经关节镜检查发现28例下胫腓前韧带断裂,5例下胫腓后韧带断裂,结果表明MRI检查诊断下胫腓前、后韧带断裂的准确率分别达到97%和100%。

下胫腓联合损伤手术指征取决于下胫腓关节是否稳定。应将下胫腓联合与踝关节视为一整体,术中修复踝关节内、外侧结构,乃至后侧结构后,再进行应力试验以评估下胫腓关节稳定性才有意义。例如,对于踝关节Weber B型骨折,将踝关节内、外、后侧结构都修复后,倘若应力位检查显示踝穴稳定,表明下胫腓关节稳定性已恢复,就不需要进行下胫腓固定;对于踝关节Weber C型骨折,修复骨性结构损伤后(部分高位腓骨骨折无法行复位固定),如果应力位检查显示踝穴及下胫腓关节不稳定,则应进行下胫腓关节复位和固定。

3 治疗

若体检和影像学检查未见踝关节不稳定或下胫腓分离,可以考虑保守治疗。保守治疗分为3个阶段:①一段时间的制动、限制负重、休息、冰敷、加压包扎、抬高患肢、药物治疗、理疗等;②佩戴踝关节支具,加强功能和本体感觉训练,逐步负重;③恢复运动^[28]。对于下胫腓分离、踝关节不稳定或保守治疗后症状仍不缓解的患者,应行手术治疗,以解剖复位踝关节,恢复下胫腓关节稳定性^[29]。

3.1 刚性固定和弹性固定

良好的复位是固定的前提,沿下胫腓轴线实施钳夹至关重要,钳夹力度可通过术中踝穴位透视观察内外踝间隙和胫距间隙进行调节。若遇术中复位困难,理应怀疑可能有软组织或骨块嵌顿在下胫腓关节,需要探查下胫腓间隙处,直视下清理下胫腓关节并复位^[30-32]。目前金属螺钉固定仍是治疗下胫腓联合损伤的主流方法,其疗效已得到广泛认可。临床上应用最广泛的螺钉置入方向是自腓骨外侧脊向胫骨前内侧,与冠状面成20°~30°角进钉^[33-34]。金属螺钉置入高度通常在胫骨远端关节面近侧20~50 mm。下胫腓螺钉直径及穿通皮质骨的层数对临床结果影响不大。至于螺钉数量,我们的经验是当患者体质量较大或腓骨高位骨折(Maisonneuve骨折)无法固定时,以使用2枚螺钉固定为宜。需要强调的是,固定下胫腓的螺钉只能是位置螺钉而非拉力螺钉。此外,螺钉固定下胫腓时最容易发生的问题是复位不良,最好在术中通过透视或摄片监控,一经发现立即纠正。如果术中监控没有发现明显的复位不良,术后必须进行CT检查以评估下胫腓关节复位情况。倘若存在复位不良,应尽早取出下胫腓螺钉,以免负重后发生螺钉断裂。可吸收螺钉也是下胫腓刚性固定可供选择的内植物,其优势在于不需要二次手术取钉,从而减少创伤,但其价格较高,且存在异物反应、异位骨化等并发症^[35]。

近年来,对于重建下胫腓稳定性究竟是弹性固定还是刚性固定的讨论愈发热烈。弹性固定更符合生物力学特性,容错率较高,远期踝关节功能恢复较佳,但短期固定强度有所欠缺。Ræder等^[36]通过随机对照研究比较缝合纽扣(Suture-button)固定与单枚直径3.5 mm穿3层骨皮质的螺钉固定治疗下胫腓联合损伤的临床效果,结果发现两者2年随访疗效相仿。Lehtola等^[37]也

报道了随机对照研究缝合纽扣固定与下胫腓螺钉固定治疗旋前外旋型踝关节骨折的效果,至少随访 6 年,得出相同结论。不过, Ræder 等^[38]进行 5 年随访研究发现,缝合纽扣固定临床效果优于单枚直径 4.5 mm 穿 4 层皮质骨螺钉固定,该技术踝关节背伸活动度较好,骨关节炎发生率也较低。缝合纽扣固定是否能够提供足够的固定强度是具争议且临床中令人担忧的问题。有研究对下胫腓联合损伤患者术后随访时进行负重 CT 检查,发现缝合纽扣与下胫腓螺钉固定均不能完全恢复下胫腓关节解剖关系,但与下胫腓螺钉固定相比,缝合纽扣固定更容易发生腓骨外旋^[39]。三维有限元研究显示,单枚 4 层骨皮质螺钉固定能有效减少下胫腓间距增宽,20 N 张力下单个缝合纽扣对抗下胫腓间距增宽的效果最差,增加张力可以增强对抗效果,但无法达到螺钉固定强度;2 个缝合纽扣在增大张力的情况下可以达到单枚 3 层骨皮质螺钉固定的横向强度^[40]。弹性固定费用较高,手术时间较长,且存在骨溶解、纽扣松动、软组织激惹、皮肤破溃感染等并发症^[41]。弹性固定仅适用于水平面分离或旋转不稳定的下胫腓联合损伤,而对于腓骨高位骨折伴有外踝短缩,即出现下胫腓矢状面不稳定的下胫腓联合损伤,应使用螺钉进行固定。

3.2 自体肌腱移植重建下胫腓韧带

急性下胫腓联合损伤漏诊、误诊或临床处理不当可能导致病情向慢性发展。对于慢性下胫腓联合损伤,韧带解剖重建是维持关节稳定性和避免生物力学改变的关键。因此,自体肌腱移植被应用于慢性下胫腓损伤治疗中。自体肌腱供体包括腓骨长肌、半腱肌、股薄肌等,通过重建下胫腓前韧带、下胫腓后韧带及下胫腓横韧带中的 1~3 条韧带来维持下胫腓关节稳定,并保留较好的踝关节活动度^[42]。目前这类方法的研究数量、患者数量较少,术后评估时间较短,有待更深入的研究来明确临床疗效。

4 结语

随着对踝关节功能恢复要求的提高,下胫腓联合损伤诊断和治疗方法一直在推进和更新。下胫腓联合损伤常为踝关节骨折的一部分,在踝关节骨折内固定术中一定要评估下胫腓关节稳定性,以决定其是否需要固定。固定或重建下胫腓联合时要重视正确复位,如遇复位困难,一定要寻找

原因对症处理。目前金属螺钉固定仍是主流,但要警惕下胫腓复位不良,而弹性固定更符合生物力学要求,但要严格把握手术适应证和禁忌证。

参考文献

- [1] Ebraheim NA, Elgafy H, Padanilam T. Syndesmotic disruption in low fibular fractures associated with deltoid ligament injury[J]. Clin Orthop Relat Res, 2003, 409: 260-267.
- [2] Taşer F, Toker S, Kilinçoğlu V. Evaluation of morphometric characteristics of the fibular incisura on dry bones[J]. Eklem Hastalik Cerrahisi, 2009, 20(1): 52-58.
- [3] Tonogai I, Hamada D, Sairyo K. Morphology of the incisura fibularis at the distal tibiofibular syndesmosis in the Japanese population[J]. J Foot Ankle Surg, 2017, 56(6): 1147-1150.
- [4] Liu GT, Ryan E, Gustafson E, et al. Three-dimensional computed tomographic characterization of normal anatomic morphology and variations of the distal tibiofibular syndesmosis[J]. J Foot Ankle Surg, 2018, 57(6): 1130-1136.
- [5] Liu Q, Lin B, Guo Z, et al. Shapes of distal tibiofibular syndesmosis are associated with risk of recurrent lateral ankle sprains[J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 6244.
- [6] Cherney SM, Spraggs-Hughes AG, McAndrew CM, et al. Incisura morphology as a risk factor for syndesmotic malreduction[J]. Foot Ankle Int, 2016, 37(7): 748-754.
- [7] Ebraheim NA, Taser F, Shafiq Q, et al. Anatomical evaluation and clinical importance of the tibiofibular syndesmosis ligaments[J]. Surg Radiol Anat, 2006, 28(2): 142-149.
- [8] Bartonicek J. Anatomy of the tibiofibular syndesmosis and its clinical relevance[J]. Surg Radiol Anat, 2003, 25(5-6): 379-386.
- [9] 陈大伟, 李春光, 李兵, 等. 下胫腓联合相对运动生物力学研究[J]. 国际骨科学杂志, 2015, 36(1): 57-61.
- [10] Jennison T, Brinsden M. Fracture admission trends in England over a ten-year period[J]. Ann R Coll Surg Engl, 2019, 101(3): 208-214.
- [11] Ramsey DC, Friess DM. Cost-effectiveness analysis of syndesmotic screw versus suture button fixation in tibiofibular syndesmotic injuries[J]. J Orthop Trauma, 2018, 32(6): e198-e203.
- [12] Kennedy JG, Soffe KE, Dalla Vedova P, et al. Evaluation of the syndesmotic screw in low Weber C ankle fractures[J]. J Orthop Trauma, 2000, 14(5): 359-366.
- [13] Netterström-Wedin F, Bleakley C. Diagnostic accuracy of clinical tests assessing ligamentous injury of the ankle syndesmosis: a systematic review with meta-analysis[J]. Phys Ther Sport, 2021, 49: 214-226.
- [14] Pakarinen H, Flinkkilä T, Ohtonen P, et al. Intraoperative assessment of the stability of the distal tibiofibular joint in supination-external rotation injuries of the ankle: sensitivity, specificity, and reliability of two clinical tests[J]. J Bone Joint Surg Am, 2011, 93(22): 2057-2061.
- [15] Rajagopalan S, Upadhyay V, Taylor HP, et al. New intra-operative technique for testing the distal tibiofibular syndesmosis[J]. Ann R Coll Surg Engl, 2010, 92(3): 258.
- [16] 黄建华, 王建东, 林健, 等. 丝攻试验在踝关节手术中判断下胫腓联合稳定性的应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(12):

- 1029-1032.
- [17] Takao M, Ochi M, Naito K, et al. Arthroscopic diagnosis of tibiofibular syndesmosis disruption[J]. Arthroscopy, 2001, 17(8): 836-843.
- [18] Takao M, Ochi M, Oae K. et al. Diagnosis of a tear of the tibiofibular syndesmosis. The role of arthroscopy of the ankle[J]. J Bone Joint Surg Br, 2003, 85(3): 324-329.
- [19] Ogilvie-Harris DJ, Reed SC. Disruption of the ankle syndesmosis: diagnosis and treatment by arthroscopic surgery[J]. Arthroscopy, 1994, 10(5): 561-568.
- [20] Patel S, Malhotra K, Cullen NP, et al. Defining reference values for the normal tibiofibular syndesmosis in adults using weight-bearing CT[J]. Bone Joint J, 2019, 101B(3): 348-352.
- [21] Malhotra K, Welck M, Cullen N, et al. The effects of weight bearing on the distal tibiofibular syndesmosis: a study comparing weight bearing-CT with conventional CT[J]. Foot Ankle Surg, 2019, 25(4): 511-516.
- [22] Auch E, Barbachan Mansur NS, Alexandre Alves T, et al. Distal tibiofibular syndesmotom widening in progressive collapsing foot deformity[J]. Foot Ankle Int, 2021, 42(6): 768-775.
- [23] Carrozzo M, Vicenti G, Pesce V, et al. Beyond the pillars of the ankle: a prospective randomized CT analysis of syndesmosis' injuries in Weber B and C type fractures[J]. Injury, 2018, 49(Suppl 3): S54-S60.
- [24] Schoennagel BP, Karul M, Avanesov M, et al. Isolated syndesmotom injury in acute ankle trauma: comparison of plain film radiography with 3T MRI[J]. Eur J Radiol, 2014, 83(10): 1856-1861.
- [25] Clanton TO, Ho CP, Williams BT, et al. Magnetic resonance imaging characterization of individual ankle syndesmosis structures in asymptomatic and surgically treated cohorts[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, 24(7): 2089-2102.
- [26] Oae K, Takao M, Naito K, et al. Injury of the tibiofibular syndesmosis: value of MR imaging for diagnosis[J]. Radiology, 2003, 227(1): 155-161.
- [27] Roemer FW, Jomaah N, Niu J, et al. Ligamentous injuries and the risk of associated tissue damage in acute ankle sprains in athletes: a cross-sectional MRI study[J]. Am J Sports Med, 2014, 42(7): 1549-1557.
- [28] Vopat ML, Vopat BG, Lubberts B, et al. Current trends in the diagnosis and management of syndesmotom injury[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2017, 10(1): 94-103.
- [29] Miller TL, Skalak T. Evaluation and treatment recommendations for acute injuries to the ankle syndesmosis without associated fracture[J]. Sports Med, 2014, 44(2): 179-188.
- [30] Mendelsohn ES, Hoshino CM, Harris TG, et al. CT characterizing the anatomy of uninjured ankle syndesmosis[J]. Orthopedics, 2014, 37(2): e157-e160.
- [31] Haynes J, Cherney S, Spraggs-Hughes A, et al. Increased reduction clamp force associated with syndesmotom overcompression[J]. Foot Ankle Int, 2016, 37(7): 722-729.
- [32] Gardner MJ, Graves ML, Higgins TF, et al. Technical considerations in the treatment of syndesmotom injuries associated with ankle fractures[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(8): 510-518.
- [33] Park YH, Choi WS, Choi GW, et al. Ideal angle of syndesmotom screw fixation: a CT-based cross-sectional image analysis study[J]. Injury, 2017, 48(11): 2602-2605.
- [34] Kennedy MT, Carmody O, Leong S, et al. A computed tomography evaluation of two hundred normal ankles, to ascertain what anatomical landmarks to use when compressing or placing an ankle syndesmosis screw[J]. Foot (Edinb), 2014, 24(4): 157-160.
- [35] Kose O, Turan A, Unal M, et al. Fixation of medial malleolar fractures with magnesium bioabsorbable headless compression screws: short-term clinical and radiological outcomes in eleven patients[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2018, 138(8): 1069-1075.
- [36] Ræder BW, Stake IK, Madsen JE, et al. Randomized trial comparing suture button with single 3.5 mm syndesmotom screw for ankle syndesmosis injury: similar results at 2 years[J]. Acta Orthop, 2020, 91(6): 770-775.
- [37] Lehtola R, Leskelä HV, Flinkkilä T, et al. Suture button versus syndesmosis screw fixation in pronation-external rotation ankle fractures: a minimum 6-year follow-up of a randomised controlled trial[J]. Injury, 2021, 52(10): 3143-3149.
- [38] Ræder BW, Figved W, Madsen JE, et al. Better outcome for suture button compared with single syndesmotom screw for syndesmosis injury: five-year results of a randomized controlled trial[J]. Bone Joint J, 2020, 102B(2): 212-219.
- [39] Elghazy MA, Hagemeijer NC, Guss D, et al. Screw versus suture button in treatment of syndesmosis instability: comparison using weightbearing CT scan[J]. Foot Ankle Surg, 2021, 27(3): 285-290.
- [40] Alastuey-López D, Seral B, Pérez MÁ. Biomechanical evaluation of syndesmotom fixation techniques via finite element analysis: screw vs. suture button[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2021, 208: 106272.
- [41] Hong CC, Lee WT, Tan KJ. Osteomyelitis after TightRope(®) fixation of the ankle syndesmosis: a case report and review of the literature[J]. J Foot Ankle Surg, 2015, 54(1): 130-134.
- [42] Xu HL, Song YJ, Hua YH. Reconstruction of chronic injured distal tibiofibular syndesmosis with autogenous tendon graft: a systematic review[J]. Biomed Res Int, 2021, 2021: 3182745.

(收稿日期 : 2021-11-26)

(本文编辑 : 卢千语)