

下胫腓联合损伤的研究进展

Advances on inferior tibiofibial joint injury

孙建林¹ 陈俊飞¹ 李鑫¹ 杨佐明²

Sun Jianlin 1, Chen Junfei 1, Li Xin 1, Yang Zoming 2

(1.华北理工大学 河北 063000 2.唐山市第二医院 河北 063000)

(1. North China University of Science and Technology, Hebei 063000; 2. Tangshan Second Hospital, Hebei 063000)

摘要:下胫腓联合损伤是十分常见的踝关节损伤类型,其病史特点及体格检查不具备较高的特异性,易出现漏诊,结合影像学检查或者术中探查尤为重要。不稳定型下胫腓联合损伤需及时行手术治疗,以免出现远期并发症。目前螺钉固定仍是主流的手术治疗方法,但随着医疗技术及生物学固定理念的发展,弹性固定因其更符合生理特点、临床效果满意、二次手术率低等逐渐被人们接受及推广,具有较好的应用前景。

Abstract:Lower tibia and fibular combined injury is a very common type of ankle injury, and its medical history characteristics and physical examination do not have high specificity, and it is prone to missed diagnosis. It is particularly important to combine with imaging examination or intraoperative exploration. Unstable tibiofibular combined injury should be treated in time to avoid long-term complications. At present, screw fixation is still the mainstream surgical treatment method, but with the development of medical technology and biological fixation concept, elastic fixation has been gradually accepted and promoted by people because of its more consistent physiological characteristics, satisfactory clinical effect and low rate of secondary operation, and has a good application prospect.

关键词:下胫腓联合损伤;螺钉固定;弹性固定

Key words:lower tibiojoint injury; screw fixation; elastic fixation

下胫腓联合损伤常由踝关节扭伤引起,约有1%~18%的踝关节扭伤的患者伴有下胫腓联合损伤。下胫腓联合损伤常合并于踝关节骨折,约占踝关节骨折的13%^[1],而单纯下胫腓联合损伤约占踝关节损伤的0.5%。随着参与运动人群越来越多,发生下胫腓联合损伤的比例也逐渐增加,若没有对其进行恰当的处理及治疗,将会引起踝关节不稳、疼痛、功能障碍、创伤性关节炎等并发症,增加患者的痛苦。现结合近年的探究成果,从解剖结构、生物力学、诊断、损伤分级、治疗方案的方面进行综述。

1、解剖结构与生物力学

下胫腓联合是维持踝关节稳定性的重要组成部分,是由下胫腓前韧带(ATIFL)、下胫腓后韧带(PTIFL)、骨间韧带(IOL)及胫腓横韧带(ITL)组成的复杂的韧带组合体。ATIFL位于下胫腓联合的最前方,起于胫骨前外侧的Chaput结节,斜行插入腓骨远端的Wagstaffe结节。ATIFL大多数被分为三束,由大小不同的间隙划分,其中中间束的部分为最为明显且最为坚韧的一束。ATIFL将胫骨和腓骨紧密连接,防止腓骨的过度位移及外旋。PTIFL起于胫骨远端的Volkman结节,斜向外侧走行,止于腓骨远端,其下边界覆盖了踝关节的后外侧,加深了胫距关节,防止距骨过度向后移位。ITL位于PTIFL的远端,与PTIFL平行走行。ITL是一束厚而圆的韧带,覆盖着胫骨远端的后下缘。ITL与PTIFL连接紧密,有时鉴别不清,也有观点认为ITL是PTIFL的深部结构。Michael在尸体解剖分析中明确的分离出ITL,但仍有一例尸体中并未找到ITL。ITL主要防止胫腓骨在距骨水平向前的过度移位,增强踝关节的稳定性。骨间膜在胫腓骨远端关节软骨上方增厚,形成IOL。IOL呈扇形展开,与ATIFL之间有一个狭窄的间隙。IOL不仅为下胫腓联合提供维持稳定性的作用,而且在足背屈时,能够允许内外踝短暂无微分离,起到缓冲、中和应力的作用。

外旋暴力是发生下胫腓联合损伤的最主要的原因,通常发生于踝关节旋前或旋后位,在Hunt^[2]等的实验中,在下胫腓联合韧带损伤的情况下,踝关节的前内侧和后外侧更容易受到接触应力增加以及过度摩擦带来的损伤,尤其是在踝关节外旋的情况中,增加了关

节软骨损伤以及发生创伤性关节炎的风险。AITFL具有较强的抗外旋能力,为踝关节稳定性提供了35%的稳定性,同时也是最容易受损的韧带,在绝大多数旋后外旋型踝关节损伤中,在距骨外旋作用下,AITFL都会发生不同程度的损伤。而随着外旋暴力作用的持续加大,可在后续累及IOL和PITFL。PITFL在很大程度上可以防止腓骨远端向后移位,在其损伤后会出现下胫腓联合明显不稳。

下胫腓联合存在微动的特性,在足背伸或跖屈时,通过下胫腓联合的微动作用,调整腓骨受力,使外踝发生相对位移,改变踝穴的宽度,最终维持踝关节的稳定性。Thomas等^[3]对8例小腿模型的生物力学实验中,在正常的生理运动中,腓骨相对于胫骨存在约3.3mm的前后平移,而在踝关节外旋和内旋运动中,分别有2.6mm和0.7mm的位移。Huber^[4]通过研究得出,在踝关节在非负重情况从跖屈50°到背伸30°的运动过程中,腓骨远端表现为外移(1.7±0.41)mm、后移(1.3±0.33)mm、下移(0.6±0.16)mm,外旋2.7°±1.08°。腓骨远端的运动与踝关节运动及受力方式有关,下胫腓联合损伤会增加腓骨远端向后移位程度^[5]。

下胫腓联合韧带结构和骨性结构协同作用,紧密相关,共同维持踝关节稳定性。有学者认为,在部分下胫腓联合损伤而骨性结构完整时,多数踝关节可以保持稳定性。在同时存在两条及以上下胫腓联合韧带损伤时,踝关节稳定性明显下降。

2、诊断

下胫腓联合损伤患者症状常表现为踝关节疼痛、肿胀、活动受限,体格检查可见局部压痛、肿胀,在主动或被动活动踝关节时疼痛加剧。下胫腓联合损伤常合并于踝关节骨折,因此在查体过程中常被骨折的症状和体征所掩盖,导致漏诊。下胫腓联合损伤常见的体格检查试验有外旋试验、挤压试验、胫骨横移试验和cotton试验等,但这些试验不具有较高的特异性,而且在检查过程中会因疼痛、肿胀、活动受限等对结果产生影响。

在下胫腓联合损伤的诊断中,影像学检查是必不可少的。前后位、侧位及踝穴位的X线是常规需要检查的,胫腓骨间隙增加、胫腓骨重叠减少、内踝间隙扩大等指标可以提示下胫腓联合损伤。应

力位 X 线对损伤的检出敏感性更高,但常因合并骨折而被禁用,而且常因患者的疼痛,不能获得患者有效的配合,或者需要局部麻醉,增加了检查的时间和成本。X 线对于中重度的下胫腓联合损伤的诊断是有效且简便的,但对于轻度的损伤并不能进行准确的诊断。CT 已被证实相对于 X 线有着更高的敏感性。在 Yu^[6]的实验中,CT 能对小于 3mm 的下胫腓联合分离进行准确诊断,明显优于 X 线,而且还可以对腓骨相对于胫骨的位移及旋转进行评估,综合判断下胫腓联合的稳定情况。MRI 可以直观的评估韧带及周围软组织的水肿及损伤情况。MRI 对下胫腓联合损伤诊断的敏感性达 100%,特异性为 93%,在 Chun^[7]等进行的 Meta 分析中,MRI 检出的准确性达 97%,于关节镜检查相近。关节镜检查可以直接评估下胫腓联合的稳定性,是诊断下胫腓联合损伤的金标准,但作为有创性检查,以及需要操作者有较高的技术水平,所以更多见于治疗方面的应用,很少用于单纯的诊断。

3、损伤分级

根据损伤机制、韧带断裂程度以及踝关节稳定性程度,可将下胫腓联合损伤分为 3 级。I 级:涉及下胫腓前韧带、三角韧带浅层和骨间韧带的部分断裂,下胫腓联合未出现分离,踝关节稳定。II 级:涉及下胫腓前韧带、三角韧带浅层及深层和骨间韧带的部分断裂,具有潜在的踝关节不稳,常规影像学常为阴性,应力 X 射线影像可判断是否存在下胫腓分离。外旋和挤压试验也可提示阳性^[8]。II 级下胫腓联合损伤最容易出现漏诊的情况,可导致急性韧带损伤转归为慢性,甚至出现创伤性关节炎、踝关节不稳、功能障碍等。III 级:下胫腓完全分离,下胫腓联合韧带和三角韧带完全断裂,出现踝关节明显不稳。

4、治疗方案

4.1 保守治疗

稳定型下胫腓联合损伤可采取保守治疗,治疗的主要目的是保护踝关节、缓解疼痛和肿胀。通过制动患肢,使用石膏或支具固定,采用药物治疗或理疗,在疼痛及肿胀充分缓解后,逐步进行康复锻炼,减少关节僵硬等并发症的发生,以期恢复正常踝关节功能。

4.2 手术治疗

早期固定不稳定的下胫腓联合损伤是至关重要的,能够有效的防止远期并发症,如创伤性关节炎、关节不稳等。固定下胫腓联合的第一步是恢复腓骨在腓骨切迹的正常解剖位置,恢复踝关节的正常生理解剖结构,而不是直接修复损伤的韧带。胫腓骨恰当的相对解剖位置可以使下胫腓联合损伤的韧带在正确的位点愈合重建。

4.2.1 螺钉固定

螺钉固定是治疗下胫腓联合损伤主流方法,也是静态固定下胫腓联合的代表。螺钉置于胫距关节上 2-4cm 处,与胫距关节平行,从腓骨后外向前内倾斜 25-30° 放置。皮质螺钉固定治疗下胫腓联合分离有明确的固定效果,且操作简便,经济实惠。但是关于螺钉的规格、穿透的皮质数以及存留问题还没有明确的共识。对于螺钉直径选择 4.5mm 还是 3.5mm 存在的争议在于有学者认为 4.5mm 螺钉比 3.5mm 螺钉更能承载应力,断钉风险更小,但相对骨质破坏更多,也有人认为螺钉直径的选择应更多的考虑腓骨的维度。

对于螺钉穿入三皮质还是四皮质也没有明确的的标准,在一项随访 8 年的对比研究中,采用三皮质螺钉固定和四皮质螺钉固定的两组患者的踝关节功能评分无明显差异^[9]。但就理论上而言,相对于三皮质螺钉固定方式来说,四皮质固定能提供更好的支持效果,

断钉风险也随之增加。

另外,金属螺钉取出需要进行二次手术,但是否必须取出螺钉还没有明确的共识。移除下胫腓联合螺钉的论点基于螺钉刚性固定限制了胫腓骨的生理运动,也在一定程度上阻碍了踝关节背伸。螺钉固定能为下胫腓联合韧带复合体损伤的愈合提供稳定的机械环境,但从长远来看,在下胫腓联合韧带愈合后,螺钉在一定程度上对踝关节活动造成影响。一项临床对比研究通过踝关节功能评分及影像学资料来评价螺钉对踝关节活动的影响,共 106 名患者,平均随访时间 15 个月,结果表明螺钉断裂、松动的病例和取出螺钉的病例相比,踝关节功能并没有明显差异,但螺钉完整固定的患者,踝关节功能更差^[10]。而一项文献综述中,作者认为在术后 3 个月移除下胫腓联合螺钉并不会带来实际性的益处。在其他一些临床对比研究中,术后 6-8 周移除螺钉的实验组和未移除螺钉的对照组之间,其远期随访的踝关节功能评分没有明显差异,而且二次手术也会使感染率大幅增加^[11]。

可吸收螺钉相比于金属螺钉,无需二次手术取出是其最大优势,避免了发生二次手术并发症的风险,减轻了患者的痛苦及负担。一项临床回顾性分析研究纳入了 31 例采用可吸收螺钉固定的患者以及 32 例采用金属螺钉固定的患者,术后两组患者 Olerud-Molander 踝关节骨折疗效评分、美国足与踝关节协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 踝与后足评分标准及疼痛视觉模拟评分(VAS) 评定疗效并无明显差异,且可吸收螺钉固定组患者并无手术相关并发症发生,疗效与金属螺钉组无明显差异。但是,可吸收螺钉的缺点在于术后带来的不良反应。临床上主要使用的可吸收螺钉的材质为多聚乙醇酸和多聚乳酸,在降解吸收的过程中,一定程度上可引起不良反应,常见的有无菌性炎症、异物反应、骨化性肌炎等。最近兴起的镁合金可吸收螺钉成为研究热点,一项动物实验表明,镁合金螺钉不仅可以达到和多聚乳酸螺钉相似的固定维持效果,而且并未出现明显的不良反应,另外在降解过程中释放的金属离子不仅未对正常组织造成有害影响,还促进了骨折部位的骨盐沉积,加快了骨折的愈合。镁合金作为可吸收螺钉的新兴材质,具有很大的发展潜力,可惜的是与此相关的临床研究报道较少。

4.2.2 带袢钢板

相对于传统的螺钉刚性固定,弹性固定更符合下胫腓联合微动的生物力学特点,也是近些年来研究的热点。弹性固定的优势在于可以允许下胫腓的相对生理微动,能使患者进行早期的康复锻炼,更好地恢复踝关节功能,降低了关节僵硬、创伤性关节炎等并发症的发生率,而且弹性固定不需要考虑早期二次手术取出内固定的问题。

带袢钢板是由两个金属袢钢板和一根不可吸收缝线组成,在术中下胫腓联合复位满意后,于踝关节上方 2-3cm 处,平行于踝关节间隙向前约 20-30° 由腓骨向胫骨钻入一枚导针,用 2.5mm 空心钻头钻出隧道,用引导针将袢钢板引入,在胫骨侧反转,最后在腓骨侧收紧固定。一项生物力学通过对使用带袢钢板和使用 3.5mm 金属螺钉四皮质固定的两组尸体小腿模型进行对比,分别施加 750N 的轴向载荷以及 7.5N·m 的外旋扭矩,结果表明,带袢钢板的固定效果与 3.5mm 螺钉相似,且刚度远小于螺钉,更具韧性。带袢钢板在治疗下胫腓联合损伤中,既可以达到稳定固定的效果,又能够允许下胫腓联合的微动,改善足踝部生物力学性能。一项 Meta^[12]分析通

过系统地回顾文献,比较带袢钢板和螺钉固定治疗下胫腓联合损伤的疗效,通过 AOFAS 评分以及 Olerud Molander 评分标准进行比较,两组的踝关节功能没有明显差异。两组术后并发症的发生率也没有明显差异,但带袢钢板组的二次手术率明显小于螺钉固定组。在一项回顾性分析研究中,带袢钢板组患者和螺钉固定组患者的手术时间、总并发症发生率和中期 Olerud-Molander 踝关节评分并没有显著差异,但带袢钢板组患者早期的 Olerud-Molander 踝关节评分明显高于螺钉固定组患者,且带袢钢板组患者的完全负重时间也早于螺钉固定组。一项期望值决策分析汇总了 22 项研究共 358 名采用带袢钢板固定的患者和 739 名采用螺钉固定的患者的术后疗效,带袢钢板组中无需二次手术或未出现与手术相关并发症的患者占 76.4%,螺钉固定组为 47.1%,带袢钢板固定和螺钉固定的总体使用价值分别为 7.46 和 4.78,带袢钢板固定的总体实用价值大于螺钉固定的实用价值。

4.2.3 钛缆环扎固定

钛缆环扎固定是近些年新兴起的技术,在下胫腓联合平面由从腓骨侧建立两个平行的骨道,再将钛缆环形穿入骨道加压固定。钛缆能在横向为下胫腓联合提供固定强度的同时,允许关节微动。钛缆环扎固定装置可单独应用于单纯下胫腓联合损伤的治疗,在合并踝关节骨折时,也可配合锁定板使用。尤其在合并外踝骨折的情况下,钛缆环扎装置可以不占用腓骨接骨板的钉孔,放置位置也受骨折线走行的影响较小。一项生物力学实验分别对采用金属螺钉固定和钛缆环扎固定的下胫腓联合损伤的尸体小腿标本进行应力分析,结果表明金属螺钉和钛缆环扎固定装置均可为下胫腓联合固定提供足够的横向固定支持,但对于胫腓骨纵向应力传导而言,金属螺钉固定带来的影响明显大于钛缆环扎固定,相比之下,钛缆环扎的生物力学性能更优,更符合人体运动生理特点。Jia^[13]等使用钛缆环扎固定治疗下胫腓联合损伤合并踝关节骨折,通过术后 12 个月随访,X 射线图像表明所有患者钛缆固定装置位置良好,无松动及折断。采用 AOFAS 踝关节功能评分系统评价,患肢踝关节功能较术前有明显改善,且较健侧无明显差异。钛缆环扎固定作为新兴的弹性固定装置,生物力学性能优于传统螺钉刚性固定,具有一定的应用前景。

5、总结

下胫腓联合对于踝关节稳定性意义重大,但下胫腓联合损伤不等于下胫腓联合不稳,应依据患者病史及各项体格检查,结合影像学检查进行诊断,必要时术中探查。下胫腓联合具有微动的特性,在手术方式的选择上,既要保证提供足够的稳定性,又能保留下胫腓联合微动特性,是现在及未来重要的研究发展方向。螺钉固定是治疗下胫腓联合损伤主流手术方式,但在螺钉规格、置入位置、是否需要单独取出等方面仍存在较大争议。弹性固定方式经证实可以取得与螺钉固定相似的治疗效果,且无需二次手术单独取出,允许早期功能锻炼,具有较大的发展潜力。新型的钛缆环扎弹性固定装置具有其独特的优势,为下胫腓联合损伤的治疗提供了新的思路。

参考文献:

[1] Liu G T, 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.

[2] Hunt K J, Goeb Y, Behn A W, et al. Ankle Joint Contact Loads and Displacement With Progressive Syndesmotic Injury[J]. *Foot Ankle Int*, 2015, 36(9): 1095-103.

[3] Clanton T O, Williams B T, Backus J D, et al. Biomechanical Analysis of the Individual Ligament Contributions to Syndesmotic Stability[J]. *Foot Ankle Int*, 2017, 38(1): 66-75.

[4] Huber T, Schmoelz W, Bolzler A. Motion of the fibula relative to the tibia and its alterations with syndesmosis screws: A cadaver study[J]. *Foot Ankle Surg*, 2012, 18(3): 203-9.

[5] Markolf K L, Jackson S, Mcallister D R. Force and displacement measurements of the distal fibula during simulated ankle loading tests for high ankle sprains[J]. *Foot Ankle Int*, 2012, 33(9): 779-86.

[6] Yu M, Zhang Y, Su Y, et al. An anthropometric study of distal tibiofibular syndesmosis (DTS) in a Chinese population[J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1): 95.

[7] Chun D I, Cho J H, Min T H, et al. Diagnostic Accuracy of Radiologic Methods for Ankle Syndesmosis Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Clin Med*, 2019, 8(7).

[8] Boyd R P, Nawaz S Z, Khaleel A. A new assessment for syndesmosis injury - The 'Chertsey test'[J]. *Injury*, 2016, 47(6): 1293-6.

[9] Wikerøy A K, Høiness P R, Andreassen G S, et al. No difference in functional and radiographic results 8.4 years after quadricortical compared with tricortical syndesmosis fixation in ankle fractures[J]. *J Orthop Trauma*, 2010, 24(1): 17-23.

[10] Swiontkowski M F. Functional and Radiographic Results of Patients with Syndesmotic Screw Fixation: Implications for Screw Removal[J]. *Yearbook of Orthopedics*, 2010, 2010: 65-67.

[11] Andersen M R, Frihagen F, Madsen J E, et al. High complication rate after syndesmotic screw removal[J]. *Injury*, 2015, 46(11): 2283-7.

[12] Mckenzie A C, Hesselholt K E, Larsen M S, et al. A Systematic Review and Meta-Analysis on Treatment of Ankle Fractures With Syndesmotic Rupture: Suture-Button Fixation Versus Cortical Screw Fixation[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2019, 58(5): 946-953.

[13] Jia Z, Cheng J, Zhong H, et al. Titanium cable isotonic annular fixation system for the treatment of distal tibiofibular syndesmosis injury[J]. *Am J Transl Res*, 2019, 11(8): 4967-4975.

第一作者:

孙建林,男,汉族,出生年月:1998年11月,华北理工大学研究生院,研究方向:创伤骨科

通讯作者:

杨佐明,男,汉族,主任医师,硕士研究生导师,研究方向:创伤骨科。