

•综述•

距下关节不稳发病机制及诊断研究进展

李翊铭 崔昱轲 干耀恺 焦鑫 王增光

摘要 距下关节是重要的跗骨间关节,其解剖结构、生物力学特点与后足功能密切相关。暴力致后足相关韧带损伤时,常导致踝关节不稳,部分患者亦会同时出现距下关节不稳。但临床上往往只对踝关节不稳较为关注,加之距下关节不稳与踝关节不稳的鉴别存在困难,因而距下关节不稳常被漏诊或误诊,继而影响预后。该文就距下关节不稳发病机制及诊断研究进展进行综述。

关键词 距下关节不稳;发病机制;诊断;影像

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2022.06.001

距下关节不稳近年来逐渐被临床医生所重视。临床上单纯距下关节不稳较少见,其多与急性踝关节扭伤造成的踝关节不稳一起出现^[1-3]。据报道,20%~40%的患者在急性踝关节扭伤后继发慢性踝关节不稳,其中10%~25%的慢性踝关节不稳患者同时合并距下关节不稳^[4-6]。然而,对距下关节不稳认识的不足导致其在临床诊断中常被忽视。基于此,本文就维持距下关节稳定的相关结构以及距下关节不稳发病机制和诊断研究进展进行综述,旨在加深专业医生对距下关节不稳的认识,以免漏诊或误诊,进而延误治疗,影响患者预后。

1 维持距下关节稳定的相关结构

距下关节的稳定有赖于距下关节骨性结构及周围韧带的维持,故骨性结构异常和(或)周围相关韧带损伤均有可能引起距下关节不稳,其特征性解剖结构改变为距骨和跟骨前移、跟骨内外翻活动度增加等^[1]。由于距骨与跟骨之间有前、中、后3个关节面,故距下关节的活动是在三平面内的复杂运动,其中以在冠状面发生的内翻和外翻运动为主。这些运动需要距下关节的骨性结构耦合匹配,也需要周围强韧的韧带结构提供保护,防止距下关节在运动过程中发生脱位。

距下关节相关韧带的具体解剖结构及功能目前仍存在争议,但较一致的观点认为距跟骨间韧带(ITCL)、跟腓韧带(CFL)损伤和(或)断裂是

造成距下关节不稳的主要病因^[2,6-7]。过去有学者认为CFL对距下关节的稳定起主要作用^[8],但目前的临床共识倾向其作用相对次要^[9]。CFL起自外踝末端,是外侧副韧带中唯一既穿过踝关节也穿过距下关节的软组织稳定结构,目前认为其有限制距下关节内翻、外旋、背屈的作用,单纯CFL损伤导致距下关节异常松动在临床上不多见,其主要导致踝关节不稳^[9]。近年来关于ITCL的研究较多^[10],其位于跗骨窦管内,在小腿负重轴线的延长部,冠状面上与跗骨窦方向平均呈45°,短而粗韧,分为前、后2束,是跟骨与距骨之间最为强韧的韧带。ITCL的功能主要是维持距骨和跟骨的相对空间位置,防止距骨与跟骨移位,维持距下关节稳定^[11]。既往的尸体标本研究发现,仅ITCL部分断裂和拉长即可导致骨性结构松弛,最终形成距下关节分离及跟骨前移,引起距下关节不稳^[12]。

此外,其他距下关节相关韧带如跟距斜韧带(TCO)、伸肌下支持带(IER)、距下关节内侧韧带、分歧韧带等是否对维持距下关节稳定起到作用,目前仍存在争议^[13]。

2 距下关节不稳发病机制

距下关节相关韧带损伤致距下关节不稳最常见的机制为后足内翻机制,是指足在负重时过度内翻,不同的踝关节位置可造成距下关节周围不同韧带的撕裂或损伤。足背伸内翻时,距腓前韧带(ATFL)相对放松,而CFL相对紧张,故此时CFL较易受损;足跖屈内翻时,距骨头与外踝距离相对增加,ATFL紧张,而跟骨结节与外踝的距离减小,CFL松弛,故此时ATFL较易损伤。此外,

作者单位:200011, 上海交通大学医学院附属第九人民医院骨科、上海市骨科内植物重点实验室

通信作者:干耀恺 E-mail: ganyk2004@126.com

*李翊铭、崔昱轲为共同第一作者

亦有学者提出距下关节“挥鞭样”损伤机制^[14],即人体高速运动时,足部受力突然停止,跟骨制动,而距骨由于人体惯性继续前移,导致 ITCL 损伤。然而,这些研究大多基于尸体标本,或通过关节造影术观察距下关节不稳患者的韧带损伤情况,对距下关节正常或损伤的生物力学机制往往不能进行准确、客观地描述,具体的损伤机制有待后续研究发现。

尽管距下关节不稳的发病机制尚未完全明确,但目前已达成的共识是踝关节中立位或背伸位时后足受到内翻暴力可导致单纯距下关节损伤,踝关节跖屈位时后足受到内翻暴力可能同时导致踝关节和距下关节损伤。因此,需要再次强调,对临床中诊断为踝关节不稳的患者应关注是否合并距下关节不稳,以免漏诊或误诊。

3 距下关节不稳诊断

3.1 症状及体征

距下关节不稳患者多有踝关节扭伤病史,症状表现为疼痛、瘀斑和肿胀等,缺乏特异性,且临床上可与踝关节不稳并存,故两者难以鉴别^[1,3]。慢性损伤者病程多呈渐进性,且为了适应损伤常出现异常步态。临床上常用的诊断方法为体格检查,如慢性距下关节不稳可进行前外侧抽屉试验^[2],阳性结果为距骨下跟骨向前内侧移位及内翻程度增加^[3]。但传统的检查方法区分踝关节不稳与距下关节不稳的可靠性存在争议^[15]。

3.2 影像学检查

除上述病史及临床评估外,常规的 X 线、CT、超声、MRI 等影像学检查均可在临床上被用于评估和诊断距下关节不稳。

一般认为,踝关节应力位 X 线检查可在侧位观察跟骨与距骨之间的前后位移,前后位 X 线检查可观察跟骨内旋的异常角度,Brodén 位 X 线检查有助于评估距下关节倾斜程度。研究发现,利用 Telos device (METAX Inc., Hungen-Obbornhofen, 德国)对踝关节施加约 150 N 的内翻应力,跟骨前移 < 4 mm、跟距角 < 10°、跟骨倾斜角 < 5°、距骨内移 < 5 mm 者为正常^[1];两侧跟骨倾斜角之差 > 3°或两侧跟骨前移差值 > 3 mm 提示可能存在距下关节不稳^[16-17]。近期有学者发明了一种新的影像学技术“旋后-前抽屉应力位 X 线成像”以诊断距下关节不稳并评估其严重程度,即用最大的旋后及内翻力将足向前牵拉,在 C 型臂 X 射线机引导下拍摄跟骨侧

位片,计算跟骨前突至跗骨窦内前缘的距离与跟骨前突至距骨后关节面顶点的距离之比,定义该比值为“距骨旋转”^[18]。该研究发现,在 ATFL 和 CFL 损伤的距下关节不稳患者中,距骨旋转显著增加。该研究得出的界值为距骨旋转增加 ≥ 4.4%,提示可能存在距下关节不稳。然而,有研究指出,由于既往相关研究大多未提及所用技术的敏感性、特异性且界值、相关诊断标准仍存在争议,因此仅通过 X 线平片评估距下关节不稳存在不确定性^[19]。

由于传统 X 线检查仅通过测量二维相关参数评估距下关节不稳,其准确性及可重复性仍存在争议。因此,负重位 CT 检查有望成为评估距下关节不稳的新兴手段^[20]。近年来,负重位锥形束 CT 等技术在足踝外科的应用使得对距下关节各关节面的形态参数精准测量成为可能,此举有助于了解距下关节不稳可能存在的骨性结构异常^[21-22]。此外,距下关节定量运动学 4D CT 技术有助于距下关节不稳与慢性踝关节不稳的鉴别,通过该技术可测量跟骨后关节面暴露大小(PCFU)。研究发现,慢性踝关节不稳组 PCFU 最大值较健康对照组下降 25%~44%,而 PCFU 的变异系数(CV 值)较健康对照组增加 29%~48%,进一步使用受试者工作特征(ROC)曲线分析,发现设定 PCFU 最大值界值为 17 mm 时可获得最大灵敏度 92%~95%,最佳特异度 80%~92%,该技术未来在临床上可能获得进一步的应用^[23]。然而,有学者进行尸体研究发现,使用负重位 CT 检查评估距下关节不稳时,扭矩对测量结果有较大影响,应在成像时避免施加轴向载荷^[24]。因此,使用负重位 CT 检查评估距下关节不稳时需要仔细斟酌负荷条件,在未来的研究及临床应用中也应引起注意。

由于距下关节不稳的病理基础是距下关节周围软组织及韧带受损,因此理论上 MRI 检查是最佳的影像学检查方法。然而,传统 MRI 检查对踝部软组织结构显像欠佳^[25]。既往有研究利用斜冠状位 MRI 检查评估 CFL 损伤,结果发现斜冠状位 CFL 视图成像较传统正交视图对 CFL 损伤的诊断有更高的灵敏度和准确率,然而两者的特异度并无显著差异^[26]。近期,有研究尝试使用 3D 各向同性 MRI 检查以鉴别距下关节不稳与踝关节不稳,该技术可在任意平面内获得较薄的平面并进行多平面的重建,因此研究者可以较精准地评估细小结构以追踪韧带^[27]。Yoon 等^[28]研究发现,相较于

踝关节不稳患者,距下关节不稳患者的前囊膜韧带(ACL)往往更薄且更狭窄,常见撕裂,偶见缺失;踝关节不稳患者中ATFL完全撕裂更常见;距下关节不稳与踝关节不稳患者中CFL撕裂均很常见。研究发现,距下关节不稳患者与踝关节不稳患者IER、ITCL、TCO受损情况无显著差异,提示这些韧带可能不是维持距下关节稳定的主要结构,因此有必要对距下关节的解剖结构及生物力学机制进行深入研究^[19,27]。

除上述临床较常用的影像学检测技术外,既往也有一些研究致力于使用超声检查评估距下关节不稳,但相关研究的数量还较少^[29-30]。有研究利用超声检查分别在中立位和负重位测量腓骨滑车角度,计算两者比值 q ,发现 $q>1.6$ 提示距下关节不稳, $q<1.2$ 提示距下关节稳定, q 值 $1.2\sim1.6$ 为界值,但限于超声医师的临床经验,目前临床上尚未广泛运用该技术进行诊断^[29]。

4 展望

距下关节不稳的漏诊或误诊可能导致患者病情迁延,引起疼痛、活动能力下降及距下关节退行性变等,因此对距下关节不稳进行早期诊断及治疗对预后有重要意义。

尽管近年来医学影像技术的发展使得对距下关节精细骨性结构和(或)周围韧带的清晰成像及精准分辨成为可能,但距下关节不稳与踝关节不稳的鉴别诊断目前仍然是临床中面临的困难和挑战。传统X线检查及CT检查由于对软组织显影不佳,因此主要通过测量各骨性结构的角度或距离等评估距下关节不稳,该方法的准确率及可重复性存在质疑;MRI检查可通过测量ACL的厚度及宽度初步鉴别距下关节不稳与踝关节不稳,在未来可能对临床诊断有一定帮助,然而既往研究的方法学质量总体不高,因此仍需要进一步研究以明确其有效性;超声检查目前研究还较少,临床上尚未得到应用。应当指出,这些影像学技术目前在临床上仍无法准确地诊断距下关节不稳并与踝关节不稳进行鉴别。在未来的研究中,应注意研究方法的可重复性,提高研究质量,以准确获得各检测指标的界值并提高诊断方法的灵敏度及特异度。

参考文献

- [1] Mittlmeier T, Wichelhaus A. Subtalar joint instability[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2015, 41(6): 623-629.
- [2] Aynardi M, Pedowitz DI, Raikin SM. Subtalar instability[J]. Foot Ankle Clin, 2015, 20(2): 243-252.
- [3] Mittlmeier T, Rammelt S. Update on subtalar joint instability[J]. Foot Ankle Clin, 2018, 23(3): 397-413.
- [4] Pereira BS, Andrade R, Espregueira-Mendes J, et al. Current concepts on subtalar instability[J]. Orthop J Sports Med, 2021, 9(8): 23259671211021352.
- [5] Ringleb SI, Dhakal A, Anderson CD, et al. Effects of lateral ligament sectioning on the stability of the ankle and subtalar joint[J]. J Orthop Res, 2011, 29(10): 1459-1464.
- [6] Gribble PA. Evaluating and differentiating ankle instability[J]. J Athl Train, 2019, 54(6):617-627.
- [7] Pellegrini MJ, Glisson RR, Wurm M, et al. Systematic quantification of stabilizing effects of subtalar joint soft-tissue constraints in a novel cadaveric model[J]. J Bone Joint Surg Am, 2016, 98(10): 842-848.
- [8] Weindel S, Schmidt R, Rammelt S, et al. Subtalar instability: a biomechanical cadaver study[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2010, 130(3): 313-319.
- [9] Choise J, Ringleb SI, Samaan MA, et al. Influence of kinematic analysis methods on detecting ankle and subtalar joint instability[J]. J Biomech, 2012, 45(1): 46-52.
- [10] Maceira E, Monteagudo M. Subtalar anatomy and mechanics[J]. Foot Ankle Clin, 2015, 20(2): 195-221.
- [11] Bartoniček J, Rammelt S, Naňka O. Anatomy of the subtalar joint[J]. Foot Ankle Clin, 2018, 23(3):315-340.
- [12] Kjaersgaard-Andersen P, Wethelund JO, Helmig P, et al. The stabilizing effect of the ligamentous structures in the sinus and canalis tarsi on movements in the hindfoot. An experimental study[J]. Am J Sports Med, 1988, 16(5):512-516.
- [13] Li SY, Hou ZD, Zhang P, et al. Ligament structures in the tarsal sinus and canal[J]. Foot Ankle Int, 2013, 34(12):1729-1736.
- [14] Pisani G. Chronic laxity of the subtalar joint[J]. Orthopedics, 1996, 19(5):431-437.
- [15] Michels F, Clockaerts S, Van Der Bauwhede J, et al. Does subtalar instability really exist? A systematic review[J]. Foot Ankle Surg, 2020, 26(2): 119-127.
- [16] Jung HG, Kim TH. Subtalar instability reconstruction with an allograft: technical note[J]. Foot Ankle Int, 2012, 33(8): 682-685.
- [17] Vaseenon T, Gao Y, Phisitkul P. Comparison of two manual tests for ankle laxity due to rupture of the lateral ankle ligaments[J]. Iowa Orthop J, 2012, 32: 9-16.
- [18] Lee BH, Choi KH, Seo DY, et al. Diagnostic validity of alternative manual stress radiographic technique detecting subtalar instability with concomitant ankle instability[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, 24(4): 1029-1039.
- [19] Krähenbüh N, Weinberg MW, Davidson NP, et al. Currently used imaging options cannot accurately predict subtalar joint instability[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(9): 2818-2830.
- [20] Barg A, Bailey T, Richter M, et al. Weightbearing computed tomography of the foot and ankle: emerging technology topical review[J]. Foot Ankle Int, 2018, 39(3): 376-386.
- [21] Colin F, Horn Lang T, Zwicky L, et al. Subtalar joint configuration on

- weightbearing CT scan[J]. Foot Ankle Int, 2014, 35(10): 1057-1062.
- [22] Lintz F, de Cesar Netto C, Barg A, et al. Weight-bearing cone beam CT scans in the foot and ankle[J]. EFORT Open Rev, 2018, 3(5): 278-286.
- [23] Gondim Teixeira PA, Formery AS, Balazuc G, et al. Comparison between subtalar joint quantitative kinematic 4-D CT parameters in healthy volunteers and patients with joint stiffness or chronic ankle instability: a preliminary study[J]. Eur J Radiol, 2019, 114: 76-84.
- [24] Krähenbühl N, Burssens A, Davidson NP, et al. Can weightbearing computed tomography scans be used to diagnose subtalar joint instability? A cadaver study[J]. J Orthop Res, 2019, 37(11): 2457-2465.
- [25] Albright RH, Brooks BM, Chingre M, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging (MRI) versus dynamic ultrasound for plantar plate injuries: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Radiol, 2022, 152: 110315.
- [26] Park HJ, Lee SY, Park NH, et al. Usefulness of the oblique coronal plane in ankle MRI of the calcaneofibular ligament[J]. Clin Radiol, 2015, 70(4): 416-423.
- [27] Kim TH, Moon SG, Jung HG, et al. Subtalar instability: imaging features of subtalar ligaments on 3D isotropic ankle MRI[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2017, 18(1): 475.
- [28] Yoon DY, Moon SG, Jung HG, et al. Differences between subtalar instability and lateral ankle instability focusing on subtalar ligaments based on three dimensional isotropic magnetic resonance imaging[J]. J Comput Assist Tomogr, 2018, 42(4): 566-573.
- [29] Waldecker U, Blatter G. Sonographic measurement of instability of the subtalar joint[J]. Foot Ankle Int, 2001, 22(1): 42-46.
- [30] Mandl P, Bong D, Balint PV, et al. Sonographic and anatomic description of the subtalar joint[J]. Ultrasound Med Biol, 2018, 44(1): 119-123.

(收稿日期 : 2022-09-19)

(本文编辑 : 卢千语)

• 敬告读者 •

近期有不法分子仿制冒充本刊网站,诱骗作者在虚假网站上进行投稿,然后骗取钱财。为此,本刊特声明如下:

1. 本刊官方网站为: <http://gjgkx.paperopen.com>, 其他地址的网站均为虚假钓鱼网站, 请读者、作者仔细甄别!
2. 本刊唯一官方投稿邮箱为 intjorthop@163.com。

《国际骨科学杂志》编辑部