

肌骨超声检查在踝关节韧带损伤诊断中的应用进展

付嘉好¹, 沈素红², 卢承印¹, 赵安琪³, 许派³

(1. 湖南中医药大学研究生院, 湖南 长沙 410208;

2. 河南省洛阳正骨医院/河南省骨科医院, 河南 洛阳 471002;

3. 河南中医药大学针灸推拿学院, 河南 郑州 450046)

摘要 踝关节韧带损伤在临床上十分常见, 早期发现和准确诊断该损伤, 对踝关节功能的恢复至关重要。MRI 检查对踝关节韧带损伤的诊断准确率较高, 但易受体位影响且价格昂贵。肌骨超声技术是一种应用于肌肉骨骼系统的超声检查方法, 可以清晰地显示踝关节的解剖结构, 追踪韧带走行, 有效评估韧带的完整性。近年来, 随着高频超声技术的发展, 肌骨超声检查越来越多地被应用于踝关节韧带损伤的诊断中。本文概述了韧带损伤的超声表现及分型, 对肌骨超声检查在踝关节外侧副韧带损伤、内侧副韧带损伤、下胫腓联合韧带损伤诊断中的应用进展及超声弹性成像技术在踝关节韧带损伤诊断中的应用进展进行了综述。

关键词 踝损伤; 踝关节; 韧带; 超声检查; 综述

踝关节扭伤是临床上较为常见的运动损伤^[1-2], 常会引起踝关节韧带损伤, 其中 53.1% 的踝关节韧带损伤患者还会合并踝关节的其他损伤^[3]。踝关节韧带损伤治疗不及时, 会导致踝关节疼痛、肿胀、不稳、活动受限等, 严重者可出现踝骨关节炎和足内、外翻畸形等^[4-6]。因此, 早期发现和准确诊断该损伤, 对踝关节功能的恢复至关重要。MRI 检查对踝关节韧带损伤的诊断准确率较高, 但易受体位影响且价格昂贵。肌骨超声技术是一种应用于肌肉骨骼系统的超声检查方法, 可以清晰地显示踝关节的解剖结构, 追踪韧带走行, 有效评估韧带的完整性。近年来, 随着高频超声技术的发展, 肌骨超声检查越来越多地被应用于踝关节韧带损伤的诊断中。本文就肌骨超声检查在踝关节韧带损伤诊断中的应用进展进行了综述, 以为踝关节韧带损伤的诊断提供参考。

1 韧带损伤的超声表现及分型

正常韧带在超声图像中呈现为高回声, 分层状结构。韧带损伤时可表现为低回声, 因此在检查疑似韧带损伤时, 应尽可能地将探头垂直所检查的韧带, 避免各向异性伪像的影响而导致误诊^[7-8]。虽然各向异性伪像可能会给诊断带来困难, 但有研究^[9]认为, 通过各向异性伪像可以增加韧带与邻近组织之间的对比度, 用来识别所检查的韧带。踝关节周围韧带数

量多而结构复杂, 因此检查时应注意动态扫查及双侧对比, 这样有助于提高韧带的可见度以及诊断的准确性^[10-11]。

目前韧带损伤的肌骨超声分型多基于韧带撕裂的程度: I 型损伤(挫伤), 韧带正常或增厚, 具备完整结构, 韧带回声降低, 具备良好的连续性; II 型损伤(部分撕裂), 韧带肿胀, 部分纤维连续性中断或局部变薄变细, 韧带张力降低, 部分关节腔可见积液; III 型损伤(完全撕裂), 韧带的连续性完全中断, 断端分离, 动态扫描韧带张力消失, 周围关节腔可见液区暗性^[12]。

2 肌骨超声检查在踝关节韧带损伤诊断中的应用

踝关节韧带分为 3 组: 外侧副韧带(lateral collateral ligament, LCL)、内侧副韧带(medial collateral ligament, MCL)和下胫腓联合韧带。LCL 包括距腓前韧带(anterior talofibular ligament, ATFL)、跟腓韧带(calcaneofibular ligament, CFL)和距腓后韧带(posterior talofibular ligament, PTFL)。MCL 又称为三角韧带, 浅层包括胫舟韧带、胫弹簧韧带、胫跟韧带和胫距浅韧带表层, 深层包括胫距前韧带和胫距后韧带。下胫腓联合韧带包括下胫腓前韧带、下胫腓后韧带及下胫腓骨间韧带。

2.1 肌骨超声检查在 LCL 损伤诊断中的应用 足部过度内翻和跖屈可导致 LCL 损伤, 该损伤占有踝关节扭伤的 73.9%^[2,13]。ATFL 是踝关节 LCL 中最薄弱的部分, 其正常厚度为 2.0~2.5 mm, 此韧带损伤

基金项目: 河南省 2018 年科技发展计划项目(182102310491); 2018 年洛阳市科技计划医疗卫生项目(1830002A)

通讯作者: 沈素红 E-mail: lyss115@sina.com

占踝关节韧带损伤的 90%^[14]。张宝玲等^[15]研究发现,损伤后 ATFL 厚度与 ATFL 损伤分型呈正相关,表明 ATFL 损伤程度的加重会导致韧带厚度的增加。当肌骨超声检查无法明确 ATFL 是否损伤时,可试行超声前抽屉试验以鉴别损伤的类型^[8,16]。Seok 等^[17]的 Meta 分析结果显示,肌骨超声检查对 ATFL 损伤具有较高的诊断价值,在诊断 ATFL 部分撕裂及完全撕裂方面具有较高的特异性和敏感性。但 Hosseinian 等^[14]研究认为,肌骨超声检查在区分 ATFL 部分撕裂及完全撕裂方面的敏感性和特异性较低。我们认为,肌骨超声检查在 ATFL 损伤诊断中的应用价值是值得肯定的,但是否可以用于鉴别 ATFL 损伤的分级有待进一步研究。

CFL 是 LCL 中最长的韧带,在足中立位或背伸位起主要约束作用^[7,10]。在踝关节扭伤中 CFL 损伤的发生率仅次于 ATFL 损伤^[14],且通常为 ATFL 与 CFL 的联合损伤^[18]。单洁玲等^[19]的研究结果显示,男性慢性踝关节韧带损伤患者较女性患者更易出现 ATFL 与 CFL 的联合损伤。Khor 等^[3]的研究结果显示,在 ATFL 损伤的患者中有 41% 的患者会出现 ATFL 与 CFL 的联合损伤。CFL 不会单独撕裂,通常发生在 ATFL 撕裂后^[7,11,16]。因此,当采用超声检查发现 ATFL 撕裂时,应仔细检查 CFL 是否撕裂;而当 ATFL 未发生撕裂时,则不用担心 CFL 撕裂。当足处于中立位时,正常的 CFL 由于各向异性伪像呈现低回声。当足背伸时,CFL 会收紧,更加垂直于探头声束方向,这样更有利于诊断;若 CFL 仍呈松弛状态且未见腓骨肌腱远离跟骨,则表明 CFL 撕裂^[7-8]。Hosseinian 等^[14]研究认为,肌骨超声检查对于正常 CFL 的诊断有较高的敏感性,但特异性不高,因此在检查时对于疑似正常的 CFL 韧带应仔细扫查,谨慎判断。Cao 等^[13,17]的 Meta 分析结果显示,肌骨超声检查对诊断 CFL 损伤的敏感性和特异性均较高;认为肌骨超声检查是诊断 CFL 损伤的有效方法。

PTFL 在踝关节 LCL 中位置最深^[20],在临床上 PTFL 损伤十分少见。即使肌骨超声检查可以观察到 PTFL 的存在,也难以诊断 PTFL 是否损伤。Hosseinian 等^[14]对 105 名脚踝损伤的患者分别进行肌骨超声和 MRI 检查,结果显示有 93% 的患者通过超声检查未发现 PTFL 损伤,而 89% 的患者通过 MRI 检查未发现 PTFL 损伤。因此对于 PTFL 损伤的诊断,肌骨超声检

查能否代替 MRI 检查尚需进一步的研究。

2.2 肌骨超声检查在 MCL 损伤诊断中的应用

MCL 为结构复杂的扇形韧带复合体,分为深、浅两层^[21]。MCL 通常有 6 条韧带汇合而成,胫舟韧带、胫弹簧韧带和胫距后韧带恒定存在,而胫跟韧带、胫距浅韧带和胫距前韧带由于个体解剖差异并不恒定存在^[22]。MCL 损伤的发生率低于 ATFL 和 CFL^[14]。目前的研究发现,超过 50% 的 MCL 损伤会合并下胫腓联合韧带损伤^[23]。因此当 MCL 发生损伤时,应注意评估下胫腓联合韧带是否损伤。肌骨超声检查还可以识别 MCL 深层的损伤。Omodani 等^[24]的研究结果显示,在 13 例 MCL 损伤患者中有 3 例患者 MCL 浅层正常而深层损伤。因此在对 MCL 进行肌骨超声检查时,即使浅层韧带未发现损伤也应仔细检查深层韧带。De Krom 等^[25]的 Meta 分析结果显示,大部分学者并不推荐应用 MRI 检查诊断 MCL 损伤。而目前的研究显示,肌骨超声检查是准确诊断 MCL 损伤的有效方法^[22]。

2.3 肌骨超声检查在下胫腓联合韧带损伤诊断中的应用

下胫腓联合韧带对于维持踝关节的稳定至关重要,相比于踝关节其他韧带,该韧带通常不易发生损伤,其损伤的发生率为 23%^[14],并且在 18~34 岁人群中的发生率最高^[26]。下胫腓联合韧带损伤又被称为高位踝关节扭伤,通常首先累及下胫腓前韧带,其次是骨间膜,而下胫腓后韧带很少受损^[27]。下胫腓联合韧带损伤时,外力会向上传导,因此在进行肌骨超声检查时应注意检查是否合并下胫腓骨间韧带损伤以及腓骨高位骨折(如 Maisonneuve 骨折)^[8,16]。下胫腓联合韧带损伤会导致下胫腓骨联合间隙增大,从而导致踝关节不稳定。肌骨超声检查可以准确评估下胫腓联合韧带的完整性^[28],并且可以通过测量胫骨和腓骨之间的距离来评估踝关节的稳定性^[29]。Fisher 等^[30]研究认为,当下胫腓联合间隙 >6 mm 时,即可诊断为下胫腓联合韧带损伤。黄金亮等^[31]对 58 例疑似下胫腓联合韧带的患者进行彩色多普勒超声检查评估,结果显示彩色多普勒超声检查在诊断下胫腓联合韧带损伤时具有较高的准确性和可靠性。目前 MRI 检查对诊断下胫腓前韧带和下胫腓后韧带撕裂有高度的敏感性和特异性^[32]。但肌骨超声检查对下胫腓联合韧带损伤的诊断价值有待进一步研究确定。

3 超声弹性成像技术在踝关节韧带损伤诊断中的应用

超声弹性成像技术是一种新型的超声诊断技术,弥补了常规超声无法量化检查组织质地的空白,目前多应用于乳腺、甲状腺等方面。近年来,弹性成像技术越来越多地被用于韧带损伤的诊断中。韧带的撕裂程度会导致其硬度的相对降低^[33]。Gimber 等^[34]的研究证明,踝关节外侧韧带的剪切波速度(shear wave velocities, SWV)可重复测量,并测量出了正常 ATFL 和 CFL 的 SWV 值;认为剪切波弹性成像技术(shear wave elastography, SWE)可作为量化踝关节韧带硬度的可重复性方法。焦玉婷等^[35]也认为, SWE 可以提供 ATFL 损伤和恢复过程中的量化力学信息。同时,声波辐射脉冲成像技术也是评估 ATFL 损伤和恢复的有效方法^[36]。在进行肌骨超声检查时辅以超声弹性成像技术,有助于提高诊断的准确率。

4 小 结

踝关节韧带损伤在临床上较为常见,治疗不及时可造成踝关节疼痛、不稳定,严重影响患者正常生活。因此,尽早明确诊治对踝关节韧带损伤患者尤为重要。MRI 检查是目前临床上诊断踝关节韧带损伤的主要手段,但易受体位影响且价格昂贵。近年来随着高频超声技术的发展,肌骨超声检查也能清晰地显示踝关节正常解剖结构及病变损伤范围,有效评估肌腱和韧带的完整性,对于踝关节韧带损伤的诊断效能有了进一步的提高,临床上越来越多地被应用于踝关节韧带损伤的诊断。此外,超声弹性成像技术也有助于提高肌骨超声检查对踝关节韧带损伤诊断的准确率。相信随着超声技术的进一步发展及超声仪器的更新,肌骨超声检查在踝关节韧带损伤的诊断方面将会表现出巨大的潜力,成为踝关节韧带损伤的重要诊断方法。

参考文献

[1] DOHERTY C, DELAHUNT E, CAULFIELD B, et al. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies[J]. Sports Med, 2014, 44(1): 123-40.

[2] ROOS K G, KERR Z Y, MAUNTEL T C, et al. The epidemiology of lateral ligament complex ankle sprains in national collegiate athletic association sports[J]. Am J Sports Med, 2017, 45(1): 201-209.

[3] KHOR Y P, TAN K J. The anatomic pattern of injuries in

acute inversion ankle sprains: a magnetic resonance imaging study [J/OL]. Orthop J Sports Med, 2013, 1(7): 2325967113517078[2022-11-20]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26535261/>.

[4] KOBAYASHI T, KOSHINO Y, MIKI T. Abnormalities of foot and ankle alignment in individuals with chronic ankle instability: a systematic review[J]. BMC Musculoskeletal Disord, 2021, 22(1): 683.

[5] HILLER C E, NIGHTINGALE E J, RAYMOND J, et al. Prevalence and impact of chronic musculoskeletal ankle disorders in the community [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2012, 93(10): 1801-1807.

[6] LIN C I, HOUTENBOS S, LU Y H, et al. The epidemiology of chronic ankle instability with perceived ankle instability—a systematic review[J]. J Foot Ankle Res, 2021, 14(1): 41.

[7] SCONFIENZA L M, ORLANDI D, LACELLI F, et al. Dynamic high-resolution US of ankle and midfoot ligaments: normal anatomic structure and imaging technique [J]. Radiographics, 2015, 35(1): 164-178.

[8] JACOBSON J. 肌骨超声必读: 3 版. [M]. 王月香, 译. 北京: 科学出版社, 2021: 315-316.

[9] TALJANOVIC M S, GOLDBERG M R, SHEPPARD J E, et al. US of the intrinsic and extrinsic wrist ligaments and triangular fibrocartilage complex—normal anatomy and imaging technique [J]. Radiographics, 2011, 31(1): e44.

[10] ALVAREZ C, HATTORI S, KATO Y, et al. Dynamic high-resolution ultrasound in the diagnosis of calcaneofibular ligament injury in chronic lateral ankle injury: a comparison with three-dimensional magnetic resonance imaging [J]. J Med Ultrason(2001), 2020, 47(2): 313-317.

[11] PARK J W, LEE S J, CHOO H J, et al. Ultrasonography of the ankle joint [J]. Ultrasonography, 2017, 36(4): 321-335.

[12] MORVAN G, MATHIEU P, BUSSON J, et al. Ultrasonography of tendons and ligaments of foot and ankle [J]. J Radiol, 2000, 81(3 Suppl): 361-380.

[13] CAO S, WANG C, MA X, et al. Imaging diagnosis for chronic lateral ankle ligament injury: a systemic review with meta-analysis [J]. J Orthop Surg Res, 2018, 13(1): 122.

[14] HOSSEINIAN S H S, AMINZADEH B, REZAEIAN A, et al. Diagnostic value of ultrasound in ankle sprain [J]. J Foot Ankle Surg, 2022, 61(2): 305-309.

[15] 张宝玲, 李捷, 蒋丽. 高频超声诊断距腓前韧带损伤的临床价值 [J]. 临床超声医学杂志, 2022, 24(7): 532-535.

[16] ALVES T, DONG Q, JACOBSON J, et al. Normal and in-

- jured ankle ligaments on ultrasonography with magnetic resonance imaging correlation[J]. *J Ultrasound Med*, 2019, 38(2):513-528.
- [17] SEOK H, LEE S H, YUN S J. Diagnostic performance of ankle ultrasound for diagnosing anterior talofibular and calcaneofibular ligament injuries: a meta-analysis[J]. *Acta Radiol*, 2020, 61(5):651-661.
- [18] LEE S H, YUN S J. The feasibility of point-of-care ankle ultrasound examination in patients with recurrent ankle sprain and chronic ankle instability: comparison with magnetic resonance imaging[J]. *Injury*, 2017, 48(10):2323-2328.
- [19] 单洁玲, 李倩茹, 蔡叶华, 等. 慢性踝关节不稳定 840 例韧带损伤类型的超声评估[J]. *中国医学计算机成像杂志*, 2021, 27(3):253-258.
- [20] 王安鸿, 郭秦炜. 踝关节外侧副韧带损伤的研究现状[J]. *足踝外科电子杂志*, 2019, 6(1):35-40.
- [21] 王贵忻, 何锦泉. 踝关节三角韧带损伤的诊断和治疗[J]. *中国组织工程研究*, 2019, 23(20):3235-3241.
- [22] MARTINEZ-FRANCO A, GIJON-NOGUERON G, FRANCO-ROMERO A G, et al. Ultrasound examination of the ligament complex within the medial aspect of the ankle and foot[J]. *J Ultrasound Med*, 2022, 41(11):2897-2905.
- [23] ROSA I, RODEIA J, FERNANDES P X, et al. Ultrasonographic assessment of deltoid ligament integrity in ankle fractures[J]. *Foot Ankle Int*, 2020, 41(2):147-153.
- [24] OMODANI T, TAKAHASHI K. Ultrasound findings of the deltoid ligament in patients with acute ankle sprains: a retrospective review[J]. *J Orthop Sci*, 2022[2022-11-20]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35691876/>.
- [25] DE KROM M A, KALMET P H, JAGTENBERG E M, et al. Diagnostic tools to evaluate ankle instability caused by a deltoid ligament rupture in patients with supination-external rotation ankle fractures: a systematic review and meta-analysis[J]. *Injury*, 2022, 53(2):724-731.
- [26] VOSSELLER J T, KARL J W, GREISBERG J K. Incidence of syndesmotic injury[J]. *Orthopedics*, 2014, 37(3):e226-229.
- [27] BECCIOLINI M, BONACCHI G, STELLA S M, et al. High ankle sprain: sonographic demonstration of a posterior inferior tibiofibular ligament avulsion[J]. *J Ultrasound*, 2020, 23(3):431-433.
- [28] BEJARANO-PINEDA L, DIGIOVANNI C W, WARYASZ G R, et al. Diagnosis and treatment of syndesmotic unstable injuries: where we are now and where we are headed[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2021, 29(23):985-997.
- [29] SHOJI H, TERAMOTO A, MURAHASHI Y, et al. Syndesmotic instability can be assessed by measuring the distance between the tibia and the fibula using an ultrasound without stress: a cadaver study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1):261.
- [30] FISHER C L, RABBANI T, JOHNSON K, et al. Diagnostic capability of dynamic ultrasound evaluation of supination-external rotation ankle injuries: a cadaveric study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1):502.
- [31] 黄金亮, 杨勇, 刘霖. 彩色多普勒超声在胫腓联合损伤诊断中的应用研究[J]. *中国现代医生*, 2022, 60(3):123-125.
- [32] CORNU O, MANON J, TRIBAK K, et al. Traumatic injuries of the distal tibiofibular syndesmosis[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2021, 107(1S):102778.
- [33] 温莉, 王坤, 张书晨, 等. 超声弹性成像在距腓前韧带损伤中的应用价值[J]. *河北医药*, 2022, 44(7):1049-1052.
- [34] GIMBER L H, DANIEL LATT L, CARUSO C, et al. Ultrasound shear wave elastography of the anterior talofibular and calcaneofibular ligaments in healthy subjects[J]. *J Ultrasound*, 2021, 21(85):e86-e94.
- [35] 焦玉婷, 赵超超, 孙芳, 等. 剪切波弹性成像技术评估距腓前韧带急性损伤的应用价值[J]. *滨州医学院学报*, 2022, 45(2):137-140.
- [36] HOTFIEL T, HEISS R, JANKA R, et al. Acoustic radiation force impulse tissue characterization of the anterior talofibular ligament: a promising noninvasive approach in ankle imaging[J]. *Phys Sportsmed*, 2018, 46(4):435-440.

(收稿日期:2022-12-20 本文编辑:时红磊)

(上接第 46 页)

- [36] CANO S J, WARNER T T, LINACRE J M, et al. Capturing the true burden of dystonia on patients: the cervical dystonia impact profile (CDIP-58)[J]. *Neurology*, 2004, 63(9):1629-1633.
- [37] CANO S J, HOBART J C, EDWARDS M, et al. CDIP-58 can measure the impact of botulinum toxin treatment in cervical dystonia[J]. *Neurology*, 2006, 67(12):2230-2232.
- [38] MÜLLER J, WISSEL J, KEMMLER G, et al. Craniocervical dystonia questionnaire (CDQ-24): development and validation of a disease-specific quality of life instrument[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2004, 75(5):749-753.

(收稿日期:2022-10-09 本文编辑:吕宁)