

超声在跟腱疾病诊疗中的应用进展

龚海燕 杨雅婷 王 平

摘 要 跟腱是人体最粗大的肌腱,在下肢运动中有重要作用。跟腱疾病包括跟腱断裂和跟腱病。随着超声新技术的不断发展,超声在跟腱检查中广泛应用,为跟腱疾病的诊断、治疗及随访提供重要参考信息。本文就弹性成像、介入超声、超微血管成像、超声造影、三维成像等技术在跟腱疾病诊疗中的应用进展进行综述。

关键词 超声检查;跟腱;应用进展

[中图法分类号]R445.1;R686.1

[文献标识码]A

Application progress of musculoskeletal ultrasound in achilles tendon diseases

GONG Haiyan, YANG Yating, WANG Ping

Department of Ultrasound, the Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510630, China

ABSTRACT Achilles tendon is the largest tendon in the human body, which plays an important role in lower limb movements. Achilles tendon diseases include achilles tendon rupture and achilles tendinopathy. With the continuous development of new ultrasonic technology, musculoskeletal ultrasound is widely used in achilles tendon and provides important reference information for the diagnosis, treatment and follow-up of achilles tendon diseases. This paper reviews the application progress of ultrasonic elastography, interventional ultrasound, superb microvascular imaging, contrast-enhanced ultrasonography, and three-dimensional imaging in achilles tendon diseases.

KEY WORDS Ultrasonography; Achilles tendon; Application progress

跟腱是全身最有力的肌腱,由比目鱼肌、腓肠肌内、外头肌腱融合而成,止于跟骨结节后方中点,正常成人的跟腱长度约12~15 cm^[1-2]。目前X线、CT对跟腱显示欠佳且具有放射性,MRI对软组织分辨率高但费用昂贵。肌骨超声具有简便经济、无创、重复性好等优点,可作为跟腱疾病检查的首选方法。本文就超声新技术在常见跟腱疾病诊疗中的应用及进展进行综述。

一、跟腱的超声扫查方法及正常跟腱的超声表现

肌骨超声检查要求高质量、高分辨的彩色多普勒超声诊断仪,由于跟腱位置表浅,常选用频率为4~15 MHz的探头,检查时患者取俯卧位,双足置于床沿外,自然放松暴露双侧小腿,踝关节背屈90°^[2]。检查分为3段:近段(跟腱与肌肉结合处)、中段(跟腱与跟骨附着端以上2~6 cm)和远段(跟腱与跟骨附着处),操作者行纵切、横切面扫查观察跟腱的形态、厚度、连续性、回声、血流及周围软组织等情况,可借用导声垫减少伪像。

正常跟腱纵切面超声表现为跟腱纤维呈细线样连续均匀的强回声,横切面表现为跟腱的起点、中点、止点分别为椭圆形、圆形和新月形的均质强回声,边界清晰,附着点处骨质光滑,跟骨后滑囊无或仅有极少量积液,CDFI示正常跟腱内未探及明显血流信号^[3]。De Zordo等^[4]使用应变弹性成像检查发现

正常跟腱组织质硬,93%的健康成人跟腱弹性图像为蓝色或绿色,与周围组织分界清晰。

二、超声在跟腱断裂诊疗中的应用

跟腱断裂大多由外伤或剧烈运动引起的肌肉不协调收缩导致,好发部位为中段,原因为该部位血运较差^[1]。根据跟腱断裂程度分为完全断裂和部分断裂,肌骨超声能动态观察受损跟腱,判断跟腱断裂的位置、程度及周围组织损伤情况,在跟腱断裂的诊断、治疗及术后随访中具有重要作用。

(一)超声在跟腱断裂诊断中的应用

1. 灰阶超声诊断跟腱断裂:跟腱完全断裂时表现为跟腱增厚,回声减低,肌腱纤维呈连续性完全中断,断裂间隙夹杂无或低回声,断端挛缩,可伴周围软组织肿胀,分界模糊;部分断裂时表现为跟腱纤维连续性部分中断,回声不均匀,边缘不清晰,轮廓不规则,易误诊或漏诊^[3]。

2. 超声宽景成像诊断跟腱断裂:Weng等^[5]应用宽景超声成像技术在探头实时连续扫查感兴趣区后,通过软件重建一幅连续的全景声像图,该方法在测量病灶的大小及范围具有一定的优势,易于观察病灶的整体位置关系。连娟等^[6]应用超声宽景成像对闭合性跟腱断裂进行检查,全方面、多角度地观察受损

跟腱及其周围组织情况,解决了小视野的局限。但该技术重建图像时会部分失真,且对医师的经验和操作手法要求较高。

3. 弹性成像诊断跟腱断裂:作为一种可反映组织硬度特性的新技术,近年来弹性成像在跟腱疾病应用中受到重视。分为应变弹性成像(SE)、声辐射力脉冲弹性成像(ARFI)及剪切波弹性成像(SWE)等。Chen 等^[7]应用 SWE 技术检查并比较急性断裂跟腱与正常跟腱的弹性,结果显示弹性图像跟腱断裂区变软呈蓝色,弹性分布不均,部分区域无弹性信号,正常跟腱则为均一的红色,边界清晰;跟腱断裂区平均弹性值为(56.48±68.59)kPa,低于正常跟腱(291.91±4.38)kPa,差异有统计学意义($P=0.006$),该研究结果与 Aubry 等^[8]结论一致,分析跟腱硬度降低的原因可能为断裂跟腱张力丢失、血肿或积液。

(二) 超声在跟腱断裂治疗中的应用

跟腱断裂的治疗方法有保守治疗和手术治疗,手术治疗分为开放手术、经皮微创治疗。介入超声即于超声实时引导下完成一系列诊疗操作,目前临床应用广泛。有学者^[9]在超声引导下经皮微创缝合断裂跟腱,术中能实时观察跟腱的形态、边界及其周围神经、血管等重要结构,与开放性手术相比,超声引导下操作安全性高、创伤小、疗效满意,且能有效减少腓神经损伤、伤口感染等。

(三) 超声在跟腱断裂术后评估中的应用

1. 高频超声评估跟腱完整性:李志等^[10]应用高频超声随访 16 例行跟腱断裂修补术的患者,术后 6 周跟腱前后径及横径较术前均减小,跟腱纤维可见连续信号,CDFI 示跟腱断端探及少量血流信号,提示此时可进行踝关节的功能锻炼;术后 12 周跟腱连续性完整,CDFI 示断端未见明显血流信号,提示基本可恢复正常生活。由此可见,超声在跟腱断裂术后跟腱完整性的评估中有一定临床应用价值。

2. 超声造影评估跟腱血流:超声造影可敏感观察组织微血管血流的变化,张立宁^[11]在兔跟腱断裂模型研究中发现超声造影信号强度反映了断裂跟腱恢复过程中组织结构和力学功能的改变,术后 1 周信号强度高于术后 4 周、8 周,提示术后 1 周时跟腱新生血管多,力学特性差,愈合差;术后 8 周信号强度较术后 4 周减弱,接近正常跟腱血流,提示此时跟腱重塑形接近于正常,但力学特性尚未完全恢复正常。表明超声造影可以通过观察愈合跟腱血流变化间接评估其修复情况。

3. 弹性成像评估跟腱力学信息:Yamamoto 等^[12]应用 SE 观察兔跟腱断裂的恢复情况,发现术后跟腱硬度逐渐增加,但仍低于正常跟腱,应变比逐渐减小并在术后 12 周时接近正常跟腱。Zhang 等^[13]应用 SWE 评估跟腱断裂术后 12 周、24 周、48 周的跟腱弹性变化,结果发现随着时间推移断裂跟腱弹性值增加,临床功能评分亦增加(均 $P<0.05$),且跟腱弹性值与临床功能评分呈正相关($OR=0.9159, P<0.05$),表明弹性值偏低可提示生物力学和临床功能不良,即愈合差、发生再断裂风险高。

总之,肌骨超声在评估断裂跟腱的形态、血流、功能变化中均有重要作用,随着时间进展,断裂跟腱的新生血管逐渐减少,硬度逐渐增加并接近正常跟腱,且其弹性硬度值与组织学和机械力学相关,但其相应的临床功能是否恢复正常有待进一步研究。

三、超声在跟腱病诊疗中的应用

跟腱病是一种常见的肌腱病,根据病变部位分为非止点性

跟腱病和止点性跟腱病,临床表现常为病变区域肿胀、压痛和功能受限等。研究^[14]表明跟腱病可能与跟腱使用过度或承载过多负荷有关,且强直性脊柱炎、类风湿关节炎、糖尿病、肥胖、痛风等均可累及跟腱,其病因主要为肌腱退行性变,病理改变多为胶原纤维变性、脂肪浸润、毛细血管增生、肌腱钙化及跟骨附着端纤维软骨骨化等,并无炎症细胞的参与。超声在跟腱病的早期诊断、辅助治疗及疗效监测方面具有较好的临床应用价值。

(一) 超微血管成像(SMI)在跟腱病中的应用

李律宇等^[15]分别应用 SMI 和脉冲多普勒观测 32 例慢性跟腱病患者治疗前后跟腱的血流情况,结果发现治疗前后 SMI 与脉冲多普勒对跟腱血流的显示率比较差异均有统计学意义(均 $P<0.01$),SMI 技术显示低速血流的敏感性较脉冲多普勒高($P<0.05$)。表明 SMI 技术无需造影剂即可无创显示跟腱内微血流情况,对跟腱病的诊断和随访具有重要作用。

(二) 超声造影在跟腱病中的应用

研究^[16]应用超声造影检测发现 83% 的跟腱病患者有新生血管生成,而脉冲多普勒仅检出 54%,且新生血管与疼痛等临床症状无明显相关。Chang 等^[17]在兔跟腱病模型中发现超声造影能够对病变跟腱中的血管进行分期,其时间-强度曲线分析提供的血流动力学参数可鉴别急性炎症和后期退变阶段的血管。表明通过超声造影观察跟腱的血流动力学变化可反映跟腱病理生理学情况^[16],可作为一种评估跟腱退变程度和跟腱病治疗效果的方法。

(三) 三维超声在跟腱病中的应用

Nuri 等^[18]应用三维超声显示静息状态下病变组跟腱的横截面积、前后径均较对侧组正常跟腱、健康组跟腱增大,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);负荷状态下病变组跟腱横截面积、前后径、体积均减小,但其横截面积、前后径均高于对侧组和健康组跟腱,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$),表明病变跟腱在负荷作用下基质成分可能发生了重组变化。

(四) 弹性成像在跟腱病中的应用

弹性成像能评估跟腱硬度及生物力学特征,可识别早期病变跟腱,有效预防慢性疼痛、严重跟腱损伤甚至断裂发生,并评估跟腱病的治疗效果。

1. SE:研究^[19]显示有临床症状的跟腱病患者其跟腱的应变比高于正常成人($P<0.001$),硬度更软;而 Zhang 等^[2]应用 SE 发现病变跟腱更硬。分析硬度不一致的原因为两者研究部位不同,病理改变不一致,跟腱末段主要为钙化及骨刺形成,导致其硬度增加,而中段为跟腱胶原纤维黏液样变等,使得硬度变软。

2. ARFI:主要包括声触诊组织成像(VTI)、声触诊组织量化(VTIQ)及声触诊组织成像量化(VTIQ)。方建强等^[20]应用 VTIQ 技术检查发现跟腱炎组跟腱厚度较健康对照组增加,剪切波速度降低,差异均有统计学意义($P=0.002, 0.000$),病变跟腱硬度降低,弹性图呈黄色近似绿色,剪切波速度最佳界值为 7.0 m/s 时,VTIQ 诊断跟腱炎的 ROC 曲线下面积为 0.95,敏感性和特异性分别为 90.0%、90.9%,表明 VTIQ 技术能为跟腱炎的诊断提供更多参考信息。

3. SWE: Aubry 等^[8]应用 SWE 定量比较非止点性跟腱病患者跟腱与正常跟腱的硬度,发现病变跟腱剪切波速度较正常跟腱低,硬度更软。Dirrachs 等^[21]发现 SWE 诊断跟腱病具有高敏

感性(87.5%)和高特异性(100%),跟腱病患者经6个月的保守治疗后,在临床评估恢复无症状的32例病例中,26例(显示率81.3%)跟腱硬度恢复正常。

(五)组织特征超声成像(UTC)在跟腱病中的应用

UTC是一种可显示肌腱内部结构变化的新技术,即连续横断扫描肌腱后还原三维立体图像,通过分析图像来量化肌腱回声,从而鉴别病变肌腱与正常肌腱。Van Schie等^[22]根据肌腱内部结构大致分为4种类型:I型(高度稳定)、II型(中度稳定)、III型(高度可变)、IV型(不断地低强度和变化性分布),计算这4种回声所占比例和肌腱的最厚值来量化肌腱。研究^[23]发现跟腱病患者中III、IV型(不规则排列)纤维结构比例高于无症状者,而I型、II型(规则排列)纤维结构比例少于正常成人。另外,UTC可通过监测跟腱组织结构的变化评价跟腱病治疗前后的疗效,为临床诊疗提供参考信息,具有可靠性。

(六)介入超声在跟腱病治疗中的应用

目前临床治疗跟腱病方法多样,有离心运动、体外冲击波治疗、硬化剂注射、手术治疗等^[2]。Krogh等^[24]在超声实时引导下于跟腱最厚处注射富血小板血浆对跟腱病进行干预治疗,安全无副作用,疗效好。Yeo等^[25]在超声实时引导下采用干针经皮腱旁组织减压治疗慢性跟腱病,治疗后随访近一半患者症状得到完全缓解。介入超声因可视化、安全等优点在辅助治疗跟腱病方面发挥着重要作用。

四、小结

超声具有无创、价廉、操作方便、可重复性佳等优势,能评估跟腱的形态学、血流动力学、生物力学特性,在跟腱病的诊断、术中观察、疗效评价、术后随访中具有较好的临床价值。但其也有一定局限:跟腱位置表浅,易受机器分辨率限制及检查者的主观因素影响,超声难以鉴别跟腱病与慢性跟腱撕裂声像;目前跟腱的超声弹性成像研究较少,仍缺乏规范化操作指南,会存在一定误差,今后需进行大量研究提供参考标准。

参考文献

- [1] Longo UG, Ronga M, Maffulli N. 21 achilles Tendinopathy [J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2018, 26(1): 16-30.
- [2] Zhang Q, Cai YH, Hua YH, et al. Sonoelastography shows that achilles tendons with insertional tendinopathy are harder than asymptomatic tendons [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(6): 1839-1848.
- [3] Liu W, Zhuang H, Shao D, et al. High-frequency color Doppler ultrasound in diagnosis, treatment, and rehabilitation of achilles tendon injury [J]. Med Sci Monit, 2017, 23(12): 5752-5759.
- [4] De Zordo T, Chhem R, Smekal V, et al. Real-time sonoelastography: findings in patients with symptomatic achilles tendons and comparison to healthy volunteers [J]. Ultraschall Med, 2010, 31(4): 394-400.
- [5] Weng L, Tirumalai AP, Lowery CM, et al. US extended-field-of-view imaging technology [J]. Radiology, 1997, 203(3): 877-880.
- [6] 连娟, 杨艳婷, 陈永超, 等. 高频超声宽景成像技术在跟腱闭合性损伤诊断中的应用 [J]. 颈腰痛杂志, 2010, 31(1): 46-47.
- [7] Chen XM, Cui LG, He P, et al. Shear wave elastographic characterization of normal and torn achilles tendons: a pilot study [J]. J Ultrasound Med, 2013, 32(3): 449-455.
- [8] Aubry S, Nueffer JP, Tanter M, et al. Viscoelasticity in achilles tendonopathy: quantitative assessment by using real-time shear-wave elastography [J]. Radiology, 2015, 274(3): 821-829.
- [9] Lacoste S, Féron JM, Cherrier B. Percutaneous Tenolig (®) repair under intra-operative ultrasonography guidance in acute achilles tendon rupture [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2014, 100(8): 925-930.
- [10] 李志, 张文云, 梁忆. 高频超声对跟腱断裂术后的随访 [J]. 中华超声影像学杂志, 2006, (8): 637-638.
- [11] 张立宁. 跟腱损伤与修复评价及机制探讨 [D]. 北京: 中国人民解放军医学院, 2014.
- [12] Yamamoto Y, Yamaguchi S, Sasho T, et al. Quantitative US elastography can be used to quantify mechanical and histologic tendon healing in a rabbit model of achilles tendon transection [J]. Radiology, 2017, 283(2): 408-417.
- [13] Zhang LN, Wan WB, Wang YX, et al. Evaluation of elastic stiffness in healing achilles tendon after surgical repair of a tendon rupture using in vivo ultrasound shear wave elastography [J]. Med Sci Monit, 2016, 22(4): 1186-1191.
- [14] Klausner AS, Miyamoto H, Tamegger M, et al. achilles tendon assessed with sonoelastography: histologic agreement [J]. Radiology, 2013, 267(3): 837-842.
- [15] 李律宇, 廖江龙, 谢向东, 等. 运用超微血管显像技术前后对比中药熏洗及手法治疗慢性跟腱病的研究 [J]. 云南中医中药杂志, 2019, 40(11): 36-38.
- [16] De Marchi A, Pozza S, Cenna E, et al. In achilles tendinopathy, the neovascularization, detected by contrast-enhanced ultrasound (CEUS), is abundant but not related to symptoms [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2018, 26(7): 2051-2058.
- [17] Chang KV, Wu CH, Ding YH, et al. Application of contrast-enhanced sonography with time-intensity curve analysis to explore hypervascularity in achilles tendinopathy by using a rabbit model [J]. J Ultrasound Med, 2012, 31(5): 737-746.
- [18] Nuri L, Obst SJ, Newsham-West R, et al. Three-dimensional morphology and volume of the free achilles tendon at rest and under load in people with unilateral mid-portion achilles tendinopathy [J]. Exp Physiol, 2018, 103(3): 358-369.
- [19] Ooi CC, Schneider ME, Malliaras P, et al. Diagnostic performance of axial-strain sonoelastography in confirming clinically diagnosed achilles tendinopathy: comparison with B-mode ultrasound and color Doppler imaging [J]. Ultrasound Med Biol, 2015, 41(1): 15-25.
- [20] 方建强, 朱文峰, 李维芝, 等. 声触诊组织成像量化技术在诊断急性跟腱炎中的应用价值 [J]. 临床超声医学杂志, 2017, 19(2): 99-101.
- [21] Dirrichs T, Quack V, Gatz M, et al. Shear wave elastography (SWE) for monitoring of treatment of tendinopathies: a double-blinded, longitudinal clinical study [J]. Acad Radiol, 2018, 25(3): 265-272.
- [22] Van Schie HT, De Vos RJ, De Jonge S, et al. Ultrasonographic tissue characterisation of human achilles tendons: quantification of tendon structure through a novel non-invasive approach [J]. Br J Sports Med, 2010, 44(16): 1153-1159.
- [23] Docking SI, Rosengarten SD, Daffy J, et al. Structural integrity is decreased in both achilles tendons in people with unilateral achilles tendinopathy [J]. J Sci Med Sport, 2015, 18(4): 383-387.
- [24] Krogh TP, Ellingsen T, Christensen R, et al. Ultrasound-guided

injection therapy of achilles tendinopathy with platelet-rich plasma or saline: a randomized, blinded, placebo-controlled trial [J]. Am J Sports Med, 2016, 44(8): 1990-1997.

with percutaneous paratenon decompression for chronic achilles tendinopathy[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, 24(7): 2112-2118.

[25] Yeo A, Kendall N, Jayaraman S. Ultrasound-guided dry needling

(收稿日期:2020-08-05)

· 病例报道 ·

Echocardiographic manifestations of mediastinal synovial sarcoma invading the right atrium: a case report

纵隔滑膜肉瘤侵犯右房超声心动图表现 1 例

刘雪唐 晶 顾鹏

[中图法分类号]R540.5

[文献标识码]B

患者男,44岁,因反复咳嗽、右侧胸痛不适4年,加重伴头痛1个月入院。专科检查:颈静脉怒张,胸壁浅静脉显现,右肺叩诊实音,呼吸音明显减低。超声心动图检查:右房增大,内可见一大约78 mm×94 mm的团状不均质等回声,形态不规则,边界欠清晰,活动性差,几乎占据整个右房,与心肌分界不清且突向纵隔(图1),三尖瓣形态、回声、开闭正常;CDFI示团块内未探及明显彩色血流信号。下腔静脉上段管腔内血流通畅,未见异常回声。超声心动图提示:右房实性占位,考虑恶性肿瘤。胸部CT检查:右侧胸腔内巨大软组织肿块,大小约14.3 cm×11.8 cm×9.6 cm,增强扫描肿块呈不规则强化,肿块左侧与右心房分界不清,右房受压变窄,壁明显增厚,内可见软组织密度影;上腔静脉与右主支气管受压,胸骨及肋骨未见明显破坏征象(图2)。CT提示:考虑恶性肿瘤性病变,多来源于胸腺。于CT引导下胸部穿刺活检,病理提示:组织见梭形肿瘤细胞(图3),免疫组化:CK(+),CK19(-),CD20(-),CD34(-),STAT6(-),S-100(-),SMA(-),TdT(-),KI-67(+,约20%),CD5(-),CD117(-),CK7(-),EMA(+),Bcl-2(+),TLE-1(+),Muc-4(-),Calretini(-),Desmin(-),Calponin(-)。病理诊断:(纵隔)滑膜肉瘤,建议进行相关基因检测(SS18/SSX)。患者拒绝行进一步诊治,坚持出院,随访5个月后死亡。

讨论:滑膜肉瘤是一种伴部分上皮分化的恶性间叶肿瘤,

在全部软组织肉瘤中占5%~10%,多见于30~50岁男性^[1]。该病具有较高的局部复发率和远处转移率。滑膜肉瘤好发于关节囊、法氏囊或腱鞘相邻的深部软组织,但并不局限于四肢,几乎可以出现在任何部位,胸部发病者多发生于胸膜肺实质,而发生于心脏和纵隔极罕见^[2]。原发性心脏恶性肿瘤初始临床表现多为心悸、胸闷、气短等,超声心动图多表现为团状不规则等回声,内部回声不均,基底较宽,少部分有蒂。本例患者临床表现为反复咳嗽、右侧胸痛不适,声像图表现为右房占位,回声不均质,基底部宽,向心腔凸起,无蒂,位置较固定,活动性差,与纵隔分界不清,并推挤支气管及上腔静脉,符合恶性肿瘤特征。本病需与心脏原发恶性肿瘤鉴别^[2],由于滑膜肉瘤缺乏典型临床和影像学表现,术前诊断困难,最终确诊依赖病理学检查及免疫组化。当超声心动图发现心腔内占位性病变时,除侧重扫描心脏外,也应当注意观察病灶范围及毗邻结构,警惕纵隔肿瘤侵犯的可能。

参考文献

- [1] 郭倩倩,牛丽娟,彭琴,等. 颈部滑膜肉瘤侵犯甲状腺一例[J]. 中华肿瘤杂志, 2019, 41(6): 716-718.
- [2] Abu-Zaid A, AlNajjar A, Alotaibi S, et al. Huge primary mediastinal synovial sarcoma fully occupying the right hemithorax [J]. J Cancer Res Ther, 2018, 14(6): 682-686.

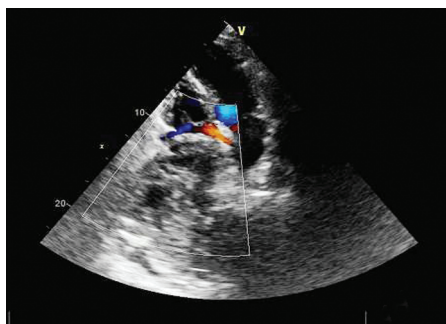


图1 超声图像



图2 增强CT图像

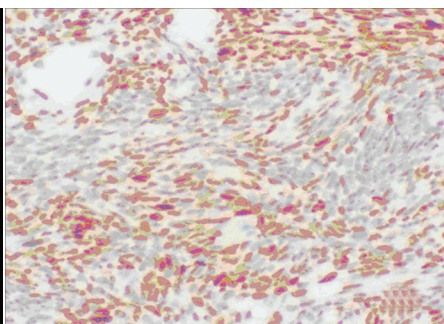


图3 病理图(HE染色,×200)

(收稿日期:2020-05-06)