

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.22.001
文章编号: 1005-8982 (2022) 22-0001-05

专家述评

肌骨超声在临床诊断中的应用进展

曹军英, 金壮

(北部战区总医院 超声科, 辽宁 沈阳 110016)

摘要: 超声成像在评估肌肉骨骼疾病中起着至关重要的作用。皮肤、神经和肌腱是浅表解剖结构, 可以通过超声进行检查。弹性成像和超微血流成像技术已成为常规超声的辅助手段, 正逐步发挥作用。临床医生应该意识到肌骨超声的潜力, 并在临床实践中推广应用。

关键词: 肌肉骨骼; 超声; 弹性成像; 临床应用

中图分类号: R681

文献标识码: A

Application of musculoskeletal ultrasound in clinical diagnosis

Jun-ying Cao, Zhuang Jin

(Department of Ultrasound, General Hospital of Northern Theater Command,
Shenyang, Liaoning 110016, China)

Abstract: Ultrasonic imaging plays a vital role in evaluating musculoskeletal (MSK) disorders. Skin, nerves, and tendons are superficial anatomical structures that can be easily examined with ultrasonography. Elastography and superb microvascular imaging have been commonly applied as auxiliary means of ultrasound and are gradually playing a role. Clinicians should be aware of the potential of musculoskeletal ultrasound and utilize them in clinical practice.

Keywords: musculoskeletal; ultrasound; elastography; clinical application

肌肉骨骼和软组织疾病在急诊科入院患者中占比较高。近年来,应用超声对这些疾病进行评估变得越来越普遍。肌骨超声在紧急情况下的作用不断提高,对于疾病的早期诊断和实施介入起到很大作用,例如在脓肿或血肿的情况下,急诊肌骨超声通过静态和动态评估在床边快速评估症状,可用于诊断皮肤和皮下组织(脓肿、蜂窝组织炎、血肿)、肌肉、韧带和肌腱(撕裂和拉伤)、骨骼(骨折)和神经(撕脱、外伤性撕裂)相关的病理学变化。

运动是引起损伤的主要原因之一,运动过程中一些动作破坏了机体骨骼肌肉及韧带的解剖结构,或者超出组织承受强度的极限,使其功能受损,导

致患者多发生挫伤、脱臼、扭伤、肿胀、疼痛等症状^[1]。及时有效的诊疗对于改善疾病预后及生活质量有重要作用^[2]。日前,临床上影像学检查常用X射线、MRI与肌骨超声,但其诊断效果有明显差异性^[3]。相对有辐射的X射线检查及价格昂贵的MRI检查,肌骨超声更灵活便捷、经济、快速,针对损伤部位能够进行任意角度的检查^[4]。肌骨超声可以使用高频线性探头,产生浅层软组织结构的高分辨率图像,包括肌肉、肌腱、韧带及神经。肌骨超声还可以评估动态伤害,例如肌腱半脱位。本文回顾了常见的肌骨超声疾病,并重点关注可能影响医疗决策的主要问题。

收稿日期: 2022-08-29

1 肌骨超声进展

1.1 弹性成像技术

超声弹性成像是一种在超声成像期间实时评估组织弹性的方法^[5],为超声检查方法增加了一个新维度,被认为是自多普勒成像以来超声技术最重要的进步。如对组织施加应力,弹性成像会根据其弹性特性发生变形,变形程度反映组织软硬度,因此软组织的变形程度比僵硬组织大^[6]。弹性成像的主要类型分为应变式弹性成像和剪切波弹性成像。应变式弹性成像通过比较探头压缩组织前后获得的图像来评估应变程度^[7],是一种定性或半定量评估;剪切波是一种在组织中出现周期性剪切力的横波,频率 200~500 Hz^[8],剪切波弹性成像是一种真正的定量技术,可以测量软组织的绝对弹性值,生理和病理原因引起的生物力学改变可以使用剪切波弹性成像进行评估。

1.2 超声造影技术

超声造影技术是近几年来发展较迅速的新兴技术,其将直径 6~10 μm 的微泡注入静脉内作为对比增强剂,利用非线性成像技术进行成像,提供有关组织微血管和灌注的信息^[9]。当前使用的造影剂为具有低机械指数特定增强模式的第 2 代造影剂,能够实时评估对比增强的动态过程。第 2 代造影剂可实现持久的信号增强,包括 SonoVue(意大利 Bracco 公司)、Definity(美国 Lantheus Medical Imaging 公司)、Sonazoid(日本 Daiichi-Sankyo 公司)。大多数肌骨疾病使用 SonoVue 造影剂进行检查^[10]。定性分析(例如评估增强模式)和定量方法可用于分析图像^[11]。

1.3 超微血流成像技术

超微血流成像技术(superb micro-vascular imaging, SMI)是日本佳能公司研发的一种无需造影剂即可检测微血管的新成像技术。与彩色多普勒和能量多普勒等传统多普勒技术相比,SMI 的优势包括有效分离血流信号与组织运动伪影、保留微血管中的血流、高分辨率图像、最小运动伪影和高帧率。SMI 可以在彩色模式或单色模式下执行,彩色模式叠加在标准灰度超声图像上显示彩色血流移动,单色模式则专注于脉管系统并通过减去背景信息来提高敏感性,从而生成微血管的灰阶、高分辨率图像。一项研究比较了 SMI 与能量多普勒评估微

血管系统开发的新型模型检测微血管流量方面的差异,该研究表明,与能量多普勒相比,SMI 可以更好的可视化并减少运动伪影^[12]。

2 肌骨超声在急诊诊断中的应用

肌骨超声作为一种实时诊断工具可以双侧对比,动态评估损伤部位的骨骼、关节、肌肉和神经情况,辅助适当调整体位,多角度探查损伤部位,实现从局部到整体或从整体到局部的评估。根据损伤部位组织肿胀、范围、内部回声,对肌肉、肌腱、韧带、血管、神经等逐一检查,获得损伤部位软组织和骨骼病变的影像结构,操作简单,实时高效,安全准确,在临床得到广泛应用^[13]。

2.1 肌肉

肌骨超声是肌肉疾病的有效筛查工具^[14],能够检测肌肉疾病的病理变化,反映受影响肌肉的脂肪化和纤维化程度。超声波仪器的标尺功能可以测量肌肉厚度,评估肌肉萎缩情况。多普勒血流信号可以显示肌肉血管化,检查肌肉内血流情况可能有助于评估肌炎患者的炎症活动程度。由纤维化和脂肪引起的肌肉结构变化、肌肉变性不仅导致灰度水平升高,而且影响组织弹性和肌肉各向异性。为了解肌肉机械性能的变化,目前已开发了应变式弹性成像、剪切波弹性成像等超声技术^[14]。超声可以捕捉到肌肉运动,例如肌束震颤和纤颤。动态肌肉超声检查不仅提高了诊断肌束震颤的敏感性,而且提高了诊断肌萎缩侧索硬化症的准确性^[15]。

肌肉拉伤是运动系统损伤中最为常见的类型之一。肌肉内部损伤与离心阶段的肌肉拉伤有关^[16]。根据超声表现可以将肌肉拉伤分为轻、中、重度 3 个等级。在严重损伤中,可以看到肌肉纤维完全断裂并伴有血肿。重度损伤通常临床表现明显,患者受影响肌肉的缩回残端之间有明显的间隙。筋膜周围积液检测是一种非特异性方法,因为筋膜周围积液可以发生在任何级别的肌肉拉伤中^[16]。肌骨超声可以明确诊断患者损伤部位及损伤程度,指导制订后续治疗方案,避免出现继续损伤肌肉组织等不良后果^[17]。

2.2 肌腱

肌腱损伤是急诊科和骨科常见疾病。一般来

说,除非施加非常强的力,否则具有正常底层基质的肌腱不会撕裂。在大多数情况下,以肌腱接头撕裂多见。肌腱断裂的原因较多,有退化肌腱的创伤、穿透性撕裂伤等。当发现肌腱完全不连续且在动态评估中有明显的液体区域时,考虑全层撕裂^[7]。跟腱、髌骨、股四头肌和远端二头肌肌腱撕裂在全层撕裂急诊检查中最常见。当肌腱直径发生改变并伴有不同程度的肌腱束脱离时,可诊断为部分厚度撕裂^[18-19]。几乎所有全层撕裂的肌腱都需要手术治疗,而肌骨超声根据所涉及的肌腱结构,评估相邻神经结构的解剖变异或报告特定发现有益于术前评估。在跟腱断裂的情况下,对解剖变异的评估(例如腓肠神经与受伤肌腱之间的距离缩短)可能有助于在经皮入路前制订术前计划^[20]。此外,如果肌骨超声报告跖肌腱(一种在跟腱内侧走行的细肌腱)存在并完整,则可作为肌腱修复的移植物。

2.3 关节

多发伤情况下,X射线和CT检查是关节成像的主要方式。然而,当关节疼痛、肿胀的患者到达急诊室时,临床检查有限,肌骨超声有助于快速诊断关节积液、滑膜炎或蜂窝组织炎^[21-22]。急诊科的关节感染以膝关节和髋关节为主。简单的关节积液表现为无回声的液体使关节扩张,在彩色多普勒成像时没有滑膜肥大或血流增加。化脓性关节炎相关的发现(非特异性)包括以下内容:无回声或复杂的液体扩张关节,滑膜肥大和彩色多普勒血流增加,与滑膜充血或滑膜炎一致。值得注意的是,关节感染可能不会显示滑膜中彩色多普勒血流增加。由于炎症性关节病和结晶性关节病也可以看到相同的外观,因此需要关节穿刺术来区分。痛风石是单钠尿酸盐晶体沉积,表现为无定形、回声、异质的关节内病变,有时可侵蚀至骨。在没有痛风石的情况下,由于滑膜内有尿酸盐结晶沉积,关节囊可能出现高回声,也称为“双轨征”。

2.4 神经

高分辨率超声已成为评估急性和慢性神经疾病的关键成像方式。大多数神经弹性成像研究都集中在腕部的正中神经^[23]。这可能是因为正中神经在超声检查中表现良好,并且腕管综合征(carpal tunnel syndrome, CTS)是一种常见的病理症状。健康人群腕部较前臂的正中神经硬度增加,且两侧没

有显著差异,因此对侧正中神经可作为内部对照^[24]。大多数研究表明,CTS患者与健康对照组的正中神经硬度存在差异^[23-24]。外周神经弹性成像与传统B型超声相结合提高了超声检查的准确性,并有助于明确腕管严重程度的超声分级^[23]。DIKICI等^[25]报道,神经弹性成像可能是比横截面积更敏感的神经恢复评估方法。在超声引导肌肉骨骼系统的介入过程中,弹性成像可能成为随访期间的重要模式^[26-28]。在其他地方,弹性成像已被用于评估尺神经、臂丛神经和周围神经病变^[23, 25]。与CTS相似,尺神经病变也显示尺神经硬度增加^[23]。

2.5 滑囊

滑囊炎是急诊科常见的肌肉骨骼疾病。约2/3滑囊炎患者是非脓毒性的,由外伤或过度使用引起^[29]。脓毒性滑囊炎最常见于直接穿透性创伤。肌骨超声检查可以很容易地区分滑囊炎与关节积液区,并评估是否与关节相交通。肌骨超声可显示简单到复杂的液体使滑囊扩张,伴有或不伴有滑膜充血。但单纯超声不能确定脓毒性和非脓毒性滑囊炎,需要抽吸液体后才能做出诊断^[30]。半膜肌-内侧腓肠肌囊与膝关节相通,也称为腘窝囊肿或贝克囊肿,这种滑囊会导致膝盖后面的腘窝疼痛肿胀,尤其是在其破裂时。有研究称贝克囊肿存在于10%~41%的人群中^[31]。急性破裂的贝克囊肿是腘窝疼痛就诊的常见原因。该表现容易与静脉血栓形成或感染相混淆,因为这两种疾病都可能出现疼痛肿胀、发热和红斑。肌骨超声能准确诊断贝克囊肿,确定与延伸在半膜肌腱和腓肠肌内侧头之间的膝关节的连通性。贝克囊肿有许多不同的外观,从简单到复杂的液体,滑膜薄或肥大,增厚的滑膜中有或没有彩色多普勒血流。贝克囊肿还可能包含内部分隔、出血、回声碎片或骨化的关节内小体。肌骨超声可以检测到破裂的贝克囊肿液向小腿远端延伸,在腓肠肌内侧头和皮下之间以新月形方式延伸。对肘部急性肿胀的患者,临床病史尤为重要。除了肘部外伤史外,疼痛可能由鹰嘴滑囊炎、化脓性关节炎或软组织脓肿引起,但肌骨超声很容易区分这些成分。与贝克囊肿相似,鹰嘴滑囊炎有许多不同的超声表现,从简单到复杂,有或没有彩色多普勒血流。

2.6 骨折

有研究报道肌骨超声在早期检测舟状骨骨折方面的敏感性为 86%~100%，特异性为 95%~100%^[32]；而 X 射线检查的敏感性 (37%) 和特异性 (40%) 较低^[33]。肋骨是另一个可以行超声检查的重要解剖部位，其 X 射线检查的敏感性为 41%，特异性为 100%；而肌骨超声在软骨肋骨骨折诊断中的敏感性为 78%~98%，特异性为 100%^[34-35]。骨折诊断的原则是将探头放置于最疼痛的区域，骨折诊断的典型表现是高回声皮质线中断；血肿和软组织肿胀也可以作为骨折附近的间接证据。急诊肌骨超声检查也可用于评估关节积血（以关节内损伤常见）及骨折复位情况^[22]。肌骨超声检查的一个不寻常用途是骨重新排列，特别是对小儿骨折。有研究证实，在床旁超声引导下，减少闭合式儿科前臂骨折是安全有效的，临床医生使用肌骨超声检查实时观察骨实体减少情况，且患者的镇静剂用量和手术次数更少^[36]。

3 局限性

对熟练的超声医生来说，肌骨超声在评估浅表软组织和肌腱损伤方面的表现与 MRI 相当。肌骨超声在临床上的应用依赖于超声医生的诊断能力，包括图像扫描和图像解释。超声医师必须能够识别肌骨超声固有的伪像，并且能调节各种参数以生成最优图像。超声医师还必须对正常和异常的解剖结构及皮肤、皮下脂肪、肌肉、肌腱、韧带、滑膜等组织的各种超声表现有深入了解。如果没有这种高水平的理解，生成的图像可能会令人困惑，甚至漏诊。深层结构的超声评估是以图像分辨率为代价的，特别是对不能行 MRI 或不能配合定位的患者，肌骨超声对髋关节积液、深部脓肿、积液或血肿的检测能力可能极为有限。由于骨骼会减弱声音，因此不建议将超声作为检测骨折的主要手段。在身体其他区域看到的典型超声伪像也存在于肌肉骨骼系统中，最重要的伪像之一是各向异性。如果纤维（如肌腱或韧带）组织未与声束成 90° 角成像，则该组织可能会出现低回声或异常图像，而实际上是正常的。经验丰富的超声医师通过切换不同探头来纠正这种伪像，以确认发现是病理性的还是各向异性。然而，不熟悉各向异性的超声医师可能会将

正常的发现误认为是病理性的，反之亦然，从而导致潜在的误诊或不必要的后续检查。

4 结论

肌骨超声是临床检查的重要手段，使临床医生能够快速诊断关节疼痛，区分关节积液与滑膜炎，或蜂窝组织炎与脓肿。在某些骨折和异物的诊断中，肌骨超声是一种用途广泛的辅助成像手段。肌骨超声诊断肌腱断裂的准确性与 MRI 相似。肌骨超声可以提供各种病理变化的数据，无论是创伤性、炎症性还是传染性的，并有助于临床医生进行术前评估或制订保守治疗计划。

参 考 文 献：

- [1] 彭旭导, 王美容, 陈太新, 等. 超声引导下收肌管复合四种不同入路坐骨神经阻滞在全膝关节置换术后镇痛中的比较[J]. 实用医学杂志, 2020, 36(16): 2279-2284.
- [2] 吴洋, 窦娟, 乔芊芊, 等. 超声引导竖脊肌平面阻滞对多发肋骨骨折术后镇痛效果的影响[J]. 临床外科杂志, 2019, 27(11): 984-986.
- [3] 于天雷, 贾海滨, 江雪, 等. 超声引导下前锯肌平面阻滞用于肋骨骨折镇痛疗效观察[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2020, 41(5): 451-454.
- [4] 余孔清, 彭桂芳, 许永秋, 等. 超声引导下连续肌间沟臂丛神经阻滞对不同类型上肢骨折内固定术后镇痛的效果分析[J]. 山东医药, 2021, 61(16): 70-73.
- [5] SIGRIST R M S, LIAU J, KAFFAS A E, et al. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications[J]. Theranostics, 2017, 7(5): 1303-1329.
- [6] SĂFTOIU A, GILJA O H, SIDHU P S, et al. The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of elastography in non-hepatic applications: update 2018[J]. Ultrascall Med, 2019, 40(4): 425-453.
- [7] SCONFENZA L M, ALBANO D, ALLEN G, et al. Clinical indications for musculoskeletal ultrasound updated in 2017 by European Society of Musculoskeletal Radiology (ESSR) consensus[J]. Eur Radiol, 2018, 28(12): 5338-5351.
- [8] 鞠学军, 王健, 姜蕾. 超声引导下低浓度罗哌卡因肌间沟臂丛神经阻滞在上肢骨折手术中的应用[J]. 实用临床医药杂志, 2020, 24(16): 71-73.
- [9] 张俊, 高巍巍, 王伍超, 等. 超声引导下竖脊肌平面阻滞用于骨质疏松性椎体压缩性骨折的疼痛治疗效果[J]. 创伤外科杂志, 2019, 21(7): 497-502.
- [10] SIDHU P S, CANTISANI V, DIETRICH C F, et al. The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in non-hepatic applications: update 2017 (long version) [J]. Ultrascall Med, 2018, 39(2): e2-e44.

- [11] PARK A Y, SEO B K. Up-to-date doppler techniques for breast tumor vascularity: superb microvascular imaging and contrast-enhanced ultrasound[J]. *Ultrasonography*, 2018, 37(2): 98-106.
- [12] GRAND-PERRET V, JACQUET J R, LEGUERNEY I, et al. A novel microflow phantom dedicated to ultrasound microvascular measurements[J]. *Ultrason Imaging*, 2018, 40(5): 325-338.
- [13] 秦朝生, 李爱国, 林澄, 等. 超声引导下罗哌卡因锁骨上臂丛神经阻滞对老年患者膈肌功能的影响[J]. *老年医学与保健*, 2019, 25(2): 223-226.
- [14] van ALFEN N, GIJSBERTSE K, de KORTE C L. How useful is muscle ultrasound in the diagnostic workup of neuromuscular diseases?[J]. *Curr Opin Neurol*, 2018, 31(5): 568-574.
- [15] HOBSON-WEBB L D, SIMMONS Z. Ultrasound in the diagnosis and monitoring of amyotrophic lateral sclerosis: a review[J]. *Muscle Nerve*, 2019, 60(2): 114-123.
- [16] GUERMAZI A, ROEMER F W, ROBINSON P, et al. Imaging of muscle injuries in sports medicine: sports imaging series[J]. *Radiology*, 2017, 282(3): 646-663.
- [17] 李霞, 邓学东. 超声检查在下肢远端骨折患者肌肉参数及血流动力学改变监测中的应用[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2019, 16(11): 821-826.
- [18] MOHAMMADREZAEI N, SEYEDHOSSEINI J, VAHIDI E. Validity of ultrasound in diagnosis of tendon injuries in penetrating extremity trauma[J]. *Am J Emerg Med*, 2017, 35(7): 945-948.
- [19] ZAPPIA M, CHIANGA V, DI PIETTO F, et al. Imaging of long head biceps tendon. A multimodality pictorial essay[J]. *Acta Biomed*, 2019, 90(5-S): 84-94.
- [20] ZAPPIA M, BERRITTO D, OLIVA F, et al. High resolution real time ultrasonography of the sural nerve after percutaneous repair of the Achilles tendon[J]. *Foot Ankle Surg*, 2018, 24(4): 342-346.
- [21] KOLINSKY D C, LIANG S Y. Musculoskeletal infections in the emergency department[J]. *Emerg Med Clin North Am*, 2018, 36(4): 751-766.
- [22] SITU-LACASSE E, GRIEGER R W, CRABBE S, et al. Utility of point-of-care musculoskeletal ultrasound in the evaluation of emergency department musculoskeletal pathology[J]. *World J Emerg Med*, 2018, 9(4): 262-266.
- [23] WEE T C, SIMON N G. Ultrasound elastography for the evaluation of peripheral nerves: a systematic review[J]. *Muscle Nerve*, 2019, 60(5): 501-512.
- [24] ZHU B H, YAN F, HE Y, et al. Evaluation of the healthy median nerve elasticity: feasibility and reliability of shear wave elastography[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(43): e12956.
- [25] DIKICI A S, USTABASIOGLU F E, DELIL S, et al. Evaluation of the tibial nerve with shear-wave elastography: a potential sonographic method for the diagnosis of diabetic peripheral neuropathy[J]. *Radiology*, 2017, 282(2): 494-501.
- [26] SCONFIENZA L M, ADRIAENSEN M, ALBANO D, et al. Clinical indications for image-guided interventional procedures in the musculoskeletal system: a Delphi-based consensus paper from the European Society of Musculoskeletal Radiology (ESSR)-part I, shoulder[J]. *Eur Radiol*, 2020, 30(2): 903-913.
- [27] SCONFIENZA L M, ADRIAENSEN M, ALBANO D, et al. Clinical indications for image guided interventional procedures in the musculoskeletal system: a Delphi-based consensus paper from the European Society of Musculoskeletal Radiology (ESSR)-part III, nerves of the upper limb[J]. *Eur Radiol*, 2020, 30(3): 1498-1506.
- [28] SCONFIENZA L M, ADRIAENSEN M, ALBANO D, et al. Clinical indications for image-guided interventional procedures in the musculoskeletal system: a Delphi-based consensus paper from the European Society of Musculoskeletal Radiology (ESSR)-part II, elbow and wrist[J]. *Eur Radiol*, 2020, 30(4): 2220-2230.
- [29] STELL I M. Septic and non-septic olecranon bursitis in the accident and emergency department--an approach to management[J]. *J Accid Emerg Med*, 1996, 13(5): 351-353.
- [30] BAUMBACH S F, LOBO C M, BADIYINE I, et al. Prepatellar and olecranon bursitis: literature review and development of a treatment algorithm[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2014, 134(3): 359-370.
- [31] JANZEN D L, PETERFY C G, FORBES J R, et al. Cystic lesions around the knee joint: MR imaging findings[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1994, 163(1): 155-161.
- [32] TAT J, TAT J, THEODOROPOULOS J. Clinical applications of ultrasonography in the shoulder for the orthopedic surgeon: a systematic review[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020, 106(6): 1141-1151.
- [33] ECKERT K, ACKERMANN O, SCHWEIGER B, et al. Ultrasound evaluation of elbow fractures in children[J]. *J Med Ultrason (2001)*, 2013, 40(4): 443-451.
- [34] LEE S H, YUN S J. Diagnostic performance of ultrasonography for detection of pediatric elbow fracture: a meta-analysis[J]. *Ann Emerg Med*, 2019, 74(4): 493-502.
- [35] MCMANUS J G, MORTON M J, CRYSTAL C S, et al. Use of ultrasound to assess acute fracture reduction in emergency care settings[J]. *Am J Disaster Med*, 2008, 3(4): 241-247.
- [36] ABBASI S, MOLAIE H, HAFEZIMOGHADAM P, et al. Diagnostic accuracy of ultrasonographic examination in the management of shoulder dislocation in the emergency department[J]. *Ann Emerg Med*, 2013, 62(2): 170-175.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 曹军英, 金壮. 肌骨超声在临床诊断中的应用进展[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(22): 1-5.

Cite this article as: CAO J Y, JIN Z. Application of musculoskeletal ultrasound in clinical diagnosis[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2022, 32(22): 1-5.