

弹性成像在肌骨超声中的应用

朱家安

摘 要 硬度属于肌腱、肌肉和神经等软组织的力学特性,当发生肌腱病或撕裂时,组织的力学特性会随之变化。近年来弹性成像在肌腱、肌肉和神经等软组织病变的诊断、鉴别诊断以及疗效随访中的应用日益增多。本文就弹性成像在肌骨超声中的应用现状和前景做一述评。

关键词 弹性成像;肌骨超声

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

Application of elastography in musculoskeletal ultrasound

ZHU Jia'an

Department of Ultrasound, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China

ABSTRACT Stiffness is a mechanical property of soft tissues such as tendon, muscle, and nerve. When tendinopathy or tear occurs, the mechanical properties will change accordingly. In recent years, elastography has been increasingly used in the diagnosis, differential diagnosis and the follow-up assessment of therapeutic efficacy in soft tissue diseases. This paper reviews the application and prospect of elastography in musculoskeletal ultrasound.

KEY WORDS Elastography; Musculoskeletal ultrasound

肌骨超声的方法学特点包括高频超声的分辨力、敏感的彩色血流信号、可动态检查等,使其在运动损伤、风湿免疫、肌骨肿瘤、康复及疼痛医学中应用的广度和深度均在不断扩大,常规技术能解决大部分临床肌骨超声诊断问题。近年来弹性成像在临床的应用提高了肌骨超声的诊疗水平,本文对此做一简要述评。

一、弹性成像在肌骨超声中的应用现状

弹性成像在肝脏、乳腺、甲状腺等脏器、器官肿瘤的鉴别诊断中,一般假定硬度大的组织恶性可能性大。但在肌骨软组织病变中,组织的纤维化或疤痕形成往往是重要的病理表现或转归,因此弹性成像具有更好的发展前景。助力式弹性成像可以评估组织的相对硬度,剪切波弹性成像可以定量测量软组织的弹性,包括弹性模量和剪切波速度等。硬度属于肌腱、肌肉和神经等软组织的力学特性,当发生肌腱病或撕裂时,相应的力学特性会随之变化。

肌腱的弹性成像应用目前主要集中在跟腱、髌韧带、伸肌总腱、冈上肌腱和喙肱韧带等结构,尤其在跟腱病变中的研究最多。剪切波弹性成像提示肌腱硬

度减低可以反映肌腱的退变或脂肪浸润等病理状况。肌腱的弹性与其功能评分、症状及灰阶超声表现等也具有较好的相关性^[1]。同时,剪切波弹性成像对于亚临床肌腱附着端炎也有较好的辅助诊断价值^[2]。虽然较多的研究显示了弹性成像对于肌腱病变的诊断潜力,但是对于明显提高常规超声诊断能力的循证研究尚不足。

近年来,剪切波弹性成像在肌肉病变中的应用日趋增多,尤其在肌肉减少症、神经相关肌肉病变和系统性病变累及肌肉等方面有较多的报道。弹性成像提示肌肉损伤后的硬度变化可以反映肌肉出血和纤维化引起的病理变化^[3],也可反映肌肉的负荷、炎症和水肿等情况。肌肉的弹性模量与炎症标记物的相关性研究^[4]证明了弹性成像在炎症性肌病中使用的有效性。剪切波弹性成像有望成为评估肌肉硬度的生理或病理变化的一个有前途的工具。研究^[5]表明,肌肉内注射肉毒杆菌毒素后,痉挛性脑瘫患者的肌肉弹性也降低,证实该技术同样可用于康复治疗前后的评价。

弹性成像应用于周围神经的研究目前主要聚焦

在腕骨综合征的正中神经改变。除了神经卡压病变外,糖尿病周围神经病变中的应用也有探索研究^[6]。研究^[7]表明,腕管综合征患者腕管内正中神经硬度明显增高,且与病情严重程度相关。剪切波弹性成像作为无创的检测手段,通过量化神经硬度,从生物力学角度诊断腕管综合征^[7-8]。在腕管松解术后或注射皮质类固醇后,正中神经的硬度显著降低^[9]。由于腕管综合征的诊断主要依靠症状和神经电生理检查,剪切波弹性成像虽然增加了诊断信息,但目前其实际临床应用价值并未得到重视,而对于临床更为关注的治疗方式的选择或手术时机的把握上,目前已有初步的探索,剪切波弹性成像对此可能具有潜在的应用价值^[10]。另外,弹性成像辅助诊断神经的纤维化或疤痕形成具有较好的应用前景^[11]。

弹性成像在筋膜、软组织肿胀等其他肌骨组织中也有探索性应用,但是目前并未取得一致性结果。虽然弹性成像能提示足底筋膜、胸腰筋膜、腿部筋膜炎症患者筋膜的硬度减低^[12],但笔者认为弹性成像用于评价治疗后的疗效可能更有前景。由于软组织肿瘤病理学的复杂性,使得弹性成像在软组织肿瘤良恶性鉴别的价值存在疑问。

二、剪切波弹性成像在肌骨超声检查中的注意事项

由于肌骨软组织解剖结构的复杂性,应用剪切波弹性成像检查肌骨组织的弹性时,应考虑探头的压力、组织的深度、取样框的选择、目标组织周围的骨骼等情况,上述因素均可能影响剪切波弹性成像的诊断结果^[13-14]。检查时,探头尽可能不施压,声束与目标组织尽可能垂直,对于肌腱、肌肉和神经组织,记录时应注明长轴还是短轴的测值,因为剪切波在肌腱和肌肉中沿着长轴的传播速度更快,还需注意被检目标附近的骨骼组织会导致测值低估等。需要强调的是,对于肌腱、肌肉或周围神经等明显各向异性和异质性组织而言,计算杨氏模量公式的假设不成立,因此不推荐使用杨氏模量表示组织的硬度,应直接使用剪切波速度。目前临床剪切波弹性成像检查的方法亟需规范。

三、展望

欧洲骨骼放射学学会发表了基于对肌骨超声临床应用文献回顾的共识^[15],声明目前在临床实践中其使用的适应症水平较低,但仍是一种很有前途的新技术。虽然目前已有较多研究提示了弹性成像在肌骨超声中的应用价值,但大多缺乏对照或病理学支持。今后的工作中,若使用弹性成像能发现常规超声不能发现的异常,深入研究弹性成像对于临床诊疗策略的

影响,将具有重要的发展前景。

参考文献

- [1] Klauser AS, Miyamoto H, Tamegger M, et al. Achilles tendon assessed with sonoelastography: histologic agreement [J]. Radiology, 2013, 267(3): 837-842.
- [2] Prado-Costa R, Rebelo J, Monteiro-Barroso J, et al. Ultrasound elastography: compression elastography and shear-wave elastography in the assessment of tendon injury [J]. Insights Imaging, 2018, 9(5): 791-814.
- [3] Botar Jid C, Vasilescu D, Damian L, et al. Musculoskeletal sonoelastography. Pictorial essay [J]. Med Ultrason, 2012, 14(3): 239-245.
- [4] Harmon B, Wells M, Park D, et al. Ultrasound elastography in neuromuscular and movement disorders [J]. Clin Imaging, 2019, 53(2): 35-42.
- [5] Kwon DR, Park GY, Kwon JG. The change of intrinsic stiffness in gastrocnemius after intensive rehabilitation with botulinum toxin a injection in spastic diplegic cerebral palsy [J]. Ann Rehabil Med, 2012, 36(3): 400-403.
- [6] Wee TC, Simon NG. Ultrasound elastography for the evaluation of peripheral nerves: a systematic review [J]. Muscle Nerve, 2019, 60(5): 501-512.
- [7] Chen YT, Williams L, Zak MJ, et al. Review of ultrasonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome and a proposed scanning protocol [J]. J Ultrasound Med, 2016, 35(11): 2311-2324.
- [8] 李伶俐, 张润, 阿荣毕力格, 等. 剪切波弹性成像检测正常成人腕部正中神经的差异性研究 [J]. 临床超声医学杂志, 2021, 23(2): 155-157.
- [9] Yoshii Y, Tung WL, Ishii T. Strain and morphological changes of median nerve after carpal tunnel release [J]. J Ultrasound Med, 2017, 36(6): 1153-1159.
- [10] Li D, Zhu J, Liu F, et al. A quantitative evaluation of sciatic nerve stiffness after compression by shear wave elastography in diabetic rats [J]. Ann Transl Med, 2020, 8(11): 682.
- [11] 朱家安. 周围神经超声显像 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 213-223.
- [12] Luomala T, Pihlman M, Heiskanen J, et al. Case study: could ultrasound and elastography visualized densified areas inside the deep fascia? [J]. J Bodyw Mov Ther, 2014, 18(3): 462-468.
- [13] Wang XM, Hu Y, Zhu JA, et al. Effect of acquisition depth and precompression from probe and couplant on shear wave elastography in soft tissue: an in vitro and in vivo study [J]. Quant Imaging Med Surg, 2020, 10(3): 754-765.
- [14] Snoj Ž, Wu CH, Taljanovic MS, et al. Ultrasound elastography in musculoskeletal radiology: past, present, and future [J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2020, 24(2): 156-166.
- [15] Sconfienza LM, 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.

(收稿日期: 2021-06-05)