

超声成像技术在肌骨损伤中的临床应用及循证等级*

侯筱¹ 任弘¹ 王荣辉¹ Yih-Kuen Jan^{2,3}

肌骨损伤主要涉及韧带、肌肉、肌腱、关节等运动器官或组织的形态学和功能性疾病,肌骨疾病或损伤的预防、诊断与治疗已成为现今临床康复领域所面临的重大挑战之一。虽然很多研究人员使用肌骨超声成像技术来探索肌肉骨骼结构、诊断肌骨损伤或疾病,但超声成像技术在临床实践中的实际应用并不积极,尤其是在物理康复治疗中。英国一项关于物理治疗师对肌骨超声成像使用和兴趣的研究^[1]发现,在调查的75位物理治疗师中有41位在临床实践中从未使用过肌肉骨骼超声成像,但对这种方式感兴趣。即使在物理治疗已十分普遍的美国,大多数物理治疗师都使用X线片和其他高级成像技术,很少有人使用超声成像^[2]。究其原因,可能与肌骨超声成像技术的循证依据还未形成统一结论有关,因此有必要总结肌骨超声成像在不同肌骨疾病中的临床应用,为物理治疗师、康复医师和骨科医生提供更全面的临床依据。

1 肌骨超声成像技术在不同组织中的临床应用

1.1 肌骨超声成像技术在肌肉中的应用

1.1.1 肌肉损伤的诊断:在肌肉损伤的诊断方面,超声成像技术可主要应用于肌筋膜或肌肉撕裂、肌肉血肿等方面的临床诊断。在以往,这些肌肉损伤的确诊主要依赖于既往病史的询问和体格检查的结果。肌纤维的完全或部分断裂、肌肉撕裂引起的血肿在超声图像中分别表现为超声波回声的中断和低回声信号^[3]。动态超声成像还可为肌肉撕裂的诊断提供更精确的证据,当医生轻轻拉伸受伤肌肉时,超声图像中看到很大的间隙则提示肌肉撕裂^[4]。Pectrons P等^[5]基于超声影像诊断,提出了肌肉损伤的4级分级标准,这类基于超声成像的分级标准有助于确定肌肉损伤的严重程度和愈合情况。

1.1.2 肌肉厚度和生理结构的探测:超声成像还可以用于显示肌肉厚度和肌肉的生理结构细节(例如羽状角),有助于诊断肌肉萎缩症^[6]、肌营养不良症^[7]及肌肉撕裂程度或恢复状况^[8]。在运动医学领域,国外已有研究使用超声成像技术来评估不同运动训练方法对健康成人或不同疾病患者某一特定肌肉厚度的影响^[9-10]。此外,通过静态超声成像技术评估

大腿肌肉厚度已被证明是一种快速简单地评估肌少症的方法^[11]。还有研究甚至应用动态肌肉超声成像来测量最大吸气与呼气时膈肌厚度的比例,这一方法在客观评估呼吸肌功能障碍方面具有出色的敏感性和特异性^[12]。这启示我们可以利用动态超声成像测量最大收缩与最大舒张的肌肉厚度比例来评估单块肌肉的收缩-舒张特性。超声图像还可显示肌肉超微结构的改变,如可识别的肌肉结构丧失、磨玻璃样影像和图像白度增加提示病变肌肉可能存在杜兴氏肌营养不良症(Duchenne muscular dystrophy, DMD)或急性炎症^[7]。而且通过超声成像观察羽状角角度变化还可将羽状肌的收缩特性可视化。一项针对肩袖撕裂修复后冈上肌羽状角变化的研究证明,术前羽状角与肌肉撕裂形态高度相关,可作为术后肩袖完整性的预后因素之一^[8]。

1.1.3 肌肉硬度的评估:随着灰度超声和彩色多普勒超声成像技术的出现,一系列新的超声成像技术也逐渐涌现出来,如超声弹性成像技术。该超声成像技术最初主要用于测量器官疾病中局部病灶块的弹性^[13],最近才被物理治疗学、康复和运动医学领域应用于肌肉力学特性(如肌肉硬度)的评估。

患病的、功能失调的、受伤的和训练后的肌肉通常会出现肌肉僵硬情况,而一些康复干预措施(例如拉伸、冷冻疗法、力量训练等)的效果,通常取决于肌肉生物力学特性的改善^[14]。因此,对肌肉僵硬改变的准确评估在临床肌骨疾病的治疗中具有重要意义。剪切波超声弹性成像在临床上常被用于检测不同患病人群的被动肌肉僵硬程度,尤其是脑瘫患者^[15]。另一方面,超声成像技术也可帮助评估一些物理疗法或训练方法对肌肉僵硬的改善效果。例如,已有研究通过超声弹性成像技术的显示结果证明了冷冻疗法会增加肌肉僵硬,尽管冷冻疗法经常被应用于治疗运动实践中的急性肌肉拉伤、挫伤或其他运动损伤^[16]。

与肌肉硬度测量计和体格检查中的关节活动度检查相比,超声弹性成像可以更容易地评估某些特定肌肉的刚度,并区分出不同的肌肉结构^[17]。而且超声弹性成像是一种基于相同外力压缩后不同组织形变的定量或半定量测量方法,因此与其他定性方法(如触诊、Ashworth量表)相比结果更加

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.06.026

*基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助课题(2017YB024)

1 北京体育大学运动人体科学学院,北京市,100084; 2 美国伊利诺伊大学香槟分校康复医学工程实验室; 3 通讯作者

第一作者简介:侯筱,女,讲师; 收稿日期:2021-07-17

精确^[14]。

1.2 肌骨超声成像技术在肌腱中的应用

1.2.1 肌腱损伤的诊断:超声成像能实时清晰地反映肌腱的连续性^[18],对诊断和治疗肌腱断裂具有重要意义。例如,在有大量血肿的情况下,超声成像可以确定跟腱的完整性,这可能很难通过可触及的间隙或汤普森试验等特定体格检查来诊断跟腱断裂。此外,由于超声成像对瘢痕组织和钙沉积物的识别极其敏感,因此,诊断肌腱硬化的信度也很高^[19],有助于预防以肌腱硬化为早期症状的慢性肌腱断裂。

超声成像还可用于确定肌腱的位置,有利于检测肌腱脱位和半脱位^[20]。动态超声成像在诊断尺侧腕伸肌腱半脱位方面的有效性已得到证实,它也可用于评估腱鞘重建术的效果^[21]。Klauser A等^[22]还表明超声成像可以通过测量屈肌腱与指骨之间的距离来检测手指滑车半脱位,超声成像诊断手指滑车损伤的敏感性和特异性分别为98%和100%。

1.2.2 肌腱生理结构的探测:超声检查是观察肌腱内部结构和诊断肌腱病的一种很有前景的筛查工具。通过超声成像观察到的腱鞘积液,辅以健患侧比较,可以鉴别轻微的肌腱病变^[23]。一些处于早期病程的肌腱病在灰度超声图像中可能没有结构异常,但通过彩色多普勒超声成像可以观察到内部微观结构变化和血管生成。彩色多普勒超声对肌腱损伤的提前确诊甚至早于症状出现前的12个月^[24]。很多研究者已经证明这种超声检查在网球肘(肱骨外上髁炎)、无症状的跟腱疾病和髌腱病中具有较高敏感性^[25-27]。

对于一些已出现症状的肌腱疾病,灰度超声成像已具有较高的敏感性和特异性。超声成像有助于对症状性肌腱病进行临床分期^[28],其在退行性肌腱病中的临床分期能力甚至优于MRI^[24]。另一项研究比较了MRI和超声成像诊断髌腱病的准确性,发现这两种方式的敏感性相同,均为82%,而超声的特异性(87%)优于MRI(57%)^[29]。

1.3 肌骨超声成像技术在韧带中的应用

在韧带等软组织评估方面,MRI虽然更有优势,但价格昂贵、费时,且在床边或紧急情况下不易获得,在某些情况下甚至会产生磁敏感伪影^[30]。虽然多种特异性体格检查被认为是诊断韧带损伤的首选,但与医学影像技术相比,这些检查敏感性低、主观性高、变异性大^[31]。在这种背景下,肌骨超声近年来被逐渐应用于不同韧带损伤的诊断,被认可是一种有价值的成像替代方法,应在韧带损伤的初始诊断阶段被优先考虑^[32],而超声的动态实时成像功能还可以进一步帮助靶向定位特定的疼痛区域^[33]。

灰度超声图像显示韧带周围低回声病灶是提示有积液、血肿和水肿,而回声消失则提示韧带断裂^[30]。反复撕裂引起的部分韧带断裂会伴随韧带内部结构的外周血管新生,彩色多普勒显像可直接观察到这一点^[34]。许多研究在不同韧带

的损伤诊断和重建术效果评估中广泛应用超声成像技术,如尺侧副韧带(ulnar collateral ligament, UCL)^[35]、前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)^[36]和后交叉韧带(posterior cruciate ligament, PCL)^[37]。然而,诊断准确性还与超声影像学医师的专业水平有关^[38],这反映了超声成像依赖于操作者的缺点。

1.4 肌骨超声成像技术在关节中的应用

多位专家共识,强烈建议将超声成像技术应用于关节积液、软骨损伤、关节炎、滑膜炎和关节滑膜囊肿等的临床诊断^[39]。国外许多研究已应用超声成像技术对髋关节^[38]、膝关节^[40]、尺桡关节^[41]相关的关节内病变进行探测和分析。尤其是针对膝关节炎的超声成像探测被应用的非常广泛,超声成像技术的相关参数(如表面反射系数、后向散射系数和粗糙度指数)可反映膝关节炎患者关节软骨的质量,进而区分正常膝关节炎和退化关节软骨,而且还可以对膝骨关节炎患者的症状进行分期^[42]。超声还可用于帮助检测膝关节半月板病变,准确度优于特殊试验的体检。需要注意的是,相比急性半月板损伤,超声显像对慢性半月板病变的敏感性和特异性更高^[43]。

超声已被证明是一种可以同时评估关节软骨和关节下骨骼的成像技术^[42],但是基于超声的关节软骨检测受到超声频率的限制。传统的低频超声可能无法检测到软骨的早期退化,超声使用者在诊断软骨疾病时,通常会使用大于20MHz的高频超声来获得更清晰的图像^[44]。

2 肌骨超声成像技术在不同组织中的循证等级

现如今,大部分物理治疗师和康复医师对于患者肌骨损伤的判断主要依赖于医生的检查结果和简单的特殊试验体格检查,超声成像技术在肌骨损伤的预防、诊断和康复过程中并未形成规模。而且超声相关知识培训薄弱,肌骨超声诊断的临床证据少,使得物理治疗师或非放射科医生难以根据不同的临床实践评估超声成像的可行性。针对这一现象,欧洲肌肉骨骼放射学会(European society of musculoskeletal radiology, ESSR)和美国放射学会(American college of radiology, ACR)制定了肌骨超声临床指南^[39,45-46]。该指南根据肌骨超声相关文献研究制定了超声成像临床证据水平的分级标准,即循证等级。我们利用该循证等级的分级标准,查阅截止到2021年6月30日的文献,评价超声成像技术对主要肌骨损伤临床适应证的循证等级和证据水平,然后将常用的超声成像类型和不同肌骨损伤适应证的常见应用实例列于表1。

对于肌肉的临床适应证,各类超声成像技术已被广泛应用于不同条件,具有高证据水平。静态灰度超声可准确呈现肌肉的宏观解剖结构,诊断肌肉和肌筋膜撕裂等肌肉损伤,

表1 肌骨超声成像技术在不同肌骨损伤适应证的循证等级和临床应用实例

组织	适应证	超声成像技术	循证等级	临床应用实例
肌肉	肌肉损伤	B型超声成像;动态超声成像	A	①筋膜或肌肉撕裂及肌肉血肿的诊断和分级;②无症状肌肉拉伤或撕裂的诊断
	肌肉厚度	B型超声成像;动态超声成像	A	①评估运动训练或康复的效果;②肌少症的快速筛查;③评估肌肉的收缩-舒张特性
	肌肉结构	B型超声成像;动态超声成像;彩色多普勒超声成像	A	①杜氏肌营养不良症或急性炎症的诊断;②观察羽状角或肌肉血管的生成
	肌肉硬度	应变超声弹性成像;剪切波超声弹性成像	A	①评估神经肌肉疾病(如脑瘫)的严重程度;②评价训练或物理治疗对肌肉硬度的恢复效果;③评估肌肉疲劳
肌腱	肌腱损伤	B型超声成像;动态超声成像	A [*] ;B [#] ;C [△]	①评估肌腱断裂的风险或诊断肌腱断裂;②肌腱脱位/半脱位的诊断
	肌腱结构	B型超声成像;彩色多普勒超声成像	A	①通过肌腱钙化和骨骼不规则超声显像来早期诊断退行性肌腱病;②肌腱鞘积液及显微组织改变诊断肌腱炎(如网球肘)
韧带	韧带损伤	B型超声成像;彩色多普勒超声成像	A—D	评估韧带撕裂或损伤的影响;评估韧带重建术的效果和后期随访评估;评估韧带厚度和长度的变化,早期诊断韧带异常
关节	关节损伤	高频超声成像	A—D	①反映关节软骨质量,判断骨关节炎退变的关节软骨;②探测膝关节半月板病变(半月板撕裂和半月板囊肿);③诊断滑膜炎、滑囊炎

注:*如肌腱撕裂,钙化性肌腱炎;#如肌腱部分断裂,肌腱脱位;△如腱鞘炎

可通过查看灰度超声图像中的颜色深浅来揭示肌肉血肿,测量肌肉厚度。进一步研究应更多地关注运动和收缩肌肉的动态超声成像和最合适的探头位置。彩色多普勒超声可检测肌炎或肌肉损伤时不同或局部肌肉的血液分布和肌肉血肿,以辅助多种肌骨疾病的诊断。尽管传统超声成像可在很大程度上帮助可视化微观和宏观肌肉结构以帮助诊断肌肉疾病,但它们无法表征和评估与力量生成相关的肌肉力学特性,而不同类型的超声弹性成像可用于量化物理医学和康复策略在改善肌肉力学性能上的效果^[47]。

对肌腱而言,超声在不同适应证中具有不同的循证等级。由于超声对瘢痕组织敏感^[19],对钙化性肌腱炎的诊断具有A级证据,局部高回声为其典型表现,应注意扫描双侧以排除假阴性结果。此外,超声成像在退行性肌腱疾病中显示出比MRI更好的临床分期能力^[24]。肌腱部分断裂、肌腱脱位和腱鞘炎的超声显像证据水平低于钙化性肌腱炎。有研究人员发现,超声检测腱鞘炎和部分肌腱撕裂的能力可能比较有限^[48],这种局限性可能是由于在区分这些结构诊断的特征上缺乏共识^[49],因此,需要进一步研究以制定一致标准,从而使超声影像更可靠地解释区分各种肌腱适应证。

对于韧带和关节损伤,由于浅表组织下的深度不同和个体关节的复杂性,超声成像的证据水平在不同韧带和关节位置有所不同。对于膝盖和脚踝,更多的证据表明在韧带撕裂、软骨损伤(如半月板撕裂和半月板囊肿)、滑膜炎、关节周围滑囊炎和关节炎中存在A级证据^[24,38,43]。而对于臀部,很少有高水平的临床试验支持超声成像对诊断该位置韧带和关

节损伤的影响。值得一提的是,有研究表明多普勒超声成像对类风湿关节炎的量化有相当大的作用^[50]。

3 小结与展望

超声作为一种具有较高诊断性能的成像技术,已逐渐应用于肌肉骨骼疾病。与特殊试验、体格检查、MRI等肌骨系统疾病的常用诊断方法相比,超声成像技术显示出低成本、实时、对患者友好、高精度等优势,而且在不同肌骨损伤和疾病中可综合应用各类超声成像技术。但其局限性在于它更多地依赖有经验的肌骨放射科医师或物理治疗师。因此,本研究将各类超声成像技术对不同肌骨损伤临床适应证的循证等级和证据水平进行评级和梳理,希望今后在重点培养超声成像技术从业者的专业技能时,可使得更多物理治疗师在肌骨康复的临床实践过程中有据可循,为各种肌骨疾病的预防、确诊、康复和预后提供更客观、最优的超声参数。

参考文献

[1] Innes S, Jackson J. Musculoskeletal ultrasound imaging - An exploration of physiotherapists' interests and use in practice [J]. Musculoskelet Sci Pract, 2019, 44: 102068.

[2] Crowell MS, Dedekam EA, Johnson MR, et al. Diagnostic imaging in a direct-access sports physical therapy clinic: A 2-year retrospective practice analysis [J]. International Journal of Sports Physical Therapy, 2016, 11(5): 708—717.

[3] Cook CR. Ultrasound imaging of the musculoskeletal system [J]. Vet Clin North Am Small Anim Pract, 2016, 46(3): 355—71, v.

- [4] Chang KV, Wu WT, Ozcakar L. Ultrasound imaging and rehabilitation of muscle disorders: Part 1. Traumatic Injuries[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2019, 98(12):1133—1141.
- [5] Peetrons P. Ultrasound of muscles[J]. *European Radiology*, 2002, 12(1):35—43.
- [6] Pillen S, van Alfen N. Skeletal muscle ultrasound[J]. *Neurological research*, 2011, 33(10):1016—1024.
- [7] Pillen S, Boon A, Van Alfen N. Muscle ultrasound[J]. *Handb Clin Neurol*, 2016, 136:843—853.
- [8] Hayashi I, Enokida M, Nagira K, et al. Change in the pennation angle of the supraspinatus muscle after rotator cuff tear repair[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2019, 28(5):888—892.
- [9] Shamsi M, Sarrafzadeh J, Jamshidi A, et al. The effect of core stability and general exercise on abdominal muscle thickness in non-specific chronic low back pain using ultrasound imaging[J]. *Physiother Theory Pract*, 2016, 32(4):277—283.
- [10] Nakai Y, Kawada M, Miyazaki T, et al. Trunk muscle activity during trunk stabilizing exercise with isometric hip rotation using electromyography and ultrasound[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2019, 49:102357.
- [11] Rustani K, Kundisova L, Capecchi PL, et al. Ultrasound measurement of rectus femoris muscle thickness as a quick screening test for sarcopenia assessment[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2019, 83:151—154.
- [12] Boon AJ, Sekiguchi H, Harper CJ, et al. Sensitivity and specificity of diagnostic ultrasound in the diagnosis of phrenic neuropathy[J]. *Neurology*, 2014, 83(14):1264—1270.
- [13] Gennisson JL, Deffieux T, Fink M, et al. Ultrasound elastography: principles and techniques[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2013, 94(5):487—495.
- [14] Brandenburg JE, Eby SF, Song P, et al. Quantifying passive muscle stiffness in children with and without cerebral palsy using ultrasound shear wave elastography[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2016, 58(12):1288—1294.
- [15] Vola EA, Albano M, Di Luise C, et al. Use of ultrasound shear wave to measure muscle stiffness in children with cerebral palsy[J]. *J Ultrasound*, 2018, 21(3):241—247.
- [16] Guilhem G, Hug F, Couturier A, et al. Effects of air-pulsed cryotherapy on neuromuscular recovery subsequent to exercise-induced muscle damage[J]. *Am J Sports Med*, 2013, 41(8):1942—1951.
- [17] Morel B, Hug F, Nordez A, et al. Reduced active muscle stiffness after intermittent submaximal isometric contractions[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2019, 51(12):2603—2609.
- [18] Koh SB, Roh JH, Kim JH, et al. Ultrasonographic findings of shoulder disorders in patients with Parkinson's disease[J]. *Movement Disorders*, 2008, 23(12):1772—1776.
- [19] Connell DA, Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, et al. Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries[J]. *American Journal of Roentgenology*, 2004, 183(4):975—984.
- [20] Armstrong A, Teefey SA, Wu T, et al. The efficacy of ultrasound in the diagnosis of long head of the biceps tendon pathology[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2006, 15(1):7—11.
- [21] MacLennan AJ, Nemecek NM, Waitayawinyu T, et al. Diagnosis and anatomic reconstruction of extensor carpi ulnaris subluxation[J]. *J Hand Surg Am*, 2008, 33(1):59—64.
- [22] Klauser A, Frauscher F, Bodner G, et al. Finger pulley injuries in extreme rock climbers: depiction with dynamic US[J]. *Radiology*, 2002, 222(3):755—761.
- [23] Davae KC, Sofka CM, DiCarlo E, et al. Value of power Doppler imaging and the hypoechoic halo in the sonographic detection of foreign bodies: correlation with histopathologic findings[J]. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2003, 22(12):1309—1316.
- [24] Jan L. M. A. G. Musculoskeletal ultrasound imaging in sports[J]. *International Sport Med Journal*, 2012, 13(4):141—152.
- [25] Zeisig E, Fahlström M, Ohberg L, et al. A two-year sonographic follow-up after intratendinous injection therapy in patients with tennis elbow[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2010, 44(8):584—587.
- [26] Gisslén K, Gyulai C, Nordström P, et al. Normal clinical and ultrasound findings indicate a low risk to sustain jumper's knee patellar tendinopathy: a longitudinal study on Swedish elite junior volleyball players[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2007, 41(4):253—258.
- [27] Fredberg U, Bolvig L, Andersen NT. Prophylactic training in asymptomatic soccer players with ultrasonographic abnormalities in Achilles and patellar tendons: the Danish Super League Study[J]. *Am J Sports Med*, 2008, 36(3):451—460.
- [28] Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2009, 43(6):409—416.
- [29] Warden SJ, Kiss ZS, Malara FA, et al. Comparative accuracy of magnetic resonance imaging and ultrasonography in confirming clinically diagnosed patellar tendinopathy[J]. *The American Journal of Sports Medicine*, 2007, 35(3):427—436.
- [30] van Duijn AJ, Felton SD. Ultrasound imaging of ulnar collateral ligament injury[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2016, 46(12):1086.
- [31] Decary S, Ouellet P, Vendittoli PA, et al. Diagnostic validity of physical examination tests for common knee disorders: An overview of systematic reviews and meta-analysis[J]. *Phys Ther Sport*, 2017, 23:143—155.
- [32] Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography[J]. *The New England Journal of Medicine*, 2011, 364(8):749—757.
- [33] Nazarian LN. The top 10 reasons musculoskeletal sonography is an important complementary or alternative technique to MRI[J]. *American Journal of Roentgenology*, 2008, 190(6):1621—1626.
- [34] 黄莹, 朱毅, 李凝, 等. 超声成像技术在肌肉骨骼疾患诊治中的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2012, 27(5):393—397.
- [35] Daniels SP, Mintz DN, Endo Y, et al. Imaging of the post-operative medial elbow in the overhead thrower: common and abnormal findings after ulnar collateral ligament reconstruction and ulnar nerve transposition[J]. *Skeletal Radiol*, 2019, 48(12):1843—1860.

- [36] Mautner K, Sussman WI, Nanos K, et al. Validity of indirect ultrasound findings in acute anterior cruciate ligament ruptures[J]. J Ultrasound Med, 2019, 38(7):1685—1692.
- [37] Wang LY, Yang TH, Huang YC, et al. Evaluating posterior cruciate ligament injury by using two-dimensional ultrasonography and sonoelastography[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(10):3108—3115.
- [38] Lee SH, Yun SJ. Efficiency of knee ultrasound for diagnosing anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament injuries: a systematic review and meta-analysis[J]. Skeletal Radiol, 2019, 48(10):1599—1610.
- [39] Klauser AS, Tagliafico A, Allen GM, et al. Clinical indications for musculoskeletal ultrasound: a Delphi-based consensus paper of the European Society of Musculoskeletal Radiology[J]. Eur Radiol, 2012, 22(5):1140—1148.
- [40] Huang YP, Zhong J, Chen J, et al. High-frequency ultrasound imaging of tidemark in vitro in advanced knee osteoarthritis[J]. Ultrasound Med Biol, 2018, 44(1):94—101.
- [41] Oldfield CE, Boland MR, Greybe D, et al. Ultrasound imaging of the distal radioulnar joint: a new method to assess ulnar radial translation in forearm rotation[J]. J Hand Surg Eur Vol, 2017, 42(4):389—394.
- [42] Huang YP, Zheng YP. Intravascular Ultrasound(IVUS): A potential arthroscopic tool for quantitative assessment of articular cartilage[J]. Open Biomed Eng J, 2009, 3:13—20.
- [43] Timotijević S, Vukasinović Z, Bascavević Z. Validity of clinical and ultrasound examination related to arthroscopy in acute injury of the medial meniscus of the knee[J]. Srpsk Arh Celok Lek, 2008, 136(1):28—32.
- [44] Wang SZ, Huang YP, Saarakkala S, et al. Quantitative assessment of articular cartilage with morphologic, acoustic and mechanical properties obtained using high-frequency ultrasound[J]. Ultrasound Med Biol, 2010, 36(3):512—527.
- [45] American College of Radiology(ACR), Society for Pediatric Radiology(SPR), Society of Radiologists in Ultrasound(SRU). AIUM practice guideline for the performance of a musculoskeletal ultrasound examination[J]. Journal of Ultrasound in Medicine, 2012, 31(9):1473—1488.
- [46] 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.
- [47] 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.
- [48] Fearon AM, Scarvell JM, Cook JL, et al. Does ultrasound correlate with surgical or histologic findings in greater trochanteric pain syndrome? A pilot study[J]. Clin Orthop Relat Res, 2010, 468(7):1838—1844.
- [49] Docking SI, Cook J, Chen S, et al. Identification and differentiation of gluteus medius tendon pathology using ultrasound and magnetic resonance imaging[J]. Musculoskelet Sci Pract, 2019, 41:1—5.
- [50] Torp-Pedersen S, Christensen R, Szkudlarek M, et al. Power and color Doppler ultrasound settings for inflammatory flow: impact on scoring of disease activity in patients with rheumatoid arthritis[J]. Arthritis Rheumatol, 2015, 67(2):386—395.

·综述·

微创治疗肩手综合征的研究进展

郁耀平¹ 王丽君² 朱海峰² 何建国¹ 陶亮² 周艳杰¹ 蒋佩龙¹ 张达颖^{3,4}

肩手综合征(shoulder-hand syndrome, SHS)又称反射性交感神经营养不良(reflex sympathetic dystrophy, RSD),国际疼痛学会又将SHS归属为复杂性局部疼痛综合征I型(complex regional pain syndrome, CRPS-I)。肩手综合征一般作为脑卒中、脑损伤、心肌梗死、上肢创伤、颈椎病等疾病的并发症而出现,上述病程中,SHS的发生率从1.5%升至70%^[1-2]。此病症的主要临床表现为患侧肩手部疼痛、肿胀、肤温增高、区域毛发减少及关节活动受限、运动功能障碍等,日久失治可致局部肌肉萎缩及手指畸形。因该疾病疼痛程度较重,病程较长,后期并发肌肉挛缩,严重影响上肢康复,

病程中患者生活自理能力显著降低,对后续工作及生活质量带来极大不利,故临床防治尤为重要^[3]。

目前临床治疗SHS以口服、静脉输注药物,心理治疗,物理康复疗法,中医针灸,神经阻滞,微创手术予以减轻及消除相关症状^[2,4-5]。SHS作为复杂的临床综合征,也是目前在临床中具有挑战的难治性疼痛之一,药物及理疗康复治疗方式往往不能缓解中、重度疼痛症状,神经阻滞、射频及电刺激等微创治疗方式出现,成为有效缓解及消除SHS疼痛的手段^[2]。本文综合国内外文献首次针对SHS微创治疗方式予以综述。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.06.027

1 宁波市康复医院疼痛康复科,浙江省宁波市,315000; 2 宁波市康复医院神经康复科; 3 南昌大学附属第一医院疼痛科; 4 通讯作者 第一作者简介:郁耀平,男,主治医师,硕士研究生; 收稿日期:2021-03-24