

·综述·

肌骨超声介入技术在临床康复治疗中的应用进展*

俞晓杰^{1,2} 卢健² 王颖^{3,4}

肌骨超声(musculoskeletal ultrasound, MSUS)已经被越来越多的用于肌肉骨骼系统疾病的诊断和治疗中。在临床康复治疗中,肌骨超声特别适用于引导诊断性和治疗性介入技术,因为肌骨超声不仅使用方便、价格低廉、无辐射,而且可以良好地可视化肌肉骨骼解剖结构。然而,由于缺乏超声设备或者相关培训和临床实践等困难,仅有少部分康复医师能够在临床实践中使用肌骨超声引导下介入技术。因此,本文概括了肌骨超声介入技术在临床康复治疗中的应用进展。

1 肌骨超声介入技术的优势

影像引导介入的基础是能够可靠地识别要注射的目标区域,确定针到达适当位置,随后给予适当操作。在超声成像模式中,B(亮度)模式是通常用于引导的模式。B模式超声直接显示了目标结构的深度和位置,到达目标的最安全路径,针在到目标路径上的连续可视化和在目标内注射药物的扩散。与传统的解剖触诊法、X线和CT等引导技术相比,应用超声引导具有许多优势。超声引导在介入治疗中的最大优点在于能够实时观察目标组织、注射针和药液扩散,并且不会受到有害辐射的影响。与X线主要显示骨骼结构相比,超声在直接可视化肌肉、肌腱、韧带、血管和神经等软组织结构上具有优势,最大程度提高了介入治疗的准确性和有效性。超声可以区分各种软组织结构以及实时观察进针过程的能力有助于防止出现神经损伤、血管内注射和气胸等并发症,这显著提高了安全性。彩色多普勒成像可用于分辨血管内血流,因此对确定进针路径上的血管及把血管与邻近神经区分开来特别有帮助。此外,超声也避免了在X线定位过程中使用造影剂可能引起的不良反应,如恶心、呕吐、荨麻疹、支气管痉挛、低血压、心动过速和过敏反应等^[1]。超声的另一个无可争议的优势是其动态特性,即能够在主动和被动活动过程中评估患者以进一步确定目标。超声还可以无创、无辐射重复成像,因此,在介入治疗前能够充分确定个体差异等因素引起的解剖结构异常,以帮助规划介入治疗方案。由于

不需要CT或磁共振(MRI)引导所需的特殊设备、场地、专业人员和操作时间,超声是一种高效、简便、廉价的引导方式,容易在各种诊疗场所进行操作,大大提高了患者和医务人员的满意度。

2 各组织结构的肌骨超声下介入

2.1 肌骨超声下关节介入

肌骨超声下关节介入的最常见应用包括诊断性和治疗性关节内液体抽吸、诊断性阻滞以及注射类固醇或其他药物到关节内用于治疗目的。超声引导关节介入对于深部关节(例如髋和膝关节)以及较小的外周关节(例如肩锁关节和手足小关节)特别有益。

关节抽吸:超声引导已经显著提高了全身各关节抽吸的准确性和有效性。Randelli等^[2]在怀疑有关节假体周围感染的患者中比较了超声引导和X线引导髋关节抽吸,结论认为超声引导髋关节抽吸可能是X线引导髋关节抽吸的一种有效、安全和廉价的替代方法。

关节内注射:系统性综述显示使用超声引导下关节内注射显著改善了关节内注射的准确性,显著降低了注射后的视觉模拟疼痛评分,并且注射准确性提高与疼痛缓解相关,因此推荐超声引导常规用于关节内注射^[3]。

脊柱注射:超声引导关节突关节注射已经在尸体标本的胸椎注射研究中显示了良好的准确率^[4]。与触诊体表解剖标志定位相比,超声引导使腰椎局部注射更加准确,临床效果更加显著。但因为超声成像对于骨组织下结构显示不清,在应用超声引导腰椎深部结构注射(例如腰椎神经根、腰椎交感神经)时受到部分限制^[5]。超声能够在患者俯卧位显示骶髂关节,表现为在骶骨翼和髂嵴高回声线之间的低回声裂隙。Jee等^[6]对超声引导和X线引导下骶髂关节注射的比较研究显示,超声引导技术有助于确定和避开骶髂关节周围的血管结构,并且在疼痛缓解和功能改善的疗效上与X线引导技术相当。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.04.021

*基金项目:上海市嘉定区科委科研项目(JDKW-2019-W33);上海市综合医院中西医结合专项建设课题(ZHYY-ZXYJHZZ-201702)

1 上海健康医学院康复学院,上海市,201318; 2 上海健康医学院附属嘉定区中心医院康复医学科; 3 上海交通大学医学院附属仁济医院康复医学科; 4 通讯作者

第一作者简介:俞晓杰,男,博士,副主任医师; 收稿日期:2019-05-01

2.2 肌骨超声下滑囊和囊肿介入

在超声引导下能够确定潜在的滑囊间隙和针的位置,滑囊内注射时能够动态观察到滑囊间隙的扩张。Lee等^[7]对超声引导和盲法注射治疗鹅足肌腱滑囊炎患者的比较研究显示,超声引导鹅足滑囊注射比盲法注射更加精确和有效。腱鞘囊肿通常靠近关节,在腕和足踝关节部位较常见。超声能够定位和确定囊肿内的液体和边界,通过超声引导进行穿刺减压。腘窝囊肿是最常见的关节周围囊性损害之一,可在超声引导下进行抽吸和注射治疗。Caglayan等^[8]的研究显示超声可作为一种简便的影像评估方式用于腘窝囊肿患者的诊断和介入治疗,有利于疼痛和功能障碍的改善。

2.3 肌骨超声下肌腱病变介入

肌腱疾病包括急性炎症性肌腱炎、腱鞘炎和慢性肌腱病等。几乎所有肌腱病变都可通过超声引导进行介入治疗,超声引导特别对于浅表(例如腕、肘和踝关节周围)肌腱最为常用。Torp-Pedersen等^[9]在网球肘患者中的研究显示,超声引导伸肌总腱腱周类固醇注射对于疼痛和多普勒评估的局部炎症反应具有显著短期效果。Mardani-Kivi等^[10]对超声引导类固醇注射治疗扳机指的研究显示,类固醇鞘内注射和鞘外注射的效果相当。钙化性肌腱炎的症状改善与钙溶解之间有良好的相关性,因此治疗策略应针对促进沉积性钙的消除。治疗方法是在超声确定和引导下把针刺入钙化,并且使用生理盐水冲洗使不溶性羟磷酸钙分解为可溶性羟磷酸钠和氯化钙,然后在肌腱周围注射类固醇以降低炎症反应。del Cura等^[11]的研究显示超声引导下经皮针抽吸和灌洗在治疗肩部钙化性肌腱炎的短期和长期随访中都是有效的。

2.4 肌骨超声下肌肉介入

通过超声能够直接确定或者在肌肉收缩过程中动态评估肌肉组织,并且能够对各种肌肉损伤进行引导下经皮介入治疗,超声引导进一步改善了介入治疗的效果^[12]。X线引导梨状肌注射的成功率为30%,但用超声引导的注射成功率已达到95%,超声引导还降低了意外注射或损伤坐骨神经的风险^[13]。超声引导激痛点(trigger point, TrP)注射可用于治疗身体不同肌肉内的激痛点,以提高注射的准确性和有效性;避免神经、血管和内脏(气胸等)并发症;并帮助识别和治疗深部肌肉的激痛点^[14]。Rha等^[15]的研究发现超声有助于发现激痛点注射时的局部抽搐反应,特别对于深部肌肉,并且有局部抽搐反应的患者比没有局部抽搐反应的患者疼痛缓解更加显著,因此超声引导可能改善了深部肌肉激痛点注射时的治疗效果。

2.5 肌骨超声下神经介入

使用高分辨率线性探头,超声有助于确定外周神经,从而引导神经周围注射。虽然超声不易确定位于深部的神经或较小神经,但是根据神经的解剖位置和超声图像所显示的

邻近解剖标志有助于精确注射到神经周围。超声引导也可证实注射药液的最佳扩散,即表现为围绕高回声神经的低回声环。精确注射改善了阻滞有效率并使所用剂量最小化,减少了不良反应的发生。肩胛上神经阻滞常用于冻结肩、脑卒中和脑外伤后肩痛患者的康复治疗。当与盲法技术比较时,超声引导下肩胛上神经阻滞显著降低了神经损伤和气胸的风险,并且导致了在疼痛和肩部功能改善中更好的效果^[16]。Erdem等的研究认为超声引导膝关节支神经脉冲射频是一种安全的微创技术,显著缓解了严重退行性关节炎或膝关节置换术后患者的疼痛和功能障碍^[17]。

星状神经节阻滞、神经根注射、骶裂孔注射等可归属于神经轴介入治疗。复杂性区域疼痛综合征(complex regional pain syndrome, CRPS)是脑卒中后肩臂疼痛的一个常见原因^[18]。经典的在C6水平“盲法”注射局麻药阻滞交感神经有很长的历史,但是在成功实现交感神经(星状神经节)阻滞的可靠性上仍然不明确。此外,盲法注射与许多不良反应和并发症相关,例如血管内注射、血肿形成和喉返神经暂时性麻痹等。与盲法技术相比,超声引导星状神经节阻滞所使用的局麻药容量较低,并且Horner综合征起效更快。Imani等^[19]对上肢CRPS患者的研究显示,与X线引导相比,超声引导下星状神经节阻滞是一种安全和有效的方法,并发症较低并且患者功能障碍指数的改善更好。颈腰椎神经根阻滞和骶裂孔注射是治疗椎间盘突出、神经根病的常用介入治疗方法。在对颈部进行的介入治疗中,针定位的微小误差都可能导致严重并发症。研究显示超声引导下选择性颈神经根阻滞治疗神经根型颈椎病,不仅定位准确、并发症少,而且安全有效,值得临床推广应用^[20]。为了避免X线引导腰椎神经根阻滞过程中的放射暴露,超声引导是可行的替代方法。Chumnanvej等^[21]在腰椎选择性神经根阻滞中使用超声引导可视化针尖定位的研究显示,针尖定位的准确性是80%,气泡对照可增强超声引导的可视化。由于骶骨解剖变异较常见,骶裂孔注射的成功率较低。使用超声在正中矢状面很容易看到骶裂孔和间隙,可以实时进行骶裂孔硬膜外注射。报告认为超声引导骶裂孔注射的操作快速和简便,并有较高的成功率^[22]。

3 肌骨超声下特色性介入治疗

3.1 肌骨超声下肉毒毒素注射

肉毒毒素注射能够通过肌电图、电刺激和超声引导。虽然单用肌电图或电刺激引导能够确定针是否在肌肉组织内,但对于区分单个肌肉没有太多帮助。在有邻近肌肉共同收缩情况下,电极引导针很容易穿过目标肌肉进入其他肌肉。此外,肌电图和电刺激引导都需要较昂贵的专用一次性电极注射针。因此,与其他引导技术相比,超声引导除了可提高

准确性、有效性和安全性以及具有动态特性,还具有以下优势:没有电刺激带来的疼痛不适,可选用较细的注射针,并可单次进针同时注射平面内的多个肌肉,增强了舒适性;不需要心电图和电刺激引导时专用的一次性电极针,增强了经济性。Buyukavci等^[23]的研究显示超声引导BTX注射结合康复方案降低了卒中患者的痉挛并且改善了上肢功能。

3.2 肌骨超声下增生疗法

增生疗法(prolotherapy)是一种有前途的治疗选项,已经被成功用于治疗各种肌肉骨骼疼痛综合征。此治疗的目的是把慢性非愈合性损伤转变为急性损伤而增加愈合潜能。

穿刺松解:根据患者特定疼痛部位并在超声下确定病变肌腱,在超声引导下使用针重复穿刺松解肌腱,针刺损伤肌腱产生窗孔并且诱发出血,导致局部释放血小板和生长因子以促进愈合。肌腱松解操作可以独立进行或者与局部激惹性溶液注射相结合。吴静等探讨超声引导下细针穿刺疗法对肌腱腱病治疗价值的研究显示超声引导下细针穿刺疗法对肌腱腱病具有非常显著的疗效,并且具有创伤小、恢复快、花费少等优点,可使部分患者避免手术的痛苦^[24]。

注射高渗葡萄糖:15%高渗葡萄糖是在增生疗法中使用的一种安全和价廉的激惹性溶液。Hsieh等^[25]对慢性中重度肩痛患者进行增生疗法的结果显示,使用15%高渗葡萄糖溶液的超声引导增生疗法对于严重肩峰肌腱病和肩锁关节病是一种有效和安全的治疗选项。

注射自体血和富血小板血浆(platelet-rich plasma, PRP):自体血包含成纤维生长因子。PRP是通过从自体血样本中分离和浓缩血小板获得,被局部注射到损伤组织以靶向释放趋化和促分裂的生长因子。在超声引导下自体血或PRP被注射回肌腱的退变部位。这给相对无血管的肌腱组织提供了愈合生长因子,否则由于局部供血差身体自身很难提供生长因子。Davenport等对腓绳肌近端肌腱病的研究显示,超声引导下肌腱内注射PRP或自体全血后都显示了疼痛和功能障碍的显著改善,并且肌骨超声肌腱影像表现在两组之间没有显著性差异^[26]。

3.3 肌骨超声下物理性介入

激痛点干针(dry needling, DN)是一种使用针(常用针灸针)刺入皮肤和肌肉以机械性灭活激痛点的侵入程序。Bubnov^[27]认为使用超声引导下激痛点干针治疗肌筋膜疼痛能够显著改善深部干针的有效性和安全性,特别在要针刺一些深部肌群时。Vas等^[28]使用超声引导干针治疗上肢CRPS并通过肌骨超声评估肌肉结构改变的研究认为,肌筋膜共同收缩病变似乎引起了CRPS及其肌肉结构丧失,超声引导干针治疗缓解了共同收缩,使得CRPS的腱鞘炎症状缓解和肌肉结构恢复正常。

超声引导下体外冲击波(extracorporeal shock wave

therapy, ESWT)已经被用于治疗顽固性慢性肌腱病变。通过超声能够确定损伤部位,并且超声能够与ESWT机器内部联接或者外部联接(超声探头置于一个可移动手臂上,超声确定治疗目标后可切换到冲击波探头)结合。Lin等^[29]研究了在X线引导和超声引导下体外冲击波治疗颈椎伴有项韧带钙化患者的疗效,结果显示体外冲击波治疗后患者都显示了颈痛和活动范围的改善,但是超声引导比X线引导显示了更好的活动范围改善,因此认为ESWT是颈椎病变项韧带钙化的一种有效辅助治疗,而超声引导ESWT导致了更好的功能改善。

影像引导改善了介入治疗的精确性。肌骨超声是一种容易获得、可靠易用和相对廉价的用于肌肉骨骼系统介入技术的影像引导方法。由于无离子辐射,肌骨超声是一种普遍适用,可用于各种患者人群的影像引导模式。大部分软组织结构和关节能够通过肌骨超声可视化,从而可以进行肌骨超声引导下介入技术。由于肌骨超声介入技术具有使用者依赖性,大量实践训练是至关重要的^[30]。此外需要进一步临床研究证实肌骨超声介入技术具有更好的临床效果和较少的并发症。

参考文献

- [1] Andreucci M, Solomon R, Tasanarong A. Side effects of radiographic contrast media: pathogenesis, risk factors, and prevention[J]. Biomed Res Int, 2014, 2014:741018.
- [2] Randelli F, Brioschi M, Randelli P, et al. Fluoroscopy-vs ultrasound-guided aspiration techniques in the management of periprosthetic joint infection: which is the best[J]. Radiol Med, 2018, 123(1):28—35.
- [3] Huang Z, Du S, Qi Y, et al. Effectiveness of ultrasound guidance on intraarticular and periarticular joint injections: systematic review and meta-analysis of randomized trials[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2015, 94(10):775—783.
- [4] Stulc SM, Hurdle MF, Pingree MJ, et al. Ultrasound-guided thoracic facet injections: description of a technique[J]. J Ultrasound Med, 2011, 30(3):357—362.
- [5] 杨歌, 周华成. 超声引导下腰椎注射技术的研究进展[J]. 中国疼痛医学杂志, 2015, 21(5):371—373.
- [6] Jee H, Lee JH, Park KD, et al. Ultrasound-guided versus fluoroscopy-guided sacroiliac joint intra-articular injections in the noninflammatory sacroiliac joint dysfunction: a prospective, randomized, single-blinded study[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2014, 95(2):330—337.
- [7] Lee JH, Lee JU, Yoo SW. Accuracy and efficacy of ultrasound-guided pes anserinus bursa injection[J]. J Clin Ultrasound, 2019, 47(2):77—82.
- [8] Çağlayan G, Özçakar L, Kaymak SU, et al. Effects of Sono-

- feedback during aspiration of Baker's cysts: A controlled clinical trial[J]. *J Rehabil Med*, 2016, 48(4):386—389.
- [9] Torp-Pedersen TE, Torp-Pedersen ST, Qvistgaard E, et al. Effect of glucocorticosteroid injections in tennis elbow verified on colour Doppler ultrasonography: evidence of inflammation[J]. *Br J Sports Med*, 2008, 42(12):978—982.
- [10] Mardani-Kivi M, Karimi-Mobarakeh M, Babaei JA, et al. Intra-sheath versus extra-sheath ultrasound guided corticosteroid injection for trigger finger: a triple blinded randomized clinical trial[J]. *Phys Sportsmed*, 2018, 46(1):93—97.
- [11] del Cura JL, Torre I, Zabala R, et al. Sonographically guided percutaneous needle lavage in calcific tendinitis of the shoulder: short- and long-term results[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2007, 189(3):W128—134.
- [12] Orlandi D, Corazza A, Arcidiacono A, et al. Ultrasound-guided procedures to treat sport-related muscle injuries[J]. *Br J Radiol*, 2016, 89(1057):20150484.
- [13] Akkaya T, Alptekin A, Özkan D. Ultrasound guided chronic pain interventions (Part I) [J]. *Agri*, 2016, 28(1):1—8.
- [14] Kumbhare D, Singh D, Rathbone HA, et al. Ultrasound-guided interventional procedures: myofascial trigger points with structured literature review[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2017, 42(3):407—412.
- [15] Rha DW, Shin JC, Kim YK, et al. Detecting local twitch responses of myofascial trigger points in the lower-back muscles using ultrasonography[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2011, 92(10): 1576—1580.
- [16] Kamal K, Dahiya N, Singh R, et al. Comparative study of anatomical landmark-guided versus ultrasound-guided suprascapular nerve block in chronic shoulder pain[J]. *Saudi J Anaesth*, 2018, 12(1):22—27.
- [17] Erdem Y, Sir E. The Efficacy of ultrasound-guided pulsed radiofrequency of genicular nerves in the treatment of chronic knee pain due to severe degenerative disease or previous total knee arthroplasty[J]. *Med Sci Monit*, 2019, 25:1857—1863.
- [18] 李永祥, 施爱群, 王大明. 肌肉骨骼超声评估偏瘫后肩痛的病理生理机制[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31(10):1152—1155.
- [19] Imani F, Hemati K, Rahimzadeh P, et al. Effectiveness of stellate ganglion block under fluoroscopy or ultrasound guidance in upper extremity CRPS[J]. *J Clin Diagn Res*, 2016, 10(1): UC09—12.
- [20] 顾丽丽, 曹新添, 廖云华, 等. 超声引导下选择性颈神经根阻滞治疗神经根型颈椎病的临床观察[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2018, 24(4):311—313.
- [21] Chumnanvej S, Kittayapirom K, Chumnanvej S. Visualization of needle-tip localization by ultrasound guidance with contrast bubble in lumbar selective nerve root block: clinical pilot study[J]. *World Neurosurg*, 2018, 111:e418—e423.
- [22] Akkaya T, Alptekin A, Özkan D. Ultrasound guided chronic pain interventions (Part II) [J]. *Agri*, 2016, 28(2):59—66.
- [23] Buyukavci R, Akturk S, Ersoy Y. Evaluating the functional outcomes of ultrasound-guided botulinum toxin type A injections using the Euro- musculus approach for upper limb spasticity treatment in post-stroke patients: an observational study[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2018, 54(5):738—744.
- [24] 吴静, 刘皓月, 潘胜男, 等. 超声引导下细针穿刺疗法对肌腱腱病的治疗价值[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2015, 26(2): 141—142.
- [25] Hsieh PC, Chiou HJ, Wang HK, et al. Ultrasound-guided prolotherapy for acromial enthesopathy and acromioclavicular joint arthropathy: a single-arm prospective study[J]. *J Ultrasound Med*, 2019, 38(3):605—612.
- [26] Davenport KL, Campos JS, Nguyen J, et al. Ultrasound-guided intratendinous injections with platelet-rich plasma or autologous whole blood for treatment of proximal hamstring tendinopathy: a double-blind randomized controlled trial[J]. *J Ultrasound Med*, 2015, 34(8):1455—463.
- [27] Bubnov RV. The use of trigger point "dry" needling under ultrasound guidance for the treatment of myofascial pain (technological innovation and literature review) [J]. *Lik Sprava*, 2010, (5—6):56—64.
- [28] Vas LC, Pai R, Pattnaik M. Musculoskeletal ultrasonography in CRPS: assessment of muscles before and after motor function recovery with dry needling as the sole treatment[J]. *Pain Physician*, 2016, 19(1):E163—179.
- [29] Lin TY, Chen JT, Chen YY, et al. The efficacy of ultrasound-guided extracorporeal shockwave therapy in patients with cervical spondylosis and nuchal ligament calcification [J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2015, 31(7):337—343.
- [30] Can B, Kara M, Kara Ö, et al. The value of musculoskeletal ultrasound in geriatric care and rehabilitation[J]. *Int J Rehabil Res*, 2017, 40(4):285—296.