·综述·

肌骨超声在卒中后肩痛临床应用中的研究进展

牛路杰[1],高晓倩[1],张晨辉[1],吕玉娥[2],吴琼[2],李蕾[2*]
([1]山西中药大学第二临床学院,山西 晋中 030619;[2]山西中医药大学附属针灸推拿医院脑病科,太原 030012)

【摘 要】 卒中后肩痛是脑卒中后常见的临床症状之一,其发病率高,治愈率低,病因错综复杂,卒中后各个时期均可发生,早期不易诊断,临床评估手段单一,严重影响病情进展。近年来,肌骨超声介入治疗卒中后肩痛已广泛运用,故对卒中后肩痛患者不同时期的肌骨超声诊断及相关介入治疗进行如下综述。

【关键词】 卒中后肩痛;肌骨超声;治疗;研究进展
【中图分类号】 R493 【文献标志码】 A 【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2025.08.138

Progress on clinical application of musculoskeletal ultrasound in treating shoulder pain after stroke

Niu Lujie[1], Gao Xiaoqian[1], Zhang Chenhui[1], Lyu Yu'e[2], Wu Qiong[2], Li Lei[2*]
([1]Second Clinical Medical College, Shanxi University of Chinese Medicine, Jinzhong 030619, Shanxi Province, China; [2]Department of Encephalopathy, Affiliated Acupuncture and Moxibustion Hospital of Shanxi University of Chinese Medicine, Taiyuan 030012, China)

【Abstract】 Shoulder pain, as one of the common clinical symptoms after stroke, has a high incidence and low cure rate and can occur at any stage after stroke, with complex causes. Since its clinical evaluation methods are limited, its early diagnosis is difficult, which seriously affects the progression of the disease. In recent years, musculoskeletal ultrasound has been extensively applied in the interventional treatment of shoulder pain after stroke. In this article, we reviewed the application of musculoskeletal ultrasound during different stages for diagnosis and related interventional treatment in shoulder pain after stroke.

【Key words】 shoulder pain after stroke; musculoskeletal ultrasound; treatment; research progress
This work was supported by the Project of Scientific Research Plan of Shanxi Provincial Administration of Traditional Chinese Medicine (223ZYB2015) *and the Fund for TCM Inheritance and Innovation Teams in Paired Acupuncture and Medicine for Orthopaedic Injuries* (zyttd2024013).

Corresponding author: Li Lei, E-mail: lileisxacumoxi@163.com

在全球范围内,卒中是死亡的第二大原因,也是残疾的第三大原因,卒中后肩痛(post-stroke shoulder pain, HSP)是卒中最常见的并发症之一[1],其发病率为16%~84%[2],常常表现在卒中后2~3个月,且发生在偏瘫上肢功能恢复的关键时期[3]。其临床表现主要为:当患侧上肢不同程度主动或被动运动时,或摆放至某一位置时,肩部会产生不同程度的疼痛,限制上肢功能[4]。若不及时治疗,常会延长康复过程,并引发情绪障碍,降低患者生活质量[5]。HSP发病机制较为复杂,是多种因素共同作用的结果。有研究者认为,HSP的发病机制分为神经机制和机械机制两大类,神经机制又分为上运动神经元神经性因素和下运动神经元神经性因素,机械性机制指肩关节半脱位、肱二头肌肌腱炎、臂丛神经损伤、肩袖损伤、粘连性关节囊炎等[6]。部分研究者认为其中导致疼痛的主要原因还是局部软组织损伤,其肱二头肌长头积液及其肌腱炎和冈上肌腱炎最为常见[7],在最近的临床研究中,部分研究者表明臂丛神经损伤也是导致HSP的主要原因之一,是早期弛缓性瘫痪和牵拉伤所致[6]。有研究者认为在HSP中上运动神经元产生损伤后,下运动神经元也可能产生损伤,两者可同时发生,一旦两者共同发生,则会加剧肩部疼痛[8]。而针对HSP的评估及诊治不能局限于疼痛、肌张力升高等临床表现,应在早

收稿日期:2024-11-10;**接受日期**:2024-12-27
基金项目:山西省中医药管理局科研课题(223ZYB2015);针药对法中医骨伤传承创新团队(zyttd2024013)
通信作者:李蕾,E-mail:lileisxacumoxi@163.com

期及时把肌骨超声各个参数及功能评估相结合,从而客观评估患者的病情,制定更确切的治疗方案。本文对肌骨超声技术在卒中后肩痛不同时期评定中的应用情况及治疗进行梳理,为其应用提供参考。

1 卒中后肩痛不同时期肌骨超声的诊断价值

在临床中看来,HSP患者有较大概率是由于弛缓期及痉挛期肩关节周围软组织造成的,通过总结肌骨超声检查方法分析肩部软组织发生的病变和损伤类型,对常见的软组织的损伤类型进行总结如下。

1.1 弛缓期

1.1.1 肩关节半脱位 有研究表明,在HSP弛缓期最易发生肩关节半脱位,其发生率高达81%[9]。肩关节半脱位常常与HSP并发,但二者之间的联系一直存在争议,有学者认为肩关节半脱位是HSP的主要原因,早在2007年Park等[10]对比X线与超声评价卒中后偏瘫与肩关节半脱位之间的联系,研究结果示超声与HSP弛缓期患者临床症状更为相似,建议将肌骨超声作为评价卒中后偏瘫患者肩关节半脱位程度的工具。2017年,冯金法等[11]证实,采用超声测量肩峰-大结节间距(acromiohumeral greater tuberosity distance, AGTD)评估卒中后偏瘫患者的肩关节半脱位,具有良好的信度与判别效度。目前,肌骨超声测量法主要是通过AGTD来评估偏瘫后肩关节半脱位[12],常用肩峰肱骨间距差(acromiohumeral distance differeance, ASD),即患侧AGTD与健侧AGTD差值,进行评估。有研究报道正常肩关节双侧AGTD相差0~0.36 cm[13],基于此,又有研究者将双侧AGTD>0.4 cm作为半脱位的标准,并提出患侧与健侧AGTD的比值概念,即肩关节半脱位比(subluxation shoulder ratio, SSR)。该方法可有效降低因个体差异造成的测量误差[14]。刘洋等[15]通过4周针对性康复训练后,患者患侧肩关节ASD值由(19.67±2.81) mm减少至(12.12±2.05) mm,SSR由1.96 mm下降1.76 mm,与Fugl-Meyer运动功能评分量表(fugl-meyer assessment, FMA)评分呈负相关,与先前诸多临床试验结果相似[16,17]。另一部分学者则持不同的观点,认为肩关节脱位与HSP毫无关系,主要与周围软组织损伤有关,且凭借肌骨超声发现在脑卒中急性期上肢功能较差的患者在弛缓期更易发生软组织损伤,继发肩关节半脱位的患者发生肩痛的频率更高[18]。

1.1.2 肱二头肌长头肌腱及冈上肌腱结构改变 在借助肌骨超声研究卒中后肩痛发现肱二头肌长头积液及其肌腱炎和冈上肌腱炎最为常见[19],其中基于一项回顾性文献综述中纳入的临床研究表明肱二头肌长头肌腱为主要病变部位,导致卒中后肩痛的发生率为41.4%,其次是冈上肌腱33.2%[20]。研究结果表明,在HSP患者中,弛缓期以肩峰下滑及肩袖肌腱病为最主要的两种发病类型[21]。而郭建华[22]通过研究表明HSP常见的肩关节软组织损伤是肩袖病变,而最常见的肩袖病变则是冈上肌腱病变。分析原因,认为肩袖中冈上肌腱是肩关节外展外旋主要的肌腱,王其响等[23]通过肩痛组超声异常表现与视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)相关性分析发现,肱二头肌长头肌腱病变、冈上肌病变、肩峰-三角肌下滑囊、盂肱关节下方关节囊厚度、肩峰至大结节间距与VAS均呈正相关,差异有统计学意义,提示肌骨超声可作为量化评估肩周软组织病变的新方法。

1.1.3 肩峰下-三角肌下滑囊炎 有学者研究表明,肩峰下-三角肌下滑囊病变(subacromial-subdeltoid, SA-SD)在急性中风患者肩部软组织病变和损伤的总发生率为76.7%(46/60),其中SA-SD积液或炎症的发生率为41.7%(25/60)[24]。因卒中患者在弛缓期时,由于肩关节受重力或不当的主动(被动)活动引起肩袖损伤,肩部力学结构的异常导致肩峰下滑囊内液体蓄积,滑囊内存在大量游离神经末梢及位置感受器,可感知肩部疼痛,因此,SA-SD是与肩关节疼痛以及活动受限相关的重要组织[25]。Eliason等[26]研究者认为,相较于常规检查,肌骨超声能够对关节炎症进行实时动态监测,其量化指标SA-SD厚度及积液最大深度可客观反映滑囊情况。赵晓等[27]在一项临床随机试验中发现,SA-SD患者肌骨超声定量参数与肩关节功能及疼痛症状存在紧密关联,肌骨超声定量参数可以反映SA-SD患者肩关节功能及疼痛情况。

1.1.4 臂丛神经损伤 在临床研究中,臂丛神经损伤也常发生于偏瘫的弛缓期[28],HSP患者是否与臂丛神经损伤有关仍存在争议。一些研究者认为没有证据显示HSP存在臂丛神经损伤,如果存在臂丛神经损伤,但却不是造成肩痛主要的原因[29]。目前,尚无明确的临床研究证实臂丛神经损伤是引起卒中后肩痛的原因之一。

1.2 痉挛期

1.2.1 粘连性肩关节炎 粘连性肩关节囊炎(冻结肩)在卒中后偏瘫患者中常见,常常发生在痉挛期的患者,长期制动也能造成关节囊挛缩,从而大幅降低被动关节活动度和减小关节间隙,有研究者认为肩关节囊内炎症粘连是脑卒中偏瘫肩痛的主要

原因,一项针对 32 例 HSP 进行偏瘫肩关节造影检查研究显示,50%(32/11)患者有关节囊内炎症粘连[30]。Walmsley 等[31]对诊断为早期粘连性关节囊炎的卒中患者进行研究,发现这些患者的肩袖间隙血管化现象增多。钱约男等[32]在肌骨超声检测不同时期粘连性关节囊炎患者的左右侧腋下关节囊厚度及肩袖间隙血流的研究中表明,腋下关节囊厚度与冻结肩的病程进展程度无关,Ⅱ期腋下关节囊厚度大于Ⅰ、Ⅲ期,而在血流的检测中显示对于冻结肩患者,Ⅰ期肩袖间隙血流阳性率显著高于Ⅱ、Ⅲ期,进一步证实肌骨超声可用于判断患者早期粘连性关节囊炎,以缩短病程。

1.2.2 痉挛性肩关节炎 卒中患者的痉挛期常伴随痉挛肩性关节炎,一项针对 163 例首次卒中患者发病 1 年后的横断面调查显示,约有 43%的患者在确诊后的 1 年内会经历上肢痉挛[33],是卒中后患者肩部偏瘫疼痛的常见原因,肩部痉挛和挛缩会严重影响肩部功能,特别是对肩关节内收和内旋,在上肢痉挛的情况下,准确判断是何种因素限制了肩关节运动相当困难[34]。肌骨超声则能够在卒中后痉挛状态下检测肌肉参数,提供肌肉硬度、弹性等定量信息,此外,还具有高分辨率和实时成像等独特优势[35],可更加客观地评估、诊断及治疗。但肌骨超声评价卒中后痉挛性关节炎相关临床随机对照试验研究较少,还需进一步深入研究。

2 肌骨超声介入治疗 HSP 的现状

HSP 发病机制错综复杂,肌骨超声则能用高频探头扫查患者的骨皮质以及周围软组织的病变情况,并能够比较清楚地判断其是否发生病变,再结合患者临床症状,可提升诊断的准确性[36]。可根据 HSP 不同病理特点,采取不同的治疗措施,以达到最佳的治疗效果。临床治疗中除了神经阻滞、药物注射,还运用各种运动疗法、物理疗法、镇痛疗法来治疗 HSP,如体外冲击波、肌内效贴等。然而,这些干预措施的长期疗效可能有限,因为它们只能提供暂时的疼痛缓解和抗炎作用,而无法精准定位并纠正导致 HSP 的基本生物力学问题。因此,肌骨超声不仅对急性中风患者的诊断具有重要参考价值,而且在精准干预上肢功能恢复以及预防相关并发症方面发挥着至关重要的作用。

2.1 神经阻滞

HSP 患者最理想的阻滞位置是肩胛上神经阻滞,该神经为盂肱关节提供高达 70%的感觉神经支配[37],可以通过对其靶向阻滞来缓解疼痛。研究发现,超声辅助神经阻滞能够显著增强神经阻滞效果。且神经阻滞可通过阻断疼痛传导通路,缓解肌肉痉挛并改善肩部肌肉、筋膜以及周围神经血液循环,加快机体排泄代谢产物,改善肩部肿胀,有助于肩部肌肉、肌腱功能修复[38]。Chang 等[39]在肩胛上神经阻滞与物理治疗、安慰剂和关节内注射治疗慢性肩痛的有效性随机对照试验的荟萃分析中表明,神经阻滞优于安慰剂和物理治疗,但与关节内注射相比,在治疗慢性肩痛方面的疗效相似。所以,总结目前研究可知,不同的阻滞定位,效果可能不同,但在超声可视化的辅助下,能清晰观察到肩胛上神经走行路线,阻滞药物可更好地包绕目标神经,提高阻滞精准性。有利于患者积极行康复训练,从而增加肩关节活动度,促进上肢功能康复[40]。

2.2 药物注射

药物注射治疗是 HSP 的有效治疗方式,药物主要包括类固醇类药物、麻醉类药物、透明质酸、臭氧、富血小板血浆等。在药物的注射剂量方面没有明确规定,有研究者认为考虑到高剂量类固醇的副作用,建议从低剂量类固醇开始,并根据疾病的严重程度和进一步的临床研究建立确切的方案[41]。现阶段,在肌骨超声引导下药物注射路径关于哪种最有效也存在争论,在一项针对超声引导下治疗肩周疾病的临床随机试验的荟萃分析中,研究者统计发现主要药物注射路径包括肩袖间隙、肩峰下、肩关节前路、肩关节后路[42]。综上表明,评估患者的临床疗效,不仅要精准局部体表的定位,还需考虑患者接受治疗时的综合因素,如操作者与患者体位的差异可能导致超声引导药物注射的穿刺路径发生改变,进而影响最终的治疗效果。HSP 采用肌骨超声进行引导注射激素类药物,从治疗效果来看,肌骨超声引导下注射治疗 HSP 的有效率为 93%[43]。因此,肌骨超声被认为是进行准确评估和定位的“利器”,以增强患者预后效率[44]。

综上,肌骨超声可在 HSP 的早期阶段检测到大部分肩痛患者的局部病变。然而,其相关临床症状通常至发病后 2~3 个月方才显现。由此可说明,HSP 患者可能由于早期无临床表现而疏忽病情,导致后期患侧肩部处置及护理不当造成肩关节脱位、肱二头肌长头腱鞘炎、冈上肌肌腱损伤、肩峰下滑囊炎和关节囊炎以及局部神经损伤等后果。目前临床上诊断 HSP,除肌骨超声外,常用影像学技术手段还包括 X 线、肩关节造影及 MRI[45]。一项多中心研究报告显示,肌骨超声与 X 光片相比诊断时间缩短了 50 min,且超声在肩关节脱位和复位的诊断上具

有100%的灵敏性和特异性,这对于偏瘫患者脱位和复位后的早期康复具有重要意义[46]。而肩关节造影注射可能会带来一定程度的不适和疼痛,并有感染风险[47]。最近的一项临床研究对比了MRI及肩关节镜与肌骨超声在肩袖损伤中的诊断效能,结果显示,肌骨超声无论是与关节镜检查还是MRI检查对比,其对肩袖损伤的诊断结果均表现出良好的一致性;此外,研究还提示在面对小范围纵行撕裂患者时,可反复多次多切面扫描,从而降低漏诊率[48]。所以,相比之下,肌骨超声更安全、经济、方便,诊断灵敏性和特异性高,适用范围广,且具备动态检查的优势。国内外众多研究表明,HSP患者上述病损在早期常难以通过常规检查得以发现和确诊,尤其是对于言语和交流障碍的患者来说,进行确切诊断变得尤为困难[6,49,50]。肌骨超声技术可以实时动态观察各肌肉及韧带运动情况及早期诊断肩关节周围组织病变,因此,超声检查可作为早期诊断肩关节疾病的首选工具,其优势在于能实时、动态地评估肩部骨骼、关节、肌肉和神经等结构,并可进行双侧对比观察。此外,超声能实现从局部到整体或从整体到局部的灵活评估[51,52]。《中国脑血管病临床管理指南》在HSP的诊断和治疗部分提出,肌骨超声可作为肩部软组织损伤的诊断工具;医师可根据详细的超声评估结果,为患者制定针对性的治疗方案[4]。鉴于肌骨超声的上述优势,将其应用于HSP的早期评估及诊断,将有助于HSP的病因学诊断,从而为有效地采取针对性治疗措施提供最佳佐证。

【参考文献】

[1] GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. Lancet Neurol, 2021, 20(10): 795-820. DOI: 10.1016/S1474-4422(21)00252-0.

[2] Jeon WH, Park GW, Jeong HJ, *et al*. The comparison of effects of suprascapular nerve block, intra-articular steroid injection, and a combination therapy on hemiplegic shoulder pain: pilot study[J]. Ann Rehabil Med, 2014, 38(2): 167-173. DOI: 10.5535/arm.2014.38.2.167.

[3] Lee JA, Park SW, Hwang PW, *et al*. Acupuncture for shoulder pain after stroke: a systematic review[J]. J Altern Complement Med, 2012, 18(9): 818-823. DOI: 10.1089/acm.2011.0457.

[4] 张通, 赵军, 李雪萍, 等. 中国脑血管病临床管理指南(第2版)(节选)——第8章 脑血管病康复管理[J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(9): 1036-1048. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2023.09.010.

[5] 周朝朝, 柏玲, 吴瑶, 等. 老年急性脑卒中后情绪障碍与机体营养及生活质量的相关性[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2024, 23(10): 748-751. DOI: 10.11915/j.issn.1671-5403.2024.10.165.

[6] Lin TY, Shen PCh, Chang KV, *et al*. Shoulder ultrasound imaging in the post-stroke population: a systematic review and meta-analysis[J]. J Rehabil Med 2023, 55: jrm13432. DOI: 10.2340/jrm.v55.13432.

[7] 石明芳, 刘邦忠. 脑卒中后肩痛的发生机制和治疗进展[J]. 上海医学, 2021, 44(8): 613-616. DOI: 10.19842/j.cnki.issn.0253-9934.2021.08.017.

[8] 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. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2016.10.023.

[9] Turner-Stokes L, Jackson D. Shoulder pain after stroke: a review of the evidence base to inform the development of an integrated care pathway[J]. Clin Rehabil, 2002, 16(3): 276-298. DOI: 10.1191/0269215502cr491oa.

[10] Park GY, Kim JM, Sohn SI, *et al*. Ultrasonographic measurement of shoulder subluxation in patients with post-stroke hemiplegia[J]. J Rehabil Med, 2007, 39(7): 526-530. DOI: 10.2340/16501977-0099.

[11] 冯金法, 杨卫新, 苏敏, 等. 超声测量肩峰-大结节间距用于评估偏瘫后肩关节半脱位的信度和效度研究[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(1): 38-40. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2015.01.010.

[12] 丁宇超, 杜宏艳, 董燕. 超声测量法用于脑卒中后偏瘫侧肩关节半脱位相关性评估的临床意义[J]. 浙江医学, 2019, 41(20): 2215-2217, 2221. DOI: 10.12056/j.issn.1006-2785.2019.41.20.2019-1136.

[13] Cholewinski JJ, Kusz DJ, Wojciechowski P, *et al*. Ultrasound measurement of rotator cuff thickness and acromio-humeral distance in the diagnosis of subacromial impingement syndrome of the shoulder[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2008, 16(4): 408-414. DOI: 10.1007/s00167-007-0443-4.

[14] Idowu BM, Ayoola OO, Adetiloye VA, *et al*. Sonographic detection of inferior subluxation in post-stroke hemiplegic shoulders[J]. J Ultrason, 2017, 17(69): 106-112. DOI: 10.15557/JoU.2017.0015.

[15] 刘洋, 苏国栋, 王华伟, 等. 肌骨超声用于脑卒中后肩关节半脱位评价的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(5): 678-681. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2022.05.019.

[16] Chatterjee S, Hayner KA, Arumugam N, *et al*. The California tri-pull taping method in the treatment of shoulder subluxation after stroke: a randomized clinical trial[J]. N Am J Med Sci, 2016, 8(4): 175-182. DOI: 10.4103/1947-2714.179933.

[17] van Bladel A, Lambrecht G, Oostra KM, *et al*. A randomized controlled trial on the immediate and long term effects of arm slings on shoulder subluxation in stroke patients[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2017, 53(3): 400-409. DOI: 10.23736/S1973-9087.17.04368-4.

[18] Barlak A, Unsal S, Kaya K, *et al*. Poststroke shoulder pain in Turkish stroke patients: relationship with clinical factors and functional outcomes[J]. Int J of Rehabil Res, 2009, 32(4): 309-315. DOI: 10.1097/MRR.0b013e32831e455f.

[19] Pong YP, Wang LY, Huang YC, *et al*. Sonography and physical findings in stroke patients with hemiplegic shoulders: a longitudinal study[J]. J Rehabil Med, 2012, 44(7): 553-557. DOI: 10.

2340/16501977-0987.
[20] Lin TY, Shen PC, Chang KV, *et al*. Shoulder ultrasound imaging in the post-stroke population: a systematic review and meta-analysis[J]. J Rehabil Med, 2023, 55: 13432. DOI: 10.2340/jrm.v55.13432.
[21] 滕晓亮, 韩海云, 刘雅慧. 肌骨超声在偏瘫肩痛软组织损伤诊疗中的应用研究进展[J]. 继续医学教育, 2021, 35(8): 132-134. DOI: 10.3969/j.issn.1004-6763.2021.08.074.
[22] 郭建华. 床旁肌骨超声在偏瘫肩痛患者肩关节软组织损伤中的应用[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(6): 170-171.
[23] 王其响, 巩尊科, 王世雁, 等. 肌骨超声在脑卒中后偏瘫肩痛软组织病变的量化评定[J]. 临床与病理杂志, 2018, 38(1): 96-101. DOI: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.01.017.
[24] 李涛, 宫萍, 周谋望. 脑卒中早期患者肩部病变损伤及其与肢体功能的相关性研究[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(8): 719-722. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2013.08.007.
[25] 魏爽, 李建华, 陈作兵. 肌骨超声引导下肩峰下滑囊药物注射对偏瘫肩痛的疗效观察[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(6): 735-737. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2020.06.019.
[26] Eliason A, Harringe M, Engström B, *et al*. Bilateral ultrasound findings in patients with unilateral subacromial pain syndrome[J]. Physiother Theory Pract, 2022, 38(13): 2568-2579. DOI: 10.1080/09593985.2021.1962462.
[27] 赵晓, 刘涛, 马艳. 肌骨超声在肩峰下滑囊炎诊断及疗效评估中的应用观察[J]. 医药论坛杂志, 2024, 45(18): 2003-2007. DOI: 10.20159/j.cnki.jmf.2024.18.021.
[28] 吴文斌, 吴景芬, 胡长林. 脑血管病神经系统并发症的诊断与处理[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2007(9): 57-59. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5110.2007.09.030.
[29] Kim NH, Pyun SB, Kwon HK. Ultrasonographic finding of painful hemiplegic shoulder associated with motor recovery after stroke[J]. Brain Neurorehabil, 2011, 4(1): 44. DOI: 10.12786/bn.2011.4.1.44.
[30] Lo SF, Chen SY, Lin HC, *et al*. Arthrographic and clinical findings in patients with hemiplegic shoulder pain[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2003, 84(12): 1786-1791. DOI: 10.1016/s0003-9993(03)00408-8.
[31] Walmsley S, Osmotherly PG, Walker CJ, *et al*. Power Doppler ultrasonography in the early diagnosis of primary/idiopathic adhesive capsulitis: an exploratory study[J]. J Manipulative Physiol Ther, 2013, 36(7): 428-435. DOI: 10.1016/j.jmpt.2013.05.024.
[32] 钱约男, 胡安鑫, 钟润鸣, 等. 肌骨超声检查对不同临床分期冻结肩的诊断价值[J]. 浙江医学, 2023, 45(3): 284-287, 292. DOI: 10.12056/j.issn.1006-2785.2023.45.3.2022-1146.
[33] Jacinto J, Camões-Barbosa A, Carda S, *et al*. A practical guide to botulinum neurotoxin treatment of shoulder spasticity 1: anatomy, physiology, and goal setting[J]. Front Neurol, 2022, 13: 1004629. DOI: 10.3389/fneur.2022.1004629.
[34] Herzog Sl, David R, Speirs A, *et al*. A case report illustrating the combined use of cryoneurolysis and percutaneous needle tenotomy in the treatment of longstanding spastic shoulder contractures after stroke[J]. Arch Rehabil Res Clin Transl, 2023, 5(3): 100285. DOI: 10.1016/j.arrct.2023.100285.
[35] 张帅迪, 张建云, 李晶晶, 等. 肌骨超声技术在脑卒中后肢体痉挛评定的研究进展[J]. 实用医学杂志, 2024, 41(1): 134-140. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2025.01.022.
[36] Yim ES, Corrado G. Ultrasound in sports medicine: relevance of emerging techniques to clinical care of athletes[J]. Sports Med, 2012, 42(8): 665-680. DOI: 10.2165/11632680-000000000-00000.
[37] Hill JL. Evidence for combining conservative treatments for adhesive capsulitis[J]. Ochsner J, 2024, 24(1): 47. DOI: 10.31486/toj.23.0128.
[38] 钟银军, 单腾飞. 超声辅助下肩胛上神经阻滞在脑卒中后肩痛患者中的应用[J]. 临床神经病学杂志, 2022, 35(3): 192-195. DOI: 10.3969/j.issn.1004-1648.2022.03.008.
[39] Chang KV, Hung CY, Wu WT, *et al*. Comparison of the effectiveness of suprascapular nerve block with physical therapy, placebo, and intra-articular injection in management of chronic shoulder pain: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2016, 97(8): 1366-1380. DOI: 10.1016/j.apmr.2015.11.009.
[40] 朱小兰, 徐小青. 超声引导下肩胛上神经阻滞治疗脑卒中后肩关节疼痛的疗效分析[J]. 介入放射学杂志, 2019, 28(10): 954-957. DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2019.010.010.
[41] Kim SJ, Park JM, Song J, *et al*. High- *versus* low-dose steroid injection for adhesive capsulitis (frozen shoulder): a systematic review and meta-analysis[J]. Pain Physician, 2023, 26(5): 437-447.
[42] Arrambide-Garza FJ, Guerrero-Zertuche JT, Alvarez-Villalobos NA, *et al*. Rotator interval *vs* posterior approach ultrasound-guided corticosteroid injections in primary frozen shoulder: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2024, 105(4): 760-769. DOI: 10.1016/j.apmr.2023.08.026.
[43] 刘尧, 朱栋晓, 王米, 等. 超声引导下前路和后路穿刺行肩关节囊液压扩张治疗原发性冻结肩的疗效对比[J]. 医学研究杂志, 2020, 49(11): 141-145. DOI: 10.11969/j.issn.1673-548X.2020.11.031.
[44] 魏爽. 肌骨超声在脑卒中偏瘫肩痛软组织损伤中的临床应用研究[D]. 杭州: 浙江中医药大学, 2016.
[45] 黄群国, 刘启榆, 何瑜, 等. 高场强 MRI 对肩袖损伤的诊断价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(8): 788-791. DOI: 10.3969/j.issn.1005-5185.2021.08.007.
[46] Lowry V, Lavigne P, Zidarov D, *et al*. A systematic review of clinical practice guidelines on the diagnosis and management of various shoulder disorders[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2024, 105(2): 411-426. DOI: 10.1016/j.apmr.2023.09.022.
[47] 王志斌, 于春洋, 张乐, 等. MRI、MR 肩关节造影及高频超声诊断肩袖损伤的差异性分析[J]. 国际医学放射学杂志, 2017, 40(4): 386-390. DOI: 10.19300/j.2017.L4659zt.
[48] 潘宏华, 陈俊, 刘磊, 等. 肌骨超声与 MRI 对肩袖损伤的诊断价值比较[J]. 临床医学研究与实践, 2024, 9(19): 105-108. DOI: 10.19347/j.cnki.2096-1413.202419026.
[49] Yaccarino V, Jin MY, Abd-Elsayed Alaa, *et al*. Peripheral nerve stimulation in painful conditions of the upper extremity — an overview[J]. Biomedicines, 2022, 10(11): 2776. DOI: 10.3390/biomedicines10112776.
[50] 罗颖, 李双飞, 貌雯靖, 等. 基于数据挖掘探讨针刺治疗脑卒中后肩痛选穴规律[J]. 新中医, 2023, 55(21): 117-125. DOI: 10.13457/j.cnki.jncm.2023.21.023.
[51] 郭大兴. 肌骨超声影像技术用于肩痛患者评估及介入治疗的价值观察[J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(13): 190-193. DOI: 10.3969/j.issn.2096-3807.2023.13.061.
[52] 肖小鹏, 胡萍香, 蔡玉英. 床旁肌骨超声在偏瘫肩痛患者肩关节软组织损伤中的应用[J]. 南昌大学学报(医学版), 2019, 59(1): 68-70. DOI: 10.13764/j.cnki.ncdm.2019.01.016.

(编辑: 温玲玲)