

引用:周畅畅,陈洁,肖芬,杜聪,陶腊梅,李静.剪切波弹性成像技术在针刺研究中的应用现状及分析[J].中医药导报,2025,31(4):132-136.

剪切波弹性成像技术在针刺研究中的应用现状及分析^{*}

周畅畅,陈洁,肖芬,杜聪,陶腊梅,李静
(南京中医药大学附属南京中医院,江苏南京 210022)

[摘要] 对剪切波弹性成像(SWE)技术在针刺研究中的应用现状进行阐述和分析,以期为今后在针刺研究中运用SWE技术提供一定参考。SWE技术是一种根据组织硬度属性不同进行成像的新型超声成像技术,具有客观、定量、无创、动态评估等优势,目前已广泛应用于客观评价针刺镇痛,协同常用量表全面评价针刺疗效,为针刺介入时机提供参考依据,量化针刺得气和辅助研究经穴效应,定位激痛点从而提高针刺效果,以及疗效比较和优化针刺方案,这些研究在一定程度上弥补了主观量表的局限。

[关键词] 剪切波弹性成像技术;针刺;应用现状;综述

[中图分类号] R245.3;R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-951X(2025)04-0132-05

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2025.04.022

Application Status and Analysis of Shear Wave Elastography in Acupuncture Research

ZHOU Changchang, CHEN Jie, XIAO Fen, DU Cong, TAO Lamei, LI Jing

(Nanjing Hospital of Traditional Chinese Medicine Affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing Jiangsu 210022, China)

[Abstract] This article elaborates on and analyzes the current application status of shear wave elastography (SWE) in acupuncture research, aiming to provide references for the future use of SWE technology in this field. SWE, a novel ultrasound imaging technique based on tissue stiffness properties, offers advantages such as objectivity, quantification, non-invasiveness, and dynamic assessment. It has been widely applied to: (1) objectively evaluate acupuncture analgesia; (2) comprehensively assess acupuncture efficacy in conjunction with conventional scales; (3) determine optimal acupuncture intervention timing; (4) quantify acupuncture-induced "De Qi" sensations; (5) assist in studying meridian-acupoint effects; (6) locate trigger points to enhance acupuncture outcomes; (7) compare therapeutic effects and optimize acupuncture protocols. These applications partially address the limitations of subjective assessment scales and enrich methodological frameworks in acupuncture research.

[Keywords] shear wave elastography (SWE); acupuncture; application status; review

剪切波弹性成像(shear wave elastography,SWE)作为一种新型超声成像技术,能够根据组织硬度属性不同进行成像,临幊上广泛用于乳腺、肝脏、肾脏、前列腺等相关疾病的诊断与评估^[1-3]。针刺疗法是传统中医外治法的一种,治疗病谱广,主要集中在针刺治疗神经内科疾病、骨伤科疾病,如脑

血管病、腰椎间盘突出症等^[4]。SWE技术具有实时定量测量、安全无创、可重复性高等特点,能够支持评估神经、肌肉骨骼等生理和病理状态^[4],因此也被应用于针刺研究。SWE技术在评估针刺疗效、辅助针刺治疗方面具备一定的优势,现有相关综述^[5]报道,在针刺研究中可运用SWE技术定位穴位,研究

*基金项目:南京市卫生科技发展专项资金项目(医药卫生科研课题)(YKK24169);江苏省中医药管理局中医药科技发展计划面上项目(MS2021035);江苏省科教强卫青年医学重点人才项目基金(QNRC2016130)

通信作者:李静,女,主任中医师,研究方向为针灸的临床应用研究

得气感产生的机制,传承推广针刺手法,评估针刺治疗肌肉筋膜疾病疗效^[6-7]。但随着相关研究的不断拓展、深入,SWE技术在客观评估针刺镇痛、弥补量表主观性、为针刺介入时机提供参考、量化得气、辅助研究经穴效应及比较不同针刺取穴法疗效等方面也有一定的应用,丰富了针刺的基础及临床研究。

1 SWE技术的定义及原理

超声弹性成像的概念最早由OPHIR J等^[8]于1991年提出,弹性成像技术能够通过对组织弹性信息进行成像,反映组织硬度^[9-10],且组织弹性常与硬度呈反比。SWE技术属于超声弹性成像范畴,具有实时、定量评估组织硬度的优势,其原理是通过超声探头发射高速聚焦的声辐射力脉冲在纵向不同深度上连续聚焦,聚焦部位高效振动的组织粒子,对组织施加激励,进而在不同深度组织里同时产生横向剪切波,并运用超高速成像技术精确检测剪切波速度值(shear wave velocity, SWV)(单位:m/s),从而实现不同切面实时监测剪切波的传播过程。SWV测量可转化为杨氏模量值E(单位:kPa),属于定量评估范畴。与此同时,SWV成像会生成彩色图像,借助图像处理技术对SWV进行检测,并据此计算出杨氏模量值E,此过程属于定性评估。在SWE技术中,由于硬度图与二维图像同步,所以其定性评估依赖于颜色模式,而定量评估则依据感兴趣区域内的杨氏模量值。由此可见,SWE技术具备独特优势,能够实现动态弹性成像的定性与定量双重诊断^[11]。

2 SWE技术在针刺研究中的应用

SWE技术因其具有客观、定量评价组织硬度的优势,目前在针刺研究中被广泛应用,能够支持评估针刺镇痛,为选择介入时机、研究得气与经穴效应、定位激痛点、比较针刺疗效等提供一定客观依据。(见表1)

2.1 SWE技术量化肌肉硬度,客观评估针刺镇痛 针刺在临幊上广泛用于治疗疼痛类疾病,其镇痛效果显著,但相关镇痛机制目前仍存在争议^[12],需进一步探索客观指标以对针刺镇痛疗效进行评价。研究^[13-15]认为,人体肌肉长期处于紧张状态,易致局部循环受阻而引起肌肉疼痛、僵硬,疼痛并进一步加重肌肉的紧张状态,导致腰背肌筋膜炎、颈型颈椎病等疾病,且肌肉硬度越大,疼痛程度越高。SWE技术可用于定义组织弹性,其剪切波速度、杨氏模量值与组织硬度呈正相关^[9],可直观展示肌肉硬度,用于评价针刺镇痛疗效。沈燕等^[16]运用SWE技术观察137例非特异性下腰痛患者腰大肌硬度,发现患者左侧、右侧腰大肌SWV值分别为 (3.14 ± 0.41) m/s、 (3.22 ± 0.46) m/s,均高于对照组($P<0.01$),经针刺联合治疗后,患者双侧腰大肌SWV值明显低于对照组($P<0.01$),提示针刺能够有效降低患者腰大肌硬度,改善临床症状,减轻腰痛程度,为针刺镇痛提供客观、定量的依据。姚伟东等^[17]以颈椎病患者为研究对象,通过SWE技术检测发现针刺能够明显降低颈椎病患者斜方肌的弹性模量值,改善肌肉僵硬程度,缓解疼痛。

综上,SWE技术能够准确监测肌肉组织弹性,但由于其受辐射能量的限制,可设置的兴趣区域大小有限,不宜用于深层组织测量^[5],且在众多参数中如何进行选择以便更有效地评估尚无统一论,未来仍需更多研究深入探索,为针刺研究中运用SWE技术提供严谨、科学的范式。

2.2 SWE技术协同常用量表,全面评价针刺疗效 针刺在治

疗肌肉痉挛、肌张力改变等肌肉状态变化相关的疾病方面疗效确切,常用于改善脑卒中后肢体痉挛^[18]、痉挛型脑瘫患儿肌张力^[19]等。相关临床研究中,评估针刺疗效的常用量表,如改良Ashworth量表、临床痉挛指数(clinic spasticity index,CSI),虽应用广泛,但存在一定主观性与局限性^[20-22]。研究表明,肌张力、肌肉组织硬度越高,剪切波速度越快,杨氏模量值越高^[23-24]。SWE技术可通过测量组织剪切波速度来量化弹性特征,用于定量评估肌萎缩的程度及肌张力^[25],SWE的弹性模量值与肌肉的等长收缩和被动拉伸时肌肉的应力有关,可作为临床评估痉挛肌肉硬度的量化指标^[19]。因此,SWE技术可一定程度上弥补常用量表主观性与局限性。王季等^[26]运用针刺治疗脑卒中后肌痉挛患者,发现针刺能够改善肌肉痉挛程度,降低相关肌肉杨氏模量值,且与CSI值具有正相关性($r=6.384$, $P<0.05$),提示临床可使用SWE技术评估肌肉痉挛状态,协同常用量表观察针刺前后患者病情变化情况。罗平平等^[27]将脑卒中上肢痉挛患者作为研究对象,运用SWE技术观察毫火针治疗前后患者肌张力的变化,结果显示杨氏模量值与改良Ashworth评分的变化趋势一致,故提出临幊上可将SWE技术作为一种新的评估肌张力的方法。

由于SWE技术可用于测量肌肉状态,因此越来越广泛地被应用于肌肉骨骼疾病的诊断及针刺疗效评估。但应用时也存在一定局限性,如肖小鹏等^[28]研究发现,个别颈痛患者在经过针刺治疗后,经SWE技术检测相关肌肉杨氏模量值降低,但临床症状并未明显缓解,因此在评价针刺疗效时,将SWE技术与量表评分联合应用更为全面。今后在针刺研究中应用SWE技术时,应注意联合常用量表,观察针刺治疗前后其检测结果的变化是否与常用量表存在确切的相关性,以期为疗效评估提供更可靠的参考。

2.3 SWE技术显示组织变化,为介入时机提供参考 针刺疗法的介入时机对疾病的进展与转归有重要影响^[29-30]。刘艺等^[31]研究认为对于急性缺血性脑卒中患者,在其发病的第1~7天内进行针刺比在发病第8~10天进行针刺更有利于降低患者发病6个月后的残障率,改善肢体运动功能,提高生活质量。马斌等^[32]以周围性面瘫大鼠为研究对象,探讨电针疗法不同的介入时机对受损面神经的影响,发现电针治疗介入时机越早,越有利于受损面神经的再生修复。SWE技术能够定量显示机体组织器官超声征象及肌肉弹性变化,因此也为相关疾病选择治疗时机和方案提供一定客观依据。伍晓鸣等^[33]运用SWE动态观察针刺治疗前后周围性面瘫患者患侧表情肌(额肌、降口角肌及降下唇肌)弹性变化,发现随针刺次数增加,患侧表情肌弹性模量值与面神经功能评分逐渐增高,治疗第7天升高显著,如额肌由治疗前 (7.91 ± 0.54) kPa上升至 (9.58 ± 0.63) kPa($P<0.05$),同时面神经功能评分明显上升($P<0.01$)。据此提出,针刺疗法干预下,面瘫后7 d内是改善患侧表情肌肌张力的最佳时机,为针刺介入时机提供了重要参考依据。

目前,虽然运用SWE技术为选择针刺的介入时机提供参考具有一定的可靠性,但是相关研究仍显不足,文献量偏少,未来可设计更为广泛深入的研究方案,将SWE技术用于针刺介入时机的相关研究,并将SWE技术检测结果与临床疗效相结合,探索最佳介入时机,指导制定更为全面、严谨的针刺治疗方案。

2.4 SWE技术量化针刺得气,辅助研究经穴效应 《灵枢·九针十二原》载“刺之要,气至而有效”,表明得气是影响针刺疗效的重要因素之一^[34]。得气对于医者而言“如鱼吞钩”,表现为针下沉、紧、涩、滞之感;对于患者而言有酸、麻、胀、重感。目前临幊上量化针刺得气感多采用量表评估,如针刺主观感觉量表(subjective acupuncture sensation scale,SASS),但量表受个人因素影响较大,运用于高质量临幊研究时易存在一定的不足,因此有学者^[34]指出要对针刺得气感进行广度与深度上的探索就必须获得客观表征指标。SWE技术能直观反映组织硬度,从穴位组织力学角度实时动态观察局部变化,有助于研究针刺得气感。研究表明,针感的产生与局部肌肉的收缩密切相关,徐芳等^[35]首次使用SWE技术测定足三里穴局部肌张力,发现针刺后穴位局部弹性模量值增加,可能与针刺导致的局部肌肉收缩有关,为研究得气提供了新方法。严骄俊等^[36]研究发现温溜穴在得气状态和静息状态下的剪切波速度值比较,差异有统计学意义($P<0.05$),认为肌肉及其相邻软组织的痉挛可能是经络效应的一种局部表达方式,并且由痉挛引发的一系列生理反应可能参与了针灸的整体效应,为研究经穴效应提供了新思路。孟光霞等^[37]运用SWE技术研究合谷穴经穴效应特异性,发现针刺得气时,合谷穴与左侧参照点之间剪切波速度值分别为 (2.87 ± 0.62) m/s、 (3.50 ± 1.24) m/s,差异有统计学意义($P<0.05$),提示针刺穴位得气瞬时局部组织硬度发生改变,表明SWE技术可评估穴位周围组织硬度,在经穴的特异性研究方面具有一定的应用前景。

如今,随着科学技术的发展,有关针刺得气效应、经穴效

表1 SWE技术在针刺研究中的应用

应用	原理	优势	具体应用	参考文献
量化肌肉硬度,客观评估针刺镇痛	SWE技术可定义组织弹性,剪切波速度、杨氏模量值与组织的硬度呈正相关	直观展示肌肉硬度,客观评价针刺镇痛疗效	(1)针刺能降低非特异性下腰痛患者腰大肌剪切波弹性速度值,反映针刺疗效 (2)针刺明显降低颈椎病患者斜方肌的弹性模量值,改善肌肉僵硬程度,缓解疼痛	[16-17]
协同常用量表,全面评价针刺疗效	SWE技术定量评估肌萎缩的程度及肌张力,肌张力、肌肉组织硬度越高,剪切波速度越快,杨氏模量值越高	在一定程度上弥补常用量表主观性与局限性	(1)针刺改善脑卒中后肌痉挛患者肌肉痉挛程度,降低相关肌肉杨氏模量值,与临床常用量表痉挛指数(CSI)具有正相关性 (2)毫火针治疗脑卒中上肢痉挛患者肌张力的前后变化,与改良Ashworth评分法一致	[26-27]
显示组织变化,为介入时机提供参考	SWE技术定量显示机体组织器官超声征象及肌肉弹性变化	动态评估针刺效果,为临床运用针刺治疗相关疾病选择介入时机和方案提供客观依据	运用SWE技术动态评估针刺治疗周围性面瘫患者,第7天时运用针刺治疗患侧表情肌张力明显提高,面神经功能评分明显上升	[33]
量化针刺得气,辅助研究经穴效应	SWE技术能够直观反映针刺后穴位周围组织收缩引起的组织硬度变化	从穴位组织力学角度实时动态观察局部变化,有助于研究针刺得气感、经穴效应	(1)针刺后足三里穴局部弹性模量值增加 (2)温溜穴在得气和静息状态下的剪切波速度值具有显著差异 (3)针刺后得气状态下的合谷穴与对侧参照点之间剪切波速度值具有统计学差异	[35-37]
辅助定位激痛点,提高针刺疗效	SWE技术通过测定激痛点及其邻近区、正常组织的杨氏模量值,直观地将激痛点与其他组织区别开来	为激痛点的定位提供参考依据,提高针刺疗效	针刺治疗后激痛点局部肌肉弹性模量较治疗前明显下降	[43]
SWE技术应用于疗效比较,优化针刺方案	SWE技术可定义组织弹性	安全无创、实时定量等优势	(1)浮针能够更大程度地降低患肌SWV值,疗效优于干针 (2)对于慢性非特异性腰痛患者,五运六气配穴与常规取穴相比,弹性模量值无明显差异	[46-47]

应的研究也层出不穷,未来可从穴位组织力学角度出发,将SWE技术用于更多高质量的、大样本的相关研究,发挥现代超声技术在经穴效应研究中的价值,从现代医学角度阐释针刺得气理论、经穴效应,为针刺的理论研究、临床应用提供翔实可靠的数据支持。

2.5 SWE技术辅助定位激痛点,提高针刺疗效 《灵枢·经筋》提出“以知为数,以痛为腧”的取穴理法,以患者对切按局部的疼痛感反馈为参考进行取穴。“激痛点”一词最早由Janet Travell提出,又被称为触发点、扳机点,激痛点以解剖肌肉为单元,主要分布于骨骼肌上,是质硬可触及的结节或压痛点^[38],是对“以痛为腧”取穴法的继承发展。激痛点的定位尚无统一标准,目前主要依靠施术者触诊所引发的临床体征、症状进行定位。有学者^[39]指出,由于触诊时局部皮肤及皮下组织发生形变、移位,再进行标记激痛点位置容易产生偏差,缺乏特异性、可靠性^[40]。SWE技术能够客观定量测定激痛点及其邻近区、正常组织的杨氏模量值,直观地将激痛点与其他组织区别开,从而为激痛点的定位提供更加客观可靠的参考依据^[41-42]。王墉琦等^[43]研究发现运用SWE技术定位激痛点更为精准,针刺治疗后激痛点局部肌肉弹性模量值 (9.20 ± 3.75) kPa较治疗前 (14.08 ± 4.27) kPa明显降低($P<0.001$),提示局部肌肉的弹性增加,肌肉张力和硬度明显变小,临床症状改善。

SWE技术能够通过客观、精确地展示激痛点的定位,指导针刺治疗,但是激痛点在超声下的定位与医者触诊所得,患者主观表述的痛点是否具有一致性,以及针对激痛点进行治疗与临幊总体疗效的相关性等研究稍显不足。今后有必要

利用SWE技术在针刺激痛点方面进行更加全面的探索,为“以痛为腧”取穴法提高针刺疗效提供科学依据。

2.6 SWE技术应用于疗效比较,优化针刺方案 目前评价不同针刺法治疗痛症的指标常选用疼痛视觉模拟评分(visual analog scale, VAS)^[44-45],但具有一定的主观性,运用SWE技术评估具有安全无创、实时定量等优势。周粤花等^[46]运用SWV对比浮针与干针对68例颈肩肌筋膜疼痛综合征患者患肌的影响,结果显示治疗前浮针组与干针组患肌中位SWV值分别为4.45 m/s、4.25 m/s,治疗后降至3.44 m/s、3.83 m/s。浮针组降低比率为21.06%,高于干针组的11.90%($P<0.01$),表明浮针能更大程度降低患肌SWV值,缓解肌肉紧张,改善疼痛,疗效优于干针。刘诗若等^[47]用SWE技术评价不同针刺取穴法对64例慢性非特异性腰痛患者的影响,组间比较显示,五运六气配穴与常规取穴相比,弹性模量值无明显差异,但总体疗效前者更优,或因样本量较小。

总之,SWE技术可以用于对比不同治法疗效,但是否有差异可能取决于病种、样本量大小、具体治疗方案等。因此,运用SWE技术对比不同针刺法的疗效时需注意研究方案的设计、样本量估算的合理性,以期得到更为精准的数据,为临床提供有价值的参考依据。

3 总结与展望

SWE技术具有客观定量定义组织弹性、明确组织僵硬度和病变范围的优势,被广泛应用于针刺研究。在疾病疗效评价方面,该技术能够对针刺治疗肌肉骨骼疾病^[16-17]、神经系统疾病^[26,33]等多种疾病疗效进行评估;在针刺方法对比及综合评估方面,该技术可用于比较不同针刺方法的效果,有助于筛选出更优的治疗方案,此外,还能够结合常用量表综合评价针刺效果,优化评估体系;在机理探索方面,该技术助力探索针刺介入的最佳时机,以及有利于穴位相关特性的研究,如得气感、经穴效应、激痛点等,挖掘针刺疗法的内在机制。与此同时,该技术在针刺研究中的应用也面临着一些挑战:(1)相关研究关于测量部位、参数选择等方面缺乏统一标准,致不同研究之间的结果难以直接比较,影响结论的一致性。例如:运用SWE技术测针刺治疗前后多裂肌弹性变化时,测量取样框直径设置有3 mm^[47]、10 mm^[48]之别。若直径设置过小,可能因局部组织不均匀性导致结果偏差较大,过大则可能包含非目标组织,影响结果的准确性。今后应设计科学严谨的研究方案,根据不同测量组织确定规范统一的参数选择标准,让SWE技术为针刺疗法提供更多可靠数据,推动针刺研究发展,更好地指导临床。(2)因超声检测需特定资质医师操作,部分数据采集耗时久,且图像质量及结果判读与医师经验有一定相关性,部分临床研究样本量有限。今后可加大投入,设计高级别、高质量研究,扩大样本量。在针刺研究中运用SWE技术时,由固定的超声科医师严格按照测量规范操作,必要时配备两名及以上经验丰富的医师共同判读图像,或采用双重盲法测量与判读,意见不同时,协商讨论或由第三方专家裁决确定最终结果,提升研究结果证据等级。(3)该技术还能够诊断评估周围神经病变^[49]、皮肤疾病^[50]等多种病症,未来可针对该技术评估针刺治疗其他疾病的可能性进行探讨。此外,可利用该技术精确显示组织弹性特征的优势,定期随访监测组织弹性评估针刺远期疗效及预后,还可结合生理、生

化等指标共同观察针刺对组织影响,探究针刺疏通经络等作用的生理基础,揭示针刺机制。同时,可结合先进影像学技术(CT、MRI等)实现多模态成像、多指标联合检测,全面深入研究针刺机制,评估疗效。(4)目前相关研究多为临床试验研究,缺乏基础研究加以验证。未来可引入动物实验,有利于探索相关机制、制定治疗及评估策略。

综上所述,为了推动SWE技术在针刺研究中的应用,日后在针刺研究中使用SWE技术时需制定参数选择标准,引入动物实验,扩大研究的样本量,加强多学科合作,拓展研究思路,促进该研究领域的发展。

参考文献

- [1] 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.
- [2] NAKAMURA M, AKAGI R. Ultrasonic shear-wave elastography: A novel method for assessing musculoskeletal soft tissue and nerves[J]. Clin Neurophysiol, 2022, 140:163-164.
- [3] 黄琴峰,谢晨,吴焕淦,等.基于文献计量的针灸病谱与适宜病症研究[J].中国针灸,2021,41(9):1055-1059.
- [4] 徐亦乐,车艳玲,刘洋,等.剪切波弹性成像在肌骨系统疾病诊断上的应用进展[J].影像科学与光化学,2024,42(1):77-82.
- [5] 戴求福,高俊虹,刘璐,等.剪切波弹性成像技术在针刺研究中的应用[J].针刺研究,2020,45(12):1019-1022.
- [6] 刘洋,车艳玲,徐亦乐,等.超声辅助针刺治疗[J].中国介入影像与治疗学,2024,21(3):179-181.
- [7] 姜珊,李静,陈洁,等.肌骨超声在针灸临床疗效评估中的应用进展[J].世界科学技术-中医药现代化,2023,25(12):4047-4051.
- [8] OPHIR J, CÉSPEDES I, PONNEKANTI H, et al. Elastography: A quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues[J]. Ultrason Imaging, 1991, 13 (2):111-134.
- [9] BAMBER J, COSGROVE D, DIETRICH C F, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology[J]. Ultraschall Med, 2013, 34(2):169-184.
- [10] COSGROVE D, PISCAGLIA F, BAMBER J, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound Elastography. Part 2: Clinical applications[J]. Ultraschall Med, 2013, 34(3):238-253.
- [11] 王震,白佳玉,李澎,等.超声弹性成像评估淋巴结的研究进展[J].重庆医科大学学报,2024,49(1):8-11.
- [12] 范刚启,钱俐俐,赵杨,等.针刺镇痛机制的多样性及问题分析[J].中国针灸,2013,33(1):92-96.
- [13] 张永红,吴婷,沈威,等.基于超声弹性成像的浮针对颈肩部疼痛患肌厚度及弹性的影响[J].中国针灸,2020,40(9):939-941.
- [14] 刘琳,黄强民,刘庆广,等.肌筋膜触发点理论及其在运动

- 康复临床实践中应用的研究进展[J].中国康复理论与实践,2016,22(10):1167-1170.
- [15] 杨小红,胡江杉,胡霞,等.基于经筋理论探析针刀治疗腰背肌筋膜炎[J].湖北中医药大学学报,2024,26(1):51-54.
- [16] 沈燕,王君,张婷婷,等.剪切波弹性成像技术评估针灸及核心稳定训练治疗非特异性下腰痛疗效的研究[J].中国临床医学影像杂志,2024,35(9):665-668.
- [17] 姚伟东,张微微,周俊合,等.基于实时剪切波弹性成像探讨针刺改善颈椎病肌肉状态的临床研究[J].中医药导报,2021,27(5):123-126.
- [18] 刘小丽.基于超声弹性成像技术对内热针治疗脑卒中后上肢痉挛的临床疗效研究[D].银川:宁夏医科大学,2023.
- [19] 金炳旭,赵勇,李诺.“痉挛三针”对痉挛型脑瘫患儿内收肌肌张力的影响[J].中国针灸,2015,35(3):217-220.
- [20] 尹靖宇,曹丽芬,孙敏,等.浮针疗法治疗痉挛型脑瘫下肢矫形术后疼痛的疗效观察[J].广州医科大学学报,2022,50(2):40-44.
- [21] CHA Y, ARAMI A. Quantitative modeling of spasticity for clinical assessment, treatment and rehabilitation [J]. Sensors (Basel), 2020, 20(18):5046.
- [22] 龙耀斌,农飞玉,黄雅琳,等.脑卒中偏瘫下肢表面肌电信号样本熵用于痉挛性肌张力量化评估的研究[J].中国康复医学杂志,2023,38(10):1379-1384.
- [23] 梁豪君,贾海光,朱俊宇,等.中国骨肌疾病体外冲击波疗法指南(2023年版)[J].中国医学前沿杂志(电子版),2023,15(9):1-20.
- [24] 李爽,张黎明,徐晶,等.脑卒中后肌张力增高研究进展[J].中国实用神经疾病杂志,2023,26(9):1173-1179.
- [25] 贺晓林,杨德斌,王迎春.多模态超声技术评估肌肉萎缩的应用进展[J].放射学实践,2024,39(1):132-135.
- [26] 王季,张志杰,陈亮波,等.实时剪切波超声弹性成像技术在评估针刺治疗脑中风后肌痉挛的临床应用[J].四川中医,2016,34(12):171-173.
- [27] 罗平平,韩小华,黄志勇,等.剪切波超声弹性成像对毫火针治疗脑卒中后上肢痉挛的疗效评估[J].影像研究与医学应用,2020,4(14):213-215.
- [28] 肖小鹏,胡萍香,蔡玉英,等.实时弹性成像技术评价针刺联合走罐治疗非特异性颈痛的临床价值[J].浙江中医杂志,2020,55(5):366-367.
- [29] 吴悦,陈晓军.影响针灸疗效的时间因素研究概况[J].浙江中医药大学学报,2019,43(12):1407-1410.
- [30] 林栋,龚萌,齐诗仪,等.基于炎性反应动态性视域下对针灸介入时机的再思考[J].针刺研究,2023,48(10):1062-1067.
- [31] 刘艺,肖凌勇,王璨,等.针刺介入时机对急性缺血性脑卒中患者肢体运动功能障碍的影响:一项多中心前瞻性队列研究[J].中医杂志,2024,65(19):2002-2009.
- [32] 马斌,柳刚,宋书婷,等.电针介入时机对大鼠面神经损伤再生修复的影响[J].辽宁中医药大学学报,2023,25(12):107-110.
- [33] 伍晓鸣,董桂芳,牟霜,等.周围性面瘫患者针灸治疗前后面部表情肌弹性与面神经功能评分的相关性[J].临床超声医学杂志,2022,24(5):363-367.
- [34] 李妹,宋思敏,李玲,等.得气的量化评价及客观表征研究现状概述[J].上海针灸杂志,2023,42(12):1331-1336.
- [35] 徐芳,肖沪生,徐智章,等.剪切波声弹性成像仪对人体足三里穴位定位及紧张度观察[J].上海医学影像,2012(2):84-87.
- [36] 严骄俊,谯朗,王政研,等.多模态超声成像对针刺温溜穴空间及生物力学特异度的研究[J].中国超声医学杂志,2019,35(3):275-278.
- [37] 孟光霞,谯朗,王政研,等.剪切波弹性成像在针刺合谷穴经穴效应特异性研究中的应用价值初探[J].中国中西医结合影像学杂志,2020,18(1):11-13.
- [38] 代顺心,任奎羽,姜建振,等.基于“以知为数,以痛为腧”探析痛感取穴法演变[J].中华中医药杂志,2021,36(4):2372-2374.
- [39] 丁双,尚祥,卢梦雅,等.超声引导下针刀松解激痛点治疗腰背肌筋膜疼痛综合征临床观察[J].安徽中医药大学学报,2024,43(2):49-52.
- [40] SHAH J P, THAKER N, HEIMUR J, et al. Myofascial trigger points then and now: A historical and scientific perspective[J]. PM&R, 2015, 7(7):746-761.
- [41] MAZZA D F, BOUTIN R D, CHAUDHARI A J. Assessment of myofascial trigger points via imaging: A systematic review[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2021, 100(10):1003-1014.
- [42] KUMBHARE D, SINGH D, ALASDAIR R H, et al. Ultrasound-guided interventional procedures: Myofascial trigger points with structured literature review [J]. Reg Anesth Pain Med, 2017, 42(3):407-412.
- [43] 王墉琦,许磊,孙晴,等.超声引导下针刺治疗腰臀部肌筋膜疼痛综合征的临床研究[J].中国中医骨伤科杂志,2022,30(3):26-29.
- [44] 刘爽,刘钧天,李然.不同针刺选穴治疗缺血性脑卒中后偏瘫肩痛的临床观察[J].河北中医,2022,44(10):1712-1715.
- [45] 陈大春,高建芸,陈璐,等.卒中后肩痛不同时期针刺刺法的多因素优选方案分析[J].中国针灸,2015,35(12):1225-1230.
- [46] 周粤花,孙健,王峰义,等.基于患肌剪切波速度观察浮针治疗颈肩肌筋膜疼痛综合征疗效的随机对照试验[J].广州中医药大学学报,2023,40(11):2792-2799.
- [47] 刘诗若,许磊,黄玉,等.超声剪切波弹性成像评价不同针刺取穴法干预慢性非特异性腰痛患者临床研究[J].辽宁中医药大学学报,2024,26(2):194-198.
- [48] 朱璐,吴文忠,陈铭,等.电针对原发性骨质疏松症患者运动功能的影响:随机对照研究[J].中国针灸,2022,42(2):145-149.
- [49] 党文珠,童明辉.剪切波弹性成像在周围神经病变中的应用进展[J].医学影像学杂志,2022,32(1):164-166.
- [50] 王冬梅,向茜,杨裕佳.剪切波弹性成像用于皮肤疾病研究进展[J].中国医学影像技术,2023,39(5):781-784.

(收稿日期:2024-08-23 编辑:刘国华)