

剪切波弹性成像定量参数与不同病程非特异性腰痛及功能障碍的相关性

郝振民¹, 邓宇光¹, 郭振宁¹, 吴冬倩¹, 张胜楠²

(1. 衡水市人民医院, 河北 衡水 053000; 2. 衡水市第四人民医院超声科, 河北 衡水 053099)

[摘要] 目的: 研究剪切波弹性成像(SWE)定量参数与不同病程非特异性腰痛及功能障碍的相关性。方法: 本研究采取前瞻性研究, 选取我院 2021 年 5 月—2023 年 5 月期间收治的 200 例非特异性腰痛患者作为研究对象, 另外选取同期进行健康体检的志愿者 100 例作为对照组, 同时对两组研究对象行剪切波超声成像以及超微血管成像测量。分别对研究组以及对照组, 急性组、亚急性组以及慢性组患者的多裂肌、竖脊肌的肌肉厚度、血流速度、血流阻力指数、弹性模量值、功能障碍情况进行比较。研究肌肉厚度、血流速度、血流阻力指数、弹性模量值与功能障碍、疼痛情况以及姿势控制情况的相关性。结果: 研究组与对照组、不同病程患者的多裂肌肌肉厚度、血流速度、弹性模量值、血流阻力指数之间的差异存在统计学意义。研究组患者的视觉模拟评分、Oswestry 残疾指数高于对照组, 前屈腰部活动度、后伸腰部活动度、左腿前侧、左腿后内侧、右腿前侧、右腿后内侧低于对照组。结论: SWE 定量参数与不同病程非特异性腰痛及功能障碍呈现显著的相关性, 可作为诊断以及治疗效果评价的重要定量依据。

[关键词] 腰痛; 超声检查, 多普勒, 彩色

[中图分类号] R681.5; R445.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1008-1062(2025)01-0056-05

DOI:10.12117/jccmi.2025.01.013

Correlation between shear wave elastography quantitative parameters and non-specific low back pain and functional impairment at different disease stages

HAO Zhen-min¹, DENG Yu-guang¹, GUO Zhen-ning¹, WU Dong-qian¹, ZHANG Sheng-nan²

(1. Hengshui People's Hospital, Hengshui Hebei 053000, China;

2. Department of Ultrasound, Hengshui Fourth People's Hospital, Hengshui Hebei 053099, China)

Abstract: Objective: To investigate the correlation between shear wave elastography (SWE) quantitative parameters and non-specific low back pain and functional impairment at different disease stages. **Methods:** We enrolled 200 patients with non-specific low back pain admitted to our hospital from May 2021 to May 2023 as the research subjects, as well as 100 healthy volunteers who underwent health examinations during the same period as the control group. Both groups were subjected to shear wave ultrasound imaging and ultra-microvascular imaging measurements. The muscle thickness, blood flow velocity, blood flow resistance index, elastic modulus value, and functional impairment of the multifidus and erector spinae muscles in the study group were compared with those in the control group, acute group, subacute group, and chronic group. The correlation between muscle thickness, blood flow velocity, blood flow resistance index, elastic modulus value, functional impairment, pain status, and posture control was analyzed. **Results:** There were significant differences in muscle thickness, blood flow velocity, elastic modulus and blood flow resistance index between the study group and the control group of patients with different disease durations. The visual analogue scale and Oswestry disability index of the study group were higher than those of the control group, and the antexion range of motion, backward extension range of motion, anterior side of the left leg, posterior medial side of the left leg, anterior side of the right leg, posterior medial side of the right leg were lower than those of the control group. **Conclusion:** The quantitative parameters of SWE are significantly correlated with non-specific low back pain and dysfunction at different disease stages, which can be used as an important quantitative basis for diagnosis and evaluation of treatment effect.

Key words: Lumbago; Ultrasonography, Doppler, Color

非特异性腰痛是指腰背部疼痛, 没有明确的特定病因。根据解剖位置对患者的病情进行分析, 下腰痛可以分为椎管性疾病、前纵韧带疾病以及椎体性

疾病。根据患者的病理情况则可以分为特异性腰痛以及非特异性腰痛。而根据不同的病程分析, 如果患者的病程小于 1 月则为急性, 如果患者的病程在 1~

[收稿日期] 2024-04-22

[作者简介] 郝振民(1983-), 男, 满族, 河北承德人, 副主任医师。E-mail: haozhenmin1983@163.com

[通信作者] 郝振民, 衡水市人民医院超声二科, 053000。E-mail: haozhenmin1983@163.com

[基金项目] 2022 年河北省医学科学研究课题(编号: 20220466)。

3 月则为亚急性, 如果患者的病程超过 3 月则为慢性^[1]。由于不同病程的影响, 局部组织的损伤程度造成的肌肉断裂萎缩、脂肪浸润等情况也存在明显的差异。超声检查是一种无创、无辐射、安全可靠的检查方式, 其技术优点在于可以实时动态观察患者腰部软组织结构, 如肌肉、韧带等。此外, 它还可以评估神经根和血管结构, 并且成本相对较低^[2]。剪切波弹性成像(Shear wave elastography, SWE)是一种新型的无创检查技术, 可以用于评估组织的弹性特性^[3]。随着患者病程的延长, 其肌肉萎缩情况显著, 也是造成机体疼痛以及疾病进展的原因。本研究主要通过 SWE 定量参数与不同病程非特异性腰痛及功能障碍的相关性分析, 以期进一步指导临床诊断治疗。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究采取前瞻性研究, 选取我院 2021 年 5 月—2023 年 5 月期间收治的 200 例非特异性腰痛患者作为研究对象, 其中男 105 例, 女 95 例, 年龄 18~65 岁, 平均(48.95±3.12)岁, BMI 21.36~25.63 kg/m², 平均(24.14±2.56) kg/m², 左腿长平均(84.27±4.77) cm, 右腿长平均(84.94±4.66) cm。慢性病情况: 高血压患者 39 例, 糖尿病患者 21 例, 高脂血症患者 25 例。另外选取同期进行健康体检的志愿者 100 例作为对照组。

病例组中又根据病程情况分为急性组(55 例), 亚急性组(56 例)和慢性组(89 例)。

非特异性腰痛诊断标准参考《中国急慢性非特异性腰背痛诊疗专家共识》^[4]。慢性非特异性腰痛指病程持续 12 周以上, 病因不明的、除脊柱特异性疾病及神经根性疼痛以外原因所引起的肋缘以下、臀横纹以上, 两侧腋中线之间区域内的疼痛与不适, 伴或不伴大腿牵涉痛, 腰背部、腰骶部疼痛与不适; 可同时存在腰部无力、僵硬感、活动受限或协调性下降。

纳入标准: ①腰背部疼痛患者; 发病时间大于 12 周; ②性别不限; ③年龄 18~65 岁; ④CT 或 MRI 检查无腰椎间盘突出、腰椎管狭窄; ⑤同意本临床试验并签署知情同意书。排除标准: ①年龄小于 18 岁和大于 65 岁; ②所有腰椎手术后患者; ③其他腰部器质性病变引起的腰痛, 如感染、肿瘤、骨质疏松等导致的脊柱不稳和神经根性疼痛患者; ④神经根性疼痛患者; ⑤CT 或 MRI 诊断腰椎间盘突出、腰椎管狭窄; ⑥BMI>30 kg/m²。所有研究对象均了解本次研究的目标以及方法, 该项研究获得我院伦理委员会论证通过。

1.2 方法

采用彩色多普勒超声诊断仪(日本佳能公司, 型号 Aplio900), 探头频率 5~18 MHz。患者仰卧位, 双上肢水平放在身体两侧, 头部轻微垫高, 膝关节后方垫枕头, 减少脊柱屈曲程度降低腰椎代偿用力, 在肚脐上方约 2 cm, 距离中线 2~3 cm 处测量腹部肌群腹直肌、腹横肌的肌肉回声强度、肌肉厚度。利用超微血管成像测量肌肉内微血流分布、肌肉内血流速度测量、血流阻力指数, 再启动 SWE 分别测量非特异性腰痛患者腹直肌、腹横肌弹性模量值。取俯卧位时, 双上肢水平放在身体两侧, 头部放松, 小腿前方垫枕头, 减少脊柱过伸程度降低腰椎代偿用力, 分别在 L₃~L₄、L₄~L₅ 水平中线两侧进行测量腰背部核心肌群多裂肌、竖脊肌的肌肉回声强度、肌肉厚度。利用超微血管成像测量肌肉内微血流分布、肌肉内血流速度测量、血流阻力指数, 启动 SWE 分别测量非特异性腰痛患者竖脊肌、多裂肌弹性模量值。

对照组同样测量正常人群竖脊肌、多裂肌、腹直肌、腹横肌的肌肉回声强度、厚度, 利用超微血管成像测量多裂肌、竖脊肌、腹直肌、腹横肌的微血流分布, 肌肉内血流速度测量, 血流阻力指数, 启动 SWE 分别测量非特异性腰痛患者多裂肌、竖脊肌、腹直肌、腹横肌剪切波弹性模量值。

根据世界卫生组织体力活动标准^[5], 如果患者的每周中等强度的有氧运动时间在 150 min 以上, 或者高强度有氧运动时间在 75 min 以上则为体力活动达标组。本研究中体力达标患者 119 例, 体力活动不达标患者 81 例。

腰痛测量情况主要采取视觉模拟评分, 该项评分分为 0~10 分, 0 分为无疼痛, 10 分为剧烈疼痛^[6]。

患者的功能障碍主要以 Oswestry 残疾指数进行评价, 调查主要对患者的日常生活活动水平进行评价, 该项评分总分为 0~100 分, 分数越高, 患者的功能障碍情况越为严重^[7]。

对患者的腰部灵活度主要采取腰部活动度、闭眼单腿站立时间以及 Y 平衡情况进行比较。在本研究中使用卷尺对患者的 C₇ 以及 C₅ 的棘突连线的距离进行测量^[8], 研究腰椎在伸缩状态下的中立差值, 同时对患者的腰椎前屈以及后伸状态的腰部活动度进行测量。Y 平衡则主要对患者右腿前侧、后内侧、后外侧; 左腿前侧、后内侧、后外侧的伸出距离进行测量。

相关性分析采用线性回归措施, 对患者的肌肉厚度、血流速度、血流阻力指数、弹性模量值与功能障碍、疼痛情况以及姿势控制情况的相关性进行分析。

1.3 统计学分析

所有数据采用 SPSS 19.0 统计软件进行分析,

计数资料以例数(百分数)的形式表示,计量资料的采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组比较采用 t 检验分析,多组比较采取方差分析,两两比较采用 Lsd- t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的一般资料比较

两组患者的一般资料、慢性病情况、体力活动情况之间的差异不存在统计学差异(表 1)。

2.2 两组患者的多裂肌超声指标比较

研究组患者的多裂肌肌肉厚度 ($t=10.688, P=0.000$)、血流速度 ($t=65.217, P=0.000$) 低于对照组,血流阻力指数 ($t=11.050, P=0.000$)、弹性模量值 ($t=33.541, P=0.000$) 高于对照组,差异存在统计学意义,见表 2。

2.3 两组患者的竖脊肌超声指标比较

研究组患者的竖脊肌肌肉厚度 ($t=6.769, P=0.000$)、血流速度 ($t=68.487, P=0.000$) 低于对照组,血流阻力指数 ($t=19.007, P=0.000$)、弹性模量值 ($t=31.832, P=0.000$) 高于对照组,差异存在统计学意义,见表 3 和图 1,2。

2.4 不同病程患者的多裂肌超声指标比较

不同病程患者的多裂肌肌肉厚度 ($F=38.308, P=0.000$)、血流速度 ($F=132.562, P=0.000$)、血流阻力指数 ($F=168.848, P=0.000$)、弹性模量值 ($F=46.258, P=0.000$) 之间的差异存在统计学意义。随着患者的病程延长,患者的多裂肌肌肉厚度、血流速度显著降低,血流阻力指数、弹性模量值显著升高,见表 4。

2.5 不同病程患者的竖脊肌超声指标比较

不同病程患者的多裂肌肌肉厚度 ($F=55.982, P=0.000$)、血流速度 ($F=79.572, P=0.000$)、血流阻力指数 ($F=876.092, P=0.000$)、弹性模量值 ($F=155.322,$

表 1 两组患者的一般资料比较

	研究组	对照组	χ^2/t	P
性别(男/女)	105/95	55/45	0.167	0.682
年龄(岁)	48.96±2.14	48.95±2.42	0.035	0.972
BMI(kg/m ²)	24.13±2.22	24.15±2.29	0.072	0.943
左腿长(cm)	84.07±4.35	84.37±4.25	0.572	0.568
右腿长(cm)	84.85±4.35	84.98±4.27	0.247	0.805
高血压	39	18	0.097	0.755
糖尿病	21	11	0.017	0.895
高脂血症	25	12	0.015	0.901
体力活动达标	119	60	0.007	0.934

表 2 两组患者的多裂肌超声指标比较

	肌肉厚度 (cm)	血流速度 (cm/s)	血流阻力指数	弹性模量值 (kPa)
研究组	2.88±0.34	45.16±1.16	1.42±0.24	18.99±1.33
对照组	4.23±1.24	55.24±1.31	0.95±0.39	13.77±1.24
t	10.688	65.217	11.050	33.541
P	0.000	0.000	0.000	0.000

表 3 两组患者的竖脊肌超声指标比较

	肌肉厚度 (cm)	血流速度 (cm/s)	血流阻力指数	弹性模量值 (kPa)
研究组	1.15±0.36	45.99±1.16	1.44±0.23	16.45±1.17
对照组	1.35±0.15	55.72±1.16	0.92±0.22	11.41±1.35
t	6.769	68.487	19.007	31.832
P	0.000	0.000	0.000	0.000

表 4 不同病程患者的多裂肌超声指标比较

	肌肉厚度 (cm)	血流速度 (cm/s)	血流阻力指数	弹性模量值 (kPa)
急性组	3.55±0.96	50.12±3.66	0.99±0.12	7.66±1.94
亚急性组	2.89±0.94	45.21±2.57	1.39±0.37	9.01±1.12
慢性组	2.46±0.25	42.06±2.51	1.70±0.14	10.94±1.73
F	38.308	132.562	168.848	46.258
P	0.000	0.000	0.000	0.000
Lsd- t_1	6.771	12.673	13.205	7.455
Lsd- t_2	12.378	23.026	25.942	13.602
Lsd- t_3	4.910	9.049	11.390	5.380

注:Lsd- t_1 :急性组 vs 亚急性组;Lsd- t_2 :急性组 vs 慢性组;Lsd- t_3 :慢性组 vs 亚急性组。 P 均为 0.000。

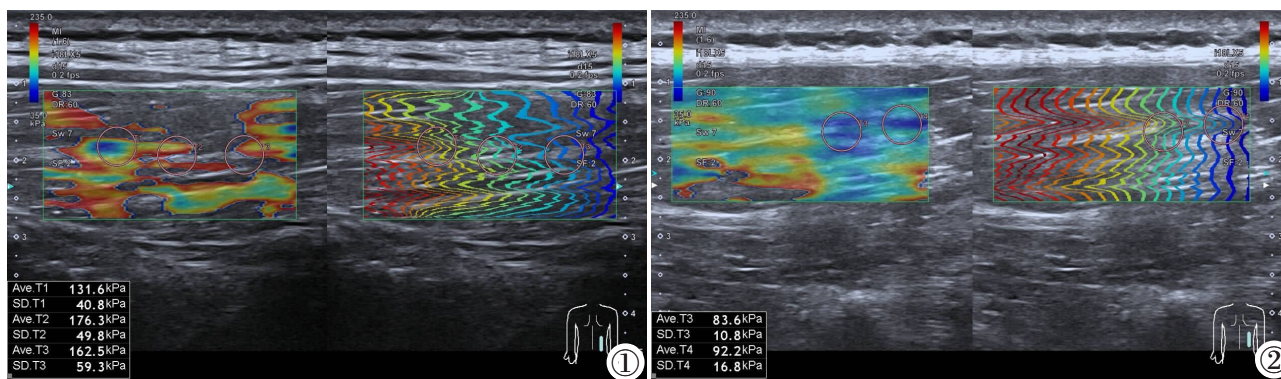


图 1 非特异性腰痛竖脊肌剪切波模量测量。 图 2 健康人竖脊肌剪切波模量测量。

Figure 1. Measurement of shear wave modulus of erector spinae muscle in non-specific low back pain. Figure 2. Measurement of shear wave modulus of erector spinae muscle in healthy subjects.

$P=0.000$)之间的差异存在统计学意义。随着患者的病程延长,患者的多裂肌肌肉厚度、血流速度显著降低,血流阻力指数、弹性模量值显著升高,见表 5。

2.6 两组患者的功能障碍以及疼痛情况比较

研究组患者的视觉模拟评分 ($t=46.163, P=0.000$)、Oswestry 残疾指数 ($t=57.609, P=0.000$) 高于对照组,前屈腰部活动度 ($t=179.615, P=0.000$)、后伸腰部活动度 ($t=180.571, P=0.000$)、左腿前侧 ($t=23.658, P=0.000$)、左腿后内侧 ($t=37.663, P=0.000$)、右腿前侧 ($t=39.784, P=0.000$)、右腿后内侧 ($t=54.275, P=0.000$) 低于对照组,见表 6。

表 5 不同病程患者的竖脊肌超声指标比较

	肌肉厚度 (cm)	血流速度 (cm/s)	血流阻力指数	弹性模量值 (kPa)
急性组	1.25±0.12	50.33±3.57	0.99±0.08	2.59±3.04
亚急性组	1.14±0.03	46.02±2.71	1.41±0.04	9.02±3.37
慢性组	1.09±0.09	43.28±3.37	1.74±0.14	10.27±2.81
F	55.982	79.572	876.092	155.322
P	0.000	0.000	0.000	0.000
Lsd- t_1	9.268	9.854	29.891	3.849
Lsd- t_2	4.922	17.840	59.080	22.579
Lsd- t_3	4.689	6.972	26.140	18.420

注:Lsd- t_1 :急性组 vs 亚急性组;Lsd- t_2 :急性组 vs 慢性组;Lsd- t_3 :慢性组 vs 亚急性组。 P 均为 0.000。

表 6 两组患者的功能障碍以及疼痛情况比较

	视觉模拟评分(分)	前屈腰部活动度(°)	后伸腰部活动度(°)	左腿前侧(cm)	左腿后内侧(cm)	右腿前侧(cm)	右腿后内侧(cm)	Oswestry 残疾指数(%)
研究组	5.22±1.28	27.38±1.36	29.31±1.19	59.75±1.29	93.72±1.31	57.05±1.23	91.59±1.34	28.28±1.23
对照组	0.96±0.18	55.85±1.26	55.48±1.18	63.43±1.26	99.61±1.26	62.85±1.17	100.06±1.24	18.98±1.36
t	46.163	179.615	180.571	23.658	37.663	39.784	54.275	57.609
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

3 讨论

SWE 是一种新型的无创检查技术,可以用于评估组织的弹性特性。在非特异性腰痛患者中,SWE 技术可以通过测量剪切波速度和剪切模量来评估腰部组织的弹性变化^[9],并且可以用于探究非特异性腰痛的机制、程度和预后^[10]。在非特异性腰痛中,SWE 技术可以用于评估多种因素对腰部组织的影响,包括肌肉劳损、韧带扭伤、椎间盘退变及神经根受压等。SWE 技术还可以用于评估非特异性腰痛患者的疼痛程度^[11]。除了评估非特异性腰痛的机制和程度外,SWE 技术还可用于预测非特异性腰痛的预后^[12]。

3.1 SWE 模量值与功能障碍的相关性

SWE 模量值与非特异性下腰痛患者的功能障碍程度呈显著正相关关系。SWE 模量值反映了下腰部组织的硬度和黏滞阻尼,而这些因素可能会影响到患者在日常生活中的运动能力和体能水平。本研究中随着患者的功能障碍的加重,患者的 SWE 模量值显著降低,且随着病程的延长,其 SWE 模量值呈下降趋势。在机体内,SWE 模量值受到多种因素的影响^[13]。例如,肌肉张力、肌肉萎缩、韧带松弛等都会导致下腰部组织硬度降低,从而影响 SWE 模量值的测量结果。此外,炎症、肿瘤、感染等因素也可能导致下腰部组织硬度改变,从而影响 SWE 模量值的测量结果。在非特异性下腰痛中,神经系统可能会受到多种因素的影响,如压力、焦虑、抑郁等情绪因素以及骨盆底肌群功能障碍等生理因素。这些因素

都可能导致神经系统功能异常,从而进一步影响下腰部组织的弹性特性和剪切模量值的测量结果^[14]。所以在对患者以上指标的测量过程中,及时要对患者的以上情况进行排除,进而才能对患者的功能障碍情况进行有效的预测。同时针对不同的病程而言,由于随着病程的加大,患者的肌肉萎缩情况明显,也是造成局部血液流通较低,神经功能以及功能力量等下降的重要原因之一^[15]。

3.2 超微血管成像参数与功能障碍的相关性

超微血管成像技术是一种新型的无创检查技术,可以用于评估组织的微循环情况。在不同病程的非特异性腰痛患者中,超微血管成像参数可以通过测量微循环灌注量、血流速度和血管密度等指标来评估下腰部组织的血液供应情况,并且可以用于探究不同病程非特异性腰痛的机制、程度和预后^[16]。本研究中,在急性期非特异性腰痛患者中,微循环灌注量与功能障碍程度呈显著负相关关系。急性期非特异性腰痛患者下腰部组织还没有受到明显的损伤或退化,因此微循环灌注量反映了下腰部组织的氧供水平和代谢状态,而这些因素可能会影响到患者在日常生活中的运动能力和体能水平^[17]。在亚急性期非特异性腰痛患者中,微循环灌注量与功能障碍程度之间的相关性可能会减弱或消失。这可能是因为亚急性期和慢性期非特异性腰痛患者下腰部组织已经受到了明显的损伤或退化,导致微循环灌注量不再能够完全反映下腰部组织的功能状态^[18]。此时,血流速度和血管密度等参数可能更能够反映下腰部组

织的结构和功能状态。此外,在不同病程非特异性腰痛患者中,超微血管成像参数还可以用于预测患者的预后^[19]。在急性期非特异性腰痛患者中,微循环灌注量与治愈率呈正相关关系,即微循环灌注量越高,治愈率越高。而在亚急性期非特异性腰痛患者中,则可能存在其他因素干扰了超微血管成像参数与治愈率之间的关系^[20-21]。

但是本研究还存在一定的局限性,在对肥胖、合并肌肉萎缩等情况患者的分析中,由于受到脂肪以及肌肉萎缩的病理性干扰^[22-23],使用超声剪切波对患者的相关参数的分析中,可能会存在一定的误差,针对此类患者建议联合多种影像学指标进行综合研判。

综上所述,SWE 定量参数与不同病程非特异性腰痛及功能障碍呈现显著的相关性,可作为诊断及治疗效果评价的重要定量依据。

[参考文献]

- [1]宋明欣,秦健,肖强. 腰痛与胸腰筋膜影像学征象相关性的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志,2023,31(9):815-818.
- [2]高丽,米婧,张元智,等. 磁共振-超声图像融合验证腰椎关节突关节的可信度评估[J]. 内蒙古医科大学学报,2023,45(1):58-61.
- [3]郝振民,郭振宁,邓宇光,等. 肌骨超声、SMI 联合 SWE 技术在观察 NLBP 患者相关肌肉特征变化中的应用 [J]. 影像科学与光化学,2023,41(1):79-83.
- [4]中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会专家组. 中国急/慢性非特异性腰背痛诊疗专家共识 [J]. 中国脊柱脊髓杂志,2016,26(12):1134-1138.
- [5]郑康勇,吴进龙,王雪强. 体力活动对慢性非特异性腰痛患者疼痛和姿势控制的影响[J]. 中国康复医学杂志,2023,38(7):942-948.
- [6]万丽,赵晴,陈军,等. 疼痛评估量表应用的中国专家共识(2020版)[J]. 中华疼痛学杂志,2020,16(3):177-187.
- [7]Yurkovskiy AM, Nazarenko IV, Achinovich SL. Result of diagnostic block of long dorsal sacroiliac ligament under sonographic control in patients with low back pain [J]. J Grodno State Med University, 2017, 15(5): 516-520.
- [8]Marugán-Rubio D, Chicharro JL, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, et al. Effectiveness of Ultrasonography Visual Biofeedback of the Diaphragm in Conjunction with Inspiratory Muscle Training on Muscle Thickness, Respiratory Pressures, Pain, Disability, Quality of Life and Pulmonary Function in Athletes with Non-Specific Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial [J]. J Clin Med, 2022, 11(15): 4318.
- [9]陈漫丽. 不同支撑刚度和腹腔内压变化对腹部支撑效应的研究[D]. 上海:上海体育学院,2022.
- [10]刘文芬. 实时超声在瑜伽蝗虫姿势下动态评估下腰痛患者腰背肌的收缩功能[D]. 广州:南方医科大学,2022.
- [11]周妮,王盈. 超声引导小关节阻滞治疗腰椎小关节源性下腰痛的临床观察[J]. 颈腰痛杂志,2022,43(3):458-459.
- [12]陈敬杰,杨延国,王春久,等. 肌骨超声引导下针刀联合局部封闭治疗第三腰椎横突综合征的疗效观察 [J]. 河北中医,2022,44(4):622-625.
- [13]陈松华,张刚林,陈方正,等. 超声弹性成像技术对飞行人员下腰痛的诊断价值[J]. 空军医学杂志,2022,38(2):107-110.
- [14]冯萍津. 基于经筋理论运用浮刺联合耳穴埋豆治疗慢性非特异性下腰痛的临床研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2022.
- [15]Ge M, Onoda K, Maruyama H, et al. Analysis of the relationship between the transversus abdominis and lower back pain using an ultrasound[J]. J Phys Ther Sci, 2021, 33(11): 845-849.
- [16]李国臣,芦斌. 慢性腰痛患者行 8 周腰椎稳定训练前后腹壁超声变化及其与临床预后的关系[J]. 颈腰痛杂志,2021,42(5):687-689.
- [17]施玉博,郭卫春,余铃. 非特异性下腰痛:北美脊柱协会(NASS)循证医学指南解读 [J]. 中国修复重建外科杂志,2021,35(10):1336-1340.
- [18]杨小林,陈丽霞,任映梅,等. 超声引导下胸腰筋膜平面阻滞联合体外冲击波治疗慢性非特异性下腰痛的临床效果 [J]. 临床麻醉学杂志,2021,37(7):736-740.
- [19]Sconza C, Braghetto G, Respizzi S, et al. Ultrasound-guided periradicular oxygen-ozone injections as a treatment option for low back pain associated with sciatica [J]. Int Orthop, 2021, 45(5): 1-8.
- [20]潘纯,李红辉,黎明,等. 超声引导下针刺治疗慢性非特异性下腰痛的临床疗效观察[J]. 湖南中医药大学学报,2021,41(2):270-274.
- [21]杨小林,吴宏伟,沈爱云,等. 超声引导下腰脊神经后内侧支三点阻滞法的应用研究[J]. 重庆医学,2021,50(2):285-288.
- [22]Halliday HM, Pappas E, Hancock JM, et al. A randomized clinical trial comparing the McKenzie method and motor control exercises in people with chronic low back pain and a directional preference: 1-year follow-up [J]. Physiotherapy, 2019, 105(4): 442-445.
- [23]Rubira APFA, Rubira MC, Rubira LA, et al. Comparison of the effects of low-level laser and pulsed and continuous ultrasound on pain and physical disability in chronic non-specific low back pain: a randomized controlled clinical trial [J]. Adv Rheumatol, 2019, 59(1): 57.