

肌骨超声评价呼吸训练改善慢性非特异性下背痛患者多裂肌的形态学改变

李超¹, 张佩佩², 徐朦婷³, 李琳琳¹, 丁江涛³, 刘西花¹, 毕鸿雁¹<https://doi.org/10.12307/2023.206>

投稿日期: 2022-01-06

采用日期: 2022-02-11

修回日期: 2022-03-23

在线日期: 2022-04-28

中图分类号:

R459.9; R496; R318

文章编号:

2095-4344(2023)09-01417-05

文献标识码: B

文章快速阅读: 呼吸训练干预慢性下背痛患者腰椎稳定肌肌肉厚度与横截面积的改变

设计思路

观察呼吸训练在能改善慢性下背痛患者症状的基础上能否改善多裂肌的形态

试验方法

试验分为3组: 呼吸对照组(单纯呼吸训练), 核心对照组(核心训练)及试验组(呼吸训练+核心训练), 观察3组训练方法对多裂肌形态的影响

结果验证

试验验证了呼吸训练可以提高腰椎稳定性, 为呼吸训练改善下背痛患者临床症状提供理论支持

文题释义:

核心稳定性: 核心区域肌肉群可被描述为一个规整的立方体, 位于整个肌群前面的是腹部肌群, 在其对面是臀部的肌群以及背部肌群, 其上下分别是横膈肌和盆底肌。核心稳定的要点或原则是在保持脊柱中立稳定的同时, 为人体关节活动提供保护作用, 并有稳定的结构防护基础, 核心稳定性是主动肌群、被动肌群、神经三者在日常工作中的有效协作, 这种有效合作才使得机体的脊柱运动持续保持在一个合适范围之内。

腹式呼吸训练: 该方法即训练腹式呼吸, 强调膈肌运动, 目的是改善异常呼吸模式, 减少其它辅助呼吸肌的用力, 改善呼吸效率, 降低呼吸能耗。患者仰卧位或半坐位或坐位, 先将双手置于腹部以感觉腹式呼吸时腹部的动作; 治疗师站在患者右侧, 右手平放于患者上腹部。吸气时腹部放松, 治疗师手上抬, 患者经鼻缓慢深吸气, 隆起腹部。最高点时暂3 s; 呼气时治疗师手下压, 患者缩唇将气缓慢吹出, 同时收缩腹肌, 促进横膈上抬。

摘要

背景: 已有研究证实腰椎稳定训练可以改善慢性下背痛患者多裂肌的肌肉形态, 呼吸训练是否影响慢性下背痛患者的多裂肌形态暂无临床研究。

目的: 观察呼吸训练对慢性非特异性下背痛患者的腰椎稳定肌(多裂肌)肌肉厚度与横截面积改变的影响。

方法: 96例符合纳入标准的慢性非特异性下背痛患者随机分为试验组($n=32$)、呼吸对照组($n=32$)和核心对照组($n=32$), 呼吸对照组接受呼吸训练, 核心对照组接受核心稳定训练, 试验组接受呼吸训练合并核心稳定训练, 治疗1次/d, 20 min/次, 5 d/周, 持续10周。3组患者治疗前后均采用肌骨超声观察记录患者腰椎稳定肌(多裂肌)的肌肉厚度与横截面积, 对3组患者治疗前后多裂肌的形态学变化进行评价。

结果与结论: ①治疗后双侧L₅多裂肌厚度和呼吸对照组与核心对照组无明显差异, 试验组显著大于其他两组; 治疗后双侧L₅多裂肌横截面积和试验组>呼吸对照组>核心对照组, 差异有显著性意义($P < 0.001$); ②应用肌骨超声观察治疗前后3组患者多裂肌的形态学变化, 证实呼吸训练对腰椎多裂肌的厚度和横截面积均有改善作用, 同时肌骨超声技术作为新的疗效观察工具, 可以作为慢性非特异性下背痛患者评估及辅助治疗的有效手段。

关键词: 慢性非特异性下背痛; 呼吸训练; 腰椎稳定肌; 肌骨超声; 多裂肌

Respiratory training improves morphological changes of the multifidus muscle in patients with chronic nonspecific lower back pain assessed by musculoskeletal ultrasound

Li Chao¹, Zhang Peipei², Xu Mengting³, Li Linlin¹, Ding Jiangtao³, Liu Xihua¹, Bi Hongyan¹¹Department of Rehabilitation, Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250011, Shandong Province, China;²Department of Rehabilitation Medicine, Second Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250001, Shandong Province, China;³School of Rehabilitation Medicine, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250301, Shandong Province, China

Li Chao, Master, Technician-in-charge, Department of Rehabilitation, Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250011, Shandong Province, China

Corresponding author: Bi Hongyan, Master, Chief physician, Department of Rehabilitation, Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250011, Shandong Province, China¹山东中医药大学附属医院康复科, 山东省济南市 250011; ²山东中医药大学第二附属医院康复医学科, 山东省济南市 250001; ³山东中医药大学康复医学院, 山东省济南市 250301**第一作者:** 李超, 男, 1987年生, 山东省肥城市人, 汉族, 2015年香港理工大学物理治疗学毕业, 硕士, 主管技师, 主要从事肌肉骨骼系统疾病物理治疗的研究。**通讯作者:** 毕鸿雁, 硕士, 主任医师, 山东中医药大学附属医院康复科, 山东省济南市 250011<https://orcid.org/0000-0003-0886-675X> (李超)

引用本文: 李超, 张佩佩, 徐朦婷, 李琳琳, 丁江涛, 刘西花, 毕鸿雁. 肌骨超声评价呼吸训练改善慢性非特异性下背痛患者多裂肌的形态学改变 [J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(9):1417-1421.



Abstract

BACKGROUND: Studies have confirmed that lumbar spine stabilization training can improve muscle morphology of the multifidus muscle in patients with chronic low back pain. There is no clinical study on whether respiratory training affects the multifidus muscle morphology in patients with chronic lower back pain.

OBJECTIVE: To investigate the effect of respiratory training on the changes of muscle thickness and cross-sectional area of lumbar stable muscle (multifidus muscle) in patients with chronic nonspecific lower back pain.

METHODS: Totally 96 patients with chronic nonspecific lower back pain who met the inclusion criteria were randomly divided into trial group ($n=32$), respiratory training control group ($n=32$) and core training control group ($n=32$). The respiratory training and core training control groups received respiratory training and core stabilization training, respectively. The trial group received respiratory training combined with core stabilization training. The treatment was performed once a day, 20 minutes every time, 5 days per week, for 10 consecutive weeks. Before and after treatment, musculoskeletal ultrasound was used to observe and record the thickness and cross-sectional area of the lumbar stabilizing muscle (multifidus muscle) in the three groups. The morphology of the multifidus muscle was evaluated before and after treatment in the three groups.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) After treatment, there was no significant difference in bilateral L₅ multifidus muscle thickness sum between the respiratory training control group and the core training control group, but the multifidus muscle thickness sum was significantly thicker in the trial group than that in the other two groups. After treatment, there were significant differences in cross-sectional area sum of bilateral L₅ multifidus muscle among groups (trial group > respiratory training control group > core training control group) ($P < 0.001$). (2) Musculoskeletal ultrasound results of the morphological changes of the multifidus muscle in the three groups before and after treatment confirmed that respiratory training could improve the thickness and cross-sectional area of the lumbar multifidus muscle. Musculoskeletal ultrasound technology, as a new curative effect observation tool, can be used as an effective means for the evaluation and adjuvant therapy in patients with chronic nonspecific lower back pain.

Key words: chronic nonspecific lower back pain; respiratory training; lumbar stabilization muscle; musculoskeletal ultrasound; multifidus muscle

How to cite this article: LI C, ZHANG PP, XU MT, LI LL, DING JT, LIU XH, BI HY. Respiratory training improves morphological changes of the multifidus muscle in patients with chronic nonspecific lower back pain assessed by musculoskeletal ultrasound. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2023;27(9):1417-1421.

0 引言 Introduction

慢性非特异性下背痛是一种伴有明显腰部、腰骶和臀部疼痛和不适而又缺乏明确临床病因的慢性疼痛综合征^[1],在临床上既找不到确切的组织病理结构改变,又不能通过客观检查确诊病因的疾病^[2]。非特异性下背痛的治疗常采取综合非手术治疗^[3],非手术治疗主要集中在运动疗法和手法治疗。腰椎主动稳定训练是近年来慢性非特异性下背痛治疗研究的热点^[4-5],相关证据表明腰椎多裂肌异常激活^[6]、核心肌群活动和脊柱稳定性减弱也是造成慢性非特异性下背痛的重要原因之一^[7]。慢性下背痛患者还伴有呼吸模式的异常,这种异常改变常表现在呼吸模式、肺容量及膈肌力学等不同方面的改变^[8-9],研究发现通过呼吸训练可以改善慢性腰背痛患者的临床症状^[9-10],其机制研究多集中在膈肌功能改善方面,而呼吸训练在改善慢性下背痛患者症状的同时是否影响到腰椎稳定肌膈肌的激活目前尚无临床研究。

肌骨超声近年来在临床各个领域应用比较广泛,应用肌骨超声可以有效监测肌肉收缩并用于腰椎核心稳定性训练的评估^[11],从而保证患者训练时深层稳定肌激活的准确性^[12]。其中利用肌骨超声测量肌肉收缩时的肌肉厚度和肌肉横截面的变化是临床中常用的评估方法之一,并具有较高的可信度^[13]。研究拟用肌骨超声观察呼吸训练后慢性非特异性下背痛患者腰椎稳定肌的肌肉形态学变化,探求呼吸训练对慢性下背痛患者临床改善的作用机制,以期为临床治疗引导患者腰椎稳定肌的激活训练提供理论支持。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 随机对照试验,计量资料比较采用方差分析,多重比较用 Dunnett 法。

1.2 时间及地点 观察对象来自 2018 年 6 月至 2019 年 12 月于山东中医药大学附属医院康复科门诊就诊治疗的慢性非特异性下背痛患者。

1.3 对象 共选取慢性非特异性下背痛患者 96 例,纳入患者均符合美国物理治疗协会对慢性非特异性下背痛的诊断标准^[14]。患者按照首次就诊顺序进行编号,所有患者编号采用随机数字表法分为呼吸对照组、核心对照组和试验组(为呼吸训练合并核心稳定性训练),每组 32 例;分组设计采取隐蔽分组及盲法评估的原则。3 组患者的性别、年龄、身高、体质量及治疗过程中的病例脱落数差异均无显著性意义($P > 0.05$)。

纳入标准: ①年龄 18-55 岁,病程 12 周以上;②X 射线片、CT 或 MRI 检查未见其他异常;③病情稳定;④患者自愿参与此课题研究、理解并签订知情同意书。

排除标准: ①持续的急性、剧烈腰部疼痛者;②有认知障碍且无法配合治疗者;③患有严重的原发疾病、精神病等者;④有感染、强制性脊柱炎、类风湿性关节炎、严重骨质疏松、骨折未愈合、脊柱肿瘤、结核或有脊柱手术史者;⑤哺乳期或妊娠期妇女;⑥患有严重的呼吸系统类疾病及心脏病;⑦参与此次治疗前接受过其他相关治疗。

研究方案的实施符合山东中医药大学附属医院的相关伦理要求。

1.4 方法

1.4.1 核心对照组 患者采用常规腰椎核心稳定性训练,在仰卧位、侧卧位及俯卧位悬吊状态下进行统一的训练,方案如下:①仰卧位:使用窄吊带悬吊患者双腿,宽吊带悬吊骨盆与腰部并根据患者情况采用弹性吊绳辅助,嘱患者做收腹并保持骨盆与躯干水平;②侧卧位:患者侧卧双腿并拢,使用窄吊带悬吊双腿,宽吊带悬吊骨盆与腰部并根据患者情况采用弹性吊绳辅助,前臂支撑床面,以肘部和腿的悬吊点做为支点撑起身体并保持水平;③俯卧位:患者以肘关节撑于床面,双腿并拢,使用窄吊带悬吊双腿,宽吊带悬吊骨盆和腰部并根据患者情况采用弹性吊绳辅助,骨盆及躯干抬高床面并做弓腰、屈髋、屈膝做弓腰卷身动作。以上治疗 1 次/d,

20 min/次, 5 d/周, 持续 10 周。

1.4.2 呼吸对照组 患者首先纠正呼吸模式, 指导患者正确的膈式呼吸方法, 即患者取舒适体位, 放松自然呼吸, 治疗师将双手放置于患者腹部, 感受患者的呼吸模式, 之后指导患者以鼻吸气, 以嘴呼气。吸气时, 腹部上升; 呼气时, 腹部下降。

吸气肌采用德国生产的 Power breathe 吸气肌训练器对患者进行训练, 具体方法如下: 首先对患者进行吸气肌功能的评定, 患者端坐位, 提前给患者做示范, 点击软件“开始评定”按钮, 治疗师指导患者先完全呼气, 同时咬住过滤器, 用口做一次最大力最快速的吸气, 直到不能再吸为止; 然后缓慢呼气, 整个吸气过程以腹式呼吸进行, 如此往复 30 次, 记录相应的数值, 根据评定结果选择最大吸气肌肌力强度的 30%–60% 进行吸气肌肌力训练, 训练过程中根据患者情况调整训练强度。以上治疗每组 30 次, 每次治疗约 20 min, 1 次/d, 5 d/周, 持续 10 周。

1.4.3 试验组 患者治疗为呼吸训练合并核心稳定训练, 具体训练方法同上, 每次治疗呼吸训练约 10 min、核心稳定训练约 10 min, 共 20 min, 1 次/d, 5 d/周, 持续 10 周。

1.4.4 疗效评定 应用迈瑞超声 (Mindray M7 Series, 中国), 超声探头频率 6–10 Hz, 高频探头测量 L₅ 节段多裂肌厚度和横截面积, 由一位有超声基础经验的临床医生对多裂肌的厚度和横截面积进行测量, 结果统计两侧多裂肌厚度与横截面积之和, 具体步骤如下: ①患者俯卧位, 腹部放一薄枕头, 双小腿处放一枕头使膝关节处于微屈曲体位, 以避免腰椎过度屈曲, 双上肢置于身体两侧; ②体表定位 L₅ 棘突并用记号笔做标记; ③将超声探头置于标记点处, 测量椎体两侧多裂肌厚度和横截面积, 见图 1, 2, 测量时每次取 3 张图片, 然后取平均值。



图 1 | 多裂肌横截面积超声检查
Figure 1 | Ultrasonography of the cross-sectional area of the multifidus muscle

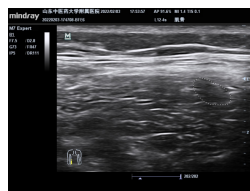


图 2 | 多裂肌厚度超声检查
Figure 2 | Ultrasonography of multifidus muscle thickness

1.5 主要观察指标 训练前及训练 10 周后 3 组患者的多裂肌厚度及横截面积。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计软件进行检测结果分析, 计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 多个样本均数比较, 符合正态分布的计量资料比较采用方差分析, 多重比较用 Dunnett 法。P < 0.05 为差异有显著性意义。文章统计学方法已经山东中医药大学附属医院生物统计学专家审核。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 纳入患者 96 例, 分为 3 组, 试验过程中有 4 例未完成试验, 最终进入结果分析的病例数核心对照组 30 例, 呼吸对照组 31 例, 试验组 31 例。

2.2 各组患者基线资料比较 3 组患者的性别、年龄、身高、体质量及治疗过程中的病例脱落数差异均无显著性意义 (P > 0.05), 见表 1; 患者分组流程图见图 3。

表 1 | 三组患者资料对照 (n=32)
Table 1 | Data comparison of patients of three groups

项目	核心对照组	呼吸对照组	试验组	P 值
男/女 (n)	17/15	15/17	16/16	0.623
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	36.32 ± 13.21	39.45 ± 11.23	40.22 ± 11.73	0.356
身高 ($\bar{x} \pm s$, cm)	168.67 ± 8.08	166.87 ± 7.98	166.88 ± 9.32	0.678
体质量 ($\bar{x} \pm s$, kg)	67.33 ± 4.29	68.32 ± 3.54	65.87 ± 7.22	0.489
脱落数 (n)	2	1	1	1
病程 ($\bar{x} \pm s$, 月)	8.97 ± 5.67	9.43 ± 4.22	10.3 ± 4.39	0.145

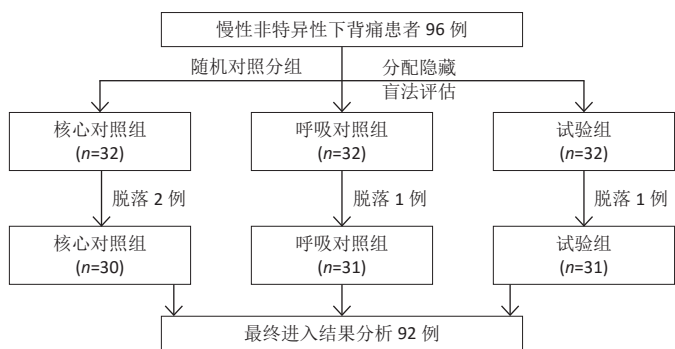


图 3 | 患者分组流程图
Figure 3 | Flow chart of patient group allocation

2.3 各组治疗前后多裂肌厚度与横截面积和比较 治疗前各组之间无明显差异; 治疗后双侧 L₅ 多裂肌厚度和呼吸对照组与核心对照组比较无明显差异, 试验组显著大于其他两组; 治疗后双侧 L₅ 多裂肌横截面积和呼吸对照组大于核心对照组, 但差异无显著性意义, 两对照组与试验组之间差异有显著性意义, 见表 2, 3。

表 2 | 治疗前后各组多裂肌厚度与横截面积和比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 2 | Comparison of thickness and cross-sectional area sum of multifidus muscle in each group before and after treatment

组别	n	时间	双侧 L ₅ 多裂肌厚度和 (cm)	双侧 L ₅ 多裂肌横截面积和 (cm ²)
核心对照组	30	治疗前	3.39 ± 0.52	7.06 ± 0.33
		治疗后	3.60 ± 0.49	7.49 ± 0.41
呼吸对照组	31	治疗前	3.54 ± 0.54	7.12 ± 0.45
		治疗后	3.87 ± 0.60	7.75 ± 0.49
试验组	31	治疗前	3.38 ± 0.41	7.03 ± 0.28
		治疗后	4.25 ± 0.41	9.66 ± 0.29

表 3 | 治疗前后各组双侧多裂肌厚度与横截面积和的多重比较
Table 3 | Multiple comparisons of bilateral multifidus muscle thickness and cross-sectional area sum in each group before and after treatment

评估指标	治疗前		治疗后	
	F 值	P 值	F 值	P 值
双侧 L ₅ 多裂肌厚度和	1.020	0.365	13.103	< 0.001
双侧 L ₅ 多裂肌横截面积和	0.495	0.611	262.047	< 0.001

2.4 不良事件 核心对照组和试验组患者在核心稳定训练过程中,均未发生关节、肌肉及软组织损伤等情况。

3 讨论 Discussion

3.1 呼吸训练对多裂肌的形态学改变 异常的呼吸模式下膈肌功能减弱,胸锁乳突肌、胸大肌、肋间肌等肌肉过度收缩,上半身姿势随之发生代偿,出现上交叉综合征的异常姿势表现,进而影响整体生物力学受力,而这些错误的姿势同时也会影响膈肌上下方向的运动^[15]。腰椎稳定性需要腹内压的参与,腹式呼吸过程中,膈肌的收缩对腹腔产生压力变化,腹内压系统可由腹腔内腹横肌、腹内斜肌、膈肌、多裂肌等肌肉收缩,腹腔容积减小,腹内压上升,膈肌收缩的强度可以调节腹内压的平衡,动态的腹内压平衡是维持脊柱生物力学和脊柱稳定的重要条件^[16]。

多裂肌位于腰椎两旁,由多条独立的肌束组成,分为深、浅两层,浅层肌肉主要控制脊柱活动的方向,深层肌肉控制椎体节段间的活动,对椎体间的旋转运动及剪切力起控制作用,是腰椎核心肌群的重要部分,相关研究显示,慢性下背痛患者的多裂肌均存在肌肉萎缩、横截面积及厚度减少的现象^[17]。

孙文江等^[18]的研究发现,通过腰椎稳定性训练能够增加非特异性下背痛患者腰椎多裂肌横截面积,此次研究采用的膈式呼吸可以向各个方向激活膈肌运动,增加腹内压从而有效激活核心肌群,多裂肌作为核心肌群的一部分而被激活,在肌肉形态学上可表现为肌肉厚度与横截面积的增大,同时也验证了上述研究结论。此研究结果显示,呼吸训练和核心稳定训练对多裂肌都有一定激活作用,通过呼吸训练结合核心稳定训练与单纯的核心稳定训练相比,呼吸训练改善多裂肌肌肉形态的效果优于核心稳定训练,证实了呼吸训练可以有效改善多裂肌肌肉形态学,从结构层面证实了呼吸训练对慢性非特异性下背痛的改善机制。相对于腰椎核心稳定训练,呼吸训练可以更好地激活膈肌并增加腹内压,从而更加有效地激活多裂肌,因此相对于单纯的核心稳定训练对多裂肌的影响,呼吸训练可以更有效地激活多裂肌,达到功能改善的目的。

3.2 呼吸训练对腰椎稳定及腰痛的影响 常规的核心训练往往忽视膈肌的重要性,膈肌作为核心肌群的一部分具有呼吸和稳定躯干及腰椎的多重功能。SUNG等^[19]研究发现,膈肌功能障碍与慢性腰痛有一定关系。WONG等^[20]的研究表明慢性腰痛患者常存在膈肌与呼吸模式异常的症状,而人体姿势稳定肌也容易受呼吸模式与呼吸肌肌力的影响。

膈肌、盆底肌、腹横肌及多裂肌共同构成了腰椎的核心稳定肌,当出现腰椎不稳定或不平衡时,多裂肌会预先收缩并维持腰椎矢状面与额状面上的正常力线,减少椎体节段间的相对移位,从而避免损伤。同时多裂肌的肌纤维短小且横截面较大,能够在椎体旁产生较强的稳定作用,因此基于多裂肌的生物力学特性其主要作用是维持腰椎稳定性和控制腰

椎节段间活动从而避免腰痛的产生。

核心训练对于腰痛的治疗与预防都有一定的疗效^[21-24],但常规核心训练往往忽略了膈肌的激活与训练,尤其是膈肌在姿势控制中的作用^[25],此次研究吸气肌训练所采用的Power breathe 吸气肌训练器也证实相对于其他呼吸训练方法可以有效激活及训练膈肌^[26-27],通过正确的呼吸训练可以增强腰椎稳定性。

3.3 肌骨超声评估及辅助治疗 肌骨超声具有无创伤、无辐射、操作简便及即时可视化的优点,近年来被更多的应用于评估腰痛患者的肌肉功能和训练效果的成像特点^[28-29]。张志杰等^[13]利用肌骨超声对慢性腰痛患者的多裂肌厚度和横截面积进行观察,结果证实肌骨超声的重复测量系数较高,具有较高的可信度。BELAVY等^[30]采用MRI与超声测定L₄₋₅节段多裂肌厚度,发现两种方法有良好相关性,综合多项研究表明,肌骨超声测定多裂肌的厚度具有良好效度和信度。此次试验利用肌骨超声观察慢性非特异性下背痛患者腰椎稳定肌的肌肉形态变化,同样取得了较好的对照效果。

慢性腰痛患者常存在多裂肌失活或萎缩的现象,临床康复治疗可以采用多种方法激活多裂肌以增加多裂肌运动单位募集数量、增强肌肉收缩力,在超声影像下可表现为多裂肌肌肉横截面积或厚度的变化。但是在治疗中如何让需要激活的多裂肌以正确的收缩顺序及方式进行工作是核心稳定性训练的关键,因此治疗师应首先以正确的方式激活相应的肌肉并采用不同形式及难度的核心稳定训练,训练过程中若产生错误的代偿动作将直接影响训练的临床有效性,应用肌骨超声可直观地观察目的肌肉是否有收缩,在训练的同时有效评估靶向肌肉的正确收缩以增强训练效果,因此肌骨超声等评估手段可保证患者进行正确的训练以保证临床疗效。

综上所述,通过肌骨超声观察治疗前后3组患者多裂肌的形态学变化,发现呼吸训练对腰椎多裂肌的厚度和横截面积均有改善作用,同时肌骨超声技术作为新的疗效观察工具,可以作为慢性非特异性下背痛患者评估及辅助治疗的有效手段。另外,此研究还有一些其他不足,如样本量偏小、未长期随访且超声检查中容易受检查者经验及患者体位而影响检查结果等,同时因临床工作受限暂无进行追踪呼吸训练对纳入病例慢性腰痛患者功能的改善情况,故结果可能存在一定偏差,因此后续研究应增大样本量、优化研究设计方案,并针对患者功能改善进行深入全面研究。

作者贡献: 研究设计为李超、毕鸿雁,门诊收集病例及训练为李超、张佩佩、李琳琳,盲法肌骨超声评估为刘西花,数据分析为丁江涛、徐滕婷,论文撰写为李超、丁江涛。

利益冲突: 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

前瞻性临床研究数据开放获取声明: 文章作者同意:①可以在一定范围内开放研究参与者去标识的个体数据;②可以在一定范围内开放共享文章报告结果部分的去标识个体基础数据,包括正文、表、图及附件;③可以在一些情况下开放研究方案和知情同意书等相关文档;④全文开放获取数据的时间是从文章出版后即刻,并无终止日期。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 文章撰写遵守了《随机对照临床试验研究报告指南》(CONSORT 指南); 出版前经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次文字和图表查重; 经小同行外审专家双盲审稿, 同行评议认为符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] 吴建贤, 王斌, 石淑霞. 下腰痛生物力学特点的研究进展 [J]. 中华临床医师杂志电子版, 2014,8(24):4449-4453.
- [2] KOES BW, MWM VAN TULDER, THOMAS S. Diagnosis and treatment of low back pain. *BMJ*. 2006;332:1430-1434.
- [3] 王宽, 王辉昊, 梁非凡, 等. 非特异性下背痛保守疗法的指南回顾 [J]. 中国康复医学杂志, 2016,31(11):1280-1284.
- [4] 汪敏加, 孙君志. 慢性腰痛患者的核心稳定性分析及康复干预的疗效观察 [J]. 上海体育学院学报, 2019,43(2):91-96.
- [5] 张胜利. 核心力量训练对慢性腰痛患者康复效果的影响 [J]. 临床医学, 2019,39(7):52-54.
- [6] 冯金升, 王健. 腰痛的一个亚组 - 腰椎稳定肌异常 [J]. 颈腰痛杂志, 2012,33(4):302-305.
- [7] D' HOOGE R, HODGES P, TSAO H, et al. Altered trunk muscle coordination during rapid trunk flexion in people in remission of recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(1):173-181.
- [8] YOON TL, CYNN HS, CHOI SA, et al. Trunk muscle activation during different quadruped stabilization exercises in individuals with chronic low back pain. *Physiother Res Int*. 2015;20(2):126-132.
- [9] 费龙攀, 朱江, 侯永康, 等. 呼吸训练对非特异性腰痛患者临床症状的改善效果研究 [J]. 中国学校体育 (高等教育), 2018,5(10):88-93.
- [10] 范星月, 闫博馨, 丁家喻, 等. 呼吸训练对非特异性腰痛的疗效 [J]. 中国康复理论与实践, 2018,24(1):93-96.
- [11] 牟鑫, 张国辉, 谢兴元, 等. 肌骨超声在腰痛评价中的现状 [J]. 中国医学创新, 2016,32:129-131.
- [12] 郑耀超, 林彩娜, 柯松坚, 等. 多裂肌核心稳定性训练: 超声联合表面肌电监测与无监测的比较 [J]. 中国组织工程研究, 2018,22(36):5785-5790.
- [13] 张志杰, 朱毅, 刘四文, 等. 骨肌超声在慢性腰痛患者多裂肌厚度和横截面积测量中的应用 [J]. 中国康复医学杂志, 2013,28(3):262-263.
- [14] DELITTO A, GEORGE SZ, DILLEN LRV, et al. Low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(4):A1-A57.
- [15] 蒋静雅. 呼吸肌训练对非特异性慢性腰痛女性腰部姿势控制能力的影响 [D]. 北京: 首都体育学院, 2019.
- [16] 郑竹君. CLBP 患者腰椎稳定性与核心肌群功能改变的临床研究 [D]. 昆明: 昆明医科大学, 2021.
- [17] 张珊珊, 王艳君, 赖建洋, 等. 慢性腰痛患者腰部深层多裂肌超声形态特征分析 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020,42(3):228-231.
- [18] 孙文江, 高美, 施加加, 等. 腰椎稳定性训练对下背痛患者腰椎功能及多裂肌和腹横肌形态的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020,42(3):242-244.
- [19] SUNG DH, YOON SD, PARK GD. The effect of complex rehabilitation training for 12 weeks on trunk muscle function and spine deformation of patients with SCI. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(3):951-954.
- [20] WONG ML, ANDERSON RG, GARCIA K, et al. The effect of inspiratory muscle training on respiratory variables in a patient with ankylosing spondylitis: A case report. *Physiother Theory Pract*. 2017;33(10):805-814.
- [21] 刘芳, 敖丽娟. 核心肌稳定性训练对腰痛康复治疗的意义 [J]. 中国康复医学杂志, 2017,32(2):231-234.
- [22] 马海浩. 核心力量训练对慢性下腰痛的研究现状 [J]. 当代体育科技, 2018,8(16):11-12.
- [23] 梁健, 施静, 袁昕, 等. 核心稳定训练治疗非特异性腰痛的研究进展 [J]. 中医正骨, 2021,33(4):58-61.
- [24] 许思毛, 张敬之, 刘晓龙. 核心稳定训练对慢性非特异性腰痛影响的 Meta 分析 [J]. 河南师范大学学报 (自然科学版), 2022,50(2):150-156.
- [25] 章志超, 刘金明, 李祖虹, 等. 膈神经电刺激联合呼吸训练对脑卒中患者肺功能、躯干稳定性及平衡功能的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018,40(7):486-490.
- [26] 王群, 范培武, 杨玲, 等. 使用 POWER-breathe 进行吸气肌训练对卒中后呼吸功能恢复的研究 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2019,19(23):16-17.
- [27] 厉坤鹏, 周宗磊, 张梓楠, 等. 呼吸训练对帕金森病患者肺功能和运动功能的效果 [J]. 中国康复理论与实践, 2021,27(3):320-324.
- [28] 梁育磊, 高谦, 乔璐, 等. 超声弹性成像技术在慢性非特异性腰痛诊断中的应用 [J]. 中国康复理论与实践, 2017,23(5):584-586.
- [29] TEYHEN DS. Rehabilitative ultrasound imaging for assessment and treatment of musculoskeletal conditions. *Manual Therapy*. 2011;16(1):44-45.
- [30] BELAVY DL, ARMBRECHT G, FELSENBURG D. Real-time ultrasound measures of lumbar erector spinae and multifidus: reliability and comparison to magnetic resonance imaging. *Phys Meas*. 2015;36(11):2285-2299.

(责任编辑: WZH, ZN, ZH)