

- trical stimulation on lower limbs of patients with hemiplegia after chronic stroke: a systematic review[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2018, 99(5):1011-1022. DOI: 10.1016/j.apmr.2017.12.019.
- [8] Ku J, Lim T, Han Y, Kang YJ. Mobile game induces active engagement on neuromuscular electrical stimulation training in patients with stroke[J]. Cyberpsychol Behav Soc Netw, 2018, 21(8):504-510. DOI: 10.1089/cyber.2018.0045.
- [9] 窦祖林. 吞咽障碍评估与治疗[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 356.
- [10] Vaiman M, Eviatar E. Surface electromyography as a screening method for evaluation of dysphagia and orodysphagia[J]. Head Face Med, 2009, 5(1):9. DOI: 10.1186/1746-160X-5-9.
- [11] Zarkada A, Regan J. Inter-rater reliability of the dysphagia outcome and severity scale (DOSS): effects of clinical experience, audio-recording and training[J]. Dysphagia, 2018, 33(3):329-336. DOI: 10.1007/s00455-017-9857-4.
- [12] Li Y, Song B, Fang H, et al. External validation of the A2DS2 score to predict stroke-associated pneumonia in a Chinese population: a prospective cohort study[J]. PLoS One, 2014, 9(10):e109665. DOI: 10.1371/journal.pone.0109665.
- [13] Wakabayashi H, Matsushima M, Momosaki R. The effects of resistance training of swallowing muscles on dysphagia in older people: a cluster, randomized, controlled trial[J]. Nutrition, 2018, 48:111-116. DOI: 10.1016/j.nut.2017.11.009.
- [14] Biyouki F, Laimi K, Rahati S, et al. Morphology of muscular function in chronic tension-type headache: a pilot study[J]. Acta Neurol Belg, 2016, 116(3):317-324. DOI: 10.1007/s13760-015-0550-9.
- [15] Carnaby-Mann GD, Crary MA. McNeill dysphagia therapy program: a case-control study[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2010, 91(5):743-749. DOI: 10.1016/j.apmr.2010.01.013.
- [16] Langdon PC, Lee AH, Binns CW. High incidence of respiratory infections in 'nil by mouth' tube-fed acute ischemic stroke patients[J]. Neuroepidemiology, 2009, 32(2):107-113. DOI: 10.1159/000177036.
- [17] Rofes L, Arreola V, Clavé P. The volume-viscosity swallow test for clinical screening of dysphagia and aspiration[J]. Nestle Nutr Inst Workshop Ser, 2012, 72:33-42. DOI: 10.1159/000339979.
- [18] Rofes L, Arreola V, Mukherjee R, et al. sensitivity and specificity of the eating assessment tool and the volume-viscosity swallow test for clinical evaluation of oropharyngeal dysphagia[J]. Neurogastroenterol Motil, 2014, 26(9):1256-1265. DOI: 10.1111/nmo.12382.
- [19] Young A. The relative isometric strength of type I and type II muscle fibres in the human quadriceps[J]. Clin Physiol, 1984, 4(1):23-32. DOI: 10.1111/j.1475-097x.1984.tb00641.x.
- [20] Paik NJ, Kim SJ, Lee HJ, et al. Movement of the hyoid bone and the epiglottis during swallowing in patients with dysphagia from different etiologies[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2008, 18(2):329-335. DOI: 10.1016/j.jelekin.2006.09.011.
- [21] Kletzien H, Russell JA, Levenson G, et al. Effect of neuromuscular electrical stimulation frequency on muscles of the tongue[J]. Muscle Nerve, 2018, 58(3):441-448. DOI: 10.1002/mus.26173.

(修回日期:2022-03-20)

(本文编辑:阮仕衡)

## 呼吸训练联合筋膜手法治疗慢性非特异性下背痛的疗效观察

徐睿华<sup>1</sup> 马艳<sup>1</sup> 刘金明<sup>1</sup> 谭大洲<sup>1</sup> 楼伟伟<sup>2</sup>

<sup>1</sup>武汉市第一医院康复医学科, 武汉 430022; <sup>2</sup>华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学科, 武汉 430030

通信作者:楼伟伟, Email: weiweiloushmily@126.com

**【摘要】** 目的 观察呼吸训练联合筋膜手法治疗慢性非特异性下背痛(CNLBP)的临床疗效。方法 采用随机数字表法将 CNLBP 患者 80 例分为观察组和对照组, 每组患者 40 例。2 组患者均给予常规康复治疗, 观察组在此基础上增加呼吸功能训练联合筋膜手法治疗。于治疗前、治疗 3 周后(治疗后)和治疗 3 个月后(随访时)采用视觉模拟评分(VAS)、改良的日本骨科协会(JOA)腰痛评分和健康调查简表(SF-36)评估 2 组患者的疼痛程度、腰部功能和生活质量, 并于治疗前和治疗后采用便携式肺功能仪采集 2 组患者的肺功能指标。结果 治疗后和随访时, 2 组患者的 VAS 评分、改良的 JOA 腰痛评分和 SF-36 评分与组内治疗前比较, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ), 且观察组治疗后和随访时的 VAS 评分、改良的 JOA 腰痛评分和 SF-36 评分均显著优于对照组同时时间点, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。治疗后, 观察组患者的 FVC、FEV1 和 PEF 分别为(4.21±0.49) L、(3.81±0.45) L/S 和(6.44±0.69) L/S, 与组内治疗前和对照组治疗后比较, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论 呼吸训练联合筋膜手法治疗 CNLBP, 可减轻患者的疼痛程度, 改善其腰部功能、肺功能和生活质量。

**【关键词】** 呼吸训练; 筋膜手法; 肺功能; 慢性非特异性下腰痛

**基金项目:** 武汉市卫生计生委科研项目(WZ16C09)

**Funding:** Scientific Research Project of Wuhan Health and Family Planning Commission(WZ16C09)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.05.008

慢性非特异性下背痛 (chronic nonspecific low back pain, CNLBP) 是一种病因不明, 除外脊柱特异性疾病或神经根性疼痛因素所引起的伴有明显腰部、腰骶和臀部疼痛不适而又缺乏明确临床病因的慢性疼痛综合征<sup>[1]</sup>。流行病学调查发现, CNLBP 发病率高达 85%, 它不仅影响患者的生活健康, 降低其生活质量, 也会给家庭和社会带来巨大的精神和经济负担<sup>[2]</sup>, 因此减轻 CNLBP 患者的疼痛, 改善其腰部功能具有重要的意义。

筋膜手法是通过放松肌肉、筋膜等结缔组织来改善 CNLBP 患者临床症状的治疗方法。据研究报道, 腰背痛患者有呼吸模式改变和呼吸代偿出现, 包括肺容量和膈肌力学的改变<sup>[3]</sup>。本研究在常规康复治疗基础上辅以呼吸训练联合筋膜手法对 CNLBP 患者进行干预, 取得了较好的疗效。

## 对象与方法

### 一、选取对象

纳入标准: ①符合 CNLBP 诊断标准<sup>[4]</sup>, 且腰痛症状持续时间 > 12 周; ②年龄 20~60 岁; ③无认知功能障碍和精神障碍, 患者可配合康复检查和治疗; ④未同时接受其他治疗; ⑤签署知情同意书。

排除标准: ①合并有脊柱结核、强直性脊柱炎、腰椎滑脱或骨折等; ②伴有严重感染、心血管系统、肝肾功能不全、恶性肿瘤等疾病; ③孕妇或哺乳期女性; ④存在原发性肺功能障碍; ⑤无法全程配合康复治疗实施。

选取 2017 年 5 月至 2020 年 12 月在武汉市第一医院康复医学科门诊或病房接受治疗且符合上述标准的 CNLBP 患者 80 例, 按随机数字表法将其分为观察组和对照组, 每组患者 40 例。2 组患者的性别、平均年龄、平均病程等一般资料组间比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 详见表 1。

表 1 2 组患者一般资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	平均病程 (月, $\bar{x} \pm s$ )
		男	女		
对照组	40	21	19	48.81 ± 7.94	4.50 ± 1.35
观察组	40	20	20	49.10 ± 8.03	4.48 ± 1.31

### 二、治疗方法

2 组患者均给予常规康复治疗<sup>[4]</sup>, 观察组在此基础上辅以呼吸功能训练联合筋膜手法治疗。

#### (一) 常规康复治疗

1. 干扰电治疗: 采用广州产 LGT-2008V2 型干扰电治疗仪, 患者取舒适放松坐位或俯卧位, 将干扰电治疗吸附电极分别置于两侧椎旁肌痛点处, 每日治疗 1 次, 每次 20 min, 每周治疗 5 d, 连续治疗 3 周。

2. 体位健康宣教: 包括日常生活工作中的坐姿、站姿和睡姿的指导, 女性患者避免穿鞋跟高于 3 cm 的高跟鞋。

#### (二) 呼吸功能训练

呼吸功能训练主要包括膈肌训练、呼吸肌训练和呼吸控制训练<sup>[5]</sup>。

1. 膈肌训练: 治疗师双手对称放于患者双侧肋弓处, 嘱患者深吸气并感受吸气过程中下胸廓推动治疗师的双手向前外侧

扩张, 至最大吸气量时嘱患者屏气 1~2 s, 然后自然呼气。膈肌训练 5 次为 1 组, 每组治疗结束后嘱患者平静呼吸 5~8 次, 然后进行下一组, 每日治疗 1 次, 每次治疗 10 min, 每周治疗 5 d, 连续治疗 3 周。

2. 呼吸肌训练: ①吸气肌抗阻训练——采用英国产简易式 K5 Power Breath 深度抗阻吸气肌训练器对患者进行吸气肌抗阻训练。患者取坐位或半靠坐位, 含住抗阻吸气肌训练器的咬嘴, 然后尽力快速有力的吸气, 且根据患者自身情况, 从 0~10 调节合适的阻力。吸气过程中, 需挺直躯干, 扩张胸廓, 重复 30 次为 1 组, 连续练习 2 组。吸气肌抗阻训练每日 1 次, 每周训练 5 d, 连续训练 3 周; ②呼气肌训练——腹肌是最主要的呼气肌<sup>[6]</sup>。嘱患者仰卧位或坐位, 上腹部放置 1~2 kg 的沙袋, 经鼻吸气并做挺腹训练, 在尽力吸气后屏气 1~2 s, 然后进行缩唇如吹口哨状缓慢呼气。根据患者自我耐受增加重量至 5~10 kg。呼气肌训练每日 1 次, 每次训练 5 min, 每周训练 5 d, 连续治疗 3 周。

3. 呼吸控制训练: 先深吸气, 然后屏气 1~2 s, 后用缩唇呼气缓慢吐气, 呼吸比控制在 1:1.5~2.0 (在吸气时需挺胸, 挺直躯干, 尽量做伸展动作, 维持该姿势至屏气结束, 后指导患者自然吐气放松躯干)<sup>[7]</sup>, 连续吸呼 5 次为 1 组。呼吸控制训练每日 1 次, 每次共训练 10 min, 每周训练 5 d, 连续治疗 3 周。

#### (三) 筋膜手法治疗

评估患者的疼痛部位、肌肉紧张程度, 选定治疗部位。嘱患者俯卧位, 治疗师以滚、揉、按等法沿背阔肌、胸腰筋膜、臀大肌、阔筋膜张肌方向手法治疗 10 min, 然后用点按颤压法, 按压胸腰椎旁痛点 2 min。筋膜手法治疗每日 1 次, 每周治疗 5 d, 连续治疗 3 周。

#### 三、疗效评定标准

于治疗前、治疗 3 周后 (治疗后) 和治疗 3 个月后 (随访时) 采用视觉模拟评分 (visual analogue score, VAS)、改良的日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA)<sup>[9]</sup> 腰痛评分和健康调查简表 (medical outcomes study short-form 36, SF-36) 评估 2 组患者的疼痛程度、腰部功能和生活质量, 并于治疗前和治疗后采用便携式肺功能仪采集 2 组患者的肺功能指标。

1. VAS 评分: 采用中华医学会监制的 VAS 卡, 卡上印有 10 cm 长线段, 线段上有可移动游标, 线段两边分别表示无痛 (0 分) 和最剧烈疼痛 (10 分), 嘱患者根据自身疼痛情况移动游标至相应位置并计分<sup>[8]</sup>。

2. 改良的 JOA 腰痛评分<sup>[9]</sup>: 该量表用于评估患者腰部功能情况, 主要包含 3 个部分, 共 25 项, 内容涉及患者的疼痛程度、腰部功能状况、步行能力、社会生活能力和精神状态 5 个方面, 最终评分越高则腰部功能越好。

3. SF-36 评分: 该量表用于评估患者的生活质量, 共 10 项, 含 36 个条目, 如心理状况、身体功能状况、日常生活活动能力、精神健康、疼痛、总体健康和社会功能等, 总分为 150 分, 评分分值越高则患者的生活质量越好<sup>[10]</sup>。

4. 肺功能指标<sup>[11]</sup>: 采用便携式肺功能仪评估患者的肺功能, 患者取坐位, 上好鼻夹后用测试装置呼吸室内空气, 记录患者的用力肺活量 (forced vital capacity, FVC)、1 s 用力肺活量 (forced expiratory volume in 1 second, FEV1) 和呼气峰流速 (peak expiratory flow, PEF) 指标。

#### 四、统计学分析

采用 SPSS 18.0 版统计学软件包对本研究所得数据进行分析,计量资料以( $\bar{x}\pm s$ )表示,组间比较采用 *t* 检验;计数资料采用  $\chi^2$  检验。以  $P<0.05$  为差异具有统计学意义。

#### 结 果

治疗前,2 组患者的 VAS 评分、改良的 JOA 腰痛评分和 SF-36 评分组间比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后和随访时,2 组患者的 VAS 评分、改良的 JOA 腰痛评分和 SF-36 评分与组内治疗前比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),且观察组治疗后和随访时的 VAS 评分、改良的 JOA 腰痛评分和 SF-36 评分均显著优于对照组同时时间点,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),详见表 2。

表 2 2 组患者治疗前、后 VAS 评分、改良的 JOA 腰痛评分和 SF-36 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	VAS 评分	改良的 JOA 腰痛评分	SF-36 评分
观察组				
治疗前	40	6.65±0.71	9.82±2.34	58.71±18.45
治疗后	40	2.36±1.26 <sup>ab</sup>	27.34±2.31 <sup>ab</sup>	92.63±19.12 <sup>ab</sup>
随访时	40	2.87±1.83 <sup>ab</sup>	25.08±3.56 <sup>ab</sup>	90.23±18.51 <sup>ab</sup>
对照组				
治疗前	40	6.25±0.68	9.75±2.53	57.82±17.93
治疗后	40	4.13±1.34 <sup>a</sup>	25.12±2.28 <sup>a</sup>	75.42±18.81 <sup>a</sup>
随访时	40	4.63±1.56 <sup>a</sup>	20.73±3.78 <sup>a</sup>	70.31±17.63 <sup>a</sup>

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与对照组同时时间点比较,<sup>b</sup> $P<0.05$

治疗前,2 组患者的 FVC、FEV1 和 PEF 组间比较,差异均无统计学意义( $P<0.05$ )。治疗后,对照组患者的 FVC、FEV1 和 PEF 与组内治疗前比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),而观察组患者的 FVC、FEV1 和 PEF 与组内治疗前和对照组治疗后比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),详见表 3。

表 3 2 组患者治疗前、后肺功能指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	FVC(L)	FEV1(L/S)	PEF(L/S)
观察组				
治疗前	40	2.39±0.71	2.05±0.73	4.09±0.73
治疗后	40	4.21±0.49 <sup>ab</sup>	3.81±0.45 <sup>ab</sup>	6.44±0.69 <sup>ab</sup>
对照组				
治疗前	40	2.49±0.68	2.03±0.72	4.07±0.75
治疗后	40	2.49±0.68	2.48±0.58	4.73±0.74

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与对照组治疗后比较,<sup>b</sup> $P<0.05$

#### 讨 论

本研究结果显示,治疗 3 周后和 3 个月随访时,观察组患者的 VAS 评分、JOA 评分和 SF-36 评分均显著优于组内治疗前和对照组同时时间点。该结果表明,呼吸训练联合筋膜手法治疗对 CNLBP 患者疼痛、腰功能和生活质量的改善更为显著,且远期疗效持续性较优。观察组患者治疗 3 周后的 FVC、FEV1、PEF 较治疗前和对照组治疗后均显著提高( $P<0.05$ ),这也表明,呼吸训练联合筋膜手法可增强患者的肺容量和呼吸肌力。

目前,非特异性腰背痛的发病机制尚不清楚,腰部椎间盘的退变、肌肉韧带损伤及心理等因素都有可能造成 CNLBP<sup>[12]</sup>。

研究表明,不同因素所导致的腰背痛均在不同方面与脊柱维持静态稳定或活动时腰部的稳定性的改变有关<sup>[13]</sup>。很多患者都存在着腰部失稳,重建脊柱的力学、改善神经肌肉和运动性能对于 CNLBP 患者就显得尤为重要<sup>[14]</sup>。

人体躯干的稳定是由被动稳定系统、主动稳定系统和神经控制三个系统相互作用共同完成的,三个系统相辅相成,任一系统功能减退就会引起其他部分的代偿增加,从而共同维持脊柱稳定<sup>[15]</sup>。近年的研究发现,呼吸功能与人体的核心稳定性和姿势控制有密切联系<sup>[16-17]</sup>。当肋骨横膈收缩时胸腔体积增加,横膈膜脚以腰椎为固定点下拉背侧横膈,横膈膜向下运动挤压时,腹横肌为下方的稳定肌肉。任何方向的运动异常都会导致膈肌失衡,不仅会造成呼吸运动效率降低,还会引起诸如腰背痛、颈肩痛等的系列反应<sup>[17]</sup>。当膈肌、腹横肌、盆底肌、腰背肌共同收缩时,调节胸腔腔内压力,使脊柱和骨盆组织强度变大,协同椎体、椎间关节、韧带等固有结构形成坚硬的圆柱,在神经系统的控制下,保持正确的躯干生物力学位置,共同维持着躯干静止或运动状态时的协调稳定<sup>[18]</sup>;同时,在预见到会发生躯干不稳定之前,腹横肌和膈肌能自动收缩以维持姿势的再平衡,维持腰骶部稳定。Janssens 等<sup>[19]</sup>的研究发现,呼吸肌与腰背痛关系密切。Janssens 等<sup>[20]</sup>的另一项研究也发现,经 8 周的吸气肌训练后,腰痛患者的背部本体感觉信号增强,腰痛情况有所改善。Ki 等<sup>[18]</sup>的研究则发现,慢性腰痛患者通过用力呼吸训练,可减小胸腰段脊柱矢状面角度,改善脊柱功能与腰椎稳定。因此,本课题组认为,加强呼吸功能训练,有利于核心肌群的激活与收缩,可增强躯干和腰椎稳定性,缓解下背痛患者的疼痛,改善腰椎活动范围、腰椎功能和生活质量<sup>[21]</sup>。

腰痛患者的疼痛主要来源于胸腰筋膜内的疼痛刺激,研究发现,胸腰筋膜中存在大量游离的神经末梢,其与周围的胶原纤维和筋膜组成的纤维间质紧密相连,对刺激的感受比皮肤和肌肉更敏感<sup>[22]</sup>。此外,腰痛患者胸腰筋膜中的透明质酸分泌过多,粘滞性增高,导致胸腰筋膜僵硬、厚度增加,筋膜与肌肉之间的滑动减少,患者腰的关节活动度下降<sup>[23]</sup>。筋膜手法通过按摩和摩擦来平衡筋膜牵拉结构,分解结缔组织中透明质酸,缓解筋膜致密化,恢复筋膜与肌肉间正常滑动,改善患者的疼痛程度及关节活动<sup>[24]</sup>。

综上所述,呼吸训练联合筋膜手法治疗慢性非特异性下背痛,可减轻患者的疼痛程度,改善其腰部功能、肺功能和生活质量,同时该联合治疗方法易操作,安全性高,患者易于接受,值得临床推广。

#### 参 考 文 献

- [1] Kang JI, Kwon HM, Jeong DK, et al. The effects on postural control and low back pain according to the types of or thoses in chronic low back pain patients[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(11):3074-3077. DOI:10.1589/jpts.28.3074.
- [2] 刘延青,郑拥军.中国居民慢性腰背痛流行病学调查[J].中华医学信息导报,2017,32(21):12. DOI:10.3969/j.issn.1000-8039.2017.21.012.
- [3] Hagins M, Lamberg EM. Individuals with low back pain breathe differently than healthy individuals during a lifting task [J]. J Orthop

- Sports Phys Ther, 2011, 41(3): 141-148. DOI: 10.2519/jospt.2011.3437.
- [4] 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会专家组. 中国急/慢性非特异性腰痛诊疗专家共识[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(12): 1134-1138. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.12.16.
- [5] Seo K, Hwan PS, Park K. The effects of inspiratory diaphragm breathing exercise and expiratory pursed-lip breathing exercise on chronic stroke patients' respiratory muscle activation[J]. J Phys Ther Sci, 2017, 29(3): 465-469. DOI: 10.1589/jpts.29.465.
- [6] 燕铁斌. 物理治疗学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 294-295.
- [7] Lewis LK, Williams MT, Olds TS. The active cycle of breathing technique: a systematic review and meta-analysis[J]. Respir Med, 2012, 106(2): 155-172. DOI: 10.1016/j.rmed.2011.10.014.
- [8] 王悦. 目测类比评定法在颈肩腰痛患者中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2002, 24(10): 602-605.
- [9] 井上俊一. 腰腿疾患治疗成绩制定基准[J]. 日整会志, 1984, 58: 925.
- [10] 王小兵, 骆艳丽, 李春波, 等. SF-36 在慢性软组织疼痛患者中的信度和效度初步评价[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2009, 31(1): 30-33. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.01.012.
- [11] Ip MS. Lung function testing in health and disease; issues pertaining to Asia-Pacific populations [J]. Respirology, 2011, 16(2): 190-197. DOI: 10.1111/j.1440-1843.2010.01850.x.
- [12] Standaert CJ, Hering SA, Pratt TW. Rehabilitation of the athlete with low back pain [J]. Curr Sports Med Rep, 2004, 3(1): 35-40. DOI: 10.1249/00149619-200402000-00007.
- [13] 马超, 燕铁斌, Grace PY. 颈肩部疼痛及功能障碍与表面肌电图之间的关系[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2008, 30(12): 823-826. DOI: 10.3321/j.issn:0254-1424.2008.12.010.
- [14] Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain[J]. Electromyogr Kinesiol, 2003, 13(4): 371-379. DOI: 10.1016/s1050-6411(03)00044-0.
- [15] 杨连华, 李爱国, 张英杰, 等. 手法联合核心稳定性训练治疗非特异性下背痛的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2017, 39(4): 292-294. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.04.013.
- [16] Jandt SR, Caballero RM, Junior LA, et al. Correlation between trunk control, respiratory muscle strength and spirometry in patients with stroke: an observational study[J]. Physiother Res Int, 2011, 16(4): 218-224. DOI: 10.1002/pri.495.
- [17] Hudson AL, Butler JE, Gandevia SC, et al. Role of the diaphragm in trunk rotation in humans[J]. J Neurophysiol, 2011, 106(4): 1622-1628. DOI: 10.1152/jn.00155.2011.
- [18] Ki C, Heo M, Kim HY, et al. The effects of forced breathing exercise on the lumbar stabilization in chronic low back pain patients [J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(12): 3380-3383. DOI: 10.1589/jpts.28.3380.
- [19] Janssens L, Brumagne S, Polspoel K, et al. The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain [J]. Spine, 2010, 35(10): 1088-1094. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bee5c3.
- [20] Janssens L, McConnell AK, Pijnenburg M, et al. Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain [J]. Med Sci Sports Exerc, 2015, 47(1): 12-19. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000385.
- [21] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.03.012.
- [22] Schilder A, Hoheisel U, Magerl W, et al. Sensory findings after stimulation of the thoracolumbar fascia with hypertonic saline suggest its contribution to low back pain [J]. Pain, 2014, 155(2): 222-231. DOI: 10.1016/j.pain.2013.09.025.
- [23] Langevin H, Stevens D, Fox J, et al. Ultrasound evidence of altered lumbar connective tissue structure in human subjects with chronic low back pain [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2009, 14(10): 147-151. DOI: 10.1186/1471-2474-10-151.
- [24] Arguisuelas MD, Lison JF, Domenech-Fernandez J, et al. Effects of myofascial release in erector spinae myoelectric activity and lumbar spine kinematics in non-specific chronic low back pain: randomized controlled trial [J]. Clin Biomech, 2019, 63: 27-33. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2019.02.009.

(修回日期: 2022-04-02)

(本文编辑: 阮仕衡)