

## · 临床研究 ·

## 腰背肌筋膜痛综合征核心肌群的表面肌电信号与肌纤维类型的相关性分析

姜美驰, 肖京, 饶毅, 赵兴丽, 曹曷焱, 庄威  
(中国中医科学院西苑医院康复理疗科, 北京 100091)

**【摘要】** 目的: 运用表面肌电检测腰背肌筋膜痛患者腰部核心肌群, 通过中位频率及中位频率斜率的分析, 判断其肌纤维类型分布规律。方法: 2017 年 10 月至 2018 年 3 月 100 例腰背肌筋膜炎患者, 男 45 例, 女 55 例; 年龄 29~76 岁, 平均 48.5 岁; 左侧腰背疼痛(左侧疼痛组)40 例, 右侧腰背疼痛(右侧疼痛组)60 例; 病程 >6 个月。另有 40 例腰部无疼痛健康人为对照组, 男 20 例, 女 20 例; 年龄 29~76 岁, 平均 47.3 岁。患者均有不同程度的背部酸痛及背部肌肉僵硬, 经临床和影像学检查诊断为腰背肌筋膜炎。使用表面肌电测量 3 组人群的腰部核心肌肉(多裂肌、髂肋肌、最长肌)在腰背肌等长收缩试验过程中的肌电信号特征, 如中位频率及中位频率斜率绝对值。结果: 3 组多裂肌的中位频率, 对照组左侧(133.88±26.61)  $\mu\text{V}$ , 右侧(131.39±29.81)  $\mu\text{V}$ ; 左侧疼痛组左侧(117.29±10.93)  $\mu\text{V}$ , 右侧(133.70±17.81)  $\mu\text{V}$ ; 右侧疼痛组左侧(131.36±17.37)  $\mu\text{V}$ , 右侧(118.28±13.57)  $\mu\text{V}$ 。3 组髂肋肌的中位频率, 对照组左侧(106.94±28.01)  $\mu\text{V}$ , 右侧(114.68±18.96)  $\mu\text{V}$ ; 左侧疼痛组左侧(93.95±11.17)  $\mu\text{V}$ , 右侧(107.60±27.86)  $\mu\text{V}$ ; 右侧疼痛组左侧(105.93±15.52)  $\mu\text{V}$ , 右侧(97.27±19.27)  $\mu\text{V}$ 。3 组最长肌的中位频率, 对照组左侧(109.24±26.20)  $\mu\text{V}$ , 右侧(112.58±17.70)  $\mu\text{V}$ ; 左侧疼痛组左侧(95.58±10.83)  $\mu\text{V}$ , 右侧(108.79±26.39)  $\mu\text{V}$ ; 右侧疼痛组左侧(106.50±17.98)  $\mu\text{V}$ , 右侧(98.20±11.16)  $\mu\text{V}$ 。3 组多裂肌的中位频率斜率绝对值, 对照组左侧 0.221±0.109, 右侧 0.259±0.169; 左侧疼痛组左侧 0.318±0.184, 右侧 0.210±0.159; 右侧疼痛组左侧 0.258±0.169, 右侧 0.386±0.166。3 组髂肋肌的中位频率斜率绝对值, 对照组左侧 0.241±0.158, 右侧 0.238±0.128; 左侧疼痛组左侧 0.330±0.208, 右侧 0.252±0.171; 右侧疼痛组左侧 0.249±0.150, 右侧 0.343±0.144。3 组最长肌的中位频率斜率绝对值, 对照组左侧 0.244±0.252, 右侧 0.210±0.128; 左侧疼痛组左侧 0.348±0.255, 右侧 0.241±0.224; 右侧疼痛组左侧 0.239±0.155, 右侧 0.334±0.233。对照组左右侧腰多裂肌、髂肋肌、最长肌的中位频率和中位频率斜率绝对值差异无统计学意义( $P>0.05$ ); 腰痛组疼痛侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的中位频率值小于非疼痛侧( $P<0.05$ ), 中位频率斜率绝对值大于非疼痛侧( $P<0.05$ )。结论: 慢性腰背筋膜痛患者疼痛侧的腰部肌肉耐疲劳程度下降, 肌纤维类型百分比转变为以 II 型肌纤维为主。

**【关键词】** 腰痛; 肌筋膜疼痛综合征; 肌电描记术; 肌纤维; 骨骼

中图分类号: R686

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.06.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Correlation analysis between the surface electromyography and muscle fiber types of the core muscle group in the patients with myofascial pain syndromes** JIANG Mei-chi, XIAO Jing, RAO Yi, ZHAO Xing-li, CAO Bing-yan, and ZHUANG Wei. Department of Rehabilitation Physical Therapy, Xiyuan Hospital, Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100091, China

**ABSTRACT Objective:** To detect the core muscle group in the patients with myofascial pain syndromes (MPS) by using the surface electromyography; to detect the distribution of muscle fiber type by the analysis of the median frequency and the slope of the median frequency. **Methods:** From October 2017 to March 2018, there were 100 patients with the MPS, including 45 males and 55 females; the average age was 48.5 years old, ranging from 29 to 76 years old. There were 40 cases of left back pain and 60 cases of right back pain. The course of illness was more than 6 months. Another 40 healthy patients without pain in the waist were included in the control group, 20 males and 20 females; the average age was 47.3 years old, ranging from 29 to 76 years old. All the patients had different degrees of back pain and muscle stiffness, which were diagnosed as lumbar fasciitis by clinical and imaging examination. Surface electromyography was used to measure the characteristics of the lumbar core muscles (multifissions, iliocostal muscles, and longest muscle) of the three groups in the Biering-Sorensen testing, such as

基金项目: 中国中医科学院自主选题项目资助(编号: ZZ070857)

Fund program: Funded by China Academy of Chinese Medical Sciences (No. ZZ070857)

通讯作者: 肖京 E-mail: 58280244@sina.com

Corresponding author: XIAO Jing E-mail: 58280244@sina.com

median frequency (MF) and absolute slope of median frequency (MFs). **Results:** The MF values of the multifidus muscle in the three groups were as follows; the left side of the non-pain group was  $133.88 \pm 26.61$ , and the right side was  $131.39 \pm 29.81$ ; left side of lift side pain group  $117.29 \pm 10.93$ , right side  $133.70 \pm 17.81$ ; in the right pain group, the left side was  $131.36 \pm 17.37$ , and the right side was  $118.28 \pm 13.57$ . The MF values of the iliocostal muscle in the three groups were:  $106.94 \pm 28.01$  on the left side of the non-pain group,  $114.68 \pm 18.96$  on the right side; left side of lift side pain group  $93.95 \pm 11.17$ , right side  $107.60 \pm 27.86$ ; in the right pain group, the left side was  $105.93 \pm 15.52$ , and the right side was  $97.27 \pm 19.27$ . The MF values of the longest muscle in the three groups were:  $109.24 \pm 26.20$  on the left side of the non-pain group,  $112.58 \pm 17.70$  on the right side. Left side of left side pain group  $95.58 \pm 10.83$ , right side  $108.79 \pm 26.39$ ; in the right pain group, the left side was  $106.50 \pm 17.98$ , and the right side was  $98.20 \pm 11.16$ . The MFs values of the multifidus muscle in the three groups were:  $0.221 \pm 0.109$  on the left side of the non-pain group, and  $0.259 \pm 0.169$  on the right side; left side of left side pain group  $0.318 \pm 0.184$ , right side  $0.210 \pm 0.159$ ; in the right pain group, the left side was  $0.258 \pm 0.169$ , and the right side was  $0.386 \pm 0.166$ . The MFs values of the iliocostal muscles in the three groups were:  $0.241 \pm 0.158$  for the left side of the non-pain group, and  $0.238 \pm 0.128$  for the right side. Left side of left side pain group  $0.330 \pm 0.208$ , right side  $0.252 \pm 0.171$ ; in the right side pain group, left side  $0.249 \pm 0.150$ , right side  $0.343 \pm 0.144$ . The MFs values of the longest muscle of the three groups were:  $0.244 \pm 0.252$  on the left side of the non-pain group, and  $0.210 \pm 0.128$  on the right side; left side of left side pain group  $0.348 \pm 0.255$ , right side  $0.241 \pm 0.224$ ; in the right pain group, the left side was  $0.239 \pm 0.155$ , and the right side was  $0.334 \pm 0.233$ . There were no statistically significant differences in MF and MFs values of the left and right lumbar multifidus muscle, iliocostal muscle and longest muscle in the non-pain group ( $P > 0.05$ ). MF values of the pain side multifidus muscle, iliocostal muscle and longest muscle in the lumbago group were lower than those in the non-pain group ( $P < 0.05$ ). MFs values of the painful side multifidus muscle, iliocostal muscle and longest muscle in the low back pain group were higher than those in the non-pain group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** The muscle fatigue degree of the back muscle in the pain side of patients with MPs is decreased, and the muscle fiber type is dominated by II muscle fiber.

**KEYWORDS** Low back pain; Myofascial pain syndromes; Electromyography; Muscle fibers, skeletal

腰背肌筋膜疼痛综合征,或称肌纤维组织炎、纤维肌痛综合征,是人体肌纤维组织如筋膜、肌膜、肌腱等的非特异无菌性炎症性疾病,临床主要表现为腰背部弥漫性酸痛、胀痛和钝痛,给患者的工作及其生活带来很大的痛苦。流行病学调查研究显示 10%~17% 的成年人每年至少有一次腰痛发作,对生活及活动能力产生显著的影响,患病率在过去 10 年中增长超过 100%,且伴随着人口老龄化患病率急剧增加<sup>[1]</sup>。表面肌电图作为一种无损性、动态检测手段,能动态观测肌肉收缩时电生理活动,定量分析肌肉功能状态,为腰背疼痛的临床评价提供客观依据<sup>[2]</sup>。本文旨在通过对比慢性筋膜痛患者核心肌群患侧与健侧的表面肌电特征,运用相关数据,包括中位频率(median frequency, MF)及中位频率斜率绝对值(median frequency slope, MFs)分析腰背肌纤维类型的百分比组成,从而分析其腰部核心肌肉疲劳程度。同时,可根据每个患者的表面肌电生物反馈特征,进行针对性、个性化的康复训练提供客观依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

**1.1.1 诊断标准** 根据卫生部制订的《中华人民共和国中医药行业标准中医骨伤科病证诊断标准》<sup>[3]</sup>之背肌筋膜炎的诊断依据制定标准,具体内容如下:(1)可有外伤后治疗不当、劳损或外感风寒等病史。(2)多发于老年人,尤其以体力劳动者多见。(3)背部酸痛,肌肉僵硬发板,有沉重感,疼痛常与天气变化

有关,阴天及劳累后可使症状加重。(4)背部有固定压痛点或压痛较为广泛。背部肌肉僵硬,沿骶棘肌行走方向常可触到条索状的变化,腰背生理活动范围可能受限。X 线摄片无阳性体征。

**1.1.2 纳入标准** (1)符合腰背肌筋膜炎的诊断标准。(2)男女不限,年龄 20~60 岁。(3)病程 > 6 个月。(4)已完成相关影像学检测(X 线、CT、MRI)及生化检查,排除肿瘤、感染或骨折等其他原因引起的腰背痛。(5)签署知情同意书。

**1.1.3 排除标准** (1)哺乳、妊娠或正准备妊娠的妇女。(2)严重心、肺、肝肾和造血系统疾病者。(3)精神病、自制力差、语言或智力障碍者。(4)伴其他疾病可能禁忌运动练习者。(5)测试前 24 h 内剧烈运动者。

### 1.2 临床资料

选择 2017 年 10 月至 2018 年 3 月门诊诊治腰背肌筋膜炎患者 120 例。40 例腰部无疼痛健康人为对照组。根据纳入与排除标准,最终参与检测 100 例,男 45 例,女 55 例;年龄 29~76 岁,平均 48.5 岁;左侧腰背疼痛 40 例(左侧疼痛组),右侧腰背疼痛 60 例(右侧疼痛组);病程 > 6 个月。40 例腰部无疼痛健康人为对照组,男 20 例,女 20 例;年龄 29~76 岁,平均 47.3 岁。3 组年龄、性别等临床资料比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性(表 1)。

### 1.3 观察项目与方法

使用表面肌电测量 3 组人群的腰部核心肌肉(多裂肌、髂肋肌、最长肌)在腰背肌等长收缩试验

表 1 腰背肌筋膜疼痛综合征患者和对照组临床资料比较  
Tab.1 Comparison of clinical data between patients with the Myofascial pain syndromes and health people

组别	例数	性别(例)		年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)
		男	女	
对照组	40	20	20	47.33±12.86
左侧疼痛组	40	17	23	48.25±13.45
右侧疼痛组	60	28	32	48.22±15.24
检验值		$\chi^2=0.455$		疼痛组比较 $t=0.683$
P 值		0.797		0.507

(Biering-Sorensen testing, BST)过程中的肌电信号特征,包括 MF 及 MFs。

**1.3.1 测量仪器** 应用加拿大思维科技公司生产的 FlexComp Infiniti System T 7550 型号的表面肌电图检测仪,软件版本为 BioGraph Infiniti,肌电信号数据采集频率为 500 Hz。用无线接收器将原始数据储存电子计算机中,应用加拿大思维公司专用信号处理软件 BioGraph Neuro Infiniti 进行分析,电极为上海韩洁生产的一次性使用心电电极。

**1.3.2 表面肌电图测试方法** 测试房间温度恒定在 25~28 ℃,以保证所测定肌肉温度恒定。充分暴露腰背部,用 75%乙醇棉球充分擦拭局部皮肤脱脂。待干后,放置电极于左右两侧核心肌群(多裂肌、髂肋肌、最长肌),每块肌肉贴 2 个测试电极片,2 电极片中心间距为 2 cm,并与所测试肌肉纤维的长轴方向平行。每个电极均用医用胶布固定于皮肤表面,参考电极粘贴在测试电极外侧 10 cm 范围内。电极间按要求用导线连接,保证电极紧密固定在皮肤表面,并用医用护腰带固定,以防止在运动过程中电极松脱造成人为的干扰。测试静息状态下肌电值, $<5\mu V$  为理想状态。然后嘱受试者俯卧在治疗床上,双臂置于体侧或者抱于后脑,依靠背部伸肌的作用使躯干与地面保持平行 30 s,记录负荷 30 s 时的 MF 及 MFs 作为背伸肌耐力水平的评价指标。测试过程全程录像记录,利用软件自带的标准表面肌电报告分析腰背肌 MF,用频谱/疲劳报告分析肌肉 MFs。

#### 1.4 统计学处理

采用 SPSS 19.0 统计软件对数据进行分析,统计结果以均值±标准值( $\bar{x}\pm s$ )表示。3 组性别比较采用  $\chi^2$  检验,组内 MF 和 MFs 比较采用配对设计定量资料的  $t$  检验,组间年龄、MF、MFs 比较采用成组设计定量资料的  $t$  检验。 $P<0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各组在 BST 时 MF 比较

在 30 s 的 BST 过程中,对照组左右侧腰多裂

肌、髂肋肌、最长肌的 MF 差异均无统计学意义( $P>0.05$ );左侧疼痛组左侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MF 较右侧降低( $P<0.05$ );右侧疼痛组右侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MF 较左侧降低( $P<0.05$ )。左侧疼痛组左侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MF 较对照组左侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MF 降低( $P<0.05$ );右侧疼痛组右侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MF 较对照组右侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MF 降低( $P<0.05$ )。见表 2。

### 2.2 各组在 BST 时 MFs 比较

在 30 s 的 BST 过程中,对照组左右侧腰多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MFs 差异均无统计学意义( $P>0.05$ );左侧疼痛组左侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MFs 较右侧升高( $P<0.05$ );右侧疼痛组右侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MFs 较左侧升高( $P<0.05$ )。左侧疼痛组左侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MFs 较对照组左侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MFs 升高( $P<0.05$ );右侧疼痛组右侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MFs 较对照组右侧多裂肌、髂肋肌、最长肌的 MFs 升高( $P<0.05$ )。见表 3。

## 3 讨论

腰背肌筋膜痛属于中医“痹症”“腰痛”范畴,多因外感风寒湿邪、外伤失治、劳损等所致的脉络受阻、筋肌失荣而致不通则痛。现代医学认为损伤性炎症反应是腰背肌筋膜痛的主要病理基础,由炎症反应而产生的化学物质,刺激血管痉挛<sup>[4]</sup>,导致腰背肌肉筋膜持续处于紧张、牵拉和痉挛致使局部缺血缺氧,纤维组织增生和挛缩,压迫穿行腰部筋膜的血管神经产生疼痛<sup>[5]</sup>。并可导致肌纤维类型比例发生改变,影响其肌肉的耐力<sup>[6]</sup>。常规治疗,如针灸、推拿、理疗等<sup>[7-8]</sup>,都能不同程度缓解临床症状,但未关注腰部核心肌群肌纤维分布类型的改良,肌肉耐力未改善,导致症状反复发作,迁延难愈。腰部肌肉功能的评价及康复训练则受到越来越多的重视。腰部核心肌群主要包括腰竖脊肌(髂肋肌、最长肌、棘肌)及多裂肌等,其运动控制障碍、肌肉力量减少和肌肉耐力减弱不仅影响机体的运动能力,而且还与包括腰背筋膜痛等在内的多种相关疾病的发病密切相关<sup>[9]</sup>。早期临床和康复医学对腰部肌肉功能的评价一般采用等长、等张和等速耐力试验,但由于试验的结果易受患者主观努力程度和不适耐受性的影响,从而使检测结果具有很大的不确定性和主观性。

目前,表面肌电图广泛应用于运动劳损后功能状态的评估、肌肉疲劳评定以及肌肉功能障碍评估等,国内外用于评价腰部肌肉功能的运动负荷方式常选用 BST<sup>[10]</sup>。表面肌电图的分析主要包括时域分

表 2 腰背肌筋膜疼痛综合征患者和对照组在腰背肌等长收缩试验过程中腰部核心肌中位频率比较 ( $\bar{x} \pm s, \mu V$ )

Tab.2 Comparison of MF between patients with the Myofascial pain syndromes and health people under the Biering-Sorensen testing ( $\bar{x} \pm s, \mu V$ )

组别	例数	多裂肌		髂肋肌		最长肌							
		左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧						
对照组	40	133.88±26.61	131.39±29.81 <sup>α1</sup>	106.94±28.01	114.68±18.96 <sup>α2</sup>	109.24±26.20	112.58±17.70 <sup>α3</sup>						
左侧疼痛组	40	117.29±10.93	133.70±17.81 <sup>β1</sup>	93.95±11.17	107.60±27.86 <sup>β2</sup>	95.58±10.83	108.79±26.39 <sup>β3</sup>						
右侧疼痛组	60	131.36±17.37	118.28±13.57 <sup>θ1</sup>	105.93±15.52	97.27±19.27 <sup>θ2</sup>	106.50±17.98	98.20±11.16 <sup>θ3</sup>						
t 值		9.13 <sup>α</sup>	0.29 <sup>β</sup>	1.02 <sup>θ</sup>	7.34 <sup>×</sup>	8.82 <sup>α</sup>	0.01 <sup>β</sup>	0.21 <sup>θ</sup>	5.79 <sup>×</sup>	6.94 <sup>α</sup>	0.49 <sup>β</sup>	1.02 <sup>θ</sup>	6.62 <sup>×</sup>
P 值		0.010 <sup>α</sup>	0.590 <sup>α</sup>	0.310 <sup>θ</sup>	0.020 <sup>×</sup>	0.010 <sup>α</sup>	0.920 <sup>β</sup>	0.640 <sup>θ</sup>	0.030 <sup>×</sup>	0.020 <sup>α</sup>	0.480 <sup>β</sup>	0.310 <sup>θ</sup>	0.020 <sup>×</sup>

注:α 为左侧疼痛组左侧与对照组左侧比较;β 为右侧疼痛组左侧与对照组左侧比较;θ 为左侧疼痛组右侧与对照组右侧比较;× 为右侧疼痛组右侧与对照组右侧比较,下表同。对照组多裂肌左右侧比较,<sup>α1</sup>t=0.44,P=0.660;左侧疼痛组多裂肌左右侧比较,<sup>β1</sup>t=-5.55,P=0.030;右侧疼痛组多裂肌左右侧比较,<sup>θ1</sup>t=4.19,P=0.010。对照组髂肋肌左右侧比较,<sup>α2</sup>t=-1.62,P=0.110;左侧疼痛组髂肋肌左右侧比较,<sup>β2</sup>t=-3.21,P=0.002;右侧疼痛组髂肋肌左右侧比较,<sup>θ2</sup>t=2.48,P=0.020。对照组最长肌左右侧比较,<sup>α3</sup>t=-0.74,P=0.450;左侧疼痛组最长肌左右侧比较,<sup>β3</sup>t=-3.28,P=0.001;右侧疼痛组最长肌左右侧比较,<sup>θ3</sup>t=2.77,P=0.007

Note:α: The left side in the left pain group was compared with that in the normal group;β: The left side of the right pain group was compared with the left side of the normal subjects;θ: The right side of the left pain group was compared with the right side of the normal group;×: The right side of the pain group was compared with that of the normal group. Follows the same. Left-right comparison of multifissions in normal group,<sup>α1</sup>t=0.44,P=0.660;Left-right comparison of multifissions on the left side pain group,<sup>β1</sup>t=-5.55,P=0.030;Left-right comparison of multifissions in right side pain group,<sup>θ1</sup>t=4.19,P=0.010. Left-right comparison of iliocostal muscles in normal group,<sup>α2</sup>t=-1.62,P=0.110;Left-right comparison of iliocostal muscles on the left side pain group,<sup>β2</sup>t=-3.21,P=0.002;Left-right comparison of iliocostal muscles in right side pain group,<sup>θ2</sup>t=2.48,P=0.020. Left-right comparison of longest muscle in normal group,<sup>α3</sup>t=-0.74,P=0.450;Left-right comparison of longest muscle on left side pain group,<sup>β3</sup>t=-3.28,P=0.001;Left-right comparison of longest muscle on the right side pain group,<sup>θ3</sup>t=2.77,P=0.007

表 3 腰背肌筋膜疼痛综合征患者和对照组在腰背肌等长收缩试验过程中腰部核心肌中位频率斜率绝对值比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.3 Comparison of MFs between patients with the Myofascial pain syndromes and health people under the Biering-Sorensen testing ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	多裂肌		髂肋肌		最长肌							
		左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧						
正常人	40	0.221±0.109	0.259±0.169 <sup>α1</sup>	0.241±0.158	0.238±0.128 <sup>α2</sup>	0.244±0.252	0.210±0.128 <sup>α3</sup>						
左侧疼痛组	40	0.318±0.184	0.210±0.159 <sup>β1</sup>	0.330±0.208	0.252±0.171 <sup>β2</sup>	0.348±0.255	0.241±0.224 <sup>β3</sup>						
右侧疼痛组	60	0.258±0.169	0.386±0.166 <sup>θ1</sup>	0.249±0.150	0.343±0.144 <sup>θ2</sup>	0.239±0.155	0.334±0.233 <sup>θ3</sup>						
t 值		5.64 <sup>α</sup>	0.39 <sup>β</sup>	0.43 <sup>θ</sup>	6.12 <sup>×</sup>	2.78 <sup>α</sup>	1.16 <sup>β</sup>	0.56 <sup>θ</sup>	8.76 <sup>×</sup>	5.76 <sup>α</sup>	0.46 <sup>β</sup>	0.28 <sup>θ</sup>	6.39 <sup>×</sup>
P 值		0.02 <sup>α</sup>	0.53 <sup>β</sup>	0.21 <sup>θ</sup>	0.01 <sup>×</sup>	0.04 <sup>α</sup>	0.46 <sup>β</sup>	0.32 <sup>θ</sup>	0.01 <sup>×</sup>	0.03 <sup>α</sup>	0.45 <sup>β</sup>	0.19 <sup>θ</sup>	0.02 <sup>×</sup>

注:对照组多裂肌左右侧比较,<sup>α1</sup>t=-1.36,P=0.180;左侧疼痛组多裂肌左右侧比较,<sup>β1</sup>t=3.12,P=0.002;右侧疼痛组多裂肌左右侧比较,<sup>θ1</sup>t=-3.78,P=0.010。对照组髂肋肌左右侧比较,<sup>α2</sup>t=0.11,P=0.910;左侧疼痛组髂肋肌左右侧比较,<sup>β2</sup>t=2.02,P=0.004;右侧疼痛组髂肋肌左右侧比较,<sup>θ2</sup>t=-3.17,P=0.002。对照组最长肌左右侧比较,<sup>α3</sup>t=0.867,P=0.380;左侧疼痛组最长肌左右侧比较,<sup>β3</sup>t=2.23,P=0.020;右侧疼痛组最长肌左右侧比较,<sup>θ3</sup>t=-2.41,P=0.020

Note:Left-right comparison of multifissions in normal group,<sup>α1</sup>t=-1.36,P=0.180;Left-right comparison of multifissions in Left side pain group,<sup>β1</sup>t=3.12,P=0.002;Left-right comparison of multifissions on the right side pain group,<sup>θ1</sup>t=-3.78,P=0.010. Left-right comparison of iliocostal muscles in normal group,<sup>α2</sup>t=0.11,P=0.910;Left-right comparison of iliocostal muscles on the left side pain group,<sup>β2</sup>t=2.02,P=0.004;Left-right comparison of iliocostal muscles in right side pain group,<sup>θ2</sup>t=-3.17,P=0.002. Left-right comparison of longest muscle in normal group,<sup>α3</sup>t=0.867,P=0.380;Left-right comparison of longest muscle in Left side pain group,<sup>β3</sup>t=2.23,P=0.020;Left-right comparison of longest muscle on the right side pain group,<sup>θ3</sup>t=-2.41,P=0.020

析和频域分析。时域分析的指标包括平均振幅、肌电积分值等。平均振幅在一定程度上反映肌力的大小;肌电积分值与肌肉张力呈正相关。频域分析的指标有中位频率和平均频率以及它们的斜率等。有研究发现频域指标的相对变化,能反映肌肉的疲劳程

度<sup>[11]</sup>。本研究主要侧重于肌肉疲劳程度的分析,从而指导临床针对性的康复训练腰背肌的肌耐力水平。由于表面肌电图的频谱曲线并非典型的正态分布,故从统计学角度而言,使用 MF 反映频谱特征的变化要优于平均频率。因此,选用 MF、MFs 来反映肌肉

的疲劳程度。而肌肉的疲劳程度是与人体骨骼肌的两种肌纤维类型有关，人体骨骼肌纤维主要有 2 种成分，I 型肌纤维和 II 型肌纤维。I 型肌纤维是慢收缩纤维，以低频电位活动为主，主要作用为保持耐力，维持机体的生理姿势和完成某些精细活动<sup>[12-13]</sup>。II 型肌纤维是快收缩纤维，兴奋主要表现高频放电，特点为快速反应，产生力量快、工作时间短，完成机体快速粗大的运动，在较短的时间内易产生乳酸堆积。正常情况下，人体不同部位骨骼肌肌肉组织中的 II 型和 I 型肌纤维组成比例不同，低强度运动，即 < 20% 最大自主收缩状态 (maximum voluntary contraction, MVC) 时，以 I 型肌纤维活动为主，随运动时间的持续或运动强度增加，肌纤维募集形式也会逐渐过渡到以 II 型肌纤维为主；高强度运动时，即 > 50% 最大自主收缩状态，肌肉由无氧供能过渡到有氧供能的时间也越短，I 型肌纤维被募集比例也会越来越大，中位频率逐步降低<sup>[14]</sup>。这就使同一个体不同肌肉疲劳过程中，MF 的变化有特异性。本研究结果提示受试者疼痛侧肌肉耐疲劳程度下降，受试者疼痛侧肌纤维募集以 II 型肌纤维为主，非疼痛侧肌纤维募集以 I 型肌纤维为主。

总之，腰背肌筋膜痛患者疼痛侧核心肌群肌纤维分布类型的转变，与耐疲劳程度下降呈相关性。长期的、反复的肌肉疲劳得不到完全恢复，导致腰背部疼痛患者工作、生活受限，针对腰部核心肌群进行有针对性的耐力训练，有可能防止症状复发。

参考文献

[1] Freburger JK, Holmes GM, Agans RP, et al. The rising prevalence of chronic low back pain[J]. Arch Intern Med, 2009, 169(3): 251-258.

[2] 刘斯文, 李华南, 海兴华, 等. 慢性腰痛患者表面肌电图临床特征及数据分析[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(12): 1361-1365.

LIU SW, LI HN, HAI XH, et al. Clinical features and data analysis of surface electromyography in patients with chronic low back pain [J]. Zhongguo Kang Fu Yi Xue Za Zhi, 2017, 32(12): 1361-1365. Chinese.

[3] 王茂. 行业标准《中医药标准体系表》研究制定[D]. 湖北中医药大学, 2013.

WANG M. The table of the standard system of Chinese medicine industry standard formulation[D]. Hubei University of Traditional Chinese Medicine, 2013. Chinese.

[4] 林国平, 陈建辉. 腰背肌筋膜炎中西医诊疗辨识[J]. 中国中医

药现代远程教育, 2015, 13(07): 133-135.

LIN GP, CHEN JH. Diagnosis and treatment of lumbar back myofasciitis: identification of [J]. Zhongguo Zhong Yi Yao Xian Dai Yuan Cheng Jiao Yu, 2015, 13(7): 133-135. Chinese.

[5] 曹越, 章薇. 背部经穴透刺对背肌筋膜炎近期及远期疗效的临床评价[J]. 针灸临床杂志, 2017, 33(08): 42-44.

CAO Y, ZHANG W. Clinical evaluation of the short-term and long-term effects of back meridian point penetration on dorsal myofasciitis [J]. Zhen Jiu Lin Chuan Za Zhi, 2017, 33(8): 42-44. Chinese.

[6] 刘瑞莲, 刘富顺. 肌纤维类型的间接推测方法[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(15): 2827-2830.

LIU RL, LIU FS. Indirect prediction method of muscle fiber type [J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2012, 16(15): 2827-2830. Chinese.

[7] 庞青民, 赵欲晓. 筋针疗法治疗腰背肌筋膜炎[J]. 中医正骨, 2017, 29(3): 36-37.

PANG QM, ZHAO YX. Tendon acupuncture therapy for lumbar back myofasciitis [J]. Zhong Yi Zheng Gu, 2017, 29(3): 36-37. Chinese.

[8] Chandanwale AS, Chopra A, Goregaonkar A, et al. Evaluation of eperisone hydrochloride in the treatment of acute musculoskeletal spasm associated with low back pain: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial [J]. J Postgrad Med, 2011, 57(4): 278-285.

[9] 杨皓. 不同类型身体活动的躯干肌群 sEMG 反应模式[D]. 浙江大学, 2012.

YANG G. SEMG response patterns of trunk muscles in different types of physical activities [D]. Zhejiang University, 2012. Chinese.

[10] Roberts AJ, Seah R, Dickens JC, et al. A comparison of pain levels after the Biering-Sorensen and the modified 20-metre shuttle test in patients with chronic low back pain [J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2013, 27(2): 173-179.

[11] Cardozo AC, Goncalves M, Dolan P. Back extensor muscle fatigue at submaximal workloads assessed using frequency banding of the electromyographic signal [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2011, 26(10): 971-976.

[12] Sutherlin MA, Hart JM, et al. Hip-abduction torque and muscle activation in people with low back pain [J]. J Sport Rehabil, 2015, 24(1): 50-61.

[13] Moore BD, Drouin J, Gansnedder BM, et al. The differential effects of fatigue on reflex response timing and amplitude in males and females [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2002, 12(5): 351-360.

[14] 卫杰, 赵平, 周卫. 表面肌电图在腰背痛临床研究中的应用[J]. 中国骨伤, 2007, 20(10): 723-725.

WEI J, ZHAO P, ZHOU W. Application of surface electromyography in clinical study of low back pain [J]. Zhongguo Gu Shang/Chinese J Orthop Trauma, 2007, 20(10): 723-725. Chinese with abstract in English.

(收稿日期: 2019-01-13 本文编辑: 连智华)