

·临床研究·

## 肌筋膜放松训练对正常人腰部神经肌肉功能影响的研究\*

甘晓鹏<sup>1</sup> 陆耀飞<sup>1,2</sup> 陈正权<sup>1</sup> 方春意<sup>1</sup> 张 樱<sup>1</sup>

### 摘要

**目的:**观察肌筋膜放松训练对正常人腰部神经肌肉功能的影响,为肌筋膜放松训练的临床应用提供依据。

**方法:**试验采用随机双盲设计,共23例男性健康受试者,随机分为空白组(7例)、安慰剂组(8例)、试验组(8例)。试验组进行腰部的肌筋膜放松训练,安慰剂组给予模拟电刺激,空白组不做任何干预。每位受试者在干预后即刻(0 min)、10 min、20 min进行躯干的屈曲-伸展测试,并同时采集L3、L5水平左右双侧竖脊肌和多裂肌的表面肌电信号(surface electromyography, sEMG)以及躯干和骨盆在矢状面上的运动加速度信号。计算并分析三组的腰椎屈曲关节活动度、竖脊肌和多裂肌在屈曲—放松现象中肌电静息开始(EMG-off)和终止(EMG-on)时的腰椎角度,以及屈曲—放松比(flexion-relaxation ratio, FRR)。

**结果:**空白组、安慰剂组、试验组的腰椎关节活动度、竖脊肌和多裂肌EMG-off、EMG-on时的腰椎角度无显著性差异( $P>0.05$ ),在三个不同时间点内试验组的FRR值与空白组和安慰剂组比较,大部分具有显著性差异( $P<0.05$ )。

**结论:**肌筋膜放松训练后腰部竖脊肌和多裂肌的主动活动功能提高,肌肉激活模式得到改善。放松后不影响腰部的神经肌肉功能,对腰椎稳定性具有强化作用。

**关键词** 肌筋膜放松;腰部稳定性;表面肌电

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2019)-11-1316-07

The effect of self-myofascial release on neuromuscular responses of lumbar in healthy subjects during trunk flexion-extension/GAN Xiaopeng, LU Yaofei, CHEN Zhengquan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(11): 1316—1322

### Abstract

**Objective:** To investigate the effect of self-myofascial release on neuromuscular responses of healthy lumbar while the trunk doing flexion and re-extension.

**Method:** Twenty-three healthy men were included in the study. The subjects were randomly separated into blank group (7), placebo group (8) and treatment group (8). The subjects of treatment group accepted self-myofascial release training for their lumbar. The placebo group accepted false electrical stimulation, the blank group accepted no intervention. Every subject did the trunk flexion-extension test at 0min, 10min and 20min after intervention. Both the surface electromyography (sEMG) from bilateral erector spinae(at L3) and multifidus (at L5) and the accelerometer signal at sagittal plane from T12 and S1 were recorded at each flexion-extension test. Lumbar range of motion, lumbar flexion angle corresponding to the onset (EMG-off) and cessation (EMG-on) of myoelectric silence from erector spinae and multifidus, flexion-relaxation ratio (FRR) were all calculated and analyzed for comparison.

**Result:** There is no significant difference in lumbar range of motion as well as the EMG-off and EMG-on an-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.11.009

\*基金项目:上海体育学院运动健身科技省部共建教育部重点实验室资助项目

1 上海体育学院运动科学学院,上海市,200438; 2 通讯作者

作者简介:甘晓鹏,男,硕士研究生,初级治疗师; 收稿日期:2018-06-27

gle of lumbar flexion from erector spinae and multifidus ( $P>0.05$ ). The FRR of treatment group is much larger than the other two groups' obviously, no matter from erector spinae and multifidus ( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** The result suggested that the active motion function of the erector spinae and multifidus could be improved after self-myofascial release, which won't change the neuromuscular responses of lumber and could strengthen the stability of lumbar instead.

**Author's address** School of Kinesiology, Shanghai University of Sport, Shanghai, 200438

**Key word** self-myofascial release;lumber stability;surface electromyography

肌筋膜放松训练是指通过使用工具由自身重力向肌肉、筋膜等软组织施加压力来达到放松效果的疗法<sup>[1]</sup>,是目前常见的软组织放松疗法之一。常用的工具包括泡沫轴、按摩轴、按摩球等。近年来研究发现,肌筋膜放松训练在增加组织柔韧性、促进功能恢复、减轻疼痛等方面有较好的治疗效果<sup>[2]</sup>。目前关于肌筋膜放松训练应用在腰部上的相关研究较少,同时肌筋膜放松训练对腰部神经肌肉功能的作用效果未明,本研究通过观察正常人腰部神经肌肉功能的变化情况,确认肌筋膜放松训练是否会对腰部神经肌肉功能产生影响,为肌筋膜放松训练的临床应用提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

招募上海体育学院24例男性大学生受试者。试验前均按照规范详细告知受试者试验过程并征得同意。

纳入标准:①年龄在20—40岁;②脊柱无损伤、无手术史;③每周有两次以上,每次不少于30 min的运动习惯。

排除标准:①腰椎间盘突出、脊柱结构异常;②试验开始前1周内腰背部疼痛或不适者;③躯干或者下肢非特异性的肌肉骨骼疾病;④试验开始前2周内有过腰部肌筋膜放松者;⑤合并心血管疾病、骨质疏松、代谢性疾病、神经系统疾病等。

受试者分组采用区组随机化分组方法,由试验干预人员使用SPSS 20.0软件生成24个随机数字,并对随机数字进行1—24的顺序编号,将24个随机数字进行转换和分组。以受试者参与试验顺序所对应的顺序编号进行相应的干预。受试者分为空白组、安慰剂组和试验组,每组分别为8例受试者,其中空白组一例受试者在测试过程中出现腓绳肌酸痛,

为避免对结果产生影响给予排除<sup>[3]</sup>。三组间年龄、身高、体重、BMI无显著性差异( $P>0.05$ ),见表1。

表1 三组受试者的一般资料 ( $\bar{x}\pm s$ ,  $n=23$ )

| 项目     | 空白组        | 安慰剂组       | 试验组        |
|--------|------------|------------|------------|
| 人数(例)  | 7          | 8          | 8          |
| 年龄(岁)  | 25.29±1.50 | 23.38±1.77 | 24.88±4.79 |
| 身高(m)  | 1.77±0.06  | 1.75±0.06  | 1.74±0.05  |
| 体重(kg) | 71.00±6.58 | 71.62±8.85 | 69.00±7.29 |
| BMI    | 22.61±1.48 | 23.25±1.79 | 22.67±1.92 |

### 1.2 方法

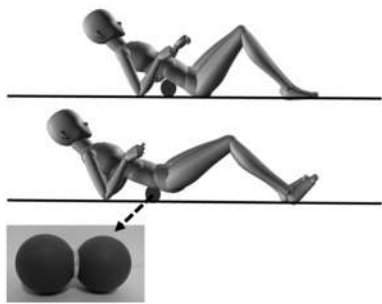
试验干预前要求每位受试者在跑台上进行5 min的慢跑热身训练,慢跑速度为5km/h,热身结束后休息1min,休息结束后开始干预。整个试验过程对受试者和测试人员设盲,受试者仅告知试验流程。试验分组由干预人员保密,直至试验结束进入统计阶段时才将分组公开。试验干预与测试分别在不同的房间进行,每次试验只允许一位受试者进入房间。测试人员不参与干预,干预人员不参与测试。

肌筋膜放松训练:试验组使用按摩球对腰椎两侧肌筋膜进行放松。按摩球为双球型号(宽约13.5 cm,球直径约6.5 cm),整体呈中间凹两头突起的花生形状。放松部位为第12胸椎(T12)和第5腰椎(L5)水平间区域,按摩球伴随着节拍器节奏(1.5s/次)来回滚动对腰椎两侧肌筋膜进行放松,共两组,每组10次,平均每次3s(1.5s从T12到L5,1.5s从L5到T12),组间休息30s,整个过程持续90s<sup>[4]</sup>(图1)。按摩球施加在组织上的压力按照疼痛数字评价量表(numerical rating scale, NRS)将疼痛控制在7分左右<sup>[5]</sup>,并根据疼痛程度调整压力。受试者进行1次练习,熟悉流程后,开始对腰椎两侧肌筋膜进行放松。

安慰剂组使用中频电疗仪进行模拟电刺激<sup>[6]</sup>,分别在T12与L5棘突左右双侧旁开2cm处放置电极片,受试者采取卧位并告知有微小无感觉的流刺

激会对背部产生放电的效果,试验过程中电疗仪只开机和零电流刺激强度。安慰剂组的干预共两组,每组时间、组数、组间间隔同试验组。空白组平躺,不进行任何干预。

图1 腰部肌筋膜放松训练示意图



开始时受试者以仰卧位,双膝屈曲90°—100°,将按摩球放置在T12水平,按摩球中间凹处与腰椎棘突对应,两侧突起部分对应着腰椎两侧的肌群。然后双肘屈曲撑地,通过膝关节的屈曲和伸展,带动身体前后移动,使按摩球在T12与L5水平间来回滚动。

### 1.3 评定指标

采集躯干屈曲-伸展过程中竖脊肌和多裂肌的表面肌电信号(surface electromyography, sEMG)以及躯干与骨盆的运动加速度信号作为评价指标。

**1.3.1 测试设备:**表面肌电采集所用型号为 Delsys 无线肌电采集系统(Trigno Wireless EMG, DelSys inc., Natick, USA),此型号具有同时采集表面肌电信号与三维运动加速度信号的功能。sEMG与加速度信号采集均采用EMGworks 4 Acquisition软件。sEMG传感器共模抑制比>80Db,响应频率为20Hz—450Hz,采集频率为2000Hz。加速度计信号采集动态范围为±1.5g,采集频率为160Hz。

**1.3.2 采集部位:**本试验共有四个sEMG采集部位和两个加速度信号采集部位。参考前人研究结果选取最佳的表面肌电信号和加速度信号采集位置<sup>[7-9]</sup>。竖脊肌:第3腰椎(L3)水平,脊柱中线左右旁开3cm,上下1cm放置电极,采集左右两侧竖脊肌的表面肌电信号。多裂肌:L5水平,棘突左右旁开2cm,上下1cm放置电极,采集左右两侧多裂肌的表面肌电信号。加速度信号采集:T12水平棘突左侧旁开1cm和第1骶椎(S1)水平棘突左侧旁开1cm放置电极,分别采集躯干与骨盆的运动加速度信号。在电极放置之前均对采集部位进行75%的医用酒精

擦拭,对该部位毛发进行剔除,并用细砂纸擦拭。所有的电极均使用专门的双面胶贴贴附在皮肤上,并用皮肤膜固定。

**1.3.3 测试动作:**测试动作为躯干屈曲-伸展,参考前人研究制定动作标准<sup>[10]</sup>。受试者在指定区域上光脚站立,双脚与骨盆同宽,双膝保持伸直,两眼平视,双上肢自由放置在身体两侧。伴随着节拍器节奏(每次1s)进行屈曲-伸展测试,每次测试时间共25s,包括静止站立位10s,躯干均匀缓慢前屈5s,最大屈曲位维持5s,缓慢伸展回至直立位5s。屈曲-伸展测试共三组,分别在干预后即刻(0min)、10min、20min进行,每组重复5次测试,每次测试间隔10s。为了消除躯干在屈曲-伸展过程中头部运动和手摆动对试验的影响,要求受试者在屈曲过程中手沿着腿部下滑,整个测试手不离开腿并在最大屈曲位维持静止姿势。专业人员进行示范,受试者练习一次后正式开始测试。

**1.3.4 数据处理:**原始sEMG信号和运动加速度信号均使用EMGworks 4.0软件进行分析和处理。

表面肌电信号处理:首先使用四阶双通 Butterworth 滤波器对肌电信号进行高通滤波(截止频率30 Hz)去除心电影响<sup>[11]</sup>,然后进行全波整流,最后用四阶零位延迟 Butterworth 低通滤波器对sEMG进行平滑处理(截止频率5Hz)<sup>[10,12]</sup>。对处理后的sEMG进行线性分析,得出屈曲过程中的最大肌电值(FLEX<sub>EMG</sub>)、屈曲—放松现象(flexion-relaxation phenomenon, FRP)中肌电静息状态时(取连续2s)的肌电平均值(MVF<sub>EMG</sub>)以及伸展过程中的最大肌电值(EXT<sub>EMG</sub>)。

加速度计信号处理:原始加速度信号使用四阶 Butterworth 低通滤波器(截止频率6Hz)进行平滑去除噪音处理<sup>[9]</sup>。以重力加速度(g)为参考使用三角函数计算躯干与骨盆在矢状面的运动角度。角度计算公式为:

$$\cos \alpha = x / |g|$$

其中 $\alpha$ 为运动的角度, $x$ 为矢状面上的加速度,与颅骶方向平行, $g$ 为重力加速度<sup>[13]</sup>。

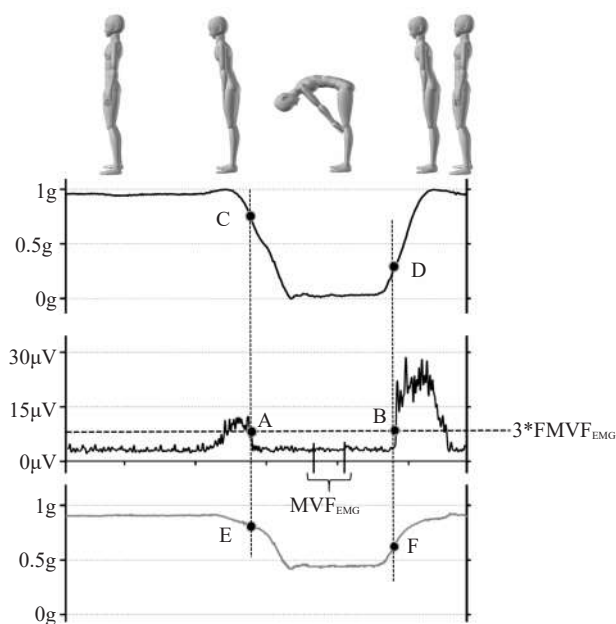
**1.3.5 分析指标:**计算屈曲-放松比(flexion-relaxation ratio, FRR),包括FLEX<sub>EMG</sub>与MVF<sub>EMG</sub>的比值(FRR = FLEX<sub>EMG</sub>/MVF<sub>EMG</sub>),EXT<sub>EMG</sub>与MVF<sub>EMG</sub>的比值



$(FRR_{EXT_{EMG}}/MV_{F_{EMG}})^{[14]}$ 。

计算躯干屈曲-伸展过程中竖脊肌与多裂肌FRP静息电位开始(EMG-off)与终止(EMG-on)时的腰椎角度。FRP出现的阈值以 $MV_{F_{EMG}}$ 的3倍为标准<sup>[12]</sup>,由于肌电信号与加速度信号为同步采集,所以得出EMG-off与EMG-on发生的时间便可得出相应时间对应T12和S1的运动加速度值。对加速度值进行计算转化便可得出EMG-off和EMG-on发生时相对应的腰椎角度(图2)。

图2 受试者在屈曲-伸展过程中T12和S1处的加速度变化以及腰背肌FRP(以L3一侧竖脊肌为例)的变化



g为重力加速度,A点为EMG-off,B为EMG-on,C点与E点分别为EMG-off发生时对应的T12和S1加速度,D点和F点分别为EMG-on发生时对应的T12和S1加速度, $MV_{F_{EMG}}$ 为静息位时的肌电均值(取连续2s),以 $MV_{F_{EMG}}$ 值的3倍( $3 * MV_{F_{EMG}}$ )作为FRP出现的阈值。

计算腰椎活动度、躯干活动度以及骨盆活动度方法<sup>[9,13]</sup>如下:①躯干活动度( $TROM_{max}$ ):最大屈曲位时T12的角度均值加上站立位时T12的角度均值;②骨盆活动度( $PROM_{max}$ ):最大屈曲位时S1的角度均值减去站立位时S1的角度均值;③腰椎活动度( $LROM_{max}$ ):躯干活动度减去骨盆的活动度( $TROM_{max}-PROM_{max}$ )。

为了方便对比,需对角度进行标准化处理<sup>[8]</sup>。腰椎最大活动度以占躯干最大活动度的百分比表示(即 $\%TROM_{max}$ ),竖脊肌与多裂肌EMG-on和EMG-

off发生时的腰椎角度以占腰椎最大活动度的百分比表示(即 $\%LROM_{max}$ )。

每组试验的结果均为5次测试的平均值。竖脊肌和多裂肌的各项值( $FRR_{FLEX_{EMG}}/MV_{F_{EMG}}$ 、 $FRR_{EXT_{EMG}}/MV_{F_{EMG}}$ 、EMG-on角度、EMG-off角度)均取双侧的均值作为该次测试的结果。

#### 1.4 统计学分析

采用SPSS 20.0统计学软件进行统计分析。计量值均采用均值±标准差表示。三组之间三个不同时间点的各项数值对比使用重复测量方差分析;同一时间点组间对比使用单因素方差分析,如有显著性差异,进一步使用最小显著差法(the least significant difference, LSD)进行多重对比, $P < 0.05$ 为差异具有显著性。

## 2 结果

试验结果显示空白组、安慰剂组与试验组干预后腰椎屈曲最大关节活动度无显著性差异( $F = 0.779, P > 0.05$ ),见表2。

空白组、安慰剂组与试验组在屈伸过程中竖脊肌与多裂肌的EMG-off与EMG-on角度无明显差异(竖脊肌EMG-off:  $F = 0.933, P > 0.05$ ; EMG-on:  $F = 0.271, P > 0.05$ ; 多裂肌EMG-off:  $F = 0.774, P > 0.05$ , EMG-on:  $F = 0.394, P > 0.05$ ),见表3。

干预后试验组在三个不同时间点的FRR值均明显大于空白组和安慰剂组,并且与空白组、安慰剂组比较大都具有显著性差异(竖脊肌 $FRR_{FLEX_{EMG}}/MV_{F_{EMG}}$ :  $F = 6.66, P < 0.05$ ,  $FRR_{EXT_{EMG}}/MV_{F_{EMG}}$ :  $F = 6.76, P < 0.05$ ; 多裂肌 $FRR_{FLEX_{EMG}}/MV_{F_{EMG}}$ :  $F = 4.86, P < 0.05$ ,  $FRR_{EXT_{EMG}}/MV_{F_{EMG}}$ :  $F = 3.41, P = 0.053$ ),见图3—6。

本试验所有结果空白组与安慰剂组比较无显著性差异( $P > 0.05$ ),各组组内在干预后即刻(0min)、10min、20min无明显变化( $P > 0.05$ )。

## 3 讨论

### 3.1 腰部FRP发生机制

FRP常被用来评估腰部神经肌肉功能变化,它是指在躯干屈曲到一定角度时背伸肌的表面肌电值突然下降(EMG-off),并将肌电值维持在一定水平

表2 腰椎屈曲最大活动度(%TROM<sub>max</sub>)\* ( $\bar{x}\pm s$ , n=23)

|       | 空白组(%)     | 安慰剂组(%)    | 试验组(%)      |
|-------|------------|------------|-------------|
| 0min  | 62.60±7.69 | 56.98±8.74 | 62.40±8.57  |
| 10min | 62.49±6.94 | 59.43±6.97 | 63.82±10.69 |
| 20min | 61.66±6.53 | 58.94±7.33 | 64.14±11.43 |

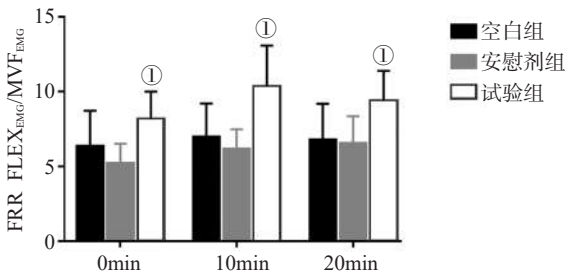
\*同一时间点试验组与空白组、安慰剂组比较无显著差异,  $P>0.05$

表3 竖脊肌和多裂肌EMG-off、EMG-on的角度(%LROM<sub>max</sub>)\* ( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别    | L3 竖脊肌     |            | L5 多裂肌     |            |
|-------|------------|------------|------------|------------|
|       | EMG-off(%) | EMG-on(%)  | EMG-off(%) | EMG-on(%)  |
| 0min  |            |            |            |            |
| 空白组   | 81.39±4.8  | 95.8±1.65  | 85.68±5.92 | 96.93±0.83 |
| 安慰剂组  | 79.15±5.99 | 91.49±9.59 | 83.23±5.53 | 93.50±7.97 |
| 试验组   | 84.31±3.89 | 95.16±2.68 | 86.54±4.21 | 95.26±1.96 |
| 10min |            |            |            |            |
| 空白组   | 79.73±5.68 | 94.94±1.78 | 86.03±3.78 | 95.87±2.36 |
| 安慰剂组  | 81.06±7.28 | 94.76±3.64 | 84.75±4.87 | 95.18±4.35 |
| 试验组   | 83.48±6.53 | 94.92±2.52 | 87.64±4.37 | 94.00±5.22 |
| 20min |            |            |            |            |
| 空白组   | 82.21±6.05 | 94.65±2.39 | 85.52±4.38 | 95.09±2.39 |
| 安慰剂组  | 80.53±7.38 | 95.53±3.57 | 84.84±6.01 | 95.76±3.56 |
| 试验组   | 83.82±6.00 | 95.06±2.00 | 86.56±4.23 | 95.12±2.12 |

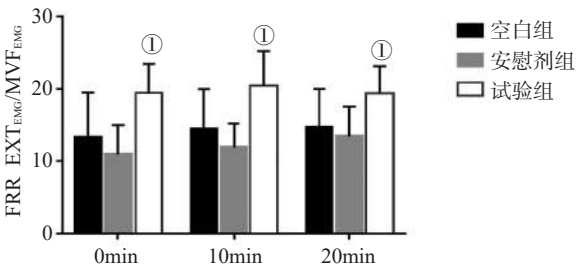
\*同一时间点试验组与空白组、安慰剂组比较无显著差异,  $P>0.05$

图3 竖脊肌在屈曲过程中FRR FLEX<sub>EMG</sub>/MV<sub>F</sub><sub>EMG</sub>



注:①同一时间点组间比较  $P<0.05$

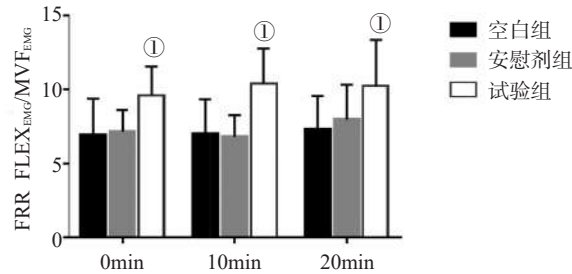
图4 竖脊肌在伸展过程中FRR EXT<sub>EMG</sub>/MV<sub>F</sub><sub>EMG</sub>



注:①同一时间点组间比较  $P<0.05$

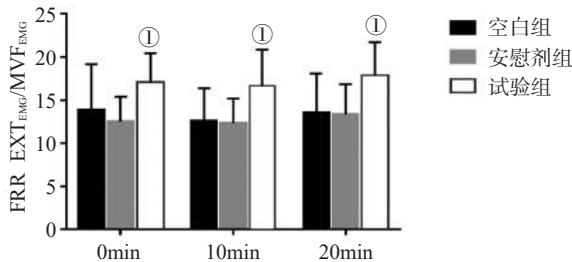
的静息状态,当躯干伸展到一定角度时背伸肌上的肌电值又突然上升的现象(EMG-on)<sup>[15]</sup>。这种现象常在健康人群中出现,而在患有下腰背疼痛的人群

图5 多裂肌在屈曲过程中FRR FLEX<sub>EMG</sub>/MV<sub>F</sub><sub>EMG</sub>



注:①同一时间点组间比较,  $P<0.05$

图6 多裂肌在伸展过程中FRR EXT<sub>EMG</sub>/MV<sub>F</sub><sub>EMG</sub>



注:①同一时间点试验组与安慰剂组比较  $P<0.05$

中常消失<sup>[16]</sup>。FRP发生的机制普遍认为这是由于在屈曲过程中躯干的重力负荷由主动系统(即指腰部深、浅层肌群)逐渐转移至被动系统(包括椎间盘、韧带、筋膜等)导致,当腰部稳定性发生变化时这种负荷转移策略就会消失<sup>[17-18]</sup>。本研究主要是观察腰部肌筋膜放松训练后FRP的变化。

### 3.2 腰部关节活动度

肌筋膜放松训练是一种操作简单并且能够明显增加组织柔韧性、增加关节活动度、降低肌肉张力的软组织放松方法。胸腰筋膜位于下胸段和腰段,包裹着椎体两侧的竖脊肌、多裂肌、腰方肌等,是由多个腱膜层和筋膜层组成的复合体<sup>[19-20]</sup>。有研究证明胸腰筋膜含有大量的神经纤维<sup>[21]</sup>,而胸腰筋膜的柔韧性变差是导致下腰背疼痛的原因之一<sup>[22-23]</sup>。使用肌筋膜放松训练的方法对胸腰筋膜进行放松可减轻疼痛,增加筋膜的柔韧性<sup>[24]</sup>。本试验中试验组的腰椎关节活动度与安慰剂组、空白组无明显差异,考虑到这可能是由于参与试验的均为健康受试者以及按摩球作用部位仅限于腰椎两侧肌筋膜的原因。

### 3.3 EMG-off 与 EMG-on

牵伸和肌筋膜放松训练这两种方法均能够增加组织的柔韧性,但腰背部进行牵伸对软组织可造成微小创伤,牵伸重复次数多可对腰部神经肌肉功能产生影响<sup>[25-26]</sup>。Panjabi等<sup>[18]</sup>提出的腰部稳定性模型:在对腰背肌群进行屈曲牵伸的同时,椎间盘、后纵韧带、棘上韧带、棘间韧带等稳定椎体的被动组织均受到牵伸,长时间或者反复牵伸可引起被动组织的蠕变和张力下降,从而影响腰椎的稳定性<sup>[27-28]</sup>。Jin等<sup>[29]</sup>对12例健康受试者腰部进行屈曲牵伸后,L3、L4水平的竖脊肌EMG-off角度明显增大,认为这是由于牵伸后筋膜、韧带等被动组织张力下降,腰部负荷转移策略发生延迟导致。Sandler等<sup>[30]</sup>进行了大样本的研究,认为牵伸可在一定程度上缓解下腰背疼痛,但是不能确定其是否可以防止下腰背疼痛的发生,同时认为牵伸可能诱发下腰背损伤。本研究中使用肌筋膜放松训练的方法对腰部进行放松,所涉及的结构均为浅层组织,不会对深层组织如椎间盘、后纵韧带等产生影响。同时在本研究的试验结果中,试验组在肌筋膜放松训练后竖脊肌与多裂肌的EMG-off、EMG-on角度与安慰剂组、空白组相比并没有明显的差别,说明肌筋膜放松训练后并没有改变腰部负荷的转移策略,对腰部的神经肌肉功能不产生影响<sup>[5]</sup>。所以肌筋膜放松训练与牵伸相比可能更适合于腰部组织的放松。

### 3.4 竖脊肌与多裂肌的FRR值

本研究所选择的屈曲-放松比(FRR)与下腰背疼痛患者的下腰背疼痛、关节活动度,日常生活功能障碍有非常高的相关性<sup>[31]</sup>。临床上FRR FLEX<sub>EMG</sub>/MV<sub>F<sub>EMG</sub></sub>、FRR EXT<sub>EMG</sub>/MV<sub>F<sub>EMG</sub></sub>对慢性下腰背疼痛具有较高的诊断价值<sup>[14]</sup>。下腰背痛患者由于疼痛、自我保护意识或者肌肉对疼痛的适应导致其在弯腰过程中关节活动受限,腰背肌不能完全放松,所以在静息位竖脊肌与多裂肌的肌电均值偏高<sup>[32]</sup>,FRR值偏低<sup>[33]</sup>。据报道下腰背疼痛患者在经过物理治疗和稳定性训练后FRR值明显增大,说明腰背肌肉的激活模式得到了改善并正常化<sup>[34]</sup>。Marshall等<sup>[33]</sup>对15例慢性下腰背痛患者进行12周的稳定性训练后,发现FLEX<sub>EMG</sub>与EXT<sub>EMG</sub>在训练前后无明显变化,只有MV<sub>F<sub>EMG</sub></sub>在训练后明显变小,所以训练后FRR值增

大。在本研究中试验组竖脊肌和多裂肌的FRR FLEX<sub>EMG</sub>/MV<sub>F<sub>EMG</sub></sub>、FRR EXT<sub>EMG</sub>/MV<sub>F<sub>EMG</sub></sub>明显高于其他两组,并且大部分具有显著性的差异,说明试验组的竖脊肌和多裂肌在肌筋膜放松训练后激活水平增高,肌肉反应增强。竖脊肌和多裂肌是腰椎稳定的核心肌群,两者的激活水平增高表明腰椎稳定性增强,出现这种现象的原因可能是由于肌筋膜放松后局部血液循环增强所致<sup>[35]</sup>,腰椎两侧的胸腰筋膜含有大量的神经纤维<sup>[21]</sup>,该部位血液循环增强可提高腰部对运动的反馈,从而增强腰部神经肌肉的协调功能<sup>[36]</sup>。另外有学者指出肌筋膜放松训练可以明显提高肌肉的运动效率,能够降低不必要的肌肉活动<sup>[37]</sup>,所以试验组FRR值的增大可能是由于肌筋膜放松训练降低了腰部在静息位的肌肉活动,提高了腰背肌群的运动效率。

### 3.5 研究局限与不足

由于试验条件的限制,受试者在进行腰部肌筋膜放松训练过程中按摩球施加在腰部的压力会因为每个人对疼痛的耐受不同而不能完全统一。

本研究存在很多不足。首先为了减少差异性,本研究只选取了20岁—40岁的健康男性作为研究对象。对于中年、老年人和下腰背痛患者,腰部肌筋膜放松训练是否适用以及作用效果如何还需进一步的探讨。另外本研究为一次性试验,只证实了腰部肌筋膜放松训练后的即刻效应,关于这种放松方式对腰部的长期作用效果仍需继续深入的研究。

## 4 结论

肌筋膜放松训练疗法操作安全、简单,不仅不会影响腰部的神经肌肉功能,而且能够增强竖脊肌、多裂肌的主动活动功能,对强化腰椎稳定性具有一定的应用价值。

## 参考文献

- [1] Beardsley C, Skarabot J. Effects of self-myofascial release: A systematic review[J]. J Bodyw Mov Ther, 2015, 19(4): 747—58.
- [2] Kalichman L, Ben David C. Effect of self-myofascial release on myofascial pain, muscle flexibility, and strength: A narrative review[J]. J Bodyw Mov Ther, 2017, 21(2): 446—451.

- [3] Zawadka M, Skublewska-Paszkowska M, Gawda P, et al. What factors can affect lumbopelvic flexion-extension motion in the sagittal plane?: A literature review[J]. Hum Mov Sci, 2018, 58:205—218.
- [4] Griefahn A, Oehlmann J, Zalpouri C, et al. Do exercises with the Foam Roller have a short-term impact on the thoracolumbar fascia?:A randomized controlled trial[J]. J Bodyw Mov Ther, 2017, 21(1):186—193.
- [5] Krause F, Wilke J, Niederer D, et al. Acute effects of foam rolling on passive tissue stiffness and fascial sliding: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2017, 18(1):114.
- [6] Mikesky AE, Bahamonde RE, Stanton K, et al. Acute effects of the stick on strength, power, and flexibility[J]. J Strength Cond Res, 2002, 16(3):446—50.
- [7] 李扬政, 吴方超, 李建华. 表面肌电屈曲-放松测试及影响因素研究进展[J]. 中国运动医学杂志, 2017, 36(3):270—274.
- [8] Sanchez-Zuriaga D, Artacho-Perez C, Bivia-Roig G. Lumbo-pelvic flexibility modulates neuromuscular responses during trunk flexion-extension[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2016, 28:152—7.
- [9] Alqhtani RS, Jones MD, Theobald PS, et al. Reliability of an accelerometer-based system for quantifying multiregional spinal range of motion[J]. J Manipulative Physiol Ther, 2015, 38(4):275—81.
- [10] Howarth SJ, Mastragostino P. Use of kinetic and kinematic data to evaluate load transfer as a mechanism for flexion relaxation in the lumbar spine[J]. J Biomech Eng, 2013, 135(10):101004—6.
- [11] Schinkel-Ivy A, Nairn BC, Drake JD. Evaluation of methods for the quantification of the flexion-relaxation phenomenon in the lumbar erector spinae muscles[J]. J Manipulative Physiol Ther, 2013, 36(6):349—58.
- [12] Jin S, Ning X, Mirka GA. An algorithm for defining the onset and cessation of the flexion-relaxation phenomenon in the low back musculature[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2012, 22(3):376—82.
- [13] Kienbacher T, Paul B, Habenicht R, et al. Age and gender related neuromuscular changes in trunk flexion-extension [J]. J Neuroeng Rehabil, 2015, 12:3.
- [14] Neblett R, Brede E, Mayer TG, et al. What is the best surface EMG measure of lumbar flexion-relaxation for distinguishing chronic low back pain patients from pain-free controls?[J]. Clin J Pain, 2013, 29(4):334—40.
- [15] Floyd WF, Silver PH. The function of the erectores spinae muscles in certain movements and postures in man[J]. J Physiol, 1955, 129(1):184—203.
- [16] McGorry RW, Lin JH. Flexion relaxation and its relation to pain and function over the duration of a back pain episode[J]. PLoS One, 2012, 7(6):e39207.
- [17] Hashemirad F, Talebian S, Hatef B, et al. The relationship between flexibility and EMG activity pattern of the erector spinae muscles during trunk flexion-extension[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2009, 19(5):746—53.
- [18] Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement[J]. J Spinal Disord, 1992, 5(4):383—9; discussion 397.
- [19] 朱炜楷, 隋鸿锦, 付元山, 等. 胸腰筋膜解剖结构的研究进展[J]. 中国临床解剖学杂志, 2016, 34(3):355—358.
- [20] Willard FH, Vleeming A, Schuenke MD, et al. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations[J]. J Anat, 2012, 221(6):507—36.
- [21] Barry CM, Kestell G, Gillan M, et al. Sensory nerve fibers containing calcitonin gene-related peptide in gastrocnemius, latissimus dorsi and erector spinae muscles and thoracolumbar fascia in mice[J]. Neuroscience, 2015, 291:106—17.
- [22] Langevin HM, Fox JR, Koptiuch C, et al. Reduced thoracolumbar fascia shear strain in human chronic low back pain[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2011, 12:203.
- [23] Ranger TA, Teichtahl AJ, Cicuttini FM, et al. Shorter lumbar paraspinal fascia is associated with high intensity low back pain and disability[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(8):E489—93.
- [24] Ajimsha MS, Daniel B, Chithra S. Effectiveness of myofascial release in the management of chronic low back pain in nursing professionals[J]. J Bodyw Mov Ther, 2014, 18(2):273—81.
- [25] Behm DG, Blazeovich AJ, Kay AD, et al. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2016, 41(1):1—11.
- [26] Solomonow M, Baratta RV, Zhou BH, et al. Muscular dysfunction elicited by creep of lumbar viscoelastic tissue [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2003, 13(4):381—96.
- [27] Sanchez-Zuriaga D, Adams MA, Dolan P. Is activation of the back muscles impaired by creep or muscle fatigue?[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(5):517—25.
- [28] Olson MW, Li L, Solomonow M. Interaction of viscoelastic tissue compliance with lumbar muscles during passive cyclic flexion-extension[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2009, 19(1):30—8.
- [29] Jin S, Mirka GA. Combined effect of low back muscle fa-

(下转第 1327 页)