

# 椎旁肌横截面积与腰椎椎管狭窄症临床表现的相关性分析

都芳涛<sup>1△</sup> 于德国<sup>1</sup> 方继峰<sup>1</sup> 李兴晶<sup>1</sup> 侯耀鹏<sup>1</sup> 李广义<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:通过 MRI 分析椎旁肌横截面积与腰椎椎管狭窄症临床表现之间的相关性。方法:选取确诊为腰椎椎管狭窄症且资料齐全的患者 159 例(病例组)及同期在我院体检的健康人 78 名(对照组)为研究对象,用 Image J2x 软件测量 MRI T2W1 上 L<sub>3</sub>~L<sub>5</sub> 椎体下方平面的两侧椎旁腰大肌及多裂肌的横截面积。根据视觉模拟疼痛评分(VAS)及中医症候评分评估症状持续的时间、行走的距离、腿部放射性疼痛或者麻木。利用 Pearson 相关分析得到腰大肌及多裂肌横截面积的改变与临床症状的严重程度之间的相关性。**结果:**病例组在 L<sub>5</sub> 层面双侧多裂肌横截面积减小,差异有统计学意义(左侧,  $t=5.165, P=0.024<0.05$ ;右侧,  $t=4.078, P=0.031<0.05$ );在 L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 节段狭窄患者中, L<sub>5</sub> 层面双侧多裂肌面积减小较为显著,差异有统计学意义(右侧,  $t=8.38, P=0.03<0.05$ ;左侧,  $t=9.23, P=0.04<0.05$ );病例组 L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 节段狭窄症患者中腰部疼痛及腿部疼痛的 VAS 评分较其他节段明显增高,差异有统计学意义(腰部疼痛,  $t=10.35, P=0.02<0.05$ ;腿部疼痛,  $t=12.35, P=0.01<0.05$ ),而各狭窄节段间歇性跛行程度(中医症候评分)差异无统计学意义( $t=2.33, P=0.12>0.05$ )。通过 Pearson 相关分析可知:病例组患者中腰部疼痛及腿部疼痛的 VAS 评分较高者,其 L<sub>5</sub> 层面双侧多裂肌面积减小较为显著,有明显相关性(腰部疼痛,  $r=0.334, P<0.05$ ;腿部疼痛,  $r=0.212, P<0.05$ )。**结论:**多裂肌在 L<sub>5</sub> 椎体平面横截面积的改变与腰椎椎管狭窄症患者腰及腿部疼痛程度有明显的相关性。

**[关键词]** 腰椎椎管狭窄症;椎旁肌;横截面积;腰痛

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2019)07-0032-05

## Relationship between Cross-sectional Area of Paraspinal Muscles in MRI and Severity of Clinical Symptoms in Patients with Lumbar Spinal Stenosis

DU Fangtao<sup>1△</sup> YU Deguo<sup>1</sup> FANG Jifeng<sup>1</sup> LI Xingjing<sup>1</sup> HOU Yaopeng<sup>1</sup> LI Guangyi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Affiliated Second People's Hospital of Liaocheng of Taishan Medical College, Linqing 252600, Shandong China.

**Abstract Objective:** to examine the relationship between the paravertebral muscle cross-sectional area in MRI and the severity of symptoms in patients with lumbar spinal stenosis. **Methods:** 159 patients(case group) with lumbar spinal stenosis and 78 patients without lumbar spinal stenosis (control group) were selected as the study subjects. The cross-sectional area of paravertebral muscles in the lower plane of L<sub>3</sub>~L<sub>5</sub> vertebral body was measured by Image J2x software on MRI T2W1. The duration of symptoms, walking distance, radiation pain or numbness of legs were assessed according to visual analogue pain VAS scale and TCM symptom score. Pearson correlation analysis was used to obtain the correlation between the changes of paravertebral muscle cross-sectional area and the severity of clinical symptoms. **Results:** The cross-sectional area of bilateral multifidus muscle at L<sub>5</sub> level decreased significantly in the two groups (left,  $t=5.165, P=0.024<0.05$ ; right,  $t=4.078, P=0.031<0.05$ ). In patients with L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> segmental stenosis, the area of bilateral multifidus muscle at L<sub>5</sub> level decreased significantly(right,  $t=8.38, P=0.03<0.05$ ; left,  $t=9.23, P=0.04<0.05$ ). The VAS scores of lumbar pain and leg pain were significantly higher than those of other segments ( $t=10.35, P=0.02<0.05$ ;  $t=12.35, P=0.01<0.05$ ), but there was no significant difference in the degree of intermittent trudging among narrow segments ( $t=2.33, P=0.12>0.05$ ). Pearson correlation analysis showed that the area of bilateral multifidus muscle at L<sub>5</sub> level de-

基金项目:山东省医药卫生科技发展计划项目(2017WS644)

<sup>1</sup> 泰山医学院附属聊城市第二人民医院骨科(山东 临清, 252600)

<sup>△</sup>通信作者 E-mail:dufangtao9@163.com

bar pain and leg pain were significantly higher than those of other segments ( $t=10.35, P=0.02<0.05$ ;  $t=12.35, P=0.01<0.05$ ), but there was no significant difference in the degree of intermittent trudging among narrow segments ( $t=2.33, P=0.12>0.05$ ). Pearson correlation analysis showed that the area of bilateral multifidus muscle at L<sub>5</sub> level de-

creased significantly in patients with higher VAS scores of lumbar pain and leg pain(lumbar pain, $r=0.334, P<0.05$ ; leg pain, $r=0.212, P<0.05$ ). **Conclusion:** The change of the cross-sectional area of the multifidus muscle in L<sub>5</sub> vertebral plane is significantly correlated with the pain degree of lumbar and leg in patients with lumbar spinal stenosis.

**Keywords:** lumbar spinal stenosis; paraspinal muscle; cross sectional area; low back pain

退变性腰椎管狭窄症是脊柱外科最常见的疾病之一,其可导致椎管有效容积变小,压迫硬膜囊、脊髓或神经根,从而导致相应神经的功能障碍<sup>[1]</sup>。患者表现静态或休息时常无症状,行走一段距离后出现下肢痛、麻木、无力等症状。对于高龄患者还会出现严重腰腿痛和间歇性跛行,单次步行距离甚至不足 100 m,常合并大小便失禁、褥疮等<sup>[2]</sup>。除了椎管有效容积变小,压迫硬膜囊、脊髓或神经根引起相关症状,目前已有一些关于椎旁肌萎缩和脂肪浸润与腰部疼痛相关性研究的报告,但对于椎旁肌肉变化与腰椎椎管狭窄症临床表现严重程度之间的关系未见报道。笔者回顾分析了本院 2016 年 9 月至 2018 年 6 月的 159 例腰椎椎管狭窄患者及同期在我院体检的健康人 78 名,利用 Pearson 相关分析研究椎旁肌横截面积的改变与临床症状的严重程度的相关性,现报告如下。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

本研究为回顾性研究,回顾了 2016 年 9 月至 2018 年 6 月于泰山医学院附属聊城市第二人民医院骨科就诊的 159 例腰椎管狭窄症患者(病例组)及同期在我院体检的健康人 78 名(对照组)为研究对象。本研究涉及相关检查均已经医院医学伦理委员会批准。

### 1.2 诊断标准

采用《实用骨科学(第四版)》<sup>[3]</sup>诊断标准:1)MRI 显示硬膜囊受压明显;2)CT 显示关节突肥大增生明显;3)临床表现须与影像学检查(CT 或 MRI)阳性一致;4)所有纳入的病例都通过两位以上具有丰富经验的影像学及临床医生诊断确认。

### 1.3 纳入标准

1)符合上述诊断标准,均已行腰部 MRI 检查,且为 L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub>,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 或 L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 狭窄者;2)年龄>50 岁,既往无腰椎侧凸史,侧凸 Cobb 角<10°;3)入院前仅卧床休息、药物保守治疗,未接受针灸、理疗等影响椎旁肌的治疗,并且临床资料齐全;4)对照组健康人均均为无任何腰部疾病病史且无腰椎管狭窄症相关症状及体征,MRI 检查为阴性者。

### 1.4 排除标准

1)既往有神经系统疾病史者;2)6 个月内出现脊柱外伤或骨折,患有恶性肿瘤,严重风湿病,脊柱感染等有明确病理改变者;3)既往有脊柱侧凸病史;4)长期服用激素及血管源性间歇性跛行者;5)非 L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub>,

L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 或 L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 狭窄者。

### 1.5 方法

**1.5.1 研究方法** 对于纳入者的年龄、性别、体质量和症状进行相关性分析,所有患者均行高分辨率 1.5 T MRI 检查。T1W1 采用自旋回波序列,T2W1 采用快速自旋回波序列,扫描使用表面线圈,厚层 4 mm,采集矩阵 512×256。根据 T2 加权像获得的椎旁肌图像,然后通过 Image J2x 软件测量椎旁肌横截面积,在 L<sub>3</sub>~L<sub>5</sub> 3 个椎体的平面进行测量,肌肉测量的结果包括总的肌肉面积、功能性肌肉面积、总的肌肉面积与功能性肌肉面积的差值。需要测量的肌肉包括腰大肌、多裂肌,通过描画肌肉筋膜边界(这其中包含所有的脂肪)得到其总的面积,而功能性肌肉面积的测量通过一种信号阈值工具得到,这些测量是在每块肌肉的横截面积中独立进行的,每块肌肉都被测量 3 次,取其平均值。

**1.5.2 症状评定方法** 病例组患者入院时即根据视觉模拟疼痛评分(VAS)<sup>[4]</sup>及中医症候评分<sup>[5]</sup>对患者的症状进行评估。VAS 评分评估疼痛及麻木程度,分值范围为 0~10 分,分数越高代表疼痛越强烈。中医症候评分包括腰部疼痛、下肢放射痛、间歇性跛行、腰椎活动度等,分别记为 0~2 分,轻度为<8 分,中度为 8~15 分,重度为>15 分,分值越高代表程度越重,见表 1。

### 1.6 统计学方法

采用 SPSS 17.0 统计软件进行数据录入和处理,计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,所有数据均进行描述性分析和正态性检验,两组年龄符合正态性和方差齐性,双侧椎旁肌采用 Pearson 相关分析获得结果, $P<0.05$  差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

纳入研究的病例组共 159 例,84 名男性和 75 名女性,平均年龄为 66 岁,年龄范围为 51~76 岁。疾病分型:中央型腰椎管狭窄者 64 例,侧隐窝狭窄型 42 例,混合型 53 例。狭窄节段 L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub> 为 11 例,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 为 75 例,L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 为 73 例。合并症:合并腰椎滑脱者 32 例,合并椎间盘突出者 134 例。患者资料对比,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。对照组为同期在本院体检的健康人(无任何腰部疾病病史且无腰椎管狭窄症相关症状及体征,MRI 检查为阴性者)78 例,42 名男性和 36 名女

性,平均年龄为 64 岁,年龄范围为 52~75 岁,两组间性别、年龄比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

表 1 病例组患者一般资料( $\bar{x}\pm s$ )

狭窄节段	例数	所占比例/%	性别比(男/女)	年龄/岁	病程/d
L <sub>4</sub> ~L <sub>5</sub>	11	6.91	6/5	63.68±12.41	13.2±2.55
L <sub>5</sub> S <sub>1</sub>	75	47.16	41/34	64.74±11.42	12.12±2.64
L <sub>4</sub> ~S <sub>1</sub>	73	45.91	42/31	65.52±10.42	11.89±2.15
统计检验值			$\chi^2=2.37$	$t=2.35$	$t=2.33$
P			0.32	0.11	0.12

2.2 多裂肌横截面积两组对比结果

在 L<sub>5</sub> 层面病例组与对照组对比,双侧多裂肌 CSA 减小,差异有统计学意义(左侧, $t=5.165,P=0.024<0.05$ ;右侧, $t=4.078,P=0.031<0.05$ ),虽然在其他层面对比差异无统计学意义,但从以下数据中发现腰椎管狭窄患者多裂肌横截面积均小于对照组多裂肌横截面积,见表 2。

表 2 病例组和对照组多裂肌横截面积比较(mm<sup>2</sup>, $\bar{x}\pm s$ )

组别	L <sub>3</sub>		L <sub>4</sub>		L <sub>5</sub>	
	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧
病例组	7.08±1.92	6.83±1.47	9.48±2.39	9.04±2.42	8.19±2.54	7.43±2.65
对照组	7.36±2.54	7.46±2.21	10.12±1.76	10.06±1.67	11.83±1.67	12.88±1.85
t	0.039	0.087	1.789	0.009	4.078	5.165
P	0.435	0.103	0.084	0.974	0.031	0.024

2.3 腰大肌横截面积两组对比结果

腰大肌横截面积,但差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见腰椎管狭窄症患者腰大肌横截面积均小于对照组,见表 3。

表 3 病例组和对照组腰大肌横截面积比较(mm<sup>2</sup>, $\bar{x}\pm s$ )

组别	L <sub>3</sub>		L <sub>4</sub>		L <sub>5</sub>	
	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧
病例组	18.8±5.5	15.4±5.6	16.8±4.9	14.6±5.3	13.5±5.1	15.1±5.5
对照组	19.9±5.7	16.8±1.6	17.7±3.9	15.6±3.5	14.4±3.6	15.5±5.1
t	0.025	1.684	1.542	1.215	2.165	2.098
P	0.915	0.072	0.078	0.083	0.058	0.062

2.4 狭窄节段与临床症状的关系

L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 患者中,腰部疼痛及腿部疼痛的 VAS 评分较其他节段明显增高,差异有统计学意义( $P<0.05$ );而各狭窄节段间歇性跛行程度(中医症候评分),差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 4( $t$  值及  $P$  值均为 L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 与 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 及 L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub> 进行比较)。

表 4 狭窄节段与临床症状的关系( $\bar{x}\pm s$ )

狭窄节段	腰部疼痛的 VAS 评分	腿部疼痛的 VAS 评分	间歇性跛行程度(中医症候评分)
L <sub>4</sub> ~L <sub>5</sub>	4.65±3.12	5.12±1.01	10.23±2.65
L <sub>5</sub> S <sub>1</sub>	4.32±2.81	5.15±1.83	11.12±2.65
L <sub>4</sub> ~S <sub>1</sub>	7.79±2.12	8.35±1.82	11.89±2.65
F	10.35	12.35	2.33
P	0.02	0.01	0.12

2.5 狭窄节段与多裂肌横截面积的关系

从测量结果可以看出,在 L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 节段狭窄患者中,L<sub>5</sub> 层面双侧多裂肌面积减小较为显著,差异有统

表 5 腰椎管狭窄节段与多裂肌横截面积的关系(mm<sup>2</sup>, $\bar{x}\pm s$ )

狭窄节段	L <sub>3</sub>		L <sub>4</sub>		L <sub>5</sub>	
	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧
L <sub>4</sub> ~L <sub>5</sub>	6.08±1.32	7.85±1.22	8.65±2.38	7.03±2.43	8.19±2.54	8.42±2.65
L <sub>5</sub> S <sub>1</sub>	5.92±2.81	6.45±1.17	7.43±2.65	6.15±1.83	7.85±1.22	8.12±2.65
L <sub>4</sub> ~S <sub>1</sub>	5.12±1.21	7.65±1.23	6.45±1.17	7.65±1.23	4.15±1.83	5.12±2.65
F	2.57	2.39	3.31	3.27	8.38	9.23
P	0.32	0.33	0.41	0.49	0.03	0.04

从表 4 及表 5 可以看出:病例组 L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 节段狭窄患者中,腰部疼痛及腿部疼痛的 VAS 评分较其他节段明显增高,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),并且 L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 节段狭窄患者中,L<sub>5</sub> 层面双侧多裂肌面积减小较为显著,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

2.6 腰部及腿部疼痛 VAS 评分与 L<sub>5</sub> 层面两侧多裂肌的横截面积 Pearson 相关性分析

病例组患者中,腰部疼痛及腿部疼痛的 VAS 评分较高者其 L<sub>5</sub> 层面双侧多裂肌面积减小较为显著,有明显相关性,差异有统计学意义,见表 6。

表 6 腰部及腿部疼痛的 VAS 评分与 L<sub>5</sub> 层面两侧多裂肌的横截面积相关性

疼痛部位	<i>r</i>	<i>P</i>
腰部	0.334	0.01
腿部	0.212	0.02

3 讨论

腰椎椎管狭窄症是导致腰痛及腰腿痛等常见腰椎病的病因之一,并且属中医学“痹症”的范畴,中医认为其病因为肝肾两亏,气血不足,复感风寒湿邪,加上疲劳伤及筋骨,导致腰背部筋脉受损气滞,故出现腰背部疼痛症状<sup>[6]</sup>。随着我国老龄化程度加快,工作以及生活方式的巨大改变,腰椎管狭窄症发病人群呈现年轻化的趋势,这要求临床治疗手段更加严谨与科学<sup>[7]</sup>。近年来研究训练椎旁核心肌群治疗腰椎椎管狭窄症发展迅速,有大量相关文献报道。在腰椎区域的椎旁肌包括腰大肌、最长肌和多裂肌。慢性腰痛可引起椎旁肌萎缩和腰部肌肉的结构变化,已在腰痛患者中被证明<sup>[8]</sup>,这些肌肉的退化性变化的特点是形状的减小和脂肪含量的增加。很多研究者对腰痛病人的椎旁肌改变的原因进行了研究,有研究者报道压迫神经根可以引起椎旁肌的变化<sup>[9]</sup>。Battié 等<sup>[10]</sup>进行了一项椎旁肌横断面研究,观察到腰痛人群磁共振影像上腰椎椎旁肌面积在节段水平在身体两侧的差异,但是没有涉及椎旁肌变化与腰椎椎管狭窄病人症状的严重程度之间的联系。本文的目的是研究在 MRI 片中椎旁肌横截面积变化与腰椎椎管狭窄病人的症状严重程度的相关性,笔者对 L<sub>3</sub>~L<sub>5</sub> 三个椎体以下平面的腰大肌及多裂肌通过 MRI 测量横截面积进行了评估,腰椎椎管狭窄的病人的症状在站立位或者是行走时表现最为明显<sup>[11]</sup>,由站立位置诱导的腰椎轴向加载可以加重临床症状<sup>[12]</sup>,所以在应用 MRI 测量椎旁肌肉横截面积时用的是轴向加载。

传统上认为腰椎椎管狭窄会引起腰腿痛、麻木及神经根性跛行,是引起腰痛的常见病因,并且 Kanno 等<sup>[13]</sup>发现硬膜囊面积变化与腰椎椎管狭窄病人症状之间有相关性,而毕华焱等<sup>[14]</sup>研究发现腰椎椎管狭窄

早期症状主要由于脊柱动态稳定系统紊乱,尤其是深层稳定肌群肌肉萎缩及力量下降,降低了运动协调性及控制力,造成脊柱稳定性下降,引起一系列腰部症状。笔者进行腰部椎旁肌与腰椎椎管狭窄症状严重程度相关性研究,显示病例组多裂肌在 L<sub>3</sub>~L<sub>5</sub> 椎体平面的横截面积均小于对照组,也就是说病例组多裂肌存在肌肉萎缩的情况,笔者认为可以通过观察椎旁多裂肌的横截面积间接推断病人有无临床意义上的腰椎椎管狭窄症,这对于通过 MRI 对腰椎椎管狭窄病人的诊断提供了一个新的思路,另外,本研究为通过加强腰背部肌肉康复锻炼治疗腰椎椎管狭窄症提供了依据。

多裂肌位于竖脊肌的深部,并且是位于腰骶结合部唯一的肌肉纤维,因为它的力线位于脊柱后方,所以对于维持腰椎的生理前凸、保持脊柱伸展及预防 L<sub>5</sub> 滑脱等起主要作用。在本研究中发现,多裂肌在 L<sub>5</sub> 椎体平面横截面积的改变与腰椎椎管狭窄症患者腰及腿部疼痛程度有明显的相关性,而间歇性跛行程度(中医症候评分)在 L<sub>4</sub>~S<sub>1</sub> 与 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 及 L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub> 节段无明显差异,而腰大肌横截面积改变与腰椎管狭窄症状无特异性关系,这与 Danneels 等<sup>[15]</sup>研究结果相似,这可能与多裂肌解剖位置及特殊的、重要的生理作用有密切关系。

典型的腰椎椎管狭窄病人的症状在行走和站立时加重,因为在站立时椎体的压力可以使椎管面积更加减小,椎管面积的减小导致神经根及硬膜囊受压,而神经管中的神经在椎旁肌中分布,神经受压使椎旁肌产生脂肪浸润以及面积的减小,面积减小会对椎管稳定性产生影响,从而导致更加严重的症状,例如腰腿部疼痛、腿部麻木等。通过本研究有理由认为椎旁肌特别是多裂肌的退变萎缩可能是腰椎管狭窄的始动因素,多裂肌的退变萎缩造成了脊柱动态稳定的下降,脊柱稳定性的下降激发人体自身维护机制,骨性结构及软组织的增生,这直接导致椎管的狭窄,从而导致神经根及硬膜囊受压,更加使椎旁肌萎缩退变,这种病理性的正反馈机制会使患者症状进行性加重,这为研究后天性腰椎管狭窄的病因提供了新的思路。

乔培柳等<sup>[16]</sup>认为腰椎退行性疾病患者椎旁肌改变包括肌肉萎缩和脂肪浸润,目前主要利用 B 超,CT,MRI,肌电图和肌肉活检等手段进行研究,本研究中是通过 MRI 对 L<sub>3</sub>~L<sub>5</sub> 椎体下方平面的两侧腰大肌及多裂肌的横截面积的测量,进行形态学研究,但缺乏组织学、病理学以及脂肪浸润等方面的研究,而且样本量偏小,故在研究中有一定的局限性,在今后的研究中需扩大样本量,进一步结合组织学、细胞学以及病理学等方面进行多角度分析,提高研究结果的全面性及准确性。

## 参考文献

- [1] 都芳涛,李广义,尚博,等.棘突间动态内固定系统治疗退变性腰椎管狭窄症的临床应用[J].中国中医骨伤科杂志,2013,21(10):39-41.
- [2] 李孟军,周友良,王骏,等.高龄腰椎椎管狭窄症患者的手术治疗[J].脊柱外科杂志,2017,15(6):366-368.
- [3] 胥少汀.实用骨科学[M].4版.北京:人民军医出版社,2017:1714-1715.
- [4] 张学民,唐萌芽,张一鸣.后路减压植骨内固定术配合中药薰蒸治疗退变性腰椎管狭窄症疗效观察[J].中医正骨,2013,25(11):33-36.
- [5] 宋建华,武政,常宝生.通督健步汤结合手术治疗混合型退变性腰椎管狭窄症所致腰腿痛临床观察[J].陕西中医,2011,38(8):1034-1036.
- [6] 余俊,熊昌源,杨傲飞,等.独活寄生汤加减配合腰背肌功能锻炼治疗腰椎管狭窄症36例[J].中国中医骨伤科杂志,2012,20(9):51-52.
- [7] 游军,陈子华,陈文超.老年退行性腰椎管狭窄症非手术治疗与手术治疗疗效对比[J].临床医学工程,2017,24(1):61-62.
- [8] HUBLEY-KOZEY C L, VEZINA M J. Muscle activation during exercises to improve trunk stability in men with low back pain[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83(8): 1100-1108.
- [9] HODGES P, HOLM A K, HANSSON T, et al. Rapid atrophy of the lumbar multifidus follows experimental disc or nerve root injury[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(25):2926-2933.
- [10] BATTIÉ M C, NIEMELAINEN R, GIBBONS L E, et al. Is level- and side-specific multifidus asymmetry a marker for lumbar disc pathology[J]. Spine J, 2012, 12(10):932-939.
- [11] KANNO H, ENDO T, OZAWA H, et al. Axial loading during magnetic resonance imaging in patients with lumbar spinal canal stenosis: does it reproduce the positional change of the dural sac detected by upright myelography? [J]. Spine, 2012, 37(16):985-992.
- [12] OGUZ H, LEVENDOGLU F, OGÜN T C, et al. Loading is more effective than posture in lumbar spinal stenosis: a study with a treadmill equipment[J]. Eur Spine J, 2007, 16(7):913-918.
- [13] KANNO H, OZAWA H, KOIZUMI Y, et al. Changes in lumbar spondylolisthesis on axial-loaded MRI: do they reproduce the positional changes in the degree of listhesis observed on X-ray images in the standing position[J]. Spine J, 2014, 15(6):1255-1262.
- [14] 华焱,张德宏,王兴盛,等.核心肌群功能与退行性腰椎管狭窄症的关系浅析[J].中国中医骨伤科杂志,2018,26(4):83-85.
- [15] DANNEELS L A, VANDERSTRAETEN G G, CAMBIER D C, et al. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects[J]. Eur Spine J, 2010, 9(4):266-272.
- [16] 乔培柳,塔依尔·阿不都哈德尔.腰椎退行性疾病椎旁肌的渐进变化[J].中国组织工程研究,2014,18(44):7205-7210.

(收稿日期:2019-01-12)