

# 基于动态肌电图的腰椎间盘突出症诊治和相关因素研究

黄萍<sup>1</sup>, 卢玄<sup>2</sup>, 郭蕾<sup>1</sup>, 徐醒<sup>1</sup>, 沈峥嵘<sup>3</sup>, 陈博<sup>1</sup>

(1. 上海交通大学医学院附属瑞金医院骨科 上海市伤骨科研究所 上海市中西医结合防治骨与关节病损重点实验室, 上海 200025; 2. 长江大学医学院, 湖北 荆州 434023; 3. 上海交通大学医学院附属瑞金医院推拿科, 上海 200025)

**【摘要】** 目的: 分析腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)患者腰背部肌肉活动的动态肌电特征及相关因素, 阐明动态肌电在腰椎间盘突出症患者诊治过程中的临床意义。方法: 自 2014 年 9 月至 2021 年 3 月, 采用表面肌电图遥测仪检测 40 例腰椎间盘突出症患者, 男 14 例, 女 26 例; 年龄 20~61 (40.68±10.56) 岁; 病程 1~120 (17.75±27.56) 个月。另外招募 12 例正常人作为对照组, 男 2 例, 女 10 例; 年龄 24~53 (36.50±10.30) 岁。对所有受试者进行静止站立、躯干屈伸过程中的近胸段竖脊肌、腰段竖脊肌、多裂肌的动态肌电测试。比较两组受试者肌电活动数据(肌电振幅、中位频率、原始肌电图形), 分析腰椎间盘突出症患者一般资料与肌电活动数据的相关性。结果: 静止站立时, 腰椎间盘突出症 LDH 组受试者右侧及左侧近胸段竖脊肌肌电振幅值较对照组增大( $P<0.05$ )。躯干屈伸时, LDH 组受试者右侧及左侧近胸段竖脊肌、腰段竖脊肌、多裂肌肌电振幅均较对照组增大( $P<0.05$ ); 躯干屈伸时, LDH 组受试者右侧及左侧近胸段竖脊肌、腰段竖脊肌、多裂肌中位频率均较对照组增大( $P<0.05$ ); 躯干屈伸时, LDH 组受试者的原始肌电图形与对照组相比明显不同, LDH 组受试者的躯干最大限度屈曲维持过程中所测腰背肌肉的肌电活动存在高水平, 原始信号中应该规律出现的肌电静止信号不能分辨; 躯干屈伸时, LDH 组受试者的性别、年龄、体重、身高分别与双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌的肌电振幅、中位频率无相关性( $P>0.05$ )。结论: 腰椎间盘突出症患者腰背部肌肉存在不同于正常人的特征性表面肌电改变, 这些特征更能客观地反映患者的肌肉情况, 可以成为腰椎间盘突出症患者诊断和治疗效果评价的有效指标。由此可见, 表面肌电图不单是一种检测手段, 其可被考虑在 LDH 的常规诊疗计划之内来指导临床工作。

**【关键词】** 动态肌电; 椎间盘移位; 腰椎; 诊断; 治疗; 相关因素

中图分类号: R68, R319

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.10.015

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Study on diagnosis and treatment of lumbar disc herniation and related factors based on dynamic electromyography

HUANG Ping, LU Xuan, GUO Lei, XU Xing, SHEN Zheng-rong, and CHEN Bo\*. \*Department of Orthopaedics, Ruijin Hospital Affiliated to Medical College of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200025, China

**ABSTRACT Objective:** To analyze dynamic electromyography characteristics and related factors of lumbar back muscle activity in patients with lumbar disc herniation, and to clarify the clinical significance of dynamic electromyography in the diagnosis and treatment of patients with lumbar disc herniation(LDH). **Methods:** From September 2014 to March 2021, 40 patients with lumbar disc herniation (LDH group) were detected by surface electromyography telemeter. There were 14 males and 26 females, aged from 20 to 61 years old, with an average of (40.68±10.56) years old, the course of illness was from 1 to 120 months, with an average of (17.75±27.56) months. In addition, 12 normal people were recruited as the control group. There were 2 males and 10 females. The age ranged from 24 to 53 years old, with an average of (36.50±10.30) years old. All subjects were subjected to dynamic electromyographic tests of the subthoracic erector spinae, lumbar erector spinae, and multifidus muscles during static standing and trunk flexion and extension. Compare the EMG activity data (average EMG amplitude, median frequency, original EMG graph) of the tested muscles between patients with lumbar disc herniation and normal people, and analyze the correlation between the general data of patients with lumbar disc herniation and the tested muscle EMG data. **Results:** When standing still, the average electromyographic amplitude of the erector spinal muscle of the right and left thoracic

基金项目: 上海市卫生和计划生育委员会中医药科研课题(编号: 2020LP034); 上海市卫生和计划生育委员会科研课题面上项目(编号: 202140130)

Fund program: Chinese Medicine Research Project of Shanghai Municipal Health and Family Planning Commission (No. 2020LP034)

通讯作者: 陈博 E-mail: 14136554@qq.com

Corresponding author: CHEN Bo E-mail: 14136554@qq.com

segments of the subjects in the LDH group increased compared with the control group, and the difference was significant ( $P < 0.05$ ). In the trunk flexion and extension, the average electromyographic amplitude of the right and left proximal thoracic erector spinae, the right left lumbar erector spinae, and the right left multifidus muscle of the subjects in the LDH group are all larger than the control group, and the difference was significant ( $P < 0.05$ ). In the trunk flexion and extension, the median frequencies of the right left proximal thoracic erector spinae, the right left lumbar erector spinae, and the right left multifidus muscle of the subjects in the LDH group were all larger than the normal control group, and the difference was significant ( $P < 0.05$ ). During trunk flexion and extension, the original electromyographic patterns of subjects in the LDH group were significantly different from those in the control group. During the maintenance of the maximum trunk flexion of the subjects in the LDH group, there was a high level of electromyographic activity of the lower back muscles, and the electromyographic static signals that should appear regularly in the original signal could not be distinguished. When the trunk was flexed and extended, had gender, age, weight and height of subjects in the LDH group were not significantly correlated with the average EMG amplitude and median frequency of bilateral proximal thoracic, lumbar erector spinae and bilateral multifidus muscles respectively ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** Patients with lumbar disc herniation have characteristic surface EMG changes in the back muscles that are different from those of normal people. These features can more objectively reflect the patient's muscle condition and can be an effective indicator for the diagnosis and treatment effect evaluation of patients with lumbar disc herniation. It can be seen that surface electromyography is not only a detection method, it can be considered in the routine diagnosis and treatment plan of LDH to guide clinical work.

**KEYWORDS** Dynamic electromyography; Intervertebral disk displacement; Lumbar vertebrae; Diagnosis; Treatment; Related factors

腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 在不同程度上与腰部肌肉疲劳和收缩能力下降有着互为因果的关系<sup>[1]</sup>。这种因果关系使得腰部肌肉功能评价无论对于 LDH 的诊断, 还是疗效评价都具有十分重要的应用价值。动态肌电图能动态记录肌肉电信号, 也叫表面肌电图 (surface electromyography, SEMG)。动态肌电图检查可探测由肌肉(群)收缩引起的与肌肉活动相关的各种现象, 了解神经肌肉损害的程度和神经肌肉功能状态<sup>[2]</sup>, 具有无创、客观、患者易接受等特点。临床上, SEMG 腰椎间盘突出症临床客观评定指标及相关因素的研究较少<sup>[2]</sup>。本研究利用动态肌电图客观分析腰椎间盘突出症患者腰背部肌肉活动以及腰椎间盘突出症患者一般资料与测试肌肉肌电数据的相关性, 阐明动态肌电在腰椎间盘突出症患者诊治过程中的临床意义。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准:(1)年龄 18~70 岁, 性别不限。(2)符合 2007 年第 3 版《实用骨科学》中腰椎间盘突出症诊断标准; 主要表现为腰部疼痛, 伴有单侧或双侧臀下肢疼痛, 疼痛呈典型的腰骶神经根区域分布, 常在咳嗽、弯腰等腹压增加时加重, 在休息时缓解。(3)病变部位的腰椎椎旁可有压痛, 疼痛可向下肢放射, 腰椎活动受限, 直腿抬高试验或加强试验阳性。(4)经影像学证实为 L<sub>3</sub>-S<sub>1</sub> 椎间盘突出。(5)意识清楚, 理解力良好, 依从性好, 入选患者经测试均能正确完成动作, 患者自愿纳入研究。排除标准:(1)合并心、肝、肾、脑、造血系统等严重疾病。(2)精神疾病和依从性差而不能正确表达主观感受, 腰椎有结核、肿瘤、骨折、脱位、严重骨质疏松、感染、畸形等患者。

### 1.2 临床资料

根据上述纳入及排除标准, 将 2014 年 9 月至 2021 年 3 月采用表面肌电图遥测仪检测的 40 例腰椎间盘突出症纳入研究 (研究对象均来自于上海市瑞金医院住院或门诊就诊的腰椎间盘突出症患者), 年龄 20~61 (40.68±10.56) 岁, 病程 1~120 (17.75±27.56) 个月。同时招募性别、年龄、身高、体重与腰椎间盘突出症患者相匹配的健康志愿者 12 例作为对照组, 年龄 24~53 (36.50±10.30) 岁。入选 LDH 组患者中, 单节段突出 24 例 (L<sub>3,4</sub> 4 例, L<sub>4,5</sub> 6 例, L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 14 例), 双节段 (L<sub>4,5</sub> 和 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>) 突出 11 例, 三节段 (L<sub>3,4</sub>, L<sub>4,5</sub> L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>) 突出 5 例; 腰部双侧疼痛伴双臀下肢痛麻 4 例, 腰部双侧疼痛伴双下肢痛麻 6 例, 腰部右侧疼痛伴右臀下肢痛麻 5 例, 腰部左侧疼痛伴左臀下肢痛麻 9 例, 腰部右侧疼痛伴右下肢痛麻 9 例, 腰部左侧疼痛伴左下肢痛麻 7 例。两组间性别、年龄、体重、身高比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 1。所有受试者对试验过程了解, 并签署了知情同意书。

表 1 两组受试对象一般资料比较

Tab.1 Comparison of general information between two groups of subjects

组别	例数	性别(例)		年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	体重 ( $\bar{x} \pm s$ , kg)	身高 ( $\bar{x} \pm s$ , m)
		男	女			
LDH 组	40	14	26	40.68±10.56	64.10±10.86	1.67±0.07
对照组	12	2	10	36.50±10.30	58.75±6.23	1.63±0.05
检验值		$\chi^2=1.456$		$t=1.208$	$t=1.621$	$t=1.816$
P 值		0.227		0.233	0.111	0.075

### 1.3 测试仪器

应用美国 NORAXON 公司生产的 Desktop DTS 型号的表面肌电图遥测仪, 软件版本为 NORAXON MR3, 肌电信号数据采集频率为 1 500 Hz。用无线接收器将原始数据储存在电子计算机中, 应用美国 Noraxon 公司专用信号处理软件进行分析。电极为一性使用心电电极。

### 1.4 测试方法

室温 25 ℃, 充分暴露患者腰背部, 医用乙醇充分消毒、脱脂局部皮肤。待乙醇挥发干后, 粘贴一次性心电电极片。电极放置位点: 右侧及左侧竖脊肌近胸段(大约相当于 L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub> 水平), 右侧及左侧竖脊肌腰段(大约相当于 L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub> 水平), 右侧及左侧多裂肌(大约相当于 L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> 水平)。共 6 块测试肌肉, 每块待测试肌肉贴 2 个电极片, 2 个电极片间相距 2 cm, 与待测试肌肉纤维的长轴方向平行。参考电极置于记录电极旁开 3 cm 处, 电极间按要求用导线连接, 电极均应牢固地固定在皮肤表面, 分别采集受试者静止站立、躯干屈伸 2 种不同状态下的肌电信号。(1) 静止站立: 患者静止站立, 两眼平视正前方, 腰部放松, 双上肢自然下垂于躯干的两侧, 两足间距保持与肩同宽, 持续 5~20 s, 同时记录肌电图信号。(2) 躯干屈伸: 测试前设置节拍器为每分钟 60 拍(每拍 1 s), 告诉受试者设置的节拍器节奏声音代表的时间, 让其熟悉测试过程。受试者先静止站立, 眼睛目视前方, 双上肢自然垂于身侧, 双足与肩同宽, 站立位尽量保持躯干直立, 腰背部放松。听到开始指令后, 向前向下中速弯腰, 并保持双膝关节尽量伸直, 不要弯曲, 上肢自然下垂, 双手指接近地面, 但不要接触地面, 按节拍器每拍的声音指示, 躯干达到最大限度屈曲时维持 5 s, 然后中速回到站立位, 维持站立位 5 s。重复 3 次, 记录弯腰站立过程中的肌电活动。

所采集的肌电图信号首先显示的是原始肌电图信号, 利用软件中的全波整流及平滑功能进行数据处理, 得出处理后肌电图信号。处理后肌电图信号再利用软件自带的标准表面肌电报告和频谱/疲劳报告分别进行平均肌电振幅、中位频率数据的处理及导出等。标准表面肌电报告取静止站立信号最平稳的 5 s 波段和 3 次躯干屈伸波段进行平均肌电振幅分析; 频谱/疲劳报告取静止站立和躯干屈伸过程中按每 1 s 为一节段标记进行中位频率分析。

### 1.5 观察项目与方法

受试者静止站立和躯干屈伸时测试肌群的平均肌电振幅、中位频率, 受试者躯干屈伸时测腰背肌原始肌电图形。分析受试者一般资料与测试肌肉肌电数据的相关性。

### 1.6 统计学处理

应用 SPSS 13.0 统计软件对数据进行分析。定量资料采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 两组受试者肌肉的平均肌电振幅、中位频率比较采用成组设计定量资料 *t* 检验。定性资料采用  $\chi^2$  检验。LDH 组患者一般资料与所测腰背肌肉肌电数据(平均肌电振幅及中位频率)的相关性, 采用 Pearson 相关分析。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组受试者静止站立时腰背肌平均肌电振幅值和中位频率值比较

(1) 静止站立时, LDH 组受试者双侧近胸段竖脊肌平均肌电振幅值较对照组增大( $P < 0.05$ ), 两侧腰段竖脊肌和多裂肌两组受试者差异无统计学意义。见表 2。(2) 静止站立时, 两组受试者双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌中位频率值比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 2。

### 2.2 两组受试者躯干屈伸时腰背肌平均肌电振幅值和中位频率值比较

躯干屈伸时, LDH 组受试者双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌平均肌电振幅值均较对照组增大( $P < 0.05$ ), 各部位中位频率值也较对照组增大( $P < 0.05$ )。见表 3。

### 2.3 两组躯干屈伸时腰背肌原始肌电图形比较

LDH 组受试者 3 次躯干屈伸运动中, 其躯干最大限度屈曲维持时双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌的肌电活动存在高水平; 躯干屈曲维持时原始肌电图形中的肌电静止信号不能分辨, 肌肉该放松时没有放松; 在整个躯干屈伸运动中, 所测腰背肌肉存在持续高水平肌电活动。见图 1。

对照组受试者 3 次躯干屈伸运动中, 其躯干屈曲过程, 双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌出现肌电活动增强; 躯干最大限度屈曲维持时, 所测肌肉肌电活动基本静止; 躯干伸展过程, 所测肌肉再次出现肌电活动增强; 躯干完全伸直维持时, 所测肌肉再次出现肌电活动基本静止。肌电活动随躯干屈伸维持动作呈现肌电活动增强与静止周期性变化, 肌肉该活动时活动, 该放松时处于放松状态。见图 2。

### 2.4 LDH 受试者躯干屈伸过程中其一般资料与测试肌肉平均肌电振幅的相关性

LDH 受试者躯干屈伸过程中, 其性别、年龄、体重、身高分别与双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌的平均肌电振幅无相关性( $P > 0.05$ )。见表 4。

### 2.5 LDH 受试者躯干屈伸过程中其一般资料与测试肌肉中位频率的相关性

LDH 受试者躯干屈伸过程中, 其性别、年龄、体

表 2 两组受试者静止站立时腰背肌平均肌电振幅值和中位频率值比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.2 Comparison of EMG amplitude and median frequency of lumbodorsal muscles between two groups during standing still( $\bar{x}\pm s$ )

部位	腰背肌平均肌电振幅值( $\mu V$ )				腰背肌中位频率值(Hz)			
	LDH 组(例数=40)	对照组(例数=12)	t 值	P 值	LDH 组(例数=40)	对照组(例数=12)	t 值	P 值
右侧近胸段竖脊肌	10.37±4.96	7.74±2.79	2.338	0.026	32.89±12.47	40.94±24.35	-1.103	0.290
左侧近胸段竖脊肌	11.98±8.02	8.58±3.54	2.087	0.043	38.80±15.39	49.67±29.98	-1.210	0.248
右侧腰段竖脊肌	7.82±3.78	6.14±2.48	1.441	0.156	33.86±14.64	46.16±37.89	-1.100	0.293
左侧腰段竖脊肌	8.78±5.82	7.00±4.36	0.979	0.332	41.48±17.38	41.29±25.24	0.029	0.977
右侧多裂肌	8.12±5.98	5.54±2.52	1.451	0.153	47.54±23.35	47.54±41.33	0.000	1.000
左侧多裂肌	8.46±8.09	6.43±4.38	0.828	0.411	58.29±26.19	58.85±34.74	-0.060	0.953

表 3 两组受试者躯干屈伸时腰背肌肌电振幅值和中位频率值比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.3 Comparison of EMG amplitude and median frequency of lumbodorsal muscles between two groups during trunk flexion and extension( $\bar{x}\pm s$ )

部位	腰背肌平均肌电振幅值( $\mu V$ )				腰背肌中位频率值(Hz)			
	LDH 组(例数=40)	对照组(例数=12)	t 值	P 值	LDH 组(例数=40)	对照组(例数=12)	t 值	P 值
右侧近胸段竖脊肌	28.39±10.15	14.39±6.08	5.890	0.000	36.01±7.30	30.38±7.21	2.347	0.023
左侧近胸段竖脊肌	28.91±12.64	15.94±6.61	3.401	0.001	37.89±6.98	31.37±7.23	2.818	0.007
右侧腰段竖脊肌	26.94±13.05	15.38±8.36	2.884	0.006	39.65±10.05	27.35±15.61	3.248	0.002
左侧腰段竖脊肌	27.14±11.67	17.24±6.27	2.805	0.007	42.62±9.45	33.86±6.53	2.994	0.004
右侧多裂肌	26.15±14.06	14.33±5.12	2.839	0.007	52.81±14.52	31.48±12.61	4.589	0.000
左侧多裂肌	25.28±15.31	16.05±5.77	2.033	0.047	55.05±15.48	33.63±11.86	4.408	0.000

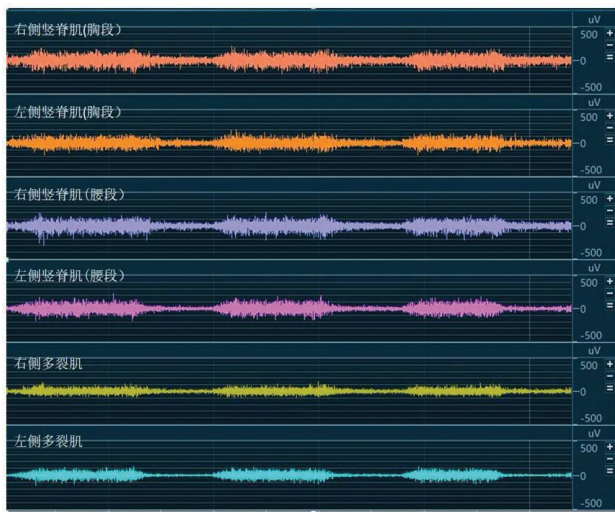


图 1 LDH 组 1 例 36 岁受试女性 3 次躯干屈伸时表面肌电图原始图形

Fig.1 The original surface electromyogram of a 36-year-old female with LDH underwent three times of trunk flexion and extension

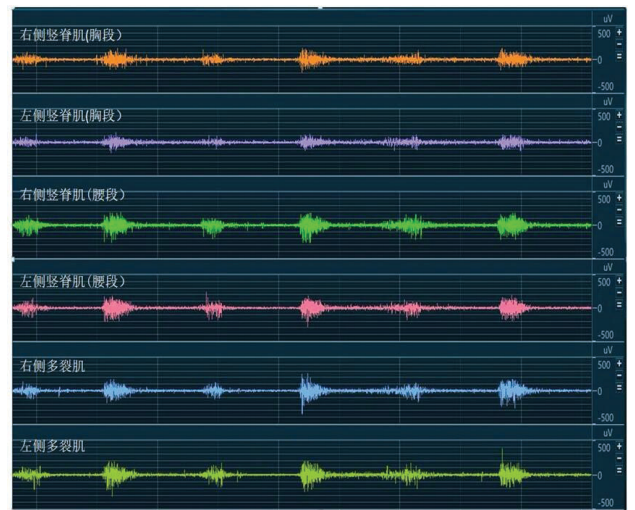


图 2 对照组 1 例 35 岁受试女性 3 次躯干屈伸时表面肌电图原始图形

Fig.2 The original surface electromyogram of a 35-year-old normal female underwent three times of trunk flexion and extension

重、身高分别与双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌的中位频率无相关性( $P>0.05$ )。见表 5。

### 3 讨论

#### 3.1 腰椎间盘突出症的诊断与腰背部肌肉

腰椎间盘突出症内在发病原因是腰背肌群之间

失去平衡协调,这种失衡产生的主要原因是腰椎旁肌肌力下降、功能紊乱、容易疲劳,导致脊柱活动时协调性下降,造成腰部韧带、关节等结构发生移位、损伤,局部出现疼痛。而疼痛又会导致腰椎活动受限制,腰部肌肉功能下降,并可能造成局部肌肉萎缩,

表 4 LDH 组 40 例受试者在躯干屈伸过程中一般资料与所测肌肉肌电振幅的相关性

Tab.4 Correlation between general information of LDH subjects and mean EMG amplitude of the tested muscles during trunk flexion and extension

项目	右侧近胸段竖脊肌		左侧近胸段竖脊肌		右侧腰段竖脊肌		左侧腰段竖脊肌		右侧多裂肌		左侧多裂肌	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
性别	-0.299	0.060	-0.250	0.119	-0.131	0.420	-0.098	0.547	-0.268	0.095	-0.249	0.122
年龄	-0.163	0.314	-0.108	0.508	0.094	0.563	0.061	0.709	-0.007	0.965	-0.022	0.892
体重	0.149	0.357	0.026	0.873	-0.060	0.712	-0.121	0.455	-0.209	0.195	-0.221	0.171
身高	0.320	0.440	0.238	0.139	0.063	0.701	0.031	0.849	0.113	0.487	0.063	0.698

表 5 LDH 组 40 例受试者躯干屈伸过程中一般资料与测试肌肉中位频率的相关性

Tab.5 Correlation between general information of LDH subjects and median frequency of the tested muscles during trunk flexion and extension

项目	右侧近胸段竖脊肌		左侧近胸段竖脊肌		右侧腰段竖脊肌		左侧腰段竖脊肌		右侧多裂肌		左侧多裂肌	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
性别	0.065	0.692	-0.283	0.077	0.165	0.310	0.093	0.569	0.072	0.658	-0.008	0.960
年龄	0.013	0.938	0.000	0.999	0.188	0.246	0.154	0.342	0.059	0.718	-0.028	0.866
体重	-0.172	0.288	0.050	0.761	-0.155	0.339	-0.238	0.138	-0.172	0.288	-0.171	0.291
身高	0.013	0.936	0.218	0.177	-0.202	0.212	-0.177	0.274	-0.097	0.554	-0.048	0.767

不可避免地对腰椎的稳定性造成影响,长此以往,造成腰椎间盘突出,腰椎韧带、小关节损伤,疼痛进一步加重,形成恶性循环<sup>[3]</sup>。临床常用于诊断腰椎间盘突出的腰椎 MRI 和 CT 检查,对于病情程度、神经肌肉功能的损伤情况无法准确判断,且与症状改善状况相关性也不显著<sup>[4]</sup>。针刺肌电图虽然对 LDH 的诊治评估有一定的作用,但是这项检查会造成一定损伤且可能引起交叉感染,患者不易接受<sup>[5]</sup>。因此,临床仍在不断探索和寻找具有准确性和诊治价值高的方法。

腰背部肌肉稳定系统的破坏与 LDH 患者腰部疼痛及腰痛反复发作有关。有研究认为,尽管每个节段的肌肉起着稳定脊柱的作用,但与其他腰部椎旁肌相比,多裂肌的横截面积是最长肌及腰髂肋肌的 2 倍,发挥了超过 2/3 的作用,因此,多裂肌的力量不足和功能状态不佳直接影响到脊柱的稳定性,从而导致慢性腰痛的发生,竖脊肌和多裂肌是导致 LDH 患者腰背疼痛、运动障碍、姿势异常的主要肌肉<sup>[6]</sup>。因此,本研究主要选取腰背部的竖脊肌和多裂肌进行检测分析。

### 3.2 SEMG 在 LDH 诊断中的作用

SEMG 不仅能动态记录肌肉电信号,而且可无创地探测或推断表面电极下及其周围肌肉活动相关的各种现象,是神经肌肉系统活动在生物电上的反映。SEMG 可以客观体现出神经肌肉功能状态及其活动水平的变化,可以持续监测肌肉在静止和运动

状态中的变化过程。因此,本研究通过 SEMG 对腰椎间盘突出症受试者腰背部的竖脊肌和多裂肌进行测试,客观分析腰椎间盘突出症受试者腰背部肌肉活动的动态肌电特征和相关因素,进一步阐明表面肌电在腰椎间盘突出症患者诊治过程中的临床意义。

### 3.3 腰椎间盘突出症患者的表面肌电特征

一定范围内,平均肌电振幅与肌肉收缩过程中参与工作的运动单位数量呈正比<sup>[7]</sup>。本研究结果显示 LDH 受试者在静止站立和躯干屈伸过程中腰背部的平均肌电振幅值增加,可能是 LDH 受试者腰背部肌肉痉挛的表现,也是机体的一种代偿性反应。肌肉痉挛不能自然放松,使局部血液循环障碍,代谢产物(主要是乳酸)不能排除产生聚集,肌肉得不到充足的营养成分,过多的乳酸会导致肌细胞内 pH 值下降,从而干扰钙离子的生理活性,影响肌肉兴奋-收缩偶联机制,引起肌肉疲劳。为了完成躯干屈伸运动和维持脊柱稳定性,需要调动数量更多的疲劳肌肉运动单位,参与工作的运动单位数量增多,则平均肌电振幅值就增高。

中位频率是指骨骼肌收缩过程中肌纤维放电频率的中间值<sup>[8]</sup>。本研究结果得出躯干屈伸时,LDH 组受试者双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌中位频率值均较正常对照组增大( $P < 0.05$ )。可能是由于:(1) LDH 受试者由于腰背部神经肌肉损伤,腰背部的运动协调性和平衡性被打破,腰背部肌肉过度兴奋,过频的发放异常冲动。(2) 现有研究证实腰椎间

盘突出症患者椎旁肌纤维组织学成分出现改变,异常的肌纤维可能出现高频放电<sup>[9]</sup>。因此,其双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌中位频率均高于正常对照组。

本研究结果显示肌电活动随躯干屈曲、屈曲维持、伸展、伸展维持动作呈现肌电活动增强-静止-增强-静止周期性变化,肌肉该活动时活动,该放松时处于放松状态。而 LDH 组受试者 3 次躯干屈伸过程中,肌肉该放松时没有放松。正常人在躯干前屈的初始阶段,竖脊肌作为运动的拮抗肌会进行离心收缩以控制躯干前屈的速度和幅度,随着前屈幅度的增大,非收缩性的软组织结构,如韧带和筋膜等逐渐提供了脊柱绝大部分的稳定性,因此不再需要竖脊肌收缩来维持脊柱的姿势,此时后方椎间盘韧带组织内的牵张感受器受到刺激,反射性的抑制了竖脊肌的活性,使竖脊肌放松。而 LDH 患者由于存在腰痛,通常害怕在躯干前屈时出现疼痛加重或害怕弯腰时受伤,因而不自主的使腰背肌处于持续收缩的“肌卫”状态,导致其屈曲放松现象缺失<sup>[10]</sup>。

### 3.4 腰椎间盘突出症患者一般资料与其肌电数据的相关性

本研究的 LDH 受试者躯干屈伸过程中,其性别、年龄、体重、身高分别与双侧近胸段、腰段竖脊肌和双侧多裂肌的平均肌电振幅、中位频率无相关性( $P>0.05$ )。与一些文献基本一致<sup>[9,11]</sup>。这进一步提示了在诊疗过程中,患者的一般资料与疾病的严重程度关系不大,临床上一定要参考客观的肌电数据,才能准确地对疾病进行分析判断,进行针对性治疗,使患者达到完全康复。由此可见,表面肌电图不单是一种检测手段,其可以被考虑在 LDH 的常规诊疗计划之内来指导临床工作。

#### 参考文献

[1] 冯宪焯,徐义明,蔡赞,等.非手术脊柱减压系统与常规牵引器治疗腰椎间盘突出症:表面肌电图分析的比较[J].中国组织工程研究,2018,22(7):1032-1037.  
FENG XX,XU YM,CAI Y,et al. Non-surgical spinal decompression system versus conventional traction device for treating lumbar disc herniation through surface electromyography[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu,2018,22(7):1032-1037. Chinese.

[2] 廖若夷,张婷,蔡华安,等.推拿手法对脑卒中患者表面肌电信号的影响[J].中国康复理论与实践,2017,23(7):807-810.  
LIAO RY,ZHANG T,CAI HA,et al. Variation of surface electromyogram with manipulation of Tuina for stroke hemiplegics [J]. Zhongguo Kang Fu Li Lun Yu Shi Jian,2017,23(7):807-810. Chinese.

[3] 郭涛,魏人前,邓睿.腰椎间盘突出症术后复发的相关因素分析[J].西部医学,2016,28(8):1110-1113.

GUO T,WEI RQ,DENG R. Experience in treatment of recurrent lumbar disc herniation[J]. Xi Bu Yi Xue,2016,28(8):1110-1113. Chinese.

[4] 白倩,王鑫,李婷,等.骶管滴注联合物理治疗对驻陕某部官兵腰椎间盘突出症的疗效观察[J].医学信息,2017,30(6):46-48.  
BAI Q,WANG X,LI T,et al. Effect of lacrimal droplet combined with physical therapy on lumbar intervertebral disc protrusion of officers and men in shaanxi province[J]. Yi Xue Xin Xi,2017,30(6):46-48. Chinese.

[5] 冯秋香,姜宏,俞鹏飞.肌电图在腰椎间盘突出症诊治中的应用进展[J].颈腰痛杂志,2020,41(2):250-252.  
FENG QX,JIANG H,YU PF. The application progress of electromyography in the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation [J]. Jing Yao Tong Za Zhi,2020,41(2):250-252. Chinese.

[6] 宋海新,魏爽,李建华,等.关于下背痛患者腰部多裂肌表面肌电信号与肌肉横断面积的研究分析[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(4):297-299.  
SONG HX,WEI S,LI JH,et al. Research and analysis on the surface EMG signal and muscle cross-sectional area of lumbar multifidus in patients with low back pain[J]. Zhonghua Wu Li Yi Xue Yu Kang Fu Za Zhi,2016,38(4):297-299. Chinese.

[7] 孙一津,王楚怀,廖志平.非手术脊柱减压系统对腰椎间盘突出症患者腰背肌表面肌电信号的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2018,40(3):211-213.  
SUN YJ,WANG CH,LIAO ZP. The effect of non-surgical spinal decompression on the paraspinal muscles of persons with lumbar disc herniation[J]. Zhonghua Wu Li Yi Xue Yu Kang Fu Za Zhi,2018,40(3):211-213. Chinese.

[8] 许萍,梁雷超,梁贞文,等.脑瘫尖足患儿站立和行走中下肢肌肉的表面肌电图[J].中国组织工程研究,2020,24(23):3673-3677.  
XU P,LIANG LC,LIANG ZW,et al. Surface electromyogram features of the lower limb muscles in cerebral palsy children standing and walking on tiptoes[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu,2020,24(23):3673-3677. Chinese.

[9] 陈海霞,赵瑞娟.表面肌电图在腰骶神经根病诊断中的价值[J].神经损伤与功能重建,2018,13(4):215-216.  
CHEN HX,ZHAO RJ. The value of surface electromyography in the diagnosis of lumbosacral radiculopathy[J]. Shen Jing Sun Shang Yu Gong Neng Chong Jian,2018,13(4):215-216. Chinese.

[10] 胡鸢,唐金树,秦江,等.竖脊肌屈曲放松比值在不同类型慢性腰痛中的差异[J].中国骨与关节杂志,2015,4(4):288-290.  
HU Y,TANG JS,QIN J,et al. Differences in the flexion-relaxation ratio of the erector spinae in the patients with different subtypes of low back pain[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Za Zhi,2015,4(4):288-290. Chinese.

[11] 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 401 patients with chronic low back pain[J]. Zhongguo Kang Fu Yi Xue Za Zhi,2017,32(12):1361-1365. Chinese.