

· 临床研究 ·

基于表面肌电信号探讨腰椎斜扳手法治疗 腰椎间盘突出症的临床疗效

谢榕¹ 王旭¹ 冯天笑¹ 银河^{1,2} 刘宁¹ 王国军¹ 朱立国^{1,2} 解化龙^{1,△} 魏戌^{1,2,△}

[摘要] **目的:**利用表面肌电图(sEMG)技术,评估腰椎斜扳手法对腰椎间盘突出症(LDH)患者椎旁肌激活状态的影响。**方法:**招募 60 例腰椎间盘突出症患者作为观察组,20 例健康志愿者作为对照组。观察组接受腰椎斜扳手法治疗,每周 3 次,共 2 周。对照组不进行手法治疗。采用表面肌电采集系统记录竖脊肌和多裂肌的均方根值(RMS)、积分肌电值(iEMG)、平均肌电值(AEMG)和中位频率(MF)。在治疗前、治疗后即刻、治疗第 7 天和第 14 天观察患者表面肌电各参数的变化以及 VAS 评分、ODI 评分、SF-12 评分和腰椎活动度相关临床疗效指标。**结果:**两组受试者治疗前肌电图比较,多裂肌中位频率组间差异无统计学意义($P>0.05$);竖脊肌的中位频率、均方根值、积分肌电值、平均肌电值,多裂肌的均方根值、积分肌电值、平均肌电值差异有统计学意义($P<0.05$)。观察组治疗前后表面肌电参数比较,竖脊肌中位频率、多裂肌各参数差异无统计学意义($P>0.05$);而竖脊肌均方根值、积分肌电值、平均肌电值差异有统计学意义($P<0.05$)。临床疗效指标差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**腰椎斜扳手法对椎旁肌的生物电活动产生积极影响,尤其是对竖脊肌,可调整腰椎间盘突出症患者椎旁肌的激活状态。

[关键词] 腰椎斜扳手法;表面肌电图;腰椎间盘突出症;竖脊肌;多裂肌

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2026)01-0028-07

DOI: 10. 20085/j. cnki. issn1005-0205. 260105

The Clinical Efficacy of the Lumbar Oblique Pulling Method in Treating Patients with Lumbar Disc Herniation Based on Surface Electromyography Signals

XIE Rong¹ WANG Xu¹ FENG Tianxiao¹ YIN He^{1,2} LIU Ning¹
WANG Guojun¹ ZHU Ligu^{1,2} XIE Hualong^{1,△} WEI Xu^{1,2,△}

¹ Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100102, China;

² Beijing Key Laboratory of Digital Intelligence in Traditional Chinese Medicine for the Prevention and Treatment of Degenerative Bone and Joint Diseases, Beijing 100102, China.

Abstract Objective: This study used surface electromyography (sEMG) technology to evaluate the effect of the lumbar oblique pulling method on paravertebral muscle activation in patients with lumbar disc herniation (LDH). **Methods:** 60 patients with LDH were recruited as the observation group and 20 healthy volunteers as the control group. The observation group received the lumbar oblique pulling method three times a week for two weeks. The control group did not receive manual therapy. The root mean square (RMS), integrated electromyography (iEMG), average electromyography (AEMG), and median frequency (MF) of the erector spinae muscle and multifidus muscle were recorded using a surface electromyography acquisition system. The changes in sEMG parameters, VAS scores, ODI scores, SF-12 scores, and clinical efficacy indexes related to lumbar activity were observed

before treatment, immediately after treatment, and on the 7th and 14th day of treatment. **Results:** The sEMG of the two groups were compared before treatment. The MF of multifidus muscle was not statistically significant ($P>0.05$); however, there were significant differences in MF, RMS, iEMG, and AEMG of erector spinae muscle, as well as RMS,

基金项目:北京中医药“十四五”重点专科项目(BJZKLC0004)

¹ 中国中医科学院望京医院(北京,100102)

² 数智中医防治骨与关节退行性疾病北京重点实验室

[△]通信作者 E-mail: longyuzhekt@126.com(解化龙)

weixu.007@163.com(魏戌)

iEMG, and AEMG of multifidus muscle ($P < 0.05$). The sEMG parameters of LDH patients were compared before and after treatment. The MF values of the erector spinae muscle and multifidus muscle showed no statistical significance ($P > 0.05$); the RMS, iEMG, and AEMG of erector spinae muscle were statistically significant ($P < 0.05$). The clinical efficacy indexes were also statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** The study shows that the lumbar oblique pulling method has a positive effect on the bioelectrical activity of paravertebral muscle, especially the erector spinae muscle, and can help regulate the activation state of paravertebral muscle in patients with LDH.

Keywords: lumbar oblique pulling method; surface electromyography; lumbar disc herniation; erector spinalis muscle; multifidus muscle

腰椎间盘突出症(LDH)是一种常见的脊柱退行性疾病,其病理机制为椎间盘或髓核组织突出压迫神经根,导致下腰痛、下肢放射痛及运动功能障碍等一系列症状^[1]。全球流行病学数据显示,腰椎间盘突出症的患病率约为 10%~15%,并呈显著上升趋势^[2]。中医认为腰椎间盘突出症的发病过程是筋骨失衡的相互作用,“筋”伤则导致关节紊乱、脊柱生物力学失衡等“骨”病的发生,“骨”损后,又会加重椎间盘退变、椎旁肌萎缩等“筋”伤的病理状态^[3-4]。腰椎斜扳是腰椎间盘突出症保守治疗中的常用手段,可通过快速调节脊柱力线,恢复力学平衡,减轻神经根压迫,缓解临床症状^[5-8]。然而,以往研究多局限在椎旁肌群的形态与结构分析腰椎斜扳的作用机制,未能全面揭示椎旁肌群的动态调控规律,导致临床疗效的生物学机制阐释不足。本研究基于表面肌电信号,分析腰椎斜扳手法对脊柱椎旁肌群动态调控的作用机制,阐述该手法对腰椎间盘突出症的临床疗效,现报告如下。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

选择中国中医科学院望京医院脊柱二科门诊 60 例腰椎间盘突出症患者,并招募 20 例健康志愿者作为研究对象。本研究经中国中医科学院望京医院伦理委员会伦理审查批准(伦理批号:WJEC-KT-2022-026-P002),取得受试者知情同意,并签署知情同意书。

1.2 诊断标准

1)诊断标准参照北美脊柱外科学会《NASS 腰椎间盘突出伴神经根病变循证临床指南(2013)》及中华医学会骨科学分会《腰椎间盘突出症诊疗指南》(2020 年)制定。2)病史:伴或不伴有明确的腰部损伤病史。3)症状及体征:腰痛向臀部及下肢放射,腹压增加如咳嗽、打喷嚏时疼痛加重;病变部位椎旁有压痛,并向下肢放射,腰活动受限;下肢受累神经支配区可有感觉过敏或迟钝,病程长者可出现肌肉萎缩,腱反射、拇趾背伸肌力等可减弱。4)体格检查:受累神经的运动或感觉障碍;股神经牵拉试验阳性,直腿抬高试验阳性,直腿抬高试验加强试验阳性,或对侧直腿抬高试验阳性。5)辅助检查:磁共振成像(MRI)提示为腰椎间盘突出

症,且突出节段符合临床症状体征对应的区域。

1.3 纳入标准

1.3.1 腰椎间盘突出症患者纳入标准 1)18 岁≤年龄≤70 岁;2)符合腰椎间盘突出症诊断,CT 和(或)MRI 显示有腰椎间盘突出症,临床症状为下肢放射痛,并符合影像学对应神经根分布区域;3)同意参加治疗研究并签署知情同意书。

1.3.2 健康志愿者纳入标准 1)近 3 个月未出现过明显腰部不适症状;2)18 岁≤年龄≤70 岁;3)性别不限;4)经腰椎 CT 和(或)MRI 检查明确无腰椎退变;5)腰部无皮肤病或皮肤破损等;6)自愿参加本研究项目并签署知情同意书。

1.4 排除标准

1.4.1 腰椎间盘突出症患者排除标准 1)有腰椎手术史;2)脊柱压缩骨折、腰椎 II 度及以上滑脱、腰椎峡部裂、腰椎管狭窄;3)脊柱肿瘤,脊柱结核,严重骨质疏松(T 值≤-3.0 或伴发骨质疏松性骨折),糖尿病伴周围神经病变;4)腰部有严重皮肤病或腰部皮肤破损等;5)孕妇及哺乳期妇女;6)有重度心力衰竭、脑卒中等严重心脑血管疾病,严重肝、肾功能不全;7)出现马尾神经损害,或下肢肌力≤3 级,或下肢运动、感觉功能持续性降低等手术指征;8)患有智力或精神障碍疾患,以及盲、聋、哑等特殊人群。

1.4.2 健康志愿者排除标准 1)经门诊医师确诊为腰椎病者;2)因精神疾患、认知或情绪障碍无法完成本项临床研究者。

1.5 方法

腰椎斜扳手法操作根据《腰椎间盘突出症诊疗方案(2012 年试行)》中描述每周进行 3 次。总体流程为:确定病变的位置,随后采用腰椎理筋手法放松痉挛的腰部肌肉;然后进行分步斜扳手法治疗。理筋手法:以揉法在脊柱两侧膀胱经施术 5 min。分步斜扳法操作步骤:1)准备,患者侧卧位身体保持水平,上侧腿尽量屈髋屈膝,下侧腿伸直,医者正对患者立于床边,用手指置于病变节段的上下棘突上,指导患者以此作为支点,挺腹,肩向后,髋向前,主动旋转腰部至最大幅度。2)锁定,医者双肘置于患者肩前及髋后,髋后之肘

固定不动,肩前之肘轻轻逐渐推肩向后,至有明显固定感之后,医者双肘分别向斜上和斜下以相反方向相对弹性推拉锁定。3)扳动,在患者充分放松的情况下,医者腰部带动双肘顺势发力,完成斜扳动作,可能伴发弹响声,但不强求出现弹响声。手法操作人员:从事腰椎间盘突出症腰椎斜扳治疗工作5年或以上;副主任医师或以上职称的专家。

1.6 观察指标

1.6.1 主要观察指标 腰部竖脊肌、多裂肌表面肌电图(sEMG),其中包括均方根值(Root Mean Square, RMS)、积分肌电值(Integrate Electromyography, iEMG)、平均肌电值(Average Electromyography, AEMG)和中位频率(Median Frequency, MF)。

表面肌电图检测方法:1)本实验使用的设备是美特科仪器(长春)有限公司BJD-100型多通道表面肌电采集系统。采样频率为1 000~5 000 Hz,由主控制器、肌电传感器、传感器连接线及配套的多通道表面肌电信

号采集仪软件V1.0.0等构成。电极定位:竖脊肌测量电极位于L_{3/4}棘突水平旁开2 cm肌腹隆起处,两电极间距2 cm;多裂肌测量电极位于L₅S₁棘突水平旁开2 cm肌腹隆起处,两电极间距2 cm。左右对称摆放,与肌纤维走行一致。

测试动作:参照腰部竖脊肌等长负荷测试。患者俯卧位,髂嵴上缘以下的身体和腿的末端固定于治疗床上,双手放于体侧。测试时嘱患者抬起上身,保持下颌距床面15 cm,躯干与地面夹角大于10°,维持此姿势60 s或不能耐受时停止。过程中同步采集两侧竖脊肌、多裂肌的表面肌电图信号(见图1)。每组患者治疗前后测试,测量3次,每次间隔5 min,取平均值。在治疗前、治疗后即刻、治疗第7天及第14天,共4个时间点进行观察,并记录椎旁肌表面肌电数据,分析腰椎间盘突出症患者椎旁肌退变的疾病特征。健康志愿者仅在入组时记录受试者的人口统计学信息,并进行一次表面肌电图检测,不进行腰椎斜扳手法治疗。

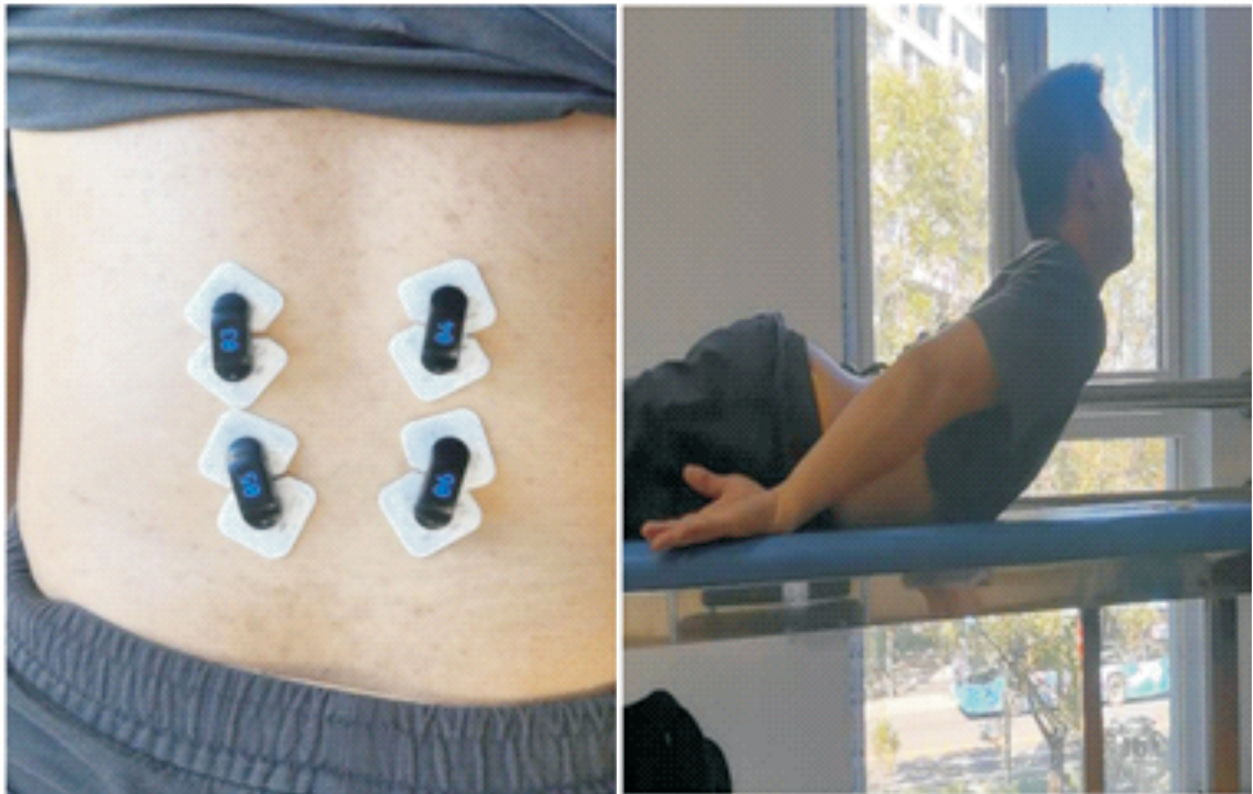


图1 测试场景

1.6.2 次要疗效评价指标 受试者腰痛VAS评分、腰椎Oswestry功能障碍指数(ODI)评分、腰椎活动度(前屈、后伸、左右侧屈和左右旋转)、生活质量评价SF-12量表评分。观察观察组治疗前及最后一次治疗后VAS评分、腰椎功能、生活质量,分析腰椎斜扳手法干预的临床效果。

1.7 统计学方法

采用SPSS 27.0统计软件进行整理和分析。计

量资料符合正态分布者用 $\bar{x} \pm s$ 形式表示,采用 t 检验或Mann-Whitney U 检验进行两两比较。对于多时间点的测量数据,采用重复测量方差分析(ANOVA)或混合效应模型,评估治疗时间对治疗效果的影响,并考虑个体内相关性。显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 一般资料

本研究共纳入60例腰椎间盘突出症患者,治疗后

均未出现不良反应及病例脱落。观察组 60 例,男 28 例,女 32 例;对照组 20 例,男 13 例,女 7 例。

两组受试者年龄、体重、身高、性别比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 两组受试者一般资料比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

组别	例数/例	年龄/岁	体重/kg	身高/cm	性别	
					男/例	女/例
对照组	20	28.00(24.75,29.25)	65.50(59.75,75.75)	173.00(164.50,176.25)	13(65.00%)	7(35.00%)
观察组	60	27(25,30)	60.0(52.0,80.5)	167.0(161.5,175.0)	28(46.67%)	32(53.33%)
统计检验值		$Z=-0.21$	$Z=0.72$	$Z=1.16$	$\chi^2=2.01$	
P		0.832	0.469	0.247	0.155	

2.2 两组受试者治疗前表面肌电参数比较

多裂肌中位频率在对照组与观察组之间差异无统计学意义($P>0.05$);竖脊肌中位频率、均方根值、积分肌电值、平均肌电值在对照组与观察组之间差异有

统计学意义($P<0.05$)。多裂肌均方根值、积分肌电值、平均肌电值在对照组与观察组之间差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2。

2.3 观察组治疗前后表面肌电参数比较

表 2 两组受试者治疗前表面肌电参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

项目	对照组($n=20$)	观察组($n=60$)	t	P
竖脊肌中位频率/Hz	79.59±11.90	72.51±8.89	2.82	0.006
竖脊肌均方根值/ μV	71.10±27.96	40.83±19.52	4.49	<0.001
竖脊肌积分肌电值/($\mu V\cdot s$)	3 595.43±1 360.22	2 095.38±999.98	4.54	<0.001
竖脊肌平均肌电值/ μV	50.87±19.73	29.51±14.10	4.48	<0.001
多裂肌中位频率/Hz	99.23±19.74	98.09±13.26	0.29	0.772
多裂肌均方根值/ μV	54.19±30.18	24.62±16.66	4.18	<0.001
多裂肌积分肌电值/($\mu V\cdot s$)	2 745.30±1 481.23	1 274.90±852.70	4.21	<0.001
多裂肌平均肌电值/ μV	38.83±21.20	18.01±12.13	4.17	<0.001

观察组竖脊肌均方根值、积分肌电值、平均肌电值在治疗前后差异有统计学意义($P<0.05$);竖脊肌中位频率治疗前后比较差异无统计学意义($P>0.05$);

多裂肌表面肌电图各参数在治疗前后差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

2.4 两组受试者左右侧表面肌电参数对比

表 3 观察组患者治疗前后表面肌电参数比较 ($n=60, \bar{x}\pm s$)

项目	治疗前	第 1 次治疗后即刻	第 1 周最后 1 次治疗后即刻	最后 1 次治疗后即刻	F	P
竖脊肌中位频率/Hz	72.51±8.89	73.48±12.64	73.32±10.00	72.89±9.68	0.11	0.956
竖脊肌均方根值/ μV	40.83±19.52	42.98±19.18	49.39±22.81	50.88±19.96	3.41	0.018
竖脊肌积分肌电值/($\mu V\cdot s$)	2 095.38±999.98	2 172.90±981.82	2 487.90±1 135.51	2 608.81±1 042.61	3.35	0.020
竖脊肌平均肌电值/ μV	29.51±14.10	30.92±13.89	35.07±16.07	36.89±14.18	3.37	0.019
多裂肌中位频率/Hz	98.09±13.26	101.34±16.19	99.64±14.04	101.17±17.20	0.59	0.619
多裂肌均方根值/ μV	24.62±16.66	25.82±16.73	27.81±16.88	30.66±18.58	1.41	0.242
多裂肌积分肌电值/($\mu V\cdot s$)	1 274.90±852.70	1 321.82±858.46	1 410.23±831.05	1 569.70±940.85	1.33	0.265
多裂肌平均肌电值/ μV	18.01±12.13	18.86±12.14	19.88±11.78	22.26±13.31	1.33	0.267

对照组左右侧表面肌电参数比较,竖脊肌和多裂肌的表面肌电图各参数差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 4。观察组左右侧治疗前表面肌电参数对比,左侧多裂肌和右侧多裂肌之间比较,中位频率、均

方根值、积分肌电值、平均肌电值差异有统计学意义($P<0.05$);左侧竖脊肌和右侧竖脊肌之间比较,中位频率、均方根值、积分肌电值、平均肌电值差异有统计学意义($P<0.05$),见表 5。

表 4 对照组左右侧表面肌电参数比较 ($n=20, \bar{x}\pm s$)

项目	左侧	右侧	t	P
竖脊肌中位频率/Hz	80.77±11.43	78.40±12.91	0.61	0.543
竖脊肌均方根值/ μV	73.95±28.72	68.25±28.76	0.63	0.534
竖脊肌积分肌电值/($\mu V\cdot s$)	3 736.85±1 396.61	3 454.02±1 404.86	0.64	0.527
竖脊肌平均肌电值/ μV	52.87±20.28	48.86±20.30	0.66	0.536
多裂肌中位频率/Hz	98.00±21.47	100.45±19.67	0.38	0.708
多裂肌均方根值/ μV	55.24±29.90	53.13±31.07	0.22	0.827
多裂肌积分肌电值/($\mu V\cdot s$)	2 806.74±1 477.60	2 683.87±1 516.34	0.26	0.797
多裂肌平均肌电值/ μV	39.71±21.17	37.96±21.68	0.26	0.798

表5 观察组左右侧治疗前表面肌电参数比较($\bar{x} \pm s$)

项目	配对 1	配对 2	差值 (配对 1-配对 2)	t	P
竖脊肌 MF_L 配对 MF_R/Hz	73.81±9.48	71.21±8.79	2.60	4.72	<0.001
竖脊肌 RMS_L 配对 RMS_R/ μ V	42.22±21.47	39.45±18.12	2.77	2.90	0.005
竖脊肌 iEMG_L 配对 iEMG_R/ $(\mu$ V·s)	2 160.98±1 104.95	2 029.78±923.53	131.19	2.64	0.011
竖脊肌 AEMG_L 配对 AEMG_R/ μ V	30.43±15.60	28.58±13.01	1.85	2.62	0.011
多裂肌 MF_L 配对 MF_R/Hz	96.61±13.32	99.57±14.89	-2.97	-2.35	0.022
多裂肌 RMS_L 配对 RMS_R/ μ V	25.69±17.92	23.55±15.63	2.14	3.71	<0.001
多裂肌 iEMG_L 配对 iEMG_R/ $(\mu$ V·s)	1 334.14±914.32	1215.67±800.10	118.47	4.38	<0.001
多裂肌 AEMG_L 配对 AEMG_R/ μ V	18.84±13.02	17.19±11.36	1.65	4.27	<0.001

注:L为左侧,R为右侧。

2.5 观察组治疗前后不同时间节点表面肌电参数对比

观察组治疗前后表面肌电参数比较显示,不同节点竖脊肌中位频率,多裂肌中位频率、均方根值、积分肌电值、平均肌电值差异无统计学意义($P>0.05$),不同节点竖脊肌均方根值、积分肌电值、平均肌电值差异

有统计学意义($P<0.05$),见表6。

2.6 观察组治疗前后临床结局指标比较

观察组治疗后与治疗前比较,腰部VAS评分、ODI总分、SF-12总分、腰椎活动度(前屈、后伸、左侧屈、右侧屈、左旋、右旋)比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表7。

表6 观察组治疗前后不同时间节点表面肌电参数比较($n=60, \bar{x} \pm s$)

项目	治疗前	第1次治疗后 即刻	第1周最后1次 治疗后即刻	最后1次治疗后 即刻	F	P
竖脊肌 MF_L/Hz	73.81±9.48	74.40±13.14	75.45±9.81	74.27±10.80	0.24	0.867
竖脊肌 MF_R/Hz	71.21±8.79	72.56±12.31	71.19±10.59	71.51±9.15	0.23	0.873
竖脊肌 RMS_L/ μ V	42.22±21.47	43.83±19.97	51.03±24.45	51.76±20.34	3.07	0.029
竖脊肌 RMS_R/ μ V	39.45±18.12	42.13±18.91	47.74±22.43	50.00±20.65	3.54	0.015
竖脊肌 iEMG_L/ $(\mu$ V·s)	2 160.98±1 104.95	2 223.51±1 020.88	2 582.28±1 214.72	2 651.45±1 062.67	3.04	0.030
竖脊肌 iEMG_R/ $(\mu$ V·s)	2 029.78±923.53	2 122.30±966.33	2 393.52±1 119.52	2 566.16±1 073.21	3.48	0.017
竖脊肌 AEMG_L/ μ V	30.43±15.60	31.67±14.49	36.36±17.10	37.49±14.51	3.00	0.031
竖脊肌 AEMG_R/ μ V	28.58±13.01	30.17±13.64	33.78±15.97	36.29±14.59	3.54	0.015
多裂肌 MF_L/Hz	96.61±13.32	100.11±17.63	102.58±14.63	102.40±18.71	1.77	0.155
多裂肌 MF_R/Hz	99.57±14.89	102.56±17.31	96.70±14.04	99.94±16.59	1.39	0.247
多裂肌 RMS_L/ μ V	25.69±17.92	26.70±17.73	28.90±17.00	32.27±20.07	1.54	0.206
多裂肌 RMS_R/ μ V	23.55±15.63	24.95±15.92	26.72±17.11	29.04±17.41	1.24	0.297
多裂肌 iEMG_L/ $(\mu$ V·s)	1 334.14±914.32	1 364.84±911.90	1 464.91±854.16	1 652.35±1 018.90	1.44	0.232
多裂肌 iEMG_R/ $(\mu$ V·s)	1 215.67±800.10	1 278.81±813.50	1 355.56±825.68	1 487.04±877.32	1.19	0.314
多裂肌 AEMG_L/ μ V	18.84±13.02	19.47±12.89	20.63±12.03	23.44±14.44	1.44	0.231
多裂肌 AEMG_R/ μ V	17.19±11.36	18.25±11.52	19.13±11.78	21.08±12.38	1.18	0.319

表7 观察组治疗前后临床结局指标比较($n=60, \bar{x} \pm s$)

项目	治疗前	最后1次治疗 后即刻	t	P
腰部VAS评分/分	5.69±0.56	2.38±0.67	29.33	<0.001
ODI总分/分	12.48±2.35	10.30±1.18	6.43	<0.001
SF-12总分/分	27.83±2.15	30.92±0.79	-10.44	<0.001
前屈/(°)	46.75±10.20	55.50±11.92	-4.32	<0.001
后伸/(°)	18.50±3.23	26.00±5.88	-8.66	<0.001
左侧屈/(°)	21.08±3.81	25.75±2.73	-7.71	<0.001
右侧屈/(°)	18.67±4.21	25.75±5.59	-7.85	<0.001
左旋/(°)	19.23±4.01	26.17±5.63	-7.77	<0.001
右旋/(°)	20.33±4.86	26.92±5.30	-7.09	<0.001

3 讨论

中医筋骨失衡理论中“筋伤”是腰椎间盘突出症发病的主要原因,可破坏筋骨之间的相互平衡,发展为“筋出槽,骨错缝”的病理现象,临床治疗中恢复“筋”的功能是腰椎间盘突出症的治疗重点^[9]。椎旁肌主要由多裂肌、竖脊肌和腰大肌等组织构成,起着维持脊柱稳定的作用,并且能够延缓椎间盘退变^[10]。本研究利用表面肌电图的均方根值、积分肌电值、平均肌电值、中位频率参数评估腰椎间盘突出症患者和健康志愿者的多裂肌和竖脊肌肌肉功能状态,以及腰椎斜扳手法的临床疗效。

表面肌电图是一种非侵入性检测技术,通过表皮电极检测骨骼肌肌电活动,广泛应用于神经生理学、物理治疗与康复、运动分析等领域。通过分析肌群表面肌电信号的时域频域,能够客观反映肌肉的反应速度、肌肉疲劳、神经支配、肌肉协调、负荷分担等定量信息^[11-13]。均方根值能够评估肌肉收缩强度和疲劳的程度^[14-15],结果显示腰椎斜扳手法干预后,竖脊肌的均方根值显著改善,多裂肌的均方根值无明显变化,表明腰椎斜扳手法增加竖脊肌的收缩强度,提高了竖脊肌的抗疲劳性。另外,说明该手法针对不同肌肉的作用效果存在差异,这可能与肌肉的结构和位置有关,竖脊肌位于体表,更易于受到刺激。

腰椎斜扳手法干预后腰椎间盘突出症患者的竖脊肌积分肌电值显著提高,积分肌电值反映肌肉肌电活动的大小,肌肉收缩时每个运动单元的放电强弱和肌纤维数目的多少^[16-17],表明该手法能够增强肌肉放电,募集更多的肌纤维参与运动。同时,干预后竖脊肌的平均肌电值改善显著,平均肌电值作为肌肉激活强度的另一种量化指标^[18],进一步验证了竖脊肌功能的提升。相比单一时间点的测量,平均肌电值能够更好地反映肌肉在整个运动过程中的稳定性^[19],这种稳定性对于日常活动和功能性任务尤为重要。

对照组的表面肌电图参数左右侧对称性良好,而观察组存在显著不对称,提示腰椎间盘突出症导致肌肉功能失衡。以往研究通过超声弹性剪切波分析腰椎间盘突出症两侧的多裂肌弹性程度,发现腰椎间盘突出症患者的患侧刚度值降低,弹性下降^[20]。沈星星等^[21]通过测量腰椎间盘突出症患者患侧多裂肌和竖脊肌肌张力和肌肉硬度,发现均显著高于健侧。这种不对称性可能与神经根压迫引起的单侧肌肉萎缩或痉挛有关,是内外因素共同作用的结果^[21-22]。腰椎间盘突出症患者在术后通过表面肌电图评估,肌肉功能的不对称性有所改善,表明神经根压迫的解除可以恢复肌肉的正常激活模式^[22]。胡国宝等^[23]研究表明腰椎斜扳杠杆定位手法干预后腰椎间盘突出症患者的竖脊肌和多裂肌的积分肌电值、均方根值、中位频率等表面肌电信号指标均显著高于对照组,表明手法治疗有效提升了竖脊肌和多裂肌的功能。同时,腰椎斜扳手法能够改善腰部 VAS 评分、ODI 评分、SF-12 评分、腰椎活动度等^[24-25]。本研究结果与既往研究结果一致。竖脊肌在维持脊柱稳定性和运动功能方面发挥着至关重要的作用,尤其是在进行日常活动和运动时^[26]。腰椎斜扳手法相较于常规牵引和推拿按摩手法,可通过被动旋转、牵拉腰部肌肉、骨骼、关节,能够缓解关节肌肉痉挛,解除关节嵌顿,恢复肌肉弹性功能,调节筋骨平衡^[27-28]。以往研究表明,腰椎斜扳手法对中央型、旁中

央型突出的腰椎间盘突出症患者具有良好效果,而且旁中央型患者疗效更持久^[29]。对于破裂型或游离型腰椎间盘突出,或存在腰椎结核、肿瘤等破坏性病损患者不宜施行该手法治疗^[30-31]。

综上所述,本研究表明腰椎斜扳手法能够显著改善腰椎间盘突出症患者的竖脊肌功能,同时缓解疼痛和提高生活质量。通过多参数表面肌电图分析,可以全面评估肌肉功能的变化,为临床治疗提供科学依据。从西医角度看,其作用机制包括机械效应、生物力学效应和神经调节效应;从中医筋骨理论看,其核心在于调整“筋”的状态,恢复筋骨之间的动态平衡。本研究局限性是样本量较小,未来需扩大样本量以验证结果。此外,本研究仅观察了短期的治疗效果,未能评估长期疗效,后续研究应延长随访时间,进一步验证该手法的持久性与作用机制。

参考文献

- [1] POJSKIC M, BISSON E, OERTEL J, et al. Lumbar disc herniation: epidemiology, clinical and radiologic diagnosis WFNS spine committee recommendations[J]. *World Neurosurgery*; X, 2024, 22: 100279.
- [2] CHEN Z W, ZHAO J R, WANG L, et al. Prevalence of lumbar disc herniation and its associated factors: a cross-sectional study in Gansu[J]. *PLoS One*, 2024, 19 (12): e0310550.
- [3] 於浩, 马勇, 郭杨, 等. 从筋骨理论探讨脊柱退行性疾病的病机与手法治则[J]. *中华中医药杂志*, 2020, 35(8): 4194-4196.
- [4] 刘静, 杨建新, 王春晓, 等. 基于《伤寒论》六经辨证体系的腰椎间盘突出症中医证型规律研究[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2023, 31(7): 12-16.
- [5] 龚成, 谢瑛, 郭伟, 等. 脊柱定点旋转复位手法治疗对 613 例腰椎间盘突出症患者腰椎活动度及活动度对称性的影响[J]. *中华中医药杂志*, 2021, 36(1): 599-601.
- [6] 邢涛, 乔小万, 赵继荣. 基于“筋骨并重”理论探讨脊柱定点旋转复位法在腰椎间盘突出症治疗中的应用[J]. *中医正骨*, 2021, 33(6): 54-56.
- [7] 李瑞凯. 脊柱定点旋转复位法联合正骨推拿手法治疗腰椎间盘突出症的效果分析[J]. *中国社区医师*, 2023, 39(34): 55-57.
- [8] 蓝石坚, 丘明旺, 李晓惠, 等. 立体定位斜扳法治疗腰椎间盘突出症参数优化及舒筋效应研究[J]. *实用医学杂志*, 2025, 41(12): 1791-1799.
- [9] 曹奔, 张帅攀, 郭光昕, 等. 基于“筋骨失衡, 以筋为先”推拿防治腰椎间盘突出症经验[J]. *中华中医药杂志*, 2022, 37(3): 1504-1507.
- [10] WANG Z R, ZHAO Z J, HAN S Y, et al. Advances in research on fat infiltration and lumbar intervertebral disc degeneration[J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2022, 13: 1067373.

- [11] ALCAN V, ZINNUROGLU M. Current developments in surface electromyography[J]. Turkish Journal of Medical Sciences, 2023, 53(5): 1019-1031.
- [12] GRZESKOWIAK M, KRAWIECKI Z, ŁABEDZ W, et al. Short-term effects of Kinesio Taping® on electromyographic characteristics of paraspinal muscles, pain, and disability in patients with lumbar disk herniation[J]. Journal of Sport Rehabilitation, 2019, 28(5): 402-412.
- [13] FELDNER H A, HOWELL D, KELLY V E, et al. "Look, your muscles are firing!": a qualitative study of clinician perspectives on the use of surface electromyography in neurorehabilitation[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2019, 100(4): 663-675.
- [14] 陈文敏, 肖玲玲, 李慧慧, 等. 单侧痛腰椎间盘突出症的表面肌电信号特征[J]. 中国医学物理学杂志, 2017, 34(10): 1022-1026.
- [15] 张晓, 唐娟, 贾云超, 等. 表面肌电信号分析腰椎滑脱术后椎旁肌功能[J]. 医学研究杂志, 2023, 52(8): 84-87.
- [16] 贺莹莹. 股四头肌等长收缩肌电动员比例和肌肉收缩力量的关系研究[D]. 北京: 北京体育大学, 2010.
- [17] 余洪俊. 表面肌电图评价肌肉的功能状况[J]. 中国临床康复, 2002, 6(23): 3514-3515.
- [18] 赵焯, 胡零三, 张承哲, 等. 腰椎间盘突出症患者腰骶部多裂肌肌电的比较研究[J]. 中国骨伤, 2020, 33(5): 449-453.
- [19] WATANABE K, KOUZAKI M, OGAWA M, et al. Relationships between muscle strength and multi-channel surface EMG parameters in eighty-eight elderly[J]. European Review of Aging and Physical Activity, 2018, 15(1): 3.
- [20] ALIS D, DURMAZ E S M, ALIS C, et al. Shear wave elastography of the lumbar multifidus muscle in patients with unilateral lumbar disk herniation[J]. Journal of Ultrasound in Medicine, 2019, 38(7): 1695-1703.
- [21] 沈星星, 陈伟健, 李聪聪, 等. 单侧腰椎间盘突出症患者椎旁肌功能特征[J]. 中国康复理论与实践, 2023, 29(9): 1098-1103.
- [22] 曾祥宏, 刘兵. 腰椎间盘突出症的病因及其机制分析[J]. 长江大学学报(自科版)(下旬), 2010(3): 72-73.
- [23] 胡国宝, 吴博海, 舒文修, 等. 杠杆定位手法对腰椎间盘突出症患者表面肌电信号及腰椎功能的影响[J]. 中华全科医学, 2021, 19(1): 113-115, 145.
- [24] 冯国强, 张娟娟, 余艳月, 等. 斜扳复位手法治疗腰椎间盘突出症的临床效果探讨[J]. 基层医学论坛, 2021, 25(23): 3308-3309.
- [25] 杨彬, 汪昌参, 李海, 等. 筋骨并重特色手法联合核心肌力训练对腰椎间盘突出症患者腰腿痛和腰椎功能的影响[J]. 四川中医, 2024, 42(8): 200-203.
- [26] CHEN X, SHI H G, WAN D, et al. Relationship between lumbar disc herniation and Roussouly classification in the sagittal alignment of the spine and pelvis in young people[J]. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery, 2023, 13(7): 4687-4698.
- [27] 史鹏博, 李沛, 张仲博, 等. 平乐郭氏正骨理筋手法改善腰椎间盘突出症患者腰背肌生物力学性能研究[J]. 上海中医药大学学报, 2017, 31(5): 51-55.
- [28] 宋钰婷, 王飞, 马斌, 等. 剪切波弹性成像技术评估正骨手法治疗腰椎肌群效果研究[J]. 中国超声医学杂志, 2024, 40(7): 800-804.
- [29] 裴帅, 于杰, 庄明辉, 等. 腰椎斜扳法治疗 MSU 分级不同突出位置腰椎间盘突出症的疗效观察[J]. 中国骨伤, 2025, 38(8): 786-791.
- [30] 刁海静. 腰部扳法的研究现状[J]. 中国中医急症, 2011, 20(12): 1990-1992.
- [31] 赵继荣, 李玮农, 朱换平, 等. 手法治疗腰椎间盘突出症临床研究进展[J]. 中医药学报, 2022, 50(4): 103-108.

(收稿日期: 2025-11-04)