

经皮中频电刺激配合三维正骨推拿治疗腰椎间盘突出症 对腰背伸肌群生物力学特性的影响

李翌嫱¹, 王乐¹, 蔡栋斌¹, 张宇辰¹, 裴昆¹, 姜俊杰²

(1. 北京市鼓楼中医医院, 北京 100009; 2. 中国中医科学院中医临床基础医学研究所, 北京 100700)

摘要: **目的** 探究中频经皮神经电刺激(TENS)配合三维正骨推拿治疗腰椎间盘突出症(LDH)对腰背伸肌群生物力学特性的影响。**方法** 选择2021年1月—2023年12月于该院针灸科及骨科就诊的LDH患者280例为研究对象,根据随机数字表法分为两组,对照组(140例)行单纯中频TENS治疗,观察组(140例)行中频TENS配合三维正骨推拿治疗。比较两组患者临床资料,临床疗效,治疗前后的椎基底动脉血流动力学、炎症因子水平、腰背伸肌群肌力、腰背伸肌群表面肌电和生物力学,以及腰椎功能、疼痛情况评分。采用广义估计方程(GEE)分析两组患者各指标的改善情况。**结果** 与对照组比较,观察组治疗效果显著增加($P<0.05$)。与治疗前比较,治疗后两组患者平均流速(MV)、疼痛调节因子 β -内啡肽(β -EP)、各腰背伸肌群肌力、平均功率频率(MPF)、积分肌电(IEMG)、峰力矩(PT)、平均功率(AP)、日本骨科协会(JOA)评分显著增加($P<0.05$),阻力指数(RI)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-1 β (IL-1 β)、白细胞介素-1(IL-1)、白细胞介素-6(IL-6)、C反应蛋白(CRP)、前列腺素E2(PGE2)、基质金属蛋白酶3(MMP-3)、腰背屈伸比(F/E)、Oswestry功能障碍指数(ODI)、疼痛视觉模拟评分(VAS)显著降低($P<0.05$)。治疗后与对照组比较,观察组MV、各腰背伸肌群肌力、MPF、IEMG、PT、AP、JOA显著增加($P<0.05$),RI、TNF- α 、IL-1 β 、IL-1、MMP-3、F/E、ODI、VAS显著降低($P<0.05$)。GEE分析结果显示,与治疗前比较,治疗后患者的PT、AP显著增加($P<0.05$),F/E显著降低($P<0.05$);与对照组比较,治疗后观察组患者的PT、AP显著增加($P<0.05$),F/E显著降低($P<0.05$)。**结论** 中频TENS配合三维正骨推拿治疗LDH可显著改善患者腰椎功能,缓解其疼痛情况,主要作用机制包括促进血液循环,清除炎症因子,提高腰背伸肌群肌力,缓解腰背伸肌群疲劳程度,改善腰部肌群协调平衡能力,缓解背部肌力的异常改变。

关键词: 经皮中频电刺激;三维正骨推拿;腰椎间盘突出症;腰背伸肌群;生物力学特性

中图分类号: R274

文献标志码: A

DOI: 10.13194/j.issn.1673-842X.2025.02.026

Effect of Percutaneous Medium Frequency Electrical Stimulation Combined with Three-dimensional Bone-setting Massage on Biomechanical Properties of Lumbar Extensor Muscle Group in the Treatment of Lumbar Protrusion

LI Zhaoqiang¹, WANG Le¹, CAI Dongbin¹, ZHANG Yuchen¹, PEI Kun¹, JIANG Junjie²

(1. Beijing Gulou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100009, China; 2. Institute of Clinical Basic Medicine, China Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100700, China)

Abstract: **Objective** To explore the effect of mid-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) combined with three-dimensional bone manipulation on the biomechanical properties of lumbar intervertebral disc herniation (LDH). **Methods** A total of 280 LDH patients who were treated in the Department of acupuncture and orthopedics of our hospital from January 2021 to December 2023 were selected as the study objects. According to the random number table method, they were divided into two groups. The control group ($n=140$) received medium-frequency TENS therapy alone, and the observation group ($n=140$) received medium-frequency TENS therapy combined with three-dimensional bone manipulation. Compared with clinical data, clinical efficacy, vertebrobasilar hemodynamics, levels of inflammatory factors, muscle strength of lumbar extensor muscles, surface electromyography and

基金项目: 中国中医科学院科技创新工程项目(CI2021A05305)

作者简介: 李翌嫱(1990-),女,北京人,主治医师,硕士,研究方向:针灸治疗脊柱关节病。

通讯作者: 王乐(1981-),女,四川巴中人,副主任医师,博士,研究方向:针药结合治疗脑病。

- [98] 陈静,陈炜,唐秀松,等. 基于网络药理学探讨丹参治疗血管性痴呆的作用机制[J]. 西部中医药,2022,35(11):22-31.
- [99] 凌佳,张宗奇,李清华,等. 治疗血管性认知障碍的中药有效成分研究进展[J]. 临床内科杂志,2021,38(11):734-737.
- [100] YANG Y S, WANG L L, WU Y, et al. Tanshinol suppresses inflammatory factors in a rat model of vascular dementia and protects LPS-treated neurons via the MST1-FOXO3 signaling pathway[J]. Brain Res, 2016, 1646: 304-314.
- [101] 李卉,张艳. 人参皂苷与远志皂苷配伍治疗大鼠阿尔茨海默病的作用研究[J]. 吉林化工学院学报,2018,35(7):66-70.

- [102] 王建婷,严慧,李珂. 石菖蒲-远志药对研究进展[J]. 湖北中医杂志,2024,46(2):62-66.
- [103] 魏江平,赵子瑄,曾静,等. 基于神经活性配体受体交互作用探讨党参-茯苓配伍改善痴呆小鼠学习记忆能力的作用机制[J]. 中药新药与临床药理,2023,34(11):1514-1524.
- [104] 叶晓滨. 黄芪配伍益气活血补血药对研究进展[J]. 河南中医,2021,41(8):1285-1290.
- [105] 史宝瑞,程美佳,袁常斌,等. 开心散及其组方中药治疗阿尔茨海默病研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报,2023,25(5):112-122.

biomechanics of lumbar function and pain before and after treatment between the two groups. Generalized estimating equation (GEE) was used to analyze the improvement of each index in the two groups.

Results Compared with the control group, the therapeutic effect of the observation group was significantly increased ($P<0.05$). Compared with before treatment, mean velocity (MV), pain regulatory factor β -endorphin (β -EP), muscle strength of each lumbar extensor group, mean power frequency (MPF), integrated electromyogram (IEMG), peak torque (PT), average power (AP), Japanese orthopaedic association (JOA) score increased significantly ($P<0.05$) and resistance index (RI), tumor necrosis factor- α (TNF- α), interleukin-1 β (IL-1 β), IL-1, IL-6, C-reactive protein (CRP), prostaglandin E_2 (PGE $_2$), matrix metalloproteinase 3 (MMP-3), flexion to extension (F/E), Oswestry disability index (ODI), visual analogue pain score (VAS) decreased significantly ($P<0.05$) in both groups after treatment. After treatment, compared with control group, MV, muscle strength of each lumbar extensor group, MPF, IEMG, PT, AP and JOA in observation group were significantly increased ($P<0.05$), while RI, TNF- α , IL-1 β , IL-1, MMP-3, F/E, ODI and VAS were significantly decreased ($P<0.05$). GEE analysis results showed that compared with before treatment, PT and AP were significantly increased after treatment ($P<0.05$), while F/E was significantly decreased ($P<0.05$). Compared with control group, after treatment, PT and AP of patients in observation group were significantly increased ($P<0.05$), while F/E was significantly decreased ($P<0.05$). **Conclusion** Mid-frequency TENS combined with three-dimensional bone-setting massage for LDH can significantly improve the lumbar function of patients and relieve their pain. The main mechanism of action includes promoting blood circulation, clearing inflammatory factors, improving the muscle strength of lumbar extensor muscle group, relieving the fatigue degree of lumbar extensor muscle group, improving the coordination and balance ability of lumbar muscle group, and alleviating abnormal changes in back muscle strength.

Keywords: percutaneous medium frequency electrical stimulation; three-dimensional bone-setting massage; lumbar disc herniation; lumbar and dorsal extensor muscles; biomechanical properties

腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)简称腰突症,是以椎间盘退变为基础,以纤维环破裂、髓核突出、刺激神经为病理特征,以腰腿痛、下肢麻木为典型症状的一种疾病,其发病率占椎管类疾病的第一位^[1]。LDH具有非常复杂的发生机制,目前主要包括机械性压迫学说、化学性神经根局部炎症反应学说以及椎间盘免疫反应学说等^[2-3]。核心肌肉在腰椎承重、减震和运动中起着关键作用,增强其肌力对于维持脊柱稳定、增强自主运动稳态功能和改善LDH长期疗效都有重要意义^[4]。临床上针对LDH的治疗手段主要包括手术治疗和保守治疗^[5],其中手术治疗会给机体造成较大损伤,患者术后恢复较慢^[6-7],而保守治疗中,西医主要通过镇痛对症治疗,虽能对患者的临床症状有一定的改善作用,但其疗效并不理想^[8],而中医的个体化保守治疗具有远期疗效稳定、无创伤损害等优势,针灸推拿的疗效已得到初步验证^[9-10],其中三维正骨推拿是以脊柱的现代解剖和生物力学为基础,以“筋骨并重”为学术思想,主要通过将腰椎拔伸结合踩跷法、腰椎斜扳法和牵抖法融为一体而纠正骨错筋伤,常用于治疗椎管类疾病^[11-12]。另经皮神经电刺激(transcutaneous electric nerve stimulation, TENS)是一种无创且无明显不良反应的慢性疼痛辅助治疗方法,已被临床广泛应用于下腰痛的治疗,可有效减轻患者疼痛,并减少其使用镇痛药物,对提高腰痛患者的生活质量产生重要作用^[13]。因此,本研究以LDH患者为研究对象,分别予以不同治疗方法并观察其疗效,探究中频TENS配合三维正骨推拿治疗LDH对腰背伸肌群生物力学特性的影响,以期临床LDH的治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2021年1月—2023年12月于本院针灸科及骨科就诊的LDH患者280例为研究对象,其中男

144例,女136例,年龄20~60岁,平均(47.64 ± 6.27)岁;根据随机数字表法分为对照组(140例,单纯中频TENS治疗)和观察组(140例,中频TENS配合三维正骨推拿治疗)。LDH诊断标准:参照《中医病证诊断疗效标准》^[14]。纳入标准:(1)符合LDH诊断标准;(2)既往无腰部外伤及手术史;(3)临床资料完整;(4)签署知情同意书。排除标准:(1)具有推拿禁忌证;(2)具有可能严重影响试验进展的严重原发性疾病;(3)合并腰椎管狭窄等其他脊柱病变者;(4)妊娠期或哺乳期妇女;(5)不能配合完成整个临床研究,依从性差。本研究通过医院医学伦理委员会审批(批号:20210601003)。

1.2 研究方法

1.2.1 临床资料收集

收集患者临床资料,包括性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、病程、体温、呼吸、心率、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、吸烟史、饮酒史、LDH分期、LDH类型。

1.2.2 治疗方法

对照组行单纯中频TENS,取穴包括腰部的夹脊穴、八髎、环跳、委中、风市、殷门、阳陵泉、腰阳关、大肠腧、秩边、居髎、承扶、承筋、承山、悬钟、昆仑、阿是穴、奇穴等,随证根据中医辨证取穴,一般每次选8穴,重症可选12穴;采用神经电刺激仪(日本欧技, KR-7),50~60 Hz, AC 100 V刺激穴位,以患者耐受为度,30 min/次,1次/d,10 d为1个疗程,治疗3个疗程,疗程间隔1~2 d。

观察组在中频TENS基础上配合三维正骨推拿治疗,三维正骨推拿主要分三大步:(1)放松准备手法:行点、按、推、拿、揉、滚等手法放松;(2)脊柱调整手法:俯卧位、侧卧位、坐位行旋转扳法,又可分为腰椎拔伸结合踩跷法、腰椎斜扳法、腰部牵抖法;(3)放松收尾手法:小鱼际摩擦法擦腰部至发热,拍法拍腰

部3~5 min,1次/d,疗程同经皮中频电刺激治疗。

1.2.3 临床疗效评定

临床疗效评定采用《中药新药临床研究指导原则》^[15]。痊愈:临床症状体征基本消失,能恢复正常工作;显效:临床症状体征部分消失,基本上恢复正常工作;有效:临床症状体征好转,部分恢复工作;无效:临床症状体征无好转,无法胜任工作。总有效率=(痊愈+显效+有效)/总例数×100%。

1.2.4 观察指标测定

在治疗前、治疗后采用Doppler-Box型经颅多普勒血流分析仪(德国DWL)检测左椎动脉、右椎动脉、基底动脉的阻力指数(resistance index, RI)、搏动指数(pulsation index, PI)、峰值流速(peak systolic velocity, PSV)、舒张末期流速(end diastolic velocity, EDV)、平均流速(mean velocity, MV)。

抽取患者治疗前后空腹静脉血,离心取上清液后通过酶联免疫吸附试验检测炎症因子肿瘤坏死因子-α(tumor necrosis factor-α, TNF-α)、白细胞介素-1β(interleukin-1β, IL-1β)、白细胞介素-1(IL-1)、白细胞介素-6(IL-6)、C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、疼痛调节因子β-内啡肽(β-endorphin, β-EP)、前列腺素E₂(prostaglandin, PGE₂)、基质金属蛋白酶-3(matrix metalloproteinase 3, MMP-3)。

采用脊柱功能测试评估训练系统(德国Loima & Sinomast GmbH公司)评价患者腰背伸肌群肌力,检查时患者保持坐姿,上身与大腿呈垂直角度,经适应性训练后测试前屈、后伸、旋转、侧屈的相对肌力。

采用表面肌电图仪(美国TeleMyo2400T)测定腰背伸肌群平均功率频率(mean power frequency,

MPF)和积分肌电(integrated electromyogram, IEMG),将参考电极置于L3棘突处;使用BiodexSystem3多关节等速肌力测试系统测定患者腰背伸状态下峰力矩(peak torque, PT)、平均功率(average power, AP)、腰背屈伸比(flexion to extension, F/E),保持在60°/s的角速度,做腰屈伸向心收缩运动。

采用日本骨科协会(Japanese orthopaedic association, JOA)下腰痛评分、Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评价患者腰椎功能,JOA评分分为4部分,分别是自觉症状、临床检查、日常生活活动能力和膀胱功能,总分0~29分,低评分指示功能障碍;ODI由疼痛强度、感染睡眠、提物、站立等10项组成,ODI=实际评分/量表可能最高分×100%,高评分指示功能障碍。疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)总分0~10分,高评分指示疼痛剧烈。

1.3 统计学分析

应用软件SPSS 22.0对数据进行统计分析,计数资料以例(%)表示,组间比较采用χ²检验;符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用t检验,组内多个时间点指标比较采用F检验。采用广义估计方程(generalized estimating equation, GEE)分析两组患者腰背伸肌群生物力学特性的改善情况。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者临床资料比较

两组患者临床资料包括性别、年龄、BMI、病程、体温、呼吸、心率、SBP、DBP、吸烟史、饮酒史、LDH分期、LDH类型,经比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,见表1。

表1 两组腰椎间盘突出症患者临床资料比较

项目	对照组	观察组	t/χ^2 值	P值
性别/例(%)			2.802	0.094
男	65(46.43)	79(56.43)		
女	75(53.57)	61(43.57)		
年龄($\bar{x} \pm s$)/岁	46.98 ± 7.84	48.71 ± 7.17	1.927	0.055
BMI($\bar{x} \pm s$)/(kg/m ²)	24.56 ± 3.51	24.62 ± 3.49	0.143	0.886
病程($\bar{x} \pm s$)/月	11.35 ± 5.92	11.73 ± 5.76	0.544	0.587
体温($\bar{x} \pm s$)/℃	36.15 ± 1.10	36.26 ± 0.94	0.900	0.369
呼吸($\bar{x} \pm s$)/(次/min)	27.83 ± 5.26	27.06 ± 5.18	1.234	0.218
心率($\bar{x} \pm s$)/(次/min)	101.65 ± 15.49	104.28 ± 16.83	1.360	0.175
SBP($\bar{x} \pm s$)/(mm Hg)	115.45 ± 9.23	117.28 ± 8.94	1.685	0.093
DBP($\bar{x} \pm s$)/(mm Hg)	71.42 ± 5.86	72.31 ± 5.71	1.287	0.199
吸烟史/例(%)			0.240	0.625
有	53(37.86)	57(40.71)		
无	87(62.14)	83(59.29)		
饮酒史/例(%)			0.129	0.720
有	68(48.57)	71(50.71)		
无	72(51.43)	69(49.29)		
LDH分期/例(%)			5.300	0.071
急性期	40(28.57)	42(30.00)		
缓解期	57(40.71)	54(38.57)		
康复期	43(30.71)	44(31.43)		
LDH类型/例(%)			1.177	0.882
膨出型	52(37.14)	48(34.29)		
突出型	68(48.57)	72(51.43)		
破裂型	11(7.86)	8(5.71)		
游离脱垂型	9(6.43)	12(8.57)		

2.2 两组患者临床疗效比较 94.29%,两组患者临床疗效比较差异有统计学意义
对照组总有效率为68.57%,观察组总有效率为 (P<0.05),见表2。

表2 两组腰椎间盘突出症患者临床疗效比较 单位:例(%)

组别	例数	痊愈	显效	有效	无效	总有效
对照组	140	7(5.00)	36(25.71)	53(37.86)	44(31.43)	96(68.57)
观察组	140	32(22.86)	48(34.29)	52(37.14)	8(5.71)	132(94.29)
χ ² 值						30.607
P值						<0.001

2.3 两组患者治疗前后椎基底动脉血流动力学比较 与治疗前比较,治疗后两组患者TNF-α、IL-1β、IL-1、IL-6、CPR、PGE₂、MMP-3显著降低(P<0.05),β-EP显著增加(P<0.05)。两组患者治疗前炎症因子水平比较差异无统计学意义(P>0.05),治疗后与对照组比较,观察组患者TNF-α、IL-1β、IL-1、MMP-3显著降低(P<0.05)。

2.4 两组患者治疗前后炎症因子水平比较 2.5 两组患者治疗前后腰背伸肌群肌力比较
两组患者治疗前后炎症因子水平比较见表4。 两组患者治疗前后腰背伸肌群肌力比较见表5。与治疗前比较,治疗后两组患者前屈肌力、后

表3 两组腰椎间盘突出症患者治疗前后椎基底动脉血流动力学比较(̄x±s)

指标	位置	对照组				观察组			
		治疗前	治疗后	F值	P值	治疗前	治疗后	F值	P值
RI	左椎动脉	0.75±0.15	0.59±0.16	8.632	<0.001	0.72±0.12	0.54±0.14 ^a	11.550	<0.001
	右椎动脉	0.64±0.12	0.53±0.09	8.677	<0.001	0.65±0.13	0.48±0.06 ^a	14.049	<0.001
	基底动脉	0.78±0.13	0.62±0.13	10.297	<0.001	0.77±0.16	0.58±0.11 ^a	11.578	<0.001
PI	左椎动脉	0.62±0.35	0.58±0.33	0.984	0.326	0.64±0.36	0.56±0.34	1.912	0.057
	右椎动脉	0.57±0.28	0.52±0.26	1.548	0.123	0.55±0.25	0.50±0.21	1.812	0.071
	基底动脉	0.67±0.33	0.63±0.29	1.077	0.282	0.68±0.34	0.61±0.27	1.908	0.057
PSV/(cm/s)	左椎动脉	24.23±5.94	25.36±5.92	1.594	0.112	24.26±5.86	25.61±6.21	1.871	0.062
	右椎动脉	24.39±6.12	25.31±6.23	1.246	0.214	24.37±6.03	25.57±6.08	1.658	0.098
	基底动脉	24.19±5.84	24.98±6.25	1.093	0.275	24.24±5.77	25.06±5.97	1.169	0.244
EDV/(cm/s)	左椎动脉	12.78±6.23	14.26±6.65	1.922	0.056	12.90±6.38	14.43±6.92	1.923	0.055
	右椎动脉	12.85±6.18	14.35±6.72	1.944	0.053	12.82±6.09	14.30±6.85	1.911	0.057
	基底动脉	12.75±6.33	14.23±6.75	1.892	0.059	12.73±6.26	14.24±6.86	1.924	0.055
MV/(cm/s)	左椎动脉	25.87±4.03	32.12±4.17	12.752	<0.001	25.69±3.87	35.26±4.25 ^a	19.700	<0.001
	右椎动脉	25.93±3.84	32.86±3.89	15.001	<0.001	25.86±3.71	36.02±4.61 ^a	20.315	<0.001
	基底动脉	25.31±4.12	33.04±3.91	16.103	<0.001	25.24±3.95	36.23±4.28 ^a	22.327	<0.001

注: a与对照组比较, P<0.05。

表4 两组腰椎间盘突出症患者治疗前后炎症因子水平比较(̄x±s)

指标	时间	对照组	观察组	t值	P值
TNF-α/(ng/L)	治疗前	11.32±1.53	11.29±1.57	0.162	0.871
	治疗后	8.69±1.15 ^a	5.01±0.86 ^a	30.322	<0.001
IL-1β/(ng/L)	治疗前	180.56±10.23	181.27±10.65	0.569	0.570
	治疗后	126.47±10.05 ^a	86.94±8.29 ^a	35.902	<0.001
IL-1/(ng/L)	治疗前	1.23±0.29	1.26±0.31	0.836	0.404
	治疗后	0.91±0.13 ^a	0.62±0.11 ^a	20.149	<0.001
IL-6/(ng/L)	治疗前	188.62±25.47	188.49±24.85	0.043	0.966
	治疗后	154.24±32.69 ^a	147.61±30.23 ^a	1.762	0.079
CRP/(mg/L)	治疗前	12.95±2.21	13.12±2.18	0.648	0.518
	治疗后	4.41±2.63 ^a	3.92±2.09 ^a	1.726	0.085
β-EP/(ng/L)	治疗前	149.25±30.17	148.30±31.27	0.259	0.796
	治疗后	265.95±32.29 ^a	271.48±34.16 ^a	1.392	0.165
PGE ₂ /(ng/L)	治疗前	72.61±12.31	73.15±13.25	0.353	0.724
	治疗后	46.28±10.59 ^a	43.94±10.63 ^a	1.845	0.066
MMP-3/(ng/mL)	治疗前	12.31±2.14	12.34±2.16	0.117	0.907
	治疗后	7.56±1.53 ^a	4.32±1.22 ^a	19.591	<0.001

注: a与治疗前比较, P<0.05。

表5 两组腰椎间盘突出症患者治疗前后腰背伸肌群肌力比较($\bar{x} \pm s$)

单位: N/kg

指标	时间	对照组	观察组	t 值	P 值
前屈肌力	治疗前	0.71 ± 0.26	0.70 ± 0.21	0.354	0.724
	治疗后	0.78 ± 0.28 ^a	0.85 ± 0.30 ^a	2.018	0.045
后伸肌力	治疗前	0.52 ± 0.15	0.53 ± 0.12	0.616	0.538
	治疗后	0.61 ± 0.19 ^a	0.68 ± 0.21 ^a	2.925	0.004
左旋肌力	治疗前	0.33 ± 0.11	0.32 ± 0.13	0.695	0.488
	治疗后	0.39 ± 0.15 ^a	0.51 ± 0.20 ^a	5.679	<0.001
右旋肌力	治疗前	0.37 ± 0.20	0.36 ± 0.18	0.440	0.660
	治疗后	0.43 ± 0.24 ^a	0.55 ± 0.26 ^a	4.013	<0.001
左侧屈肌力	治疗前	0.53 ± 0.16	0.52 ± 0.17	0.507	0.613
	治疗后	0.59 ± 0.20 ^a	0.65 ± 0.23 ^a	2.329	0.021
右侧屈肌力	治疗前	0.54 ± 0.21	0.53 ± 0.19	0.418	0.676
	治疗后	0.60 ± 0.25 ^a	0.69 ± 0.27 ^a	2.894	0.004

注: a 与治疗前比较, $P<0.05$ 。

伸肌力、左旋肌力、右旋肌力、左侧屈肌力、右侧屈肌力均显著增加($P<0.05$)。两组患者治疗前腰背伸肌群肌力比较差异无统计学意义($P>0.05$), 治疗后与对照组比较, 观察组患者前屈肌力、后伸肌力、左旋肌力、右旋肌力、左侧屈肌力、右侧屈肌力均显著增加($P<0.05$)。

2.6 两组患者治疗前后腰背伸肌群表面肌电和生物力学比较

两组患者治疗前后腰背伸肌群表面肌电和生物力学比较见表6。与治疗前比较, 治疗后两组患者

MPF、IEMG、PT、AP显著增加($P<0.05$), F/E显著降低($P<0.05$)。两组患者治疗前MPF、IEMG、PT、AP、F/E比较差异均无统计学意义($P>0.05$), 治疗后与对照组比较, 观察组患者MPF、IEMG、PT、AP显著增加($P<0.05$), F/E显著降低($P<0.05$)。

2.7 两组患者治疗前后腰椎功能、疼痛情况比较
两组患者治疗前后腰椎功能、疼痛情况比较见表7。与治疗前比较, 治疗后两组患者JOA显著增加($P<0.05$), ODI、VAS显著降低($P<0.05$)。两组患者治疗前JOA、ODI、VAS比较差异均无统计学意义

表6 两组腰椎间盘突出症患者治疗前后腰背伸肌群表面肌电和生物力学比较($\bar{x} \pm s$)

指标	时间	对照组	观察组	t 值	P 值
MPF/Hz	治疗前	35.76 ± 5.49	36.12 ± 5.15	0.566	0.572
	治疗后	41.26 ± 6.25 ^a	49.31 ± 6.84 ^a	10.280	<0.001
IEMG/ μ V	治疗前	101.57 ± 11.24	100.86 ± 10.63	0.543	0.588
	治疗后	112.69 ± 12.37 ^a	128.62 ± 12.94 ^a	10.529	<0.001
PT/Nm	治疗前	61.48 ± 5.64	62.51 ± 5.83	1.502	0.134
	治疗后	70.13 ± 5.92 ^a	76.39 ± 6.05 ^a	8.750	<0.001
AP/W	治疗前	25.16 ± 3.21	25.34 ± 3.29	0.463	0.643
	治疗后	35.41 ± 4.52 ^a	42.27 ± 5.16 ^a	11.833	<0.001
F/E/%	治疗前	79.26 ± 5.29	78.34 ± 5.47	1.431	0.154
	治疗后	74.51 ± 5.12 ^a	68.29 ± 4.26 ^a	19.110	<0.001

注: a 与治疗前比较, $P<0.05$ 。

表7 两组腰椎间盘突出症患者治疗前后腰椎功能水平、疼痛情况比较($\bar{x} \pm s$)

单位: 分

指标	时间	对照组	观察组	t 值	P 值
JOA	治疗前	8.26 ± 3.47	8.19 ± 3.51	0.168	0.867
	治疗后	20.48 ± 9.51 ^a	25.36 ± 11.74 ^a	3.822	<0.001
ODI	治疗前	63.15 ± 6.12	63.22 ± 6.08	0.096	0.924
	治疗后	33.56 ± 1.24 ^a	16.73 ± 0.95 ^a	127.481	<0.001
VAS	治疗前	7.29 ± 1.64	7.35 ± 1.61	0.309	0.758
	治疗后	3.06 ± 0.58 ^a	1.62 ± 0.49 ^a	22.440	<0.001

注: a 与治疗前比较, $P<0.05$ 。

($P>0.05$), 治疗后与对照组比较, 观察组患者JOA显著增加($P<0.05$), ODI、VAS显著降低($P<0.05$)。

2.8 GEE分析两组患者腰背伸肌群生物力学特性的改善情况

以两组患者比较差异显著的指标为因变量, 拟合GEE, 见表8。相较于对照组, 观察组PT、AP、

F/E的回归系数 $\beta=1.049、0.873、-0.846$, $P=0.124、0.114、0.116$, 表明两组患者腰背伸肌群生物力学特性比较差异无统计学意义($P>0.05$)。相较于治疗前, 治疗后PT、AP、F/E的回归系数 $\beta=1.050、1.045、-1.016$, $P=0.007、0.008、0.011$, 表明与治疗前比较, 治疗后患者的PT、AP显著增加($P<0.05$), F/E显著

项目	β	SE	Wald χ^2	95%CI	P值
PT					
截距	1.437	0.245	34.378	2.564~6.487	<0.001
观察组	1.049	0.219	22.962	0.239~5.236	0.124
对照组	Ref				
治疗后	1.050	0.203	26.778	1.658~4.824	0.007
治疗前	Ref				
观察组*治疗后	1.349	0.186	52.610	2.135~5.983	<0.001
观察组*治疗前	Ref				
AP					
截距	1.042	0.204	26.092	1.235~4.863	<0.001
观察组	0.873	0.196	19.837	0.684~5.267	0.114
对照组	Ref				
治疗后	1.045	0.175	35.648	1.594~5.032	0.008
治疗前	Ref				
观察组*治疗后	0.834	0.152	30.089	1.294~4.772	<0.001
观察组*治疗前	Ref				
F/E					
截距	1.511	0.175	74.545	2.134~6.798	<0.001
观察组	-0.846	0.154	30.200	0.103~3.752	0.116
对照组	Ref				
治疗后	-1.016	0.136	55.822	0.119~0.776	0.011
治疗前	Ref				
观察组*治疗后	-0.978	0.129	57.497	0.132~0.803	<0.001
观察组*治疗前	Ref				

注: Ref表示参照组。

降低($P<0.05$);相较于观察组治疗前,观察组治疗后PT、AP、F/E的回归系数 $\beta=1.349、0.834、-0.978$,均 $P<0.001$,表明观察组治疗前后腰背伸肌群生物力学特性比较差异有统计学意义,治疗后较治疗前PT、AP显著增加($P<0.05$),F/E显著降低($P<0.05$)。

3 讨论

LDH是一种以腰部疼痛和下肢麻木为主的疾病,近几年由于长期伏案工作等原因,其发病率呈逐渐上升趋势,我国约为5%~10%,约占腰腿痛疾病的60%^[1,16]。LDH的发生并非简单的炎性反应,而是由于脊柱的不稳定以及稳定肌群的运动调控障碍所致,如何提高脊柱内外源性稳定,减少其复发率成为亟待解决的问题^[2-4]。已有研究显示,腰背伸肌群肌力下降是导致LDH发生和转归的主要原因,直接影响其预后^[4,17]。LDH目前主要以多种方法叠加的综合保守治疗为主,推拿是仅依靠人类双手就可以实现的最原始的医疗活动,因其操作简单方便、风险小、疗效好而广泛流传,其中三维正骨推拿是以脊椎的三维轴突结构为基础,通过斜扳法复位错位的脊柱关节,从而使突出的椎间盘得到较好的复位,并对错位的腰椎小关节进行整复,以实现及时缓解疼痛^[9-12];另有TENS,是一种体表电刺激,可通过经皮给予相应频率的电流产生相应效果,但当前对刺激的频率、部位、周期以及单次刺激时间等都还没有统一的标准,机制尚不明确^[13]。本研究以280例LDH患者为研究对象,根据随机数字表法分为两组,对照组行单纯中频TENS治疗,观察组行中频TENS配合三维正骨推拿治疗,探究不同治疗方

法对腰背伸肌群生物力学特性的影响,以期为临床LDH的治疗提供参考。

LDH属于中医“痹证”“腰痛”“腰腿痛”的范畴,其发病与劳损、内伤、外邪、挫闪跌扑等相关,治疗以舒筋活络、通利关节、理筋通瘀、解痉止痛为宜,而推拿以“通则不痛,痛则不通”为理论基础,医者采用推、按、拿、摩、捏、揉、滚、点等手法,可直接在患者体表、穴位进行各种力度的刺激,以达到舒筋活络,调畅气血的效果^[18]。本研究中观察组总有效率较对照组显著增加,说明相比于单纯中频TENS,在此基础上配合三维正骨推拿对LDH的治疗效果显著增加。彩色多普勒超声常以RI和PI等为评价指标预测血流阻力,并以PSV、EDV和VM等为辅助参照^[19],本研究中与治疗前比较,治疗后两组患者RI均显著降低,MV均显著增加;治疗后与对照组比较,观察组患者RI显著降低,MV显著增加,提示中频TENS配合三维正骨推拿可降低血流阻力,加速血液流动,促进血液循环。此外,LDH还伴有无菌性炎症反应和局部微循环障碍,这是引起疼痛的重要因素,在炎性刺激引起的痛觉反应中,疼痛调节因子也发生了异常改变,其中TNF- α 可以引起神经根的水肿和椎间隙的相对狭窄,LDH患者神经根受压会引起TNF- α 释放增多;IL-1 β 是白细胞介素之一,在神经病理性疼痛中起着重要作用;IL-1在LDH患者中高表达,诱导单核细胞的浸润;MMP-3是由炎性细胞分泌的一种蛋白酶,能够引起炎性细胞局部浸润,因此减少炎症因子也是治疗LDH的一种主要途径^[20-23]。本研究中与治疗前比较,治疗后两组患

者TNF- α 、IL-1 β 、IL-1、IL-6、CPR、PGE₂、MMP-3显著降低, β -EP显著增加;治疗后与对照组比较, 观察组患者TNF- α 、IL-1 β 、IL-1、MMP-3显著降低, 提示中频TENS配合三维正骨推拿可有效清除炎症因子, 消除炎性水肿, 改善或消除疼痛症状。有研究表明, LDH患者由于个体核心肌群长期过度劳累, 导致肌肉力量下降, 从而引起脊柱稳定性下降, 因此最大限度地保持脊柱的稳定性是治疗LDH的关键^[4,15]。本研究中与治疗前比较, 治疗后两组患者前屈、后伸、旋转、侧屈的相对肌力均显著增加;治疗后与对照组比较, 观察组患者前屈、后伸、旋转、侧屈的相对肌力均显著增加, 提示中频TENS配合三维正骨推拿能够有效地改善肌肉的功能, 进而增加背伸肌群的肌力, 帮助加强脊柱的稳定。MPF和IEMG作为反映肌肉疲劳度和收缩性的敏感指标, 水平降低表明肌肉处于疲劳状态, 而随着肌肉疲劳状态的缓解MPF和IEMG会增高^[24]; F/E是评价腰椎生物力学稳定性与肌力平衡的一项重要指标; PT、AP是肌肉力量和做功指标, LDH患者背部肌力生物学稳定性和背部肌力存在异常改变, 表现为F/E增高, PT、AP降低^[25]。本研究中与治疗前比较, 治疗后两组患者MPF、IEMG、PT、AP显著增加, F/E显著降低;治疗后与对照组比较, 观察组患者MPF、IEMG、PT、AP显著增加, F/E显著降低, 提示中频TENS配合三维正骨推拿能够有效增加腰背伸肌群运动神经元募集数量和运动单位放电频率, 更好地减轻腰背伸肌群的疲劳度, 并提高腰部肌群的协调平衡能力, 缓解背部肌力的异常改变。本研究另有结果显示, 与治疗前比较, 治疗后两组患者JOA显著增加, ODI、VAS显著降低;治疗后与对照组比较, 观察组患者JOA显著增加, ODI、VAS显著降低, 说明中频TENS配合三维正骨推拿可显著改善LDH患者腰椎功能, 缓解其疼痛情况。本研究中GEE基于广义线性模型分析纵向数据, 包括PT、AP和F/E, 将作业相关矩阵引入到模型中, 有效地解决了纵向数据的相关性问题, 能较为真实地反映临床情况, 分析结果进一步印证了中频TENS配合三维正骨推拿治疗LDH对腰背伸肌群生物力学特性的影响。

综上所述, 中频TENS配合三维正骨推拿治疗LDH可显著改善患者腰椎功能, 缓解其疼痛情况, 主要作用机制包括促进血液循环, 清除炎症因子, 提高腰背伸肌群肌力, 缓解腰背伸肌群疲劳程度, 改善腰部肌群协调平衡能力, 缓解背部肌力的异常改变。本研究样本来源单一, 数量较少, 后续需进一步纳入多中心样本, 扩大样本容量, 以得到更加准确、科学的结果。◆

参考文献

- [1] SEMAAN H, CURNUTTE B, COOPER M, et al. Overreporting of the disc herniation in lumbar spine MRI scans performed for patients with spondylolisthesis[J]. *Acta Radiol*, 2021, 62(3): 388-393.
- [2] JING X W, GONG Z Y, LI F C, et al. Effect of miRNA-146a-mediated TLR4 signal pathway on the pain of lumbar disc herniation[J]. *Cell Mol Biol*, 2022, 68(1): 26-34.
- [3] WU Z Y, GONG S H, ZHENG Y X, et al. The inhibitory effect of neurotrophin on inflammation in rats with lumbar disc herniation based on the c-JNK/CXCL1 signaling pathway[J]. *Cell Mol Biol*, 2022, 68(2): 26-30.
- [4] 张珊珊, 张振发, 黄诗敏, 等. 慢性腰痛患者深层多裂肌非线性肌电信号的特征分析[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2023, 45(9): 815-819.
- [5] KIM H, KIM K W, CHUNG W S. Integrative traditional Chinese medicine for lumbar disc herniation after surgery: a protocol for systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(40): e27519.
- [6] DU P J, ZHANG Q S, ZHANG Y N. The role of IL-6, IL-10, and PGE2 in the treatment of intervertebral disc herniation by dual-channel endoscopic lumbar discectomy[J]. *Cellular and Molecular Biology*, 2022, 67(5): 188-195.
- [7] GADJRADJ P S, HARHANGI B S, AMELINK J, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus open microdiscectomy for lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Spine*, 2021, 46(8): 538-549.
- [8] YAZICI SAKAKLIDIR G, SENCAN S, SAKAKLIDIR R, et al. The effect of spinopelvic parameters on transforaminal epidural steroid injection treatment success in lumbar disc herniation[J]. *Int J Clin Pract*, 2021, 75(11): e14708.
- [9] 雷龙鸣, 凌春燕, 韦英才, 等. 循经消结推拿法治疗腰椎间盘突出症70例[J]. *中国针灸*, 2020, 40(12): 1295-1296.
- [10] 汤杰杰, 陈乃宗, 黄斌, 等. 针灸联合正骨推拿治疗单纯性腰椎间盘突出症的疗效及对疼痛和下肢感觉障碍的影响[J]. *中华中医药学刊*, 2020, 38(10): 244-247.
- [11] 马军虎, 胡沛铎, 牛相来, 等. 三维正骨推拿联合祛风通络温肾汤治疗椎动脉型颈椎病效果及对血清ET、NSE和椎基底动脉血流动力学的影响[J]. *现代中西医结合杂志*, 2020, 29(28): 3123-3127.
- [12] 丁灿群, 张盛强, 谭啟恩. “三维牵引”加正骨推拿手法治疗I°退行性腰椎滑脱症38例[J]. *西部中医药*, 2020, 33(10): 130-133.
- [13] 邓栋, 赵鑫宇, 林春良. 正清风痛宁注射液联合经皮穴位电刺激对老年腰椎间盘突出患者腰椎功能的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(5): 1131-1134.
- [14] 国家中医药管理局. 中医病证诊断疗效标准[S]. 南京: 南京大学出版社, 1994.
- [15] 郑筱萸. 中药新药临床研究指导原则: 试行[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2002.
- [16] 韩涛, 孙凯, 孙传睿, 等. 骨质疏松症与腰椎间盘突出症共病调查及影响因素分析[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(35): 4375-4380.
- [17] 周快, 周枫, 金峥, 等. 腰背肌功能锻炼对腰椎峡部裂腰痛的作用[J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30(9): 843-845.
- [18] 姚重界, 孔令军, 朱清广, 等. 推拿干预腰椎间盘突出症相关疼痛的机制探讨[J]. *中华中医药杂志*, 2022, 37(4): 2143-2147.
- [19] DING H, YANG D F, QU M J, et al. A pulsed wave Doppler ultrasound blood flowmeter by PMUTs[J]. *J Microelectromech Syst*, 2021, 30(5): 680-682.
- [20] 曹奔, 张帅攀, 周鑫, 等. 基于炎性微环境探析推拿干预腰椎间盘突出症的镇痛机理[J]. *中医杂志*, 2022, 63(24): 2321-2325.
- [21] 达逸峰, 王志浩, 郑文凯, 等. 炎症因子及信号通路在腰椎退行性疾病中的研究进展[J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40(9): 597-606.
- [22] 焦锋, 唐望, 黄荷, 等. 消肿定痛合剂治疗急性腰椎间盘突出症90例临床观察及对肿瘤坏死因子- α 、 α -颗粒膜糖蛋白、白细胞-1 β 、MMP-3的干预作用[J]. *辽宁中医杂志*, 2020, 47(2): 117-120.
- [23] 贾松涛, 郑丽娅, 武佐元, 等. 调督理筋针法联合独活寄生汤治疗寒湿痹阻型腰椎间盘突出症的疗效及对血清PGE₂、IL-6和TNF- α 水平影响[J]. *中华中医药学刊*, 2021, 39(12): 167-171.
- [24] 曹庆玲, 贾光辉, 王振林. 血府逐瘀汤加减联合针刺对腰椎间盘突出症患者腰背伸肌群疲劳程度的影响[J]. *辽宁中医杂志*, 2023, 50(7): 105-108.
- [25] 张浩天, 次仁卓玛, 赵清华, 等. 等速肌力训练对脑卒中偏瘫患者下肢步行能力康复影响的Meta分析[J]. *重庆医学*, 2021, 50(13): 2274-2282.