

慢性非特异性下背痛患者悬吊运动疗法治疗后表面肌电信号的变化*

于瑞¹ 许轶² 王楚怀^{2,3} 缪萍¹ 林科宇² 张桂芳² 韩秀兰²

摘要

目的:研究慢性非特异性下背痛患者(CNLBP)悬吊运动疗法治疗前后竖脊肌、多裂肌的表面肌电信号的变化特征。

方法:15例CNLBP患者,给予患者每周3次,持续4周的悬吊运动疗法(SET)治疗,分别在治疗前后采集患者在做半桥动作时痛侧竖脊肌和多裂肌的肌电信号,取时域指标:平均肌电值(AEMG)及频域指标:平均功率频率(MPF)、中位频率(MF),进行统计学比较。

结果:治疗后竖脊肌、多裂肌痛侧频域指标MF、MPF较治疗前下降(治疗前MF 74.95±6.85、MPF 98.10±5.45,治疗后MF 62.90±4.02、MPF 83.89±3.84);痛侧时域指标AEMG较治疗前增高(治疗前AEMG 48.76±5.08,治疗后AEMG 86.27±9.43),差异有显著性意义($P<0.05$)。

结论:SET治疗后,CNLBP患者痛侧竖脊肌、多裂肌的疲劳程度下降,收缩能力增强。

关键词 表面肌电图;悬吊运动疗法;慢性非特异性下背痛

中图分类号:R741.04, R493 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-1242(2015)-08-0801-03

表面肌电图(surface electromyogram, sEMG)对局部肌肉活动水平有敏感反应性;能够实时测量^[1],为骨骼肌收缩活动、功能状态提供特异性指标,对肌肉疲劳机制的定量化评定有着重要的意义。下背痛(low back pain, LBP)的致病原因较多,各种原因所致的下背痛均在不同程度上与腰部肌肉疲劳和收缩能力下降有互为因果的关系^[2],运动疗法能有效改善LBP患者疼痛症状^[3],本文旨在利用sEMG技术通过检测竖脊肌、多裂肌在悬吊运动疗法(sling exercise therapy, SET)治疗CNLBP前后的表面肌电信号的变化情况,客观反映SET治疗后竖脊肌、多裂肌活动水平及疲劳状况。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取经病史、症状、体征及必要的辅助检查确诊CNLBP患者,能按照规范疗程治疗并收集完整数据病例15例,男性5例,女性10例,其中左侧痛者3例,双侧痛者12例(以右侧明显者10例,以左侧明显者2例),年龄24—50岁,平均(38.13±7.60)岁;身高155—175cm,平均(163.88±5.63)cm,体重46—73kg,平均(58.38±7.00)kg;病程在3—120个月,中位病程24个月,均为右利手;在治疗前,详细告知患者治疗过程、试验方法,并征得其同意(签署知情同意书)。

纳入标准:①症状:反复的腰部或(及)腰骶部疼痛、腰部

僵硬感,无神经根压迫症状(远端限于膝关节),腰部有不同程度的活动受限;②体征:可有腰部肌肉紧张、局部压痛阳性、腰椎活动度受限等体征,但双下肢肌力、肌张力、感觉、反射的正常,直腿抬高试验阴性;③影像学检查:X线和(或)CT、MR等未见明显异常,或仅有腰椎间盘轻度变性、骨质增生、腰椎生理曲度的改变等变化;④病程:≥3个月;⑤一般情况:年龄在20—50岁,体重指数小于28kg/m²,生命体征平稳,无其他系统严重疾病;⑥所有患者在试验期间均能从事工作。

排除标准:①既往有腰椎外伤、骨折、脱位或手术史,在过去3个月内曾进行腰肌功能锻炼者;②有神经系统阳性体征,运动缺陷(如双下肢灵活性、姿势、步态),影像学上有椎管狭窄、脊椎滑脱、脊椎前移、脊柱侧凸等腰椎疾患患者;③腰椎特异性或者非特异性感染性疾病(如:腰椎结核等);④有严重的心脑血管、肝、肾、血液系统疾病、神经系统、自身免疫系统等疾病及代谢性疾病,孕、产妇,精神病患者及认知障碍不能配合试验者。

1.2 训练方法

患者接受SET训练,训练以腰部、腹部及盆底肌群为主。每次训练前先进行弱链测试;根据测试结果,选取相应部分动作,每组动作先进性低负荷的等长收缩(训练局部稳定肌),每个训练动作进行三组,每组5次,根据训练的情况

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.08.011

*基金项目:广州市黄埔区科技和信息化局资助科技项目(201229-03)

1 广州医科大学附属第二医院康复医学科,广州,510260; 2 广州市中山大学附属第一医院东院康复医学科; 3 通讯作者

作者简介:于瑞,女,住院医师; 收稿日期:2014-07-12

来加大或减小负荷;然后进行低负荷、高重复的训练;每个动作做3组,每组5次,每组间休息1—2min。整个治疗过程持续4周,每周3次,共计12次。

1.3 评价指标及方法

腰部肌肉 sEMG 信号:芬兰 ME3000P 型四导联表面肌电图测试仪,新生儿心电电极(成分为 AgCl,直径 3cm,直径大小、电极材料、黏性强度均符合测试要求),PT 治疗床 1 张,可接收信号的便携式电脑(1 部)。室温控制在为 24℃ 左右,空气湿度 70%—80%(利用空调装置);所有实验者实验前 24h 均未进行任何剧烈体力活动,并于实验前掌握实验动作要求,均能自愿并认真的完成实验动作。

根据肌肉解剖位置及肌纤维走向和既往文献报道最佳选取放置电极位置点,竖脊肌:L2 水平,距正中线 3cm,电极间距离为 3cm;多裂肌:L5 水平,距正中线 2cm,电极间距离为 3cm,为了保证引导效果,实验前测试区用 75%酒精脱脂,酒精干后再贴电极,必要时剔去毛发,嘱患者仰卧于 PT 治疗床上,双臂置于身体两侧、屈肘、屈髋、屈膝,使小腿与水平面 90 度角,受试者以肘关节支撑床面,用力抬起臀部至最高点、挺胸挺腰(犹如半桥),保持此体位并持续至受试者不能耐受疲劳(腰背肌向下移大于 1cm)即停止测试,同时记录表面肌电信号至动作结束为止,共测 3 次,每次之间休息 3min。受试者处于静止状态时即开始记录肌电信号,待信号基线平稳后,即开始实验,嘱受试者执行相应动作,并持续记录表面肌电信号,至动作测试结束且表面肌电信号平稳为止。sEMG 信号采样的频率:1000 Hz,输入阻抗 <10GΩ,差分放大器放大倍数:1000 倍,噪声水平 <1μV,带通滤波 10—500Hz。在测试结束后采用 MegaWin2.3 软件对采集到的 sEMG 信号进行

线性分析,分析指标为时域指标 AEMG;频域指标 MF、MPF,进行分析。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 13.00 版统计学软件进行统计分析。计量资料均用均数±标准差表示。所有数据进行正态检验,符合正态分布的采用独立样本 *t* 检验对治疗前两组数据以及治疗后两组数据进行统计学分析;采用配对 *t* 检验比较同种治疗前后各项评估的差异。设定显著性水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果

治疗前竖脊肌与多裂肌的时域指标 AEMG 痛侧均小于对侧;频域指标 MP、MPF:痛侧均高于对侧,差异均具有显著性意义 ($P < 0.05$);提示 CNLBP 患者痛侧竖脊肌、多裂肌收缩能力下降,易疲劳(表 1)。

治疗后痛侧竖脊肌的时域指标中的 AEMG、频域指标中的 MPF 与对侧相比无明显差异 ($P > 0.05$);双侧 MF 相比有明显差异 ($P < 0.05$);多裂肌的时域指标(AEMG):双侧无明显差异;而频域指标中 MPF 痛侧仍高于对侧 ($P < 0.05$),双侧的 MF 相比则无明显差异 ($P > 0.05$);提示治疗后痛侧仍较对侧易疲劳。

与治疗前相比,治疗后竖脊肌的频域指标(MF、MPF)较治疗前下降;痛侧时域指标(AEMG)较治疗前明显增高 ($P < 0.05$);多裂肌的频域指标(MF、MPF)较治疗前明显下降、时域指标(AEMG)较治疗前明显增高 ($P < 0.05$);提示与治疗前比较,痛侧竖脊肌、多裂肌 ES、MF 收缩力均有所提高,疲劳程度改善。

表 1 治疗前后竖脊肌/多裂肌表面肌电信号的变化

($\bar{x} \pm s$)

	MF(Hz)	MPF(Hz)	AEMG(μV)
治疗前			
痛侧	74.95±6.85/116.26±8.20	98.10±5.45/142.45±7.45	48.76±5.08/49.74±3.61
对侧	68.90±5.17/104.65±6.43	87.96±5.58/129.426±7.06	53.33±6.38/53.79±5.64
<i>P</i>	0.003/0.000	0.000/0.000	0.017/0.010
治疗后			
痛侧	62.90±4.02 ^① /107.88±8.51 ^①	83.89±3.84 ^① /128.42±7.22 ^①	78.68±5.46 ^① /59.49±2.80 ^①
对侧	59.91±4.02 ^① /105.48±6.85	81.53±7.53 ^① /126.10±4.77	81.67±5.30 ^① /60.39±3.68 ^①
<i>P</i>	0.024/0.322	0.218/0.025	0.101/0.392

①与治疗前相比 $P < 0.05$

3 讨论

sEMG 作为一种无创的检查及评估方法,易被患者接受,并且有大量的研究证实其能较好地反映肌肉功能及疲劳等,时域指标 AEMG 是把单位时间内原始表面肌电信号数据以绝对值相加然后再除以观察值数目而得的,能反映放电频率同步化的程度以及运动单位募集数量的变化,肌电信号的振幅与肌张力呈一定的力-电对应关系,因此时域指标可实时反映肌肉的活动水平^[4]。频域指标 MPF、MF 则是用来

定量描述 sEMG 信号各种频率分量的相对变化或者功率谱曲线的转移,常用来反应肌肉的疲劳程度。

LBP 发病率高、持续时间长,给人们的健康及生活带来很大的影响,而其中 90% 以上者都无明确病因,被称为非特异性下背痛,据估计 7%—11% 可转为慢性腰痛^[5]。腰痛患者主要是其脊柱的稳定性发生改变,进一步诱发下背痛症状的发生,导致恶性循环的发展^[5]。而在腰椎的稳定系统中,多裂肌发挥了重要的作用,研究发现 LBP 者多裂肌已存在微观形

态学上的异常,其功能在治疗前后的变化具有重要的临床指导意义,可为运动治疗提供依据;同样整体稳定肌群中的竖脊肌在脊柱稳定性中也起非常重要的作用,并且在以往的研究中显示这两块肌肉表面肌电信号较容易收集获取,故本研究选取多裂肌、竖脊肌作为测试肌肉。

sEMG信号与肌肉的解剖结构、纤维组成以及参加活动的运动单位数量、运动单位的放电频率、运动单位活动的同步化程度及募集模式等都有着密切的关系^[6];肌纤维可分为慢肌纤维、快肌纤维。其中慢肌纤维含氧血供丰富,有氧代谢活跃,收缩速度慢但持久耐疲劳,快肌纤维含氧血供少,产生力量快但易疲劳。健康人腰背肌中慢肌纤维较快肌纤维的含量多、截面积大,占54%—73%^[7],这与腰背肌主要是维持脊柱直立同时维持其动态稳定的功能相适应的。研究表明^[8],CLBP患者与健康对照组比椎旁肌HE染色,肌纤维呈不同程度的长条状及角状、圆形萎缩,肌纤维变性、坏死,肌纤维间、肌束间结缔组织增生,肌核内移,组化染色发现慢肌纤维所占比例小且横截面积变小,快肌纤维的横切面积则无显著性变化;由慢肌纤维纤维占据的肌肉面积显著小于对照组,减小的程度与患者的病程呈直线相关,多裂肌也有同样的解剖异常。而腰背肌中慢肌纤维占据的肌肉面积越小,其在收缩过程中抗疲劳的能力越低^[9]。由于中枢、外周机制的共同作用^[10],患者双侧竖脊肌的运动单位募集发生改变,对侧肌肉有效运动单位募集较多,同步化程度较痛侧强。下背痛患者腰肌的萎缩以及运动募集的改变导致在治疗前AEMG痛侧小于对侧, MF、MPF痛侧高于对侧($P<0.05$),提示痛侧竖脊肌、多裂肌较对侧收缩力下降,易疲劳。

腰痛患者由于疼痛产生反射性抑制,以及活动受限导致长时间肌肉静力性负荷不足、运动缺乏,引起肌肉不同程度的废用性萎缩,进而使稳定系统发生病理改变,引起腰椎不稳^[11];同时疼痛可以影响肌肉、感觉器官的正确信号输入及使其运动控制水平减弱,从而造成躯干神经肌肉控制降低,导致腰椎关节不稳、姿势控制及平衡能力下降,再进一步引起腰椎间小关节及周围韧带、肌肉、软组织的受损,引起腰痛的加重和反复。多数学者认为^[12]针对深层稳定肌的训练可有效地改善非特异性下背痛症状。悬吊运动疗法^[12]是一种通过训练稳定肌群、感觉运动功能训练的运动疗法,着重于对稳定肌的训练,起初强调“局部稳定肌”低负荷的等长收缩,遂逐渐激活“整体肌”共同作为稳定肌和动力运动肌。并且悬吊训练时身体以与地面水平,重力基本呈切线位通过各个关节,这种有异于平常方式会对关节周围的局部稳定肌肉产生更好的刺激和激活作用^[13]。同时,SET也强调感觉运动综合训练,常在悬吊训练时加用海绵橡胶垫、充气橡胶垫枕、平衡板等来增加支撑点的不稳定性来激发感觉运动器官,从而改善神经肌肉协调功能。SET治疗后4周后,腰部稳定肌群

得到有效地激活,改善了神经肌肉失活状态;肌肉收缩时,异常募集方式得到改善,表面肌电信号表现为竖脊肌、多裂肌AEMG较治疗前增高, MF、MPF较治疗前下降;提示患者痛侧竖脊肌、多裂肌收缩力均有所提高,疲劳程度下降,与对侧比较无明显差异,并且与治疗前相比亦有明显改善;针对侧治疗后与治疗前肌电信号相比也有差异,原因可能是病例大部分是双侧疼痛,只是以右侧为主,所谓对侧只是疼痛相对较轻一侧,因而“对侧”腰肌也存在不同程度的损伤改变。对于治疗后痛侧肌肉仍较对侧易疲劳,可能与治疗时间较短有关,这有待于进一步延长治疗时间、增加随访次数等研究。

本研究结果显示,SET治疗后,CNLBP患者竖脊肌、多裂肌肌肉的异常兴奋模式及疲劳程度得到不同程度的改善,为进一步延长治疗时间、增加随访次数及与其他运动疗法的对比等深入研究奠定基础。

参考文献

- 王健,金德闻. 康复医学领域的表面肌电应用研究[J]. 中国康复医学杂志,2006,21(1):6—7.
- 郭险峰,张大成,陶莉. 216例慢性非特异性下背痛患者的康复疗效观察[J]. 中国康复理论与实践,2010,16(6):556—559.
- Machado LA, Azevedo DC, Capanema MB, et al. Client centered therapy vs exercise therapy for chronic low back pain: a pilot randomized controlled trial in Brazil[J]. Pain Med, 2007, 8 (3): 251—258.
- Christanell F, Hoser C, Huber R, et al. The influence of electromyographic biofeedback therapy on knee extension following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial [J]. Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology, 2012, 4(1):41.
- Nejc S, Palma P, Samantha B. Proposal for progressive loading of the hip abductors under mechanically unstable conditions: an electromyography study[J]. Euro J Translat Myol, 2010, 1(1): 187—192.
- Peter Konrad. The ABC of EMG. A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography, Noraxon INC. USA. 2005.
- Jorgensen K. Human trunk extensor muscles physiology and ergonomics[J]. Acta Physiol Scand Suppl, 1997, 637:1—58.
- 刘亚,马焕之,陈淑琴,等. 下背痛与椎旁肌纤维类型特点的相关性研究[J]. 中华医学杂志,2001,81(17):1078—1079.
- Cooper RG, St Clair Forbes W, Jayson MIV. Radiographic demonstration of paraspinal muscle wasting in patients with chronic low back pain[J]. Br J Rheumatol, 1992,31:389—394.
- Hodges PW, Sapsford R, Pengel LH. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles[J]. Neurourology and Urodynamics, 2007, 26(3):362—371.
- Moseley GL, Hodges PW. Reduced variability of postural strategy prevents normalization of motor changes induced by back pain: a risk factor for chronic trouble[J]. Behav Neurosci, 2006, 120(2):474—476.
- 魏永敬,赵焕彬,宋旭峰,等. 悬吊训练法功能及其应用现状研究[J]. 天津体育学院学报, 2009, 24 (4):358—360.
- 孙景召. 悬吊法体能训练的演变及其基本特征分析[J]. 南京体育学院学报(自然科学版), 2010, 9(1):74—77.