

讨 论

本研究结果显示,观察组患儿在常规康复训练的基础上增加自制的腕关节康复训练装置进行训练 1 个月后,其 FMFM 评分较组内治疗前和对照组治疗后均有显著提高,差异均有统计学意义($P<0.05$),该结果提示,自制的腕关节康复训练装置可在常规康复训练的基础上进一步提升治疗效果。本课题组认为,运动障碍和姿势异常是 CP 患儿主要的临床表现,上肢的运动障碍与患儿的日常生活活动能力息息相关,而腕关节背屈功能受限将严重影响患儿的抓握、拿捏等动作,影响脑瘫患儿的感知觉功能及日常生活能力的发育。部分脑瘫患儿伴有不同程度的本体感觉和认知功能障碍、注意力集中时间比较短等特点,康复训练时配合度差,易哭闹,不能很好地执行作业治疗师的指令。有研究指出,按照脑的可塑性理论,中枢神经损伤后,虽然受损的神经元不能够再生,但可通过轴突在一定程度上和范围内的可塑性和功能重组,促进患侧肢体的运动功能以及关节活动范围的恢复^[5]。因此,康复训练应重视训练的趣味性、主动性和参与性^[3]。

本课题组在长期的临床实践过程中,根据脑瘫患儿的病症特点,分析影响康复的干扰因素,自制了音乐卡通图案的腕关节康复训练装置。当患儿进行腕关节背屈训练时,手背皮肤会触碰到腕关节康复训练装置探针,然后即发出欢快的音乐和耀眼的光芒,当手背与探针分开时,音乐即刻停止。这是基于良性的音乐可提高大脑皮质的兴奋性,改善患儿的情绪,消除紧张、焦虑、恐惧等不良心理状态,转移患儿治疗中的单调和乏味,并提高应激能力,为患儿提供一个愉悦的音乐情境^[6-7]。腕关节康复训练装置的探针为软质金属制成,外包绝缘套管,可随患儿腕关节背屈活动度的增大,适时调整探针的角度,具有安全性和可调性,可实现动态化训练。本课题组还运用中医传统理念的穴位刺激,将穴位按压刺激围绕整体观念、辨证论治的观点,从经络脏腑以及其经络腧穴入手,施行循经取穴、远道

取穴、邻近取穴的原则。因此,通过磁珠与探针分别对患儿的外关穴和阳池穴的刺激,以舒筋通络,使腕部气血贯通,缓解腕部肌肉痉挛,诱发腕背屈分离运动。

本课题组认为,腕关节康复训练装置结构简单,方便操作,融合了中西医结合的思想元素,但因装置设计简单,科技含量尚低,训练中不能直接量化腕背屈关节活动角度,尚需人工测量,所得数值不够准确,今后将进一步改良,增设电子角度自动测量系统,以期将其应用于康复评定和训练的量化指导。

参 考 文 献

- [1] 李晓捷,唐久来,马丙祥,等.脑性瘫痪的定义、诊断标准及临床分型[J].中华实用儿科临床杂志,2014,29(19):1520. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2014.19.024.
- [2] Soleimani F, Vameghi R, Biglarian A. Antenatal and intrapartum risk factors for cerebral palsy in term and near-term newborns[J]. Arch Iran Med, 2013, 16(4): 213-216. DOI: 013164/AIM.004.
- [3] 张荣洁.小儿脑瘫精细动作早期干预及护理对策[J].按摩与康复医学,2013,4(1):109-112. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1879.2013.01.048.
- [4] 史惟,李惠,王素娟,等.用 Rasch 分析法初步制定脑瘫儿童精细运动功能评估量表[J].中华物理医学与康复杂志,2005,27(5):289-293.
- [6] 吴玉玲,孙晓敏,吴立红,等.表面肌电生物反馈在脑卒中康复中的应用[J].中国康复理论与实践,2012,18(11):1024-1025. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2012.11.009.
- [7] 刘振寰.让脑瘫患儿拥有幸福人生:脑瘫儿童家庭康复指南[M].北京:中国妇女出版社,2009:322-333.
- [8] 焦晓燕.音乐治疗用于脑瘫患儿康复训练的效果观察[J].中国初级保健,2010,24(8):61-62. DOI: 10.3969/j.issn.1001-568X.2010.08.031.

(修回日期:2017-08-25)

(本文编辑:阮仕衡)

表面肌电生物反馈指导下的康复训练治疗慢性非特异性下背痛的疗效观察

王泽熙 姜贵云 范飞 孙丽楠

【摘要】 目的 探讨表面肌电生物反馈指导下的康复训练治疗慢性非特异性下背痛(CNLBP)患者的疗效。方法 采用随机数字表法将 50 例 CNLBP 患者分为实验组(25 例)及对照组(25 例)。2 组患者均给予常规康复治疗,实验组患者在此基础上给予表面肌电生物反馈指导下的康复训练。于治疗前、治疗 3 周后分别采集患者两侧竖脊肌和多裂肌肌电信号,分析其时域指标均方根值(RMS)及频域指标中位频率(MF);本研究同时于上述时间点采用视觉模拟评分法(VAS)及日本骨科学会(JOA)下背痛评分系统对 2 组患者进行疗效评定。结果 治疗前 2 组患者竖脊肌、多裂肌 RMS 及 MF 痛侧与对侧间差异均具有统计学意义($P<0.05$);2 组患者疼痛 VAS 评分及 JOA 评分组间差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗 3 周后发现 2 组患者痛侧竖脊肌、多裂肌 RMS 较治疗前明显增高, MF

较治疗前明显下降($P<0.05$);组间比较发现实验组痛侧竖脊肌、多裂肌 RMS[分别为(33.65 ± 6.43) μV 、(28.46 ± 4.54) μV]均较对照组增高,MF[分别为(77.45 ± 13.08)Hz、(68.30 ± 8.61)Hz]均较对照组降低,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。治疗后 2 组患者疼痛 VAS 评分[分别为(2.64 ± 0.81)分、(2.04 ± 0.61)分]及 JOA 评分[分别为(23.40 ± 1.58)分、(25.76 ± 1.20)分]均较治疗前明显改善($P<0.05$);并且实验组患者疼痛 VAS 评分、JOA 评分均显著优于对照组水平(均 $P<0.05$)。**结论** 在常规康复干预基础上辅以表面肌电生物反馈指导下的康复训练,能进一步改善 CNLBP 患者疼痛程度,增强腰部核心肌群控制能力,提高脊柱稳定性,该疗法值得临床推广、应用。

【关键词】 表面肌电生物反馈; 慢性非特异性下背痛; 康复训练
基金项目:河北省 2017 年度医学科学研究重点课题计划指导性项目(20170882)
Fund program: Mandatory Project on Key Medical Scientific Reserch Plan of Hebei Province in 2017(20170882)

表面肌电生物反馈(surface electromyographic biofeedback, sEMGBF)是将表面肌电图(surface electromyography, sEMG)引入生物反馈系统,将表面肌电信号转换后并放大,以视、听觉方式反馈给受试者,促使受试者自主训练,从而使靶肌肉放松或增强^[1]。据相关资料统计,人群中约有 80%个体在一生中都曾有腰痛体验,而我国下背痛患者数量已超过 2 亿,且发病率多年来一直呈上升趋势^[2]。下背痛发病原因多与腰部肌肉收缩能力减弱、疲劳度增加、脊柱稳定性下降有关;慢性非特异性下背痛(chronic non-specific low back pain, CNLBP)是一种伴有明显腰部、腰骶和臀部疼痛、不适而又缺乏明确病因的慢性疼痛综合征^[3],其治疗相对棘手,临床疗效有待提高。本研究在常规康复治疗 CNLBP 患者基础上辅以 sEMGBF 指导下的康复训练,并监测治疗前、后患者竖脊肌、多裂肌肌电信号变化情况,为指导下背痛患者临床治疗提供参考资料。

对象与方法

一、研究对象

选取 2016 年 1 月至 2017 年 4 月期间在河北省承德医学院附属医院康复医学科就诊的 CNLBP 患者 50 例,患者入选标准包括:①均符合下背痛诊断标准^[4];②年龄 18~60 岁;③病程 ≥ 3 个月,CT 或 MRI 检查未见椎间盘明显异常或仅有椎间盘轻度变性、骨质增生、腰椎生理曲度改变等;④所有患者在试验期间均能从事正常工作。患者剔除标准包括:①有严重心、脑血管系统疾病或孕、产妇或精神病、认知障碍不能配合者;②有腰部外伤或手术史,在过去 3 个月内曾进行腰肌功能锻炼者;③有腰部疾病(如腰椎结核、先天性椎管狭窄、脊椎滑脱、脊椎前移)或下肢疾病(如骨关节炎、脉管炎、骨折等)等;④神经系统阳性体征等情况。采用随机数字表法将上述 50 例患者分为实验组及对照组,每组 25 例。2 组患者一般资料情况详见表 1,表中数据经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

表 1 入选时 2 组患者一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	身高 (cm, $\bar{x}\pm s$)	体重 (kg, $\bar{x}\pm s$)
		男	女			
实验组	25	10	15	42.9 $\pm$ 10.9	164.6 $\pm$ 8.8	61.2 $\pm$ 7.8
对照组	25	7	18	44.2 $\pm$ 11.7	163.9 $\pm$ 7.6	63.8 $\pm$ 5.4
组别	例数	病程 (月, $\bar{x}\pm s$)	左侧疼痛		右侧疼痛	
			(例)	(例)	左侧明显	右侧明显
实验组	25	19.9 $\pm$ 11.7	5	7	8	5
对照组	25	20.7 $\pm$ 9.4	6	9	6	4

二、治疗方法

2 组患者均给予常规康复干预,包括:①温热磁场治疗、经皮神经电刺激、蜡疗等;②推拿治疗;③ McKenzie 手法治疗等。上述治疗每天 1 次,共治疗 3 周。实验组患者在上述干预基础上同时给予 sEMGBF 指导下的康复训练(该训练要求在安静环境下进行),采用 SA7550 型表面肌电生物反馈系统(加拿大 TT 公司产),训练前向患者反复强调该疗法必须依靠自我训练及治疗师指导才能取得预期疗效,治疗师在治疗前向患者讲解治疗原理与方法。主要训练项目包括:①静坐位放松训练,患者静坐于舒适椅子上,将电极片置于能反映患者情绪的肌肉部位(如前额肌、斜方肌等),嘱患者全身放松,肌电生物反馈系统会自动检测肌电水平并记录肌电值,设定肌电阈值为 5 μV ,当肌肉放松且肌电值低于 5 μV 时,生物反馈系统扬声器会播放令人心旷神怡的轻音乐(或显示器中持续播放动画),当肌肉未充分放松且肌电值高于 5 μV 时扬声器会停止播放音乐(或显示器停止播放动画),此时嘱患者集中注意力放松被测肌肉^[5];②双桥运动训练,将电极片置于维持腰椎稳定的核心肌肉部位(如竖脊肌、多裂肌等),每次训练前测试患者肌电水平并设定肌电阈值。患者仰卧位双手平放于身体两侧,肩与双肘垫上支撑,双足放于瑞士球上,伸髋、挺胸腹使肩部、骨盆与双足呈一条直线,患者平稳呼吸维持 10~15 s 再恢复起始姿势。训练时嘱患者努力收缩被测肌肉,当监测的肌电值超过设定阈值时,治疗师会在言语方面及时给予鼓励。如患者目标肌肉肌电值在 80%~90%训练时间内均超过阈值水平,治疗师则及时调高阈值^[6]。③“燕式”运动训练,电极片放置部位及肌电反馈方法同双桥运动训练,训练时患者俯卧垫上,双臂置于身体两侧,双腿伸直,然后头、上肢和下肢用力向上抬起,避免肘及膝关节屈曲,尽量保持伸直状态(“如飞燕状”),维持该姿势 10~15 s 再恢复起始姿势。④四足跪位交替伸直上下肢训练,将电极片贴于竖脊肌、多裂肌部位并设定肌电阈值,要求患者四足跪于垫上,缓慢同时伸展一侧上肢及对侧下肢至水平位,维持 10~15 s 再恢复起始姿势^[7]。⑤俯卧位背伸训练,电极片放置部位及肌电反馈方法同双桥运动训练,患者俯卧位于垫上,腹部垫枕头,双手握于背后,双下肢伸直,保持下颌收紧,缓慢背伸上部躯干,停留 10~15 s 再恢复起始姿势^[7]。上述动作重复训练 5 次为 1 组,每天训练 5 组,待每组训练结束后休息 30 s,持续训练 3 周。

三、疗效评定标准

于治疗前、治疗 3 周后对 2 组患者进行疗效评定,包括:①表面肌电检测,选用加拿大产 SA7550 型表面肌电图检测仪,于正式测试前向患者讲解评估过程并指导操作 2 次,根据肌肉解

剖结构、肌纤维走向选取竖脊肌、多裂肌肌腹最饱满处放置电极。测试时患者仰卧于治疗床上,双臂置于身体两侧、屈肘、屈髋、屈膝,小腿与水平面呈 90°,患者以肘关节支撑床面,用力抬起臀部至最高点、挺胸挺腰(如半桥状),保持该体位至患者不能耐受(即腰背肌向下位移大于 1 cm)为止,同时记录表面肌电信号,重复检测 3 次,取平均值^[8]。表面肌电信号采样频率为 1000 Hz,噪声<1 μV,具体分析指标包括时域指标均方根值(root mean square,RMS)及频域指标中位频率(median frequency,MF)。

②采用视觉模拟评分法(visual analogue scale,VAS)进行疼痛评分,满分为 10 分,0 分表示无痛,10 分表示无法忍受的剧烈疼痛^[9]。

③采用日本骨科学会下腰疾患疗效评定法(Japanese Orthopedic Association score,JOA score)对 2 组患者腰部功能恢复情况进行评定,该量表评定内容包括主观症状(0~9 分)、临床体征(0~6 分)、日常生活受限度(0~14 分)以及膀胱功能(-6~0 分),满分为 29 分,得分越低表明患者功能障碍程度越严重,JOA 改善率=[(治疗后 JOA 评分-治疗前 JOA 评分)/(正常评分-治疗前 JOA 评分)]×100%^[10]。

四、统计学分析

本研究所得计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,采用 SPSS 19.0 版统计学软件包进行数据分析,符合正态分布的组间、组内资料比较采用 *t* 检验,*P*<0.05 表示差异具有统计学意义。

结 果

治疗前 2 组 CNLBP 患者疼痛 VAS 评分、JOA 评分组间差异均无统计学意义(*P*>0.05);2 组患者竖脊肌、多裂肌 RMS 及 MF 痛侧、对侧间差异均具有统计学意义(*P*<0.05),提示 2 组 CNLBP 患者痛侧腰部核心肌群收缩能力、耐力下降,疲劳度增加,具体数据见表 2~3。

治疗 3 周后发现 2 组患者疼痛 VAS 评分、JOA 评分均较治疗前明显改善(*P*<0.05);进一步比较发现,治疗后实验组患者疼痛 VAS 评分、JOA 评分及 JOA 评分改善率均显著优于对照组水平(*P*<0.05),具体数据见表 2。治疗后 2 组患者痛侧与对侧竖脊肌、多裂肌 RMS 均较治疗前显著增加(*P*<0.05),MF 较治疗前明显降低(*P*<0.05);进一步比较发现,治疗后对照组患者

竖脊肌、多裂肌 RMS 痛侧与对侧间未见明显差异(*P*>0.05),痛侧竖脊肌 MF 与对侧间差异无统计学意义(*P*>0.05),但痛侧多裂肌 MF 仍显著高于对侧水平(*P*<0.05),提示经常规康复治疗 后患者腰部收缩能力较治疗前增强,但痛侧腰部肌肉仍容易疲劳。治疗后实验组患者竖脊肌、多裂肌 RMS、MF 痛侧与对侧间差异均无统计学意义(*P*>0.05)。通过组间比较发现,治疗后 2 组患者痛侧与对侧 RMS、MF 组间差异均具有统计学意义(*P*<0.05),具体数据见表 3。上述结果提示在常规干预基础上辅以 sEMGBF 指导下的康复训练,能有效缓解 CNLBP 患者疼痛,提高核心肌群肌力,增加脊柱稳定性。

讨 论

表面肌电主要监测并记录运动过程中肌肉功能状态,为研究骨骼肌收缩活动及功能状态提供特异性指标,具有无创、实时、灵敏度高等优点,其中时域指标 RMS 和频域指标 MF 分别在一定程度上反映肌肉收缩能力与疲劳程度^[8]。国内常选用 RMS、MF 用于下背痛疗效评估,同时也用于脑卒中偏瘫患者康复训练领域,国外则多用于 CNLBP 患者康复治疗^[11-12]。据相关研究报道,神经肌肉与脊柱周围组织负荷失衡是诱发腰痛的主要原因,而不同程度腰痛导致核心肌群收缩能力下降进而影响脊柱稳定性,促使病程进展^[13]。人体核心肌群主要包括竖脊肌、多裂肌、腹直肌、腹内外斜肌、臀部肌群等;如上述肌群出现问题,可导致脊柱稳定性发生改变,进一步诱发下背痛症状,从而形成恶性循环;竖脊肌、多裂肌在脊柱稳定性中的作用尤为显著,治疗前、后其功能改变情况具有重要临床指导意义,并且这两块肌肉的表面肌电信号比较容易获取^[8],所以本研究选取竖脊肌、多裂肌作为治疗前、后 CNLBP 患者肌电图测试靶肌。

本研究 2 组患者治疗后其疼痛 VAS 评分、JOA 评分均较治疗前明显改善;竖脊肌、多裂肌 RMS 较治疗前增高,竖脊肌 MF 较治疗前降低(均*P*<0.05),说明入选 CNLBP 患者经治疗后其腰部收缩能力明显增强,疲劳程度较治疗前改善,腰部疼痛有所缓解。治疗后 2 组患者痛侧与对侧竖脊肌、多裂肌 RMS、MF 较治疗前差异均具有统计学意义(*P*<0.05),其原因可能是

表 2 治疗前、后 2 组患者疼痛 VAS 评分及 JOA 评分比较

组别	例数	疼痛 VAS 评分(分, $\bar{x}\pm s$)		JOA 评分($\bar{x}\pm s$)		
		治疗前	治疗 3 周后	治疗前(分)	治疗 3 周后(分)	改善率(%)
对照组	25	6.40±1.22	2.64±0.81 ^a	16.84±1.07	23.40±1.58 ^a	53.84±13.27
实验组	25	6.36±1.04	2.04±0.61 ^{ab}	16.96±0.79	25.76±1.20 ^{ab}	73.64±9.78 ^b

注:与组内治疗前比较,^a*P*<0.05;与对照组相同时间点比较,^b*P*<0.05

表 3 治疗前、后 2 组患者竖脊肌/多裂肌表面肌电信号分析($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	竖脊肌 RMS(μV)		竖脊肌 MF(Hz)		多裂肌 RMS(μV)		多裂肌 MF(Hz)	
		痛侧	对侧	痛侧	对侧	痛侧	对侧	痛侧	对侧
实验组									
治疗前	25	8.30±1.59	14.41±2.26 ^a	105.99±13.54	83.98±8.13 ^a	9.10±1.99	16.55±3.09 ^a	107.73±15.87	89.52±11.56 ^a
治疗后	25	33.65±6.43 ^{bc}	35.68±7.57 ^{bc}	77.45±13.08 ^{bc}	68.88±10.83 ^{bc}	28.46±4.54 ^{bc}	37.12±5.18 ^{bc}	68.30±8.61 ^{bc}	59.17±7.62 ^{bc}
对照组									
治疗前	25	7.99±1.51	14.44±2.28 ^a	108.57±14.01	86.64±8.91 ^a	8.50±2.12	15.73±3.41 ^a	110.81±17.14	90.69±12.53 ^a
治疗后	25	18.24±3.53 ^b	21.28±4.04 ^b	93.01±11.69 ^b	77.54±9.29 ^b	17.37±3.81 ^b	28.62±5.20 ^b	89.28±11.82 ^b	76.65±16.02 ^{ab}

注:与组内痛侧相应指标比较,^a*P*<0.05;与组内治疗前比较,^b*P*<0.05;与对照组相同指标比较,^c*P*<0.05

CNLBP 患者大部分为双侧疼痛,只是两侧疼痛程度不同,对侧疼痛程度相对较轻,即患者对侧腰部肌肉也存在不同程度损伤,经康复治疗其功能有所改善。于瑞等^[8]对 CNLBP 患者经悬吊运动治疗后其表面肌电信号观察后发现,治疗后患者痛侧频域指标 MF 较治疗前降低,提示痛侧竖脊肌、多裂肌疲劳程度较治疗前改善,与本研究结果基本一致。本研究对照组治疗后其痛侧多裂肌频域指标 MF 仍显著高于对侧水平($P<0.05$),提示患者痛侧肌肉仍容易疲劳,其原因可能是 3 周常规康复治疗未能有效缓解维持腰椎稳定的深层核心肌群肌肉疲劳程度。

生物反馈疗法是 20 世纪中期美国学者米勒教授在系统论、控制论及学习论基础上创立而来,米勒等发现通过特殊学习及锻炼,机体可以随意控制自身器官活动,从而缓解其病理状态,逐渐恢复健康机能。肌电生物反馈是通过采集、放大肌肉收缩或松弛时的肌电信号,并将这种电活动转换成视觉或听觉信号,受试者可通过视觉或听觉方式了解自身肌肉功能变化情况,从而增强对肌肉的控制能力,加速肢体功能恢复^[14]。Mayer 等^[15]研究发现表面肌电生物反馈伸展训练可有效改善 LBP 患者躯干活动范围,促使维持躯干稳定性的肌肉功能得以恢复,从而使 LBP 患者疼痛症状得到缓解。本研究也获得类似结果,如实验组患者治疗后其疼痛 VAS 评分、JOA 评分及改善率均显著优于对照组水平(均 $P<0.05$),腰部竖脊肌与多裂肌 RMS、MF 与对照组间差异亦具有统计学意义($P<0.05$),说明在常规康复干预基础上辅以 sEMGBF 指导下的康复训练,能明显改善 CNLBP 患者疼痛程度及腰椎活动度,促进腰部功能恢复,增加腰部核心肌群控制能力,使脊柱稳定性进一步提高,其治疗机制可能包括:CNLBP 患者在 sEMGBF 指导下进行康复训练,能有意识主动收缩核心肌群,从而不断刺激感觉运动皮质并建立新的感觉兴奋痕迹,促进核心肌群功能改善,不仅能增强肌力、防止肌肉萎缩,而且还能向中枢神经系统输送大量本体、运动感觉信息,有助于感觉运动中枢对肢体产生新的感知,从而正确控制核心肌群运动功能^[16]。但目前 sEMGBF 在我国下背痛治疗领域中的应用尚不成熟,还需做大量临床研究及实验总结,本研究下一步将扩大样本数量、增加随访次数、延长治疗时间,以期获取更准确临床数据。

参 考 文 献

- [1] 李佩芳,聂涌,陈佳丽.表面肌电及其生物反馈在下腰痛中的应用进展[J].中国修复重建外科杂志,2017,31(4):1-3.DOI:10.7507/1002-1892.201609078.
- [2] Wong AY,Parent EC,Funabashi M,et al.Do various baseline characteristics of transversus abdominis and lumbar multifidus predict clinical

- outcomes in nonspecific low back pain? A systematic review[J].Pain, 2013,154(12):2589-2602.DOI:10.1016/j.pain.2013.07.010.
- [3] Neblett R.Surface electromyographic (SEMG) biofeedback for chronic low back pain[J].Healthcare,2016,4(2):1-7.DOI:10.3390/healthcare4020027.
- [4] 范飞,姜贵云.心理因素对下背痛患者康复疗效的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(8):607-609.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.08.014.
- [5] 范飞,姜贵云.肌电生物反馈放松训练对 LBP 伴疼痛灾难化患者的康复效果[J].承德医学院学报,2016,33(6):474-476.DOI:10.15921/j.cnki.cyx.2016.06.012.
- [6] 罗权,张德元,谭海群.瑞士球训练治疗腰椎间盘突出症的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(1):56-58.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.01.015.
- [7] 吴方超,李建华,蒋红.腰椎间盘突出症患者首次核心稳定性训练前后表面肌电信号分析[J].全科医学临床与教育,2013,11(6):643-646.DOI:10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2013.06.030.
- [8] 于瑞,许轶,王楚怀,等.慢性非特异下背痛患者悬吊运动疗法治疗后表面肌电信号的变化[J].中国康复医学杂志,2015,30(8):801-803.DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.08.011.
- [9] 李晶.中华医学会临床技术操作规范物理医学与康复学分册[M].北京:人民军医出版社,2004:10.
- [10] 王玉龙.康复功能评定学[M].北京:人民卫生出版社,2013:345.
- [11] Giggins OM, Persson UM, Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation [J]. J Neuroeng Rehabil, 2013, 10(1):60. DOI: 10.1186/1743-0003-10-60.
- [12] 李建华,王健.表面肌电图诊断技术临床应用[M].杭州:浙江大学出版社,2015:286.
- [13] 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.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.04.013.
- [14] 陆雪松,顾迅,姜亚军,等.肌电生物反馈治疗脑卒中患者的临床研究[J].中华物理医学与康复杂志,2003,25(7):438-439.DOI:10.3760/j.issn.0254-1424.2003.07.017.
- [15] Mayer TG, Neblett R, Brede E, et al. The quantified lumbar flexion-relaxation phenomenon is a useful measurement of improvement in a functional restoration program [J]. Spine, 2009, 34(22):2458-2465. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181b20070.
- [16] 翟宏伟,巩尊科,陈伟,等.肌电生物反馈训练对脑卒中偏瘫患者上肢运动功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2010,32(7):535-534.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2010.07.015.

(修回日期:2017-05-18)

(本文编辑:易 浩)