

- movement in healthy subjects and acute stroke patients: a PET study [J]. Hum Brain Mapp, 2009,30(8):2542-2557.
- [20] Jang SH, Ahn SH, Sakong J, et al. Comparison of TMS and DTT for predicting motor outcome in intracerebral hemorrhage [J]. J Neurol Sci, 2010,290(1-2):107-111.
- [21] Chen R, Cros D, Curra A, et al. The clinical diagnostic utility of transcranial magnetic stimulation: report of an IFCN committee [J]. Clin Neurophysiol, 2008,119(3):504-532.
- [22] 葛永春, 赵合庆, 戴永萍, 等. 健侧大脑低频阈上 rTMS 对急性期脑梗死患者运动功能恢复的价值 [J]. 中华神经医学杂志, 2012, 11(2):164-168.
- [23] Stulin ID, Savchenko AY, Smyalovskii VE, et al. Use of transcranial magnetic stimulation with measurement of motor evoked potentials in the acute period hemispheric ischemic stroke [J]. Neurosci Behav Physiol, 2003,33(5):425-429.

(修回日期:2014-07-30)

(本文编辑:汪 玲)

肌电生物反馈联合减重平板训练对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能的影响

张梅莹 陈伟 张明 翟宏伟 巩尊科

【摘要】目的 观察胫前肌肌电生物反馈联合减重平板训练对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能的影响。**方法** 采用随机数字表法将 72 例脑卒中偏瘫患者分为常规康复组、减重训练组、肌电反馈组及联合治疗组。入选患者均给予常规康复训练,减重训练组在此基础上辅以减重平板训练,肌电反馈组则辅以胫前肌肌电生物反馈治疗,联合治疗组则在常规康复干预基础上辅以肌电生物反馈及减重平板训练。于入选时、治疗 6 周后记录各组患者静息状态及主动踝背伸状态时胫前肌和腓肠肌积分肌电值(iEMG),并计算拮抗肌协同收缩率;同时采用简式 Fugl-Meyer 量表(FMA)、通用量角器对各组患者下肢运动功能及踝关节活动度进行评定。**结果** 入选时各组患者胫前肌、腓肠肌 iEMG 组间差异均无统计学意义($P>0.05$);分别经 6 周治疗后,发现与治疗前及常规康复组比较,减重训练组、肌电反馈组及联合治疗组下肢 FMA 评分、踝关节活动度及踝背伸时胫前肌 iEMG 均明显提高,协同收缩率则明显降低($P<0.05$);并且联合治疗组患者下肢 FMA 评分[(30.4±2.8)分]、踝关节活动度[(15.3±3.0)°]及踝背伸时胫前肌 iEMG[(114.0±27.0)mVs]、协同收缩率[(0.07±0.05)%]亦显著优于减重训练组及肌电反馈组($P<0.05$)。**结论** 肌电生物反馈联合减重平板训练对改善脑卒中偏瘫患者下肢运动功能具有协同作用,能进一步增强患者下肢肌力、改善协同收缩率、提高康复疗效,该联合疗法值得临床推广、应用。

【关键词】 脑卒中; 肌电生物反馈; 减重平板训练; 表面肌电图

随着社会老龄化现象加剧,脑卒中发病率呈逐年上升趋势。据统计,脑卒中存活患者中约 70%~80% 遗留有不同程度功能障碍,其中以肢体瘫痪为主的运动功能障碍最为常见。近年来有研究表明,肌电生物反馈对改善瘫痪肢体肌无力、降低肌痉挛、提高主动/拮抗肌群协调性及平衡功能具有一定疗效^[1];而减重平板训练对加强偏瘫患者整体及关节协调功能亦具有重要作用^[2]。基于上述背景,本研究拟联合采用肌电生物反馈及减重平板训练治疗脑卒中偏瘫患者,并观察该联合疗法对患者下肢运动功能的影响。

对象与方法

一、研究对象

共选取 2009 年 9 月至 2010 年 9 月期间在我科治疗的脑卒中偏瘫患者 72 例,均符合第 4 届全国脑血管疾病学术会议制订的脑卒中诊断标准^[3]。患者入选标准包括:①患脑梗死或脑出血,并经头颅 CT 或 MRI 检查证实;②初次发病或既往有发病、

但未遗留神经功能障碍;③年龄 30~75 岁;④生命体征稳定,意识清醒能配合相关治疗;⑤伴有肢体运动功能障碍,偏瘫下肢 Brunnstrom 分期在 3 期以上;⑥血压控制在 140/90 mmHg 以下,无心肌梗死、心绞痛发作,心功能良好;⑦无其它限制活动的合并症。患者剔除标准包括:①存在蛛网膜下腔出血、短暂性脑缺血发作、可逆性缺血性神经功能缺失等;②病情恶化,出现新的脑梗死灶或脑出血灶;③近期有癫痫发作且无法有效控制病情;④心、肺、肝、肾等重要脏器功能减退或衰竭;⑤存在严重认知及交流障碍;⑥下肢有骨关节疾病而无法进行康复训练等。采用随机数字表法将上述入选患者分为常规康复组、减重训练组、肌电反馈组及联合治疗组。各组患者性别、年龄、病程、偏瘫侧别等情况详见表 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。

二、治疗方法

常规康复组患者给予常规康复干预,如发病初期或软瘫期给予良肢位摆放、关节被动运动、翻身练习、床上坐位平衡训练、起坐训练、呼吸训练、直立床站立训练、患肢低频电刺激、神经促通治疗(兴奋性)等;中期或痉挛期给予膝手爬行训练、神经促通治疗、患肢单腿搭桥训练、体位转换训练、坐位及立位平衡训练、躯干控制、患侧肢体负重训练、独立完成坐位至站立转换、站位重心转移、步态训练及作业治疗等。恢复期阶段则增加四肢精细协调训练、步行训练、上下楼梯训练以及骑固定自

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.08.007

作者单位:266000 青岛,青岛市立医院运动医学康复中心(张梅莹);徐州医学院徐州临床学院,徐州市中心医院康复医学科(陈伟、张明、翟宏伟、巩尊科)

通信作者:陈伟,Email:chenwei2339@163.com

表 1 入选时各组患者一般情况及病情比较

组别	例数	性别		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	脑卒中类型(例)		偏瘫侧别(例)	
		男	女			脑梗死	脑出血	左侧	右侧
常规康复组	18	10	8	62.3 $\pm$ 14.0	43.6 $\pm$ 12.0	11	7	10	8
减重训练组	18	12	6	59.2 $\pm$ 10.9	49.3 $\pm$ 16.7	12	6	12	6
肌电反馈组	18	11	7	67.7 $\pm$ 11.1	46.0 $\pm$ 14.2	10	8	9	9
联合治疗组	18	9	9	56.7 $\pm$ 10.5	51.5 $\pm$ 11.6	13	5	11	7

行车训练等。上述治疗每次持续 40 min, 每天治疗 1 次, 每周治疗 5 d, 持续治疗 6 周。

减重训练组在常规康复治疗基础上辅以减重平板训练, 采用 BIODEx 减重训练系统, 治疗时患者站立于活动平板上, 将减重带系于腰臀部, 两端向上均匀用力收紧, 松紧度以患者感到舒适为宜。首先将减重机“校零”, 然后逐渐升高悬吊架使患者双下肢(髌膝伸直位时)能支撑体重为宜(约减轻患者 30% ~ 50% 体重负荷)。由治疗师指导患者练习正确站立姿势, 设定活动平板初始速度为 0.05 m/s, 坡度为 0。训练过程中由治疗师矫正患者异常步态, 控制膝、踝关节运动, 防止膝过伸或膝支撑不足。根据患者步行能力恢复情况, 可逐渐增加平板速度(但不超过 1.5 m/s)。上述减重平板训练每次持续 30 min, 每天治疗 1 次, 每周治疗 5 d, 持续治疗 6 周。

肌电反馈组在常规康复干预基础上辅以肌电生物反馈治疗, 采用加拿大产 MyoTrac Infiniti 表面肌电及生物刺激反馈系统, 治疗时患者取仰卧位, 将正极置于患者胫骨前肌肌腹处, 负极置于远端肌腱处, 地极则置于小腿任意部位(但不接触其它电极)。指导患者注视反馈仪屏幕上的肌电信号图像, 当听到扬声器发出提示音时, 要求患者尽量做踝背伸动作, 并将此时记录到的肌电波幅作为基线。嘱患者再次做踝背伸动作, 并努力使屏幕上显示的肌电波幅超过基线水平, 此时肌电反馈系统会自动给予 1 次电刺激以帮助患者完成踝背伸动作, 将踝背伸过程中记录到的最高波幅作为下一次电刺激的触发基线, 如此反复训练。上述肌电反馈治疗每次持续 20 min, 每天治疗 1 次, 每周治疗 5 d, 持续治疗 6 周。

联合治疗组患者于每天上午 8:00 进行常规康复训练, 下午 1:00 给予肌电生物反馈治疗, 下午 4:30 进行减重平板训练, 具体治疗方法及治疗持续时间同上, 每周治疗 5 d, 持续治疗 6 周。

三、疗效评价标准

于入选时及治疗 6 周后对各组患者进行疗效评定, 具体评定内容包括: ①分别检测各组患者完全放松(相对静息状态)及最大用力背伸踝关节(最大等长收缩)时胫前、后肌群积分肌电值(integrated electromyographic, iEMG), 并计算踝背伸时协同收缩率。协同收缩率计算公式如下: 协同收缩率(%) = 拮抗肌 iEMG / (主动肌 iEMG + 拮抗肌 iEMG) $\times$ 100%^[45]。②采用简式 Fugl-Meyer 运动功能量表(Fugl-Meyer assessment scale, FMA)^[6]下肢部分评定各组患者下肢运动功能改善情况。③嘱患者取仰卧位并主动背伸踝关节, 选择通用量角器检测患者治疗前、后踝关节主动背伸活动度。

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 16.0 版统计学软件包进行数据分析, 多组间比较采用多因素方差分析, 单组治疗前、后比较采用配对 *t* 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

治疗前各组患者肌电检测结果、下肢 FMA 评分及关节活动范围组间差异均无统计学意义($P < 0.05$)。治疗后结果详见表 2、表 3, 发现治疗后各组患者静息状态下胫前肌、腓肠肌 iEMG 组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

通过多因素方差分析发现, 治疗后减重训练组及肌电反馈组主效应均具有统计学意义($P < 0.05$), 即减重训练组及肌电反馈组患者下肢 FMA 评分、踝关节活动度及踝背伸时胫前肌 iEMG 均明显提高, 协同收缩率均明显降低; 联合采用肌电生物反馈及减重平板训练对患者下肢 FMA 评分、踝关节活动度及胫前肌 iEMG 存在交互作用($P < 0.05$), 提示肌电生物反馈联合减重平板训练对促进脑卒中患者下肢功能恢复具有显著疗效。

表 2 治疗前后 4 组患者表面肌电检测结果比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	静息状态积分肌电值(mVs)		主动运动积分肌电值(mVs)		踝背伸协同收缩率(%)
		胫前肌	腓肠肌	胫前肌	腓肠肌	
常规康复组						
治疗前	18	1.4 $\pm$ 0.4	1.7 $\pm$ 0.3	30.1 $\pm$ 20.7	21.3 $\pm$ 17.2	0.42 $\pm$ 0.17
治疗后	18	1.4 $\pm$ 0.6	1.6 $\pm$ 0.4	34.7 $\pm$ 18.7 ^a	22.9 $\pm$ 14.9	0.39 $\pm$ 0.11 ^a
减重训练组						
治疗前	18	1.4 $\pm$ 0.5	1.7 $\pm$ 0.4	36.0 $\pm$ 28.8	21.8 $\pm$ 16.8	0.41 $\pm$ 0.22
治疗后	18	1.8 $\pm$ 0.7	1.6 $\pm$ 0.3	63.5 $\pm$ 32.0 ^a	23.9 $\pm$ 14.2	0.29 $\pm$ 0.13 ^a
肌电反馈组						
治疗前	18	1.4 $\pm$ 0.5	1.7 $\pm$ 0.2	33.3 $\pm$ 25.5	20.5 $\pm$ 10.0	0.42 $\pm$ 0.20
治疗后	18	1.5 $\pm$ 0.4	1.6 $\pm$ 0.3	59.2 $\pm$ 27.4 ^a	22.1 $\pm$ 9.9	0.28 $\pm$ 0.14 ^a
联合治疗组						
治疗前	18	1.5 $\pm$ 0.5	1.9 $\pm$ 0.3	35.8 $\pm$ 24.8	21.7 $\pm$ 11.3	0.41 $\pm$ 0.20
治疗后	18	1.6 $\pm$ 0.4	1.8 $\pm$ 0.3	114.0 $\pm$ 27.0 ^a	7.7 $\pm$ 4.9	0.07 $\pm$ 0.05 ^a

注: 与组内治疗前比较, ^a $P < 0.05$; 与常规康复组比较, ^b $P < 0.05$; 与联合治疗组相同时间点比较, ^c $P < 0.05$

表 3 治疗前后 4 组患者下肢 FMA 评分及踝关节活动度比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	下肢 FMA 评分 (分)	踝关节主动 背伸活动度($^{\circ}$)	踝关节活动度 变化值($^{\circ}$)
常规康复组				
治疗前	18	17.0 $\pm$ 4.5	-0.11 $\pm$ 7.9	
治疗后	18	21.4 $\pm$ 3.5 ^{ac}	6.7 $\pm$ 3.3 ^{ac}	6.8 $\pm$ 5.4 ^c
减重训练组				
治疗前	18	17.4 $\pm$ 4.8	-0.16 $\pm$ 6.7	
治疗后	18	24.3 $\pm$ 3.3 ^{abc}	10.0 $\pm$ 4.9 ^{abc}	10.1 $\pm$ 2.9 ^{bc}
肌电反馈组				
治疗前	18	16.2 $\pm$ 4.2	-1.3 $\pm$ 7.3	
治疗后	18	24.6 $\pm$ 2.6 ^{abc}	10.0 $\pm$ 4.1 ^{abc}	11.2 $\pm$ 4.9 ^{bc}
联合治疗组				
治疗前	18	18.1 $\pm$ 4.2	-3.5 $\pm$ 5.6	
治疗后	18	30.4 $\pm$ 2.8 ^{ab}	15.3 $\pm$ 3.0 ^{ab}	18.8 $\pm$ 4.5 ^b

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与常规康复组比较,^b $P < 0.05$;与联合治疗组相同时间点比较,^c $P < 0.05$

讨 论

脑可塑性及大脑功能重组是康复治疗中枢神经系统损伤最重要的理论基础^[7]。大量研究表明,早期康复训练可促进潜伏神经通路及突触启用,有助于大脑反应性突触形成,周围神经组织通过轴突侧支芽生,可促使失神经支配的组织重新获得支配,病灶周围组织的代偿亦有助于神经反馈回路重建^[7]。本研究中 4 组脑卒中患者分别经相应治疗后,其下肢 FMA 评分、最大用力踝背伸时胫前肌 iEMG、协同收缩率、踝背伸关节活动度等均较治疗前明显改善,提示中枢神经系统在结构及功能上具有代偿及功能重组能力,也进一步证明康复训练对改善脑卒中患者预后具有显著疗效。另外本研究通过检测受试者小腿肌肉 iEMG 时发现,在相对静息状态下各组患者小腿肌肉 iEMG 值治疗前、后均无显著变化,这可能与相对静息状态下神经冲动发放减少有关,确切机制还需进一步探讨。

减重平板训练是根据患者偏瘫侧肢体负重情况,利用悬吊装置不同程度减少体重对下肢的负荷,并配合运动平板带动患者进行重复、有节律步行训练,从而提高患者偏瘫侧肢体行走能力^[7]。徐燕忠等^[2]报道,减重平板训练可减轻脑卒中患者步行时髋部及下肢负重,减小步行中下肢相关肌群收缩负荷,增加下肢关节活动范围,从而提高步行速度;另外减重平板训练还能调节下肢肌张力,抑制足下垂、内翻等病理步态,促进正常步态恢复,从而提高步行能力。张见平等^[8]报道,减重平板训练有利于脑卒中患者踝关节肌力恢复,改善主动肌-拮抗肌协同收缩功能。本研究也获得类似结果,如减重训练组患者经治疗后,其各项疗效指标(包括下肢 FMA 评分、踝关节活动度及胫前肌 iEMG、协同收缩率等)均较治疗前及常规康复组明显改善,进一步证明减重平板训练对脑卒中偏瘫患者胫前肌肌力及主动背伸过程中主动肌与拮抗肌的协同收缩功能具有改善作用,其治疗机制可能包括:一方面早期减重平板训练能增强脑卒中偏瘫患者下肢承重肌功能,同时训练过程中大量来自皮肤、关节感受器的传入性冲动刺激及来自大脑中枢的传出性冲动刺激能加速大脑皮质功能重组,从而促进机体运动控制功能恢复^[9]。

肌电生物反馈是一种将功能性电刺激与表面肌电信号相结

合、促进肢体功能恢复的治疗手段。近年来肌电生物反馈治疗逐渐应用于脑卒中患者康复治疗中,该疗法能将患者主动有意识收缩肌肉时产生的微弱肌电信号放大后再输出,从而刺激目标肌肉引起明显收缩运动,通过反复刺激目标肌肉收缩,能激活中枢神经系统功能,加速脑功能重组,同时还有助于患者肌肉功能增强^[10]。有研究指出,肌电生物反馈治疗能提高早期偏瘫患者肌肉兴奋性,降低痉挛肢体肌张力,提高偏瘫侧肢体肌力及肌肉运动灵活性、协调性,改善垂足症状^[11]。本研究结果亦显示肌电反馈组患者经治疗后,其下肢 FMA 评分、主动用力踝背伸时胫前肌 iEMG、协同收缩率、踝背伸关节活动度等均较治疗前及常规康复组明显改善,表明肌电生物反馈治疗对改善脑卒中偏瘫患者下肢胫前肌肌力、协同收缩率具有显著疗效。

本研究发现,患者在常规康复训练基础上辅以肌电生物反馈及减重平板训练,经 6 周治疗后其偏瘫侧下肢 FMA 评分、主动用力踝背伸肌群 iEMG、协同收缩率、踝背伸关节活动度等均较治疗前、减重训练组及肌电反馈组明显改善,提示减重平板训练及肌电生物反馈联用对治疗脑卒中偏瘫患者具有协同作用,能进一步提高患者踝背伸主动肌收缩功能,改善拮抗肌协同收缩的控制能力,同时患者下肢运动功能及踝关节活动度也较治疗前明显改善,说明该联合疗法值得临床推广、应用。

参 考 文 献

- [1] 章鑫,廖维靖,徐向东,等. 肌电生物反馈疗法治疗脑卒中早期患者上肢功能障碍[J]. 中华物理医学与康复杂志,2011,33(10): 779-781.
- [2] 徐燕忠. 早期减重平板步行训练对脑卒中患者步行能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志,2009,31(8): 548-550.
- [3] 中华神经科学会,中华神经外科学会. 各类脑血管病诊断要点[J]. 中华神经科杂志,1996,29(6): 379-380.
- [4] Schneider R, Gautier JC. Leg weakness due to stroke. Site of lesions, weakness patterns and causes[J]. Brain,1994,117(2): 347-354.
- [5] 李雪萍,陈安亮,程凯,等. 脑卒中患者前臂表面肌电变化与手功能评定相关性的研究[J]. 神经损伤与功能重建,2008,3(6): 401-403.
- [6] 王玉龙. 康复功能评定学[M]. 北京:人民卫生出版社,2008:164-168.
- [7] Sullivan KJ, Knowlton BJ, Dobkin BH. Step training with body weight support: effect of treadmill speed and practice paradigms on poststroke locomotor recovery[J]. Arch Phys Med Rehabil,2002,83(5): 683-691.
- [8] 张见平,王济红,曹培卫,等. 表面肌电图检测减重平板训练对脑卒中偏瘫足下垂的影响[J]. 四川医学,2008,29(10): 1331-1333.
- [9] Ferrarin M, Pedotti A. The relationship between electrical stimulus and joint torque: A dynamic model[J]. IEEE Trans Rehabil Eng,2000,8(3): 342-352.
- [10] Lin VW, Nino-Murcia M, Frost F, et al. Functional magnetic stimulation of the colon in persons with spinal cord injury[J]. Arch Phys Med Rehabil,2001,82(2): 167-173.
- [11] 孙宝民. 肌电生物反馈联合穴位注射对脑梗死患者下肢运动功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志,2012,34(3): 225-227.

(修回日期:2014-04-13)

(本文编辑:易 浩)