· 临床研究 ·

功能性电刺激结合肌电生物反馈疗法对脑卒中偏瘫患者下肢功能恢复的影响

任惠明 郭旭 徐敏 厉欢松 潘天宇

【摘要】 目的 探讨功能性电刺激结合肌电生物反馈疗法对脑卒中偏瘫患者下肢功能的影响。**方法** 采用随机数字法将 80 例脑卒中偏瘫患者分为 4 组,分别为常规治疗组、肌电生物反馈组、功能性电刺激组、联合治疗组,每组 20 例。常规治疗组接受常规康复治疗,肌电生物反馈组在常规治疗基础上辅以肌电生物反馈疗法,功能性电刺激组在常规治疗基础上辅以功能性电刺激治疗,联合治疗组在常规治疗基础上辅以肌电生物反馈治疗和功能性电刺激治疗,每项技术治疗 30 min,每日 1 次,每周 5 d,共 8 周。治疗前和治疗 8 周后(治疗后),对患者的主动关节活动度(AROM)、10 s 踝足屈伸运动(AFEM)、10 m 最大步行速度(10 m MWS)、Fugl-Meyer 量表(FMA)下肢部分功能进行评定。**结果** 治疗过程中,4 组患者均未出现与治疗相关的严重不良事件或不良反应。治疗前,4 组患者 AROM、10 s AFEM、10 m MWS、FMA 下肢部分组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。治疗 8 周后,4 组患者 AROM、10 s AFEM、10 m MWS、FMA 下肢部分均较组内治疗前改善($P<0.05$)。治疗后,肌电生物反馈组 AROM[(11.6±4.3)°]、10 s AFEM[(12.6±4.0)次]、10 m MWS[(0.8±0.4)m/s]、FMA 下肢部分[(22.6±4.0)分]恢复显著优于常规治疗组($P<0.05$)。功能性电刺激组治疗后 AROM[(12.9±4.1)°]、10 s AFEM[(13.7±4.2)次]、10 m MWS[(0.9±0.4)m/s]、FMA 下肢部分[(26.2±4.0)分]恢复显著优于肌电生物反馈组。与功能性电刺激组治疗后比较,联合治疗组 AROM[(14.2±5.5)°]、10 s AFEM[(14.1±3.7)次]、10 m MWS[(1.0±0.5)m/s]、FMA 下肢部分[(29.0±5.1)分]恢复较为优异($P<0.05$)。**结论** 功能性电刺激结合肌电生物反馈疗法能显著促进脑卒中偏瘫患者下肢功能恢复。

【关键词】 功能性电刺激; 肌电生物反馈疗法; 脑卒中; 下肢**基金项目:**宁波市第二医院重点学科项目基金(甬二院 2016-57)**Fund program:**The Key Discipline Construction Foundation of Ningbo No.2 Hospital(Yong Er Yuan 2016-57)

脑卒中患者患侧下肢往往出现足下垂、内翻等以伸肌优势为主的异常运动模式,对步行的稳定性、效率及安全性都造成严重的影响^[1-2]。目前有关脑卒中偏瘫患者下肢运动功能康复的研究较多,研究发现肌电生物反馈可改善脑卒中偏瘫患者的下肢活动能力及独立生活能力^[3-4]。功能性电刺激能改善脑卒中偏瘫患者的踝背屈能力及步行能力^[5]。功能性电刺激适用于偏瘫足下垂患者步行过程中的便携式治疗,但不适合疾病早期肌力低下、主动运动不足的患者。肌电生物反馈治疗仪可用于疾病早期患者,但存在动作目标单调和功能性不强等不足之处。本研究采用功能性电刺激结合肌电生物反馈疗法治疗脑卒中偏瘫患者,观察其对患者下肢功能恢复的影响。

对象与方法**一、研究对象**

选取 2014 年 5 月至 2016 年 4 月在宁波市第二医院康复科治疗的脑卒中后足下垂患者 80 例。纳入标准:①参照第 4 次全国脑血管病学术会议制订的《脑血管病的诊断要点》确诊为脑梗死或脑出血^[6];②有步行功能障碍;③意识清楚,无明显视听觉及认知功能障碍,能够理解且可以积极主动配合治疗;④签署知情同意书。排除标准:①合并有脊髓损伤、截肢、严重的下

肢关节疾病或骨关节炎者,或者有共济失调症状的患者;②合并心、肺、肾等重要脏器功能减退或衰竭的患者。

采用随机数字表法将符合上述标准的 80 例脑卒中偏瘫患者分为常规治疗组、肌电生物反馈组、功能性电刺激组、联合治疗组,每组 20 例。4 组患者在性别、年龄、病程等方面比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。

表 1 4 组患者一般资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (月, $\bar{x}\pm s$)	偏瘫侧别 (例)	
		男	女			左侧 偏瘫	右侧 偏瘫
常规治疗组	20	13	7	68.53±10.37	5.31±1.73	8	12
肌电生物反馈组	20	11	9	70.65±9.98	4.52±2.21	10	10
功能性电刺激组	20	13	7	67.32±8.79	5.16±1.99	9	11
联合治疗组	20	10	10	69.77±7.86	4.78±2.07	13	7

二、治疗方法

1. 常规治疗组接受常规康复治疗,肌电生物反馈组在常规治疗基础上辅以肌电生物反馈疗法,功能性电刺激组在常规治疗基础上辅以功能性电刺激治疗,联合治疗组在常规治疗基础上辅以肌电生物反馈治疗和功能性电刺激治疗,每项技术治疗 30 min,每日 1 次,每周 5 d,共 8 周。其中,联合治疗组在接受肌电生物反馈治疗后,立即进行功能性电刺激治疗。常规康复治疗包括运动治疗(Bobath 技术、PNF 技术、Brunnstrom 技术、常规步行训练)及作业治疗(日常生活活动能力训练)。

2. 肌电生物反馈治疗: 采用加拿大产 MyoTrac Basic 型生物刺激反馈仪, 选用直接控制学习模式, 刺激强度 15~40 mA, 灵敏度 <0.1 V, 治疗过程中由 1 名康复治疗师进行指导, 治疗前详细告知患者训练方法和注意事项。将正、负刺激电极置于患者胫前肌肌腹的皮肤上, 正、负记录电极置于相应的刺激电极旁, 治疗开始后, 告知患者集中精力注视系统显示器上的肌电信号 (红色曲线), 训练过程包括用力-刺激-维持-休息 4 个阶段, 具体如下: ①用力——嘱患者集中注意力面向系统屏幕, 根据系统发出的提示音尽力背屈踝关节, 并努力使肌电信号升高, 将此时显示器上记录到的曲线高度设置为基准高度; ②刺激——患者尽量用力, 当发出的肌电信号值超过基线高度时, 系统会自动给出一个外加的强刺激作为奖励, 因此患者踝背屈度数会增大, 嘱患者认真体会肌肉收缩引起关节运动的感觉; ③维持——患者根据发出的提示音, 维持踝背屈的动作; ④休息——嘱患者充分放松肌肉, 并注意系统显示器上的肌电信号, 肌电信号曲线越低越好。重复以上各个训练阶段, 当患者自发的肌电信号连续多次超过肌电阈值, 仪器可在下一次收缩时自动调高阈值, 让患者通过训练掌握主动控制肌肉收缩与放松的技巧。每次治疗 30 min, 每日 1 次, 每周 5 d, 共 8 周。

3. 功能性电刺激: 采用杭州产 GYKF-I 步态训练矫正仪, 治疗过程中由 1 名康复治疗师进行指导, 治疗前详细告知患者训练方法和注意事项; 嘱患者取坐位, 双下肢屈曲, 足离地, 将负极电极片置于腓骨小头体表投射的皮肤处, 正极电极片置于胫前肌肌腹体表皮肤处, 开启主机并调整刺激强度及电极片位置, 电刺激强度为能产生显著踝背屈动作作为准。首先采用练习模式刺激 5 min, 随后改为步行模式对患者下肢进行功能性电刺激治疗。观察患者步行中足内翻下垂是否得到纠正, 并进行相应调整。训练结束后, 关闭电源, 摘下电极, 标记电极片安放位置, 以便于后续功能性电刺激治疗。每次治疗 30 min, 每日 1 次, 每周 5 d, 共 8 周。

三、康复评估

治疗前和治疗 8 周后 (治疗后), 对患者的主动关节活动度

(active range of motion, AROM)、10 s 踝足屈伸运动 (ankle flexion and extension movement, AFEM)、10 m 最大步行速度 (10 m maximum walking speed, 10 m MWS)、Fugl-Meyer 量表 (Fugl-Meyer assessment, FMA) 下肢部分功能进行评定。

1. 踝关节运动功能评定: ① AROM——采用关节量角器测定踝背屈主动运动的最大关节活动度; ② 10 s AFEM——主要用于评估下肢运动功能, 统计患者 10 s 内足屈伸运动的最大次数, 次数越多, 提示踝足功能越好。

2. 步行能力评定: ① 10 m MWS——患者无辅助下平地步行 10 m, 前 2 m 是加速期, 后 2 m 是减速期, 测定中间 6 m 的速度, 共测试 3 次, 取平均值^[7]。

3. 下肢运动功能: 采用 FMA 下肢部分评定患者的下肢功能, 满分 34 分。

四、统计学分析

采用 SPSS 16.0 版统计学软件进行数据处理, 数据均采用 ($\bar{x} \pm s$) 形式表示, 所有数据先进行正态性检验。组间比较采用单因素方差分析, 两两比较方差齐者用最小显著差异法 (least significant difference, LSD) 检验, 方差不齐者用 Dunnett'T3 检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

治疗过程中, 4 组患者均未出现与治疗相关的严重不良事件或不良反应。治疗前, 4 组患者 AROM、10 s AFEM、10 m MWS、FMA 下肢部分组间比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。治疗 8 周后, 4 组患者 AROM、10 s AFEM、10 m MWS、FMA 下肢部分均较组内治疗前改善 ($P < 0.05$)。治疗后, 肌电生物反馈组 AROM、10 s AFEM、10 m MWS、FMA 下肢部分恢复显著优于常规治疗组 ($P < 0.05$)。功能性电刺激组治疗后 AROM、10 s AFEM、10 m MWS、FMA 下肢部分恢复显著优于肌电生物反馈组。与功能性电刺激组治疗后比较, 联合治疗组 AROM、10 s AFEM、10 m MWS、FMA 下肢部分恢复较为优异 ($P < 0.05$)。详见表 2。

表 2 治疗前、后 4 组患者下肢功能评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	AROM(°)	10 s AFEM(次)	10 m MWS(m/s)	FMA 下肢部分(分)
常规治疗组					
治疗前	20	7.1±3.1	9.1±3.2	0.5±0.2	13.4±3.3
治疗后	20	10.9±4.1 ^a	11.9±4.2 ^a	0.7±0.3 ^a	20.3±4.2 ^a
肌电生物反馈组					
治疗前	20	6.8±3.0	8.9±3.4	0.5±0.2	12.7±3.5
治疗后	20	11.6±4.3 ^{ab}	12.6±4.0 ^{ab}	0.8±0.4 ^{ab}	22.6±4.0 ^{ab}
功能性电刺激组					
治疗前	20	7.0±3.6	9.3±4.0	0.5±0.2	12.9±4.1
治疗后	20	12.9±4.1 ^{abc}	13.7±4.2 ^{abc}	0.9±0.4 ^{abc}	26.2±4.0 ^{abc}
联合治疗组					
治疗前	20	7.2±3.3	8.7±3.6	0.5±0.3	13.5±4.3
治疗后	20	14.2±5.5 ^{abcd}	14.1±3.7 ^{abcd}	1.0±0.5 ^{abcd}	29.0±5.1 ^{abcd}

注: 与组内治疗前比较, ^a $P < 0.05$; 与常规治疗组治疗后比较, ^b $P < 0.05$; 与肌电生物反馈组治疗后比较, ^c $P < 0.05$; 与功能性电刺激组治疗后比较, ^d $P < 0.05$

讨 论

脑卒中患者下肢活动障碍主要表现为步行障碍,严重影响患者的生活质量,因此促进患者步行能力恢复、提高患者生存质量,是脑卒中康复治疗应关注的主要问题^[8]。运动再学习理论认为中枢神经系统损伤后的功能恢复是一种再学习、再训练的过程,治疗重点是任务导向性训练,在患者主动参与的情况下,按照科学的优化运动技巧进行再学习,不仅可以提高脑卒中患者的运动功能,还可以提高患者对康复训练的信心^[9]。

功能性电刺激是利用低频脉冲电流产生的即时效应来模拟正常运动模式,改善运动神经元的兴奋性,其不仅可以提高患者主动训练的积极性,还可以提高患者对康复治疗的信心,从而更加有利于大脑功能重组^[10]。功能性电刺激操作简便、有效,可以提高偏瘫患者的步态稳定性,目前在脑卒中步行功能训练中的应用较广泛^[11-12]。本研究中的步态训练,以任务为导向,结合先进传感器技术和智能算法,通过追踪患者步行时小腿前后摆动的位置和速度来训练,模拟人体正常神经刺激信号,对患者腓神经及胫骨前肌进行低频电刺激,反复进行运动训练,使患侧肢体产生重复性、任务导向性运动,从而纠正步态,辅助患者按照正常的步态行走,增强患者的自主运动功能。

肌电生物反馈疗法基于运动再学习理论,将重复训练与感觉运动相结合,将肌电信号转换为视、听等直观信号并直接反馈给患者,患者可以随时了解自己的运动功能情况,从而更加具有针对性地进行康复训练^[13-14]。眼、耳等器官将视、听等信号回输给大脑的同时,肌肉、关节将本体感觉神经冲动向中枢神经系统输入,不断刺激相应感觉运动皮质及皮质下核团,有利于病灶周围未受损皮质神经元参与功能重建,进而改善偏瘫侧肢体功能^[15-16]。本研究中,功能性电刺激组治疗后 AROM、10 s AFEM、10 m MWS、FMA 下肢部分恢复显著较好,与既往研究结果相一致^[17-18]。

本研究在常规康复治疗基础上,予以患者功能性电刺激和肌电生物反馈联合治疗,结果发现联合治疗组 AROM、10 s AFEM、10 m MWS、FMA 下肢部分恢复较为优异,说明功能性电刺激与肌电生物反馈治疗联用具有协同效应,可更好地改善患者的下肢运动功能,改善其踝关节运动功能、步行能力及下肢运动功能,具有较好的实用价值,值得临床推广、应用。但本研究未能够将入选病例按照功能障碍程度进行分组,且随访时间较短,在今后的研究中还需进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] Carr JH, Shepherd RB. Enhancing physical activity and brain reorganization after stroke[J]. *Neuro Res Int*, 2011, 7(3):38. DOI: 10.1155/2011/515938.
- [2] Combs-Miller SA, Kalpathi Parameswaran A, Colburn D, et al. Body weight-supported treadmill training vs overground walking training for persons with chronic stroke: a pilot randomized controlled trial [J]. *Clin Rehabil*, 2014, 28(9): 873-884. DOI: 10.1177/0269215514520773.
- [3] Aiello E, Gates DH, Patriiti BL, et al. Visual EMG biofeedback to im-

prove ankle function in hemiparetic gait[J]. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2005, 7(1): 7703-7706. DOI: 10.1109/IEMBS.2005.1616297.

- [4] 冯艳. 康复训练联合生物反馈治疗对脑卒中偏瘫患者下肢功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2013, 35(4): 317-318. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.04.020.
- [5] 谭志梅, 燕铁斌, 姜文文, 等. 基于正常行走模式的功能性电刺激对脑梗死早期患者下肢功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2013, 35(3): 177-180. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.03.004.
- [6] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6): 379-380.
- [7] 罗予, 卞荣, 孟殿怀, 等. 功能性电刺激联合康复训练治疗脑卒中偏瘫[J]. *中国康复*, 2012, 27(6): 414-416. DOI: 10.3870/zgkf.2012.06.005.
- [8] 姚滔涛, 王宁华, 陈卓铭. 脑卒中运动功能训练的循证医学研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2010, 25(6): 565-570. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2010.06.017.
- [9] Chan DY, Chan CC, Au DK. Motor relearning programme for stroke patients: a randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2006, 20(3): 191-200. DOI: 10.1191/0269215506cr930oa.
- [10] Valtin M, Kociemba K, Behling C, et al. RehaMovePro: a versatile mobile stimulation system for transcutaneous FES applications[J]. *Eur J Transl Myol*, 2016, 26(3): 6076. DOI: 10.4081/ejtm.2016.6076.
- [11] Sabut SK, Sikdar C, Kumar R, et al. Functional electrical stimulation of dorsiflexor muscle: effects on dorsiflexor strength, plantar flexor spasticity, and motor recovery in stroke patients [J]. *NeuroRehabilitation*. 2011, 29(4): 393-400. DOI: 10.3233/NRE-2011-0717.
- [12] Ember DG, Holtz SL, Alon G, et al. Functional electrical stimulation to dorsiflexors and plantar flexors during gait to improve walking in adults with chronic hemiplegia. [J] *Arch Phys Med Rehabil*, 2010, 91(5): 687-696. DOI: 10.1016/j.apmr.2009.12.024.
- [13] 窦祖林, 兰月, 万桂芳. 神经性吞咽障碍的康复治疗及其进展[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2006, 28(11): 788-791.
- [14] Ko YJ, Ha HG, Bae YH, et al. Effect of space balance 3D training using visual feedback on balance and mobility in acute stroke patients [J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(5): 1593-1596. DOI: 10.1589/jpts.27.1593.
- [15] 侯群, 黄晓明, 张歌心, 等. 生物反馈功能性电刺激早期介入脑卒中康复治疗的疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2001, 12(6): 367-368.
- [16] Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation[J]. *Lancet*, 2011, 377(9778): 1693-1702. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60325-5.
- [17] 杨阳, 胡利杰, 蔡西国, 等. 肌电生物反馈治疗对脑卒中患者肢体功能恢复的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2016, 38(2): 144-146. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.02.016.
- [18] 王玉英, 倪朝民, 刘孟, 等. 肌电生物反馈治疗对脑卒中偏瘫步行能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31(8): 874-877. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2016.08.009.

(修回日期: 2018-04-13)

(本文编辑: 凌 琛)