

· 临床研究 ·

基于行走模式的功能性电刺激对健康青年体感诱发电位的影响

陈昱 陈月桂 燕铁斌

【摘要】目的 观察基于人体正常行走模式的四通道功能性电刺激(FES)对健康青年下肢体感诱发电位的影响,并与双通道FES比较。方法 健康青年受试者13名,男6名,女7名,分成双通道FES组(双通道组)和四通道FES组(四通道组)。双通道组先接受30 min双通道FES治疗,四通道组先接受15 min四通道FES,间隔3 d后,2组互换接受第2次刺激。每次刺激前、后均接受体感诱发电位(SEP)检测,记录 N_9 及 P_{40} 的潜伏期和波幅。所有受试者均刺激右侧下肢。结果 2组受试者在接受2种FES后,与组内刺激前比较,刺激侧的SEP值潜伏期缩短,波幅增高,差异有统计学意义($P < 0.05$),非刺激侧潜伏期和波幅变化不明显($P > 0.05$);四通道组与双通道组比较,FES后刺激侧 N_9 潜伏期差异有统计学意义($P < 0.01$),非刺激侧潜伏期和波幅变化并不明显($P > 0.05$)。结论 健康青年下肢接受四通道FES后,刺激侧 N_9 潜伏期较双通道显著性缩短,提示基于行走模式的FES能更快地激活脑细胞。

【关键词】 功能性电刺激; 体感诱发电位; 行走

Effects of walking-pattern-based functional electrical stimulation on somatosensory evoked potentials in healthy young subjects CHEN Yu*, CHEN Yue-gui, YAN Tie-bin. * Department of Rehabilitation Medicine, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China

Corresponding author: YAN Tie-bin, Email: dr. yan@126.com

【Abstract】 Objective To observe the effects on somatosensory evoked potentials (SEPs) of multichannel functional electrical stimulation (FES) of the legs based on a normal walking pattern, and to compare the effects with two-channel functional electrical stimulation. Methods Thirteen healthy young volunteers (6 males and 7 females) were randomly assigned to receive 2 sessions of either two-channel FES for 30 minutes or four-channel FES for 15 min with a 3-day interval between the two treatment sessions. The latencies and amplitudes of the N_9 and P_{40} SEPs were recorded before and after every treatment. All the treatments were carried out on the right lower limbs. Results Thirteen healthy young volunteers (6 males and 7 females) were randomly assigned to receive 2 sessions of either two-channel FES for 30 minutes or four-channel FES for 15 min with a 3-day interval between the two treatment sessions. The latencies and amplitudes of the N_9 and P_{40} SEPs were recorded before and after every treatment. All the treatments were carried out on the right lower limbs. Conclusions The N_9 latency with four-channel FES is remarkably shorter than that with two-channel FES on the legs of healthy young subjects, suggesting that multichannel functional electrical stimulation based on the normal human walking pattern can activate brain cells faster.

【Key words】 Functional electrical stimulation; Somatosensory evoked potentials; Walking

自上世纪60年代,美国医生Liberson等^[1]首次运用功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)成功治疗脑卒中后偏瘫患者足下垂步态后,FES越来越多在临床上用于脑卒中后偏瘫患者的康复治疗。研究证明,FES能缓解患者下肢痉挛,改善步行运动功能,促进肢体功能恢复,提高患者日常生活活动能力,进而实现回归家庭和社会的康复目标^[2-4]。

早在2006年,我国学者首次利用两台美国产双通道FES治疗仪通过时间转换器连接起来成为四通道治疗仪,刺激FES组患侧下肢股四头肌、腓绳肌、胫前肌和小腿三头肌,刺激程序模拟正常人步行中的肌肉收缩时序;安慰组接受刺激时无电流输出;对照组不接受刺激。结果发现在综合痉挛量表评分、最大等长收缩和步行能力评分方面FES组均优于安慰组 and 对照组,说明该四通道FES可以缓解痉挛,促进运动功能恢复及改善早期步行能力^[5]。随着FES技术应用的愈加成熟,利用多通道FES恢复偏瘫患者下肢步行功能的方法日益受到关注^[6]。多通道FES能模拟人体行走模式,其电刺激可在步行周期中不同时序阶段同时或分别刺激相应肌群,以诱发下肢产生类似于正常

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.06.009

基金项目:广东省科技厅项目(2007B31502005, 2010A040302002)

作者单位:300052 天津,天津医科大学总医院康复医学科(陈昱);中山大学孙逸仙纪念医院康复医学科(陈昱、陈月桂、燕铁斌)

通信作者:燕铁斌, Email: dr. yan@126.com

步行时的动作。本研究利用健康青年作为受试者进行前瞻性研究,旨在通过单次基于人体正常行走模式的四通道 FES 与临床目前使用比较多的双通道电刺激进行比较,为四通道 FES 运用于临床提供依据。

对象与方法

一、基本资料

健康受试者 13 例,其中男 6 例,女 7 例;年龄 22 ~ 26 岁,平均年龄(23.55 ± 1.69)岁。入选标准:一般体格检查和神经系统检查均正常;既往无神经系统疾病史。排除标准:外周神经损伤疾病史;下肢金属内固定;安装心脏起搏器;皮肤破溃、感染。

二、治疗方法

1. FES 仪器选择及参数设置:双通道 FES 采用美国产 Respond Select FES 治疗仪,刺激频率 30 Hz,脉宽 200 μ s,通电/断电比 5 s/5s,波升/波降比 1 s/1s,电流强度在 0 ~ 100 mA 可调。四通道 FES 采用基于人体正常行走模式设计的 FES 治疗仪(中山大学孙逸仙纪念医院康复医学科研制,专利号:2006200588870),频率 36 Hz,脉宽 210 μ s,周期性间歇输出模式,每周周期 5 s,治疗时强度以出现下肢行走动作作为适宜。各通道刺激时序如图 1 所示^[5]。

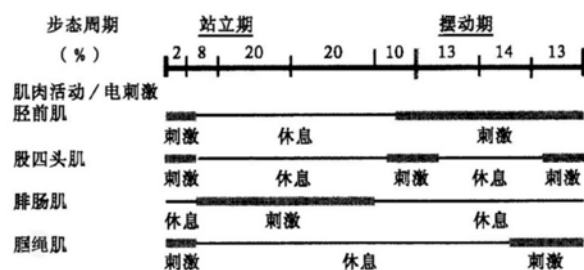


图 1 基于行走模式设计的四通道 FES 治疗时刺激下肢的肌群及其时序

2. 运动点选取及电极放置:运动点定位在肌电图(英国产 Synergy T-EPEMG/EP Monitoring System, Oxford Instruments Medical, Inc)引导下确定。电极不分极性纵行放置,刺激大腿前、后肌群采用 6 cm × 9 cm 电极,刺激小腿前、后肌群采用 4 cm × 4 cm 电极。双通道 FES 电极分别置于小腿前侧和外侧(相当于胫骨前肌、腓骨长短肌的运动点上);四通道 FES 电极按照行走模式参与收缩的肌肉^[6],分别置于股四头肌(相当于股直肌)、腓骨前肌(股二头肌)、腓骨前肌和腓肠肌的运动点上。

3. 体位选择:FES 时受试者取左侧卧位,双悬吊带分别置于右侧膝及踝以上,悬吊带及绑带位置不阻碍关节运动,使右膝、踝与右髌在同一高度水平,达到去重力状态。

4. 刺激方法:采用一次性交叉设计的方法,受试者按照时间顺序入组,分成双通道功能性电刺激组(双通道组)和四通道功能性电刺激组(四通道组)。分别接受 30 min 双通道 FES 治疗或 15 min 四通道 FES 治疗。间隔 3 d 后,双通道组转而接受四通道 FES,四通道组接受双通道 FES。双通道 FES 每分钟完成 6 个踝背伸动作(电流通断比为 5 s/5s, 60/10 = 6),30 min 完成 180 个动作;四通道 FES 每分钟完成 12 个步行动作(5 s/周期, 60/5 = 12),15 min 完成 180 个动作,因此,双通道和四通道完成的踝关节活动次数相同。刺激强度以能出现关节运动而不引起疼痛为标准。FES 由同一专业人员完成。

三、体感诱发电位检测

2 组均于 FES 前和 FES 后即刻检测体感诱发电位(somatosensory evoked potential, SEP),检测由不知道受试者分组的神经电生理专业人员完成。采用运动点定位时使用的肌电图仪记录;按照标准检测方法^[7],针电极记录,胸窝点记录 N₉ 波, Cz 点记录 P₄₀ 波,取 Fz 为参考电极;分别记录刺激侧和非刺激侧 N₉ 及 P₄₀ 潜伏期及波幅;记录 SEP 值为 150 × 2 次重复叠加后的平均值^[8]。SEP 值变化率 = [(刺激后 SEP 值 - 刺激前 SEP 值) / 刺激前 SEP 值] × 100%。检测时要求受试者闭目放松,环境安静对受试者无干扰。

四、统计学分析

以 Microsoft excel 建立数据库,采用 SPSS 17.0 分析,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示。采用重复测量的方差分析比较双通道和四通道治疗前、后的 SEP 值,如果差异有显著性,再用单因素方差分析中 post hoc 法中的 Bonferroni 法比较,用独立样本 *t* 检验比较 2 次刺激前、后变化率。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

2 组第 1 次 FES 前、后的 SEP 潜伏期、波幅及变化率比较见表 1。治疗前,四通道组和双通道组之间的差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,四通道组及双通道组治疗侧的 SEP 潜伏期降低,波幅增高,与组内治疗前比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),非治疗侧变化不明显;2 组治疗后比较,四通道组刺激侧 N₉ 潜伏期降低,与双通道组相比差异有统计学意义($P < 0.01$),但非刺激侧潜伏期和波幅变化无统计学意义($P > 0.05$)。变化率差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

讨 论

SEP 是常见的感觉诱发电位之一,是在感觉器官、感觉神经或感觉传导途径上任何一点受到刺激时,在

表 1 刺激前、后 SEP 值潜伏期、波幅及变化率比较

组 别	刺激侧潜伏期 (ms)		刺激侧波幅 (μV)		非刺激侧潜伏期 (ms)		非刺激侧波幅 (μV)	
	N ₉	P ₄₀	N ₉	P ₄₀	N ₉	P ₄₀	N ₉	P ₄₀
四通道组								
刺激前	8.16 ± 0.72	37.56 ± 1.89	1.65 ± 0.50	2.89 ± 1.14	8.04 ± 0.52	37.52 ± 1.84	1.90 ± 0.73	2.93 ± 0.92
刺激后	8.01 ± 0.67 ^{ab}	37.19 ± 1.63 ^a	2.08 ± 0.59 ^a	3.14 ± 1.17 ^a	8.05 ± 0.54	37.60 ± 1.93	1.81 ± 0.59	3.02 ± 0.96
变化率 (%)	-1.76 ± 2.70	-0.95 ± 1.30	27.61 ± 15.91	10.22 ± 11.19	0.18 ± 3.23	0.22 ± 0.82	-1.67 ± 15.36	2.92 ± 7.53
双通道组								
刺激前	8.22 ± 0.75	37.59 ± 2.05	1.76 ± 0.49	3.28 ± 1.21	7.96 ± 0.78	37.63 ± 1.90	2.13 ± 0.73	3.35 ± 0.96
刺激后	8.05 ± 0.76 ^a	37.30 ± 2.19 ^a	2.14 ± 0.62 ^a	3.75 ± 1.05 ^a	7.87 ± 0.63	37.67 ± 1.87	2.12 ± 0.84	3.37 ± 1.01
变化率 (%)	-2.02 ± 2.59	-0.79 ± 1.28	23.81 ± 26.19	19.34 ± 22.30	-0.92 ± 3.27	0.10 ± 0.60	-1.26 ± 10.44	0.61 ± 5.80

注:与组内刺激前比较,^a $P < 0.05$;与双通道组刺激后比较,^b $P < 0.01$

中枢神经系统引导出的电位,可在一定程度上反映特异性躯体感觉传入通路、脑干网状结构及大脑皮质的机能状态^[9]。因此,SEP 被应用于脑卒中早期诊断和预测脑卒中急性期患者肢体运动功能恢复^[10-11]。同时,SEP 被应用于观察 FES 治疗脑卒中的可信度和敏感度已有报道^[12],刘非等^[13]研究证明,利用 SEP 能较好地反映出健康人接受单次 FES 的刺激效果,说明 SEP 是研究 FES 对脑可塑性影响的可靠、客观的指标。

FES 是利用一定强度的低频脉冲电流,通过预先设定的程序刺激一组或多组肌肉,诱发肌肉运动或模拟正常的自主活动,达到改善或恢复被刺激肌肉或肌群功能的目的。国外学者提出,多通道 FES 具有纠正步态能力强,治疗效果持续时间长的优势^[14],但在具体应用时,与单组的 FES 相比,多通道的 FES 过程较复杂,所以临床上很少应用。近来随着多通道 FES 技术的日益完善,又有国内学者提出动态 FES 的概念^[15]。

本研究通过观察传统双通道 FES 和基于下肢行走模式的四通道 FES 刺激前、后 SEP 的变化,发现四通道 FES 和双通道 FES 均可使刺激侧潜伏期缩短,波幅增高,但四通道的 N₉ 潜伏期降低较双通道变化更明显,差异有统计学意义($P < 0.01$)。发生以上变化的可能机制有以下 3 点:①FES 对脑血流量和兴奋性的影响。Smith 等^[16]在 FES 刺激健康人下肢时,通过 fMRI 观察到大脑相应区域有明显脑电活动,且随刺激量增加而加强。②FES 可产生一种类似“强制性运动”的效果。FES 通过刺激患者相关肌群,使患者产生运动,具有类似于“强制性运动”的作用。有文献报告,损伤同侧及对侧的相应大脑功能代表区的激活状态,在运动时会发生相应改变,提示有发生脑功能重组的可能^[17]。③FES 与运动模式的结合。功能活动的发育来自于模式运动,脑损伤后的运动训练新理念不再是单纯学习对肢体不同关节和肌肉的控制,而是对功能性动作的模式训练^[18]。本研究采用的基于人体正常行走模式的四通道 FES 仪正是基于这样一种理念研发出来的^[6]。通过使患者反复进行完整步行周

期的动作,让这种人工编订的步行周期模式通过刺激本体感受器,不断地向中枢传入运动模式信息,在中枢留下持久的记忆痕迹。

本实验证实,基于正常行走模式的四通道 FES 比目前临床上使用的双通道 FES 更容易兴奋脑细胞,提示这种电刺激对脑损伤后的功能恢复具有潜在的治疗价值,值得在脑损伤后的肢体功能恢复中推广应用。

致谢:参与实验的中山大学孙逸仙纪念医院康复医学学科的实习生及研究生、进修生。

参 考 文 献

- [1] Liberson W, Holmquest H, Scot D, et al. Functional electrotherapy: stimulation of the peroneal nerve synchronized with the swing phase of the gait of hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil, 1961, 42:101-105.
- [2] Yan T, Hui-Chan SWY, Li LSW. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: a randomized, placebo-controlled trial. Stroke, 2005, 36:80-85.
- [3] 孟军, 李然. 低频电刺激拮抗肌对脑卒中患者偏瘫肢体功能的影响. 中国全科医学, 2009, 12:1623-1624.
- [4] 王飞云. 功能性电刺激和早期康复干预在急性脑梗死偏瘫患者中的应用. 当代护士(专科版), 2010, 6:15-16.
- [5] 燕铁斌, 许云影, 李常威. 功能性电刺激改善急性脑卒中患者肢体功能的随机对照研究. 中华医学杂志, 2006, 86:2627-2631.
- [6] 燕铁斌, 程曙光. 一种基于行走模式的下肢瘫痪功能性低频电刺激治疗仪. 中华物理医学与康复杂志, 2008, 30:142-144.
- [7] 燕铁斌, 窦祖林. 实用瘫痪康复. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 162-164.
- [8] 魏妮, 燕铁斌, Christina WY Hui-Chan, 等. 经皮电神经电刺激不同部位对脑卒中患者体感诱发电位的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29:29-32.
- [9] 黄英辉, 张吉强. 体感诱发电位的临床应用进展. 局部手术学杂志, 2009, 18:134-135.
- [10] 刘青蕊, 徐秋霜, 段宏伟, 等. SEPs 在急性脑梗死患者的应用研究. 现代电生理学杂志, 2008, 15:151-154.
- [11] 马超, 徐俭兴, 燕铁斌. 体感诱发电位在预测脑卒中急性期肢体运动功能恢复中的价值. 中华物理医学与康复杂志, 2002, 24:33-35.
- [12] 薛晶晶, 燕铁斌, 陈月桂, 等. 功能性电刺激对脑卒中患者体感诱发电位影响的信度研究. 中国康复医学杂志, 2007, 22:874-876.
- [13] 刘非, 刘慧华, 燕铁斌, 等. 功能性电刺激对健康青年受试者体感及运动诱发电位影响的对照研究. 中国康复医学杂志, 2009, 24:

- 790-792.
- [14] Bogatai U, Gros N, Malezic M, et al. Restoration of gait during two to three weeks of therapy with multichannel electrical stimulation. *Phys Ther*, 1989, 69:319-327.
- [15] 喻欣楠, 钱竞光. 功能性电刺激在偏瘫患者下肢康复医疗中的作用. *南京体育学院学报(自然科学版)*, 2009, 8:26-29.
- [16] Smith GV, Alon G, Roys SR, et al. Functional MRI determination of a dose-response relationship to lower extremity neuromuscular electrical stimulation in healthy subjects. *Exp Brain Res*, 2003, 150:33-39.
- [17] Kononen M, Kuikka JT, Husso-Saastamoinen M, et al. Increased perfusion in motor areas after constraint-induced movement therapy in chronic stroke: A single-photon emission computerized tomography study. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2005, 25:1668-1674.
- [18] 燕铁斌. 人体运动控制与模拟运动模式的低频电刺激临床应用. *实用医院临床杂志*, 2010, 7:4-5.
- (修回日期:2011-05-17)
(本文编辑:阮仕衡)

综合康复干预对老年 2 型糖尿病患者合并抑郁症的影响

郑彩娥 张荀芳 任偶诗 李建英

【摘要】目的 探讨综合康复干预对老年 2 型糖尿病合并抑郁症患者的影响。**方法** 采用汉密尔顿抑郁量表(HAMD)评估 212 例老年 2 型糖尿病患者其抑郁状况,其中合并抑郁的患者 134 例,分为干预组 68 例和对照组 66 例。对照组患者采用降糖药物治疗,并行糖尿病饮食控制,干预组患者在对照组治疗方案的基础上增加综合康复干预(康复健康教育、康复心理干预、康复运动训练)。记录 2 组患者治疗前和治疗 8 周后(治疗后)的 HAMD 量表评分、糖尿病生存质量特异性量表(DSQL)、空腹血糖、餐后 2 h 血糖以及糖化血红蛋白,进行疗效评价。**结果** 2 组患者治疗前 HAMD 评分、DSQL 评分、空腹血糖、餐后 2 h 血糖以及糖化血红蛋白组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗后干预组各项数值较组内治疗前均有显著改善,差异有统计学意义($P < 0.01$),且与对照组治疗后比较,差异亦有统计学意义($P < 0.01$)。**结论** 有效的综合康复干预能缓解老年 2 型糖尿病患者抑郁情绪,有效地控制血糖,提高老年 2 型糖尿病患者生活质量。

【关键词】 老年 2 型糖尿病; 综合康复干预; 抑郁症

随着社会发展、人口老龄化及生活方式改变,糖尿病患病率急剧上升。据国际糖尿病联盟统计,全球糖尿病患者 2003 年 1.98 亿,预计到 2025 年将达到 3.38 亿^[1]。患者由于糖尿病并发症造成功能丧失,或患者对失去生命的威胁产生心理反应,从而产生抑郁,而抑郁又表现在血糖控制差和对治疗依从性差^[2]。由于糖尿病不能治愈,需终身服药,特别是老年患者心理压力,心理失衡,使糖尿病与抑郁发病率不断增高。许多研究表明^[3,4],糖尿病是一种常见的心身疾病,与情绪障碍密切相关,抑郁症患者易患糖尿病,而糖尿病患者又更易患抑郁症;抑郁对糖尿病患者的代谢控制及病情转归造成消极影响,并严重影响生活质量。

近年来,对糖尿病合并抑郁症患者干预研究的报道较多,许多报道^[5-6]对糖尿病合并抑郁症的患者治疗多为心理干预为主,本研究对糖尿病合并抑郁症的患者进行综合康复干预,取得了较好疗效,报告如下。

资料与方法

一、一般资料

选择 2007 年 6 月至 2009 年 10 月住院的离休老干部 2 型糖

尿病患者 212 例,经汉密尔顿抑郁量表(Hamilton Depression Scale, HAMD)^[7]测评诊断合并抑郁症患者 134 例,随机分为干预组 68 例和对照组 66 例;134 例合并抑郁症患者愿意签署知情同意书;2 组患者在性别、年龄、病程、合并症等在康复干预前无统计学意义, $P > 0.05$ 具有可比性。2 组一般资料比较见表 1。

二、治疗方法

对照组采用降糖药物治疗,并行糖尿病饮食控制^[8]。

干预组进行综合康复干预:在对照组治疗方法的基础上采用康复健康教育、康复心理干预和康复运动训练。

1. 康复健康教育:开设糖尿病康复教育课堂,讲解糖尿病的理论知识;①认识糖尿病是一种终生性疾病,需长期坚持控制血糖,树立康复信心。②建立健康的生活方式,保持情绪稳定。③讲解饮食治疗是控制血糖的关键,应终生饮食控制。④按时服药,不得擅自停药或加药。胰岛素治疗患者,观察胰岛素的反应及出现低血糖的处理方法等。

2. 康复心理干预:以主题为中心展开,通过患者的自我描述、相互交流、问答及心理干预,得出合理的认知行为方式,缓解患者的抑郁情绪。采用集体和个人相结合的方法,以座谈的方式进行,且要求家属参加。每周 1 次,4 次为 1 个疗程。第一主题为患者自我生活中的不良遭遇;从各自经历讨论突发事件对自身糖尿病病情的影响及自身适应过程,支持正确的适应方式,纠正消极的应对;放松训练改善日常应激。第二主题为患者自我是怎样看待自己的疾病的;诱导患者讨论与糖尿病有关