

多通道功能性电刺激对脑卒中患者下肢运动功能的影响

陈丹凤^{1,2a}, 燕铁斌¹, 黎冠东^{2a}, 李方明^{2a}, 梁启堂^{2b}

【摘要】 目的:探讨多通道功能性电刺激(FES)对脑卒中偏瘫患者早期下肢运动及平衡功能的影响及其脑可塑性机制。方法:将早期脑卒中患者18例随机分为FES组10例和对照组8例。2组均采用常规治疗,FES组加用基于人体正常行走模式设计的FES治疗仪治疗,对照组给予无电流输出的安慰电刺激。治疗前后采用Fugl-Meyer运动评定量表(FMA)中下肢部分评定下肢运动功能和Berg平衡量表(BBS)评定平衡功能,并给予核磁共振弥散张力成像(DTI)检查。结果:治疗3周后,2组FMA及BBS评分均较治疗前明显提高($P<0.05$),且FES组更高于对照组(均 $P<0.05$);DTI检查结果显示:治疗后,FES组病灶局部水肿较治疗前明显减少,双侧纤维束较治疗前明显增多增粗;对照组病灶局部水肿较治疗前减少,患侧纤维束较治疗前增加不明显。结论:FES治疗能提高脑卒中早期患者下肢运动功能,改善平衡功能,同时促进脑功能重组。

【关键词】 功能性电刺激;脑卒中;下肢;弥散张力成像

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2013.04.020

Effect of multi-channel functional electrical stimulation on motor and functional recovery of the lower extremity in early stroke patients CHEN Dan-feng, YAN Tie-bin, LI Guan-dong, et al. Department of Rehabilitation Medicine, Second Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China

【Abstract】 Objective: To explore the effects of multi-channel functional electrical stimulation (FES) on limb movement and balance function of early stroke patients and its mechanisms of brain plasticity. Methods: Eighteen cases of early stroke were randomly divided into FES group ($n=10$) and control group ($n=8$). Both groups received the same conventional therapy, FES group was given FES treatment based on a normal walking pattern design, and control group was given no electrical stimulation current output. Before and after treatment, Fugl-Meyer motor assessment (FMA) for the lower extremity and Berg Balance Scale (BBS) were assessed, and both groups of patients were given nuclear magnetic resonance diffuse tensor image (DTI) examination. Result: After treatment for three weeks, FMA and BBS assessment scores in both groups were significantly increased, more significantly in FES group than in control ($P<0.05$ for all). The DTI in FES group was improved significantly after treatment, and there was no obvious improvement of DTI in control group. Conclusion: FES can improve motor function and balance function of the patients with early stroke, and also can promote the reorganization of brain function.

【Key words】 functional electrical stimulation; stroke; lower extremity; diffuse tensor image

功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)在改善脑卒中患者肢体运动功能方面的疗效已逐渐受到重视^[1]。研究证明,FES是一种有效改善偏瘫患者肢体运动功能障碍的治疗方法^[2],临床应用多以单通道或双通道FES为主。近年来,多通道FES临床报道日益增多^[3];但以往的研究侧重于FES改善脑卒中的临床疗效观察,对其结合脑功能成像来评价

脑卒中的损伤程度和康复治疗预后的研究甚少。本研究初步探讨多通道FES对脑卒中患者脑部纤维束的定性改变来分析患者神经网络损害与下肢运动功能的影响及特点,为后续探讨康复预后及恢复机制提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2013年1月~2013年5月在广东省江门市中心医院神经科住院的脑卒中患者,均符合第四届全国脑血管会议制定的关于脑卒中的诊断和分类标准,并经CT或MRI确诊;排除进展性脑卒中、蛛网膜下腔出血、责任病灶位于脑干或小脑、严重认知功能障碍、溶栓或取栓术成功、严重感染、合并严重心、肺、

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划(2011BAI08B11);广东省科技计划项目(2011B031800298)

收稿日期:2013-06-18

作者单位:1.中山大学孙逸仙纪念医院康复医学科,广州510000;2.广东省江门市中心医院 a.神经内科,b.放射科,广东 江门 529000

作者简介:陈丹凤(1985-),女,技师,主要从事脑卒中康复方面的研究。

通讯作者:燕铁斌,教授。

肝、肾等疾病、合并严重颅脑外伤或恶性肿瘤、拒绝签署知情同意书者。18例患者随机分为2组,①FES组10例,男7例,女3例;平均年龄(50.5 ± 10.7)岁;平均病程(17.0 ± 8.2)d;脑梗死7例,脑出血3例;Brunnstrom分期:1期3例,2期5例,4期2例。②对照组8例,男6例,女2例;平均年龄(56.0 ± 8.8)岁;平均病程(15.9 ± 6.0)d;脑梗死5例,脑出血3例;Brunnstrom分期:1期2例,2期4例,4期2例。2组患者一般资料比较差异无统计学意义。

1.2 方法 2组患者均采用药物和常规康复训练治疗,FES组加用基于人体正常行走模式设计的FES治疗仪治疗:采用中山大学孙逸仙纪念医院康复科研制多通道FES(专利号:2006200588870),基于人体正常行走模式设计;患者采取健侧卧位、患侧下肢悬吊的减重体位,电极片分别置于胫前肌、股四头肌内外侧头、腓肠肌及股二头肌的运动点上;频率30Hz,脉宽200 μ s,步行周期为5s,电流强度以患者耐受为度。每天治疗1次,每次30min,每周5次,共3周。对照组给予无电流输出的安慰电刺激,电极放置与FES组相同,但治疗时不予电流输出。

1.3 检测指标 分别于治疗前后对患者进行以下评定。①下肢运动功能:应用Fugl-Meyer运动评定量表(Fugl-Meyer motor assessment,FMA)中下肢部分进行评定,包括17个小项,每小项0~2分,最高34分,得分越高,提示下肢运动功能越好。②平衡功能:用Berg平衡量表(Berg balance scale,BBS)评定,共14个项目,每个项目最低得分为0~4分,总分56分,得分越高,平衡能力越好。③核磁共振弥散张力成像(nuclear magnetic resonance diffusion tensor image,DTI)图像的采集:采用德国Siemens公司生产的Avanto Tin 1.5T磁共振成像系统,由同一技术人员操作,在同一层面上截取图像。

1.4 统计学方法 采用临床医师统计学软件进行分析,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,t检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

治疗前,2组FMA及BBS评分比较差异无统计学意义;治疗3周后,2组FMA及BBS评分均较治疗前明显提高,且FES组更高于对照组(均 $P < 0.05$)。见表1。

DTI检查结果显示:治疗前,2组脑核磁共振常规成像在病灶部位均出现局部水肿,DTI在损伤部位均表现为局部纤维束明显减少、部分中断;治疗后2组与治疗前在同一层面相应部位相比,FES组病灶局部水

肿较治疗前明显减少,双侧纤维束较治疗前明显增多增粗;对照组病灶局部水肿较治疗前减少,患侧纤维束较治疗前增加不明显。

表1 2组FMA及BBS评分治疗前后比较 分, $\bar{x} \pm s$

组别	n	FMA		BBS	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
FES组	10	10.1 $\pm$ 5.7	22.6 $\pm$ 3.1 ^{ab}	8.5 $\pm$ 9.5	41.2 $\pm$ 6.5 ^{ab}
对照组	8	8.4 $\pm$ 7.3	16.5 $\pm$ 7.1 ^a	8.6 $\pm$ 9.1	30.0 $\pm$ 13.5 ^a

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

3 讨论

FES是一种广泛应用于临床的康复治疗方法,大量临床研究表明,电刺激能显著改善脑卒中患者肢体功能,提高患者生活自理能力,明显降低致残率^[4-5]。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^[6]。本研究所采用的四通道FES与单通道或双通道相比,具有4个输出通道,可对4组肌群刺激,模拟正常行走模式,产生多关节、多组肌群的协调活动,使瘫痪的下肢产生行走的动作。这种刺激多组肌群、产生多个关节活动的治疗方式符合功能性活动的要求,能更好地改善瘫痪肢体的运动功能^[7]。本研究也发现FES配合早期康复治疗能明显改善脑卒中偏瘫患者下肢运动功能和平衡功能。DTI是近年来运用于临床的一种功能性磁共振成像方法,是当前唯一的一种能有效观察和追踪脑白质纤维束的非侵入性检查方法,能较好显示出白质纤维束,提供其它成像方法所无法提供的脑的解剖结构信息^[8-9]。应用DTI对脑卒中患者进行评价,已逐渐成为临床上一种重要参考依据^[10],甚至可以发现短暂性脑缺血发作和微小脑卒中之间的差异,更有利于准确地评估患者的长期预后^[11]。

研究表明,早期、强化康复治疗能显著改善脑卒中偏瘫患者下肢的运动功能^[12-17]。而本研究无论是从介入的时间还是治疗强度上均符合早期、强化的观点。本研究发现早期康复训练配合FES治疗和单纯早期康复训练均可以改善脑卒中偏瘫患者下肢功能,但早期康复训练配合FES治疗的效果明显更优,此结果与Peppen等^[12]和Kwakkel等^[13]的文献系统回顾相一致。

DTI是利用组织内水分子弥散呈各向异性的特征进行成像,能清楚地显示病灶部位与受损白质纤维之间的关系,对脑卒中患者临床神经功能康复治疗及判断预后提供更多重要的信息。同时纤维成像还可在活体上显示出双侧脑组织横向联系的胼胝体纤维,对判断可能的代偿恢复提供一定的依据^[14]。Smith等^[15]用功能性磁共振观察了FES刺激健康人群下肢后发现,大脑相应区域有明显脑功能活动,这种活动随着治

疗量增加而增加。Kimberley 等^[16]以 FES 刺激脑卒中患者肢体后也发现大脑皮质信号明显增加,患者的肢体功能亦明显改善。本研究以 4 通道 FES 刺激偏瘫患者肢体 3 周后发现患者纤维束明显增多,肢体功能亦明显改善,这些与文献报道相一致^[15-16]。可能是因为 FES 组模拟了正常的步行动作,在治疗中可以引起患者肢体反复运动,具有“强制性使用”下肢的作用。已有文献报告,肢体的强制性使用可以促进大脑相应区域的功能重组^[17]。综上所述,FES 能改善脑卒中患者下肢运动功能及平衡功能,其与脑功能重塑机制还需进一步深入研究。

【参考文献】

- [1] Peurala SH, Pitkanen K, Sivenius J. Cutaneous electrical stimulation may enhance sensorimotor recovery in chronic stroke[J]. Clin Rehabil, 2002, 16(7): 709-716.
- [2] Bogey R, Hornby GT. Gait training strategies utilized in poststroke rehabilitation: are we really making a difference[J]? Top Stroke, 2007, 14(6): 1-8.
- [3] Daly JJ, Roenigk K, Holcomb J, et al. A randomized controlled trial of functional Rehabil neuromuscular stimulation in chronic stroke[J]. Stroke, 2006, 37(1): 172-178.
- [4] Clanz M, Klawansky S, Stason W. Functional electrical stimulation in post-stroke rehabilitation: a meta-analysis of the randomized controlled trials[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1996, 77(6): 549-553.
- [5] Yan T, Hui-Chan CWY, Li LS. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: A randomized placebo-controlled trial[J]. Stroke, 2005, 36(1): 80-85.
- [6] Bogatai U, Gros N, Malezic M. Restoration of gait during two to three weeks of therapy with multichannel electrical stimulation[J]. Phys Ther, 1989, 69(5): 319-327.
- [7] Kesar TM, Perumal R, Reisman DS. Functional electrical stimulation of ankle plantarflexor and dorsiflexor muscles effects on poststroke gait[J]. Stroke, 2009, 40(12): 3821-3827.
- [8] Gillard JH, Papadakis NG, Martin K. MR Diffusion Tensor Imaging of White Matter Tract Disruption in Stroke at 3T[J]. BJR, 2001, 74(883): 642-647.
- [9] Pierpaoli C, Jezzard P, Basser PJ. Diffusion Tensor MR Imaging of the Human Brain[J]. Radiology, 1996, 201(3): 637-648.
- [10] Sotak CH. The role of diffusion tensor imaging in the evaluation of ischemic brain injury-a review[J]. NMR Biomed, 2002, 15(7-8): 561-569.
- [11] Tong T, Yao ZW, Feng XY. Transient ischemic attack and stroke can be differentiated by analyzing the diffusion tensor imaging[J]. Korean J Radiol, 2011, 12(3): 280-288.
- [12] Peppen RPS, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence[J]? Clin Rehabil, 2004, 18(8): 833-862.
- [13] Kwakkel G, Peppen R, Wagenaar RC. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis[J]. Stroke, 2004, 35(11): 2529-2539.
- [14] Sartor K, Hartmann M, Fiebach J, et al. Normal and abnormal water diffusion in the brain[J]. Rofo: Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin, 2003, 175(10): 1317-1329.
- [15] Smith GV, Alon G, Roys SR. Functional MRI determination of a dose-response relationship to lower extremity neuromuscular electrical stimulation in healthy subjects[J]. Exp Brain Res, 2003, 150(1): 33-39.
- [16] Kimberley TJ, Lewis SM, Auerbach EJ. Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke[J]. Exp Brain Res, 2004, 154(4): 450-460.
- [17] Liepert J, Bauder H, Miltner WHR. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans[J]. Stroke, 2000, 31(6): 1210-1216.

作者·读者·编者

参考文献著录格式

参考文献:文稿中有关引用资料以近期出版的期刊及著作为主,应用资料必需是正式发行的出版物,按在文稿中首次出现的顺序编码,并用方括号标注如“曾敏等^[1]报道”。参考文献著录格式应将作者的前 1~3 名列出,3 名后加等。①著作:作者·书名[M]·出版地:出版社,年,起止页码。②期刊:作者·文稿题[J]·期刊名,年,卷(期):起止页码。