

# 便携式上肢功能性电刺激设备对脑卒中患者功能的即刻影响

李建华 吴涛 许志生 戴洁 边仁秀 纪晴 楼鑫鑫

**【摘要】** **目的** 研究脑卒中患者佩戴便携式上肢功能性电刺激(FES)设备对其手部功能性动作即刻功能变化的影响。**方法** 选取脑卒中患者 20 例,全部佩戴便携式上肢 FES 设备接受治疗,开始刺激前,将 8 块电极片分别按第 1、第 2、第 3 和第 4 通道四个刺激通道位置粘贴,刺激频率为 40 Hz,脉冲宽度为患者能够完成动作的最小宽度,刺激时间为患者能够完成动作的最短时间。电刺激顺序为:第 1 通道、第 2/3 通道、第 1 通道、第 4 通道。每个通道电刺激的刺激间隔为 2000 ~ 3000 ms,用支具将腕关节固定于功能位,通过 15 min 的康复练习,协助患者能较熟练地在 FES 的辅助下完成抓、握和对捏动作,记录刺激参数。分别于患者佩戴便携式上肢 FES 设备前(佩戴前)和戴后 FES 产生手部功能性动作即刻(佩戴后),对患者进行各项功能指标评定,评定内容包括 Fugl-Meyer 运动功能评分(FMA)、上肢功能试验(UEFT)、目测类比法(VAS)和改良的 Barthel 指数(MBI)评分,并进行统计学分析比较。**结果** 佩戴便携式上肢 FES 设备前,20 例脑卒中患者的 FMA、UEFT 和 MBI 评分分别为(19.4 ± 7.1)、(3.6 ± 3.7)和(53.8 ± 26.2)分,佩戴便携式上肢 FES 设备后,患者的 FMA 评分[(30.4 ± 9.6)分]、UEFT 评分[(26.9 ± 5.9)分]和 MBI 评分[(65.8 ± 17.7)分]均较佩戴前明显提高,且差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。佩戴后患者的 VAS 评分[(1.3 ± 0.7)分]较佩戴前[(1.4 ± 0.4)分]有所下降,但差异并无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** 脑卒中患者佩戴便携式上肢 FES 设备可即刻改善患者的上肢功能和患者日常生活活动能力,但对患者疼痛程度改善不明显。

**【关键词】** 脑卒中; 上肢功能; 功能性电刺激; 日常生活活动能力

**The instant effect of upper extremity functional electrical stimulation on stroke patients** Li Jianhua, Wu Tao, Xu Zhisheng, Dai Jie, Bian Renxiu, Ji Qing, Lou Xinxin. Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Sir Run Run Shaw Hospital, College of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou 310016, China  
Corresponding author: Li Jianhua, Email: zjdxsyfjfk@126.com

**【Abstract】** **Objective** To study the immediate effect of applying a portable functional electrical stimulation device (PUEFESD) to the upper extremities of stroke patients. **Methods** Twenty stroke survivors were selected. Pairs of electrodes of the PUEFESD were applied on the dorsal and palm sides of the affected forearm and thenar to stimulate the extensors and flexors as well as the thenar muscles sequentially according to a programmed protocol. Functional evaluation was conducted before and immediately after the stimulation. All participants were assessed with regard to their motor function and performance in the activities of daily living using an upper extremity function test (UEFT), the upper extremity motor function portion of the Fugal-Meyer assessment (FMA), and rating with the modified Barthel index (MBI). A visual analogue scale (VAS) was used to evaluate pain in the affected upper extremity. **Results** The patients' average FMA score was 19.4 ± 7.1 before the stimulation and 30.4 ± 9.6 after. The corresponding UEFT scores were 3.6 ± 3.7 and 26.9 ± 5.9, and the average MBI scores were 53.8 ± 26.2 and 65.8 ± 17.7. All of these increases were statistically significant. The average VAS score, however, did not change significantly. **Conclusions** Functional electric stimulation can quickly improve upper extremity function and the ADL ability of stroke patients, but pain is not relieved significantly.

**【Key words】** Stroke; Upper extremity function; Functional electrical stimulation; Activities of daily living

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.02.006

基金项目:浙江省科技厅重大专项(2010C13026)

作者单位:310016 杭州,浙江大学医学院附属邵逸夫医院康复医学科(李建华、吴涛、许志生、戴洁);浙江大学生物医学工程与仪器科学学院(纪晴);浙江大学求是高等研究院(楼鑫鑫)

通信作者:李建华, Email: zjdxsyfjfk@126.com

上肢功能障碍是脑卒中患者最常见的后遗症之一,患者发生率为 69% ~ 80%,严重影响患者日常生活活动能力<sup>[1]</sup>。功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)是一种治疗脑卒中患者偏瘫的有效手段,它从 20 世纪 60 年代开始用于脑卒中偏瘫患者

的治疗,近年来在国外临床上应用日益普遍<sup>[2]</sup>。目前国内也广泛开展了 FES 对于脑卒中患者肢体功能影响的研究<sup>[3-5]</sup>,但大多产品都局限于临床治疗专用,尚没有设计出适用于社区和家庭的便携式 FES 设备。为此,浙江大学附属邵逸夫医院康复医学科、浙江大学求是高等研究院和浙江大学生物医学工程与仪器科学学院共同研制开发出了一套上肢便携式 FES 设备。本研究通过临床试验观察该套设备对脑卒中偏瘫患者上肢功能即刻功能改善的影响,旨在探讨该产品在社区和家庭应用的可行性。

## 对象与方法

### 一、研究对象

入选标准:①符合 1995 年全国第 4 届脑血管疾病会议制订的脑卒中诊断标准<sup>[6]</sup>;②首次发病;③为颈内动脉系统一侧大脑半球病变,并经头颅 CT 或 MRI 检查证实;④患者病情稳定,意识清晰,可接受动作性指令;⑤患者坐位平衡 2 级及以上,可以端坐 30 min;⑥患侧上肢 Brunnstrom 分期在 4 期及以下的患者;⑦患侧上肢痉挛状态为改良的 Ashworth 量表分级 3 级或以下<sup>[7]</sup>;⑧患者可耐受患侧上肢的低频电刺激治疗;⑨签署知情同意书。

排除标准:①发病前有精神病史、卒中后有意识障碍、失语、痴呆、智能损害;②既往有脑器质性疾病和精神疾患,简明精神状态检查(mini-mental state examination, MMSE)评分 < 23 分;③心源性脑梗死或大面积脑出血;④有短暂性脑缺血和可逆性脑卒中;⑤严重心肺并发症不能耐受康复治疗。

选取 2011 年 1 月至 2012 年 1 月本院康复医学科收治且符合上述标准的脑卒中患者 20 例,男 17 例,女 3 例;年龄 48 ~ 75 岁,平均(61.9 ± 13.1)岁;病程 4 ~ 14 个月,平均(9.4 ± 5.5)个月;其中脑梗死 14 例,脑出血 6 例;左侧肢体瘫痪 9 例,右侧肢体瘫痪 11 例。本研究获得邵逸夫医院临床试验研究医学伦理委员会批准。

### 二、研究方法

1. 便携式上肢 FES 设备:由浙江大学医学院附属邵逸夫医院康复医学科、浙江大学求是高等研究院和浙江大学生物医学工程与仪器科学学院共同研制开发,为四通道 FES 装备,设备技术各项指标经浙江省医疗器械检验所检测合格(报告编号 Z20112544)。设备由软件和硬件两部分组成,硬件部分包括 FES 仪器、导线、刺激电极和腕部功能为支具(图 1);软件部分为刺激器控制软件,可以即刻调整刺激器的刺激频率、脉冲宽度、刺激时间及刺激间隔时间,实现刺激参数的个体化调整。

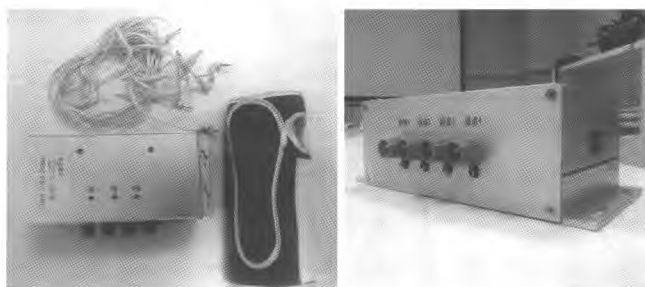


图 1 便携式上肢 FES 设备

2. 便携式上肢 FES 设备使用方法:将本组 20 例脑卒中患者全部佩戴便携式上肢 FES 设备接受治疗,开始刺激前,将 8 块电极片分别按照以下 4 个刺激通道位置粘贴。①第 1 刺激通道:2 块电极片横向并置于前臂背侧肌群,以引起腕背伸及指伸动作;②第 2 刺激通道:2 块电极片纵向并置于前臂前部桡侧肌群,以引起腕前屈及指屈及拇内收动作(抓);③第 3 刺激通道:2 块电极片纵向并置于前臂前部尺侧肌群,以引起腕前屈及指屈动作(抓握);④第 4 刺激通道:1 块电极片置于手部掌侧大鱼际肌肌腹,1 块电极片置于虎口部,以引起拇内收和拇食指并指动作(捏)。刺激频率为 40 Hz,脉冲宽度为患者能够完成动作的最小宽度,刺激时间为患者能够完成动作的最短时间。

电刺激顺序为:第 1 通道、第 2/3 通道、第 1 通道、第 4 通道。每个通道电刺激的刺激间隔为 2000 ~ 3000 ms,以保证患者能够充分完成每一个刺激动作。用支具将腕关节固定于功能位,以减少腕部活动对手功能的影响。通过 15 min 的康复练习,协助患者能较熟练地在 FES 的辅助下完成抓、握和对捏动作,记录刺激参数。如患者在刺激过程中出现疼痛不能耐受或肌张力异常增高等不适,则即刻停止刺激。

3. 功能评定方法:分别于患者佩戴便携式上肢 FES 设备前(佩戴前)和佩戴后 FES 产生功能性动作即刻(佩戴后)对患者进行各项指标评定,内容包括用上肢功能试验(upper extremities functional test, UEFT)<sup>[8]</sup>测定患者的上肢功能,用 Fugl-Meyer 运动功能评分(Fugl-Meyer assessment of motor, FMA)<sup>[9]</sup>检测患者运动功能,用目测类比法(visual analogue scale, VAS)评分评定患者的疼痛程度,用改良的 Barthel 指数(modified Barthel index, MBI)<sup>[11]</sup>评估患者的日常生活活动能力。

### 三、统计学方法

采用患者自身佩戴便携式上肢 FES 设备前、后比较的方法,使用 SPSS 17.0 版统计学软件包进行统计学分析处理,计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,正态分布的连续变量采用 *t* 检验, $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 结 果

佩戴便携式上肢 FES 设备后,患者的 FMA、UEFT 和 MBI 评分均较佩戴前明显提高,且差异有统计学意义( $P < 0.05$ );VAS 评分较佩戴前有所下降,但差异并无统计学意义( $P > 0.05$ )。详见表 1。

表 1 20 例患者佩戴便携式上肢 FES 设备前、后的各项评定指标比较(分,  $\bar{x} \pm s$ )

评定时间	例数	FMA 评分	UEFT 评分	VAS 评分	MBI
佩戴前	20	19.4 ± 7.1	3.6 ± 3.7	1.4 ± 0.4	53.8 ± 26.2
佩戴后	20	30.4 ± 9.6 <sup>a</sup>	26.9 ± 5.9 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.7 <sup>b</sup>	65.8 ± 17.7 <sup>a</sup>

注:与佩戴前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ,<sup>b</sup> $P > 0.05$

## 讨 论

FES 属于神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NES)的范畴,是利用一定强度的低频脉冲电流,通过预先设定的程序来刺激一组或多组肌肉,诱发肌肉运动或模拟正常的自主运动,以达到即刻改善或恢复被刺激肌肉或肌群之功能的目的。目前国外成熟的上肢便携式电刺激产品包括 Handmaster 系统、仿生手套系统、Freehand 系统等,国内目前尚未见相关产品及报道。本研究采用浙江大学研发的便携式上肢 FES 设备,在多通道 FES 工作理论的基础上,通过采集患者健侧上肢功能重现的电刺激参数获得患侧上肢功能性动作重现的电刺激数据,为脑卒中患者提供个性化的上肢功能重建方案,实现脑卒中偏瘫患者手臂功能动作(抓、握、捏和粗大运动)的恢复与重建。

一般认为,脑卒中后 3~6 个月,约有 55%~75% 的患者可能出现手部抓握、持物或操作物体能力缺失,其中只有 5%~20% 的脑卒中患者可以完全恢复手的功能<sup>[7]</sup>。研究发现,经过常规康复治疗,大脑中动脉缺血性脑卒中患者发病后 6 个月时仅有 11.6% 的患者可以恢复患侧手的功能<sup>[8]</sup>。这是由于在上肢功能的恢复过程中,经过一段时间的软瘫期后,最常见的恢复过程包括不能控制的屈肌协同模式以及手指和腕屈肌肌张力的异常增高;这 2 种变化均可妨碍患侧手的独立单关节活动的完成以及腕背伸和手指伸展动作的完成,而这些动作又是患侧手重新获得抓握功能的重要条件<sup>[9]</sup>。上肢 FES 可以协助患者完成患侧上肢的一些基本动作,帮助患者在损伤早期使用患侧手完成一些日常生活动作,从而在一定程度上延缓了废用综合征的发生。一项 41 例的随机对照研究发现,与对照组相比,经 12 周任务针对性 FES 治疗,脑卒中患者患侧肢体的手功能测试得分和 FMA 评分得分均明显提高,从而证明 FES 可以有效改善卒中患者患侧上肢的

功能活动<sup>[10]</sup>。Theilig 等<sup>[11]</sup>研究则发现,2 周的肌电诱发功能性电刺激(electromyography-functional electrical stimulation, EMG-FES)可以促进患者运动功能的恢复,缓解患侧手的痉挛,并能明显改善腕背伸的被动关节活动度;有学者<sup>[12-13]</sup>也提出,上肢 FES 与肢体的主动运动训练相结合时,对患侧肢体运动功能的改善更加明显。本研究中 20 例脑卒中患者佩戴该产品后,患者的 FMA、UEFT 和 MBI 评分(见表 1)均较佩戴前明显提高( $P < 0.05$ );VAS 评分较佩戴前有所下降,但差异并无统计学意义( $P > 0.05$ )。提示该产品具有即刻改善脑卒中患者偏瘫上肢功能的作用,而对于患者疼痛程度的改善作用不明显。这与国外的研究成果<sup>[14]</sup>基本一致。

本研究还发现,佩戴便携式上肢 FES 设备后,患者手的抓握能力有明显改善,且上肢 Fugl-Meyer 评估也大大改善( $P < 0.05$ )。在上肢功能试验中在“抓、握、捏”的动作时,对中等体积的物件患者容易完成,对体积较大或较小的患者往往抓握较困难,推测这可能与患者前臂肌群肌张力过高有一定关系。脑卒中后继发的肌肉痉挛可能导致正常肌肉解剖位置的改变。本研究在安放腕伸肌、指伸肌及拇长展肌、桡侧腕屈肌、指深屈肌及拇内收肌、尺侧腕屈肌、指浅屈肌、掌侧大鱼际肌的电极时发现,不同的患者最佳电极位置要有所调整,尤其是腕伸肌、指伸肌及拇长展肌这三块肌肉尤为明显。这是确定个性化治疗方案的一个方面。

本研究只研究了佩戴便携式上肢 FES 设备对脑卒中患者上肢功能的即刻改善影响,尚未研究长期佩戴该款便携式上肢 FES 设备训练一段时间后对患者手功能的影响,有待于今后作进一步研究。

## 参 考 文 献

- [1] 燕铁斌, 奚祖林. 实用瘫痪康复[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999: 397-398.
- [2] Van Peppen RP, Hendriks J, van Meeteren NL, et al. The development of a clinical practice stroke guideline for physiotherapists in the Netherlands: A systematic review of available evidence[J]. Disabil Rehabil, 2007, 29(10): 767-783.
- [3] 张定国, 朱向阳. 功能性电刺激研究在中国的回顾、现状与展望[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16(9): 848-850.
- [4] 刘慧华, 燕铁斌. 功能性电刺激对脑卒中患者上肢体感及运动诱发电位的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2009, 24(9): 793-796.
- [5] 游国清, 燕铁斌. 功能性电刺激及其在脑卒中后偏瘫患者中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29(2): 142-144.
- [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] Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity[J]. Phys Ther, 1987, 67(2): 206-208.
- [8] Lyle RC. A performance test for assessment of upper limb function in

- physical rehabilitation treatment and research[J]. *Int J Rehabil Res*, 1981, 4(4):483-492.
- [9] Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO, et al. Compensation in recovery of upper extremity function after stroke; the copenhagen stroke study[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1994, 75(8):852-857.
- [10] Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J, et al. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke[J]. *Stroke*, 2003, 34(9):2181-2186.
- [11] Raghavan P, Santello M, Gordon AM, et al. Compensatory motor control after stroke: an alternative joint strategy for object-dependent shaping of hand posture[J]. *J Neurophysiol*, 2010, 103(6):3034-3043.
- [12] Alon G, Alan FL, Patricia AM. Functional electrical stimulation enhancement of upper extremity functional recovery during stroke rehabilitation: a pilot study[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2007, 21(3):207-215.
- [13] Theilig S, Podubecka J, Bösl K, et al. Functional neuromuscular stimulation to improve severe hand dysfunction after stroke: does inhibitory rTMS enhance therapeutic efficiency[J]. *Exp Neurol*, 2011, 230(1):149-155.
- [14] Popovic MB, Popovic DB, Sinkjaer T, et al. Restitution of reaching and grasping promoted by functional electrical therapy[J]. *Artif Organs*, 2002, 26(3):271-275.

(修回日期:2014-06-03)

(本文编辑:汪玲)

· 外刊撷英 ·

## Total knee arthroplasty outcomes in diabetics outcomes of a single corticosteroid injection for trigger finger

**BACKGROUND AND OBJECTIVE** Trigger finger is one the most common pain disorders, with an estimated lifetime risk of 2.6% in the general population. Prior studies have shown the success of corticosteroid injections to be in the range of 61% to 84% with one to three injections. This study investigated the long-term effectiveness of a single corticosteroid injection for trigger finger.

**METHODS** This retrospective case series involved successive patients treated for trigger finger from January of 2000 to December of 2007. The records were examined for primary outcome of treatment failure, defined as a subsequent injection or surgical release of the affected digit. Success was identified as an absence of symptoms at subsequent follow-up visits, or by telephone interview.

**RESULTS** Of the 366 patients, 44% had multiple trigger fingers, and 24% were diabetic at the time of the injection. Of those, 54.6% had repeat injection or surgical release, and 45.4% had no further intervention. Treatment success occurred in 49.2% of females and 38.1% of males ( $P < 0.05$ ). Of those with treatment failure, 64% required repeat injection and 33% underwent surgical release. Of those with single digit trigger fingers, 50.7% had treatment success, as compared with 30.5% of those with multiple trigger fingers ( $P < 0.05$ ).

**CONCLUSION** This retrospective study of patients undergoing a single corticosteroid injection for trigger finger found that 45% experienced long-term treatment success.

【摘自:Wojahn RD, Foeger NC, Gelberman RH, et al. Long-term outcomes following a single corticosteroid injection for trigger finger. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2014, 96(22):1849-1854.】

## Total knee arthroplasty outcomes in diabetics

**BACKGROUND AND OBJECTIVE** Some studies have estimated that more than half of patients with diabetes mellitus have arthritis, and may eventually need a hip or a knee replacement. As several studies have demonstrated that hyperglycemia can adversely affect wound healing, the risk of poor outcomes among diabetics undergoing joint replacement is a concern. This meta-analysis was undertaken to clarify the prevalence of diabetes mellitus among patients undergoing primary total knee replacement, and to determine whether this disease impacts outcome.

**METHODS** A systematic search was conducted for publications between 1996 and 2014. That search yielded 14, high-quality, controlled observational studies covering 835,071 total knee arthroplasties.

**RESULTS** The data revealed that patients with diabetes mellitus were at increased risk of deep infection [odds ratio (OR) = 1.61], periprosthetic fracture (OR = 1.89), aseptic loosening (OR = 9.36) and worse Knee Society Function subscores (mean difference = -5.86) relative to those without diabetes.

**CONCLUSION** This meta-analysis of studies concerning the effect of diabetes on the outcome of knee replacement found that diabetes increases the risk of infection, fracture, hardware loosening and poor outcome.

【摘自:Yang Z, Liu H, Xie X, et al. The influence of diabetes mellitus on the post-operative outcome of elective primary total knee replacement. *Bone Joint J*, 2014, 96-B:1637-1643.】