

·临床研究·

# 肌电反馈功能性电刺激治疗急性期 脑梗死手功能障碍的临床研究\*

宋小慧<sup>1</sup> 谢青<sup>1,3</sup> 崔立军<sup>1</sup> 鲍勇<sup>2</sup> 纵亚<sup>1</sup> 张伟明<sup>1</sup>

## 摘要

**目的:**观察肌电反馈功能性电刺激(EMG-FES)对急性期脑梗死患者手功能障碍的康复治疗效果。

**方法:**急性期脑梗死手功能障碍患者40例,采用随机数字表法分为治疗组和对照组,各20例。2组患者均接受相同的常规康复治疗,治疗组患侧上肢给予EMG-FES,对照组患侧上肢行神经肌肉电刺激(NMES)治疗,2组治疗均为每日1次,每次15min,每周5次,共8周。分别于治疗前及治疗2、4、8周后采用上肢Fugl-Meyer评分(FMA)、Barthel指数(BI)和10s抓握测试(HGRT)进行评定,对结果进行统计分析并比较其疗效。

**结果:**治疗前评定,治疗组和对照组FMA、BI和HGRT评分组间差异均无显著性意义( $P>0.05$ )。治疗4周后,治疗组FMA、BI和HGRT评分分别为(56.45±9.05)分、(91.00±7.18)分和(10.4±4.51)次;对照组分别为(55.55±9.71)分、(84.7±12.62)分和(8.05±4.27)次,HGRT次数组间比较差异有显著性意义( $P<0.05$ )。治疗8周后,治疗组FMA、BI和HGRT评分分别为(62.95±3.32)分、(98.7±3.93)分和(13.0±3.68)次;对照组分别为(58.60±7.70)分、(89.7±10.94)分和(9.26±4.12)次,经比较,治疗组各项评分均较对照组明显改善,组间差异有显著性意义( $P<0.05$ )。

**结论:**肌电反馈功能性电刺激能有效改善脑梗死急性期患者具有一定活动能力的偏瘫手的功能和ADL能力。

**关键词** 脑梗死;电刺激;手功能障碍

中图分类号:R743.3,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2015)-06-0538-04

**Effects of EMG-feedback functional electrical stimulation on hand dysfunction in acute cerebral infarction patients/SONG Xiaohui, XIE Qing, CUI Lijun, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2015, 30(6): 538—541**

## Abstract

**Objective:** To observe the effects of EMG-feedback functional electrical stimulation (EMG-FES) therapy on hand function recovery in acute cerebral infarction patients.

**Method:** Forty cerebral infarction patients were randomly divided into a treatment group and a control group. Each group contained 20 patients and received the same conventional rehabilitation treatments. In addition, the treatment group and the control group were also given EMG-FES and neuromuscular electrical stimulation (NMES), respectively. All therapies in both groups were set once a day for 15 minutes, 5 days a week, 8 weeks in total. Fugl-Meyer (FMA) upper limb assessment, Barthel index (BI), and hand grab and relax test (HGRT) in 10 seconds were evaluated for each patient before treatment and 2, 4, 8 weeks during treatment.

**Result:** Before treatment, no significant difference was found in the scores of FMA, BI and HGRT between both groups ( $P>0.05$ ). At the 4th week after intervention, the scores of FMA, BI and HGRT were 56.45±9.05, 91.00±7.18 and 10.4±4.51 respectively in the treatment group; and 55.55±9.71, 84.7±12.62 and 8.05±4.27 respec-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.06.004

\*基金项目:上海市科学技术委员会科研计划项目(11DZ1921305);上海市卫生局科研项目局级课题(2011283);上海交通大学医工交叉课题(2012108)

1 上海交通大学医学院附属瑞金医院康复医学科,200025; 2 上海交通大学医学院附属瑞金医院卢湾分院康复医学科; 3 通讯作者  
作者简介:宋小慧,女,硕士研究生; 收稿日期:2015-01-30

tively in the control group. Only HGRT in the treatment group was significantly higher than that in the control group ( $P<0.05$ ). At the end of treatment scores of FMA, BI and HGRT were  $62.95\pm 3.32$ ,  $98.7\pm 3.93$  and  $13.0\pm 3.68$  respectively in the treatment group, and  $58.60\pm 7.70$ ,  $89.7\pm 10.94$  and  $9.26\pm 4.12$  respectively in the control group. The scores of FMA, BI, HGRT were all higher in the treatment group than those in the control group, and the differences between both groups were significant ( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** EMG-feedback functional electrical stimulation was superior to the neuromuscular electrical stimulation on hand dysfunction of acute cerebral infarction patients.

**Author's address** Department of Rehabilitation, Ruijin Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, 200025

**Key word** cerebral infarction; electrical stimulation; hand dysfunction

脑卒中后影响患者日常生活自理能力的因素之一一是手功能障碍,许多研究证实大脑皮质手功能区激活不足,使脑卒中患者伸腕和伸指功能恢复较差,而伸腕伸指功能的实现对上肢功能活动和日常生活自理能力至关重要<sup>[1-3]</sup>。目前临床治疗中较多应用神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)治疗急性期脑卒中患者,并能够促进其运动功能一定程度的恢复<sup>[4]</sup>,但它完全是被动性地诱发肌肉活动,治疗中患者不需要主动参与。肌电反馈功能性电刺激(EMG-triggered functional electrical stimulation, EMG-FES)在神经肌肉电刺激的基础上,增加了实时肌电反馈刺激功能,利用表面肌电提供生物反馈信号,使患者产生随意控制的运动训练。有研究报道EMG-FES较传统康复治疗能更有效的改善脑卒中慢性期患者的伸腕、伸指功能<sup>[5]</sup>,但对急性期脑梗死患者EMG-FES治疗偏瘫手的报道未见。本研究旨在通过对偏瘫患者进行早期干预的前瞻性随机对照试验,探讨EMG-FES对急性期脑梗死患者偏瘫手功能恢复的疗效。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选取2013年4月—2014年8月首先在上海交通大学医学院附属瑞金医院神经内科早期康复后期转入上海交通大学医学院附属瑞金医院卢湾分院康复科后续住院康复治疗的急性期脑梗死患者40例。入选标准:①符合1995年全国脑血管病学术会议制定的缺血性脑卒中诊断标准<sup>[6]</sup>,并经CT或MRI证实;②首次发病,单侧肢体瘫痪;③生命体征稳定,意识清楚,无视觉障碍;④患侧腕伸肌肌力>2级;⑤年

龄30—80岁;⑥病程2周以内;⑦无其他可知的神经肌肉系统疾病;⑧治疗期间未使用抗痉挛药物;⑨签署知情同意书。

排除标准:①患侧腕、指关节无自主运动;②心、肺、肝、肾等重要脏器功能减退或衰竭;③严重的认知障碍(mini-mental state examination, MMSE<20分);④严重抑郁;⑤偏瘫肢体难以忍受的疼痛;⑥近3个月内有癫痫发作;⑦装有起搏器或其他植入性电极;⑧感觉性失语。

本研究经过上海交通大学医学院附属瑞金医院和上海交通大学医学院附属瑞金医院卢湾分院伦理委员会批准通过,所有入选患者签署知情同意书自愿参与试验。采用随机数字表法将上述患者分为治疗组和对照组,每组各20例。2组患者一般情况及病程见表1。2组患者Brunnstrom分期及指屈肌Ashworth分级基线资料见表2。经统计2组患者年龄、病程和偏瘫侧、性别构成比、Brunnstrom分期及指屈肌Ashworth分级组间差异均无显著性( $P>0.05$ ),具有可比性。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 常规康复治疗:两组患者均接受常规康复训

表1 患者一般资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	患侧(例)		病程 ( $\bar{x}\pm s$ ,d)
		男	女		左	右	
治疗组	20	18	2	58.7±13.8	11	9	6.8±4.2
对照组	20	17	3	58.9±10.4	9	11	7.8±5.6

表2 2组患者Brunnstrom分期及指屈肌Ashworth分级 (例)

组别	Brunnstrom分期						Ashworth分级					
	I	II	III	IV	V	VI	0	1	1+	2	3	4
治疗组	2	0	4	8	9	0	18	2	0	0	0	0
对照组	1	0	5	7	7	0	16	4	0	0	0	0

练,包括神经肌肉促进技术、肌力训练、关节活动度训练和日常生活活动能力训练等,每次90min,每天1次,每周5次,共8周。

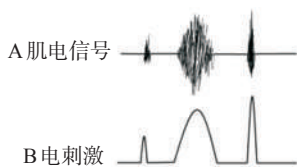
**1.2.2 治疗组:**在常规康复治疗基础上增加EMG-FES治疗,使用日本产GD-601型EMG-FES治疗仪。患者取仰卧位,每次治疗前用酒精棉球去除靶肌肉上的油脂,然后将EMG-FES治疗仪的感应电极和效应电极(同一电极片)贴在偏瘫上肢桡侧腕长、短伸肌和指总伸肌的肌腹上,参考电极贴在肱骨外上髁和桡骨远端背侧结节连线的中点处<sup>[7]</sup>。肌电信号采集和电刺激输出均由上述一组电极片实现。每位患者首次治疗前治疗师需向其讲解EMG-FES触发要点:①EMG-FES主要依靠患者肌肉主动收缩产生的肌电信号触发电刺激,如果患者不能产生主动收缩,电极片接收不到肌电信号,也就没有电刺激输出,因此,治疗时需要患者积极配合。②EMG-FES根据患者主动收缩的程度和持续时间实时按比例调节输出电刺激脉冲的电流强弱和持续时间,帮助患者完成更大程度的伸腕、伸指功能。电刺激参数设为:输出频率20Hz,脉冲宽度:50 $\mu$ s,波形:双向矩形波,电流强度0—35mA(根据患者自身的肌电信号自动调节)。上述治疗每日1次,每次15min,每周5次,共8周。这种电刺激的作用模式如图1所示。

**1.2.3 对照组:**在常规康复治疗基础上增加NMES治疗,使用日本产KR-7神经电刺激治疗仪。刺激参数为:输出频率20Hz,脉冲宽度300 $\mu$ s,对称双相方波,电流强度根据脑卒中患者的耐受程度进行个体化调节。治疗体位同EMG-FES组,治疗者设定好参数,电极片贴于患侧前臂桡侧腕长、短伸肌运动点表面,患者接受被动电刺激,每日1次,每次15min,每周5次,共8周。神经肌肉电刺激的作用模式如图2所示。

**1.3 疗效评价标准**

治疗前和治疗4、8周后分别对两组患者进行运动

图1 EMG-FES作用模式



A:受试者主动运动时的肌电示意图。  
B:肌电反馈电刺激根据A的肌电信号,实时给予电刺激

图2 神经肌肉电刺激作用模式



功能和日常生活活动能力评定。其中运动功能采用的指标为:①Fugl-Meyer运动功能评分(Fugl-Meyer motor assessment,FMA)<sup>[8]</sup>,共66分,得分越高则功能越好。②10s抓握测试(hand grab and relax test, HGRT)<sup>[9]</sup>,患手抓握和伸展均能出现,但可以不充分,计为1次有效抓握,次数越多,功能越好。日常生活活动能力采用的指标为Barthel指数<sup>[10]</sup>(Barthel index, BI)。

**1.4 统计学分析**

采用SPSS17.0统计软件进行数据处理,两组间性别、偏瘫部位比较采用四格表资料的 $\chi^2$ 检验;2组间年龄、病程比较采用两独立样本t检验;2组间不同时间段的FMA、BI、HGRT评分差异采用2组重复测量资料的方差分析。

**2 结果**

治疗前,两组患者上肢FMA、HGRT、BI等指标组间无显著性差异( $P>0.05$ )。治疗4、8周后,两组患者FMA、HGRT、BI等指标与组内治疗前比较有显著性差异( $P<0.05$ )。治疗4周后组间比较显示, HGRT治疗组明显优于对照组,有显著性差异( $P<0.05$ )。治疗8周后组间比较显示, FMA、HGRT、BI治疗组较对照组明显提高,有显著性差异( $P<0.05$ )。见表3。

**3 讨论**

本研究结果表明,经4、8周治疗后,2组患者FMA、HGRT、BI等评定指标均较治疗前显著改善

表3 两组治疗前、后各项指标比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	FMA(分)	HGRT(次)	BI(分)
<b>治疗组</b>				
治疗前	20	38.05 $\pm$ 15.51	5.33 $\pm$ 3.97	55.78 $\pm$ 20.07
治疗4周	20	56.45 $\pm$ 9.05 <sup>①</sup>	10.4 $\pm$ 4.51 <sup>①②</sup>	91.00 $\pm$ 7.18 <sup>①</sup>
治疗8周	20	62.95 $\pm$ 3.32 <sup>①②③</sup>	13.0 $\pm$ 3.68 <sup>①②</sup>	98.7 $\pm$ 3.93 <sup>①②③</sup>
<b>对照组</b>				
治疗前	20	37.35 $\pm$ 16.68	5.00 $\pm$ 3.95	54.50 $\pm$ 18.13
治疗4周	20	55.55 $\pm$ 9.71 <sup>①</sup>	8.05 $\pm$ 4.27 <sup>①</sup>	84.7 $\pm$ 12.62 <sup>①</sup>
治疗8周	20	58.60 $\pm$ 7.70 <sup>①③</sup>	9.26 $\pm$ 4.12 <sup>①</sup>	89.7 $\pm$ 10.94 <sup>①③</sup>

①与治疗前比较 $P<0.05$ ;②与对照组同一时间比较 $P<0.05$ ;③数值仅表示正态分布下的置信区间,其超过满分值的部分并不真实存在



( $P<0.05$ ),治疗4周后,治疗组HGRT显著优于对照组( $P<0.05$ ),治疗8周后,FMA、HGRT、BI等各项指标治疗组均优于对照组( $P<0.05$ ),说明EMG-FES对急性期脑梗死手功能障碍患者的疗效优于NMES。

本研究首次将EMG-FES干预急性期脑梗死患者,经过8周治疗,结果优于对照组,而慢性期卒中患者进行EMG-FES治疗5个月后,运动功能显著提高<sup>[8]</sup>,说明介入治疗早的患者功能恢复较快,这可能是因为脑卒中患者功能恢复大部分在发病10周内完成<sup>[9]</sup>,及时将最有效的干预手段施加于合适的目标人群才能最大程度发挥康复措施的疗效,缩短康复治疗时间,使患者及早回归社会。在我们的试验中入组患者虽然大部分Brunnstrom分期为Ⅳ—Ⅴ期,但患者需日常生活自理的活动大多由患者家属代替其完成,导致入组时患者的Barthel指数偏低,经过康复治疗的积极引导,患者主动运动意识增强,至随访结束时大部分患者可以生活自理,这是导致我们数据改善明显的原因。

EMG-FES和NMES都属于低频电刺激,但EMG-FES有其自身特点:①肌电检测和电刺激输出由同一组电极片实现,避免采集肌电信号的目标肌肉与电刺激的靶肌肉不匹配;②功能电刺激仪会根据检测到的肌肉主动收缩产生的肌电信号实时等比例发放电刺激脉冲。因此,EMG-FES更加强调患者的主动参与,有利于调动患者的主观能动性,本研究结果与Boyaci<sup>[11]</sup>等研究证明主动参与的电刺激效果优于单纯被动性电刺激的结果一致。本研究中治疗组患者功能改善可能是由于EMG-FES将自主运动、本体感觉反馈和电刺激三者结合起来,其中肌肉主动收缩和电刺激的交互抑制作用使拮抗肌的肌张力降低<sup>[12]</sup>,本体感觉反馈促进躯体感觉功能重建,进而有利于患者运动功能的恢复<sup>[13-14]</sup>。

本研究也存在不足之处,样本量不够大,未进行长时间的随访且患者大部分在神经内科经过2周的康复治疗出院回家,其中小部分转入康复医院继续进行康复治疗,这也是我们没有收集到足够多数据的主要原因。进一步的研究还需要探索EMG-FES最佳治疗频率和时间,以及脑梗死的部位也需要进一步严格规定,寻找不同梗死部位患者对EMG-FES的疗效差异。

综上所述,肌电反馈功能性电刺激比神经肌肉电刺激更能有效促进急性期脑梗死患者偏瘫手运动功能恢复,提高患者的日常生活自理能力,对于急性期手功能相对较好的患者及时应用此治疗可加快患者的康复速度,值得在临床推广使用。

## 参考文献

- [1] Meilink A, Hemmen B, Seelen HA, et al. Impact of EMG-triggered neuromuscular stimulation of the wrist and finger extensors of the paretic hand after stroke: a systematic review of the literature[J]. Clin Rehabil, 2008, 22(4):291—305.
- [2] Fritz SL, Light KE, Patterson TS, et al. Active finger extension predicts outcomes after constraint-induced movement therapy for individuals with hemiparesis after stroke[J]. Stroke, 2005, 36(6): 1172—1177.
- [3] Mikolajewska E. Associations between results of post-stroke NDT-Bobath rehabilitation in gait parameters, ADL and hand functions[J]. Adv Clin Exp Med, 2013, 22(5):731—738.
- [4] Chae J, Bethoux F, Bohine T, et al. Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functional recovery in acute hemiplegia[J]. Stroke, 1998, 29(5):975—979.
- [5] Hara Y, Ogawa S, Tujiuchi K, et al. A home-based rehabilitation program for the hemiplegic upper extremity by power-assisted functional electrical stimulation[J]. Disabil Rehabil, 2008, 30(4):296—304.
- [6] 中华医学会全国第四次脑血管病学术会议. 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] Hara Y, Obayashi S, Tsujiuchi K, et al. The effects of electromyography-controlled functional electrical stimulation on upper extremity function and cortical perfusion in stroke patients[J]. Clin Neurophysiol, 2013, 124(10):2008—2015.
- [8] Sullivan KJ, Tilson JK, Cen SY, et al. Fugl-Meyer assessment of sensorimotor function after stroke: standardized training procedure for clinical practice and clinical trials[J]. Stroke, 2011, 42(2): 427—432.
- [9] Kwakkel G, Kollen BJ. Predicting activities after stroke: what is clinically relevant[J]. Int J Stroke, 2013, 8(1):25—32.
- [10] Gosman-Hedström G, Svensson E. Parallel reliability of the functional independence measure and the Barthel ADL index[J]. Disabil Rehabil, 2000, 22(16):702—715.
- [11] Boyaci A, Topuz O, Alkan H, et al. Comparison of the effectiveness of active and passive neuromuscular electrical stimulation of hemiplegic upper extremities: a randomized, controlled trial[J]. Int J Rehabil Res, 2013, 36(4):315—322.
- [12] Hara Y. Neurorehabilitation with new functional electrical stimulation for hemiparetic upper extremity in stroke patients[J]. J Nippon Med Sch, 2008, 75(1):4—14.
- [13] Doyle S, Bennett S, Fasoli SE, et al. Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2010, 16(6):1—56.
- [14] Casadio M, Morasso P, Sanguineti V, et al. Minimally assistive robot training for proprioception enhancement[J]. Exp Brain Res, 2009, 194(2):219—231.