

- Acute treatment costs of stroke in Brazil[J]. Neuroepidemiology, 2009, 32(2):142—149.
- [22] Kulnik ST, Rafferty GF, Birring SS, et al. A pilot study of respiratory muscle training to improve cough effectiveness and reduce the incidence of pneumonia in acute stroke: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2014, 15:123.
- [23] Uldrey C, Fitting JW. Maximal values of sniff nasal inspiratory pressure in healthy subjects[J]. Thorax, 1995, 50(4): 371—375.
- [24] Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure: the baltimore longitudinal study of aging[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1998, 158(5 Pt 1): 1459—1464.
- [25] Pollock RD, Rafferty GF, Moxham J, et al. Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review[J]. Int J Stroke, 2013, 8(2):124—130.
- [26] Britto RR, Rezende NR, Marinho KC, et al. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2011, 92(2):184—190.
- [27] Menezes KKP, Nascimento LR, Polese JC, et al. Effect of high-intensity home-based respiratory muscle training on strength of respiratory muscles following a stroke: a protocol for a randomized controlled trial[J]. Brazilian Journal of Physical Therapy, 2017, 21(5):372—377.

·临床研究·

多通道功能性电刺激对脑卒中上肢运动功能的疗效及表面肌电特征研究*

梁成盼¹ 丁文娟² 黄桂兰² 王鑫隆¹ 苏 敏^{1,3}

摘要

目的:探讨多通道功能性电刺激对脑卒中患者上肢运动功能及表面肌电信号的影响。

方法:选取2019年1月至2019年6月在无锡市同仁康复医院康复医学科住院的脑卒中患者44例,随机分为观察组(21例)和对照组(23例),两组患者均给予常规临床、护理及康复治疗,在此基础上,对照组患者接受手摇车训练,而观察组患者在进行手摇车训练的同时辅有多通道功能性电刺激治疗,均每日治疗1次,每周5次,共治疗4周。分别在治疗前和治疗4周后对患者患侧上肢肱二头肌、肱三头肌进行表面肌电图测试,并采用Fugl-Meyer评定量表上肢部分(FMA-UE)和改良的Barthel指数(modified Barthelindex, MBI)对所有患者进行上肢运动功能及日常生活活动能力评定。

结果:治疗前两组患者上肢肱二、三头肌表面肌电均方根值(root mean square, RMS)、协同收缩率(co-contraction ratio, CR)以及FMA-UE、MBI评分均无显著性差异($P > 0.05$)。治疗4周后,两组患者上肢肱二、三头肌RMS值、CR值较治疗前均有所降低($P < 0.05$), FMA-UE和MBI评分较治疗前均有所提高($P < 0.05$),差异具有显著性意义。4周后观察组各评分值改善程度优于对照组($P < 0.05$)。

结论:多通道FES可以有效提高脑卒中患者上肢运动功能和日常生活自理能力,同时能有效降低脑卒中患者上肢的肌张力,值得临床推广应用。

关键词 多通道功能性电刺激;脑卒中;上肢;表面肌电图

中图分类号: R454.1; R743.3; R681.7; R741.04 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-1242(2021)-09-1127-04

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.09.013

*基金项目:南京医科大学科技发展基金项目(NMUB2019309);国家自然科学基金面上项目(81672244);国家重点研发计划(2017YFC4300)

1 苏州大学附属第一医院康复医学科,苏州,215006; 2 无锡市同仁康复医院康复治疗部; 3 通讯作者

第一作者简介:梁成盼,男,主管治疗师; 收稿日期:2020-03-20

www.rehabi.com.cn 1127

脑卒中是临床常见病,约30%—60%的脑卒中患者会遗留上肢运动功能障碍^[1],严重影响患者日常生活能力^[2-3]。脑卒中患者上肢运动功能恢复常是康复医学中的重点与难点,故如何提高上肢运动的疗效,一直是康复医学领域的研究课题。近年来,功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)作为一项新近发展的技术,应用越来越广泛,它可刺激功能缺失但仍有完整下运动神经元支配的肌肉主动收缩以模拟正常的自主运动来重建机体活动功能^[4]。而多通道功能性电刺激系统是将多通路、程序化的FES有序、同步、随意地作用于支配的相应肌群。表面肌电(surface electromyography, sEMG)可用于观察肌肉收缩时的动作电位,一定程度上能够定量反映肌肉各种状态及变化情况^[5]。故本研究将多通道功能性电刺激系统应用于脑卒中上肢运动功能障碍患者,并结合sEMG相关指标的变化,以寻求一种安全可靠、有效的康复干预方法。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2019年1月—6月,在无锡市同仁康复医院康复医学科住院治疗的脑卒中患者。采用随机数字表法,按进入本研究的顺序给患者依次分配随机数,根据随机数尾号的单双数将患者分为观察组与对照组,最终完成研究的患者共44例,观察组21例,对照组23例。两组患者的年龄、性别、卒中类型及病程等一般资料,经统计学分析,差异无显著性意义,两组资料具有可比性($P>0.05$)。见表1。

表1 两组患者一般资料比较

组别	例数	年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	性别(例)		卒中类型(例)		病程 ($\bar{x}\pm s$,d)
			男	女	脑梗死	脑出血	
对照组	23	63.29 $\pm$ 11.18	17	6	15	8	49.13 $\pm$ 15.27
观察组	21	62.24 $\pm$ 11.70	16	5	14	7	50.28 $\pm$ 11.23

1.2 纳入标准

①符合第四届全国脑血管疾病学术会议制定的脑卒中诊断标准^[6];②首次发病,年龄30—80岁;③病程3个月以内,单侧偏瘫;④肘关节屈、伸肌群肌张力改良Ashworth评分为1级及以上、3级以下;⑤坐位平衡 $\geq$ 1级;⑥生命体征稳定,能完成指令性动作;⑦签署知情同意书。

1.3 排除标准

①既往有上肢骨折等外伤史,本次发病前上肢功能已有障碍;②全身状况差,有严重心、肺疾病而不适合肢体运动训练;③有严重精神与认知障碍,无法正确完成指令性动作;④关节挛缩或患侧上肢伴有严重的疼痛,无法完成本研究治疗项目;⑤对电刺激过敏,即使轻微电刺激也可引起不适;⑥单侧空间忽略;⑦伴有多发性癫痫;⑧患者或家属拒绝完成治疗方案。

1.4 治疗方法

纳入研究的两组患者均接受康复医学科常规的临床干预、护理及康复治疗。

康复治疗的项目主要包括:上肢主被动关节活动训练,传统作业治疗的滚筒、磨砂桌、木钉等训练,常规进行的低频脉冲电刺激治疗。以上治疗每日1次,每次训练60—90min,每周5次,治疗4周。

在常规治疗的基础上,观察组采用如图1所示常州思雅医疗器械有限公司SCY01-D型功能性电刺激康复踏车,患者双手置于治疗仪手柄上,若部分患者不能抓握,使用弹力绷带固定,电极片贴于患者患侧的肱二头肌、肱三头肌、三角肌前群及三角肌后群的肌腹处,计算机按照手摇车运动模式自动匹配刺激上肢屈肌(肱二头肌、前三角肌)和伸肌(肱三头肌、后三角肌),同时选择输出频率为40Hz,脉冲宽度250 μ s,波形为方波,强度则根据患者耐受程度调节,目标速度根据患者的具体情况进行调节,以达到患者最大主动参与程度为准。对照组则采用普通踏车进行手摇车训练(MOTOmed,德国RECK公司),两组均每次30min,每天1次,每周5天,共4周。

1.5 评定方法

两组患者在治疗前及治疗4周后分别进行评估,康复评估由工作经验超过5年的康复治疗师单独进行,且他们并不了解试验的分组情况,评定项目包括:上肢Fugl-Meyer评估、MBI评估以及表面肌电图检测。

表面肌电图检测方法:采用芬兰Mega Electronics公司的Megawin WBA无线表面肌电系统进行测试,嘱患者取端坐位,将表面电极贴在肱二、三头肌肌腹部,测试时测试者一手固定被测者肘关节,一手轻握其腕关节,分别对肱二头肌和肱三头肌进行被动牵伸,每块肌肉牵伸3次,期间每次至少放松5s^[7]。测试结束后,使用MegaWin V3.0软件进行分析,采集肱二、三头肌的RMS值和协同收缩率,其中协同收缩率是由拮抗肌RMS除以主动肌RMS与拮抗肌RMS之和

图1 SCY01-D型主被动康复踏车治疗仪



得出。

1.6 统计学分析

采用SPSS 22.0版统计学软件包进行数据分析,计量资料以均数±标准差表示,若服从正态分布,组内治疗前后比较均采用配对 t 检验,组间采用独立样本 t 检验,若不服从正态分布,则采用秩和检验。 $P < 0.05$ 表示差异具有显著性意义。

2 结果

2.1 两组患者上肢FMA及MBI评分的比较

治疗前两组患者各评定指标均无显著性差异($P > 0.05$),具有可比性。治疗4周后两组患者的各项评分均较治疗前有所提高($P < 0.05$)。治疗4周后观察组的FMA和MBI评分与对照组相比具有显著性差异($P < 0.05$),即观察组较对照组改善更明显。见表2。

2.2 两组患者患侧上肢肱二、三头肌RMS及协同收缩率的比较

治疗前两组患者各评定指标均无显著性差异($P > 0.05$),具有可比性。治疗4周后,两组患者肱二头肌、肱三头肌的RMS值及CR值均较前降低($P < 0.05$),观察组RMS值及CR值的降低幅度大于对照组,具有显著性差异($P < 0.05$),见表3。

表2 两组患者上肢FMA及MBI评分的比较 ($\bar{x} \pm s$,分)

组别	例数	FMA		MBI	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	23	28.67±4.89	34.95±4.35 ^①	29.29±8.31	42.48±7.83 ^①
观察组	21	27.71±5.14	44.05±6.99 ^{①②}	28.95±9.00	52.67±11.99 ^{①②}
t		-0.618	5.906	0.125	-3.262
P		0.542	0.000	0.832	0.000

注:与治疗前相比① $P < 0.05$,与对照组相比② $P < 0.05$

表3 两组患者治疗前后表面肌电RMS及协同收缩率的比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	肱二头肌(μV)		肱三头肌(μV)		协同收缩比(%)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	23	28.10±4.43	16.62±3.47 ^①	14.95±3.56	10.67±2.90 ^①	38.43±11.63	33.05±9.34 ^①
观察组	21	28.67±5.90	9.81±3.50 ^{①②}	14.62±3.37	6.81±1.86 ^{①②}	39.71±13.73	28.10±8.90 ^{①②}
t		0.355	6.329	-0.312	5.125	0.327	-3.54
P		0.724	0.000	0.757	0.000	0.745	0.000

注:与治疗前相比① $P < 0.05$,与对照组相比② $P < 0.05$ 。

3 讨论

肢体运动功能障碍是脑卒中后最常见的后遗症,其中上肢运动功能在日常生活活动中非常重要,直接影响患者的临床恢复,且恢复难度大,所需时间长,同时也是患者最急于恢复的问题之一^[8],而脑卒中后上肢的痉挛及主动运动能力受限是影响上肢功能恢复的主要因素。本研究将多通道功能性电刺激系统与目前常规康复训练结合,应用于脑卒中上肢功能障碍患者中,其训练效果更佳。

结果显示,对照组经过4周的手摇车训练,患者FMA-UE评分和MBI评分均较治疗前增加($P < 0.05$),说明手摇车训练作为一种常用的康复治疗方法能促进偏瘫患者的上肢运动功能的恢复,这可能与手摇车训练是一种周期性循环运动有关,周期性循环运动被认为是改善脑卒中不对称运动的一种可能方式^[9]。有研究指出,比起脑卒中后单侧上肢训练,双侧上肢同步训练更有益于脑卒中后偏瘫肢体运动功能恢复^[10]。而观察组与对照组比较,各项指标改善情况更明显($P < 0.05$),说明多通道FES手摇车训练疗效更佳。与单纯手摇车训练相比,多通道FES是在手摇车训练的同时辅以电刺激治疗,将程序化的电刺激有序、同步地作用于上肢相关肌群,电刺激作用与手摇车治疗产生协同作用,更好地完成上肢运动。目前,多通道功能性电刺激在改善脑卒中后上肢功能的作用机制尚未明确,但可能的解释是:①功能性电刺激

下的手摇车运动训练具备目标导向性训练特点,患者在预设的运动目标下进行主动运动,通过视觉反馈的重复性强化训练,能够不断激发大脑的神经可塑性诱导,加速脑区间的功能重建^[11];②反复正确的模式引导下的刺激会在大脑皮质形成一定的兴奋记忆,提高中枢神经系统对肢体的支配功能^[11];③与手摇车运动相匹配的电刺激,其引起的肌肉收缩能增强关节和肌肉信息等本体感觉传入,神经传入冲动强化功能重组的感觉运动皮质作用,最终通过感觉-运动网络,诱导脑功能重组^[12];④研究表明,FES介导的以目标为导向的重复性运动能激活大脑中的感觉和运动中枢,并减少皮质内抑制^[13-14],通过皮质机制易化增强运动再学习的潜力^[15-16]。

而表面肌电结果显示,患者肱二头肌、肱三头肌的RMS值及CR值均低于对照组($P < 0.05$),提示多通道FES能有效降低脑卒中患者上肢的肌张力。其刺激拮抗肌抑制痉挛的机制主要是通过交互抑制作用,即刺激拮抗肌后,该肌肉的传入神经兴奋,动作电位传入脊髓兴奋中间神经元,从而对痉挛肌产生抑制作用^[17]。刺激痉挛肌的机制可能是在功能性动作中肌肉轮替的收缩和放松能抑制痉挛肌的张力,在兴奋运动神经控制肌肉收缩的同时,痉挛肌肌腱内的高尔基(Golgi)腱器的兴奋性冲动传入脊髓兴奋中间神经元,使支配痉挛肌的 α 运动神经元产生抑制作用^[18-19]。

综上所述,本研究结果表明,在常规康复治疗基础上,多

通道FES可以有效地提高脑卒中偏瘫患者上肢运动功能和日常生活自理能力,同时能有效降低脑卒中患者上肢的肌张力,值得临床推广应用。当然,本研究仍有不足之处,如尚未分析该研究的中、长期疗效,同时研究的样本量偏小,仍需要进行多中心、大样本的研究。

参考文献

- [1] 周游飞,王德强,李红卫,等.脑卒中后手部活动障碍的研究进展[J].中国康复,2017, 32(2):151—154.
- [2] Zeng W, Guo Y, Wu G, et al.Mirror therapy for motor function of the upper extremity in patients with stroke:a meta-analysis[J].J Rehabil Med,2018,50(1):8—15.
- [3] 范文祥,倪朝民,王涛,等.社区康复对脑卒中患者上肢功能及日常生活活动能力的远期疗效观察[J].中国康复医学杂志,2009, 24(1):68—71.
- [4] Cheryl L. Lynch, Milos R. Popovic. Functional electrical stimulation[J]. Scand J Rehabil Med Suppl, 2008, 28(2):40—50.
- [5] Lei W , Xin G , Peng F , et al. A new EMG-based index towards the assessment of elbow spasticity for post-stroke patients[C].Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2017:3640—3643.
- [6] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国各类主要脑血管病诊断要点2019[J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(9):710—715.
- [7] 李瑞青, 刘承梅, 席建明,等. 督脉电针治疗脑卒中后上肢痉挛的临床疗效和表面肌电图特征研究[J]. 中国康复医学杂志, 2019,34(10):1157—1167.
- [8] 侯红,范亚蓓,吴玉霞,等.康复机器人辅助训练对偏瘫患者上肢功能及日常生活活动能力的影响[J].中国康复医学杂志,2015, 30(10):1013—1016.
- [9] Szecsi J, Krewer C, Müller F, et al. Functional electrical stimulation assisted cycling of patients with subacute stroke: Kinetic and kinematic analysis[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2008,23(8):1086—1094.
- [10] 张大威,周敬杰,张明. 手摇车同步功能性电刺激对脑卒中患者上肢功能的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2018, 33(9): 1050—1054.
- [11] 茅矛,郑瑜,沈滢,等.对侧触发功能性电刺激促进早期脑卒中患者伸腕的随机对照研究[J].中国康复医学杂志,2018,33(2): 175—180.
- [12] Findlater SE, Mazerolle EL, Pike GB, et al. Proprioception and motor performance after stroke: An examination of diffusion properties in sensory and motor pathways[J]. Human Brain Mapping, 2019,40(4):2995—3009.
- [13] Pitcher JB, Ridding MC, Miles TS. Frequency-dependent, bi-directional plasticity in motor cortex of human adults[J]. Clinical Neurophysiology, 2003, 114(7):1265—1271.
- [14] Zheng Y, Mao M, Cao Y, et al. Contralaterally controlled functional electrical stimulation improves wrist dorsiflexion and upper limb function in patients with early- phase stroke: A randomized controlled trial[J]. Journal of Rehabilitation Medicine, 2019,51(2):103—108.
- [15] 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 [J]. Experimental Brain Research, 2003, 150(1):33—39.
- [16] Deuchert M, Ruben J, Schwiemann J, et al. Event-related fMRI of the somatosensory system using electrical finger stimulation[J]. Neuroreport, 2002, 13(3):365—369.
- [17] 马丙祥, 张建奎, 李华伟. 拮抗肌刺激法在缓解痉挛中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2010, 16(9):805—806.
- [18] Leclercq C. Neurological contractures: the spastic upper limb[J].Disorders of theHand,2014,12(1):233—252.
- [19] Li S, Francisco GE. New insights into the pathophysiology of post-stroke spasticity[J]. Front Hum Neurosci, 2015, 9(1): 192—212.