

· 临床研究 ·

对侧控制型神经肌肉电刺激对早期脑卒中患者功能恢复的影响

张文通 许光旭 孟殿怀 陆晓 张磊 顾萍

【摘要】 目的 探讨对侧控制型电刺激(CCNMES)对早期脑卒中患者功能恢复的影响。**方法** 选取 40 例初次发病的脑卒中患者,按照随机数字表法将其分为对侧控制组和对照组,每组 20 例。所有患者均接受内科治疗与常规康复训练,包括良肢位摆放、直立床训练、关节活动训练、神经肌肉促进技术等。对侧控制组在患侧腕背伸肌、患侧胫前肌给予 CCNMES。对照组接受患侧腕背伸肌群、患侧胫前肌常规神经肌肉电刺激(NMES)。治疗前、治疗 4 周后,采用美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)、Fugl-Meyer 运动功能评估量表(FMA)、运动力指数(MI)、患侧腕部背伸主动活动度(AROM)、患侧踝部背伸 AROM 对患者的功能情况进行评定。**结果** 2 组患者治疗前各项功能评分之间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,对侧控制组患者 NIHSS[(11.24 ± 6.36)分]、FMA[(41.14 ± 13.45)分]、MI[(32.14 ± 9.36)分]、患侧腕部背伸 AROM[(15.68 ± 4.51)°]、患侧踝部背伸 AROM[(11.57 ± 5.61)°]较组内治疗前均有显著提高($P < 0.05$);对照组 NIHSS[(13.34 ± 4.43)分]、FMA[(37.84 ± 14.13)分]、MI[(27.76 ± 11.63)分]较组内治疗前显著提高($P < 0.05$)。治疗后,对侧控制组患侧腕部及踝部的背伸 AROM 均显著优于对照组($P < 0.05$)。**结论** CCNMES能有效促进脑卒中患者的功能恢复,在腕部及踝部 AROM 方面的治疗效果优于 NMES。

【关键词】 对侧控制型电刺激; 脑卒中; 功能恢复

神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)是指利用低频脉冲电流刺激周围神经或肌肉,引起肌肉节律性收缩,从而提高肌肉功能、治疗神经肌肉疾患。NMES 是脑卒中患者康复的常用治疗手段之一。大量研究表明, NMES 可促进脑卒中患者肢体功能恢复^[1]。脑卒中患者康复治疗的最終目的是其能主动参与各项活动,而 NMES 属于被动治疗,针对这一不足, Knutson 等^[2]于 2007 年提出可通过采集健侧手运动时的肌电信号来控制电刺激强度,并刺激患侧相同部位做相似运动,即对侧控制型电刺激(contralaterally controlled neuromuscular electrical stimulation, CCNMES)。有研究报道, CCNMES 在促进脑卒中患者上肢功能恢复上具有一定的积极作用^[2-3]。目前,有关 CCNMES 的研究多偏向单独作用于患者上肢或下肢,本研究在此基础上将 CCNMES 同时作用于急性脑卒中患者上、下肢,探讨其对早期脑卒中患者功能恢复的影响,比较其与传统 NMES 疗效之间的差异。

对象与方法

一、研究对象

选择 2014 年 5 月至 2014 年 8 月在江苏省人民医院神经内科住院的脑卒中患者 40 例。入选标准:①首次发病,符合全国第 4 次脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准,并经头颅 CT 或 MRI 证实^[4];②年龄 < 80 岁;③无严重的全身系统并发症;④发病后病程在 1 个月内;⑤患侧上、下肢 Brunnstrom 分期为 I

或 II 期;⑥患侧肢体肌力为 0 级或 1 级;⑦患者或家属签署知情同意书。排除标准:①严重的言语障碍、认知障碍,不能配合测试者;②双侧偏瘫;③进展性脑卒中;④合并严重的心、肺、肝、肾等系统疾病;⑤治疗局部有破溃、皮疹、瘢痕等影响电极安放或对治疗电流过敏及不敏感者。采用随机数字表法将所有受试者分为对侧控制组与对照组,每组 20 例。其中对侧控制组男 12 例,女 8 例;年龄 38 ~ 66 岁,平均(52.45 ± 12.6)岁;左侧偏瘫 12 例,右侧偏瘫 8 例。对照组男 13 例,女 7 例;年龄 46 ~ 69 岁,平均(57.38 ± 14.69)岁;左侧偏瘫 11 例,右侧偏瘫 9 例。2 组患者性别、年龄、偏瘫侧别等一般资料经 t 检验,发现差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

二、研究方法

所有患者均接受内科治疗与康复训练。内科治疗包括控制血压、血糖,降颅压,营养神经,抑制血小板聚集等。康复训练包括良肢位摆放,神经肌肉促进技术,坐位平衡训练,立位平衡训练,步行训练,作业治疗等。治疗由对分组情况不知情的治疗师实施。对侧控制组和对照组分别采用 CCNMES 和普通 NMES,刺激部位为患者的腕背伸及踝背伸肌群。

1. CCNMES:采用瑞翼 S4 型生物刺激反馈仪(江苏产)进行治疗。选择 CCNMES 处方,电流频率 60 Hz,强度 0 ~ 100 mA。具体操作如下:①腕背伸肌 CCNMES——将刺激电极置于患侧腕背伸肌运动点,表面肌电记录电极置于健侧腕背伸肌相应位置,治疗开始前,标定健侧产生轻微伸腕动作(< 10% 完全动作幅度)、中等伸腕动作(50% 完全动作幅度)、完全伸腕动作时的表面肌电值,然后分别调节电流刺激强度使患侧腕关节产生与健侧相同幅度的伸腕动作;治疗时,患者同时进行双侧肢体的伸腕动作,治疗仪根据健侧收缩强度的不同程度给予患者相应强度的电刺激,以产生与健侧相似的伸腕动作;②踝背伸肌群 CCNMES——将刺激电极置于患侧胫前肌运动点,记录电极置于患侧胫前肌相应位置,电流强度标定

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.01.008

基金项目:江苏省“333”工程资助项目(BRA2013077)

作者单位:215228 苏州,江苏盛泽医院(江苏省人民医院盛泽分院)康复医学科(张文通、许光旭、孟殿怀);江苏省人民医院康复医学科(许光旭、孟殿怀、陆晓);江苏省人民医院神经内科(张磊、顾萍)

通信作者:许光旭,Email:xuguangxu1@126.com

方法及刺激方法与腕背伸肌 CCNMES 相同。患者每日分别接受腕背伸肌 CCNMES 与踝背伸肌群 CCNMES 各 2 次,每次 20 min,每周 5 次,连续治疗 4 周。

2. NMES:采用瑞翼 S4 型生物刺激反馈仪(江苏产)进行治疗。选择 NMES 处方,电流频率 60 Hz,强度 0~100 mA。将刺激电极置于患侧腕背伸肌、患侧胫前肌运动点,电流强度以出现肢体动作且患者能够耐受为准。每天治疗 2 次,每次 20 min,每周 5 次,连续治疗 4 周。

三、评定方法

治疗前、治疗 4 周后,对 2 组患者进行康复评定。具体如下:①美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health Stroke Scale, NIHSS)——包括意识水平、凝视、视野、面瘫等 11 项内容,每项评定根据患者的不同表现得出相应分数,得分越高,表示患者症状越严重;②简式 Fugl-Meyer 运动功能评估(Fugl-Meyer assessment, FMA)——包括反射、肩部、肘部、腕部、手部、髋部、膝部、踝部等 8 个大项,50 个小项,分级为 3 级(0~2 分),总分为 100 分;③运动力指数(motricity index, MI)——包括抓握、屈肘、肩关节外展、踝关节背屈、伸膝、屈膝等动作,单侧肢体总分=(上肢积分+下肢积分)/2,100 分表示功能正常;④主动关节活动度(active range of motion, AROM)——使用量角器测量患者患侧腕部及踝部的背伸 AROM。

四、统计学分析

采用 SPSS 16.0 版统计学软件对数据进行处理,计量资料以($\bar{x} \pm s$)形式表示,组内比较采用单因素方差分析,多重比较采用最小显著差异法, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

2 组患者治疗前各项功能评分之间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,对侧控制组患者 NIHSS、FMA、MI、患侧腕部背伸 AROM、患侧踝部背伸 AROM 较治疗前均有显著提高($P < 0.05$);对照组 NIHSS、FMA、MI 较治疗前有显著提高($P < 0.05$)。治疗后,对侧控制组患侧腕部及踝部的背伸 AROM 均显著优于对照组($P < 0.05$),详见表 1。

讨 论

NMES 是一种在康复治疗领域广泛使用的治疗方法。患者在传统的 NMES 治疗中只是被动地接受电刺激,没有主动参与,主动活动能够促进患者脑功能重塑,提高肢体功能^[5]。针对肌力达到一定程度的脑卒中患者,临床治疗多使用生物反馈电刺激,即当患者肌肉收缩达到一定强度或达到某种预设的条

件后,才给予患者电刺激,这种方法取得了较常规 NMES 更佳的治疗效果^[6]。脑卒中患者早期肢体多处于软瘫期,患侧肌力为 0 级或 1 级,无法应用常规的肌电生物反馈电刺激。Knutson 等^[2]对 3 例慢性期脑卒中患者进行为期 3 月的 CCNMES,结果显示 2 例患者的手指主动伸展活动度明显提高,3 例患者最大等长自主手指伸展力矩与盒子测试(box and block test, BBT)成绩显著提高。在类似的研究中,3 例患者接受为期 3 个月的 CCNMES,治疗期间,2 例患者的主动手指伸展活动度明显提高,3 例患者 BBT 评分及 FMA 评分明显提高,但治疗 3 个月后,患者功能评分呈现出下降趋势^[3]。为此,Knutson 等^[7]又进行了一项随机对照研究,将病程在 6 个月内的 21 例脑卒中患者随机分为 CCNMES 组与对照组,治疗 6 周结束后,CCNMES 组患者在手指最大伸展角度、手指运动跟踪误差、FMA、BBT 及手臂运动能力测试(arm motor abilities test, AMAT)方面的得分均明显优于对照组。在最近的一项研究中,Knutson 等研究了 CCNMES 对慢性脑卒中患者足背屈能力的影响,结果显示接受 CCNMES 治疗的患者并未取得比 NMES 更好的疗效^[8]。

与 NMES 比较,CCNMES 在患者健侧肢体增加了 1 组电极,用以采集健侧肌肉收缩时的肌电信号,要求患者在治疗时主动收缩双侧肢体,电刺激器根据健侧收缩强度刺激患侧产生相应的动作。这就使患者的运动意向(motor intention)和运动反应(motor response)表现出最大程度的同步化,这种同步化可以促进受损的突触重塑和神经重组,协助受损侧肢体中枢控制改善^[9-11]。另外,CCNMES 治疗时,患侧肢体在患者运动意向下产生相应运动,这就为中枢神经系统提供一种已经恢复运动控制能力的知觉,其可以促进神经可塑性发生改变和运动功能恢复^[12]。同时,患者在进行 CCNMES 治疗时,可通过主动调节健侧肌肉收缩强度、收缩时间等控制患侧电刺激的强度、持续时间与休息时间。

CCNMES 侧重于关注双侧大脑半球在脑卒中功能恢复中的作用。研究发现,脑卒中后 3 d,患手运动训练可促使未受累半球的初级运动皮质、辅助运动区等激活明显增加,在脑卒中后 15 d,未受累半球的激活减少,而梗死灶周围的激活程度明显增加,表明运动功能的恢复与脑内梗死灶周围及损伤对侧半球的功能区有关^[13]。脑卒中会造成患侧大脑兴奋性改变,影响大脑半球经胼胝体抑制通路的平衡,表现为健侧大脑半球过度兴奋^[14]。双侧同时进行运动训练可增强大脑半球的去抑制作用,通过分享未受损半球接收的正常运动指令来重组新的神经网络^[15]。研究证实,与患侧单独训练比较,双侧运动训练在急性期能使受损半球的初级运动皮质区激活程度增强^[16]。

表 1 2 组患者治疗前、后 NIHSS、FMA、MI、腕部背伸 AROM、踝部背伸 AROM 比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	NIHSS(分)	FMA(分)	MI(分)	腕部背伸 AROM(°)	踝部背伸 AROM(°)
对侧控制组						
治疗前	20	19.54 ± 5.43	22.74 ± 12.63	12.57 ± 8.61	5.21 ± 3.36	3.21 ± 2.36
治疗后	20	11.24 ± 6.36 ^a	41.14 ± 13.45 ^a	32.14 ± 9.36 ^a	15.68 ± 4.51 ^{ab}	11.57 ± 5.61 ^{ab}
对照组						
治疗前	20	18.54 ± 3.36	21.24 ± 13.36	15.14 ± 10.65	6.68 ± 4.61	5.18 ± 4.81
治疗后	20	13.34 ± 4.43 ^a	37.84 ± 14.13 ^a	27.76 ± 11.63 ^a	9.21 ± 4.36	8.14 ± 4.36

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P < 0.05$

既往针对CCNMES的研究,大多是单独探讨其对上肢或下肢功能的影响,研究对象多为慢性期脑卒中患者,样本量偏小。本研究将CCNMES同时应用在患者上、下肢,观察其对早期脑卒中患者整体功能恢复的影响,具有一定的创新性。结果表明,在促进患者整体功能恢复方面,CCNMES与普通 NMES 的治疗效果相同,但在目标肌肉功能恢复方面,CCNMES的疗效要优于普通 NMES。

近年来,脑卒中康复治疗领域涌现出一批新的治疗方法,包括强制诱导运动治疗、机器人辅助治疗、虚拟现实训练、镜像疗法、肌电生物反馈治疗、双侧运动训练等。这些治疗方法的共同特点均是要求患者主动进行功能性运动,并不断重复^[17]。CCNMES注重健侧肢体主动运动也恰好符合这一要求,同时上述治疗方法均要求患侧肢体有一定的功能保留,但CCNMES可在患侧肢体完全没有自主运动的情况下进行,显示出其独特的优越性。

综上所述,CCNMES是一种能够促进脑卒中患者功能恢复的新型电刺激疗法,其根据患者的运动意向而运动,强调患者的主动运动,能够通过调节双侧大脑半球间的联系,募集病灶侧残留的神经元,组建与任务相关的新生神经网络。CCNMES在脑卒中康复治疗中的应用前景广阔,今后还可以开发更多的刺激形式,如健侧腕背伸肌群同时控制患侧多组肌群等,将其与功能性任务结合起来。

参 考 文 献

- [1] Chae J, Harley MY, Hisel TZ, et al. Intramuscular electrical stimulation for upper limb recovery in chronic hemiparesis: an exploratory randomized clinical trial[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2009,23(6):569-578.
- [2] Knutson JS, Harley MY, Hisel TZ, et al. Improving hand function in stroke survivors: a pilot study of contralaterally controlled functional electrical stimulation in chronic hemiplegia[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007,88(4):513-520.
- [3] Knutson JS, Hisel TZ, Harley MY, et al. A novel functional electrical stimulation treatment for recovery of hand function in hemiplegia: 12-week pilot study[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2009,23(1):17-25.
- [4] 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.
- [5] van Meer MP, van der Marel K, Wang K, et al. Recovery of sensorimotor function after experimental stroke correlates with restoration of resting-state interhemispheric functional connectivity[J]. *J Neurosci*, 2010,30(11):3964-3972.
- [6] 李广庆. 肌电生物反馈辅助步行训练对脑卒中后亚急性期足下垂患者下肢运动功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2012,34(2):116-119.
- [7] Knutson JS, Harley MY, Hisel TZ, et al. Contralaterally controlled functional electrical stimulation for upper extremity hemiplegia: an early-phase randomized clinical trial in subacute stroke patients[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2012,26(3):239-246.
- [8] Knutson JS, Hansen K, Nagy J, et al. Contralaterally controlled neuromuscular electrical stimulation for recovery of ankle dorsiflexion: a pilot randomized controlled trial in patients with chronic post-stroke hemiplegia[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2013,92(8):656-665.
- [9] Nudo RJ, Wise BM, SiFuentes F, et al. Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct[J]. *Science*,1996,272(5269):1791-1794.
- [10] Rushton DN. Functional electrical stimulation and rehabilitation-an hypothesis[J]. *Med Eng Phys*, 2003,25(1):75-78.
- [11] Kimberley TJ, Lewis SM, Auerbach EJ, et al. Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke[J]. *Exp Brain Res*, 2004,154(4):450-460.
- [12] Yavuzer G, Selles R, Sezer N, et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008,89(3):393-398.
- [13] Carey JR, Kimberley TJ, Lewis SM, et al. Analysis of fMRI and finger tracking training in subjects with chronic stroke[J]. *Brain*, 2002,125(4):773-788.
- [14] Kirton A, Chen R, Friefeld S, et al. Contralesional repetitive transcranial magnetic stimulation for chronic hemiparesis in subcortical paediatric stroke: a randomised trial[J]. *Lancet Neurol*, 2008,7(6):507-513.
- [15] Pascual-Leone A, Grafman J, Hallett M. Modulation of cortical motor output maps during development of implicit and explicit knowledge[J]. *Science*, 1994,263(5151):1287-1289.
- [16] Luft AR, McCombe-Waller S, Whittall J, et al. Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. *JAMA*, 2004,292(15):1853-1861.
- [17] Feng W, Belagaje SR. Recent advances in stroke recovery and rehabilitation[J]. *Semin Neurol*, 2013,33(5):498-506.

(修回日期:2014-10-25)

(本文编辑:凌 琛)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对论文中实验动物描述的要求

根据国家科学技术部 1988 年颁布的《实验动物管理条例》和卫生部 1998 年颁布的《医学实验动物管理实施细则》,《中华物理医学与康复杂志》对论文中有关实验动物的描述,要求写清楚以下事项:①品种、品系及亚系的确切名称;②遗传背景或其来源;③微生物检测状况;④性别、年龄、体重;⑤质量等级及合格证书编号;⑥饲养环境和实验环境;⑦健康状况;⑧对实验动物的处理方式。

医学实验动物分为四级:一级为普通级;二级为清洁级;三级为无特定病原体(SPF)级;四级为无菌级。卫生部级课题及研究生毕业论文等科研实验必须应用二级以上的实验动物。