

· 临床研究 ·

表面肌电触发电刺激对脑卒中偏瘫患者
下肢运动功能的影响

吴玉玲 孙晓敏 林建强

【摘要】 目的 探讨表面肌电触发电刺激对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能的影响。**方法** 将 30 例脑卒中偏瘫患者分为治疗组和对照组,每组患者 15 例。2 组患者均给予常规康复训练,治疗组在常规康复训练的基础上给予表面肌电触发电刺激,对照组在常规康复训练的基础上给予低频电刺激。2 组患者均于治疗前和治疗 3 个疗程后进行 Brunnstrom 运动功能分期、简式 Fugl-Meyer(FMA)下肢运动功能评定和表面肌电图肌电积分值(iEMG)测定。**结果** 3 个疗程结束后,2 组患者 Brunnstrom 分期、FAM 评分及 iEMG 较治疗前均有显著提高($P < 0.05$),且治疗组各项评分均优于对照组($P < 0.05$)。**结论** 表面肌电触发电刺激对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能的恢复有明显的促进作用。

【关键词】 表面肌电触发电刺激; 运动功能; 肌电积分; 脑卒中; 偏瘫

The effect of surface electromyogram-triggered electrical stimulation on lower limb function in hemiplegic stroke patients WU Yu-ling, SUN Xiao-min, LIN Jian-qiang. Rehabilitation Medicine Center, Nanjing Military Region Sanatorium of Hangzhou, Hangzhou 310007, China

【Abstract】 Objective To study the effect of surface electromyogram-triggered electrical stimulation on lower limb function in hemiplegic stroke patients. **Methods** Thirty hemiplegic stroke patients were divided into a treatment group (15 cases) and a control group (15 cases). Both groups were given conventional rehabilitation training. Additionally, the treatment group was given surface electromyogram-triggered electrical stimulation training, while the control group was given common low frequency electrical stimulation. Brunnstrom's recovery stages, the Fugl-Meyer assessment (FMA) and electromyographic parameters were assessed before and after 3 courses of treatment. **Results** After treatment both groups had significantly higher Brunnstrom and FMA scores and better integrated electromyograms (iEMG), but the effects in the treatment group were significantly better than in the control group. **Conclusions** Surface electromyogram-triggered electrical stimulation training can provide satisfactory rehabilitation of lower limb function in hemiplegic stroke patients.

【Key words】 Surface electromyogram-triggered electrical stimulation; Motor function; Integrated electromyography; Stroke; Hemiplegia

表面肌电触发电刺激是一种生物反馈电刺激疗法,该疗法主要是将患者的肌电信号反馈回仪器,控制电刺激输出,仪器能自动检测到瘫痪肌肉的肌电信号,动态设定阈值,使患者自发的脑肌电信号与外加的神经肌肉电刺激信号结合,通过显示器及音响分别将图像信号及声音信号反馈给患者,使患者直观感知两种信号的信息,实现双信号的反馈治疗,以增强训练效果。近几年,采用表面肌电图(surface electromyography, sEMG)信号分析技术评价脑卒中偏瘫患者康复疗效已成为康复医学研究的一个重要领域^[1]。本研究主要探讨表面肌电触发电刺激和常用的低频电刺激对偏瘫患者下肢运动功能恢复的

影响。

资料与方法

一、临床资料

选取 2008 年 6 月至 2009 年 8 月在我院创伤康复中心住院治疗的脑卒中患者 30 例,病例入选标准为:①符合 1995 年全国第四届脑血管病会议诊断标准,经头颅 CT 或 MRI 检查确诊的初发病例;②无严重认知功能障碍;③均有肢体功能障碍;④年龄 40 ~ 75 岁;⑤生命体征稳定,无严重心、肝、肺、肾等脏器疾病。30 例患者按照在我院开始康复治疗的先后顺序随机分为治疗组和对照组,每组 15 例。2 组患者的一般情况比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组患者临床资料比较

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例)		病变性质(例)		病程 (d, $\bar{x} \pm s$)
			男	女	脑出血	脑梗死	
治疗组	15	52.9 ± 17.1	5	10	2	13	34.2 ± 9.1
对照组	15	47.6 ± 21.4	8	7	4	11	35.2 ± 9.5

二、治疗方法

2 组患者均接受常规康复训练,方法以 Bobath 疗法为主,从站立床训练、垫上运动逐渐过渡到坐位平衡、站立平衡、步态训练及上下楼梯训练等。

治疗组在常规康复训练的基础上增加表面肌电触发电刺激。采用加拿大 Thought Technology 公司生产的 Myotrac Infiniti 表面肌电反馈评估训练系统,治疗用电极为 2 块 4 cm × 4 cm 的不干胶电极,一个置于胫前肌肌腹,另一块置于外踝上腓骨前缘,参考电极置于腓骨小头处。选择仪器已设定的方案式治疗程序,该方案是:肌电触发刺激共 40 次,其中每次刺激持续时间为 9 s,间歇 15 s,刺激频率为 55.6 Hz,总治疗时间为 15 min 左右。治疗时,先手动调节电刺激输出的强度,其大小以能引起胫前肌明显收缩并出现踝关节背屈和足外翻动作,患者耐受为限;开始肌电触发电刺激时,仪器通过检测患者前 3 次胫前肌用力收缩时的最大值,并按 3 次表面肌电值平均数的 80% 生成肌电触发最初的阈值,当患者收缩胫前肌达到该阈值时,就会触发一次电刺激,否则就没有电刺激;治疗过程中该阈值随着患者肌肉收缩力的强弱而发生动态变化。表面肌电触发电刺激每日 1 次,每次 15 min,每周治疗 5 次,20 次为 1 个疗程,连续治疗 3 个疗程。

对照组在常规康复训练的基础上增加表面肌电触发电刺激。采用北京产的 BA2008-III 型脑中频治疗仪,选择其中的功能性电刺激处方,其参数为低频 0.125 ~ 150.000 Hz,中频 1 ~ 10 KHz,输出波形为低频调制的方波、三角波及双向方波等。2 块 4 cm × 4 cm 的不干胶电极,一块置于胫前肌肌腹,另一块置于外踝上腓骨前缘部位,电流强度以引起肌肉收缩且患者耐受为限。表面肌电触发电刺激每日 1 次,每次 20 min,每周治疗 5 次,20 次为 1 个疗程,连续治疗 3 个疗程。

三、疗效评定

2 组患者于治疗前及治疗 3 个疗程后,采用 Brunnstrom 运动功能评定法、简式 Fugl-Meyer 运动功能评定量表(Fugl-Meyer Assessment, FMA)评定患者患侧下肢运动功能^[2]。用同一台表面肌电反馈评估训练系统,测定两组患者患侧下肢胫前肌最大等长收缩时的肌电积分值(integrated electromyogram, iEMG)。

评定标准:①Brunnstrom 运动功能评定法采用 I ~ VI 阶段中下肢不同阶段的活动进行分期;②简式 Fugl-Meyer 运动功能评定量表中下肢 17 项,各项最高

为 2 分,共 34 分;③胫前肌最大等长收缩时 iEMG 测试方法:患者仰卧位,双下肢伸髋伸膝,固定踝关节于 90°中立位。用仪器配置的表面电极,贴于肌腹部,并与肌纤维走向平行。测试前先让患者熟悉测试过程,并练习在保持伸髋伸膝的同时,尽最大努力背屈踝关节(最大等长收缩)。测试中有些患者伴有轻度的屈膝和踝关节内翻是测试允许的。正式测试前先让患者尽量放松,以示波器上肌电信号稳定在基线附近 5 μV 以下为标准。测试时,嘱患者用最大的力背屈踝关节并保持 10 s 左右,记录 10 s 的肌电信号,用仪器自带的信号处理软件进行分析,取其平均值。

四、统计学分析

应用 SPSS 13.0 版统计软件,计量资料比较用 *t* 检验,计数资料比较用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

经过 3 个疗程的治疗,2 组患者评分均有提高。治疗后下肢 Brunnstrom 运动功能分期达 IV 期以上者,治疗组有 13 例,占该组治疗人数的 86.67%;对照组有 7 例,占该组治疗人数的 46.67%。经 χ^2 检验, $P < 0.05$ 。2 组治疗后 FMA 评分、iEMG 与组内治疗前比较均有提高($P < 0.05$),组间比较,治疗组明显优于对照组($P < 0.05$),详见表 2。

表 2 2 组患者治疗前、后 Brunnstrom 分期、FMA 评分、iEMG 结果比较

组别	例数	Brunnstrom 分期(例)						FMA 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	iEMG (μV, $\bar{x} \pm s$)
		I	II	III	IV	V	VI		
治疗组	15								
治疗前		2	6	6	1	0	0	12.13 ± 2.40	20.23 ± 2.57
治疗后		0	0	2	7	5	1	24.20 ± 5.50 ^{ab}	59.21 ± 6.55 ^{ab}
对照组	15								
治疗前		1	5	8	1	0	0	11.90 ± 2.20	21.33 ± 2.34
治疗后		0	2	6	4	3	0	20.30 ± 4.51 ^a	54.43 ± 5.70 ^a

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

讨 论

有大量研究表明,康复治疗对脑卒中患者运动功能的改善具有显著疗效,而恢复站立及行走功能是绝大多数偏瘫患者最迫切的愿望之一。下肢运动功能尤其是踝关节背屈功能出现障碍,严重影响其行走和步态,踝关节是人体步行姿势及稳定性的一个微调枢纽,其背屈能否出现,对下肢运动功能、步态有着极其重要的意义^[3]。踝关节背屈功能的改善,主要依靠提高胫前肌肌力和踝关节背屈角度,其早期康复训练应以增强胫骨前肌的肌肉控制为重点^[4]。故本研究中两组患者偏瘫下肢电刺激治疗主要针对的是胫前肌。

表面肌电图是采用表面电极放置在目标肌肉表面,通过对单块或一组、多组肌肉集合性肌电活动的同时记录,采集肌肉活动/动作(等张、等长、等速)时的肌电信号,对神经肌肉功能作定量和定性分析,并推测神经肌肉的病变特性,主要用于康复医学功能及疗效的评价与治疗^[5-6]。

iEMG 是表面肌电图信号时域分析常用的一项指标,iEMG 反映的是一定时间内肌肉中参与活动的运动单位的放电总量,即在时间不变的前提下,其值的大小在一定程度上反映了参与工作的运动单位的数量多少和每个运动单位的放电大小,其大小决定于肌电幅值的变化^[7],同时,有关的研究一致表明,各种肌肉负荷形式下,肌肉收缩力或输出功率的变化与 sEMG 信号的幅值间存在着良好的线性关系^[8]。由此可知,相同时间内 iEMG 的大小反映了肌肉收缩力的强弱^[9]。Onishi 等^[10]曾对 iEMG 与肌力和肌张力之间的关系进行了研究,指出肌肉随意静力收缩时,用表面电极测定的 iEMG 与肌力和肌张力在一定程度上呈正相关。所以,该值可用于观察治疗前、后神经肌肉功能的改善情况并据此制定和调整下一步的治疗方案。因此,本研究采用胫前肌最大等长收缩时的 iEMG 值衡量肌力恢复情况。

常用的低频脉冲治疗仪在治疗时只需找准电极放置位置,选择适当的治疗处方,调节好输出即可,患者完全处于被动接受刺激状态。而在表面肌电触发电刺激治疗中,患者必须处于主动治疗状态,因患者的表面肌电信号需要通过仪器反馈来控制电刺激的输出,动态设定肌电阈值。仪器通过声响对患者进行提示,这时患者尽量使患侧踝关节背屈,当患者通过努力使患侧胫前肌肌电值达到或超过 sEMG 触发阈值时,就给予患者一次低频电刺激,同时显示器上会有一段颜色的变化,而后发出放松的提示;当患者肌电值增强后,仪器会自动调高触发点,使患者进一步地加强肌肉收缩。该疗法将主动运动和被动电刺激巧妙结合,通过表面电极来探测患肢胫前肌收缩、放松过程中的肌电峰值变化,肌电信号的强弱也可通过显示器直接反馈给患者,让患者根据这些信号逐渐学会在一定范围内进行有意识的“意念”控制及心理训练,达到随意调节自身躯体机能的目的。

本研究结果显示,2 组患者经 3 个疗程的综合康复治疗,各项观察指标均高于本组治疗前($P < 0.05$),组间比较,治疗组的疗效明显优于对照组($P < 0.05$)。有研究报道,刺激痉挛性脑卒中患者的腓深神经不仅可以增强胫前肌肌力,还可抑制小腿后侧肌群的牵张反

射^[11]。结果说明,表面肌电触发电刺激结合综合康复治疗可以更好地改善和提高偏瘫侧胫前肌的肌力,抑制小腿后侧肌群的牵张反射,降低后侧肌群肌张力,促使偏瘫侧下肢分离运动的产生,从而促进患侧下肢运动功能的恢复。

表面肌电触发电刺激的应用,实现了主动训练与电刺激的有效结合,使患者能及时、直观地看到自主运动的变化和治疗中的进步,有利于充分调动患者的主观能动性,强化运动效果,增强康复的信心。治疗时,患者注意力集中,对改善认知功能也有一定的帮助。但是,该设备价格较贵,不利于普及,治疗时必须采取一对一的方式进行。对脑卒中偏瘫患者整体功能恢复的疗效,尚待于大样本的治疗及进一步的研究证实。

参 考 文 献

- [1] Chiang J, Wang J, McKeown MJ. Hidden Markov multivariate autoregressive (HMM-mAR) modeling framework for surface electromyography (sEMG) data. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2007, 2007:4826-4829.
- [2] 缪鸿石,朱镛连. 脑卒中的康复评定和治疗. 北京:华夏出版社, 1996:9-12.
- [3] 吴玉玲,王水平,李爱萍. 调制中频电疗加功能强化训练治疗偏瘫患者踝背屈障碍的临床观察. 中华物理医学与康复杂志, 2006,28:142-143.
- [4] 燕铁斌, Hui-Chan WYC. 踝背伸和跖屈肌群的最大等长收缩:脑卒中急性期患者与同龄健康老人表面肌电图对照研究. 中华物理医学与康复杂志, 2003,25:212-214.
- [5] Omeekins GD, So Y, Quan D. American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine evidenced-based review: use of surface electromyography in the diagnosis and study of neuromuscular disorders. Muscle Nerve, 2008,38:1219-1224.
- [6] Disselhorst-klug C, Schmitz-Rode T, Rau G. Surface electromyography and muscle force: Limits in sEMG- force relationship and new approaches for applications. Clin Biomech, 2008,10:1-13.
- [7] 杨晓晔,熊开宇. 积分肌电对青年男子股四头肌的疲劳评价. 沈阳体育学院学报, 2004,23:384-385.
- [8] 王健. SEMG 信号分析及其应用研究进展. 体育科学, 2000,20:56-58.
- [9] 郭京伟,谢欲晓,黄学英. 不同恢复期脑卒中患者胫前肌和腓肠肌表面肌电信号的研究. 中国康复医学杂志, 2007,22:802-804.
- [10] Onishi H, Yagi R, Akasaba K, et al. Relationship between EMG signals and force in human vastus lateralis muscle using multiple bipolar wire electrodes. Electromyogr Kinesiol, 2000,10:59-67.
- [11] Veltink PH, Ladouceur M, Sinkjer T. Inhibition of the triceps surae stretch reflex by stimulation of the deep peroneal nerve in persons with spastic stroke. Arch Phys Med Rehabil, 2000,81:1016-1024.

(修回日期:2010-04-11)

(本文编辑:阮仕衡)