

表面肌电信号对脑卒中患者远程居家康复指导的效果研究

陶勇军¹, 陈静², 高春燕¹, 翁东承¹, 金燕², 任传成²

1. 上海市闵行区吴泾社区卫生服务中心, 上海市 200240

2. 复旦大学附属上海市第五人民医院神经内科, 上海市 200240

摘要:目的 探讨表面肌电信号对指导脑卒中患者居家远程康复的效果。方法 筛选 2014 年 7 月至 2015 年 6 月在上海市第五人民医院神经内科住院治疗的脑卒中患者 78 例, 78 例患者通过 SPSS 统计软件按 1:1 的比例分成两组, 分别为表面肌电信号指导进行居家康复的治疗组 (39 例) 与无表面肌电信号指导居家康复的常规组 (39 例)。采用简化 Fugl-Meyer 运动功能量表 (FMA) 评定上肢功能, 通过均方根值 (RMS) 测定肌肉收缩时的收缩强度。结果 康复治疗前, 两组患者上肢 FMA 评分与 RMS 评分比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.001$)。康复治疗后, 两组患者上肢 FMA 评分与 RMS 评分均较康复治疗前增加, 差异具有统计学意义 ($P < 0.001$)。康复治疗后, 治疗组上肢 FMA 评分与 RMS 评分均较常规组增加, 差异具有统计学意义 (FMA: $P = 0.02$; RMS: $P = 0.018$)。结论 康复过程中进行表面肌电信号调整康复方案可增强运动功能康复的效果。

关键词: 表面肌电信号; 脑卒中; 康复; 远程医疗

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.2016.05.010

Effect of surface electromyogram signal on home-based rehabilitation for stroke patients

TAO Yong-Jun, CHEN Jing, GAO Chun-Yan, WEN Dong-Cheng, JIN Yan, REN Chuan-Cheng. Wujing Community Health Service Center, Minhang District, Shanghai 200240, China

Corresponding author: REN Chuan-Cheng, E-mail: rccfsn17@sina.com

Abstract: Objective To investigate the effect of surface electromyogram signal (SES) on home-based rehabilitation for stroke patients. **Methods** A total of 78 stroke inpatients who were treated in our hospital from July 2014 to June 2015 were enrolled and equally divided into treatment group and conventional group using the SPSS software. The treatment group received SES-guided home-based rehabilitation, while the conventional group received non-SES-guided home-based rehabilitation. The simplified Fugl-Meyer Motor Function Scale (FMA) and root mean square (RMS) were used to assess upper limb function and muscle contraction strength, respectively. **Results** There were no significant differences in FMA or RMS score between the two groups before rehabilitation ($P > 0.001$). After rehabilitation, both FMA and RMS scores were significantly elevated in the two groups ($P < 0.001$); the treatment group had significantly higher FMA and RMS scores than the conventional group ($P = 0.02$ and $P = 0.018$). **Conclusions** SES-guided adjustment of rehabilitation plan during treatment can improve motor function recovery.

Key words: surface electromyogram signal; stroke; rehabilitation; telemedicine

目前, 脑血管病已经成为危害中老年人健康和生命的主要疾病, 我国脑血管患病人数有 500 ~ 600 万, 致残率高居第一位^[1]。在恢复期的脑梗死患者中, 有 70% ~ 80% 的患者遗留不同程度的行

使日常生活活动能力的功能障碍, 近半数患者生活不能自理, 对自身、家庭和社会造成沉重的负担, 需要进行长期的康复治疗^[2, 3]。出院后的患者限于社区医疗条件和康复认知度的欠缺, 往往得不到正

基金项目: 上海市科委项目 (2013MW80)

收稿日期: 2016-04-28; 修回日期: 2016-09-28

作者简介: 陶勇军 (1976-), 男, 主治医师; 主要从事脑血管相关性疾病及远程康复在脑卒中后康复应用的研究。

通讯作者: 任传成 (1967-), 男, 博士, 主任医师, 博士生导师, 主要从事脑卒中后脑保护机制相关研究及远程康复在脑卒中后康复应用的研究。E-mail: rccfsn17@sina.com。

规合理的康复治疗,以致很多患者的日常生活活动能力不能恢复到实际可能达到的水平。因此依据个体功能状况,制定因人而异的康复训练计划,且通过计算机网络通讯对家庭成员及患者进行康复培训指导^[4],把简易、实用、有效的康复技术,由医院传输至家庭,这种由患者自身或在家属的协助下完成康复训练的方法,称之为居家康复。在社区康复机构尚不健全、远程医疗在康复技术中的应用逐渐兴起的现实条件下^[5],居家康复不仅对巩固和提高康复治疗效果、改善患者的预后、减轻家庭和社会负担具有重要意义,同时也具有现实的可行性^[6-8]。

与在医院进行康复不同,居家康复由病人自行调节参数,不可避免地产生参数调整不合理的情况。表面肌电图(surface electromyography, sEMG),是神经肌肉系统在进行随意性和非随意性活动时产生的生物电变化经表面电极引导、放大、显示和记录所获得的一维电压时间序列信号^[9],反映了大脑运动皮质控制的脊髓运动神经元的生物电活动在外周运动单位电位上形成的时间和空间的总和。sEMS 操作方便、无创且易被患者接受,并可在长时间的肌电检测中发挥优势,尤其是对神经肌肉病损时产生的肌电信号变化进行分析,在国外广泛用于康复医学与运动医学的功能评估与治疗^[10]。国内对表面肌电图的研究与应用也逐渐增多,尤其是在神经肌肉病损功能的康复评估中更为明显^[11, 12]。本研究通过对比观察居家脑卒中患者康复时不进行或进行表面肌电信号采集并进行反馈性的调整康复参数对患者肢体运动恢复的影响,来探讨表面肌电信号的指导在患者居家康复中的作用。

1 资料与方法

1.1 研究对象

筛选 2014 年 7 月至 2015 年 6 月在上海市第五人民医院神经内科住院治疗的脑卒中患者 78 例。

患者纳入标准为:①年龄 35 ~ 80 岁;②符合全国第六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^[13];③存在上肢功能障碍;④病情平稳,无严重心、肺、肝、肾等脏器疾病;⑤无严重认知功能障碍或精神障碍疾病;⑥患者体内无安装心脏起搏器或支架或人工关节等金属异物。

78 例患者通过 SPSS 统计软件按 1:1 的比例分成两组,分别为表面肌电信号指导下进行居家康复治疗组与无表面肌电信号指导的常规组,每组 39 例患者。康复前收集患者的一般临床资料,包

括年龄、性别、病变性质、病变时程与文化水平。

1.2 康复方法

两组患者均在家中均进行常规康复锻炼方法和神经肌肉电刺激治疗,康复锻炼方案针对 Brunnstrom 分期进行制定^[14],内容包括:①患者床上期的康复训练:良肢的位置摆放,关节的被动运动及体位的转化;②患者日常生活能力的训练:穿脱上衣训练,穿脱裤子的训练,穿脱袜子和鞋子训练,床与轮椅之间的转化训练及上下楼梯的训练。每天连续锻炼 1 次,1 次/45 min,共 12 周。

治疗组患者在进行神经肌肉电刺激治疗时,同时检测患者肌肉的表面肌电信号。具体操作为患者在接受神经肌肉电刺激治疗时,采集瘫痪侧肢体的桡侧腕长伸肌(extensor carpi radialis longus, ECRL)最大等长收缩时的信号,连续采集三次,每次康复治疗后将信号传输给康复师,康复师取三次采集的平均值进行分析,且根据均方值的变化调整患者神经肌肉电刺激的参数。每天治疗 1 次,1 次/40 min,共 12 周;常规组患者进行康复训练与神经肌肉电刺激治疗,但不进行表面肌电信号的采集。

1.3 仪器

本研究中采用可携带的肌电生物反馈刺激仪(MyoeNet-COW,专利号:ZL201420166900. X,中国上海诺诚医疗器械有限公司)提供肌电触发的神经肌肉刺激,偏瘫侧肢体 ECRL 作为进行电刺激的目标肌肉。Ag-AgCl 表面电极(4 cm × 4 cm)相连接贴在目标肌肉的运动点上以诱发肌肉的进一步收缩。电刺激治疗仪由电压为 12 v 干电池或者直接与家庭用电插座连接供电。治疗时电流强度的选择具有个体化,根据患者对刺激的反应,逐渐从 0 增加到最高耐受强度,通常 8 ~ 45 mA 之间,电刺激脉宽参数为 100 μ s,频率为 50 Hz。具体的操作方法按照仪器的操作手册。

信号分析处理仪(NTH-C2,专利号:2014SR054326;中国上海诺诚医疗器械有限公司)主要是用于分析处理记录储存的表面肌电信号。所选取的信号处理参数分别为 250 增益、10 ~ 200 Hz 的带通滤、30 ~ 1000 Hz 的通道采样频率宽、2 k/s 信号数据采集频率及 120 分贝以上的共模抑制比。

1.4 评估指标

两组患者于康复前与康复 3 个月后,采用简化 Fugl-Meyer 运动功能评定量表(Fugl-Meyer Assessment, FMA)评定患者患肢的上肢功能^[15],均方根

值(root mean square, RMS)测定患者患肢 ECRL 最大等长收缩时肌肉的收缩强度^[16]。

1.5 统计学分析方法

统计检验前应用 Shapiro-Wilk 统计方法对所用的资料进行正态性检验。使用独立样本 *t* 检验方法检验两组组间连续性资料,如年龄、病程长短、FMA 评分与 RMS 评分,组内连续性资料康复前后比较应用配对 *t* 检验,如 FMA 分与 RMS 评分;卡方检验或者 Fisher's 确切值检验法对二分类资料进行检验,如性别、脑卒中种类、文化水平。所有统计分析采取双向检验方法及显著性水平 α 为 0.05 的检验水准。统计分析使用 IBM 公司开发的 SPSS 统计软件 19.0 的版本。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的一般临床资料

两组患者在康复治疗前一般资料比较比较无差异,常规组平均年龄(64.05 ± 11.07)岁,治疗组(67.36 ± 10.88)岁;常规组男性患者 26 例,占 66.7%,治疗组男性患者 23 例,占 59.0%;两组患者均以脑梗塞患者为主,常规组与治疗组分别占 64.1%与 71.8%;常规组与治疗组患者文化水平在高中以上的分别有 21 例与 27 例,占 53.8%与 69.2%;两组患者脑卒中发病至开始康复的平均时间分别为(35.62 ± 6.48)天与(32.72 ± 6.96)天。见表 1。

表 1 两组患者一般临床资料

项目	常规组 (<i>n</i> = 39)	治疗组 (<i>n</i> = 39)	<i>P</i> 值
年龄($\bar{x} \pm s$; 岁)	64.05 \pm 11.07	67.36 \pm 10.88	0.187
性别			0.482
男[<i>n</i> (%)]	26(66.7)	23(59.0)	
女[<i>n</i> (%)]	13(33.3)	16(41.0)	
脑卒中种类			0.467
脑梗死[<i>n</i> (%)]	25(64.1)	28(71.8)	
脑出血[<i>n</i> (%)]	14(35.9)	11(28.2)	
文化水平			0.163
初中文化及以下[<i>n</i> (%)]	18(46.2)	12(30.8)	
高中文化及以上[<i>n</i> (%)]	21(53.8)	27(69.2)	
病程长短($\bar{x} \pm s$; d)	35.62 \pm 6.48	32.72 \pm 6.96	0.061

2.2 两组患者康复治疗前后 FMA 评分比较

康复治疗前,常规组患者与治疗组患者上肢 FMA 评分均值比较差异无明显统计学意义($P = 0.059$)。常规组与治疗组患者在居家康复治疗 3 个

月后,上肢 FMA 评分与康复治疗前比较均增加,常规组上肢 FMA 评分均值从 8.44 ± 2.65 至 12.21 ± 3.04 ,差异具有显著统计学意义($P < 0.001$);治疗组上肢 FMA 评分均值从 9.59 ± 2.66 至 13.69 ± 2.48 ,差异具有显著统计学意义($P < 0.001$)。康复治疗 3 个月后,常规组患者与治疗组患者上肢 FMA 评分均值比较,差异具有显著统计学意义($P = 0.02$)。见表 2。

表 2 两组患者康复前后上肢 FMA 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	康复前	康复治疗前后
常规组	39	8.44 \pm 2.65	12.21 \pm 3.04 ^b
治疗组	39	9.59 \pm 2.66 ^a	13.69 \pm 2.48 ^{bc}

注:a 表示康复治疗前,常规组与治疗组比较, $P > 0.05$;b 表示康复治疗前,常规组与治疗组与康复治疗前比较, $P < 0.05$;c 表示康复治疗前,常规组与治疗组比较, $P < 0.001$ 。

2.3 两组患者康复治疗前后组内及组间 RMS 评分比较

康复治疗前,常规组患者与治疗组患者 RMS 评分均值比较差异无明显统计学意义($P = 0.537$)。常规组与治疗组患者在居家康复治疗 3 个月后,RMS 评分与康复治疗前比较均增加,常规组 RMS 评分均值从 67.28 ± 19.91 至 104.31 ± 19.15 ,差异具有显著统计学意义($P < 0.001$);治疗组 RMS 评分均值从 70.77 ± 28.91 至 116.18 ± 23.80 ,差异具有显著统计学意义($P < 0.001$)。康复治疗 3 个月后,常规组患者与治疗组患者 RMA 评分均值比较,差异具有显著统计学意义($P = 0.018$)。见表 3。

表 3 两组患者康复前后上肢 RMS 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	康复前	康复后
常规组	39	67.28 \pm 19.91	104.31 \pm 19.15 ^b
治疗组	39	70.77 \pm 28.91 ^a	116.18 \pm 23.80 ^{bc}

注:a 表示康复治疗前,常规组与治疗组比较, $P > 0.05$;b 表示康复治疗前,常规组与治疗组与康复治疗前比较, $P < 0.05$;c 表示康复治疗前,常规组与治疗组比较, $P < 0.001$ 。

3 讨论

本研究对比了两组居家康复治疗的脑卒中患者,治疗组患者在肌肉伸缩过程中进行表面肌电信号的采集,根据采集到的信号特征来调节患者康复治疗的参数(如增加神经肌肉电刺激的刺激强度)与规范锻炼训练的动作(如在进行某种需放松动作过程时,尽量放松肌肉)。本研究结果显示,脑卒中

患者在三个月的居家康复训练后,常规组与治疗组在 FAM 评分与 RMS 评分均显著增加,且康复后,与康复训练过程中不具有表面肌电信号的采集并进行反馈性的调整康复方案的常规组相比,治疗组在 FAM 评分与 RMS 评分上的增加具有显著的统计学差异,可以推测康复过程中进行表面肌电信号的采集并进行相应的康复计划的调整更有可能改善患者肢体运动功能与增强患者肌肉收缩强度。

目前医院传统康复资源有限,居家康复是医院康复的重要替代方法之一^[17]。患者居家康复训练的规范性是取得良好康复效果的关键所在。根据表面肌电图可实时地记录肌肉静止或活动状态下的肌电信号,并且通过电脑屏幕提供视觉反馈的原理^[18],本研究治疗组采集表面肌电信号,来反馈调节患者的康复参数和康复训练的规范性以便增强患者的康复效果,康复过程中需进行调节的状况常见于,在进行放松训练时,患者不能完全放松,此时采用表面肌电实时采集肌肉肌电并反馈于电脑屏幕上,患者很容易能进行相应有效的调整^[19];此外,通过肌电反馈信息,可以训练患者动作的协调性和准确性,这也是本研究中治疗组患者在运动功能改善方面比常规组患者更为明显的主要原因。其次,康复过程中对患者进行表面肌电信号的记录与视觉反馈作用,一定程度上可增加患者及家属康复训练的自主性、积极性与主动性,有利于增强康复效果。本研究局限在于未能对患者进行完全的设盲、研究样本量小、进行康复干预的时间相对有限以及未能对患者进行康复干预后的随访。

作为一种客观量化的评估手段及多样化的分析方法,表面肌电图在运动医学及康复医学的领域有着较为广泛的应用^[20],可以很好的评估患者的肌肉功能、激活时间和肌肉协调性,同时能有目的地指导康复目标的制定和康复效果的评价,直观量化地表现出肌肉功能的变化情况^[21],但表面肌电信号在应用于临床之前,仍存在很多规律需要作进一步的研究和探讨。

参 考 文 献

- [1] Donnan GA, Fisher M, Macleod M, et al. Stroke. *Lancet*, 2008, 371(9624): 1612-1623.
- [2] Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, et al. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet*, 2006, 367(9524): 1747-1757.
- [3] Duncan PW, Samsa GP, Weinberger M, et al. Health status of individuals with mild stroke. *Stroke*, 1997, 28(4): 740-745.
- [4] Schwamm LH, Holloway RG, Amarenco P, et al. A review of the evidence for the use of telemedicine within stroke systems of care: a scientific statement from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 2009, 40(7): 2616-2634.
- [5] 陈静,金巍,董文帅,等. 远程神经病学的应用研究. 国际神经病学神经外科学杂志, 2015, 42(1): 92-96.
- [6] Cranen K, Drossaert CH, Brinkman ES, et al. An exploration of chronic pain patients' perceptions of home telerehabilitation services. *Health Expect*, 2012, 15(4): 339-350.
- [7] Santana S, Rente J, Neves C, et al. Early home-supported discharge for patients with stroke in Portugal: A randomised controlled trial. *Clin Rehabil*, 2016.
- [8] Piron L, Turolla A, Agostini M, et al. Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach. *J Rehabil Med*, 2009, 41(12): 1016-1102.
- [9] Boe SG, Rice CL, Doherty TJ. Estimating contraction level using root mean square amplitude in control subjects and patients with neuromuscular disorders. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008, 89(4): 711-718.
- [10] Lux RL, Sower CT, Allen N, et al. The application of root mean square electrocardiography (RMS ECG) for the detection of acquired and congenital long QT syndrome. *PLoS One*, 2014, 9(1): e85689.
- [11] Remaley DT, Fincham B, McCullough B, et al. Surface Electromyography of the Forearm Musculature During the Windmill Softball Pitch. *Orthop J Sports Med*, 2015, 3(1): 1805614220.
- [12] Abraham AP, Srinivas SB, Murthy M, et al. Surface electromyography activity in the upper limbs of patients following surgery for compressive cervical myelopathy. *Neurol India*, 2015, 63(6): 903-910.
- [13] 王薇薇,王新德. 第六届全国脑血管病学术会议纪要. 中华神经科杂志, 2004, 37(4): 346-348.
- [14] 冯华,李瑶. 根据 Brunnstrom 分期制定针对性康复方案对脑卒中患者康复效果的影响. 国际神经病学神经外科学杂志, 2015, 42(4): 316-319.
- [15] Lundquist CB, Maribo T. The Fugl-Meyer assessment of the upper extremity: reliability, responsiveness and validity of the Danish version. *Disabil Rehabil*, 2016, 10: 1-6.
- [16] Mark BA, Lewis SE, Willcox E. The effect of manipulating root mean square window length and overlap on reliability, inter-individual variability, statistical significance and clinical relevance of electromyograms. *Man Ther*, 2014, 19(6): 595-601.
- [17] Johansson T, Wild C. Telerehabilitation in stroke care--a sys-

tematic review. J Telemed Telecare, 2011, 17(1): 1-6.

- [18] Hu X, Suresh AK, Rymer WZ, et al. Assessing altered motor unit recruitment patterns in paretic muscles of stroke survivors using surface electromyography. J Neural Eng, 2015, 12(6): 66001.
- [19] Li X, Shin H, Zhou P, et al. Power spectral analysis of surface electromyography (EMG) at matched contraction levels of the first dorsal interosseous muscle in stroke survivors. Clin

Neurophysiol, 2014, 125(5): 988-994.

- [20] Mohseni BM, Rahmani N, Majdoleslam B, et al. Reliability of surface electromyography in the assessment of paraspinal muscle fatigue: an updated systematic review. J Manipulative Physiol Ther, 2014, 37(7): 510-521.
- [21] Balata PM, Silva HJ, Moraes KJ, et al. Use of surface electromyography in phonation studies: an integrative review. Int Arch Otorhinolaryngol, 2013, 17(3): 329-339.

2017 年《中国当代儿科杂志》征稿征订启事

《中国当代儿科杂志》是由中华人民共和国教育部主管,中南大学主办的国家级儿科专业学术期刊。本刊为国家科学技术部中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊),中国科学引文数据库(CSCD)核心库期刊,北京大学图书馆中文核心期刊和国际权威检索机构美国 MEDLINE、美国《化学文摘》(CA)、荷兰《医学文摘》(EM)及世界卫生组织西太平洋地区医学索引(WPRIM)收录期刊,同时被中国学术期刊(光盘版)、中国科学院文献情报中心、中国社会科学院文献信息中心评定为《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊,并被《中国期刊网》《中国学术期刊(光盘版)》全文收录。

本刊内容以儿科临床与基础研究并重,反映我国当代儿科领域的最新进展与最新动态。辟有国内外儿科研究及动态、论著(临床研究、病例分析、儿童保健、流行病学调查和实验研究)、临床经验、病例报告、专家讲座、综述等栏目。读者对象主要为从事儿科及相关学科的临床、教学和科研工作者。

本刊为月刊,每月15日出版,向国内外公开发行人。欢迎全国各高等医学院校,各省、市、自治区、县医院和基层医疗单位,各级图书馆(室)、科技情报研究所及广大医务人员和医学科技人员订阅。每期定价20元,全年240元。邮发代号:国内42-188;国外3856(BM)。可通过全国各地邮局订阅或直接来函与本刊编辑部联系订阅。

向本刊投稿一律通过网上稿件处理系统,免审稿费,审稿周期2~4周。欲浏览本刊或投稿,请登录本刊网站。网站提供免费全文下载。

联系地址:湖南省长沙市湘雅路87号《中国当代儿科杂志》编辑部,邮编410008

电话:0731-84327402;传真:0731-84327922;Email: ddek7402@163.com;网址: http://www.cjcp.org

《中国当代儿科杂志》编辑部

2016年10月20日