

· 临床研究 ·

神经肌肉电刺激对脑卒中后吞咽障碍患者
吞咽功能及其表面肌电图的影响

苏文华 阎文静 钟明华 林延敏 高呈飞 朱其秀

【摘要】目的 观察神经肌肉电刺激(NMES)治疗脑卒中恢复期吞咽障碍患者的临床疗效,并探讨表面肌电图在脑卒中患者吞咽障碍评估中的应用价值。**方法** 将脑卒中恢复期吞咽障碍患者 40 例按随机数字表法随机分为实验组(20 例)和对照组(20 例),2 组患者均给予神经内科常规药物治疗和常规吞咽训练,实验组患者在此基础上增加 NMES 治疗。2 组患者均于治疗前和治疗 2 周后(治疗后)进行吞咽功能评定和 sEMG 检测。**结果** 治疗后,实验组患者的吞咽障碍评分为 (7.65 ± 0.88) 分,与组内治疗前的 (2.75 ± 0.64) 分 and 对照组治疗后的 (6.10 ± 0.85) 分比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。治疗后,2 组患者舌骨上肌群的 sEMG 最大波幅和吞咽时程较组内治疗前显著改善($P < 0.05$),且实验组治疗后的 sEMG 最大波幅和吞咽时程均显著优于对照组治疗后($P < 0.05$)。**结论** NMES 结合常规吞咽训练可显著改善脑卒中恢复期吞咽障碍患者的吞咽功能,且 sEMG 可作为评估脑卒中患者吞咽障碍的有效方法。

【关键词】 吞咽障碍; 神经肌肉电刺激; 脑卒中; 表面肌电图

The effect of neuromuscular electrical stimulation on swallowing function after stroke Su Wenhua, Yan Wenjing, Zhong Minghua, Lin Yanmin, Gao Chengfei, Zhu Qixiu. Department of Rehabilitation, The Affiliated Hospital of Qingdao University Medical College, Qingdao 266000, China
Corresponding author: Zhu Qixiu, Email: szjqxss@163.com

【Abstract】Objective To observe the clinical therapeutic effects of neuromuscular electric stimulation (NMES) on patients with swallowing disorders after stroke and to assess the value of surface electromyography (sEMG). **Methods** Forty stroke survivors with swallowing disorders were divided into a treatment group (20 cases) and a control group (20 cases) using a random number table. All of the patients were given routine medication and conventional swallowing training lasting 2 weeks, on the basis of which the patients in the treatment group were also given electrical stimulation. The seriousness of their swallowing disorders was evaluated and surface electromyographs were recorded for both groups before and after the 2 weeks of treatment. **Results** After treatment, the average dysphagia rating in the treatment group was significantly higher than before treatment, and significantly higher than that of the control group. sEMG of the suprahoid muscles showed that the swallowing duration of both groups had significantly improved, but the values of the treatment group were significantly better than those of the control group. **Conclusions** NMES plus conventional swallowing training can significantly improve swallowing function for patients with swallowing disorders after stroke. sEMG can be regarded as an effective method for assessing swallowing disorders.

【Key words】 Dysphagia; Neuromuscular electrical stimulation; Stroke; Surface electromyography

吞咽障碍是脑卒中患者最常见的功能障碍之一,约 30% ~ 65% 急性期患者合并有吞咽障碍,而恢复期患者的发病率达 16%^[1]。吞咽障碍可增加脑卒中患者肺部感染、营养不良、水电解质功能紊乱等并发症的发生概率,甚至可导致窒息甚至死亡,严重影响患者的康复和生活质量。因此,采取准确的评估和有效的治疗对患者吞咽功能的改善和脑卒中的恢复具有重要的临床价值。

近年来,神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)作为一种新的治疗方法已被国内外广泛关注,但应用 NMES 治疗吞咽障碍的有效性尚存在争议。有研究认为, NMES 在复杂的吞咽动作中很难靶向激活特异的肌肉运动,且其作用机制尚不明确^[2]。本研究采用 NMES 联合常规吞咽训练治疗脑卒中后恢复期吞咽障碍患者 20 例,旨在观察 NMES 对脑卒中后吞咽障碍的疗效及其可能的作用机制,并采用表面肌电图(surface electromyography, sEMG)记录脑卒中吞咽障碍患者吞咽过程中的舌骨上、下肌群的 sEMG 信号特征,以期对脑卒中后吞咽障碍患者的评

估提供有效的方法。

资料与方法

一、一般资料

入选标准:①符合 1995 年中华医学会第四次全国脑血管病学术会议修订的脑卒中诊断要点^[3];②经头颅 CT 或 MRI 确诊为脑梗死或脑出血患者,首次发病,病程 1~3 个月;③患者主诉吞咽困难,饮水呛咳,经洼田饮水试验^[4]筛查存在吞咽障碍,并经电视透视吞咽检查(video fluoroscopic swallowing study, VFSS)确诊;④患者神志清楚,生命体征平稳,能配合医务人员的评估及治疗;⑤签署知情同意书。

排除标准:①年龄 > 80 岁;②合并有严重的心、肺、肝、肾功能不全以及重症感染的患者;③合并中重度认知障碍或失语,不能配合评估和治疗的;④急性心肌梗死、心脏起搏器植入患者;⑤恶性肿瘤患者;⑥头颈部皮肤破损或对电极片过敏患者。

选取 2014 年 2 月至 2014 年 8 月在青岛大学附属医院康复二科住院且符合上述标准的脑卒中后恢复期吞咽障碍患者 40 例,按随机数字表法分为实验组和对照组,每组患者 20 例。2 组患者的年龄、性别、病变性质、病程等一般资料组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。详见表 1。

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病变性质(例)		平均病程 (d, $\bar{x} \pm s$)
		男	女		脑梗死	脑出血	
实验组	20	12	8	55.90 $\pm$ 11.87	11	9	41.55 $\pm$ 9.03
对照组	20	11	9	59.26 $\pm$ 11.66	12	8	41.65 $\pm$ 9.16

二、治疗方法

2 组患者均给予神经内科常规药物治疗和常规吞咽训练,实验组患者在此基础上增加 NMES 治疗。

(一) 常规吞咽训练

常规吞咽训练包括直接训练(摄食训练)和间接训练(基础训练)。每次治疗 30 min,每日 1 次,每周 6 d,连续治疗 2 周。

直接训练包括进食环境、体位、食物的选择,进食量和进食速度的控制,以及进食过程常用的代偿技巧等;间接训练包括吞咽相关肌群的肌力增强训练、呼吸训练、吞咽反射的诱发训练、代偿性吞咽策略的学习、气道保护训练等。其中间接训练主要包括下列 4 项。

1. 颈部牵张:颈部牵张训练包括颈部屈曲、伸展、左右侧屈、左右旋转等。

2. 口腔训练:①口唇闭合训练——让患者面对镜子,发“u”或“i”音,做鼓腮动作,患者可以主动闭拢口唇时,可进行抗阻训练,即将一系线的大纽扣置于患者唇与齿之间,治疗师拉紧系线,患者闭紧口唇与之对

抗,尽量不让纽扣脱出;②下颌运动训练——治疗师协助患者做张口、闭口动作,对于张口困难的患者,可按摩其双侧咬肌,以辅助其张口、闭口;③舌部运动训练——让患者面对镜子,做伸舌舔上、下唇外侧及左右唇角外侧的动作;④软腭抬高训练——可用压舌板直接抬升患者软腭,或用压舌板将舌根向后推,使患者软腭被动抬高。

3. 咽部功能训练:①咽提升练习——要求患者高声发出“e”音;②声带内收训练——患者双手用力推墙或桌子,同时发出“a”音;③冰刺激——用直径 1 cm,长 25 cm 的冰棒轻轻刺激软腭、腭弓、舌根等处,嘱患者做吞咽动作。

4. 食道上括约肌开放训练:①Shaker 练习——患者取仰卧位,在保证肩部不离床的情况下抬头 1 min,休息 1 min,做完 3 组后,连续做 30 次抬头动作;②Mendelsohn 法训练——要求患者在空吞咽动作至喉部上提时,停止吞咽动作,保持 3~5 s,或治疗者用手托住患者的环状软骨在上提位,保持 3~5 s。

(二) NMES 治疗

NMES 采用长沙产 HL-0817A 型电刺激仪,刺激强度为 5~20 mA,输出频率 80 Hz,双相方形波,波宽为 700 ms,双通道,每个通道有 2 个电极,共 4 个治疗电极。电极放置位置常用位置为:① 2 对电极沿颈前正中中线垂直排列放置,电流可刺激参与吞咽的大多数肌群,适用于大多数患者;② 1 对电极并列置于颌下,另 1 对电极置于面神经颊支,适用于口腔期吞咽障碍患者。治疗过程中,治疗师根据患者的感觉调节刺激强度,强度逐渐增大至患者出现肌肉紧张收缩时,要求其做主动吞咽动作。每次治疗 30 min,每日 1 次,每周 5 d,连续治疗 2 周。

三、评定标准

2 组患者均于治疗前和治疗 2 周后(治疗后)进行吞咽功能评定和 sEMG 检测。

1. 吞咽功能评分:采用由藤岛一郎吞咽评分标准^[5],评分为 0~10 分,分数越低,表示吞咽障碍的程度越重。1~3 分为重度吞咽障碍,不能经口进食;4~6 分为中度吞咽障碍,可经口摄入部分营养,同时还需通过静脉注射摄入部分营养;7~9 分为轻度吞咽障碍,可经口摄入营养,但需临床观察指导;10 分为摄食吞咽的能力完全正常。

2. sEMG 检测:采用美国尼高力公司生产 Viking Quest 表面肌电分析系统进行 sEMG 采集。患者取坐位,用酒精棉球去除颈前部皮肤油脂,并涂上耦合剂,左手接地线,将四通道同步电极分别置于双侧左右舌骨上肌群(二腹肌、颏舌肌、下颌舌骨肌、茎突舌骨肌),舌骨上方 2 cm 正中两侧;舌骨下肌群(胸骨舌

骨肌、肩胛舌骨肌、胸骨甲状肌、甲状舌骨肌),舌骨下方 2 cm 正中两侧。参考电极在旁 2 cm,均使用一次性电极片。要求患者每次吞咽 2 ml 水,同步采集其 sEMG 最大波幅值和吞咽时程,记录 3 次完整的吞咽过程,取平均值。

三、统计学方法

使用 SPSS 18.0 版统计学软件进行数据分析,所得数据以 ($\bar{x} \pm s$) 表示,计量资料数据采用 t 检验,以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

一、2 组患者治疗前、后的吞咽障碍评分比较

治疗前,2 组患者的吞咽障碍评分组间比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$);治疗后,实验组患者的吞咽障碍评分为 (7.65 ± 0.88) 分,与组内治疗前的 (2.75 ± 0.64) 分和对照组治疗后的 (6.10 ± 0.85) 分比较,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),详见表 2。

表 2 2 组患者治疗前、后吞咽障碍评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后
实验组	20	2.75 ± 0.64	7.65 ± 0.88^{ab}
对照组	20	2.60 ± 0.59	6.10 ± 0.85^a

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

二、2 组患者治疗前、后 sEMG 最大波幅及吞咽时程比较

由于表面肌电采集系统对舌骨下肌群采集结果不理想,治疗前,实验组有 3 例,对照组有 4 例患者可采集到;治疗后,实验组有 9 例,对照组有 7 例采集到,因此,未对舌骨下肌群的 sEMG 最大波幅及吞咽时程做统计学分析,仅将 2 组患者舌骨上肌群的 sEMG 最大波幅及吞咽时程纳入了统计学分析。

治疗前,2 组患者舌骨上肌群的 sEMG 最大波幅和吞咽时程组间比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$);治疗后,2 组患者舌骨上肌群的 sEMG 最大波幅和吞咽时程较组内治疗前显著改善 ($P < 0.05$),且实验组治疗后的 sEMG 最大波幅和吞咽时程均显著优于对照组治疗后 ($P < 0.05$)。详见表 3。

表 3 2 组患者治疗前、后 sEMG 最大波幅及吞咽时程比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	sEMG 最大波幅值(μV)		吞咽时程(s)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
实验组	20	322.05 ± 29.45	741.9 ± 46.06^{ab}	1.73 ± 0.23	1.09 ± 0.12^{ab}
对照组	20	317.00 ± 31.63	565.0 ± 41.29^a	1.71 ± 0.22	1.37 ± 0.20^a

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

讨 论

本研究结果显示,治疗后,实验组患者的吞咽障

碍评分为 (7.65 ± 0.88) 分,与组内治疗前和对照组治疗后比较,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),且治疗后,实验组的 sEMG 最大波幅和吞咽时程亦显著优于组内治疗前和对照组治疗后 ($P < 0.05$)。这与姜昭等^[6]的研究结果类似。

咽期吞咽障碍主要与喉上抬幅度不足或速度较慢以及环咽肌打开不全有关,有研究发现,喉上抬减弱是吞咽障碍的最主要原因^[7],其与脑卒中患者死亡率的增加密切相关^[8]。吞咽肌中含有 I 型肌肉纤维和 II 型肌肉纤维,II 型肌肉纤维所产生的肌力较 I 型肌肉纤维更强大,传统的康复训练只能使 I 型肌肉纤维收缩,而 NMES 可使肌肉去极化,既能使 I 型肌肉纤维收缩也能使 II 型肌肉纤维收缩,且优先刺激 II 型肌肉纤维^[9],因此 NMES 产生的肌力增强作用比单纯康复训练作用更强。郑婵娟等^[10]提出,NMES 联合吞咽训练可更有效地提高 sEMG 最大波幅。本研究中采用 4 通道同步记录双侧舌骨上、下肌群肌电信号,但研究过程中对舌骨下肌群肌电信号采集效果不理想,分析原因可能与采集过程饮水量及舌骨下肌群位置较深有关,韩婕等^[11]的研究指出,sEMG 采集过程中,饮水量为 20 ml 可采集舌骨下肌群肌电信号,而郑婵娟等^[10]研究中,未对舌骨下肌群肌电信号进行分析。

NMES 应用于脑卒中后吞咽障碍的治疗是以中枢神经系统在结构和功能上具有高度的可塑性作为理论依据,通过低频脉冲电流刺激肌肉群去极化产生收缩来增加肌力^[12]、改善血液循环、提高咽部肌肉的灵活性和协调性、防止肌肉萎缩,同时可重建大脑皮质对吞咽反射的控制功能,促进新的通路形成^[13],从而达到改善和恢复吞咽功能的目的。Kim 等^[14]的研究指出,低频电刺激可使神经干细胞定向迁移,调控神经生长相关因子的表达,提高脑源性神经营养因子 mRNA 的水平。Ludlow 等^[15]的研究报道,NMES 作用机制与低强度的电刺激可促使吞咽时产生足够的喉上抬有关。Gallas 等^[16]给予脑卒中后吞咽障碍患者 NMES 治疗后,经 VFSS 观察发现,患者食物的残留量和误吸次数有显著降低,吞咽时间缩短,协调性增加。sEMG 作为一种对神经肌肉功能安全、简单、无创、有效的检查方法,越来越多的受到关注。sEMG 是将电极放置在目标肌肉或肌群表面,通过对一块或一组、多组肌肉集合性肌电活动的记录,募集肌肉活动时的电信号来对神经肌肉功能进行定量和定性分析,适用于康复医学功能及疗效的评价^[17]。有研究指出,sEMG 可用于吞咽障碍的筛查和早期诊断^[18],随着 sEMG 技术的进一步发展,其很可能成为吞咽障碍诊断的有利工具。Disselhorst

等^[19]的研究报道,4 通道肌电信号更加准确,因此 4 通道的 sEMG 在吞咽障碍评估中被优先推荐。本研究也发现,sEMG 尚存在缺点,如表面电极较大,对较小的肌肉无法准确分析,仅局限在表层肌群,无法采集参与吞咽过程的深层肌肉的肌电信号等。

综上所述,NMES 联合常规训练可有效地改善脑卒中恢复期吞咽障碍患者的吞咽功能,而 sEMG 可有效评定吞咽障碍的程度,可作为一种有效评估脑卒中患者吞咽障碍的方法,为患者的康复治疗计划提供客观依据。

参 考 文 献

- [1] Martino R, Foley N, Bhogal S, et al. Dysphagia after stroke: incidence, diagnosis, and pulmonary complications[J]. Stroke, 2005, 36(12): 2756-2763.
- [2] Freed ML, Freed L, Chatburn RL, et al. Electrical stimulation for swallowing disorders caused by stroke[J]. Respir Care, 2001, 46(5): 466-474.
- [3] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管病诊断要点. 中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379-380.
- [4] 大西幸子, 孙启良. 摄食吞咽障碍康复实用技术[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2000: 43-44.
- [5] 藤岛一郎. 脑卒中的摄食咽下障碍[M]. 东京: 医齿药出版株式会社, 1999: 87.
- [6] 姜昭, 王亚平, 郭承承, 等. 神经肌肉电刺激治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(5): 357-360.
- [7] Burnett TA, Mann EA, Cornell SA, et al. Laryngeal elevation achieved by neuromuscular stimulation at rest[J]. J Appl Physiol, 2003, 94(1): 128-134.
- [8] Bülow M, Olsson R, Ekberg O. Do dysphagic patients with an absent pharyngeal swallow have a shorter survival than dysphagic patients with pharyngeal swallow? Prognostic importance of a therapeutic videoradiographic swallowing study (TVSS)[J]. Acta Radiol, 2005, 46(2): 126-131.
- [9] Lake DA. Neuromuscular electrical stimulation. An overview and its application in the treatment of sports injuries[J]. Sports Med, 1992, 13(5): 320-336.
- [10] 郑婵娟, 夏文广, 张阳普, 等. 神经肌肉电刺激联合吞咽训练治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(3): 201-204.
- [11] 韩婕, 阎文静, 戴玲莉, 等. 表面肌电图在脑卒中吞咽障碍患者康复疗效评估中的应用研究[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(6): 579-581.
- [12] 王杨春, 罗伦, 李攀, 等. 早期综合康复治疗对脑卒中后吞咽障碍的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2009, 31(12): 839-842.
- [13] 晋丹丹, 张华. 神经肌肉电刺激对脑卒中后吞咽障碍疗效及相关问题的研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2010, 32(4): 282-284.
- [14] Wei G, Huang Y, Wu G, et al. Regulation of glial cell line-derived neurotrophic factor expression by electroacupuncture after transient focal cerebral ischemia[J]. Acupunct Electrother Res, 2000, 25(2): 81-90.
- [15] Ludlow CL, Humbert I, Saxon K, et al. Effects of surface electrical stimulation both at rest and during swallowing in chronic pharyngeal Dysphagia[J]. Dysphagia, 2007, 22(1): 1-10.
- [16] Gallas S, Marie JP, Leroi AM, et al. Sensory transcutaneous electrical stimulation improves post-stroke dysphagic patients[J]. Dysphagia, 2010, 25(4): 291-297.
- [17] O'Kane L, Groher ME, Silva K, et al. Normal muscular activity during swallowing as measured by surface electromyography[J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 2010, 119(6): 398-401.
- [18] Vaiman M. Standardization of surface electromyography utilized to evaluate patients with dysphagia[J]. Head Face Med, 2007, 3(6): 26.
- [19] Disselhorst-Klug C, Schmitz-Rode T, Rau G. Surface electromyography and muscle force: limits in sEMG-force relationship and new approaches for applications[J]. Clin Biomech, 2009, 24(3): 225-235.

(修回日期: 2015-01-12)

(本文编辑: 阮仕衡)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对医学名词使用的要求

为规范医学名词,本刊以 1989 年及其以后由全国科学技术名词审定委员会(原全国自然科学名词审定委员会)审定、公布、科学出版社出版的《医学名词》和相关学科的名词为准,暂未公布的名词仍以人民卫生出版社出版的《英汉医学词汇》为准。中文药物名称应使用最新版药典(法定药物)或卫生部药典委员会编辑的《药名词汇》(非法定药物)中的名称,英文药物名称采用国际非专利药名,不用商品名。