

· 临床研究 ·

表面肌电图技术在脑卒中后吞咽障碍评估中的应用

庄任, 方罡, 贺颖超, 焦素芹

江苏省常州市德安医院康复医学科, 江苏 常州 213000

摘要: **目的** 应用表面肌电图技术及分析系统研究脑卒中后吞咽障碍患者和正常受试者咽期吞咽过程中舌骨下肌群和颏下肌群肌电活动的持续时间和平均振幅的差异。**方法** 选取 2016 年 3 月至 2018 年 3 月康复医学科及神经内科门诊吞咽功能正常、无明显呛咳健康志愿者 105 例作为对照组, 脑卒中后吞咽障碍确诊患者 105 例作为实验组。采用美国 Noraxon 无线表面肌电采集分析系统对两组受试者在干咽、吞水 5 ml 和吞咽 5 ml 糊状食物状态下采集两组肌群的表面肌电信号, 比较两组持续时间及平均振幅差异。**结果** (1) 干咽状态下: 实验组中颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动持续时间与对照组相比均显著延长, 平均振幅与对照组相比均显著增高 (P 均 < 0.05)。 (2) 吞水状态下: 实验组中颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动持续时间与对照组相比均显著延长, 平均振幅与对照组相比均显著增高 (P 均 < 0.05)。 (3) 吞糊状态下: 实验组中颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动持续时间与对照组相比均显著延长, 平均振幅与对照组相比均显著增高 (P 均 < 0.05)。**结论** 表面肌电图技术可以作为一种简单快速、无创检测吞咽过程中相关肌群肌电活动的方法, 能够有效筛查脑卒中后吞咽障碍患者, 并可定量检测吞咽相关肌群的收缩力, 从而为脑卒中后患者吞咽障碍的评估及针对性康复计划的制定提供有效的依据。

关键词: 表面肌电图; 脑卒中后吞咽障碍; 咽期吞咽障碍; 平均振幅; 持续时间

中图分类号: R 493 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2019)04-0493-04

Surface electromyography in evaluation of dysphagia after stroke

ZHUANG Ren, FANG Gang, HE Ying-chao, JIAO Su-qin

Department of Rehabilitation, Changzhou Dean Hospital, Changzhou, Jiangsu 213000, China

Correspondence author: JIAO Su-qin, E-mail: wjt5434@163.com

Abstract: Objective Using surface electromyography to study the differences in duration and average amplitude of the electromyographic activity of subhyoid and submental muscles during swallowing between patients with post-stroke dysphagia and normal subjects. **Methods** From March 2016 to March 2018, 105 healthy volunteers with normal swallowing function and no obvious cough (control group) and 105 patients with dysphagia after stroke (experimental group) were selected. Noraxon wireless surface electromyography (sEMG) acquisition and analysis system was used to collect the sEMG signals under the conditions of dry swallowing, 5 ml of water swallowing and 5 ml of pasty food swallowing in two groups. The duration and average amplitude of sEMG activity were compared between two groups. **Results** In the states of dry-, water- and paste-swallowing, the duration and the average amplitude of sEMG activity of submental muscle group and subhyoid muscle group significantly increased in experimental group compared with those in control group (all $P < 0.05$). **Conclusion** Surface EMG can be used as a simple, rapid and non-invasive method to detect the electromyographic activity and the contractility of swallowing-related muscle groups quantitatively in patients with post-stroke dysphagia, providing an effective reference for the evaluation of post-stroke dysphagia and the fomulation of targeted rehabilitation plan of patients.

Key words: Surface electromyography; Dysphagia after stroke; Dysphagia during pharynx; Average amplitude; Time of duration

Fund program: Jiangsu Science and Technology Plan Project (BE2017752); Changzhou Science and Technology Project (CE20175033)

吞咽障碍是脑卒中常见的并发症之一, 研究表明约 30% ~ 78% 的脑卒中患者有吞咽困难, 而其脱水、

吸入性肺炎、心理障碍、营养不良等发生率较无吞咽困难的患者增加了 3 倍^[1]。因此, 开展早期正确的评

估和有效的诊断对吞咽障碍患者的康复治疗有重要的意义^[2]。临床主要采用吞咽床旁筛查、临床功能评估以及仪器检查^[3-4]。床旁筛查可以较快地对是否存在吞咽障碍进行初步判断;功能评估主要通过口咽神经肌肉生理功能和解剖结构的反应找到吞咽困难的原因和特征,为防治误吸和治疗提供线索;仪器检查能更加直观的观察不同吞咽分期中的异常情况,对吞咽障碍的鉴别诊断有重要价值。表面肌电图(surface electromyography, sEMG)检查是将表面皮肤电极放置在目标肌肉表面,记录单块或一组、多组肌肉集合性肌电活动,采集肌肉活动的肌电信号,从而对神经肌肉功能作定量和定性分析,同时还可以用来推测神经肌肉的病变特性,在康复医学功能及疗效的评价中得到了广泛的应用^[5-7]。大量研究表明 sEMG 是一种快速、经济、无创的检查,对吞咽生理的评估具有重要的价值^[8-10]。本研究旨在通过吞咽 sEMG 检查采集健康成人志愿者与脑卒中患者咽期吞咽过程的肌肉活动的时间和振幅,分析正常受试者和脑卒中后吞咽障碍患者吞咽时相关肌群肌电活动的平均时间和平均振幅有无差异,为临床早期评估和诊断吞咽障碍提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 对照组:选取 2016 年 3 月至 2018 年 3 月我院康复医学科及神经内科门诊吞咽功能正常、无明显呛咳健康志愿者 105 例,男 62 例,女 43 例;年龄(51 ± 16)岁。实验组:选取同期同科住院确诊脑卒中后吞咽障碍患者 105 例,男 60 例,女 45 例;年龄(52 ± 17)岁。均签署知情同意书。两组性别及年龄构成差异无统计学意义(P 均 > 0.05)。

1.2 纳入标准和排除标准 纳入标准:(1)符合脑卒中诊断标准^[11],并经标准吞咽功能评估量表(SSA)筛查和视频吞咽造影检查(VFSS)确诊为吞咽障碍,且符合吞咽障碍的诊断标准^[12]。(2)意识清醒,生命体征稳定,能配合检查者。(3)能理解和执行治疗人员的简单命令,简易智力测试量表(AMT)评分大于 7 分^[13]。排除标准:(1)不能配合检查和治疗,依从性较差的患者。(2)生命体征不稳定、昏迷、患有严重心、肾等脏器功能障碍的患者。(3)其他原因而导致吞咽障碍的患者。

1.3 方法 (1)清洁皮肤:所有受试者取端坐位,用 75% 酒精清洁皮肤,除去皮肤表面油脂,增加皮肤与表面电极之间的导电性。(2)放置电极(如图 1):选用一次性表面吞咽电极,每个部位的 2 个电极相距 2 cm,所有电极的两极沿肌群或肌肉平行粘贴^[11],参

考电极距记录电极 2 cm。颏下肌群:两个电极同侧放置,位置选在下颌下方中线的左侧或右侧;舌骨下肌群:两个电极同侧放置,位置选在甲状软骨的左侧或右侧。(3)实验模式:①1 次放松状态下基线测试(口内无食物),持续时间为 5 s;②3 次干咽测试(咽唾液),每 2 次间间隔 20 s;③1 次放松状态下基线测试(口内含 5 ml 水),持续时间为 5 s;④3 次 5 ml 液体吞咽测试,每 2 次间间隔 20 s;⑤1 次放松状态下基线测试(口内含 5 ml 糊状食物),持续时间为 5 s;⑥3 次 5 ml 糊状吞咽测试,每 2 次间间隔 20 s。(4)肌电信号采集:应用美国 Noraxon 无线表面肌电采集分析系统(型号 TeleMyo2400, 12 通道)进行表面肌电信号采集,提取 sEMG 信号平均时间和平均振幅值,计算两组时域指标的值,并进行统计学分析。在采集信号时通过增大患者与仪器之间的距离来减少电源干扰;通过减小两个电极的距离或采用 100 ~ 200 Hz 的带通滤波器来减少心电干扰;使用 75% 乙醇擦拭皮肤表面除去油脂以降低电阻,提高信噪比。



图 1 sEMG 表面电极放置

1.4 统计学方法 采用 SPSS 17.0 软件进行数据处理。计数资料用例表示,采用 χ^2 检验;定量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较用成组 t 检验。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组干咽持续时间、平均振幅比较 在干咽状态下,实验组中颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动持续时间与对照组相比均显著延长($P < 0.05$);平均振幅与对照组相比均显著增高($P < 0.05$)。见表 1、表 2。

2.2 两组吞水持续时间、平均振幅比较 在吞水状态下,实验组中颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动持续时间与对照组相比均显著延长($P < 0.05$);平均振幅与对照组相比均显著增高($P < 0.05$)。见表 3、表 4。

2.3 两组吞糊持续时间、平均振幅比较 在吞糊状态下,实验组中颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动持续时间与对照组相比均显著延长($P < 0.05$);平均振幅与对照组相比均显著增高($P < 0.05$)。见表 5、表 6。

表 1 对照组和实验组干咽持续时间比较 ($s, \bar{x} \pm s$)

组别	例数	颏下肌群	舌骨下肌群
对照组	105	1.87 ± 0.64	1.91 ± 0.48
实验组	105	2.47 ± 0.75 ^a	2.35 ± 0.51 ^a

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$ 。

表 2 对照组和实验组干咽平均振幅比较 ($\mu V, \bar{x} \pm s$)

组别	例数	颏下肌群	舌骨下肌群
对照组	105	29.51 ± 12.95	30.93 ± 17.97
实验组	105	43.83 ± 14.28 ^a	43.13 ± 16.04 ^a

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$ 。

表 3 对照组和实验组吞水持续时间比较 ($s, \bar{x} \pm s$)

组别	例数	颏下肌群	舌骨下肌群
对照组	105	1.88 ± 0.52	1.96 ± 0.47
实验组	105	2.60 ± 0.43 ^a	2.54 ± 0.39 ^a

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$ 。

表 4 对照组和实验组吞水平均振幅比较 ($\mu V, \bar{x} \pm s$)

组别	例数	颏下肌群	舌骨下肌群
对照组	105	25.42 ± 11.74	24.89 ± 12.69
实验组	105	43.25 ± 10.92 ^a	44.52 ± 18.47 ^a

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$ 。

表 5 对照组和实验组吞糊持续时间比较 ($s, \bar{x} \pm s$)

组别	例数	颏下肌群	舌骨下肌群
对照组	105	1.78 ± 0.72	1.82 ± 0.42
实验组	105	2.83 ± 0.56 ^a	2.76 ± 0.67 ^a

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$ 。

表 6 对照组和实验组吞糊平均振幅比较 ($\mu V, \bar{x} \pm s$)

组别	例数	颏下肌群	舌骨下肌群
对照组	105	28.98 ± 10.14	28.50 ± 11.17
实验组	105	65.48 ± 12.71 ^a	64.21 ± 13.82 ^a

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$ 。

3 讨论

随着临床对吞咽障碍认识的不断加深,吞咽功能的评估越来越受到重视,但国内至今尚无统一的诊断和评定标准。吞咽造影检查(VFSS)能较为准确的对吞咽障碍进行定性和定量评估,是目前常用的标准,但其使用受到许多条件限制。临床旁量表使用较为快速、安全,但特异性和敏感性不高^[14]。sEMG 是一种无辐射、非侵入性评估吞咽功能的方法。该方法主要是将电极表面贴附于吞咽相关的肌肉表面,检测和

记录受试者肌肉活动的肌电信号,通过软件对肌电信号进行分析从而评估吞咽相关肌肉收缩的时间、幅度等特征^[15]。sEMG 技术较少受到评估者主观因素的影响,信度良好,因此其能够提供可靠的吞咽功能评估的量化指标来进行早期筛查和诊断^[16]。

脑卒中后咽期吞咽障碍主要表现为口咽异常、舌骨上抬异常、上抬幅度下降。而重度咽期吞咽障碍则表现为舌骨上抬和喉上抬运动异常,上抬幅度显著下降,咽反射启动显著延迟,并可能会有一定程度误吸,环咽肌迟缓,从而导致食团不能经过咽肌到达食管下段,同时可能有一定程度的食物反流到口腔。颏下肌群和舌骨下肌群的收缩幅度能在一定程度上反映舌骨上抬和喉上抬动作的难易和上抬幅度的大小。sEMG 可检测颏下肌群和舌骨下肌群的电信号,通过平均振幅的大小反映肌肉放电的情况从而反映上抬动作的难易程度。正常人单次吞咽,呼吸道闭合时间约 0.3 ~ 0.6 s,其涉及的相关动作包括舌骨上抬和喉上抬,因此这两个动作的持续时间可以反映呼吸道闭合的程度,若持续时间延长,则发生误吸的可能性较大。

脑卒中后吞咽肌肉群无力、动作不协调或颈部肌肉纤维组织弹性变差等与吞咽功能障碍的发生有关。本研究结果显示,脑卒中后吞咽障碍患者在干咽、吞水、吞糊条件下相关肌群肌电活动持续时间较健康受试者明显延长,差异具有统计学意义,表明脑卒中后吞咽障碍患者的吞咽功能较差,与 Vaiman 等^[17]研究一致。在吞咽相同容积和相同性状的食团时,脑卒中后吞咽障碍患者的吞咽时间延长,可能会导致误吸。咽部是呼吸与吞咽食物共同的通道,如果食物在咽部停留时间较长,对气道保护的作用也越弱,导致误吸的可能性增加。糊状食物是脑卒中吞咽障碍患者较为安全有效的食物,而稀流质易引发患者呛咳、误吸等。食团的容积和性状由许多位于咽部的机械和化学感受器接受感觉信息,而脑卒中后舌和咽对食团的感觉灵敏度降低。空吞咽及吞咽半流质食物时,脑卒中后吞咽障碍患者吞咽肌群 sEMG 的时限较对照组显著延长,主要是由于肌肉收缩速度变慢导致。肌肉收缩越强烈,振幅越大。本研究结果表明在干咽、吞水及吞糊时,脑卒中后吞咽障碍患者吞咽肌群收缩的平均振幅均显著高于对照组。同时,许多研究表明吞咽不同体积及不同黏稠度的食团对 sEMG 记录的振幅有影响^[18]。

sEMG 作为一种评估吞咽生理的方法,不仅能够定性评估吞咽障碍,而且能够定量评估吞咽过程中相关肌群的肌电活动^[19-20]。目前,已有相关应用

sEMG 评估吞咽障碍的标准化程序、模式及设备。同时已经使用 sEMG 技术对正常成人吞咽过程中相关肌群肌电活动的持续时间和平均振幅建立了标准数据库^[21]。sEMG 相比于其他评估,其优点在于能够量化口咽期吞咽过程,而评估吞咽过程的参数包括参与口咽期吞咽相关肌群电活动的平均振幅和平均时间,对吞咽过程进行客观描述及量化分析过程^[22-23]。脑卒中后吞咽障碍患者以咽期吞咽障碍为主,需要一种简便、快速的评估方法来进行早期评估和筛查,为制定个体化的吞咽障碍治疗方案提供客观依据。sEMG 评估方法对人体不会造成伤害,短时间能反复检查,以及时了解病情变化、修订治疗方案,且能在床边进行,对疾病早期不适宜搬动的患者尤为适宜。

综上所述,sEMG 分析显示脑卒中后吞咽障碍患者单次吞咽(干咽、吞咽 5 ml 水、吞咽 5 ml 糊状食物)的舌骨下肌群和颈下肌群的肌电活动持续时间延长及平均振幅增高,表明 sEMG 是一种简单快捷的评估吞咽障碍的方法,可为脑卒中后吞咽障碍患者的早期评估和诊断以及针对性康复计划的制定提供有效依据。

参考文献

- [1] Geeganage C, Beavan J, Ellender S, et al. Interventions for dysphagia and nutritional support in acute and subacute stroke[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 10: CD000323.
- [2] 徐邵红, 田闪, 胡瑞萍, 等. 脑卒中吞咽障碍康复治疗的客观疗效与主观疗效差异性分析[J]. *康复学报*, 2016, 26(5): 17-20.
- [3] 李继安. 吞咽困难临床评估与功能检查[J]. *中国综合临床*, 2005, 21(11): 1045-1046.
- [4] 李冰洁, 张通. 脑损伤所致吞咽障碍的评定技术[J]. *中国康复理论与实践*, 2004, 10(11): 670-671.
- [5] 张杨, 石磊, 谭继溢. 表面肌电图生物反馈对吞咽困难的辅助治疗作用[J]. *神经损伤与功能重建*, 2006, 1(1): 61-62.
- [6] Meekins 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[J]. *Muscle Nerve*, 2008, 38(4): 1219-1224.
- [7] 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 (Bristol, Avon)*, 2009, 24(3): 225-235.
- [8] Vaiman M, Eviatar E, Segal S. Surface electromyographic studies of swallowing in normal subjects; a review of 440 adults. Report 1. Quantitative data: timing measures [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2004, 131(4): 548-555.
- [9] Vaiman M, Segal S, Eviatar E. Surface electromyographic studies of swallowing in normal children, age 4-12 years[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2004, 68(1): 65-73.
- [10] Monaco A, Cattaneo R, Spadaro A, et al. Surface electromyography pattern of human swallowing[J]. *BMC Oral Health*, 2008, 8: 6.
- [11] 贾建平. 神经病学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [12] 窦祖林. 吞咽障碍评估与治疗[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009.
- [13] 李青青, 吴宗耀, 罗利平. 表面肌电图的信度研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2006, 21(3): 224-227.
- [14] Singh S, Hamdy S. Dysphagia in stroke patients[J]. *Postgrad Med J*, 2006, 82(968): 383-391.
- [15] 黄志强, 赵宁, 苏昭元, 等. 经络刮疗结合康复训练对脑卒中偏瘫患者痉挛上肢表面肌电图及动力学的影响[J]. *康复学报*, 2017, 27(6): 9-14.
- [16] 肖灵君, 薛晶晶, 燕铁斌, 等. 表面肌电图在吞咽功能评估中的信度研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(12): 1155-1158.
- [17] Vaiman M. Standardization of surface electromyography utilized to evaluate patients with dysphagia[J]. *Head Face Med*, 2007, 3: 26.
- [18] Taniguchi H, Tsukada T, Ootaki S, et al. Correspondence between food consistency and suprahyoid muscle activity, tongue pressure, and bolus transit times during the oropharyngeal phase of swallowing [J]. *J Appl Physiol*, 2008, 105(3): 791-799.
- [19] 王珧, 田丽, 饶江, 等. 正常中老年人咽期吞咽功能的表面肌电图研究[J]. *中国康复理论与实践*, 2016, 22(8): 932-935.
- [20] 倪雅凤. 表面肌电图的康复临床评估应用现状与展望[J]. *中医药管理杂志*, 2016, 24(9): 3-4.
- [21] Zhu M, Yu B, Yang W, et al. Evaluation of normal swallowing functions by using dynamic high-density surface electromyography maps [J]. *Biomed Eng Online*, 2017, 16(1): 133.
- [22] Wang YC, Chou W, Lin BS, et al. The use of surface electromyography in dysphagia evaluation [J]. *Technol Health Care*, 2017, 25(5): 1025-1028.
- [23] Giannantoni NM, Minisci M, Brunetti V, et al. Evaluation of pharyngeal muscle activity through nasopharyngeal surface electromyography in a cohort of dysphagic patients with acute ischaemic stroke [J]. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 2016, 36(4): 295-299.

收稿日期: 2018-10-08 修回日期: 2018-12-01 编辑: 周永彬