

·临床研究·

表面肌电图技术在卒中后咽期吞咽功能障碍评估中的应用研究*

刘玲玲¹ 冯 珍^{1,2}

摘要

目的:应用表面肌电图(surface EMG, sEMG)技术与分析系统,探讨正常受试者和脑卒中后吞咽障碍患者(post-stroke dysphagia, PSD)咽期吞咽过程中颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振幅和持续时间的差异。

方法:本实验收集正常对照组(健康成人,30例),病例组(PSD确诊患者,30例),对患者临床资料进行收集。采用芬兰 Megawin6000-T8型表面肌电图仪采集两组受试者在静息状态、空吞咽、吞咽5ml水时两组肌群的表面肌电信号,分析出平均振幅(average electromyogram, AEMG)和持续时间两个指标,比较两组之间有无显著性差异。

结果:①静息状态下:病例组和对照组颏下肌群和舌骨下肌群的平均振幅均无显著性差异($P>0.05$);病例组:颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振幅相比无显著性差异($P>0.05$);对照组:颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振幅也无显著性差异($P>0.05$)。②空吞咽状态下:颏下肌群的平均振幅和持续时间比较,病例组较对照组平均振幅升高,持续时间延长,且具有显著性差异($P<0.05$);舌骨下肌群的平均振幅和持续时间比较,病例组较对照组平均振幅明显升高,持续时间明显延长,且具有显著性差异($P<0.05$);③吞咽5ml水状态下:病例组两组肌群肌电活动的平均振幅较对照组平均振幅显著升高($P<0.005$);病例组两组肌群肌电活动的持续时间较对照组持续时间显著延长($P<0.001$);④组内之间比较:对照组:颏下肌群和舌骨下肌群平均振幅和持续时间在空吞咽和吞咽5ml水状态下均无显著性差异($P>0.05$);病例组:颏下肌群和舌骨下肌群平均振幅和持续时间在空吞咽和吞咽5ml水状态下均无显著性差异($P>0.05$)。

结论:sEMG技术可以作为一种无创、简单、快速检测咽期吞咽过程中相关肌群肌电活动的方法,通过颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振幅和持续时间可以初步筛查和评估吞咽功能,反映舌骨上抬和喉上抬的难易程度和持续时间,评估患者完成此动作的神经肌肉的功能状态,预测吞咽障碍患者误吸的风险。

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:R743.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2017)-05-0534-05

The application of surface electromyography in functional assessment of patients with post-stroke pharyngeal dysphagia/LIU Lingling,FENG Zhen//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2017, 32(5):534—538
Abstract

Objective: To investigate the difference of amplitude and duration in submental muscles and infrahyoid muscles activities during pharyngeal swallowing between normal adults and post-stroke dysphagia by using surface electromyography technique and analysis system.

Method: The clinical data from 30 cases of PSD and 30 healthy controls were collected. ME6000-T8-type sEMG machine was used to collect sEMG of two groups in resting state, saliva swallow and wet swallow, and therefore calculate the average amplitude and duration.

Result: ①In resting state:there were no statistical difference in the average amplitude of submental and infrahy-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.05.008

*基金项目:江西省卫计委科技支撑计划(20121055)

1 南昌大学第一附属医院康复医学科,南昌,330006; 2 通讯作者
作者简介:刘玲玲,女,硕士研究生,住院医师; 收稿日期:2015-06-28

oid muscles between PSD group and control group ($P>0.05$); In PSD group: statistical differences were not observed in the amplitude between submental muscles and infrahyoid muscles; In control group: there were no statistical difference in the average amplitude between submental muscles and infrahyoid muscles; ② During dry swallowing: the results indicated that the average amplitude of submental and infrahyoid muscles in PSD group were significantly lower than that in control group; and the duration of submental and infrahyoid muscles was significantly lower with statistical difference ($P<0.05$). ③ During wet swallowing (swallowing "5ml" water): the average amplitude of submental and infrahyoid muscles in control group were significantly higher than that in PSD group ($P<0.005$); and the duration of submental and infrahyoid muscles were also significantly prolonged ($P<0.001$); ④ Intra-group comparison: statistically differences were not observed in the amplitude and duration between submental muscles and infrahyoid muscles for both PSD group and control group ($P>0.05$).

Conclusion: sEMG could be used as a non-invasive, simple, rapid tool in detecting the sEMG activities of related muscles during pharyngeal swallowing. The average amplitude and duration of submental and infrahyoid muscles can not only preliminarily screen and evaluate swallowing function, but also reflect the complexity and the elevation persistence time of the hyoid bone and the larynx in elevation movement, which were used to evaluate the neuromuscular function and predict the risk of aspiration of patients.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang, 330006

Key word surface electromyography; stroke; pharyngeal swallowing; average amplitude; duration

吞咽障碍是脑卒中患者最常见的并发症之一,国外文献报道卒中后吞咽障碍的发生率为30%—78%,国内报道发生率为62.5%^[1]。吞咽障碍可导致脱水、营养不良,吸入性肺炎^[2],甚至窒息而死亡,住院时间延长^[3-4],严重影响了患者的功能恢复,降低患者生存质量。因此,吞咽障碍早期正确的评估和及时有效的诊断,以便尽早开展吞咽障碍的康复治疗具有重要的临床意义和社会价值。表面肌电图(surface electromyography, sEMG)是一种安全、无创、无放射线、价廉、省时、快速、简单易于操作、定量定性评估吞咽功能的方法。sEMG作为一种评估方法,其运用脑卒中后吞咽障碍患者的评估已经取得了肯定的疗效。

本研究旨在探索运用sEMG对脑卒中后咽期吞咽障碍患者吞咽相关肌群的肌电活动进行观察分析,初步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。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2012年1月—2013年3月,在南昌大学第一附属医院康复医学科及神经内科住院的脑卒中后

吞咽障碍患者及志愿者各30例,受试对象分为脑卒中后吞咽障碍病例组和正常对照组,在参与此试验之前,均征得试验对象知情同意。

纳入标准:①符合1995年中华医学会第4次全国脑血管病学术会议修订的“各类脑血管疾病诊断要点”,并经CT或MRI证实为脑梗死或脑出血^[5];②依据洼田饮水试验筛查和VFSS检查,证实存在吞咽障碍;③年龄40—70岁;④意识清楚,能合作。

排除标准:昏迷、气管切开、严重的心肺功能不全、精神失常或智力及认知功能低下,既往有或同时合并影响吞咽功能的其他疾病,如头颈部肿瘤,食管肿瘤,颅脑损伤,重症肌无力等疾病。

病例组30例,男19例,女11例,男:女=1.7:1,年龄40—70岁,平均(59.9±7.1)岁,发病年龄40—49岁3例,50—59岁12例,60—70岁15例。对照组30例,男16例,女14例,男:女=1.1:1,平均(58.7±7.8)岁,年龄40—49岁5例,50—59岁16例,60—70岁9例。病例组与对照组性别及年龄构成差异无显著性意义($P>0.05$)。见表1。

表1 病例组与对照组性别构成分析

组别	性别(例)		年龄构成(例)			年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)
	男	女	40—49岁	50—59岁	60—69岁	
病例组	19	11	3	12	15	59.9±7.1
对照组	16	14	5	16	9	58.7±7.8

1.2 方法

第一步:所有受试者测试之前先给予颈部皮肤清洁:受试者取端坐位,用75%的酒精清洁电极接触的皮肤,以清除皮肤表面油脂,减少电阻,增加表面电极与皮肤之间的导电性。

第二步:放置电极:电极选用一次性表面吞咽电极,每个记录部位的两电极相距2cm,参考电极在记录电极旁2cm,电极置于肌腹^[6]。具体电极位置如下:①一块电极贴于下颌中线的右侧,记录颏下肌群的肌电活动;②另一电极贴于甲状软骨的左侧:记录舌骨下肌群的肌电活动。向受试者解释测试程序和注意事项,使其充分理解并合作。测试两组肌肉:①颏下肌群:包括二腹肌前腹、下颌舌骨肌和颏舌骨肌;②舌骨下肌群:喉部肌群和甲状舌骨肌,这些肌肉都是表浅肌肉,一般认为参与吞咽的咽期活动。

第三步:实验模式:①主动单次吞咽唾液(“干”吞咽);②主动单次吞咽5ml水(“湿”吞咽),测试过程中,患者取坐位,嘱受试者保持头部位置不动。

第四步:应用MegaWin6000软件进行表面肌电信号采集,提取sEMG信号时域指标:平均振幅值(average electromyogram, AEMG)和平均时间(t),计算正常对照组和试验组时域指标的值,并进行统计学分析。表面肌电系统参数设置:采样频率为1000Hz;共模抑制比(common mode rejection ratio, CMRR)为110dB;输入阻抗为10GΩ,应用MegaWin6000分析软件进行信号处理,将原始sEMG信号经均方根振幅(root mean square, RMS)转换,即得到经整流和滤波后的sEMG信号。

1.3 统计学分析

所有数据使用SPSS 17.0进行统计学分析,计量资料均以均数±标准差表示,年龄、性别分析用独立样本 t 检验和 χ^2 检验,计量资料的比较采用独立样本 t 检验。

2 结果

2.1 病例组和对照组静息状态下平均振幅的比较

病例组和对照组静息状态下颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动水平,两组颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振幅均未见显著性差异($P>0.05$);病例组:颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振

幅相比无显著性差异($P>0.05$);对照组:颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振幅也无显著性差异($P>0.05$),见表2。

表2 病例组与对照组肌群静息状态平均振幅的分析

组别	例数	静息水平	
		颏下肌群	舌骨下肌群
病例组	30	6.07±2.10 ^①	6.07±1.89 ^②
对照组	30	5.30±2.18	6.27±2.30 ^③

与对照组比较:① $P>0.05$;与颏下肌群比较:② $P>0.05$

2.2 病例组和对照组空吞咽平均振幅的比较

病例组和对照组空吞咽时颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动水平,病例组两组肌群肌电活动的平均振幅较对照组平均振幅显著增高($P<0.05$);病例组:颏下肌群和舌骨下肌群空吞咽时肌电活动的平均振幅无显著性差异($P>0.05$);对照组:颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振幅也无显著性差异($P>0.05$),见表3。

2.3 病例组和对照组空吞咽持续时间的比较

病例组和对照组空吞咽时颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动持续时间,病例组两组肌群肌电活动的持续时间较对照组持续时间显著延长($P<0.001$);病例组:颏下肌群和舌骨下肌群空吞咽时肌电活动的持续时间无显著性差异($P>0.05$);对照组:颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的持续时间也无显著性差异($P>0.05$),见表4。

2.4 病例组和对照组吞咽5ml水平平均振幅的比较

病例组和对照组吞咽5ml水颏下肌群和舌骨下肌群的肌电活动水平,病例组两组肌群肌电活动的平均振幅较对照组平均振幅显著增高($P<0.005$);病例组:颏下肌群和舌骨下肌群空吞咽时肌电活动的平均振幅无显著性差异($P>0.05$);对照组:颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振幅也无显著性差异($P>0.05$),见表5。

2.5 病例组和对照组吞咽5ml水持续时间的比较

病例组和对照组吞咽5ml水颏下肌群和舌骨下肌群的持续时间,病例组两组肌群肌电活动的持续时间较对照组平均振幅显著增高($P<0.001$);病例组:颏下肌群和舌骨下肌群空吞咽时肌电活动的持续时间无显著性差异($P>0.05$);对照组:颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的持续时间也无显著性差异($P>0.05$),见表6。

表3 病例组与对照组肌群空吞咽平均振幅的分析 ($\bar{x}\pm s, \mu V$)

组别	例数	空吞咽	
		颏下肌群	舌骨下肌群
病例组	30	35.8±8.68 ^①	34.4±10.19 ^{①②}
对照组	30	28.4±7.04	29.4±6.39 ^②

与对照组比较:① $P<0.05$;与颏下肌群比较:② $P>0.05$

表4 病例组与对照组肌群空吞咽持续时间的分析 ($\bar{x}\pm s, s$)

组别	例数	空吞咽	
		颏下肌群	舌骨下肌群
病例组	30	3.43±0.91 ^①	3.26±0.73 ^{①②}
对照组	30	1.73±0.62	1.61±0.56 ^②

与对照组比较:① $P<0.05$;与颏下肌群比较:② $P>0.05$

表5 病例组与对照组肌群吞咽5ml水平均振幅的分析 ($\bar{x}\pm s, \mu V$)

组别	例数	吞咽5ml水	
		颏下肌群	舌骨下肌群
病例组	30	37.3±8.68 ^①	37.9±8.02 ^{①②}
对照组	30	27.6±8.13	26.6±8.18 ^②

与对照组比较:① $P<0.05$;与颏下肌群比较:② $P>0.05$

表6 病例组与对照组肌群吞咽5ml水持续时间的分析 ($\bar{x}\pm s, s$)

组别	例数	吞咽5ml水	
		颏下肌群	舌骨下肌群
病例组	30	3.22±0.86 ^①	3.35±0.69 ^{①②}
对照组	30	1.47±0.52	1.32±0.35 ^②

与对照组比较:① $P<0.05$;与颏下肌群比较:② $P>0.05$

3 讨论

吞咽障碍的评估方法现有很多,但至今仍没有统一的评定和诊断标准。VFSS能准确对吞咽障碍进行定性、定量评估,是目前公认的诊断金标准,但该技术应用受诸多条件制约,临床旁量表虽方法简便、安全、快速,但特异性和敏感性的矛盾至今难以解决,目前尚无理想的评估量表^[7]。大多数科室仅根据患者的临床和体征判断,缺乏客观诊断依据,而且也不能准确估计吞咽障碍患者具体病变部位和分期。sEMG作为一种安全、无创、快速、简便、价廉、且容易被临床医师掌握的评估手段,其可应用于临床吞咽障碍患者的吞咽功能早期筛查和评估,并可反映吞咽肌群的功能状态,逐渐受到临床与康复医生的关注。

早在1997年,Vaiman已经制定出sEMG评估的一系列标准化程序,更多研究人员开始使用sEMG评估正常吞咽和异常吞咽模式。Coriolano等^[8]运用

sEMG技术评估正常人与帕金森病患者的吞咽功能,其结果表明,帕金森患者舌骨上肌群肌电活动的持续时间较正常成人延长,其原因为帕金森患者的临床特征为肌肉运动迟缓。这一实验也说明sEMG是一种检测肌肉运动功能较为简单而有效的手段。国内外均有相关研究将sEMG用于脑卒中后吞咽障碍患者经VitalStim治疗前后评估的临床疗效的客观指标之一^[9-10]。

正常人单次吞咽,呼吸道闭合时间约0.3—0.6s,其涉及的相关动作为舌骨上抬和喉上抬,可通过这两个动作的持续时间,来反映呼吸道闭合的程度,如果持续时间延长,则容易发生误吸。病例组30例患者有13例误吸,5例误吸患者空吞咽时和吞咽5ml水其舌骨上抬的平均持续时间分别为3.74s和3.48s,喉上抬的平均持续时间分别为3.52s和3.68s,主要表现为进食速度变慢,偶有饮水呛咳,不需要调整食物质地及改变进食方式。另外8例脑干出血患者证实存在比较严重的误吸,空吞咽和吞咽5ml水时舌骨上抬的平均持续时间分别为4.575s和4.213s,喉上抬的平均持续时间为4.175s和4.125s,此类患者表现为留置胃管,难以经口进食,将食物喂入患者口中,出现食物停滞在梨状隐窝和会厌谷,吞咽时舌上抬差,舌根部运动差,喉上提差,出现误吸。其余17例吞咽障碍患者,洼田饮水试验异常,表现为空吞咽时,颏下肌群肌电活动的平均时间稍延长,空吞咽平均为2.80s,吞咽5ml水平均为2.68s;舌骨下肌群分别为2.75s和2.89s。结果表明,吞咽障碍患者空吞咽和吞咽5ml水时,颏下肌群和舌骨下肌群的平均持续时间明显延长,从另一方面反映舌骨上抬和喉上抬的持续时间延长,增加了患者误吸的风险。Vaiman等研究表明正常成人的sEMG信号的持续时间平均值为2.0s,且无性别差异,年龄70岁以上的老年正常受试者表现年龄相关的特点,即肌肉活动时延长,提示不同肌肉之间的协调性降低,吞咽障碍患者的吞咽时间延长^[11]。本课题组的前期研究结果与该研究结果相一致^[12]。Kim HR等^[13]研究也表明,继发于大脑中动脉闭塞的吞咽障碍患者,颏下肌群的表面肌电信号结果:吞咽开始的时间延迟,吞咽触发的时间延迟,吞咽持续时间缩短,反映了喉保护机制受损。

肌电活动的平均振幅也称为肌电活动的平均值,均方根振幅,平均振幅属于静态特征数据指标,往往用来描述一定时间内肌电活动的平均水平。RMS被认为与运动单位募集的数量和肌纤维放电的同步化有关,因此被用来测量肌肉活动的时间,判断肌肉活动的开始时间和停止时间,以及估计肌肉产生肌力的大小,反映肌肉电信号的强度,从另一方面可反映完成动作的难易程度。以往研究认为,肌肉收缩强度越大,肌电图的幅度越大,但肌电幅度与肌力之间的关系尚无定论^[14]。颏下肌群肌电活动的平均振幅与舌骨上抬动作是否有力,与舌骨上肌的收缩强度有关。本实验研究结果表明,吞咽障碍组颏下肌群的肌电活动平均振幅均高于对照组,表明吞咽障碍患者,颏下肌群肌纤维的放电更多,则进一步说明完成舌骨上抬这个动作时,吞咽障碍患者募集的运动单位数量更多,而正常成人,则需要更少的运动单位即可完成这个动作,故肌电活动的平均振幅的高低与肌肉收缩的强度无正相关,表明的是完成动作的难易程度。舌骨下肌群,肌电活动的平均振幅,病例组同样高于对照组,仍表明喉上抬动作,吞咽障碍组比正常对照组所募集的运动单位数更多,完成此动作更难。组内之间比较:病例组和对照组组内比较,颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动的平均振幅无显著性差异,说明正常成人和吞咽障碍患者,完成舌骨上抬和喉上抬动作时募集的运动单位数相当,说明这两个动作存在协调性。

表面肌电信号是从浅层肌肉皮肤表面通过表面电极加以引导,放大器接收后放大、输入电脑后显示和记录下来的神经肌肉的表面肌电活动,经整流和滤波转化后得到的随时间变化的一维序列信号,信号的模式和形状,受外界干扰较大,因而随机性较大,稳定性较差,其变化与参与活动的运动单位数量、肌肉收缩的模式、神经肌肉的代谢状态等因素有关,能够在神经肌肉系统无创的条件下,定性定量地反映肌肉活动状态和功能状态。sEMG的特点是内阻较大,受多种因素影响,并受外界干扰较容易。研究表明,sEMG信号来自大脑皮质运动区,形成于外周多个运动单位电活动在时间和空间叠加的总和^[15]。信号的振幅变化特征与中枢神经系统肌肉的运动控制策略,肌肉活动水平、肌肉功能状态、环境温度、电极

放置的位置等因素有关。

综上所述,表面肌电图技术是一种简单快捷的评估吞咽障碍的方法,可在早期对吞咽障碍患者进行评估和诊断,较早制定出康复治疗方案,由于本研究观察的时间有限,样本量较小,下一步研究将进一步扩大样本量和随访研究,探讨吞咽障碍患者康复治疗的最佳手段。

参考文献

- [1] Grazi L, Andrasik F, D'Amico D, et al. Electromyographic biofeedback-assisted relaxation training in juvenile episodic tension-type headache: clinical outcome at three-year follow-up[J]. *Cephalalgia*, 2001, 21(8):798—803.
- [2] Brogan E, Langdon C, Brookes K, et al. Dysphagia and factors associated with respiratory infections in the first week post stroke[J]. *Neuroepidemiology*, 2014, 43(2):140—144.
- [3] Rains JC. Change mechanisms in EMG biofeedback training: cognitive changes underlying improvements in tension headache[J]. *Headache*, 2008, 48(5):735—737.
- [4] 高晶,岳虹霓,毛红梅,等.肌电生物反馈综合治疗促进痉挛性双瘫型脑瘫患儿下肢运动功能的疗效观察[J].*中国康复医学杂志*, 2010,25(1):42—45.
- [5] 翟宏伟,巩尊科,陈伟,等.肌电生物反馈训练对脑卒中偏瘫患者上肢运动功能的影响[J].*中华物理医学与康复杂志*,2010,32(7):535—536.
- [6] 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):1—134.
- [7] Singh S, Hamdy S. Dysphagia in stroke patients[J]. *Postgrad Med J*, 2006, 82(968):383—391.
- [8] Ws Coriolano Md, R Belo L, Carneiro D, et al. Swallowing in patients with Parkinson's disease: a surface electromyography study[J]. *Dysphagia*, 2012, 27(4):550—555.
- [9] Li L, Li Y, Huang R, et al. The value of adding transcutaneous neuromuscular electrical stimulation (VitalStim) to traditional therapy for post-stroke dysphagia: a randomized controlled trial[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2015, 51(1):71—78.
- [10] 苏文华,阎文静,钟明华,等.神经肌肉电刺激对脑卒中后吞咽障碍患者吞咽功能及表面肌电图的影响[J].*中华物理医学与康复杂志*,2015,37(3):183—186.
- [11] 刘玲玲,帅浪,冯珍.中国正常成人咽期吞咽的表面肌电图研究:建立肌电活动持续时间标准数据库[J].*中国康复医学杂志*, 2013,28(3):220—223.
- [12] 罗炯,金季春.表面肌电的处理方法及在体育科研中的应用前景[J].*福建体育科技*,2005,24(2):31—34.
- [13] Kim HR, Lee SA, Kim K, et al. Submental Muscle Activity is Delayed and Shortened During Swallowing Following Stroke[J]. *PM R*, 2015, 7(9):938—945.
- [14] Al-Mulla MR, Sepulveda F. Novel feature modelling the prediction and detection of sEMG muscle fatigue towards an automated wearable system[J]. *Sensors (Basel)*, 2010, 10(5):4838—4854.
- [15] 刘玲玲,帅浪,冯珍.正常成人咽期吞咽相关肌群的表面肌电图研究[J].*中华物理医学与康复医学杂志*,2013,35(12):963—966.