

·综述·

表面肌电技术在脑卒中后吞咽障碍评估中的应用进展*

武文娟¹ 毕霞^{2,3}

吞咽障碍是指患者不能将食物安全有效地输送到胃内的过程,引起吞咽障碍的疾病种类较多,其中脑卒中占很大比例。国内外学者报道脑卒中后吞咽障碍发生率分别为62.5%和30%—78%^[1],易引起误吸、营养不良、心理与社会交往障碍等并发症,严重影响患者的生存质量和康复。积极、有效、科学地评估患者发生吞咽障碍的部位及其严重程度至关重要^[2]。目前临床常用的三种评估方法分别是临床评估、量表评估及仪器评估,兼有优缺点。寻求更好的评估方法对于指导脑卒中后吞咽障碍患者后续治疗及评估治疗效果具有重要意义。

表面肌电图(surface electromyography, sEMG)是一种安全、简便、无创、无辐射的评估神经—肌肉功能状况的手段,已广泛应用于腰背肌、肩胛肌群等肢体各肌群的评估领域。自1997年被正式应用于研究卒中后吞咽障碍以来,该技术不断发展,已经逐渐从科研走向临床^[3]。现综述如下。

1 表面肌电图评估方法

1.1 测试前准备

sEMG测试时要求受试者神志清楚,生命体征平稳,能配合检查,且环境安静,室温25℃左右,湿度适宜,远离电磁波干扰。受试者取端坐位,双目平视,75%酒精擦拭皮肤的电极接触部位减少阻抗,增加电极与皮肤之间导电性(尽量将男性受试者胡须剃除)。测试开始前先向受试者介绍操作过程及注意事项,并指导受试者训练空吞咽2—3次。

1.2 测定肌群及电极放置部位

吞咽是一个复杂的过程,根据吞咽生理可分为口腔准备期、口腔期、咽期和食管期,共有25对肌肉参与。脑卒中后吞咽障碍常发生在口咽期,参与口咽期的浅层肌群主要包括:咬肌,口轮匝肌,颏下肌群(下颌舌骨肌,颏舌骨肌,二腹肌)和舌骨下肌群(喉部肌群和甲状舌骨肌)。目前研究中,多数研究者根据肌肉的解剖学位置和肌纤维走向选取电极放置位点^[3-8],具体如下:咬肌(颧弓下缘,距耳垂2cm),口轮匝肌(嘴唇上下缘),颏下肌群(舌骨上方约2cm,颈正中两侧)、舌骨下肌群(舌骨下方约2cm,颈正中两侧)。测试时选用一次性表面吞咽电极,将其置于肌腹处^[9]。

1.3 评估指标

表面肌电信号分析指标包括时域分析(time domain)、频域分析(frequency domain)和时频分析(time-frequency analysis)。吞咽障碍评估中常用的指标包括吞咽时限(s)、平均振幅(μV)及最大募集振幅(μV)等。吞咽时限主要反映各肌群之间的时序性和协调性;平均振幅反映肌肉活动时激活的运动单位数量、类型及其同步化程度,可能与肌肉在不同负荷强度下的中枢控制功能有关^[10];峰值是指吞咽过程中观察到的最大肌电信号值。

1.4 影响评估因素

表面肌电虽具有简单、量化、无创、无辐射等优势,但其自身也易受各种因素影响。比如吞咽模式、食物性状、个体差异、系统因素,这些因素均可对吞咽各肌群的肌电活动造成影响。

1.4.1 吞咽模式:目前的研究证实吞咽模式是影响口咽期吞咽肌群的肌电活动因素之一。刘玲玲等^[5,11]研究正常成人咽期的表面肌电信号值,结果发现:干吞咽组(吞咽唾液)和湿吞咽组(吞咽5ml水)的颏下肌群和舌骨下肌群肌电活动持续时间无明显差异,但均明显低于过量吞咽组(吞咽20ml水);过量吞咽组的颏下肌群和舌骨下肌群AEMG高于湿吞咽组和干吞咽组,但干吞咽组和湿吞咽组的AEMG无显著差异性。Gupta等^[12]得出与刘玲玲研究不同的结论:认为干吞咽和湿吞咽的持续时间和平均肌电值也存在差异。究其原因,可能与吞咽次数有关。

另外,随意吞咽和指导吞咽也会影响肌电活动信号。Palmer等^[13]发现指导吞咽时受试者具有更长的咀嚼周期和食物制备时间,且吞咽启动前食团可处在较高的位置。这可能与肌群的生物力学机制发生改变有关。O'kane等^[14]在研究指导吞咽和随意吞咽的差异性时指出:指导吞咽组吞咽肌群的肌电活动高于随意吞咽组,这主要是受平均静息肌电值的影响。指导吞咽时患者在等待吞咽指令时集中精力保持食团位置使其具有更低的静息基线值,而随意吞咽时由于受预期吞咽运动伪迹的影响,人为增加平均基线值。

目前临床评估中,采取何种吞咽模式评估吞咽障碍仍存

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.08.024

*基金项目:上海市浦东新区卫生系统学科带头人培养计划(PWRd2010-06)

1 宁夏医科大学,银川,750004; 2 上海市浦东新区公利医院康复医学科; 3 通讯作者
作者简介:武文娟,女,在读硕士研究生; 收稿日期:2015-06-19

在一定的争议。

1.4.2 食物性状:食物性状是影响吞咽相关肌群肌电信号的另一个因素。食物的黏稠度将影响正常人群、吞咽障碍患者吞咽完成率、吞咽动作完成的时限(s)、吞咽时颏下肌群收缩的平均波幅(μV)和峰值(μV)。O'kane等^[14]研究认为吞咽的生物力学机制与吞咽食团容积无关,主要受食物黏度的影响。肖灵君等^[6]对15例脑卒中后吞咽障碍患者、12例脑卒中后无吞咽障碍患者和14例健康受试者进行表面肌电信号测试,分别给予受试者5ml和10ml糊状食物及5ml和10ml稀流质食物各两次。结果表明,三组受试者在吞咽相同性状的食团时,随着容积的增加吞咽完成率减小、吞咽时限延长、平均波幅及峰值增加;吞咽相同容积的食团时,三组受试者的完成率、吞咽时限、平均波幅及峰值随食团黏稠度增加而增加;吞咽障碍组吞咽各种不同容积和不同性状的食物时,平均波幅及峰值均小于其他两组受试者,吞咽时限较其他两组受试者明显延长,完成率随着食团容积增加而变差。作者认为吞咽相同性状的食团,平均振幅和峰值随容积和黏稠度的增加而增加,这一研究结果与国外学者一致^[15-17]。此外所吞食物的温度、口感对sEMG信号亦有影响^[3,18-19]。

1.4.3 个体差异:个体差异主要包括性别和年龄。sEMG的信号形状无性别差异,但与年龄具有一定相关性。研究证实,吞咽时程随年龄增长而缩短,组间具有显著差异性,但平均振幅与年龄无明显相关。年龄影响肌电活动吞咽时限可能与年龄相关的肌肉反应延迟有关^[5,10-11,20-21],认为吞咽时限随着年龄的增加呈递增趋势,尤其超过70岁的人群肌电活动的持续时间明显变长。

1.4.4 系统因素:影响表面肌电评估的系统因素主要包括电源干扰、心电干扰、皮肤阻抗等。表面肌电测试过程中可通过以下方式减少干扰:加大受试者与仪器之间的间隔距离减少电源干扰;缩短两个电极之间的距离或选用100—200Hz的带通滤波器减少心电干扰;利用75%酒精清洁皮肤表面油脂降低皮肤阻抗,提高信噪比^[3]。Vaiman M等^[22]则认为,皮肤阻抗只影响静息状态(基线)下的表面肌电值,而干吞咽和湿吞咽时相关肌群的表面肌电值不受皮肤阻抗影响。此外,运动伪迹、呼吸肌电、无线电波、皮下脂肪等都会对肌电信号的质量产生负面影响^[22]。运动伪迹可导致测定肌群静息状态下第1秒内的静息肌电值不稳定,因此O'kane等^[14]研究认为将平均振幅值减去平均静息肌电值可以减少运动伪迹的影响。

2 表面肌电技术应用研究进展

2.1 定性、定量评估吞咽障碍

近年来,sEMG技术逐渐被应用于吞咽障碍的筛查和早期诊断。该方法不但可以定性评估吞咽障碍的来源,而且可以定量评估吞咽过程中相关肌群的肌电活动^[23-24]。Crary等^[25]研究发现,吞咽障碍患者与健康对照组相比吞咽肌sEMG信

号的吞咽时限延长,平均振幅增加,最大募集振幅增加;吞咽障碍患者在试图做吞咽动作时有更多肌肉参与,但这些参与肌肉缺乏协调性和持久性。

2.2 sEMG在吞咽障碍康复疗效评估中的应用

sEMG可以对所查肌肉进行工作情况、工作效率的量化,指导患者进行神经、肌肉功能训练,并通过治疗前后表面肌电值变化量化评估治疗效果。韩婕等^[4]选取年龄、性别、受教育程度无显著差异的脑卒中后吞咽障碍患者和健康人群各33例,通过对正常对照组(健康者)和实验组(脑卒中后吞咽障碍患者)人体头颈部体表咬肌、口轮匝肌、颏下肌群、舌骨下肌群4组吞咽相关肌肉的表面肌电分析,实验组患者康复治疗前、康复治疗4周后、康复治疗8周后各肌群吞咽时程逐渐缩短,4组肌群募集最大振幅逐渐增高。实验组患者4组肌群募集最大振幅、吞咽时程3次检查结果之间与正常组之间两两比较差异均具有显著性意义($P < 0.05$)。

2.3 揭示吞咽肌群的生物力学机制

表面电极收集的吞咽有关肌群的生物电信号能够即时、有效反应吞咽各期的生物力学特征性改变。Crary等^[9]使用表面肌电图同步收集舌骨上下肌群肌电信号,分析健康受试者舌骨上移、咽肌收缩以及食管上段括约肌开闭时与其对应的吞咽活动的sEMG信号,结果发现sEMG信号先于各期吞咽动作出现,且sEMG与咽收缩及喉上移程度保持高度一致性,其中与舌骨的抬高和前移联系最紧密。Ding等^[26]将sEMG与电声门图的结果比较,发现sEMG可以区分正常吞咽和Mendelsohn手法吞咽,并且观察到所记录的肌肉活动存在时序性,即依次启动下口轮匝肌、上口轮匝肌、咀嚼肌、颏下肌群、舌骨下肌群。

3 表面肌电临床应用信度和效度研究

表面肌电评估技术具有简单、方便、无辐射等优点,在脑卒中后吞咽障碍康复中应用日益广泛。但由于干扰表面肌电信号值的因素较多,为保证评估的准确性,需进行信度研究。朱菊清等^[27]分别采用sEMG、吞咽造影检查法(video fluoroscopic swallowing study, VFSS)及吞咽功能评估(standardized swallowing assessment, SSA)等三种方法评估了165例脑卒中后吞咽障碍者康复治疗前后吞咽功能水平,并用Pearson相关性分析法分析三种评估方法的相关性。结果发现,表面肌电评估法与吞咽造影检查法呈高度正相关($r=0.801$),与吞咽功能评估法呈高度负相关($r=-0.658$)、吞咽造影检查法与吞咽功能评估法呈高度负相关($r=-0.872$)。提示表面肌电评估方法与VFSS、SSA等临床常用评估方法显著相关,不仅可定性评估吞咽障碍,还可定量分析吞咽肌群肌电信号变化,为临床进一步用于评估脑卒中后吞咽障碍提供了理论依据。与郑娟娟等^[8]研究结果一致。

肖灵君等^[28]为探讨sEMG在吞咽功能评估中的一致性

及可重复性,采用MyoTrac Infiniti肌电生物反馈仪对40例健康受试者进行测试,记录受试者吞咽5ml糊状食物时颏下肌群的sEMG信号,分析指标为吞咽时限、平均波幅及峰值,分别研究了测试内信度、测试者间信度和重测信度。结果提示sEMG用于吞咽功能评估具有良好的信度。Vaiman等^[29]研究证实,sEMG不仅能够准确识别吞咽过程,而且有经验的测试者较无经验的测试者结果更准确,SEMG具有良好的信度和效度。

4 小结

表面肌电图是一种评价吞咽生理过程的方法,可定性、定量判断吞咽障碍发生的严重程度。研究表明,利用表面肌电评估吞咽功能具有准确、快速、无创等优势,可用于定量检测和评价口腔期和咽期吞咽功能^[30]。然而,表面肌电也有很多缺点:表面电极较大,无法准确分析较小肌群的肌电信号;吞咽过程复杂,深层肌群的表面肌电信号值易受浅肌群的干扰;测试过程易受各种干扰因素影响;要求受试者能够完全配合。相信随着表面肌电设备的改进及评估技术的进一步完善,表面肌电在脑卒中后吞咽障碍评估领域将会得到更多、更广泛的应用。

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] Paciaroni M, Mazzotta G, Corea F, et al. Dysphagia following Stroke[J]. Eur Neurol, 2004, 51(3):162—167.
- [3] 李益飞,周玫.表面肌电图技术在吞咽障碍诊疗中的应用进展[J].东南国防医药,2013,15(1):55—57.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 肖灵君,薛晶晶,燕铁斌,等.脑卒中后吞咽障碍患者颏下肌群的表面肌电信号特征分析[J].中华医学杂志,2013,93(23):1801—1805.
- [7] 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其表面肌电图的影响[J].中华物理医学与康复医学杂志,2015,37(3):183—186.
- [8] 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医学杂志,2013,35(3):201—204.
- [9] Crary MA, Carnaby Mann GD, Groher ME. Biomechanical correlates of surface electromyography signals obtained during swallowing by healthy adults[J]. J Speech Lang Hear Res, 2006, 49(1):186—193.
- [10] 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.
- [11] 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杂志,2013,35(12):963—966.
- [12] Gupta V, Reddy NP, Canilang EP. Surface EMG measurements at the throat during dry and wet swallowing[J]. Dysphagia, 1996, 11(3):173—179.
- [13] Palmer JB, Hiiemae KM, Matsuo K, et al. Volitional control of food transport and bolus formation during feeding[J]. Physiol Behav, 2007, 91(1):66—70.
- [14] 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.
- [15] 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 (1985), 2008, 105(3):791—799.
- [16] Ruark JL, McCullough GH, Peters RL, et al. Bolus consistency and swallowing in children and adults[J]. Dysphagia, 2002, 17(1):24—33.
- [17] Dantas RO, Kern MK, Massey BT, et al. Effect of swallowed bolus variables on oral and pharyngeal phases of swallowing[J]. Am J Physiol, 1990, 258(5 Pt 1):G675—G681.
- [18] Miura Y, Morita Y, Koizumi H, et al. Effects of taste solutions, carbonation, and cold stimulus on the power frequency content of swallowing submental surface electromyography[J]. Chem Senses, 2009, 34(4):325—331.
- [19] Selçuk B, Uysal H, Aydogdu I, et al. Effect of temperature on electrophysiological parameters of swallowing[J]. J Rehabil Res Dev, 2007, 44(3):373—380.
- [20] 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.
- [21] Vaiman M, Eviatar E, Segal S. Surface electromyographic studies of swallowing in normal subjects: a review of 440 adults. Report 3. Qualitative data[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2004, 131(6):977—985.
- [22] Vaiman M. Standardization of surface electromyography utilized to evaluate patients with dysphagia[J]. Head Face Med, 2007, (3):26.
- [23] Vaiman M, Eviatar E, Segal S. Evaluation of normal deglutition with the help of rectified surface electromyography records[J]. Dysphagia, 2004, 19(2):125—132.
- [24] Vaiman M, Gabriel C, Eviatar E, et al. Surface electromyography of continuous drinking in healthy adults[J]. Laryngoscope, 2005, 115(1):68—73.
- [25] Crary MA, Baldwin BO. Surface electromyographic characteristics of swallowing in dysphagia secondary to brainstem stroke[J]. Dysphagia, 1997, 12(4):180—187.
- [26] Ding R, Larson CR, Logemann JA, et al. Surface electromyographic and electroglottographic studies in normal subjects under two swallow conditions: normal and during the Mendelsohn maneuver[J]. Dysphagia, 2002, 17(1):1—12.
- [27] 朱菊清,冯子平.神经肌肉电刺激联合吞咽训练治疗脑卒中后吞咽障碍的临床效果分析[J].中国现代医生,2014,52(20):12—14.
- [28] 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.
- [29] Crary MA, Carnaby Mann GD, Groher ME. Identification of swallowing events from sEMG Signals Obtained from Healthy Adults[J]. Dysphagia, 2007, 22(2):94—99.
- [30] Vaiman M, Eviatar E. Surface electromyography as a screening method for evaluation of dysphagia and odynophagia[J]. Head Face Med, 2009, (5):9.