

- function of older adults: a meta-analytic study[J]. Psychol Sci, 2003, 14(2):125—130.
- [14] Hindin SB, Zelinski EM. Extended practice and aerobic exercise interventions benefit untrained cognitive outcomes in older adults: a meta-analysis[J]. J Am Geriatr Soc, 2012, 60(1):136—141.
- [15] Kemoun G, Thibaud M, Roumagne N, et al. Effects of a physical training programme on cognitive function and walking efficiency in elderly persons with dementia[J]. Dement Geriatr Cogn Disord, 2010, 29(2):109—114.
- [16] Baker LD, Frank LL, Foster-Schubert K, et al. Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment: a controlled trial[J]. Arch Neurol, 2010, 67(1):71—79.
- [17] Varela S, Ayán C, Cancela JM, et al. Effects of two different intensities of aerobic exercise on elderly people with mild cognitive impairment: a randomized pilot study[J]. Clin Rehabil, 2012, 26(5):442—450.
- [18] 史兆春,单春雷,李敏,等.有氧训练对阿尔茨海默病模型大鼠海马神经细胞凋亡及再生的影响[J].中国临床神经科学,2012,20(5):515—520.
- [19] 金华峰,万琪,吴婷,等.有氧训练对阿尔茨海默病模型大鼠海马区细胞凋亡的影响[J].实用临床医药杂志,2010,14(15):1—4.
- [20] 史兆春,吴婷,乔莉,等.有氧训练对阿尔茨海默病模型大鼠海马齿状回神经发生的影响[J].中国临床神经科学,2011,19(3):255—259,275.
- [21] Garuffi M, Costa JL, Hernández SS, et al. Effects of resistance training on the performance of activities of daily living in patients with Alzheimer's disease[J]. Geriatr Gerontol Int, 2013, 13(2):322—328.
- [22] Ahlskog JE, Geda YE, Graff-Radford NR, et al. Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and brain aging[J]. Mayo Clin Proc, 2011, 86(9):876—884.
- [23] 张慧敏,艾永梅,吴燕萍,等.阿尔茨海默病生命质量测评量表(QOL-AD)中文版信度和效度分析[J].中国卫生统计,2013,30(1):57—59.

·临床研究·

表面肌电图在吞咽功能评估中的信度研究

肖灵君¹ 薛晶晶¹ 燕铁斌^{1,2} 伍少玲¹

摘要

目的:分析表面肌电图(sEMG)在吞咽功能评估中的一致性及可重复性。

方法:40例健康受试者参与了本研究。采用MyoTrac Infinity肌电生物反馈仪进行测试,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:测试内信度方面,吞咽时限、平均波幅及峰值的组内相关系数(ICC)值分别为0.97、0.86、0.92;测试者间信度方面吞咽时限、平均波幅及峰值的ICC值分别为0.89、0.84、0.93;重测信度方面,吞咽时限、平均波幅及峰值的相对信度ICC值分别为0.91、0.97、0.98;绝对信度三个指标的测量标准误(SEM)分别为0.06、1.30、2.93,SEM%分别为4.07%、5.22%、4.07%,最小真正改变量(MDC)分别为0.17、3.60、8.12,MDC%分别为12.40%、14.50%、11.29%;Bland-Altman图形分析显示无系统性误差。

结论:sEMG用于吞咽功能评估具有良好的信度,在临床应用中可提供客观依据。

关键词 表面肌电图;吞咽;信度

中图分类号:R493 文献标识码:B 文章编号:1001-1242(2014)-12-1155-04

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.12.012

1 中山大学附属孙逸仙纪念医院康复医学科,广州,510120; 2 通讯作者

作者简介:肖灵君,女,康复治疗师;收稿日期:2014-02-12

吞咽是人类最复杂的行为之一,是食物经咀嚼形成食团,由口腔经咽和食管入胃的过程,控制中枢在脑干的延髓,同时需要呼吸运动的协调作用^[1]。吞咽障碍是指由多种原因引起的,可发生于不同部位的吞咽时的咽下困难,长时间吞咽障碍可导致脱水、抑郁、营养不良、支气管痉挛等并发症,延长住院日,增加家庭及社会负担,严重影响患者生存质量,因此,采取及时、准确的吞咽功能评估具有重要的临床价值和社会意义。表面肌电图检查(surface electromyography, sEMG)是一种无创、无辐射的吞咽功能评估方法^[2-3],检测和记录受试者吞咽时各肌群活动的肌电信号,定量评估颈下肌群的sEMG信号特征。本研究采用sEMG技术对健康受试者吞咽活动时的吞咽功能进行检测,分析sEMG用于吞咽功能评估的信度,为sEMG在吞咽功能评估的临床应用中提供客观依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

40例健康受试者参与了本研究。纳入标准:①18—50岁之间的健康人(男、女均可);②经标准吞咽功能评估量表(standard swallowing assessment, SSA)筛查无吞咽障碍^[4],可独立安全进食;③能配合检查,AMT评分>7分^[5]。排除标准:既往有神经系统疾病或头颈部肿瘤手术病史。所有受试者在进行检查前均被告知研究目的与研究方案,并签署知情同意书。40例受试者中男16例,女24例,平均年龄为(22.75±13.04)岁。

1.2 实验方法

1.2.1 食物制备:食物在检查前5分钟制备完毕,将100ml温开水(23℃—25℃)加入10g的凝固粉制备成糊状食物^[6]。

1.2.2 仪器及参数:采用MyoTrac Infiniti肌电生物反馈仪^[6](加拿大Thought Technology公司)同步记录受试者吞咽5ml糊状食物时颈下肌群的sEMG信号,信号经带通滤波器(50—250Hz)滤过、全波整流,采样频率1000Hz,共模抑制比>130dB,增益1000,噪声<1μV。

1.2.3 电极放置:选取颈下肌群(二腹肌前腹、下颌舌骨肌、颏舌骨肌),根据肌肉的解剖学位置和肌纤维走向选取电极放置位点^[7],电极放置于肌腹处,电极的中点略低于舌骨,测试电极朝向下颌,参考电极朝向喉部^[7],见图1。

1.2.4 检查方法:①测试前,受试者端坐在椅子上尽量放松,向受试者介绍测试过程以便更好配合测试,练习空吞咽2—3次。②测试时:给予受试者5ml糊状食物两次,间隔1—2min,受试者将食物保持在口中,待sEMG的基线信号回归至静息水平的基线值时,治疗师开始信号记录,记录2s后发出“吞咽”指令,嘱受试者尽量一口吞下食物,受试者在听到吞咽指令时立刻进行吞咽,吞咽后主动咳嗽以清除咽部残留

图1 sEMG表面电极放置



食团^[8]。

1.2.5 分析指标:采用BioGraph Infiniti 3.0软件(加拿大Thought Technology公司)进行吞咽动作的sEMG信号分析,主要指标为吞咽动作完成的时限(s)、吞咽时颈下肌群收缩的平均波幅(μV)和峰值(μV)^[9]。①吞咽动作的sEMG信号:“吞咽开始”时sEMG信号的波幅增加,且波幅超过(平均基线值+2个标准差),“吞咽结束”时sEMG信号的波幅降低至(平均基线值-2个标准差);②吞咽时限:从“吞咽开始”至“吞咽结束”的时间;③平均波幅:从“吞咽开始”至“吞咽结束”所有的sEMG信号的平均值;④峰值:在吞咽过程中观察到的最大sEMG信号值。

1.3 信度检测

sEMG检查过程统一由同一名研究者完成,数据分析由两名经过培训并已掌握sEMG信号分析方法的康复治疗师和医生组成。信度分析包括测试者内部信度、测试者间信度和重测信度的检测。测试者内部信度:研究者对40例受试者首次评估的两个吞咽动作的sEMG信号进行分析;测试者间信度:两名研究者分别对40例受试者首次评估的吞咽动作的sEMG信号进行分析,各自独立完成,分析过程中不作任何讨论;重测信度:第一次测试后移除测试所有设备,间隔24h后选取其中的22例受试者再进行同样流程的第二次测试。研究者将前后两次评估的各两次测试的平均值进行统计分析。

1.4 统计学分析

符合正态分布的计量资料采用均数±标准差表示。采用组内相关系数(intra-class correlation coefficient, ICC)分析sEMG评估吞咽功能的测试者内部信度和测试者间信度;重测信度包括相对信度和绝对信度。相对信度以ICC检测,绝对信度以测量标准误(standard error of measurement, SEM和SEM%) and最小真正改变量(minimal detectable change, MDC和MDC%)检测^[10]。绝对信度方面,SEM=SD×

$\sqrt{1-ICC}$ (SD为两次测试平均值的标准差), $SEM\%=(SEM/\text{mean})\times 100$, mean为两次测试的平均值; $MDC=1.96\times \sqrt{2}\times SEM$, $MDC\%=(MDC/\text{mean})\times 100$, mean为两次测试的平均值。为检测是否存在系统性误差,采用Medcalc统计软件进行Bland-Altman图形分析及采用配对t检验检测两次评估结果之间的差异^[1]。计算95%一致性界限(limit of agreement, LOA)标示于Bland-Altman图,当LOA范围越小表示有越高的重测稳定性。应用统计软件SPSS 13.0分析。

2 结果

2.1 测试者内部信度

40例受试者首次评估时两个吞咽动作sEMG信号的吞咽时限、平均波幅及峰值的ICC值介于0.86—0.97,见表1。

2.2 测试者间信度

将40例受试者吞咽5ml糊状食物的sEMG信号进行测量者间一致性分析,吞咽时限、平均波幅及峰值的ICC值介

于0.84—0.93,见表1。

2.3 重测信度

将40例受试者前后两次sEMG检查的数据进行重测信度分析,相对信度方面,吞咽时限、平均波幅及峰值的ICC值介于0.91—0.98;绝对信度方面,三者的SEM、SEM%介于0.06—2.93、4.07%—5.22%,MDC、MDC%值介于0.17—8.12、11.29%—14.50%。见表2。

2.4 平均值系统性变化

Bland-Altman图分析显示两次评估吞咽时限绝对误差的平均值为-0.02s,95%一致性界限值为-0.26—0.21s;两次评估平均波幅绝对误差的平均值为-0.40μV,LOA值为-5.40—4.70μV;两次评估峰值绝对误差的平均值为1.60μV,LOA值为-9.80—13.00μV;两次评估受试者平均差异值的分布均显示没有系统误差,见图2;以配对t检验检测吞咽时限、平均波幅及峰值的两次评估结果,差异均无显著性意义($P>0.05$)。

表1 受试者sEMG测试三个指标的测试者内部信度及测试者间信度 ($\bar{x}\pm s$)

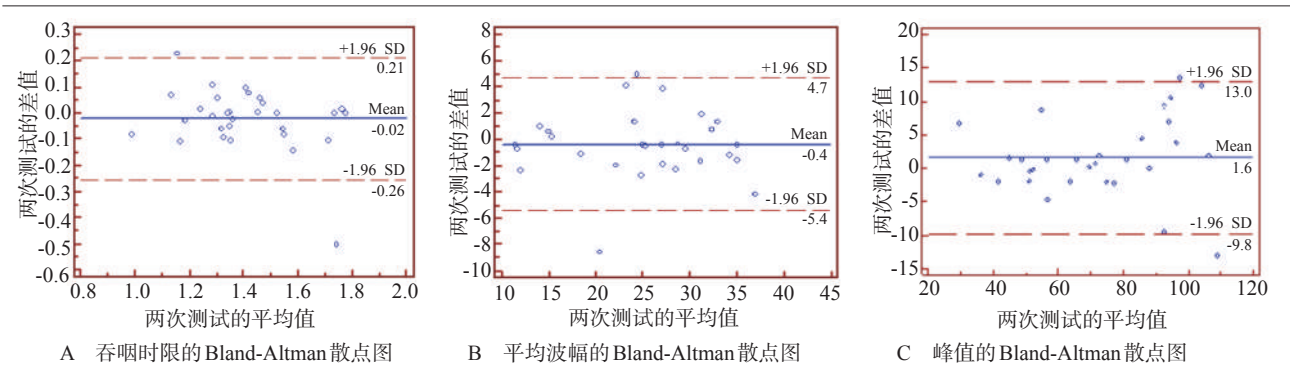
	测试者内部信度				测试者间信度			
	第1次	第2次	ICC	95%置信区间	研究者1	研究者2	ICC	95%置信区间
吞咽时限(s)	1.38±0.20	1.41±0.16	0.97	0.81—0.99	1.38±0.20	1.39±0.21	0.89	0.79—0.96
平均波幅(μV)	23.45±8.01	24.21±7.08	0.86	0.79—0.90	23.45±8.01	24.00±6.97	0.84	0.76—0.89
峰值(μV)	73.12±22.61	72.04±23.93	0.92	0.88—0.95	73.12±22.61	73.04±22.33	0.93	0.89—0.97

表2 受试者sEMG检查三个指标重测信度的相对信度及绝对信度

测试值	测试值		相对信度		绝对信度			
	第1次	第2次	ICC	95%置信区间	SEM	SEM%	MDC	MDC%
吞咽时限(s)	1.40±0.18	1.42±0.23	0.91	0.81—0.96	0.06	4.47	0.17	12.40
平均波幅(μV)	24.67±7.55	25.03±7.57	0.97	0.94—0.99	1.30	5.22	3.60	14.50
峰值(μV)	72.75±23.08	71.14±22.21	0.98	0.91—0.99	2.93	4.07	8.12	11.29

注:为两次评估绝对误差的平均值

图2 Bland-Altman散点图



注:中央实线为两次测试差值的平均值,上下两条虚线为95%一致性界限的范围。

3 讨论

正常的吞咽过程分为五期:口腔前期、口腔准备期、口腔期、咽期和食管期^[1]。近年来,利用表面肌电图技术研究吞咽功能及与吞咽障碍相关的评估手段和治疗技术开始受到关

注,研究表明使用sEMG来评估吞咽功能具有准确、快速、无创等优势,可用于吞咽过程中口腔期和咽期吞咽功能的定量检测或评估^[3]。为了保证评估的准确性,需进一步进行信度的检测,采用表面电极放置于目标肌肉表面,采集肌电信号

来对吞咽肌群作定性和定量分析。

信度是用以反映相同条件下重复测定结果的近似程度。ICC值大于0.75表示信度极好,0.40—0.75表示中等到较好,小于0.40表示信度极差^[12]。本研究每次评估要求受试者吞咽5ml糊状食物两次,sEMG信号的吞咽时限、平均波幅及峰值在两次吞咽过程中测试内信度良好,ICC值均大于0.80,表示每次吞咽动作的时限、平均波幅及峰值是稳定的,变异性不大,因此在测试时不需要测试太多的吞咽次数,目前评估程序大多数采用两次或者三次求平均值^[2,9],本研究亦证明两次吞咽动作稳定性好。如果次数太少可能出现误差,次数太多受试者容易疲劳造成数据的准确性不佳。本研究通过两位测试者对首次评估的吞咽动作的sEMG信号进行分析,ICC值介于0.84—0.93,吞咽时限、平均波幅及峰值的测试者间信度良好,表明不同测试者使用相同的方法对sEMG信号分析结果的稳定程度较高,在临床评估中测试者间一致性好。

重测信度分析分为相对信度和绝对信度,验证重复评估结果的稳定性^[13—14]。本研究前后两次评估,吞咽时限、平均波幅及峰值的一致性高,ICC值显示重测信度极佳。ICC虽然可以检测重复测量数据之间的变异性,但其结果所显示的仍是一组受试者测量数据的相关性和一致性,无法显示重复两次测量的误差量^[14]。因此,本研究检验了重测信度的相对信度与绝对信度,可更严谨地检测其信度是否良好,并提供临床评估的实用性依据。本研究吞咽时限、平均波幅及峰值的SEM值分别为0.06、1.30、2.93,MDC值分别为0.17、3.60、8.12,表示当一组或一个受试者前后两次测试值的变化量小于此值时,才能认为测量误差所致,否则为真正临床意义上的变化^[14]。一般认为,若SEM% $\leq$ 15%或MDC% $\leq$ 30%为可接受范围,本研究SEM%(分别为4.07%—5.22%)与MDC%(11.29%—14.50%)均处于可接受范围内,且Bland-Altman图形分析显示无系统性误差,提示sEMG可用于吞咽功能评估。

本研究样本量偏少,在后续研究中,将继续扩大样本量,进行多中心多地区研究,建立中国人群正常吞咽功能的颏下肌群肌电信号值数据库。

参考文献

- [1] 窦祖林. 吞咽障碍的评估和治疗[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009.99—120.
- [2] Vaiman M. Standardization of surface electromyography utilized to evaluate patients with dysphagia[J]. Head Face Med, 2007, (3):26.
- [3] Vaiman M, Eviatar E. Surface electromyography as a screening method for evaluation of dysphagia and odynophagia[J]. Head Face Med, 2009, (5):9.
- [4] 马月利, 张黎明, 祝勤雅, 等. 标准吞咽功能评定量表应用于高龄患者吞咽功能评估的信效度研究[J]. 护理学报, 2012, 19(5):65—67.
- [5] 伍少玲, 燕铁斌, 黄利荣. 简易智力测试量表的效度及信度研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2003, 25(3):140—142.
- [6] Inagaki D, Miyaoka Y, Ashida I, et al. Activity pattern of swallowing-related muscles, food properties and body position in normal humans[J]. J Oral Rehabil, 2009, 36(10):703—709.
- [7] Cray 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.
- [8] Watts CR. Measurement of hyolaryngeal muscle activation using surface electromyography for comparison of two rehabilitative dysphagia exercises[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(12):2542—2548.
- [9] 肖灵君. 脑卒中后吞咽障碍患者颏下肌群表面肌电信号特征研究[J]. 中华医学杂志, 2013, 93(23):1801—1805.
- [10] Wu W, Liang J, Du Y, et al. Reliability and reproducibility analysis of the Cobb angle and assessing sagittal plane by computer-assisted and manual measurement tools[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2014, (15):33.
- [11] Zaki R, Bulgiba A, Ismail R, et al. Statistical methods used to test for agreement of medical instruments measuring continuous variables in method comparison studies: a systematic review[J]. PLoS One, 2012, 7(5):e37908.
- [12] Ferrante L, Cameriere R. Statistical methods to assess the reliability of measurements in the procedures for forensic age estimation[J]. Int J Legal Med, 2009, 123(4):277—283.
- [13] Liaw LJ, Hsieh CL, Lo SK, et al. The relative and absolute reliability of two balance performance measures in chronic stroke patients[J]. Disabil Rehabil, 2008, 30(9):656—661.
- [14] Lexell JE, Downham DY. How to assess the reliability of measurements in rehabilitation[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2005, 84(9):719—723.