

·临床研究·

表面肌电图在单侧脑卒中患者30s反复唾液吞咽试验中的比较研究*

刘邦亮^{1,3} 王根发² 朱美兰^{1,4} 江 健³ 张娟娟^{1,3} 罗 军¹

摘要

目的:通过运用表面肌电图(sEMG)分析单侧脑卒中患者30s反复唾液吞咽试验状态下的肌电信号特征,探讨表面肌电在单侧脑卒中后吞咽障碍的诊断价值。

方法:选取单侧脑卒中后吞咽正常患者、单侧脑卒中后吞咽功能障碍患者各15例,分别纳入对照组和试验组,测定两组患者在30s反复唾液吞咽试验状态下健侧舌骨上肌群表面肌电信号,对比分析二者间的异同。

结果:在30s反复唾液吞咽试验状态下,同组舌骨上肌群健侧波形平均值、峰值、波形面积之间相比较,对照组健侧两侧差异均无显著性意义($P>0.05$);而试验组健侧以上指标数值均明显大于患侧($P<0.05$)。上述指标组间相互比较,试验组健侧略大于对照组健侧,但无明显差异($P>0.05$);试验组患侧则明显低于对照组患侧,有明显差异性($P<0.05$)。单个吞咽波两组组间吞咽时限相比较,试验组明显大于对照组($P<0.05$);30s内吞咽次数相比较,试验组明显少于对照组($P<0.05$)。

结论:通过对舌骨上肌群表面肌电信号的检测发现,单侧脑卒中后吞咽功能障碍患者健侧两侧AEMG、峰值、IEMG值存在明显差异性,而单侧脑卒中后吞咽功能正常患者健侧两侧不存在;且两人群中吞咽时间、吞咽次数及患侧单侧AEMG、峰值、IEMG值亦同样有差异,这对运用表面肌电图诊断单侧脑卒中后吞咽功能障碍可能具有积极的临床意义。

关键词 脑卒中;30s反复唾液试验;表面肌电图;吞咽功能障碍

中图分类号:R743.3,R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2018)-07-0822-06

A comparative study on 30s repeated swallowing saliva test with surface electromyography in unilateral stroke patients/LIU Bangliang,WANG Genfa, ZHU Meilan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2018, 33(7): 822—827

Abstract

Objective: To analysis the characteristics of EMG signals in the unilateral stroke patients who take the 30s repeated saliva swallowing test, and discuss the value of surface electromyography which use to evaluate the diagnosis of unilateral stroke.

Method: Fifteen patients with swallowing dysfunction after unilateral stroke were allocated into the experimental group and fifteen patients with normal swallowing function after unilateral stroke were allocated into the control group. We analyzed the similarities and differences about the surface EMG signal between the two groups by repeated saliva swallowing test.

Result: By the 30s repeated saliva swallowing test,the average waveform, PEAK, and waveform area of the hyoid muscle between the two sides in control group were no significant differences($P>0.05$). But in the experimental group, the values of the above indicators on the normal side were obviously larger than those on suf-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.07.013

*基金项目:江西省卫计委科技支撑计划(20133059)

1 南昌大学第二附属医院康复医学科,南昌,330006; 2 南昌大学第二附属医院中医科; 3 南昌大学江西医学院; 4 通讯作者
作者简介:刘邦亮,男,住院医师; 收稿日期:2017-06-04

fered side ($P < 0.05$). At the same time, the values of the above indicators on the normal side of the experimental group were slightly larger than the according ones of the control group but not significant ($P > 0.05$). However, those values of the diseased side in the experimental group were significantly lower than those in the control group ($P < 0.05$). In the experimental group, the time of single swallowing wave was obviously longer than that of the control group ($P < 0.05$). Compared to the control group, the frequency of 30s repeated swallowing decreased distinctly in the experimental group ($P < 0.05$).

Conclusion: The EMG signal on the hyoid muscle showed that AEMG, PEAK, IEMG were significant differences between the two sides of patients in experimental group, but not in the control group. The time, frequency and the AEMG, PEAK, IEMG about the diseased sides were also different between the two groups. That Those findings with surface electromyography will possibly provide us the positive clinical suggestion for the diagnosis of swallowing dysfunction after unilateral stroke.

Author's address The Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Rehabilitation Medicine Division, Nanchang, 330006

Key word stroke; 30-s repeated saliva test; surface electromyography; swallowing dysfunction

脑卒中后吞咽障碍的评定临床公认视频透视吞咽检查(video fluoroscopic swallowing study, VFSS)是金标准^[1],但因其操作过程中需反复吞钡造影过程繁琐、接受X线的照射以及患者的转送等诸多限制难以临床广泛开展。有研究表明:目前只有约20%的患者采用VFSS来诊断吞咽障碍^[2]。20世纪80年代末吞咽肌电活动的基本概念被首次提出,2007年左右,Vaiman M、Monaco A的一系列研究^[3-5],更是推动了表面肌电技术在吞咽障碍的临床诊断中的探索。本试验欲运用表面肌电图测定单侧脑卒中后吞咽功能障碍和吞咽功能正常患者在30s反复唾液吞咽试验状态下健患两侧舌骨上肌群的表面肌电信号,通过对比研究二者表面肌电信号临床特性,以期表面肌电图在单侧脑卒中后吞咽障碍患者临床个体化筛查评定中提供新思路、新途径。

1 资料与方法

1.1 一般资料

此次实验对象为2016年6月至2017年1月期间在南昌大学第二附属医院康复医学科住院的急性脑卒中患者,并通过下列纳入与排除标准选择实验对象,其中选取单侧脑卒中后吞咽正常患者15例纳入

对照组,单侧脑卒中后合并吞咽功能障碍患者15例纳入试验组。两组受试者性别、年龄、身高、体重、BMI等一般情况进行组间比较,差异无显著性意义($P > 0.05$),具有可比性(表1)。其中试验组脑出血4例、脑梗死11例(左侧大脑半球6例,右侧大脑半球6例,脑干3例),对照组脑出血3例、脑梗死12例(左侧大脑半球7例;右侧大脑半球6例,脑干2例),均单侧首次发病。两组具体纳入标准如下:

对照组:纳入标准:①符合2014年修编的中国急性缺血性脑卒中诊治指南^[6],且经头颅CT或MRI确诊为脑梗死或脑出血患者;②首次单侧发病,伴病情稳定,病程小于1个月;③无吞咽疼痛,VFSS未见异常者;④患者意识清楚,无精神疾病,且简易智力测试量表评分 >7 分^[7-8],能很好地配合实验者完成实验操作;⑤事先告知受试者实验相关事项,并签署知情同意书。排除标准:①存在吞咽障碍病史;②有服用影响吞咽功能的药物史;③有神经系统疾病或头颈部肿瘤手术病史;④合并其他脏器疾病难以配合者。

试验组:纳入标准:①符合2014年修编的中国急性缺血性脑卒中诊治指南,且经头颅CT或MRI确诊为脑梗死或脑出血患者;②首次单侧发病,伴病

表1 两组受试者一般情况比较

($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	性别(例)		年龄(年)	身高(m)	体重(kg)	BMI
		男	女				
对照组	15	7	8	62.80±11.73	1.65±0.07	60.13±8.27	22.03±1.54
试验组	15	8	7 ^①	61.93±14.16 ^①	1.64±0.08 ^①	61.13±5.62 ^①	22.75±1.91 ^①

注:表中性别一项采用 χ^2 检验,其余均为 t 检验。①两组比较 $P > 0.05$

情稳定,病程小于1个月;③VFSS确诊吞咽障碍,而无其他引起吞咽障碍的相关疾病;④患者意识清楚,无精神疾病,且简易智力测试量表评分>7分,能很好地配合实验者完成实验操作;⑤事先告知受试者实验相关事项,并签署知情同意书。排除标准:①病情不稳定或伴有严重的器质性疾病不能耐受实验的患者;②存在精神、心理、智力等疾病不能配合患者;③既往有引起吞咽障碍的相关疾病。

1.2 研究方法

试验地点为南昌大学第二附属医院康复医学科肌电测定室,室内温度调至25℃,排除干扰、保持安静,做好实验前物品准备:①电极片:本次研究采用优尼科牌一次性使用心电电极;②酒精:选用75%医用酒精;③医用棉签若干。本实验采用芬兰MEGA公司生产的Megawin6000表面肌电信号采集系统,在吞咽30s反复唾液吞咽状态下同步记录受试者吞咽肌群的表面肌电信号。

测试开始前,做好充分解释,告知相关流程及注意事项,如吞咽动作时尽量保持头部不动、双目要求平视前方、下颌成角约45°,并端坐放松2min。实验选取左右两侧舌骨上肌群(内含颏舌骨肌、二腹肌前腹、下颌舌骨肌等三块肌肉)作为此次实验肌电采集部位。电极片粘贴前,先用75%医用酒精就信号采集区进行脱脂处理,以减少电阻,增加表面电极与皮肤之间的导电性。待酒精干燥后给予粘贴电极片。由于肌内电流走向与肌纤维平行生理学特性,在粘贴电极片时我们要充分考虑舌骨上肌群的肌肉解剖学位置及肌纤维走向^[9-10]。据此我们将测试电极一侧置于测试肌群的肌腹,另一侧置于舌骨上2cm处,并将参考电极放置在下颌骨位置上(图1)。测试开始时先嘱受试者端坐放松2min再进行30s反复唾液吞咽试验^[11]。所有测试均需待sEMG的基线信号回归至静息水平时开始,开始测定30s反复唾液吞咽试验时,受试者动作需待康复评定师开始口令“吞咽”后进行,根据事先要求嘱其立即进行连续干咽动作,待30s测试完成后立即停止上述动作。下一测试需在表面肌电图的基线信号再次回归至静息水平后进行,该测试需重复进行两次,并取两侧测量所有吞咽波(注:图2每个黑框为一个吞咽波,并以每个波为基本分析单位进行数据分析,波形前的静息时

间尚未做探讨;且分析AEMG、峰值、IEMG及吞咽时间时需除外最后一个波形,因总测定时间已设定为30s,实验过程中最后一个波可能存在吞咽不完全的现象,这将影响实验最终结果)的平均值进行统计分析。采集好原始数据后,对数据进行均方根处理,对所选每个吞咽波进行数据分析,并求取平均值,得到最终结果。

图1 电极片摆放图



1.3 电视透视吞咽检查

本实验采用VFSS对吞咽功能进行确诊评定。操作在南昌大学第二附属医院放射科进行,实验采用德国西门子ICONOSR200型X线机作为实验仪器,本仪器能检查同步播放并保存受试者吞咽过程。对比剂:实验中采用60%的硫酸钡与婴儿营养米粉按不同比例调配成稀流质、稠流质;并用香蕉泥与60%硫酸钡配成糊状(半固体);用涂抹60%的硫酸钡的硬质饼干作为固体吞咽物,共4种不同形态食物。实验开始时嘱受试者取坐位,头部自然直立位,从稀流质依次吞咽4种食物,量由少到多(-1、-5、-10ml)逐步完成。所有受试者均需完成正位及侧位的透视。一旦发生误吸,立即停止实验。

评定标准:VFSS吞咽障碍严重程度分级如下^[12]:①完全正常:口咽部吞咽完全正常,过程中造影剂未达声襞水平、无误吸发生,吞咽顺畅;②轻度吞咽障碍:口或咽部吞咽功能异常,导致造影剂穿透声襞水平达声襞下气道,可咳嗽清除;③中度吞咽障碍:口或咽部吞咽功能异常导致造影剂持续穿透声襞水平,不能咳嗽清除,滞留喉前庭部位或发生2次及以下一种黏度食物的误吸;④重度吞咽障碍:口或咽部吞咽功能异常致一种以上黏

度食物持续误吸。

1.4 分析指标

实验应用 Megawin 2.4 软件对表面肌电的原始信号进行数据分析,并设定波形平均值、峰值、波形面积、吞咽时限、吞咽次数为主要分析指标。
①波形平均值(average EMG, AEMG):波形平均值是吞咽时限内瞬间肌电图振幅的平均,其变化主要反映肌肉活动时运动单位激活的数量、参与活动的运动单位类型以及其同步化程度,与不同肌肉负荷强度条件下的中枢控制功能有关^[13]。②峰值(PEAK):吞咽时限内表面肌电信号幅度的最大值。③波形面积(integrated EMG, iEMG):表面肌电信号所有振幅的积分面积,反映的是一定时间内肌肉中参与活动的运动单位的放电总量,即在时间不变的前提下其值的大小在一定程度上反映了参加工作的运动单位的数量多少和每个运动单位的放电大小,体现肌肉在单位时间内的收缩特性^[14]。④吞咽时限:指单次吞咽时限内吞咽启动后表面肌电信号增高至回归静息水平的时间间断(见图2每个黑色框框内波形所用的时间)。⑤吞咽次数:指30s反复唾液吞咽实验中的吞咽次数,该计数可由图形中直接读取,图形中每个吞咽波形代表1次吞咽,图形总时间设定为30s,最后一个波形可使用4舍5入进行计数,大于半个波算1次吞咽。30s反复唾液吞咽试验,是一种评定吞咽反射诱发功能的方法。

1.5 统计学分析

本次研究的所有数据均采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。文章中所有计量资料均采用表示,并进行 *k-s* 检验,符合正态分布的计量资料组内比较选用配对样本的 *t* 检验、组间比较采用独立样本的 *t* 检验分析进行统计分析。

2 结果

2.1 试验图形

对照组可见左右侧舌骨上肌群的表面肌电图像十分相近,经过平滑处理后左右侧图像基本可以重叠;试验组健患侧图像存在明显差异,经平滑处理后调入同一分析框中可见健侧波幅明显大于患侧,两图像出现明显分离现象。见图2。

2.2 组内对照

试验在30s反复唾液吞咽试验状态下记录了两组受试者左右两侧舌骨上肌群的表面肌电数据的 AEMG、峰值、IEMG 等数值。所采舌骨上肌群 AEMG、峰值、IEMG,对照组健患侧比较,差异均无显著性意义($P>0.05$),试验组健患侧比较,健侧明显高于患侧,差异均有显著性意义($P<0.05$)。结果见表2—3。

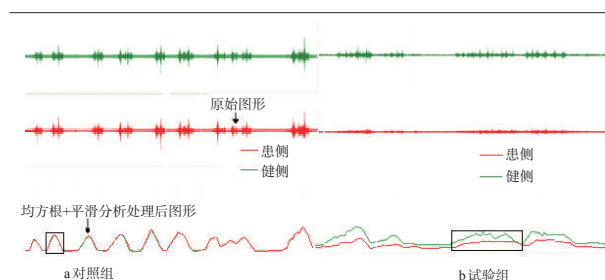
2.3 组间对照

所采舌骨上肌群 AEMG、峰值、IEMG,试验组与对照组患侧比较,试验组数据均低于对照组,差异均有显著性意义($P<0.05$)。试验组与对照组健侧比较,对照组数据均略低于试验组,差异均无显著性意义($P>0.05$)。在30s反复唾液吞咽试验中,吞咽时限组间比较,试验组长于对照组;吞咽次数组间比较,试验组明显少于对照组,差异有显著性意义($P<0.05$)。结果见表4。

3 讨论

吞咽障碍可出现在多种疾病状态下,神经系统疾病中脑卒中是吞咽障碍发生的首要病因^[15]。有研

图2 30s反复唾液吞咽试验表面肌电信号图



注:图中左侧为对照组例图,右侧为试验组例图

表2 试验组健患侧比较 ($\bar{x} \pm s$)

	AEMG(μV)	峰值(μV)	IEMG($\mu V \cdot s$)
健侧	27.13 $\pm$ 8.70	44.40 $\pm$ 11.77	69.07 $\pm$ 19.38
患侧	19.00 $\pm$ 9.57 ^①	30.40 $\pm$ 11.58 ^①	49.40 $\pm$ 15.51 ^①

注:①健、患侧两侧比较 $P<0.05$; AEMG:波形平均值; IEMG:波形面积

表3 对照组健患侧比较 ($\bar{x} \pm s$)

	AEMG(μV)	峰值(μV)	IEMG($\mu V \cdot s$)
健侧	26.20 $\pm$ 6.56	43.27 $\pm$ 9.01	63.33 $\pm$ 16.00
患侧	25.33 $\pm$ 6.77 ^①	42.73 $\pm$ 10.35 ^①	61.13 $\pm$ 13.62 ^①

注:①健、患侧两侧比较 $P>0.05$; AEMG:波形平均值; IEMG:波形面积

表4 两组数据组间比较 (x±s)

	例数	AEMG(μV)		峰值(μV)		IEMG(μV.s)		吞咽个数	吞咽时限
		健侧	患侧	健侧	患侧	健侧	患侧		
试验组	15	27.13±8.70	19.00±9.57	44.40±11.77	30.40±11.58	69.07±19.38	49.40±15.51	4.33±2.09	3.51±1.18
对照组	15	26.20±6.56	25.33±6.77 ^①	43.27±9.01	42.73±10.35 ^①	63.33±16.00	61.13±13.62 ^①	8.40±2.03 ^①	2.24±0.47 ^①

注:①代表两组间同一指标相比较 $P<0.05$ 。AEMG:波形平均值;IEMG:波形面积

究表明,脑卒中后吞咽障碍的发生率高达16%—50%^[16]。吞咽障碍可引起吸入性肺炎、水电解质紊乱、窒息、营养不良等多种并发症^[17-19],不仅会影响患者的生存质量,还可以危及患者生命,因此,尽早对脑卒中后患者进行吞咽功能的筛查诊断至关重要。

表面肌电图因其方便、快捷、无创、经济的独特优势,备受人们关注。目前国内外关于表面肌电图诊断吞咽障碍研究广泛集中于对不同年龄、不同性别、不同吞咽模式、不同吞咽负荷、不同吞咽质地的临床探索^[7,20-23]。这些仅单纯地探讨了不同人群肌力、吞咽时限的临床变化,对其他模式下吞咽反射、活动耐量的研究尚未进行。而有研究则表明,30s反复唾液吞咽试验可运用于评估吞咽反射与吞咽耐量^[11,24]。

本研究通过运用表面肌电图采集了单侧脑卒中后吞咽功能正常及吞功能障碍患者在30s反复唾液吞咽状态下的肌电信号,分析健患两侧舌骨上肌群的信号特征,可动态显示吞咽动作的发生的过程,客观化评估吞咽次数,值得临床借鉴。30s反复唾液吞咽试验是1996年日本学者才藤荣一最早提出,现临床多用来评估患者的吞咽功能,并认为试验中吞咽小于3次的老年患者可初步确定为吞咽障碍。该试验操作时要求患者取坐位或半坐卧位,检查者将手指放在患者的喉结及舌骨处,让患者尽量快速反复吞咽,越过手指,向前上方移动然后再复位,通过手指确认这种上下运动,下降时即为吞咽完成。观察在30s内患者吞咽的次数和喉上抬的幅度,如果喉上下移动小于2cm则可视为异常,不计入吞咽次数^[11]。

本研究结果就吞咽时限而言,试验组的吞咽时限较对照组时限延长,这一结论与既往文献报道一致^[21-22]。就吞咽次数而言,试验组吞咽次数明显少于对照组,差异有显著性意义。一般认为吞咽时限的延长和吞咽次数的减少都反映了卒中后吞咽障碍患者吞咽反射能力的减弱,提示吞咽困难的存在,有

助于吞咽障碍的筛查。这有助于不同年龄人群吞咽次数和吞咽时限的量化值的界定研究,对临床筛查评定有非常积极的意义。

目前对30s反复唾液吞咽试验肌电信号的研究尚未见报道。通过本次测定,我们发现在30s反复唾液吞咽试验状态下,对照组健患侧在舌骨上肌群AEMG、峰值、IEMG指标方面比较,差异均无显著性意义;而试验组健患侧比较,健侧明显高于患侧,差异均有显著性意义。结果表明试验组吞咽反射动作不协调,舌骨上肌群肌力及肌张力存在健患侧不平衡,患侧较健侧所募集的吞咽肌肉参与运动单位数目更少,肌电信号的强度更弱。每个吞咽动作的完成均需在吞咽中枢的调控下进行一系列肌群的协调收缩,而脑卒中后患侧中枢神经所控制部位相关肢体开始出现失神经控制,以致各种运动感觉损伤,损伤侧对吞咽活动调控的输出减少,而健侧活动相对增强,引起健患两侧的不平衡,可导致吞咽肌群的肌力与肌张力降低、协调性障碍、肌肉收缩速度减慢、运动起始延迟及吞咽运动的幅度与力度减小,这些诸多因素共同导致吞咽障碍的发生^[25-26]。两组患者吞咽功能的差异性在本次试验的结果中得到了验证,这也为个体化评定吞咽功能奠定了基础。

组间比较:健侧对比,试验组略大于对照组,差异无显著性意义;患侧对比,试验组低于对照组,差异有显著性意义。该结果与肖灵君等的研究结果存在一致性^[7,22]。在他们的研究中发现吞咽不同性质、不同容量的食物时,脑卒中后吞咽功能障碍的患者其舌骨上肌群的AEMG、峰值等值均小于脑卒中后吞咽功能正常患者,并认为这一结果与吞咽相关肌群收缩失调或瘫痪导致肌肉收缩力减小有关。

综上所述,通过采集单侧脑卒中后患者30s反复唾液吞咽试验舌骨上肌群健患两侧表面肌电活动信号,可发现单侧脑卒中后吞咽障碍的患者吞咽次数会明显减少,波形平均值、峰值、波形面积健患两侧有明显差异,且吞咽时限相对延长,这可能为表面

肌电图在脑卒中后吞咽障碍的临床个体化筛查评定中提供新思路、新途径,具有积极的临床意义。但此次试验仍有一些不足之处,如样本量较小,仅采集了舌骨上肌群表面肌电活动,吞咽模式局限。在今后的研究中,我们将增大样本量,优选吞咽模式,对吞咽不同时期吞咽相关肌群相互比较,以增加研究的信度和效度,为该项技术在脑卒中后吞咽障碍的筛查评定研究领域的提供更坚实的试验基础。

参考文献

- [1] Ramsey DJ, Smithard DG, Kalra L. Early assessments of dysphagia and aspiration risk in acute stroke patients[J]. *Stroke*,2003,34(5):1252—1257.
- [2] Martino R, Pron G, Diamant NE. Oropharyngeal dysphagia: surveying practice patterns of the speech-language pathologist [J]. *Dysphagia*,2004,19(3):165—176.
- [3] Vaiman M. Standardization of surface electromyography utilized to evaluate patients with dysphagia[J]. *Head Face Med*, 2007,3:26.
- [4] Vaiman M, Eviatar E. Surface electromyography as a screening method for evaluation of dysphagia and odynophagia[J]. *Head Face Med*,2009,5:9.
- [5] Monaco A, Cattaneo R, Spadaro A, et al. Surface electromyography pattern of human swallowing[J]. *BMC Oral Health*, 2008,8:6.
- [6] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2014[J]. *中华神经科杂志*,2015,48(4):246—257.
- [7] 肖灵君,薛晶晶,燕铁斌,等. 脑卒中后吞咽障碍患者额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.
- [8] Hodkinson HM. Evaluation of a mental test score for assessment of mental impairment in the elderly. 1972[J]. *Age Ageing*,2012,41 Suppl 3:i35—i40.
- [9] Crary MA, Carnaby MG, 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] Pearson WJ, Hindson DF, Langmore SE, et al. Evaluating swallowing muscles essential for hyolaryngeal elevation by using muscle functional magnetic resonance imaging[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*,2013,85(3):735—740.
- [11] Hongama S, Nagao K, Toko S, et al. MI sensor-aided screening system for assessing swallowing dysfunction: application to the repetitive saliva-swallowing test[J]. *J Prosthodont Res*,2012,56(1):53—57.
- [12] 汪进丁,唐震宇,徐丽君,等. 急性脑梗死部位及面积与吞咽障碍严重程度关系[J]. *中国康复医学杂志*,2009,24(11): 1015-1017, 1027.
- [13] Boucher T, Wang S, Trudelle-Jackson E, et al. Effectiveness of surface electromyographic biofeedback-triggered neuromuscular electrical stimulation on knee rehabilitation[J]. *N Am J Sports Phys Ther*,2009,4(3):100—109.
- [14] Marateb HR, McGill KC, Holobar A, et al. Accuracy assessment of CKC high-density surface EMG decomposition in biceps femoris muscle[J]. *J Neural Eng*,2011,8(6):66002.
- [15] Tippet DC. Clinical challenges in the evaluation and treatment of individuals with poststroke dysphagia[J]. *Top Stroke Rehabil*,2011,18(2):120—133.
- [16] Momosaki R, Abo M, Watanabe S, et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation with intensive swallowing rehabilitation for poststroke dysphagia: an open-label case series [J]. *Neuromodulation*,2015,18(7):630-634, 634—635.
- [17] Warnecke T, Teismann I, Meimann W, et al. Assessment of aspiration risk in acute ischaemic stroke--evaluation of the simple swallowing provocation test[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*,2008,79(3):312—314.
- [18] Yeh SJ, Huang KY, Wang TG, et al. Dysphagia screening decreases pneumonia in acute stroke patients admitted to the stroke intensive care unit[J]. *J Neurol Sci*,2011,306(1-2):38—41.
- [19] Corrigan ML, Escuro AA, Celestin J, et al. Nutrition in the stroke patient[J]. *Nutr Clin Pract*,2011,26(3):242—252.
- [20] 王珖,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.
- [21] 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.
- [22] 刘玲玲,冯珍. 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[J]. *中国康复医学杂志*,2017,(5):534—538.
- [23] 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.
- [24] Baba Y, Teramoto S, Hasegawa H, et al. Characteristics and limitation of portable bedside swallowing test in elderly with dementia: comparison between the repetitive saliva swallowing test and the simple swallowing provocation test [J]. *Nihon Ronen Igakkai Zasshi*,2005,42(3):323—327.
- [25] Ertekin C, Palmer JB. Physiology and electromyography of swallowing and its disorders[J]. *Suppl Clin Neurophysiol*, 2000,53:148—154.
- [26] Ertekin C, Keskin A, Kiylioglu N, et al. The effect of head and neck positions on oropharyngeal swallowing: a clinical and electrophysiologic study[J]. *Arch Phys Med Rehabil*,2001,82(9):1255—1260.