

· 临床研究 ·

神经肌肉电刺激对脑卒中后吞咽障碍患者舌骨喉复合体动度的影响

高婧慧 王强 李明 孟萍萍 张子青

【摘要】 目的 观察神经肌肉电刺激(NMES)治疗脑卒中后吞咽障碍的临床疗效,对比分析不同部位电刺激对患者舌骨喉复合体动度的影响。**方法** 采用随机数字表法将 30 例脑卒中后吞咽障碍患者分为治疗 A 组、治疗 B 组及对照组。3 组患者均给予常规吞咽训练、药物治疗及一般康复治疗,治疗 A 组在此基础上辅以舌骨上、下区神经肌肉电刺激,治疗 B 组则辅以单纯舌骨上区神经肌肉电刺激。分别于治疗前、治疗 2 周后对各组患者进行电视 X 线透视吞咽功能检查,并测量吞咽半流质食物时其舌骨及甲状软骨向上、向前移动距离;同时采用洼田饮水试验、才藤分级、吞咽障碍结局与严重度量表(DOSS)对各组患者疗效进行评定。**结果** 3 组患者治疗后其洼田饮水试验分级、才藤分级、DOSS 量表评分均较治疗前明显改善($P < 0.05$);治疗 A 组及治疗 B 组洼田分级[分别为(2.40 ± 1.26)级和(2.10 ± 0.99)级]、才藤分级[分别为(5.30 ± 1.89)级和(5.20 ± 1.69)级]、DOSS 量表评分[分别为(5.20 ± 1.40)分和(5.10 ± 1.45)分]均显著优于对照组($P < 0.05$),两电刺激组患者治疗后上述疗效指标组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 B 组患者治疗后在吞咽半流质食物时其舌骨前移距离[(12.15 ± 7.59) mm]较治疗前及治疗 A 组、对照组均明显增大($P < 0.05$)。**结论** 在常规吞咽训练基础上辅以神经肌肉电刺激可显著改善脑卒中后吞咽障碍患者吞咽功能;将电极片放置在舌骨上区或舌骨上、下区刺激时其疗效间无显著差异,但单纯舌骨上区电刺激可进一步改善脑卒中患者吞咽时舌骨前移距离。

【关键词】 脑卒中; 神经肌肉电刺激; 吞咽障碍; 电视 X 线透视吞咽功能检查; 舌骨喉复合体动度

Effect of neuromuscular electrical stimulation on hyolaryngeal structural movement in post-stroke dysphagia

Gao Jinghui, Wang Qiang, Li Ming, Meng Pingping, Zhang Ziqing. Department of Rehabilitation Medicine, the Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266005, China

Corresponding author: Wang Qiang, Email: sakulawangqiang@hotmail.com

【Abstract】 Objective To explore the effect of neuromuscular electrical stimulation(NMES) on hyolaryngeal structural movement in post-stroke dysphagia. **Methods** Thirty patients with post-stroke dysphagia were randomly divided into 3 groups ($n = 10$) namely group A, group B and group C. On the basis of routine swallowing training, medication and rehabilitation given to group C, group A was provided with VitalStim therapy on both suprahyoid and infrahyoid muscles, while group B was only on suprahyoid muscles lasting 2 weeks. Before and after treatment, the Video Fluoroscopy Swallowing Study (VFSS) was carried out and the upward and forward displacement distances of the hyoid and thyroid cartilage when swallowing pap were measured. Moreover, water swallow test, dysphagia severity scale and DOSS scores were used to assess the swallowing function. **Results** After 2 weeks' treatment, the water drinking test score, dysphagia severity scale and DOSS scores increased significantly in all groups than before treatment. The water drinking test score of group A (2.40 ± 1.26) and group B (2.10 ± 0.99), dysphagia severity scale of group A (5.30 ± 1.89) and group B (5.20 ± 1.69), as well as the DOSS level of group A (5.20 ± 1.40) and group B (5.10 ± 1.45) were significantly better than the control group. However, no significant difference was observed in all measurements between group A and group B. The group B revealed a significantly increase in anterior hyoid excursion distance of (12.15 ± 7.59) mm, much bigger than that before treatment and that of group A and B after treatment. **Conclusion** NMES on the basis of traditional swallowing training can improve the swallowing function of post-stroke dysphagia patients, and NMES on suprahyoid muscles can further induce an increase in anterior hyoid excursion.

【Key words】 Stroke; Neuromuscular electrical stimulation; Dysphagia; Video fluoroscopic swallowing study; Hyolaryngeal structural movement

吞咽障碍是指食物从口腔运送至胃过程中出现障碍,是脑卒中后常见并发症之一,容易诱发吸入性肺炎、脱水、营养不良等严重后果,对患者生命质量造成严重影响^[1,4]。近年来神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)被广泛应用于脑卒中后吞咽障碍康复治疗^[5],其作用机制可能包括促进吞咽相关肌群肌力增加、增强感觉刺激、促进吞咽反射建立等^[6];但与常规吞咽训练比较,其疗效目前仍存在争议。另外关于 NMES 治疗吞咽障碍时表面电极片的放置位置及其对疗效的影响,目前国内、外尚无明确定论。基于上述背景,本研究对比观察了 NMES 与常规吞咽训练治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效,并比较了表面电极放置不同位置对患者舌骨喉复合体动度及临床疗效的影响。现报道如下。

对象与方法

一、研究对象

共选取 2013 年 8 月到 2014 年 5 月期间在青岛大学附属医院黄岛院区康复科住院治疗的脑卒中后吞咽障碍患者 30 例,患者入选标准包括:(1)均符合 1995 年中华医学会第 4 次全国脑血管病学术会议修订的脑卒中诊断要点^[7];(2)经颅脑 CT 或 MRI 检查证实,且病程不超过 6 个月;(3)患者神志清醒,可配合相关检查及治疗,年龄 18~85 岁;(4)经电视 X 线透视吞咽功能检查(video fluoroscopic swallowing study, VFSS)发现存在咽期吞咽障碍。患者剔除标准包括:(1)伴有严重心肺功能不全、痴呆、失语及不能执行指令、配合康复治疗者;(2)有严重误吸及完全不能吞咽者;(3)植入心脏起搏器等。采用随机数字表法将上述患者分为舌骨上、下区刺激组(简称治疗 A 组)、舌骨上区刺激组(简称治疗 B 组)及常规吞咽训练组(简称对照组),每组各 10 例患者。3 组患者入选时性别、年龄、脑卒中类型及开始治疗时间详见表 1,表中数据经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

表 1 3 组患者一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	脑卒中类型(例)		开始治疗时间 (d, $\bar{x} \pm s$)
		男	女		脑梗死	脑出血	
治疗 A 组	10	7	3	65.2 $\pm$ 10.7	8	2	29.3 $\pm$ 7.9
治疗 B 组	10	6	4	67.2 $\pm$ 15.8	7	3	28.7 $\pm$ 5.4
对照组	10	7	3	64.4 $\pm$ 9.0	7	3	30.8 $\pm$ 8.6

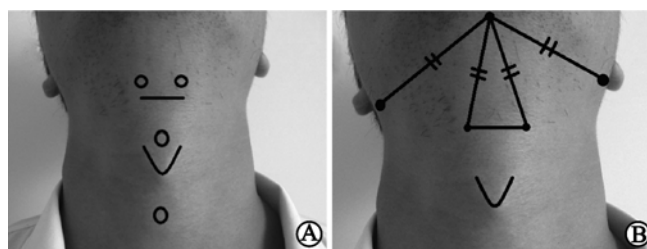
二、治疗方法

上述 3 组患者均给予常规吞咽功能训练、药物治

疗及相关康复训练。治疗 A 组及治疗 B 组患者则在此基础上辅以 NMES 治疗。

1. 吞咽功能训练:分为直接训练和间接训练。间接训练是指对吞咽相关功能器官进行训练,主要有喉部上举训练(Shaker 训练)、气囊扩张法、屏气-发声运动、呼吸功能训练及 Mendelsohn 训练等。直接训练是使用食物进行吞咽功能训练,包括食物调整、体位调整(如半卧位、颈部前屈位或头旋转位)、吞咽技巧训练(如声门上训练、超声门上训练、用力吞咽及交替吞咽)等。

2. NMES 治疗:选用美国产 Vitalstim 型电刺激仪,电刺激强度为 0~25 mA,电刺激频率为 80 Hz,输出波形为双向方形,该治疗仪有 2 个输出通道,每个通道有 2 个电极,一共有 4 个电极。治疗 A 组将一组电极片水平放置在舌骨上方两侧颈舌骨肌运动点,另一组电极片则放置在甲状软骨上、下缘;治疗 B 组则将 2 组电极片均放置在舌骨上区,其中一组电极片放置在两侧颈舌骨肌运动点,另一组电极片则放置在两侧下颌舌骨肌运动点(图 1)^[8]。2 组患者电刺激强度均以患者能耐受并能观察到被刺激肌肉收缩为度,同时嘱患者在电刺激期间练习用力吞咽动作。上述电刺激治疗每次持续 30 min,每周治疗 5 d。



注:图 A 为治疗 A 组电极片放置示意图,图 B 为治疗 B 组电极片放置示意图

图 1 电极片放置示意图

三、疗效评定方法

分别于治疗前、治疗 2 周后采用洼田饮水试验、才藤分级、吞咽障碍结局与严重度量表(the dysphagia outcome and severity scale, DOSS)对各组患者进行疗效评定,同时采用电视 X 线透视吞咽功能检查(video fluoroscopic swallowing study, VFSS)测量治疗前、后患者舌骨喉复合体动度,具体评定方法如下。

1. 洼田饮水试验:患者取端坐位,要求其喝下 30 ml 温开水,观察所需时间及呛咳情况,具体分级标准如下:Ⅰ级指患者能一口喝下,期间无呛咳;Ⅱ级指

患者分 2 次以上喝下,期间无呛咳;Ⅲ级指患者能 1 次喝下,但期间有呛咳;Ⅳ级指患者分 2 次喝下,期间有呛咳;Ⅴ级指患者频繁呛咳,不能完成饮水^[9]。具体疗效评定标准如下:治愈指患者吞咽障碍消失,饮水试验评定结果为 I 级;显效指患者吞咽障碍明显改善,饮水试验评定结果提高 2 级以上;有效指患者吞咽障碍改善,饮水试验评定结果提高 1 级;无效指患者吞咽障碍改善不显著,饮水试验评定结果无改善^[9]。分别计算治疗后各组患者显效率,显效率 = [(治愈人数 + 显效人数) / 总人数] × 100%。

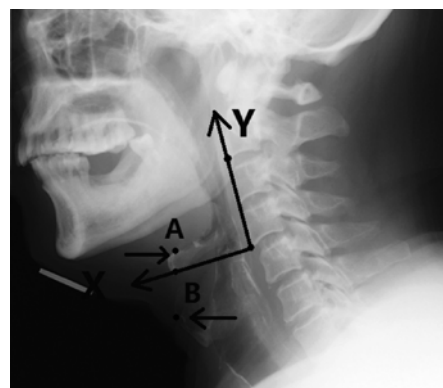
2. 才藤分级:根据患者日常进食时吞咽困难程度、容易引起误吸的食物形态、有无口腔及咽部残留、是否需要静脉营养支持等将其吞咽功能分为 7 个等级,详细分级标准见文献^[10],具体疗效判定标准如下,无效:治疗后才藤评级无增加;有效:治疗后才藤评级增加 1 级及 1 级以上^[11]。

3. DOSS 量表评定:通过 VFSS 动态观察患者进食不同形态食物时口腔期、咽期及食道期状况,并根据吞咽过程中有无返流、误吸、静止性误吸、呛咳等情况将患者吞咽功能分为 7 个等级,详细分级标准见文献^[11]。

4. 舌骨喉动度测定:进行 VFSS 检查时,先将一枚直径 25 mm 硬币放置在患者下颏处作为测量标尺。嘱患者身体保持直立位、目视前方,拍摄记录患者安静状态下舌骨、甲状软骨位置,再分别给予患者 2 ml 流质、半流质及糊状共 3 种性状食物,并以 6 幅/秒频率进行连拍。选取安静状态下及吞咽 2 ml 半流质食物时图片进行分析^[8]。取 C₂ 和 C₄ 椎体前下缘连线作为 Y 轴,由 C₄ 椎体前下缘的点做一条垂直于 Y 轴的线,即为 X 轴。以舌骨上缘及甲状软骨最前上方的点作为标记点,分别测量其到 X 轴及 Y 轴的垂直距离;吞咽时与安静状态下的距离差值即为吞咽时舌骨及甲状软骨向前、向上移动的距离(图 2)。

四、统计学分析

本研究所得计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示,采用 SPSS 18.0 版统计学软件包进行数据分析,计数资料比较采用卡方检验及秩和分析,计量资料组内比较采用配对 *t* 检验,组间比较采用单因素方差分析, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。



注:A 点表示舌骨上缘,B 点表示甲状软骨最前上方,硬币作为测量标尺

图 2 舌骨喉复合体动度测量示意图

结 果

一、各组患者治疗前、后洼田饮水试验结果比较

治疗前 3 组患者洼田饮水试验分级组间差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗 2 周后发现 3 组患者洼田饮水试验分级均较治疗前明显提高($P < 0.05$);经组间比较发现 3 组患者洼田饮水试验显效率组间差异具有统计学意义($P < 0.05$),其中治疗 A 组、治疗 B 组洼田饮水试验显效率均显著优于对照组水平($P < 0.05$),但治疗 A 组、治疗 B 组洼田饮水试验显效率组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。具体数据见表 2。

二、各组患者治疗前、后才藤分级结果比较

治疗前 3 组患者才藤分级组间差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗 2 周后发现 3 组患者才藤分级结果均较治疗前明显提高($P < 0.05$);经组间比较发现 3 组患者才藤分级有效率组间差异具有统计学意义($P < 0.05$),其中治疗 A 组、治疗 B 组才藤分级有效率均显著优于对照组水平($P < 0.05$),但治疗 A 组、治疗 B 组才藤分级有效率组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。具体数据见表 3。

三、各组患者治疗前、后 DOSS 量表评分比较

治疗前 3 组患者 DOSS 量表评分组间差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗 2 周后发现 3 组患者 DOSS 量表评分均较治疗前明显提高($P < 0.05$);经组间比较发现 3 组患者 DOSS 量表评分组间差异均具有统计学意义($P < 0.05$),其中治疗 A 组、治疗 B 组 DOSS 量

表 2 3 组患者治疗前、后洼田饮水试验分级结果比较

组别	例数	洼田饮水试验分级(级, $\bar{x} \pm s$)		治愈(例)	显效(例)	有效(例)	无效(例)	显效率(%)
		治疗前	治疗后					
治疗 A 组	10	4.20 ± 0.92	2.40 ± 1.26 ^{ab}	4	3	3	0	70.0 ^b
治疗 B 组	10	4.10 ± 0.88	2.10 ± 0.99 ^{ab}	3	5	2	0	80.0 ^b
对照组	10	3.80 ± 0.79	2.80 ± 1.23 ^a	1	1	6	2	20.0

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组相同指标比较,^b $P < 0.05$

表 3 3 组患者治疗前、后才藤分级结果比较

组别	例数	才藤分级(级, $\bar{x} \pm s$)		疗效评定结果		
		治疗前	治疗后	有效 (例)	无效 (例)	有效率 (%)
治疗 A 组	10	3.80 ± 1.55	5.30 ± 1.89 ^{ab}	9	1	90.0 ^b
治疗 B 组	10	3.70 ± 1.57	5.20 ± 1.69 ^{ab}	10	0	100.0 ^b
对照组	10	3.90 ± 0.99	5.10 ± 1.37 ^a	4	6	40.0

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组相同指标比较,^b $P < 0.05$

表评分均显著优于对照组水平($P < 0.05$),但治疗 A 组、治疗 B 组 DOSS 量表评分组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。具体数据见表 4。

表 4 3 组患者治疗前、后 DOSS 量表评分结果比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后
治疗 A 组	10	3.60 ± 1.71	5.20 ± 1.40 ^{ab}
治疗 B 组	10	3.50 ± 1.35	5.10 ± 1.45 ^{ab}
对照组	10	4.00 ± 1.05	4.90 ± 1.10 ^a

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P < 0.05$

四、治疗前、后各组患者舌骨喉动度比较

治疗前各组患者吞咽时其舌骨喉动度组间差异均无统计学意义($P > 0.05$);治疗 2 周后发现治疗 B 组患者吞咽半流质食物时其舌骨前移距离较治疗前提高了(9.30 ± 8.44) mm,其差异具有统计学意义($P < 0.05$),并且与治疗 A 组、对照组间差异亦具有统计学意义($P < 0.05$)。治疗前、后各组患者吞咽时舌骨上移及甲状软骨动度、治疗 A 组与对照组舌骨前移差异均无统计学意义($P > 0.05$)。具体数据见表 5。

讨 论

吞咽反射是全身最复杂神经反射之一,机体吞咽过程主要包括口腔期、咽期及食道期。口腔期阶段食物经咀嚼后形成食团,通过舌运动将食团不断推向咽部,并引发吞咽反射;咽期阶段软腭上抬封住喉腔,同时舌骨喉复合体上抬引发会厌软骨向下反折覆盖喉口,从而预防误吸;食团因咽腔压力不断被推送至食管上方;食管期阶段食管上括约肌开放,食团进入食管

内。脑卒中后由于颈部肌肉瘫痪、感觉缺失等原因,会厌部位的气道保护作用减弱,因此误吸容易在咽期阶段发生。

NMES 是一种低频脉冲电刺激,可通过刺激具有完整外周神经支配的肌肉,直接作用于神经肌肉接头处,引起轴突细胞去极化并产生动作电位,从而使瘫痪无力肌肉重新收缩,恢复运动控制功能。人体吞咽肌群主要为 II 型肌纤维,低频电刺激可加强 II 型肌纤维募集,整合协调吞咽相关肌群同步收缩^[12]。另外由于大脑皮质可塑性,低频电刺激可通过刺激感觉神经上行纤维,增加大脑皮质感觉输入刺激,对恢复、重建吞咽反射弧、建立新的吞咽运动传导通路具有重要作用^[13]。目前有大量动物及临床研究均证实,NMES 对治疗脑卒中后吞咽障碍具有显著优势^[14-16],本研究中两电刺激组患者经治疗后其洼田饮水分级、才藤分级、DOSS 分级均较对照组明显改善,表明 NMES 联合常规吞咽训练可显著改善脑卒中后吞咽障碍症状,疗效确切,值得临床推广、使用。

吞咽反射是由多组肌肉共同参与完成的复杂神经反射,相关肌群主要有舌骨上肌群及舌骨下肌群,其中舌骨上肌群收缩可牵拉舌骨向前、向上移动,在咽期阶段能保护气道、预防误吸。舌骨下肌群主要包括胸骨舌骨肌、胸骨甲状肌、甲状舌骨肌及肩胛舌骨肌,这 4 块肌肉中只有甲状舌骨肌收缩能牵拉舌骨向甲状软骨方向靠近并引发喉上抬,其余 3 块肌肉收缩均导致舌骨下降,因此改善能引起舌骨喉复合体上抬的吞咽肌群肌力对促进吞咽功能恢复具有重要作用。Humbert 等^[17]对 28 例健康者观察后发现,在安静及吞咽状态下进行电刺激均可导致受试者舌骨喉复合体下降;Ludlow 等^[6]也报道了在安静状态下进行电刺激会导致舌骨下降。分析其原因可能是由于舌骨下肌群(包括肩胛舌骨肌和胸骨舌骨肌)通常面积较大,且更靠近皮肤表面,因此其肌力可能较舌骨上肌群(如颏舌骨肌和下颌舌骨肌)更大,在表面电刺激时容易被刺激到;而甲状舌骨肌收缩虽然能牵拉甲状软骨向舌骨方向靠

表 5 3 组患者治疗前、后舌骨喉复合体动度比较(mm, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	舌骨上移			舌骨前移		
		治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
治疗 A 组	10	15.48 ± 11.87	18.91 ± 12.29	3.42 ± 6.41	6.03 ± 5.26	8.42 ± 5.09 ^b	2.39 ± 7.4
治疗 B 组	10	11.83 ± 8.79	14.60 ± 7.85	2.77 ± 1.43	2.85 ± 5.59	12.15 ± 7.59 ^a	9.30 ± 8.44
对照组	10	12.26 ± 8.59	14.09 ± 7.92	1.83 ± 3.44	3.93 ± 4.66	5.74 ± 3.40 ^b	1.81 ± 2.92
组别	例数	甲状软骨上移			甲状软骨前移		
		治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
治疗 A 组	10	17.62 ± 13.06	20.71 ± 10.63	2.39 ± 7.44	4.79 ± 3.18	6.72 ± 4.78	1.93 ± 2.90
治疗 B 组	10	19.34 ± 13.98	21.47 ± 13.15	2.09 ± 5.17	4.25 ± 4.21	4.53 ± 3.87	0.28 ± 7.25
对照组	10	14.45 ± 9.88	19.43 ± 8.16	2.99 ± 7.40	3.94 ± 4.43	5.39 ± 3.40	1.45 ± 3.31

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与治疗 B 组相同指标比较,^b $P < 0.05$

近,但由于其位置较深,通常很难被刺激到,所以在表面电刺激时无法有效牵拉舌骨向上运动。基于上述研究背景,国内在 NMES 治疗过程中多将刺激电极置于甲状切迹上方^[11-12];本研究中治疗 A 组将电极片放置在舌骨上、下区,并嘱患者电刺激时用力吞咽,结果显示治疗后患者并未出现舌骨喉复合体下降,表明 NMES 联合用力吞咽可作为一种抗阻训练模式,能有效改善脑卒中患者吞咽功能。这与 Park 等^[18-19]研究结果基本类似。

Pearson 等^[20]分析了舌骨上肌群结构特性,认为颏舌骨肌是引起舌骨向前移动的主要责任肌,下颌舌骨肌是牵拉舌骨向上运动的主要肌肉。本研究中治疗 B 组患者 2 组电极片分别置于颏舌骨肌和下颌舌骨肌运动点部位,并给予较大强度电刺激,结果显示治疗后患者舌骨前移距离明显增加,因此认为表面电刺激治疗能促进颏舌骨肌肌力增加;另外该组患者治疗后吞咽时舌骨上移距离 $[(14.60 \pm 7.85) \text{ mm}]$ 较治疗前上移水平 $[(11.83 \pm 8.79) \text{ mm}]$ 有所增加,但差异无统计学意义($P > 0.05$),可能与本研究样本量偏少、观察时间较短、未进行随访观察有关。

综上所述,NMES 联合常规吞咽训练可明显改善脑卒中后吞咽障碍患者吞咽功能,且单纯舌骨上区电刺激与舌骨上、下区同时电刺激其疗效间并无显著差异;本研究并未得出舌骨喉动度与临床吞咽功能改善间是否存在相关性,下一步将通过增加样本数量、改善舌骨喉动度测量方法及加强随访对上述结果进行深入分析。

参 考 文 献

- [1] Chen SY, Chie WC, Lin YN, et al. Can the aspiration detected by video-fluoroscopic swallowing studies predict long-term survival in stroke patients with dysphagia[J]. Disabil Rehabil, 2004, 26(23): 1347-1353.
- [2] Ding R, Logemann JA. Pneumonia in stroke patients: a retrospective study[J]. Dysphagia, 2000, 15(2): 51-57.
- [3] Teasell R, Foley N, Fisher J, et al. The incidence, management, and complications of dysphagia in patients with medullary strokes admitted to a rehabilitation unit[J]. Dysphagia, 2002, 17(2): 115-120.
- [4] Ashford J, McCabe D, Wheeler-Hegland K, et al. Evidence-based systematic review: oropharyngeal dysphagia behavioral treatments. Part III-impact of dysphagia treatments on populations with neurological disorders[J]. J Rehabil Res Dev, 2009, 46(2): 195-204.
- [5] 缪芸,倪朝民.低频电刺激在脑卒中后吞咽障碍康复治疗中的应用[J].中国康复,2009,24(3):205-206.
- [6] Ludlow CL, Humbert I, Saxon K, et al. Effects of surface electrical stimulation both at rest and during swallowing in chronic pharyngeal dysphagia[J]. Dysphagia, 2007, 22(1): 1-10.
- [7] 大西幸子,孙启良,编著.赵峻,译.摄食吞咽障碍康复实用技术[M].北京:中国医药科技出版社,2002:279-281.
- [8] Nam HS, Beom J, Oh BM, et al. Kinematic effects of hyolaryngeal electrical stimulation therapy on hyoid excursion and laryngeal elevation[J]. Dysphagia, 2013, 28(4): 548-556.
- [9] 李红玲,王志红,吴冰洁,等.脑卒中患者的摄食-吞咽障碍[J].中华物理医学与康复杂志,2002,24(5):279-281.
- [10] 吉田義一.咽下運動に關與する筋と神經支配[J].神經内科,1997,47(1):9-12.
- [11] O'Neil KH, Purdy M, Falk J, et al. The dysphagia outcome and severity scale[J]. Dysphagia, 1999, 14(3): 139-145.
- [12] 罗君,魏汉菊,张宇虹,等.神经肌肉电刺激配合吞咽功能训练治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J].中国康复,2013,28(3):184-185.
- [13] Chang YJ, Heich TH, Huang YM, et al. A lack of modulation of motor evoked potential in sensory-impaired individuals with spinal cord injury[J]. J Med Biol Eng, 2011, 31(1): 37-44.
- [14] Johnson AM, Connor NP. Effects of electrical stimulation on neuromuscular junction morphology in aging rat tongue[J]. Muscle Nerve, 2011, 43(2): 203-211.
- [15] Gallas S, Marie JP, Leroi AM, et al. Sensory transcutaneous electrical stimulation improves post-stroke dysphagia patients[J]. Dysphagia, 2010, 25(4): 291-297.
- [16] Blumenfeld L, Hahn Y, Lepage A, et al. Transcutaneous electrical stimulation versus traditional dysphagia therapy: a nonconcurrent cohort study[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2006, 135(5): 754-757.
- [17] Humbert IA, Poletto CJ, Saxon KG, et al. The effect of surface electrical stimulation on hyolaryngeal movement in normal individuals at rest and during swallowing[J]. J Appl Physiol, 2006, 101(6): 1657-1663.
- [18] Park JW, Kim Y, Oh JC, et al. Effortful swallowing training combined with electrical stimulation in post-stroke dysphagia: a randomized controlled study[J]. Dysphagia, 2012, 27(4): 521-527.
- [19] Park JW, Oh JC, Lee HJ, et al. Effortful swallowing training coupled with electrical stimulation leads to an increase in hyoid elevation during swallowing[J]. Dysphagia, 2009, 24(3): 296-301.
- [20] Pearson WG Jr, Langmore SE, Zumwalt AC. Evaluating the structural properties of suprahyoid muscles and their potential for moving the hyoid[J]. Dysphagia, 2010, 26(4): 345-351.

(修回日期:2015-02-13)

(本文编辑:易 浩)