

本文引文格式:杜灿荣,龙耀斌,覃东华,等.神经肌肉电刺激单独或联合不同频率经颅磁刺激治疗  
脑卒中吞咽障碍的疗效观察[J].右江民族医学院学报,2022,44(4):566-570.

【论著与临床报道】

## 神经肌肉电刺激单独或联合不同频率经颅磁 刺激治疗脑卒中吞咽障碍的疗效观察

杜灿荣,龙耀斌,覃东华,伍明,黄福才,覃明安  
(广西医科大学第二附属医院,广西南宁 530007)

**摘要:**目的 研究神经肌肉电刺激(NMES)和不同频率重复经颅磁刺激(rTMS)单独或联合方案治疗脑卒中患者吞咽功能障碍的效果。方法 将90例脑卒中后吞咽障碍患者根据随机数字表法平均分为A组(常规吞咽功能训练组)、B组(NMES组)、C组(低频rTMS组)、D组(高频TMS组)、E组(NMES+低频rTMS组)及F组(NMES+高频rTMS组)。洼田饮水实验、标准吞咽功能评价量表和视频透视下吞咽功能检查评估吞咽功能,血红蛋白和血清白蛋白水平评估营养状况。结果 各组治疗后吞咽功能均较治疗前有所改善。治疗后B组~F组的洼田饮水实验评分和标准吞咽功能评价量表得分均低于A组( $P < 0.05$ ),E组、F组的2项评分均低于B组、C组和D组( $P < 0.05$ )。各组治疗前血红蛋白和白蛋白水平差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。治疗后B组~F组血红蛋白和白蛋白水平平均高于A组( $P < 0.05$ ),B组~F组血红蛋白水平差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),E组~F组白蛋白高于B组和D组( $P < 0.05$ )。结论 NMES、低频或高频rTMS均能改善脑卒中患者吞咽功能障碍,NMES和rTMS联合治疗效果优于单独NMES或rTMS。

**关键词:**脑卒中;吞咽障碍;经颅磁刺激;神经肌肉电刺激

中图分类号:R743.3 文献标识码:A 文章编号:1001-5817(2022)04-0566-05  
doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2022.04.018

### Effects of neuromuscular electrical stimulation alone or in a combination with transcranial magnetic stimulation of different frequencies in the treatment of dysphagia in stroke patients

Du Canrong, Long Yaobin, Qin Donghua, Wu Ming, Huang Fucui, Qin Mingan

(The Second Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530007, Guangxi, China)

**Abstract:** **Objective** To study the effects of neuromuscular electrical stimulation (NMES) alone or in combination with repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) of different frequencies on swallowing dysfunction in stroke patients. **Methods** Ninety patients with post-stroke dysphagia were divided into 6 groups according to the random number table: group A (regular swallowing function training), group B (NMES), group C (low-frequency rTMS), group D (high-frequency TMS), group E (NMES+low-frequency rTMS) and group F (NMES+high-frequency rTMS). The Watian drinking water test, the standard scale for evaluating swallowing function and the swallowing function test under video fluoroscopy were carried out to evaluate the swallowing function. Levels of hemoglobin and serum albumin were detected to evaluate nutritional status. **Results** The swallowing function of each group all improved after treatment. After treatment, group B~F had lower scores than group A in Watian test and the swallowing function scale ( $P < 0.05$ ), and these

基金项目:广西壮族自治区卫计委自筹经费科研课题(Z2016316);广西壮族自治区临床重点专科建设项目(桂卫医发[2018]6号)

第一作者简介:杜灿荣(1982-),本科,副主任技师,研究方向:吞咽障碍康复、神经康复,E-mail:40910941@qq.com

scores of group E and group F were all lower than those of group B, C and D ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in hemoglobin and albumin levels among all groups before treatment ( $P > 0.05$ ). After treatment, the levels of hemoglobin and albumin in group B~F were all higher than those in group A ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in the levels of hemoglobin among group B~F ( $P > 0.05$ ). The levels of albumin in group E and group F were higher than those in groups B and D ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** NMES, low-frequency or high-frequency rTMS can improve the swallowing dysfunction in stroke patients, and the combined treatment with NMES and rTMS has better effect than NMES or rTMS alone.

**Key words:** stroke; dysphagia; transcranial magnetic stimulation; neuromuscular electrical stimulation

脑卒中患者常出现口腔期和咽期的吞咽障碍,是脑卒中的严重并发症。有临床评估认为,脑卒中吞咽障碍的发生率在 50%左右,而利用仪器评估的吞咽障碍发生率可达 70%<sup>[1]</sup>。有报道,脑卒中后吞咽障碍患者在入院 1 月内有 10%的死亡率,带胃管的脑卒中吞咽障碍患者 2 年内的死亡率达 36%<sup>[2]</sup>。科学有效地治疗和管理脑卒中吞咽功能障碍,延长患者的生存期,提高生活质量,减少医疗花费,具有重大的临床意义和社会价值。

目前吞咽障碍的治疗方法可分为行为性干预和非行为性干预两种,行为性干预主要有表面肌电生物反馈训练、舌肌主被动康复训练、舌压抗阻反馈训练、Masako 手法训练、声门上吞咽等;而非行为性干预主要有电刺激、经颅磁刺激、周围磁刺激、针灸、球囊扩张、内镜下食管扩张等。尽管不同方法在临床实践中都显示出可以在一定程度上改善脑卒中后吞咽障碍,但目前尚无治疗标准,缺乏统一的指导方针。非侵入性的神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)和经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, rTMS)由于无创、操作简单、有效且副作用少,近来受到越来越多的临床关注,在脑卒中吞咽困难中表现出广阔的应用前景,但目前临床研究仍缺乏,此外, NMES 和 rTMS 的相关参数制定,如刺激的区域、方式、持续时间也有待进一步规范化。

本研究拟对脑卒中吞咽困难患者在常规吞咽训练的基础上,分别辅以 NMES 单独或联合 rTMS 治疗,并且 rTMS 分为低频(1Hz)和高频(5Hz)两组,观察不同的干预措施治疗脑卒中后吞咽障碍的效果;验证 rTMS 和 NMES 治疗的有效性,并为临床制定联合治疗方案提供参考依据。

## 1 资料和方法

1.1 临床病例 选择 2020 年 1 月—2021 年 12 月广西医科大学第二附属医院康复医学科收治的 90 例脑卒中后吞咽障碍患者为研究对象。所有患者均符合脑卒中的临床诊断标准并经影像学检查确诊,经视频透视吞咽功能检查明确存在吞咽功能障碍。所有患者均

为首次发病,意识清楚,生命体征平稳。排除标准:非脑卒中所致或非神经源性吞咽障碍;发热或癫痫;合并其他严重基础疾病;存在认知功能障碍等不能配合完成研究;其他 rTMS 或 NMES 禁忌证。本研究通过广西医科大学第二附属医院伦理委员会审查,且所有患者自愿入组并签署了知情同意书。将所有患者根据随机数字表平均分为 6 组,每组 15 例,分别为 A 组(常规吞咽功能训练组)、B 组(NMES 组)、C 组(低频 rTMS 组)、D 组(高频 TMS 组)、E 组(NMES+低频 rTMS 组)及 F 组(NMES+高频 rTMS 组)。

1.2 治疗方案 A 组患者仅接受常规吞咽功能训练, B 组~F 组患者在常规吞咽功能训练的基础上,接受相应的 NMES 和/或 rTMS 治疗,各组患者均在治疗 30 d 后进行评估。

1.2.1 常规吞咽功能训练 基础训练:辅助患者尽可能大幅度地做颈部前屈、后伸、侧屈、耸肩动作;按摩松弛口面部及颈部肌肉,腹式呼吸、缩唇、伸舌训练;用冰棒刺激舌后跟、软腭和两侧颊黏膜;Mendelson 手法促进喉部垂直和前向运动;Shaker 手法促进舌骨向上、向前运动;主动清嗓、咳嗽训练,放置食物误入气道不能排出。摄食训练:摄入的食物性状、浓度适宜,以一口 2 mL 量开始,进食时尽量采取坐立位或至少 30 °C 仰卧位,进食后保持坐立位或半卧位半小时。以上训练每天 2 次,每次 30 min,每周 6 d,持续 1 个月。

1.2.2 NMES 采用美国 Chattanooga 公司生产的 VitalStim 治疗仪,治疗时患者保持中立位,将第一电极放置在舌骨上方,第二电极放置在第一电极下方,甲状软骨上切迹上方。采取固定频率 80 Hz,波宽 700 ms,双向方波输出电流,刺激强度为患者不引起不适的最大耐受强度,可见明显肌肉收缩,患者出现吞咽动作作为宜。每周治疗 6 d,每天 2 次,每次 10 min,持续 1 个月。

1.2.3 rTMS 采用武汉依瑞德医疗设备新技术有限公司的 CCYIA 型磁治疗仪,患者保持中立位,头戴定位帽,以健侧吞咽中枢在颅骨投影区为刺激靶点。低频 rTMS 以 1 Hz 频率,90 MT 强度刺激 30 s,经颅

刺激健侧半球的刺激靶点。高频 rMTS 以 15 Hz 频率, 90 MT 刺激 10 s, 经颅刺激健侧半球的刺激靶点。低频和高频 rTMS 一次治疗均给予 1 000 个刺激, 刺激间隔 3 s, 每天治疗 1 次, 每周 6 d, 连续 2 周。rTMS 相同强度和频率在治疗过程中存在疗效衰减, 本实验设定治疗疗程时间为 2 周。

### 1.3 观察指标

1.3.1 吞咽功能评估 ①洼田饮水实验: 评定时患者取坐位, 喝下 30 mL 温水, 观察所需时间以及呛咳情况, 具体评分内容为见表 1。评分为 1 级, 且时间在 5 s 以内为正常; 评分为 1 级但完成时间超过 5 s, 或评级为 2 级, 为吞咽功能可疑; 3~5 级为吞咽功能障碍。评定的分级为相应评分, 级别越低表明患者吞咽功能障碍也越轻。②标准吞咽功能评价量表: 分为 3 个阶段, 第一阶段为初步相关检查, 包括意识状态、呼吸方式、唇闭合方式、头部和躯干的控制等, 总分 8~23 分; 第二阶段让患者服下 5 mL 温水, 观察口角流水、有无有效喉部运动、有无重复吞咽等, 总分 5~11 分; 第三阶段让患者服下 60 mL 温水, 观察吞咽时间、有无呛咳或误吸、有无喉喘鸣等, 总分 5~12 分。该评价量表得分为 18~46 分, 分值越高, 说明吞咽功能障碍越严重。③视频透视下吞咽功能检查: 患者取坐位, 分别吞咽 10 mL 流质、浓流质、半流质和 10 cm<sup>3</sup> 固体食物, 观察侧位下的食物误吸和口咽腔残留。采用 Rosenbek 渗透-误吸量表评估食物侵入气道程度, 评分为 1~8 分, 1~2 分为正常, 3~5 分存在误吸风险, 6~8 分为误吸。满足以下任 1 条即判定吞咽障碍: 任意食物吞咽时 Rosenbek 渗透-误吸量表评分  $\geq 3$  分; 任意 1 次食物吞咽后口咽腔残留比例  $\geq 50\%$ 。

1.3.2 营养评估 所有患者晨起空腹抽取 3 mL 静脉血, 检测血红蛋白和白蛋白水平。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 19.0 软件处理数据, 计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 两组间均数比较采用  $t$  检验, 多组间均数比较采用单因素方差分析, 两两比较采用

LSD- $t$  检验, 配对设计资料采用多元方差分析; 计数资料以率或百分比表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

表 1 洼田饮水实验评级标准

分级	临床表现
1	1 次将水咽下, 无呛咳
2	2 次以上将水咽下, 无呛咳
3	1 次将水咽下, 有呛咳
4	2 次以上将水咽下, 有呛咳
5	不能完全将水咽下, 且频繁呛咳

## 2 结果

2.1 患者的一般资料 各组患者的年龄、性别、病程和脑卒中的类型之间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 具有可比性, 见表 2。

表 2 患者的一般资料

组别	n	年龄/岁	男/女	病程/d	脑卒中类型	
					脑出血	脑梗死
A 组	15	46.33 $\pm$ 2.50	9/6	40.87 $\pm$ 1.60	9	6
B 组	15	45.27 $\pm$ 3.61	10/5	40.13 $\pm$ 0.83	7	8
C 组	15	45.67 $\pm$ 1.59	7/9	40.80 $\pm$ 0.94	8	7
D 组	15	45.93 $\pm$ 1.94	9/6	40.73 $\pm$ 0.96	6	9
E 组	15	45.07 $\pm$ 1.28	11/4	40.27 $\pm$ 1.33	9	6
F 组	15	46.60 $\pm$ 1.35	10/5	40.49 $\pm$ 1.13	5	10
F/ $\chi^2$		1.103	3.384	1.437	3.557	
P		0.365	0.641	0.219	0.615	

2.2 吞咽功能评估 由表 3~4 可见, A 组~F 组患者治疗前的洼田饮水实验评分和标准吞咽功能评价量表得分差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。治疗后 B 组~F 组的 2 项量表评分均低于 A 组 ( $P < 0.05$ ), 其中 E 组、F 组评分均低于 B 组、C 组、D 组 ( $P < 0.05$ ), B 组、C 组、D 组各评分差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), E 组、F 组各评分差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 3 各组洼田饮水实验评分比较

组别	n	治疗前					治疗后				
		1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
A 组	15	0	0	3	5	7	1	1	4	5	4
B 组	15*	0	0	2	6	7	2	3	7	2	1
C 组	15*	0	0	3	6	6	3	3	7	1	1
D 组	15*	0	0	2	7	6	2	3	7	2	1
E 组	15*&	0	0	2	3	10	7	6	2	0	1
F 组	15*&	0	0	2	4	9	6	7	2	0	0
$\chi^2$		2.775					28.734				
P		0.735 <sup>a</sup>					<0.001 <sup>b</sup>				

注: \* 与 A 组相比,  $P < 0.05$ , & 与 B、C、D 组相比,  $P < 0.05$ ; a: 表示治疗前的统计结果, b: 表示治疗后的统计结果。

表 4 各组标准吞咽功能评价量表评分比较 单位:分

组别	n	治疗前	治疗后
A 组	15	36.67±0.98	32.33±1.35
B 组	15	39.33±0.98	26.53±1.25 <sup>a</sup>
C 组	15	39.67±3.61	26.27±1.58 <sup>a</sup>
D 组	15	37.40±1.40	26.80±1.70 <sup>a</sup>
E 组	15	36.93±1.28	23.13±1.13 <sup>ab</sup>
F 组	15	38.53±1.25	21.47±1.13 <sup>ab</sup>
F		2.179	
P		0.059	

注:①表内计量资料数据以( $\bar{x}\pm s$ )表示;②a:与 A 组相比, $P<0.05$ ,b:与 B 组、C 组、D 组相比, $P<0.05$ 。

2.3 营养状况评估 A 组~F 组患者治疗前血红蛋白和白蛋白水平差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后 B 组~F 组血红蛋白和白蛋白水平均高于 A 组( $P<0.05$ )。E 组~F 组白蛋白高于 B 组和 D 组( $P<0.05$ ),B 组和 C 组得分差异无统计学意义( $P>0.05$ ),E 组、F 组得分差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 5。

### 3 讨论

脑卒中是临床上最常见的脑血管疾病之一,以 50 岁以上中老年为高发人群,全球人口老龄化进一步加剧了脑卒中在人群中的发生率<sup>[3]</sup>,但近年来,脑卒中的

表 5 各组患者营养状况比较

单位:g/L

组别	n	治疗前		治疗后	
		血红蛋白	白蛋白	血红蛋白	白蛋白
A 组	15	112.06±1.28	33.53±1.30	119.53±1.60	38.60±1.24
B 组	15	114.73±1.16	36.40±1.18	126.13±2.17 <sup>a</sup>	43.27±1.28 <sup>a</sup>
C 组	15	118.47±2.17	37.20±1.47	127.47±1.30 <sup>a</sup>	44.4±0.98 <sup>a</sup>
D 组	15	113.07±1.91	32.67±1.34	128.07±1.94 <sup>a</sup>	43.60±1.18 <sup>a</sup>
E 组	15	116.07±1.91	33.20±1.26	129.40±1.88 <sup>a</sup>	49.53±1.13 <sup>ab</sup>
F 组	15	114.07±1.10	36.07±1.16	128.73±1.75 <sup>a</sup>	48.27±0.96 <sup>ab</sup>
F				4.956 <sup>a</sup>	29.524 <sup>b</sup>
P				<0.001	<0.001

注:①表内计量资料数据以( $\bar{x}\pm s$ )表示;②a:与 A 组相比, $P<0.05$ ,b:与 B 组、C 组、D 组相比, $P<0.05$ 。

发病也开始呈现出年轻化的趋势。脑卒中起病急、致死率高,即使经及时有效治疗,存活的患者大多也会终生遗留不同程度的并发症,如肢体运动障碍、语言障碍、认知障碍、吞咽障碍等,严重影响患者的生命安全和生活质量,给患者和家属造成巨大的身体和心理负担<sup>[4]</sup>。吞咽障碍是脑卒中的严重并发症,由于支配吞咽动作的相关肌肉和神经失调,造成食物不能顺利地经由口腔运送至胃,或者是患者由于认知障碍拒绝自主进食,临床上患者表现出饮水或进食时发生呛咳、迟缓甚至不能,进食影响患者的营养和水分摄入;而为此采取的鼻饲措施一方面增加了患者的身体痛苦,还提高了鼻黏膜损伤、消化道出血、感染、支气管痉挛、压疮和吸入性肺炎等的发病风险,不利于患者的护理和康复治疗,也会对患者的心理健康造成极大负面影响<sup>[5]</sup>。据报道,70%有吞咽障碍的脑卒中患者会发生脑卒中后抑郁,且抑郁的发生率和吞咽障碍程度正相关;吞咽障碍还是脑卒中患者死亡和不良预后的独立危险因素。对脑卒中吞咽障碍患者有针对性地给予治疗,提高患者吞咽功能,增加进食的安全性,改善机体营养状态,促进患者心理健康是临床亟待解决的问题。

TMS 是由 Barker 创立的在颅骨表面用磁场刺激直接作用于大脑皮质进行治疗或功能定位的神经电治

疗技术<sup>[6]</sup>。重复经颅刺激是在 TMS 基础上,通过时变磁场产生感应电场诱发电流,或其他神经机制调节大脑皮层兴奋性<sup>[7]</sup>。目前临床上用于吞咽困难治疗的频率主要在 1~10 Hz。临床上利用神经肌肉电刺激治疗吞咽困难的也日益增多,NMES 是主要的治疗方法,通过低频电流刺激三叉神经、面神经、舌咽及舌下神经等,触发吞咽肌肉收缩或增加 CNS 的感觉输入,促进吞咽功能<sup>[8]</sup>。为了研究 NMES 和 rTMS 单独或联合在脑卒中后吞咽功能障碍中的临床应用,本研究在常规吞咽功能训练的基础上,对患者采用 NMES、低频(1 Hz)rTMS、高频(5 Hz)rTMS,以及 NMES 和低频/高频 rTMS 联合治疗方案,观察对患者吞咽功能的恢复是否有效,以及各组疗效是否存在差异。本研究中采用的是 rTMS 刺激健侧半球的方式,关于 rTMS 的刺激部位,学术界一直存在一些争议和探讨。有研究通过 Meta 分析发现,经颅 rTMS 健侧半球改善吞咽障碍的效果较直接刺激患侧半球有更好的效果<sup>[9-10]</sup>。DU J 等<sup>[11]</sup>给予脑卒中后吞咽障碍患者健侧半球低频 rTMS,发现健侧半球皮质兴奋性降低,患侧半球皮质兴奋性升高,其改善吞咽功能的机制可能与抑制健侧半球兴奋性会导致健侧半球经胼胝体对患侧半球的抑制减弱,促进患侧半球残存神经元和神经网络的可塑

性变化。PARK J W 等<sup>[12]</sup>用 5Hz 的 rTMS 刺激吞咽障碍患者的健侧半球,发现患者的食物误吸和口咽腔残留发生率明显下降,认为高频 rTMS 兴奋健侧半球可使患侧半球发生代偿性重组,从而改善吞咽功能。高频 rTMS 刺激健侧半球的吞咽皮质区可增加神经突触传递功能,提高健侧吞咽皮质代偿,从而增强吞咽相关肌肉的肌力,改善吞咽肌群的运动协调性,缩短吞咽启动的时间<sup>[13]</sup>。有研究<sup>[14]</sup>表明吞咽功能为双侧大脑调节支配,rTMS 低频或高频刺激在脑卒中后吞咽障碍患者的大脑吞咽皮质区,无论单独刺激患侧、健侧或双侧,都可使下颌舌骨肌运动诱发电位(MEP)波幅升高,皮质运动 M1 区兴奋。

从吞咽功能的评定结果看,各组患者经相应治疗后的吞咽功能均得到不同程度的改善,但是各组患者的吞咽功能改善程度存在差异,具体分析如下:无论是 NMES、rTMS,还是 NMES 联合 rTMS 治疗,患者的洼田饮水实验评分、标准吞咽功能评价量表得分以及 Rosenbek 渗透-误吸量表得分都低于常规吞咽训练组,说明在常规吞咽训练的基础上增加 NMES 和 rTMS 的非行为干预能提高治疗效果;进一步分析发现,本研究中 NMES、低频 rTMS 和高频 rTMS 组的治疗效果没有明显差异,说明以上 3 种治疗方案能达到同等的改善吞咽功能效果;NMES 联合低频 rTMS 组和 NMES 联合高频 rTMS 组的治疗效果也未见明显差异,说明以上 2 种方案的治疗效果相当。NMES 联合低频 rTMS 和 NMES 联合高频 rTMS 组的以上 3 项评分低于单独 NMES 或 rTMS 组,说明 NMES 和 rTMS 的联合方案较 NMES 或 rTMS 的单独方案在改善吞咽功能障碍上显示出更优的效果。

从营养状况上看,各组患者经治疗后血红蛋白和白蛋白水平均较治疗前升高,单独 NMES、rTMS 或 NMES 联合 rTMS 组的血红蛋白和白蛋白水平均高于常规吞咽训练组,说明单独 NMES、rTMS 或 NMES 联合 rTMS 在改善了患者的吞咽障碍后,患者进食增加,营养状况得到有效改善。NMES 联合低频 rTMS 和 NMES 联合高频 rTMS 组的白蛋白水平高于 NMES 或 rTMS 的单独方案组,血红蛋白虽然数值上高于 NMES 或 rTMS 的单独方案组,但经统计学分析差异无统计学意义,这可能是由于血红蛋白的半衰期较长,而本研究的观察时间仅为 1 个月,血红蛋白的升高程度可能尚没有表现出显著性。

综合以上,本研究表明,NMES、低频或高频 rTMS 均能改善脑卒中患者吞咽功能障碍,NMES 联合低频 rTMS 或高频 rTMS 的治疗效果优于单独 NMES 或 rTMS,可能成为治疗吞咽障碍的有效手段,但目前的相关临床研究还不多,今后需更多的大样本

随机对照研究来进一步证实。

#### 参考文献:

- [1] ARNOLD M, LIESIROVA K, BROEG-MORVAY A, et al. Dysphagia in acute stroke: incidence, burden and impact on clinical outcome [J]. PLoS One, 2016, 11(2): e0148424.
- [2] JOUNDI R A, MARTINO R, SAPOSNIK G, et al. Predictors and outcomes of dysphagia screening after acute ischemic stroke [J]. Stroke, 2017, 48(4): 900-906.
- [3] STRONG K, MATHERS C, BONITA R. Preventing stroke: saving lives around the world [J]. Lancet Neurol, 2007, 6(2): 182-187.
- [4] 张月兰, 李明, 罗莎. 神经肌肉电刺激治疗脑卒中后吞咽功能障碍的疗效观察 [J]. 中国实用神经疾病杂志, 2015, (8): 65-66.
- [5] 邓红琼, 李宁. 脑卒中后吞咽障碍的发生机制研究进展 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2014, 16(9): 1000-1001.
- [6] BARKER A T, JALINOUS R, FREESTON I L. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex [J]. Lancet, 1985, 1(8437): 1106-1107.
- [7] KOYAMA Y, KODAMA M, SHIMODA N, et al. Suprahyoid muscles motor evoked potentials in response to transcranial magnetic stimulation [J]. Tokai J Exp Clin Med, 2010, 35(2): 70-77.
- [8] LEE K W, KIM S B, LEE J H, et al. The effect of early neuromuscular electrical stimulation therapy in acute/subacute ischemic stroke patients with dysphagia [J]. Ann Rehabil Med, 2014, 38(2): 153-159.
- [9] PISEGNA J M, KANEOKA A, PEARSON W G JR, et al. Effects of non-invasive brain stimulation on post-stroke dysphagia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Clin Neurophysiol, 2016, 127(1): 956-968.
- [10] LIAO X, XING G Q, GUO Z W, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation as an alternative therapy for dysphagia after stroke: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Rehabil, 2017, 31(3): 289-298.
- [11] DU J, YANG F, LIU L, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for rehabilitation of poststroke dysphagia: A randomized, double-blind clinical trial [J]. Clin Neurophysiol, 2016, 127(3): 1907-1913.
- [12] PARK J W, OH J C, LEE J W, et al. The effect of 5Hz high-frequency rTMS over contralesional pharyngeal motor cortex in post-stroke oropharyngeal dysphagia: a randomized controlled study [J]. Neurogastroenterol Motil, 2013, 25(4): 324-e250.
- [13] 孙龚卫, 杨柳, 孙小星. 高频 rTMS 作用健侧半球吞咽皮质代表区联合吞咽康复训练治疗脑卒中后吞咽障碍的临床研究 [J]. 中国康复, 2022, 37(1): 7-11.
- [14] 孟萍萍. rTMS 对吞咽神经网络的影响及其与 NMES 联合对卒中后吞咽障碍的疗效观察 [D]. 济南: 山东大学, 2021.

收稿日期: 2022-03-01; 修回日期: 2022-03-19