下颌舌骨肌外周磁刺激联合中枢磁刺激对脑卒中后吞咽障碍的影响

王志勇^{1,2} 柏俊惠¹ 成柯岭¹ 倪隽^{1,2}

¹福建医科大学附属第一医院康复医学科, 福州 350005; ²福建医科大学附属第一医院滨海院区国家区域医疗中心康复医学科, 福州 350212

通信作者:倪隽, Email: nijun1000@126.com

【摘要】 目的 探讨下颌舌骨肌外周磁刺激联合中枢磁刺激对脑卒中后吞咽障碍的影响。**方法** 选取脑卒中后吞咽障碍患者 60 例,按照随机数字表法将其分为对照组、外周磁刺激组、中枢磁刺激组、外周+中枢磁刺激组,每组 15 例。对照组患者进行常规吞咽训练,外周磁刺激组在对照组基础上增加下颌舌骨肌高频重复外周磁刺激(rPMS),中枢磁刺激组在对照组基础上增加下颌舌骨肌皮质高频重复经颅磁刺激(rTMS),外周+中枢磁刺激组在对照组基础上增加 rPMS+rTMS,上述治疗每日 1 次,每周 5 d,共 10 次(2 周)。治疗前和治疗全部结束后(治疗后),采用功能性经口摄食量表(FOIS)、渗漏-误吸量表(PAS)、功能性吞咽障碍量表(FDS)对 4 组患者的吞咽功能进行评定。**结果** 治疗后,4 组患者的 FOIS、FDS、PAS 评分均较组内治疗前改善($P<0.05$)。与对照组比较,外周磁刺激组[(3.86±0.86)分]、中枢磁刺激组[(3.79±0.89)分]、外周+中枢磁刺激组[5.00 分(5.00~6.00 分)]治疗前后的 FOIS 差值较大($P<0.05$);外周磁刺激组[(36.50±6.63)分]、中枢磁刺激组[(35.29±8.96)分]、外周+中枢磁刺激组[(46.53±7.03)分]治疗前后的 FDS 差值较大($P<0.05$);外周磁刺激组[(2.07±0.73)分]、中枢磁刺激组[4.00 分(2.00~4.00 分)]、外周+中枢磁刺激组[4.00 分(4.00~6.00 分)]治疗前后的 PAS 差值较大($P<0.05$)。外周磁刺激组与中枢磁刺激组治疗前后的 FOIS 差值、FDS 差值、PAS 差值比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。与外周磁刺激组和中枢磁刺激组比较,外周+中枢磁刺激组治疗前后的 FOIS 差值、FDS 差值、PAS 差值显著较大($P<0.05$)。**结论** 下颌舌骨肌 rPMS 联合皮质 rTMS 可以明显改善吞咽障碍,疗效较单一常规吞咽康复、下颌舌骨肌 rPMS、皮质 rTMS 好。

【关键词】 脑卒中; 吞咽障碍; 下颌舌骨肌; 下颌舌骨肌皮质; 经颅磁刺激

基金项目:福建省自然科学基金(2021J01709)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.12.011

The effects of transcranial magnetic stimulation and peripheral magnetic stimulation of the mylohyoid muscle on post-stroke dysphagia

Wang Zhiyong^{1,2}, Bai Junhui¹, Cheng Keling¹, Ni Jun^{1,2}

¹Department of Rehabilitation, The First Affiliated Hospital, Fujian Medical University, Fuzhou 350005, China;

²Department of Rehabilitation, National Regional Medical Center, Binhai Campus of the First Affiliated Hospital, Fujian Medical University, Fuzhou 350212, China

Corresponding author: Ni Jun, Email: nijun1000@126.com

【Abstract】 Objective To explore any effect of transcranial magnetic stimulation and peripheral magnetic stimulation of the mylohyoid muscle on dysphagia among stroke survivors. **Methods** Sixty stroke survivors with dysphagia were randomly divided into a control group, a peripheral magnetic stimulation group, a central magnetic stimulation group, and a central + peripheral magnetic stimulation group, each of 15. In addition to routine swallowing training, the subjects were given the appropriate magnetic stimulation daily, five times a week for two weeks. Before and after the intervention, swallowing was evaluated using the Functional Oral Intake Scale (FOIS), Penetration-Aspiration Scale (PAS) and a functional dysphagia scale (FDS). **Results** The average FDS, PAS, and FOIS scores of all four groups had improved significantly after the treatment. Improvement significantly greater than in the control group was observed in the average FOIS, FDS and PAS scores of the other three groups. The peripheral + central magnetic stimulation group showed the greatest average improvement. **Conclusion** Combining mylohyoid muscle magnetic stimulation with magnetic stimulation of the cerebral cortex can significantly relieve dysphagia. It is more ef-

fective than conventional swallowing rehabilitation or either magnetic stimulation alone.

【Key words】 Stroke; Dysphagia; Mylohyoid muscle; Mylohyoid cortex; Transcranial magnetic stimulation

Funding: The Natural Science Foundation of Fujian Province (project 2021J01709)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.12.011

重复经颅磁刺激 (repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS) 是近年来发展起来的一项非侵入性神经调控技术,其在脑卒中后吞咽障碍领域内的应用越来越广泛^[1],具有无创、不良反应少、操作简单等特点。不同研究在治疗脑卒中后吞咽障碍时所采用的 rTMS 参数不同,影响疗效的参数主要有刺激频率、刺激部位、刺激强度等^[2]。有研究表明,患侧半球高频、健侧半球低频、健侧半球高频、双侧半球高频 rTMS 均可有效治疗脑卒中后吞咽障碍^[3],且双侧半球高频 rTMS 的治疗效果优于单侧半球高频 rTMS^[4]。对患者的初级感觉运动皮质、下颌舌骨肌皮质、拇短展肌皮质、咽部肌肉运动皮质、食管运动皮质、小脑、左侧迷走神经等部位进行 rTMS 治疗,均可以改善脑卒中后吞咽障碍^[5-7]。在诸多部位中,选择下颌舌骨肌皮质作为刺激部位的研究较多。

下颌舌骨肌是舌骨上肌群的主要组成部分,可以有效促进喉上抬、协助气道保护、牵拉环咽肌开放,对于改善吞咽障碍有重要作用。近期一项研究提示,下颌舌骨肌的外周磁刺激是一项安全、无创的刺激方法,能促进吞咽功能恢复^[8]。本研究针对下颌舌骨肌-下颌舌骨肌皮质这一吞咽神经通路,将下颌舌骨肌高频重复外周磁刺激 (repetitive peripheral magnetic stimulation, rPMS) 与皮质 rTMS 相结合,用于治疗脑卒中后吞咽障碍患者,旨在观察其对患者的疗效,报道如下。

对象与方法

一、研究对象

纳入标准:①符合全国第 4 次脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准^[9],且经头颅 CT 或 MRI 扫描证实;②脑卒中为首次发病、病程半年内;③年龄 40~85 岁;④神志清楚,生命体征平稳;⑤能理解并

执行医师指令;⑥洼田饮水试验阳性,经吞咽造影检查 (videofluoroscopic swallowing study, VFSS) 证实有吞咽障碍表现,且症状持续 2 周以上;⑦患者或家属同意接受此项研究和吞咽造影检查,研究前签订知情同意书。

排除标准:①心肺肾等重要脏器功能不全;②癫痫病史;③既往有鼻咽癌放疗、头颈癌及口腔癌术后或其它头颈部结构性病变史;④颅内金属装置;⑤意识障碍;⑥不能配合检查;⑦既往有吞咽困难病史。

选取 2021 年 10 月至 2023 年 2 月在福建医科大学附属第一医院滨海院区就诊的脑卒中后吞咽障碍患者 60 例。按照随机数字表法将其分为对照组、外周磁刺激组、中枢磁刺激组、外周+中枢磁刺激组,每组 15 例。研究过程中,对照组、外周磁刺激组、中枢磁刺激组各有 1 例患者脱落。4 组患者的性别、平均年龄、脑卒中类型、脑卒中部位等一般资料比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。本研究经福建医科大学附属第一医院伦理委员会审核通过[闽医大附一伦理医研(2022)019号],并在中国临床试验注册中心进行了注册(注册号 ChiCTR2200060365)。

二、治疗方法

对照组患者进行常规吞咽训练,外周磁刺激组在对照组基础上增加下颌舌骨肌高频 rPMS,中枢磁刺激组在对照组基础上增加下颌舌骨肌皮质高频 rTMS,外周+中枢磁刺激组在对照组基础上增加 rPMS+rTMS。磁刺激治疗设备采用武汉产 YRD-CCY1 型经颅磁刺激仪,“8”字形线圈,肌电信号采用双极盘装表面电极记录。

(一)常规吞咽训练

包括口腔感觉运动训练和吞咽神经肌肉电刺激

表 1 4 组患者的一般资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	脑卒中类型(例)		脑卒中部位(例)	
		男	女		脑梗死	脑出血	幕上	幕下
对照组	15	11	4	62.73±9.84	11	4	11	4
外周磁刺激组	14	8	6	68.43±8.21	10	4	11	3
中枢磁刺激组	14	10	4	66.00±12.26	11	3	11	3
外周+中枢磁刺激组	14	10	4	65.14±8.83	11	3	11	3

等。其中,口腔感觉运动训练每次 30 min,每日 1 次,每周 5 d;进行吞咽神经肌肉电刺激时,将电极置于患者舌骨上肌群在体表的投影位置,强度以引起肌肉收缩、且患者能耐受为限,每次 20 min,每日 1 次,每周 5 d,共 10 次(2 周)。

(二) 下颌舌骨肌 rPMS 方案

下颌舌骨肌 rPMS 强度以引起患者出现明显吞咽动作为宜,刺激频率 10 Hz,1800 个脉冲,刺激时间 10 min,每日 1 次,每周 5 d,共 10 次(2 周)。

(三) 下颌舌骨肌皮质 rTMS 方案

1. 刺激部位:为双侧下颌舌骨肌皮质。刺激定位:患者坐在有扶手的靠背椅上或平躺于治疗床上,四肢放松,用酒精清洁颈部皮肤,去除油脂,增加皮肤与电极之间的导电性。记录电极置于下颌舌骨肌在体表的投影位置,接地电极置于颈部。将线圈置于患者吞咽中枢头部投影处(颅骨顶点前方 2~4 cm 和侧方 4~6 cm 的区域内),以 70% 最大输出强度给予单脉冲磁刺激,刺激时嘱患者不能进行吞咽,以避免吞咽中枢易化,缓慢移动线圈,逐一标记下颌舌骨肌运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)最大波幅,连续 5 次刺激所诱发的 MEP 波幅最大的位置,即视为下颌舌骨肌皮质的最佳刺激点。

2. 刺激强度测定:在找到最佳刺激点后,在头皮上用记号笔标识,固定线圈并逐步减小刺激的强度,如果连续 10 次刺激中至少有 5 次可以诱发 ≥ 50 mV 的下颌舌骨肌 MEP,此刺激强度即为该患者的静息运动阈值(rest motor threshold, RMT),110% RMT 为刺激强度。

3. 刺激方案:刺激频率 10 Hz,1800 个脉冲,110% RMT 为刺激强度,刺激时间 10 min,每日 1 次,每周 5 d,共 10 次(2 周)。

三、疗效评定

治疗前和治疗全部结束后(治疗后),采用功能性经口摄食量表(functional oral intake scale, FOIS)、渗漏-误吸量表(penetration-aspiration scale, PAS)、功能性吞咽障碍量表(functional dysphagia scale, FDS)对 4 组患者的吞咽功能进行评定。

1. FOIS:该量表具有较好的信度、效度,可用于客观地评估和监测神经源性吞咽障碍患者的口服摄入量范围,是评定吞咽障碍患者口服摄入量范围的常用量表之一。分为 7 个等级:1 级,不能经口进食;2 级,依赖管饲进食、可最小量的尝试进食食物或液体;3 级,依赖管饲进食、可经口进食单一质地的食物或液体;4 级,可完全经口进食单一质地的食物;5 级,可完全经口进食多种质地的食物、但需要特殊的准备或代偿;6 级,可完全经口进食,不需要特殊准备、但有特殊的食

物限制;7 级,完全经口进食没有限制^[10]。

2. FDS:该量表基于 VFSS 结果,可综合反映脑卒中患者的整体吞咽功能。由 11 个项目组成,包括利用 VFSS 可以观察到的 4 种口腔功能(唇闭合、食团形成、口腔残留、口腔转运时间)和 7 种咽部功能(吞咽动作触发、喉部抬高和会厌闭合、鼻腔渗漏、会厌谷残留、梨状窦残留、吞咽后咽壁涂层、咽部转运时间)^[11]。

3. PAS:该量表是反映渗漏和误吸的标准工具。根据物质进入气道的深度及进入气道的物质是否被排出,量表被分为 8 个不同的级别,级别越高,误吸程度越严重^[12]。

四、统计学方法

采用 SPSS 23.0 版统计学软件进行数据处理。定性资料以数字形式表示。定量资料正态性分布采用 Shapiro-Wilk 检验,方差齐性检验采用 Levene 法,符合正态分布的数据以 $(\bar{x} \pm s)$ 形式表示,非正态分布的数据以中位数(四分位数间距)形式表示。定量数据的组间比较采用单因素方差分析或 Kruskal-Wallis 检验;组内比较采用 Wilcoxon 秩和检验。定性数据的比较采用 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

治疗前,4 组患者的 FOIS、FDS、PAS 评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,4 组患者的上述指标均较组内治疗前改善,差异有统计学意义($P < 0.05$)。详见表 2。

与对照组比较,外周磁刺激组、中枢磁刺激组、外周+中枢磁刺激组治疗前后的 FOIS 差值、FDS 差值、PAS 差值较大($P < 0.05$);外周磁刺激组与中枢磁刺激组治疗前后的 FOIS 差值比较,差异无统计学意义($P = 0.806$);外周磁刺激组与中枢磁刺激组治疗前后的 FDS 差值比较,差异无统计学意义($P = 0.665$);外周磁刺激组与中枢磁刺激组治疗前后的 PAS 差值比较,差异无统计学意义($P = 0.534$)。与外周磁刺激组和中枢磁刺激组比较,外周+中枢磁刺激组治疗前后的 FOIS 差值、FDS 差值、PAS 差值显著较大($P < 0.05$)。详见表 3。

讨 论

本研究结果显示,4 组患者治疗后的 FOIS、FDS、PAS 等指标均较组内治疗前明显改善,说明常规吞咽训练、下颌舌骨肌 rPMS、下颌舌骨肌皮质 rTMS 均能在一定程度上改善脑卒中患者的吞咽功能,且外周+中枢磁刺激的治疗效果较为优异。

表 2 4 组患者治疗前后的 FOIS、FDS、PAS 评分[分, ($\bar{x}\pm s$) 或中位数(四分位数间距)]

组别	例数	FOIS	FDS	PAS
对照组				
治疗前	15	1.50(1.00~2.00)	53.07±13.77	5.00(5.00~5.00)
治疗后	15	4.00(3.75~5.00) ^a	27.00(20.50~35.75) ^a	3.00(2.00~3.25) ^a
外周磁刺激组				
治疗前	14	1.50(1.00~2.00)	54.21±12.98	5.00(5.00~7.00)
治疗后	14	6.00(5.00~6.00) ^a	15.00(12.25~19.50) ^a	2.00(2.00~2.25) ^a
中枢磁刺激组				
治疗前	14	1.50(1.00~2.00)	54.14±16.98	5.00(5.00~7.00)
治疗后	14	5.50(4.00~7.00) ^a	18.00(7.00~31.00) ^a	2.50(1.00~3.00) ^a
外周+中枢磁刺激组				
治疗前	14	2.00(1.00~2.00)	54.40±12.58	5.00(5.00~7.00)
治疗后	14	7.00(7.00~7.00) ^a	4.00(4.00~12.00) ^a	1.00(1.00~1.00) ^a

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$

表 3 4 组患者治疗前后的 FOIS、FDS、PAS 评分差值比较[分, ($\bar{x}\pm s$) 或中位数(四分位数间距)]

组别	例数	FOIS	FDS	PAS
对照组	15	2.43±0.76	22.93±6.64	2.00(1.75~3.00)
外周磁刺激组	14	3.86±0.86 ^a	36.50±6.63 ^a	2.07±0.73 ^a
中枢磁刺激组	14	3.79±0.89 ^a	35.29±8.96 ^a	4.00(2.00~4.00) ^a
外周+中枢磁刺激组	14	5.00(5.00~6.00) ^{abc}	46.53±7.03 ^{abc}	4.00(4.00~6.00) ^{abc}

注:与对照组同指标比较,^a $P<0.05$;与外周磁刺激组同指标比较,^b $P<0.05$;与中枢磁刺激组同指标比较,^c $P<0.05$

神经肌肉电刺激是吞咽障碍的传统康复治疗手段。近期一项采用神经肌肉电刺激治疗吞咽障碍的系统评价证实了其治疗效果^[13]。神经肌肉电刺激可以增强舌骨上肌群的肌力,促进舌骨抬高,其有效性已在舌骨抬高程度降低的吞咽障碍患者中得到了验证^[14],但将其应用于舌骨抬高程度严重降低的吞咽障碍患者中的效果有限^[15]。

rPMS 是一种非侵入性治疗方法,其可将无痛刺激穿透至较深的结构,以改善因脑部或神经障碍而造成的功能水平降低^[16]。rPMS 采用时变电磁场,可以激活神经肌肉而不刺激皮肤伤害感受器,与神经肌肉电刺激相比不会引起疼痛感^[17]。此外,rPMS 可以通过本体感受反馈影响大脑可塑性,并改善感觉运动系统^[16]。近期有研究就 rPMS 改善吞咽障碍的有效性进行了深入探讨,以下颌舌骨肌作为刺激靶点,结果表明 rPMS 可以有效改善舌骨运动,促进咽肌开放,增加舌压,减少误吸^[18],本研究结果与此一致,与采用常规吞咽训练的对照组比较,下颌舌骨肌 rPMS 更能促进 FOIS、FDS 和 PAS 指标的改善。

除 rPMS 外,rTMS 也属于一种非侵入性神经调控手段。近期一项 Meta 分析评估了采用 rTMS 治疗脑卒中后吞咽障碍的有效性和安全性,结果提示 rTMS 可以改善脑卒中患者的吞咽功能,减少误吸^[1]。另一项 Meta 分析比较了 rTMS、神经肌肉电刺激、经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation,tDCS)、咽腔

电刺激(pharyngeal electrical stimulation,PES)这 4 种神经刺激技术对脑卒中后吞咽障碍的影响,其概率测试结果表明 rTMS 是最为有效的治疗方法^[19]。本研究结果表明,中枢磁刺激组采用 rTMS 改善吞咽障碍的效果较常规吞咽训练优异。

无论是外周 rPMS 还是中枢 rTMS,其治疗靶点均位于下颌舌骨肌-下颌舌骨肌皮质这一吞咽神经通路上。本研究结果表明,下颌舌骨肌 rPMS 与皮质 rTMS 在改善脑卒中后吞咽障碍方面的效应相当。分析认为,下颌舌骨肌 rPMS 可能是通过调控外周神经系统和中枢神经系统两种机制来改善吞咽障碍:①rPMS 可能通过调控下颌舌骨肌肌肉的生理变化(如增加肌肉活动、肌肉力量和肌肉体积),引起下颌舌骨肌的收缩,直接促进舌骨运动增加^[20];②rPMS 可能通过下颌神经传入刺激诱导吞咽相关的中枢神经系统变化,此前有研究报道刺激下运动神经元可以诱导本体感觉输入,促进大脑皮质可塑性发生变化,这一研究结论支持 rPMS 中枢治疗机制的假说^[21]。因此,rPMS 可能是通过改善吞咽相关皮质的可塑性及刺激下颌舌骨肌来促进吞咽功能的改善。

下颌舌骨肌皮质 rTMS 改善吞咽障碍的机制主要为中枢机制,rTMS 可直接刺激吞咽相关中枢,进而改善吞咽功能。具体来说,即 rTMS 可促进兴奋性神经递质的表达,改善突触的重塑和修复能力^[22],进而提高吞咽相关中枢的兴奋性。本研究采用的中枢刺激频

率为 10 Hz,属于高频。目前大多数有关 rTMS 与吞咽障碍的研究认为,将高频 rTMS 直接作用于受损的吞咽相关中枢,可提高其兴奋性,导致长时程增强效应^[23]。Hamdy 等^[24]研究认为吞咽障碍的恢复依赖于健侧半球的代偿。所以利用高频 rTMS 刺激脑卒中后吞咽障碍患者的健侧半球,也可改善吞咽功能^[25]。通过对治疗机制的总结,本研究发现,不论是下颌舌骨肌 rPMS,还是下颌舌骨肌皮质 rTMS,均能促进吞咽相关中枢兴奋性的改变。

本研究结果提示,外周+中枢磁刺激组在改善吞咽功能方面的效果优于其它组。国内有学者采用 rPMS 联合 rTMS 治疗脑卒中后上肢功能障碍,4 例患者接受 10 Hz 的健侧初级运动皮质 rTMS 治疗,肘部和腕部肌肉接受 20 Hz 的 rPMS 治疗,15 d 后患者的上肢运动功能均得到了改善,上肢肌张力也有所降低^[26],这是为数不多的利用中枢联合外周磁刺激改善脑卒中后功能障碍的报道,为今后开展类似研究提供了参考。本研究将外周与中枢干预相结合^[27],取得了显著疗效,其机制可能是中枢 rTMS 促进了吞咽相关中枢的神经可塑性,再加上 rPMS 强化下颌舌骨肌的运动控制及感觉传入对中枢的正性反馈,进而促进了吞咽中枢系统的功能恢复。目前,rPMS 联合 rTMS 促进吞咽中枢兴奋性改变的报道已较多^[28],但两者联合对吞咽中枢兴奋性的作用是否较单一应用的作用更强,目前尚不明确,今后尚需进一步探讨。

综上所述,下颌舌骨肌外周磁刺激联合中枢磁刺激可以显著改善脑卒中后吞咽障碍,其将治疗靶点定位于下颌舌骨肌-下颌舌骨肌皮质这一神经通路,能更好地叠加外周和中枢治疗效应,更有可能促进下颌舌骨肌皮质兴奋性的提高,但中枢机制仍需通过功能影像学手段进一步探讨,以深化对其治疗机制的了解,使该项技术能更好地应用于临床,造福吞咽障碍患者。

参 考 文 献

[1] Xie YL, Wang S, Jia JM, et al. Transcranial magnetic stimulation for improving dysphagia after stroke: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Front Neurosci*, 2022, 16: 854219. DOI: 10.3389/fnins.2022.854219.

[2] Qiao J, Ye QP, Wu ZM, et al. The effect and optimal parameters of repetitive transcranial magnetic stimulation on poststroke dysphagia: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Front Neurosci*, 2022, 16: 845737. DOI: 10.3389/fnins.2022.845737.

[3] Hsiao MY, Choo YJ, Liu IC, et al. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on post-stroke dysphagia: a meta-analysis of stimulation frequency, stimulation site, and timing of outcome measurement [J]. *Dysphagia*, 2023, 38(1): 435-445. DOI: 10.1007/s00455-022-10483-9.

[4] Michou E, Raginis-Zborowska A, Watanabe M, et al. Repetitive tran-

scranial magnetic stimulation: a novel approach for treating oropharyngeal dysphagia [J]. *Curr Gastroenterol Rep*, 2016, 18(2): 10. DOI: 10.1007/s11894-015-0483-8.

[5] 李未,孟宪国.重复经颅磁刺激在脑卒中后吞咽障碍康复中的应用进展[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2023, 45(8): 752-755. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.08.017.

[6] Lin WS, Chou CL, Chang MH, et al. Vagus nerve magnetic modulation facilitates dysphagia recovery in patients with stroke involving the brainstem—a proof of concept study [J]. *Brain Stimul*, 2018, 11(2): 264-270. DOI: 10.1016/j.brs.2017.10.021.

[7] 石中慧,戴萌,窠祖林.小脑重复经颅磁刺激对卒中后吞咽障碍的影响及相关机制研究进展[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2022, 44(5): 459-462. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.05.017.

[8] Hwang NK, Park JS, Choi JB, et al. Effect of peripheral magnetic stimulation for dysphagia rehabilitation: a systematic review [J]. *Nutrients*, 2022, 14(17): 3514. DOI: 10.3390/nu14173514.

[9] 中华神经科学会. 各类脑血管疾病诊断要点 [J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6): 60-61.

[10] Crary MA, Mann GD, Groher ME. Initial psychometric assessment of a functional oral intake scale for dysphagia in stroke patients [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005, 86(8): 1516-1520. DOI: 10.1016/j.apmr.2004.11.049.

[11] Rosenbek JC, Robbins JA, Roecker EB, et al. A penetration-aspiration scale [J]. *Dysphagia*, 1996, 11(2): 93-98. DOI: 10.1007/BF00417897.

[12] Han TR, Paik NJ, Park JW. Quantifying swallowing function after stroke: a functional dysphagia scale based on videofluoroscopic studies [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2001, 82(5): 677-682. DOI: 10.1053/apmr.2001.21939.

[13] Alamer A, Melese H, Nigussie F. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation on post-stroke dysphagia: a systematic review of randomized controlled trials [J]. *Clin Interv Aging*, 2020, 15: 1521-1531. DOI: 10.2147/CIA.S262596.

[14] Chen YW, Chang KH, Chen HC, et al. The effects of surface neuromuscular electrical stimulation on post-stroke dysphagia: a systemic review and meta-analysis [J]. *Clin Rehabil*, 2016, 30(1): 24-35. DOI: 10.1177/0269215515571681.

[15] Kagaya H, Baba M, Saitoh E, et al. Hyoid bone and larynx movements during electrical stimulation of motor points in laryngeal elevation muscles: a preliminary study [J]. *Neuromodulation*, 2011, 14(3): 278-283. DOI: 10.1111/j.1525-1403.2011.00331.x.

[16] Sakai K, Yasufuku Y, Kamo T, et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation for patients after stroke [J]. *Stroke*, 2020, 51(6): e105-e106. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.029373.

[17] Ito T, Tsubahara A, Watanabe S. Use of electrical or magnetic stimulation for generating hip flexion torque [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2013, 92(9): 755-761. DOI: 10.1097/PHM.0b013e318282c643.

[18] Hwang NK, Park JS, Choi JB, et al. Effect of peripheral magnetic stimulation for dysphagia rehabilitation: a systematic review [J]. *Nutrients*, 2022, 14(17): 3514. DOI: 10.3390/nu14173514.

[19] Chiang CF, Lin MT, Hsiao MY, et al. Comparative efficacy of noninvasive neurostimulation therapies for acute and subacute poststroke dysphagia: a systematic review and network meta-analysis [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2019, 100(4): 739-750. DOI: 10.1016/j.apmr.2018.09.117.

- [20] Ogawa M, Kagaya H, Nagashima Y, et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation for strengthening of the suprahoid muscles: a randomized controlled trial [J]. *Neuromodulation*, 2020, 23 (6): 778-783. DOI: 10.1111/ner.13057.
- [21] Struppeler A, Binkofski F, Angerer B, et al. A fronto-parietal network is mediating improvement of motor function related to repetitive peripheral magnetic stimulation: a pet- H_2O_{15} study [J]. *Neuroimage*, 2007, 36 (Suppl 2): T174-T186. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2007.03.033.
- [22] 徐涛,邢岩,崔丽英.经颅高频磁刺激增强大鼠中动脉梗塞再灌注损伤后神经重塑[J].*基础医学与临床*, 2011, 31 (1): 1-5. DOI:10.16352/j.issn.1001-6325.2011.01.016.
- [23] Li Y, Chen K, Wang J, et al. Research progress on transcranial magnetic stimulation for post-stroke dysphagia[J]. *Front Behav Neurosci*, 2022, 16: 995614. DOI: 10.3389/fnbeh.2022.995614.
- [24] Hamdy S, Rothwell JC, Aziz Q, et al. Organization and reorganization of human swallowing motor cortex: implications for recovery after stroke[J]. *Clin Sci (Lond)*, 2000, 99 (2): 151-157. DOI: 10.1042/cs0990151.
- [25] Hsiao MY, Choo YJ, Liu IC, et al. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on post-stroke dysphagia: a meta-analysis of stimulation frequency, stimulation site, and timing of outcome measurement [J]. *Dysphagia*, 2023, 38 (1): 435-445. DOI: 10.1007/s00455-022-10483-9.
- [26] Yang T, Li X, Xia P, et al. Effects of rTMS combined with rPMS on stroke patients with arm paralysis after contralateral seventh cervical nerve transfer: a case-series [J]. *Int J Neurosci*, 2023, 133 (9): 999-1007. DOI: 10.1080/00207454.2022.2032044.
- [27] 贾杰.“中枢-外周-中枢”闭环康复——脑卒中后手功能康复新理念[J].*中国康复医学杂志*, 2016, 31 (11): 1180-1182. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2016.11.001.
- [28] Wang Z, Song WQ, Wang L. Application of noninvasive brain stimulation for post-stroke dysphagia rehabilitation [J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2017, 33 (2): 55-61. DOI: 10.1016/j.kjms.2016.11.007.

(修回日期:2023-11-15)

(本文编辑:凌琛)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

中华医学会系列杂志版权声明

中华医学会系列杂志上刊载的所有内容,包括但不限于版面设计、数字资源、文字报道、图片、声音、录像、图表、标志、标识、广告、商标、商号、域名、软件、程序、版面设计、专栏目录与名称、内容分类标准以及为注册用户提供的任何或所有信息,均受《中华人民共和国著作权法》《中华人民共和国商标法》《中华人民共和国专利法》及适用之国际公约中有关著作权、商标权、专利权及/或其它财产所有权法律的保护,为中华医学会及/或相关权利人专属所有或持有。中华医学会授权《中华医学杂志》社有限责任公司管理和经营。

使用者将中华医学会系列杂志提供的内容与服务用于非商业用途、非盈利、非广告目的而纯作个人消费时,应遵守著作权法以及其他相关法律的规定,不得侵犯中华医学会、《中华医学杂志》社有限责任公司及/或相关权利人的权利。

使用者将中华医学会系列杂志提供的内容与服务用于商业、盈利、广告性目的时,需征得《中华医学杂志》社有限责任公司及/或相关权利人的书面特别授权,注明作者及文章出处,并按有关国际公约和中华人民共和国法律的有关规定向相关权利人支付相关费用。

未经《中华医学杂志》社有限责任公司的明确书面特别授权,任何人不得变更、发行、播送、转载、复制、重制、改动、散布、表演、展示或利用中华医学会系列杂志的局部或全部的内容或服务或在非《中华医学杂志》社有限责任公司所属的服务器上作镜像,否则以侵权论,依照《中华人民共和国著作权法》及相关法律追究经济赔偿和其它侵权法律责任。

《中华物理医学与康复杂志》有关文稿中法定计量单位的书写要求

本刊发表的学术论文执行 GB 3200~3102-1993《量和单位》中有量、单位和符号的规定及其书写规则,具体使用参照中华医学会杂志社编辑的《法定计量单位在医学上的应用》第三版(人民军医出版社 2001 版)一书。

注意单位名称与单位符号不可混合使用,如 $ng \cdot kg^{-1} \cdot \text{天}^{-1}$,应改为 $ng \cdot kg^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$;组合单位符号中表示相除的斜线多于 1 条时,应采用负数幂的形式表示,如 $ng/kg/\text{min}$ 应采用 $ng \cdot kg^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 的形式;组合单位中斜线和负数幂亦不可混用,如前例不宜采用 $ng/kg \cdot \text{min}^{-1}$ 的形式。在首次出现不常用的法定计量单位处用括号加注与旧制单位的换算系数,下文再出现时只列法定计量单位。人体及动物内的压力单位使用 mmHg 或 cmH_2O ,但文中首次出现时用括号加注 ($\text{mmHg}=0.133 \text{ kPa}$ 或 $1 \text{ cmH}_2\text{O}=0.098 \text{ kPa}$)。正文中时间的表达,凡前面带有具体数据者应用 d、h、min、s,而不用天、小时、分钟、秒。量的符号一律用斜体字母,如吸光度(旧称光密度)的符号为 A,“A”为斜体字。