

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.18.032

不同频次经颅直流电刺激治疗对脑卒中后吞咽障碍的临床疗效研究*

黄畅¹ 徐伟² 余灿芳¹ 郭晨曦³ 向入平¹ 马银琳¹

(1 长沙市第四医院神经内科 湖南长沙 410006; 2 长沙市第四医院消化内科 湖南长沙 410006;
3 空军军医大学第一附属医院康复医学科 陕西西安 710032)

摘要 目的:探讨脑卒中后吞咽障碍给予不同频次经颅直流电刺激(tDCS)治疗的临床疗效,旨在为脑卒中后吞咽障碍的治疗提供临床指导。**方法:**选取2022年1月至2023年6月我院收治的脑卒中后吞咽障碍患者共计96例,以随机数字表法分成低强度组(32例)、中强度组(32例)、高强度组(32例),低强度组给予1.0 mA的tDCS治疗,中强度组给予1.5 mA的tDCS治疗,高强度组给予2.0 mA的tDCS治疗,比较三组洼田饮水试验评级、吞咽能力、摄食能力、营养状况、生活质量的改变。**结果:**三组治疗后洼田饮水试验评级改善($P<0.05$),高强度组优于低强度组、中强度组($P<0.05$),低强度组、中强度组比较无差异($P>0.05$);三组治疗后标准吞咽功能评价量表(SSA)评分下降($P<0.05$),功能性经口摄食量表(FOIS)评分升高($P<0.05$),高强度组SSA评分较低强度组、中强度组更低($P<0.05$),FOIS评分更高($P<0.05$),低强度组、中强度组比较无差异($P>0.05$);三组治疗后血红蛋白(HGB)、前白蛋白(PA)、总蛋白(TP)、转铁蛋白(TFN)水平升高($P<0.05$),高强度组较低强度组、中强度组更高($P<0.05$),低强度组、中强度组比较无差异($P>0.05$);三组治疗后日常生活能力量表(ADL)、吞咽障碍特异性生活质量评估量表(SWAL-QOL)评分升高($P<0.05$),高强度组较低强度组、中强度组更高($P<0.05$),低强度组、中强度组比较无差异($P>0.05$)。**结论:**高强度tDCS治疗脑卒中后吞咽障碍的效果较好,能够促进吞咽功能改善,提升患者吞咽能力、摄食能力,改善营养状况,提高生活质量。

关键词:不同频次;经颅直流电刺激;脑卒中;吞咽障碍;临床疗效

中图分类号:R743 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2024)18-3570-05

Clinical Efficacy of Different Frequency Transcranial Direct Current Stimulation Therapy on Swallowing Disorders after Stroke*

HUANG Chang¹, XU Wei², SHE Can-fang¹, GUO Chen-xi³, XIANG Ru-ping¹, MA Yin-lin¹

(1 Department of Neurology, Changsha Fourth Hospital, Changsha, Hunan, 410006, China;

2 Department of Gastroenterology, Changsha Fourth Hospital, Changsha, Hunan, 410006, China;

3 Department of Rehabilitation Medicine, First Affiliated Hospital of Air Force Military Medical University, Xi'an, Shaanxi, 710032, China)

ABSTRACT Objective: To explore the efficacy of different frequencies of Transcranial direct current stimulation (tDCS) treatment on swallowing disorders after stroke, to provide clinical guidance for the treatment of swallowing disorders after stroke. **Methods:** A total of 96 patients with swallowing disorders after stroke from January 2022 to June 2023 who were admitted in our hospital were selected, and divided into the low intensity group (n=32), the moderate intensity group (n=32), and the high intensity group (n=32) by random number table method. The low intensity group was received 1.0 mA tDCS treatment, the moderate intensity group was received 1.5 mA tDCS treatment, and the high intensity group was received 2.0 mA tDCS treatment. The changes in wada drinking water test rating, swallowing ability and feeding ability, nutritional status, and quality of life in three groups were compared. **Results:** After treatment, the wada drinking water test rating in three groups were improved ($P<0.05$), and compared with the low and moderate intensity group, the high intensity group was better ($P<0.05$), while no significant difference in the low and moderate intensity group ($P>0.05$). After treatment, the standardized swallowing assessment (SSA) scores in three groups were decreased ($P<0.05$), the Functional Oral Intake Scale (FOIS) scores were increased ($P<0.05$), in comparison of the low and moderate intensity group, the SSA score in the high intensity group was lower ($P<0.05$), and the FOIS score was higher ($P<0.05$), while no significant difference in the low and moderate intensity group ($P>0.05$). After treatment, Hemoglobin(HGB), Prealbumin(PA), Total protein(TP), and Treansferrin (TFN) levels in three groups were increased ($P<0.05$), in comparison of the low and moderate intensity group, the high intensity group was higher ($P<0.05$), while no significant difference in the low and moderate intensity group ($P>0.05$). After treatment, Activity of Daily Living Scale (ADL) and Swallowing Quality of Life (SWAL-QOL) scores in three groups were improved ($P<0.05$), and compared with the low and moderate intensity group, the high intensity group was higher ($P<0.05$), while no significant difference in the low and medium intensity group ($P>0.05$). **Conclusion:** High intensity tDCS has good therapeutic effect on swallowing disorders after stroke, which can promote improvement of swallowing function,

* 基金项目:湖南省卫生健康委科研计划项目(202114012055)

作者简介:黄畅(1986-),女,硕士研究生,研究方向:神经内科疾病诊治,E-mail: 13975880926@163.com

(收稿日期:2023-12-26 接受日期:2024-01-23)

enhance swallowing and feeding abilities, improve nutritional status, and improve quality of life.

Key words: Different frequency; Transcranial direct current stimulation; Stroke; Swallowing disorders; Clinical efficacy

Chinese Library Classification(CLC): R743 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)18-3570-05

前言

脑卒中由脑部血管栓塞或破裂引起,病灶脑组织发生缺血缺氧性坏死后,损害中枢神经系统功能,使患者出现进食缓慢、吞咽梗阻感、吞咽呛咳等吞咽障碍症状,其发生率较高,最高能够达到65%^[1,2]。脑卒中后吞咽障碍对患者预后造成的影响较大,患者无法通过经口摄食获取营养,还容易因呛咳发生吸入性肺炎,导致患者生活质量下降,并加重家庭、社会经济负担^[3]。常规康复治疗强调对口咽部神经、肌肉进行刺激,能够在一定程度上改善患者吞咽功能,但治疗周期较长,患者容易出现厌烦心理,导致依从性降低,且对中枢神经系统不能起到较大作用,治疗效果不理想^[4]。经颅直流电刺激(Transcranial direct current stimulation, tDCS)属于脑刺激方法中较为常用的一种,其具有非侵入性的特点,可利用直流电场刺激患者大脑,影响细胞的代谢、分化活动,改变大脑皮层兴奋性,具有成本低廉、操作简便、安全无创等优势^[5]。郭伏玲等^[6]对脑卒中后吞咽障碍患者进行研究,发现采用tDCS联合表面肌电生物反馈治疗的效果较好,但在tDCS治疗过程中,应用何种电流强度一直是临床争议的焦点,关于tDCS治疗的最佳参数,目前尚无定论。

本研究探讨脑卒中后吞咽障碍给予不同频次tDCS治疗的临床疗效,旨在为脑卒中后吞咽障碍的治疗提供临床指导。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取我院2022年1月至2023年6月收治的96例脑卒中后吞咽障碍患者,其中男性50例,女性46例,年龄46~79岁,平均(62.63±4.15)岁,病程1~6个月,平均(3.25±0.71)个月,脑卒中类型:缺血性脑卒中53例、出血性脑卒中43例。纳入标准:①脑卒中符合相关诊断标准^[7],吞咽障碍符合相关诊断标准^[8];②第一次发病;③精神状态好、生命体征稳定,可配合治疗;④患者知情同意。排除标准:①脑卒中发病前即存在吞咽障碍者;②既往有颈部、口咽部手术史者;③合并胃肠道疾病者;④合并重要脏器功能异常者;⑤行胃管插管>4d者;⑥存在tDCS治疗禁忌证者。以随机数字表法分成低强度组(n=32)、中强度组(n=32)与高强度组(n=32),三组基线资料比较无差异(P>0.05),具有可比性。见表1。本研究经医院医学伦理委员会通过后开展实施。

表1 三组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data among the three groups

Groups	n	Gender		Age(years)	Disease duration (months)	Stroke type	
		Male	Female			Ischemic stroke	Hemorrhagic stroke
Low intensity group	32	17(53.13)	15(46.88)	62.04±4.47	3.37±0.68	18(56.25)	14(43.75)
Moderate intensity group	32	16(50.00)	16(50.00)	62.81±4.23	3.21±0.75	19(59.38)	13(40.63)
High intensity group	32	17(53.13)	15(46.88)	62.56±4.11	3.24±0.70	16(50.00)	16(50.00)
χ^2/F value		0.084	0.271		0.458	0.590	
P value		0.959	0.764		0.634	0.745	

1.2 治疗方法

三组患者均给予改善循环、控制血压、保护神经等常规对症支持治疗。采用四川智能电子实业公司生产的IS200型智能电刺激仪进行tDCS治疗,将仪器设置为直流电刺激模式(参照电极板面积5cm×7cm,阳极电极板面积3cm×5cm),阳极电极置于健侧初级运动皮质区域(顶中央旁开15cm,再向前额前2cm处),参考电极置于对侧眼眶上部。低强度组电流强度为1.0mA,中强度组电流强度为1.5mA,高强度组电流强度为2.0mA,30min/次,1次/d,连续治疗30d。

1.3 观察指标

①洼田饮水试验评级:治疗前、治疗30d后进行洼田饮水试验^[9],指导患者取坐位,饮用30mL温开水。患者能够一次性咽下温水,未发生呛咳,判定为I级;能够将温水分≥2次咽下,未发生呛咳,判定为II级;温水一次性咽下,但出现呛咳,判

定为III级;温水咽下次数在2次及以上,且出现呛咳问题,判定为IV级;温水无法顺利咽下,频繁呛咳,判定为V级。②吞咽能力、摄食能力:治疗前、治疗30d后吞咽能力采用标准吞咽功能评价量表(Standardized Swallowing Assessment, SSA)^[10]评估,摄食能力采用功能性经口摄食量表(Functional Oral Intake Scale, FOIS)^[11]评估,其中SSA包含3个部分,总分18~46分,得分与吞咽能力呈反比;FOIS总分1~7分,1分代表无法经口进食,7分代表完全经口进食且无限制,得分与摄食能力呈正比。③营养状况:治疗前、治疗30d后抽取患者静脉血(晨起空腹,3mL),采用全自动生化分析仪测定血红蛋白(Hemoglobin, HGB)、前白蛋白(Prealbumin, PA)、总蛋白(Total protein, TP)、转铁蛋白(Transferrin, TFN)水平。④生活质量:治疗前、治疗30d后采用日常生活能力量表(Activity of Daily Living Scale, ADL)^[12]评估、吞咽障碍特异性生活质量评估量表

(Swallowing Quality of Life, SWAL-QOL)^[13] 评估生活质量,其中 ADL 包含 14 个条目,每个条目得分 1~4 分,总分 14~56 分,得分与日常生活能力呈正比;SWAL-QOL 包含 44 个条目,每个条目得分 1~5 分,总分 44~220 分,得分与生活质量呈正比。

1.4 统计学方法

采用 SPSS25.0 统计学软件,计数资料以率描述,行 χ^2 检验,等级资料(洼田饮水试验评级)行秩和检验,吞咽能力、摄食能力、营养状况、生活质量等符合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)描述,行 t 检验, $P < 0.05$ 表明差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组洼田饮水试验评级比较

治疗前三组洼田饮水试验评级比较无差异($P > 0.05$),治疗后三组洼田饮水试验评级较治疗前有所改善($Z = 3.877, 3.713, 6.033, P < 0.05$),高强度组优于低强度组、中强度组($Z = 2.404, 2.318, P < 0.05$),低强度组、中强度组比较无差异($Z = 0.160, P = 0.873$)。见表 2。

表 2 三组洼田饮水试验评级比较[n(%)]

Table 2 Comparison of wada drinking water test rating among the three groups[n(%)]

Groups	n	Before treatment					After treatment				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Low intensity group	32	0(0.00)	0(0.00)	11(34.38)	17(53.13)	4(12.50)	6(18.75)	7(21.88)	11(34.38)	6(18.75)	2(6.25)
Moderate intensity group	32	0(0.00)	0(0.00)	13(40.63)	14(43.75)	5(15.63)	5(15.63)	10(31.25)	9(28.13)	5(15.63)	3(9.38)
High intensity group	32	0(0.00)	0(0.00)	11(34.38)	16(50.00)	5(15.63)	10(31.25)	14(43.75)	5(15.63)	3(9.38)	0(0.00)
Z value				0.258					2.385		
P value				0.780					0.017		

2.2 三组吞咽能力及摄食能力比较

治疗前三组 SSA、FOIS 评分比较无差异($P > 0.05$),治疗后三组 SSA 评分较治疗前下降($P < 0.05$),FOIS 评分较治疗前升

高($P < 0.05$),与低强度组、中强度组相比,高强度组 SSA 评分更低($P < 0.05$),FOIS 评分更高($P < 0.05$),低强度组、中强度组比较无差异($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 三组吞咽能力及摄食能力比较($\bar{x} \pm s$,分)

Table 3 Comparison of swallowing capacity and feeding capacity among the three groups($\bar{x} \pm s$, points)

Groups	n	SSA		FOIS	
		Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment
Low intensity group	32	36.23 \pm 4.09	25.11 \pm 3.56*	2.41 \pm 0.52	4.77 \pm 0.63*
Moderate intensity group	32	36.75 \pm 4.41	25.73 \pm 4.04*	2.56 \pm 0.66	4.91 \pm 0.45*
High intensity group	32	36.38 \pm 4.15	19.90 \pm 3.62**	2.43 \pm 0.61	5.57 \pm 0.32**
F value		0.129	23.380	0.591	24.969
P value		0.879	<0.001	0.556	<0.001

Note: Compared with before treatment, * $P < 0.05$; compared with low intensity group, # $P < 0.05$; compared with moderate intensity group, $^{\Delta} P < 0.05$.

2.3 三组营养状况比较

治疗前三组 HGB、PA、TP、TFN 水平比较无差异($P > 0.05$),治疗后三组 HGB、PA、TP、TFN 水平较治疗前升高($P < 0.05$),与低强度组、中强度组相比,高强度组更高($P < 0.05$),低强度组、中强度组比较无差异($P > 0.05$)。见表 4。

2.4 三组生活质量比较

治疗前三组 ADL、SWAL-QOL 评分比较无差异($P > 0.05$),治疗后三组 ADL、SWAL-QOL 评分较治疗前提高($P < 0.05$),与低强度组、中强度组相比,高强度组更高($P < 0.05$),低强度组、中强度组比较无差异($P > 0.05$)。见表 5。

3 讨论

脑卒中后吞咽障碍是导致脑卒中患者预后不佳的主要原因之一,患者部分神经元损伤,中枢神经系统调节障碍,无法顺

利完成食物经口摄入、再经食管输送至胃部的过程^[14,15]。该病会增加并发症(营养不良、脱水、吸入性肺炎等)发生风险,使患者生活无法正常进行,需要及时采取治疗措施^[16]。常规康复治疗以吞咽训练为主,能够锻炼吞咽肌群功能,提高面部、颞部、舌部、咽部肌肉之间的协调性,改善患者吞咽能力,但起效速度较慢,难以获得理想效果^[17]。tDCS 治疗能够引起静息膜电位去极化或超极化改变,促进大脑皮质兴奋性改善,诱导神经元释放神经递质,有效增强脑功能网络连接,使调控信号顺利传递至吞咽相关肌群^[18,19]。对于 tDCS 治疗脑卒中后吞咽障碍的最佳强度,临床上尚缺乏规范性标准,学者们多选择 1~2 mA 的刺激强度开展研究,在改善吞咽功能等方面能够起到一定效果^[20]。孙莉等^[21]认为,高强度 tDCS 电刺激对真性球麻痹吞咽障碍的疗效优于低强度刺激。杜宇鹏等^[22]在研究中指出,高强度 tDCS 能够在更大程度上提高脑梗死后吞咽障碍患者的脑兴奋性,改

善患者吞咽功能。但也有研究认为,刺激强度过大可能使患者难以耐受,容易影响大脑其他区域的功能^[23]。

表 4 三组营养状况比较($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of nutritional status among the three groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	HGB(g/L)		PA(mg/L)		TP(g/L)		TFN(g/L)	
		Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment
Low intensity group	32	126.16± 8.43	135.35± 6.27*	183.65± 24.21	198.97± 22.63*	54.30± 4.21	60.03± 6.25*	1.38± 0.24	1.85± 0.56*
Moderate intensity group	32	127.60± 8.79	134.83± 7.05*	182.27± 23.16	201.18± 23.45*	54.67± 4.04	60.47± 5.79*	1.41± 0.26	1.88± 0.52*
High intensity group	32	126.25± 9.51	140.11± 7.16* [#]	183.44± 25.08	213.35± 22.16* [#]	54.16± 4.24	66.28± 6.16* [#]	1.36± 0.23	2.28± 0.61* [#]
F value		0.262	5.795	0.030	3.707	0.211	10.569	0.341	5.787
P value		0.770	0.004	0.970	0.028	0.810	<0.001	0.712	0.004

Note: Compared with before treatment, * $P<0.05$; compared with low intensity group, [#] $P<0.05$; compared with moderate intensity group, ^Δ $P<0.05$.

表 5 三组生活质量比较($\bar{x} \pm s$,分)

Table 5 Comparison of quality of life among the three groups($\bar{x} \pm s$, points)

Groups	n	ADL		SWAL-QOL	
		Before treatment	After treatment	Before treatment	After treatment
Low intensity group	32	34.67± 2.25	42.05± 3.15*	102.36± 5.21	175.93± 22.62*
Moderate intensity group	32	34.11± 2.39	41.61± 3.38*	101.47± 5.25	176.18± 20.59*
High intensity group	32	34.35± 3.02	47.93± 2.17* [#]	102.68± 6.70	198.17± 21.73* [#]
F value		0.381	45.877	0.379	11.178
P value		0.684	<0.001	0.686	<0.001

Note:Compared with before treatment, * $P<0.05$; compared with low intensity group, [#] $P<0.05$; compared with moderate intensity group, ^Δ $P<0.05$.

本研究中,高强度组洼田饮水试验评级优于低强度组、中强度组。推测其原因可能是由于高强度 tDCS 治疗能够对患者大脑施加更大的刺激强度,增强受刺激半球皮质兴奋性,显著改善运动前区、运动区和感觉运动区内的功能连接,有效解决吞咽障碍问题,减少呛咳,改善洼田饮水试验评级^[24]。本研究结果中,高强度组 SSA 评分与低强度组、中强度组比较更低,FOIS 评分更高。分析其原因,tDCS 治疗能够诱导神经元膜电位变化,增加脑血流量;而随着 tDCS 强度的不断升高,对脑组织血流产生的影响会更大,进一步促进血流量增加,从而合理调节吞咽相关神经的兴奋度,改善咽部、喉部肌肉组织协调性,纠正咽运动失常状态,提高患者的吞咽能力及摄食能力^[25]。

脑卒中会损伤脑部组织(下丘脑、脑皮质、垂体等)功能,损伤神经功能,引起吞咽功能障碍,而脑卒中后吞咽障碍患者的摄食能力受限,食物摄入量明显减少,无法安全、有效地将食物输送至胃部,机体缺乏合成原料,难以正常合成 HGB、PA 等物质,同时还可能导致机体能量损耗,使机体对营养物质的吸收减少,容易使患者出现营养不良问题^[26]。本研究中,高强度组 HGB、PA、TP、TFN 水平与低强度组、中强度组比较更高。推测其原因可能是由于 tDCS 治疗能够合理刺激中枢神经系统,增强肌肉灵活性、反射灵敏性,改善患者食欲、进食时间等,确保营养物质摄入充足,随着 tDCS 强度的不断增加,对中枢神经

产生的刺激更大,进一步提高食欲,从而改善机体营养状况^[27]。此外,高强度组 ADL、SWAL-QOL 评分与低强度组、中强度组比较更高。推测其原因可能是由于高强度 tDCS 治疗能够促进患者吞咽功能恢复,改善其独立经口进食的能力,降低生活依赖程度,还可充分满足患者对于饮食的生理需求,提高患者生活质量^[28]。

综上所述,脑卒中后吞咽障碍患者采用高强度 tDCS 治疗的效果较好,能够对吞咽功能及摄食能力起到改善作用,使患者生活质量提高,促进患者营养状况逐渐恢复至正常水平,效果优于低、中强度 tDCS 治疗。本研究存在一定不足,为单中心研究,所用样本量相对较少、研究时间较短,在以后,将采用多中心、随机双盲试验进行深入分析,增加样本量,延长随访时间,以为脑卒中后吞咽障碍患者的治疗提供更为可靠的结果。

参考文献(References)

[1] 杜灿荣,龙耀斌,章东华,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.
 [2] Schumann WB, Becker J, Nikoubashman O, et al. The relationship between neurogenic dysphagia, stroke-associated pneumonia and functional outcome in a cohort of ischemic stroke patients treated with mechanical thrombectomy [J]. J Neurol, 2023, 270 (12):

- 5958-5965.
- [3] 吕铭新,刘双洁,王玉琴,等.低高频联合重复经颅磁刺激对老年脑梗死患者吞咽障碍及相关肌群肌电活动的影响[J].中国生物医学工程学报, 2021, 40(2): 247-251.
- [4] Marchina S, Pisegna JM, Massaro JM, et al. Transcranial direct current stimulation for post-stroke dysphagia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Neurol*, 2020, 268 (prepublish): 1-12.
- [5] Griffin L, Kamarunas E, Kuo C, et al. Comparing amplitudes of transcranial direct current stimulation (tDCS) to the sensorimotor cortex during swallowing [J]. *Exp Brain Res*, 2022, 240 (6): 1811-1822.
- [6] 郭伏玲,夏文广,张阳普,等.经颅直流电联合表面肌电生物反馈治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J].神经损伤与功能重建, 2021, 16 (12): 766-768.
- [7] 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. 中国脑血管疾病分类 2015 [J]. *中华神经科杂志*, 2017, 50(3): 168-171.
- [8] 中国吞咽障碍康复评估与治疗专家共识组.中国吞咽障碍评估与治疗专家共识(2017年版)第一部分评估篇[J].中华物理医学与康复杂志, 2017, 39(12): 881-892.
- [9] 蒋珠,陈维艳,陈嘉,等.改良营养路径管理对缺血性脑卒中吞咽困难患者的营养指标及洼田饮水试验分级的影响 [J]. *中国医药导报*, 2022, 19(35): 165-168.
- [10] 刘先松,董永书. 针刺联合吞咽训练对脑卒中后吞咽障碍病人 SSA 评分、MNA 评分及吸入性肺炎发生率的影响[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2021, 19(12): 2083-2086.
- [11] Bakhtiyari J, Tohidast SA, Mansuri B, et al. The Persian version of the Functional Oral Intake Scale (FOIS-P): a validation study on stroke patients with dysphagia [J]. *Logoped Phoniatr Vocol*, 2022, 47 (2): 133-138.
- [12] Park YS, An CS, Lim CG. Effects of a Rehabilitation Program Using a Wearable Device on the Upper Limb Function, Performance of Activities of Daily Living, and Rehabilitation Participation in Patients with Acute Stroke [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(11): 5524.
- [13] Byeon H. Combined Effects of NMES and Mendelsohn Maneuver on the Swallowing Function and Swallowing-Quality of Life of Patients with Stroke-Induced Sub-Acute Swallowing Disorders [J]. *Biomedicines*, 2020, 8(1): 12.
- [14] 杨玺,蔡倩,徐亮,等.重复经颅磁刺激联合表面肌电生物反馈对脑卒中后吞咽障碍患者吞咽功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(7): 603-606.
- [15] Sasegbon A, Cheng I, Zhang M, et al. Advances in the Use of Neuromodulation for Neurogenic Dysphagia: Mechanisms and Therapeutic Application of Pharyngeal Electrical Stimulation, Transcranial Magnetic Stimulation, and Transcranial Direct Current Stimulation[J]. *Am J Speech Lang Pathol*, 2020, 29(2S): 1044-1064.
- [16] Hashim MN, Jamil NF, Roslan AN, et al. The Frankenstein's Legacy: Transcranial Direct Current Stimulation in Promoting Speech and Language Recovery in Post-Stroke Dysphasia: Malaysian's Experience[J]. *Med J Malaysia*, 2020, 19(2): 102-106.
- [17] Cosentino G, Tassorelli C, Prunetti P, et al. Anodal transcranial direct current stimulation and intermittent theta-burst stimulation improve deglutition and swallowing reproducibility in elderly patients with dysphagia[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2020, 32(5): e13791.
- [18] 庞争争,吕亚希,高春华,等.经颅直流电刺激对脑卒中患者上肢运动功能的效果[J].中国康复理论与实践, 2023, 29(3): 275-279.
- [19] 刘蒙蒙,徐桂芝,于洪丽,等.阳极经颅直流电刺激对脑卒中患者脑功能网络的影响[J].中国生物医学工程学报, 2023, 42(1): 119-123.
- [20] 陈佳君,吴登宠,邵湘芝,等.经颅直流电刺激调节迷走神经兴奋性对脑卒中后吞咽障碍的效果[J].中国康复理论与实践, 2021, 27(9): 1078-1081.
- [21] 孙莉,王舒,沈晓艳.不同强度经颅直流电刺激治疗真性球麻痹吞咽障碍的疗效观察[J].神经损伤与功能重建, 2022, 17(10): 587-590.
- [22] 杜宇鹏,李晓东,刘文兵,等.不同强度的经颅直流电刺激对脑梗死后吞咽障碍患者的疗效比较[J].中国康复理论与实践, 2020, 26(5): 583-587.
- [23] Hitoshi M, Carmelo MV, Min-Fang K, et al. Effects of bilateral anodal transcranial direct current stimulation over the tongue primary motor cortex on cortical excitability of the tongue and tongue motor functions[J]. *Brain Stimul*, 2020, 13(1): 270-272.
- [24] Workman CD, Fietsam AC, Ponto LL, et al. Individual Cerebral Blood Flow Responses to Transcranial Direct Current Stimulation at Various Intensities[J]. *Brain Sci*, 2020, 10(11): 855-855.
- [25] Beretta VS, Vitorio R, Nóbrega SP, et al. Effect of Different Intensities of Transcranial Direct Current Stimulation on Postural Response to External Perturbation in Patients With Parkinson's Disease [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2020, 34(11): 1009-1019.
- [26] 雷振,刘景芳.养老院老年住户营养不良状况和吞咽障碍之间关系的调查研究[J].中国临床保健杂志, 2020, 23(6): 801-803.
- [27] 茅慧雯,李艳,肖正光,等.经颅直流电刺激治疗脑干卒中患者吞咽障碍的疗效[J].中华物理医学与康复杂志, 2020, 42(1): 29-31.
- [28] Sun M, Chen K, He Y, et al. Effect of repetition of rTMS at different frequencies on the efficacy of swallowing disorders after stroke: A systematic review and meta-analysis [J]. *Medicine*, 2023, 102(43): e35504.