

·循证医学·

经颅直流电刺激的不同刺激方式对脑卒中后吞咽障碍治疗效果的网状meta分析*

杜锦超¹ 张承栋¹ 雷俊芳² 骆美伊¹ 汤继芹^{2,3}

随着脑卒中发病率逐渐增加,其目前我国居民死亡原因中居于首位^[1]。据统计,脑卒中患者仅有60%能够幸存,并且37%—78%的幸存者会伴有吞咽障碍^[2],称为卒中后吞咽障碍(post stroke dysphagia, PSD)。虽然大多数患者的PSD能够自发改善,但仍有11%—50%的患者,其PSD在脑卒中发生6个月后长期存在^[2-3]。脑卒中发病后3个月内最容易引发吞咽障碍,若未能及时提供正确的干预措施,甚至会引发多种并发症,例如吸入性肺炎、脱水、营养不良等,进而使患者住院时间延长、医疗费用增加、产生心理和情绪障碍,甚至死亡率增加。

经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)作为一种无创性脑刺激(noninvasive brain stimulation, NIBS)技术,其阳极tDCS能够增加大脑皮质的兴奋性,目前被广泛应用于治疗各种神经系统损伤导致的功能障碍。Sawan等^[4]将阳极tDCS应用于PSD患者的健侧半球,发现其吞咽功能得到明显改善;Li等^[5]发现阳极tDCS刺激患侧半球和双侧半球均能够改善吞咽功能,且同时刺激双侧半球的疗效更显著。经过总结大量文献,目前阳极tDCS治疗PSD共4种刺激方式,分别为刺激患侧、刺激健侧、交替刺激及双阳极同时刺激。

Sarah Marchina等^[6]的meta分析结果证明,tDCS治疗PSD有显著疗效,但不同刺激方式疗效优劣对比目前仍存在争议。因此,本研究旨在通过网状meta分析的方法,评价阳极tDCS的4种刺激方式治疗PSD的效果排序,以期指导临床实践,为临床治疗提供参考(注册号:INPLASY202280105, DOI: 10.37766/inplasy2022.8.0105)。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

1.1.1 文献类型:临床随机对照试验(randomized controlled trial, RCT),研究语种仅限中英文。

1.1.2 研究对象:符合由全国第四届脑血管病学术会议制定

的脑卒中诊断标准或经CT、MRI诊断为脑卒中并且至少通过一项检查判定存在吞咽障碍,如洼田饮水试验、电子纤维喉镜、吞咽造影检查等。

1.1.3 干预措施:对照组采用常规吞咽训练和(或)假性阳极tDCS、神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)、电针;干预组在此基础上实施tDCS治疗。

1.1.4 结局指标:吞咽障碍的结局和严重程度量表(dysphagia outcome and severity scale, DOSS),改良曼恩吞咽能力评估(modified Mann assessment of swallowing ability, MMASA),功能性吞咽困难量表(the functional dysphagia scale, FDS),吞咽生存质量问卷(swallow quality of life questionnaire, SWAL-QOL),纤维鼻咽内镜吞咽障碍严重程度量表(fiberoptic endoscopic dysphagia severity scale, FEDSS),功能性经口摄食量表(functional oral intake scale, FOIS),才藤氏7级评估法,进食评估筛查工具(eating assessment tool-10, EAT-10),吞咽功能有效率评价。

1.1.5 文献排除标准:①语种非中英文的文献;②tDCS阳极刺激部位非大脑皮质区域;③检索出的重复文献;④非随机对照试验的文献;⑤数据结果不完整;⑥吞咽障碍由其他疾病引起,如脑外伤、帕金森。

1.2 检索策略

检索了CNKI、VIP、Wanfang、CBM、PubMed、Embase和Cochrane Library。检索的起止时间为建库至2022年5月,检索语种仅限中英文。在检索的过程中将主题词和关键词相结合,其中中文检索词包括脑卒中、脑血管意外、吞咽困难、吞咽障碍、经颅直流电刺激;英文检索词包括stroke、deglutition disorder、dysphagia、transcranial direct current stimulation。以PubMed为例,检索式为:("stroke"[MeSH Terms] OR "stroke"[All Fields] OR "strokes"[All Fields] OR "stroke s"[All Fields]) AND ("deglutition disorders"[MeSH Terms] OR ("deglutition"[All Fields] AND "disorders"[All Fields]) OR "deglutition disorders"[All Fields])

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2024.04.016

*基金项目:山东省中医药科技发展计划项目(2017-011);山东中医药大学科研创新团队基金资助项目(220316);山东省医药卫生科技发展计划项目(2018WS205);山东省高等学校科技计划项目(J14LK08)

1 潍坊医学院康复医学院,山东省潍坊市,261053; 2 山东中医药大学康复医学院; 3 通讯作者
第一作者简介:杜锦超,女,硕士研究生; 收稿日期:2022-08-27

OR "dysphagia"[All Fields] OR "dysphagias"[All Fields]) AND ("transcranial direct current stimulation"[MeSH Terms] OR ("transcranial"[All Fields] AND "direct"[All Fields] AND "current"[All Fields] AND "stimulation"[All Fields]) OR "transcranial direct current stimulation"[All Fields] OR "tdcs"[All Fields])。)

1.3 文献筛选与资料提取

本研究由两位评价者按照检索词检索并筛选文献、阅读文献题目及摘要、独立核实文献资料。若出现结果分歧,则寻求第三方协助判断。资料提取内容包括:文献基本信息、患者基本信息、干预方案、结局指标。

1.4 文献质量评价与偏倚

本文采用 Cochrane 协作网提供的 Review Manager 5.4 软件对纳入文献进行质量评价和偏倚风险评估。

1.5 统计学分析

选用 Review Manager 5.4 以及基于频率学的 Stata 14.2 进行 meta 分析。结果分析时,连续型变量借助标准化均数差 (standardized mean difference, SMD)、95% 置信区间 (confidence interval, CI); 二分类变量利用比值比 (odds ratio, OR)、95% CI。传统 meta 分析用 I^2 来判断异质性大小,选取合适的效应模型进行数据分析。网状 meta 分析通过网状图判断是否有闭环形成,若形成闭环,则进行全局不一致性检验、局部不一致性检验、环不一致性检验,得出 P 值、不一致因子 (inconsistency factors, IF) 和 95% CI。若 P 值 > 0.05 或 95% CI 包括 0, 说明不一致性不显著;反之,结果解释需要谨慎。

2 结果

2.1 文献检索结果

初步检索得到 282 篇文献,经过阅读筛选后共纳入 31 篇文献。具体筛选流程见图 1。

2.2 纳入文献的基本特征与质量评估

2.2.1 纳入文献的基本特征:共纳入 31 项 RCTs,其中 10 项 RCTs 为英文文献,21 项 RCTs 为中文文献。另外,本研究共 1672 例研究对象,其中对照组 804 例,干预组 868 例。涉及 5 种干预措施,包括 4 种刺激方式以及 1 种对照措施,分别为 A=常规吞咽治疗,B=刺激患侧,C=刺激健侧,D=双阳极同时刺激,E=交替刺激。基本信息见表 1。

2.2.2 纳入文献的方法学质量评价:13 篇文献^[9,12,15,17-21,23,25,30,34-35]报告了具体的随机方式,主要为随机数字表法,1 篇按入院时间分组^[22],1 篇按治疗方式分组^[26];10 篇文献^[8-15,20,32]报告了盲法的使用情况,其中 3 篇^[9-10,15]实施了双盲,7 篇实施了单盲;所有 RCTs 均未报道其他偏倚。图 2。

2.3 吞咽功能评分改善的 meta 分析结果

2.3.1 传统 meta 分析及异质性检验:共 27 篇文献报道了量

图 1 文献筛选流程图

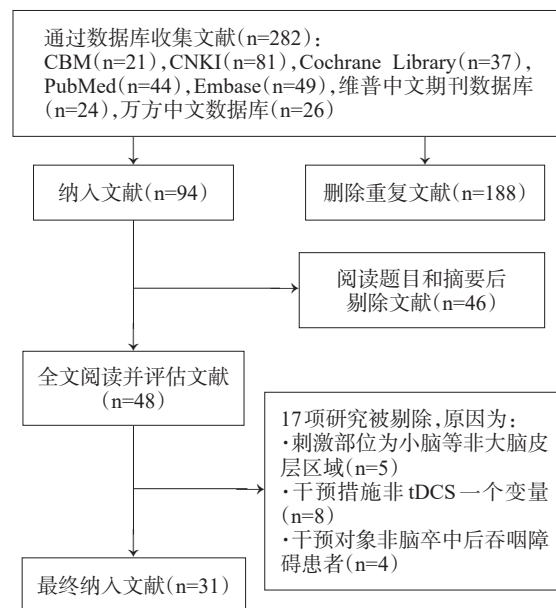
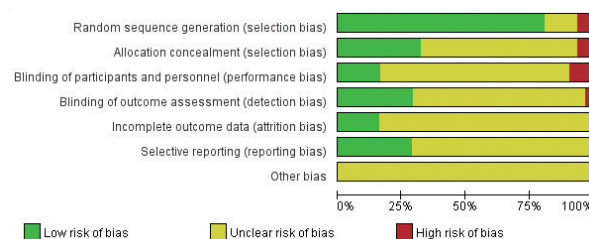


图 2 质量评估图



表评分,研究间异质性较高($I^2=87\%$, $P<0.05$),故选用随机效应模型合并分析。我们发现,在吞咽功能评分改善方面,tDCS 刺激健侧组($P>0.05$)、刺激患侧组($P>0.05$)数据差异无统计学意义。

仔细阅读后发现,李昊、罗津宁、黄金秀等人研究^[20,29-32]的评分标准与其他文献相反,故将其剔除。敏感性分析后结果显示(图 3):①tDCS 联合常规吞咽治疗具有显著性意义 [$P<0.05$, SMD= - 0.53, 95% CI (- 0.85, - 0.22)];②tDCS 同时刺激组 [$P=0.01$, SMD= - 1.06, 95% CI (- 1.90, - 0.22)]、交替刺激组 [$P<0.01$, SMD= - 0.71, 95% CI (- 1.22, - 0.20)] 数据差异具有显著性意义;③tDCS 刺激健侧组 [$P<0.01$, SMD= - 0.78, 95% CI (- 1.19, - 0.37)]、刺激患侧组 [$P<0.01$, SMD= - 0.70, 95% CI (- 1.11, - 0.29)] 数据差异具有显著性意义。

2.3.2 网状关系图:剔除 3 篇文献后,网状 meta 分析共纳入 24 篇文献,其中 4 篇为三臂试验,20 篇二臂试验,共形成两个闭环。见图 4。

表1 纳入研究基本特征表

纳入研究	样本量 (C/T)	病程	疗程	刺激方式 (C/T)	刺激部位	刺激 电流	刺激 时间	刺激 频率	结局指标
Sung-Hwa Ko ^[7] 2016 韩国	12/12/12	>6m	2w	A/B/D	咽运动皮质 ^①	1mA	20min	5次/w	DOSS
Sandeep Kumar ^[8] 2011 美国	7/7	亚急性	5d	A/C	未受损半球 ^②	2mA	30min	5次/w	DOSS
Sonja Suntrup-Krueger ^[9] 2018 意大利	20/20	≤4w	10d	A/C	咽运动皮质 ^②	2mA	30min	NR	DOSS
Valeria Pingue ^[10] 2018 德国	30/29	NR	4d	A/B	未受损半球 ^①	1mA	20min	5次/w	FEDSS、FOIS
Huiwen Mao ^[11] 2022 中国	20/20	2—12m	8w	A/C	吞咽感觉运动皮质 ^②	1.6mA	20min	6次/w	DOSS、FDS
Zhi-Yong Wang ^[12] 2019 中国	14/14	>1m	20d	A/D	双半球阳极同时刺激	1mA	20min	5次/w	FOIS、FDS
Eun Joo Yang ^[13] 2012 韩国	7/9	≤2m	2w	A/B	受损半球 ^①	1mA	20min	5次/w	FDS
Yabin Li ^[5] 2020 中国	13/13/13	6—24m	2w	A/B/D	咽部运动皮质 ^①	1.4mA	20min	6次/w	SWAL-QOL
Takashi Shigematsu ^[14] 2013 日本	10/10	≥4w	10d	A/C	咽运动皮质 ^②	1mA	20min	5次/w	DOSS
Young Hyun AHN ^[15] 2017 韩国	13/13	≥6m	2w	A/D	双半球阳极同时刺激	1mA	20min	5次/w	DOSS
郭伏玲 ^[16] 2021	48/48	2w—6m	6w	A/C	吞咽感觉运动皮质 ^②	1.5mA	20min	5次/w	FOIS
李小霞 ^[17] 2020	24/23	7d—6m	3w	A/E	阳极交替刺激	1.4mA	20min	10次/w	SSA
华何柳 ^[18] 2020	40/40	2w—3m	4w	A/E	阳极交替刺激	1mA	20min	10次/w	MMASA、FOIS、 有效率
佟建霞 ^[19] 2021	31/31	2w—6m	2w	A/E	阳极交替刺激	1mA	20min	10次/w	MMASA
罗津宁 ^[20] 2021	30/30/30	<3m	2w	A/B/C	咽运动皮质 ^{①②}	2mA	25min	5次/w	FEDSS、SSA
刘超 ^[21] 2019	34/34	<1y	2w	A/B	口舌区 ^①	2mA	20min	5次/w	才藤氏7级吞咽 功能评估、SSA
关晓波 ^[22] 2021	40/40	1w—2m	4w	A/B	受损半球 ^①	NR	20min	10次/w	有效率
陈颂玲 ^[23] 2019	41/43	3—4m	2w	A/B	口咽皮质投影区 ^①	1.2mA	20min	5次/w	MMASA、有效率
王治华 ^[24] 2018	12/12	2w—6m	20d	A/B	吞咽感觉运动皮质 ^①	1mA	20min	5次/w	MMASA
王舒 ^[25] 2019	20/20	2—3m	2w	A/C	吞咽运动皮质 ^②	1.5mA	20min	5次/w	MMASA、FOIS
鲁芳勤 ^[26] 2020	75/75	3w—3m	2w	A/B	口咽皮质投影区 ^①	1.2mA	20min	5次/w	MMASA、有效率
陈秀明 ^[27] 2018	44/44	NR	14d	A/B	口咽皮质投影区 ^①	1.2mA	20min	5次/w	有效率
何欢 ^[28] 2018	8/7/7	2—3m	2w	A/B/C	吞咽感觉运动皮质 ^{①②}	1.4mA	20min	5次/w	MMASA
李昊 ^[29] 2019	32/32	2d—2w	2w	A/C	初级运动皮质区 ^②	1.5mA	20min	5次/w	EAT-10、FOIS
安宇坤 ^[30] 2018	32/32	2—6d	2w	A/B	口舌区 ^①	2mA	30min	5次/w	DOSS、SSA、 SWAL-QOL、 有效率
刘娟 ^[31] 2020	25/25	NR	2w	A/B	口咽皮质投影区 ^①	1.2mA	20min	5次/w	有效率
黄金秀 ^[32] 2022	21/21	2w—6m	3w	A/C	吞咽感觉运动皮质 ^②	1-2mA	30min	5次/w	VDS
李南华 ^[33] 2020	30/30	1w—1m	20d	A/B	口咽部皮质投影区 ^①	1.2mA	20min	6次/w	MMASA
袁英 ^[34] 2017	14/15	2w—6m	2w	A/E	阳极交替刺激: 吞咽相 关初级感觉运动皮质	1.2mA	20min	10次/w	MMASA
赖日英 ^[35] 2018	20/20	NR	20d	A/B	口舌区 ^①	2mA	20min	6次/w	SSA
任杰瑜 ^[36] 2018	37/37	NR	2w	A/B	口咽部皮质投影区 ^①	NR	20min	5次/w	有效率

注:①阳极刺激患侧;②阳极刺激健侧;③C:对照组,T:治疗组;④d:day,w:week,m:month,y:year;⑤NR:未报告⑥DOSS:吞咽障碍的结局和严重程度量表,MMASA:改良曼恩吞咽能力评估,FDS:功能性吞咽困难量表,SWAL-QOL:吞咽生存质量问卷,FEDSS:纤维鼻咽内镜吞咽障碍严重程度量表,SSA:标准吞咽功能评定量表(standardized swallowing assessment),FOIS:功能性经口摄食量表,EAT-10:进食评估筛查工具,VDS:电视透视吞咽困难量表(video fluoroscopy dysphagia scale)

2.3.3 不一致性检验:①全局不一致性检验: P 值为0.769, $P>0.05$,说明本研究全局不一致性不显著,因此采用一致性模型分析。②局部不一致性检验:利用节点劈裂法,得出 P 值 >0.05 ,因此,研究不存在明显的局部不一致性。③环不一致性检验:IF值较小,95%CI下限均包含0, $P>0.05$,环不一致性不具有显著性意义。进一步证明,直接比较与间接比较无明显不一致性。

2.3.4 网状meta分析结果:在吞咽功能评分改善方面,与常规吞咽治疗相比,4种刺激方式联合常规吞咽治疗均具有显著性意义($P<0.05$);其余刺激方式之间差异没有显著性意义($P>0.05$)。见图5左下角。

2.3.5 累积概率排序:在吞咽功能评分改善方面,SUCRA值排序依次为:双阳极同时刺激(88.6)>刺激健侧(61.7)>交替刺激(51.2)>刺激患侧(48.2)>常规吞咽治疗(0.3);概率高低依次为双阳极同时刺激、刺激健侧、刺激患侧、交替刺激、常规吞咽治疗。见图6—7。

2.3.6 发表偏倚:漏斗图显示,研究基本散在对称,可能存在一定程度的发表偏倚或小样本效应。见图8。

2.4 吞咽功能有效率的meta分析结果

2.4.1 传统meta分析及异质性检验:共8篇文献报道了有效率指标,因研究间无明显异质性($I^2=0,P=0.88$),故选用固定效应模型合并分析。结果证明(图9),tDCS联合常规吞咽治

图3 敏感性分析后,吞咽功能评分改善的传统meta分析结果

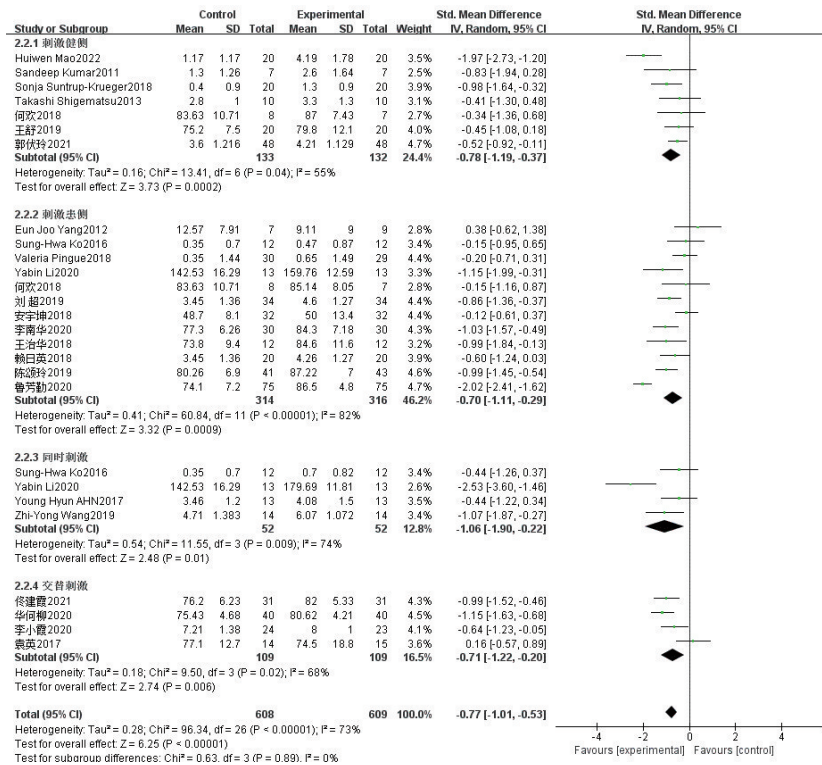
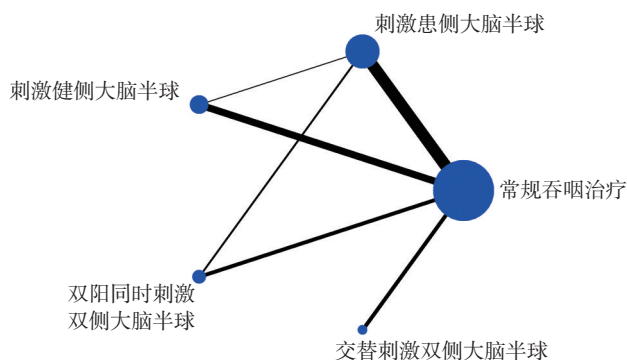


图4 网状关系图



疗在吞咽功能有效率方面具有显著性意义 [$P < 0.01$, $OR = 0.15$, $95\%CI(0.06, 0.36)$]。

2.4.2 网状meta分析结果:在吞咽功能有效率方面,共3种两两比较结果,其中与常规吞咽治疗相比,tDCS刺激患侧联合常规吞咽治疗差异具有显著性意义 ($P < 0.05$),其余比较无显著性意义 ($P > 0.05$)。见图5右上角。

2.4.3 累积概率排序图:在吞咽功能有效率方面,SUCRA值

排序依次为:交替刺激>刺激患侧>常规吞咽治疗;概率依次为交替刺激双侧半球、刺激患侧半球、常规吞咽治疗。见图10—11。

2.4.4 发表偏倚:结果显示,研究均分布于 $X=0$ 垂直线周围,部分研究落在漏斗底部,说明可能存在小样本效应或一定程度的发表偏倚。

3 讨论

tDCS自2011年首次对患有吞咽障碍的急性脑卒中患者使用得到积极效果后^[8],其因能够利用由恒定低强度直流电产生微弱电刺激来改善大脑可塑性的特点,近年来受到越来越多的关注。几年来,许多综述和系统评价证明,tDCS能够改善脑卒中后的吞咽功能,但有关tDCS刺激方式的网状meta分析较少。本研究共纳入31篇文献,对其4种刺激方式的治疗效果进行系统评价。

3.1 tDCS对于PSD的吞咽功能评分改善具有积极效果

敏感性分析后,tDCS的4种刺激方式对PSD的吞咽功能评分改善均具有积极

作用。与本研究结果不同的是,杨晨等^[37]认为tDCS对PSD的治疗效果无明显促进作用,仔细阅读后发现,两组治疗方案不同,其研究中的对照措施只包含吞咽训练,而本研究的对照措施还另外包括电针、神经肌肉电刺激等;另外,陈亮等^[38]则认为刺激患侧半球与对照组的差异没有显著性意义。考虑原因可能是本文在其研究的基础上,增加了近4年新发表的中英文文献。

3.2 双阳极同时刺激对PSD吞咽功能评分改善疗效最优

网状meta分析结果显示,tDCS双阳极同时刺激双侧半球SUCRA值最高、疗效最优的概率最大。其原因可能是由于吞咽相关的组织结构受双侧神经支配即双侧大脑半球都在吞咽过程中起重要作用^[6]。另外,我们还发现相比于刺激患侧半球,刺激健侧半球对于PSD有更好的治疗效果,这一点也与陈亮^[38]、Pisegna等^[39]的研究结果一致。

3.3 交替刺激双侧半球能够更有效改善吞咽功能有效率

4篇文献^[22,27,31,36]只报告了有效率一项二分类变量的结局指标,为了保证研究结果的全面性和准确性,我们将有效率单独分组进行数据分析。结果显示,tDCS交替刺激的SUCRA值高于刺激患侧半球;与单独使用常规吞咽治疗相比,tDCS刺激患侧联合常规吞咽治疗对于改善吞咽功能更有

图5 网状meta分析结果

常规吞咽治疗	0.18 (0.10,0.32)	NR	NR	0.08 (0.00,1.49)
-0.69 (-1.04,-0.33)	刺激患侧	NR	NR	0.44 (0.02,8.72)
-0.81 (-1.30,-0.32)	-0.13 (-0.72,0.47)	刺激健侧	NR	NR
-1.15 (-1.79,-0.51)	-0.46 (-1.14,0.22)	-0.34 (-1.14,0.47)	双阳极同时刺激	NR
-0.69 (-1.31,-0.08)	0.01 (-0.70,0.72)	-0.12 (-0.90,0.67)	-0.45 (-1.34,0.43)	交替刺激

注:左下角蓝色区域代表吞咽功能评分改善结果SMD(95%CI),右上角橙色区域代表吞咽功能有效率结果OR(95%CI);数值加粗代表网状meta分析结果有显著性意义;NR代表无数据结果。

效,而交替刺激联合常规吞咽治疗与单独使用常规治疗或刺激患侧相比,差异没有显著性意义。该结果与吞咽功能评分改善组别不同,考虑原因可能是由于该组中交替刺激的研究仅有一篇,对研究结果影响极大。

4 局限性及展望

异质性偏高的原因可能是:①研究对象的病程不同。病程不同的患者,自发恢复能力不同,急性期患者自发恢复更快;②各研究中tDCS的刺激参数不同。但目前尚无tDCS最佳刺激参数;③各研究常规吞咽治疗中的联合干预因素不同,从而导致临床有效性差异。

本文的局限性:①仅纳入中英文文献,其他语种关于tDCS对PSD治疗效果的研究文献未考虑;②本文纳入分析的RCTs质量不高。研究指出未采取隐匿和双盲将会对试验结果高估30%和15%^[40],而本研究中仅10篇文献报道了盲法;③传统meta分析异质性偏高;④吞咽功能有效率方面,未形成闭环,无法进行不一致性评估,可能导致结果偏倚。

因此,在应用tDCS治疗卒中后吞咽困难这一课题上,未来仍然需要更多高质量的随机对照试验包括更长的随访时间、足够大的样本量、高质量方法学等进行网状meta分析。

参考文献

[1] 李苑媚,何任红,陈玉美,等. 脑卒中急性期病人吞咽功能状况分析[J]. 护理研究, 2020,34(9):1644—1645.
[2] Kumar S, Selim MH, Caplan LR. Medical complications after stroke[J]. Lancet Neurology, 2010,9(1):105—118.
[3] Cohen DL, Roffe C, Beavan J, et al. Post-stroke dysphagia: a review and design considerations for future trials[J]. International Journal of Stroke, 2016,11(4):399—411.

图6 吞咽功能评分改善的SUCRA曲线

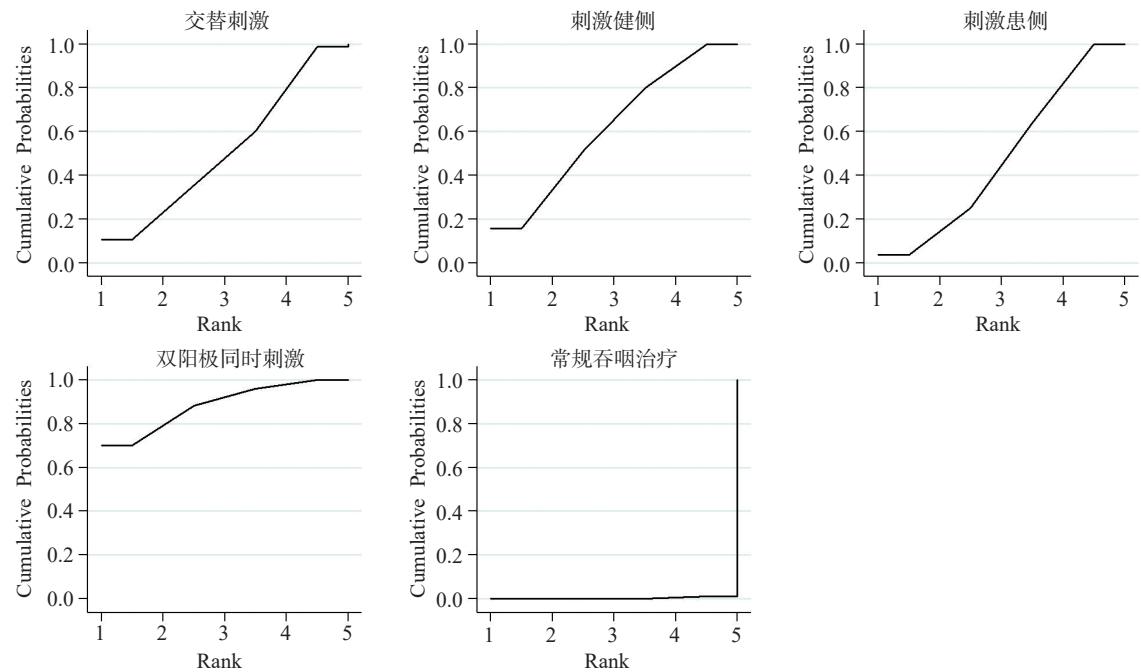
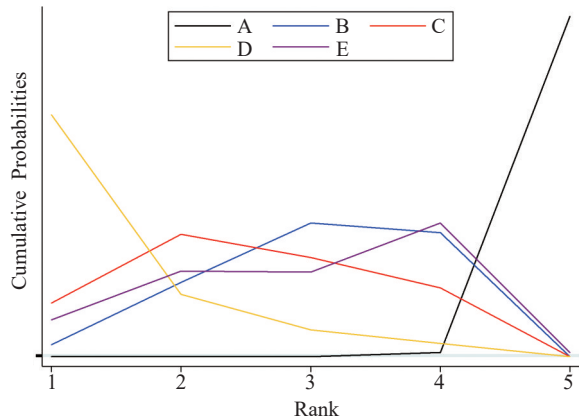
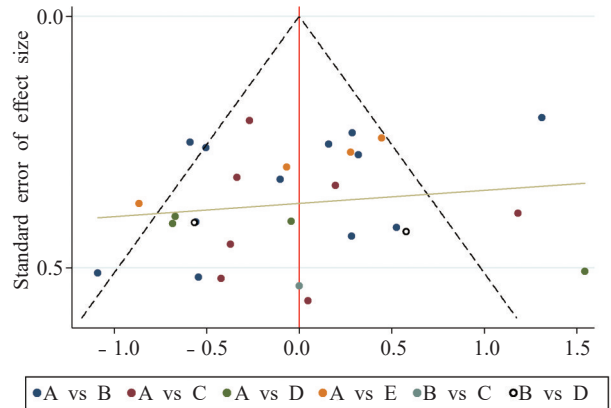


图7 吞咽功能评分改善的排序概率图



注:A:常规吞咽治疗;B:刺激患侧;C:刺激健侧;D:双阳极同时刺激;E:交替刺激

图8 吞咽功能评分改善的发表偏倚图



注:A:常规吞咽治疗;B:刺激患侧;C:刺激健侧;D:双阳极同时刺激;E:交替刺激

图9 有效率的传统meta分析结果

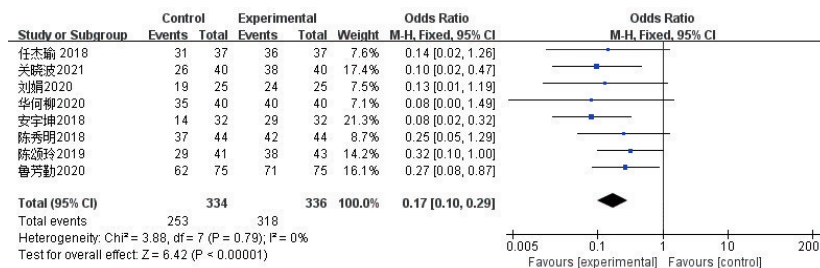
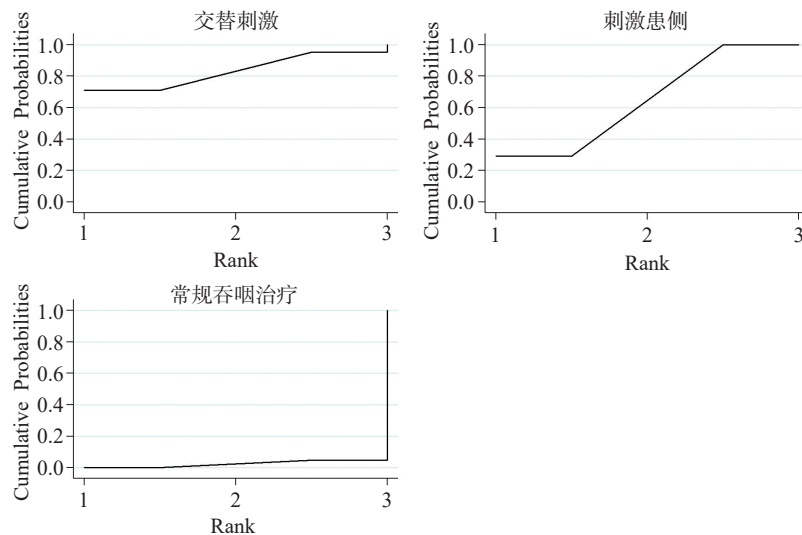
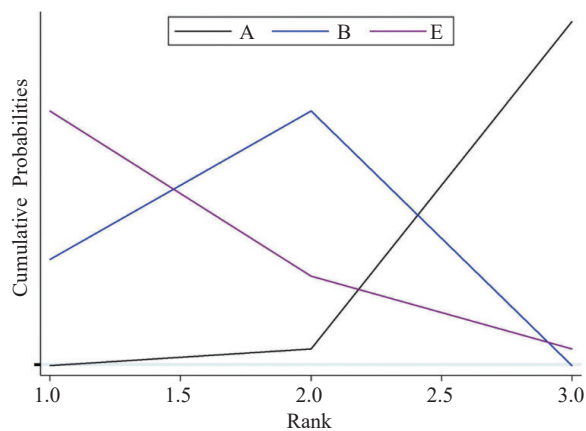


图10 有效率的SUCRA 曲线图



- [4] Elmonem SSA, M RA, Hosny KA, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS): its effect on improving dysphagia in stroke patients[J]. The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery, 2020, 56 (1): doi:10.1186/s41983-020-00246-4.
- [5] Yabin L, Haixia F, Jiao L, et al. The effect of transcranial direct current stimulation of pharyngeal motor cortex on swallowing function in patients with chronic dysphagia after stroke: a retrospective cohort study[J]. Medicine, 2020,99(10):19121.
- [6] 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, 2021, 268(1):293—304.
- [7] Ko S. Effect of tanscranial direct current stimulation for swallowing function in the stroke patients[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2016, 97 (10): doi: 10.1016/j.apmr.2016.08.323.
- [8] Kumar S, Wagner CW, Frayne C, et al. Noninvasive brain stimulation may improve stroke-related dysphagia: a pilot study. Stroke. 2011; 42 (4) : 1035—1040.
- [9] Sonja S, Corinna R, Paul M, et al. Randomized trial of transcranial direct current stimulation for poststroke dysphagia[J]. Annals of Neurology, 2018,

图11 有效率的排序概率图



注:A:常规吞咽治疗;B:刺激患侧;E:交替刺激

- 83(2):328—340.
- [10] Pingue V, Priori A, Malovini A, et al. Dual transcranial direct current stimulation for poststroke dysphagia: a randomized controlled trial[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2018,32(6—7):635—644.
 - [11] Mao H, Lyu Y, Li Y, et al. Clinical study on swallowing function of brainstem stroke by tDCS[J]. *Neurol Sci*, 2022, 43(1):477—484.
 - [12] Wang ZY, Chen JM, Lin ZK, et al. Transcranial direct current stimulation improves the swallowing function in patients with cricopharyngeal muscle dysfunction following a brainstem stroke[J]. *Neurological Sciences*, 2020, 41 (3) : 569—574.
 - [13] Yang EJ, Baek S, Shin J, et al. Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on post-stroke dysphagia [J]. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 2012,30(4) : 303—311.
 - [14] Shigematsu T, Fujishima I, Ohno K. Transcranial direct current stimulation improves swallowing function in stroke patients[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2013,27 (4):363—369.
 - [15] Hyun AY, Hyun-Joo S, Jin-Sung P, et al. Effect of bi-hemispheric anodal transcranial direct current stimulation for dysphagia in chronic stroke patients: a randomized clinical trial[J]. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 2017, 49 (1):30—35.
 - [16] 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.
 - [17] 李小霞, 欧阳蕴盈, 余婷, 等. 经颅直流电刺激治疗脑干卒中后吞咽障碍的疗效观察[J]. *中国康复*, 2020, 35 (12) : 625—628.
 - [18] 华何柳, 张百祥, 刘娟, 等. 直接摄食指导结合经颅直流电刺激治疗脑卒中后吞咽障碍的临床观察及对误吸程度的影响[J]. *中国当代医药*, 2020,27(36):60—63.
 - [19] 佟建霞, 韩菲. 经颅直流电刺激对卒中后吞咽障碍的影响

- [J]. *甘肃医药*, 2021,40(12):1090—1092.
- [20] 罗津宁, 鲍晓, 谢冬玲, 等. 经颅直流电刺激(tDCS)对中风后吞咽障碍康复的疗效分析[J]. *赣南医学院学报*, 2021,41 (7):677—680.
- [21] 刘超, 赖日英, 闵瑜, 等. 电针结合经颅直流电刺激对脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[J]. *按摩与康复医学*, 2019,10 (24):4—6.
- [22] 关晓波, 王义. 经颅直流电刺激联合吞咽功能训练对脑梗死致吞咽障碍的影响[J]. *智慧健康*, 2021,7(35):85—87.
- [23] 陈颂玲, 胡荣亮, 邓筱燕, 等. 经颅直流电刺激(tDCS)治疗卒中患者吞咽障碍效果分析[J]. *按摩与康复医学*, 2019,10 (14):13—15.
- [24] 王治华, 白银婷, 周静, 等. 经颅直流电刺激对脑卒中后吞咽障碍的疗效研究[J]. *家庭医药·就医选药*, 2018(9):379—380.
- [25] 王舒, 沈晓艳, 莫丹, 等. 经颅直流电刺激联合吞咽训练对脑卒中后吞咽功能障碍的临床疗效观察[J]. *神经损伤与功能重建*, 2019,14(4):209—211.
- [26] 鲁芳勤, 刘涛杰. 经颅直流电刺激在急性脑梗死后吞咽障碍康复治疗中的应用分析[J]. *医学理论与实践*, 2020,33(1) : 159—161.
- [27] 陈秀明. 经颅直流电刺激在脑卒中吞咽障碍治疗中的应用[J]. *深圳中西医结合杂志*, 2018,28(5):184—185.
- [28] 何欢, 樊红, 王甜甜, 等. 经颅直流电刺激治疗卒中后吞咽障碍的疗效研究[J]. *中国康复*, 2018,33(1):45—47.
- [29] 李昊. 经颅直流电刺激联合呼吸训练对脑卒中后吞咽功能障碍的疗效观察[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2019.
- [30] 安宇坤. 经颅直流电刺激治疗急性脑梗死患者吞咽障碍疗效的研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2018.
- [31] 刘娟, 王秀玲, 华何柳. 卒中后吞咽障碍临床治疗效果分析[J]. *中国卫生标准管理*, 2020,11(1):49—51.
- [32] 黄金秀, 袁健辉, 孙明英, 等. 经颅直流电刺激联合吞咽康复训练治疗脑卒中恢复期咽期吞咽困难的临床疗效观察[J]. *中国现代医生*, 2022,60(8):73—76.
- [33] 李南华, 方荣金, 陈重捷, 等. 针刺廉泉联合经颅直流电刺激治疗脑卒中后吞咽障碍临床观察[J]. *光明中医*, 2020,35 (22):3607—3610.
- [34] 袁英. 基于吞咽皮质兴奋性探讨针刺及tDCS对卒中后吞咽障碍作用机制[D]. 北京: 首都医科大学, 2017.
- [35] 赖日英. 电针结合经颅直流电刺激对脑卒中后吞咽障碍的疗效观察[D]. 广州: 广州中医药大学, 2017.
- [36] 任杰瑜. 经颅直流电刺激治疗脑卒中后吞咽障碍的临床研究[J]. *中西医结合心血管病电子杂志*, 2018,6(35):65.
- [37] 杨晨, 窦祖林. 非侵入性脑刺激技术治疗卒中后吞咽障碍疗效的meta分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2022,37(7):948—954.
- [38] 陈亮, 陈洁, 张茹芳, 等. 经颅直流电刺激治疗卒中后吞咽困难的系统评价[J]. *中国康复理论与实践*, 2018,24(6) : 726—733.
- [39] Pisegna JM, Kaneoka A, Pearson WG, et al. Effects of non-invasive brain stimulation on post-stroke dysphagia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Clinical Neurophysiology*, 2016, 127 (1) : 956—968.
- [40] Matthias E, Shah E, Davey SG. Where now for meta-analysis? [J]. *International Journal of Epidemiology*, 2002, 31 (1):1—5.