经颅直流电刺激联合认知干预对脑梗死认知障碍患者记忆和执行功能的疗效研究*

过秀秀¹ 夏思颖¹ 崔 璨¹ 欧阳瑶¹ 章丽雅^{1,2}

摘要

目的:探讨经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation,tDCS)联合认知干预对脑梗死认知障碍患者记忆和执行功能的疗效及作用机制。

方法:将60例脑梗死伴认知障碍患者随机分为对照组和观察组,各30例。2组患者均给予综合康复治疗,对照组给予sham-tDCS联合认知干预治疗,观察组给予tDCS联合认知干预治疗。分别于治疗前和治疗后采用Rivermead行为记忆测验第二版(RBMT-II)、威斯康星卡片测验系统(WCST)、洛文斯顿作业疗法认知评定量表(LOTCA)和脑卒中专用生活质量量表(SS-QOL)进行比较,并采用RBMT-II评分、WCST测验来评估观察组左、右病灶侧疗效评估。

结果:治疗前2组患者各评定结果之间无显著性差异;治疗后2组RBMT-II评分、WCST测验、LOTCA评分和SS-QOL评分较治疗前均改善($P < 0.05$),观察组各评定结果改善均高于对照组($P < 0.05$);且治疗后观察组tDCS阳极刺激右病灶侧仅完成分类数(Cc)改善优于左病灶侧,其他指标比较无显著性差异($P > 0.05$)。

结论:tDCS刺激病灶侧背外侧前额叶联合认知干预对脑梗死后认知障碍患者具有协同改善记忆和执行功能的作用,能进一步改善患者认知功能和生活质量。

关键词 脑梗死;记忆功能;执行功能;经颅直流电刺激;认知干预

中图分类号:R454.1,R743,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2022)-08-1057-06

Effects of tDCS combined with cognitive intervention on memory and executive function in patients with cognitive impairment after cerebral infarction/GUO Xiuxiu, XIA Siying, CUI Can, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2022, 37(8):1057—1062

Abstract

Objective: To investigate the efficacy and mechanism of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined cognitive intervention on memory and executive function in patients with cognitive impairment following cerebral infarction.

Method: A total of 60 patients of cerebral infarction with cognitive impairment were randomly divided into the control group and the observation group, 30 cases in each group. Besides given comprehensive rehabilitation, the control group was given sham-tDCS combined with cognitive intervention, and the observation group was given tDCS combined with cognitive intervention. Before and after treatment, Rivermead Behavioral Memory Test (RBMT-II), Wisconsin Card Test System (WCST), Loewinston Occupational Therapy Cognitive Rating Scale (LOTCA) and Stroke Specific Quality of Life Scale (SS-QOL) were assessed, and RBMT-II score and WCST test were used to evaluate the curative effect of the left and right lesion sides of the observation group.

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.08.008

*基金项目:浙江省医药卫生科技项目(2021KY518)

1 浙江省人民医院(杭州医学院附属人民医院)康复医学科,浙江省杭州市,310014; 2 通讯作者

第一作者简介:过秀秀,女,初级治疗师;收稿日期:2021-08-23

Result: Before treatment, there was no statistically significant difference between the two groups. After treatment, RBMT-II score, WCST test, LOTCA score and SS-QOL score in two groups improved compared with those before treatment ($P<0.05$), and the improvement of evaluation results in the observation group was higher than that in the control group ($P<0.05$). After treatment, tDCS anode stimulation on the right side of the lesion only improved Categories Completed (Cc), which was better than that on the left side, and there was no difference in other indicators ($P>0.05$).

Conclusion: tDCS stimulation of dorsolateral prefrontal cortex combined with cognitive intervention can synergistically improve memory and executive function in patients with cognitive impairment after cerebral infarction, and can further improve cognitive function and quality of life of patients.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, Zhejiang Provincial People's Hospital (People's Hospital Affiliated to Hangzhou Medical College), Hangzhou, 310014

Key word cerebral infarction; memory function; executive function; tDCS; cognitive intervention

脑梗死后发生认知障碍的患病率约为88.1%，认知障碍以记忆和执行功能损害为主要表现，不仅影响了患者的康复进程和生活质量，还增加了其经济负担和心理负担，因此寻找有效改善记忆和执行功能障碍的治疗策略对患者有着极为重要的意义^[1-2]。研究报道，认知干预可改善认知障碍患者整体认知水平，患者记忆、执行能力和非言语学习能力均能提高，但认知干预需要患者有较高的依从性，单纯的认知干预疗效有限^[3]。tDCS是一种利用连续、低强度电流对大脑进行刺激调节大脑皮质兴奋性的脑刺激技术，操作简单，不良反应少，近年来兴起并广泛应用^[4]。研究发现tDCS刺激背外侧前额叶(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC)可有效改善脑卒中患者的认知功能障碍，但鲜有将脑梗死独立作为研究对象的研究^[5-6]。基于此，本研究观察tDCS联合认知干预对脑梗死后认知障碍患者记忆和执行功能的康复疗效并分析可能的作用机制，探索更优化的治疗策略。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2019年10月—2021年5月浙江省人民医院康复医学科住院治疗的脑梗死伴认知障碍患者60例为研究对象。按照随机数字表法将60例患者随机分为观察组和对照组，每组30例。本研究经浙江省人民医院伦理委员会审核通过(NO:2021KT011)，患者或家属知情同意并签署知情同意书。

纳入标准：①符合《2019年中国血管性认知障

碍诊治指南》中缺血性认知障碍诊断标准^[7]；②经头颅CT或MRI影像学检查确诊为脑梗死病灶位于大脑半球，单侧首次发病；③年龄18—80岁，病程≤24周，生命体征平稳，右利手，神志清能积极配合治疗和评估；④临床上存在认知障碍，且蒙特利尔认知评估量表(Montreal cognitive assessment, MoCA)得分<26分^[8]。

排除标准：①有严重认知障碍病史，无法配合评定及治疗者；②有颅脑手术史，或合并脑出血、颅脑外伤、癫痫等；③有tDCS禁忌证，如颅内金属植入器件、体内有心脏起搏器等异物；其他原因如：④病情不稳定、二次卒中、色盲、合并重要脏器疾病不能配合治疗评估；⑤有失语或严重构音障碍的患者等。

剔除和脱落标准：①临床试验过程中由于任何原因不能配合治疗评估；②试验过程中接受其他可能影响试验结果的治疗；③试验过程中病情加重或患者主动停止试验未完成全部试验流程。

1.2 治疗方法

两组患者均接受综合康复治疗，对照组给予sham-tDCS联合认知干预训练治疗，观察组给予tDCS联合认知干预训练治疗，具体方法如下。

综合康复治疗：包括运动疗法(有氧训练、肌力训练、平衡协调训练、步态训练、肩胛带控制训练及ADL训练)、作业疗法(滚筒、木插棒、磨砂板、拧螺丝及套圈)、针灸、气压、站床和四肢联动等项目。综合康复治疗根据患者实际功能情况制定安排并由主管治疗师完成训练，每项项目训练时间30min，每周进行5次，持续6周。

认知干预训练:包括认知宣教,对患者及家属进行认知宣教,告知认知训练的必要性,提高患者训练依从性;采用计算机辅助认知训练,包括注意训练(删字试验、猜字游戏和信息提取训练等)、记忆训练(复述一段故事或数字、图片和影像短时记忆训练和近期事件回忆等)、执行功能训练(物品分类、数字排序训练和按指令完成动作等)、定向力训练(询问地点、时间、人物)、计算力训练和思维逻辑训练等。认知干预训练5次/周,30min/次,持续6周。

tDCS刺激:采用经颅直流电刺激仪(四川省智能电子实业有限公司,IS200型),使用7cm×5cm等渗海绵刺激电极片,阳极电极置于病灶侧DLPFC,阴极电极置于对侧眶上缘,设置电流强度为2mA; sham-tDCS电极放置方式、电流强度和频率等刺激参数设置与上述一致,但sham-tDCS会在开始30s后结束刺激。tDCS刺激5次/周,25min/次,共刺激6周。

1.3 疗效评价

分别在治疗前、治疗6周后进行记忆功能、执行功能、认知功能和生活质量的评定,由未参加本研究并且不知分组情况的康复治疗师进行评定。评定指标包括:Rivermead行为记忆测验第二版(Rivermead behavioural memory test second edition, RBMT- II)、威斯康星卡片测验系统(Wisconsin card sorting test, WCST)、洛文斯顿作业疗法认知评定量表(Loewenstein occupational therapy cognitive assessment second edition, LOTCA)、脑卒中专用生活质量量表(stroke specific quality of life scale, SS-QOL)。

RBMT- II评分^[9]:用于评估日常记忆能力,内容包括记姓名、记所藏物品、记约定、图片再认、故事即时回忆等共12项,标准分数满分24分,24—22分为正常;21—17分为轻度记忆障碍;16—10分为中度记忆障碍;<10分为重度记忆障碍。

WCST测验^[10]:用于评估患者执行功能,共包含4张刺激卡片和128张反应卡片,其中不同颜色、形状和图形各有4种,选取测验过程中的持续应答数(perseverative responses, Rp)、完成分类数(categories completed, Cc)、正确应答数(correct responses, Rc)、错误应答数(errors responses, Re)和持续性错

误数(perseverative responses errors, Rpe)作为评估指标。

LOTCA评分^[11]:评估患者认知功能改善情况,包括定向、视知觉、空间知觉、动作运用、视运动组织、思维操作、注意力及专注力7项评估,共27小项,除定向中两小项评分为1—8分和思维操作中三小项评分为1—5分外,其他小项均为1—4分评分, LOTCA总分119分,得分越高,认知功能越好。

SS-QOL评分^[12]:评估患者生活质量改善情况,共12个领域,49个小条目,患者进行自我评定,采用等距等级形式,5级评分制(1—5分),分值范围49—245分,总分越高说明生活质量越好。

1.4 统计学分析

采用IBM SPSS 24.0统计学软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料采用样本均数±标准差表示,组内治疗前后比较使用配对 t 检验,组间比较采用独立样本 t 检验。不符合正态分布的计量资料比较采用Mann-Whitney U 检验,计数资料采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示有显著性差异。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

治疗前两组患者性别、年龄、病程、梗死部位和MoCA评分等一般资料比较,无显著性差异($P > 0.05$)。见表1。

2.2 两组患者治疗前后RBMT- II评分比较

治疗前,两组患者RBMT- II评分比较,无显著性差异($P > 0.05$),治疗后两组患者RBMT- II评分较治疗前均明显提高,且观察组改善明显高于对照组($P < 0.05$);观察组左、右病灶侧治疗前后比较,刺激两侧均能使RBMT- II评分增高,差异有显著性意义($P < 0.05$);治疗后观察组不同病灶侧比较, RBMT- II评分无显著性差异($P > 0.05$)。见表2。

2.3 两组患者治疗前后WCST测验比较

治疗前,两组患者WCST测验比较,无显著性差异($P > 0.05$);治疗后两组患者WCST测验各项指标较治疗前均改善,且观察组WCST测验各项指标改善优于对照组($P < 0.05$);治疗后观察组tDCS阳极刺激左、右病灶侧WCST测验比较,阳极刺激右病灶侧仅完成分类数改善优于左病灶侧,其他指标

比较无显著性差异($P > 0.05$)。见表2。

2.4 两组患者治疗前后 LOTCA 评分比较

治疗前,两组患者 LOTCA 各项评分比较,无显著性差异($P > 0.05$),治疗后对照组定向、空间知觉、视运动组织时间、注意力及专注力和总分较治疗前明显提高($P < 0.05$),观察组 LOTCA 各项评分较治疗前均明显提高($P < 0.05$),且均高于对照组($P <$

0.05)。见表3。

2.5 两组患者治疗前后 SS-QOL 评分比较

治疗前,两组患者 SS-QOL 评分比较,无显著性差异($P > 0.05$),治疗后两组患者 SS-QOL 评分较治疗前均明显提高($P < 0.05$),且观察组改善高于对照组($P < 0.05$),见表3。

表1 两组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	病程($\bar{x} \pm s$, 周)	梗死部位		MoCA($\bar{x} \pm s$, 分)
		男	女			左	右	
对照组	30	14	16	56.00±5.33	11.37±4.69	11	19	13.77±4.95
观察组	30	18	12	55.57±6.26	11.77±4.34	13	17	13.37±5.01
t/χ^2 值		1.071		0.289	-0.343	0.278		0.311
P 值		0.301		0.774	0.733	0.598		0.757

注:MoCA, Montreal cognitive assessment, 蒙特利尔认知评估量表。

表2 两组患者治疗前后 RBMT-II 评分、WCST 测验比较

($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	RBMT-II 评分	WCST 评分					
			Rp	Cc	Rc	Re	Rpe	
对照组	30							
治疗前		6.57±1.78	30.67±6.38	3.00±1.41	43.47±9.14	49.14±6.88	28.97±4.64	
治疗后		10.08±2.59 ^①	26.14±7.03 ^①	3.80±1.06 ^①	53.30±10.93 ^①	42.33±4.59 ^①	24.03±3.76 ^①	
观察组	30							
治疗前		6.43±1.52	30.80±6.32	3.10±1.49	43.77±8.76	49.23±6.37	28.87±4.73	
左侧		5.85±1.21	31.54±6.19	3.46±1.20	42.31±9.53	47.08±6.63	28.69±4.48	
右侧		6.88±1.62	30.24±6.54	2.82±1.67	44.88±8.24	52.24±7.73	29.00±5.04	
治疗后		18.83±2.21 ^{①②}	19.40±6.85 ^{①②}	4.50±1.04 ^{①②}	62.20±8.53 ^{①②}	36.30±3.87 ^{①②}	21.27±5.16 ^{①②}	
左侧		18.23±2.71 ^③	22.62±5.65 ^③	3.77±0.83	59.77±7.84 ^③	35.00±3.92 ^③	23.23±3.61 ^③	
右侧		19.29±1.69 ^③	16.94±6.81 ^③	5.06±0.83 ^{③④}	62.71±9.25 ^③	37.29±3.64 ^③	19.76±5.74 ^③	

注:RBMT-II: Rivermead behavioural memory test second edition, 行为记忆测验第二版;WCST: Wisconsin card sorting test, 威斯康星卡片测验系统;Cc: categories completed, 完成分类数;Rc: correct responses, 正确应答数;Re: errors responses, 错误应答数;Rpe: perseverative responses, 持续性错误数;①与本组治疗前比较 $P < 0.05$;②与对照组治疗后比较 $P < 0.05$;③与本刺激侧治疗前比较 $P < 0.05$;④与刺激左侧 DLPFC 区治疗后比较 $P < 0.05$ 。

表3 两组患者治疗前后 LOTCA 评分、SS-QOL 评分比较

($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	LOTCA 评分								SS-QOL 评分
		定向	视知觉	空间知觉	动作运用	视运动组织时间	思维操作	注意力及专注力	总分	
对照组	30									
治疗前		7.60±1.75	11.17±2.00	6.53±1.01	7.60±1.75	16.90±2.87	17.30±4.36	1.60±1.16	68.70±5.73	130.20±15.28
治疗后		8.90±1.86 ^①	11.33±2.26	7.50±0.94 ^①	8.20±1.86	18.63±3.43 ^①	17.37±3.74	2.57±0.94 ^①	74.50±7.40 ^①	144.80±16.83 ^①
观察组	30									
治疗前		7.37±1.59	11.13±2.06	6.40±1.22	7.57±1.57	17.57±3.18	17.67±3.99	1.77±1.17	69.47±6.33	130.50±15.47
治疗后		9.90±1.61 ^{①②}	13.17±2.05 ^{①②}	10.03±1.40 ^{①②}	9.90±1.45 ^{①②}	21.73±3.87 ^{①②}	21.10±4.20 ^{①②}	3.20±0.81 ^{①②}	89.03±6.98 ^{①②}	161.67±17.86 ^{①②}

注:LOTCA: Loewenstein occupational therapy cognitive assessment second edition, 洛文斯顿作业疗法认知评定量表;SS-QOL: stroke specific quality of life scale, 脑卒中专用生活质量量表;①与本组治疗前比较 $P < 0.05$;②与对照组治疗后比较 $P < 0.05$ 。

3 讨论

记忆是认知功能的核心功能,是大脑对过去经历过人或事物的保持、再认或回忆的功能,也是个体在执行动作过程中对信息进行储存、更新和处理的重要系统^[3]。执行功能是指个体为了完成目标而有

计划协调和组织的能力,包括抽象概括、工作记忆和认知转移等高级脑功能能力,是个体根据环境变化进行调整适应的关键^[4]。脑梗死后导致信息编码区域受损,信息的编码、储存和提取出现障碍,以记忆和执行功能障碍为主要表现,不仅影响患者康复训

练依从性,也不利于独立生活和工作能力的恢复,因此早期干预改善记忆、执行功能等具有重要临床意义^[15]。

认知干预在患者意识清醒时进行疾病认知、注意力、记忆力和解决问题等训练来提高执行功能,训练内容包括将不同颜色不同种类的物品按要求进行分类、在电脑上按大小顺序将混乱数字连线排序训练以及按指令完成穿衣、吃饭、修饰、如厕和转移等ADL活动,能促使皮质功能代偿重组,纠正患者错误的疾病认知,同时树立战胜疾病的信心,是改善记忆和执行功能障碍的常用方法^[16]。本研究对照组治疗6周后各项评分较治疗前改善明显,提示认知干预能促进记忆和执行障碍恢复,提高患者认知功能和生活质量,与既往研究结果一致^[17]。

近年来脑功能解剖学发现,额叶在认知功能中占主导地位,双侧前额叶经皮层间及皮层下纤维互相连接组成,调控机体注意力、工作记忆、逻辑思维及执行力等,其中左DLPFC区主要负责工作记忆、认知灵活性及记忆提取等,右DLPFC区负责视觉空间感知以及战略规划,DLPFC区功能障碍是认知缺陷的重要诱因之一^[18]。DLPFC区和眶额叶皮层是进行执行功能重要脑区,DLPFC区、眶额叶皮层、前扣带回和基底神经节等组成的额叶纹状体环路完整性对执行功能具有重要影响作用,当脑损伤后病灶中断了与DLPFC区的联络会造成额叶纹状体环路完整性受到破坏即出现执行功能障碍^[19]。神经组织兴奋性与膜电位、膜内外通透性、膜内外离子分布以及组织代谢活动有关,当直流电刺激通过皮质时,阳极下发生膜致密,膜内外通透性下降, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度增加以及组织代谢活动减少,阴极下影响与阳极下影响相反^[20]。tDCS利用低强度恒定直流电直接作用于大脑皮质,通过阈下刺激改变神经元膜电位分布影响两侧的离子分布,调节皮质兴奋性的非侵入性技术^[21]。Wachter等^[22]将不同极tDCS干预大鼠皮层血液灌注的变化研究后发现,阳极可使大鼠皮层血液灌注增加,阴极可使血液灌注减少。有报道观察tDCS刺激17例正常成年人,发现阳极电极下N-乙酰天冬氨酸水平提高,在非电极覆盖侧附近区域谷氨酸、谷氨酰胺水平提高,提示tDCS具有促进临近结构功能恢复的作用^[23]。

本研究观察组治疗后各项评分较治疗前改善明显,且与对照组比较改善明显。tDCS阳极刺激病灶侧DLPFC区促进了缺血区域脑代谢,缺血区域脑源性神经营养物质释放增加,突触神经递质释放和传递增加,恢复额叶纹状体环路完整性,对病灶侧其他区域产生间接的积极影响,抑制执行过程中的无序动作,促进执行功能恢复^[24]。tDCS阴极刺激健侧眶上缘可以提高病灶邻近区域的电兴奋性等进而促进功能重组,改变双侧大脑失衡状态,提高了任务处理效率,调节神经—血管耦合系统使执行过程中血流动力学资源的重新分布,对脑梗死患者大脑功能重塑具有重要意义^[25]。tDCS联合认知干预时,认知干预有效增加患者自我感受,激活记忆、执行等脑功能区,促进损伤区域神经功能改善,提高患者依从性和积极性;tDCS刺激调节突触可塑性,改变突触环境使损伤区域突触活性变化,诱导神经元膜电位变化,最终让认知障碍患者特定脑区产生神经元动作电位,神经元效应持续时间延长,两者联合治疗能够长期改善脑梗死后认知障碍患者记忆和执行功能^[26-27]。

综上所述,tDCS联合认知干预对脑梗死后认知障碍患者记忆和执行功能改善有协同作用,可以改善患者认知功能和生活质量,且操作简单、患者依从性高,疗效确切。需要指出的是观察组左、右病灶侧DLPFC区tDCS阳极刺激患者比较样本量较少,对于大样本量患者是否还具有如此相同的效果有待研究,为我们明确了今后进一步研究的方向,以探寻tDCS作用机制,后续可增加样本量,结合电生理检查等做进一步深入研究,为临床应用推广提供参考。

参考文献

- [1] 蔡天燕,冉春风.脑卒中后认知功能障碍康复的研究进展[J].中华物理医学与康复杂志,2015,37(8):631—634.
- [2] 曲艳吉,卓琳,詹思延.中国脑卒中后认知障碍流行病学特征的系统评价[J].中华老年心脑血管病杂志,2013,15(12):1294—1301.
- [3] 认知训练中国专家共识写作组,中国医师协会神经内科医师分会认知障碍疾病专业委员会.认知训练中国专家共识[J].中华医学杂志,2019,99(1):5.
- [4] Kazuta T, Takeda K, Osu R, et al. Transcranial direct current stimulation improves audioverbal memory in stroke patients[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2017, 96(8):565—571.

- [5] 曾雅琴, 张利, 梁丰, 等. 经颅直流电刺激左侧背外侧前额叶改善卒中后血管性认知功能障碍的临床观察[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(4):417—421.
- [6] 黄倩, 林一聪, 王玉平. 经颅直流电刺激在认知障碍/痴呆治疗中的研究进展[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(21):1720—1722.
- [7] 中国医师协会神经内科分会认知障碍专业委员会,《中国血管性认知障碍诊治指南》编写组. 2019年中国血管性认知障碍诊治指南[J]. 中华医学杂志, 2019, 99(35):2737—2744.
- [8] 陈争一, 龚剑秋, 吴越峰, 等. 重复经颅磁刺激联合认知康复训练治疗脑卒中后认知障碍的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(3):199—201.
- [9] 张一, 王涯, 张瑜, 等. Rivermead行为记忆量表-II和III测评轻型脑外伤患者记忆功能的比较[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(12):1415—1419.
- [10] 邢小玲, 郭霞, 饶颖臻, 等. 执行缺陷综合征的行为评价和威斯康星卡片分类测验在脑梗死患者执行功能评估中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(11):1039—1042.
- [11] 燕铁斌, 马超, 郭友华, 等. Loewenstein认知评定量表(简体中文版)的效度及信度研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2004, 26(2):81—84.
- [12] 李军涛, 王伊龙, 于进洪, 等. 脑卒中专门化生存质量量表(SS-QOL)中译本在冀南地区效度的研究[J]. 脑与神经疾病杂志, 2007, 15(3):177—179.
- [13] Schaapsmeeders P, Tuladhar AM, Arntz RM, et al. Remote lower white matter integrity increases the risk of long-term cognitive impairment after ischemic stroke in young adults[J]. Stroke, 2016, 47(10):2517—2525.
- [14] Goitia B, Manes F, Torralva T, et al. The relationship between executive functions and fluid intelligence in euthymic Bipolar disorder patients[J]. Psychiatry Res, 2017, 257:346—351.
- [15] 王彦超, 于艳辉. 缺血性脑卒中血管性认知障碍的危险因素分析[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2017, 20(4):30—33.
- [16] 孙永延. 音乐疗法联合认知心理干预对脑出血患者负性情绪及希望水平的影响[J]. 国际护理学杂志, 2016(2):237—239.
- [17] 黄桂兰, 许明, 黎帅, 等. 认知康复训练治疗脑损伤后认知功能障碍的Meta分析[J]. 中国康复, 2017, 32(2):95—98.
- [18] Srovnalova H, Marecek R, Kubikova R, et al. The role of the right dorsolateral prefrontal cortex in the Tower of London task performance: repetitive transcranial magnetic stimulation study in patients with Parkinson's disease[J]. Exp Brain Res, 2012, 223(2):251—257.
- [19] 张慧丽, 恽晓平, 郭华珍, 等. 脑损伤患者的执行功能损害[J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22(5):504—507.
- [20] 缪鸿石. 电疗与光疗[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1979:39—42.
- [21] 艾一楠, 李莉莉, 胡昔权. 经颅直流电刺激治疗脑卒中的研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(5):461—464.
- [22] Wachter D, Wrede A, Schulz-Schaeffer W, et al. Transcranial direct current stimulation induces polarity-specific changes of cortical blood perfusion in the rat[J]. Exp Neurol, 2011, 227(2):322—327.
- [23] Honeblanchet A, Edden RA, Fecteau S. Online effects of transcranial direct current stimulation in real time on human prefrontal and striatal metabolites[J]. Biol Psychiatry, 2016, 80(6):432—438.
- [24] Chen T, Wang H, Wang X, et al. Transcranial direct current stimulation of the right dorsolateral prefrontal cortex improves response inhibition[J]. Int J Psychophysiol, 2021, 162:34—39.
- [25] McKendrick R, Falcone B, Scheldrup M, et al. Effects of transcranial direct current stimulation on baseline and slope of prefrontal cortex hemodynamics during a spatial working memory task[J]. Front Hum Neurosci, 2020, 14:64.
- [26] Costanzo F, Rossi S, Varuzza C, et al. Long-lasting improvement following tDCS treatment combined with a training for reading in children and adolescents with dyslexia[J]. Neuropsychologia, 2019, 130:38—43.
- [27] Kneebone, Ian I. A framework to support cognitive behavior therapy for emotional disorder after stroke[J]. Cognitive and Behavioral Practice, 2016, 23(1):99—109.