

· 卒中后认知障碍专题 ·

认知训练同步经颅直流电刺激治疗对卒中后认知障碍患者

工作记忆的改善效果

周文欣 王世雁 顾成晨 晁静 欧香灵 巩尊科

221000 徐州医科大学第二临床医学院(周文欣、晁静、欧香灵); 233000 蚌埠医学院
研究生院(顾成晨); 221000 徐州医科大学徐州临床学院康复科(王世雁、巩尊科)

通信作者: 巩尊科, Email: gongzunke@163.com

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2024.02.003

【摘要】目的 分析认知训练同步经颅直流电刺激(tDCS)治疗卒中后认知障碍(PSCI)患者工作记忆的疗效。**方法** 选取2022年12月至2023年7月徐州市中心医院康复科和徐州市康复医院收治的60例PSCI患者为研究对象,采用随机数字表法分为伪刺激组、试验组A和试验组B,每组20例。3组患者均接受常规药物治疗和康复训练,伪刺激组在此基础上同时接受认知训练和tDCS伪刺激;试验组A同时接受认知训练和tDCS治疗;试验组B于认知训练结束2h后接受tDCS治疗。认知训练与tDCS治疗均为5次/周,持续4周。在治疗前后分别采用蒙特利尔认知评估量表(MoCA)、数字广度测试(DST)、n-back任务(包括0-back、1-back)、改良 Barthel 指数(MBI)及定量脑电图[包括功率比指数(DTABR)、 α 波相对功率(α RP)及 θ 波相对功率(θ RP)]比较3组患者的认知功能、工作记忆储存和信息编码能力、数字工作记忆、日常生活自理能力及脑神经功能。**结果** 3组患者治疗前的MoCA、DST、0-back、1-back、MBI得分以及DTABR、 α RP、 θ RP比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。3组患者治疗前后的MoCA、DST、0-back、1-back、MBI得分差值及DTABR、 α RP、 θ RP差值比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。试验组A、B患者治疗前后的MoCA、DST、0-back、1-back、MBI得分差值及DTABR、 α RP、 θ RP差值均高于伪刺激组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。试验组A治疗前后的MoCA、DST、1-back得分差值及DTABR、 θ RP差值均高于试验组B,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。**结论** 认知训练同步tDCS治疗在改善PSCI患者的工作记忆能力方面较两者分开进行更有优势。

【关键词】 卒中; 认知障碍; 工作记忆; 认知训练; 经颅直流电刺激; 脑电图**基金项目:** 江苏省卫生健康委员会科研项目(K2019012)**Improvement effects of cognitive training synchronized with transcranial direct current stimulation for the treatment of working memory in patients with post-stroke cognitive impairment**

Zhou Wenxin, Wang Shiyuan, Gu Chengchen, Chao Jing, Ou Xiangling, Gong Zunke

The Second Clinical Medical School, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, China (Zhou WX, Chao J, Ou XL); Graduate School, Bengbu Medical University, Bengbu 233000, China (Gu CC); Rehabilitation Department, Xuzhou Clinical School, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, China (Wang SY, Gong ZK)

Corresponding author: Gong Zunke, Email: gongzunke@163.com

【Abstract】Objective To explore the effect of cognitive training synchronized with transcranial direct

[25] 赵万年, 焦胜先, 焦倩, 等. 中国人群卒中后认知障碍发生危险因素 Meta 分析[J]. 疑难病杂志, 2023, 22(1): 82-89. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2023.01.015.

Zhao WN, Jiao SX, Jiao Q, et al. Meta-analysis of risk factors of cognitive impairment after stroke in Chinese population[J]. China J Diff Compl Cases, 2023, 22(1): 82-89.

[26] Xiao Q, Xi J, Wang R, et al. The relationship between low-density lipoprotein cholesterol and progression of mild cognitive impairment: the influence of rs6859 in PVRL2 [J]. Front

Genet, 2022, 13: 823406. DOI: 10.3389/fgene.2022.823406.

[27] 权青云, 赵敏, 张贵云, 等. 卒中后认知功能障碍患者血清低密度脂蛋白胆固醇测定的临床意义[J]. 现代检验医学杂志, 2018, 33(4): 122-124. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7414.2018.04.033. Quan QY, Zhao M, Zhang GY, et al. Clinical significance of serum low density lipoprotein cholesterol of patients with post-stroke cognitive impairment[J]. J Mod Lab Med, 2018, 33(4): 122-124.

(收稿日期: 2023-11-22)

(本文编辑: 郑圣洁)

current stimulation (tDCS) for the treatment of working memory in patients with post-stroke cognitive impairment (PSCI). **Methods** From December 2022 to July 2023, 60 patients with PSCI admitted to the Rehabilitation Department of Xuzhou Central Hospital and Xuzhou Rehabilitation Hospital were selected as the research subject. Using the random number table method, patients were randomly divided into the pseudo stimulation group, experimental group A, and experimental group B, with 20 cases in each group. All three groups received conventional medication and rehabilitation training, on which the pseudo stimulation group received both cognitive training and tDCS pseudo stimulation therapy; experimental group A received both cognitive training and tDCS therapy; experimental group B received tDCS therapy 2 h after the end of cognitive training. Both cognitive training and tDCS treatment were 5 times per week for 4 weeks. Before and after treatment, the Montreal Cognitive Assessment (MoCA), Digital Span Test (DST), n-back task (including 0-back, 1-back), Modified Barthel Index (MBI), and quantitative electroencephalogram [including delta theta/alpha beta ratio (DTABR), alpha relative power (α RP), and θ relative power (θ RP)] were used to compare the cognitive function, working memory storage and information encoding ability, digital working memory, activity of daily living, and cranial nerve function of the three groups of patients. **Results** There was no statistically significant difference in MoCA scores, DST scores, 0-back scores, 1-back scores, MBI scores, DTABR, α RP and θ RP among the three groups of patients before treatment (all $P > 0.05$). The difference in MoCA, DST, 0-back, 1-back, and MBI scores and the difference in DTABR, α RP, and θ RP before and after treatment of the 3 groups were statistically significant (all $P < 0.05$). The difference in MoCA, DST, 0-back, 1-back, and MBI scores and the difference in DTABR, α RP, and θ RP before and after treatment in the experimental groups A and B were higher than those in the pseudo stimulation group, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). The difference in MoCA, DST, 1-back score and the difference in DTABR, θ RP before and after treatment in the experimental group A were higher than that in experimental group B, and the difference were statistically significant (all $P < 0.05$). **Conclusions** Cognitive training and synchronized tDCS have more advantages in improving the working memory of patients with PSCI compared to separate treatment.

【Key words】 Stroke; Cognitive impairment; Working memory; Cognitive training; Transcranial direct current stimulation; Electroencephalography

Fund program: Research Project of Jiangsu Commission of Health(K2019012)

脑卒中是我国常见的脑血管疾病。据统计,年龄 ≥ 40 岁人群的脑卒中标准化患病率逐年升高,存活率也逐年升高^[1]。脑卒中作为一种慢性疾病,患者较长的生存时间往往也伴随着长期影响的后遗症,卒中后认知障碍(post-stroke cognitive impairment, PSCI)就是其中之一^[2-3]。工作记忆是一个对信息进行暂时性加工、储存的容量有限的记忆系统,是完成复杂认知活动的基础和核心^[4]。工作记忆功能受损不仅影响患者个人行为、生活、情绪等方面,还会加重家庭和社会的负担,因此工作记忆障碍患者的及时诊疗十分重要。目前常用的改善工作记忆障碍的治疗方法有药物和认知训练等,然而疗效并不显著。经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)是一种安全性高的非侵入性脑电刺激技术,目前越来越多地被学者用于治疗PSCI^[5],但国际上尚未有明确的最佳治疗方案,且目前针对卒中后工作记忆障碍的临床研究较少^[6-9]。本研究探讨认知训练同步tDCS治疗PSCI患者工作记忆的疗效,以期为临床提供参考依据。

一、对象与方法

1. 研究对象: 选取2022年12月至2023年7月于徐州市中心医院神经康复科及徐州市康复医院住院治

疗的60例PSCI患者为研究对象。纳入标准:(1)符合《中国各类主要脑血管病诊断要点2019》^[10]中脑梗死、脑出血的诊断标准。(2)首次发病。(3)MoCA总分 < 26 分,若受教育年限 ≤ 12 年,总分 < 27 分;数字正背 ≤ 5 个和(或)数字倒背 ≤ 4 个^[11]。(4)无精神疾病及视听觉障碍,能配合完成测试。(5)同意参与本研究并签署知情同意书。排除标准:(1)既往接受过tDCS治疗。(2)存在tDCS治疗的禁忌证。①使用植入式电子装置(如心脏起搏器);②颅内局部金属植入器件;③刺激区域痛觉过敏;④局部皮肤损伤或炎症;⑤孕妇、儿童;有出血倾向;⑥颅内压增高;⑦合并严重心脏疾病或其他内科疾病;⑧合并急性大面积脑梗死。(3)卒中以外疾病导致或卒中前存在认知功能减退。脱落标准:(1)因不良事件终止。(2)不合作或其他原因退出。本研究已通过徐州市中心医院伦理委员会审核批准(伦理批号: XZXYLK-20201022-012)。

2. 干预方法: 采用随机数字表法将受试者分为伪刺激组、试验组A和试验组B,每组20例。3组患者均接受常规药物治疗及康复训练,药物治疗不包括改善认知药物。康复训练包括认知训练、运动疗法、物理疗法、针灸、理疗等。其中认知训练根据患

者工作记忆功能的评分,进行针对性训练。在此基础上,伪刺激组在认知训练的同时予以tDCS伪刺激治疗;试验组A在认知训练的同时进行tDCS治疗;试验组B在认知训练结束2 h后予以tDCS治疗。

tDCS治疗采用南京沃高医疗的VC-8000D型经颅电刺激仪,将4 cm × 5 cm的阳极电极片置于所有患者的患侧前额叶背外侧区,依据10-20国际EEG系统定位的F3/F4区,阴极电极片置于健侧眶上区(Fp1/Fp2)。电流强度为2 mA,放置角度为电极片与正中矢状线成45°^[12],治疗时间20 min/次,5次/周,持续4周。伪刺激是只在最初30 s给予tDCS刺激,电流强度由0 mA上升至2 mA再回降至0 mA。

3. 评估方法:治疗前后由相同治疗师进行评估,且该评估者不知晓受试者的分组情况。具体评估方法如下:(1)MoCA量表^[11]。是一种常用的认知筛查工具,具有高灵敏度和特异性^[13]。评估内容包括视空间与执行、命名、记忆、注意、语言、抽象、延迟回忆、定向等,其结果受教育程度、生活方式和种族多样性等因素影响,总分30分,得分越高提示认知功能越好^[14]。(2)数字广度测试(digital span test, DST)。包括数字广度顺背和数字广度倒背,顺背可反映一定的瞬时记忆能力及注意力情况,倒背可反映一定的工作记忆能力^[15]。数字顺背广度要求患者按照听到的数字顺序进行复述,数字倒背广度要求患者按照听到的数字顺序的反序进行复述。任一测试连续错2次,测试终止。每正确回答一串数字计1分,总分为顺背和倒背得分的总和,得分越高反映工作记忆储存和信息编码能力越好。(3)n-back任务。1958年由认知心理学家Wayne Kirchner提出,常用于测试和改善工作记忆^[16]。本测试采用E-prime 2.0软件设计的n-back任务,包括0-back及1-back。0-back测试是将当前刺激与数字“8”进行比较;1-back测试是将当前刺激与前一个刺激进行比较。刺激材料均为数字,刺激时间为2 s,间隔1.5 s,1轮出现30个数字。当两个刺激相同时按“1”,不

同时按“2”,记录正确个数并计算得分,得分越高提示数字工作记忆越好。(4)改良Barthel指数(modified Barthel index, MBI)。评定内容共10项,包括大便控制、小便控制、进食、穿衣、修饰、洗澡、用厕、床椅转移、平地行走(轮椅使用)和上下楼梯,总分为100分,得分越高提示患者日常生活自理能力越好。(5)定量脑电图(quantitative electroencephalogram, qEEG)。治疗前和治疗4周后,分别使用32导数字脑电地形图仪(江苏锦源公司JY-2440)采集患者静息态下脑电图。治疗后的脑电图采集与最后一次tDCS治疗相隔1 d进行。患者处于安静环境中,保持清醒闭目状态。按照国际标准10-20系统放置头部电极,耳垂放置参考电极,采样频率1 000 Hz,记录时长≥4 min。脑电图数据定量分析采用MATLAB下的EEGLAB Toolbox预处理,最终选取3 min无伪影进行功率谱分析,将频段划分为α波(8~13 Hz)、β波(14~30 Hz)、δ波(1~4 Hz)、θ波(4~8 Hz),并在此基础上计算功率比指数[DTABR=(δ ± θ)/(α ± β)]及α波、θ波相对功率(relative power, RP)。

4. 统计学方法:采用SPSS 20.0软件对数据进行统计学分析。计数资料采用频数、百分数(%)表示,组间比较采用χ²检验。采用Shapiro-Wilk检验对计量资料进行正态性检验,符合正态分布的计量资料用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,3组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用LSD检验;不符合正态分布用中位数和四分位数[M(P₂₅, P₇₅)]表示,3组间比较采用K-W秩和检验,两两比较采用K-W成对比较。双侧检验,P < 0.05为差异有统计学意义。

二、结果

1. 3组患者一般资料比较:3组患者性别、年龄、病程、病变性质、MoCA得分、受教育年限比较,差异均无统计学意义(均P > 0.05),具有可比性,见表1。

2. 3组患者治疗前后MoCA、DST、n-back任务、MBI得分比较:3组患者治疗前MoCA、DST、0-back、1-back、MBI得分比较,差异均无统计学意义(均P > 0.05)。3组患者治疗后DST得分比较,差异有统

表1 3组卒中后认知障碍患者的一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	病变性质(例)		MoCA得分 (分, $\bar{x} \pm s$)	受教育年限 (年, $\bar{x} \pm s$)
		男	女			出血	梗死		
伪刺激组	20	12	8	61.20 ± 8.27	39.93 ± 11.01	10	10	13.33 ± 5.07	9.13 ± 4.59
试验组A	20	9	11	59.80 ± 9.52	39.87 ± 10.57	9	11	13.00 ± 5.26	9.20 ± 4.41
试验组B	20	10	10	59.87 ± 7.84	40.40 ± 12.36	9	11	13.23 ± 4.15	9.13 ± 4.16
χ ² /F值		0.01		0.13	0.01	0.33		0.43	0.01
P值		0.927		0.881	0.970	0.566		0.958	0.999

注: MoCA 蒙特利尔认知评估量表

计学意义($P < 0.05$)。3组患者治疗前后的MoCA、DST、0-back、1-back、MBI得分差值比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两两比较结果显示,试验组A患者治疗前后的MoCA、DST、1-back得分差值高于伪刺激组和试验组B,差异有统计学意义($P < 0.05$);试验组A患者治疗前后的0-back、MBI得分差值高于伪刺激组,差异有统计学意义($P < 0.05$);试验组A、B患者治疗前后的0-back、MBI得分差值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表2。

3. 3组患者qEEG测定结果比较: 3组患者治疗前后的DTABR、 α RP、 θ RP比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。3组患者治疗前后的DTABR、 α RP、 θ RP差值比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两两比较结果显示,试验组A、B患者治疗前后的DTABR、 α RP、 θ RP差值均高于伪刺激组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);试验组A患者治疗前后的DTABR、 θ RP差值高于试验组B,差异有统计学意义($P < 0.05$);试验组A、B患者治疗前后的 α RP差值比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表3。

讨论 工作记忆能力可以向长时记忆、抽象思维推理能力迁移,而工作记忆能力的微小改善,就能使个体日常生活能力得到提升^[17-19]。因此,本研究将重点放在工作记忆上,试图寻找一种有效的、可服务于临床治疗的方法。本研究运用认知训练同步tDCS和认知训练非同步tDCS的方法分别治疗PSCI患者,结果显示,除0-back、MBI结果受“天花板效应”的影响,试验组A、B的得分比较差异无统计学意义外,试验组A(认知训练同步tDCS)治疗前后MoCA、DST、1-back任务得分差值及DTABR、 θ RP差值均高于伪刺激组及试验组B(认知训练非同步tDCS),表明认知训练与tDCS同步进行疗效更优。

tDCS是一项安全有效的脑电刺激技术,它利用阳极和阴极两个电极片组成一个由刺激电极和返回电极构成的环路,在此环路下电流可兴奋或抑制受刺激部位及其附近脑区^[20]。脑卒中后大脑半球皮质兴奋性失衡,tDCS可利用重复电刺激,通过改变局部神经元细胞膜电位,从而调节大脑皮质兴奋性^[21]。目前tDCS治疗PSCI患者的最佳刺激部位尚无定论。研究发现工作记忆的神经电生理基础是前额叶皮层

表2 3组卒中后认知障碍患者治疗前后MoCA、DST、n-back任务、MBI得分比较(分)

组别	例数	MoCA($\bar{x} \pm s$)			DST [$M(P_{25}, P_{75})$]			0-back [$M(P_{25}, P_{75})$]		
		治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
伪刺激组	20	13.33 ± 5.07	15.20 ± 4.81	1.87 ± 0.91	7(2, 9)	9(4, 11)	2(1, 2)	22(6, 28)	24(8, 30)	2(1, 3)
试验组A	20	13.00 ± 5.26	18.13 ± 3.98	5.13 ± 1.56 ^a	7(5, 9)	11(10, 13)	4(4, 4) ^a	23(8, 27)	26(13, 30)	4(3, 5) ^a
试验组B	20	13.23 ± 4.15	17.07 ± 4.11	3.53 ± 1.19 ^{ab}	7(5, 8)	10(2, 9)	3(2, 4) ^{ab}	22(8, 27)	26(13, 30)	4(3, 5) ^a
F/Z值		0.43	1.77	25.78	0.36	8.81	24.55	0.06	0.43	12.98
P值		0.958	0.182	< 0.001	0.836	0.012	< 0.001	0.969	0.808	0.002

组别	例数	1-back($\bar{x} \pm s$)			MBI($\bar{x} \pm s$)		
		治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
伪刺激组	20	15.00 ± 8.31	16.87 ± 8.73	1.87 ± 1.36	48.67 ± 10.93	54.60 ± 10.47	5.93 ± 1.75
试验组A	20	14.13 ± 8.27	18.67 ± 8.70	4.53 ± 1.25 ^a	48.33 ± 12.34	58.00 ± 11.30	9.67 ± 3.49 ^a
试验组B	20	14.47 ± 7.76	17.87 ± 8.36	3.40 ± 1.24 ^{ab}	50.33 ± 12.47	59.67 ± 13.97	8.33 ± 3.04 ^a
F/Z值		0.04	0.17	16.33	0.73	1.30	6.56
P值		0.958	0.844	< 0.001	0.601	0.381	0.003

注: MoCA 蒙特利尔认知评估量表; DST 数字广度测试; MBI 改良 Barthel 指数; ^a与伪刺激组比较, $P < 0.05$; ^b与试验组A组比较, $P < 0.05$

表3 3组卒中后认知障碍患者治疗前后DTABR、 α RP、 θ RP比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	DTABR			α RP			θ RP		
		治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值	治疗前	治疗后	差值
伪刺激组	20	4.65 ± 1.17	3.63 ± 1.17	1.09 ± 0.84	0.12 ± 0.45	0.16 ± 0.05	0.04 ± 0.34	0.19 ± 0.06	0.17 ± 0.06	0.14 ± 0.12
试验组A	20	4.58 ± 1.24	3.54 ± 1.24	2.51 ± 0.85 ^a	0.13 ± 0.66	0.21 ± 0.73	0.08 ± 0.46 ^a	0.19 ± 0.06	0.14 ± 0.06	0.44 ± 0.23 ^a
试验组B	20	4.69 ± 1.57	3.67 ± 1.56	1.86 ± 1.42 ^{ab}	0.12 ± 0.52	0.20 ± 0.74	0.08 ± 0.48 ^a	0.18 ± 0.06	0.15 ± 0.06	0.29 ± 0.13 ^{ab}
F值		0.03	0.04	12.52	0.18	2.10	3.64	0.06	0.88	12.52
P值		0.920	0.971	< 0.001	0.844	0.146	0.041	0.943	0.421	< 0.001

注: DTABR 功率比指数; α RP α 波相对功率; θ RP θ 波相对功率; ^a与伪刺激组比较, $P < 0.05$; ^b与试验组A组比较, $P < 0.05$

的神经信息处理过程,其在工作记忆的编码阶段被激活,且在整个信息保持阶段一直处于激活状态^[22]。因此,本研究选择患侧前额叶背外侧区作刺激部位,利用大脑半球竞争理论,通过阳极刺激引发的去极化,增强患侧大脑半球初级运动皮层的兴奋性;而阴极刺激引发超极化,抑制健侧大脑半球初级运动皮层的兴奋性^[21]。利用tDCS改善大脑初级运动皮层对局部神经元的调节能力,从而改善大脑功能,提高工作记忆能力。

既往较少有研究在tDCS治疗的时机选择上进行深入分析,多数文献支持tDCS单次刺激后皮质兴奋性的改变持续时间 $> 1\text{ h}$ ^[23-24],因此推测在皮质兴奋性改变的同步进行认知训练,可更有效地改善工作记忆能力。而本研究结果也证实了这一推测,且本研究结果与Oldrati等^[25]将tDCS作用于健康人得出的研究结果一致。可能的机制是tDCS阈下刺激改变的细胞膜电位为即刻效应,当大脑兴奋时,患者可更好地参与认知训练,通过提高认知训练的效率,从而改善PSCI患者的工作记忆能力;而当两者间隔时间较长时,tDCS与认知训练并未有相互影响,因此认知训练的效果也没有进一步提升。

qEEG是在传统脑电图的基础上进行改进,将各个频段脑电波进行量化处理,从而更客观、准确地展示大脑神经功能变化。qEEG主要分为4个频段,其中 α 、 θ 频段被认为与MMSE具有相关性,可作为测评认知功能的客观依据^[26]。 α 频段作为脑电波最著名的成分之一,往往与注意力、大脑参与信息处理的能力密切相关,而属于慢波活动的 θ 频段有助于强化长时记忆与学习能力,与大脑工作记忆密切相关。DTABR反映快慢波的功率变化趋势,该值增大表示慢波增多,快波减少。专家共识显示PSCI患者静息状态 α 节律振幅的幅度较小, δ 、 θ 节律振幅普遍增加,其可视为“神经同步”生物标志物,作为干预措施的终点^[27]。本研究结果显示,经4周治疗后,试验组A、B患者治疗前后的DTABR、 α RP、 θ RP差值均高于伪刺激组,差异均有统计学意义,表明tDCS可改善PSCI患者工作记忆,这与周成东等^[28]、马将等^[29]的研究结果基本一致。

综上所述,认知训练联合tDCS治疗可改善PSCI患者的工作记忆及日常生活能力,且两者同步治疗更有优势。这提示在tDCS治疗时应注意时机的选择,不仅可能提高临床工作效率、节约医疗资源,还

可能对疗效有进一步的改善。本研究存在一定局限性,未对不同脑区脑电信号进行进一步划分,判断认知训练联合tDCS治疗对于大脑哪一皮层作用的效果更大。未来研究拟增加治疗时间及样本量,并采集患者不同脑区的脑电信号进行分析。

利益冲突 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

作者贡献声明 构思与设计为周文欣、巩尊科,论文撰写为周文欣,数据收集、整理为周文欣、顾成晨、晁静、欧香灵,论文修订为王世雁、巩尊科

参 考 文 献

- [1] 《中国脑卒中防治报告2021》编写组.《中国脑卒中防治报告2021》概要[J].中国脑血管病杂志,2023,20(11):783-793. DOI:10.3969/j.issn.1672-5921.2023.11.009. Report on Stroke Prevention and Treatment in China Writing Group. Brief report on stroke prevention and treatment in China, 2021 [J]. Chin J Cerebrovasc Dis, 2023, 20(11): 783-793.
- [2] Patel MD, Tilling K, Lawrence E, et al. Relationships between long-term stroke disability, handicap and health-related quality of life[J]. Age Ageing, 2006, 35(3): 273-279. DOI: 10.1093/ageing/afj074.
- [3] 汪凯,董强,郁金泰,等.卒中后认知障碍管理专家共识2021[J].中国卒中杂志,2021,16(4):376-389. DOI:10.3969/j.issn.1673-5765.2021.04.011.
- [4] Miller EK, Lundqvist M, Bastos AM. Working memory 2.0 [J]. Neuron, 2018, 100(2): 463-475. DOI: 10.1016/j.neuron.2018.09.023.
- [5] 闫金秋,巩尊科,马喆喆,等.经颅直流电刺激在脑卒中后执行功能障碍患者中的临床研究[J].神经疾病与精神卫生,2022,22(1):34-39. DOI:10.3969/j.issn.1009-6574.2022.01.007. Yan JQ, Gong ZK, Ma ZZ, et al. Clinical study of transcranial direct current stimulation in patients with executive dysfunction after stroke[J]. Journal of Neuroscience and Mental Health, 2022, 22(1): 34-39.
- [6] Bikson M, Grossman P, Thomas C, et al. Safety of transcranial direct current stimulation: evidence based update 2016 [J]. Brain Stimul, 2016, 9(5): 641-661. DOI: 10.1016/j.brs.2016.06.004.
- [7] Chu M, Zhang Y, Chen J, et al. Efficacy of intermittent theta-burst stimulation and transcranial direct current stimulation in treatment of post-stroke cognitive impairment[J]. J Integr Neurosci, 2022, 21(5): 130. DOI: 10.31083/j.jin2105130.
- [8] 杨健,梁桂生,邓嘉威,等.基于脑神经代谢物变化研究经颅直流电刺激配合认知训练治疗卒中后认知功能障碍的疗效[J].中国康复,2023,38(1):20-25. DOI:10.3870/zgkf.2023.01.004. Yang J, Liang GS, Deng JW, et al. Curative effectiveness of transcranial direct current stimulation combined with cognitive training in the treatment of cognitive dysfunction after stroke based on the changes of cerebral nerve metabolites[J]. Chinese Journal of Rehabilitation, 2023, 38(1): 20-25.
- [9] 过秀秀,夏思颖,崔璨,等.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[J].中国康复医学杂志,2022,37(8):1057-1062. DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.08.008.

- Guo XX, Xia SY, Cui C, et al. Effects of tDCS combined with cognitive intervention on memory and executive function in patients with cognitive impairment after cerebral infarction[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2022, 37(8): 1057-1062.
- [10] 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. 中国各类主要脑血管病诊断要点2019 [J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(9): 710-715. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1006-7876.2019.09.003.
- Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Diagnostic criteria of cerebrovascular diseases in China (version 2019)[J]. Chin J Neurol, 2019, 52(9): 710-715.
- [11] Jia X, Wang Z, Huang F, et al. A comparison of the Mini-Mental State Examination (MMSE) with the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) for mild cognitive impairment screening in Chinese middle-aged and older population: a cross-sectional study[J]. BMC Psychiatry, 2021, 21(1): 485. DOI: 10.1186/s12888-021-03495-6.
- [12] Foerster Á, Yavari F, Farnad L, et al. Effects of electrode angle-orientation on the impact of transcranial direct current stimulation on motor cortex excitability[J]. Brain Stimul, 2019, 12(2): 263-266. DOI: 10.1016/j.brs.2018.10.014.
- [13] Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment[J]. J Am Geriatr Soc, 2005, 53(4): 695-699. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x.
- [14] 邵文丽, 赵羚, 吴凡, 等. 蒙特利尔认知评估量表在老年神经认知障碍中的诊断价值[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(16): 3551-3554. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2021.16.044.
- Shao WL, Zhao L, Wu F, et al. The diagnostic value of the Montreal Cognitive Assessment Scale in the elderly with neurocognitive disorders[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2021, 41(16): 3551-3554.
- [15] Yoshimura T, Osaka M, Osawa A, et al. The classical backward digit span task detects changes in working memory but is unsuitable for classifying the severity of dementia[J]. Appl Neuropsychol Adult, 2023, 30(5): 528-534. DOI: 10.1080/23279095.2021.1961774.
- [16] Owen AM, McMillan KM, Laird AR, et al. N-back working memory paradigm: a meta-analysis of normative functional neuroimaging studies[J]. Hum Brain Mapp, 2005, 25(1): 46-59. DOI: 10.1002/hbm.20131.
- [17] Carretti B, Borella E, Zavagnin M, et al. Gains in language comprehension relating to working memory training in healthy older adults[J]. Int J Geriatr Psychiatry, 2013, 28(5): 539-546. DOI: 10.1002/gps.3859.
- [18] 薛翠萍, 恽晓平, 张黎明, 等. 工作记忆训练对脑损伤患者认知功能的迁移效应[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(5): 630-635. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2022.05.010.
- Xue CP, Yun XP, Zhang LM, et al. Transfer effect of working memory training on cognitive function in patients with brain injury[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2022, 37(5): 630-635.
- [19] 黎翠红, 何旭, 郭春彦. 工作记忆训练的研究述评[J]. 心理与行为研究, 2014, 12(3): 407-412.
- Li CH, He X, Guo CY. A literature review of working memory training[J]. Studies of Psychology and Behavior, 2014, 12(3): 407-412.
- [20] Grefkes C, Fink GR. Reorganization of cerebral networks after stroke: new insights from neuroimaging with connectivity approaches[J]. Brain, 2011, 134(Pt 5): 1264-1276. DOI: 10.1093/brain/awr033.
- [21] Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation[J]. J Physiol, 2000, 527 Pt 3(Pt 3): 633-639. DOI: 10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00633.x.
- [22] Mackey WE, Curtis CE. Distinct contributions by frontal and parietal cortices support working memory[J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 6188. DOI: 10.1038/s41598-017-06293-x.
- [23] Koo H, Kim MS, Han SW, et al. After-effects of anodal transcranial direct current stimulation on the excitability of the motor cortex in rats[J]. Restor Neurol Neurosci, 2016, 34(5): 859-868. DOI: 10.3233/RNN-160664.
- [24] Jacobson L, Koslowsky M, Lavidor M. tDCS polarity effects in motor and cognitive domains: a meta-analytical review[J]. Exp Brain Res, 2012, 216(1): 1-10. DOI: 10.1007/s00221-011-2891-9.
- [25] Oldrati V, Colombo B, Antonietti A. Combination of a short cognitive training and tDCS to enhance visuospatial skills: a comparison between online and offline neuromodulation[J]. Brain Res, 2018, 1678: 32-39. DOI: 10.1016/j.brainres.2017.10.002.
- [26] 高利, 马健, 马亚玲, 等. 脑电图预警指标 α 波、 θ 波对老年轻度认知障碍的预测价值[J]. 国际精神病学杂志, 2017, 44(5): 861-863. DOI: 10.13479/j.cnki.jip.2017.05.027.
- Gao L, Ma J, Ma YL, et al. The predictive value of α waves and theta waves of EEG early warning indicators for cognitive impairment in old and young people[J]. Journal of International Psychiatry, 2017, 44(5): 861-863.
- [27] Babiloni C, Arakaki X, Bonanni L, et al. EEG measures for clinical research in major vascular cognitive impairment: recommendations by an expert panel[J]. Neurobiol Aging, 2021, 103: 78-97. DOI: 10.1016/j.neurobiolaging.2021.03.003.
- [28] 周成东, 刘兴高, 成平. 阿尔茨海默病和血管性痴呆的定量脑电图研究[J]. 检验医学与临床, 2017, 14(5): 633-636. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2017.05.013.
- Zhou CD, Liu XG, Cheng P. Quantitative EEG studies of Alzheimer's disease and vascular dementia[J]. Lab Med Clin, 2017, 14(5): 633-636.
- [29] 马将, 黄洁, 韩振萍, 等. α 波音乐对脑卒中后认知功能损害患者脑电 α 波及认知功能的影响研究[J]. 中国康复, 2015, 30(5): 342-345. DOI: 10.3870/zgkf.2015.05.006.
- Ma J, Huang J, Han ZP, et al. Effects of Alpha music on EEG alpha and cognitive function in patients with cognitive impairment following stroke[J]. Chinese Journal of Rehabilitation, 2015, 30(5): 342-345.

(收稿日期: 2023-11-01)

(本文编辑: 郑圣洁)