

经颅直流电刺激对卒中后认知功能障碍的效果评价

刘海敏

临沂市第三人民医院，山东临沂，276000；

摘要：目的 研究双半球经颅直流电刺激作用于背外侧前额叶皮层（DLPFC）对卒中后认知功能障碍（PSCI）患者的影响。方法 纳入 72 例卒中后认知功能障碍患者作为研究对象。通过随机分组程序将受试者平均分配至三个研究组别：试验 I 组、试验 II 组及对照组，均为 24 例。对照组实施常规认知功能康复方案，两个试验组在相同康复方案基础上分别加用不同型号的经颅直流电刺激治疗设备。试验 I 组采用 MBM-IV 101 型经颅直流电刺激仪（江西华恒京兴医疗科技有限公司，南昌，赣械注准 20212090101），试验 II 组则配备 CH5.2 型经颅直流电刺激仪（深圳般意科技有限公司，深圳）。试验 I 组和试验 II 组根据刺激强度划分成 1.2、1.5 和 2.0 mA 亚组，各 8 例。治疗频率均为每天 1 次，每周 5 次，共连续治疗 4 周。在治疗前后采用蒙特利尔认知评估量表、神经行为认知状况检查表、改良 Barthel 指数以及临床疗效评估对患者的认知功能以及治疗有效性进行评价，并比较。结果 治疗后，3 组患者的认知功能均有提升，试验 I 组和试验 II 组患者的评分相比对照组有显著上升，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），且电流强度的增加使得认知功能的改善增强，试验 I 组与试验 II 组疗效差异无统计学意义（ $P \geq 0.05$ ）。结论 使用 dual-tDCS 刺激 PSCI 患者的 DLPFC，可有效改善患者的认知功能障碍。

关键词：双半球经颅直流电刺激；背外侧前额叶皮层；脑卒中；认知功能障碍

DOI:10.69979/3029-2808.25.01.034

卒中后认知功能障碍（PSCI）是脑卒中常见并发症（缺血性脑卒中发生率 78.7%），主要表现为记忆、注意力、语言、视空间及执行功能损害，严重影响患者生活质量和回归社会。当前药物治疗仅短期有效且副作用明显，认知康复训练则存在依从性差、疗程长、效果有限等临床困境^[1]。

经颅直流电刺激（tDCS）作为一种新兴的无创神经调节技术。近年来，随着 tDCS 在临床试验中应用展开，研究表明 tDCS 对恢复脑卒中患者的认知功能有显著作用，但其疗效还取决于电极片位置、应用电流强度以及刺激时间等因素^[2]。

本研究通过双半球经颅直流电刺激（dual-tDCS）作用于 DLPFC 区，探究不同电流强度对卒中后认知功能障碍（PSCI）患者注意力、记忆力及执行力的改善效果，为临床治疗提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 7 月至 2024 年 10 月在我院住院治疗的 72 例卒中后认知功能障碍患者。根据计算机生成的随机数字列表将患者分为试验 I 组、试验 II 组和对照组，各 24 例。试验 I 组和试验 II 组再分别根据患者对

电流的适应情况细分为三个亚组，各 8 例。各组患者的基本情况在年龄、性别、病程等方面差异均无统计学意义，具有可比性，见表 1。

表 1 3 组患者一般资料比较

组别	m	n	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别 (例)		病程 (天, $\bar{x} \pm s$)	受教育年限 (年, $\bar{x} \pm s$)
				男	女		
试验 I 组	1.2	8	59.63±5.34	4	4	66.25±11.56	9.88±2.75
	1.5	8	58.25±9.48	6	2	46.38±17.66	10.25±1.83
	2.0	8	60.63±9.58	5	3	59.38±14.62	10.50±3.02
试验 II 组	1.2	8	63.88±3.83	7	1	62.13±16.00	10.25±2.87
	1.5	8	57.13±6.85	4	4	50.63±14.20	11.50±1.69
	2.0	8	57.38±8.40	5	3	58.75±25.06	10.25±2.71
对照组	-	2	60.25±	1		58.21±	10.42±
	-	4	6.97	5	9	14.85	2.54
F/ χ^2			0.822	3.732		1.381	0.323
P			0.557	0.713		0.235	0.923

纳入标准：（1）确诊为脑卒中并伴有认知功能障碍（2）接受正规药物治疗，且试验期间药物治疗没有变化。排除标准：（1）既往有神经系统疾病和精神病病史；（2）其他原因引起的认知功能障碍；（3）tDCS 禁忌症。

本研究已通过医院伦理委员会审批。

1.2 干预方法

所有患者均接受常规认知康复训练，在每次常规治疗结束后，试验 I 组和试验 II 组患者加用 tDCS 治疗，对 DLPFC 进行刺激。

1.2.1 常规认知康复训练

认知康复训练^[3]包括：注意力训练、书写训练等。每周 5 次，共持续治疗 4 周。

1.2.2 tDCS 治疗

试验 I 组和试验 II 组患者在认知康复训练的基础上，联合 tDCS 治疗。DLPFC 是目前所知的认知功能的重要部位，有神经影像学支持^[4]，所以本研究以双侧 DLPFC 为刺激靶点，依据 10-20 国际标准导联系统定位于 F3、F4 位点进行直流电刺激。试验 I 组使用 MBM-IV101 型经颅直流电刺激仪（江西华恒京兴医疗科技有限公司，南昌，赣械注准 20212090101）通过电极帽在 F3（阳极）和 F4（阴极）定位；试验 II 组采用 CH5.2 型经颅直流电刺激仪（深圳般意科技有限公司，深圳），同样以电极帽在 F3（阳极）和 F4（阴极）定位。研究显示，1~2 mA 的电流强度可以应用于脑卒中患者的治疗，且较少导致不良事件的发生。参考文献做法，本研究将试验组划分为 3 个亚组以接受 1.2 mA、1.5 mA 以及 2 mA^[5]三种电流刺激强度的治疗。单次刺激的时间为 20 分钟，每天 1 次，每周 5 次，共持续治疗 4 周。

1.3 观察指标

本研究于治疗前及干预 4 周后，分别通过以下 3 个量表或指数来衡量认知功能以及日常生活能力改善情况，并结合临床疗效标准进行判定^[6]。

蒙特利尔认知评估量表（MoCA）：多维度测试评估认知功能，总分为 30 分，得分在 26~30 分判定为认知功能正常，得分越低提示认知功能越差。

神经行为认知状态检查量表（NCSE）：包含各类认知功能，总共 10 个项目，总分为 82 分，得分<65 分被认定存在认知障碍，且得分越低表示认知功能越差。

改良 Barthel 指数（MBI）：评价内容包括上下楼梯、进食等 10 个项目，每项根据患者完成任务的独立性水平进行评分。总分从 0-100 分，分值越高表明独立性越强。

本研究采用 MoCA 评分变化率作为疗效评估指标，

设定分级标准：显效（增幅>20%）、有效（12%-20%）、无效（<12%），总有效率计算为（显效例数+有效例数）/总例数×100%。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。数据的正态性检验通过 Shapiro-Wilk 检验进行，符合正态分布的计量资料以均值±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示；计数资料使用 χ^2 检验分析。治疗前后组内差异采用配对 t 检验，组间差异通过单因素方差分析评估，并进一步进行两两比较。以 $P < 0.05$ 作为判断差异具有统计学意义的标准。

2 结果

2.1 认知功能

治疗前三组 MoCA 与 NCSE 评分组间比较均无统计学差异（ $P \geq 0.05$ ）；经 4 周干预后，各组认知评估指标均显著改善（ $P < 0.05$ ）。分析表明，试验 I 组和 II 组的评分提升幅度显著高于对照组（ $P < 0.05$ ），但两个试验组间的改善程度未达统计学差异（ $P \geq 0.05$ ）。在试验 II 组中，治疗后 2 mA 亚组的 MoCA 评分要高于 1.2 mA 和 1.5 mA 亚组，NCSE 评分要高于 1.2 mA 亚组，差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ），而在试验 I 组中，亚组间的 MoCA、NCSE 评分均无统计学差异（ $P \geq 0.05$ ）；见表 2~4。

表 2 3 组患者治疗前后的 MoCA、NCSE 评分（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别	MoCA（分）				NCSE 评分（分）			
	治疗前	治疗后	t	P	治疗前	治疗后	t	P
试验 I 组 (n=24)	12.08 ±1.86	15.54 ±2.78* #	6.82 0	<0.001	33.00 ±13.04	49.46 ±8.21* #	5.31 9	<0.01
试验 II 组 (n=24)	12.13 ±1.99	15.25 ±2.77* #	7.71 3	<0.001	33.29 ±12.91	47.42 ±8.40* #	5.30 8	<0.01
对照组 (n=24)	11.29 ±1.94	13.75 ±2.01#	6.38 0	<0.001	33.79 ±12.56	40.42 ±10.49#	4.33 4	<0.01
F	1.418	3.424			0.023	6.527		
P	0.249	0.038			0.977	0.003		

同时间节点，与对照组比较，* $P < 0.05$ ；组内治疗前后比较，# $P < 0.05$

表 3 试验 I 组中 3 个亚组患者治疗前后的 MoCA、NCSE 评分（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别	MoCA（分）				NCSE 评分（分）			
	治疗前	治疗后	t	P	治疗前	治疗后	t	P

1.2 mA (n=8)	11.88 ± 1.89	14.38 ± 1.92#	5.91 6	<0.001	30.75 ± 14.80	47.38 ± 7.60#	2.52 1	0
1.5 mA (n=8)	12.38 ± 1.85	15.50 ± 3.42#	2.99 7	0.02	35.13 ± 14.29	49.63 ± 9.71#	2.89 0	0
2 mA (n=8)	12.00 ± 2.07	16.75 ± 2.60#	5.05 2	<0.001	33.13 ± 11.17	51.38 ± 7.78#	3.67 2	0
F	0.144	1.526			0.210	0.454		
P	0.866	0.241			0.812	0.641		

组内治疗前后比较, #P<0.05

表 4 试验 II 组中 3 个亚组患者治疗前后的 MoCA、NCSE 评分($\bar{x} \pm s$)

组别	MoCA (分)				NCSE 评分 (分)			
	治疗前	治疗后	t	P	治疗前	治疗后	t	P
1.2 mA (n=8)	12.00 ± 2.27	14.25 ± 2.12**	7.18 0	<0.001	35.13 ± 14.02	43.88± 10.18**	3.18 2	0.01
1.5 mA (n=8)	11.38 ± 1.69	13.75 ± 2.19**	7.33 3	<0.001	30.75 ± 12.66	45.88± 5.82#	2.85 8	0.02
2 mA (n=8)	13.00 ± 1.85	17.75 ± 2.25#	5.15 8	<0.001	34.00 ± 13.38	52.50± 6.91#	3.54 6	0.00
F	1.413	7.940			0.231	2.642		
P	0.266	0.003			0.796	0.095		

同时间节点, 与 2 mA 亚组比较, *P<0.05 ; 组内治疗前后比较, #P<0.05

2.2 日常生活活动能力

治疗前三组患者 MBI 评分无显著差异 ($P \geq 0.05$) ; 经 4 周干预后, 各组 MBI 评分均显著提升 ($P < 0.05$) 。方差分析比较发现, 试验组 MBI 评分提升幅度显著高于对照组 ($P < 0.05$) , 而两试验组间 MBI 评分改善程度未见统计学差异 ($P \geq 0.05$) 。在试验 I 组中, 治疗后 2 mA 亚组的 MBI 评分要高于 1.2 mA 和 1.5mA 亚组; 试验 II 组中, 治疗后 2 mA 亚组的 MBI 评分高于 1.2 mA 亚组, 差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$) 。

表 5 3 组患者治疗前后的 MBI 评分 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例	MBI 评分 (分)			
		治疗前	治疗后	t	P
试验 I 组	24	36.38±6.77	81.50±4.67**	26.820	<0.001
试验 II 组	24	36.17±5.95	80.79±3.76**	29.448	<0.001

对照组	24	36.25±7.61	71.00±2.86#	19.010	<0.001
F		0.006	56.134		
P		0.994	<0.001		

与对照组比较, *P<0.05; 组内治疗前后比较, #P<0.05

表 6 试验 I 组中 3 个亚组患者治疗前后的 MBI 评分 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例	MBI 评分 (分)		t	P
		治疗前	治疗后		
1.2 mA	8	38.25±5.34	78.38±3.66**	16.216	<0.001
1.5 mA	8	35.38±8.50	81.00±3.82**	17.611	<0.001
2 mA	8	35.50±6.63	85.13±4.16#	16.952	<0.001
F		0.438	6.141		
P		0.651	0.008		

与 2 mA 亚组比较, *P<0.05 ; 组内治疗前后比较, #P<0.05

表 7 试验 II 组中 3 个亚组患者治疗前后的 MBI 评分 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例	MBI 评分 (分)		t	P
		治疗前	治疗后		
1.2 mA	8	36.38±5.97	78.13±4.22**	12.803	<0.001
1.5 mA	8	34.50±5.95	80.63±2.20#	20.596	<0.001
2 mA	8	37.63±6.30	83.63±2.56#	20.145	<0.001
F		0.536	6.226		
P		0.593	0.008		

与 2 mA 亚组比较, *P<0.05 ; 组内治疗前后比较, #P<0.05

2.3 临床疗效评估

根据 3 组患者在治疗前后 MoCA 评分的变化, 对 tD CS 在 3 组患者上的临床疗效进行评估, 结果如表 8。试验组经治疗后得到有效病情改善的人数要显著多于对照组 ($P < 0.05$) 。

表 8 3 组患者的治疗有效性比较 (例 (%))

组别	例数	显效	有效	无效	总有效率
试验 I 组	24	14	7	3	21(87.50)*
试验 II 组	24	12	10	2	22(91.67)*
对照组	24	10	5	9	15(62.50)
χ^2					7.626
P					0.022

与对照组比较, *P<0.05

3 讨论

本研究针对卒中后认知功能障碍(PSCI)的核心症状(注意力、记忆力和执行功能受损)及其治疗困境(药

副作用大、康复训练周期长),采用双半球 DLPFC 经颅直流电刺激(tDCS)联合常规康复训练^[3],在 72 例 MoCA 确诊患者中评估该方案对认知功能的改善效果,并探讨刺激参数(电极位置、电流强度)对疗效的影响。

本研究发现,治疗结束后,3 组患者的 MoCA、NCSE 以及 MBI 评分都有所改善,其中经 tDCS 治疗后的试验 I 组和试验 II 组相较于对照组具有更高的评分,差异有显著性意义,这表明双半球 DLPFC tDCS 可以有效改善 PSCI 患者的认知功能。治疗可能涉及以下 3 种机制:(1)促进突触可塑性。tDCS 可以通过调节钙离子、NMDAR、GABA 活性等途径优化突触功能;(2)加强脑区间的功能连接。tDCS 可有效加强脑区间功能连接。脑卒中后大脑半球间的功能平衡遭到破坏,导致全脑网络连接异常。tDCS 不仅能调节刺激靶区的皮层活动,还能改善与之功能相关的广泛脑区网络,促进跨区域功能整合,重建受损区与健康脑区之间的信息传递通路;(3)tDCS 通过改善神经-血管耦合来促进脑功能恢复。tDCS 通过调节神经血管单元功能,精准匹配脑血流与神经元代谢需求,改善氧供并优化神经修复微环境,从而促进脑功能恢复并缓解血流动力学紊乱^[7]。

研究显示,背外侧前额叶皮层(DLPFC)作为认知功能的关键脑区^[4],其功能受损会导致卒中后认知障碍(PSCI)患者出现工作记忆受损等执行功能的异常。通过经颅直流电刺激(tDCS)靶向干预 DLPFC 可有效改善其脑灌注和神经递质传递,修复额叶-纹状体环路功能,从而显著提升患者的注意警觉性、资源分配能力和执行功能。

综上所述,本研究招募了 72 例诊断为卒中后认知功能障碍的患者,评估双半球 DLPFC tDCS 对 PSCI 患者

认知功能障碍的改善情况。结果表明,tDCS 作用于双侧 DLPFC 可以有效改善 PSCI 患者的认知功能,治疗效果随电流强度的增加而增强,试验 I 组和试验 II 组的疗效差异无统计学意义。本研究为临床推广应用 DLPFC tDCS 改善 PSCI 患者的认知功能障碍提供了新的依据。

参考文献

- [1] 彭通,赵雅宁,刘瑶,等.三种类型经颅直流电刺激对卒中上肢偏瘫患者干预效果的网状 Meta 分析[J].中国循证医学杂志,2022,22(12):1436-1444.
- [2] 于洪丽,张少谦,王春方,等.基于脑电图的多模式经颅直流电刺激对脑卒中的作用效应研究[J].生物医学工程学杂志,2022,39(5):966-973.
- [3] 侯景明,谢晓明,韩会建,刘宏亮.经颅直流电刺激治疗脑卒中后认知功能障碍的静息态功能性磁共振研究[J].中华物理医学与康复杂志,2020,42(5).
- [4] 王思思,库逸轩.右侧背外侧前额叶在视觉工作记忆中的因果性作用[J].心理学报,2018,50(7):12.DOI:10.3724/SP.J.1041.2018.00727.
- [5] 尹昱,左秀芹,吕艳玲,等.经颅直流电刺激对脑卒中患者上肢运动功能障碍的疗效[J].中国康复理论与实践,2015,21(7):4.DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2015.07.020.
- [6] 王陈军,周海燕,陈多妹.改良 Barthel 指数评定量表在脑卒中患者中的应用及影响效果分析[J].中国药物与临床,2018,18(12).
- [7] 王莹,神经生物学.经颅直流电刺激的神经机制及其在卒中运动康复中的应用[D].[2025-04-10].