经颅交流电刺激联合舍曲林对抑郁障碍患者认知功能的影响

李 丹,夏 仲,朱文礼,梁丹丹,缪文文,宋传福*

(蚌埠医科大学附属芜湖市第四人民医院,安徽 芜湖 241000

*通信作者:宋传福,E-mail:songchfu@163.com)

【摘要】 **背景** 认知功能与个体的生活质量和社会功能密切相关,约有20%~35%的抑郁障碍患者在临床症状缓解后仍存在一定程度的认知功能障碍。现有研究表明,经颅交流电刺激(tACS)对单一认知域功能(如记忆功能)具有改善作用,但对执行功能、注意功能及信息处理速度等认知维度的影响尚不清楚。**目的** 探讨tACS对抑郁障碍患者多维认知功能及情绪症状的影响,以期为抑郁障碍的治疗提供参考。**方法** 选取2022年11月—2024年10月在芜湖市第四人民医院住院治疗的、符合《精神障碍诊断与统计手册(第5版)》(DSM-5)中抑郁障碍诊断标准的49例患者为研究对象,通过Excel随机分为研究组(n=23)和对照组(n=26)。两组均接受舍曲林治疗,起始剂量为50 mg/d,随后根据患者个体差异、疗效和不良反应逐步调整剂量,维持剂量为100~200 mg/d。研究组在此基础上接受为期4周、每周5次、每次20 min的tACS治疗;对照组接受同参数的tACS伪刺激20 min(30秒后无电流输出)。于基线期、治疗第4周和第12周采用汉密尔顿抑郁量表17项版(HAMD-17)评定抑郁症状、汉密尔顿焦虑量表(HAMA)评定焦虑症状、MATRICS认知成套测验(MCCB)评定认知功能。**结果** 重复测量方差分析结果显示,两组HAMD-17评分的时间效应和时间与组间的交互效应均有统计学意义(F=260.437、25.309,P均<0.01)。治疗第12周,研究组HAMD-17评分低于对照组(t=4.236,P<0.01)。两组HAMA评分的时间效应、组间效应以及时间与组间的交互效应均有统计学意义(F=248.082、4.506、9.500,P<0.05或0.01)。治疗第4周和第12周,研究组HAMA评分均低于对照组(t=4.580、2.608,P<0.05或0.01)。两组MCCB的注意/警觉性、词语学习和总体综合评分的时间效应、组间效应以及时间与组间的交互效应均有统计学意义(F=70.331、27.882、51.679、5.560、10.948、7.860、8.490、3.874、5.025,P<0.05或0.01)。治疗第4周,研究组MCCB的注意/警觉性、词语学习和总体综合分数评分高于对照组(t=-2.149、-3.530、-2.740,P均<0.05);治疗第12周,研究组MCCB的注意/警觉性、词语学习和总体综合分数评分均高于对照组(t=-3.534、-3.576、-3.838,P均<0.01)。**结论** tACS联合舍曲林治疗短期内对抑郁障碍患者的注意/警觉性、词语学习能力、总体认知功能和焦虑症状的改善作用可能优于单纯药物治疗;从12周的结果来看,tACS联合舍曲林治疗不仅延续了上述认知领域和焦虑症状的改善优势,对抑郁症状的改善可能也优于单一药物治疗。

【关键词】 经颅交流电刺激;抑郁障碍;认知功能

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

微信扫描二维码
听独家语音释文
与作者在线交流

中图分类号:R749.4 文献标识码:A doi:10.11886/scjsws20250107001

Effects of transcranial alternating current stimulation combined with sertraline on cognitive function in patients with depressive disorder

*Li Dan, Xia Zhong, Zhu Wenli, Liang Dandan, Miao Wenwen, Song Chuanfu**

(*The Fourth People's Hospital of Wuhu Affiliated to Bengbu Medical University, Wuhu* 241000, *China*

**Corresponding author: Song Chuanfu, E-mail: songchfu@163.com*)

【**Abstract**】 **Background** Cognitive function is closely related to an individual's quality of life and social functioning, with approximately 20%~35% of patients with depressive disorder experiencing some degree of cognitive impairment even after clinical symptom remission. Existing evidence suggests that tACS can improve specific cognitive domains, such as memory function, while its effects on other cognitive dimensions, such as executive functioning, attention, and information processing speed, remain unclear. **Objective** To explore the effects of tACS on the multidimensional cognitive functions and emotional problems of patients with depressive disorder, thus to provide references for the treatment of depressive disorder. **Methods** Forty-nine patients with depressive disorder who were hospitalized in the Fourth People's Hospital of Wuhu from November 2022 to October 2024 and met the diagnostic criteria for depressive disorder outlined in the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, fifth edition

基金项目:安徽省临床医学研究转化专项项目(项目名称:经颅交流电刺激对抑郁症亚型临床评价研究;项目编号:202204295107020065)

(DSM-5), were selected as study participants. Subjects were randomly divided into study group (n=23) and control group (n=26) based on Microsoft Excel. Both groups received sertraline treatment. The initial dose was 50 mg/day, which gradually titrated upward based on individual variability, drug tolerance, and therapeutic response, with a maintenance dose ranging from 100 to 200 mg/day. In addition, the study group underwent tACS therapy for 4 weeks, with 5 sessions per week, each lasting 20 minutes. The control group received sham stimulation, in which the stimulus was interrupted after the first 30 seconds. At baseline, the 4th week, and the 12th week of treatment, patients were assessed using the Hamilton Depression Scale-17 item (HAMD-17), Hamilton Anxiety Scale (HAMA), and MATRICS Consensus Cognitive Battery (MCCB). **Results** Repeated measures analysis of variance indicated that both the time effect and the time×group interaction effect for HAMD-17 scores were statistically significant between the two groups (F=260.437, 25.309, P<0.01). At week 12 of treatment, the HAMD-17 score in the study group was lower than that in the control group (t=4.236, P<0.01). For HAMA scores, the time effect, group effect, and time×group interaction effect were all statistically significant between the two groups (F=248.082, 4.506, 9.500, P<0.05 or 0.01). At weeks 4 and 12, study group reported lower HAMA scores compared with control group (t=4.580, 2.608, P<0.05 or 0.01). Regarding the MCCB scores for attention/vigilance, verbal learning, and overall composite, the time effect, group effect, and time×group interaction effect were all statistically significant between the two groups (F=70.331, 27.882, 51.679, 5.560, 10.948, 7.860, 8.490, 3.874, 5.025, P<0.05 or 0.01). After intervention, the study group showed significantly higher MCCB scores for attention/vigilance, verbal learning, and overall composite at both week 4 (t=-2.149, -3.530, -2.740, P<0.05) and week 12 (t=-3.534, -3.576, -3.838, P<0.01) when compared to the control group. **Conclusion** The combined tACS and sertraline therapy may demonstrate superior efficacy to pharmacotherapy alone in the short term for improving attention/vigilance, verbal learning, overall cognitive function, and anxiety symptoms in patients with depressive disorders. Based on the 12-week outcomes, the combined tACS and sertraline therapy not only sustaine its previously observed advantages in improving cognitive domains and anxiety symptoms, but also demonstrate potentially superior efficacy over monotherapy in alleviating depressive symptoms. [Fund by Clinical Medical Research Transformation Special Project of Anhui Province (number, 202204295107020065)]

【**Keywords**】 Transcranial alternating current stimulation; Depressive disorder; Cognitive function

抑郁障碍是一种高发的精神疾病,给社会带来了沉重的负担[1]。尽管抗抑郁药物在抑郁障碍的治疗中取得了一定成效,但部分患者无法通过首选药物获得足够的疗效,需进一步调整药物治疗方案[2]。约95%的抑郁障碍患者在药物治疗后仍存在认知功能障碍[3-4]。认知功能障碍是独立于抑郁障碍情感症状之外的伴随症状[5],主要表现为记忆、注意、执行功能受损。认知功能障碍贯穿抑郁障碍的整个病程,即使抑郁症状经干预达到临床缓解标准,仍有部分患者存在认知功能障碍,严重影响其生活质量[6-7]。抑郁障碍的治疗目标不仅包括症状学上的恢复,还应将认知功能的改善作为一个重要指标。

经颅交流电刺激(transcranial alternating current stimulation,tACS)作为一种经颅神经调控技术,逐渐被应用于抑郁障碍的治疗[8]。tACS是经颅直流电刺激的一个特殊版本,采用低强度交流电的非侵入性脑电刺激方式,以正弦、双相交流电刺激皮质神经元。tACS可根据治疗的需要改变刺激的部位和强度,调整大脑的异常震荡活动,进而改善抑郁障碍患者的情绪症状[9-10]。目前,关于tACS治疗抑郁障碍患者临床症状的研究较多[11-13],但针对患者认知功能的临床研究证据不足,且现有证据多集中于tACS对单一认知域功能(如记忆功能)的改善作用,对执行功能、注意功能及信息处理速度等认知维度的影响尚不清楚[14-15]。故本研究探讨tACS对抑郁障碍患者认知功能的影响,并假设tACS联合舍曲林治疗能够改善抑郁障碍患者的多维度认知功能,并协同缓解焦虑与抑郁症状,以期为抑郁障碍的治疗提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象

本研究为随机对照研究。选取2022年11月—2024年10月在芜湖市第四人民医院住院治疗的抑郁障碍患者为研究对象。使用G*Power 3.1估算样本量(假设效应量d=0.8,显著水平α=0.05,统计功效$1-\beta$=0.9),得出每组所需样本量为18~20,考虑20%的脱落率,每组所需样本量为22~24。入组标准:①年龄18~60岁;②符合《精神障碍诊断与统计手册(第5版)》(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, fifth edition, DSM-5)抑郁障碍的诊断标准;③汉密尔顿抑郁量表17项版(Hamilton Depression Scale-17 item, HAMD-17)评分>17分;④初中及以上受教育程度;⑤自愿参与本研究,并签署知情同意书。排除标准:①妊娠或哺乳期妇

女、近期计划怀孕者；②存在tACS或磁共振成像禁忌症者；③患有严重或不稳定的器质性疾病者；④存在物质滥用/依赖者；⑤脑电图有棘慢波者；⑥伴精神病性症状者；⑦合并其他精神障碍者；⑧存在视力或听力障碍者。符合入组标准且不符合排除标准共49例，采用Excel随机分为研究组（n=23）和对照组（n=26）。本研究经芜湖市第四人民医院伦理委员会批准，伦理批件号[2023]-KY-01。

1.2 干预方法

1.2.1 药物治疗

所有患者均接受盐酸舍曲林片（左洛复，辉瑞制药有限公司，8151268，50 mg/片）治疗，参照中国《精神障碍诊疗规范（2020年版）》[16]推荐方案，起始剂量为50 mg/d，随后根据患者个体差异、疗效和不良反应逐步调整剂量，维持剂量为100~200 mg/d。

1.2.2 tACS治疗

使用无线经颅交流电刺激器（深圳英智科技有限公司，型号：tES4me）进行tACS治疗。研究组接受为期4周，每周5次，每次20 min的tACS治疗。将电极放置于被试左侧背外侧前额叶和右侧顶叶。tACS参数为40 Hz，电流强度1~2 mA。对照组参数同研究组，但电流仅持续30秒。

1.3 评定工具

采用自编问卷收集患者的基本资料，包括性别、年龄、受教育程度、婚姻状况、发作次数及住院次数。

采用HAMD-17评定抑郁症状[17]。HAMD-17共17个条目，大部分条目采用0~4分5级评分，少部分条目采用0~2分3级评分，总评分范围0~54分。总评分越高表明抑郁症状越严重。本研究中，该量表Cronbach's α系数为0.825。

采用汉密尔顿焦虑量表（Hamilton Anxiety Scale，HAMA）评定焦虑症状[18]。HAMA共14个条目，各条目采用0~4分5级评分。总评分范围0~56分，总评分越高表明焦虑症状越严重。本研究中，该量表Cronbach's α系数为0.870。

采用MATRICS认知成套测验（MATRICS Consesus Cognitive Battery，MCCB）评定认知功能。MCCB包括连线测验、言语流畅测验、符号编码测验、持续操作测验、空间广度测验、霍普金斯词语学习测验、简易视觉空间记忆测验、迷宫测验和情绪智商测验（微信扫OSID二维码获取各项测验的具体内容）。可反应的认知维度如下[19]。①信息处理加工速度：连线测验、言语流畅测验、符号编码测验；②注意/警觉性：持续操作测验；③工作记忆：空间广度测验；④词语学习与记忆：霍普金斯词语学习测验；⑤视觉学习与记忆：简易视觉空间记忆测验；⑥推理/问题解决：迷宫测验；⑦社会认知：情绪智商测验以及总体综合分数。通过MCCB评分程序将各项测验原始分转化为认知领域的T分。T分越高表明相应维度的认知功能越好。本研究中，该测验Cronbach's α系数为0.761。

1.4 评定方法与质量控制

由2名经过培训并通过考核的非课题组成员在基线期、治疗第4周和第12周进行HAMD-17、HAMA以及MCCB评定。HAMD-17、HAMA评定限时10~20 min，MCCB评定限时100~150 min。所有量表完成后当场回收，采用双人独立录入法录入数据并交叉核对。剔除作答缺失条目数超过总条目10%、作答选项出现明显自相矛盾以及作答时间过长或过短的问卷。

1.5 统计方法

采用SPSS 26.0进行统计分析。计数资料以[n(%)]表示，组间比较采用χ^2检验，若单元格期望频数<5，则采用Fisher精确检验。采用Shapiro-Wilk检验判断计量资料是否符合正态分布。符合正态分布的计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示。符合正态分布且方差齐性的重复测量数据采用重复测量方差分析。在重复测量方差分析中，若Mauchly球形假设检验成立，采用主体内检验；若球形假设不成立，则使用Greenhouse-Geisser校正。当交互效应显著时，进一步进行简单效应分析，并使用Bonferroni校正进行多重比较。基础检验水准α=0.05。

2 结　　果

2.1 基本资料

研究组男性11例（47.83%），女性12例（52.17%），年龄（40.17±13.33）岁。对照组男性12例（46.15%），女性14例（53.85%），年龄（38.81±12.08）岁。

两组性别、年龄、受教育程度、婚姻状况、发作次数以及住院次数比较，差异均无统计学意义（P均>0.05）。见表1。

表 1　两组基本资料比较

Table 1　Demographic comparison between two groups

项　目	研究组（n=23）	对照组（n=26）	χ^2/Fisher	P
性别[n(%)]			0.014	0.907
男性	11(47.83)	12(46.15)		
女性	12(52.17)	14(53.85)		
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	40.17±13.33	38.81±12.08	0.022	0.709
受教育程度[n(%)]			–	0.251
初中	9(39.13)	16(61.54)		
高中	7(30.43)	6(23.08)		
大学及以上	7(30.43)	4(15.38)		
婚姻状况[n(%)]			0.330	0.566
未婚	6(26.09)	5(19.23)		
已婚	17(73.91)	21(80.77)		
发作次数[n(%)]			–	0.568
0次	3(13.04)	4(15.38)		
1~2次	18(78.26)	21(80.77)		
≥3次	2(8.70)	1(3.85)		
住院次数[n(%)]			–	0.660
0次	11(47.83)	15(57.69)		
1次	8(34.78)	9(34.62)		
≥2次	4(17.39)	2(7.69)		

2.2　两组 HAMD-17、HAMA 评分比较

两组 HAMD-17 评分的时间效应和交互效应均有统计学意义（F=260.437、25.309，P 均<0.01）；两组 HAMA 评分的时间效应、组间效应和交互效应均有统计学意义（F=248.02、4.506、9.500，P<0.05 或 0.01）。

进一步分析结果显示，两组基线期 HAMD-17 和 HAMA 评分比较，差异无统计学意义（P 均>0.05）。治疗第 4 周，研究组 HAMA 评分低于对照组（t=4.580，P<0.05），治疗第 12 周，研究组 HAMD-17 和 HAMA 评分均低于对照组（t=4.236、2.608，P 均<0.01）。见图 1。

表 2　两组 HAMD-17、HAMA 评分比较（$\bar{x}\pm s$，分）

Table 2　Comparison of HAMD-17 and HAMA scores between two groups

组　别	时　间	HAMD-17 评分	HAMA 评分
研究组（n=23）	基线期	29.58±4.92	22.83±4.71
	治疗第 4 周	19.80±5.41	10.57±2.72
	治疗第 12 周	10.56±4.66	7.30±4.01
对照组（n=26）	基线期	26.98±7.14	21.31±4.07
	治疗第 4 周	20.75±6.03	14.19±2.80
	治疗第 12 周	16.96±5.41	9.88±2.87
时间效应	F_1	260.437	248.082
	P_1	<0.010	<0.010
组间效应	F_2	1.147	4.506
	P_2	0.292	<0.05
时间×组间交互效应	F_3	25.309	9.500
	P_3	<0.010	<0.010

注：HAMD-17，汉密尔顿抑郁量表 17 项版；HAMA，汉密尔顿焦虑量表

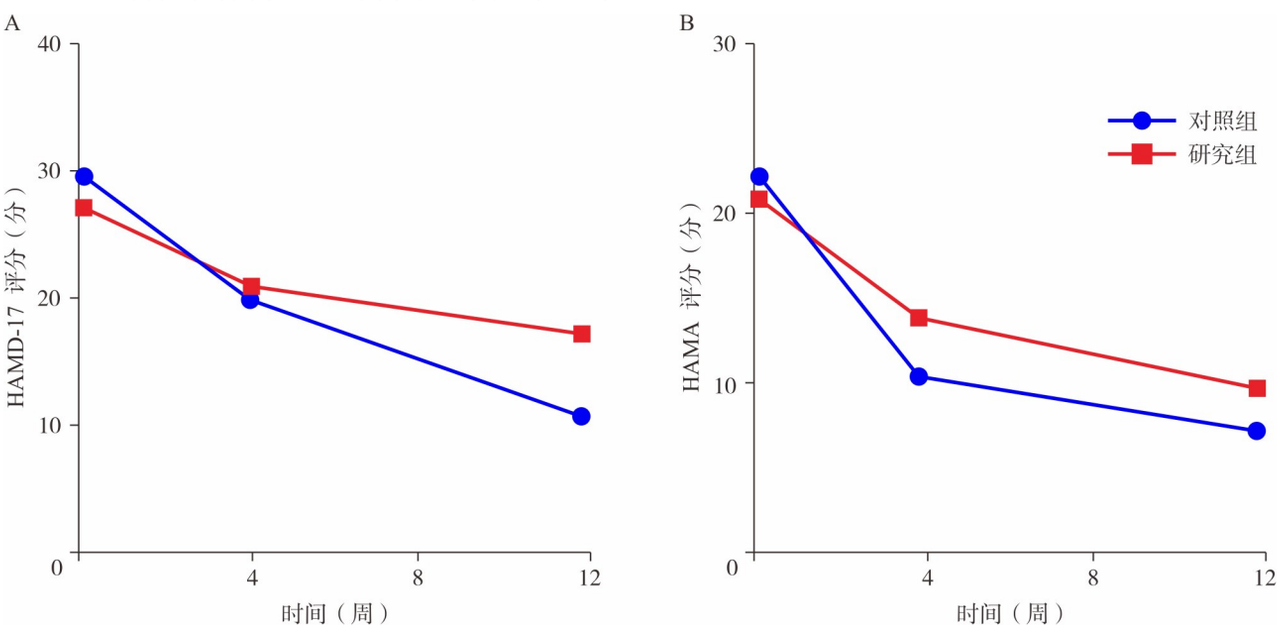

图 1　两组患者 HAMD-17 与 HAMA 评分的折线图

Figure 1　Line chart of HAMD-17 and HAMA scores of two groups

2.3　两组 MCCB 评分比较

两组 MCCB 的信息处理加工速度、注意/警觉性、工作记忆、词语学习、视觉学习、问题解决及总体综合分数的时间效应均有统计学意义（F=58.041、70.331、13.609、27.882、9.062、8.153、51.679，P<0.05 或 0.01）；两组信息处理加工速度、注意/警觉性、词语学习、视觉学习、问题解决和总分的组间效应均有统计学意义（F=10.847、5.560、

10.948、4.502、7.105、7.860，P<0.05或0.01）；两组注意/警觉性、词语学习和总体综合分数评分的交互效应有统计学意义（F=8.490、3.874、5.025，P<0.05或0.01）。见表3。

进一步分析结果显示，基线期，两组注意/警觉性、词语学习和总体综合分数评分差异均无统计学意义（P均>0.05）。治疗第4周，研究组注意/警觉性、词语学习和总体综合分数评分均高于对照组（t=−2.149、−3.530、−2.740，P均<0.05），治疗第12周，研究组注意/警觉性、词语学习和总体综合分数评分均高于对照组（t=−3.534、−3.576、−3.838，P均<0.01）。

表3 两组MCCB评分比较（$\bar{x}\pm s$，分）

Table 3 Comparison of MCCB scores between two groups

组别	时间	MCCB评分							
		信息处理加工速度	注意/警觉性	工作记忆	词语学习	视觉学习	问题解决	社会认知	总体综合分数
研究组（n=23）	基线期	41.78±6.77	39.91±4.84	37.43±6.17	43.09±9.30	47.91±9.77	46.83±11.62	47.96±12.40	41.91±6.96
	治疗第4周	50.52±6.44	44.61±6.22	40.48±7.42	50.70±10.12	50.91±13.60	51.39±7.96	50.48±13.62	47.70±6.27
	治疗第12周	55.48±4.92	49.17±5.85	45.91±9.25	54.74±8.09	55.00±12.35	54.00±9.73	50.96±12.44	51.35±5.94
对照组（n=26）	基线期	37.50±11.33	38.65±6.24	35.69±7.30	40.15±8.29	41.35±8.75	42.12±10.95	42.12±14.80	39.42±7.19
	治疗第4周	41.27±11.62	40.58±6.84	38.15±8.75	41.69±7.68	47.15±12.47	43.54±12.64	44.96±14.71	41.92±8.20
	治疗第12周	47.65±8.54	43.15±6.04	39.85±5.98	46.38±8.23	48.58±11.30	47.58±8.67	44.04±14.65	44.50±6.48
时间效应	F_1	58.041	70.331	13.609	27.882	9.062	8.153	2.789	51.679
	P_1	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.050	0.075	<0.010
组间效应	F_2	10.847	5.560	2.646	10.948	4.502	7.105	2.721	7.860
	P_2	<0.050	<0.050	0.113	<0.010	<0.050	<0.050	0.109	<0.010
时间×组间交互效应	F_3	2.670	8.490	1.869	3.874	0.434	0.505	0.169	5.025
	P_3	0.082	<0.010	0.164	<0.050	0.642	0.562	0.816	<0.050

注：MCCB，MATRICS认知成套测验

3 讨 论

本研究结果显示，治疗第4周，研究组HAMA评分低于对照组，MCCB注意/警觉性、词语学习和总体综合分数评分均高于对照组；治疗第12周，研究组HAMD-17和HAMA评分均低于对照组，MCCB注意/警觉性、词语学习和总体综合分数评分均高于对照组。提示tACS联合舍曲林治疗对认知功能的改善作用以及对焦虑与抑郁症状的缓解作用可能优于单一药物治疗，支持研究假设。

本研究结果显示，治疗第4周，研究组MCCB注意/警觉性、词语学习和总体综合分数评分均高于对照组，提示tACS联合舍曲林可能有助于改善抑郁障碍患者的注意/警觉性、词语学习能力和总体认知功能。与Manenti等[20]的研究结果一致，tACS治疗能够提升患者的整体认知能力。多项研究[21-23]表明，抑郁障碍患者背外侧前额叶的神经振荡异常增强与其他脑区有效连通性下降并存，前者直接导致信息处理紊乱及认知效率降低，而后者则通过破坏背外侧前额叶-顶叶/前扣带回等关键认知环路产生级联效应。这种异常的神经震荡可导致认知残留症状，进一步加重社会功能损害。而tACS可以通过交流电流恢复神经震荡的正常活动，通过增强神经元的可塑性影响内侧顶叶皮层和楔前叶区域神经递质传递的方式和增加神经元之间连接的强度，进而改善抑郁障碍患者的认知功能[24-27]。

本研究结果显示，治疗第4周，研究组HAMA评分低于对照组，两组HAMD-17评分比较，差异无统计学意义（P>0.05），表明短期内两种治疗方法对于抑郁症状的改善效果相当，而tACS联合舍曲林治疗对于焦虑症状的改善效果优于单药治疗。这一差异可能与焦虑、抑郁症状的神经环路分离性调控机制有关。既往研究表明，焦虑与抑郁在神经生物学机制上存在部分重叠，但二者核心病理特征不同，焦虑主要与杏仁核-前额叶皮层通路的过度警觉相关，而抑郁更倾向于前额叶-边缘系统网络的功能失调导致的持续性心境低落[28-29]。tACS通过模仿自然的脑电振荡向左侧背外侧前额叶和右侧顶叶施加特定频率的交流电流对异常的神经振荡进行纠正，杏仁核区域对于刺激较为敏感，当患者的警觉度降低时可表现为焦虑症状的改善[29]。

本研究结果显示，治疗第12周，研究组注意/警觉性、词语学习的得分和总体综合分数评分均高于

对照组，且 HAMA、HAMD-17 评分均低于对照组。提示 tACS 联合舍曲林治疗的长期疗效优于单一药物治疗。这一优势可能与两种治疗的协同作用有关。舍曲林通过调节神经递质水平改善其情绪症状，而 tACS 则通过重塑左侧背外侧前额叶的神经振荡，增强神经元之间的连接和可塑性，从而改善认知功能和情绪状态[20]。文献和临床实践均表明，单一药物治疗存在疗效有限的问题，尤其在难治性抑郁障碍患者中更为突出[30]。tACS 联合舍曲林治疗通过兼顾神经生物学和生化机制，突破了单一干预的局限性，促进了认知功能和情绪症状改善。

综上所述，tACS 联合舍曲林治疗短期内对于抑郁障碍患者的注意/警觉性、词语学习能力、总体认知功能和焦虑症状的改善作用可能优于单纯药物治疗；从 12 周的结果观察，tACS 联合舍曲林治疗不仅延续了上述认知领域和焦虑症状的改善优势，对抑郁症状的改善可能也优于单一药物治疗。本研究局限性：①仅对比了 tACS 组与伪刺激对照组，未设置单独的药物对照组；②样本量较小，统计效力可能不足，影响验证结果的稳健性。

参考文献

[1] 范馨月. 精神疾病患者经济负担分析及预测[J]. 经济数学，2019，36(1)：79-83.
Fan，XY. Analysis and prediction of economic burden of mental patients[J]. Journal of Quantitative Economics，2019，36(1)，79-83.

[2] Cipriani A，Furukawa TA，Salanti G，et al. Comparative efficacy and acceptability of 21 antidepressant drugs for the acute treatment of adults with major depressive disorder：a systematic review and network meta-analysis [J]. Lancet，2018，391(10128)：1357-1366.

[3] Fossati P，Ergis AM，Allilaire JF. Executive functioning in unipolar depression：a review[J]. Encephale，2002，28(2)：97-107.

[4] 张毛毛，张罗雅，王昱翔，等. 住院青少年抑郁症患者元认知能力及其与临床症状的关系[J]. 四川精神卫生，2024，37(5)：433-438.
Zhang MM，Zhang LY，Wang YX，et al. Metacognitive capacities in relation to clinical symptoms in youth hospitalized adolescent patients with major depressive disorder[J]. Sichuan Mental Health，2024，37(5)，433-438.

[5] Fossati P. Is major depression a cognitive disorder?[J]. Rev Neurol (Paris)，2018，174(4)：212-215.

[6] Gros DF，Price M，Strachan M，et al. Behavioral activation and therapeutic exposure：an investigation of relative symptom changes in PTSD and depression during the course of integrated behavioral activation，situational exposure，and imaginal exposure techniques[J]. Behav Modif，2012，36(4)：580-599.

[7] 凡豪杰，夏磊，刘寰忠. 儿童青少年抑郁障碍患者认知功能损害特征的研究进展[J]. 神经疾病与精神卫生，2024，24(3)：153-158.
Fan HJ，Xia L，Liu HZ. Research advances on characteristics of cognitive impairment in children and adolescents with depressive disorder[J]. Journal of Neuroscience and Mental Health，2024，24(3)，153-158.

[8] 梁思想，刘心宇，张玲，等. 非侵入性脑刺激在抑郁症精准医疗中的研究进展[J]. 神经疾病与精神卫生，2023，23(6)：408-413.
Liang SX，Liu XY，Zhang L，et al. Research progress on non-invasive brain stimulation in precision medicine for depression [J]. Journal of Neuroscience and Mental Health，2023，23(6)，408-413.

[9] 汪晓，张庆娥. 经颅交流电刺激在精神神经疾病中应用及作用机制的研究进展[J]. 神经疾病与精神卫生，2022，22(6)：444-447.
Wang X，Zhang QE. Research progress of application and mechanism of action of transcranial alternating current stimulation in neuropsychiatric diseases [J]. Neurology and Mental Health，2022，22(6)，444-447.

[10] 李亚菊，邓吉宝，王永杰，等. 经颅直流电刺激对精神分裂症患者认知功能改善效果的系统评价[J]. 四川精神卫生，2024，37(5)：482-486.
Li YJ，Deng JB，Wang YJ，et al. Systematic evaluation of the therapeutic effect of transcranial direct current stimulation on cognitive function in patients with schizophrenia [J]. Sichuan Mental Health，2024，37(5)，482-486.

[11] Wilkening A，Kurzeck A，Dechantsreiter E，et al. Transcranial alternating current stimulation for the treatment of major depression during pregnancy [J]. Psychiatry Res，2019，279：399-400.

[12] Alexander ML，Alagapan S，Lugo CE，et al. Double-blind，randomized pilot clinical trial targeting alpha oscillations with transcranial alternating current stimulation (tACS) for the treatment of major depressive disorder (MDD) [J]. Transl Psychiatry，2019，9(1)：106.

[13] Klink K，Paßmann S，Kasten FH，et al. The modulation of cognitive performance with transcranial alternating current stimulation：a systematic review of frequency-specific effects[J]. Brain Sci，2020，10(12)：932-938.

[14] Palm U，Baumgartner C，Hoffmann L，et al. Single session gamma transcranial alternating stimulation does not modulate working memory in depressed patients and healthy controls[J]. Neurophysiol Clin，2022，52(2)：128-136.

[15] Haller N，Senner F，Brunoni AR，et al. Gamma transcranial alternating current stimulation improves mood and cognition in patients with major depression[J]. J Psychiatr Res，2020，130(1)：31-34.

[16] 李红政，雷美英. 综合医院精神障碍诊疗[M]. 人民卫生出版社，2018:563-582.
Li HZ，Lei MY. Diagnosis and treatment of mental disorders in

general hospitals [M]. People's Medical Publishing House, 2018: 563-582.

[17] Han J, Feng Y, Li N, et al. Correlation between word frequency and 17 Items of Hamilton Scale in major depressive disorder[J]. Front Psychiatry, 2022, 13: 902873.

[18] 白磊. 利培酮联合认知行为干预对精神分裂症患者行为症状改善及社会功能的影响[J]. 中华养生保健, 2024, 42(12): 53-56.
Bai L. Effects of risperidone combined with cognitive-behavioral intervention on behavioral symptom improvement and social functioning in patients with schizophrenia [J]. Chinese Health Care, 2024, 42(12): 53-56.

[19] Shi C, Kang L, Yao S, et al. The MATRICS Consensus Cognitive Battery (MCCB): co-norming and standardization in China[J]. Schizophr Res, 2015, 169(1-3): 109-115.

[20] Manenti R, Cotelli MS, Cobelli C, et al. Transcranial direct current stimulation combined with cognitive training for the treatment of Parkinson disease: a randomized, placebo-controlled study[J]. Brain Stimul, 2018, 11(6): 1251-1262.

[21] 罗炯, 孙丛丛, 潘伟刚, 等. 经颅交流电刺激联合抗抑郁药对抑郁发作的疗效及安全性[J]. 首都医科大学学报, 2022, 43(2): 244-248.
Luo J, Sun CC, Pan WG, et al. Efficacy and safety of transcranial alternating-current stimulation combined with antidepressants in the treatment of depressive episode [J]. Journal of Capital Medical University, 2022, 43(2): 244-248.

[22] He H, Sun X, Doose J, et al. TMS-induced modulation of brain networks and its associations to rTMS treatment for depression: a concurrent fMRI-EEG-TMS study [J]. medRxiv, 2024, 2024: 24319609.

[23] Liu R, Zhu G, Wu Z, et al. Temporal interference stimulation targets deep primate brain[J]. Neuroimage, 2024, 291: 120581.

[24] Wu CW, Lin BS, Zhang Z, et al. Pilot study of using transcranial temporal interfering theta-burst stimulation for modulating motor excitability in rat [J]. J Neuroeng Rehabil, 2024, 21(1): 147.

[25] Liu X, Qi S, Hou L, et al. Noninvasive deep brain stimulation via temporal interference electric fields enhanced motor performance of mice and its neuroplasticity mechanisms[J]. Mol Neurobiol, 2024, 61(6): 3314-3329.

[26] Qi S, Liu X, Yu J, et al. Temporally interfering electric fields brain stimulation in primary motor cortex of mice promotes motor skill through enhancing neuroplasticity[J]. Brain Stimul, 2024, 17(2): 245-257.

[27] Violante IR, Alania K, Cassarà AM, et al. Non-invasive temporal interference electrical stimulation of the human hippocampus[J]. Nat Neurosci, 2023, 26(11): 1994-2004.

[28] Drevets WC, Price JL, Furey ML. Brain structural and functional abnormalities in mood disorders: implications for neurocircuitry models of depression[J]. Brain Struct Funct, 2008, 213(1-2): 93-118.

[29] Wong HL, Chan WC, Wong YL, et al. High-definition transcranial direct current stimulation-an open-label pilot intervention in alleviating depressive symptoms and cognitive deficits in late-life depression[J]. CNS Neurosci Ther, 2019, 25(11): 1244-1253.

[30] Murrough JW, Iosifescu DV, Chang LC, et al. Antidepressant efficacy of ketamine in treatment-resistant major depression: a two-site randomized controlled trial [J]. Am J Psychiatry, 2013, 170(10): 1134-1142.

(收稿日期:2025-01-07)
(本文编辑:万秋容)