

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.04.028
网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250218.1713.009\(2025-02-19\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250218.1713.009(2025-02-19))

伴与不伴精神病性症状的抑郁症患者近红外脑功能成像研究^{*}

郭油油,余妍洁,温慧,陈虹燕,黎雪梅[△]
(重庆医科大学附属第一医院精神科 重大脑疾病与衰老教育部重点实验室,重庆 400016)

[摘要] **目的** 基于功能性近红外脑功能成像(fNIRS)技术探讨伴精神病性症状的抑郁症患者与不伴精神病性症状的抑郁症患者在执行言语流畅性刺激任务(VFT)期间各个脑区的脑氧合血红蛋白相对浓度差异及特征。**方法** 选取 2023 年 7 月至 2024 年 4 月该院精神科住院治疗的 108 例重度抑郁症患者为研究对象,根据是否伴发精神病性症状分为伴发组($n=60$)和不伴组($n=48$),采用 fNIRS 设备测量并比较两组在 VFT 期间的 52 个脑区通道脑氧合血红蛋白相对浓度变化情况。**结果** 与不伴组比较,伴发组第 13 通道脑氧合血红蛋白相对浓度更高(0.003 ± 0.001 vs. 0.002 ± 0.001),第 33 通道脑氧合血红蛋白相对浓度更低(0.003 ± 0.001 vs. 0.007 ± 0.002),差异有统计学意义($P<0.05$)。两组其余脑区的脑氧合血红蛋白相对浓度比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 与精神病性症状相关的脑功能区存在氧活动异常,fNIRS 技术有助于对伴精神病性症状的抑郁症患者的脑有氧代谢功能进行早期评估。

[关键词] 功能性近红外脑功能成像;抑郁症;精神病性症状;氧合血红蛋白;言语流畅性刺激任务
[中图法分类号] R587.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)04-0949-05

Functional near-infrared spectroscopy study of cerebral hemodynamics in major depressive disorder with versus without psychotic symptoms^{*}

GUO Youyou, YU Yanjie, WEN Hui, CHEN Hongyan, LI Xuemei[△]
[Department of Psychiatry, Key Laboratory of Major Brain Disease and Aging Research (Ministry of Education), the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China]

[Abstract] **Objective** To investigate differential patterns of oxygenated hemoglobin concentration in prefrontal cortical regions between major depressive disorder patients with or without psychotic symptoms during verbal fluency task (VFT) performance using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). **Methods** A total of 108 patients with major depression who were hospitalized in the psychiatric department of the hospital from July 2023 to April 2024 were selected as the study objects. They were divided into two groups ($n=60$) with or without psychotic symptoms ($n=48$). fNIRS devices were used to measure and compare the changes in the relative concentration of cerebral hemoglobin in 52 brain channels between the two groups during VFT. **Results** Compared with the unaccompanied group, the relative concentration of cerebral oxygenated hemoglobin in channel 13 was higher (0.003 ± 0.001 vs. 0.002 ± 0.001), and the relative concentration of cerebral oxygenated hemoglobin in channel 33 was lower (0.003 ± 0.001 vs. 0.007 ± 0.002), the difference was statistically significant ($P<0.05$). There was no significant difference in the relative concentration of oxygenated hemoglobin in other brain areas between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** There are abnormal oxygen activity in brain functional areas associated with psychotic symptoms, and fNIRS technique is helpful for early assessment of cerebral aerobic function in depressed patients with psychotic symptoms.

[Key words] functional near-infrared spectroscopy; major depressive disorder; psychotic features; oxygenated hemoglobin; verbal fluency task

抑郁症是一种全球最常见的精神疾病,其典型症状为情绪低落、兴趣和愉快感丧失、精力不济或疲劳

^{*} 基金项目:重庆医科大学附属第一医院教育教学改革项目(CMER202302)。 [△] 通信作者,E-mail:1272378153@qq.com。

感,同时可伴有不同程度的认知损害,部分还存在自伤自杀行为^[1-2]。伴精神病性症状的抑郁症是抑郁症的一个亚型,约占单相抑郁门诊患者的 5%~20%,其特征为易出现幻觉、妄想、紧张综合征、抑郁性木僵等精神病性症状,此外伴精神病性症状的抑郁症具有高发病率和死亡率,且社会心理功能受损更为广泛,生活质量下降程度更大^[3-5]。目前,对伴精神病性症状的抑郁症患者的脑功能及结构相关研究欠缺,尤其国内外有关影像学特征研究较少^[6]。功能性近红外脑功能成像(functional near-infrared spectroscopy, fNIRS)技术,作为一种基于光学特性的检测手段,可通过检测额颞叶脑区氧合血红蛋白浓度的变化进而间接反映相对应脑区的神经活动,目前已被广泛应用于抑郁症的检测中^[7]。本研究基于 fNIRS 技术探讨伴精神病性症状的抑郁症患者的脑功能异常特征,为其发病机制提供依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2023 年 7 月至 2024 年 4 月本院精神科住院治疗的 108 例重度抑郁症患者为研究对象。纳入标准:(1)抑郁症诊断参考《ICD-10 精神与行为障碍分类》,且经两名及以上精神科主治医师明确诊断;(2)入院 24 h 内接受日立 ETG-4100 fNIRS 检查,具备完整的采集结果;(3)入院前 1 周及接受 fNIRS 检查前未服用任何药物,且未接受任何形式的医学治疗;(4)汉密尔顿抑郁量表(Hamilton depression scale, HAMD)评分≥8 分;(5)病程 1~12 个月。排除标准:(1)住院时间<3 d;(2)合并严重的神经系统或躯体疾病;(3)临床资料不全;(4)重复入院。108 例患者中男 56 例,女 52 例,年龄 18~69 岁,平均(33.80±1.27)岁。根据是否伴发精神病性症状分为不伴组($n=48$)和伴发组($n=60$),伴发组中伴有幻觉症状者 23 例,妄想、言语异常者 20 例,幻觉和妄想并存者 15 例,紧张综合征 2 例。两组一般资料比较,差异无统计学意义($P<0.05$),具有可比性,见表 1。本研究经本院伦理委员会批准(审批号:K2024-190-01),患者均知情同意。

表 1 两组一般资料比较

项目	不伴组 ($n=48$)	伴发组 ($n=60$)	χ^2/t	P
男/女(n/n)	21/27	25/35	0.021	0.998
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	33.10±0.98	33.05±1.05	-0.310	0.765
HAMD 评分($\bar{x}\pm s$,分)	31.35±0.08	29.17±1.08	1.826	0.767
受教育年限($\bar{x}\pm s$,年)	11.66±0.97	12.08±1.14	0.674	0.573

1.2 方法

1.2.1 fNIRS 检查

fNIRS 数据由日立 ETG-4100 fNIRS 设备收集。fNIRS 系统具有 52 个通道,由 7 个光源探头和 7 个探测器探头组成(探头间距 3 cm),采样率为 10 Hz。根据国际 10/20 系统,探针的中心放置在 Fpz 上,覆盖大脑的前额叶皮层区域。fNIRS 设备使用两种波长的近红外光(760 和 850 nm)监测受试者前额叶皮层下的氧血红蛋白、脱氧血红蛋白和总血红蛋白。在每个参与者收集数据前进行信号检查和校准,包括检查源检测器分离的位置和弄皱头发以确保没有头发覆盖前额叶。

1.2.2 言语流畅性测试(verbal fluency task, VFT)刺激任务过程

采用日立 ETG-4100 fNIRS 设备软件内自带的 VFT 任务,任务配合流程为受试者静坐在一张舒适的椅子上,双目直视前方带“+”号的电脑显示屏幕,告知受试者集中注意力准备执行 VFT 任务,并尽量避免头动。VFT 任务分 3 个任务期,第 1 个任务期为在听到机器指令语音后开始重复匀速地大声数 5 个数字(1、2、3、4、5),时间为 30 s;第 2 个任务期为听到指示语音后开始组词,任务要求受试者以天空的“天”字、白云的“白”字、大小的“小”字组尽可能多的词语;第 3 个任务期与第 1 个任务期内容相同。整个任务期间测量两组受试者前额叶、左右颞叶大脑皮质中相对氧合血红蛋白含量的变化,获得原始数据。

1.2.3 fNIRS 数据处理

将 fNIRS 原始数据下载后,使用 MATLAB 软件的 NIRS_KIT 部分对原始数据进行数据预处理,去除原始数据中含有生理心脏搏动、头动、仪器等噪声,然后计算 52 个脑区脑氧合血红蛋白浓度,并进行统计分析,使用 MATLAB 自带工具进行绘图和结果展示。

1.3 统计学处理

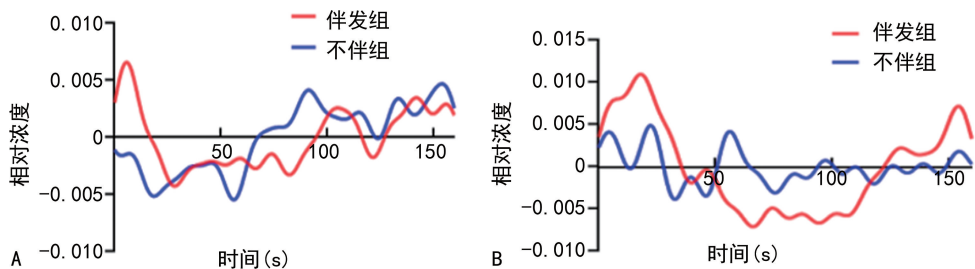
采用 SPSS26.0 软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,比较采用 t 检验;计数资料以例数或百分比表示,比较采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

与不伴组比较,伴发组第 13 通道脑氧合血红蛋白浓度更高,第 33 通道脑氧合血红蛋白浓度更低,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2、图 1。两组其余脑区的脑氧合血红蛋白浓度比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 2 两组脑氧合血红蛋白相对浓度比较($\bar{x}\pm s$)

项目	不伴组($n=48$)	伴发组($n=60$)	t	P
第 13 通道	0.002±0.001	0.003±0.001	2.640	0.010
第 33 通道	0.007±0.002	0.003±0.001	-2.258	0.027



A:第 13 通道;B:第 33 通道。

图 1 两组氧合血红蛋白浓度 MATLAB 图

3 讨 论

伴精神病性症状的抑郁症是指伴有妄想、幻觉等精神病的抑郁发作,伴精神病性症状的抑郁症患者相较于不伴精神病性症状的抑郁症患者具有预后差、药物治疗效果较差的特点。既往研究显示,青少年首发抑郁障碍患者伴精神病性症状占比高于成年人首发抑郁障碍患者^[8]。本研究结果显示,两组年龄比较差异无统计学意义($P>0.05$),与既往研究^[8]结果不同,这可能与本研究纳入人群为复发性抑郁和首发抑郁两类群体有关。有研究提示,是否伴精神病性症状与抑郁患者的 HAMD 评分严重程度无明显相关性^[8],这与本研究结果一致。

脑结构受损是抑郁症和精神性疾病机制的重要原因^[9]。抑郁症患者皮层功能障碍占绝大部分,主要与脑额叶、颞叶皮层及皮层下功能异常有关^[8,10]。fNIRS 技术是一种简便快速测量脑组织氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白浓度变化的方法,并已被用作推荐的测量皮层功能的脑成像方法,可以在临床中对精神疾病起到辅助诊治作用,对疾病的潜在大脑机制起到提示作用^[11-13]。多项有关抑郁症患者的研究显示,基于 VFT 任务下的 fNIRS 测量结果表明,抑郁症患者中额叶皮层代谢和血流减少可能与情绪低落和认知障碍有关,而伴精神病性症状的重度抑郁症患者的 VFT 任务结果提示其功能损害更为严重^[14-16]。

本研究结果显示,在基于 VFT 任务下,所有 fNIRS 技术测量的额颞叶 52 个通道对应脑区中,伴发组第 13 通道对应的额下回区域(布洛卡区)脑氧合血红蛋白浓度稍高于不伴组。额下回(布洛卡区)被认为是与大脑语言产生密切相关的皮层区域,区别于不伴组,伴发组言语异常是本研究常见症状之一^[17]。言语异常等精神病性症状可能是与言语相关的皮层功能失调的结果^[18-21]。一项功能磁共振相关研究发现,具有言语异常等精神病症状的患者额下回区域(布洛卡区)脑功能激活增加^[22],与本研究结果有相近之处。本研究中,伴发组第 13 通道脑氧合血红蛋白浓度稍高于不伴组,提示伴精神病性症状的抑郁症患者该脑区活动可能存在异常增加或紊乱,所需耗氧量

对应高于不伴组。

本研究结果还提示,伴发组第 33 通道脑氧合血红蛋白浓度稍低于不伴组,提示该脑区在伴发组中的活动可能降低,对应所需耗氧量低于不伴发组。颞上回主要被认为是听觉处理和语言接受密切相关的皮层区域^[23-26]。幻听是伴发组另一常见症状,在幻听患者中,大脑不同区域之间的连接可能出现异常,如听觉皮层与额叶、颞叶等其他脑区的连接。额叶在认知控制和情绪调节等方面起作用,颞叶除了听觉处理还有记忆等功能。当这些区域之间的连接出现错误或过度增强、减弱时,可能会导致错误的听觉感知,可能由于异常连接而被错误地激活并传达到听觉皮层,产生幻听。在此前多项 MRI 研究中,颞上回区域的皮层形态学和其他脑区的功能连接异常在精神分裂症患者中已被多次证实,且此区域的体积减小与幻听或思维障碍症状密切相关^[27-32]。本研究提示伴发组颞上回区域脑区活动降低,可能与该区域皮层损伤和功能网络连接障碍相较于不伴发精神病症状组更严重有关。

综上所述,伴精神病性症状的抑郁症患者在进行 VFT 时,额下回区域脑功能脑氧合血红蛋白浓度高于不伴组,颞上回区域脑功能脑氧合血红蛋白浓度低于不伴组,提示与精神病性症状相关的脑功能区存在氧活动异常。因此,应用 fNIRS 技术监测的脑氧合血红蛋白浓度或可成为评估和识别抑郁症患者伴精神病性症状的脑区特异性损伤的灵敏指标和新方法。本研究的不足之处在于纳入的病例较少,对于伴精神病性症状的抑郁症患者的神经机制研究不够充分,未来将进行更全面、样本量更大的研究。此外,未来可开展前瞻性研究继续探讨伴精神病性症状的抑郁症患者的大脑结构及功能变化。

参考文献

[1] 齐玉,王高华,刘忠纯,等. 抑郁症言语流畅性任务及伦敦塔任务下脑激活的近红外光谱成像研究[J]. 中华精神科杂志,2017,50(4):276-281.

- [2] 邓江南,叶鑫武,赵飞飞. 脑电生物反馈治疗对抑郁症患者睡眠质量及自主神经功能的影响[J]. 重庆医学,2025,54(1):127-131.
- [3] 程奥博,樊家琦,刘力慧,等. 青少年抑郁患者在言语流畅性任务下脑氧合血红蛋白水平的变化[J]. 中华行为医学与脑科学杂志,2022,31(7):629-633.
- [4] 石伟静,穆敬平,廖恒,等. 近红外光谱成像技术在抑郁症中的研究进展[J]. 精神医学杂志,2023,36(3):316-321.
- [5] 程丹丹,洪素,陈星月,等. 伴或不伴焦虑症状的抑郁症患者 MMPI 结果分析[J]. 重庆医学,2025,54(1):52-56.
- [6] 田菊,权文香,王久菊,等. 近红外光成像技术辅助诊断抑郁症的灵敏度和特异度研究[J]. 中华行为医学与脑科学杂志,2017,26(2):149-152.
- [7] STRUCKMANN W,PERSSON J,WEIGL W, et al. Modulation of the prefrontal blood oxygenation response to intermittent theta-burst stimulation in depression: a sham-controlled study with functional near-infrared spectroscopy[J]. World J Biol Psychiatry, 2021, 22(4): 247-256.
- [8] 王文斌,赵昕,吴涵,等. 青少年与成人首发抑郁障碍患者临床特征及颅脑磁共振成像结构图像异常特征比较[J]. 中国民康医学,2022,34(15):118-122.
- [9] DOWNEY D,BRIGADOI S,TREVITHICK L, et al. Frontal haemodynamic responses in depression and the effect of electroconvulsive therapy[J]. J Psychopharmacol, 2019, 33(8): 026988111985831.
- [10] 陈喆思,黄小飞,王画鸽,等. 近红外脑功能成像在大脑认知功能中的研究进展[J]. 中国康复,2024,39(5):318-320.
- [11] 李媛,黄欢,徐睿,等. 重性抑郁障碍和精神分裂症患者眼区情绪识别任务下近红外光谱脑功能成像比较研究[J]. 中华行为医学与脑科学杂志,2024,33(5):393-399.
- [12] WONG Y K,WU J M,ZHOU G,et al. Antidepressant monotherapy and combination therapy with acupuncture in depressed patients:a resting-state functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study[J]. Neurotherapeutics,2021,18(4):2651-2663.
- [13] POLSKAIA N,ST-AMANT G,FRASER S,et al. Involvement of the prefrontal cortex in motor sequence learning:a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study[J]. Brain Cogn, 2023,166:105940.
- [14] MAO D,WUNDERLICH J,SAVKOVIC B,et al. Speech token detection and discrimination in individual infants using functional near-infrared spectroscopy[J]. Sci Rep,2021,11(1):24006.
- [15] VAN RIPER S M,TEMPEST G D,PICCIRILLI A,et al. Aerobic exercise,cognitive performance,and brain activity in adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. Med Sci Sports Exerc,2023,55(8):1445-1455.
- [16] LIFSHITZ-BEN-BASAT A,TAITELBAUMSW-EAD R,FOSTICK L. Speech perception following transcranial direct current stimulation (tDCS) over left superior temporal gyrus (STG) (including Wernicke's area) versus inferior frontal gyrus (IFG) (including Broca's area)[J]. Neuropsychologia,2024,202:108959.
- [17] 于灿灿,石娇,徐正娟,等. 围绝经期抑郁女性前额叶皮质激活的近红外脑功能成像研究[J]. 中华行为医学与脑科学杂志,2023,32(10):894-900.
- [18] 杨道良,陈玄玄,胡姗姗,等. 重性抑郁障碍患者 N-back 范式前额叶皮层的功能性近红外光谱成像初步观察[J]. 国际精神病学杂志,2024,51(3):758-762.
- [19] 马佩,沈无双,沈慧娟,等. 功能性近红外脑成像系统综述[J]. 光学仪器,2022,44(5):1-13.
- [20] LU H,ZHANG Y,QIU H,et al. A new perspective for evaluating the efficacy of tACS and tDCS in improving executive functions:a combined tES and fNIRS study[J]. Hum Brain Mapp,2024,45(1):e26559.
- [21] SHTYROV Y,PERIKOVA E,FILIPPOVA M,et al. Transcranial direct-current stimulation of core language areas facilitates novel word acquisition[J]. Neurobiol Learn Mem,2024,216:107992.
- [22] FENG K,SHEN C Y,MA X Y,et al. Effects of music therapy on major depressive disorder:a study of prefrontal hemodynamic functions using fNIRS[J]. Psychiatry Res,2019,275:86-93.
- [23] BINNEWIES J,NAWIJN L,VAN TOL M J,et al. Associations between depression, lifestyle and brain structure:a longitudinal MRI study

[J]. *Neuroimage*,2021,231:117834.

[24] ZHONG S Z,KEVIN XING-LONG W,MILL-AN H,et al. Transcranial direct stimulation over left inferior frontal gyrus improves language production and comprehension in post-stroke aphasia;a double-blind randomized controlled study [J]. *Brain Lang*, 2024, 257: 105459.

[25] FUNG G,DENG Y,ZHAO Q,et al. Distinguishing bipolar and major depressive disorders by brain structural morphometry: a pilot study [J]. *BMC Psychiatry*,2015,15:298.

[26] 阳雨露,孙蕴怡,肖洪奇,等. 精神疾病患者言语流畅性任务下前额叶激活特征的功能性近红外光谱成像研究[J]. *四川精神卫生*,2023,36(3): 235-241.

[27] 李陈,赵淑婉,唐兴,等. 基于体素形态学测量的首发精神分裂症幻听患者全脑白质体积研究[J]. *空军军医大学学报*,2023,44(8):752-755.

[28] 王梦莉,潘晓龙,张婷婷. 首发青年重度抑郁症患者脑白质结构网络分析[J]. *神经损伤与功能重建*,2023,18(5):274-278.

[29] 吴月,李冕,李涵脩然,等. 精神分裂症和重性抑郁障碍与快感缺失有关的近红外光谱成像研究[J]. *中国神经精神疾病杂志*,2024,50(9):533-539.

[30] SELVARAJ S,CHHABRA H,DINAKARAN D,et al. Auditory signal detection in schizophrenia:correlates with auditory verbal hallucinations & effect of single session transcranial direct current stimulation (tDCS)[J]. *Psychiatry Res*,2021,297:113704.

[31] HUA Q,WANG L,HE K,et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for auditory verbal hallucinations in schizophrenia:a randomized clinical trial [J]. *JAMA Netw Open*, 2024, 7 (11): e2444215.

[32] 黄子夜,张素兮,叶鑫武,等. 不同诊断类型的言语性幻听症状间影像遗传学差异研究[J]. *现代实用医学*,2024,36(6):710-713.

(收稿日期:2024-08-28 修回日期:2024-12-28)

(编辑:袁皓伟)

(上接第 948 页)

treatment reduces mortality in severe sepsis and septic shock from the first hour:results from a guideline-based performance improvement program[J]. *Crit Care Med*, 2014, 42 (8): 1749-1755.

[23] 乔薇. 外周血宏基因组二代测序技术在脓毒症患者中的临床诊断价值[J]. *中国急救医学*, 2023,43(4):301-306.

[24] 张娜,方春晓. 老年重症肺炎病原学特点以及预后相关因素分析[J]. *中国微生态学杂志*,2019, 31(9):1043-1046.

[25] 何德华,刘明,陈启敏,等. 宏基因组二代测序在重症肺炎患者病原学中的应用[J]. *实用医学杂志*,2023,39(8):948-952.

[26] LI N,MA X,ZHOU J,et al. Clinical application of metagenomic next-generation sequencing technology in the diagnosis and treatment of pulmonary infection pathogens: a prospective single-center study of 138 patients[J]. *J Clin Lab Anal*,2022,36(7):e24498.

[27] DINH A,ROPERS J,DURAN C,et al. Discontinuing β -lactam treatment after 3 days for patients with community acquired pneumonia in non-critical care wards (PTC):a double blind, randomized, placebo-controlled, noninferiority trial[J]. *Lancet*,2021,397(10280):1195-1203.

[28] FERREYRO B L,MUNSHI L. Causes of acute respiratory failure in the immunocompromised host[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2019, 25 (1): 21-28.

[29] WOOD G C,UNDERWOOD E L,CROCE M A,et al. Treatment of recurrent *Stenotrophomonas maltophilia* ventilator-associated pneumonia with doxycycling and aerosolized colistin [J]. *Ann Pharmacother*, 2010, 44 (10): 1665-1668.

[30] 卢娇,方敏. 重症肺部感染与免疫紊乱:问题与展望[J]. *中国实用内科杂志*,2022,42(3):196-201.

(收稿日期:2024-09-28 修回日期:2025-01-09)

(编辑:张芃捷)