拉莫三嗪联合脑电生物反馈治疗青少年双相情感障碍抑郁发作的临床效果

赵明[1*]，刘立滢[1]，臧立娓[2]，胡安曼[3]

（1. 温州市第七人民医院普通精神科，浙江 温州 325000；2. 温州市第七人民医院精神综合一病区，浙江 温州 325000；3. 温州市第七人民医院精神康复科，浙江 温州 325000）

[摘要] **目的** 探讨拉莫三嗪联合脑电生物反馈治疗青少年双相情感障碍抑郁发作的临床效果。**方法** 选取 2023 年 1 月至 2024 年 10 月温州市第七人民医院收治的 160 例双相情感障碍抑郁发作患者，根据入院先后顺序编号进行随机分组，分为对照组与观察组，每组各 80 例。对照组接受奥氮平和拉莫三嗪治疗，观察组在此基础上联合脑电生物反馈治疗，比较 2 组的疗效差异。**结果** 治疗 12 周后，观察组的临床疗效较对照组更佳（$P < 0.05$）。治疗 8 周及 12 周后，观察组的血清脑源性神经营养因子和 γ-氨基丁酸水平及认知功能评分较对照组更高，同型半胱氨酸水平及抑郁情绪、躁狂程度和社会功能评分较对照组更低（$P < 0.05$）；与治疗前比较，2 组的上述指标和评分均更优（$P < 0.05$）。2 组不良反应发生率差异无统计学意义（$P > 0.05$）。**结论** 脑电生物反馈治疗联合拉莫三嗪能够显著改善青少年双相情感障碍抑郁发作患者的抑郁情绪与认知功能，有效控制躁狂症状，促进患者社会功能恢复，并能有效调节血清指标水平，临床疗效较高且安全性良好。

[关键词] 双相情感障碍；抑郁发作；青少年；拉莫三嗪；脑电生物反馈治疗；躁狂程度

[中图分类号] R971；R749.4 [文献标志码] A [文章编号] 1001-5094（2025）11-1048-05

DOI: 10.20053/j.issn1001-5094.202506090370

Efficacy of Lamotrigine Combined with Electroencephalogram Biofeedback in the Treatment of Depressive Episodes in Adolescents with Bipolar Disorder

ZHAO Ming[1], LIU Liying[1], ZANG liwei[2], HU Anman[3]

(1. Department of General Psychiatric, The Seventh People's Hospital of Wenzhou City, Wenzhou 325000, China; 2. Spiritual Comprehensive Ward 1, The Seventh People's Hospital of Wenzhou City, Wenzhou 325000, China; 3. Department of Psychiatric Rehabilitation, The Seventh People's Hospital of Wenzhou City, Wenzhou 325000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the clinical efficacy of lamotrigine combined with electroencephalogram (EEG) biofeedback in the treatment of depressive episodes in adolescents with bipolar disorder. **Methods** A total of 160 adolescent patients with bipolar disorder experiencing depressive episodes admitted to the Seventh People's Hospital of Wenzhou City from January 2023 to October 2024 were selected. They were numbered according to the order of admission and randomly assigned to a control group and an intervention group, with 80 patients in each. The control group received olanzapine and lamotrigine treatment, while the intervention group received additional EEG biofeedback therapy alongside the same regimen. The efficacy differences between the two groups were compared. **Results** After 12 weeks of treatment, the clinical efficacy of the intervention group was superior to that of the control group ($P < 0.05$). At 8- and 12-week of treatment, the levels of serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF), γ-aminobutyric acid (GABA), and cognitive function scores in the intervention group were higher than those in the control group. The levels of homocysteine (Hcy), depression score, mania, and social function score were lower than those in the control group ($P < 0.05$). Compared with pre-treatment baseline, the above aforementioned indicators and scores of both groups showed significant improvement in both groups ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse reactions between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** The combination of EEG biofeedback therapy and lamotrigine can significantly alleviate depressive mood and improve cognitive function in adolescent patients with bipolar disorder during depressive episodes. It effectively controls manic symptoms, promotes the recovery of social functioning, and beneficially modulates serum biomarker levels. This combined approach demonstrates high clinical efficacy and a favorable safety profile.

[Key words] bipolar disorder; depressive episode; adolescent; lamotrigine; electroencephalogram biofeedback therapy; manic severity

接受日期： 2025-10-22

基金项目： 温州市科研项目（No. Y20220844）

* **通信作者：** 赵明，住院医师 **研究方向：** 精神医学 **E-mail：** esad1217@163.com

双相情感障碍是一种以情感周期性波动为特征的心境障碍，好发于青少年阶段，临床表现为抑郁、躁狂发作及混合状态，显著损害患者的社会功能[1]。临床研究显示，该病患者常伴有血清脑源性神经营养因子（brain-derived neurotrophic factor，BDNF）和γ-氨基丁酸（γ-aminobutyric acid，GABA）水平降低的特征性改变，这种异常情况可通过影响神经可塑性和情绪调节功能参与疾病的发生发展[2]。传统药物治疗（如拉莫三嗪）虽可通过调节谷氨酸和GABA系统起效，但存在单药疗效有限、起效慢等局限[3]。脑电生物反馈治疗仪能非侵入性地调控异常脑电活动来改善情绪，特别适合青少年患者[4]。目前，脑电生物反馈与拉莫三嗪联合疗法研究尚属空白，尤其对BDNF和GABA动态影响不明。本研究旨在探讨脑电生物反馈联合拉莫三嗪治疗青少年双相情感障碍抑郁发作的疗效，并分析其对血清BDNF和GABA水平的影响。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究以临床疗效为主要指标，根据预实验数据（观察组有效率为87%，对照组为67%），采用率比较的样本量公式（1）计算：

$$n=\frac{\left[Z_{\alpha/2}\sqrt{2\overline{P}(1-\overline{P})}+Z_{\beta}\sqrt{P_1(1-P_1)+P_2(1-P_2)}\right]^2}{(P_1-P_2)^2} \quad (1)$$

其中：$Z_{\alpha/2}=1.96$（$\alpha=0.05$），$Z_{\beta}=0.84$（$\beta=0.2$，检验效能80%），$P_1=0.87$，$P_2=0.67$，$\overline{P}=(P_1+P_2)/2=0.77$，考虑10%～20%脱落率，最终总样本量纳入160例。

选取2023年1月至2024年10月温州市第七人民医院收治的160例青少年双相情感障碍抑郁发作患者，本研究经医院伦理委员会审核批准（批号：温七医伦审2023研第26号）。纳入标准：①首次发病；②年龄12～18岁；③符合《中国双相障碍防治指南：基于循证的选择》中双相情感障碍抑郁发作的诊断标准[5]；④汉密尔顿抑郁量表-24（Hamilton Depression Scale-24，HAMD-24）[6]评分≥20分，杨氏躁狂状态评定量表（Young Mania Rating Scale，YMRS）[7]评分＜12分；⑤患者及监护人知情同意。排除标准：①合并广泛性焦虑障碍或精神分裂等；②存在自杀、暴力倾向或严重躯体疾病；③合并脑器质性疾病；④存在药物、酒精依赖或过敏体质；⑤近期有重大应激事件或相关药物用药史；⑥中途退出研究或脱落病例。按患者入院编号将其随机分为观察组和对照组，各80例，2组基线资料组间差异无统计学意义（$P>0.05$），见表1。

1.2 方法

2组均接受常规病情监测和环境安全管理及心理教育，并予以奥氮平（浙江华海药业股份有限公司，国药准字H20203557，规格：5 mg/片）作为基础治疗，初始剂量为每日2.5～5 mg。治疗3～4 d后根据临床反应逐步调整剂量，最终维持剂量不超过每日15 mg。

在基础治疗后，对照组予以拉莫三嗪（浙江华海药业股份有限公司，国药准字H20203182，规格：100 mg/片）口服治疗，初始剂量为每次25～50 mg，每日2次。2周内结合患者的病情调整为每日100～200 mg。

表1 2组临床资料比较

Table 1 Comparison of baseline characteristics between the two groups

组别	n	性别/例（%）		病程/年（$\bar{x}\pm s$）	年龄/岁（$\bar{x}\pm s$）	体重指数/kg·m^{-2}（$\bar{x}\pm s$）	HAMD-24评分/分（$\bar{x}\pm s$）	文化程度/例（%）	
		男	女					初中及以下	高中及以上
观察组	80	40（50.00）	40（50.00）	1.27±0.17	14.73±1.52	18.71±2.11	31.41±4.21	39（48.75）	41（51.25）
对照组	80	35（43.75）	45（56.25）	1.23±0.20	14.66±1.43	18.66±2.09	31.08±4.20	37（46.25）	43（53.75）
χ^2/t		0.401		0.169	0.203	0.143	0.470	0.100	
P		0.527		0.866	0.839	0.887	0.962	0.752	

HAMD-24：Hamilton Depression Scale-24（汉密尔顿抑郁量表-24）

在对照组治疗基础上，观察组予以经颅刺激器进行脑电生物反馈治疗：将阳电极固定在左侧背外侧前额叶区，将阴电极固定在右侧背外侧前额叶区，电流刺激强度为2 mA，每次持续20 min，每周5次。可随着患者病情恢复情况，适当调整电疗次数。2组患者连续治疗时间均为12周。

1.3 观察指标

1.3.1 临床疗效 治疗12周后，参照相关文献[8]进行疗效评估：以HAMD-24评分为依据，症状基本消失，评分降低≥75%为痊愈；症状显著缓解，评分降低50%～74%为显效；症状部分改善，评分降低30%～49%为好转；症状无明显变化，评分降低＜30%为无效。总有效率＝痊愈率＋显效率＋好转率。

1.3.2 血清相关指标水平 治疗前、治疗8周及12周后，采集空腹静脉血3 mL离心，采用酶联免疫吸附法检测血清BDNF，GABA和同型半胱氨酸

（homocysteine，Hcy）水平。

1.3.3 抑郁情绪、躁狂程度、认知功能和社会功能 治疗前、治疗 8 周及 12 周后，采用 HAMD-24 量表（总分 96 分）评估抑郁情绪，分数越低则抑郁症状越轻；采用贝克-拉范森躁狂量表（Bech-Rafaelsen Mania Rating Scale，BRMS）[9] 和 YMRS 量表评估躁狂程度，总分分别为 44 分和 60 分，分数越低则躁狂程度越低；运用简易智力状态检查表（Mini-mental State Examination，MMSE）[10] 和席汉残疾量表（Sheehan Disability Scale，SDS）[11] 评估患者的认知和社会功能，分值范围均为 0～30 分，MMSE 评分越高则认知功能越好，SDS 分数越低则社会功能越好。

1.3.4 安全性分析 统计并对比 2 组不良反应（失眠、恶心/呕吐、嗜睡、头晕、皮疹）的发生率。

1.4 统计学方法

使用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料用均数 ± 标准差（$\bar{x}\pm s$）表述，2 组治疗 8 周、治疗 12 周后采用配对 t 检验，血清 BDNF，GABA，Hcy 水平，躁狂程度，认知功能和社会功能等属于重复测量资料，故采用重复测量方差分析模型进行统计分析，事后行 Bonferroni 两两比较；计数资料用例（%）表述，行 χ^2 检验。$P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组临床疗效比较

治疗 12 周后，观察组的临床总有效率较对照组高（$P<0.05$），见表 2。

2.2 2 组血清相关指标水平比较

治疗 8 周及 12 周后，与治疗前比较，2 组的血清 BDNF，GABA 水平升高，Hcy 水平降低（$P<0.05$）；与对照组比较，观察组的血清 BDNF，GABA 水平更高，Hcy 水平更低（$P<0.05$），见表 3。

2.3 2 组抑郁情绪和躁狂程度比较

治疗 8 周及 12 周后，与治疗前比较，2 组的 HAMD-24 评分、BRMS 和 YMRS 评分降低（$P<0.05$）；与对照组比较，观察组的各项评分更低（$P<0.05$），见表 4。

表 2 2 组临床疗效比较

Table 2 Comparison of clinical efficacy between the two groups

组别	n	痊愈/例（%）	显效/例（%）	好转/例（%）	无效/例（%）	总有效/例（%）
观察组	80	33（41.25）	21（26.25）	18（22.50）	8（10.00）	72（90.00）
对照组	80	25（31.25）	17（21.25）	20（25.00）	18（22.50）	62（77.50）
χ^2						4.592
P						0.032

表 3 2 组血清相关指标水平比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 3 Comparison of serum related indicators levels between the two groups（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	BDNF/μg·L^{-1}			GABA/μmol·L^{-1}			Hcy/μmo·L^{-1}		
		治疗前	治疗 8 周	治疗 12 周	治疗前	治疗 8 周	治疗 12 周	治疗前	治疗 8 周	治疗 12 周
观察组	80	9.05±1.53	11.33±1.72*#	12.12±1.63*#	40.04±8.00	46.30±7.03*#	52.02±7.61*#	26.27±5.01	18.63±4.03*#	15.25±3.71*#
对照组	80	9.11±1.61	10.41±1.80*	11.18±1.81*	40.20±7.61	43.25±7.20*	47.29±8.00*	25.98±5.55	20.75±4.30*	17.85±4.00*
$F_{组间}$，$P_{组间}$		14.523，<0.001			40.123，<0.001			33.124，<0.001		
$F_{时间}$，$P_{时间}$		15.715，<0.001			37.482，<0.001			29.876，<0.001		
$F_{交互}$，$P_{交互}$		16.886，<0.001			38.336，<0.001			30.168，<0.001		

* 与治疗前比较，$P<0.05$；# 与对照组治疗 8 周、12 周后比较，$P<0.05$；BDNF：brain-derived neurotrophic factor（脑源性神经营养因子）；GABA：γ-aminobutyric acid（γ-氨基丁酸）；Hcy：homocysteine（同型半胱氨酸）

表 4 2 组抑郁情绪和躁狂程度比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 4 Comparison of depressive mood and manic severity between the two groups（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	HAMD-24 评分/分			BRMS 评分/分			YMRS 评分/分		
		治疗前	治疗 8 周	治疗 12 周	治疗前	治疗 8 周	治疗 12 周	治疗前	治疗 8 周	治疗 12 周
观察组	80	31.41±4.21	20.73±4.01*#	10.35±2.88*#	24.11±5.61	17.64±3.90*#	10.20±2.21*#	36.12±8.82	19.74±5.03*#	15.21±3.54*#
对照组	80	31.08±4.20	22.68±4.15*	14.33±3.10*	23.87±5.80	20.12±4.09*	13.10±2.38*	34.88±7.90	22.21±6.04*	18.52.±4.01*
$F_{组间}$，$P_{组间}$		33.023，<0.001			27.224，<0.001			36.704，<0.001		
$F_{时间}$，$P_{时间}$		32.157，<0.001			25.416，<0.001			35.813，<0.001		
$F_{交互}$，$P_{交互}$		34.106，<0.001			27.189，<0.001			36.419，<0.001		

* 与治疗前比较，$P<0.05$；# 与对照组治疗 8 周、12 周后比较，$P<0.05$；HAMD-24：Hamilton Depression Scale-24（汉密尔顿抑郁量表-24）；BRMS：Bech-Rafaelsen Mania Rating Scale（贝克-拉范森躁狂量表）；YMRS：Young Mania Rating Scale（杨氏躁狂状态评定量表）

2.4 2 组认知功能和社会功能比较

治疗 8 周及 12 周后，与治疗前比较，2 组的 MMSE 评分升高，SDS 评分降低（$P < 0.05$）；与对照组比较，观察组的 MMSE 评分更高，SDS 评分更低（$P < 0.05$），见表 5。

2.5 安全性分析

在治疗期间，对照组发生头晕、失眠、恶心各 1 例（3/80，3.75%）；观察组发生嗜睡和皮疹各 1 例（2/80，2.50%）。2 组不良反应发生率差异无统计学意义（$\chi^2=0.206$，$P=0.650$）。

表 5 2 组认知功能和社会功能比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 5 Comparison of cognitive function and social function between the two groups（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	MMSE 评分/分			SDS 评分/分		
		治疗前	治疗 8 周	治疗 12 周	治疗前	治疗 8 周	治疗 12 周
观察组	80	22.26±2.41	26.17±2.49*#	28.37±2.43*#	13.64±5.00	10.03±4.01*#	7.81±3.08*#
对照组	80	22.18±2.32	24.63±2.52*	27.03±2.21*	14.07±5.03	12.11±4.63*	10.26±4.19*
$F_{组间}$，$P_{组间}$			34.574，＜0.001			25.631，＜0.001	
$F_{时间}$，$P_{时间}$			36.771，＜0.001			27.187，＜0.001	
$F_{交互}$，$P_{交互}$			35.846，＜0.001			28.916，＜0.001	

* 与治疗前比较，$P < 0.05$；# 与对照组治疗 8 周、12 周后比较，$P < 0.05$；MMSE：Mini-mental State Examination（简易智力状态检查表）；SDS：Sheehan Disability Scale（席汉残疾量表）

3 讨论

青少年作为个体身心发展的关键转型阶段，不仅是认知能力与人格特质趋于成熟的重要时期，还是双相情感障碍抑郁发作的高发高峰阶段。与成人患者相比，其临床表现更为复杂和不典型，抑郁发作持续时间长，且心境低落、易激惹、快感缺失等症状尤为突出，复发率较高[12]。不仅显著增加青少年的自伤与自杀风险，同时还对其认知功能造成严重损害，进而引发学业中断、家庭关系紧张及社会交往退缩等多维度的社会功能损害，对个人远期发展及家庭社会造成长期且沉重的负担。目前，国内针对青少年双相情感障碍的治疗仍以药物治疗为核心，但部分患者存在疗效不佳、药物不良反应大、依从性差等问题。因此，临床常在药物治疗的基础上辅以心理干预，但起效相对缓慢，且形式较为被动，在改善神经功能及情绪调节能力方面存在一定的局限性。

青少年大脑仍处于发育阶段，神经可塑性较强，这为针对性的神经调控干预提供了生理基础。拉莫三嗪作为一种心境稳定剂，通过抑制电压依赖性钠通道、稳定神经元膜电位，在治疗双相情感障碍抑郁发作中发挥稳定情绪的作用[13]。与此同时，脑电生物反馈治疗作为一种非侵入性神经调节技术，通过实时调控脑电活动以改善前额叶功能，被证实能有效提升情绪障碍患者的认知功能与情绪调节能力，在抑郁、焦虑等疾病的干预中展现出独特优势[14]。另有研究表明，抑郁障碍与 BDNF 水平降低及 GABA 功能紊乱相关，分别影响神经可塑性和兴奋-抑制平衡[15]。同时，Hcy 升高通过谷氨酸和自由基加重神经损伤，与双相情感障碍预后不良显著相关[16]。本研究结果显示，观察组的临床疗效、BDNF 及 GABA 水平显著高于对照组，而 Hcy 水平显著低于对照组（$P < 0.05$），说明联合治疗可调节神经递质平衡，提升临床效果。分析原因，脑电生物反馈治疗通过重塑大脑电活动促进突触可塑性，可能间接促进 BDNF 表达上调，并改善 GABA 系统功能；拉莫三嗪通过调节钠通道与谷氨酸能信号，减轻兴奋性毒性对神经元的损害，共同促进神经营养环境改善，从而提升整体疗效[17]。

现有研究多聚焦 BDNF 和 GABA 的药物干预效果，而联合疗法能更全面调节神经化学环境，尤其适用于难治性情绪及认知功能障碍患者。脑电生物反馈联合药物治疗较单一用药更具优势，可显著改善临床症状，为传统治疗无效者提供新选择[18-19]。本研究结果显示，观察组在认知功能、抑郁及躁狂症状等心理状态方面的改善更为显著（$P < 0.05$），表明脑电生物反馈治疗在青少年双相情感障碍抑郁发作的治疗中具有积极的辅助作用，能够显著改善患者的认知和社会功能，缓解抑郁和躁狂症状。从作用机制分析，这种联合治疗模式通过神经反馈训练增强患者的情绪自我调节能力，同时借助药物维持神经化学平衡，形成“生理-心理”双重干预机制，从而使症状改善更加全面且持久。具体而言，脑电生物反馈通过监测和调节大脑电活动，能针对性改善前额叶皮层神经环路调控功能，修复双相情感障碍抑郁发作时受损的认知网络，同时通过训练患者对自身情绪相关脑电活动的感知与调控能力，增强情绪稳定性，且拉莫三嗪发挥抗抑郁、抗躁狂的作用，可快速控制急性情绪症状，两者联合治疗在认知功能及情绪状态改善方面呈现出更显著的临床效果。该联

合方案尤其适合青少年患者，其非药物特性可减少不良反应，在保证疗效的同时提高治疗安全性。然而，本研究受限于样本量、个体差异及随访时长，未来需进一步扩大研究规模并完善长期随访，以深入探索该联合治疗的长期效果及其在不同人群中的适用性。

综上所述，在青少年双相情感障碍抑郁发作患者的治疗中，采用脑电生物反馈与拉莫三嗪联合治疗能够显著提升临床效果，还可积极调节 BDNF，GABA 和 Hcy 水平，改善情绪状态和躁狂症状，促进认知和社会功能恢复，且安全性良好。

[参考文献]

[1] Jiang X, Cao B, Li C, *et al*. Identifying misdiagnosed bipolar disorder using support vector machine: feature selection based on fMRI of follow-up confirmed affective disorders[J]. *Transl Psychiatry*, 2024, 14: 9.

[2] 彭寿宁, 邓维聪, 符燕波, 等. 抑郁障碍与双相障碍抑郁发作患者躯体化症状及血清甲状腺激素、GABA、BDNF 水平变化及意义[J]. 精神医学杂志, 2023, 36(6): 633-637.

[3] Sefid-Sefidehkhan Y, Mokhtari M, Jouyban A, *et al*. A smartphone digital image colorimetric method based on nanoparticles for determination of lamotrigine[J]. *Bioanalysis*, 2023, 15(15): 915-926.

[4] Wang Y, Liu Q, Liu M, *et al*. Analysis of the therapeutic effect of pestle needle and EEG biofeedback and methylphenidate in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *J Neurophysiol*, 2024, 132(5): 1376-1381.

[5] 汪作为, 马燕桃, 陈俊, 等. 中国双相障碍防治指南 : 基于循证的选择[J]. 中华精神科杂志, 2017, 50(2): 96-100.

[6] Huang X J, Ma H Y, Wang X M, *et al*. Rasch analysis of the six items, self-reported Hamilton depression scale in Chinese patients with major depressive disorder[J]. *BMC Psychol*, 2025, 13(1): 1072.

[7] Samara M T, Levine S Z, Leucht S. Linkage of Young Mania Rating Scale to clinical global impression scale to enhance utility in clinical practice and research trials[J]. *Pharmacopsychiatry*, 2023, 56(1): 18-24.

[8] 潘婵媛. 深部经颅磁刺激辅助治疗双相情感障碍抑郁发作的疗效及对血清 BDNF 的影响[J]. 精神医学杂志, 2024, 37(2): 197-200.

[9] Bech P. The Bech-Rafaelsen Mania Scale in clinical trials of therapies for bipolar disorder: a 20-year review of its use as an outcome measure[J]. *CNS Drugs*, 2002, 16(1): 47-63.

[10] Jannati A, Toro-Serey C, Gomes-Osman J, *et al*. Digital Clock and Recall is superior to the Mini-Mental State Examination for the detection of mild cognitive impairment and mild dementia[J]. *Alzheimers Res Ther*, 2024, 16(1): 2.

[11] Whiteside S P H, Riemann B C, McCarthy D M. Using the child sheehan disability scale to differentiate severity level in youth with anxiety disorders and obsessive compulsive disorder[J]. *Assessment*, 2023, 30(4): 998-1008.

[12] 陈华锋. 认知行为疗法联合常规药物治疗双相情感障碍抑郁发作青少年患者的效果[J]. 中国民康医学, 2023, 35(5): 84-86.

[13] Cerulli Irelli E, Cocchi E, Morano A, *et al*. Levetiracetam *vs* lamotrigine as first-line antiseizure medication in female patients with idiopathic generalized epilepsy[J]. *JAMA Neurol*, 2023, 80(11): 1174-1181.

[14] Prończuk M, Chamera T, Markowski J, *et al*. The impact of EEG biofeedback training on the athletes' motivation and bench press performance[J]. *Biol Sport*, 2024, 41(3): 97-104.

[15] 李家君, 张浪, 李娟. 双相障碍抑郁发作及单相抑郁症患者与血清 BDNF、GABA、TSH 水平的相关性分析[J]. 中国实验诊断学, 2020, 24(11): 1781-1784.

[16] 吴涛. 双相情感障碍抑郁发作患者血清 Hcy、GABA、TPH 水平与临床特征的相关性[J]. 江西医药, 2022, 57(10): 1425-1427.

[17] 张辉, 孔维娜, 薛瑾艳. 脑电生物反馈联合拉莫三嗪对慢性精神分裂症患者睡眠脑电活动的影响[J]. 河南医学研究, 2025, 34(4): 624-627.

[18] 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, 137.

[19] Jang K I, Kim E, Lee H S, *et al*. Electroencephalography-based endogenous phenotype of diagnostic transition from major depressive disorder to bipolar disorder[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 21045.

（责任编辑：姚思卉）