

• 论 著 •

慢性精神分裂症患者血清谷氨酸、 γ -氨基丁酸水平与临床症状的相关性及对认知障碍的诊断价值

吴 泽¹, 王能善^{2△}, 李艳华³

1. 武汉市精神卫生中心/武汉市心理医院精神科, 湖北武汉 430022; 2. 荆门职业学院, 湖北荆门 448000; 3. 荆门市沙洋县人民医院骨科, 湖北荆门 448200

摘 要:目的 探讨慢性精神分裂症患者血清谷氨酸(Glu)、 γ -氨基丁酸(GABA)水平与临床症状的相关性及对认知障碍的诊断价值。方法 选取武汉市精神卫生中心/武汉市心理医院 2021 年 1 月至 2022 年 7 月的慢性精神分裂症患者 92 例和体检健康者 80 例作为研究组和对照组, 经蒙特利尔认知评估量表(MoCA)评估后将研究组患者分为认知障碍组(44 例)和认知正常组(48 例)。采用阳性与阴性症状量表(PANSS)评价临床症状; 采用 MoCA 评价认知功能; 采用高效液相色谱-电喷雾串联质谱法检测血浆中 Glu、GABA 水平。比较两组 PANSS、MoCA 得分, 以及血清 Glu 和 GABA 水平; 分析研究者患者血清 Glu 和 GABA 水平与临床症状的相关性及对认知障碍的诊断价值。结果 研究组 Glu 水平高于对照组, GABA 水平低于对照组($P < 0.05$); 认知障碍组和认知正常组血清 Glu 水平均高于正常范围, 且认知障碍组 Glu 水平高于认知正常组($P < 0.05$); 认知障碍组和认知正常组血清 GABA 水平均低于正常范围, 且认知障碍组 GABA 水平低于认知正常组($P < 0.05$)。患者血清 Glu 与 PANSS 中阴性、阳性、一般精神病理症状评分及总评分均呈正相关($P < 0.05$), GABA 水平与 PANSS 中阴性、阳性、一般精神病理症状评分及总评分均呈负相关($P < 0.05$)。血清 Glu、GABA 单独及联合检测对诊断认知障碍的灵敏度分别为 77.3%、72.7%、93.2%、特异度分别为 72.9%、72.9%、75.0%, 曲线下面积分别为 0.778、0.769、0.868。结论 慢性精神分裂症患者血清 Glu 水平高于健康者, GABA 水平低于健康者, 且上述两项指标与 PANSS 评分存在相关性, 二者在诊断认知障碍方面价值较高, 可作为有效的生物指标帮助临床医生判断患者认知功能。

关键词:慢性精神分裂症; 谷氨酸; γ -氨基丁酸; 临床症状; 认知功能

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2024.01.018 **中图法分类号:**R446.1

文章编号:1673-4130(2024)01-0095-05 **文献标志码:**A

Correlation of serum glutamate and gamma-aminobutyric acid levels with clinical symptoms in chronic schizophrenia patients and their diagnostic value for cognitive impairment

WU Ze¹, WANG Nengshan^{2△}, LI Yanhua³

1. Department of Psychiatry, Wuhan Mental Health Center/Wuhan Hospital for Psychotherapy, Wuhan, Hubei 430022, China; 2. Jingmen Vocational College, Jingmen, Hubei 448000, China; 3. Department of Orthopedics, People's Hospital of Shayang County in Jingmen, Jingmen, Hubei 448200, China

Abstract: Objective To explore the correlation of serum glutamate (Glu) and gamma-aminobutyric acid (GABA) levels with clinical symptoms in chronic schizophrenia patients, and to assess their diagnostic value for cognitive impairment. **Methods** A total of 92 patients with chronic schizophrenia and another 80 healthy individuals in Wuhan Mental Health Center/Wuhan Hospital for Psychotherapy from January 2021 to July 2022 were enrolled as study group and control group, respectively. The patients in the study group were divided into the cognitive impairment group (44 cases) and the cognitive normal group (48 cases) according to Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA). Clinical symptoms were assessed by using Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS). MoCA was used to evaluate the cognitive function. The levels of Glu and GABA in plasma were determined by high-performance liquid chromatography/electrospray tandem mass spectrometry. The scores of PANSS and MoCA as well as serum levels of Glu and GABA were compared between two groups. Then the correlation of serum Glu and GABA levels with clinical symptoms and the diagnostic value for cognitive impairment in the patients in the study group were investigated. **Results** The Glu level in

the study group was higher than that in the control group, and the GABA level was lower than that in the control group ($P < 0.05$). The serum Glu levels in both the cognitive impairment group and the cognitive normal group were higher than the normal range, and the Glu level in the cognitive impairment group was higher than that in the cognitive normal group ($P < 0.05$). The serum GABA levels in both the cognitive impairment group and the cognitively normal group were lower than the normal range, and the GABA level in the cognitive impairment group was lower than that in the cognitive normal group ($P < 0.05$). In the study group, serum Glu level was positively correlated with negative, positive, general psychopathological symptom scores, and overall score in PANSS ($P < 0.05$), while GABA level was negatively correlated with negative, positive, general psychopathological symptom scores, and overall score in PANSS ($P < 0.05$). The sensitivity of the single and combined detection of serum Glu and GABA for the diagnosis of cognitive impairment in patients with chronic schizophrenia was 77.3%, 72.7% and 93.2%, respectively, and the specificity was 72.9%, 72.9%, and 75.0%, respectively, and the area under the curve was 0.778, 0.769, and 0.868, respectively. **Conclusion** Serum Glu level in patients with chronic schizophrenia is higher than that in healthy individuals, while GABA level is lower than that in healthy individuals, and the above two indicators are correlated with PANSS score, which have high value in diagnosing cognitive impairment and could be used as effective biological indicators to help clinical doctors judge patients' cognitive function.

Key words: chronic schizophrenia; glutamate; gamma-aminobutyric acid; clinical symptoms; cognitive function

慢性精神分裂症在精神科十分常见, 男性发病率略高于女性, 阳性症状、阴性症状及认知功能障碍为其主要表现, 随着病情的不断发展, 患者的生存和适应能力逐渐下降, 对自身和家庭都造成严重影响^[1]。目前, 由于慢性精神分裂症的病因和发病机制尚未明确, 对其精确诊断和治疗也比较困难, 临床上主要依靠患者主诉作为诊断依据, 但主诉的表达因个体差异而偏差较大^[2]。因此, 寻找能评价临床症状及认知功能损害严重程度的客观、特异性生物标志物意义重大, 能为慢性精神分裂症诊断、治疗及评估提供参考以更好改善预后。谷氨酸(Glu)是一种人体非必需氨基酸, 是大脑中数量最多、覆盖范围最广的兴奋性神经递质, 通过与突触后膜上的特异性受体结合使神经细胞产生动作电位从而兴奋大脑; γ -氨基丁酸(GABA)是中枢神经系统的抑制性传递物质, 其作用是结合并激活抗焦虑脑受体, 降低神经元兴奋性, 参与阻止与焦虑相关的信息抵达脑指示中枢^[3-4]。慢性精神分裂症患者血清 Glu、GABA 水平异于健康者, 与疾病的发生发展有着密切的联系, 但既往研究中关于二者与疾病临床症状的关系及对认知障碍的诊断价值涉及较少且不够全面。因此, 本研究通过探讨慢性精神分裂症患者血清 Glu、GABA 水平与临床方面症状的相关性及其在诊断认知障碍方面的价值, 为临床相应的诊疗提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取武汉市精神卫生中心/武汉市心理医院 2021 年 1 月至 2022 年 7 月收治的 92 例慢

性精神分裂症患者作为研究组; 经蒙特利尔认知评估量表(MoCA)评估后将研究组患者分为认知障碍组(44 例)和认知正常组(48 例)。研究组中, 男 47 例, 女 45 例; 年龄 23~61 岁, 平均(38.92 ± 8.53)岁; 受教育时间 4~16 年, 平均(10.24 ± 3.67)年。另选取 80 例同期的体检健康者作为对照组, 其中男 39 例, 女 41 例; 年龄 22~62 岁, 平均(39.74 ± 9.37)岁; 受教育时间 5~16 年, 平均(9.89 ± 3.41)年。两组一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 具有可比性。本研究经武汉市精神卫生中心/武汉市心理医院伦理审批通过。

1.2 纳入及排除标准 纳入标准: (1)符合《中国精神障碍分类与诊断标准第三版(精神障碍分类)》^[5]中慢性精神分裂症诊断标准, 且入组前 1 个月内未进行抗精神病治疗; (2)年龄 ≥ 22 岁; (3)临床资料完整; (4)同意参与此次试验并签署同意书。排除标准: (1)有其他精神障碍类疾病; (2)有重要脏器功能不全; (3)有脑外伤史、心脑血管疾病及其他脑部疾病; (4)存在严重行为异常、有危险倾向。

1.3 方法 抽取受试者清晨空腹静脉血 6 mL, 以 3 500 r/min 离心处理 15 min, 采用高效液相色谱-电喷雾串联质谱法检测血浆中 Glu、GABA 水平, 所有操作均按说明规范进行; 用阳性与阴性症状量表(PANSS)评定患者阴性、阳性及一般精神病理 3 个方面的临床症状, 评分最高为 210 分, 得分越高, 说明临床相关症状严重程度越高; 用 MoCA 评定患者视结构技能、定向力、记忆、计算、语言、抽象思维、注意与集

中和执行功能 8 个方面认知功能,评分最高为 30 分,得分<26 分视为认知障碍。

1.4 观察指标 (1)比较两组血清 Glu、GABA 水平。(2)比较两组 PANSS 和 MoCA 得分。(3)分析研究组患者血清 Glu、GABA 水平与临床症状的相关性。(4)分析血清 Glu、GABA 水平对认知障碍的诊断价值。

1.5 统计学处理 采用 SPSS26.0 软件分析处理数据。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;计数资料采用频数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Pearson 分析 PANSS 阴性、阳性、一般精神病理症状评分及总评分与血清 Glu、GABA 水平的相关性。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析研究组患者血清 Glu、GABA 单独及联合检测对认知障碍的诊断价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 研究组和对照组血清 Glu、GABA 水平比较 研究组 Glu 水平高于对照组,GABA 水平低于对照组($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 认知障碍组和认知正常组血清 Glu、GABA 水平比较 两组血清 Glu 水平均高于正常范围,且认知

障碍组 Glu 水平高于认知正常组($P < 0.05$);两组血清 GABA 水平均低于正常范围,且认知障碍组 GABA 水平低于认知正常组($P < 0.05$)。见表 2。

表 1 研究组和对照组血清 Glu、GABA 水平比较($\bar{x} \pm s$)			
组别	<i>n</i>	Glu(mg/L)	GABA(μ mol/L)
研究组	92	36.23 $\pm$ 4.95	4.69 $\pm$ 0.78
对照组	80	26.87 $\pm$ 5.11	5.86 $\pm$ 1.01
<i>t</i>		12.158	8.408
<i>P</i>		<0.001	<0.001

表 2 认知正常组和认知障碍组血清 Glu、GABA 水平比较($\bar{x} \pm s$)			
组别	<i>n</i>	Glu(mg/L)	GABA(μ mol/L)
认知障碍组	44	38.26 $\pm$ 7.54	4.08 $\pm$ 0.37
认知正常组	48	29.38 $\pm$ 6.21	5.14 $\pm$ 0.96
<i>t</i>		6.134	7.097
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.3 认知正常组、认知障碍组患者临床症状比较 认知障碍组患者 PANSS 中阴性、阳性、一般精神病理症状评分及总评分均高于认知正常组($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 认知正常组、认知障碍组 PANSS 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	<i>n</i>	阳性症状评分	阴性症状评分	一般精神病理症状评分	总评分
认知障碍组	44	33.42 $\pm$ 3.18	30.05 $\pm$ 2.97	86.17 $\pm$ 4.29	148.26 $\pm$ 10.56
认知正常组	48	27.16 $\pm$ 3.21	24.36 $\pm$ 3.34	75.73 $\pm$ 3.95	127.61 $\pm$ 11.18
<i>t</i>		9.390	8.648	12.109	9.110
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 患者血清 Glu、GABA 水平与临床症状的相关性分析 患者血清 Glu 与 PANSS 中阴性、阳性、一般精神病理症状评分及总评分均呈正相关($P < 0.05$),GABA 水平与 PANSS 中阴性、阳性、一般精神病理症状评分及总评分均呈负相关($P < 0.05$)。见表 4。

表 4 患者血清 Glu、GABA 水平与 PANSS 评分的相关性分析

项目	Glu(mg/L)		GABA(μ mol/L)	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
阳性症状评分	0.416	<0.001	-0.388	<0.001
阴性症状评分	0.368	<0.001	-0.415	<0.001
一般精神病理症状评分	0.357	<0.001	-0.370	<0.001
总评分	0.400	<0.001	-0.392	<0.001

2.5 患者血清 Glu、GABA 水平对认知障碍的诊断

价值 血清 Glu、GABA 单独及联合检测诊断认知障碍的灵敏度分别为 77.3%、72.7%、93.2%、特异度分别为 72.9%、72.9%、75.0%,曲线下面积(AUC)分别为 0.778、0.769、0.868。见图 1、表 5。

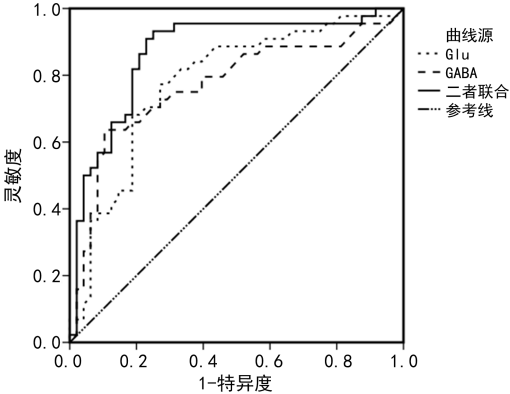


图 1 血清 Glu、GABA 单独及联合检测对诊断认知障碍的 ROC 曲线

表 5 患者血清 Glu、GABA 水平对认知障碍的诊断价值

检测指标	最佳 截断值	AUC	灵敏度 (%)	特异度 (%)	95%CI	P
Glu	31.64 mg/L	0.778	77.3	72.9	0.681~0.876	<0.001
GABA	5.52 μmol/L	0.769	72.7	72.9	0.667~0.870	<0.001
二者联合	—	0.868	93.2	75.0	0.789~0.946	<0.001

注：—表示无数据。

3 讨 论

慢性精神分裂症是一种常见且危害严重的精神疾病,具有病程迁延、复发率高、致残率高等特点,近年来其发病率日益升高^[6-7]。慢性精神分裂症患者常以阳性症状及阴性症状为核心临床表现,且伴有认知功能障碍,这些临床表现也在一定程度反映了患者的病情严重程度及疾病进展状况^[8-9]。由于该病的病因及发病机制尚不明确,依靠患者的主诉作为诊断依据又存在较大个体化误差,因此,寻找灵敏且特异的生化指标,不仅能尽早准确作出诊断和评估病情,也可客观真实地反映治疗效果,对改善患者预后意义重大。Glu 是一种兴奋性神经递质,通过与突触后膜上的特异性受体结合而介导兴奋性传递;GABA 则为一种抑制性神经递质,介导抑制性传递。张广芬等^[10]通过给予小鼠氯胺酮腹腔注射诱导其行为发生改变,小鼠出现精神分裂样表现,检测小鼠大脑 Glu、GABA 水平时发现这两项指标可能为精神分裂症的重要生物标志物。另有研究发现,Glu 和 GABA 参与情绪调控、学习及记忆等生物行为,且其水平的异常改变与精神分裂症发生的病理生理关系密切^[11-14]。但目前有关慢性精神分裂症患者血清 Glu、GABA 水平与临床症状的相关性及对认知障碍的诊断价值的研究较少,故本研究旨在探索 Glu、GABA 在慢性精神分裂症中作为生物标志物的意义,以期为临床诊疗提供参考。

本研究结果显示,研究组血清 Glu 水平高于对照组,研究组血清 GABA 水平低于对照组;认知障碍组和认知正常组血清 Glu 水平均高于正常范围,同时认知障碍组高于认知正常组;认知障碍组和认知正常组血清 GABA 水平均低于正常范围,同时认知障碍组较认知正常组低,即慢性精神分裂症患者血清 Glu 水平较健康者更高,GABA 水平则低于健康者,且二者与正常范围相差越大提示患者临床症状越严重。本研究结果显示,患者血清 Glu 水平与 PANSS 阴性、阳性、一般精神病理症状评分及总评分均呈正相关,GABA 水平与 PANSS 阴性、阳性、一般精神病理症状评分及总评分均呈负相关,由于 Glu 经脱羧作用可生成 GABA,而精神病患者可能存在这种传导失衡,

进而出现 Glu 介导的兴奋传递异常活跃,这与既往相关研究结论一致^[15]。本研究还发现,血清 Glu、GABA 单独及联合检测对诊断认知障碍的灵敏度分别为 77.3%、72.7%、93.2%、特异度分别为 72.9%、72.9%、75.0%,AUC 分别为 0.778、0.769、0.868,结果显示慢性精神分裂症患者血清 Glu、GABA 水平对认知障碍的诊断具有较高价值,且结合这两项指标综合诊断准确性更高。提示医生可通过检测患者血清 Glu、GABA 水平对其认知功能作出评价,这两项指标可帮助医生准确及时判断患者病情并实施适当治疗,及时精准的治疗更有利于改善患者预后。但本研究结果与蒋奕红等^[16]对麻醉患者术后认知功能与血清 Glu、GABA 水平的关系的研究结果存在部分差异,究其原因,可能与二者的病理生理机制不同有关,慢性精神分裂症患者更可能是由于 Glu 向 GABA 的转化失衡导致了阴性、阳性症状及认知障碍的出现,而蒋奕红等^[16]研究中的患者可能是麻醉药物引起 Glu、GABA 代谢异常导致其认知功能障碍。

综上所述,慢性精神分裂症患者血清 Glu 水平高于健康者,GABA 水平低于健康者,且二者与临床症状严重程度存在相关性。同时,这两项指标对认知障碍的诊断价值较高,可作为有效的生物指标帮助临床医生判断患者认知功能。

参考文献

[1] 张焱,彭娟,李光芸,等. 225 例青少年精神分裂症现状调查及危险因素[J]. 现代预防医学,2023,50(1):103-108.

[2] 徐若思,李献云. 精神分裂症认知行为治疗的研究进展[J]. 神经疾病与精神卫生,2022,22(5):342-346.

[3] DIXON B J,KUMAR J,DANIELMEIER C. Frontal neural metabolite changes in schizophrenia and their association with cognitive control:a systematic review[J]. Neurosci Biobehav Rev,2022,132:224-247.

[4] TORITSUKA M,YOSHINO H,MAKINODAN M,et al. Developmental dysregulation of excitatory-to-inhibitory GABA-polarity switch may underlie schizophrenia pathology:a monozygotic-twin discordant case analysis in human iPS cell-derived neurons[J]. Neurochem Int,2021,150:105179.

[5] 中华医学会精神病学分会. 中国精神障碍分类与诊断标准第三版(精神障碍分类)[J]. 中华精神科杂志,2001,34(3):184-188.

[6] 张涛,赵春龙,陈玉齐,等. 奥氮平联合重复经颅磁刺激对以阴性症状为主的精神分裂症的疗效及血浆 GABA 和 Glu 水平的影响[J]. 海南医学,2021,32(24):3170-3172.

[7] 郝建华,张传芝,刘明,等. 精神分裂症患者认知功能与社会功能的关系[J]. 济宁医学院学报,2023,46(1):20-25.

[8] 颜瑞. 抑郁症患者血清谷氨酸、γ-氨基丁(下转第 103 页)

berculous mycobacteria and the rise of *Mycobacterium abscessus*[J]. *Nat Rev Microbiol*, 2020, 18(7):392-407.

[5] HE X T, WANG C C. Applying clinical and laboratory features associated with *Mycoplasma pneumoniae* (Mp) Infection with the new diagnostic test of Mp-specific immunoglobulin M (IgM) antibody-secreting cells to Mp-IgM seroconversion in Mp-positive children with community-acquired pneumonia[J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 73(5): 937-938.

[6] YIN M. Effect of qingfei huatan huoxue decoction combined with azithromycin on pulmonary function and inflammatory factors in children with *Mycoplasma pneumoniae*[J]. *Pak J Pharm Sci*, 2021, 34(6):2317-2323.

[7] 龚春华, 刘芳. 293 例儿童肺炎支原体肺炎的临床分析[J]. *同济大学学报(医学版)*, 2020, 41(3):331-337.

[8] YIN L, MA Y, WANG W, et al. The critical function of miR-1323/Il6 axis in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*[J]. *J Pediatr (Rio J)*, 2021, 97: 552-558.

[9] 张海军, 董晓蕾, 蔺萃, 等. 不同体质类型支原体肺炎患儿临床表现及 Th1/Th2 免疫应答特点[J]. *中国中西医结合杂志*, 2020, 40(1):27-30.

[10] QIU Y, XU J, YANG Y, et al. Effect of azithromycin combined with ambroxol hydrochloride on immune response to *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* in children [J]. *Minerva*, 2022, 74(5):626-628.

[11] MA X, GAO W, AN J. Clinical effect of reduning combined with gamma globulin treatment on symptom improvement serum levels of IL-6, 25-(OH)-D and LDH in children with severe *Mycoplasma pneumoniae*[J]. *Pak J Med Sci*, 2022, 38(4):826-832.

[12] SHI L, WU Q G, ZHANG J C, et al. Mechanism of shuang-huang-lian oral liquid for treatment of mycoplasmal pneumonia in children on network pharmacology[J]. *Comb Chem High Throughput Screen*, 2020, 23(9):955-971.

[13] 陈志敏, 求伟玲. 儿童肺炎支原体肺炎治疗进展[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2021, 36(16):1214-1217.

[14] 黄争光, 李新民, 孙丹, 等. 儿童肺炎支原体肺炎发生肝损害的影响因素分析[J]. *中国妇幼保健*, 2022, 37(3):431-435.

[15] LAI W C, HSIEH Y C, CHEN Y C, et al. A potent antibody-secreting B cell response to *Mycoplasma pneumoniae* in children with pneumonia[J]. *J Microbiol Immunol Infect*, 2022, 55(3):413-420.

[16] 杨志允, 李学明, 廖志辉. 淋巴细胞亚群绝对计数与难治性肺炎支原体肺炎患儿的早期预测关系分析[J]. *临床肺科杂志*, 2020, 25(11):1693-1697.

[17] 丁志明. 肺炎支原体感染患者外周血 T 细胞亚群血清免疫球蛋白与患者病情的相关性研究[J]. *中国药物与临床*, 2021, 21(4):561-564.

[18] 宿俊彪, 刘建清, 张永梅. 肺炎支原体感染后机体体液免疫、外周血 T 淋巴细胞亚群含量测定[J]. *内蒙古医科大学学报*, 2020, 62(1):91-93.

[19] JIN Y, XUE J, RUAN M, et al. Expression of Serum miR-155 in children with *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* and its role in immunity to *Mycoplasma pneumoniae*[J]. *Infect Drug Resist*, 2021, 14:1273-1281.

[20] 王尚, 武怡. 纤支镜下盐酸氨溴索灌洗联合阿奇霉素静滴对肺炎支原体肺炎患儿外周血及气道炎症因子水平和 T 淋巴细胞亚群水平的影响[J]. *国际免疫学杂志*, 2020, 43(6):642-647.

[21] 杨硕, 段国辰, 闫江泓, 等. 肺结核与肺炎支原体肺炎患儿外周血炎症反应指标及淋巴细胞亚群比例对比观察[J]. *山东医药*, 2021, 61(18):72-75.

(收稿日期:2023-05-10 修回日期:2023-10-12)

(上接第 98 页)

酸的水平及其临床意义[J]. *国际精神病学杂志*, 2022, 49(4):609-611.

[9] 马锐, 王伟梁, 王宇, 等. 精神分裂症患者动机损伤及其影响因素研究进展[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(21):2670-2674.

[10] 张广芬, 徐世霞, 孙合亮, 等. 谷氨酸及 γ -氨基丁酸在氯胺酮致大鼠精神分裂样表现中的变化[J]. *现代生物医学进展*, 2014, 14(17):3220-3222.

[11] 武春阳, 李炜, 张丹参, 等. 脑内氨基酸水平与学习记忆能力的相关性[J]. *中国药理学与毒理学杂志*, 2019, 33(6): 471-472.

[12] 廖继武, 王丝丝, 杨海华, 等. 双相障碍抑郁发作与抑郁症患者血清谷氨酸、 γ -氨基丁酸水平对比分析[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(23):1800-1804.

[13] 刘铮, 赵义熙, 张林, 等. 分析体外循环心脏瓣膜置换术老年患者血浆谷氨酸和 γ -氨基丁酸水平与认知障碍的关系[J/CD]. *心血管外科杂志(电子版)*, 2019, 8(3):98.

[14] 陈天意, 王颖婵, 张建业, 等. 精神分裂症患者前额叶的 GABA 及谷氨酸浓度异常——活体 1H-MRS 研究(英文)[J]. *上海精神医学*, 2017, 29(5):277-286.

[15] 朱梦圆, 陈庆, 李丹, 等. 精神分裂症生物标志物研究的现状与展望[J]. *中华检验医学杂志*, 2022, 45(11):1191-1196.

[16] 蒋奕红, 谢景远, 熊威威, 等. 血浆谷氨酸与 γ -氨基丁酸水平对麻醉后幼儿早期认知功能障碍的相关性研究[J]. *中国临床药理学杂志*, 2016, 32(6):523-525.

(收稿日期:2023-03-10 修回日期:2023-08-26)