急性期精神分裂症患者血清血脂代谢与临床症状和社会功能的相关性

张　琳[1],范雅娟[2],赵斌斌[2],文炳龙[2],何潇言[2],王　崴[2],马现仓[2],马青艳[2*]（[1]西安交通大学第一附属医院检验科,西安　710061;[2]西安交通大学第一附属医院精神心理卫生科;[*]通讯作者,E-mail:mqy910413@.com）

摘要： 目的　探讨精神分裂症患者血清血脂代谢特征及其与临床症状严重程度、社会功能损害之间的相关性。　方法　纳入70例急性期精神分裂症患者（病例组）和70例健康人群（对照组），检测血清总胆固醇（TC）、甘油三酯（TG）、高密度脂蛋白（HDL）、低密度脂蛋白（LDL）、载脂蛋白A1（Apo-A1）、载脂蛋白B（Apo-B）水平，计算TG/HDL、LDL/HDL、Apo-B/Apo-A1比值。采用阳性和阴性症状量表（PANSS）、临床总体印象量表（CGI）及个人和社会功能量表（PSP）评估患者临床症状和社会功能；采用Spearman相关性检验分析血脂指标与症状、功能的关联。　结果　与对照组相比，病例组血清HDL、Apo-A1水平显著降低（$P<0.001$），TG/HDL、LDL/HDL、Apo-B/Apo-A1比值显著升高（$P<0.05$）。相关性分析显示，HDL与焦虑抑郁因子（$r=0.24$，$P=0.04$）及PSP总分（$r=0.29$，$P=0.02$）呈显著正相关，与PSP-a呈显著负相关（$r=-0.39$，$P<0.01$）；LDL与GCI评分呈显著负相关（$r=-0.25$，$P=0.03$）；Apo-A1与阴性因子（$r=-0.28$，$P=0.02$）、PSP-a（$r=-0.34$，$P<0.01$）和PSP-c（$r=-0.28$，$P=0.02$）呈显著负相关，与焦虑抑郁因子（$r=0.28$，$P=0.02$）及PSP总分（$r=0.26$，$P=0.03$）呈显著正相关；Apo-B/Apo-A1与焦虑抑郁因子（D）呈显著负相关（$r=-0.26$，$P=0.03$）。　结论　精神分裂症患者存在显著血脂代谢紊乱，主要表现为保护性脂质HDL降低、Apo-A1降低及致动脉粥样硬化比值升高。其中，HDL和Apo-A1水平与患者社会功能（尤其是工作与社交能力）相关，提示脂代谢改善可能有助于提升患者的社会功能康复。

关键词： 精神分裂症；　血脂代谢；　临床症状；　社会功能；　高密度脂蛋白；　载脂蛋白A1
中图分类号： R749.3　**文献标识码：** A　**文章编号：** 1007-6611(2026)08-0946-05　**DOI:**10.13753/j.issn.1007-6611.2026.08.011

Correlations of serum lipid metabolism with clinical symptoms and social function in patients with acute schizophrenia

ZHANG Lin[1], FAN Yajuan[2], ZHAO Binbin[2], WEN Binglong[2], HE Xiaoyan[2], WANG Wei[2], MA Xiancang[2], MA Qingyan[2*]（[1]*Department of Laboratory Medicine, First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China*;[2]*Department of Psychiatry, First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University*;[*]*Corresponding author, E-mail:mqy910413@163.com*）

Abstract: *Objective*　To explore the serum lipid metabolism characteristics of patients with schizophrenia and their correlation with the severity of clinical symptoms and the social function impairment. *Methods*　Seventy patients with acute phase schizophrenia (case group) and 70 healthy individuals (control group) were included in the study. Serum levels of total cholesterol (TC), triglycerides (TG), high-density lipoprotein (HDL), low-density lipoprotein (LDL), apolipoprotein A1 (Apo-A1), and apolipoprotein B (Apo-B) were measured, and TG/HDL, LDL/HDL, and Apo-B/Apo-A1 ratios were calculated. The Positive and Negative Symptom Scale (PANSS), Clinical Global Impression Scale (CGI), and Personal and Social Function Scale (PSP) were used to evaluate the clinical symptoms and the social function of patients. Spearman correlation analysis was used to investigate the associations between blood lipid indicators, clinical symptoms, and social function. *Results*　Compared with control group, serum levels of HDL and Apo-A1 were significantly reduced in case group ($P<0.001$), while TG/HDL, LDL/HDL, and Apo-B/Apo-A1 ratio were significantly increased ($P<0.05$). Correlation analysis showed that HDL showed a significant positive correlation with the anxiety-depression factor ($r=0.24$, $P=0.04$) and the total score of PSP ($r=0.29$, $P=0.02$), and a significant negative correlation with PSP-a ($r=-0.39$, $P<0.01$). LDL exhibited a significant negative correlation with GCI score ($r=-0.25$, $P=0.03$). Apo-A1 level demonstrated significant negative correlation with the negative factor ($r=-0.28$, $P=0.02$), PSP-a ($r=-0.34$, $P<0.01$), and PSP-c ($r=-0.28$, $P=0.02$), but significant positive correlation with the anxiety-depression factor ($r=0.28$, $P=0.02$) and the total score of PSP ($r=0.26$, $P=0.03$). Apo-B/Apo-A1 exhibited a significant negative correlation with the anxiety-depression factor ($r=-0.26$, $P=0.03$). *Conclusion*　Schizophrenic patients exhibit significant dyslipidemia, primarily characterized by reduced protective lipids (HDL), decreased Apo-A1, and elevated atherogenic ratios. Among them, HDL and Apo-A1 levels are correlated with patients' social function, especially their work and social abilities, suggesting that improving lipid metabolism may help enhance patients' social function rehabilitation.

Keywords: schizophrenia; blood lipid metabolism; clinical symptoms; social function; high-density lipoprotein; apolipoprotein A1

基金项目：国家自然科学基金项目（82471524）

作者简介：张琳，女，1987-03生，硕士，主管检验师，E-mail:470063797@qq.com

收稿日期：2026-06-10

精神分裂症是一种慢性、严重且高度致残的精神障碍，核心特征表现为感知、思维、情感、行为等多方面功能异常及精神活动不协调[1]。该病病程多迁延不愈，易导致患者社会功能进行性衰退，给家庭及社会带来沉重负担[2]。既往研究证实，精神分裂症患者常合并血糖、血脂等代谢异常，这些代谢紊乱不仅与疾病的发生、发展密切相关，还可能影响患者治疗应答及远期预后[3]。血脂作为参与机体能量代谢和维持细胞膜结构与功能的重要物质，其稳态失衡不仅是心血管疾病发生的重要危险因素，还可通过影响突触可塑性、神经炎症及氧化应激等通路，参与中枢神经系统病理生理过程[4-6]。

然而，目前血脂代谢与精神分裂症的关联研究仍较为有限且结论不一。一方面，患者血脂异常谱尚未明确，各血脂指标的变化趋势存在争议；另一方面，血脂与阴性症状、焦虑抑郁症状的相关性结论不一致，且与社会功能（如工作能力、社交能力、自我照料能力等）的具体关联尚未明确。此外，多数研究未综合评估甘油三酯（TG）/高密度脂蛋白（HDL）、低密度脂蛋白（LDL）/HDL、载脂蛋白-B（Apo-B）/载脂蛋白-A1（Apo-A1）等较单一血脂指标更灵敏的脂质比值，限制了对脂代谢异常临床价值的全面认识。基于此，本研究通过比较急性期精神分裂症患者与健康人群的血清血脂谱差异，并分析血脂指标与临床症状及社会功能的相关性，探讨血脂代谢在急性期精神分裂症发病及病情评估中的潜在价值，为疾病生物学标记筛选与综合干预提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

收集2023年1—12月西安交通大学第一附属医院精神科的住院患者作为病例组，入组标准：①符合《美国精神障碍诊断与统计手册》第5版（DSM-V）精神分裂症的诊断标准；②年龄18~50岁、体质量指数（BMI）为19~24 kg/m^2；③首次发病或病程<5年的复发患者急性期，未服用抗精神病药物或连续服<2周；④阳性和阴性症状量表（PANSS）评分>60分；⑤近3个月未服用免疫抑制剂或抗炎药物；⑥既往无过敏、感染性疾病或自身免疫性疾病史。

同期通过海报方式招募的社会人群作为健康对照组；纳入标准：①无个人或家族精神障碍史；②无任何神经系统疾病或创伤性脑损伤史；③近3个月未服用免疫抑制剂或抗炎药物；④既往无过敏、感染性疾病或自身免疫性疾病史。入组者或其监护人对本研究知情同意并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 采集两组性别、年龄、身高、体质量，计算BMI；记录吸烟、饮酒等生活习惯信息。

1.2.2 临床症状和社会功能评估 由两名经过培训的精神科医师对病例组进行评估。采用PANSS量表评估患者精神病理症状，每个条目按精神病理水平递增的7级评分：1分，无；2分，极轻；3分，轻度；4分，中度；5分，偏重；6分，重度；7分，极重度。采用五因子模型进行不同症状维度的评估，共20个条目，包括阳性因子（P）、阴性因子（N）、认知因子（C）、兴奋因子（E）及焦虑抑郁因子（D）；采用临床总体印象量表（CGI）评估疾病严重程度。采用个人和社会功能量表（PSP）评估社会功能，包括PSP-a（对社会有益的活动，包括工作和学习）、PSP-b（个人关系和社会关系）、PSP-c（自我照料）和PSP-d（干扰和攻击行为）4个维度；4个维度按1~6级评分，1级，无；2级，轻度；3级，中度；4级，明显；5级，严重；6级，非常严重。总分按1~100分评定，分数越高即总体社会功能越好。

1.2.3 血清血脂水平检测 入组次日清晨采集空腹静脉血，采用全自动生化分析仪检测血清总胆固醇（TC）、TG、HDL、LDL、Apo-A1、Apo-B水平，并计算非HDL、TG/HDL、LDL/HDL、Apo-B/Apo-A1。

1.2.4 统计学方法 使用SPSS 25.0统计软件。计量资料以均数±标准差（$\overline{X}\pm S$）描述，服从正态分布的资料组间比较采用独立样本t检验；非正态分布资料采用非参数Z检验；计数资料以例数（%）描述，组间比较采用χ^2检验；相关性分析采用Spearman相关性检验；P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较

共纳入病例组70例、对照组70例；两组在性别、年龄、BMI、吸烟及饮酒方面均无统计学意义（P>0.05，见表1）。病例组PANSS总分为（89.74±18.02）分，PSP总分为（45.11±14.06）分（见表2）。

2.2 两组血清血脂水平比较

病例组血清HDL和Apo-A1水平显著低于对照组（P<0.001），TG/HDL、LDL/HDL和Apo-B/Apo-A1水平显著高于对照组（P<0.05）；两组间TC、TG、LDL、Apo-B和非HDL水平差异无统计学意义（P>0.05，见表3）。

表1　两组临床资料比较
Table 1　Comparison of clinical data between the two groups

组别	n	性别(男/女)	年龄(岁)	BMI(kg/m^2)	吸烟(否/是)	饮酒(否/是)
对照组	70	18/52	27.06±3.20	21.29±1.43	55/15	60/10
病例组	70	25/45	25.66±8.38	22.04±3.54	53/17	51/19
t/χ^2		1.645	1.306	−1.641	0.162	3.523
P		0.272	0.194	0.103	0.847	0.094

表2　纳入的精神分裂症患者的临床症状和社会功能
Table 2　Clinical symptoms and social function data of enrolled schizophrenia patients

项目	$\overline{X}\pm S$
阳性因子(P)	15.29±4.39
阴性因子(N)	19.83±7.82
认知因子(C)	10.54±3.36
兴奋因子(E)	10.23±3.03
焦虑抑郁因子(D)	6.31±18.02
PANSS总分	89.74±18.02
GCI	5.37±0.64
PSP-a	4.14±0.86
PSP-b	4.03±0.74
PSP-c	2.63±1.13
PSP-d	2.03±1.18
PSP总分	45.11±14.06

表3　两组血清血脂水平比较
Table 3　Comparison of serum lipid levels between the two groups

项目	对照组(n=70)	病例组(n=70)	t	P
TC(mmol/L)	3.94±0.62	3.73±0.80	1.757	0.081
TG(mmol/L)	0.89±0.49	1.07±0.76	−1.664	0.098
HDL(mmol/L)	1.27±0.27	1.06±0.21	5.127	<0.001
LDL(mmol/L)	2.25±0.55	2.17±0.74	0.753	0.453
Apo-A1(g/L)	1.28±0.18	1.11±0.16	6.263	<0.001
Apo-B(g/L)	0.66±0.14	0.67±0.21	−0.125	0.901
非HDL(mmol/L)	2.67±0.57	2.67±0.78	0.043	0.966
TG/HDL	0.77±0.56	1.07±0.85	−2.508	0.013
LDL/HDL	1.84±0.60	2.12±0.90	−2.105	0.037
Apo-B/Apo-A1	0.53±0.13	0.61±0.25	−2.485	0.014

2.3　血脂水平与临床症状和社会功能的相关性

Spearman相关性分析结果显示：HDL与焦虑抑郁因子(r=0.24，P=0.04)及PSP总分(r=0.29，P=0.02)呈显著正相关，与PSP-a呈显著负相关(r=−0.39，P<0.01)；LDL与GCI评分呈显著负相关(r=−0.25，P=0.03)；Apo-A1与阴性因子(N)(r=−0.28，P=0.02)、PSP-a(r=−0.34，P<0.01)和PSP-c(r=−0.28，P=0.02)呈显著负相关，与焦虑抑郁因子(r=0.28，P=0.02)及PSP总分(r=0.26，P=0.03)呈显著正相关；Apo-B/Apo-A1与焦虑抑郁因子(D)呈显著负相关(r=−0.26，P=0.03)；而TC、TG、Apo-B、非HDL、TG/HDL及LDL/HDL与各临床评分之间均无显著相关性(P>0.05，见表4)。

3　讨论

本研究通过比较急性期精神分裂症患者与健康对照的血清血脂水平，并进一步探讨血脂指标与临床症状及社会功能之间的关联，结果发现，急性期的精神分裂症患者存在以HDL和Apo-A1水平降低，TG/HDL、LDL/HDL及Apo-B/Apo-A1升高为特征的脂代谢紊乱，且上述脂代谢指标异常与患者的阴性症状、焦虑抑郁症状、社会功能损害及疾病严重程度显著相关。

本研究中急性期精神分裂症患者血清HDL和Apo-A1水平显著低于对照组，而TC、TG、LDL、Apo-B及非HDL水平无显著差异。这一结果提示急性期精神分裂症患者存在以HDL和Apo-A1降低为特征的脂代谢异常模式，而非传统意义上的总胆固醇或LDL升高。Tkachev等[7]在首次发作的精神分裂症患者血浆脂质分析中发现HDL降低是该人群最稳定的脂代谢异常指标之一，提示这一改变可能独立于抗精神病药物的影响，而与疾病本身的内在病理生理机制相关。值得关注的是，TG/HDL、LDL/HDL及Apo-B/Apo-A1比值均显著升高，反映患者处于一种“致动脉粥样硬化”的脂代谢状态，即使绝对血脂水平正常，这种比值异常仍可能对中枢神经系统功能产生不良影响。

临床症状方面，本研究发现Apo-A1与PANSS阴性因子呈显著负相关，即Apo-A1水平越低，阴性症状越严重。阴性症状是精神分裂症的核心症状之一，与不良预后密切相关。Apo-A1作为HDL的核心载脂蛋白，其抗炎与免疫调节特性可能通过调控中枢或外周炎症反应，影响纹状体等脑区(如动机-奖赏环路)的功能，从而参与阴性症状的形成[8]。在

表4 精神分裂症患者血脂指标与临床症状和社会功能的相关性

Table 4 Correlation between lipid indicators and clinical symptoms, social function in schizophrenia patients

项目	统计值	TC	TG	HDL	LDL	Apo-A1	Apo-B	非HDL	TG/HDL	LDL/HDL	Apo-A1
P	*r*	−0.16	0.07	0.08	−0.15	0.05	−0.16	−0.16	0.07	−0.10	−0.08
	P	0.19	0.54	0.54	0.23	0.71	0.20	0.18	0.55	0.42	0.51
N	*r*	−0.08	−0.21	−0.14	−0.10	−0.28	−0.05	−0.06	−0.12	−0.03	<0.01
	P	0.52	0.08	0.26	0.41	0.02	0.71	0.63	0.31	0.80	0.98
C	*r*	0.05	0.04	−0.15	0.09	−0.16	0.15	0.10	0.08	0.17	0.17
	P	0.66	0.74	0.23	0.47	0.18	0.22	0.39	0.53	0.16	0.15
E	*r*	−0.21	−0.16	0.02	−0.22	−0.06	−0.21	−0.21	−0.11	−0.17	−0.12
	P	0.08	0.20	0.87	0.07	0.61	0.09	0.08	0.38	0.17	0.34
D	*r*	−0.08	−0.03	0.24	−0.13	0.28	−0.22	−0.17	−0.08	−0.23	−0.26
	P	0.50	0.83	0.04	0.28	0.02	0.07	0.16	0.50	0.06	0.03
PANSS总分	*r*	−0.20	−0.12	−0.05	−0.20	−0.17	−0.17	−0.19	−0.05	−0.11	−0.07
	P	0.10	0.34	0.67	0.10	0.15	0.17	0.12	0.67	0.37	0.55
PSP-a	*r*	−0.12	0.08	−0.39	−0.08	−0.34	−0.01	−0.04	0.19	0.12	0.09
	P	0.31	0.54	<0.01	0.51	<0.01	0.93	0.74	0.12	0.31	0.45
PSP-b	*r*	−0.09	0.05	−0.22	−0.08	−0.22	−0.04	−0.05	0.09	0.02	0.01
	P	0.48	0.69	0.07	0.50	0.07	0.77	0.67	0.44	0.88	0.93
PSP-c	*r*	0.02	−0.07	−0.12	−0.02	−0.28	0.04	0.05	−0.03	0.07	0.10
	P	0.86	0.55	0.32	0.89	0.02	0.73	0.66	0.78	0.55	0.39
PSP-d	*r*	−0.06	0.02	−0.07	−0.02	−0.10	−0.04	−0.05	0.04	0.01	0.02
	P	0.65	0.91	0.57	0.86	0.43	0.72	0.70	0.76	0.94	0.85
PSP总分	*r*	0.09	−0.08	0.29	0.06	0.26	−0.01	0.03	−0.15	−0.09	−0.08
	P	0.45	0.54	0.02	0.62	0.03	0.96	0.82	0.20	0.45	0.49
CGI	*r*	−0.23	0.09	−0.11	−0.25	−0.10	−0.20	−0.22	0.12	−0.14	−0.15
	P	0.05	0.46	0.35	0.03	0.39	0.10	0.06	0.32	0.24	0.22

孤独症谱系障碍患者中Apo-A1水平极低的个体表现出更低的适应功能[9]，提示Apo-A1缺乏可能通过影响神经发育或突触可塑性[10]，间接参与阴性症状（如社会退缩、情感淡漠）的病理生理过程。本研究发现，LDL与CGI呈负相关，即较低LDL水平对应更严重的疾病总体状况，这可能与急性期患者进食减少导致的营养摄入不足及升高的生理应激负荷有关[11]。有趣的是，本研究发现精神分裂症患者血清HDL和Apo-A1水平与焦虑抑郁症状呈正相关，即较高HDL水平伴随更重的情绪症状。这与一般认为的“高HDL/Apo-A1有益健康”相反，提示在急性期精神分裂症患者中，严重情绪症状可能伴随更高水平的系统性炎症[12]，而机体代偿性上调Apo-A1合成以应对氧化应激，从而导致HDL浓度升高。这一“反向”关联是本研究的重要发现之一，为精神分裂症情绪症状的生物学机制提供了新线索。本研究未发现血脂指标与阳性症状相关，可能与阳性症状更多与多巴胺能亢进相关，而脂代谢异常更多涉及慢性病理过程有关。

社会功能方面，本研究首次将血脂指标与个人和社会功能量表的4个维度（工作学习、社交关系、自我照料、攻击行为）进行相关性分析。结果发现，HDL和Apo-A1不仅与PSP总分呈正相关，更特异性地与“对社会有益的活动（PSP-a）”和“自我照料（PSP-c）”呈显著负相关，即水平越高，损害越轻。这一发现提示HDL和Apo-A1可能是评估患者康复潜力的重要生物学指标。精神分裂症的核心病理特征之一是中枢神经系统的低度炎症，表现为星型胶质细胞激活及IL-6、TNF-α等促炎因子升高[13]。这些炎症介质可损害前额叶皮层和海马功能[14]，而这两者恰好是执行功能、计划能力与自我管理的神经基础。HDL及Apo-A1能够抑制NF-κB通路[15]、减少促炎因子释放并清除自由基[16]，从而减轻炎症对脑区的损伤，保留患者从事有益活动及自我照料的能力。大脑是脂质最丰富的器官，胆固醇及磷脂是突触膜和髓鞘的关键组分。HDL通过胆固醇逆转

运保障神经元的脂质供应，支持突触可塑性[17]。Smierciak等[17]发现，精神分裂症患者血清HDL水平与前扣带回皮层的磁共振波谱及弥散指标呈正相关，为该机制提供了神经影像学证据。HDL水平是精神分裂症患者代谢健康的重要标志物[18]。低HDL水平已被证实与认知损害及阴性症状相关，而阴性症状（特别是动机缺乏）和精力不足亦直接影响自我照料能力[19,20]。因此，较好的代谢状态可转化为更高的精力水平及自我照料动机，形成良性循环。综上，HDL和Apo-A1可能通过抗炎、维持脑脂质稳态等机制，促进精神分裂症患者的社会功能保留。

综上，本研究不仅验证了急性期精神分裂症患者存在HDL和Apo-A1降低的脂代谢异常，并揭示了脂质水平和血脂比值与临床症状和社会功能维度的复杂关联，为精神分裂症的生物-心理-社会模型提供了新的实证支持。提示，在临床上，精神分裂症患者的血脂异常不仅是心血管风险的预警信号，还可能直接参与疾病病理过程；HDL和Apo-A1水平或可作为疗效评估的辅助指标；针对脂代谢的干预措施可能对精神症状和社会功能有一定的改善作用。本研究虽与既往多数研究不同，纳入了病程较短、急性期未服药的患者，较大程度上减少了药物对血脂的干扰，增强了结果的内在效度，有助于更真实地反映精神分裂症疾病本身相关的脂代谢特征。但仍存在以下局限性：样本量较小，横断面设计无法确定因果关系，未控制饮食、运动等混杂因素。未来需要大样本、前瞻性研究及脂质组学分析来进一步验证本研究的发现。

参考文献：

[1] Martinez B, Peplow PV. MicroRNAs as potential biomarkers for diagnosis of schizophrenia and influence of antipsychotic treatment[J]. Neural Regen Res, 2024, 19(7): 1523-1531.

[2] Green MF, Wynn JK, Eisenberger NI, *et al*. Social cognition and social motivation in schizophrenia and bipolar disorder: are impairments linked to the disorder or to being socially isolated?[J]. Psychol Med, 2024, 54(9): 2015-2023.

[3] Zhu Y, Yuan R, Lu Z, *et al*. Lipid-lowering and glucose-lowering drug targets differentially modulate antipsychotic treatment efficacy in schizophrenia[J]. Cell Rep Med, 2026, 7(3): 102653.

[4] Shin KC, Ali Moussa HY, Park Y. Cholesterol imbalance and neurotransmission defects in neurodegeneration[J]. Exp Mol Med, 2024, 56(8): 1685-1690.

[5] Tiwari V, Simons M. Lipid metabolism and neuroinflammation: what is the link?[J]. J Exp Med, 2025, 222(9): e20241232.

[6] Saipuljumri EN, Zeng J, Lo CH. Palmitic acid-induced autolysosomal dysfunction and lipotoxicity in neuroinflammation and neurodegeneration[J]. Neural Regen Res, 2026, 21(7): 2806-2811.

[7] Tkachev A, Stekolshchikova E, Vanyushkina A, *et al*. Lipid alteration signature in the blood plasma of individuals with schizophrenia, depression, and bipolar disorder[J]. JAMA Psychiatry, 2023, 80(3): 250-259.

[8] Tao X, Tao R, Wang K, *et al*. Anti-inflammatory mechanism of apolipoprotein A-I[J]. Front Immunol, 2024, 15: 1417270.

[9] Tierney E, Remaley AT, Thurm A, *et al*. Sterol and lipid analyses identifies hypolipidemia and apolipoprotein disorders in autism associated with adaptive functioning deficits[J]. Transl Psychiatry, 2021, 11(1): 471.

[10] Geffen T, Hardikar S, Smallwood J, *et al*. Striatal functional hypoconnectivity in patients with schizophrenia suffering from negative symptoms, longitudinal findings[J]. Schizophr Bull, 2024, 50(6): 1337-1348.

[11] Gimenez-palomo A, Gomes-da-costa S, Borras R, *et al*. Effects of malnutrition on length of stay in patients hospitalized in an acute psychiatric ward[J]. Acta Psychiatr Scand, 2023, 148(4): 316-326.

[12] Milaneschi Y, Kappelmann N, Ye Z, *et al*. Association of inflammation with depression and anxiety: evidence for symptom-specificity and potential causality from UK Biobank and NESDA cohorts[J]. Mol Psychiatry, 2021, 26(12): 7393-7402.

[13] Pinjari OF, Dasgupta SK, Okusaga OO. Plasma soluble P-selectin, interleukin-6 and S100B protein in patients with schizophrenia: a pilot study[J]. Psychiatr Q, 2022, 93(1): 335-345.

[14] Zheng Y, Cai X, Wang D, *et al*. Exploring the relationship between lipid metabolism and cognition in individuals living with stable-phase schizophrenia: a small cross-sectional study using Olink proteomics analysis[J]. BMC Psychiatry, 2024, 24(1): 593.

[15] Grao-cruces E, Millan-linares MC, Martin-rubio ME, *et al*. Obesity-associated metabolic disturbances reverse the antioxidant and anti-inflammatory properties of high-density lipoproteins in microglial cells[J]. Biomedicines, 2021, 9(11): 1722.

[16] Naraki K, Ghasemzadeh Rahbardar M, Ajiboye BO, *et al*. The effect of ellagic acid on the metabolic syndrome: a review article[J]. Heliyon, 2023, 9(11): e21844.

[17] Smierciak N, Krzysciak W, Szwajca M, *et al*. Benefits and meaning of lipids profile in relation to oxidative balance and brain morphology in schizophrenia[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(14): 11375.

[18] Huang YC, Hung CF, Lee Y, *et al*. Predictive factors of low HDL-c in patients with schizophrenia[J]. Neuropsychiatr Dis Treat, 2026, 22: 568841.

[19] Yang C, Hou X, Ma X, *et al*. Frailty among inpatients with schizophrenia: status, influencing factors, and their correlation with quality of life[J]. Front Psychiatry, 2022, 13: 1067260.

[20] Goldsmith DR, Massa N, Miller BJ, *et al*. The interaction of lipids and inflammatory markers predict negative symptom severity in patients with schizophrenia[J]. NPJ Schizophr, 2021, 7(1): 50.

（责任编辑：阮爱萍）