

甘油三酯-葡萄糖-体重指数与抑郁的关联性研究： 基于宜昌市农村心血管-肾脏-代谢综合征人群的 横断面研究



屈惠燕¹, 张馨艺^{2,3}, 张玲¹, 余志颖¹, 朱婕¹, 杨佳娟¹

1. 宜昌市疾病预防控制中心 (湖北宜昌 443005)
2. 哈尔滨医科大学公共卫生学院 (哈尔滨 150000)
3. 哈尔滨医科大学附属第二医院全科医疗科 (哈尔滨 150000)

【摘要】目的 探讨心血管-肾脏-代谢 (CKM) 综合征人群中甘油三酯-葡萄糖-体重指数 (TyG-BMI) 与抑郁的关联性及其在不同分期中的异质性。**方法** 采用2023年8月湖北省宜昌市农村社区成年人共患病调查数据, 以CKM综合征患者为研究对象, 按基线TyG-BMI水平进行分组。采用患者健康问卷-9项 (PHQ-9) 评估抑郁症状, 通过Logistic回归模型分析TyG-BMI与抑郁的关联, 并按年龄、性别、受教育程度、吸烟/饮酒状态及CKM综合征分期进行亚组分析, 采用限制性立方样条 (RCS) 模型评估非线性关系。**结果** 共纳入2 089例CKM综合征患者, 均处于0~3期, 平均年龄 (57.0 ± 10.4) 岁, 女性占50.8%。完全调整混杂因素的Logistic回归模型结果显示, TyG-BMI每增加10个单位, 抑郁风险降低4.9% [OR=0.951, 95%CI (0.903, 0.999)]。亚组分析结果显示, 该负向关联在 ≥ 60岁人群 [OR=0.989, 95%CI (0.980, 0.998)] 和CKM综合征0期人群 [OR=0.978, 95%CI (0.961, 0.996)] 中更显著; RCS模型分析显示, TyG-BMI与抑郁存在显著的非线性关系。**结论** 在CKM综合征0~3期人群中, 较高的TyG-BMI水平与较低的抑郁患病率存在关联, 该关联在 ≥ 60岁人群和代谢健康人群 (CKM综合征0期) 中更为明显, 非线性分析提示适度的TyG-BMI水平可能具有神经保护效应。

【关键词】 心血管-肾脏-代谢综合征; 甘油三酯-葡萄糖-体重指数; 抑郁

【中图分类号】 R749.4 **【文献标识码】** A

Association between triglyceride-glucose-body mass index and depression: a cross-sectional study of rural residents with cardiovascular-kidney-metabolic syndrome in Yichang

QU Huiyan¹, ZHANG Xinyi^{2,3}, ZHANG Ling¹, YU Zhiying¹, ZHU Jie¹, YANG Jiajuan¹

1. Yichang Center for Disease Control and Prevention, Yichang 443005, Hubei Province, China
2. School of Public Health, Harbin Medical University, Harbin 150000, China
3. Department of General Practice, The Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150000, China

Corresponding author: YANG Jiajuan, Email: jiajuan_yang8283@163.com

【Abstract】Objective To investigate the association between triglyceride-glucose-body

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202511155

基金项目: “癌症、心脑血管、呼吸和代谢性疾病防治研究” 国家科技重大专项 (2024ZD0524600)

通信作者: 杨佳娟, 主任医师, Email: jiajuan_yang8283@163.com

mass index (TyG-BMI) and depressive symptoms in individuals with cardiovascular-kidney-metabolic (CKM) syndrome, and its heterogeneity across different stages. **Methods** This study utilized data from a survey on comorbidities among adults in rural communities in Yichang of Hubei province, conducted in August 2023. Participants diagnosed with CKM syndrome were grouped according to baseline TyG-BMI levels. Depressive symptoms were assessed using the Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9). Logistic regression was employed to analyze the association between TyG-BMI and depressive symptoms, followed by stratified analysis by age, sex, education level, smoking/alcohol status, and CKM syndrome stage. Restricted cubic spline (RCS) models were used to assess nonlinear relationships. **Results** A total of 2,089 patients with CKM syndrome stages 0-3 were included. The mean age of participants was (57.0 ± 10.4) years, with 50.8% being female. After full adjustment for confounding factors, each 10-unit increase in TyG-BMI was associated with a 4.9% reduction in depression risk [OR=0.951, 95%CI (0.903, 0.999)]. Subgroup analysis showed that this negative association was more significant in individuals aged ≥ 60 years [OR=0.989, 95%CI (0.980, 0.998)] and those at CKM syndrome stage 0 [OR=0.978, 95%CI (0.961, 0.996)]. RCS model analysis showed a significant nonlinear relationship trend between TyG-BMI and depression symptoms. **Conclusion** The higher TyG-BMI levels were associated with a lower prevalence of depressive symptoms among individuals with CKM syndrome stages 0-3, and this association was more pronounced in metabolically healthy individuals (CKM syndrome stage 0) and individuals aged ≥ 60 years. Nonlinear analysis suggests that moderate levels of TyG-BMI may have neuroprotective effects.

【Keywords】 Cardiovascular-kidney-metabolic syndrome; Triglyceride glucose-body mass index; Depressive symptoms

心血管-肾脏-代谢 (cardiovascular-kidney-metabolic, CKM) 综合征是美国心脏协会 (American Heart Association, AHA) 近年提出的一种复杂的共病状态, 不仅显著增加患者心肾事件和死亡风险, 还伴随着较高的心理健康负担^[1]。流行病学研究表明, CKM 综合征人群中抑郁患病率显著高于普通人群, 而抑郁可加速 CKM 综合征的进展^[2-4]。然而, 在临床实践中, 如何早期、低成本地识别 CKM 综合征人群中的抑郁高风险个体, 仍是一项亟待解决的挑战。

胰岛素抵抗 (insulin resistance, IR) 被认为是 CKM 综合征与抑郁症状的核心病理生理特征^[5-6]。IR 不仅通过驱动代谢紊乱与靶器官损伤导致 CKM 综合征, 还通过神经内分泌失调、慢性炎症及氧化应激等途径直接损害海马体功能, 从而诱发抑郁^[7-8]。高胰岛素-正常血糖钳夹试验是评估 IR 的金标准, 但其操作复杂、成本较高, 临床应用受限^[9]。因此, 寻找简便可靠的 IR 替代指标, 对于 CKM 综合征患者的心理健康风险评估具有重要的临床价值。

甘油三酯-葡萄糖-体重指数 (triglyceride

glucose-body mass index, TyG-BMI) 作为整合了脂质、血糖与肥胖表型的复合指标, 被公认为是评估 IR 的理想替代标志物^[10]。已有研究探讨了 TyG-BMI 与抑郁的关系, 但结果存在争议, 部分研究提示二者呈正相关^[11], 而另一些研究则未发现显著关联^[12-13]。这种不一致性可能归因于既往研究忽视了代谢背景的差异。由于 CKM 综合征不同分期具有独特的代谢特征, IR 对神经系统的负面影响可能在不同分期表现出异质性^[7]。为填补以上研究空白, 本研究系统评估 CKM 综合征人群中 TyG-BMI 与抑郁风险的关联, 并进一步探讨该关联在不同分期中的异质性, 为 CKM 综合征患者的抑郁风险筛查和个体化干预提供临床证据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究为一项横断面二次分析, 数据源自中国农村社区成年人共患病研究^[14], 该研究在三省 (山西省、湖北省、黑龙江省) 开展, 原始调查由哈尔滨医科大学牵头, 联合长治医学院、佳木斯市及宜昌市疾病预防控制中心共同实施, 本

研究利用该研究中湖北省宜昌市 2023 年 8 月的数据进行分析。研究方案已获哈尔滨医科大学伦理委员会审批 (批号: HMUIRB2022005PRE), 获中国临床试验注册号 (ChiCTR2300069860)。

研究对象纳入标准: ①符合 AHA 的 CKM 综合征相关指南^[5]中的诊断标准; ②常住农村居民; ③年龄 ≥ 30 岁; ④居住地位于湖北省宜昌市 (含宜都市及枝江市); ⑤具备正常的沟通能力, 并能配合完成现场问卷调查与生物样本采集。排除标准: ①关键变量缺失者, 即身高、体重、甘油三酯 (triglyceride, TG) 或空腹血糖 (fasting blood glucose, FBG) 任一指标缺失, 无法计算 TyG-BMI 者; ②原始调查设定的排除对象 (如孕妇)。

1.2 资料收集

本研究采用多中心协作设计。为消除各分中心因实验室设备、试剂批次及操作规范差异导致的系统性偏倚, 各研究中心采集的血液样本均严格遵循标准化冷链流程, 统一送至长治医学院附属和平医院中心实验室集中检测。该实验室执行标准化操作程序与完善的内部质量控制体系, 确保多中心样本检测流程与评估标准的一致性。

1.2.1 TyG-BMI 的定义与分组

检测研究对象血液样本的 FBG 和 TG 水平, 并在体检期间测量并记录身高、体重数据。计算公式如下: TyG 指数 = $\ln [\text{FBG} (\text{mg/dL}) \times \text{TG} (\text{mg/dL}) / 2]$; 体重指数 (body mass index, BMI) = 体重 (kg) / 身高² (m²); TyG-BMI = TyG \times BMI^[10]。将研究对象按 TyG-BMI 四分位数 (Q1、Q2、Q3、Q4) 进行分组, 以第 1 四分位数 (Q1) 组作为参照。

1.2.2 抑郁症状的识别

采用患者健康问卷-9 项 (Patient Health Questionnaire-9, PHQ-9) 评估研究对象的抑郁症状水平^[15]。该量表由 9 个条目组成, 其依据美国精神障碍诊断与统计手册第 4 版 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th Edition, DSM-IV) 诊断标准, 系统涵盖了抑郁症状的 3 个核心维度: ①情感维度, 即心境低落、兴趣丧失; ②躯体维度, 即睡眠障碍、疲劳感、食欲变化及肢体动作异常; ③认知维度, 即自我评价过低、注意力集中困难及自伤念头。各条目按症状出现

频率计 0 (完全没有) 至 3 分 (几乎每天), 量表总分范围为 0~27 分。

基于既往流行病学研究的筛查建议^[15-16], 本研究以 PHQ-9 总分 > 4 分判定为存在抑郁症状。本研究中该量表的 Cronbach's α 系数为 0.86, 具有良好的内部一致性。

1.2.3 CKM 综合征分期

根据 AHA 的 CKM 综合征相关指南^[5], 将研究对象分为 0~4 期, 并分析各期患者的比例及相关特征。各期定义如下: 0 期: BMI $< 24 \text{ kg/m}^2$, 且无代谢危险因素或慢性肾脏病; 1 期: $24 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 27.9 \text{ kg/m}^2$, 且无其他代谢危险因素, 处于糖尿病前期但尚无慢性肾脏病; 2 期: 具有代谢危险因素, 或合并中、高危慢性肾脏疾病; 3 期: 患极高危慢性肾脏病, 或预测 10 年动脉粥样硬化性心血管疾病 (atherosclerotic cardiovascular disease, ASCVD) 风险为高危的患者; 4 期: 已确诊心血管疾病患者, 包括冠状动脉粥样硬化性心脏病、心力衰竭、心肌梗死、脑卒中、心房颤动。其中, 代谢危险因素包括 TG 水平升高 ($\geq 1.7 \text{ mmol/L}$)、高血压、糖尿病以及代谢综合征。糖尿病前期定义为糖化血红蛋白水平为 5.7%~6.4%, 或 FBG 为 6.1~6.9 mmol/L。10 年 ASCVD 风险参照中国血脂管理指南 (2023 年)^[17] 风险分层流程进行评估, 将 10 年 ASCVD 发病风险 $\geq 10\%$ 定义为高危; 慢性肾脏病风险则依据改善全球肾脏病预后组织的慢性肾脏病分期标准进行分层^[18]。

1.2.4 协变量

为控制潜在混杂因素的影响, 本研究从人口统计学特征、生活方式及慢性病史 3 个维度纳入相关协变量。具体包括: ①人口统计学特征, 即年龄、性别、BMI、受教育程度 (初中及以下、高中及以上)、婚姻状况 (已婚、其他); ②生活方式因素, 即吸烟史 (从未吸烟、既往吸烟、现在吸烟) 和饮酒史 (不饮酒、偶尔饮酒、轻中度饮酒、重度饮酒); ③慢性病史, 即高血压、糖尿病、慢性肾脏病、慢性呼吸系统疾病和肝脏疾病; ④体检及实验室检测资料, 即收缩压、舒张压、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 及估算肾小球滤过率 (estimated glomerular filtration rate, eGFR)。其中, 人口统计学和生活

方式信息均通过标准化的结构化问卷收集获得，慢性疾病诊断主要来源于医保数据库的诊断记录，并结合实验室检测结果及研究对象自报病史进行综合核验，以确保疾病史数据的可靠性和准确性。

1.3 统计学分析

采用 R 4.2.3 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料，以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，多组间比较采用单因素方差分析；不符合正态分布的计量资料，以中位数和四分位数 [$M (P_{25}, P_{75})$] 表示，多组间比较采用 Kruskal-Wallis 秩和检验。计数资料以例数和百分比 ($n, \%$) 表示，多组间比较采用 χ^2 检验。采用二元 Logistic 回归模型分析 TyG-BMI 与抑郁间的关联。将 TyG-BMI 分别以连续变量（每增加 10 个单位）和分类变量（四分位数分组）纳入模型，关联强度以比值比 (odds ratio, OR) 及其 95% 置信区间 (confidence interval, CI) 表示。通过构建 3 个模型进行逐步校正：模型 1 未调整任何变量；模型 2 在模型 1 基础上调整年龄、性别、吸烟史、饮酒史、婚姻状况及受教育程度；模型 3 在模型 2 基础上调整收缩压、舒张压、总胆固醇、HDL-C 及 eGFR。为评估 TyG-BMI 与抑

郁关联的潜在修饰效应，按年龄段、性别、受教育程度、吸烟史、饮酒史及 CKM 综合征分期进行分层分析。同时采用限制性立方样条 (restricted cubic spline, RCS) 模型分析 TyG-BMI 与抑郁发生风险可能存在的非线性关联。RCS 模型在 TyG-BMI 分布的第 10、50 和 90 百分位数设置 3 个节点。所有检验均为双侧检验，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入 2 089 例 CKM 综合征患者，均处于 0~3 期，平均年龄 (57.0 ± 10.4) 岁，女性 1 062 例 (50.8%)。按 TyG-BMI 四分位数进行分组，4 组在高血压、糖尿病、慢性肾脏病患者比例、TG、总胆固醇、FBG、BMI、收缩压、舒张压、HDL-C 水平及 CKM 综合征分期例数分布等方面的差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。随着 TyG-BMI 水平升高，高血压、糖尿病患病比例增加，TG、总胆固醇、FBG、BMI、收缩压及舒张压水平均上升，HDL-C 水平则下降，CKM 综合征 0 期人群构成比减少，2~3 期人群构成比升高，见表 1。

表 1 不同 TyG-BMI 水平研究对象基线特征比较 ($n, \%$)

Table 1. Comparison of baseline characteristics of study participants with different TyG-BMI levels ($n, \%$)

变量	Q1组 ($n=523$)	Q2组 ($n=522$)	Q3组 ($n=522$)	Q4组 ($n=522$)	$F/\chi^2/H$ 值	P 值
年龄 (岁) *	56.1 ± 11.6	58.7 ± 10.3	57.1 ± 9.7	55.9 ± 9.7	8.24	< 0.001
性别					6.36	0.096
男性	246 (47.0)	257 (49.2)	244 (46.7)	280 (53.6)		
女性	277 (53.0)	265 (50.8)	278 (53.3)	242 (46.4)		
BMI (kg/m^2) *	19.9 ± 1.5	22.6 ± 1.2	24.8 ± 1.5	28.3 ± 2.8	1 965.38	< 0.001
收缩压 (mmHg) *	122.9 ± 18.7	127.3 ± 17.7	129.7 ± 18.2	132.9 ± 16.7	29.14	< 0.001
舒张压 (mmHg) *	78.1 ± 10.5	80.6 ± 10.1	82.5 ± 10.4	85.2 ± 11.0	42.72	< 0.001
吸烟史					6.83	0.336
从未吸烟	348 (66.5)	369 (70.7)	379 (72.6)	350 (67.0)		
既往吸烟	15 (2.9)	14 (2.7)	12 (2.3)	12 (2.3)		
现在吸烟	160 (30.6)	139 (26.6)	131 (25.1)	160 (30.7)		
饮酒史					55.42	< 0.001
不饮酒	382 (73.0)	387 (74.1)	369 (70.7)	338 (64.8)		
偶尔饮酒	20 (3.8)	14 (2.7)	18 (3.4)	27 (5.2)		
轻中度饮酒	38 (7.3)	42 (8.0)	68 (13.0)	101 (19.3)		
重度饮酒	83 (15.9)	79 (15.1)	67 (12.8)	56 (10.7)		
婚姻状况					5.34	0.148
其他	36 (6.9)	51 (9.8)	50 (9.6)	36 (6.9)		
已婚	487 (93.1)	471 (90.2)	472 (90.4)	486 (93.1)		

续表1

变量	Q1组 (n=523)	Q2组 (n=522)	Q3组 (n=522)	Q4组 (n=522)	F/ χ^2 /H值	P值
受教育程度					12.21	0.007
初中及以下	420 (80.3)	438 (83.9)	424 (81.2)	394 (75.5)		
高中及以上	103 (19.7)	84 (16.1)	98 (18.8)	128 (24.5)		
TyG指数 [#]	8.2 (8.0, 8.5)	8.5 (8.3, 8.8)	8.8 (8.5, 9.2)	9.3 (8.9, 9.7)	894.75	<0.001
TyG-BMI [#]	166.7 (157.8, 174.1)	193.6 (188.2, 200.4)	219.2 (212.4, 226.2)	257.1 (244.0, 275.2)	1 957.50	<0.001
总胆固醇 (mg/dL) [#]	5.4 (4.8, 6.1)	5.5 (4.9, 6.2)	5.8 (5.1, 6.4)	5.8 (5.1, 6.5)	44.56	<0.001
HDL-C (mg/dL) [#]	1.4 (1.2, 1.6)	1.3 (1.1, 1.5)	1.2 (1.0, 1.4)	1.1 (0.9, 1.2)	403.13	<0.001
TG (mmol/L) [#]	0.9 (0.7, 1.2)	1.2 (1.0, 1.6)	1.6 (1.2, 2.1)	2.4 (1.7, 3.4)	808.91	<0.001
FBG (mmol/L) [#]	5.1 (4.8, 5.4)	5.2 (4.9, 5.6)	5.3 (4.9, 5.7)	5.4 (4.9, 6.3)	83.95	<0.001
eGFR (mL/min/1.73m ²) [#]	117.5 (103.8, 131.8)	110.6 (97.4, 125.7)	111.9 (98.0, 127.2)	111.5 (95.6, 127.7)	24.41	<0.001
糖尿病	20 (3.8)	48 (9.2)	75 (14.4)	133 (25.5)	116.65	<0.001
高血压	161 (30.8)	237 (45.4)	277 (53.1)	344 (65.9)	135.25	<0.001
慢性肾脏病	31 (5.9)	35 (6.7)	24 (4.6)	46 (8.8)	8.01	0.046
慢性呼吸系统疾病	129 (24.7)	127 (24.3)	146 (28.0)	149 (28.5)	2.81	0.422
肝脏疾病	7 (1.3)	5 (1.0)	6 (1.1)	8 (1.5)	0.77	0.857
抑郁症状	67 (12.8)	38 (7.3)	36 (6.9)	38 (7.3)	16.09	0.001
CKM综合征分期					1 099.81	<0.001
0期	409 (78.2)	199 (38.1)	20 (3.8)	0 (0.0)		
1期	35 (6.7)	76 (14.6)	74 (14.2)	13 (2.5)		
2~3期	79 (15.1)	247 (47.3)	428 (82.0)	509 (97.5)		

注：^{*}符合正态分布的计量资料，采用均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示；[#]不符合正态分布的计量资料，采用中位数和四分位数 [$M (P_{25}, P_{75})$] 表示；Q1组. TyG-BMI ≤ 181.1 ；Q2组. $181.1 < \text{TyG-BMI} \leq 206.1$ ；Q3组. $206.1 < \text{TyG-BMI} \leq 233.8$ ；Q4组. TyG-BMI > 233.8 ；BMI. 体重指数；TyG-BMI. 甘油三酯-葡萄糖-体重指数；TG. 甘油三酯；HDL-C. 高密度脂蛋白胆固醇；FBG. 空腹血糖；eGFR. 估算肾小球滤过率；CKM. 心血管-肾脏-代谢。

2.2 TyG-BMI与抑郁患病率间关联

179例研究对象存在抑郁症状，患病率为8.57%。Logistic回归模型分析结果显示，在模型1至模型3中，每增加10个单位的TyG-BMI，抑郁患病风险分别降低约5.0% [OR=0.950, 95%CI (0.911, 0.989)]、4.8% [OR=0.952, 95%CI (0.912, 0.992)]、4.9% [OR=0.951, 95%CI (0.903, 0.999)]；在完全调整混杂因素的模型3中，与Q1组相比，Q2组、Q3组、Q4组的OR值分别为0.434 [95%CI (0.275, 0.677)]、0.428 [95%CI (0.264, 0.686)]和0.480 [95%CI

(0.287, 0.795)]，表明在CKM综合征0~3期人群中，Q2组、Q3组、Q4组人群患抑郁的风险分别比Q1组低56.6%、57.2%和52.0%，见表2。

2.3 亚组分析

为进一步探讨TyG-BMI与抑郁患病率之间的关系，按不同年龄段、性别、受教育程度、吸烟史、饮酒史以及CKM综合征分期进行亚组分析。结果显示，TyG-BMI与抑郁患病风险总体呈负相关，尤其是在 ≥ 60 岁人群及CKM综合征0期人群中，该负向关联更为显著，且观察到显著的交互效应（交互效应 $P < 0.05$ ），见表3。

表2 CKM综合征0~3期人群中TyG-BMI与抑郁患病风险的关联

Table 2. Association of TyG-BMI with depressive symptoms among participants with CKM syndrome stages 0-3

变量	模型1		模型2		模型3	
	OR值 (95%CI)	P值	OR值 (95%CI)	P值	OR值 (95%CI)	P值
TyG-BMI水平 ^a	0.950 (0.911, 0.989)	0.015	0.952 (0.912, 0.992)	0.022	0.951 (0.903, 0.999)	0.050
TyG-BMI分组 ^b						
Q1组	Ref.		Ref.		Ref.	
Q2组	0.534 (0.349, 0.807)	0.003	0.471 (0.305, 0.717)	<0.001	0.434 (0.275, 0.677)	<0.001
Q3组	0.504 (0.327, 0.766)	0.002	0.462 (0.297, 0.708)	<0.001	0.428 (0.264, 0.686)	<0.001
Q4组	0.534 (0.349, 0.807)	0.003	0.547 (0.355, 0.830)	0.005	0.480 (0.287, 0.795)	0.004

注：^a以连续变量（每增加10个单位）纳入模型；^b以分类变量（四分位数）纳入模型；模型1未调整任何变量；模型2在模型1基础上调整年龄、性别、吸烟史、饮酒史、婚姻状况及受教育程度；模型3在模型2基础上调整收缩压、舒张压、总胆固醇、HDL-C及eGFR。

表3 不同亚组中TyG-BMI与抑郁患病风险的关联分析

Table 3. Analysis of the association between TyG-BMI with depressive symptoms among different subgroups

类别	数量	OR值 (95%CI)	交互效应 P值	类别	数量	OR值 (95%CI)	交互效应 P值
总体	2 089	0.995 (0.991, 0.999)	-	受教育程度			0.658
年龄 (岁)			0.048	初中及以下	1 676	0.995 (0.990, 1.001)	
30~59	1 282	0.998 (0.992, 1.004)		高中及以上	413	0.992 (0.979, 1.005)	
≥60	807	0.989 (0.980, 0.998)		CKM综合征分期			0.046
性别			0.594	0期	628	0.978 (0.961, 0.996)	
男性	1 027	0.995 (0.986, 1.003)		1期	198	1.008 (0.982, 1.034)	
女性	1 062	0.995 (0.989, 1.002)		2~3期	1 263	1.002 (0.995, 1.009)	
饮酒史			0.932	吸烟史			0.988
不饮酒	1 476	0.995 (0.989, 1.000)		从未吸烟	1 446	0.995 (0.990, 1.001)	
偶尔饮酒	79	0.954 (0.904, 1.007)		既往吸烟	53	1.019 (0.963, 1.079)	
轻中度饮酒	249	1.007 (0.988, 1.026)		现在吸烟	590	0.991 (0.979, 1.003)	
重度饮酒	285	0.993 (0.973, 1.013)					

注：模型1未调整任何变量；模型2在模型1基础上调整年龄、性别、吸烟史、饮酒史、婚姻状况及受教育程度；模型3在模型2基础上调整收缩压、舒张压、总胆固醇、HDL-C及eGFR。

2.4 TyG-BMI与抑郁患病率的非线性关系

RCS模型分析显示，TyG-BMI与抑郁存在显著的非线性关系（总体 $P < 0.001$ ，非线性关系 $P < 0.001$ ），见图1。

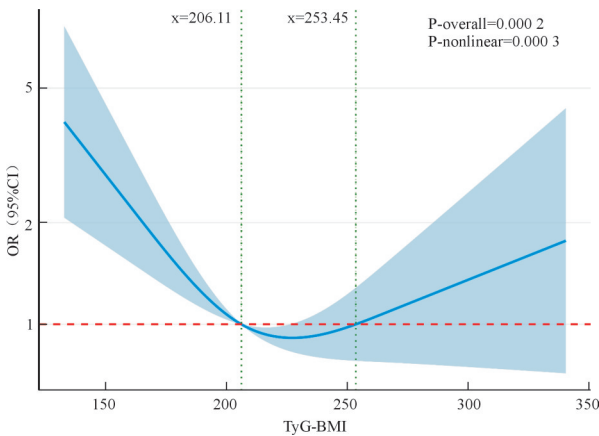


图1 TyG-BMI与抑郁患病风险的非线性关系

Figure 1. The non-linear relationship between TyG-BMI and the risk of developing depressive symptoms

注：模型调整年龄、性别、吸烟史、饮酒史、婚姻状况、受教育程度、收缩压、舒张压、总胆固醇、HDL-C、eGFR。

3 讨论

TyG-BMI是整合血糖、血脂及肥胖表型的复合指标，已被公认为是评估IR的可靠替代标志物。既往研究多重点关注TyG-BMI与心血管疾病的关联，证实其对心血管疾病具有良好的预测价值^[19-20]。一项全国性队列研究显示，TyG-BMI每

增加10个单位，心血管疾病发生风险升高6.5%^[21]。目前关于TyG-BMI与抑郁关联的研究仍相对有限，且结论尚存争议。一项针对美国成年女性的研究发现，TyG-BMI与抑郁风险呈正相关^[11]；而基于中国中老年人队列的研究则观察到，基线TyG-BMI水平越高，抑郁风险反而越低^[22]。上述研究结论存在差异，原因主要包括三方面：首先，研究人群生物学特征存在差异，不同研究中研究对象在性别构成与年龄跨度上的差异，导致生理代谢环境与神经内分泌状态存在异质性；其次，抑郁症状评估工具尚未统一，PHQ-9等不同筛查量表对抑郁症状识别的敏感度存在差异；最关键的是，多数研究忽略了代谢背景的异质性，将研究人群视为同质整体，未考虑CKM综合征不同分期所对应的独特代谢特征。本研究基于CKM综合征0~3期人群开展分析，结果显示，较高的TyG-BMI水平与较低的抑郁患病率存在关联，且该关联可能受个体代谢状态的调节。该结果有助于解释既往研究中出现的矛盾结论，同时提示在评估TyG-BMI与抑郁的关联时，应充分考虑研究对象的CKM综合征分期特征。

亚组分析结果显示，TyG-BMI与抑郁风险的负向关联在≥60岁和CKM综合征0期人群中更为显著。老年人群随年龄增长，机体基础代谢功能逐渐衰退，常伴随动脉硬化、慢性低度炎症、免疫系统失调等改变，可能损伤神经环路的结构与功能完整性，增加抑郁风险^[23]。在此类生理机能

偏弱人群中, 适度升高的TyG-BMI与较低的抑郁患病率相关, 提示代谢指标与心理健康间存在复杂的交互关系^[24]。其次, 该负向关联显著性随CKM综合征分期进展逐渐减弱, 仅在CKM综合征0期人群中最为显著。表明在代谢健康状态下, TyG-BMI的升高主要反映机体生理性能量储备, 对心理健康可能具有积极的保护作用; 而当疾病进展至CKM综合征1期及以上时, 严重的IR、系统性炎症及其他代谢紊乱成为主导因素, TyG-BMI升高转为病理性损伤, 使其对抑郁风险的潜在保护效应逐渐减弱甚至消失。

RCS模型分析结果显示, TyG-BMI与抑郁间可能存在非线性关系。具体而言, 当TyG-BMI < 206.11时, 抑郁患病率随TyG-BMI升高呈显著下降趋势, 可能源于适度能量储备对神经元功能具有保护作用^[25-26]; 而当TyG-BMI > 253.45时, 虽观察到风险回升趋势, 但无统计学意义。该现象可能与TyG-BMI > 253.45的患者样本量不足, 或病理性IR触发的神经炎症有关^[27-28]。本研究结论与一项美国大型横断面研究一致, 该研究同样证实TyG-BMI与抑郁呈U型关联^[29]。提示TyG-BMI维持在适中水平可能对心理健康有益, 而过低或过高均可能增加抑郁风险。

本研究存在一定局限性。首先, 本研究为横断面研究, 无法确定TyG-BMI与抑郁间的时序关系和因果方向。值得注意的是, 本研究观察到的低TyG-BMI与抑郁风险增加的关联可能存在反向因果。临床证据表明, 抑郁患者常伴随食欲减退、消化功能紊乱、非自愿性体重下降等躯体化症状, 可能导致患者BMI降低及能量代谢紊乱, 进而在统计学上呈现低TyG-BMI与抑郁相关的虚假因果关联。因此, 未来亟需开展大样本前瞻性队列研究, 动态监测TyG-BMI变化趋势, 进一步阐明二者间真实因果关联。其次, 本研究采用自评量表PHQ-9评估抑郁症状, 而非结构化临床访谈进行诊断, 可能存在一定的分类偏倚风险。此外, 受原始调查数据限制, 本研究未纳入研究对象降血压、降血脂及降血糖等药物使用信息。这些药物可能直接影响机体代谢水平, 对TyG-BMI与抑郁的关联存在潜在混杂效应。本研究虽校正多种慢性病史以控制潜在偏倚, 但未纳入药物暴露信息, 仍可能存在残余混杂。未来研究应纳入详细的药物治

疗随访资料, 以更精确地评估TyG-BMI与抑郁的独立关联。最后, 本研究仅选取宜昌市部分辖区农村人群作为研究对象, 虽对我国华中农村地区具有一定参考价值, 但研究结果的代表性及外推性尚需进一步验证。

综上, 本研究发现, 在湖北省宜昌农村CKM综合征0~3期人群中, TyG-BMI与抑郁患病率呈显著负相关, 且该关联在≥60岁老年群体及CKM综合征0期(代谢健康阶段)人群中最为突出。非线性分析提示适度的TyG-BMI水平可能具有神经保护效应。本研究结果为临床评估个体心理健康风险及优化抑郁预防决策提供了重要参考依据。

伦理声明: 本研究已获哈尔滨医科大学伦理委员会审批(批号: HMUIRB2022005PRE)

作者贡献: 数据整理、论文撰写、图表制作: 屈惠燕; 研究指导、论文审阅: 张馨艺、杨佳娟; 论文审阅: 张玲、余志颖、朱婕; 经费支持: 杨佳娟

数据获取: 本研究中使用和(或)分析的数据可联系通信作者获取

利益冲突声明: 无

致谢: 感谢本次科研及论文撰写过程中科室同事的指导和支持

参考文献

- 1 Sebastian SA, Padma I, Johal G. Cardiovascular-kidney-metabolic (CKM) syndrome: a state-of-the-art review[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2024, 49(2): 102344.
- 2 Li YM, Chen CB, Tu HB, et al. Prevalence and risk factors for depression in older people in Xi'an China: a community-based study[J]. *Int J Geriatr Psychiatry*, 2012, 27(1): 31-39.
- 3 Marušić M, Paić M, Knobloch M, et al. NAFLD, insulin resistance, and diabetes mellitus type 2[J]. *Can J Gastroenterol Hepatol*, 2021, 2021: 6613827.
- 4 He Y, Lan L, Liu Y, et al. Depression severity as a predictor of cardiovascular-kidney-metabolic syndrome progression and mortality: results from two nationally representative cohort studies[J]. *J Affect Disord*, 2025, 388: 119606.
- 5 Ndumele CE, Neeland IJ, Tuttle KR, et al. A synopsis of the evidence for the science and clinical management of cardiovascular-kidney-metabolic (CKM) syndrome: a scientific statement from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2023, 148(20): 1636-1664.
- 6 Yao J, Zhu CQ, Sun Y, et al. Insulin resistance: the role in comorbid type 2 diabetes mellitus and depression[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2025, 175: 106218.
- 7 Ndumele CE, Rangaswami J, Chow SL, et al. Cardiovascular-kidney-metabolic health: a presidential advisory from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2023, 148(20): 1606-1635.
- 8 Fernandes BS, Salagre E, Enduru N, et al. Insulin resistance in depression: a large Meta-analysis of metabolic parameters and variation[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2022, 139: 104758.
- 9 Matsuda M. Measuring and estimating insulin resistance in clinical

- and research settings[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2010, 20(2): 79–86.
- 10 Er LK, Wu S, Chou HH, et al. Triglyceride glucose–body mass index is a simple and clinically useful surrogate marker for insulin resistance in nondiabetic individuals[J]. *PLoS One*, 2016, 11(3): e0149731.
- 11 Liu X, Li J, He D, et al. Association between different triglyceride glucose index–related indicators and depression in premenopausal and postmenopausal women: NHANES, 2013–2016[J]. *J Affect Disord*, 2024, 360: 297–304.
- 12 Zhang X, Wang Y, Yang X, et al. Obesity and lipid indices as predictors of depressive symptoms in middle-aged and elderly Chinese: insights from a nationwide cohort study[J]. *BMC Psychiatry*, 2024, 24(1): 351.
- 13 Wang Y, Zhang X, Li Y, et al. Predicting depressive symptom by cardiometabolic indicators in mid-aged and older adults in China: a population-based cross-sectional study[J]. *Front Psychiatry*, 2023, 14: 1153316.
- 14 Zhang X, Liu T, Li Z, et al. Using primary and routinely collected data to determine prevalence and patterns of multimorbidity in rural China: a representative cross-sectional study of 6474 Chinese adults[J]. *Lancet Reg Health West Pac*, 2025, 54: 101272.
- 15 Kroenke K, Spitzer RL, Williams JB. The PHQ–9: validity of a brief depression severity measure[J]. *J Gen Intern Med*, 2001, 16(9): 606–613.
- 16 Ballou S, Katon J, Singh P, et al. Chronic diarrhea and constipation are more common in depressed individuals[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2019, 17(13): 2696–2703.
- 17 中国血脂管理指南修订联合专家委员会. 中国血脂管理指南(2023 年)[J]. *中华心血管病杂志*, 2023, 51(3): 221–255. [Joint Committee on the Chinese Guidelines for Lipid Management. Chinese guidelines for lipid management (2023) [J]. *Chinese Journal of Cardiology*, 2023, 51(3): 221–255.]
- 18 Linda A, Rebecca M, Chelsea G, et al. KDIGO 2024 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease[J]. *Kidney Int*, 2024, 105(4s): S117–S314.
- 19 Yang Z, Gong H, Kan F, et al. Association between the triglyceride glucose (TyG) index and the risk of acute kidney injury in critically ill patients with heart failure: analysis of the MIMIC–IV database[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22(1): 232.
- 20 Huo RR, Liao Q, Zhai L, et al. Interacting and joint effects of triglyceride–glucose index (TyG) and body mass index on stroke risk and the mediating role of TyG in middle-aged and older Chinese adults: a nationwide prospective cohort study[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 30.
- 21 Li W, Shen C, Kong W, et al. Association between the triglyceride glucose–body mass index and future cardiovascular disease risk in a population with cardiovascular–kidney–metabolic syndrome stage 0–3: a nationwide prospective cohort study[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 292.
- 22 Guo T, Zou Q, Wang Q, et al. Association of TyG index and TG/HDL–C ratio with trajectories of depressive symptoms: evidence from China health and retirement longitudinal study[J]. *Nutrients*, 2024, 16(24): 4300.
- 23 Alexopoulos GS. Depression in the elderly[J]. *Lancet*, 2005, 365(9475): 1961–1970.
- 24 Song Y, Cao H, Zuo C, et al. Mitochondrial dysfunction: a fatal blow in depression[J]. *Biomed Pharmacother*, 2023, 167: 115652.
- 25 Nucci D, Gianfredi V, Ferrara P, et al. Association between malnutrition and depression in patients with cancer: the importance of nutritional status evaluation in cancer care[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2023, 20(3): 2295.
- 26 Türk İ, Cüzdan N, Çiftçi V, et al. Malnutrition, associated clinical factors, and depression in systemic sclerosis: a cross-sectional study[J]. *Clin Rheumatol*, 2020, 39(1): 57–67.
- 27 Al-Hakeim HK, Al-Naqeeb TH, Almulla AF, et al. The physio-affective phenome of major depression is strongly associated with biomarkers of astroglial and neuronal projection toxicity which in turn are associated with peripheral inflammation, insulin resistance and lowered calcium[J]. *J Affect Disord*, 2023, 331: 300–312.
- 28 Perry BI, Khandaker GM, Marwaha S, et al. Insulin resistance and obesity, and their association with depression in relatively young people: findings from a large UK birth cohort[J]. *Psychol Med*, 2020, 50(4): 556–565.
- 29 Zhang L, Sun H, Yin J, et al. Association between triglyceride glucose–body mass index and depression among US adults: a cross-sectional study[J]. *Public Health*, 2024, 237: 410–417.

收稿日期: 2025 年 11 月 28 日 修回日期: 2026 年 05 月 14 日
本文编辑: 杨燕 曹越

引用本文: 屈惠燕, 张馨艺, 张玲, 等. 甘油三酯–葡萄糖–体重指数与抑郁的关联性研究: 基于宜昌市农村心血管–肾脏–代谢综合征人群的横断面研究[J]. *医学新知*, 2026, 36(5): 511–518. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202511155.

Qu HY, Zhang XY, Zhang L, et al. Association between triglyceride–glucose–body mass index and depression: a cross-sectional study of rural residents with cardiovascular–kidney–metabolic syndrome in Yichang[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2026, 36(5): 511–518. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202511155.