

# Relationship between Triglyceride-glucose Body Mass Index and Coronary Heart Disease in Postmenopausal Women

Jiannan Ma<sup>1,2</sup> Jie Tao<sup>2</sup> Dasen Sang<sup>2</sup> Hua Li<sup>2</sup> Qi Zhang<sup>2\*</sup>

1. Graduate College of Chengde Medical College, Chengde, Hebei, 067000, China

2. Department of Cardiology, Baoding First Central Hospital, Baoding, Hebei, 071000, China

## Abstract

**Objective:** To explore the association between triglyceride glucose body mass index (TyG-BMI) and coronary heart disease in postmenopausal women. **Methods:** A total of 158 postmenopausal female patients with suspected coronary heart disease admitted to the cardiovascular Department of the First Central Hospital of Baoding City from October 1, 2022 to March 1, 2024 were selected as the observation objects. According to the results of coronary angiography, they were divided into coronary heart disease group (n=118) and non-coronary heart disease group (n=40), and TyG-BMI was calculated. logistic regression analysis was performed to explore the influencing factors of coronary heart disease in postmenopausal women, and receiver operating characteristics (ROC) curve was drawn to evaluate the predictive value of TyG-BMI in coronary heart disease in postmenopausal women. **Results:** 1) The TyG-BMI of CHD group was higher than that of non-CHD group ( $P<0.05$ ). 2) logistic regression analysis showed that TyG-BMI was an independent risk factor for coronary heart disease in postmenopausal women. 3) The area under ROC curve of TyG-BMI for predicting coronary heart disease in postmenopausal women was 0.764 (95%CI: 0.676~0.851,  $P=0.044$ ). **Conclusion:** The increase of TyG-BMI is an independent risk factor and predictor of coronary heart disease in postmenopausal women.

## Keywords

coronary heart disease; postmenopausal women; triglyceride glucose body mass index

## 绝经后女性甘油三酯-葡萄糖体质指数与冠心病的关系

马剑楠<sup>1,2</sup> 陶杰<sup>2</sup> 桑大森<sup>2</sup> 李华<sup>2</sup> 张旗<sup>2\*</sup>

1. 承德医学院研究生学院, 中国·河北承德 067000

2. 保定市第一中心医院心内科, 中国·河北保定 071000

## 摘要

**目的:** 探索绝经后女性中甘油三酯葡萄糖体质指数 (TyG-BMI) 和冠心病的关系。**方法:** 选择2022年10月1日—2024年3月1日期间就诊于保定市第一中心医院心血管内科的绝经后女性疑似冠心病患者158例作为观察对象, 根据冠状动脉造影结果分为冠心病组 (n=118) 和非冠心病组 (n=40), 计算TyG-BMI。行logistic回归分析探讨绝经后女性患冠心病的影响因素并绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线评估TyG-BMI对绝经后女性冠心病的预测价值。**结果:** ①冠心病组的TyG-BMI高于非冠心病组 ( $P<0.05$ )。②logistic回归分析均显示TyG-BMI是绝经后女性患冠心病的独立危险因素。③TyG-BMI预测绝经后女性冠心病的ROC曲线下面积为0.764 (95%CI: 0.676~0.851,  $P=0.044$ )。**结论:** TyG-BMI是绝经后女性患冠心病独立危险因素和预测因子。

## 关键词

冠心病; 绝经后女性; 甘油三酯葡萄糖体质指数

## 1 引言

冠心病是女性发病和死亡的主要原因之一<sup>[1]</sup>。过去冠心病常被认为是“男性疾病”, 但中国的一项大型调查显示, 女性占全国冠心病患者的 44.1%<sup>[2]</sup>。女性绝经前发生冠心病的风险较同龄男性低<sup>[3]</sup>, 但绝经后发生冠心病的风险急剧增加, 预后更加不利<sup>[4]</sup>。据统计绝经后女性冠心病患者死亡风

险是同龄男性的 5.8 倍, 介入术后 2 年死亡率是男性的 2~3 倍<sup>[5]</sup>。因此, 早期诊断、尽早预防对降低绝经后女性冠心病发病风险至关重要。

研究表明胰岛素抵抗 (Insulin resistance, IR) 与冠心病发病风险增加有关, 在血糖正常的情况下, 二者的相关性依旧存在<sup>[6]</sup>, 因此关注绝经后女性的 IR 并实施干预措施能降低绝经后女性发生冠心病的风险。甘油三酯-葡萄糖体质指数 (triglyceride glucose body mass index, TyG-BMI) 结合了甘油三酯 (triglyceride, TG)、空腹血糖 (fasting blood glucose, FBG) 和体质指数 (Body mass index, BMI) 以同时反映冠心病的多个危险因素, 是评估 IR 的方便快捷的可靠指标<sup>[7]</sup>。已经有研究证实 TyG-BMI 可以作为识别冠心病高危个

**【作者简介】** 马剑楠 (1998-), 女, 中国河北保定人, 在读硕士, 从事心血管疾病诊治研究。

**【通讯作者】** 张旗 (1975-), 男, 中国河北保定人, 副主任医师, 从事心血管疾病诊治研究。

体的标记物<sup>[8]</sup>，但目前国内尚无研究分析 TyG-BMI 对绝经后女性冠心病的预测价值。因此，本研究旨在分析 TyG-BMI 与绝经后女性冠心病之间的相关性，为绝经后女性预防冠心病以及血脂、血糖和 BMI 的控制提供临床依据。

2 资料与方法

2.1 研究人群

本研究回顾性纳入 2022 年 10 月 1 日—2024 年 3 月 1 日期间就诊于保定市第一中心医院心血管内科的绝经后女性疑似冠心病患者 158 例。依据冠状动脉造影结果分为冠心病组和非冠心病组。

冠心病组的纳入标准：①左主干、左前降支、左回旋支、右冠状动脉或其主要分支狭窄≥ 50% 的可疑冠心病患者。② TG、FBG、身高、体重等重要资料完整者。

冠心病组的排除标准：①患有心脏瓣膜病或先天性心脏病、肺源性心脏病者。②就诊前已确诊冠心病患者。③感染、恶性肿瘤等免疫系统疾病或血液系统疾病患者。本研究已得到保定市第一中心医院伦理委员会批准。

2.2 临床资料的搜集和生化指标的测定

本研究参照电子病历系统搜集数据，包括年龄、身高、体重、收缩压（systolic pressure, SBP）、舒张压（diastolic pressure, DBP）疾病史（如高血压、糖尿病等）和诊断信息等。采集空腹血样进行常规实验室检查，包括 FBG、TG、总胆固醇（total cholesterol, TC）、高密度脂蛋白胆固醇（high density lipoprotein, HDL-C）、低密度脂蛋白胆固醇（low density lipoprotein, LDL-C）。

2.3 相关定义

2.3.1 糖尿病定义

依据 ADA《糖尿病诊断标准（2010）》<sup>[9]</sup> 糖尿病定义为既往糖尿病病史；或 FBG ≥ 7.0mmol/L；或随机血糖或 OGTT2 小时血糖 ≥ 11.1mmol/L；或糖化血红蛋白 ≥ 6.5%。

2.3.2 高血压定义

依据《中国高血压防治指南》<sup>[10]</sup> 高血压定义为 SBP ≥ 140mmHg 和 / 或 DBP ≥ 90mmHg 或 SBP<140mmHg 和 DBP<90mmHg，但已有明确诊断高血压或服用降压药。

2.3.3 血脂异常定义

依据《中国成人血脂异常防治指南》<sup>[11]</sup> 血脂异常定义为 TG ≥ 2.3mmol/L 或 TC ≥ 6.3mmol/L 或 LDL-C ≥ 4.1mmol/L 或 HDL-C < 1mmol/L。

2.3.4 其他定义

绝经定义为末次月经后 12 月未出现月经；估计肾小球滤过率（estimated glomerular filtration ratee, GFR）计算采用 CKD-EPI 公式<sup>[12]</sup>。

2.3.5 计算

体质指数（BMI）计算公式为：

$$BMI = \text{体重} / \text{身高}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{TyG-BMI} = \ln[\text{FBG (mg/dL)} \times \text{TG (mg/dL)} / 2] \times \text{BMI}$$

2.4 统计学分析

符合正态分布的计量资料用 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，非正态分布的计量资料用 M (Q1-Q3) 表示；计数资料用频数 (%) 表示，两组间比较采用 *t* 检验，率的比较采用  $\chi^2$  检验。使用 logistic 回归分析，探究 TyG-BMI 与绝经后女性患冠心病之间的关联；受试者工作特性曲线（ROC）曲线分析 TyG-BMI 对绝经后女性冠心病的预测价值。所有数据采用 SAS9.4 和 SPSS27.0 软件进行统计学分析，*P* < 0.05 为差异有统计学意义（双侧检验）。

3 结果

3.1 研究对象一般资料

本研究最终纳入 158 人，与非冠心病人群组相比，冠心病人群拥有更高水平的年龄、BMI、SBP、TG、LDL-C、TyG-BMI 以及低水平的 HDL-C。患高血压、糖尿病、使用降压药和使用降糖药的比例，冠心病人群高于非冠心病人群，见表 1。

表 1 冠心病组和非冠心病组人群基线资料

组别	例数	年龄 / 岁	SBP/mmHg	DBP/mmHg	心率 / ( 次 / 分 ) *	BMI/ ( kg/m <sup>2</sup> )	eGFR
非冠心病组	40	59.58 ± 6.64	131.70 ± 18.94	25.65 ± 3.69	72.00 ( 66.00-75.00 )	25.65 ± 3.69	96.34 ± 8.47
冠心病组	118	64.81 ± 6.48	138.51 ± 18.64	27.00 ± 3.49	72.00 ( 64.00-81.00 )	27.00 ± 3.49	90.85 ± 17.12
<i>t</i> / $\chi^2$		-4.392	-1.988	-2.089	0.000	-2.089	1.946
<i>P</i>		<0.001	0.049	0.038	0.995	0.038	0.054

组别	TG* ( mmol/L )	TC ( mmol/L )	HDL-C( mmol/L )	LDL-C ( mmol/L )	FBG* ( mmol/L )	TyG-BMI*
非冠心病组	1.09 ( 0.86-1.38 )	4.35 ± 0.91	1.34 ± 0.29	2.49 ± 0.77	4.97 ( 4.70-5.51 )	214.67 ( 193.52-236.75 )
冠心病组	1.87 ( 1.34-2.45 )	4.80 ± 1.37	1.22 ± 0.27	2.84 ± 0.93	6.09 ( 5.18-7.72 )	245.78 ( 225.53-270.25 )
<i>t</i> / $\chi^2$	-7.512	3.710	2.287	-2.163	-6.551	-5.419
<i>P</i>	<0.001	0.056	0.024	0.032	<0.001	<0.001

组别	高血压		糖尿病		血脂异常		降压治疗		降糖治疗	
	n	率 %	n	率 %	n	率 %	n	率 %	n	率 %
非冠心病组	22	55.00	6	15.00	5	12.50	17	42.50	5	12.50
冠心病组	91	77.12	49	41.53	61	51.69	79	66.95	39	33.05
<i>t</i> / $\chi^2$	7.89		9.264		18.868		7.490		6.279	
<i>P</i>	0.007		0.002		<0.001		0.006		0.012	

注：SBP——收缩压；DBP——舒张压；BMI——体质指数；eGFR——估算肾小球滤过率；TG——甘油三酯；TC——总胆固醇；HDL-C——高密度脂蛋白胆固醇；LDL-C——低密度脂蛋白胆固醇；FBG——空腹血糖；TyG-BMI——甘油三酯葡萄糖体质指数；\* 以 M (Q1-Q3) 表示。

### 3.2 冠心病危险因素的 logistic 回归分析

以是否发生冠心病为因变量，将 TyG-BMI 及其他冠心病危险因素纳入单因素 logistic 回归分析及多因素 logistic 回归分析，结果显示 TyG-BMI 是绝经后女性冠心病的独立危险因素，见表 2、表 3。

### 3.3 亚组分析

为了评估不同人群中 TyG-BMI 与冠心病之间的关联，将 TyG-BMI 连续变量为自变量，校正年龄、LDL-C、

HDL-C、SBP、eGFR 冠心病传统危险因素以及是否服用降压药、降糖药，结果显示 TyG-BMI 与冠心病之间的关联在不同年龄、不同 BMI、有无高血压、血糖和血脂正常人群依旧存在，见表 4。

### 3.4 ROC 曲线分析 TyG-BMI 对冠心病的诊断价值

TyG-BMI 曲线下面积为 0.764（95%CI：0.676~0.851， $P$  为 0.044），最佳截断点为 217.88，此时敏感度为 83.1%，特异性 60.0%，见图 1。

表 2 冠心病与危险因素的单因素 logistic 回归分析

因素	回归系数	标准误	Wald- $\chi^2$	$P$	OR 值	95%CI
TyG-BMI	0.033	0.007	20.823	< 0.001	1.034	1.019~1.049
年龄	0.124	0.032	15.544	< 0.001	1.135	1.066~1.208
糖尿病	1.392	0.481	8.391	0.004	4.023	1.569~10.319
高血压	1.014	0.386	6.905	0.014	2.861	1.238~6.661
血脂异常	1.357	0.481	7.967	0.005	3.885	1.514~9.969
HDL-C	-1.435	0.649	4.938	0.026	0.238	0.067~0.844
LDL-C	0.485	0.229	4.479	0.034	1.265	1.037~2.547
BMI	0.115	0.056	4.173	0.041	1.122	1.005~1.253

表 3 冠心病与危险因素的多因素 logistic 回归分析

因素	回归系数	标准误	Wald- $\chi^2$	$P$	OR	95%CI
TyG-BMI	0.029	0.008	11.612	< 0.001	1.029	1.013~1.046
年龄	0.111	0.039	8.038	0.005	1.117	1.035~1.207
高血压	0.201	0.566	0.126	0.723	1.222	0.403~3.703
糖尿病	1.144	0.544	4.232	0.036	3.141	1.081~9.125
血脂异常	1.553	0.564	7.602	0.006	4.736	1.568~14.309

注：TyG-BMI——甘油三酯葡萄糖体质指数；HDL-C——高密度脂蛋白胆固醇；LDL-C——低密度脂蛋白胆固醇；BMI——体质指数。

表 4 TyG-BMI 与冠心病关系的亚组分析

因素	人数	回归系数	标准误	Wald- $\chi^2$	$P$	OR	95%CI
年龄							
< 60 岁	48	0.058	0.020	8.459	0.004	1.059	1.019~1.101
≥ 60 岁	110	0.023	0.010	5.305	0.021	1.023	1.003~1.044
BMI							
< 28 kg/m <sup>2</sup>	109	0.055	0.016	11.722	< 0.001	1.056	1.024~1.090
≥ 28 kg/m <sup>2</sup>	49	0.042	0.026	2.618	0.107	1.034	0.992~1.078
糖尿病							
无	103	0.046	0.013	12.464	< 0.001	1.047	1.021~1.074
有	55	-0.012	0.017	0.672	0.412	0.986	0.954~1.020
高血压							
无	45	0.206	0.106	3.926	0.047	1.229	1.003~1.506
有	113	0.025	0.0010	6.879	0.009	1.025	1.006~1.045
血脂异常							
无	92	0.018	0.009	3.87	0.049	1.019	1.000~1.037
有	66	0.615	0.499	1.517	0.218	1.850	0.695~4.992

注：TyG-BMI——甘油三酯葡萄糖体质指数；BMI——体质指数。亚组分析模型校正——年龄、LDL-C、HDL-C、SBP、eGFR、是否使用降压药、是否使用降糖药。

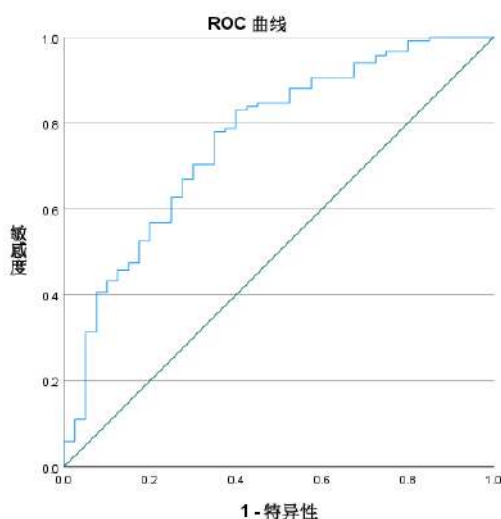


图1 TyG-BMI 诊断绝经后女性冠心病的 ROC 曲线

## 4 讨论

本研究发现 TyG-BMI 是绝经后女性患冠心病的重要预测因子，独立于传统心血管危险因素。此外，TyG-BMI 在血糖、血脂正常以及非肥胖的女性中更具有预测价值。

已经有研究证实甘油三酯葡萄糖指数（Triglyceride Glucose Index, TyG 指数）与绝经后女性患冠心病密切相关，但 TyG 指数这一指标未考虑肥胖对冠心病的影响。弗雷明汉心脏研究中显示，肥胖使女性发生冠心病相对风险增加 64%，高于男性的 46%，而绝经后女性代谢功能降低，导致脂肪堆积，更容易引起肥胖。BMI 是衡量肥胖的指标，用 BMI 校准 TyG 指数后得到的 TyG-BMI 在国外的研究中被证实对 IR 的预测能力优于 TyG 指数。多项研究已经证明 TyG-BMI 对冠心病具有良好的预测价值<sup>[8]</sup>，且有研究显示，与男性相比，女性 TyG-BMI 与冠心病的关联性更强。

考虑不同人群的生理差异，我们进行不同人群的亚组分析。为了排除药物干预（包括降压药和降糖药）对研究的影响，我们不仅校正了传统冠心病危险因素还校正了药物使用情况，结果显示，TyG-BMI 在非肥胖、血糖和血脂正常的绝经后女性对冠心病的预测价值更显著。而在肥胖、糖尿病和血脂异常的绝经后女性中，TyG-BMI 对冠心病发病风险的预测不具有统计学意义，这可能与上述人群过强的 IR 有关。因此，合理控制 BMI、血脂和血糖有助于冠心病的防治。

IR 是组织中胰岛素介导的葡萄糖代谢调节缺陷的疾病，包括高血糖和代偿性高胰岛素血症，可通过影响糖代谢、抑制脂质水解、改变细胞结构和功能、氧化应激等途径来促进动脉粥样硬化的进展。绝经状态的低雌激素水平可以降低胰岛素作用和对葡萄糖利用，导致 IR 的发生风险增加。此外绝经后女性体内激素失调，导致的血管内皮受损、血脂和血

糖异常也是冠心病发生的重要原因，最终加速了冠状动脉粥样硬化的进程，导致冠心病的发生。

总之，TyG-BMI 是一项预测绝经后女性冠心病有效指标，为促进优化绝经后女性冠心病预防决策提供有利参考。本研究还具有一定的局限性，首先，作为回顾性研究，无法建立绝经后女性 TyG-BMI 与冠心病时间上的因果关系。其次，绝经年龄这一变量由患者口述获得，存在一定的信息偏倚和回忆偏倚。最后，本研究的样本量有限，需要大样本数据的支持。

## 参考文献

- [1] Vogel B, Acevedo M, Appelman Y, et al. The Lancet women and cardiovascular disease commission: reducing the global burden by 2030[J]. Lancet, 2021,397(10292):2385-2438.
- [2] 国家心血管病医疗质量控制中心.《2021年中国心血管病医疗质量报告》概要[J].中国循环杂志,2021(36):1041-1064.
- [3] A A M, Susan C. Sex differences in cardiovascular ageing[J]. Heart (British Cardiac Society), 2016,102(11):825-831.
- [4] Gurevitz O, Jonas M, Boyko V, et al. Clinical profile and long-term prognosis of women  $\leq 50$  years of age referred for coronary angiography for evaluation of chest pain[J]. The American Journal of Cardiology, 2000,85(7):806-809.
- [5] Junxing L, Lin N, Kexin L, et al. Clinical Characteristics, Prognosis, and Gender Disparities in Young Patients With Acute Myocardial Infarction 13[J]. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 2021,8: 720378.
- [6] Yu Z, Ruiling W, Xuelian F, et al. Non-insulin-based insulin resistance indexes in predicting severity for coronary artery disease[J]. Diabetology & metabolic syndrome, 2022,14(1):191.
- [7] Er L, Wu S, Chou H, et al. Triglyceride Glucose-Body Mass Index Is a Simple and Clinically Useful Surrogate Marker for Insulin Resistance in Nondiabetic Individuals[J]. PLoS ONE, 2017,11(3):e0149731.
- [8] Liu L, Peng J, Wang N, et al. Comparison of seven surrogate insulin resistance indexes for prediction of incident coronary heart disease risk: a 10-year prospective cohort study[J]. Frontiers in endocrinology, 2024,15:1290226.
- [9] American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2010[J]. Diabetes Care, 2010,33(1):11-61.
- [10] 中国高血压防治指南(2018年修订版)[J].中国心血管杂志, 2019,24(1):24-56.
- [11] 诸骏仁,高润霖,赵水平,等.中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)[J].中国循环杂志,2016,31(10):937-953.
- [12] Inker LA, Schmid CH, Tighiouart H, et al. Estimating glomerular filtration rate from serum creatinine and cystatin C[J]. N Engl J Med, 2012,367(1):20-29.