

# LDL-C联合TyG指数对急性心肌梗死PCI后早期心力衰竭的预测价值

韩吉瑛, 范建勇, 宇成栋, 李 鹏\*

青岛大学附属医院急诊科, 山东 青岛

收稿日期: 2026年4月7日; 录用日期: 2026年4月28日; 发布日期: 2026年5月9日

## 摘 要

目的: 心力衰竭(HF)是急性心肌梗死(AMI)患者常见且严重的并发症, 早期识别心力衰竭高危患者对改善预后至关重要。本研究探讨AMI患者中低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)联合TyG指数对急性心肌梗死后早期心力衰竭发生的预测价值方法: 本研究回顾性纳入2022年10月至2024年10月青岛大学附属医院546例AMI患者, 根据30天内是否发生心力衰竭分组。采用二元Logistic回归分析早期心衰的独立危险因素, 并绘制LDL-C、TyG指数及二者联合变量的ROC曲线, 评估其对AMI后早期心衰的预测价值。结果: 年龄、LDL-C、Gensini评分、LVEF、TyG指数、空腹血糖是AMI后早期心衰的独立危险因素( $P < 0.05$ )。ROC分析显示: LDL-C的AUC为0.619, TyG的AUC为0.676, 二者联合的AUC为0.723。本研究表明LDL-C联合TyG对AMI后早期心衰的预测价值更高。结论: LDL-C、TyG指数可作为AMI患者发生早期心力衰竭的独立危险因素, 二者联合检测对AMI后发生早期心力衰竭的预测价值高于单独检测LDL-C、TyG指数的预测价值。

## 关键词

急性心肌梗死, TyG指数, 低密度脂蛋白胆固醇, 心力衰竭

# The Predictive Value of Low-Density Lipoprotein Cholesterol Combined with Triglyceride-Glucose Index for Early Heart Failure Following Percutaneous Coronary Intervention in Patients with Acute Myocardial Infarction

\*通讯作者。

文章引用: 韩吉瑛, 范建勇, 宇成栋, 李鹏. LDL-C 联合 TyG 指数对急性心肌梗死 PCI 后早期心力衰竭的预测价值[J]. 临床医学进展, 2026, 16(5): 494-502. DOI: 10.12677/acm.2026.1651840

## Jiying Han, Jianyong Fan, Chengdong Yu, Peng Li\*

Department of Emergency Medicine, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Received: April 7, 2026; accepted: April 28, 2026; published: May 9, 2026

### Abstract

**Objective:** Heart failure (HF) is a common and serious complication in patients with acute myocardial infarction (AMI). Early identification of high-risk patients for HF is crucial for improving prognosis. This study aimed to investigate the predictive value of low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) combined with the TyG index for the occurrence of early heart failure after AMI. **Methods:** This study retrospectively included 546 AMI patients from the Affiliated Hospital of Qingdao University between October 2022 and October 2024. Patients were divided into groups based on whether they developed heart failure within 30 days. Binary logistic regression analysis was used to identify independent risk factors for early heart failure. Receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted for LDL-C, the TyG index, and their combination to evaluate their predictive value for early heart failure after AMI. **Results:** Age, LDL-C, Gensini score, LVEF, TyG index, and fasting blood glucose were independent risk factors for early heart failure after AMI ( $P < 0.05$ ). ROC analysis showed that the area under the curve (AUC) for LDL-C was 0.619, for the TyG index was 0.676, and for their combination was 0.723. This study indicates that the combination of LDL-C and the TyG index has higher predictive value for early heart failure after AMI. **Conclusion:** LDL-C and the TyG index can serve as independent risk factors for early heart failure in AMI patients. The combined detection of these two markers has a higher predictive value for early heart failure after AMI than either LDL-C or the TyG index alone.

### Keywords

Acute Myocardial Infarction, TyG Index, Low-Density Lipoprotein Cholesterol, Heart Failure

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

冠状动脉疾病(coronary artery disease, CAD)作为动脉粥样硬化的主要临床表现,其特征为心外膜动脉内动脉粥样硬化斑块的积聚[1] [2]。急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)则是因冠状动脉粥样硬化导致管腔狭窄或闭塞,进而引发心肌缺血性坏死的一类心血管疾病。近年来,其患病率持续上升,且病死率较高[3]。心力衰竭是一种复杂的心血管疾病,其特征为心肌收缩或舒张功能障碍致使心脏泵血效率下降[4] [5]。既往研究报道,心肌梗死后合并心衰患者的死亡率和再住院率呈指数级增长[6]-[8]。目前,尚无明确方法可用于早期识别导致 AMI 患者发生 HF 的危险因素。

胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)是代谢紊乱和全身炎症的标志。TyG 指数,计算公式为  $\text{Ln}[\text{空腹甘油三酯}(\text{mg/dL}) \times \text{空腹血糖}(\text{mg/dL})/2]$ ,是公认的评估胰岛素抵抗(IR)的简易替代指标。IR 通常与肥胖、高血压和血脂异常共存,都是心血管疾病发病和预后的重要危险因素[9]。大量研究表明, TyG 指数与颈动脉粥样硬化、冠心病、高血压、心肌梗死等心血管疾病的发病率相关[10]-[12],同时, TyG 指数也是心血管疾病患者不良预后的可靠且方便的预测指标[13]。血清低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL-C)

异常升高是引发心血管疾病的重要因素。血清 LDL-C 在血液中以脂蛋白形式存在，氧化修饰后的 LDL-C 是冠心病的危险因素[14][15]。而且低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)作为动脉粥样硬化性心血管疾病血脂管理的首要干预靶点，其目标值备受关注。较低 LDL-C 水平可以更为显著地降低心血管病患者的不良事件风险。

## 2. 研究人群和数据收集

### 2.1. 纳入与排除标准

回顾性分析 2022 年 10 月至 2024 年 10 月在青岛大学附属医院确诊为 AMI 患者 546 例。纳入标准如下：(1) 年龄 > 18；(2) 诊断为 AMI 且接受 PCI 手术；(3) 完整的临床、超声数据。排除标准包括：(1) 既往心力衰竭、严重瓣膜疾病、先天性心脏病；(2) 合并恶性肿瘤；(3) 有严重肝肾功能不全。(4) 临床资料不全或不能配合研究者。

### 2.2. 数据采集

从医院系统中收集相关的患者信息：(1) 人口统计学：性别、年龄、身高、体重、BMI；(2) 合并症：高血压、吸烟史。(3) 实验室检查：血常规、谷丙转氨酶、谷草转氨酶、白蛋白、甘油三酯、总胆固醇、HDL-C、LDL-C、脂蛋白 a、血清肌酐、尿酸、空腹血糖、纤维蛋白原；(4) 超声心动图及造影结果：采集患者入院 48 小时内的经胸超声心动图结果，主要包括 LVEF (%)、左室舒末径等。造影结果包括冠脉病变血管支数等。

### 2.3. 诊断标准

结局取决于患者 1 月内 HF 的发生率。通过电话随访、定期复查的方式对 546 例 AMI 病人介入术后跟踪随访 1 月，并参照相关标准[16]进行诊断：病人出现呼吸困难、劳力性呼吸困难、水肿、肺部湿啰音等临床症状和体征，且病人心力衰竭症状和体征迅速发生或恶化；经超声心动图、实验室相关指标等检查提示存在心力衰竭。

### 2.4. 统计学方法

我们的分析使用了 SPSS 27 软件。所有计量资料均进行正态性检验，若计量资料符合正态分布，则以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示，组间比较采用独立样本 t 检验，若不符合正态分布，采用中位数和四分位数 M (P25, P75)进行统计学描述，组间比较采用两独立样本非参数检验：Mann-Whitney U 秩和检验。分类变量用频数和百分比表示，并使用  $\chi^2$  检验。采用受试者工作特征(ROC)曲线计算曲线下面积(AUC)。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 3. 结果

### 3.1. 心力衰竭组和无心力衰竭组一般资料对比

Table 1. Comparison of baseline data

表 1. 基线资料对比

Variables	Total (n = 546)	否(n = 442)	是(n = 104)	Statistic	P
年龄(岁), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	61.00 (51.00, 68.00)	60.00 (49.00, 67.00)	65.50 (57.75, 71.00)	Z = -4.08	<0.001
HDL-C (mmol/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	1.14 (0.98, 1.30)	1.14 (0.97, 1.29)	1.16 (1.00, 1.34)	Z = -1.30	0.192
LDL-C (mmol/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	2.75 (2.23, 3.36)	2.68 (2.21, 3.24)	3.08 (2.47, 3.65)	Z = -3.77	<0.001

续表

甘油三酯 (mmol/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	1.38 (1.01, 2.00)	1.35 (1.01, 1.91)	1.41 (1.01, 2.23)	Z = -1.20	0.231
胆固醇 (mmol/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	4.60 (3.90, 5.40)	4.54 (3.88, 5.31)	4.93 (4.14, 5.71)	Z = -2.69	0.007
脂蛋白 a (mg/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	167.00 (99.00, 290.75)	166.00 (93.25, 286.50)	181.00 (108.25, 320.00)	Z = -1.44	0.151
Gensini 评分, M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	48.00 (33.25, 76.00)	45.00 (32.00, 68.00)	68.50 (48.00, 90.00)	Z = -5.98	<0.001
纤维蛋白原 (g/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	3.05 (2.59, 3.59)	3.06 (2.57, 3.60)	3.00 (2.71, 3.41)	Z = -0.06	0.952
白蛋白 (g/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	37.60 (34.80, 40.23)	37.50 (34.80, 40.15)	37.86 (35.25, 40.34)	Z = -0.20	0.841
谷丙转氨酶 (U/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	42.83 (28.85, 69.92)	42.00 (28.09, 69.00)	46.70 (29.90, 72.85)	Z = -0.73	0.467
谷草转氨酶 (U/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	121.52 (45.00, 253.00)	129.50 (42.82, 255.75)	113.50 (45.46, 231.75)	Z = -0.91	0.364
TyG 指数, M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	8.82 (8.44, 9.29)	8.73 (8.42, 9.21)	9.23 (8.70, 9.68)	Z = -5.60	<0.001
空腹血糖 (mmol/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	5.94 (5.09, 7.29)	5.70 (4.94, 6.76)	7.70 (6.07, 10.79)	Z = -8.18	<0.001
血清肌酐 (μmol/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	82.00 (65.85, 95.90)	82.85 (66.70, 96.00)	77.75 (59.75, 92.00)	Z = -2.16	0.031
尿酸 (μmol/L), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	341.50 (290.00, 401.00)	337.00 (288.55, 399.00)	357.85 (294.23, 441.25)	Z = -1.73	0.083
LVEF (%), M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	56.00 (50.00, 60.00)	57.00 (52.00, 60.00)	49.00 (43.00, 55.00)	Z = -8.82	<0.001
BMI, M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	25.39 (23.18, 27.97)	25.39 (23.18, 27.95)	25.39 (23.41, 27.93)	Z = -0.31	0.758
TG/HDL-C, M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	7.51 (6.33, 9.15)	7.42 (6.32, 8.91)	7.73 (6.46, 9.54)	Z = -1.29	0.199
TyG-BMI 指数, M (Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )	225.84 (204.61, 251.23)	223.66 (202.18, 248.97)	234.91 (209.93, 261.49)	Z = -2.65	0.008
高血压史, n (%)				$\chi^2 = 4.60$	0.032
否	251 (45.97)	213 (48.19)	38 (36.54)		
是	295 (54.03)	229 (51.81)	66 (63.46)		
吸烟史, n (%)				$\chi^2 = 4.24$	0.039
否	255 (46.70)	197 (44.57)	58 (55.77)		
是	291 (53.30)	245 (55.43)	46 (44.23)		

注: 数据以均值  $\pm$  标准差(SD)表示正态分布的连续变量, 以中位数(四分位距, IQR)表示非正态分布的变量, 以频数(百分比)表示分类变量。TyG, 甘油三酯 - 葡萄糖指数; HDL-C, 高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C, 低密度脂蛋白胆固醇; LVEF, 左心室射血分数; BMI, 体重指数; TG/HDL-C, 甘油三酯与高密度脂蛋白胆固醇比值; TyG-BMI, 甘油三酯 - 葡萄糖指数 - 体重指数; HF, 心力衰竭。

本次研究共 546 人, 其中未发生心力衰竭的有 442 人, 占比 80.95%; 发生心力衰竭的有 104 人, 占比 19.05%。2 组间年龄(岁)、LDL-C (mmol/L)、胆固醇(mmol/L)、Gensini 评分、TyG 指数、空腹血糖 (mmol/L)、血清肌酐(μmol/L)、LVEF (%), TyG-BMI 指数、高血压史、吸烟史差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。详细信息见表 1。

### 3.2. 心力衰竭相关危险因素的二元 Logistic 回归分析

首先进行单因素 Logistic 回归分析, 可以发现高血压史、吸烟史、年龄、胆固醇、脂蛋白 a、Gensini 评分、TyG 指数、空腹血糖、LVEF、TyG-BMI 指数有统计学意义( $P < 0.05$ ), 具体见(表 2)。进一步将差异有统计学意义( $P < 0.05$ )的变量进行多因素 Logistic 回归分析, 发现心衰发生的独立危险因素有年龄(OR = 1.05, 95% CI: 1.02~1.07,  $P = 0.001$ )、LDL-C (OR = 2.27, 95% CI: 1.13~4.57,  $P = 0.021$ )、Gensini 评分(OR = 1.02, 95% CI: 1.01~1.03,  $P < 0.001$ )、TyG 指数(OR = 1.91, 95% CI: 1.12~3.26,  $P = 0.018$ )、空腹血糖(OR =

1.42, 95% CI: 1.24~1.64,  $P < 0.001$ )、LVEF (OR = 0.82, 95% CI: 0.78~0.86,  $P < 0.001$ ), 具体数值和结果见表 3。

**Table 2.** Univariate Logistic regression analysis

**表 2.** 单因素 Logistic 回归分析

Variables	$\beta$	S.E	Z	P	OR (95% CI)
高血压					
否					1.00 (Reference)
是	0.48	0.22	2.13	0.033	1.62 (1.04~2.51)
吸烟					
否					1.00 (Reference)
是	-0.45	0.22	-2.05	0.040	0.64 (0.41~0.98)
年龄(岁)	0.04	0.01	3.73	<0.001	1.04 (1.02~1.06)
HDL-C (mmol/L)	0.70	0.41	1.71	0.086	2.01 (0.90~4.48)
LDL-C (mmol/L)	0.40	0.11	3.64	<0.001	1.49 (1.20~1.85)
甘油三酯(mmol/L)	0.15	0.08	1.90	0.058	1.16 (0.99~1.36)
胆固醇(mmol/L)	0.25	0.09	2.85	0.004	1.28 (1.08~1.52)
脂蛋白 a (mg/L)	0.01	0.00	1.96	0.049	1.01 (1.01~1.01)
Gensini 评分	0.02	0.00	5.64	<.001	1.02 (1.01~1.03)
纤维蛋白原(g/L)	-0.04	0.13	-0.34	0.737	0.96 (0.75~1.23)
白蛋白(g/L)	-0.01	0.02	-0.43	0.665	0.99 (0.95~1.03)
谷丙转氨酶(U/L)	0.00	0.00	1.02	0.309	1.00 (1.00~1.01)
谷草转氨酶(U/L)	-0.00	0.00	-0.31	0.758	1.00 (1.00~1.00)
TyG 指数	0.94	0.16	5.76	<0.001	2.56 (1.86~3.52)
空腹血糖( $\mu\text{mol/L}$ )	0.40	0.05	7.98	<0.001	1.49 (1.35~1.64)
血清肌酐( $\mu\text{mol/L}$ )	0.00	0.00	1.65	0.100	1.00 (1.00~1.00)
尿酸( $\mu\text{mol/L}$ )	0.00	0.00	1.87	0.062	1.00 (1.00~1.00)
LVEF (%)	-0.17	0.02	-8.74	<0.001	0.84 (0.81~0.88)
BMI	0.01	0.03	0.41	0.684	1.01 (0.95~1.08)
TG/HDL-C	0.06	0.04	1.52	0.128	1.06 (0.98~1.14)
TyG-BMI 指数	0.01	0.00	3.03	0.002	1.01 (1.01~1.02)

**Table 3.** Multivariate Logistic regression analysis

**表 3.** 多因素 Logistic 回归分析

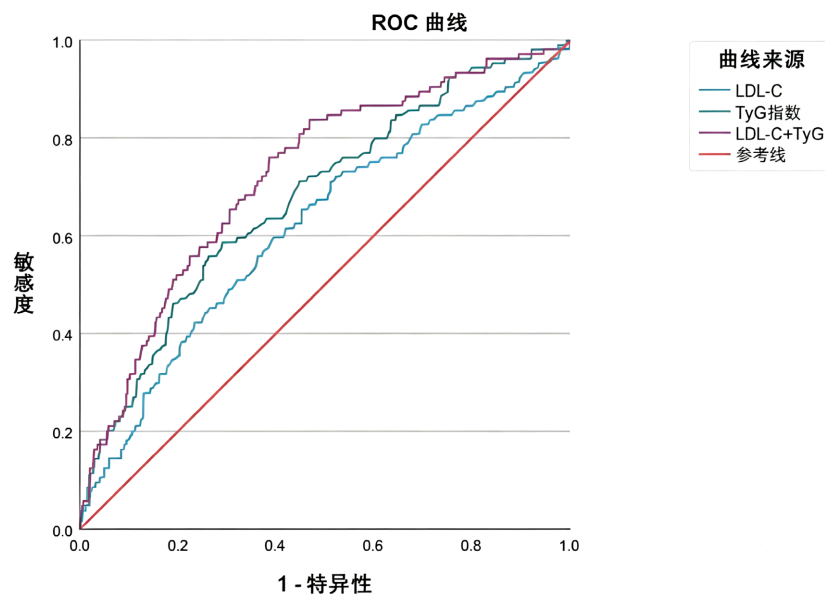
Variables	$\beta$	S.E	Z	P	OR (95% CI)
Intercept	-2.86	2.46	-1.16	0.246	0.06 (0.00~7.17)
吸烟					
否					1.00 (Reference)

续表

是	-0.21	0.30	-0.70	0.485	0.81 (0.45~1.46)
高血压					
否					1.00 (Reference)
是	0.24	0.30	0.80	0.426	1.27 (0.71~2.27)
年龄(岁)	0.04	0.01	3.21	0.001	1.05 (1.02~1.07)
LDL-C (mmol/L)	0.82	0.36	2.30	0.021	2.27 (1.13~4.57)
胆固醇(mmol/L)	-0.44	0.29	-1.51	0.132	0.64 (0.36~1.14)
脂蛋白 a (mg/L)	0.00	0.00	0.96	0.336	1.00 (1.00~1.00)
Gensini 评分	0.02	0.00	3.85	<.001	1.02 (1.01~1.03)
TyG 指数	0.65	0.27	2.37	0.018	1.91 (1.12~3.26)
空腹血糖(mmol/L)	0.35	0.07	4.91	<.001	1.42 (1.24~1.64)
LVEF (%)	-0.20	0.03	-7.81	<.001	0.82 (0.78~0.86)
TyG-BMI 指数	-0.00	0.00	-0.66	0.508	1.00 (0.99~1.01)

### 3.3. LDL-C、TyG 指数以及二者联合预测心衰的 ROC 曲线

以二元 Logistic 回归分析得出的独立危险因素 LDL-C、TyG 指数及联合变量为检验变量、心力衰竭为状态变量得出 ROC 曲线,结果如图 1 所示: LDL-C 预测心力衰竭的 AUC 为 0.619 (95% CI: 0.57~0.68), 敏感度、特异度分别为 65.4%、54.8%, 计算得出的最佳截断值为 2.775; TyG 指数预测心力衰竭的 AUC 为 0.676 (95% CI: 0.618~0.735), 敏感度、特异度分别为 58.7%、71%, 计算得出的最佳截断值为 9.095。二者联合预测心力衰竭的 AUC 为 0.723 (95% CI: 0.668~0.777), 敏感度、特异度分别为 76%、61.3%, 如见表 4。



**Figure 1.** Area under the ROC curve for LDL-C, TyG index, and combined variables  
**图 1.** LDL-C、TyG 指数及联合变量在 ROC 曲线下面积

**Table 4.** Comparison of area under the ROC curve for LDL-C, TyG, and combined variables  
**表 4.** LDL-C、TyG 及联合变量在 ROC 曲线下面积的比较

变量	临界值	AUC	敏感度(%)	特异度(%)
LDL-C	2.775	0.619	0.654	0.548
TyG	9.095	0.676	0.587	0.710
LDL-C + TyG		0.723	0.760	0.613

#### 4. 讨论

HF 代表大多数心血管疾病的终末期。尽管在过去几十年中，在预测发病率和不良结局的治疗和工具开发方面取得了巨大进展，但随着时间的推移，心衰患病率仍在继续急剧上升。

本研究中，LDL-C 联合 TyG 指数的 AUC 达到 0.723，敏感度提升至 76.0%，显著优于任一单独指标。这一结果具有重要的临床意义，二者分别从不同病理环节预测心衰风险，联合使用可实现互补。在临床实践中，LDL-C 和 TyG 指数均为常规检查项目，计算简单、成本低廉，若两者均升高，应视为心衰高危人群，需强化监测(如早期超声心动图随访或 SGLT2 抑制剂预防性使用)。

与既往研究一致。随着年龄增长，心肌细胞出现线粒体功能障碍、自噬减弱及端粒缩短，导致心肌储备能力下降[17]。老年患者常合并舒张功能不全、肾功能减退及多种共病，对急性缺血事件的代偿能力显著降低。此外，老年人心肌梗死后炎性反应更剧烈，修复过程异常，易发生心室重构，从而加速心衰的发生[18]。

LDL-C 是动脉粥样硬化的核心驱动因素。本研究中 LDL-C 是独立危险因素(OR = 2.27, P = 0.021)。其机制包括：氧化修饰的 LDL-C (ox-LDL)被巨噬细胞吞噬形成泡沫细胞，促进斑块形成与不稳定；ox-LDL 还可激活内皮细胞，促进黏附分子和炎症因子释放，加剧心肌缺血再灌注损伤[19] [20]；高 LDL-C 水平与 PCI 术后无复流现象相关，增加心衰风险[21]。值得注意的是，本研究 LDL-C 的 AUC 仅为 0.619，敏感度 65.4%，提示单独使用 LDL-C 预测心衰的效能有限，可能与患者普遍使用他汀类药物有关。

TyG 指数作为胰岛素抵抗(IR)的简便替代指标，IR 在心肌梗死后心衰中发挥多重作用[22]，首先，IR 降低心肌细胞对葡萄糖的利用，增加游离脂肪酸氧化，导致心肌能量代谢紊乱，降低收缩效率[23]；其次，IR 激活肾素 - 血管紧张素 - 醛固酮系统(RAAS)和交感神经，促进水钠潴留和心肌纤维化[24]；此外，IR 还促进促炎细胞因子(如 TNF- $\alpha$ 、IL-6)释放，加重缺血再灌注损伤[25] [26]。本研究显示 TyG 指数临界值为 9.095 时，特异度高达 71.0%，提示其识别非心衰患者的能力较强。

高 LDL-C 水平构建了动脉粥样硬化易损环境，而 IR 状态则在 AMI 发生过程中进一步放大缺血再灌注损伤。IR 导致的心肌细胞能量匮乏与线粒体功能障碍，会加剧氧化修饰低密度脂蛋白(OX-LDL)诱导的内皮损伤与微循环障碍，形成“脂质过载 - 代谢障碍”恶性循环。该协同作用可能通过以下途径加速心衰发生：① 促进无复流现象，增加心肌梗死面积；② 激活 NLRP3 炎症小体，放大炎症级联反应；③ 诱导心肌细胞凋亡与心肌纤维化，加速不良心室重构。因此，LDL-C 与 TyG 指数联合检测，实质上反映了从慢性斑块形成到急性代谢失代偿的连续病理过程，其联合预测价值优于单一指标具有明确的生物学依据。

空腹血糖是另一个强预测因子(OR = 1.42, P < 0.001)。高血糖还可抑制缺血预适应，还可诱导活性氧(ROS)过度生成，导致氧化应激和内质网应激，加重微血管障碍[27]。入院空腹血糖升高是 PPCI 术后 6 个月内发生主要不良心脏事件(包括心衰住院)的独立危险因素[28]。值得注意的是，部分患者可能既往未诊断的糖尿病，所以 AMI 患者入院时应常规检测血糖，对于高血糖患者，即使无糖尿病史，也应警惕心衰风险。

本研究还发现 Gensini 评分(OR = 1.02)和 LVEF (OR = 0.82)也是独立危险因素, 与病理生理逻辑一致: 广泛冠脉病变导致心肌缺血范围大[29], 低 LVEF 直接反映泵功能受损[30]。这些指标与代谢指标联合, 可能构建更精准的预测模型。

本研究具有一定的局限性: 本研究为单中心回顾性设计, 存在选择偏倚, 未来需开展多中心前瞻性研究: 本研究所有 AMI 患者 PCI 术后均接受他汀治疗, 这会使 LDL-C 水平较自然状态降低, 可能导致产生回归稀释偏倚, 压缩真实 OR 值, 因此 LDL-C 作为独立危险因素的作用可能被削弱; 未明确心衰发生时间点, 后续生存分析可纳入心衰发生时间及心衰致死时间点; 其次, 本研究样本量有限且纳入指标有限, 可能忽略其他重要因素。为全面理解心衰风险因素, 需扩大样本规模并纳入更多变量。

## 5. 结论

LDL-C 和 TyG 指数是 AMI 患者 PCI 后发生早期心力衰竭的独立危险因素, 二者联合检测可显著提高预测效能, 优于单一指标。该联合指标简便、经济, 适合临床推广应用, 有助于早期识别高危患者并指导个体化治疗。

## 致 谢

本论文的顺利完成, 离不开各位老师、朋友和家人的支持与帮助, 在此谨致以最诚挚的谢意。

## 参考文献

- [1] Gaggini, M., Gorini, F. and Vassalle, C. (2022) Lipids in Atherosclerosis: Pathophysiology and the Role of Calculated Lipid Indices in Assessing Cardiovascular Risk in Patients with Hyperlipidemia. *International Journal of Molecular Sciences*, **24**, Article 75. <https://doi.org/10.3390/ijms24010075>
- [2] Otsuka, F., Yasuda, S., Noguchi, T. and Ishibashi-Ueda, H. (2016) Pathology of Coronary Atherosclerosis and Thrombosis. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, **6**, 396-408. <https://doi.org/10.21037/cdt.2016.06.01>
- [3] Qin, Q., Chen, L., Ge, L., Qian, J., Ma, J. and Ge, J. (2022) A Comparison of Long-term Clinical Outcomes between Percutaneous Coronary Intervention (PCI) and Medical Therapy in Patients with Chronic Total Occlusion in Noninfarct-related Artery after PCI of Acute Myocardial Infarction. *Clinical Cardiology*, **45**, 136-144. <https://doi.org/10.1002/clc.23771>
- [4] Schwinger, R.H.G. (2021) Pathophysiology of Heart Failure. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, **11**, 263-276. <https://doi.org/10.21037/cdt-20-302>
- [5] Dargie, H. (2005) Heart Failure Post-Myocardial Infarction: A Review of the Issues. *Heart*, **91**, ii3-ii6. <https://doi.org/10.1136/hrt.2005.062018>
- [6] Nader, V., Matta, A., Kang, R., Deney, A., Azar, R., Rouzaud-Laborde, C., et al. (2023) Mortality Rate after Coronary Revascularization in Heart Failure Patients with Coronary Artery Disease. *ESC Heart Failure*, **10**, 2656-2663. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14445>
- [7] Taniguchi, T., Shiomi, H., Morimoto, T., Watanabe, H., Ono, K., Shizuta, S., et al. (2017) Incidence and Prognostic Impact of Heart Failure Hospitalization during Follow-Up after Primary Percutaneous Coronary Intervention in St-Segment Elevation Myocardial Infarction. *The American Journal of Cardiology*, **119**, 1729-1739. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2017.03.013>
- [8] Gu, J., Yin, Z., Xu, Z., Fan, Y., Wang, C. and Zhang, J. (2021) Incident Heart Failure in Patients with Coronary Artery Disease Undergoing Percutaneous Coronary Intervention. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **8**, Article 727727. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.727727>
- [9] Eddy, D., Schlessinger, L., Kahn, R., Peskin, B. and Schiebinger, R. (2009) Relationship of Insulin Resistance and Related Metabolic Variables to Coronary Artery Disease: A Mathematical Analysis. *Diabetes Care*, **32**, 361-366. <https://doi.org/10.2337/dc08-0854>
- [10] Zheng, R. and Mao, Y. (2017) Triglyceride and Glucose (tyg) Index as a Predictor of Incident Hypertension: A 9-Year Longitudinal Population-Based Study. *Lipids in Health and Disease*, **16**, Article No. 175. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0562-y>
- [11] Thai, P.V., Tien, H.A., Van Minh, H. and Valensi, P. (2020) Triglyceride Glucose Index for the Detection of Asymptomatic Coronary Artery Stenosis in Patients with Type 2 Diabetes. *Cardiovascular Diabetology*, **19**, Article No. 137.

- <https://doi.org/10.1186/s12933-020-01108-2>
- [12] Liu, X., Tan, Z., Huang, Y., Zhao, H., Liu, M., Yu, P., *et al.* (2022) Relationship between the Triglyceride-Glucose Index and Risk of Cardiovascular Diseases and Mortality in the General Population: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiovascular Diabetology*, **21**, Article No. 124. <https://doi.org/10.1186/s12933-022-01546-0>
- [13] Won, K., Kim, Y.S., Lee, B.K., Heo, R., Han, D., Lee, J.H., *et al.* (2018) The Relationship of Insulin Resistance Estimated by Triglyceride Glucose Index and Coronary Plaque Characteristics. *Medicine*, **97**, e10726. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000010726>
- [14] 吴海琴, 陈菊明, 曾望远. 糖脂代谢异常与慢性心力衰竭患者心功能分级及 MACE 发作风险的相关性[J]. 广东医学, 2023, 44(9): 1126-1131.
- [15] 张岩. 不同 LDL-C 靶目标水平对极高危冠心病患者 PCI 术后的影响[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连医科大学, 2022.
- [16] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组, 中国医师协会心力衰竭专业委员会中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018 [J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46(10): 760-789.
- [17] Frantz, S., Hundertmark, M.J., Schulz-Menger, J., Bengel, F.M. and Bauersachs, J. (2022) Left Ventricular Remodelling Post-Myocardial Infarction: Pathophysiology, Imaging, and Novel Therapies. *European Heart Journal*, **43**, 2549-2561. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac223>
- [18] Kochar, A., Doll, J.A., Liang, L., Curran, J. and Peterson, E.D. (2022) Temporal Trends in Post Myocardial Infarction Heart Failure and Outcomes among Older Adults. *Journal of Cardiac Failure*, **28**, 531-539. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2021.09.001>
- [19] 段兴鹏, 刘景丽, 王澈, 等. 巨噬细胞清道夫受体与 Toll 样受体对 Ox-LDL 摄取和炎症的影响[J]. 生物技术进展, 2024, 14(4): 668-675.
- [20] 徐娟萍, 张晓峰. 氧化低密度脂蛋白致血管内皮损伤机制及中药复方防治的研究进展[J]. 现代药物与临床, 2011, 26(3): 195-198.
- [21] 杨泽福, 万建平, 杨玲, 等. 急性心肌梗死患者无复流现象与降低血浆胆固醇的临床观察[J]. 临床荟萃, 2013, 28(3): 270-272.
- [22] 拜合热木江·阿布都艾尼. 甘油三酯-葡萄糖指数对 2 型糖尿病合并缺血性心肌病患者不良预后事件的预测作用 [D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2023.
- [23] Panwar, A., Malik, S.O., Adib, M. and Lopaschuk, G.D. (2025) Cardiac Energy Metabolism in Diabetes: Emerging Therapeutic Targets and Clinical Implications. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, **328**, H1089-H1112. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00615.2024>
- [24] Gurgonian, S.V., Vatinian, S.K. and Zelveian, P.A. (2014) [Arterial Hypertension in Metabolic Syndrome: Pathophysiological Aspects]. *Terapevticheskii arkhiv*, **86**, 128-132. (In Russian)
- [25] 李虹, 高奋, 边云飞, 等. Intermedin 对糖尿病大鼠心肌缺血再灌注炎症细胞因子的影响[J]. 中国动脉硬化杂志, 2015, 23(10): 1005-1011.
- [26] Zhang, H., Xiao, Y., Nederlof, R., Bakker, D., Zhang, P., Girardin, S.E., *et al.* (2020) NLRX1 Deletion Increases Ischemia-Reperfusion Damage and Activates Glucose Metabolism in Mouse Heart. *Frontiers in Immunology*, **11**, Article 591815. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.591815>
- [27] Ceriello, A. (2005) Acute Hyperglycaemia: A 'New' Risk Factor during Myocardial Infarction. *European Heart Journal*, **26**, 328-331. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi049>
- [28] Timmer, J.R., Ottervanger, J.P., de Boer, M., Dambrink, J.E., Hoorntje, J.C.A., Gosselink, A.T.M., *et al.* (2005) Hyperglycemia Is an Important Predictor of Impaired Coronary Flow before Reperfusion Therapy in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *Journal of the American College of Cardiology*, **45**, 999-1002. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.12.050>
- [29] 张富成, 陈康玉, 王齐, 等. 急性心肌梗死后患者院内心力衰竭的临床特征与分析[J]. 中国临床保健杂志, 2023, 26(2): 260-264.
- [30] Liang, J. and Zhang, Z. (2023) Predictors of In-Hospital Heart Failure in Patients with Acute Anterior Wall ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *International Journal of Cardiology*, **375**, 104-109. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2023.01.002>