

本文引用: 李天玥, 鲍雪, 张颖, 等. 甘油三酯葡萄糖指数对 ST 段抬高型心肌梗死患者急诊经皮冠状动脉介入治疗后微血管阻塞的预测价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2025, 33(11): 953-960. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2025.11.005.

[文章编号] 1007-3949(2025)33-11-0953-08

· 临床研究 ·

甘油三酯葡萄糖指数对 ST 段抬高型心肌梗死患者急诊经皮冠状动脉介入治疗后微血管阻塞的预测价值

李天玥, 鲍雪, 张颖, 徐标, 陈建州, 魏钟海

南京大学医学院附属鼓楼医院心血管内科, 江苏省南京市 210008

[摘要] **[目的]** 探讨甘油三酯葡萄糖(TyG)指数与急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者接受经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后微血管阻塞(MVO)之间的相关性。**[方法]** 选取 2018 年 6 月—2021 年 6 月期间在南京大学医学院附属鼓楼医院经绿色通道接受急诊 PCI 且术后 1 周内行心脏磁共振检查的 310 例 STEMI 患者为研究对象进行前瞻性分析。根据患者是否发生 MVO, 将其分为 MVO 组(183 例)和无 MVO 组(127 例)。比较两组患者临床资料的差异, 限制性立方样条(RCS)描述 TyG 指数与 MVO 发生的线性关系, 采用单因素和多因素 Logistic 回归分析校正混杂因素识别 MVO 发生的独立危险因素。**[结果]** 经多因素 Logistic 回归排除混杂因素, 结果显示 TyG 指数为 STEMI 患者急诊 PCI 术后发生 MVO 的独立危险因素, TyG 指数每增加 1 个单位, MVO 的发生风险会升高 1.24 倍($OR=2.24, 95\% CI: 1.07 \sim 4.71, P=0.033$)。RCS 曲线分析结果显示, TyG 指数与急诊 PCI 术后发生 MVO 呈线性关系($P_{非线性}=0.47$), 当 TyG 指数 >9.5 时, 急诊 PCI 术后发生 MVO 的风险显著上升。**[结论]** TyG 指数的增加与接受急诊 PCI 的 STEMI 患者 MVO 的发生呈正相关, 对 STEMI 患者 MVO 的早期预防和危险分层具有重要的临床意义。

[关键词] 甘油三酯葡萄糖指数; 急性 ST 段抬高型心肌梗死; 经皮冠状动脉介入治疗; 微循环障碍

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Predictive value of triglyceride-glucose index on microvascular obstruction after emergency PCI in patients with ST-segment elevation myocardial infarction

LI Tianyue, BAO Xue, ZHANG Ying, XU Biao, CHEN Jianzhou, WEI Zhonghai

Department of Cardiology, Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing, Jiangsu 210008, China

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the association of triglyceride-glucose (TyG) index with microvascular obstruction (MVO) after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with ST-segment elevated myocardial infarction (STEMI). **Methods** Individual patient-data were pooled from 310 patients with STEMI underwent emergency PCI in Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School from June 2018 to June 2021 for a prospective analysis. A week following the operation, cardiac magnetic resonance imaging was used to evaluate the MVO region and the patients were divided into two groups based on whether MVO occurred after PCI: the MVO group ($n=183$) and the non-MVO group ($n=127$). The clinical data of the two groups were compared, and the linear relationship between TyG index and MVO was described using restricted cubic splines(RCS). Univariate and multivariate Logistic regression analysis were used to correct for confounding factors and identify independent risk factors for MVO occurrence. **Results** After adjustment for confounding factors, TyG index was an independent risk factor for MVO after emergency PCI in STEMI patients, and every 1-unit increased in TyG index, the risk of MVO increased by 1.24

[收稿日期] 2024-12-03

[修回日期] 2025-03-19

[基金项目] 江苏省重点研发计划(社会发展)面上项目(BE2022665)

[作者简介] 李天玥, 硕士研究生, 主要研究方向为冠心病的诊断与治疗, E-mail: callty0930@163.com。通信作者魏钟海, 博士, 主任医师, 硕士研究生导师, 主要研究方向为冠心病和先天性心脏病的诊断与治疗、动脉粥样硬化的发病机制、心血管危急重症诊治, E-mail: weizhonghai@nju.edu.cn。通信作者陈建州, 博士, 副主任医师, 主要研究方向为心血管危急重症、冠心病、高血压、心力衰竭等疾病的诊治, E-mail: njucjz@126.com。

times ($OR=2.24$, 95% CI : $1.07 \sim 4.71$, $P=0.033$). The RCS curve analysis results showed that there was a linear relationship between the TyG index and the occurrence of MVO after emergency PCI (non-linear correlation test $P=0.47$).

When the TyG index was greater than 9.5, the risk of MVO after emergency PCI significantly increased. **Conclusion**

An increased TyG index is positively associated with the incidence of MVO in STEMI patients who have undergone PCI, and has clinical significance for early prevention and risk stratification of MVO in STEMI patients.

[KEY WORDS] triglyceride-glucose index; ST-segment elevated myocardial infarction; percutaneous coronary intervention; microvascular obstruction

最新数据指出,随着我国人口老龄化的进程不断推进,我国目前冠心病发病率和死亡率相较于过去10年持续上升^[1]。急性ST段抬高型心肌梗死(ST-segment elevated myocardial infarction, STEMI)是冠心病常见的危重心血管疾病之一。根据目前临床证据证明,当心电图显示STEMI时,在120 min内采用经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)进行血运重建恢复心肌血流可使患者死亡率从9%降至7%^[2],这显示出PCI术在抢救STEMI患者生命中的重要地位。尽管PCI术在实现心外膜冠状动脉再通方面取得了显著成效^[3],但仍有50%的STEMI患者在术后并未实现心肌水平的再灌注。为了更全面地描述这一现象,人们不仅从宏观角度提出了“无复流(no reflow)”的概念,更从微观层面深入探讨了心肌微血管阻塞(microvascular obstruction, MVO)的定义,即梗死相关的冠状动脉再通后,心肌不能得到充分灌注的现象^[4]。多项临床证据表明MVO的发生使心室不良重塑风险及心源性死亡风险增加^[5]。目前,诊断MVO的金标准为心脏磁共振^[6],但这一技术的成本高昂,给许多患者增加了经济负担,因此,临床上亟待寻找一种更为经济、快捷的方法来评估患者的预后,并据此实施早期干预,从而提升患者的生存质量。

胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)被认为是机体对胰岛素代谢作用(包括胰岛素介导的葡萄糖代谢)的敏感性下降^[7],它通过增加血管硬度等机制使心血管事件发生率升高,已被证明是心血管事件的独立预测因子^[8-9]。而甘油三酯葡萄糖(triglyceride-glucose, TyG)指数作为评估胰岛素抵抗的指标,凭借其经济简便的特性而受到了广泛关注^[10]。既往有国内学者表明TyG指数与患者冠状动脉病变严重程度、慢性冠脉综合征、中老年高血压之间呈正相关^[11-13],但对于TyG指数与MVO之间的确切联系尚待阐明。本研究对急诊PCI术后STEMI患者的临床数据进行深入分析,结合术后1周的心脏磁共振结果,旨在探讨TyG指数对MVO的预测价值。我们期望这一研究能为STEMI患者

的临床管理提供新的视角和更完善的策略,从而更有效地指导临床实践与决策,为STEMI患者的早期预防、诊断和治疗提供更加精准和有效的依据。

1 资料和方法

1.1 一般资料

本研究为一项单中心前瞻性研究,从南京大学医学院附属鼓楼医院纳入552例从2018年6月至2021年6月期间接受急诊PCI的STEMI患者作为研究对象。纳入标准:(1)急诊室心电图符合STEMI诊断标准^[14];(2)具备急诊介入手术治疗指征并在发病12 h内接受直接PCI;(3)年龄18~85岁之间;(4)术中成功行支架植入或球囊扩张术;(5)签署知情同意书。排除标准:(1)合并呼吸衰竭,严重肝、肾功能不全者;(2)合并严重感染、严重瓣膜性心脏病、主动脉夹层、肺血栓栓塞症、自身免疫疾病、血液系统疾病或恶性肿瘤病史;(3)病情危重,入院时有血流动力学障碍、休克或呼吸衰竭,无法接受急诊PCI术;(4)存在抗凝、抗血小板治疗禁忌证,伴活动性内脏出血者;(5)未完善心脏磁共振或无法配合呼吸导致图像质量差及临床资料缺失(图1)。根据纳排标准,最终310例患者被纳入本次研究。本研究经南京大学医学院附属鼓楼医院伦理委员会批准(伦理号:2019-190-01)。

1.2 临床资料收集

患者病史由临床医生详细采集后导入医院HIS系统,包括年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、既往史(高血压、高脂血症、2型糖尿病和心脑血管事件病史)、个人史(吸烟和饮酒史)。入院时急查心电图、心率、血压、脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)、心肌肌钙蛋白T(cardiac troponin T, cTnT)、肌酸激酶同工酶(creatinine kinase isoenzyme-MB, CK-MB),根据患者症状进行Killip分级。入院第2天空腹完善血常规、生物化学全套[包括肝肾功能、血脂、空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)及糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA1c)]。

术后当天完善超声心动图检查,收集主动脉直径(aortic diameter, AoD)、左心室舒张期末内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)、左心房内

径(left atrial diameter, LAD)和左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)等参数。

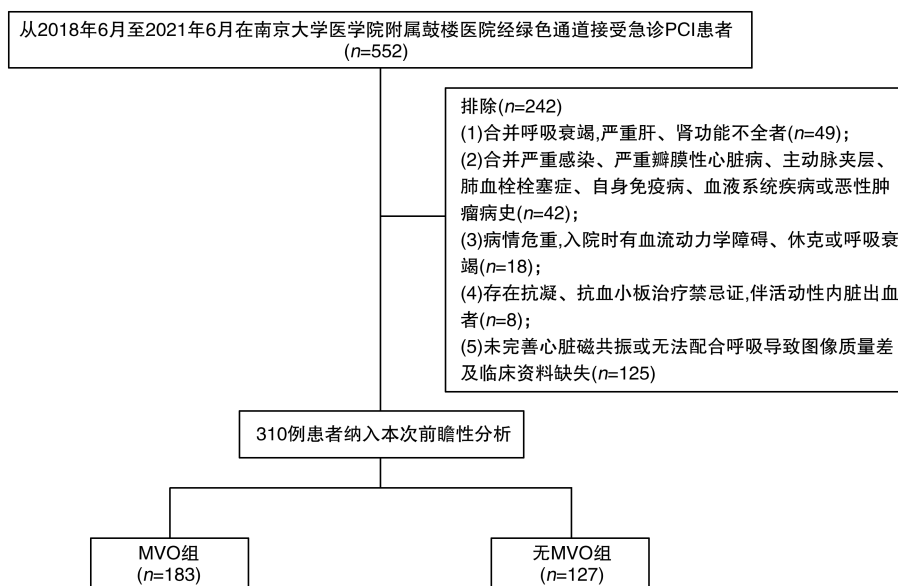


图 1. 筛选患者流程图

Figure 1. Flow chart of patient recruitment

BMI 定义为体重(kg)/身高(m)²。高血压定义为在未使用降压药物的情况下诊室收缩压 ≥ 140 mmHg 和(或)舒张压 ≥ 90 mmHg。高脂血症定义为空腹血脂指标符合以下 ≥ 1 项,可诊断血脂异常:总胆固醇(total cholesterol, TC) ≥ 5.2 mmol/L;低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDLC) ≥ 3.37 mmol/L;甘油三酯(triglyceride, TG) ≥ 1.7 mmol/L;高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDLC) < 1.0 mmol/L。2型糖尿病定义为 FBG ≥ 7.0 mmol/L 或餐后 2 h 血糖 ≥ 11.1 mmol/L 或 HbA1c $\geq 6.5\%$ 或随机血糖 ≥ 11.1 mmol/L 或正服用任何一种降糖药物者。吸烟史定义为一生中连续或累积吸烟 6 个月或以上者。饮酒史定义为每日酒精摄入量 >3 两,并持续 10 年以上。

其中血常规使用 Sysmex 的 XS-500i 仪器进行检测;生物化学指标使用强生公司的 Vitrosfs 5.1 生物化学仪检测, TG、TC 通过酶比色法进行检测, LDLC 和 HDLC 通过直接法进行检测;血清 BNP 使用 Biosite Triage 检测仪检测;CK-MB、cTnT 使用 cobas e411 仪器进行检测;估算的肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)根据 MDRD 改良公式计算: $eGFR = 186 \times \text{血肌酐} (\mu\text{mol/L}) -$

$1.154 \times \text{年龄} (\text{岁}) - 0.203 \times 0.742 (\text{女性}) \times 1.233 (\text{中国人})$; TyG 指数按公式计算: $TyG = \ln [TG (\text{mg/L}) \times FBG (\text{mg/L}) / 200]$ 。

1.3 手术资料收集

所有患者经绿色通道急诊术前均负荷 300 mg 阿司匹林及 180 mg 替格瑞洛或 300 mg 氯吡格雷。PCI 术前经桡动脉/股动脉予肝素 3 000 U 抗凝。急诊术者记录病变血管支架数目、支架总长度。胸痛中心记录患者从到达医院到通过介入手术开通梗死血管(球囊扩张)的时间(门球时间)、发病至球囊扩张时间。

1.4 心脏磁共振检查

患者急诊 PCI 术后 1 周内完善心脏磁共振检查。本研究采用 3.0T 磁共振成像仪,通过静脉注射钆双胺对比剂,10 min 后利用反转恢复、梯度回波序列获得晚期钆增强图像。获取图像后由专业影像科医生使用专业影像处理软件进行分析,心肌梗死区域在磁共振上表现为充盈缺损伴延迟强化,其中出现的低增强区被定义为 MVO(图 2)^[15]。

1.5 统计学处理方法

根据患者心脏磁共振分析结果将其分为 MVO 组和无 MVO 组,通过 Kolmogorov-Smirnov 检验评估连续性变量正态性分布。连续变量呈正态分布时

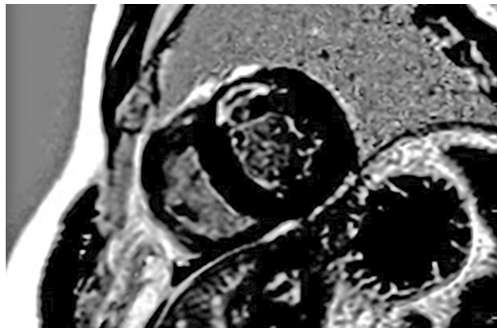


图 2. MVO 在心脏磁共振上的表现

Figure 2. The imaging findings of MVO on cardiac magnetic resonance

以 $\bar{x} \pm s$ 表示,使用 Student's *t* 检验进行组间比较;呈偏态分布时以中位数和四分位数表示,使用 Mann-Whitney *U* 检验进行组间比较。分类变量用频数和百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。采用单因素 Logistic 回归分析以及多因素 Logistic 回归通过模型校正排除混杂因素,计算其对应的优势比(OR)和 95% CI 来分析 TyG 指数与 MVO 之间的关联,采用限制性立方样条(restricted cubic splines, RCS)进一步探索 TyG 指数与 PCI 术后 MVO 发生的

关系。当双侧检验 $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义。所有统计分析均使用 R version 4.1.0 进行。

2 结 果

2.1 基线资料比较

本研究共纳入 310 例患者,其中男性 259 例(83.5%),女性 51 例(16.5%),年龄 26 ~ 85 岁,平均 60 岁。MVO 组患者入院时收缩压水平更高(升高 2.0%, $P = 0.031$)。然而,两组患者的年龄、BMI、高脂血症病史、吸烟史、心脑血管病史、用药史、Killip 分级等方面差异均无统计学意义($P > 0.05$;表 1)。值得注意的是,本研究中心心肌梗死患者的病变血管、SYNTAX 评分、植入支架总长度和枚数及术后心脏彩超在两组中差异并无显著性($P > 0.05$;表 2)。

此外, MVO 组患者的 TyG 指数明显高于无 MVO 组患者($P = 0.027$),患者入院后可见中性粒细胞计数、FBG、CK-MB、cTnT 在两组患者中差异有显著性($P < 0.05$),而术后 BNP、HbA1c 在两组患者中无统计学差异($P > 0.05$;表 1)。

表 1. MVO 组和无 MVO 组基线资料比较

Table 1. Comparison of baseline data between MVO group and non-MVO group

项目	总数($n=310$)	无 MVO 组($n=127$)	MVO 组($n=183$)	<i>P</i>
一般情况				
年龄/岁	60.00(51.25,68.75)	63.00(51.50,69.50)	59.00(51.50,68.00)	0.098
男性/[例(%)]	259(83.5)	99(78.0)	160(87.4)	0.04
BMI/(kg/m^2)	24.68(22.62,26.87)	24.49(22.62,27.05)	24.79(22.64,26.78)	0.69
高血压病史/[例(%)]	165(53.7)	67(52.8)	98(54.4)	0.86
高脂血症史/[例(%)]	239(77.1)	91(71.7)	148(80.9)	0.078
PCI 手术史/[例(%)]	5(1.6)	4(3.1)	1(0.5)	0.183
糖尿病病史/[例(%)]	79(25.6)	33(26.0)	46(25.3)	0.993
脑卒中史/[例(%)]	22(7.1)	13(10.2)	9(4.9)	0.117
吸烟史/[例(%)]	183(59.0)	68(53.5)	115(62.8)	0.129
心绞痛发作/[例(%)]	147(47.4)	68(53.5)	79(43.2)	0.092
入院评估				
心率/(次/min)	81.00(71.00,89.00)	80.00(71.00,88.00)	81.00(72.50,89.00)	0.575
收缩压/mmHg	128.00(113.00,140.00)	130.50(119.00,141.50)	124.00(111.00,140.00)	0.031
舒张压/mmHg	78.00(71.00,89.00)	79.00(75.00,89.00)	77.00(71.00,88.00)	0.144
Killip 分级/[例(%)]				0.334
1	264(85.2)	110(86.6)	154(84.2)	
2	37(11.9)	13(10.2)	24(13.1)	
3	4(1.3)	3(2.4)	1(0.5)	
4	5(1.6)	1(0.8)	4(2.2)	

续表

项目	总数(<i>n</i> =310)	无 MVO 组(<i>n</i> =127)	MVO 组(<i>n</i> =183)	<i>P</i>
实验室数据				
血红蛋白/(g/L)	138.50(128.00,150.75)	136.50(126.00,150.25)	139.00(129.50,150.75)	0.267
中性粒细胞计数/($\times 10^9$ L ⁻¹)	7.40(6.20,9.20)	6.80(5.68,8.83)	7.70(6.40,9.60)	0.002
血小板计数/($\times 10^9$ L ⁻¹)	199.50(165.00,242.75)	200.00(165.75,239.50)	198.50(164.00,244.75)	0.962
FBG/(mg/L)	1 033.2(903.6,1 249.2)	987.3(863.1,1 126.8)	1 065.6(938.7,1 326.6)	0.001
TG/(mg/L)	1 205.0(868.3,1 789.7)	1 196.1(879.4,1 763.1)	1 258.1(868.3,1 798.6)	0.928
TyG 指数	9.48(9.04,10.01)	9.40(9.01,9.88)	9.57(9.09,10.01)	0.027
TC/(mmol/L)	4.38(3.77,5.10)	4.33(3.71,5.04)	4.43(3.78,5.10)	0.628
LDLC/(mmol/L)	2.66(2.09,3.25)	2.59(2.05,3.16)	2.68(2.10,3.28)	0.408
HDLc/(mmol/L)	0.97(0.82,1.13)	0.96(0.83,1.12)	0.97(0.82,1.16)	0.889
eGFR/[mL/(min·1.72 m ²)]	109.05(92.53,126.77)	108.70(93.50,121.95)	109.10(92.35,127.85)	0.329
血肌酐/(mmol/L)	66.00(57.10,77.10)	65.00(57.00,75.15)	67.00(58.00,77.90)	0.63
HbA1c/%	5.90(5.50,6.90)	5.80(5.50,6.90)	5.90(5.50,7.07)	0.779
BNP/(μg/L)	151.00(60.35,355.75)	140.00(48.00,404.50)	152.00(61.55,331.00)	0.816
CK-MB/(μg/L)	165.00(85.00,284.00)	121.00(52.00,205.00)	204.00(118.10,300.00)	<0.001
cTnT/(μg/L)	4.41(2.07,7.89)	2.63(1.16,4.48)	5.90(3.52,9.56)	<0.001
既往用药史/[例(%)]				
β 受体拮抗剂	13(4.2)	6(4.7)	7(3.8)	0.92
ACEI/ARB 药物	19(6.1)	9(7.1)	10(5.5)	0.73
钙通道阻滞剂	37(11.9)	10(7.9)	27(14.8)	0.097
他汀类药物	5(1.6)	2(1.6)	3(1.6)	1.00

注:ACEI:血管紧张素转换酶抑制剂(angiotensin converting enzyme inhibitor);ARB:血管紧张素受体拮抗剂(angiotensin receptor blocker)。

表 2. MVO 组和无 MVO 组术中评估及术后心脏超声比较

Table 2. Comparison of intraoperative assessment and postoperative echocardiography between MVO group and non-MVO group

项目	总数(<i>n</i> =310)	无 MVO 组(<i>n</i> =127)	MVO 组(<i>n</i> =183)	<i>P</i>
术中评估				
SYNTAX 评分	17.00(10.00,175.00)	17.00(10.00,165.00)	15.00(10.75,180.00)	0.825
术前 TIMI 血流分级	0.00(0.00,1.50)	0.00(0.00,1.50)	0.00(0.00,1.50)	0.375
术后 TIMI 血流分级	3.00(3.00,3.00)	3.00(3.00,3.00)	3.00(3.00,3.00)	0.804
病变血管/[例(%)]				0.515
左主干	3(1.0)	1(0.8)	2(1.1)	
左前降支	156(50.3)	69(54.3)	87(47.5)	
回旋支	40(12.9)	16(12.6)	24(13.1)	
右冠状动脉	108(34.8)	41(32.3)	67(36.6)	
后降支动脉	3(1.0)	0(0.0)	3(1.6)	
门球时间/min	70.00(50.00,108.75)	72.00(55.50,128.75)	65.00(49.75,100.00)	0.033
发病至球囊扩张时间/min	300.00(194.00,497.50)	324.50(185.00,580.25)	286.00(200.00,465.00)	0.436
植入支架数/枚	1.00(1.00,2.00)	1.00(1.00,2.00)	1.00(1.00,2.00)	0.368
植入支架总长度/mm	30.00(18.50,42.00)	33.00(18.00,45.50)	30.00(21.25,41.25)	0.793
心脏彩超				
LVEDD/cm	5.32(5.10,5.60)	5.32(5.10,5.56)	5.35(5.10,5.60)	0.446
AoD/cm	3.20(3.00,3.40)	3.20(3.02,3.38)	3.20(3.00,3.40)	0.639
LAD/cm	4.00(3.78,4.20)	3.94(3.71,4.20)	4.00(3.80,4.22)	0.249
LVEF/%	47.00(42.50,50.00)	47.00(44.00,51.00)	46.50(42.00,49.00)	0.054

2.2 MVO 相关因素的 Logistic 回归分析

以是否发生 MVO 为因变量,进行单因素回归分析,结果显示在未调整任何混杂因素的单因素分析中,TyG 指数与 MVO 发生呈正相关($P=0.016$);在校正年龄、性别、BMI、吸烟史、高血压病史、糖尿病病史、高脂血症病史、心绞痛发作史、支架长度、病变血管、既往 PCI 手术史(模型 1)后,TyG 指数与 MVO 的发生仍呈显著正相关($P=0.028$);在模型 1 的基础上,再次校正收缩压、舒张压、cTnT、CK-MB、eGFR、LVEF、BNP、中性粒细胞计数、血小板计数、LDLC 后,TyG 指数与 MVO 发生仍呈显著正相关,且 TyG 指数每升高 1 个单位,风险上升 1.24 倍($P=0.033$;表 3)。

表 3. 根据 TyG 预测 MVO 的单变量和多变量 Logistic 回归分析

单因素/多因素分析	MVO 发生(TyG 每升高 1 个单位)			
	β	OR	95% CI	P 值
单因素分析	0.54	1.72	1.03 ~ 2.88	0.016
纳入模型 1	0.74	2.10	1.01 ~ 4.36	0.028
纳入模型 1+模型 2	0.81	2.24	1.07 ~ 4.71	0.033

注:模型 1:年龄+性别+BMI+吸烟史+高血压病史+糖尿病病史+高脂血症病史+心绞痛发作史+支架长度+病变血管+既往 PCI 手术史;模型 2:模型 1+收缩压+舒张压+cTnT+CK-MB+eGFR+LVEF+BNP+中性粒细胞计数+血小板计数+LDLC+C 反应蛋白。

2.3 TyG 指数与 PCI 术后发生 MVO 的 RCS 分析

RCS 曲线分析结果显示,TyG 指数与急诊 PCI 术后发生 MVO 呈线性关系($P_{\text{非线性}}=0.47$),当 TyG 指数>9.5 时,急诊 PCI 术后发生 MVO 的风险显著上升(图 3)。

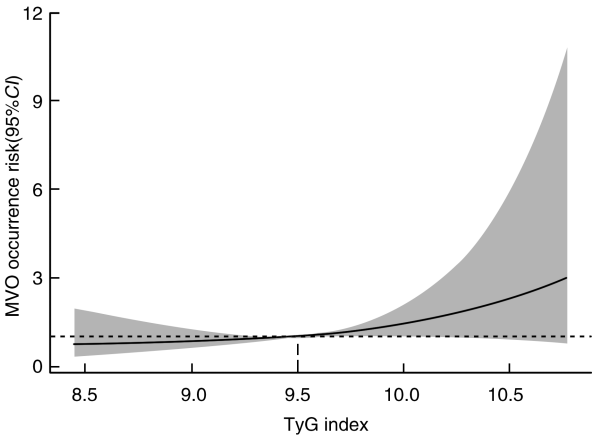


图 3. TyG 指数与 PCI 术后发生 MVO 的 RCS 分析
Figure 3. RCS analysis of the relationship between TyG index and MVO occurrence after PCI

2.4 TyG 指数与其他生物标志物之间的相关性

Spearman 秩相关分析结果显示,TyG 指数与 BMI、HbA1c 浓度呈正相关($r=0.33, 0.57, P<0.05$;图 4)。

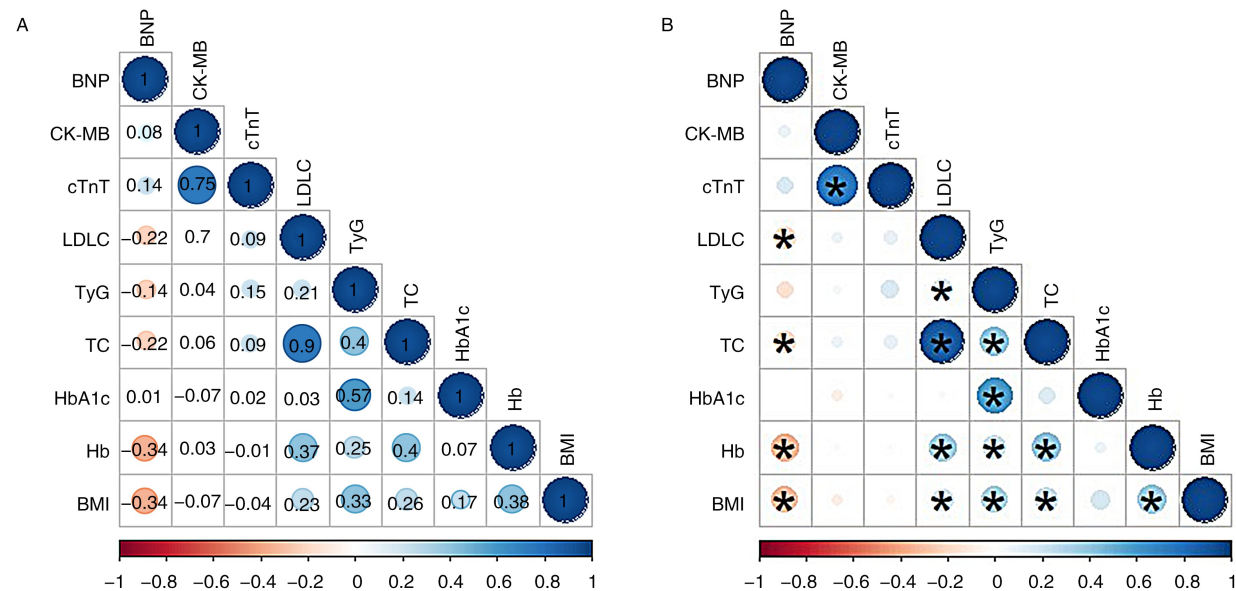


图 4. TyG 指数与其他生物标志物之间的相关性
A 为相关系数,B 为相关性检验的 P 值。* 为 $P<0.05$ 。

Figure 4. Correlation between TyG index and other biomarkers

3 讨 论

本研究探讨了 TyG 指数对接受急诊 PCI 的 STEMI 患者发生 MVO 事件的影响。通过多因素回归分析排除混杂因素后,结果显示 TyG 指数是 STEMI 患者急诊 PCI 术后发生 MVO 的独立危险因素,且 TyG 指数每增加 1 个单位,MVO 的发生风险增加 1.24 倍;当 TyG 指数>9.5 时,术后发生 MVO 的风险显著升高。上述发现为临床上识别 MVO 高危患者、实施针对性治疗提供了一个实用的参考指标。

一项前瞻性研究表明,STEMI 患者的非梗死相关冠状动脉区域也普遍存在微血管和内皮功能障碍,其中高达 93% 的患者存在微循环障碍^[16]。这表明,当患者发生急性冠状动脉闭塞时,内皮功能障碍不仅局限于梗死动脉,而是一个更为广泛的整体性现象。

目前认为,心肌梗死后出现心肌再灌注障碍的机制是多方面的,包括缺血相关损伤、血栓和斑块碎片导致的远端栓塞、微血管痉挛、内皮功能障碍,以及缺血再灌注损伤引发的水肿之间的复杂相互作用,这些因素最终导致组织灌注减少,并使梗死区从心内膜向心外膜延伸^[5,17]。既往研究表明,STEMI 后 MVO 的形成与缺血时间和缺血程度密切相关。MVO 的存在与梗死面积增加、左心室重塑不良及患者预后不良相关^[18],并且其对患者 5 年生存率的预测能力独立于梗死面积^[19]。

最近的研究表明,TyG 指数与胰岛素抵抗密切相关,被视为胰岛素抵抗的有效替代标志物,其简便易算且较稳态模型评估的胰岛素抵抗指数(homeostatic model assessment of insulin resistance,HOMA-IR)更具优势,因而逐渐受到临床重视^[20-21]。胰岛素抵抗在急性冠脉综合征(acute coronary syndrome,ACS)患者的一级和二级预防中具有关键的预后意义^[22]。一项纳入 2 249 例接受急诊 PCI 术的 ACS 患者的研究显示,TyG 指数与这些患者 PCI 术后远期心血管不良事件的发生相关^[23]。既往研究指出,无论患者是否曾诊断为糖尿病,FBG、餐后血糖及胰岛素水平均可能与 ACS 患者新发心脏事件的风险呈正相关^[24]。在 PCI 术后的 2 型糖尿病患者中,TyG 指数与不良心血管结局显著正相关^[25]。而对于既往未确诊为 2 型糖尿病的患者,研究证实急性胰岛素抵抗是其 PCI 术后的常见情况,是梗死后心肌和微血管损伤、左心室重塑及不良预后的独立预测因素^[26-27]。

胰岛素抵抗与 MVO 的发生密切相关,胰岛素抵抗和高血糖性疾病可引发多种病理生理学异常。

胰岛素抵抗与血浆醛固酮及胰岛素水平的升高相伴随,这导致生物可利用的一氧化氮减少,进而引起血管僵硬,与心血管不良事件的发生紧密关联^[7]。此外,ACS 患者的高糖状态与凝血酶生成、血小板活化和纤维蛋白凝块对溶解的抵抗增强有关^[28],这些因素导致血栓负荷过重,与不良预后密切相关。心肌梗死后的应激性高血糖通过干扰心肌血流和能量代谢,导致单核细胞趋化蛋白 1 和可溶性凋亡相关因子(soluble Fas,sFas)水平升高,诱导促氧化/促炎状态,最终促使冠状动脉斑块破裂^[29]。此外,胰岛素抵抗在调节基质金属蛋白酶、HDL 水平以及 TG 水平方面扮演着至关重要的角色,进而影响心血管系统的功能和结构,并最终影响远期预后^[30]。在本研究中,TyG 指数每增加 1 个单位,MVO 的发生风险会相应升高 1.24 倍。这表明,高 TyG 指数的 STEMI 患者心血管不良事件的风险显著增加,且与 MVO 的发生呈正相关关系,成为 MVO 的重要危险因素。因此,针对这一人群,亟需实施早期健康管理和风险干预措施,以有效提升患者的生存质量。

本研究存在一定的局限性。首先,作为一项单中心、前瞻性研究,所纳入的样本量相对有限。尽管通过模型校正了混杂因素,但仍未能完全排除其干扰。其次,受限于样本及可用的临床信息,本研究未能联合 TyG 指数与其他胰岛素抵抗指标,探讨其在心肌 MVO 形成中的差异。此外,本研究以心肌 MVO 作为终点事件,仅评估了患者在院期间的不良结局,并未涉及长期预后的评价。因此,未来需开展样本量更大的队列研究以进一步验证相关结论。

综上所述,TyG 指数的升高与接受急诊 PCI 的 STEMI 患者 MVO 的发生呈正相关,这对 STEMI 患者 MVO 的早期预防和危险分层具有重要的临床价值。

[参考文献]

- [1] Writing Committee of the Report on Cardiovascular Health and Diseases in China. Report on cardiovascular health and diseases in China 2021; an updated summary[J]. Biomed Environ Sci, 2022, 35(7): 573-603.
- [2] BHATT D L, LOPES R D, HARRINGTON R A. Diagnosis and treatment of acute coronary syndromes: a review[J]. JAMA, 2022, 327(7): 662-675.
- [3] LERMAN A, HOLMES D R, HERRMANN J, et al. Microcirculatory dysfunction in ST-elevation myocardial infarction: cause, consequence, or both? [J]. Eur Heart J, 2007, 28(7): 788-797.
- [4] CREA F, CAMICI P G, BAIREY MERZ C N. Coronary microvascular dysfunction: an update[J]. Eur Heart J, 2014, 35(17): 1101-1111.

- [5] NICCOLI G, SCALONE G, LERMAN A, et al. Coronary microvascular obstruction in acute myocardial infarction[J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(13): 1024-1033.
- [6] 余莹, 邓佳, 陈彧, 等. 心脏磁共振评估冠状动脉疾病的研究进展[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2024, 32(12): 1089-1096.
YU Y, DENG J, CHEN Y, et al. The research progress of cardiac magnetic resonance for the assessment of coronary artery disease[J]. *Chin J Arterioscler*, 2024, 32(12): 1089-1096.
- [7] HILL M A, YANG Y, ZHANG L, et al. Insulin resistance, cardiovascular stiffening and cardiovascular disease[J]. *Metabolism*, 2021, 119: 154766.
- [8] HO C T, LIN C C, HSU H S, et al. Arterial stiffness is strongly associated with insulin resistance in Chinese--a population-based study (taichung community health study, TCHS)[J]. *J Atheroscler Thromb*, 2011, 18(2): 122-130.
- [9] LIAO J, FARMER J. Arterial stiffness as a risk factor for coronary artery disease[J]. *Curr Atheroscler Rep*, 2014, 16(2): 387.
- [10] UNGER G, BENOZZI S F, PERRUZZA F, et al. Triglycerides and glucose index: a useful indicator of insulin resistance[J]. *Endocrinol Nutr*, 2014, 61(10): 533-540.
- [11] 陈艳丽, 何雄, 帕尔哈提·吐尔逊. 急性心肌梗死患者 TyG 指数与冠状动脉病变严重程度的相关性[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2023, 31(11): 969-974.
CHEN Y L, HE X, PRHT T. Correlation between TyG index and severity of coronary artery disease in patients with acute myocardial infarction[J]. *Chin J Arterioscler*, 2023, 31(11): 969-974.
- [12] 牛镜磊, 张丽霞, 白明. TyG 指数和 AIP 与慢性冠脉综合征严重程度的相关性[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2024, 32(7): 590-596.
NIU J L, ZHANG L X, BAI M. Correlation of TyG and AIP indices with the severity of chronic coronary syndrome[J]. *Chin J Arterioscler*, 2024, 32(7): 590-596.
- [13] 赵建勇, 郭春月, 宋翠. 中老年人甘油三酯葡萄糖乘积指数与高血压的关联研究[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2024, 32(7): 583-589.
ZHAO J Y, GUO C Y, SONG C. Association between triglyceride-glucose index and hypertension in middle-aged and older adults[J]. *Chin J Arterioscler*, 2024, 32(7): 583-589.
- [14] THYGESEN K, ALPERT J S, JAFFE A S, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018)[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 72(18): 2231-2264.
- [15] ABBAS A, MATTHEWS G H, BROWN I W, et al. Cardiac MR assessment of microvascular obstruction[J]. *Br J Radiol*, 2015, 88(1047): 20140470.
- [16] DÍEZ-DELHOYO F, GUTIÉRREZ-IBÁÑES E, SANZ-RUIZ R, et al. Prevalence of microvascular and endothelial dysfunction in the nonculprit territory in patients with acute myocardial infarction[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2019, 12(2): e007257.
- [17] BEKKERS S C, YAZDANI S K, VIRMANI R, et al. Microvascular obstruction: underlying pathophysiology and clinical diagnosis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55(16): 1649-1660.
- [18] BOLOGNESE L, CARRABBA N, PARODI G, et al. Impact of microvascular dysfunction on left ventricular remodeling and long-term clinical outcome after primary coronary angioplasty for acute myocardial infarction[J]. *Circulation*, 2004, 109(9): 1121-1126.
- [19] NDREPEPA G, TIROCH K, FUSARO M, et al. 5-Year prognostic value of no-reflow phenomenon after percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55(21): 2383-2389.
- [20] IRACE C, CARALLO C, SCAVELLI F B, et al. Markers of insulin resistance and carotid atherosclerosis. A comparison of the homeostasis model assessment and triglyceride glucose index[J]. *Int J Clin Pract*, 2013, 67(7): 665-672.
- [21] GUERRERO-ROMERO F, SIMENTAL-MENDÍA L E, GONZÁLEZ-ORTIZ M, et al. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(7): 3347-3351.
- [22] CACCAMO G, BONURA F, BONURA F, et al. Insulin resistance and acute coronary syndrome[J]. *Atherosclerosis*, 2010, 211(2): 672-675.
- [23] 张勇, 蔡翔, 钟钟, 等. 甘油三酯葡萄糖乘积指数对急性冠状动脉综合征患者行急诊 PCI 术远期预后的预测价值[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2023, 31(8): 687-696.
ZHANG Y, CAI X, ZHONG Z, et al. The predictive value of the triglyceride-glucose index for cardiovascular and cerebrovascular outcomes in patients with acute coronary syndrome underwent emergency percutaneous coronary intervention[J]. *Chin J Arterioscler*, 2023, 31(8): 687-696.
- [24] KOSIBOROD M, RATHORE S S, INZUCCHI S E, et al. Admission glucose and mortality in elderly patients hospitalized with acute myocardial infarction: implications for patients with and without recognized diabetes[J]. *Circulation*, 2005, 111(23): 3078-3086.
- [25] MA X, DONG L, SHAO Q, et al. Triglyceride glucose index for predicting cardiovascular outcomes after percutaneous coronary intervention in patients with type 2 diabetes mellitus and acute coronary syndrome[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2020, 19(1): 31.
- [26] KASEM S M, SAIED G M, HEGAZY A N M, et al. Impact of acute insulin resistance on myocardial blush in non-diabetic patients undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 647366.
- [27] LAZZERI C, SORI A, CHIOSTRI M, et al. Prognostic role of insulin resistance as assessed by homeostatic model assessment index in the acute phase of myocardial infarction in nondiabetic patients submitted to percutaneous coronary intervention[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2009, 26(10): 856-862.
- [28] UNDAS A, WIEK I, STÉPIEN E, et al. Hyperglycemia is associated with enhanced thrombin formation, platelet activation, and fibrin clot resistance to lysis in patients with acute coronary syndrome[J]. *Diabetes Care*, 2008, 31(8): 1590-1595.
- [29] ZHAO X, WANG Y, CHEN R, et al. Triglyceride glucose index combined with plaque characteristics as a novel biomarker for cardiovascular outcomes after percutaneous coronary intervention in ST-elevated myocardial infarction patients: an intravascular optical coherence tomography study[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2021, 20(1): 131.
- [30] KOZAKOVA M, MORIZZO C, GONCALVES I, et al. Cardiovascular organ damage in type 2 diabetes mellitus: the role of lipids and inflammation[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18(1): 61.