

基于 AMR 及血脂变异性构建急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构预测模型*

王璇^{1,2} 宁彬² 姚尧² 唐碧¹

(1. 蚌埠医科大学第一附属医院, 安徽 蚌埠 233000; 2. 阜阳市人民医院, 安徽 阜阳 236000)

【摘要】 目的 探讨基于微循环阻力指数(AMR)、血脂变异性构建急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者行急诊经皮冠状动脉介入术(PCI)术后发生心室不良重构预测模型。方法 回顾性选取 2022 年 1 月—2024 年 1 月蚌埠医科大学第一附属医院收治的急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术 312 例, 收集患者术前、术后 6 个月临床资料, 根据是否发生心室不良重构, 分为心室重构组($n=87$)和无心室重构组($n=225$), 对比两组患者基线期指标与血脂变异性指标, 基于上述指标构建预测模型, 分析其临床价值。结果 无心室重构组与心室重构组年龄、总缺血时间、罪犯血管、AMR、术后心电图 ST 段回落 $\geq 50\%$ 存在统计学差异($P<0.05$)。Lasso 回归分析筛选 10 个因素进入 Logistic 回归分析, Logistic 回归分析结果显示, AMR、低密度脂蛋白标准差(LDL-SD)、低密度脂蛋白变异系数(LDL-CV)、低密度脂蛋白变异指数(LDL-VIM)、高密度脂蛋白标准差(HDL-SD)、高密度脂蛋白变异系数(HDL-CV)、高密度脂蛋白变异指数(HDL-VIM)、脂蛋白(a)标准差[LP(a)-SD]、脂蛋白(a)变异系数[LP(a)-CV]、脂蛋白(a)变异指数[LP(a)-VIM]是影响急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构的危险因素($P<0.05$)。将多因素 Logistic 回归分析筛选出的 10 个危险因素, 构建模型, Bootstrap 重复采样法进行内部验证, 结果显示, 预测模型的指数 C 为 0.771; ROC 为 0.771, 原始曲线与校正曲线拟合良好, 表明预测模型的预测效果较好。结论 AMR、血脂变异性与急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构有关, 基于 AMR、血脂变异性所构建的预测模型对急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构具有较高的预测价值。

【关键词】 微循环阻力指数; 血脂变异性; 急性 ST 段抬高型心肌梗死; 急诊经皮冠状动脉介入术; 心室不良重构; 预测模型

【中图分类号】 R542.2⁺2 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2026.03.012

Construct a prediction model of ventricular malreconstruction after emergency PCI in acute STEMI patients based on angiography-derived microcirculatory resistance and lipid variability

WANG Xuan^{1,2}, NING Bin², YAO Yao², TANG Bi¹

(1. The First Affiliated Hospital of Bengbu Medical University, Bengbu 233000, Anhui, China;

2. Fuyang People's Hospital, Fuyang 236000, Anhui, China)

【Abstract】 **Objective** To construct a predictive model for adverse ventricular remodeling in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) undergoing emergency percutaneous coronary intervention (PCI) based on angiography-derived microcirculatory resistance (AMR) and lipid variability. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 312 patients with acute STEMI who underwent emergency PCI from The First Affiliated Hospital of Bengbu Medical University January 2022 to January 2024. Clinical data were collected preoperatively and at 6 months postoperatively. Patients were divided into two groups based on the occurrence of ventricular remodeling: the ventricular remodeling group ($n=87$) and the non-ventricular remodeling group ($n=225$). Baseline indices and lipid variability indices were compared between the two groups. A predictive model was constructed using the aforementioned indices and its clinical

基金项目: 安徽省自然科学基金项目(2208085MH192); 阜阳市重点研究与开发计划项目(FYZDYF2023LCYX001)

通信作者: 唐碧, 主任医师, E-mail: ttangbi25@163.com

引用本文: 王璇, 宁彬, 姚尧, 等. 基于 AMR 及血脂变异性构建急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构预测模型[J]. 西部医学, 2026, 38(3): 391-396, 403. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2026.03.012

value was analyzed. **Results** Significant differences were observed in age, total ischemic time, culprit vessel, and AMR. Postoperative electrocardiogram ST segment drop of more than 50% between the non-ventricular remodeling group and the ventricular remodeling group ($P < 0.05$). Lasso regression analysis identified 10 factors to be included in the logistic regression analysis. Logistic regression analysis indicated that AMR, LDL-SD, LDL-CV, LDL-VIM, HDL-SD, HDL-CV, HDL-VIM, LP(a)-SD, LP(a)-CV, and LP(a)-VIM are risk factors affecting the occurrence of adverse ventricular remodeling in patients with acute STEMI undergoing emergency PCI ($P < 0.05$). A model was constructed using the 10 risk factors selected by multivariate logistic regression analysis. Internal validation was performed using the Bootstrap resampling method. The results showed that the predictive model had an index C of 0.771 and an ROC of 0.771, with good fit between the original curve and the corrected curve, indicating good predictive performance of the model. **Conclusion** AMR and lipid variability are associated with the occurrence of adverse ventricular remodeling in patients with acute STEMI undergoing emergency PCI. The predictive model constructed based on AMR and lipid variability has high predictive value for adverse ventricular remodeling in patients with acute STEMI undergoing emergency PCI.

【Key words】 Angiography-derived microcirculatory resistance; Lipid variability; Acute; ST-segment elevation myocardial infarction; Emergency percutaneous coronary intervention; Ventricular adverse remodeling; Predictive model

急性心肌梗死 (Acute myocardial infarction, AMI) 是全球范围内导致死亡的主要原因之一, 其中急性 ST 段抬高型心肌梗死 (ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI) 是最常见的类型之一^[1]。急诊经皮冠状动脉介入术 (Percutaneous coronary intervention, PCI) 是目前治疗 STEMI 的首选方法, 通过恢复心肌血流来减少心肌损伤。近年来, 随着医疗技术的进步和治疗策略的改进, STEMI 患者的病死率有所下降^[2-3]。然而, 急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后心室不良重构仍然是影响患者预后的重要因素, 且已有研究指出心室不良重构与微循环功能障碍^[4]、血脂异常^[5]相关。微循环阻力指数 (Angiography-derived microcirculatory resistance, AMR) 是基于 Murray 定律推导计算得出的冠脉造影衍生的指标, 无需额外使用导丝, 仅需通过单位冠脉造影便能迅速评估微血管的状态, 是评估冠状动脉微循环功能的一个重要评价指标, 与 STEMI 患者的临床预后密切相关^[6-7]。血脂水平异常已是临床上公认的导致心血管疾病发生与发展的危险因素, 近年来, 随着学者们对血脂异常指标研究的深入, 有研究指出血脂异常指标波动幅度也在一定程度上影响了 STEMI 患者 PCI 术后预后^[8-9]。基于此, 本研究通过 AMR、血脂异常构建急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构预测模型, 以期临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取 2022 年 1 月—2024 年 1 月蚌埠医科大学第一附属医院收治的急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术 312 例, 收集患者术前、术后 6 个月临床资料, 根据是否发生心室不良重构, 分为心室重构组 ($n=87$) 和无心室重构组 ($n=225$)。心室不良重构定义^[10]为满足以下至少 1 项: ①左室收缩末容积增加 $\geq 15\%$ 。②左室射血分数较基线下降 $\geq 10\%$ 。③心

脏磁共振成像测得左室质量指数增加 $> 20\%$ 。本研究经阜阳市人民医院医学伦理委员会审核批准 [医伦理审查 (2024)15 号]。

1.2 纳入及排除标准 纳入标准: ①年龄 > 18 岁。②首次发作急性 STEMI^[11] 且发病至 PCI 时间 ≤ 12 h。③成功行急诊 PCI, 术后残余狭窄 $< 20\%$ 。④ PCI 术后 24 h 内、7 d 内及 6 个月完成心脏超声、心脏磁共振检查。排除标准: ①陈旧性心肌梗死、既往冠脉搭桥术、严重瓣膜病或心肌病。② PCI 术中出现无复流/慢血流、冠脉穿孔、急性支架内血栓。③终末期肾病 [估算肾小球滤过率 < 30 mL/(min \cdot 1.73m²)]、肝功能衰竭 (谷丙转氨酶/谷草转氨酶 > 3 倍上限)、活动性肿瘤或自身免疫病。④植入起搏。⑤术后 7 d 内未完成心脏磁共振成像或随访期关键影像学数据缺失 $> 20\%$ 。

1.3 资料收集

1.3.1 基线期资料 所有患者术后 24 h 内启动高强度他汀治疗 (阿托伐他汀 40~80 mg/d 或瑞舒伐他汀 20 mg/d), 低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) > 1.8 mmol/L 者加用 PCSK9 抑制剂。统计两组患者年龄、性别、体重指数 (BMI)、高血压史、糖尿病史、血脂异常史、吸烟史、实验室指标 (肌钙蛋白、肌酸激酶同工酶、高敏 C 反应蛋白)、肾小球滤过率、总缺血时间、罪犯血管 (左前降支、左回旋支、右冠状动脉)、术前心肌梗死溶栓治疗临床试验分级标准 (Thrombolysis in myocardial infarction, TIMI) 血流 0~1 级例数、TIMI 血流 3 级例数、术前用药情况 [阿司匹林、 β -受体阻滞剂、血管紧张素转化酶抑制剂 (Angiotensin converting enzyme inhibitors, ACEI)/血管紧张素受体拮抗剂 (Angiotensin receptor blockers, ARB)/血管紧张素受体脑啡肽酶抑制剂 (Angiotensin receptor neprilysin inhibitor, ARNI)、利尿剂、他汀类药物]、住院天数、症状-入门时间、入门-导丝通过时间、症状-导丝通过时间、术后并发症发生情况及术后心电图 ST 段下降超过 50% 的患

者例数。

1.3.2 AMR 采用 AngipPlus Core 软件对所有患者的 AMR 进行测量。测算 AMR 的详细步骤如下：从所有造影图像中挑选出影像质量最优的一帧；系统智能化地识别对比剂的充盈过程，并据此自动确定一个适宜的血流速度，同时选定对比剂充盈效果良好、血管重叠及缩短程度最小的图像作为关键帧；系统自动识别目标血管的中心线，描绘其轮廓，精确定位近端及远端参考血管，必要时由专业人员手动校正；依据 Murray 分叉分型定律以及经过优化的流体力学算法，系统自动计算出 AMR 的数值。

1.3.3 血脂变异性 所有患者至少进行 3 次血脂检测，且两次检测的时间间隔需超过两周。检测项目包括低密度脂蛋白(LDL)、高密度脂蛋白(HDL)及脂蛋白 a[Lipoprotein(a), LP(a)]。同时计算以上血脂指标的标准差(Standard deviation, SD)、变异系数(Coefficient of variation, CV)及独立于均值的变异指数(Variation independent of mean, VIM), SD 反映血脂水平的离散程度, CV 衡量相对离散度, VIM 则排除

了均值对变异性的影响。

1.4 统计学分析 所有数据均采用 SPSS 20.0 软件分析。符合正态分布的计量资料数据采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,行 t 检验;不符合正态分布采用中位数和四分位间距[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,行非参数检验。计数资料采用例数(%)表示,行 χ^2 检验;采用 Lasso 回归筛选单因素分析存在统计学意义的因素进入多因素 Logistic 回归分析,根据 Logistic 回归分析结果构建预测模型,预测模型采用 Bootstrap 法重复抽样 500 次进行内部验证,绘制校正曲线,计算一致性指数;采用决策曲线分析(Decision curve analysis, DCA)、受试者工作特征(Receiver operating characteristic, ROC)曲线评估预测价值, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线期资料比较 无心室重组与心室重组年龄、总缺血时间、罪犯血管、AMR、术后心电图 ST 段回落($STR \geq 50\%$)比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),其他基线指标无统计学差异($P > 0.05$),见表 1。

表 1 两组患者基线期资料比较[$(\bar{x} \pm s)$, $M(P_{25}, P_{75})$, $n(\times 10^{-2})$]

Table 1 Comparison of baseline data between the two groups

项目	无心室重组组($n=225$)	心室重组组($n=87$)	$t/\chi^2/Z$	P
年龄(岁)	55.18±7.56	58.19±10.22	2.844	0.004
男性	175(77.78)	67(77.01)	0.021	0.884
BMI(kg/m ²)	25.28±2.53	25.59±2.15	1.010	0.313
高血压史	118(52.44)	54(62.07)	2.349	0.125
糖尿病史	78(34.67)	33(37.93)	0.291	0.589
血脂异常史	113(50.22)	34(39.08)	3.125	0.077
吸烟史	115(51.11)	54(62.07)	3.034	0.081
实验室指标				
肌钙蛋白(ng/mL)	26.22(16.71,49.22)	29.55(21.53,67.34)	-1.636	0.123
肌酸激酶同工酶(ng/mL)	174.64(115.64,284.52)	205.23(124.73,304.23)	-1.592	0.094
高敏 C 反应蛋白(mg/L)	4.21(2.42,9.83)	4.62(2.3,9.72)	-1.572	0.116
肾小球滤过率[mL/(min·1.73m ²)]	97.59±12.42	97.64±12.88	0.315	0.974
总缺血时间(min)	453.87±35.56	465.40±34.11	2.597	0.009
罪犯血管			8.460	<0.01
左前降支	107(47.56)	57(65.52)		
左回旋支	34(15.11)	7(8.05)		
右冠状动脉	84(37.33)	23(26.43)		
术前 TIMI 血流 0~1 级	189(84.00)	76(87.36)	0.552	0.457
术后 TIMI 血流 3 级	221(98.22)	85(97.70)	0.090	0.763
术前用药				
阿司匹林	225(100.00)	87(100.00)	0.000	1.000
β -受体阻滞剂	164(72.89)	65(74.71)	0.106	0.743
ACEI/ARB/ARNI	134(59.56)	52(59.77)	0.001	0.972
利尿剂	24(10.67)	9(10.34)	0.006	0.933
他汀类药物	193(85.78)	75(86.21)	0.009	0.922
住院天数(d)	5.97±1.64	5.68±1.66	1.395	0.164
症状-入门时间(min)	376.58±52.88	386.49±23.67	1.682	0.093
入门-导丝通过时间(min)	77.29±22.56	78.91±24.11	0.557	0.577
症状-导丝通过时间(min)	389.96±83.96	407.98±106.42	1.572	0.116
AMR(mmHg·s/cm)	2.49±0.354	3.05±0.43	11.862	<0.01
并发症				
穿刺部位血肿	8(3.56)	5(5.75)	0.754	0.386
支架内血栓	3(1.33)	4(4.60)	3.048	0.080
再狭窄(>50%)	9(4.00)	6(6.90)	1.150	0.283
造影剂肾病	12(5.33)	9(10.34)	2.510	0.113
术后心电图 ST 段回落($STR \geq 50\%$)	198(88.00)	62(71.26)	12.652	<0.01

2.2 两组血脂变异性比较 心室重构组患者的 LDL 变异性(SD、CV、VIM)、HDL 变异性(SD、CV、VIM)、LP(a) 变异性(SD、CV、VIM)均高于无心室重构组 ($P < 0.05$),见表 2。

表 2 两组血脂变异性比较($\bar{x} \pm s$)

项目	无心室重构组 (n=225)	心室重构组 (n=87)	t	P
LDL 变异性				
SD	12.67±1.64	16.48±2.12	16.895	<0.01
CV	0.15±0.01	0.21±0.03	26.487	<0.01
VIM	1.61±0.32	2.23±0.31	15.479	<0.01
HDL 变异性				
SD	4.51±0.45	4.99±0.46	8.396	<0.01
CV	0.21±0.03	0.28±0.06	13.653	<0.01
VIM	1.44±0.25	1.69±0.28	7.655	<0.01
LP(a) 变异性				
SD	5.68±1.12	6.68±1.12	7.072	<0.01
CV	0.15±0.03	0.19±0.02	11.483	<0.01
VIM	1.42±0.22	1.65±0.64	4.725	<0.01

2.3 Lasso 回归分析 单因素分析结果显示,年龄、总缺血时间、罪犯血管、AMR、术后心电图 ST 段回落 ($STR \geq 50\%$)、LDL 变异性(SD、CV、VIM)、HDL 变异性(SD、CV、VIM)、LP(a)变异性(SD、CV、VIM)是急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构的影响因素 ($P < 0.05$);对上述候选变量进行 Lasso 回归分析,均方误差最小时的 1 个方差范围内得到最简单模型有 10 个因素[AMR、LDL 变异性(SD、CV、VIM)、HDL 变异性(SD、CV、VIM)、LP(a) 变异性(SD、CV、VIM)]被纳入,见图 1~2。

2.4 Logistic 回归分析 对 Lasso 回归得到的 10 个因素进行多因素回归分析,赋值均为实测值,Logistic 回归分析结果显示,AMR、LDL-SD、LDL-CV、LDL-VIM、HDL-SD、HDL-CV、HDL-VIM、LP(a)-SD、LP(a)-CV、LP(a)-VIM 是影响急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构的危险因素 ($P < 0.05$),最终模型的截距值为-0.994,见表 3。

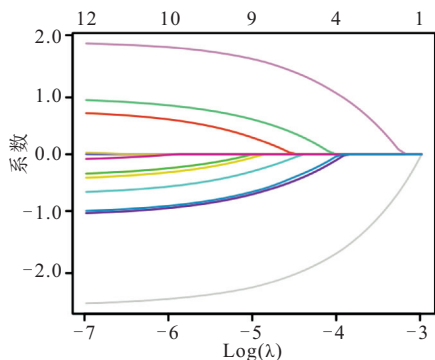


图 1 Lasso 回归系数路径图

Figure 1 Lasso regression coefficient path

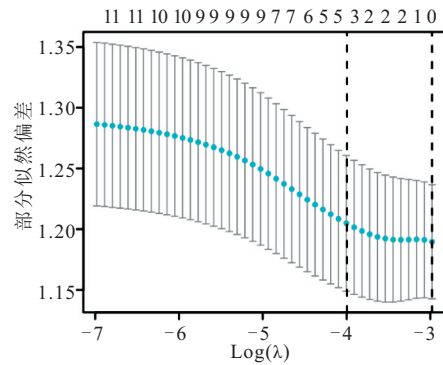


图 2 Lasso 回归交叉验证图

Figure 2 Lasso regression cross-validation graph

表 3 Logistic 回归分析急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构的危险因素

Table 3 Risk factors for ventricular malreconstruction after emergency PCI in patients with acute STEMI analyzed by logistic regression

变量	B	S.E	Wald χ^2	P	OR (95% CI)
AMR	0.424	0.144	8.670	0.003	1.528(1.152~2.026)
LDL-SD	0.832	0.358	5.401	0.020	2.298(1.139~4.635)
LDL-CV	0.273	0.034	64.471	<0.001	1.314(1.229~1.404)
LDL-VIM	0.435	0.143	9.254	0.002	1.545(1.167~2.045)
HDL-SD	0.224	0.112	4.000	0.046	1.251(1.004~1.558)
HDL-CV	0.422	0.212	3.962	0.047	1.525(1.007~2.311)
HDL-VIM	0.124	0.054	5.273	0.022	1.132(1.018~1.258)
LP(a)-SD	0.553	0.134	17.031	<0.001	1.738(1.337~2.261)
LP(a)-CV	0.243	0.093	6.827	0.009	1.275(1.063~1.530)
LP(a)-VIM	0.434	0.124	12.250	<0.001	1.543(1.210~1.968)
常数	-0.994	0.424	5.496	0.019	-

注:“-”表示此处无数据。

2.5 预测模型与内部验证结果 将多因素 Logistic 回归分析筛选出的 10 个危险因素,构建模型,Bootstrap 重复采样法进行内部验证,结果得出,预测模型的指数 C 为 0.771; AUC 为 0.771,敏感度为 80.00%,特异度为 62.53%,最佳截断值为 1.115,原始曲线与矫正曲线拟合良好(图 3~5)。表明预测模型的预测效果较好,Hosmer-Lemeshow 检验结果为 6.934, $P = 0.543$ 。

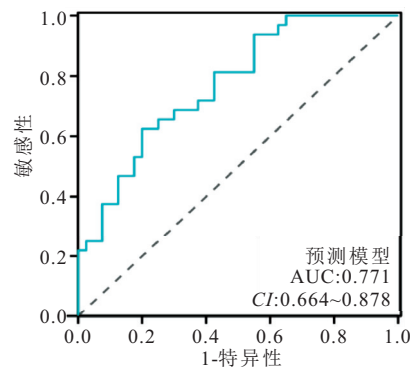


图 3 ROC 曲线

Figure 3 ROC curve

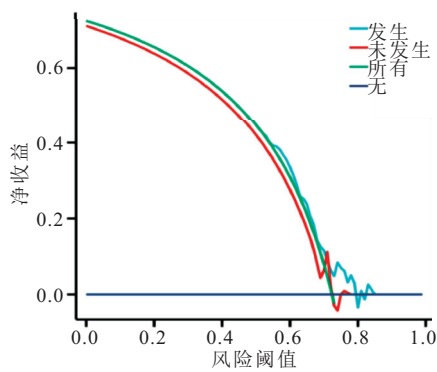


图 4 诊断 DCA 图

Figure 4 Diagnostic DCA diagram

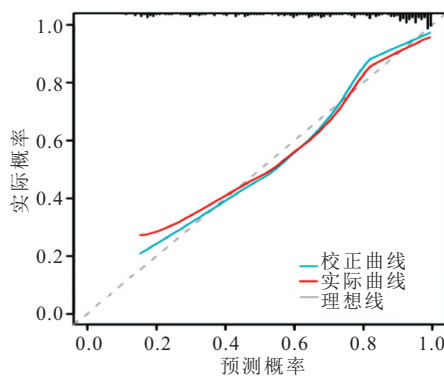


图 5 校准曲线

Figure 5 Calibration curve

3 讨论

近年来,随着人们生活压力的提升,急性 STEMI 的发病率逐年上升,急性 STEMI 具有发病急、进展快的特点,若不及时治疗,患者常在短时间内出现心源性休克、心力衰竭甚至死亡^[12]。随着医疗技术的发展,PCI 已成为 STEMI 患者的主要再灌注治疗手段,可有效恢复梗死相关血管的血流,挽救濒死心肌^[13-14]。然而,部分患者在急诊 PCI 术后仍会出现心室不良重构,导致心功能恶化,增加心力衰竭和心血管死亡的风险^[15]。心室不良重构是 STEMI 患者急诊 PCI 术后常见且严重的并发症,通常表现为心室扩大、心室壁变薄、心室收缩功能下降等^[16]。近年来,随着对 STEMI 病理生理过程的深入研究,人们逐渐认识到微循环障碍、炎症反应、氧化应激等多种因素在心室不良重构中的重要作用,特别是 AMR 和血脂变异性等指标,已被证实与 STEMI 患者急诊 PCI 术后心室不良重构的发生密切相关^[17-18]。因此,早期识别和预测 STEMI 患者急诊 PCI 术后心室不良重构的发生具有重要意义。

AMR 作为评估心肌微循环功能的重要指标,高 AMR 值往往预示着患者心肌微循环障碍严重,心肌组织灌注不足,心肌细胞出现缺血、缺氧,进而促进心

室重构的发生^[2]。心室重构是 STEMI 患者预后不良的重要因素之一,它涉及心肌细胞肥大、凋亡,以及细胞外基质的重构等多个方面,当心肌受到缺血、缺氧等损伤时,一系列复杂的分子和细胞机制被激活,导致心室结构和功能的改变,而 AMR 作为反映心肌微循环功能的关键指标,其变化可能直接参与并影响了这一过程^[19]。结合本次研究结果,Lasso 回归分析与 Logistic 回归分析结果均显示,AMR 是影响急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构的危险因素($P < 0.05$)。STEMI 患者存在冠状动脉微血管功能受损,导致心肌细胞难以充分恢复功能性血液供应,这一状况阻碍了修复相关的内源性信号分子的传递与运输,同时也影响了巨噬细胞对细胞碎片的趋化与迁移能力,进而导致 STEMI 患者心肌结构与功能恢复不良,增加心室重构及心力衰竭风险,这为 AMR 的预测价值提供了生物学机制解释^[20]。AMR 对心室重构的独立预测作用,进一步证实了其作为 STEMI 病患早期危险分层的有效指标的可靠性。

血脂变异性是指血脂水平在一定时间内的波动程度,被认为与 STEMI 的发生和发展密切相关^[21]。研究表明^[22],血脂变异性的增加加剧动脉粥样硬化进程,从而增加 STEMI 的发病风险。血脂水平的频繁波动导致血管内皮细胞的损伤,促进动脉粥样斑块的形成和不稳定,而一旦斑块破裂,就可能引发 AMI。血脂变异性还影响心肌细胞的能量代谢和心肌微循环功能,进一步加重心肌损伤^[23]。Lasso 回归分析与 Logistic 回归分析结果显示,LDL-SD、LDL-CV、LDL-VIM、HDL-SD、HDL-CV、HDL-VIM、LP(a)-SD、LP(a)-CV、LP(a)-VIM 是影响急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构的危险因素($P < 0.05$)。在 STEMI 患者中,血脂变异性的加剧不仅与动脉粥样硬化进程相关,还会导致心肌梗死后心室重构的加速,进而增加心力衰竭和死亡的风险,这一发现强调了监测和控制血脂变异性对于 STEMI 患者预后管理的重要性。然而,值得注意的是,血脂变异性主要反映的是患者术后药物依从性与生活方式等因素所造成的代谢波动,而非单纯由 PCI 机械重建血流后的直接生理效应所致,这一理解有助于我们更准确地评估血脂变异性在 STEMI 患者管理中的意义。因此,对于 STEMI 患者而言,监测和控制血脂变异性可能具有重要的临床意义。

研究表明^[24],较高的 AMR 值与 STEMI 患者急诊 PCI 术后的心肌灌注不良、无复流现象以及心室不良重构密切相关。血脂变异性与冠状动脉微循环功能障碍相互作用,进一步加重心肌损伤和心室重构,

血脂变异性的增加导致血液黏稠度改变,影响微循环的血流状态,从而间接影响 AMR 的水平,而 AMR 的升高又加剧心肌缺血缺氧的程度,促进心室不良重构的发生,最终影响 STEMI 患者的预后^[25]。将多因素 Logistic 回归分析筛选出的 10 个危险因素构建模型,Bootstrap 重复采样法进行内部验证,结果得出,预测模型的指数 C 为 0.771;AUC 为 0.771,原始曲线与校正曲线拟合良好,表明预测模型的预测效果较好。结合本次研究结果,认为基于 AMR 与血脂变异性构建的预测模型能够为 STEMI 患者急诊 PCI 术后发生心室不良重构评估提供有力工具,通过监测 AMR 水平与血脂变异性,可以间接评估 STEMI 患者心肌微循环状态,进而预测其心室重构的风险,这为临床医生制定个性化的治疗方案、改善患者预后提供了参考依据。

本研究的局限性在于,为单中心回顾性设计,样本量较小,存在偏倚可能,影响了预测模型的稳定性和泛化能力;本研究仅针对特定的患者群体进行了探索,对于其他类型的心肌梗死患者或者不同年龄段、性别等人群是否适用,还需进一步验证。未来研究可以扩大样本量,开展前瞻性研究,纳入更多不同类型的患者,以提高预测模型的准确性和适用性。

4 结论

AMR、血脂变异性与急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构有关,基于 AMR、血脂变异性所构建的预测模型对急性 STEMI 患者行急诊 PCI 术后发生心室不良重构具有较高的预测价值。

【参考文献】

[1] RAO S V, O'DONOGHUE M L, RUEL M, *et al.* 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI guideline for the management of patients with acute coronary syndromes: a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines[J]. *Circulation*, 2025, 151(13): e771-e862.

[2] QIAN G Z, QIN H R, DENG D, *et al.* Prognostic value of angiographic microvascular resistance in patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Clinics*, 2024, 79: 100429.

[3] YANG J G, LI Y X, LI X, *et al.* A machine learning model for predicting in-hospital mortality in Chinese patients with ST-segment elevation myocardial infarction: findings from the China myocardial infarction registry[J]. *J Med Internet Res*, 2024, 26: e50067.

[4] SCARSINI R, FEZZI S, PESARINI G, *et al.* Impact of physiologically diffuse versus focal pattern of coronary disease on quantitative flow reserve diagnostic accuracy[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2022, 99(3): 736-745.

[5] MASROURI S, CHERAGHI L, DERAVID N, *et al.* Mean ver-

sus variability of lipid measurements over 6 years and incident cardiovascular events: more than a decade follow-up[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 1065528.

[6] FAN Y Z, FEZZI S, SUN P C, *et al.* *In vivo* validation of a novel computational approach to assess microcirculatory resistance based on a single angiographic view[J]. *J Pers Med*, 2022, 12(11): 1798.

[7] FEZZI S, DING D X, SCARSINI R, *et al.* Integrated assessment of computational coronary physiology from a single angiographic view in patients undergoing TAVI[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2023, 16(10): e013185.

[8] TEEKAPUT C, THIANKHAW K, WONGCHAROEN W, *et al.* Visit-to-visit lipid variability on long-term major adverse cardiovascular events: a prospective multicentre cohort from the CORE-Thailand registry[J]. *Sci Rep*, 2025, 15: 1953.

[9] MOLAVIZADEH D, CHERAGHLOO N, TOHIDI M, *et al.* The association between index-year, average, and variability of the triglyceride-glucose index with health outcomes: more than a decade of follow-up in Tehran lipid and glucose study[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 321.

[10] 中国医师协会胸痛专业委员会,中华心血管病杂志(网络版)编辑委员会,急性心肌梗死后心室重构防治专家共识起草组.急性心肌梗死后心室重构防治专家共识[J].中华心血管病杂志(网络版),2020,3(1):1-7.

[11] 中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会.急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J].中华心血管病杂志,2019,47(10):766-783.

[12] 王歆赫,叶创文,童华生,等.无创左室压力-应变环评估急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术前左心功能及左室重构的价值[J].实用医学杂志,2024,40(20):2841-2847.

[13] 马振岩,阿鑫,赵蕾,等.急性 ST 段抬高型心肌梗死经皮冠状动脉介入术后左心室不良重构的新型风险预测模型:基于心脏磁共振的多中心前瞻性研究[J].南方医科大学学报,2025,45(4):669-683.

[14] 韩婷婷,张丽娜,李辉,等. PER、Ang2、PFR 及 NLR 水平在急性前壁心肌梗死患者术后 LVSD 中的预测效能[J].遵义医科大学学报,2023,46(2):173-176,181.

[15] ZHOU Y, MADSEN J M, ÖZBEK B T, *et al.* The role of remnant cholesterol in patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2024, 31(10): 1227-1237.

[16] CHEN M Q, ZHANG L, LIU Q, *et al.* Non-high density lipoprotein cholesterol/high density lipoprotein cholesterol is L-shaped associated with all-cause mortality and U-shaped with cardiovascular mortality in hypertensive patients[J]. *Front Endocrinol*, 2025, 16: 1490229.

[17] 谢伟,苏振琪.血脂变异性对急性 ST 段抬高型心肌梗死急诊经皮冠脉介入术后不良心血管事件的预测价值[J].实用医学杂志,2024,40(15):2121-2125.

[18] 王方芳,梁芙萌,李楠,等.急性前壁 ST 段抬高型心肌梗死患者直接冠状动脉介入术后微循环阻力指数与左心室不良重构的相关性[J].北京大学学报(医学版),2024,56(1):150-156.

[19] ZHANG Z, DAI Q, ZHANG X L, *et al.* Microcirculatory resistance based on a single angiographic view in ST-segment elevation myocardial infarction patients[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2025, 25(1): 357.

- polar Disord, 2014, 16(8): 800-808.
- [18] OSIPYAN A, CHEN D, DEKKER F J. Epigenetic regulation in macrophage migration inhibitory factor (MIF)-mediated signaling in cancer and inflammation[J]. Drug Discov Today, 2021, 26(7): 1728-1734.
- [19] ORTIZ-DOMÍNGUEZ A, HERNÁNDEZ M E, BERLANGA C, *et al.* Immune variations in bipolar disorder: phasic differences[J]. Bipolar Disord, 2007, 9(6): 596-602.
- [20] SØRENSEN H J, NIELSEN P R, BENROS M E, *et al.* Somatic diseases and conditions before the first diagnosis of schizophrenia: a nationwide population-based cohort study in more than 900 000 individuals[J]. Schizophr Bull, 2015, 41(2): 513-521.
- [21] NIELSEN R E, BANNER J, JENSEN S E. Cardiovascular disease in patients with severe mental illness[J]. Nat Rev Cardiol, 2021, 18(2): 136-145.
- [22] ROTELLA F, CASSIOLI E, CALDERANI E, *et al.* Long-term metabolic and cardiovascular effects of antipsychotic drugs. A meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Eur Neuro-psychopharmacol, 2020, 32: 56-65.
- [23] DUNLAY S M, WESTON S A, REDFIELD M M, *et al.* Tumor necrosis factor- α and mortality in heart failure: a community study[J]. Circulation, 2008, 118(6): 625-631.
- [24] 王适, 胡立志, 左姿, 等. 化瘀止痛贴膏调节 IL-6/STAT3 信号通路对急性软组织损伤大鼠炎症反应的影响[J]. 西部医学, 2024, 36(6): 820-825.
- [25] MELÉNDEZ G C, MCLARTY J L, LEVICK S P, *et al.* Interleukin 6 mediates myocardial fibrosis, concentric hypertrophy, and diastolic dysfunction in rats[J]. Hypertension, 2010, 56(2): 225-231.
- [26] FRANGOIANNIS N G. Cardiac fibrosis[J]. Cardiovasc Res, 2021, 117(6): 1450-1488.
- [27] DE GENNARO L, BRUNETTI N D, MONTRONE D, *et al.* Subacute inflammatory activation in subjects with acute coronary syndrome and left ventricular dysfunction[J]. Inflammation, 2012, 35(1): 363-370.
- [28] LUEDIKE P, ALATZIDES G, PAPATHANASIOU M, *et al.* Predictive potential of macrophage migration inhibitory factor (MIF) in patients with heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF)[J]. Eur J Med Res, 2018, 23(1): 22.
- [29] KOGA K, KENESSEY A, OJAMAA K. Macrophage migration inhibitory factor antagonizes pressure overload-induced cardiac hypertrophy[J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2013, 304(2): H282-H293.
- [30] MILLER E J, LI J, LENG L, *et al.* Macrophage migration inhibitory factor stimulates AMP-activated protein kinase in the ischaemic heart[J]. Nature, 2008, 451(7178): 578-582.
- [31] DAYAWANSA N H, GAO X M, WHITE D A, *et al.* Role of MIF in myocardial ischaemia and infarction: insight from recent clinical and experimental findings[J]. Clin Sci, 2014, 127(3): 149-161.
- [32] WHITE D A, FANG L, CHAN W, *et al.* Pro-inflammatory action of MIF in acute myocardial infarction *via* activation of peripheral blood mononuclear cells [J]. PLoS One, 2013, 8(10): e76206.

(收稿日期: 2025-01-15; 修回日期: 2026-01-08; 编辑: 刘灵敏)

(上接第 396 页)

- [20] WU Z K, MA C M, WANG Y, *et al.* Predictive value of angiographic microvascular resistance for left ventricular thrombus in anterior ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Int J Cardiovasc Imag, 2025, 41(3): 603-614.
- [21] DONG Y L, LIU X K, ZHAO Y X, *et al.* Attenuating the variability of lipids is beneficial for the hypertension management to reduce the cardiovascular morbidity and mortality in older adults [J]. Front Cardiovasc Med, 2021, 8: 692773.
- [22] BAUTISTA L E, RUEDA-OCHOA O L. Methodological challenges in studies of the role of blood lipids variability in the incidence of cardiovascular disease[J]. Lipids Health Dis, 2021, 20(1): 51.
- [23] NAKANO S, OTAKE H, KAWAMORI H, *et al.* Association between visit-to-visit variability in low-density lipoprotein cholesterol and plaque rupture that leads to acute coronary syndrome[J]. Circ Rep, 2021, 3(9): 540-549.
- [24] HONG R J, LI B L, CHEN H, *et al.* Predictive value of the average three-vessel microvascular resistance in patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention [J]. Microvasc Res, 2025, 161: 104838.
- [25] WANG G Y, XU C, WANG J, *et al.* Triglyceride-glucose index is associated with microcirculatory resistance in patients with type 2 diabetes and STEMI undergoing primary PCI[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 4723.

(收稿日期: 2025-07-08; 修回日期: 2025-12-02; 编辑: 刘灵敏)