



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2025.07.007

http://www.lcnkz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2025.07.007

· 论著 ·

# 基于心电图复极参数联合超声心动图构建 ST 段抬高型心肌梗死患者行经皮冠状动脉介入治疗后发生恶性心律失常的列线图预测模型

李占花 潘秀玲 王玉孝

**[摘要]** **目的** 探讨 ST 段抬高型心肌梗死 (STEMI) 患者的心电图复极参数及超声心动图参数对经皮冠状动脉介入治疗 (PCI) 后发生恶性心律失常 (MVA) 的预测作用, 并基于独立影响因素构建及验证列线图预测模型。**方法** 根据术后有无 MVA 将 180 例建模集 (我院住院接受 PCI) 的 STEMI 患者分为 MVA 组 (45 例) 和无 MVA 组 (135 例)。另选取我院不同时期接受 PCI 的 STEMI 患者 78 例作为验证集。比较各组患者一般临床资料、心电图复极参数及超声心动图参数。采用单因素分析和多因素 *logistic* 回归分析评估 STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 的影响因素; 采用 R 4.2.1 软件绘制列线图预测模型; 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线、校准曲线评估列线图模型的预测性能; 采用决策曲线分析 (DCA) 评估列线图模型的临床获益。**结果** 多因素 *logistic* 回归分析结果显示, 年龄、吸烟史、心功能分级 III ~ IV 级、校正 QT 间期 (QTc 间期)、校正 Tp-Te 间期 (Tp-Tec 间期)、碎片 QRS 波、左心室射血分数、左心室短轴缩短率、左心室舒张末期内径、左心室收缩末期内径均是 MVA 发生的独立影响因素 ( $P < 0.05$ )。基于以上因素构建的列线图预测模型。ROC 曲线分析结果显示, 建模集的曲线下面积 (AUC) 为 0.924 (95% CI 0.883 ~ 0.965,  $P < 0.001$ ), 敏感度为 0.778、特异度为 0.919; 校准曲线结果显示, 模型拟合度良好; DCA 结果显示, 模型预测阈值概率在 3% ~ 100% 时可获得临床净收益。外部验证结果显示, 验证集 AUC 为 0.953 (95% CI 0.908 ~ 0.998,  $P < 0.001$ ), 敏感度为 0.995、特异度为 0.839; 模型预测阈值概率在 0 ~ 100% 时可获得临床净收益, 提示模型预测效能良好。**结论** STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 可通过心电图复极参数及超声心动图参数预测, 基于这些因素构建的风险预测模型具有较好的预测效能, 有助于临床上筛选 MVA 发生风险较高的患者。

**[关键词]** ST 段抬高型心肌梗死; 经皮冠状动脉介入治疗; 恶性心律失常; 心电图复极参数; 超声心动图

**[中图分类号]** R542.22; R541.7

**[文献标识码]** A

## Construct a nomogram prediction model for malignant arrhythmia in patients with ST-segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention based on electrocardiogram repolarization parameters combined with echocardiography

Li Zhanhua\*, Pan Xiuling, Wang Yuxiao. \* Department of health examination management, Qinghai Red Cross Hospital, 810000 Xining, China

**[Abstract]** **Objective** To explore the predictive role of electrocardiographic repolarization parameters and echocardiographic parameters in the occurrence of malignant arrhythmia (MVA) after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI), and construct and validate a nomogram prediction model based on independent influencing factors. **Methods** A total of 180 STEMI patients as the modeling set who underwent PCI in our hospital were divided into MVA group (45 cases) and non-MVA group (135 cases) according to the presence or absence of MVA after PCI. In addition, 78 STEMI patients who underwent PCI in our hospital at different periods were selected as the validation set. General clinical data, electrocardiogram repolarization parameters and echocardiographic parameters of each group were compared. Univariate analysis and multivariate *logistic*

作者单位: 810000 西宁, 青海红十字医院健康体检管理部 (李占花), 全科医学科 (潘秀玲); 青海省第五人民医院心内科 (王玉孝)

regression analysis were used to evaluate the influencing factors of MVA after PCI in STEMI patients. The nomogram prediction model was drawn using R 4.2.1 software. The predictive performance of the nomogram model was evaluated by the receiver operating characteristic (ROC) curve and calibration curve, the clinical benefit of the nomogram model was evaluated by decision curve analysis (DCA). **Results** Multivariate logistic regression analysis results showed that age, smoking history, cardiac function grade III-IV, corrected QT interval (QTc interval), corrected Tp-Te interval (Tp-Tec interval), fragmented QRS complex, left ventricular ejection fraction, left ventricular fractional shortening, left ventricular end-diastolic diameter, and left ventricular end-systolic diameter were all independent influencing factors for MVA ( $P < 0.05$ ). Nomogram prediction model constructed based on the above factors. ROC curve analysis results showed that the area under the curve (AUC) of the modeling set was 0.924 (95% CI 0.883-0.965,  $P < 0.001$ ), the sensitivity was 0.778, and the specificity was 0.919. The calibration curve showed that the model fitted well. DCA results show that the model predicts threshold probability in 3%-100% can obtain a net clinical benefit. The results of external validation showed that the AUC of the validation set was 0.953 (95% CI 0.908-0.998,  $P < 0.001$ ), the sensitivity was 0.995, and the specificity was 0.839. The model predicts threshold probability at 0-100% can obtain a net clinical benefit, which indicating that the model had good prediction efficiency. **Conclusion** The occurrence of MVA in STEMI patients after PCI can be predicted by electrocardiogram repolarization parameters and echocardiographic parameters. The risk prediction model constructed based on these factors has good predictive efficiency, which is helpful for clinical screening of patients with high risk of MVA.

**[Key words]** ST-segment elevation myocardial infarction; Percutaneous coronary intervention; Malignant arrhythmia; Electrocardiogram repolarization parameters; Echocardiogram

ST 段抬高型心肌梗死 (STEMI) 是一种心肌梗死的类型,具体是指心电图 ST 段弓背向上型或不伴病理性 Q 波、R 波减低,常伴对应导镜像性 ST 段压低情况<sup>[1]</sup>。目前治疗 STEMI 的有效手段是经皮冠状动脉介入治疗 (PCI),通过在冠状动脉内部植入支架来重新打开或扩张狭窄或阻塞的冠状动脉,以恢复心脏供血<sup>[2-3]</sup>。但研究表明,部分 STEMI 患者行 PCI 会出现恶性心律失常 (MVA) 的后遗症,具体指由心脏电生理性质改变导致的严重心脏电活动异常,包括室颤、快速性室性心动过速等,如不及时得到处理,会导致心脏骤停,对患者的生命带来严重威胁<sup>[4]</sup>。因此对于行 PCI 的 STEMI 患者,尽早预测 MVA 发生风险加以预防至关重要。基于此,本研究通过收集在我院行 PCI 的 STEMI 患者心电图复极参数、超声心动图参数及临床资料,旨在探讨影响 MVA 发生的因素,并以此构建和验证列线图预测模型。

## 对象与方法

1. 对象:参照王家良<sup>[5]</sup>的样本量计算方法,回顾性选取 2022 年 3 月 ~ 2023 年 9 月在我院住院接受 PCI 的 STEMI 患者 180 例作为建模集,根据患者术后有无 MVA 将其分为 MVA 组 (45 组) 和无 MVA 组 (135 组),并参考文献<sup>[6]</sup>根据同一纳排标准,选取我院 2023 年 10 月 ~ 2024 年 3 月接受 PCI 的 STEMI 患者 78 例作为验证集。纳入标准:(1)均符合 STEMI 的诊断标准<sup>[1]</sup>;(2)均在我院接受 PCI 且成功;(3)发病至入院治疗时间  $< 12$  h;(4)年龄  $\geq 18$  岁,且临床资料齐全;(5)术后均接受 72 h 的动态心电图检查。排除标准:(1)其他类型的心肌梗死;(2)合并肝、肾、脑功

能衰竭及精神疾病;(3)术前检查存在心律失常性疾病。本研究经我院伦理委员会审核批准。

## 2. 方法

(1)资料收集:收集所有患者的一般临床资料,包括年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史、心功能分级、心肌梗死史、发病至 PCI 时间。心功能分级参照 Killip 分级<sup>[1]</sup>: I 级:无明显的心理衰竭; II 级:左心衰竭,肺部啰音  $< 50\%$ ,奔马律,窦性心动过速或其他心律失常,静脉压升高,有肺淤血的 X 线表现; III 级:肺部啰音  $> 50\%$  肺野,可出现急性肺水肿; IV 级:心源性休克,有不同阶段和程度的血液动力学障碍。

(2)MVA 情况分析:参照 PCI 后 72 h 动态心电图结果,根据《内科学》<sup>[7]</sup>的 MVA 诊断标准评价患者 MVA 的发生情况,具体为:①多形性室性心动过速,伴有晕厥发作的临床表现;②血液动力学不稳定的室性心动过速,出现休克或心衰;③心室率逐渐升高的室性心动过速;④单形室速心动过速,频率  $> 230$  次/分钟;⑤特发性心室扑动或心室颤抖。具有以上 5 项中 1 项及以上即定义为 PCI 后发生 MVA。

(3)心电图复极参数收集:STEMI 患者入院时均需接受 12 导联的心电图检测,采用患者入院时第 1 张心电图作为依据统计心电图复极参数,包括校正 QT 间期 (QTc 间期)、校正 Tp-Te 间期 (Tp-Tec 间期)、Tp-Te/QT、碎片 QRS 波、J 波。QTc 间期是根据心率修正的 QRS 波的起始点到 T 波的终点时间,用于消除心率对 QT 间期的影响,其计算公式为  $QTc = QT / \sqrt{RR}$ , QT 为 QT 间期的时长,RR 为两个相邻 R 波之间的时间<sup>[8]</sup>。Tp-Tec 间期是指根据心率修正的心电图中从 T 波顶点 (Tp) 到 T 波终点 (Te) 的时间间期,计算公式为  $(Tp-Te) / \sqrt{RR}$ <sup>[7]</sup>。碎片 QRS 波是指心电图上 QRS

波群的形态异常,具体为:①出现额外的 R 波,即 RSR 波;②在 R 波或 S 波中出现 ≥1 个切迹;③这种现象至少存在于连续两个导联中;④QRS 波时限 < 120 ms<sup>[9]</sup>。J 波指的是在 J 点之后出现的一种波形,具体为:QRS 综合波结束后和 ST 段起始的结合点抬高 ≥0.1 mV<sup>[10]</sup>。

(4) 超声心动图参数收集:STEMI 患者入院时均采用彩色多普勒超声诊断仪收集超声心动图参数,连续检测 3 次取均值,指标包括左心室射血分数(LVEF)、左心室短轴缩短率(LVFS)、左心室舒张末期内径(LVEDD)、左心室收缩末期内径(LVESD)、左心房内径(LAD)。

3. 统计学处理:应用 SPSS 21.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用单因素分析和多因素 logistic 回归分析评估 STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 的影响因素;采用 R 4.2.1 软件绘制列线图预测模型;采用受试者工作特征(ROC)曲线、校准曲线评估列线图模型的预测性能;采用决策曲线分析(DCA)评估列线图模型的临床获益。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 结 果

1. STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 情况:我院住院并接受 PCI 的 258 例 STEMI 患者术后发生 MVA 67 例(26.07%),建模集 180 例中发生 MVA 45 例(25.00%),验证集 78 例中发生 MVA 22 例(28.21%)。

2. STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 的单因素分析:单因素分析结果显示,年龄、吸烟史、心功能分级、QTc 间期、Tp-Tec 间期、碎片 QRS 波、J 波、LVEDD、LVESD、LVEF 及 LVFS 均为 STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 的影响因素( $P < 0.05$ )。见表 1。

3. STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 的多因素 logistic 回归分析:将表 1 筛选出的有差异的单因素变量纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示年龄、吸烟史、心功能分级 III ~ IV 级、QTc 间期、Tp-Tec 间期、碎片 QRS 波、LVEDD 及 LVESD 均是 STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 的独立危险因素,而 LVEF 及 LVFS 则是其独立保护因素( $P < 0.05$ ),见表 2。

表 2 STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 的多因素 logistic 回归分析结果

因素	β 值	S. E.	Wald 值	OR 值	95% CI	P 值
年龄	0.071	0.029	5.927	1.073	1.014 ~ 1.136	0.015
吸烟史	1.163	0.571	4.148	3.199	1.045 ~ 9.794	0.042
心功能分级 III ~ IV 级	1.612	0.593	7.392	5.012	1.568 ~ 16.021	0.007
QTc 间期	0.021	0.010	4.860	1.021	1.002 ~ 1.041	0.027
Tp-Tec 间期	0.079	0.034	5.560	1.082	1.013 ~ 1.156	0.018
碎片 QRS 波	1.179	0.534	4.876	3.252	1.142 ~ 9.263	0.027
J 波	0.824	0.541	2.322	2.280	0.790 ~ 6.582	0.128
LVEF	-0.154	0.042	13.439	0.857	0.789 ~ 0.931	<0.001
LVFS	-0.181	0.068	7.028	0.835	0.730 ~ 0.954	0.008
LVEDD	0.185	0.057	10.541	1.204	1.076 ~ 1.346	0.001
LVESD	0.124	0.057	4.782	1.132	1.013 ~ 1.265	0.029

4. 列线图预测模型构建:基于多因素 logistic 回归分析算法,将 MVA 发生设为 P,则可得  $P(MVA) = 1 / [1 + \text{EXP}(31.705 + 0.067 \times \text{年龄} + 1.228 \times \text{吸烟史} + 1.551 \times \text{心功能分级} + 0.022 \times \text{QTc 间期} + 0.087 \times \text{Tp-Tec 间期} + 1.148 \times \text{碎片 QRS 波} - 0.146 \times \text{LVEF} - 0.180 \times \text{LVFS} + 0.184 \times \text{LVEDD} + 0.136 \times \text{LVESD})]$ 。采用 R 4.2.1 软件绘制列线图预测模型,见图 1。

5. 列线图预测模型效能验证:建模集曲线下面积(AUC)为 0.924(95% CI 0.883 ~ 0.965,  $P < 0.001$ ),取最佳截断值 0.426 时,对应的敏感度为 0.778、特异度为 0.919,提示模型区分效能较好(图 2A);校准曲

表 1 STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 的单因素分析[例,(%)]

组别	例数	性别		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	BMI		心肌梗死史	心功能分级	
		男	女		<25 kg/m <sup>2</sup>	≥25 kg/m <sup>2</sup>		II 级	III ~ IV 级
MVA 组	45	26(57.78)	19(42.22)	62.48 ± 10.24	37(82.22)	8(17.78)	6(13.33)	11(24.44)	34(75.56)
无 MVA 组	135	85(62.96)	50(37.04)	54.57 ± 8.84	98(72.59)	37(27.41)	10(7.41)	66(48.89)	69(51.11)
$\chi^2/t$ 值		0.384		2.840	1.669		0.823	8.239	
P 值		0.536		0.005	0.196		0.364	0.004	
组别	例数	吸烟史	饮酒史	QTc 间期(ms, $\bar{x} \pm s$ )	Tp-Tec 间期(ms, $\bar{x} \pm s$ )	Tp-Te/QT( $\bar{x} \pm s$ )	碎片 QRS 波	J 波	
MVA 组	45	21(46.67)	22(48.89)	430.27 ± 31.18	131.64 ± 9.27	0.22 ± 0.05	25(55.56)	22(48.89)	
无 MVA 组	135	34(25.19)	59(43.70)	415.89 ± 28.63	124.50 ± 8.79	0.20 ± 0.07	49(36.30)	40(29.63)	
$\chi^2/t$ 值		7.340	0.367	2.853	4.655	1.771	5.544	5.544	
P 值		0.007	0.545	0.005	<0.001	0.078	0.023	0.019	
组别	例数	发病至 PCI 时间(h, $\bar{x} \pm s$ )	LVEF(% , $\bar{x} \pm s$ )	LVFS(% , $\bar{x} \pm s$ )	LVEDD(mm, $\bar{x} \pm s$ )	LVESD(mm, $\bar{x} \pm s$ )	LAD(mm, $\bar{x} \pm s$ )		
MVA 组	45	3.86 ± 1.15	40.47 ± 7.13	21.58 ± 3.96	50.58 ± 4.74	44.82 ± 5.60	33.09 ± 3.60		
无 MVA 组	135	3.52 ± 1.09	46.29 ± 8.38	24.66 ± 4.31	47.61 ± 5.05	41.17 ± 5.22	32.17 ± 2.94		
$\chi^2/t$ 值		1.787	4.180	4.234	3.468	3.989	1.715		
P 值		0.076	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.088		

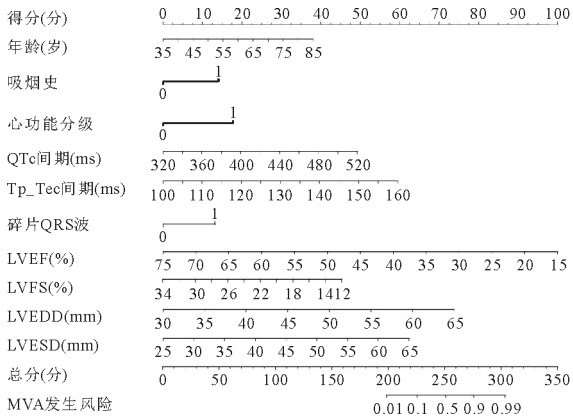


图1 STEMI患者行PCI后发生MVA风险的列线图预测模型

线的平均绝对误差(MAE)为0.035,与45°的理想线部分重合,提示模型预测准确性良好(图2B)。验证集的AUC为0.953(95%CI 0.908~0.998,  $P < 0.001$ ),取最

佳截断值0.184时,对应的敏感度为0.955、特异度为0.839(图3A);校准曲线MAE为0.041,与45°的理想线部分重合(图3B)。DCA结果显示,模型预测阈值概率建模集在3%~100%、验证集在0~100%时可获得临床净收益,见图4。

## 讨 论

根据流行病学调查,在过去数十年内,各种心律失常疾病的发生率正呈上升趋势,其中心房颤动是最常见的心律失常类型之一,根据WHO的数据,全球大约有3000万人患有心房颤动,可见目前MVA负担仍较大<sup>[11]</sup>。本研究结果表明,258例STEMI患者行PCI后发生MVA的有67例,发生率达26.07%仍然较高。可见分析该类患者发生MVA的影响因素,构建列线图预测模型十分必要。

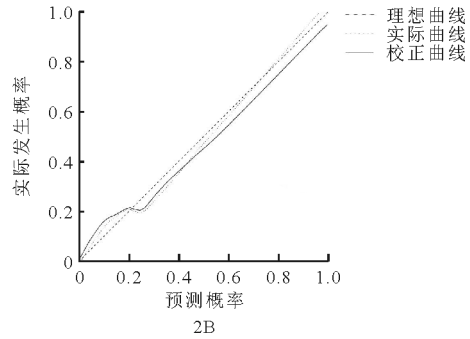
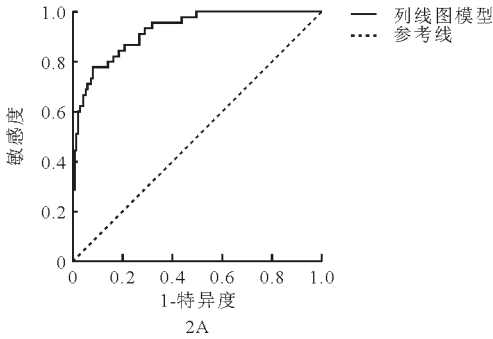


图2 建模集对列线图预测模型的效能验证(A:ROC曲线;B:校准曲线)

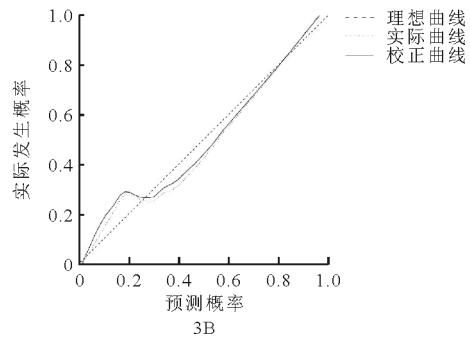
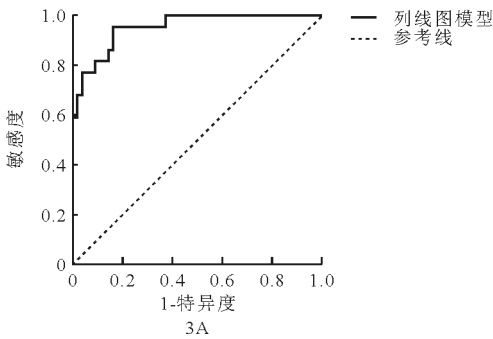


图3 验证集对列线图预测模型的效能验证(A:ROC曲线;B:校准曲线)

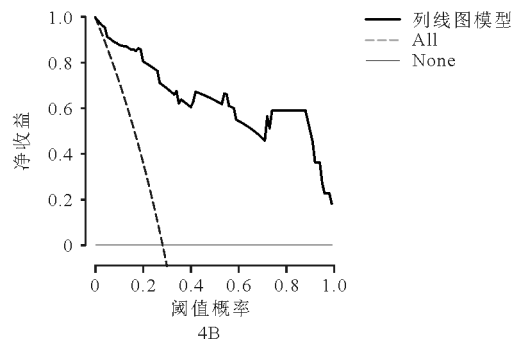
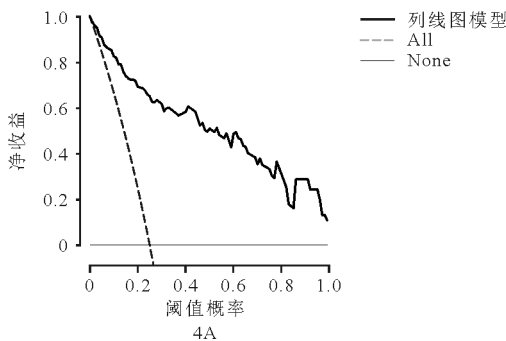


图4 列线图预测模型的DCA曲线(A:建模集;B:验证集)

本研究多因素 *logistics* 回归分析结果显示,高龄、吸烟史、心功能分级差均会增加 MVA 发生风险。可能机制是随年龄增加,心脏解剖和生理特征发生变化,如心肌的纤维化程度增加、心肌细胞的再生能力降低等,这些变化间接增加了发生 MVA 的风险<sup>[12]</sup>。有研究表明,吸烟可加速动脉粥样硬化斑块的形成和进展,这会增加血栓形成和心肌梗死的风险,从而增加患者发生 MVA 的可能性<sup>[13]</sup>。而 Killip 心功能分级较高的患者往往存在严重的心脏功能受损,通常伴随心肌梗死后的心肌损伤、心脏扩张、心肌收缩功能下降等情况,这些心脏功能异常也会增加 MVA 的发生风险<sup>[14]</sup>。

本研究多因素 *logistics* 回归分析结果显示,QTc 间期及 Tp-Tec 间期延长、有碎片 QRS 波均会增加 MVA 发生风险。可能机制是 QTc 间期反映了心室肌去极化和再极化的时间,其延长增加了心室肌细胞在去极化状态下的暴露时间,增加早期后除极的可能性,导致心室肌细胞在肌动作电位的早期阶段重新激活,形成早期除极,进而引发 MVA<sup>[15]</sup>。而 Tp-Tec 间期同样反映心室去极化的持续时间,其延长代表心室肌动作电位存在不稳定性,这增加了心室肌细胞在 MVA 的发生时段内的电生理异常的可能性<sup>[16]</sup>。研究表明,碎片化的 QRS 波反映心室传导系统的异常,包括束支阻滞、分支传导阻滞等,这些传导异常会导致心室肌细胞在不同部位的兴奋传导不协调,增加 MVA 的发生风险<sup>[17]</sup>。

本研究多因素 *logistics* 回归分析结果显示,低 LVEF、LVFS 及高 LVEDD、LVESD 水平会增加 MVA 发生风险。其可能机制是 LVEF 是评估心脏泵血功能的重要指标,入院时低 LVEF 表明心室泵血功能减弱,使心脏对应激状态的适应能力下降,心脏的负荷承受能力减弱,易导致 MVA 的发生<sup>[18]</sup>。而 LVES 通常用来衡量左心室在收缩期间的功能状态,低 LVFS 通常伴随着左心室重构,即心肌细胞的排列和结构发生改变,这种重构导致左心室机械收缩的不均匀性,增加了左心室内兴奋传导和收缩的不协调性,从而增加 MVA 的发生风险<sup>[19]</sup>。此外 LVEDD、LVESD 是评估左心室大小和功能的常用指标,患者入院时 LVEDD、LVESD 过高反映了左心室的扩张和重构,这会导致心肌细胞的排列和结构改变,增加了心肌电活动的不稳定性,进而增加 PCI 后 MVA 的发生风险<sup>[20]</sup>。

本研究所构建的列线图预测模型,经 ROC、校准曲线和 DCA 验证分析,表现出较强的区分能力和良好的校准效果,整体显示出较为可靠和稳定的性能,具有良好的临床净收益率。说明该模型对 STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 的分类能力良好,可提前筛选 MVA 发生风险高的患者。在术后医师需要密切监控 MVA

发生风险高的患者,包括心电监测和临床症状的监测,以便及时发现 MVA 加以干预。

综上所述,STEMI 患者行 PCI 后发生 MVA 可通过心电图复极参数及超声心动图参数预测,基于这些因素构建的风险预测模型具有较好的预测效能,可帮助临床上筛选 MVA 发生风险较高的患者,以便及时采取干预措施。然而,本研究仍存在一些局限性。首先所有患者均来自单一中心,样本的代表性可能受限,无法全面反映所有 STEMI 患者的特征;未来研究可联合多地区、多中心的数据,进一步细化分析 PCI 后发生 MVA 的预测因素。此外,因资料收集情况的限制,研究仅探讨短期 MVA 并发症,后续可采用小型便携式动态心电图记录仪检测患者出院后心电图变化,分析 PCI 后 MVA 的长期并发症。

## 参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 罗玉清,蒋靖波,李金铤,等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后左心室血栓的危险因素分析[J]. 临床内科杂志,2024,41(3):165-169.
- [3] Saeed NE, Faeq KA. Impact of primary percutaneous coronary intervention on ST-segment elevation myocardial infarction patients: A comprehensive analysis[J]. World J Exp Med, 2024, 14(1):94845.
- [4] 刘阔. 心律失常的诊治进展[J]. 中国处方药, 2021, 19(9):23-26.
- [5] 王家良. 临床流行病学:临床科研设计,测量与评价[M]. 上海:上海科学技术出版社,2014:157-159.
- [6] 王俊峰,章仲恒,周支端,等. 临床预测模型:模型的验证[J]. 中国循证心血管医学杂志,2019,11(2):141-144.
- [7] 葛均波,徐永健,王辰. 内科学[M]. 9 版. 北京:人民卫生出版社,2018:177-203,236.
- [8] Meek S, Morris F. ABC of clinical electrocardiography: introduction I-leads, rate, rhythm, and cardiac axis[J]. BMJ, 2002, 324(7334):415-418.
- [9] 张旭东,李玉丹,王强,等. J 波在预警心源性猝死中的意义研究进展[J]. 中国社区医师,2022,38(6):10-12.
- [10] Terho HK, Tikkanen JT, Junttila JM, et al. Prevalence and prognostic significance of fragmented QRS complex in middle-aged subjects with and without clinical or electrocardiographic evidence of cardiac disease[J]. Am J Cardiol, 2014, 114(1):141-147.
- [11] 姚易,郭茹,王莉斐,等. 全球心房颤动抗凝研究的热点和趋势分析[J]. 中国循证医学杂志,2021,21(5):593-600.
- [12] 罗永朝,杨志富. 急性心肌梗死患者恶性室性心律失常发生的危险因素分析[J]. 现代医学与健康研究电子杂志,2024,8(5):122-125.
- [13] 刘方圆,任明芬. 吸烟诱发心血管疾病研究进展[J]. 新乡医学院学报,2023,40(5):497-500.
- [14] 陈日超,韦荣菊,陈华,等. 急性心肌梗死早期恶性室性心律失常风险预测模型的构建[J]. 中国医学工程,2023,31(3):19-25.
- [15] Robison LB, J. Brady WJ, Robison RA, et al. QT interval prolongation and the risk of malignant ventricular dysrhythmia and/or cardiac arrest: Systematic search and narrative review of risk related to the magnitude of QT interval length[J]. Am J Emerg Med, 2021, 49:40-47.
- [16] 侯莹,朱晓晴,王秀玲,等. 早期心电图参数预测急性心肌梗死患者恶性心律失常风险及不良预后的价值[J]. 心脑血管病防治,2023,23(8):17-21.
- [17] 钟晔,李春燕,张松文. 基于急性心肌梗死患者心电图表现的恶性室性心律失常风险预测模型的构建分析[J]. 心脑血管病防治,2021,21(5):497-499,505.
- [18] Dai M, Peterson C, Chorin U, et al. Risk of Malignant Ventricular Arrhythmias in Patients with Mild to Moderately Reduced Ejection Fraction Following Permanent Pacemaker Implantation[J]. Heart rhythm, 2024, 21(8):1308-1316.
- [19] 王琼. 超声心动图在急性 ST 段抬高型心肌梗死 PCI 术后患者心功能评估中的应用价值[J]. 基层医学论坛,2023,27(14):83-85.
- [20] 王胜棋,李星瑞,赖宇林. 基于心脏磁共振组织追踪技术的左心室功能对急性心肌梗死患者预后的预测价值[J]. 临床内科杂志,2023,40(4):243-247.

(收稿日期:2024-06-26)

(本文编辑:高婷)