

• 论著 •

急性心肌梗死患者住院期间恶性室性心律失常风险临床预测模型的构建与验证

孙铃¹ 毛丽鹏^{1,2} 邹艾霖¹ 迟博予^{1,2} 陈新¹ 纪元¹ 蒋建光¹ 周学军¹ 王庆捷¹¹南京医科大学附属常州市第二人民医院心血管内科,江苏常州 213000; ²大连医科大学,辽宁大连 116000

通信作者:王庆捷, Email: jeanwqj@126.com

【摘要】 目的 构建急性心肌梗死(AMI)患者住院期间恶性室性心律失常风险的临床预测模型,并评估该模型的预测价值。**方法** 采用回顾性研究方法,分析南京医科大学附属常州市第二人民医院心血管内科 2012 年 12 月至 2020 年 8 月收治的 2 649 例 AMI 患者的临床资料。收集患者的性别、年龄、既往史、出院诊断、住院期间生命体征、入院时心电图特征、实验室检查指标、介入治疗情况、用药情况,并记录是否发生院内恶性室性心律失常〔主要包括持续性室性心动过速(VT)、心室扑动或心室纤颤(VF)〕和死亡。根据患者住院期间是否发生 VT/VF 分为两组。通过多因素 Logistic 回归分析评估 AMI 患者住院期间发生 VT/VF 的独立危险因素,并构建临床预测模型。绘制受试者工作特征曲线(ROC 曲线)并计算 ROC 曲线下面积(AUC),评估预测模型的准确性。**结果** 2 649 例 AMI 患者均纳入分析,其中 134 例患者(5.06%)在住院期间发生 VT/VF。VT/VF 组患者住院期间病死率明显高于非 VT/VF 组(38.1% 比 1.7%, $P<0.01$)。与非 VT/VF 组比较,VT/VF 组患者基线收缩压(SBP)更低〔mmHg(1 mmHg=0.133 kPa): 125.9 ± 28.2 比 132.0 ± 24.2 〕,随机血糖水平更高(mmol/L: 8.6 ± 4.8 比 7.4 ± 3.8),心功能更差〔心功能 Killip 分级 ≥ 3 级: 36.6% 比 10.7%,左室射血分数(LVEF) <0.50 : 56.7% 比 33.6%,频发室性期前收缩: 12.7% 比 1.2%〕,低钾比例更高(46.3% 比 17.3%),差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,心功能 Killip 分级 ≥ 3 级〔优势比(OR)=3.540, 95% 可信区间(95%CI)为 2.336~5.363〕、随机血糖 >11.1 mmol/L(OR=1.841, 95%CI 为 1.171~2.893)、LVEF <0.50 (OR=0.546, 95%CI 为 0.374~0.797)、频发室性期前收缩(OR=12.361, 95%CI 为 6.077~25.144)、血钾 <3.5 mmol/L(OR=4.268, 95%CI 为 2.910~6.259)、SBP <90 mmHg(OR=0.299, 95%CI 为 0.150~0.597)以及肌酐(Cr) >100 μ mol/L(OR=2.498, 95%CI 为 1.170~5.334)为 AMI 患者发生 VT/VF 的独立危险因素(均 $P<0.05$)。基于多因素回归分析筛选出的各项预测因子构建 VT/VF 风险临床预测模型;ROC 曲线分析显示,该模型预测 VT/VF 的 AUC 为 0.779(95%CI 为 0.735~0.823, $P<0.001$)。模型评分最佳截断值为 17 分,敏感度 76.1%,特异度 67.3%。**结论** AMI 患者住院期间发生 VT/VF 可明显增加院内死亡风险。心功能 Killip 分级 ≥ 3 级、随机血糖 >11.1 mmol/L、LVEF <0.50 、频发室性期前收缩、血钾 <3.5 mmol/L、SBP <90 mmHg 以及 Cr >100 μ mol/L 为 AMI 患者发生 VT/VF 的独立危险因素;基于上述变量构建的临床预测模型对 AMI 患者 VT/VF 的发生风险具有一定的预测价值。

【关键词】 急性心肌梗死; 室性心动过速; 心室扑动; 心室纤颤; 预测模型**基金项目:** 江苏省常州市卫生健康青苗人才培养计划项目(CZQM2020060); 江苏省常州市卫健委重大科技项目(ZD202020); 国家自然科学基金(81901410); 江苏省常州市应用基础研究计划项目(CJ20190102)**临床试验注册:** 中国临床试验注册中心, ChiCTR 1800014583

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201217-00760

Development and validation of a clinical predictive model for the risk of malignant ventricular arrhythmia during hospitalization in patients with acute myocardial infarction

Sun Ling¹, Mao Lipeng^{1,2}, Zou Ailin¹, Chi Boyu^{1,2}, Chen Xin¹, Ji Yuan¹, Jiang Jianguang¹, Zhou Xuejun¹, Wang Qingjie¹¹Department of Cardiology, the Affiliated Changzhou No.2 People's Hospital of Nanjing Medical University, Changzhou 213000, Jiangsu, China; ²Dalian Medical University, Dalian 116000, Liaoning, China

Corresponding author: Wang Qingjie, Email: jeanwqj@126.com

【Abstract】 Objective To develop and validate a clinical prediction model for the risk of malignant ventricular arrhythmia in patients with acute myocardial infarction (AMI) during hospitalization, and evaluate the effect of the prediction model. **Methods** A retrospective study was conducted. A total of 2 649 patients with AMI admitted to cardiology department of Changzhou No.2 People's Hospital of Nanjing Medical University from December 2012 to August 2020 were enrolled. The clinical characteristics including gender, age, medical history, discharge diagnosis, vital signs during hospitalization, electrocardiogram characteristics at admission, laboratory examination indexes, interventional treatment, drug usage, malignant ventricular arrhythmias [mainly included sustained ventricular tachycardia (VT), ventricular flutter or ventricular fibrillation (VF)], and death were recorded. All patients were divided into two groups according to whether VT/VF occurred during their hospitalization. Independent risk factors for VT/VF during hospitalization were evaluated by multivariate Logistic regression analysis, and a clinical prediction model was

constructed. The receiver operating characteristic curve (ROC curve) was plotted, and the area under ROC curve (AUC) was calculated to evaluate the accuracy of the prediction model. **Results** A total of 2 649 eligible patients with AMI were enrolled, of whom 134 (5.06%) developed VT/VF during hospitalization. The in-hospital mortality rate in VT/VF group was significantly higher than that in non-VT/VF group (38.1% vs. 1.7%, $P < 0.01$). Compared with the non-VT/VF group, the patients in the VT/VF group with lower systolic blood pressure [SBP (mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa): 125.9 ± 28.2 vs. 132.0 ± 24.2], higher random blood glucose (mmol/L: 8.6 ± 4.8 vs. 7.4 ± 3.7), worse cardiac function [Killip heart function grade ≥ 3 : 36.6% vs. 10.7%, left ventricular ejection fraction (LVEF) < 0.50 : 56.7% vs. 33.6%, frequent premature ventricular contractions: 12.7% vs. 1.2%] and more hypokalemia (46.3% vs. 17.3%), with significant differences (all $P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that Killip classification of cardiac function ≥ 3 [odds ratio (OR) = 3.540, 95% confidence interval (95%CI) was 2.336–5.363], random blood glucose > 11.1 mmol/L (OR = 1.841, 95%CI was 1.171–2.893), LVEF < 0.50 (OR = 0.546, 95%CI was 0.374–0.797), frequent premature ventricular contractions (OR = 12.361, 95%CI was 6.077–25.144), potassium < 3.5 mmol/L (OR = 4.268, 95%CI was 2.910–6.259), SBP < 90 mmHg (OR = 0.299, 95%CI was 0.150–0.597) and creatinine (Cr) > 100 μ mol/L (OR = 2.498, 95%CI was 1.170–5.334) were independent risk factors for VT/VF in patients with AMI (all $P < 0.05$). The clinical prediction model of VT/VF risk was constructed based on the variables selected by multivariate regression analysis. The ROC curve analysis showed that the AUC of the model in predicting VT/VF was 0.779 (95%CI was 0.735–0.823, $P < 0.001$); the optimal cut-off value of the model was 17, the sensitivity was 76.1%, the specificity was 67.3%. **Conclusions** The incidence of VT/VF during hospitalization of AMI patients significantly increases the risk of in-hospital death. The independent risk factors of VT/VF are Killip grade ≥ 3 , random blood glucose > 11.1 mmol/L, LVEF < 0.50 , frequent ventricular premature beats, potassium < 3.5 mmol/L, SBP < 90 mmHg and Cr > 100 μ mol/L. The newly constructed clinical prediction model has certain predictive value for the occurrence risk of VT/VF.

[Key words] Acute myocardial infarction; Ventricular tachycardia; Ventricular flutter; Ventricular fibrillation; Prediction model

Fund program: Young Talent Development Plan of Changzhou Health Commission of Jiangsu Province of China (CZQM2020060); Major Research Plan of Changzhou Health Commission of Jiangsu Province of China (ZD202020); National Natural Science Foundation of China (81901410); Changzhou Application Basic Research Program Project of Jiangsu Province of China (CJ20190102)

Trial Registration: Chinese Clinical Trial Registry, ChiCTR 1800014583
DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201217-00760

恶性室性心律失常主要包括持续性室性心动过速 (ventricular tachycardia, VT)、心室扑动或心室纤颤 (ventricular flutter or ventricular fibrillation, VF) 等严重危及生命的起源于心室的心律失常^[1-2]。VT/VF 在急诊危重症患者中发生率较高^[3], 是急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 后患者常见死亡原因之一^[4]。喹诺酮类药物亦可导致恶性心律失常^[5]。积极的早期血运重建治疗可明显改善 AMI 患者预后, 但再灌注心肌损伤或无复流等仍可导致 VT/VF^[6]。AMI 患者入院早期尽早评估恶性室性心律失常风险的危险因素, 有助于协助临床医师早期对患者进行危险分层, 从而采取积极的预防和治疗措施, 降低院内死亡风险, 改善预后^[6]。本研究旨在探讨 AMI 患者住院期间发生恶性室性心律失常的各项预测因子, 构建临床预测模型, 从而协助 AMI 患者疾病早期的风险评估及临床诊疗。

1 资料与方法

1.1 研究对象: 采用回顾性研究方法, 分析南京医科大学附属常州市第二人民医院心血管内科 2012 年 12 月至 2020 年 8 月收治的 AMI 患者的临床资料。

1.1.1 纳入标准: 年龄 > 18 岁; AMI 诊断符合第 3 版心肌梗死全球定义标准^[7]。

1.1.2 排除标准: 存在自身免疫性疾病; 近期感染; 妊娠; 严重肝肾功能不全; 心肌炎; 心脏手术史。

1.2 伦理学: 本研究人群来自“常州市急性心肌梗死患者注册研究”(注册号: ChiCTR 1800014583), 该研究已通过南京医科大学附属常州市第二人民医院伦理委员会的批准 (审批号: 2018YK005-01), 所有治疗及检测均获得过患者或家属的知情同意。

1.3 资料收集: 通过查阅电子病历系统收集研究对象的基线临床资料和预后数据, 包括性别、年龄、既往史、出院诊断、住院期间生命体征、入院心电图特征、实验室检查指标、介入治疗情况、用药情况以及是否发生院内 VT/VF 或死亡。入选患者根据住院期间是否发生 VT/VF 分为两组。

1.4 终点指标: 主要观察终点为住院期间恶性室性心律失常的发生, 包括持续性室性 VT 和 VF; 次要观察终点为住院期间全因死亡。

1.5 统计学分析: 应用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。计量资料呈正态分布时以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述, 采用独立样本 t 检验; 非正态分布时以中位数 (四分位数) [$M(Q_L, Q_U)$] 描述, 采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数及百分比 (%) 描述, 采用 χ^2 检验。采用 Kaplan-Meier 生存分析比较终点事

件的发生率;采用单因素及多因素 Logistic 回归分析来评估恶性室性心律失常的独立预测因子,并构建临床预测模型。预测模型评分系统的分值根据 Logistic 回归模型系数计算得出。绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC 曲线),计算 ROC 曲线下面积(area under ROC curve, AUC),评估预测模型的准确性。双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线临床资料比较(表 1): 最终共纳入 AMI 患者 2 649 例,其中 134 例患者(5.06%)在住院期间发生了 VT/VF;院内死亡 94 例,住院病死率为 3.55%。与非 VT/VF 组比较,VT/VF 组患者年龄更大,入院时基线血压更低,合并糖尿病及心功能 Killip 分级 ≥ 3 级患者比例更高,且住院病死率更高,但吸烟和左室射血分数(left ventricular ejection

fraction, LVEF) < 0.50 的比例更低(均 $P < 0.05$)。在入院时心电图特征方面,VT/VF 组患者入院时心率和频发室性期前收缩比例均明显高于非 VT/VF 组(均 $P < 0.01$)。在实验室检查指标方面,VT/VF 组患者入院时血红蛋白(hemoglobin, Hb)水平明显低于非 VT/VF 组,但肌酐(creatinine, Cr)和随机血糖水平均明显高于非 VT/VF 组,有更多的患者在入院时即存在低钾血症(均 $P < 0.01$)。

2.2 两组患者介入治疗及用药情况比较(表 2): VT/VF 组患者冠状动脉支架植入和罪犯血管为左回旋支(left circumflex artery, LCX)比例较非 VT/VF 组明显降低(均 $P < 0.05$);VT/VF 组服用血管紧张素转化酶抑制剂(angiotensin converting enzyme inhibitor, ACEI)、 β 受体阻滞剂、阿司匹林、替格瑞洛的比例均较非 VT/VF 组明显降低,服用利尿剂的比例较非 VT/VF 组明显升高(均 $P < 0.05$)。

表 1 住院期间是否发生 VT/VF 两组 AMI 患者基线临床资料比较

组别	例数 (例)	男性 〔例(%)〕	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	血压(mmHg, $\bar{x} \pm s$)		吸烟 〔例(%)〕	饮酒 〔例(%)〕	糖尿病 〔例(%)〕	高血压 〔例(%)〕	心功能 Killip 分级 ≥ 3 级〔例(%)〕	STEMI 〔例(%)〕
				SBP	DBP						
非 VT/VF 组	2 515	1 842 (73.2)	65.2 $\pm$ 14.0	132.0 $\pm$ 24.2	79.0 $\pm$ 15.8	1 211 (48.2)	252 (10.0)	792 (31.5)	1 670 (66.4)	270 (10.7)	1 512 (60.1)
VT/VF 组	134	88 (65.7)	69.4 $\pm$ 14.6	125.9 $\pm$ 28.2	75.5 $\pm$ 17.4	47 (35.1)	15 (11.2)	55 (41.0)	98 (73.1)	49 (36.6)	90 (67.2)
χ^2/t 值		3.686	3.369	-2.784	-2.468	8.724	0.194	5.339	2.598	80.146	2.624
P 值		0.055	0.001	0.005	0.014	0.003	0.660	0.021	0.107	<0.001	0.105

组别	例数 (例)	LVEF<0.50 〔例(%)〕	住院病死率 〔% (例)〕	HR (次/min, $\bar{x} \pm s$)	窦性心律 〔例(%)〕	频发室性期前 收缩〔例(%)〕	QRS 波>0.12 s 〔例(%)〕	WBC 〔 $\times 10^9/L$, $M(Q_L, Q_U)$ 〕	中性粒细胞 比例($\bar{x} \pm s$)
非 VT/VF 组	2 515	846 (33.6)	1.7 (43)	79.7 $\pm$ 16.0	2 444 (97.2)	30(1.2)	528 (21.0)	9.1 (7.1, 11.7)	0.74 $\pm$ 0.12
VT/VF 组	134	76 (56.7)	38.1 (51)	84.4 $\pm$ 20.6	127 (94.8)	17 (12.7)	34 (25.4)	9.2 (7.3, 12.3)	0.76 $\pm$ 0.13
$\chi^2/t/Z$ 值		29.861	491.150	3.216	2.566	96.436	1.460	-0.576	1.717
P 值		<0.001	<0.001	0.001	0.109	<0.001	0.227	0.565	0.086

组别	例数 (例)	Hb (g/L, $\bar{x} \pm s$)	Cr ($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x} \pm s$)	随机血糖 (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	尿酸 ($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x} \pm s$)	TG (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	HDL (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	LDL (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	血钾<3.5 mmol/L 〔例(%)〕
非 VT/VF 组	2 515	136.9 $\pm$ 20.7	86.0 $\pm$ 60.8	7.4 $\pm$ 3.8	348.7 $\pm$ 111.2	1.7 $\pm$ 1.4	1.1 $\pm$ 0.3	2.5 $\pm$ 0.8	436 (17.3)
VT/VF 组	134	128.1 $\pm$ 20.8	102.9 $\pm$ 60.8	8.6 $\pm$ 4.8	362.8 $\pm$ 139.5	1.6 $\pm$ 1.3	1.2 $\pm$ 0.4	2.4 $\pm$ 0.8	62 (46.3)
t/χ^2 值		-4.800	3.148	3.702	1.411	-0.672	1.529	-0.736	69.760
P 值		<0.001	0.002	<0.001	0.158	0.502	0.126	0.462	<0.001

注:VT 为室性心动过速, VF 为心室扑动或心室颤动, AMI 为急性心肌梗死, SBP 为收缩压, DBP 为舒张压, STEMI 为 ST 段抬高心肌梗死, LVEF 为左室射血分数, HR 为心率, WBC 为白细胞计数, Hb 为血红蛋白, Cr 为肌酐, TG 为三酰甘油, HDL 为高密度脂蛋白, LDL 为低密度脂蛋白; 1 mmHg = 0.133 kPa

表 2 住院期间是否发生 VT/VF 两组 AMI 患者介入治疗及用药情况比较

组别	例数 (例)	冠状动脉 支架植入 [例(%)]	罪犯血管 [例(%)]				用药情况 [例(%)]							
			LM	LAD	RCA	LCX	ACEI	利尿 剂	β 受体 阻滞剂	阿司 匹林	替格 瑞洛	氯吡 格雷	他汀 类	低分子 肝素
非 VT/VF 组	2 515	2 275 (90.5)	19 (0.8)	1 083 (43.1)	688 (27.4)	356 (14.2)	1 630 (64.8)	671 (26.7)	1 607 (63.9)	2 431 (96.7)	1 693 (67.3)	805 (32.0)	2 349 (93.4)	1 954 (77.7)
VT/VF 组	134	112 (83.6)	2 (1.5)	57 (42.5)	30 (22.4)	15 (11.2)	67 (50.0)	52 (38.8)	74 (55.2)	124 (92.5)	73 (54.5)	52 (38.8)	124 (92.5)	103 (76.9)
χ^2 值		6.793	0.879	0.014	1.589	20.150	12.120	9.427	4.127	6.320	9.436	2.686	0.153	0.050
P 值		0.033	0.288	0.905	0.207	< 0.001	< 0.001	0.002	0.042	0.010	0.002	0.101	0.696	0.823

注:VT 为室性心动过速, VF 为心室扑动或心室颤动, AMI 为急性心肌梗死, LM 为左主干, LAD 为左前降支, RCA 为右冠状动脉, LCX 为左回旋支, ACEI 为血管紧张素转化酶抑制剂

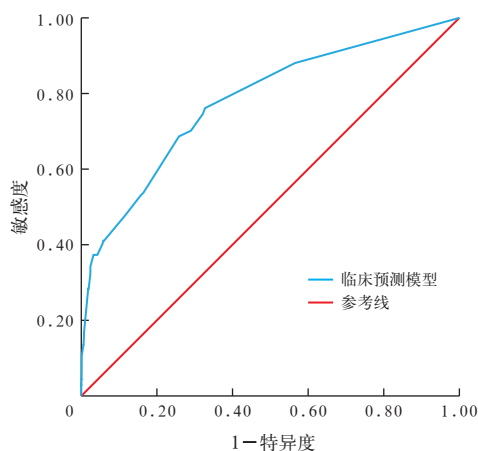
2.3 恶性室性心律失常预测因子 Logistic 回归分析及临床预测模型构建(表 3):采用单因素及多因素 Logistic 回归分析对非 VT/VF 与 VT/VF 两组间比较时差异有统计学意义的变量进行筛选,提示心功能 Killip 分级 ≥ 3 级、随机血糖 >11.1 mmol/L、LVEF <0.50 、频发室性期前收缩、血钾 <3.5 mmol/L、收缩压(systolic blood pressure, SBP) <90 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)及 Cr >100 μ mol/L 为 AMI 患者发生 VT/VF 的独立预测因子(均 $P<0.05$)。根据回归分析中筛选出的各项预测因子构建临床预测模型,各项预测因子评分的总和即为临床预测模型评分。

表 3 AMI 患者住院期间发生 VT/VF 风险的多因素 Logistic 回归分析及各项预测因子的临床预测模型评分

变量	β 值	OR 值	95%CI	P 值	评分(分)
心功能 Killip 分级 ≥ 3 级	1.264	3.540	2.336 ~ 5.363	<0.001	13
随机血糖 >11.1 mmol/L	0.610	1.841	1.171 ~ 2.893	0.008	6
LVEF <0.50	0.606	0.546	0.374 ~ 0.797	0.002	6
频发室性期前收缩	2.515	12.361	6.077 ~ 25.144	<0.001	25
血钾 <3.5 mmol/L	1.451	4.268	2.910 ~ 6.259	<0.001	15
SBP <90 mmHg	1.206	0.299	0.150 ~ 0.597	0.001	12
Cr >100 μ mol/L	0.915	2.498	1.170 ~ 5.334	0.018	9

注: AMI 为急性心肌梗死, VT 为室性心动过速, VF 为心室扑动或心室颤动, LVEF 为左室射血分数, SBP 为收缩压, Cr 为肌酐, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 可信区间;各项预测因子的评分为 β 值 $\times 10$ 后四舍五入到最接近的整数;1 mmHg=0.133 kPa

2.4 临床预测模型的预测价值(图 1):ROC 曲线分析显示,基于 Logistic 回归分析构建的临床预测模型预测 AMI 患者发生院内 VT/VF 的 AUC 为 0.779 [95% 可信区间(95%CI)为 0.735 ~ 0.823, $P<0.001$],提示该模型具有良好的预测价值;当模型评分最佳截断值为 17 分时,敏感度为 76.1%,特异度为 67.3%。



注: AMI 为急性心肌梗死, VT 为室性心动过速, VF 为心室扑动或心室颤动, ROC 曲线为受试者工作特征曲线

图 1 恶性室性心律失常临床预测模型预测 AMI 患者发生院内 VT/VF 的 ROC 曲线

3 讨论

本研究评估了住院期间发生恶性室性心律失常的 AMI 患者与未出现恶性室性心律失常者在人口学特征、基线心电图、实验室检查结果、介入及药物治疗等方面的差异;通过多因素回归评估了 AMI 患者院内恶性室性心律失常发生风险的独立预测因子,由此构建了临床预测模型,并进一步评估了该模型的预测价值。

AMI 后恶性室性心律失常是 AMI 患者猝死的重要原因之一,在 AMI 导致死亡病例中,半数以上均为猝死^[8]。2007 年 5 月,GRACE 全球注册研究结果提示,急性 ST 段抬高心肌梗死(ST segment elevation myocardial infarction, STEMI)患者 VT/VF 的发生率为 11.7%,而非 ST 段抬高心肌梗死(non-ST segment elevation myocardial infarction, NSTEMI)患者 VT/VF 的发生率为 4.9%^[9]。本研究结果显示,VT/VF 组患者住院期间病死率较非 VT/VF 组明显升高。这提示我们 AMI 患者住院期间 VT/VF 的发生率仍然很高,且预后较差,病死率较非 VT/VF 患者明显增加,因此对于 VT/VF 风险的预防值得引起重视,而早期 VT/VF 预测模型的构建有助于临床医师对 AMI 患者进行早期的危险分层,从而采取积极的预防措施,降低病死率^[10-12]。

本研究显示,AMI 患者心功能 Killip 分级 ≥ 3 级、LVEF <0.50 为发生 VT/VF 的独立预测因子,提示梗死后心功能与心律失常密切相关。Lee 等^[13]和 Bae 等^[14]亦在其队列研究中得出相似结论。AMI 后如大面积心肌坏死,局部瘢痕形成,心功能下降,在瘢痕附近也可能出现心室电活动的极度不稳定^[15],从而导致严重的恶性室性心律失常^[16-17]。此外,基线心电图特征中频发室性期前收缩亦是恶性室性心律失常的独立危险因素,这与我们的临床经验相符,也提示我们对于此类患者应加强监护,警惕恶性室性心律失常及猝死的发生。

临床经验提示,电解质紊乱为“电风暴”的主要诱因之一^[18-19]。本研究也显示,入院时基线血钾偏低的患者更易出现恶性室性心律失常,这提示我们在 AMI 患者的整体治疗过程中应密切关注电解质,尤其是血钾、血镁水平,定期筛查^[20]。研究表明,基线 Cr 及随机血糖水平也与 AMI 后恶性室性心律失常密切相关,这提示我们对于 AMI 患者血糖水平及基线肾功能应给予充分的关注。已有研究报道,2 型糖尿病是 AMI 患者预后不良的预测因子^[13],而

AMI 患者早期肾功能损伤也与 AMI 后的短期及长期不良预后密切相关^[21]。

本研究亦存在一定的局限性: 首先, 本研究样本量较小, 因此模型构建过程中考虑到样本量的限制及模型的易操作性, 未纳入较多的变量, 比如预测 AMI 预后的生长分化因子-15 (growth differentiation factor-15, GDF-15)^[22]等指标; 其次, 本研究为单中心回顾性研究, 新构建的预测模型可应用于前瞻性 AMI 队列研究, 以进一步评估其预测价值, 或应用于其他中心, 通过外部验证来证实其效能; 最后, 本研究仅记录了患者住院期间恶性室性心律失常的发生情况以及院内死亡风险, 未对纳入研究患者进行长时间的随访。

综上所述, 研究表明, AMI 患者住院期间发生 VT/VF 可明显增加院内死亡风险。心功能 Killip 分级 ≥ 3 级、随机血糖 > 11.1 mmol/L、LVEF < 0.50 、频发室性期前收缩、血钾 < 3.5 mmol/L、SBP < 90 mmHg 以及 Cr > 100 μ mol/L 为 AMI 患者发生 VT/VF 的独立危险因素; 基于上述变量构建的临床预测模型对 VT/VF 的发生风险具有一定的预测价值。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Cheung CC, Starovoytov A, Parsa A, et al. In-hospital and long-term outcomes among patients with spontaneous coronary artery dissection presenting with ventricular tachycardia/fibrillation [J]. *Heart Rhythm*, 2020, 17 (11): 1864–1869. DOI: 10.1016/j.hrthm.2020.06.019.
- [2] Deyell MW, AbdelWahab A, Angaran P, et al. 2020 Canadian Cardiovascular Society/Canadian Heart Rhythm Society position statement on the management of ventricular tachycardia and fibrillation in patients with structural heart disease [J]. *Can J Cardiol*, 2020, 36 (6): 822–836. DOI: 10.1016/j.cjca.2020.04.004.
- [3] 王薇, 王长远, 王晶. 急诊危重症患者流行病学分析及疾病谱特点: 附北京市 1 家医院 2017 年 3 176 例急诊病例分析 [J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30 (10): 987–990. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.10.017.
Wang W, Wang CY, Wang J. Epidemiological analysis and disease spectrum characteristics of emergency patients with critical illness: 3 176 emergency cases in 2017 in a hospital in Beijing were analyzed [J]. *Chin Crit Care Med*, 2018, 30 (10): 987–990. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.10.017.
- [4] Masuda M, Nakatani D, Hikoso S, et al. Clinical impact of ventricular tachycardia and/or fibrillation during the acute phase of acute myocardial infarction on in-hospital and 5-year mortality rates in the percutaneous coronary intervention era [J]. *Circ J*, 2016, 80 (7): 1539–1547. DOI: 10.1253/circj.CJ-16-0183.
- [5] 龚晨晨, 方慧, 毕红英, 等. 频发药源性长程恶性心律失常病例分析 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2019, 26 (6): 746–747. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.06.030.
Gong CC, Fang H, Bi HY, et al. The analysis in treatment of one case with frequent and long-term persistent drug-induced malignant arrhythmia [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2019, 26 (6): 746–747. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.06.030.
- [6] Bhar-Amato J, Davies W, Agarwal S. Ventricular arrhythmia after acute myocardial infarction: 'the perfect storm' [J]. *Arrhythm Electrophysiol Rev*, 2017, 6 (3): 134–139. DOI: 10.15420/aer.2017.24.1.
- [7] Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Third universal definition of myocardial infarction [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60 (16): 1581–1598. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.08.001.
- [8] Swadron S. Preventing sudden death in acute myocardial infarction: the 'mortality plateau' [J]. *Heart*, 2014, 100 (14): 1069–1070. DOI: 10.1136/heartjnl-2014-305875.
- [9] Yu T, Tian C, Song J, et al. Value of the fT3/fT4 ratio and its combination with the GRACE risk score in predicting the prognosis in euthyroid patients with acute myocardial infarction undergoing percutaneous coronary intervention: a prospective cohort study [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2018, 18 (1): 181. DOI: 10.1186/s12872-018-0916-z.
- [10] 王斌, 田兆兴, 郑亚安, 等. 红细胞分布宽度对慢性心力衰竭患者院内发生恶性心律失常的预测价值 [J]. *中华危重病急救医学*, 2016, 28 (12): 1090–1094. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.12.005.
Wang B, Tian ZX, Zheng YA, et al. Predictive value of red blood cell distribution width on in-hospital malignant arrhythmia event in patients with chronic heart failure [J]. *Chin Crit Care Med*, 2016, 28 (12): 1090–1094. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.12.005.
- [11] Pinchi E, Frati P, Aromatario M, et al. miR-1, miR-499 and miR-208 are sensitive markers to diagnose sudden death due to early acute myocardial infarction [J]. *J Cell Mol Med*, 2019, 23 (9): 6005–6016. DOI: 10.1111/jcmm.14463.
- [12] Tanaka F, Makita S, Onoda T, et al. Predictive value of lipoprotein indices for residual risk of acute myocardial infarction and sudden death in men with low-density lipoprotein cholesterol levels < 120 mg/dl [J]. *Am J Cardiol*, 2013, 112 (8): 1063–1068. DOI: 10.1016/j.amjcard.2013.05.049.
- [13] Lee MG, Jeong MH, Ahn Y, et al. Comparison of clinical outcomes following acute myocardial infarctions in hypertensive patients with or without diabetes [J]. *Korean Circ J*, 2009, 39 (6): 243–250. DOI: 10.4070/kcj.2009.39.6.243.
- [14] Bae MH, Cheon SS, Song JH, et al. Etiologies and predictors of ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Korean Circ J*, 2013, 43 (6): 370–376. DOI: 10.4070/kcj.2013.43.6.370.
- [15] Kobayashi Y, Tanno K, Ueno A, et al. In-hospital electrical storm in acute myocardial infarction: clinical background and mechanism of the electrical instability [J]. *Circ J*, 2018, 83 (1): 91–100. DOI: 10.1253/circj.CJ-18-0785.
- [16] Piers SR, Everaerts K, van der Geest RJ, et al. Myocardial scar predicts monomorphic ventricular tachycardia but not polymorphic ventricular tachycardia or ventricular fibrillation in nonischemic dilated cardiomyopathy [J]. *Heart Rhythm*, 2015, 12 (10): 2106–2114. DOI: 10.1016/j.hrthm.2015.05.026.
- [17] Myerburg RJ, Kessler KM, Kiem I, et al. Relationship between plasma levels of procainamide, suppression of premature ventricular complexes and prevention of recurrent ventricular tachycardia [J]. *Circulation*, 1981, 64 (2): 280–290. DOI: 10.1161/01.cir.64.2.280.
- [18] Nordrehaug JE, Johannessen KA, von der Lippe G. Serum potassium concentration as a risk factor of ventricular arrhythmias early in acute myocardial infarction [J]. *Circulation*, 1985, 71 (4): 645–649. DOI: 10.1161/01.cir.71.4.645.
- [19] Xi H, Yu RH, Wang N, et al. Serum potassium levels and mortality of patients with acute myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis of cohort studies [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2019, 26 (2): 145–156. DOI: 10.1177/2047487318780466.
- [20] Shiyovich A, Gilutz H, Plakht Y. Potassium fluctuations are associated with in-hospital mortality from acute myocardial infarction. Soroka Acute Myocardial Infarction II (SAMI-II) Project [J]. *Angiology*, 2018, 69 (8): 709–717. DOI: 10.1177/0003319717740004.
- [21] Zhou X, Sun Z, Zhuang Y, et al. Development and validation of nomogram to predict acute kidney injury in patients with acute myocardial infarction treated invasively [J]. *Sci Rep*, 2018, 8 (1): 9769. DOI: 10.1038/s41598-018-28088-4.
- [22] 孙铃, 王庆捷. 生长分化因子 15 对急性冠状动脉综合征患者中期预后的预测价值 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2017, 25 (5): 505–508. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3949.2017.05.014.
Sun L, Wang QJ. Mid-term prognostic value of serum growth differentiation factor-15 in patients with acute coronary syndrome [J]. *Chin J Arterioscl*, 2017, 25 (5): 505–508. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3949.2017.05.014.

(收稿日期: 2020-12-17)