

急性心肌梗死后心脏破裂的风险预测模型构建与外部验证*

罗雅菲¹ 戴凯¹ 李志兵¹ 熊芊卉¹ 熊瑶² 宋志芳¹ 熊文俊¹ 田清山¹

[摘要] 目的:回顾性分析急性心肌梗死(AMI)后心脏破裂(CR)患者的临床特征及危险因素,并构建实用风险预测模型并进行独立的外部验证。方法:从南昌大学第一附属医院及南昌大学附属人民医院数据库中选取2013年1月—2020年9月的急性ST段抬高型心肌梗死(STEMI)CR患者126例和非CR患者339例,将南昌大学附属人民医院纳入的患者作为建模组(CR组:86例,非CR组:228例),南昌大学第一附属医院纳入的患者作为验证组(CR组:40例,非CR组:111例)。采用单因素分析和多因素logistic回归分析得出CR的危险因素,根据各危险因素的加权赋分建立CR风险预测模型,通过受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC)及Hosmer-Lemeshow检验检测模型的区分度和校准度,并在验证组中检验该模型的价值。结果:建模组中多因素logistic回归分析结果显示:年龄 ≥ 63 岁($OR=2.446, 95\%CI:1.017\sim 5.881, P=0.046$)、女性($OR=2.614, 95\%CI:1.155\sim 5.917, P=0.021$)、收缩压 ≤ 120 mmHg($OR=2.569, 95\%CI:1.121\sim 5.887, P=0.026$)、心率 ≥ 100 次/min($OR=2.532, 95\%CI:1.055\sim 6.073, P=0.037$)、中性粒细胞百分比/白蛋白(NPAR) ≥ 2.2 ($OR=3.328, 95\%CI:1.463\sim 7.570, P=0.004$)、肌酐 ≥ 106 $\mu\text{mol/L}$ ($OR=2.744, 95\%CI:1.178\sim 6.392, P=0.019$)、 $\text{Ca}^{2+} \leq 2.2$ mmol/L($OR=3.059, 95\%CI:1.369\sim 6.835, P=0.006$)、行急诊PCI($OR=0.442, 95\%CI:0.198\sim 0.989, P=0.047$)、口服 β 受体阻滞剂($OR=0.268, 95\%CI:0.118\sim 0.607, P=0.002$)是CR的独立影响因素。基于这9个影响因素进行加权后建立了预测模型,总分为9分,患者评分 ≤ 4 分归为低风险和评分 ≥ 5 分归为高风险。本研究预测模型的AUC(0.906, 95%CI:0.865~0.948, $P<0.001$), Hosmer-Lemeshow检验($\chi^2=14.297, P>0.05$),外部验证中AUC(0.785, 95%CI:0.696~0.875, $P<0.001$), Hosmer-Lemeshow检验($\chi^2=1.7, P=0.989$),结果表明本研究模型对CR有较好的预测价值。结论:高龄、女性、收缩压低、心率快、NPAR升高、肌酐升高、 Ca^{2+} 浓度降低是AMI后CR的危险因素,行急诊PCI、口服 β 受体阻滞剂是其保护因素,基于这9个变量建立了CR的风险预测模型,为一线临床医务工作者早期识别高危CR患者,积极实施干预措施,制定正确治疗决策提供了一定的参考依据。

[关键词] 急性心肌梗死;心脏破裂;风险预测模型;危险因素

DOI:10.13201/j.issn.1001-1439.2022.02.006

[中图分类号] R 542.2 **[文献标志码]** A

Construction and external validation of a risk-prediction model for cardiac rupture after acute myocardial infarction

LUO Yafei¹ DAI Kai¹ LI Zhibing¹ XIONG Qianhui¹ XIONG Yao²
SONG Zhifang¹ XIONG Wenjun¹ TIAN Qingshan¹

(¹Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang, 330063, China; ²Department of Cardiology, Affiliated People's Hospital of Nanchang University)
Corresponding author: TIAN Qingshan, E-mail: tianqingshanloveu@163.com

Abstract Objective: To explore the clinical characteristics and risk factors of patients with cardiac rupture (CR) after acute myocardial infarction(AMI) through retrospective research, and construct a practical risk-prediction model with independent external validation. **Methods:** A total of 126 CR patients with AMI were selected from the databases of the First Affiliated Hospital of Nanchang University and the Jiangxi Provincial People's Hospital Affiliated to Nanchang University from January 2013 to September 2020, and 339 patients with non-CR were enrolled. The patients included in the Jiangxi Provincial People's Hospital Affiliated to Nanchang University were used as the modeling group (CR group: n=86, non-CR group: n=228), and the patients in the First Affiliated Hospital of Nanchang University were treated as the verification group (CR group: n=40, non-CR group: n=111). The risk factors of CR were obtained by univariable and multivariable logistic regression analysis. According to the weighted scores of each independent risk factor, the CR risk-prediction model was established. The discrimination and calibration of the model were detected by the area under the curve(AUC)of the receiver operat-

*基金项目:国家自然科学基金(No:82000234);江西省自然科学基金(No:20202BABL206004)

¹南昌大学第一附属医院心内科(南昌,330063)

²南昌大学附属人民医院心内科

通信作者:田清山,E-mail:tianqingshanloveu@163.com

ing characteristic(ROC) and Hosmer-Lemeshow test, respectively. The value of the model was examined by the validation group. **Results:** The results of the multivariate logistic regression analysis showed that the age ≥ 63 years old($OR=2.446$, 95% $CI:1.017-5.881$, $P=0.046$), female ($OR=2.614$, 95% $CI:1.155-5.917$, $P=0.021$), systolic blood pressure ≤ 120 mmHg($OR=2.569$, 95% $CI:1.121-5.887$, $P=0.026$), heart rate ≥ 100 times/min ($OR=2.532$, 95% $CI:1.055-6.073$, $P=0.037$), neutrophil percentage to albumin ratio(NPAR) ≥ 2.2 ($OR=3.328$, 95% $CI:1.463-7.57$, $P=0.004$), creatinine ≥ 106 μ mol/L($OR=2.744$, 95% $CI:1.178-6.392$, $P=0.019$), calcium concentration ≤ 2.2 mmol/L($OR=3.059$, 95% $CI:1.369-6.835$, $P=0.006$), emergency PCI($OR=0.442$, 95% $CI:0.198-0.989$, $P=0.047$) and oral beta blockers($OR=0.268$, 95% $CI:0.118-0.607$, $P=0.002$) were independent risk factors for CR after AMI. Based on the weighting of these nine risk factors, a predicting model was established with a total score of 9. The patient score ≤ 4 was classified as low risk and the score ≥ 5 was assigned to high risk. The results of the predicting model with AUC of 0.906(95% $CI:0.865-0.948$, $P<0.001$) and Hosmer-Lemeshow test ($\chi^2=14.297$, $P>0.05$), external validation with AUC of 0.785 (95% $CI:0.696-0.875$, $P<0.001$) and Hosmer-Lemeshow test ($\chi^2=1.7$, $P=0.989$) demonstrated that the risk-prediction model had a good predictive value for CR. **Conclusion:** Advanced age, female, low systolic blood pressure, rapid heart rate, elevated NPAR, increased creatinine, and decreased calcium concentration were the independent risk factors for CR after AMI, while emergency PCI and oral beta blockers were the protective factors. Based on these nine variables, a risk-prediction model of CR after AMI was established.

Key words acute myocardial infarction; cardiac rupture; risk prediction model; risk factor

急性心肌梗死(AMI)是急性冠状动脉综合征(ACS)的主要类型,而心脏破裂(CR)是AMI最严重的并发症之一^[1]。根据发生部位,CR分为心室游离壁破裂(FWR)、室间隔穿孔(VSR)和乳头肌断裂(PMR),以左心室游离壁破裂最为常见^[2-4]。近年来随着再灌注治疗的普及,AMI后CR的发生率为1%~3%,病死率在75%以上,CR以发生突然、进展迅猛、难以救治为特点导致其病死率居高不下^[5]。因此,早期识别高危CR患者,实施积极干预措施,制定正确治疗决策,有助于预防和减少CR的发生。尽管国内外有较多研究探讨AMI患者发生CR的临床特点,但在一线工作中仍缺乏有效的评价工具对高危CR患者进行筛选。本研究通过回顾性研究分析CR患者的临床特点,建立早期识别CR风险的临床预测模型并进行外部验证,为一线工作者提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 对象

从南昌大学第一附属医院及南昌大学附属人民医院数据库中选取2013年1月—2020年9月的AMI患者,其中确诊为CR的患者126例为观察组,在未发生CR的5364例患者中随机选取339例为对照组。将南昌大学附属人民医院收集的患者作为建模组(CR组86例,非CR组228例),南昌大学第一附属医院收集的患者作为验证组(CR组40例,非CR组111例)。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:①AMI患者符合急性ST段抬高型心肌梗死(STEMI)诊断和治疗指南标准^[6];表现为有严重的胸痛症状伴有肌钙蛋白升高,心电图新发缺血改变,心脏彩超出现进行性心肌梗死表现或新发异常的室壁运动和冠状动脉造影(CAG)提示

有血栓存在;②CR患者诊断标准:FWR:CR前患者反复出现剧烈胸痛,破裂时突发神志模糊、意识不清,血压测不出、心音遥远、颈静脉怒张等临床表现,心电图提示电机械分离,心脏彩超提示新出现大量心包积液,心包穿刺不凝血性液体;VSR:临床表现为突发心力衰竭或心源性休克,也可表现为持续胸闷不缓解,端坐呼吸,咳粉红色泡沫痰,快速心率;于患者胸骨左缘第4-5肋间闻及新发粗糙收缩期杂音;心电图可见房室传导阻滞,心脏彩超可见通过室间隔的血流束;PMR:临床表现为胸闷喘憋进行性加重,突发急性左心衰或心源性休克;二尖瓣反流导致心尖部可闻及新出现的响亮、粗糙收缩期杂音,向腋部传导;心脏彩超可见二尖瓣大量反流或乳头肌断裂。AMI和CR的诊断均由2名接受过专业培训的心内科医师决定。排除标准:①有严重感染、肝肾疾病、恶性肿瘤、血液系统疾病的患者;②非AMI导致的CR;③临床数据不完整。

1.3 资料收集

收集患者的一般临床资料包括入院资料、既往病史、实验室资料、再灌注及药物治疗情况。

1.4 统计学处理

采用SPSS 25.0软件进行统计学分析。对计量资料先行正态分布检验,对符合正态分布的计量资料以 $\bar{X}\pm S$ 表示,两组间比较采用 t 检验,非正态分布的定量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用非参数检验;定性资料以例数(%)表示,组间比较采用卡方检验。对CR可能性危险因素行单因素logistic回归分析,将 $P<0.05$ 的指标纳入多因素logistic回归分析中以建立风险预测模型。在风险预测模型中,根据 β 值对各独立危险因素进行赋分,在建模组中患者按照赋分得到最大约登指数,以此进行危险分层。模型的区分度根据受试者工

作特征(ROC)曲线下面积(AUC)进行评价,AUC >0.70 被认为有较好的区分度,模型的拟合优度采用 Hosmer-Lemeshow 检验, $P > 0.05$ 为校准度较好;通过外部数据进行验证, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 建模组中患者一般临床资料

在建模组中,共纳入 314 例 AMI 患者,其中 86 例 CR 患者中,FWR 65 例(75.6%),VSR 20 例(23.3%),PMR 1 例(1.1%)。CR 患者平均年龄为(70.8±9.55)岁,228 例非 CR 患者的平均年龄为(61.69±12.58)岁,差异有统计学意义($P <$

0.001)。2 组患者的年龄、女性、收缩压、舒张压、心率、合并恶性心律失常、Killip 分级、急诊 PCI、白细胞计数、中性粒细胞百分比、白蛋白、中性粒细胞百分比/白蛋白(NPAR)、肌酐、尿酸、肌酸激酶(CK)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、心肌肌钙蛋白 I(cTnI)、 Ca^{2+} 、溶栓、口服血管紧张素转换酶抑制剂/血管紧张素 II 受体拮抗剂(ACEI/ARB)和 β 受体阻滞剂差异有统计学意义($P < 0.05$);而两组高血压史、糖尿病史、脑卒中史、烟酒史、症状发生到就诊时间、罪犯血管、 K^+ 和口服他汀类药物差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 建模组患者一般资料比较
 Table 1 Comparison of general datas of patients in modeling group

指标	CR 组(86 例)	非 CR 组(228 例)	例(%), $M(Q_1, Q_3), \bar{X} \pm S$ P 值
年龄/岁	70.80±9.55	61.69±12.58	<0.001
女性	41(47.7)	63(27.6)	0.001
收缩压/mmHg	118.65±23.79	131.57±23.43	<0.001
舒张压/mmHg	71.16±14.99	74.58±12.72	0.046
心率/(次·min ⁻¹)	90.30±21.68	81.84±17.92	0.001
高血压史	51(59.3)	124(54.4)	0.434
糖尿病史	22(25.6)	59(25.9)	0.957
脑卒中史	8(9.3)	15(6.6)	0.409
吸烟史	31(36.0)	106(46.5)	0.096
饮酒史	15(17.4)	56(24.6)	0.179
症状发生到就诊时间/h	12(6,24)	8(5,15)	0.053
合并恶性心律失常	17(19.8)	15(6.6)	<0.001
Killip 分级			<0.001
I~II	66(76.7)	212(93.0)	
III~IV	20(23.3)	16(7.0)	
急诊 PCI	27(31.4)	123(53.9)	<0.001
罪犯血管			0.796
前降支	28(59.6)	127(60.8)	
回旋支	8(17.0)	28(13.4)	
右冠	11(23.4)	54(25.8)	
白细胞计数/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	12.23(9.75,15.35)	8.85(6.58,11.48)	<0.001
中性粒细胞百分比/%	83.35(77.90,87.00)	74.60(65.40,83.60)	<0.001
白蛋白/(g·L ⁻¹)	34.67±4.35	40.42±4.94	<0.001
NPAR	2.43(2.08,2.67)	1.78(1.54,2.06)	<0.001
肌酐/($\mu mol \cdot L^{-1}$)	94.00(74.75,144.25)	77.95(63.98,92.73)	<0.001
尿酸/($\mu mol \cdot L^{-1}$)	413.50(298.25,511.25)	353.00(289.00,416.00)	0.012
CK/(U·L ⁻¹)	608.00(277.00,1769.00)	315.00(111.25,761.50)	<0.001
CK-MB/(U·L ⁻¹)	64.00(31.00,162.25)	40.50(20.00,87.50)	0.005
cTnI/($\mu g \cdot L^{-1}$)	14.00(6.00,24.85)	0.32(0.01,2.60)	<0.001
K^+ /(mmol·L ⁻¹)	4.00(3.73,4.40)	4.02(3.69,4.34)	0.823
Ca^{2+} /(mmol·L ⁻¹)	2.14(2.04,2.24)	2.27(2.16,2.37)	<0.001
溶栓	6(7.0)	2(0.9)	0.008
ACEI/ARB	13(15.1)	114(50.0)	<0.001
他汀类药物	79(91.9)	222(97.4)	0.062
β 受体阻滞剂	19(22.1)	140(61.4)	<0.001

注:1 mmHg=0.133 kPa。

2.2 多因素 logistic 回归分析

年龄 ≥ 63 岁($OR = 2.446, 95\%CI: 1.017 \sim 5.881, P = 0.046$)、女性($OR = 2.614, 95\%CI: 1.155 \sim 5.917, P = 0.021$)、收缩压 ≤ 120 mmHg($OR = 2.569, 95\%CI: 1.121 \sim 5.887, P = 0.026$)、心率 ≥ 100 次/min($OR = 2.532, 95\%CI: 1.055 \sim 6.073, P = 0.037$)、NPAR ≥ 2.2 ($OR = 3.328, 95\%CI: 1.463 \sim 7.570, P = 0.004$)、肌酐 $\geq 106 \mu\text{mol/L}$ ($OR = 2.744, 95\%CI: 1.178 \sim 6.392, P = 0.019$)、 $\text{Ca}^{2+} \leq 2.2$ mmol/L($OR = 3.059, 95\%CI: 1.369 \sim 6.835, P = 0.006$)、行急诊 PCI($OR = 0.442, 95\%CI: 0.198 \sim 0.989, P = 0.047$)、口服 β 受体阻滞剂($OR = 0.268, 95\%CI: 0.118 \sim 0.607, P = 0.002$)是 CR 的独立影响因素,见表 2。

2.3 风险预测模型的建立

根据多因素回归分析得出 9 个影响因素,根据其 β 值进行赋分:年龄 ≥ 63 岁、女性、收缩压 ≤ 120

mmHg、心率 ≥ 100 次/min、NPAR ≥ 2.2 、肌酐 $\geq 106 \mu\text{mol/L}$ 、 $\text{Ca}^{2+} \leq 2.2$ mmol/L、未行急诊 PCI、未口服 β 阻滞剂各赋为 1 分。根据所建立的风险预测模型对建模组患者进行评分,得到最大约登指数为 4.5 分(敏感度为 84.4%,特异度为 89.8%),并以此作为分界线,将患者评分 ≤ 4 分归为低风险和评分 ≥ 5 分归为高风险。在 ROC 曲线分析中,本研究预测模型的 AUC 为 0.906($95\%CI: 0.865 \sim 0.948, P < 0.001$),显示有非常好的区分度, Hosmer-Lemeshow 检验结果表明有较好的校准度($\chi^2 = 14.297, P > 0.05$),见图 1a。

2.4 外部验证

外部验证显示,模型的 AUC 为 0.785($95\%CI: 0.696 \sim 0.875, P < 0.001$), Hosmer-Lemeshow 检验($\chi^2 = 1.7, P = 0.989$),结果表明本研究模型对 CR 有较好的预测价值,见图 1b。

表 2 建模组多因素 logistic 回归分析结果

Table 2 Results of multivariate logistic regression analysis in the modeling group

变量	β	P	OR	95%CI
年龄 ≥ 63 岁	0.894	0.046	2.446	1.017~5.881
女性	0.961	0.021	2.614	1.155~5.917
NPAR ≥ 2.2	1.202	0.004	3.328	1.463~7.570
收缩压 ≤ 120 mmHg	0.944	0.026	2.569	1.121~5.887
溶栓	1.390	0.208	4.015	0.461~14.937
心率 ≥ 100 次/min	0.929	0.037	2.532	1.055~6.073
肌酐 $\geq 106 \mu\text{mol/L}$	1.009	0.019	2.744	1.178~6.392
$\text{Ca}^{2+} \leq 2.2$ mmol/L	1.118	0.006	3.059	1.369~6.835
急诊 PCI	-0.815	0.047	0.442	0.198~0.989
口服 β 受体阻滞剂	-1.316	0.002	0.268	0.118~0.607
合并恶性心律失常	1.036	0.068	2.819	0.928~8.565

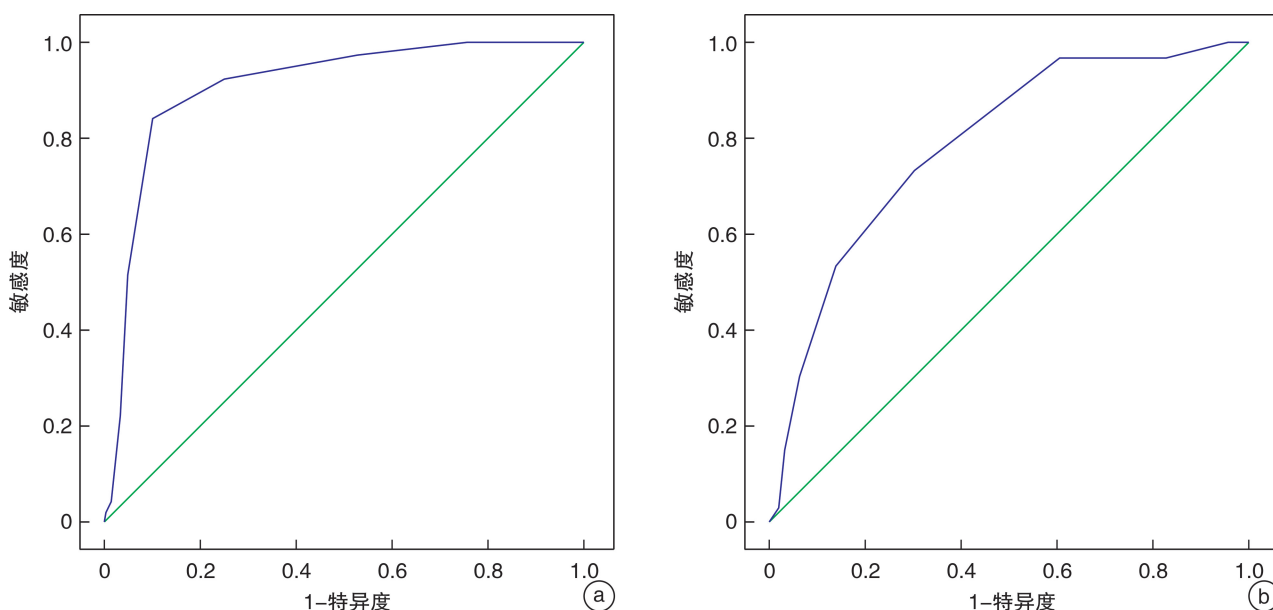


图 1 建模组(a)和验证组(b)预测 CR 模型的 ROC 曲线

Figure 1 The ROC curve of predicting CR in modeling group(a) and verification group(b)

2.5 本模型与既往 CR 模型比较

迪力夏提·吾布力等^[7]通过既往脑卒中病史、女性、年龄、此次入院未行直接 PCI、入院时 Killip 分级 III-IV 级这 5 个变量建立了 STEMI 后 CR 的风险预测模型。本研究预测模型的区分度(AUC)大于迪力夏提·吾布力等的风险模型(0.911 : 0.757, $P < 0.05$),因此,在临床运用中,本模型在 AMI 患者中预测 CR 更有优势,见图 2。

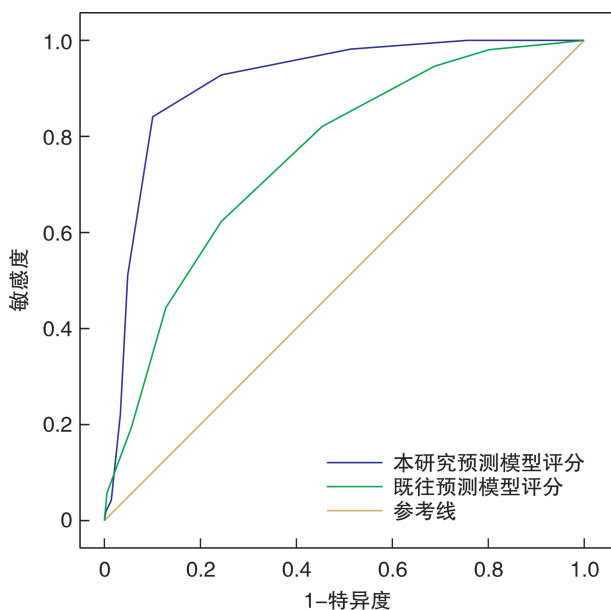


图 2 本模型与既往 CR 模型 ROC 曲线比较

Figure 2 Comparison of ROC curve between this model and previous model

3 讨论

CR 是 STEMI 最严重的并发症之一,通常突然发生,内外科治疗均难以把握,病死率极高。本研究发现,年龄 ≥ 63 岁、女性、收缩压 ≤ 120 mm-Hg、心率 ≥ 100 次/min、NPAR ≥ 2.2 、肌酐 ≥ 106 $\mu\text{mol/L}$ 、 $\text{Ca}^{2+} \leq 2.2$ mmol/L 是 AMI 后 CR 的危险因素;而行急诊 PCI、口服 β 受体阻滞剂是其保护因素,并以此建立了有效的风险预测评分模型,为早期识别 CR 高危患者提供了一定的临床参考依据。

本研究显示 NPAR 升高是 CR 的独立危险因素,中性粒细胞是机体中最早参与炎症的免疫细胞,可通过分泌多种炎症递质引起心肌缺血坏死,同时储存在中性粒细胞中的髓过氧化物酶诱导氧化应激及促进炎症反应^[8],血浆白蛋白水平下降可能影响了 AMI 后 CR 患者的心肌纤维再生修复能力^[9],由此我们推测中性粒细胞百分比和白蛋白分别代表的是 2 种导致 CR 的不同机制,并且二者之间可能存在协同作用。Cui 等^[10]的研究证实了 NPAR 与 AMI 患者住院死亡率独立相关。张芹

等^[11]发现在急诊早期,NPAR 能有效地预测 STEMI 患者死亡风险。AMI 发生后,缺血缺氧破坏细胞膜的正常结构, Ca^{2+} 泵失活,激活细胞膜上 H^{+} - Na^{+} 交换蛋白(NHE),增加 Ca^{2+} 内流^[12], Ca^{2+} 的超负荷导致 Na^{+} - K^{+} -ATP 酶活性降低,诱导线粒体内膜渗透性钙转运孔道的开放,进一步导致线粒体肿胀,促进细胞色素 C 释放,最终心肌细胞崩解、胀亡,CR 的风险也相应增加^[13]。急诊 PCI 是 AMI 患者首选的再灌注治疗,通过开通罪犯血管,减少梗死面积,可有效地降低 AMI 患者 CR 的发生^[14-16]。 β 受体阻滞剂具有心血管保护效应,通过降低心肌收缩力,延长心室舒张期,增加冠脉灌注,进而缩小心肌梗死范围,可以有效预防 CR 的发生,这与既往研究结果一致^[17-19]。女性患者由于临床症状相对不典型,容易遮盖病情延误治疗,易情绪失控,使心脏负荷增加,且心脏较小,心室壁更薄,相对男性更容易发生 CR^[20]。高龄患者通常基础疾病较多,一般情况较差,合并多支血管病变,心肌供血严重不足,侧支循环代偿困难,心肌纤维再生修复能力弱预后更差,而血流动力学不稳定会导致室壁脆性更大,更易发生破裂^[21]。入院收缩压低时,血容量不足,心肌梗死面积加大,进而影响其他器官的灌注^[22]。AMI 患者发生缺血再灌注可导致急性肾功能损伤,形成心肾综合征,同时由于交感神经系统及 RAS 系统的互相激活,促使循环系统功能进行性恶化,从而影响心脏供血,易导致 CR^[23]。

本研究建立的模型预测价值高且较易实施,在一线工作中更易推广、更为实用。为减少 CR 发生的风险,要求患者保持良好心态,维持适当的循环血容量,保障重要组织器官的灌注,积极行再灌注治疗,减少炎症反应,预防低钙,维持正常的肾功能,控制心率,尽早使用 β 受体阻滞剂等药物改善预后。

本研究为回顾性分析,在统计学上存在回顾性偏倚,此外因本研究因样本量少,无法对 CR 类型进行亚组分析,还需多中心高质量的随机对照临床试验进一步深入的研究。本研究能为一线临床医务工作者识别高危 CR 患者提供一定的理论依据,从而积极实施干预措施,制定正确治疗决策,改善 STEMI 患者的预后。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Zhao D, Liu J, Wang M, et al. Epidemiology of cardiovascular disease in China: current features and implications[J]. Nat Rev Cardiol, 2019, 16(4): 203-212.
- [2] Roberts WC. Cardiac rupture during acute myocardial infarction diagnosed clinically[J]. Coron Artery Dis, 2018, 29(2): 95-96.
- [3] 王玉辉,童路,帅欣欣.急性心肌梗死合并游离壁破裂

- 的早期预警[J]. 临床心血管病杂志, 2021, 37(10): 891-895.
- [4] 肖文涛, 张静, 高传玉, 等. 急性心肌梗死并发室间隔穿孔患者院内死亡的相关因素分析[J]. 临床心血管病杂志, 2021, 37(12): 1079-1084.
- [5] Figueras J, Alcalde O, Barrabés JA, et al. Changes in hospital mortality rates in 425 patients with acute ST-elevation myocardial infarction and cardiac rupture over a 30-year period[J]. *Circulation*, 2008, 118(25): 2783-2789.
- [6] Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018) [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 72(18): 2231-2264.
- [7] 迪力夏提·吾布力, 田桃, 张兴达, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者发生心脏破裂的风险预测模型构建及验证[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(3): 449-453.
- [8] Bates ER. Reperfusion therapy reduces the risk of myocardial rupture complicating ST-elevation myocardial infarction[J]. *J Am Heart Assoc*, 2014, 3(5): e001368.
- [9] 胡嘉禄, 黎音亮, 颜彦, 等. 51 例急性心肌梗死(AMI)合并心脏破裂(CR)的临床特征及预后[J]. 复旦学报(医学版), 2015, 42(2): 198-203.
- [10] Cui H, Ding X, Li W, et al. The neutrophil percentage to albumin ratio as a new predictor of In-Hospital mortality in patients with ST-Segment elevation myocardial infarction[J]. *Med Sci Monit*, 2019, 25: 7845-7852.
- [11] 张芹, 程毅松, 贾禹, 等. 中性粒细胞百分比与白蛋白比值对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者预后的预测价值分析[J]. 临床急诊杂志, 2020, 21(5): 354-358.
- [12] 李伟君, 李应东. 心肌缺血再灌注损伤钙超载及中医药防治策略[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2013, 11(2): 217-218.
- [13] 任佳悦, 马骏. 心肌缺血再灌注损伤的研究进展[J]. 心肺血管病杂志, 2019, 38(10): 1074-1076.
- [14] Gulalp B, Karagun O, Tekin A, et al. Cardiac rupture [J]. *J Emerg Med*, 2013, 44(1): 58-60.
- [15] Honda S, Asaumi Y, Yamane T, et al. Trends in the clinical and pathological characteristics of cardiac rupture in patients with acute myocardial infarction over 35 years[J]. *J Am Heart Assoc*, 2014, 3(5): e000984.
- [16] French JK, Hellkamp AS, Armstrong PW, et al. Mechanical complications after percutaneous coronary intervention in ST-elevation myocardial infarction (from APEX-AMI) [J]. *Am J Cardiol*, 2010, 105(1): 59-63.
- [17] Qian G, Jin RJ, Fu ZH, et al. Development and validation of clinical risk score to predict the cardiac rupture in patients with STEMI [J]. *Am J Emerg Med*, 2017, 35(4): 589-593.
- [18] Fu Y, Li KB, Yang XC. A risk score model for predicting cardiac rupture after acute myocardial infarction [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2019, 132(9): 1037-1044.
- [19] Gong W, Feng S, Wang X, et al. Beta-blockers reduced the risk of cardiac rupture in patients with acute myocardial infarction: a meta-analysis of randomized control trials [J]. *Int J Cardiol*, 2017, 232: 171-175.
- [20] Kosuge M, Kimura K, Ishikawa T, et al. Differences between men and women in terms of clinical features of ST-segment elevation acute myocardial infarction [J]. *Circ J*, 2006, 70(3): 222-226.
- [21] Birnbaum Y, Fishbein MC, Blanche C, et al. Ventricular septal rupture after acute myocardial infarction [J]. *N Engl J Med*, 2002, 347(18): 1426-1432.
- [22] Honda S, Asaumi Y, Yamane T, et al. Trends in the clinical and pathological characteristics of cardiac rupture in patients with acute myocardial infarction over 35 years [J]. *J Am Heart Assoc*, 2014, 3(5): e000984.
- [23] Hao Z, Ma J, Dai J, et al. A real-world analysis of cardiac rupture on incidence, risk factors and in-hospital outcomes in 4190 ST-elevation myocardial infarction patients from 2004 to 2015 [J]. *Coron Artery Dis*, 2020, 31(5): 424-429.

(收稿日期: 2021-09-14; 修回日期: 2021-09-26)