

急性心肌梗死并发心脏破裂患者 24 h 内死亡风险超声心动图指标预测模型的建立与验证

冯文畅¹ 胡文² 曾牧³ 徐婧⁴

¹中南大学湘雅三医院心血管内科,长沙 410000; ²中南大学湘雅二医院胸外科,长沙 410000;

³中南大学湘雅二医院放射科,长沙 410000; ⁴中南大学湘雅医院老年疾病国家临床医学研究中心,长沙 410000

通信作者:胡文, Email: huwenppk2025@163.com

【摘要】 目的 探讨超声心动图指标中急性心肌梗死(AMI)并发心脏破裂患者 24 h 内死亡的危险因素,构建风险预测模型并探讨其预测效能。方法 回顾性分析 2020 年 6 月至 2025 年 6 月中南大学湘雅三医院确诊为 AMI 并发心脏破裂患者的超声心动图资料。根据确诊后 24 h 内转归情况,将患者分为生存组和死亡组,比较两组患者超声心动图指标。采用多因素 Logistic 回归分析患者 24 h 内死亡的相关因素,据此构建风险预测模型并绘制列线图。通过受试者工作特征曲线(ROC 曲线)评估模型的区分能力。采用 Bootstrap 法 1 000 次重抽样进行内部验证,并综合 ROC 曲线、校准曲线及决策曲线分析综合评估模型的预测性能及其临床适用性。结果 共纳入 76 例患者,男性 54 例(71%),女性 22 例(29%);中位年龄 64(56, 68)岁;死亡组 50 例,生存组 26 例。死亡组男性比例高于生存组(80% 比 54%, $P < 0.05$),年龄差异无统计学意义($P > 0.05$)。超声心动图指标中,死亡组左心房内径(LAD)、左室舒张期末内径(LVEDD)及大量心包积液比例均高于生存组[LAD(mm): 39(35, 43)比 33(31, 37), LVEDD(mm): 59(54, 64)比 48(45, 54),大量心包积液:36% 比 8%],左室射血分数(LVEF)、每搏量(SV)均低于生存组[LVEF: 0.39(0.31, 0.50)比 0.53(0.45, 0.58), SV(mL): 40(30, 52)比 55(49, 67)],差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),而两组间右心房内径、右心室内径,主动脉瓣反流、二尖瓣反流和三尖瓣反流程度,以及室壁瘤、前壁节段性室壁运动异常比例差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析显示,大量心包积液[优势比(OR)=6.995, 95% 置信区间(95%CI)为 1.102 ~ 44.396, $P = 0.039$]、LVEDD 升高(OR=1.188, 95%CI 为 1.032 ~ 1.369, $P = 0.017$)是 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡的危险因素;SV 升高是 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡的保护因素(OR=0.926, 95%CI 为 0.867 ~ 0.989, $P = 0.022$)。用 LVEDD、SV、大量心包积液构建预测模型,其 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.894(95%CI 为 0.817 ~ 0.955),最佳截断值为 0.555 时敏感度为 86.0%,特异度为 84.6%。内部验证模型的 AUC 为 0.899(95%CI 为 0.814 ~ 0.962),最佳截断值为 0.638 时敏感度为 83.7%,特异度为 90.7%。校准曲线及临床决策曲线分析显示模型一致性和获益性较好。结论 应用超声心动图构建的风险预测模型对 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡风险有一定的预测价值。

【关键词】 急性心肌梗死;心脏破裂;超声心动图;预测;风险

基金项目:湖南省自然科学基金(2025JJ50696)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20251129-00573

Establishment and validation of echocardiographic index prediction model for mortality risk within 24 hours in patients with acute myocardial infarction complicated with cardiac rupture

Feng Wenchang¹, Hu Wen², Zeng Mu³, Xu Jing⁴

¹Department of Cardiology, Xiangya Third Hospital, Central South University, Changsha 410000, China; ²Department of Thoracic Surgery, Xiangya Second Hospital, Central South University, Changsha 410000, China; ³Department of Radiology, Xiangya Second Hospital, Central South University, Changsha 410000, China; ⁴National Clinical Research Center for Geriatric Disorders, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410000, China

Corresponding author: Hu Wen, Email: huwenppk2025@163.com

【Abstract】 Objective To explore the risk factors of death within 24 hours in patients with acute myocardial infarction (AMI) complicated by cardiac rupture in echocardiographic indicators, build a risk prediction model and explore its prediction efficiency. **Methods** A retrospective analysis was conducted. Echocardiographic data of patients diagnosed with AMI complicated by cardiac rupture admitted to Xiangya Third Hospital of Central South University from June 2020 to June 2025 were enrolled. Patients were divided into survival group and death group based on whether they died within 24 hours after diagnosis. Echocardiographic parameters were compared between the two groups. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify factors associated with death within 24 hours. Based on these findings, a risk prediction model was established and presented as a nomogram. The discriminative ability of the model was evaluated using the receiver operator characteristic curve (ROC curve). The Bootstrap method

with 1 000 resampling iterations was used for internal validation. The predictive performance and clinical applicability of the model were comprehensively assessed by integrating the ROC curve, calibration curve, and decision curve analysis. **Results** A total of 76 patients were included, comprising 54 males (71%) and 22 females (29%), with a median age of 64 (56, 68) years old. There were 50 patients in the death group and 26 patients in the survival group. The proportion of males was higher in the death group than in the survival group (80% vs. 54%, $P<0.05$), while there was no difference in age between the two groups ($P>0.05$). In the echocardiographic parameters, the death group showed larger left atrial diameter (LAD), left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD), and a higher proportion of massive pericardial effusion compared with the survival group [LAD (mm): 39 (35, 43) vs. 33 (31, 37), LVEDD (mm): 59 (54, 64) vs. 48 (45, 54), massive pericardial effusion: 36% vs. 8%], left ventricular ejection fraction (LVEF) and stroke volume (SV) were lower in the death group than in the survival group [LVEF: 0.39 (0.31, 0.50) vs. 0.53 (0.45, 0.58), SV (mL): 40 (30, 52) vs. 55 (49, 67)], with all differences being statistically significant (all $P<0.05$). There were no significant differences in right atrial diameter, right ventricular diameter, severity of aortic regurgitation, mitral regurgitation, tricuspid regurgitation, and the proportions of ventricular aneurysm and anterior wall segmental wall motion abnormalities between the two groups (all $P>0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that massive pericardial effusion [odds ratio (OR)=6.995, 95% confidence interval (95%CI) was 1.102–44.396, $P=0.039$] and elevated LVEDD (OR=1.188, 95%CI was 1.032–1.369, $P=0.017$) were risk factors for death within 24 hours in patients with AMI complicated by cardiac rupture, elevated SV was a protective factor against death within 24 hours in these patients (OR=0.926, 95%CI was 0.867–0.989, $P=0.022$). A prediction model was constructed using LVEDD, SV, and massive pericardial effusion. The area under the ROC curve (AUC) was 0.894 (95%CI was 0.817–0.955), and the sensitivity was 86.0% and specificity was 84.6% when the optimal cut-off value was 0.555. The internally validated model achieved an AUC of 0.899 (95%CI was 0.814–0.962), and the sensitivity was 83.7% and specificity was 90.7% when the optimal cut-off value was 0.638. Calibration curve and clinical decision curve analysis indicated good model consistency and net benefit. **Conclusion** The risk prediction model based on echocardiographic parameters has certain predictive value for the risk of death within 24 hours in patients with AMI complicated by cardiac rupture.

[Key words] Acute myocardial infarction; Cardiac rupture; Echocardiography; Forecasting; Risk

Fund program: Hunan Provincial Natural Science Foundation of China (2025JJ50696)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20251129-00573

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 并发心脏破裂是一种极其严重、危及生命的并发症,包括左心室游离壁破裂、室间隔穿孔及乳头肌断裂,病死率高达 90%^[1]。心脏破裂通常发生在 AMI 早期(发病后 24 h 至 1 周,高峰在发病后 3~5 d),尤其是大面积透壁性心肌梗死^[2]。虽然外科修补手术是处理心脏破裂的根治性疗法,但研究统计,70% 的急性心脏破裂患者在确诊时已处于终末期状态,或因循环系统瞬时崩溃而无法转运至手术室,部分患者通常在破裂发生后 24 h 内死亡,构成了总体病死率的主要部分^[3-5]。超声心动图作为 AMI 并发心脏破裂快速诊断的“金标准”,有助于临床医生在心脏破裂早期快速诊断。本研究旨在通过超声心动图指标构建 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡风险预测模型,以期为临床评估及筛选术前高危患者提供简便实用的工具。

1 对象与方法

1.1 研究对象: 回顾性纳入 2020 年 6 月至 2025 年 6 月就诊于中南大学湘雅三医院的 AMI 并发心脏破裂患者。

1.1.1 纳入标准: ① 经心肌酶、心电图及临床资料确诊为 AMI 患者; ② 经超声心动图明确诊断为心脏破裂(如游离壁破裂、室间隔穿孔、乳头肌断裂

等),且未行外科手术治疗者; ③ 症状出现至心脏破裂确诊时间 ≤ 24 h; ④ 年龄 ≥ 18 岁; ⑤ 拥有确诊心脏破裂时(24 h 内)完整且可用于分析的超声心动图指标。

1.1.2 排除标准: ① 住院期间行心肺体外辅助支持治疗者; ② 既往有先天性心脏病史者; ③ 合并严重的其他器官功能衰竭者; ④ 合并恶性肿瘤者。

1.2 伦理学: 本研究经中南大学湘雅三医院伦理委员会审核通过(审批号: 2025-S159)。

1.3 分组: 根据确诊后 24 h 内是否发生死亡事件将患者分为生存组和死亡组。

1.4 超声检查方法: 临床疑似或确诊 AMI 合并心脏破裂患者于急诊或入院后均由心脏超声医师在 30 min 内完成床旁经胸超声心动图检查。所用设备为超声检查常规使用的美国通用电气公司 Vivid E95 型或荷兰飞利浦公司 Q7 型超声诊断系统,配合 M3S 心脏探头(频率 1.5~3.6 MHz),于心尖及胸骨旁等多切面采集二维动态图像及彩色多普勒血流信号;采用 M 型超声于胸骨旁左心室长轴切面测量左心室功能参数,或应用 Simpson 双平面法于心尖四腔及两腔切面计算左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)及每搏量(stroke volume, SV)。

1.5 指标收集: 从医院电子病历系统中收集患者人

口学资料和超声心动图检查资料,包括性别、年龄,以及左心房内径(left atrial diameter, LAD)、左室舒张期末内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)、右心房内径(right atrial diameter, RAD)、右心室内径(right ventricle diameter, RVD)、LVEF、SV,主动脉瓣反流(aortic regurgitation, AR)、二尖瓣反流(mitral regurgitation, MR)及三尖瓣反流(tricuspid regurgitation, TR)程度,室壁瘤、心包积液、前壁节段性室壁运动异常等。

1.6 统计学方法:采用SPSS 27.0与R 4.4.0软件对数据进行统计分析。连续变量经Shapiro-Wilk检验进行正态性评估,符合正态分布者以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本t检验;非正态分布变量则以中位数(四分位数)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用Wilcoxon秩和检验。分类变量以频数或百分比描述,组间比较依适用条件采用 χ^2 检验或Fisher精确概率法。将单因素分析中 $P < 0.05$ 的变量通过向前逐步回归法纳入多因素Logistic回归模型,分析患者24h内死亡的相关因素,进一步提取预测变量,利用R包nomogramEX(3.0)构建列线图预测模型。使用Bootstrap法进行1000次重抽样实施内部验证,采用受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC曲线)评估模型的区分能力,计算曲线下面积(area under the curve, AUC)及其95%置信区间(95% confidence interval, 95%CI);通过校准曲线及Hosmer-Lemeshow检验评价模型校准性能;绘制决策曲线以分析模型的临床实用价值。所有假设检验均为双侧,显著性水准设定为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 患者基本信息:最终纳入76例AMI合并心脏破裂患者,男性54例(71%),女性22例(29%);中

位年龄为64(56, 68)岁;其中死亡组50例,生存组26例。死亡组男性比例高于生存组($P < 0.05$),年龄差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。

2.2 AMI并发心脏破裂患者24h内死亡风险单因素分析:表1显示,死亡组LAD、LVEDD及大量心包积液的比例均高于生存组,LVEF、SV均低于生存组(均 $P < 0.05$),而两组间RAD、RVD、AR、MR、TR程度,以及室壁瘤、前壁节段性室壁运动异常比例差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.3 AMI并发心脏破裂患者24h内死亡风险多因素Logistic回归分析:表2结果显示,LVEDD升高、大量心包积液是AMI并发心脏破裂患者24h内死亡的独立危险因素(均 $P < 0.05$),LVEDD每增加1mm,24h内死亡风险将增加18.8%;大量心包积液患者的死亡风险是无大量心包积液患者的6.995倍。SV升高是AMI并发心脏破裂患者24h内死亡的保护因素($P < 0.05$),SV每增加1mL,死亡风险将降低7.4%。

表2 AMI并发心脏破裂患者24h内死亡风险的多因素Logistic回归分析

变量	OR值	95%CI	P值
男性(参照女性)	3.041	0.662 ~ 13.964	0.153
LAD(每增加1mm)	1.074	0.901 ~ 1.279	0.425
LVEDD(每增加1mm)	1.188	1.032 ~ 1.369	0.017
LVEF(每增加0.01)	1.030	0.930 ~ 1.140	0.568
SV(每增加1mL)	0.926	0.867 ~ 0.989	0.022
大量心包积液	6.995	1.102 ~ 44.396	0.039

注:AMI为急性心肌梗死,LAD为左心房内径,LVEDD为左室舒张期末内径,LVEF为左室射血分数,SV为每搏量,OR为优势比,95%CI为95%置信区间

2.4 预测模型的建立及验证:用多因素Logistic回归分析筛选出的LVEDD、SV、大量心包积液等风险因素构建AMI并发心脏破裂患者24h内死亡风险预测模型,绘制模型列线图见图1。ROC曲

表1 AMI并发心脏破裂患者24h内死亡风险单因素分析

指标	死亡组(50例)	生存组(26例)	统计量值	P值	指标	死亡组(50例)	生存组(26例)	统计量值	P值
男性[例(%)]	40(80)	14(54)	$\chi^2=5.689$	0.017	SV [mL, $M(Q_1, Q_3)$]	40(30, 52)	55(49, 67)	$Z=-3.502$	<0.001
年龄[岁, $M(Q_1, Q_3)$]	64(58, 68)	64(55, 68)	$Z=-0.505$	0.614	中/重度AR[例(%)]	5(10)	2(8)	-	0.550
LAD[mm, $M(Q_1, Q_3)$]	39(35, 43)	33(31, 37)	$Z=-3.265$	0.001	中/重度MR[例(%)]	21(42)	7(27)	$\chi^2=0.914$	0.339
LVEDD[mm, $M(Q_1, Q_3)$]	59(54, 64)	48(45, 54)	$Z=-4.679$	<0.001	中/重度TR[例(%)]	20(40)	12(46)	$\chi^2=0.266$	0.606
RAD(mm, $\bar{x} \pm s$)	33.62 ± 4.67	33.50 ± 4.20	$t=0.110$	0.913	前壁节段性室壁运动异常[例(%)]	41(82)	23(88)	-	0.529
RVD[mm, $M(Q_1, Q_3)$]	32(29, 36)	3(30, 38)	$Z=-0.412$	0.680	室壁瘤[例(%)]	21(42)	10(38)	$\chi^2=0.215$	0.643
LVEF [$M(Q_1, Q_3)$]	0.39 (0.31, 0.50)	0.53 (0.45, 0.58)	$Z=-3.725$	<0.001	大量心包积液[例(%)]	18(36)	2(8)	$\chi^2=7.069$	0.008

注:AMI为急性心肌梗死,LAD为左心房内径,LVEDD为左室舒张期末内径,RAD为右心房内径,RVD为右心室内径,LVEF为左室射血分数,SV为每搏量,AR为主动脉瓣反流,MR为二尖瓣反流,TR为三尖瓣反流;-为Fisher精确检验

线分析显示,预测模型的 AUC 为 0.894(95%CI 为 0.817~0.955),最佳截断值为 0.555 时,敏感度为 86.0%,特异度为 84.6%。

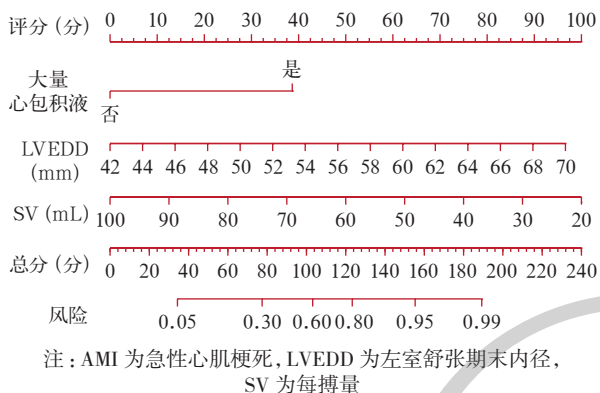
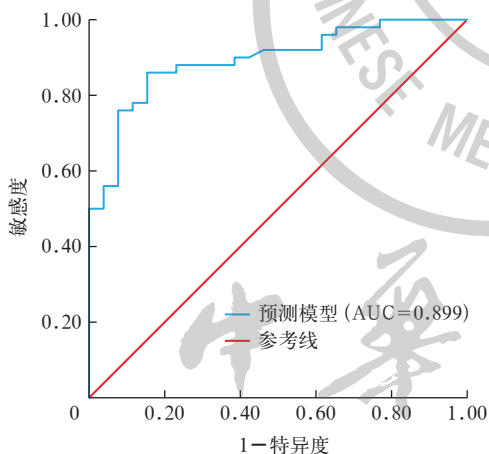


图 1 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡风险预测模型列线图

经 Bootstrap 法进行内部验证,ROC 曲线显示(图 2),预测模型的 AUC 为 0.899(95%CI 为 0.814~0.962),截断值为 0.638 时,敏感度为 83.7%,特异度为 90.7%;校准曲线及 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验($\chi^2=7.89, P=0.444$)提示模型的校准度良好(图 3);临床决策曲线分析证实,模型在临床应用中能有较理想的净收益(图 4)。

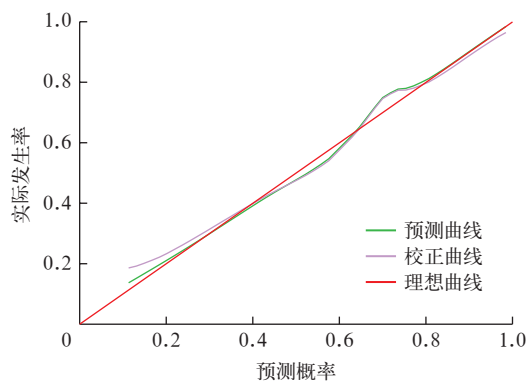


注:AMI 为急性心肌梗死, AUC 为曲线下面积

图 2 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡风险预测模型的受试者工作特征曲线

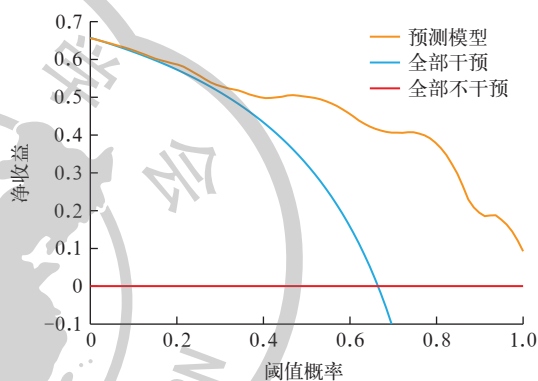
3 讨论

心脏破裂是 AMI 最为严重的并发症,其发生率较低,约为 1%~3%,但是病死率极高,可达 90%,其中 70% 的患者 24 h 内循环衰竭是造成 AMI 患者早期死亡的主要原因之一^[6-8]。本研究回顾性分析了 76 例 AMI 并发心脏破裂患者的超声心动图数据,其中 50 例于确诊后 24 h 内死亡,病死率为 66%,稍低于文献报道的 70%,这一差异可能与心脏破裂



注:AMI 为急性心肌梗死

图 3 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡风险预测模型的校准曲线



注:AMI 为急性心肌梗死

图 4 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡风险预测模型的决策曲线分析

(尤其游离壁破裂)患者具有较高的院前病死率有关,导致入组病例存在选择偏倚,从而使本研究中的病死率相对较低。通过单因素和多因素 Logistic 回归分析对 14 项潜在风险因素进行评估,发现 LVEDD、大量心包积液及 SV 与心脏破裂患者 24 h 内死亡风险相关,其中较高的 SV 预示着较低的死亡风险,而随着 LVEDD 增大和大量心包积液的存在,患者死亡风险随之升高。

本研究显示,超声心动图指标中 LVEDD 是 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡的独立危险因素,与其他研究结论相一致^[9-11]。AMI 并发心脏破裂的发生机制主要是心肌坏死与代偿性扩张共同导致的机械稳定性丧失。心肌梗死后,坏死心肌被纤维瘢痕替代,该区域弹性下降且变薄,左室扩大会进一步使其更脆弱;同时,左室的扩大会导致心室壁张力增加,尤其在梗死区域与正常心肌交界处,心肌承受的剪切力增大,更易引发心脏破裂^[12-13]。此外, LVEDD 作为反映左心室重构的重要参数,其持续增大不仅提示心室结构不稳定,还可能诱发恶性心律

失常及血流动力学恶化, 进一步增加 24 h 内死亡风险^[14]。因此, 临床应高度重视 LVEDD 的动态监测, 尤其对于 AMI 早期患者, 早期识别左室扩张趋势并采取干预措施, 可能有助于降低心脏破裂及死亡风险, 改善预后。

本研究显示, 在超声心动图指标中, 死亡组大量心包积液的发生率高于生存组, 通过多因素 Logistic 回归分析进一步证实, 大量心包积液为 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡的独立危险因素, 与 Guo 等^[15]研究结论相吻合。在 AMI 并发心脏破裂患者中, 大量心包积液(通常是血液)是心脏破裂的直接后果和标志, 它迅速导致致命性的心包填塞, 严重限制心脏充盈和泵血功能, 引起严重的低血压、休克, 由于起病急骤、进展迅猛、患者基础状态差以及抢救难度极大等, 因此常最终引起心搏骤停^[12, 16]。提示 AMI 并发心脏破裂患者如出现大量心包积液同样预示着极高的死亡风险。

SV 是反映心脏泵血功能的核心指标, 反映 AMI 患者心肌损伤与恢复情况; 同时, SV 越高, 表明患者心脏代偿能力越强, 对维持循环的稳定越有利^[17-18]。国内外多项研究发现, 较高的 SV 是 AMI 心脏破裂患者生存的关键代偿标志, 它意味着残存心肌功能较好, 循环暂未崩溃, 且手术抢救机会更大^[19-21]。本研究显示, SV 是 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡的保护性因素。

综上所述, 本研究中通过筛选出的独立预测因素构建 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡风险超声评估体系, 并建立基于循证医学证据的标准化评估工具。纳入常规超声指标中的 LVEDD、大量心包积液和 SV 建立的 AMI 并发心脏破裂患者 24 h 内死亡风险超声预测模型展现出了良好预测效能。但该模型源于单中心回顾性数据, 样本量有限, 存在潜在样本选择偏倚风险, 且未经外部验证, 为确立其临床应用价值, 仍需依托更大样本量、多中心的前瞻性研究进一步检验。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 冯文畅: 酝酿和设计实验、实施研究、采集数据、起草文章、统计分析; 胡文: 酝酿和设计实验、分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、指导、支持性贡献; 曾牧: 酝酿和设计实验、对文章的知识性内容作批评性审阅、获取研究经费、指导; 徐婧: 分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、指导、支持性贡献

参考文献

[1] 芦宇宁, 徐珊瑚, 万曙. 脑梗死的临床研究进展 [J]. 中华急

诊医学杂志, 2022, 31(10): 1425-1429. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.10.026.

[2] 李瑞珍, 李星辉, 曾璟, 等. 急性心肌梗死合并心脏破裂的研究进展 [J]. 临床荟萃, 2024, 39(3): 264-268. DOI: 10.3969/j.issn.1004-583X.2024.03.012.

[3] 严攀, 范文涛, 宋晓艳. 急诊床旁超声心动图诊断急性心肌梗死并发心脏破裂的价值 [J]. 中国卫生标准管理, 2023, 14(4): 132-136. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9316.2023.04.029.

[4] Guo F, Zhu GH, Yang DM, et al. Transcatheter repair for papillary muscle rupture Post-AMI[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2025, 25(1): 418. DOI: 10.1186/s12872-025-04877-4.

[5] 郭津津, 秦历杰, 臧舒婷, 等. 关键节点控制救护模式在急性心肌梗死患者救治中的应用 [J]. 中华急诊医学杂志, 2024, 33(8): 1166-1171. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2024.08.015.

[6] 余海佳, 李静超, 宋慧慧, 等. 早期 VA-ECMO 支持在急诊经皮冠脉介入治疗围手术期的应用价值 [J]. 中华急诊医学杂志, 2024, 33(7): 946-954. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2024.07.011.

[7] Teixeira S, Mendonça I, Ferreira R, et al. Ventricular septal rupture after acute myocardial infarction: can VA-ECMO give us extra time? [J]. Port J Card Thorac Vasc Surg, 2025, 32(1): 47-50. DOI: 10.48729/pjctvs.416.

[8] Sagar P, Chikkala R, Suthan S, et al. Outcomes of post myocardial infarction ventricular septal rupture: experience from an Indian tertiary cardiac center [J]. Indian Heart J, 2025, 77(3): 151-158. DOI: 10.1016/j.ihj.2025.05.002.

[9] 吴鹏, 严宁, 马娟, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死合并心脏破裂的列线图模型建立 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(5): 415-423. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2024.05.007.

[10] Gao X, Guo Y, Zhu XT, et al. Factors related to cardiac rupture after acute myocardial infarction [J]. Front Cardiovasc Med, 2024, 11: 1401609. DOI: 10.3389/fcvm.2024.1401609.

[11] Luo WJ, Wen L, Zhang JN, et al. The short-term outcomes and risk factors of post-myocardial infarction ventricular septal rupture: a multi-center retrospective study [J]. J Cardiothorac Surg, 2024, 19(1): 571. DOI: 10.1186/s13019-024-03077-z.

[12] 伍朝玉, 郑雯, 桑文涛, 等. 急性心肌梗死患者院内死亡风险预测模型的研究进展 [J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34(5): 550-555. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220328-00117.

[13] Meza-González YA, Manzur-Barbur MC, Ochoa-Díaz AF, et al. Untangling mechanical complications of acute myocardial infarction [J]. JACC Case Rep, 2025, 30(7): 103400. DOI: 10.1016/j.jaccas.2025.103400.

[14] Kaimuma S, Kawamoto N, Suzuki K, et al. Surgical repair for postinfarction left ventricular free-wall rupture: 25-year single-centre experience [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2025, 67(3): ezafo84. DOI: 10.1093/ejcts/ezaf084.

[15] Guo XY, Zhang YR, Liu W, et al. High-risk factors for cardiac rupture after acute myocardial infarction [J]. Asian J Surg, 2024, 47(10): 4487-4489. DOI: 10.1016/j.asjsurg.2024.07.215.

[16] Brailion A, Leclercq T, Lalande A, et al. Answer: have the remniographic eye: a rare cause of pericardial effusion after myocardial infarction [J]. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care, 2025, 14(8): 499-501. DOI: 10.1093/ehjacc/zae130.

[17] 康慧元, 陈晓芳, 赖敏, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死合并心脏破裂回顾性分析 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2023, 15(7): 853-857. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2023.07.21.

[18] Chen P, Wang XQ, Mou Y. Interventricular septal dissection secondary to acute inferior myocardial infarction: case series and literature review [J]. J Cardiothorac Surg, 2025, 20(1): 99. DOI: 10.1186/s13019-024-03271-z.

[19] Qin YZ, Qin HL, Yang BW, et al. Impact of multimorbidity on risk stratification and prognosis in elderly patients after acute myocardial infarction [J]. J Thorac Dis, 2024, 16(10): 6677-6687. doi: 10.21037/jtd-24-772.

[20] 李礼, 丛广志, 冯婧, 等. 急性心肌梗死患者急诊 PCI 后心脏破裂的危险因素分析 [J]. 重庆医学, 2024, 53(22): 3412-3417. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2024.22.010.

[21] Calderon-Miranda CA, Vesga-Reyes CE, Olaya P, et al. Ventricular double rupture following myocardial infarction: a case report and literature review [J]. Int J Emerg Med, 2025, 18(1): 105. DOI: 10.1186/s12245-025-00907-2.

(收稿日期: 2025-11-29)

(本文编辑: 保健媛 张耘菲)