

本文引文格式:干伟鹏,叶明全,宣靖,等.泛免疫炎症指数对心肌梗死后射血分数下降的预测价值与决策树模型构建[J].右江民族医学院学报,2024,46(4):508-514.

【论著与临床报道】

## 泛免疫炎症指数对心肌梗死后射血分数下降的预测价值与决策树模型构建

干伟鹏<sup>1</sup>,叶明全<sup>2</sup>,宣靖<sup>3</sup>,杨凌飞<sup>1</sup>,张明超<sup>1</sup>

- 皖南医学院第二附属医院心血管内科,安徽 芜湖 241000;
- 皖南医学院医学信息学院,安徽 芜湖 241000;
- 皖南医学院研究生学院,安徽 芜湖 241000)

**摘要:**目的 构建决策树分类模型,以探讨急性心肌梗死(AMI)患者术后泛免疫炎症指数(PIV)变化对左心室射血分数(LVEF)下降的预测价值。方法 以2019年6月至2023年6月于皖南医学院第二附属医院确诊急性心肌梗死并行冠状动脉介入治疗的76名患者作为研究对象,收集术前、术后24 h内PIV变化水平。根据术后7~14 d内LVEF的变化,将人群分为LVEF下降组和非下降组,使用 $\chi^2$ 检验、T检验、U检验比较两组患者人口学资料及临床指标的组间差异,使用决策树分类模型探讨临床指标的分类价值及确定阈值。结果 LVEF值下降组24例与非下降组52例在术后PIV变化水平上差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。分类决策树发现,PIV值升高水平是否超过361.824是判断术后LVEF是否下降的根节点。术后中性粒细胞变化水平、术前EF值、胆红素水平、高密度脂蛋白是分类模型的重要子节点。结论 术后PIV升高与急性心肌梗死患者短期LVEF下降有关,具有临床参考价值。

**关键词:**泛免疫炎症指数;急性心肌梗死;机器学习;左室射血分数

中图分类号:R542.22 文献标识码:A 文章编号:1001-5817(2024)04-0508-07  
doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2024.04.009

### Predictive value of Pan-immune inflammation value for reduced ejection fraction after myocardial infarction and the construction of decision tree model

GAN Weipeng<sup>1</sup>, YE Mingquan<sup>2</sup>, XUAN Jing<sup>3</sup>, YANG Lingfei<sup>1</sup>, ZHANG Mingchao<sup>1</sup>

- Department of Cardiovascular Internal Medicine, The Second Affiliated Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241000, Anhui, China;
- School of Medical Information, Wannan Medical College, Wuhu 241000, Anhui, China;
- Graduate School, Wannan Medical College, Wuhu 241000, Anhui, China)

**Abstract:** **Objective** To investigate the correlation between changes in the preoperative and postoperative pan-immune inflammation value (PIV) and the changes in left ventricular ejection fraction (LVEF) at 7~14 days post-surgery in patients with acute myocardial infarction. Also, to construct a decision tree classification model to investigate the predictive value of PIV changes for reduced ejection fraction. **Methods** Seventy-six patients diagnosed with acute myocardial infarction and undergoing coronary artery intervention treatment at the second affiliated hospital of Wannan Medical College from 2019 to 2023 were included as the study subjects. Preoperative and postoperative PIV changes within 24 hours were collected, and the changes in LVEF between

**基金项目:**教育部人文社会科学研究规划基金资助项目(22YJAZH134);皖南医学院中青年科研基金资助项目(WK2023ZQNS24)

**第一作者:**干伟鹏,硕士,研究方向:数字医学,E-mail:ganwei\_peng@163.com

**通讯作者:**张明超,主治医师,研究方向:冠心病介入诊疗,E-mail:mca366@163.com

7~14 days post-surgery were analyzed. Patients were divided into LVEF reduction group and non-reduction group. The Chi-square test, T-test, and U-test were used to compare the intergroup differences in demographic data and clinical indicators between the two groups. A decision tree classification model was used to explore the classification value of clinical indicators and determine the threshold. **Results** The LVEF reduction group (24 cases) and the non-reduction group (52 cases) showed significant differences in postoperative pan-immune inflammation value (PIV) levels ( $P < 0.05$ ). The decision tree classification revealed that whether the increase in PIV value exceeded 361.824 was the root node for determining postoperative LVEF decline. Postoperative changes in neutrophil levels, preoperative EF value, bilirubin levels, and high-density lipoprotein were identified as important subnodes in the classification model. **Conclusion** Postoperative elevation of PIV is associated with short-term LVEF decline in patients with acute myocardial infarction, indicating clinical reference value.

**Key words:** pan-immune inflammation value; acute myocardial infarction; machine learning; left ventricular ejection fraction

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 已经成为常见的心血管疾病, 其致死率和致残率备受关注。经皮冠状动脉介入被广泛认可为治疗心肌梗死的有效手段, 手术后患者常面临心功能下降等问题。心肌梗死后心力衰竭发病率高, 心梗后 7 d 内心衰发生率为 19.3%<sup>[1]</sup>, 整体住院和 1 年内的死亡率分别为 3.4% 和 13.2%<sup>[2]</sup>。心梗后心衰的发生显著增加患者短期及长期死亡风险, 且预后差。对患者预后进行评估对于实施临床早期干预具有重要意义。在心肌梗死的心脏功能修复和损伤过程中, 炎症和免疫起着基础性的作用。白细胞、单核细胞、淋巴细胞、中性粒细胞等在评估炎症反应和心肌损伤程度方面具有重要价值<sup>[3-4]</sup>。炎症指标反映心肌细胞损伤严重程度, 与不良预后密切相关。因此, 对这些生物标志物及时监测和分析有助于更好地了解患者的病情发展趋势, 为医生提供制定个性化治疗方案的依据。然而, 由于免疫、炎症和心肌细胞损伤修复之间的相互作用极为复杂, 单一生物标志物在临床实践中的可行性较低。为了更有效地评估患者的预后, 需要考虑生物过程的整体调控网络。因此, 利用包括不同免疫炎症群的复合生物标志物, 能够更全面地反映全局炎症状态, 提高预后评估的准确性。泛免疫炎症指数 (pan-immune inflammation value, PIV) 是一种新型复合炎症标志物, 其对于心肌梗死研究的临床价值不仅优于如白细胞计数、中性粒细胞计数等单一指标, 也优于中性粒细胞淋巴细胞比值 (NLR)、淋巴细胞单核细胞比值 (LMR) 和全身免疫炎症指数 (SII) 等综合类指标<sup>[5]</sup>。现有的研究多探究患者围手术期间单次炎症指标, 本研究分析了术前 PIV 值及术后变化水平与 AMI 患者预后关系。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象和分组 基于 HIS 系统回顾性分析

2019 年 6 月至 2023 年 6 月于皖南医学院第二附属医院因 AMI 行血运重建患者, 纳入标准包括: 符合第 4 版全球心肌梗死统一定义及心肌标志物提示心肌损伤且有心肌缺血证据<sup>[6]</sup>, 具备急诊 PCI 术治疗指征, 年龄  $\geq 18$  岁, 发病至手术时间  $\leq 12$  h, 既往无心力衰竭诊断。排除标准包括: 急慢性感染、恶性肿瘤、肝肾功能严重受损、既往心脏手术病史、血液及免疫系统疾病。所有患者均在时间窗内完成血运重建, 并根据指南的 AMI 标准诊疗方案进行治疗。根据血运重建后第 7~14 天超声心动图 LVEF 值是否下降将患者分为下降组和非下降组。本研究已通过皖南医学院第二附属医院伦理委员会审批 (编号 20231001)。

1.2 临床资料 患者一般人口学资料通过电子病历系统收集, 信息包括性别、年龄、有无糖尿病、高血压病史, 由于 AMI 患者大多平车推入病房, 患者的身高体重信息存在比重过大的缺失值, 在本研究中不做讨论。临床指标: 入选患者均于行血运重建治疗前收集血常规、超声心动图, 并在血运重建后 24 h 内复查血常规, 基于血常规结果计算 PIV 值, PIV 计算如下: 中性粒细胞计数 ( $\times 10^9/L$ )  $\times$  血小板计数 ( $\times 10^9/L$ )  $\times$  单核细胞计数 ( $\times 10^9/L$ ) / 淋巴细胞计数 ( $\times 10^9/L$ )。并对比两次血常规结果的差异。患者均在入院后完善肝肾功能、空腹血糖、血脂、甲状腺功能、电解质。并在术后第 7~14 天再次完善超声心动图重新评估 LVEF。

1.3 数据分析 AMI 患者的多维度数据被纳入研究。电子病历和检验结果基于 Python 正则提取获得, 对于超声结果, 采用双人核对的方式收集术前、术后结果, 若两人录入结果不一致, 由另一人再次核对。对于存在的缺失值, 首先通过人工校对的方式从电子病历系统中收集补充, 对于剩余缺失值, 连续变量使用机器学习中 K 邻近算法 ( $n = 5$ ) 进行填充, 更好地保

留数据的结构特征和临床价值,分类变量根据临床信息手动填充。对于LVEF值下降组和非LVEF下降组患者,首先进行差异性分析,探讨相关指标是否存在差异性。对于连续性变量首先进行正态性检验,符合正态分布且方差相等的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,使用独立样本 $t$ 检验来比较两组数据均值差异;如果数据不符合正态分布或者方差不相等的计数资料以 $M [Q1, Q3]$ 表示,使用Mann-Whitney  $U$ 检验来比较两组数据的中位数差异;对于分类变量以百分率表示,使用 $\chi^2$ 检验来比较两组数据中分类情况(性别,是否患有高血压、糖尿病)是否存在显著差异。使用机器学习决策树分类模型可视化评估特征重要程度,展现分类特征具体阈值。使用泰森多边形可视化衡量临床指标及炎症因子变化水平对分类模型的贡献程度。最终构建随机森林分类模型(采用多个决策树构建的模型),探索临床指标对术后心功能恢复的预测价值。对建立的预测模型进行性能评估,并构建ROC与PR曲线(Precision-Recall Curve)评估传统统计学模型与机器学习分类模型对AMI患者短期预后的预测效果。

## 2 结果

2.1 两组患者一般临床资料及术前LVEF值比较  
符合纳入标准的患者共82例,6例因合并有肺部感染

去除出研究队列。共76例符合研究要求,76例中有24例患有高血压,15例患有糖尿病,2例最终院内死亡,基于术后1~2周LVEF值上升与否将患者分为非LVEF下降组52例和LVEF下降组24例,两组患者年龄、性别、高血压、糖尿病史差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表1。

表1 两组患者一般临床资料及术前LVEF比较

项目	非LVEF下降组 ( $n=52$ )	LVEF下降组 ( $n=24$ )	$P$
年龄/岁	66[50.00,72.00]	72[58.00,77.25]	0.128
性别 <sup>a</sup>	38(73.08)	18(75.00)	0.860
高血压	14(26.92)	10(41.67)	0.199
糖尿病	8(15.38)	7(29.17)	0.274

注:①表内计量资料数据以 $M [Q1, Q3]$ 表示,计数资料数据用 $[n(\%)]$ 表示。②LVEF:左室射血分数。③a为男性。

2.2 两组患者重要炎症指标及其变化水平比较  
两组患者术前中性粒细胞、单核细胞、淋巴细胞水平均不存在显著差异,NLR、LMR、SII及PIV值比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),但术后PIV变化、中性粒细胞计数变化(NEUT\_change)差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表2。

表2 LVEF下降组和非LVEF下降组重要炎症指标的差异性分析

项目	非LVEF下降组( $n=52$ )	LVEF下降组( $n=24$ )	$P$
术前炎症细胞及变化水平			
NEUT_change	$-0.55 \pm 3.57$	$1.13 \pm 2.57$	0.032
NEUT	7.50[5.20,10.68]	7.55[5.58,9.13]	0.867
LYM_change	0.10[-0.30,0.50]	0.10[-0.60,0.35]	0.253
LYM	1.25[0.90,1.73]	1.25[0.98,1.90]	0.845
MO_change	0.10[0.00,0.30]	0.10[0.00,0.43]	0.937
MO	0.40[0.30,0.50]	0.40[0.38,0.53]	0.741
术前新型炎症标志物及变化水平			
PIV_change	24.12[-131.88,155.68]	353.65[50.81,873.05]	0.005
PIV	381.45[175.70,848.54]	369.43[287.27,643.39]	0.867
NLR_change	$-0.87[-5.12,1.69]$	$1.04[-2.88,3.54]$	0.083
NLR	6.28[3.39,10.66]	6.29[3.55,8.00]	0.754
LMR_change	$-0.75[-1.89,0.09]$	$-1.34[-1.93,-0.33]$	0.227
LMR	3.33[2.15,5.00]	3.00[2.50,4.49]	0.849
SII_change	$-200.76[-1062.59,187.17]$	$3.27[-557.57,757.77]$	0.096
SII	1020.96[428.27,2298.21]	1101.56[660.15,1458.94]	0.893

注:①表内正态分布计量资料数据以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,非正态分布计量资料数据以 $M [Q1, Q3]$ 表示。②LVEF:左室射血分数;‘\_change’表示某指标术后24h变化;NEUT:中性粒细胞计数( $\times 10^9/L$ );LYM:淋巴细胞计数( $\times 10^9/L$ );MO单核细胞计数( $\times 10^9/L$ );NLR:中性粒细胞淋巴细胞比值(比值数据无单位),LMR:淋巴细胞单核细胞比值(比值数据无单位)。

2.3 两组患者一般检验结果比较  
两组患者总胆红素水平、钾离子浓度上具有差异性( $P < 0.05$ );在血常规、肝肾功能、电解质、甲状腺功能、心肌标志物等其

他大多数指标均不存在统计学差异( $P > 0.05$ ),见表3。

表 3 两组患者一般检验结果比较

项目	非 LVEF 下降组 ( $n=52$ )	LVEF 下降组 ( $n=24$ )	$P$
WBC( $\times 10^9/L$ )	9.20[7.70,12.08]	9.35[8.15,11.53]	0.996
RBC( $\times 10^{12}/L$ )	4.64 $\pm$ 0.69	4.44 $\pm$ 0.71	0.235
PLT( $\times 10^9/L$ )	167.00[141.25,217.75]	177.50[143.75,231]	0.427
HGB/( $g \cdot L^{-1}$ )	143.44 $\pm$ 21.17	135.67 $\pm$ 18.50	0.126
TPO-Ab/( $U \cdot mL^{-1}$ )	28.84[28.00,38.43]	28.25[28.00,37.35]	0.981
TP/( $g \cdot L^{-1}$ )	60.58 $\pm$ 4.94	62.74 $\pm$ 4.93	0.080
TG/( $mmol \cdot L^{-1}$ )	1.32[0.96,1.77]	1.22[0.83,1.71]	0.309
TBIL/( $\mu mol \cdot L^{-1}$ )	21.14[15.7,26.09]	14.45[11.41,21.48]	0.010
TBA/( $\mu mol \cdot L^{-1}$ )	3.51[2.43,4.87]	4.30[3.00,7.95]	0.081
SOD/( $U \cdot mL^{-1}$ )	159.50[136.95,169.55]	147.50[120.75,168.60]	0.336
UA/( $\mu mol \cdot L^{-1}$ )	360.79 $\pm$ 103.84	382.22 $\pm$ 92.42	0.390
LP(a)/( $mg \cdot L^{-1}$ )	254.43[112.13,442.05]	192.42[134.25,395.73]	0.898
LDL/( $mmol \cdot L^{-1}$ )	2.32[1.85,2.79]	2.47[2.05,3.04]	0.405
LDH/( $U \cdot L^{-1}$ )	531.00[406.00,819.25]	662.00[407.50,910.00]	0.377
HDL/( $mmol \cdot L^{-1}$ )	1.20[1.04,1.32]	1.25[1.08,1.50]	0.301
GLU/( $mmol \cdot L^{-1}$ )	5.45[4.69,6.85]	6.04[5.09,7.08]	0.264
GLOB/( $g \cdot L^{-1}$ )	23.76 $\pm$ 3.59	25.62 $\pm$ 4.48	0.056
GGT/( $U \cdot L^{-1}$ )	28.00[17.00,38.5]	19.00[14.00,35.50]	0.174
Cr/( $\mu mol \cdot L^{-1}$ )	70.00[63.75,94.58]	74.91[59.30,92.13]	0.929
CKMB/( $U \cdot L^{-1}$ )	114.50[54.90,177.75]	108.50[66.10,143.00]	0.651
CK/( $U \cdot L^{-1}$ )	1667.35 $\pm$ 1213.69	1565.81 $\pm$ 933.72	0.718
CHOL/( $mmol \cdot L^{-1}$ )	3.97[3.58,4.60]	4.16[3.46,4.69]	0.841
CHE/( $U \cdot L^{-1}$ )	6711.13 $\pm$ 1420.35	7197.67 $\pm$ 1771.16	0.204
BUN/( $mmol \cdot L^{-1}$ )	5.94[4.67,7.27]	5.79[4.6,9.01]	0.708
ASTm/( $U \cdot L^{-1}$ )	39.50[23.60,67.25]	54.20[36.50,66.25]	0.411
AST/ALT	3.58 $\pm$ 2.00	4.27 $\pm$ 1.91	0.165
AST/( $U \cdot L^{-1}$ )	141.50[75.00,283.00]	193.00[148.50,259.75]	0.451
APOA1/( $g \cdot L^{-1}$ )	1.17[0.99,1.23]	1.17[0.97,1.40]	0.592
ALT/( $U \cdot L^{-1}$ )	46.50[33.50,60.25]	45.50[32.75,53.50]	0.535
ALP/( $U \cdot L^{-1}$ )	68.00[54.00,78.00]	63.50[50.50,70.25]	0.187
ALB/( $g \cdot L^{-1}$ )	36.82 $\pm$ 3.65	37.12 $\pm$ 3.17	0.732
A/G	1.59 $\pm$ 0.29	1.50 $\pm$ 0.33	0.239
Na/( $mmol \cdot L^{-1}$ )	141.92[140.35,143.80]	143.05[138.76,144.85]	0.550
K/( $mmol \cdot L^{-1}$ )	3.87 $\pm$ 0.30	4.11 $\pm$ 0.42	0.006
Ca/( $mmol \cdot L^{-1}$ )	2.20 $\pm$ 0.11	2.19 $\pm$ 0.12	0.667
TSH3UL/( $mIU \cdot L^{-1}$ )	1.21[0.70,1.92]	1.38[0.75,2.09]	0.635
FT4/( $pmol \cdot L^{-1}$ )	15.38[13.76,17.09]	15.40[14.50,17.59]	0.951
FT3/( $pmol \cdot L^{-1}$ )	4.21[3.87,4.65]	4.11[3.52,4.40]	0.182

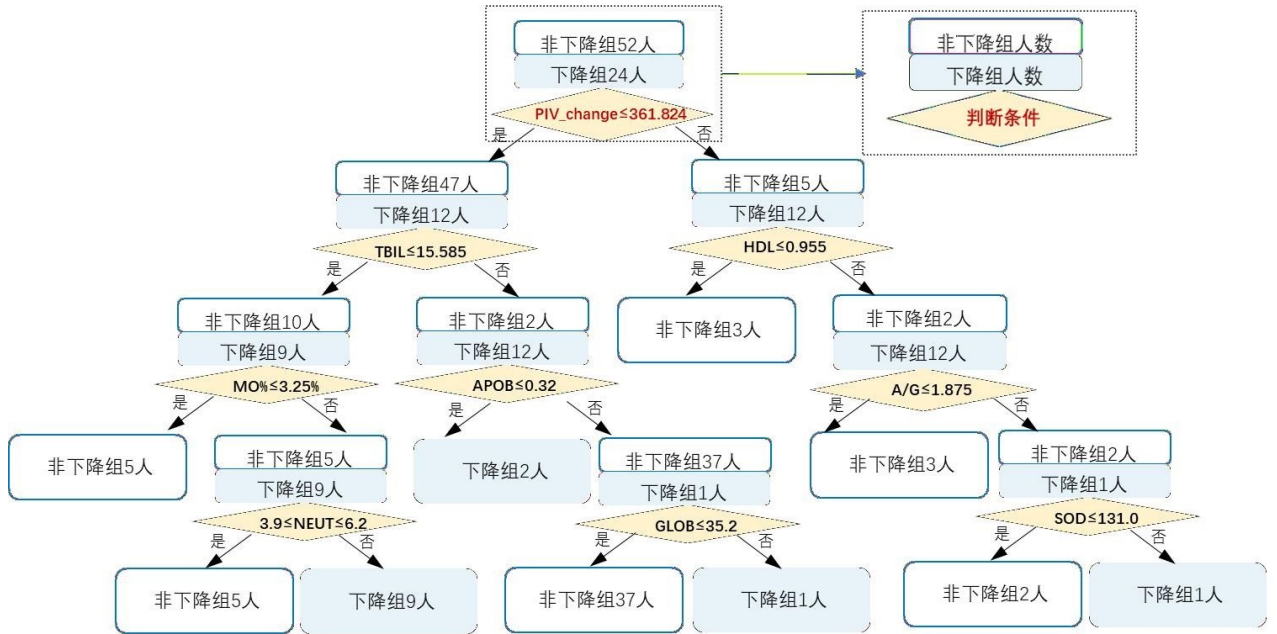
注:①表内计数资料符合正态分布且方差相等的计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,非正态分布计量资料数据以  $M [Q1, Q3]$  表示。②LVEF:左室射血分数。

2.4 临床指标对短期预后的分类价值 通过对 76 例患者的 58 个临床指标进行,基于不同分类条件对 AMI 患者短期 LVEF 是否下降进行逐步划分,最终构建一棵决策树分类模型,见图 1。在这个基于临床指标构建的判断 EF 值是否下降的分类模型中,术后 PIV 变化水平(PIV\_change)位于树的顶端,表明它们对目标变量的影响较大,具有较高的信息增益。以术后 PIV 变化是否超过 361.824 为判断条件,对目标变

量进行划分所获得的信息增益较大,对模型的预测能力具有重要价值。接着以总胆红素(TBIL)是否  $> 15.585 \mu mol/L$ 、高密度脂蛋白(HDL)是否  $> 0.955 mmol/L$  等为判断标准,仅通过 4 层判断结构,最终对 AMI 患者 EF 是否下降做出有效区分。基于算法的特征对分类模型的贡献程度评估提示,对于分类模型的贡献程度中 PIV\_change 排名第 1,第 2~5 名分别是术前 LVEF 值(EF\_before),总胆红素(TBIL)、血钾

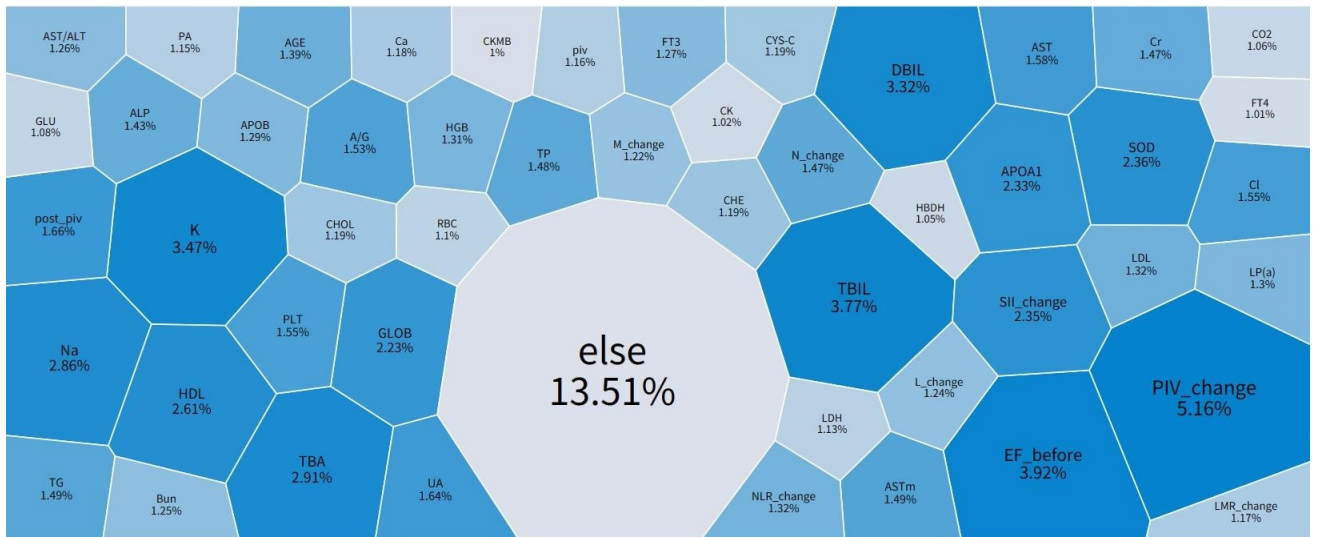
(K)、游离胆红素(DBIL)。它们对数据集的划分能力较强,对模型的预测性能具有重要影响。具体临床指

标对分类模型的贡献程度占比,见图 2。



注:PIV\_change:术后 PIV 值变化水平(比值数据无单位);TBIL:总胆红素( $\mu\text{mol/L}$ );HDL:高密度脂蛋白( $\text{mmol/L}$ );  
 MO%:单核细胞百分比(%);APOB:载脂蛋白 B( $\text{g/L}$ );A/G:白球比例(比值数据无单位);  
 NEUT:中性粒细胞计数( $10^9/\text{L}$ );GLOB:球蛋白( $\text{g/L}$ );SOD:超氧化歧化酶( $\text{U/mL}$ )。

图 1 心梗后 LVEF 下降的决策树分类模型

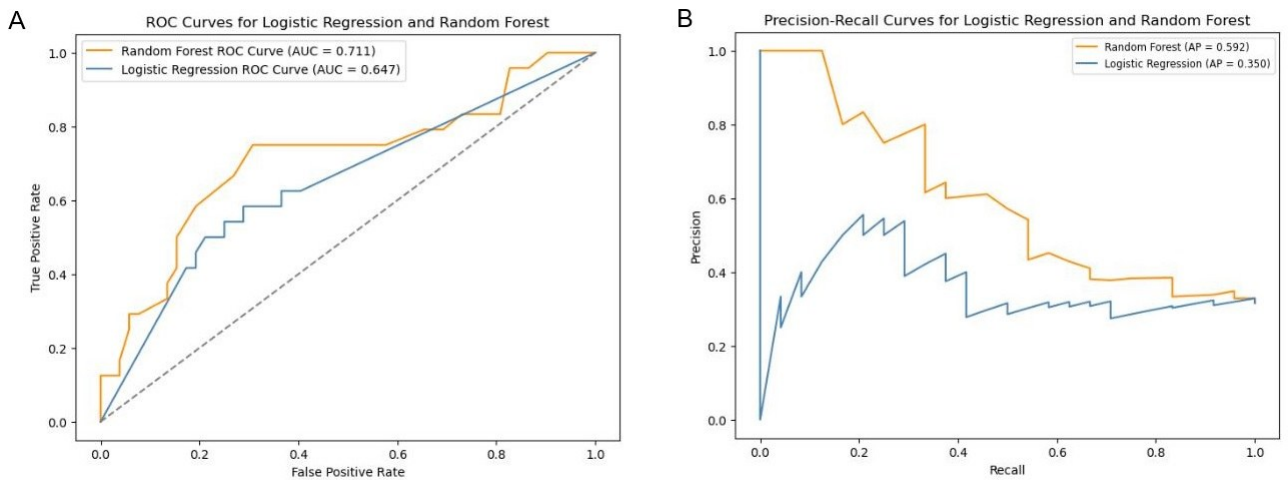


注:else:包括中性粒细胞比率、LMR、白细胞、高血压、性别等 19 项,每项贡献程度占比均 $<1.00\%$ 。

图 2 临床指标对分类模型的贡献程度

2.5 模型建立与评估 基于采集到的数据,使用 python 中 sklearn 模块分别构建随机森林分类模型和传统 Logistic 回归模型,并进行模型效能的评估计算 ROC 曲线下面积及平均精准度。随机森林分类模型

ROC 曲线下面积 0.711,PR 曲线的平均精准度 0.592,高于 Logistic 回归 ROC 曲线下面积 0.647,PR 曲线的平均精准度 0.350,见图 3。



注:A为ROC曲线,B为precision-recall曲线。黄色线条代表随机森林模型,蓝色线条代表Logistics回归模型;AUC:曲线下面积;AP:平均精准度。

图3 随机森林分类模型、传统Logistic回归模型评估

### 3 讨论

炎症反应在心肌梗后心室重构中起着双重作用。一方面,炎症反应可以清除死亡的心肌细胞和细胞碎片,促进组织修复和再生<sup>[7]</sup>。另一方面,过度的炎症反应也可能导致过度纤维化和瘢痕组织形成,进而影响心肌组织的结构和功能。基于血细胞的综合评估,可以作为AMI患者的预后评价指标<sup>[8]</sup>。本研究发现,相较于血运重建前后的PIV值,短期内PIV的变化水平对AMI患者院内心功能的预测价值更高,且优于其他新型炎症标志物及其变化水平,如SII、NLR、LMR等。这表明PIV值能更好地反映AMI后心力衰竭的发展和不受控制的炎症水平。PIV作为一种综合性的炎症指标,不仅与心肌梗死后慢血流<sup>[9]</sup>相关,还与梗和心力衰竭患者院内和长期的死亡率及预后不良相关<sup>[10-11]</sup>。这一综合性的指标有望为临床提供更为全面和准确的信息,为个体化的治疗决策提供更可靠的支持。未来的研究中,医学研究者可以通过研究炎症调节的机制,寻找新的治疗策略<sup>[12]</sup>,改善梗患者的预后和生活质量。

差异性分析提示,LVEF下降组患者术后NEUT升高幅度高于LVEF非下降组,提示其短期指标上升可能伴随较差的预后。心肌梗死后前4天被称为炎症期,是心脏损伤和修复的3个阶段中的第一个阶段。其次是再生期和成熟期,这期间心肌细胞的促炎和抗炎机制会相互转换,内皮细胞和成纤维细胞将填充心肌受损区域,最终形成瘢痕并完成再血管化过程<sup>[13]</sup>。各类炎症细胞会在不同阶段被募集发挥损伤修复的关键作用,而梗后正常的炎症反应紊乱如何影响患者的预后,以及在人体内如何用药物干预这一过程是值得探讨的新角度。术后多时间节点炎症指标的监测

可以为梗患者的预后提供更有价值的意义,目前还少有临床研究者对此方面的研究。

使用决策树分类模型对人群进行分类,并评估各指标对模型的贡献程度,本研究发现,PIV变化水平是否超过361.824,可作为判断患者预后情况的重要标准。然而,这一标准的推广和应用潜力以及如何将这些模型引入临床实践,仍需更大样本的数据支持。术后胆红素水平对预测短期LVEF值改变具有重要价值。这可能是因为梗后心衰患者心功能排血量不足,导致肝脏血流灌注异常,进而损伤肝细胞,导致胆红素水平升高。机器学习在胆红素水平判断方面与传统统计学所得结果存在矛盾的情况,这可能是由于部分极值影响了统计学结果。陈宁静等<sup>[14]</sup>在构建高龄剖宫产妇产后出血的预测模型中发现,相比于传统统计学模型需要通过添加交互项来体现各自变量间的交互作用,而决策树模型则能够自动捕捉变量之间的交互作用,不受变量相关性的影响,且具有更高的预测准确率。本研究进一步比较了机器学习随机森林分类模型与传统回归模型在临床多维数据分析中的分类效能,结果显示,相较于传统的统计学方法,随机森林在准确率方面表现更加优异。随机森林作为一种集成学习方法,通过整合多个决策树的预测结果,能够有效地降低过拟合风险,并在处理复杂数据集时表现出更好的泛化能力;相比之下,Logistic回归在处理非线性关系和高维数据时存在一定局限性。

本研究同样存在一定的局限性,电子病历难以准确追溯每个胸痛患者的胸痛发生时间及血运重建的间隔,使得研究缺失了重要的数据;其次,急性心肌梗死患者行血运重建后将立即送至CCU或ICU行生命体征监测,初始胸部CT、腹部B超等影像组学结果缺失,

超声心动图中其它结构化数据并未记录,缺失此部分信息。研究缺少院前信息,需要进行大规模的前瞻性研究提供数据支持。

综上所述,通过回顾性分析探讨 AMI 患者术前和术后炎性指标的变化,探索临床指标与术后心功能恢复之间的关联;使用机器学习进行多维度数据分析,包括血常规、生化和超声心动图等,发现 PIV 变化水平对于评估急性心肌梗死患者短期 LVEF 值的变化具有重要价值。

#### 参考文献:

- [1] 杨艳敏,朱俊,谭慧琼,等. 中国 ST 段抬高的急性心肌梗死临床特征及治疗现状[J]. 中华医学杂志,2005,85(31): 2176-2182.
- [2] JUILLIÈRE Y, CAMBOU J P, BATAILLE V, et al. Heart failure in acute myocardial infarction;a comparison between patients with or without heart failure criteria from the FAST-MI registry[J]. Rev Esp Cardiol,2012, 65(4):326-333.
- [3] HORCKMANS M, RING L, DUCHENE J, et al. Neutrophils orchestrate post-myocardial infarction healing by polarizing macrophages towards a reparative phenotype[J]. Eur Heart J,2017,38(3):187-197.
- [4] ZHONG Y H, YU X Y, LI X J, et al. Augmented early aged neutrophil infiltration contributes to late remodeling post myocardial infarction[J]. Microvasc Res,2022, 139: 104268.
- [5] MURAT B, MURAT S, OZGEYIK M, et al. Comparison of pan-immune-inflammation value with other inflammation markers of long-term survival after ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Eur J Clin Invest,2023, 53(1):e13872.
- [6] Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018) [J]. Circulation,2018,138(20):e618-e651.
- [7] FRANGOIANNIS N G. The inflammatory response in myocardial injury, repair, and remodelling [J]. Nat Rev Cardiol,2014,11(5):255-265.
- [8] BAE M H, LEE J H, YANG D H, et al. White blood cell, hemoglobin and platelet distribution width as short-term prognostic markers in patients with acute myocardial infarction[J]. J Korean Med Sci,2014,29(4):519-526.
- [9] ŞEN F, KURTUL A, BEKLER Ö. Pan-immune-inflammation value is independently correlated to impaired coronary flow after primary percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Am J Cardiol,2024,211:153-159.
- [10] LIU Y H, LIU J, LIU L Q, et al. Association of systemic inflammatory response index and pan-immune-inflammation-value with long-term adverse cardiovascular events in ST-segment elevation myocardial infarction patients after primary percutaneous coronary intervention [J]. J Inflamm Res,2023,16:3437-3454.
- [11] INAN D, ERDOGAN A, PAY L, et al. The prognostic impact of inflammation in patients with decompensated acute heart failure, as assessed using the pan-immune inflammation value (PIV) [J]. Scand J Clin Lab Invest, 2023,83(6):371-378.
- [12] KUBOTA A, FRANGOIANNIS N G. Macrophages in myocardial infarction [J]. Am J Physiol Cell Physiol, 2022,323(4):C1304-C1324.
- [13] MOGGIO A, SCHUNKERT H, KESSLER T, et al. Quovadis immunodynamics of myeloid cells after myocardial infarction[J]. Int J Mol Sci,2022,23(24):15814.
- [14] 陈宁静,陈春榕,刘江英. Logistic 回归及决策树模型在高龄剖宫产产妇产后出血影响因素分析中的应用[J]. 右江民族医学院学报,2020,42(6):754-758.

收稿日期:2024-02-06;修回日期:2024-03-05