

• 论 著 •

基于心肌标志物预测老年 STEMI 并发心力衰竭的风险 预测 Nomogram 模型的建立^{*}

马梦涵, 刘晓晓

(河南大学第一附属医院, 河南 开封 475001)

[摘要] **目的** 探讨心肌标志物对老年 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)并发心力衰竭的风险预测价值,且基于此建立心力衰竭并发风险预测 Nomogram 模型。**方法** 回顾性分析 2020 年 5 月至 2023 年 5 月该院收治的 531 例行经皮冠状动脉(冠脉)介入治疗(PCI)的老年 STEMI 患者的临床资料,按 2:1 比例随机分为训练集(354 例)和验证集(177 例)。根据 PCI 后随访 6 个月心力衰竭并发情况将训练集患者分为并发心力衰竭组(82 例)和未并发心力衰竭组(272 例)。通过受试者工作特征(ROC)曲线评估心肌标志物对老年 STEMI 并发心力衰竭的预测价值,采用多因素 logistic 回归模型分析老年 STEMI 并发心力衰竭的危险因素。基于多因素分析结果建立风险预测 Nomogram 模型并对其进行验证。**结果** PCI 后肌酸激酶同工酶(CK-MB)、肌钙蛋白 T(cTnT)、cTnI、肌红蛋白(MYO)检测预测老年 STEMI 并发心力衰竭的灵敏度分别为 78.05%、76.83%、78.05%、75.61%,特异度分别为 75.37%、79.04%、79.74%、75.74%,ROC 曲线下面积分别为 0.761、0.797、0.804、0.778;前壁梗死、多支血管病变、梗死面积、冠脉 Gensini 评分,以及 PCI 前中性粒细胞/淋巴细胞比值、血小板计数、血尿酸、氨基末端 B 型脑钠肽前体(NT-proBNP)及 PCI 后 CK-MB、cTnT、cTnI、MYO、慢/无复流均为老年 STEMI 患者 PCI 后并发心力衰竭的危险因素($P < 0.05$);构建的老年 STEMI 并发心力衰竭的风险预测 Nomogram 模型训练集与验证集的一致性指数分别为 0.854、0.833,校正曲线与理想曲线贴合较好;训练集灵敏度、特异度、ROC 曲线下面积分别为 85.71%、83.85%、0.874,验证集分别为 82.86%、81.54%、0.858;当训练集阈值概率为 0~0.85、验证集为 0~0.90 时 Nomogram 模型预测老年 STEMI 并发心力衰竭风险可获得较高的净收益。**结论** PCI 后检测 CK-MB、cTnT、cTnI、MYO 均对老年 STEMI 患者 PCI 后并发心力衰竭具有一定的预测价值,此 4 项指标与前壁梗死、多支血管病变、梗死面积、冠脉 Gensini 评分,以及 PCI 前中性粒细胞/淋巴细胞比值、血小板计数、血尿酸、NT-proBNP 及 PCI 后慢/无复流均为老年 STEMI 患者 PCI 后并发心力衰竭的危险因素,基于此构建的风险预测 Nomogram 模型具有较好的预测效能,有助于临床医生早期筛查高风险人群。

[关键词] ST 段抬高型心肌梗死; 老年人; 心肌标志物; 心力衰竭; Nomogram 模型; 预测

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2024.23.005

中图法分类号:R542.2+2;R541.6+1

文章编号:1009-5519(2024)23-3985-08

文献标识码:A

Establishment of a Nomogram model for risk prediction based on myocardial markers to predict complicated heart failure in elderly STEMI^{*}

MA Menghan, LIU Xiaoxiao

(The First Affiliated Hospital of Henan University, Kaifeng, Henan 475001, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the predictive value of myocardial markers for the risk of heart failure complicating ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) in the elderly and to develop a Nomogram model for the prediction of the risk of heart failure complicating STEMI. **Methods** A retrospective analysis of the clinical data of 531 elderly STEMI patients who underwent percutaneous coronary artery (coronary) intervention (PCI) admitted to the hospital from May 2020 to May 2023 was performed, and they were randomly divided into a training set (354 patients) and a validation set (177 patients) in a 2:1 ratio. Patients in the training set were categorized into a concomitant heart failure group (82 cases) and an uncomplicated heart failure group (272 cases) according to the complication of heart failure at 6-month follow-up after PCI. The predictive value of myocardial markers for heart failure complicated by STEMI in the elderly was assessed by receiver operating characteristic (ROC) curves, and the risk factors for heart failure complicated by STEMI

* 基金项目:河南省开封市科技发展计划项目(2203021)。

作者简介:马梦涵(1991—),本科,护师,主要从事心血管内科临床研究工作。

in the elderly were analyzed by multifactorial logistic regression model. A risk prediction Nomogram model was established and validated based on the results of the multifactorial analysis. **Results** The sensitivity of post-PCI creatine kinase isoenzyme (CK-MB), troponin T (cTnT), cTnI, and myoglobin (MYO) assays for predicting STEMI-complicated heart failure in the elderly was 78.05%, 76.83%, 78.05%, and 75.61%, respectively, and the specificity was 75.37%, 79.04%, 79.74%, 75.74%, respectively, area under the ROC curve was 0.761, 0.797, 0.804, 0.778; anterior wall infarction, multibranched vasculopathy, infarct area, coronary Gensini score, and pre-PCI neutrophil/lymphocyte ratio, platelet count, blood uric acid, amino-terminal B-type brain natriuretic peptide precursor (NT-proBNP) and post-PCI CK-MB, cTnT, cTnI, MYO, and slow/no reentry were all risk factors for concomitant heart failure after PCI in elderly STEMI patients ($P<0.05$). The consistency indices of the constructed Nomogram model for risk prediction of complicated heart failure in elderly STEMI were 0.854 and 0.833 for the training and validation sets, respectively, and the calibration curves fit the ideal curves well; the sensitivity, specificity, and area under the ROC curve for the training set were 85.71%, 83.85%, and 0.874, and those for the validation set were 82.86%, 81.54%, and 0.858; the Nomogram model predicts the risk of heart failure complicated by STEMI in the elderly with a high net gain when the threshold probability were 0—0.85 for the training set and 0—0.90 for the validation set. **Conclusion** CK-MB, cTnT, cTnI, and MYO after PCI have a certain predictive value for post-PCI heart failure in elderly STEMI patients, and these four indexes, together with the anterior wall infarction, multibranched vascular lesions, infarct area, coronary Gensini score, as well as pre-PCI neutrophil/lymphocyte ratio, platelet count, blood urea, NT-proBNP, and slow/no reentry after PCI are all risk factors for heart failure complication after PCI in elderly STEMI patients, and the risk prediction Nomogram model constructed based on this has good predictive efficacy, which can help clinicians to screen the high-risk population at an early stage.

[Key words] ST segment elevation myocardial infarction; Elderly; Myocardial markers; Heart failure; Nomogram model; Predict

急性心肌梗死是临床常见心血管疾病,好发于老年人群,具有起病急、病情重、病死率高等特点,其中以 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)较多见。现阶段经皮冠状动脉(冠脉)介入治疗(PCI)是公认的治疗急性心肌梗死的首选方案,可有效恢复血流灌注,降低病死率。但在临床实践中部分患者 PCI 后可发生心力衰竭,增加了患者死亡的风险,导致远期预后不佳^[1]。因此,积极探寻能有效评估老年 STEMI 患者 PCI 后并发心力衰竭风险的生化指标及影响因素以指导后续治疗或防控对改善患者预后具有重要现实意义。心肌标志物是评估心肌损伤与坏死的主要生化指标,已有研究表明,血清肌酸激酶同工酶(CK-MB)、肌钙蛋白 T(cTnT)、肌红蛋白(MYO)水平在急性心肌梗死患者中明显升高,对初步判断疾病、了解病情等均具有一定的应用价值^[2]。另有研究表明,cTnT、CK-MB 均是老年急性心肌梗死患者 PCI 后发生心力衰竭的危险因素^[3]。温伟等^[4]指出,cTnI 是老年急性心肌梗死患者 6 个月死亡的危险因素,对患者近期死亡风险具有一定的预测价值。基于此,本研究基于心肌标志物探讨了老年 STEMI 并发心力衰竭的风险因素,建立了风险预测 Nomogram 模型,以期为临床治疗提供指导。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 一般资料 回顾性分析 2020 年 5 月至 2023

年 5 月本院收治的 531 例行 PCI 的老年 STEMI 患者的临床资料,其中男 317 例,女 214 例;年龄 60~82 岁,平均(70.81±8.85)岁。按 2:1 比例随机分为训练集(354 例)和验证集(177 例)。PCI 后随访 6 个月 531 例患者中并发心力衰竭 121 例,其中训练集 82 例,验证集 39 例;按心力衰竭并发情况将训练集患者分为并发心力衰竭组(82 例)和未并发心力衰竭组(272 例)。本研究获本院医学伦理委员会审批(院准字 2024 第 011 号)。

1.1.2 纳入标准 (1)符合 STEMI 诊断标准^[5]; (2)首发心肌梗死; (3)年龄大于或等于 60 岁; (4)行急诊 PCI,发病至入院时间小于 12 h,PCI 后常规使用抗血小板聚集药物,并根据个体具体情况使用 β 受体阻滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂等; (5)有心肌标志物等实验室指标检查数据,临床资料完整; (6)坚持随访,有随访记录。

1.1.3 排除标准 (1)伴脑血管、精神疾病等; (2)伴肺、肝、肾严重疾病等; (3)有恶性肿瘤; (4)既往有心力衰竭病史或行 PCI 前发现已并发心力衰竭; (5)患有心脏瓣膜病、风湿性心脏病、扩张型心肌病、先天性心脏病等其他类型心脏疾病,有心脏手术史; (6)患有自身免疫性疾病; (7)伴感染性疾病; (8)患有血液系统疾病; (9)因其他疾病或交通事故等意外而死亡。

1.2 方法

1.2.1 心肌标志物检测 于 PCI 后 24 h 内采集各

组患者空腹静脉血 4 mL,离心,分离血清,将血清置于一80 ℃冰箱保存备用。采用电化学发光免疫分析法检测血清 CK-MB 水平,采用酶联免疫吸附法检测血清 cTnT、cTnI、MYO 水平。

1.2.2 资料收集 收集各组患者临床资料,包括性别、年龄、体重指数(BMI)、吸烟史、饮酒史、高血压、糖尿病、高脂血症、梗死部位、血管病变支数、梗死面积、发病至手术时间、入院时指标(收缩压、舒张压、心率和冠脉 Gensini 评分)、PCI 前实验室指标[白细胞计数(WBC)、中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR)、血小板计数(Plt)、血红蛋白(Hb)、血钾、血钠、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、血肌酐、血尿素氮(BUN)、血尿酸、氨基末端 B 型脑钠肽前体(NT-proBNP)和左心室射血分数(LVEF)]、PCI 后 24 h 内实验室指标(CK-MB、cTnT、cTnI 和 MYO)、PCI 后复流情况等。

1.2.3 随访及并发心力衰竭判断 PCI 后通过电话/微信、门诊定期复查的形式随访 6 个月,观察并记录患者心力衰竭并发情况,依据相关指南^[6]判断是否并发心力衰竭(患者 PCI 后出现呼吸急促、夜间端坐呼吸、心率加快、水肿、肺部湿啰音等症状与体征,Killip 分级评估心功能大于或等于 2 级,心电图、超声心动图、实验室检查等显示存在心力衰竭)。

1.3 统计学处理 应用 SPSS26.0 统计软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 *t* 检验;计数资料以率或构成比表示,采用 χ^2 检验;采用受试者工作特征(ROC)曲线评估心肌标志物对老年 STEMI 并发心力衰竭风险的预测作用;将 $P < 0.05$ 的指标作为自变量(计量资料赋值根据组间平均值、正常值范围及截断值划分)、心力衰竭作为因变量纳入多因素 logistic 回归模型,分析老年 STEMI 并发心力衰竭的风险因素,变量赋值情况见表 1。计算优势比(OR)及 95%可信区间(95%CI)。采用 R 程序和 rms 软件包建立老年 STEMI 并发心力衰竭的风险预测 Nomogram 模型,通过校准曲线、ROC 曲线、决策曲线分析对模型预测效能进行评估。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 训练集与验证集患者一般资料比较 训练集与

验证集患者性别、年龄、吸烟史、饮酒史等一般资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.2 并发心力衰竭组与未并发心力衰竭组患者一般资料比较 并发心力衰竭组患者性别、年龄、BMI、吸烟史、饮酒史、高血压、糖尿病、高脂血症、发病至手术时间,以及 PCI 前 WBC、Hb、血钾、血钠、TC、TG、LDL-C、HDL-C、血肌酐、BUN、LVEF 与未并发心力衰竭组比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);并发心力衰竭患者与未并发心力衰竭患者在前壁梗死、多支血管病变、梗死面积,入院时收缩压、舒张压、心率、冠脉 Gensini 评分,PCI 前 NLR、Plt、血尿酸、NT-proBNP,PCI 后 CK-MB、cTnT、cTnI、MYO、复流情况比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

表 1 变量赋值情况	
变量	赋值
前壁梗死	否=0,是=1
血管病变支数	单支=0,多支=1
梗死面积	$\leq 6.20 \text{ cm}^2=0, > 6.20 \text{ cm}^2=1$
入院时	
收缩压	$\leq 140 \text{ mm Hg}=0, > 140 \text{ mm Hg}=1$
舒张压	$\leq 96 \text{ mm Hg}=0, > 96 \text{ mm Hg}=1$
心率	$\leq 87 \text{ 次/分}=0, > 87 \text{ 次/分}=1$
冠脉 Gensini 评分	$\leq 46 \text{ 分}=0, > 46 \text{ 分}=1$
PCI 前	
NLR	$\leq 6=0, > 6=1$
Plt	$\leq 214 \times 10^9 \text{ L}^{-1}=0, > 214 \times 10^9 \text{ L}^{-1}=1$
血尿酸	$\leq 420 \text{ }\mu\text{mol/L}=0, > 420 \text{ }\mu\text{mol/L}=1$
NT-proBNP	$\leq 1\,875 \text{ ng/L}=0, > 1\,875 \text{ ng/L}=1$
PCI 后	
CK-MB	$\leq 52.61 \text{ U/L}=0, > 52.61 \text{ U/L}=1$
cTnT	$\leq 1.93 \text{ }\mu\text{g/L}=0, > 1.93 \text{ }\mu\text{g/L}=1$
cTnI	$\leq 3.01 \text{ }\mu\text{g/L}=0, > 3.01 \text{ }\mu\text{g/L}=1$
MYO	$\leq 113.45 \text{ }\mu\text{g/L}=0, > 113.45 \text{ }\mu\text{g/L}=1$
复流	复流=0,慢/无复流=1
并发心力衰竭	否=0,是=1

注:1 mm Hg=0.133 kPa。

表 2 训练集与验证集一般资料比较

项目	训练集(<i>n</i> =354)	验证集(<i>n</i> =177)	χ^2/t	<i>P</i>
性别[<i>n</i> (%)]			0.098	0.754
男	213(60.17)	104(58.76)		
女	141(39.83)	73(41.24)		
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	70.43±8.29	71.56±8.65	1.459	0.145
BMI($\bar{x} \pm s$,kg/m ²)	23.28±3.11	23.65±3.17	1.284	0.200

续表 2 训练集与验证集一般资料比较				
项目	训练集($n=354$)	验证集($n=177$)	χ^2/t	P
吸烟史[$n(\%)$]	124(35.03)	57(32.20)	0.419	0.517
饮酒史[$n(\%)$]	107(30.23)	51(28.81)	0.113	0.737
高血压[$n(\%)$]	202(57.06)	96(54.24)	0.382	0.536
糖尿病[$n(\%)$]	83(23.45)	46(25.99)	0.415	0.520
高脂血症[$n(\%)$]	131(37.01)	68(38.42)	0.100	0.751
梗死部位[$n(\%)$]			0.005	0.996
	前壁	131(37.01)	65(36.72)	
	下壁	139(39.26)	70(39.55)	
	其他	84(23.73)	42(23.73)	
血管病变支数[$n(\%)$]			0.258	0.611
单支	134(37.85)	63(35.59)		
多支	220(62.15)	114(64.41)		
梗死面积($\bar{x}\pm s,\text{cm}^2$)	6.18 $\pm$ 0.82	6.05 $\pm$ 0.79	1.743	0.082
发病至手术时间($\bar{x}\pm s,\text{h}$)	6.91 $\pm$ 1.46	7.15 $\pm$ 1.39	1.814	0.070
入院时				
收缩压($\bar{x}\pm s,\text{mm Hg}$)	140.17 $\pm$ 11.74	138.86 $\pm$ 11.48	1.221	0.223
舒张压($\bar{x}\pm s,\text{mm Hg}$)	95.77 $\pm$ 10.32	94.16 $\pm$ 10.25	1.699	0.090
心率($\bar{x}\pm s,\text{次/分}$)	86.19 $\pm$ 9.85	85.42 $\pm$ 9.36	0.863	0.388
冠脉 Gensini 评分($\bar{x}\pm s,\text{分}$)	43.82 $\pm$ 8.46	43.15 $\pm$ 8.29	0.866	0.387
PCI 前				
WBC($\bar{x}\pm s,\times 10^9\text{ L}^{-1}$)	10.19 $\pm$ 3.24	10.36 $\pm$ 3.35	0.564	0.573
NLR($\bar{x}\pm s$)	5.66 $\pm$ 1.73	5.54 $\pm$ 1.69	0.759	0.448
Plt($\bar{x}\pm s,\times 10^9\text{ L}^{-1}$)	208.46 $\pm$ 54.97	201.35 $\pm$ 53.62	1.417	0.157
Hb($\bar{x}\pm s,\text{g/L}$)	139.15 $\pm$ 20.06	136.21 $\pm$ 19.85	1.598	0.111
血钾($\bar{x}\pm s,\text{mmol/L}$)	3.35 $\pm$ 0.65	3.27 $\pm$ 0.63	1.351	0.177
血钠($\bar{x}\pm s,\text{mmol/L}$)	130.73 $\pm$ 10.08	129.74 $\pm$ 9.86	1.075	0.283
TC($\bar{x}\pm s,\text{mmol/L}$)	4.83 $\pm$ 0.89	4.92 $\pm$ 0.85	1.115	0.265
TG($\bar{x}\pm s,\text{mmol/L}$)	1.54 $\pm$ 0.41	1.59 $\pm$ 0.43	1.303	0.193
LDL-C($\bar{x}\pm s,\text{mmol/L}$)	3.37 $\pm$ 0.66	3.45 $\pm$ 0.62	1.343	0.180
HDL-C($\bar{x}\pm s,\text{mmol/L}$)	1.24 $\pm$ 0.37	1.19 $\pm$ 0.35	1.494	0.136
血肌酐($\bar{x}\pm s,\mu\text{mol/L}$)	91.79 $\pm$ 20.41	89.08 $\pm$ 20.35	1.444	0.149
BUN($\bar{x}\pm s,\text{mmol/L}$)	5.50 $\pm$ 1.37	5.31 $\pm$ 1.26	1.547	0.123
血尿酸($\bar{x}\pm s,\mu\text{mol/L}$)	375.00 $\pm$ 66.72	369.94 $\pm$ 65.48	0.829	0.408
NT-proBNP($\bar{x}\pm s,\text{ng/L}$)	1 766.95 $\pm$ 436.98	1 700.32 $\pm$ 429.84	1.665	0.096
LVEF($\bar{x}\pm s,\%$)	56.75 $\pm$ 4.22	56.83 $\pm$ 4.19	0.206	0.837
PCI 后				
CK-MB($\bar{x}\pm s,\text{U/L}$)	49.36 $\pm$ 8.95	48.12 $\pm$ 9.28	1.487	0.138
cTnT($\bar{x}\pm s,\mu\text{g/L}$)	1.79 $\pm$ 0.46	1.72 $\pm$ 0.42	1.701	0.090
cTnI($\bar{x}\pm s,\mu\text{g/L}$)	2.72 $\pm$ 0.53	2.65 $\pm$ 0.51	1.453	0.147
MYO($\bar{x}\pm s,\mu\text{g/L}$)	105.53 $\pm$ 19.20	102.85 $\pm$ 20.49	1.482	0.139
复流情况[$n(\%)$]			0.274	0.601
	复流	332(93.79)	168(94.92)	
	慢/无复流	22(6.21)	9(5.08)	

表 3 并发心力衰竭组与未并发心力衰竭组患者一般资料比较

项目	并发心力衰竭组(<i>n</i> =82)	未并发心力衰竭组(<i>n</i> =272)	χ^2/t	<i>P</i>
性别[<i>n</i> (%)]			0.183	0.669
男	51(62.20)	162(59.56)		
女	31(37.80)	110(40.44)		
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	71.37±8.42	70.15±8.11	1.184	0.237
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	23.69±2.33	23.15±2.46	1.763	0.079
吸烟史[<i>n</i> (%)]	32(39.02)	92(33.82)	0.749	0.387
饮酒史[<i>n</i> (%)]	27(32.93)	80(29.41)	0.369	0.543
高血压[<i>n</i> (%)]	54(65.85)	148(54.41)	3.367	0.067
糖尿病[<i>n</i> (%)]	25(30.49)	58(21.32)	2.948	0.086
高脂血症[<i>n</i> (%)]	36(43.90)	95(34.93)	2.178	0.140
梗死部位[<i>n</i> (%)]			6.198	0.045
前壁	39(47.56)	92(33.82)		
下壁	30(36.59)	109(40.04)		
其他	13(15.85)	71(26.10)		
血管病变支数[<i>n</i> (%)]			5.513	0.019
单支	22(26.83)	112(41.18)		
多支	60(73.17)	160(58.82)		
梗死面积($\bar{x}\pm s$,cm ²)	6.35±0.85	6.13±0.76	2.234	0.026
发病至手术时间($\bar{x}\pm s$,h)	7.13±1.29	6.85±1.24	1.776	0.077
入院时				
收缩压($\bar{x}\pm s$,mm Hg)	142.35±11.56	139.51±10.42	2.108	0.036
舒张压($\bar{x}\pm s$,mm Hg)	97.56±9.42	95.23±8.74	2.078	0.038
心率($\bar{x}\pm s$,次/分)	88.20±10.16	85.59±9.71	2.111	0.036
冠脉 Gensini 评分($\bar{x}\pm s$,分)	50.35±8.21	41.85±7.63	8.686	<0.001
PCI 前				
WBC($\bar{x}\pm s$,×10 ⁹ L ⁻¹)	10.36±3.21	10.14±3.19	0.547	0.585
NLR($\bar{x}\pm s$)	6.45±1.89	5.42±1.64	4.807	<0.001
Plt($\bar{x}\pm s$,×10 ⁹ L ⁻¹)	224.16±55.32	203.73±50.51	3.139	0.002
Hb($\bar{x}\pm s$,g/L)	136.55±18.31	139.94±19.28	1.412	0.159
血钾($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	3.24±0.64	3.38±0.66	1.695	0.091
血钠($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	129.03±9.42	131.24±9.95	1.784	0.075
TC($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	4.95±0.86	4.79±0.81	1.545	0.123
TG($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	1.60±0.39	1.52±0.37	1.695	0.091
LDL-C($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	3.48±0.69	3.34±0.62	1.745	0.082
HDL-C($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	1.19±0.34	1.26±0.35	1.598	0.111
血肌酐($\bar{x}\pm s$,μmol/L)	95.16±20.33	90.77±19.86	1.745	0.082
BUN($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	5.72±1.36	5.43±1.28	1.772	0.077
血尿酸($\bar{x}\pm s$,μmol/L)	405.83±62.65	365.71±60.14	5.244	<0.001
NT-proBNP($\bar{x}\pm s$,ng/L)	2 076.85±354.96	1 673.52±329.47	9.542	<0.001
LVEF($\bar{x}\pm s$,%)	56.02±4.11	56.93±4.09	1.764	0.079
PCI 后				
CK-MB($\bar{x}\pm s$,U/L)	55.29±7.86	47.57±8.48	7.346	<0.001
cTnT($\bar{x}\pm s$,μg/L)	2.21±0.52	1.67±0.35	10.834	<0.001

续表 3 并发心力衰竭组与未并发心力衰竭组患者一般资料比较

项目	并发心力衰竭组(<i>n</i> =82)	未并发心力衰竭组(<i>n</i> =272)	χ^2/t	<i>P</i>
cTnI($\bar{x}\pm s,\mu\text{g/L}$)	3.20±0.57	2.58±0.43	10.562	<0.001
MYO($\bar{x}\pm s,\mu\text{g/L}$)	120.15±18.74	101.13±17.03	8.658	<0.001
复流情况			12.980	<0.001
复流	70(85.37)	262(96.32)		
慢/无复流	12(14.63)	10(3.68)		

2.3 心肌标志物检测对 PCI 后老年 STEMI 并发心力衰竭的预测价值 PCI 后 CK-MB、cTnT、cTnI、MYO 检测预测老年 STEMI 并发心力衰竭的灵敏度分别为 78.05%、76.83%、78.05%、75.61%，特异度分别为 75.37%、79.04%、79.74%、75.74%，ROC 曲线下面积(AUC)分别为 0.761、0.797、0.804、0.778。见图 1、表 4。

2.4 老年 STEMI 并发心力衰竭的影响因素 前壁梗死、多支血管病变、梗死面积、入院时冠脉 Gensini 评分,PCI 前 NLR、Plt、血尿酸、NT-proBNP,PCI 后 CK-MB、cTnT、cTnI、MYO、慢/无复流均是老年 STEMI 并发心力衰竭的危险因素(*P*<0.05)。见表 5。

表 4 心肌标志物检测对 PCI 后老年 STEMI 并发心力衰竭的预测效能

项目	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	AUC	95%CI	<i>P</i>
PCI 后						
CK-MB	52.61 U/L	78.05	75.37	0.761	0.713~0.805	<0.001
cTnT	1.93 $\mu\text{g/L}$	76.83	79.04	0.797	0.751~0.838	<0.001
cTnI	3.01 $\mu\text{g/L}$	78.05	79.78	0.804	0.759~0.844	<0.001
MYO	113.45 $\mu\text{g/L}$	75.61	75.74	0.778	0.731~0.820	<0.001

表 5 老年 STEMI 并发心力衰竭危险因素的多因素 logistic 回归分析

因素	回归系数	标准误	χ^2	<i>P</i>	OR	95%CI
前壁梗死						
前壁梗死	0.752	0.334	5.069	0.047	2.121	1.102~4.082
多支血管病变						
多支血管病变	0.936	0.358	6.836	0.028	2.550	1.264~5.143
梗死面积						
梗死面积	0.733	0.319	5.280	0.045	2.081	1.114~3.889
入院时						
收缩压	0.525	0.284	3.417	0.068	1.690	0.969~2.950
舒张压	0.496	0.273	3.301	0.069	1.642	0.962~2.804
心率	0.518	0.280	3.423	0.068	1.679	0.970~2.906
冠脉 Gensini 评分	0.895	0.348	6.614	0.030	2.447	1.237~4.841
PCI 前						
NLR	0.836	0.355	5.546	0.041	2.307	1.151~4.626
Plt	0.684	0.303	5.096	0.046	1.982	1.094~3.589
血尿酸	0.748	0.315	5.639	0.040	2.113	1.140~3.917
NT-proBNP	0.964	0.373	6.679	0.030	2.622	1.262~5.447
PCI 后						
CK-MB	0.705	0.295	5.728	0.040	2.026	1.136~3.612
cTnT	0.886	0.311	8.116	0.015	2.425	1.318~4.462
cTnI	0.904	0.307	8.671	0.009	2.469	1.353~4.507
MYO	0.652	0.290	5.055	0.047	1.919	1.087~3.389
慢/无复流	0.993	0.335	8.786	0.008	2.699	1.400~5.205
常数项	-3.178	0.863	13.561	<0.001	—	—

注:—表示无数据。

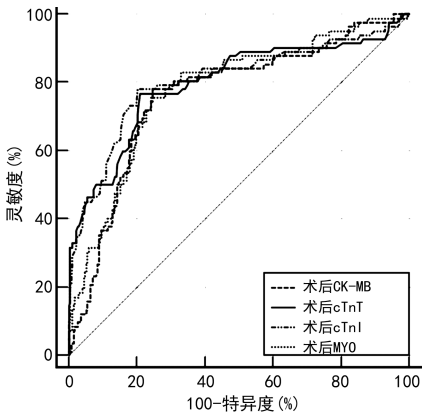


图 1 心肌标志物检测预测老年 STEMI 并发心力衰竭的 ROC 曲线

2.5 基于心肌标志物构建的老年 STEMI 并发心力衰竭的风险预测 Nomogram 模型 构建的老年 STEMI 并发心力衰竭的风险预测 Nomogram 模型见图 2。经验证训练集与验证集的一致性指数分别为 0.854、0.833 (95% CI 0.806 ~ 0.891、0.774 ~ 0.869),校正曲线与理想曲线贴合较好。见图 3。训练集灵敏度、特异度、AUC 分别为 85.71%、83.85%、0.874 (95% CI 0.820 ~ 0.917),验证集分别为 82.86%、81.54%、0.858 (95% CI 0.774 ~ 0.920)。见图 4。当训练集阈值概率为 0~0.85、验证集阈值概率为 0~0.90 时 Nomogram 模型预测老年 STEMI 并发心力衰竭风险可获得较高的净收益。见图 5。

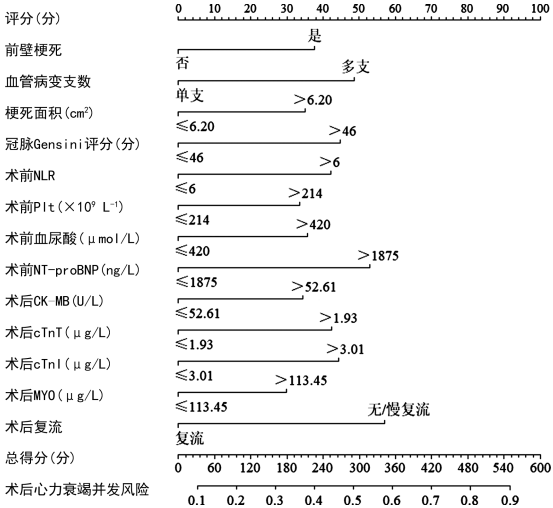


图 2 老年 STEMI 并发心力衰竭的风险预测 Nomogram 模型

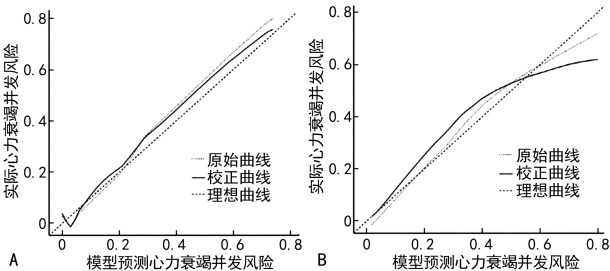


图 3 模型校准曲线评估

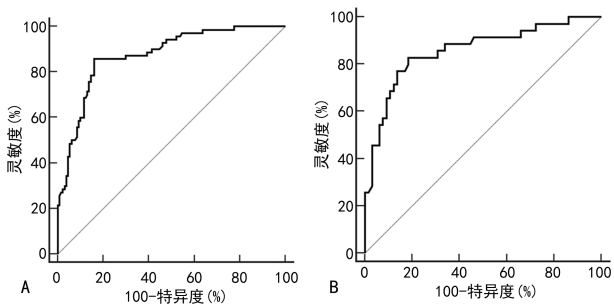


图 4 模型 ROC 曲线评估

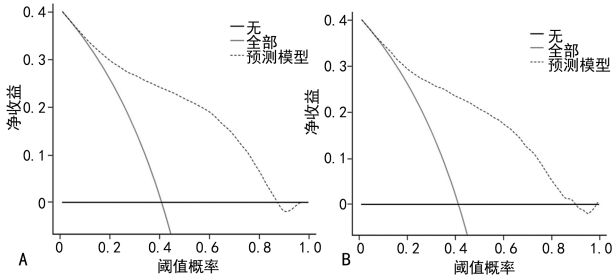


图 5 模型决策曲线分析评估

3 讨 论

PCI 是治疗 STEMI 的主要手段,可有效提升患者生存率,但 PCI 后心力衰竭的发生仍是临床医生面临的重要问题,且患者年龄越大 PCI 后并发心力衰竭的风险越高。相关研究表明,老年 STEMI 患者 PCI 后心力衰竭发生率为 24.40%^[7]。本研究结果显示,老年 STEMI 患者 PCI 后心力衰竭发生率为 22.79% (121/531),证实 PCI 后老年 STEMI 患者并发心力衰竭的风险仍较高。因此,需及时识别老年 STEMI 患者 PCI 后并发心力衰竭的风险,以便早期防控。

本研究结果显示,PCI 后检测 CK-MB、cTnT、cTnI、MYO 对预测老年 STEMI 患者 PCI 后并发心力衰竭具有较好的灵敏度与特异度,且为发生心力衰竭的危险因素 ($P < 0.05$)。CK-MB、cTnT、cTnI、MYO 均是临床常用的心肌损伤标志物,是判断心肌梗死的重要指标。发生 STEMI 后心肌细胞受到损伤或坏死,可释放大量 CK-MB、cTnT、cTnI、MYO 进入血液循环,促使其在血液中的含量显著上升,其水平高低可反映心肌损伤程度,与心肌损害严重性密切相关。相关研究表明,CK-MB、cTn、MYO 对急性心肌梗死的早期诊断具有较好的应用价值^[8-9]。周成龙等^[10]研究表明,CK-MB、cTnI 是急性心肌梗死患者 PCI 后并发心力衰竭的独立危险因素。血清 CK-MB、cTnT、cTnI、MYO 水平越高心肌损害越严重,心肌细胞死亡越多,PCI 后并发心力衰竭的风险越高。因此,需在老年 STEMI 患者 PCI 后 24 h 内检测其心肌损伤标志物,若发现 CK-MB>52.61 U/L、cTnT>1.93 μg/L、cTnI>3.01 μg/L、MYO>113.45 μg/L 时需加强对患者的监督与管理,必要时给予 β 受体阻

滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂等药物加以预防。

本研究结果还显示,前壁梗死、多支血管病变、梗死面积、入院时冠脉 Gensini 评分,PCI 前 NLR、Plt、血尿酸、NT-proBNP,PCI 后慢/无复流均为老年 STEMI 并发心力衰竭的危险因素。前壁心肌梗死面积相对较大,受损或凋亡的心肌细胞数量较多,PCI 后易并发心力衰竭。血管病变支数越多表示狭窄梗死部位越多,PCI 后并发心力衰竭的风险较高。心肌梗死面积与冠脉闭塞程度、缺血时间及是否有侧支循环等有关,梗死面积越大心肌活力越差,预后不良的风险越高。冠脉 Gensini 评分越高表示冠脉病变越严重,PCI 后效果越差,并发心力衰竭的概率越大。相关研究表明,病变血管支数、前壁心肌梗死、冠脉 Gensini 评分均为急性心肌梗死患者 PCI 后并发心力衰竭的独立危险因素^[10]。有研究表明,梗死面积与急性 STEMI 患者 PCI 后 2 年心源性死亡风险独立相关^[11]。NLR 越高表示炎症反应越强烈,而炎症反应可促使血管收缩与血小板聚集导致心肌缺血损害愈发严重,发生心力衰竭的概率越大。Plt 可诱导单核细胞黏附与迁移,引起内皮细胞因子分泌,促使心肌损害与坏死,并可诱发血栓,从而增加发生心力衰竭的可能性。相关研究表明,NLR、Plt 均为 STEMI 患者发生心力衰竭的危险因素^[12]。血尿酸高表达可促使氧化应激反应发生,激活炎症反应,促进血小板黏附聚集与血栓形成,增加 PCI 后发生心力衰竭的概率^[3]。NT-proBNP 是诊断心力衰竭的常用实验室指标,心肌缺血、缺氧可导致其水平显著上升,且与心肌损伤程度相关,其水平越高心肌损伤越严重。据文献报道,NT-proBNP 水平升高与急性心肌梗死全因死亡率、主要不良心血管事件风险增加有关^[13]。若 PCI 后慢/无复流表明缺血心肌未能得到有效灌注,PCI 后仍存在心肌缺血等状况则心力衰竭并发率较大。李鹤等^[14]指出,PCI 后慢/无复流是影响 2 型糖尿病老年 STEMI 患者并发心力衰竭的危险因素。因此,需重点关注前壁心肌梗死、多支血管病变、梗死面积大于 6.20 cm²、冠脉 Gensini 评分大于 46 分的患者,PCI 后加强心电图监测,叮嘱患者遵医嘱坚持服药;另外,PCI 前需检测 NLR、Plt、血尿酸、NT-proBNP 水平,若发现 NLR>6、Plt>214×10⁹ L⁻¹、血尿酸>420 μmol/L、NT-proBNP>1 875 ng/L 则 PCI 后需给予 β 受体阻滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂等药物干预,并指导患者 PCI 后科学饮食、运动、休息等;此外,若 PCI 后慢/无复流可采取冠脉内给予替罗非班、维拉帕米等药物进行处理,冠脉内推注适量肝素以清除微血管堵塞等。

Nomogram 模型具有简单、可视化、可读性高、应用便捷等特点,基于各预测指标对某事件或结局的影响程度而将其具体赋分,将各预测指标评分相加可得到总分,继而可得到该事件或结局的预测风险概

率^[15]。本研究基于多因素分析结果构建了老年 STEMI 并发心力衰竭的风险预测 Nomogram 模型,经验证训练集与验证集的一致性指数分别为 0.854、0.833,校正曲线与理想曲线贴合较好,ROC 曲线评估显示,AUC 分别为 0.874、0.858,决策曲线分析显示,阈值概率为 0~0.85、0~0.90 时模型净收益较高,表明 Nomogram 模型预测效能较好。因此,临床工作中可将 Nomogram 模型用于老年 STEMI 患者个体化评估中,以便于指导临床医生尽可能早期筛查高风险心力衰竭患者并采取针对性干预措施,以预防 PCI 后心力衰竭的发生,改善患者预后。

综上所述,PCI 后 CK-MB、cTnT、cTnI、MYO 水平与前壁梗死、多支血管病变、梗死面积、入院时冠脉 Gensini 评分,PCI 前 NLR、Plt、血尿酸、NT-proBNP,PCI 后慢/无复流均为老年 STEMI 患者 PCI 后并发心力衰竭的危险因素,基于此构建的 Nomogram 模型具有较好的预测效能,有助于临床医生早期筛查高风险人群、完善治疗与管理计划。

参考文献

[1] TSUDA K,KATAOKA Y,OGATA S,et al. Diminished response to statins predicts the occurrence of heart failure after acute myocardial infarction[J]. Cardiovasc Diagn Ther,2020,10(4):705-716.

[2] 任丽娜,王东,闫晓武. CK-MB、cTnT、H-FABP、MYO 在急性心肌梗死患者中的检测意义[J]. 贵州医药,2021,45(12):1907-1908.

[3] 辛国勇,郑高梅,唐伟. CysC、RBP 联合 UA 对老年急性心肌梗死患者 PCI 术后心力衰竭的诊断价值[J]. 临床误诊误治,2023,36(5):73-77.

[4] 温伟,文力,安稳,等. 和肽素联合肌钙蛋白 I 评估老年急性心肌梗死患者预后的价值[J]. 中华老年医学杂志,2022,41(2):135-138.

[5] 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.

[6] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组,中国医师协会心力衰竭专业委员会,中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018[J]. 中华心血管病杂志,2018,46(10):760-789.

[7] 赵晓静,代江娜,赵秋兰. 生长停滞特异性基因 6 蛋白可预测老年急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后发生心力衰竭[J]. 内科急危重症杂志,2022,28(6):500-503.

[8] WANG G M,LI Y,WU S,et al. The combination of creatine kinase-myocardial(下转第 4000 页)

coupled estrogen receptor 1 mediates acute estrogen-induced cardioprotection via MEK/ERK/GSK-3 β pathway after ischemia/reperfusion[J]. PLoS One,2015,10(9):e0135988.

[19] PUZIANOWSKA-KUZNICKA M. ESR1 in myocardial infarction[J]. Clin Chim Acta, 2012,413(1/2):81-87.

[20] OKUTANI D,LODYGA M,HAN B,et al. Src protein tyrosine kinase family and acute inflammatory responses[J]. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol,2006,291(2):L129-L141.

[21] HUSSAIN M,IKRAM W,IKRAM U. Role of c-src and reactive oxygen species in cardiovascular diseases[J]. Mol Genet Genomics,2023, 298(2):315-328.

[22] NIKOLAOU M,PARISSIS J,YILMAZ M B, et al. Liver function abnormalities,clinical profile,and outcome in acute decompensated heart failure[J]. Eur Heart J,2013,34(10):742-749.

[23] GATTA A,VERARDO A,BOLOGNESI M. Hypoalbuminemia [J]. Intern Emerg Med, 2012,7(Suppl 3):S193-S199.

[24] POELZL G,AUER J. Cardiohepatic syndrome [J]. Curr Heart Fail Rep,2015,12(1):68-78.

[25] SAWASHITA Y,KAZUMA S,TOKINAGA Y, et al. Albumin protects the ultrastructure of the endothelial glycocalyx of coronary arteries in myocardial ischemia-reperfusion injury in vivo[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2023, 666:29-35.

[26] BICCIRÉ F G,PASTORI D,TANZILLI A,et al. Low serum albumin levels and in-hospital outcomes in patients with ST segment elevation myocardial infarction[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis,2021,31(10):2904-2911.

[27] SENGUPTA A,MOLKENTIN J D,PAIK J H,et al. FoxO transcription factors promote cardiomyocyte survival upon induction of oxidative stress[J]. J Biol Chem,2011,286(9): 7468-7478.

[28] MARIAN A J. Genetic basis of cardiovascular aging is at the core of human longevity[J]. J Cardiovasc Aging,2022,2(2):25.

[29] GHAFOURI-FARD S,KHANBABAPOUR SASI A,HUSSEN B M,et al. Interplay between PI3K/AKT pathway and heart disorders[J]. Mol Biol Rep,2022,49(10):9767-9781.

[30] QIN G W,LU P,PENG L,et al. Ginsenoside Rb1 inhibits cardiomyocyte autophagy via PI3K/Akt/mTOR signaling pathway and reduces myocardial ischemia/reperfusion injury [J]. Am J Chin Med,2021,49(8):1913-1927.

(收稿日期:2024-04-23 修回日期:2024-08-21)

(上接第 3992 页)

band isoenzyme and point-of-care cardiac troponin/contemporary cardiac troponin for the early diagnosis of acute myocardial infarction[J]. World J Emerg Med,2022,13(3):163-168.

[9] SUN J H,LIU X K,XING X W,et al. Value of cardiac troponin, myoglobin combined with heart-type fatty acid-binding protein detection in diagnosis of early acute myocardial infarction [J]. Pak J Med Sci,2023,39(6):1690-1694.

[10] 周成龙,金先银,赵军,等. 急性心肌梗死 PCI 术后并发心力衰竭的列线图预测模型研究[J]. 心血管康复医学杂志,2022,31(5):586-590.

[11] 张师儒,李瑞雪,焦云娣,等. 梗死面积对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者预后的预测价值 [J]. 中华内科杂志,2021,60(8):751-756.

[12] 冯彩玲,李利军,李正卿. NLR 与 PLR 联合检测对急性 ST 段抬高型心肌梗死后发生心力衰竭的预测价值[J]. 海南医学,2020,31(24):3141-3144.

[13] SHEN S H,YE J H,WU X Z,et al. Association of N-terminal pro-brain natriuretic peptide level with adverse outcomes in patients with acute myocardial infarction:A meta-analysis[J]. Heart Lung,2021,50(6):863-869.

[14] 李鹤,孙军鸽,侯传龙. 老年伴 2 型糖尿病急性 ST 段抬高型心肌梗死并发心力衰竭相关因素分析[J]. 心肺血管病杂志,2022,41(5):471-475.

[15] WANG D S,LI Y X,SHENG W Y,et al. Development and validation of a nomogram model for pneumonia after redo cardiac surgery[J]. J Cardiovasc Med (Hagerstown), 2022, 23(5): 325-334.

(收稿日期:2024-03-05 修回日期:2024-07-28)