

本文引用: 赵德轩, 刘 慧, 贾蕾蕾. 血浆 ApoB/ApoA1 比值和 D-二聚体水平的列线图模型对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后左心室血栓形成的预测价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(3): 228-234, 270. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2024.03.006.

· 临床研究 ·

[文章编号] 1007-3949(2024)32-03-0228-08

## 血浆 ApoB/ApoA1 比值和 D-二聚体水平的列线图模型对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后左心室血栓形成的预测价值

赵德轩, 刘 慧, 贾蕾蕾

阜阳市第六人民医院心内科, 安徽省阜阳市 236000

[摘要] [目的] 分析血浆 ApoB/ApoA1 比值和 D-二聚体(D-D)对急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者 PCI 术后左心室血栓形成(LVT)的预测价值,并建立列线图模型。[方法] 选取 2021 年 1 月—2022 年 12 月阜阳市第六人民医院收治的 187 例 STEMI 患者。根据患者术后 28 天随访结果,将患者分为 LVT 组和非 LVT 组。对两组患者血浆 ApoB/ApoA1 比值和 D-D 水平等临床资料进行单因素和二元 Logistic 回归分析,探索 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的独立危险因素,建立列线图模型,并对列线图模型的诊断效能进行评价。[结果] 血浆 ApoB/ApoA1 比值升高(OR=1.320, 95% CI: 1.057 ~ 1.648)、D-D 水平增加(OR=1.031, 95% CI: 1.020 ~ 1.042)、术前 TIMI 为 0 级(OR=4.141, 95% CI: 1.018 ~ 16.849)及左心室射血分数(LVEF)降低(OR=0.906, 95% CI: 0.853 ~ 0.963)是 PCI 术后 LVT 形成的独立危险因素( $P<0.05$ ),上述指标预测 LVT 形成的 AUC 分别为 0.792、0.800、0.623 和 0.726。基于以上指标建立列线图模型,ROC 曲线分析表明,模型一致性指数为 0.926,校正曲线显示该模型具有良好的区分度和一致性。[结论] STEMI 患者血浆 ApoB/ApoA1 比值升高和 D-D 水平增加与 PCI 术后 LVT 形成具有密切关系,基于上述指标建立的列线图模型对预测 LVT 有较高的诊断效能,有利于临床医务人员对高危患者的识别。

[关键词] ST 段抬高型心肌梗死; 载脂蛋白 B; 载脂蛋白 A1; D-二聚体; 左心室血栓形成

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

### The predictive value of a column chart model with plasma ApoB/ApoA1 ratio and D-dimer levels for left ventricular thrombosis after PCI in patients with acute ST segment elevation myocardial infarction

ZHAO Dexuan, LIU Hui, JIA Leilei

Department of Cardiology, Fuyang Sixth People's Hospital, Fuyang, Anhui 236000, China

[ABSTRACT] **Aim** To analyze the predictive value of plasma ApoB/ApoA ratio and D-dimer (D-D) levels for left ventricular thrombosis (LVT) after PCI in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI), and establish a column chart model. **Methods** 187 STEMI patients admitted to Fuyang Sixth People's Hospital from January 2021 to December 2022 were selected. According to the follow-up results 28 days after surgery, the patients were divided into LVT group and non LVT group. The study conducted univariate and binary Logistic regression analysis on clinical data such as plasma ApoB/ApoA1 ratio and D-D in the two groups of patients, identified independent risk factors for LVT formation in STEMI patients after PCI, established a column chart model, and evaluated the diagnostic efficacy of the column chart model. **Results** The results showed that an increase in the ApoB/ApoA1 ratio (OR=1.320, 95% CI: 1.057 ~ 1.648), an increase in D-D levels (OR=1.031, 95% CI: 1.020 ~ 1.042), a preoperative TIMI of 0 (OR=4.141, 95% CI: 1.018 ~ 16.849), and a decrease in LVEF (OR=0.906, 95% CI: 0.853 ~ 0.963) were independent

[收稿日期] 2023-08-28

[修回日期] 2023-11-22

[基金项目] 2022 年度安徽省卫生健康科研项目立项项目(AHWJ2022a043)

[作者简介] 赵德轩,副主任医师,主要从事心血管介入治疗研究,E-mail:Zhaodexuan1982@126.com。通信作者贾蕾蕾,副主任医师,主要从事心血管介入治疗研究,E-mail:187200500@qq.com。

risk factors for LVT formation after PCI ( $P < 0.05$ ), and the AUC predicted by the above indicators for LVT formation were 0.792, 0.800, 0.623 and 0.726, respectively. Based on the above indicators, a column chart model was established.

ROC curve analysis showed that the consistency index of the model was 0.926, and the calibration curve showed that the model had good discrimination and consistency.

**Conclusions** The increase in plasma ApoB/ApoA1 ratio and D-D levels in STEMI patients is closely related to the formation of LVT after PCI. The column chart model established based on the above indicators has high diagnostic efficacy in predicting LVT, which is beneficial for clinical medical staff to identify high-risk patients.

**[KEY WORDS]** ST-segment elevation myocardial infarction; apolipoprotein B; apolipoprotein A1; D-dimer; left ventricular thrombosis

左心室血栓(left ventricular thrombus, LVT)形成是 ST 段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)患者的重要并发症之一,而一旦栓子脱落,引起栓塞事件,可导致 STEMI 患者不良预后。调查发现,急性 STEMI 灌注治疗前,LVT 的发生率可高到 46%<sup>[1]</sup>。随着经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)的普及,LVT 的发生风险显著降低。然而,急性 STEMI 患者病情通常较为复杂,患者大范围前壁心肌梗死、心功能障碍及高凝状态等均可诱发 LVT 的形成,导致患者术后不良心脑血管事件的发生风险明显升高<sup>[2]</sup>。因此,加强对 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 发生风险的分析,并建立个体化的预警模型,对改善患者预后具有重要的作用。目前,关于 LVT 形成的具体机制尚不完全清楚。但有研究证实,血管内皮损伤和高凝状态是引起 LVT 形成的直接原因。血浆载脂蛋白 B(apolipoprotein B, ApoB)与载脂蛋白 A1(apolipoprotein A1, ApoA1)浓度比值(ApoB/ApoA1)和 D-二聚体(D-dimer, D-D)水平分别是反映血管内皮保护水平和机体凝血功能的重要指标。已有大量研究证实,上述指标不仅与心血管疾病的发生具有密切关系,同时也是冠心病患者发生不良心血管事件的重要血清标志物<sup>[3-5]</sup>。然而,目前关于血浆 ApoB/ApoA1 比值和 D-D 水平对 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 发生的相关性分析研究十分有限,能否基于这些指标加强对临床 LVT 高危患者的识别,进而改善预后尚不清楚,本研究旨在对此进行探讨。

## 1 资料和方法

### 1.1 研究对象

选取 2021 年 1 月—2022 年 12 月阜阳市第六人民医院收治的 187 例 STEMI 患者作为研究对象。纳入标准:①患者满足关于 STEMI 的临床诊断标

准;②患者心肌梗死为首次发作;③患者有 PCI 术指征,且手术过程顺利;④年龄 $\geq 18$  周岁,男女不限;⑤患者及其家属了解本研究内容,同意并签订知情同意书;⑥患者发病至就诊时间 $\leq 72$  h。排除标准:①患者有 PCI 术禁忌症;②患者有心房颤动、心力衰竭、心脏骤停或休克等严重并发症;③患者既往有脑出血、脑梗死等病史;④PCI 术后无法按照既定研究方案随访超声心动图者;⑤患者合并有血栓性疾病、严重的肝肾功能障碍或恶性肿瘤性疾病等;⑥患者近 1 周内服用抗凝、抗血小板聚集、血脂调节药物治疗者;⑦入院时 Killip 分级为 III 或 IV。本研究通过阜阳市第六人民医院伦理委员会审批(202011016)。

### 1.2 STEMI 临床诊断标准

STEMI 临床诊断参考由中华医学会制定的《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)》<sup>[6]</sup>中的相关标准:①患者胸骨后或胸前区剧烈的压榨性疼痛,可向左上肢、颈部或背部等部位放射,且疼痛时间超过 10~20 min,服用硝酸甘油无缓解;②患者心电图检查表现为 ST 段弓背向上抬高,呈单相曲线,伴或不伴病理性 Q 波和 R 波减低;③患者心肌损伤血清生物标志物肌红蛋白、肌钙蛋白或肌酸激酶同工酶升高。

### 1.3 LVT 形成诊断标准及分组

所有患者术后 28 天内每周随访一次经胸超声心动图,LVT 形成诊断标准为心动图表现为收缩期和舒张期整个心动周期内可见的左心室腔内异常回声团块,边界清晰,与周围心肌可区分,具有明显的血栓-血液分界面,并且在心尖轴和短轴两个超声窗面可见<sup>[7]</sup>。根据患者术后 28 天内 LVT 的发生情况,将发生 LVT 的患者作为 LVT 组,未发生 LVT 的患者作为非 LVT 组。

### 1.4 临床资料收集

1.4.1 一般临床资料 包括性别、年龄、体质量、入院时血压(收缩压和舒张压)、既往病史(高血压

和糖尿病)、吸烟史(定义为每日吸烟 $\geq 1$ 支,且连续时间 $\geq 6$ 个月,无论目前是否戒烟<sup>[8]</sup>)、饮酒史(定义为每日饮用白酒 50 mL 或啤酒 500 mL 或红酒 150 mL 以上<sup>[9]</sup>)、Killip 分级、发病至就诊时间、入院时左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、病变血管数目及血流分级(thrombolysis in myocardial infarction, TIMI)等。在既往病史中,高血压定义为未使用降压药物下,非同日 3 次或以上测量收缩压 $\geq 140$  mmHg 和(或)舒张压 $\geq 90$  mmHg<sup>[10]</sup>;糖尿病定义为空腹血糖 $\geq 7.0$  mmol/L,且随机血糖 $\geq 11.0$  mmol/L<sup>[11]</sup>。

**1.4.2 实验室检查资料** 患者于入院 24 h 内空腹状态下抽取外周静脉血 5~10 mL 置于抗凝管中,3 000 r/min 离心 30 min,取血浆,通过全自动生化分析仪(奥林巴斯 AU640 型)检测总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)、血肌酐(serum creatinine, SCr)、丙氨酸转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、天冬氨酸转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)、ApoA1、ApoB、D-D、肌酸激酶同工酶 MB(creatine kinase-MB, CK-MB)及心肌肌钙蛋白 T(cardiac troponin T, cTnT)。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件对数据进行分析。首先对 LVT 组和非 LVT 组患者临床资料进行单因素分析,其中,计数资料采用例数(%)表示,组间比较采用卡方检验;计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验。其次对单因素分析中具有统计学意义的变量进行二元 Logistic 回归分析,筛选 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的独立危险因素。最后通过 R 软件 rms 包基于回归分析结果建立列线图模型,并通过 R 软件 pROC 包和 rmda 包绘制 ROC 曲线、计算 C-index 和曲线下面积(area under curve, AUC),行校正曲线和决策曲线(decision curve analysis, DCA)分析模型的稳定性和预测效能。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的单因素分析

随访期内,共有 62 例患者发生 LVT,125 例患者未发生 LVT。对两组患者临床资料进行单因素分析发现,LVT 组患者术前 TIMI 0 级和 Killip II 级的患者比例高于非 LVT 组(均  $P < 0.05$ );LVT 组患者 ApoB 是非 LVT 组的 1.30 倍,ApoA1 是非 LVT 组的

0.91 倍,ApoB/ApoA1 是非 LVT 组的 1.33 倍,D-D 是非 LVT 组的 1.39 倍,LVEF 是非 LVT 组的 0.77 倍(均  $P < 0.05$ ;表 1)。

表 1. LVT 组和非 LVT 组临床资料的单因素分析

Table 1. Single factor analysis of clinical data between LVT group and non LVT group

项目	非 LVT 组 ( <i>n</i> = 125)	LVT 组 ( <i>n</i> = 62)	$\chi^2$	<i>P</i>
性别/[例(%)]			0.002	0.961
男	67(53.6)	33(53.2)		
女	58(46.4)	29(46.8)		
年龄/岁	64.12 $\pm$ 7.02	66.18 $\pm$ 8.17	1.788	0.075
高血压病史			0.130	0.719
是	47(37.6)	25(40.3)		
否	78(62.4)	37(59.7)		
糖尿病病史			0.035	0.851
是	40(32.0)	19(30.6)		
否	85(68.0)	43(69.4)		
发病至就诊时间/h	7.29 $\pm$ 3.09	8.07 $\pm$ 3.32	1.585	0.115
吸烟史/[例(%)]			0.026	0.872
是	21(16.8)	11(17.7)		
否	104(83.2)	51(82.3)		
饮酒史/[例(%)]			0.451	0.502
是	58(46.4)	32(51.6)		
否	67(53.6)	30(48.4)		
入院时收缩压/mmHg	132.47 $\pm$ 15.36	136.31 $\pm$ 13.17	1.685	0.094
入院时舒张压/mmHg	88.36 $\pm$ 8.67	90.05 $\pm$ 8.56	1.260	0.209
Killip 分级/[例(%)]			6.619	0.010
I 级	102(81.6)	40(64.5)		
II 级	23(18.4)	22(35.5)		
病变血管数目/ [例(%)]			0.065	0.799
单支病变	46(36.8)	24(38.7)		
$\geq 2$ 支病变	79(63.2)	38(61.3)		
术前 TIMI/[例(%)]			10.555	0.001
0 级	66(52.8)	48(77.4)		
1 级	59(47.2)	14(22.6)		
LVEF/%	45.81 $\pm$ 10.93	35.12 $\pm$ 10.17	6.440	<0.001
ALT/(U/L)	31.91 $\pm$ 10.23	34.97 $\pm$ 11.59	1.841	0.067
AST/(U/L)	35.84 $\pm$ 9.12	36.13 $\pm$ 10.82	0.192	0.848
SCr/(mL/min)	68.22 $\pm$ 12.36	68.07 $\pm$ 13.18	0.076	0.939
TC/(mmol/L)	4.61 $\pm$ 1.69	4.76 $\pm$ 1.21	0.624	0.534
TG/(mmol/L)	1.71 $\pm$ 0.52	1.69 $\pm$ 0.42	0.263	0.793
LDL/(mmol/L)	2.43 $\pm$ 0.61	2.23 $\pm$ 0.74	1.964	0.051
ApoA1/(g/L)	1.14 $\pm$ 0.23	1.04 $\pm$ 0.19	2.388	0.018
ApoB/(g/L)	0.87 $\pm$ 0.25	1.13 $\pm$ 0.25	6.416	<0.001
ApoB/ApoA1	0.86 $\pm$ 0.22	1.14 $\pm$ 0.37	5.628	<0.001
D-D/( $\mu$ g/L)	508.73 $\pm$ 89.03	706.94.97 $\pm$ 74.62	13.066	<0.001
CK-MB/( $\mu$ g/L)	108.39 $\pm$ 19.32	118.45 $\pm$ 18.34	1.222	0.224
cTnT/( $\mu$ g/L)	14.85 $\pm$ 6.87	15.37 $\pm$ 5.39	0.232	0.817

2.2 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的二元 Logistic 回归分析

将术前 TIMI、Killip 分级、ApoB、ApoA1、LVEF、ApoB/ApoA1 比值及 D-D 作为自变量,以患者是否发生 LVT 作为因变量,行二元 Logistic 回归分析。结果表明,STEMI 患者术前 TIMI 0 级(OR=4.141,95% CI: 1.018 ~ 16.849)、ApoB/ApoA1 比值升高

(OR=1.320,95% CI:1.057 ~ 1.648)、D-D 水平增加(OR=1.031,95% CI:1.020 ~ 1.042)及 LVEF 水平降低(OR=0.906,95% CI:0.853 ~ 0.963)是 PCI 术后 LVT 形成的独立危险因素( $P<0.05$ ),而患者 Killip 分级、ApoB 和 ApoA1 则与 PCI 术后 LVT 形成无统计学相关性(表 2)。

表 2. STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的二元 Logistic 回归分析

Table 2. Binary Logistic regression analysis of LVT formation in STEMI patients after PCI

因素	回归系数	标准误	Wald 值	P	OR	95% CI
术前 TIMI 0 级	1.421	0.716	3.938	0.047	4.141	1.018 ~ 16.849
LVEF 降低	-0.099	0.031	10.158	0.001	0.906	0.853 ~ 0.963
D-D 升高	0.030	0.006	29.696	<0.001	1.031	1.020 ~ 1.042
ApoB/ApoA1 升高	0.277	0.113	5.997	0.014	1.320	1.057 ~ 1.648
Killip II 级	0.163	0.388	0.176	0.675	1.177	0.550 ~ 2.517
ApoA1 降低	-0.271	0.623	0.190	0.663	0.762	0.225 ~ 2.586
ApoB 升高	-0.155	0.441	0.124	0.725	0.856	0.361 ~ 2.033
常量	-19.162	3.811	25.277	<0.001	0.000	0.000 ~ 0.000

2.3 各变量预测 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的 ROC 曲线分析

以患者术前 TIMI、LVEF、ApoB/ApoA1 比值和 D-D 为检验变量,行 ROC 曲线分析,结果表明,上述

变量预测 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的 AUC 最高的是 D-D,其次是 ApoB/ApoA1 比值,最佳诊断界值分别为 $\geq 587 \mu\text{g/L}$ 和 $\geq 0.81$ (表 3)。

表 3. STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的 ROC 曲线分析

Table 3. ROC curve analysis of LVT formation in STEMI patients after PCI

变量	AUC	标准误	P	95% CI		最大约登指数	最佳截断值	灵敏度/%	特异度/%
				上限	下限				
ApoB/ApoA1	0.792	0.034	<0.001	0.726	0.858	0.495	$\geq 0.81$	85.5	64.0
LVEF	0.726	0.039	<0.001	0.657	0.789	0.391	$\leq 44\%$	82.3	56.8
术前 TIMI	0.623	0.042	0.006	0.540	0.706	0.402		77.4	47.2
D-D	0.800	0.033	<0.001	0.736	0.864	0.485	$\geq 587 \mu\text{g/L}$	67.7	80.8

注:空白表示不适用。

2.4 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的列线图模型的构建

基于二元 Logistic 回归分析,将 ApoB/ApoA1 比值、LVEF、术前 TIMI 和 D-D 四个变量通过 R 软件 rms 包构建 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的列线图模型(图 1)。在实际临床应用中,医务人员可通过对上述各变量的实际测量值,于列线图的“评分”数轴上进行评分,然后将各变量评分相加,获得总分,将总分在“总评分”数轴上进行读数,即可得到

与之相对应的 LVT 形成风险概率。

2.5 列线图模型的诊断效能分析

对模型进行 ROC 曲线分析,结果表明,该列线图模型预测 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的 C-index 为 0.926,95% CI 为 0.866 ~ 0.949;校正曲线分析显示,模型的预测概率和实际发生概率具有较高的一致性(图 2)。DCA 曲线分析表明,当列线图模型预测 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的风险阈值 $>0.02$ 时,提供了附加临床获益(图 3)。



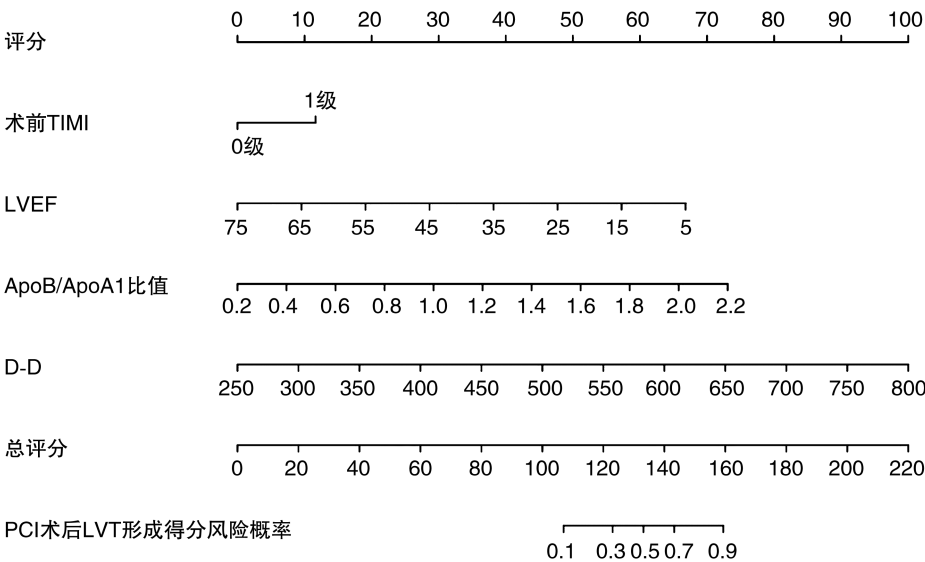


图 1. STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的列线图模型的构建

Figure 1. Construction of a column chart model for LVT formation in STEMI patients after PCI

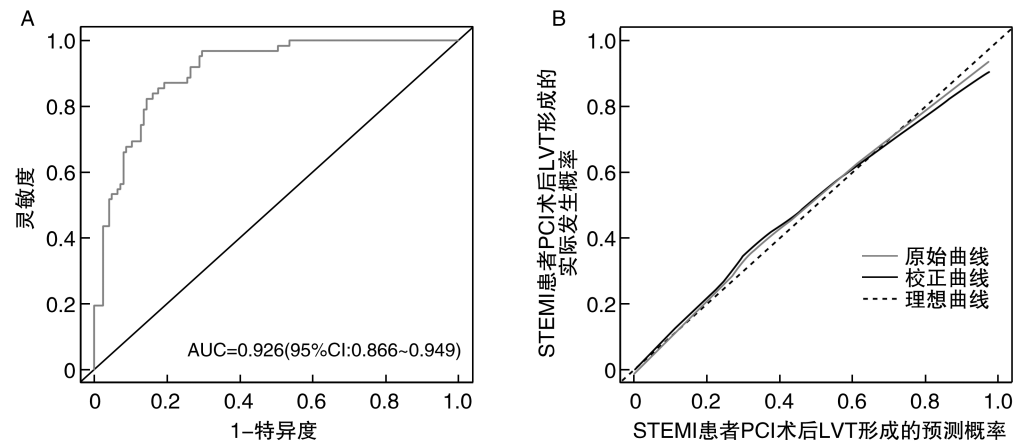


图 2. 列线图模型预测 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的 ROC 曲线(A)和校正曲线(B)分析

Figure 2. Analysis of ROC curve (A) and correction curve (B) for predicting LVT formation in STEMI patients after PCI using a column chart model

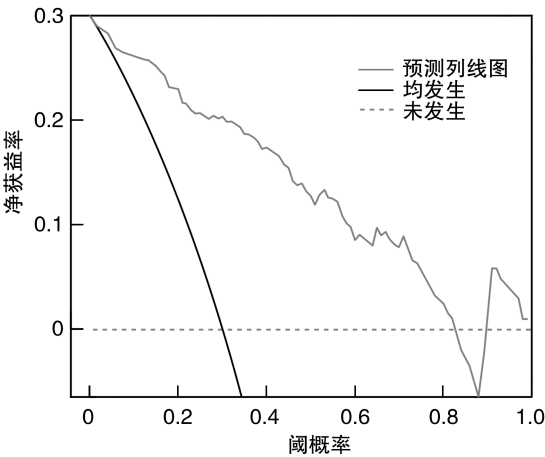


图 3. 列线图模型的 DCA 曲线分析

Figure 3. DCA curve analysis of column chart model

### 3 讨论

随着 PCI 的不断推广应用及抗血小板聚集和抗凝药物的不断普及,心肌梗死患者的生存率明显增加。然而,PCI 术后并发症仍然是威胁患者生命健康和 PCI 效果的重要因素。LVT 是 STEMI 患者 PCI 术后常见并发症之一,以广泛前壁心肌梗死患者较为多见<sup>[12]</sup>。目前,关于 PCI 术后 LVT 的发生率报道差异较大,其主要原因与不同研究间 LVT 的检查方法、诊断标准及术后随访时间等因素有关。本研究发现,STEMI 患者 PCI 术后 LVT 的发生率为 33.2% (62/187),这与于瑶等<sup>[13]</sup>报道的 35.7% 较为一致,但高于陈小龙等<sup>[14]</sup>报道的 25.0% 和郭春

华等<sup>[15]</sup>报道的 8.7%,其住院原因可能与患者纳入的标准差异及随访时间不同有关。LVT 形成后,栓子一旦脱落导致体循环栓塞可引起患者预后不良。有调查发现,PCI 术后的心肌梗死患者中,1 年内并发 LVT 形成者不良心脑血管事件发生率和全因死亡率明显高于无 LVT 形成的患者<sup>[16]</sup>。由此可见,加强对 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的危险因素分析和高危患者的识别,进而采取针对性的干预措施,对改善 STEMI 患者预后具有重要意义。目前,有学者针对心肌梗死患者 PCI 术后 LVT 形成的危险因素进行了大量研究<sup>[17]</sup>。然而,这些研究多注重对危险因素的理论研究,缺乏不同因素作用下对 LVT 形成的定量分析,对临床的实际指导意义有限。本研究在危险分析基础上,采用列线图建立 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的个体化预警模型,通过简单的计算,即可获得患者发生 LVT 的风险概率。

目前关于心肌梗死后 LVT 的具体形成机制尚不完全清楚。但血管内皮损伤、血流缓慢及血液高凝状态被认为与 LVT 的形成关系密切。ApoA1 不仅可抑制细胞对 LDL 的摄取,对抗胆固醇的逆向转运,同时还可通过抗炎和抗氧化作用,保护冠状动脉,是人体重要的载脂蛋白和胆固醇转运因子<sup>[18]</sup>。而 ApoB 则具有促进 LDL 向肝外转运的作用,促进胆固醇的吸收,并使其向血管内膜下蓄积,刺激炎症反应因子聚集,导致动脉粥样硬化形成<sup>[19]</sup>。本研究发现,LVT 组血清 ApoA1 水平明显高于非 LVT 组,而 ApoB 水平则明显低于非 LVT 组。这提示 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成可能与 ApoA1 和 ApoB 水平改变具有密切的关系。ApoB/ApoA1 比值反映了机体 ApoA1 和 ApoB 的平衡关系,有研究证实,在急性冠状动脉综合征患者中,ApoB/ApoA1 升高的患者冠状动脉病变越为严重,预后更差,而且也是导致血栓性疾病风险增加的重要因素<sup>[20-21]</sup>。本研究结果发现,LVT 组血清 ApoB/ApoA1 比值明显高于非 LVT 组,且其水平升高是 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的独立危险因素。目前,国外关于 ApoB/ApoA1 比值在预测 PCI 术后 LVT 形成的研究相对有限。但有学者分析了不同 ApoB/ApoA1 水平患者 PCI 术后主要不良心血管事件发生风险,结果表明,ApoB/ApoA1 比值越低的患者,不良心血管事件发生率越低<sup>[22]</sup>。这说明 ApoB/ApoA1 比值可能是 STEMI 患者 PCI 术后预后情况的潜在指标。通过 ROC 曲线分析可知,其最佳诊断界值为  $\geq 0.81$ ,提示当患者 ApoB/ApoA1 比值高于该值时,患者

LVT 形成风险明显增加。有研究以 0.64 为界值,将冠心病患者分为  $\geq 0.64$  组和  $< 0.64$  组,发现前者在随访期间内血栓等不良心血管事件的发生率明显高于后者<sup>[23]</sup>。由此可见,ApoB/ApoA1 比值升高可能是 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的重要预测因素。D-D 是反映机体纤溶状态和凝血功能的重要指标。本研究发现,LVT 组血清 D-D 水平明显高于非 LVT 组,是 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的独立危险因素,其最佳诊断界值为  $\geq 587 \mu\text{g/L}$ 。国外有研究基于循证证据发现<sup>[24]</sup>,D-D 在排除持续 48 h 以上房颤患者 LVT 形成方面具有重要价值。而国内学者林碧玉等<sup>[25]</sup>研究进一步表明,D-D 水平升高是房颤患者 LVT 形成的独立危险因素。D-D 水平升高提示机体纤维蛋白溶解,近期处于高凝状态,发生血栓栓塞事件风险明显增加。叶晓云等<sup>[26]</sup>研究表明,D-D  $< 600 \mu\text{g/L}$  对排除左心房血栓形成的预测价值高达 98%。此外,本研究还发现,术前 TIMI 0 级和 LVEF 降低也是 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的独立危险因素,这与陈小龙等<sup>[14]</sup>的研究结果较为一致。Kim 等<sup>[27]</sup>研究表明,LVEF 的改善有助于 LVT 的消退,并减少其复发。但对各变量进行 ROC 曲线分析可知,上述指标对预测 LVT 形成的 AUC 低于 ApoB/ApoA1 比值和 D-D,提示 ApoB/ApoA1 比值和 D-D 对预测 LVT 形成的价值可能更高。

本次研究通过单因素和回归分析筛选出危险因素,并建立了 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的列线图风险预测模型,模型验证结果表明 C-index 指数为 0.926,校正曲线显示模型预测值和观察值具有一定的相关性,提示该模型具有较高的预测效能。本研究构建的列线图模型具有可视化、量化和操作简便的优点,可个体化预测不同危险因素对 STEMI 患者 PCI 术后 LVT 形成的影响,且能定量计算风险概率,对临床高危患者的识别具有一定意义。

#### [参考文献]

- [1] RAM P, SHAH M, SIRINVARAVONG N, et al. Left ventricular thrombosis in acute anterior myocardial infarction: evaluation of hospital mortality, thromboembolism, and bleeding[J]. Clin Cardiol, 2018, 41(10): 1289-1296.
- [2] 张耘博, 赵汉军, 盛兆雪, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死左心室附壁血栓发生率及其危险因素调查[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2020, 28(1): 16-20.  
ZHANG Y B, ZHAO H J, SHENG Z X, et al. Incidence, risk factors and treatment of left ventricular thrombus in patients after anterior or extensive anterior ST-segment elevation myocardial infarction undergoing emergent percutaneous coronary intervention[J].

- Chin J Intervent Cardiol, 2020, 28(1): 16-20.
- [3] DUFENDACH K A, SEESE L, STEARNS B, et al. Outcomes of left ventricular assist device implantation in hypercoagulable patients [J]. J Card Surg, 2020, 35(9): 2201-2207.
- [4] SELMI M, CHIU W C, CHIVUKULA V K, et al. Blood damage in left ventricular assist devices: pump thrombosis or system thrombosis? [J]. Int J Artif Organs, 2019, 42(3): 113-124.
- [5] GOODMAN D, STULAK J, ROSENBAUM A N. Left ventricular assist devices: a historical perspective at the intersection of medicine and engineering[J]. Artif Organs, 2022, 46(12): 2343-2360.
- [6] 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[J]. 中华心血管病杂志, 2010, 38(8): 675-690.
- Cardiovascular Branch of the Chinese Medical Association, Editorial Committee of the Chinese Journal of Cardiovascular Disease. Guideline for diagnosis and treatment of patients with ST-elevation myocardial infarction[J]. Chin J Cardiol, 2010, 38(8): 675-690.
- [7] 于 淼, 张文琪. 急诊心肌梗死后左心室血栓形成诊断的研究进展[J]. 中国实验诊断学, 2022, 26(7): 1082-1085.
- YU M, ZHANG W Q. Research progress in the diagnosis of left ventricular thrombosis after emergency myocardial infarction [J]. Chin J Lab Diagnosis, 2022, 26(7): 1082-1085.
- [8] 王凯阳, 艾力菲热·帕尔哈提, 杨 燕, 等. 冠状动脉钙化病变介入治疗术后主要不良心血管事件列线图预测模型的建立与评价[J]. 中国动脉硬化杂志, 2023, 31(2): 122-130.
- WANG K Y, PAERHATI A L F R, YANG Y, et al. Establishment and evaluation of a nomogram prediction model for major adverse cardiovascular events in patients with coronary artery calcification after PCI[J]. Chin J Arterioscler, 2023, 31(2): 122-130.
- [9] 赵 旺, 叶 平, 胡大一, 等. 根据《中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版)》再分析 DYSIS-China 横断面调查[J]. 中国心血管杂志, 2020, 25(1): 55-61.
- ZHAO W, YE P, HU D Y, et al. Re-analysis of DYSIS-China cross-sectional survey according to "Chinese guidelines for the prevention and treatment of dyslipidemia in adults (2016 revision)" [J]. Chin J Cardiovasc Med, 2020, 25(1): 55-61.
- [10] 《中国高血压防治指南》修订委员会. 中国高血压防治指南 2018 年修订版[J]. 心脑血管病防治, 2019, 19(1): 1-44.
- Revision Committee of the Chinese Guidelines for the Prevention and Treatment of Hypertension. Revised 2018 Chinese guidelines for the prevention and treatment of hypertension[J]. Prevent Treat Cardio-Cerebral-Vasc Dis, 2019, 19(1): 1-44.
- [11] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4): 315-409.
- Chinese Diabetes Society. Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 edition)[J]. Chin J Diabetes Mellitus, 2021, 13(4): 315-409.
- [12] 何松坚, 曾繁芳, 刘长华, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者早期左心室血栓形成的临床特征及转归分析[J]. 中国动脉硬化杂志, 2023, 31(9): 779-784.
- HE S J, ZENG F F, LIU C H, et al. The clinical characteristics and outcome analysis of early left ventricular thrombosis in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Chin J Arterioscler, 2023, 31(9): 779-784.
- [13] 于 瑶, 陈会校, 张海军, 等. 高危急性 ST 段抬高型心肌梗死患者左心室血栓发生危险的影响因素[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(12): 1492-1496.
- YU Y, CHEN H J, ZHANG H J, et al. Risk factors of left ventricular thrombosis in patients with high-risk acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Chin J Evidence-Bases Cardio-vasc Med, 2022, 14(12): 1492-1496.
- [14] 陈小龙, 王 璐, 丁春丽. STEMI 病人急诊 PCI 术后早期左心室血栓形成的影响因素[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(14): 2612-2615.
- CHEN X L, WANG L, DING C L. The influencing factors of early left ventricular thrombosis after emergency PCI in STEMI patients [J]. Chin J Integr Med Cardio-Cerebrovasc Dis, 2022, 20(14): 2612-2615.
- [15] 郭春华, 赵淑兰, 周秋杰, 等. 老年急性 ST 段抬高型心肌梗死患者左心室血栓形成的发生率、预测因素、治疗策略和预后研究[J]. 中国心血管杂志, 2022, 27(1): 38-42.
- GUO C H, ZHAO S L, ZHOU Q J, et al. Incidence, predictors, treatment strategies and prognosis of left ventricular thrombosis in elderly patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Chin J Cardiovasc Med, 2022, 27(1): 38-42.
- [16] YOU J Y, WANG X X, WU J, et al. Predictors and prognosis of left ventricular thrombus in post-myocardial infarction patients with left ventricular dysfunction after percutaneous coronary intervention [J]. J Thorac Dis, 2018, 10(8): 4912-4922.
- [17] 史博群, 刘 曦, 蔡中兴, 等. 急性心肌梗死后左心室血栓的研究进展[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(8): 839-844.
- SHI B Q, LIU X, CAI Z X, et al. Research advances of left ventricular thrombus formation and management after acute myocardial infarction[J]. Chin J Cardiol, 2021, 49(8): 839-844.
- [18] 曾芳彦, 彭夏培, 肖 敏, 等. 急性脑梗死伴颈动脉粥样硬化患者血清抗 apoA-1 IgG、MMP-9 水平变化及意义[J]. 山东医药, 2018, 58(37): 74-76.
- ZENG F Y, PENG X P, XIAO M, et al. Changes and significance of serum anti apoA-1 IgG and MMP-9 levels in patients with acute cerebral infarction and carotid atherosclerosis[J]. Shandong Med J, 2018, 58(37): 74-76.
- [19] 章 琪, 罗玉寅. 血清 ApoB/ApoA1、CK-MB、cTnI 水平与冠心病患者冠状动脉狭窄程度的关系[J]. 中国动脉硬化杂志, 2021, 29(10): 875-878.
- ZHANG Q, LUO Y Y. The relationship between the levels of ApoB/ApoA1, CK-MB, cTnI and the degree of coronary artery stenosis in patients with coronary heart disease[J]. Chin J Arterioscler, 2021, 29(10): 875-878.
- [20] 王宏宇, 付 茜, 苏福祥. 载脂蛋白 B/载脂蛋白 A1 比值与急性冠脉综合征患者冠状动脉多支病变及斑块易损性的相关性[J]. 中国医科大学学报, 2022, 51(7): 577-582.
- WANG H Y, FU Q, SU F X. Correlation between the apolipoprotein B/apolipoprotein A1 ratio and coronary multivessel disease and plaque vulnerability in patients with acute coronary syndrome[J]. J Chin Med Univ, 2022, 51(7): 577-582.

- vent heart failure [J]. *Chin J Integr Med Cardio-/Cerebrovasc Dis*, 2021, 19(3): 438-441.
- [44] 孙艺凡, 张霞, 王晓艳, 等. 长期服用人参提取物对大鼠肠道菌群结构的影响[J]. *中国中药杂志*, 2018, 43(19): 3927-3932.
- SUN Y F, ZHANG X, WANG X Y, et al. Effect of long-term intake of ginseng extracts on gut microbiota in rats[J]. *China J Chin Mater Med*, 2018, 43(19): 3927-3932.
- [45] 王广. 党参多糖对肠道菌群失调小鼠的调整作用机制的初步探究[D]. 佳木斯: 佳木斯大学, 2010: 1-50.
- WANG G. Preliminary investigation on the mechanism of adjusting effect of polysaccharide of *Codonopsis pilosula* on mice with dysbiosis of intestinal flora[D]. Jiamusi: Jiamusi University, 2010: 1-50.
- [46] 孟德欣, 于莲, 李雪欣, 等. 纳米山药多糖合生元结肠靶向微生态调节剂对大鼠肠道菌群的影响[J]. *中国新药杂志*, 2016, 25(23): 2756-2760.
- MENG D X, YU L, LI X X, et al. Effect of nano CYP synbiotics colon-targeting microecological modulator on intestinal flora in rats [J]. *Chin J New Drug*, 2016, 25(23): 2756-2760.
- [47] WANG J Y, CHEN P W, CAO Q Y, et al. Traditional Chinese medicine Ginseng Dingzhi decoction ameliorates myocardial fibrosis and high glucose-induced cardiomyocyte injury by regulating intestinal flora and mitochondrial dysfunction[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2022, 2022: 9205908.
- [48] DU Z Y, WANG J L, LU Y Y, et al. The cardiac protection of Baoyuan decoction via gut-heart axis metabolic pathway[J]. *Phytomedicine*, 2020, 79: 153322.
- [49] LU Y D, XIANG M, XIN L Y, et al. Qiliqiangxin modulates the gut microbiota and NLRP3 inflammasome to protect against ventricular remodeling in heart failure [J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13: 905424.
- [50] SHI L P, DU X Q, ZUO B, et al. Qige Huxin formula attenuates isoprenaline-induced cardiac fibrosis in mice via modulating gut microbiota and protecting intestinal integrity [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2022, 2022: 2894659.
- [51] WENG J Q, LI J B, YUAN M F, et al. Effects of Buyang Huanwu decoction on intestinal barrier, intestinal flora, and trimethylamine oxide in rats with heart failure [J]. *Chin J Integr Med*, 2023, 29(2): 155-161.
- [52] GAO K, YU X, LI F H, et al. Qishen granules regulate intestinal microecology to improve cardiac function in rats with heart failure[J]. *Front Microbiol*, 2023, 14: 1202768.
- [53] GAO T, ZHANG H, LI Q, et al. Fuzi decoction treats chronic heart failure by regulating the gut microbiota, increasing the short-chain fatty acid levels and improving metabolic disorders [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2023, 236: 115693.
- (此文编辑 许雪梅)

#### (上接第 234 页)

- [21] 韩京旭, 赵雪锋, 岳红云. 同型半胱氨酸、载脂蛋白 A/B 水平与慢阻肺伴发静脉血栓栓塞症患者甲状腺激素的关系[J]. *临床肺科杂志*, 2023, 28(5): 694-698.
- HAN J X, ZHAO X F, YUE H Y. The relationship between homocysteine, apoA/apoB levels, and thyroid hormones in patients with chronic obstructive pulmonary disease complicated with VTE[J]. *J Clin Pulm Med*, 2023, 28(5): 694-698.
- [22] REN Y K, PAN W L, LI X S, et al. The predictive value of Lp(a) for adverse cardiovascular event in ACS patients with an achieved LDL-C target at follow up after PCI [J]. *J Cardiovasc Transl Res*, 2022, 15(1): 67-74.
- [23] 中国心血管疾病监测、预防预警和治疗技术应用研究组. 我国中年人群载脂蛋白 B 与载脂蛋白 A-1 比值对冠心病事件预测作用的研究[J]. *中国循环杂志*, 2021, 36(11): 1077-1082.
- Chinese Cardiovascular Disease Monitoring, Prevention, Early Warning, and Treatment Technology Application Research Group. Predictive value of the ratio of apolipoprotein B/A-1 alone or in combination with blood pressure on coronary artery disease in middle-aged Chinese adults[J]. *Chin Circ J*, 2021, 36(11): 1077-1082.
- [24] MILHEM A, INGRAND P, TRÉGUER F, et al. Exclusion of intra-atrial thrombus diagnosis using D-dimer assay before catheter ablation of atrial fibrillation[J]. *JACC Clin Electrophysiol*, 2019, 5(2): 223-230.
- [25] 林碧玉, 牛小伟, 何涛涛, 等. 年龄校正 D-二聚体联合 HDL-C 对心房颤动患者左心房血栓形成的预测价值[J]. *心脏杂志*, 2022, 34(1): 18-22.
- LIN B Y, NIU X W, HE T T, et al. Predictive value of age-adjusted D-dimer combined with high-density lipoprotein cholesterol for left atrial thrombosis in patients with atrial fibrillation [J]. *Chin Heart J*, 2022, 34(1): 18-22.
- [26] 叶晓云, 何显森, 方仙, 等. 中性粒细胞与淋巴细胞比值对非瓣膜性心房颤动患者左心房血栓形成的预测价值[J]. *心脑血管病防治*, 2019, 19(1): 67-70.
- YE X Y, HE X S, FANG X, et al. The predictive value of neutrophil to lymphocyte ratio for left atrial thrombosis in patients with non valvular atrial fibrillation [J]. *Prevent Treat Cardio-Cerebrovasc Dis*, 2019, 19(1): 67-70.
- [27] KIM S E, LEE C J, OH J, et al. Factors influencing left ventricular thrombus resolution and its significance on clinical outcomes [J]. *ESC Heart Fail*, 2023, 10(3): 1987-1995.
- (此文编辑 文玉珊)