

本文引用: 梁建光, 李艳丽, 黄春梅, 等. 血管内超声参数与非 ST 段抬高型急性心肌梗死患者冠状动脉病变及左心室功能的关系[J]. 中国动脉硬化杂志, 2023, 31(2): 131-138. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2023.02.005.

[文章编号] 1007-3949(2023)31-02-0131-08

· 临床研究 ·

血管内超声参数与非 ST 段抬高型急性心肌梗死患者冠状动脉病变及左心室功能的关系

梁建光, 李艳丽, 何忠浩, 郭有东, 涂军荣

(佛山市三水区人民医院心血管内科, 广东省佛山市 528100)

[摘要] **[目的]** 探究血管内超声(IVUS)参数与非 ST 段抬高型急性心肌梗死(NSTEMI)患者冠状动脉病变及左心室功能的相关性。**[方法]** 选取 2016 年 6 月—2021 年 12 月佛山市三水区人民医院收治的 90 例 NSTEMI 患者为研究对象,根据冠状动脉病变支数分为单支病变组(42 例)和多支病变组(48 例)。分析 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的独立预测因素,构建列线图预测模型并进行评价。采用 Pearson 检验分析斑块负荷、偏心指数、重构指数、纤维帽厚度与左心室射血分数(LVEF)间的相关性。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 IVUS 参数变化对 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的预测价值。**[结果]** 血清胱抑素 C(CysC) >1.54 mg/L(OR=2.115,95% CI: 1.377~3.047)、高敏 C 反应蛋白(hs-CRP) >34.25 mg/L(OR=1.342,95% CI: 1.128~2.412)、斑块负荷 >60%(OR=1.399,95% CI: 1.232~2.405)、偏心指数 >6.99(OR=1.357,95% CI: 1.035~2.164)、重构指数 >0.99(OR=1.840,95% CI: 1.374~3.023)、纤维帽厚度 <0.72 mm(OR=0.933,95% CI: 0.785~0.994)及 LVEF <58%(OR=0.726,95% CI: 0.544~0.862)是 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的独立危险预测因素($P < 0.05$)。Pearson 检验结果显示,斑块负荷、偏心指数、重构指数与 LVEF 呈明显负相关,纤维帽厚度与 LVEF 呈明显正相关($P < 0.05$)。ROC 曲线结果显示,斑块负荷升高、偏心指数升高、重构指数升高及纤维帽厚度降低联合预测冠状动脉病变加重的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.887(95% CI: 0.841~0.953),远大于各指标单独预测的 AUC 值。基于 7 项独立预测因素建立的列线图模型验证结果显示,AUC 为 0.839,C-index 指数为 0.825,Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验显示出较好的拟合度($\chi^2 = 1.475, P = 0.386$),且具有较高的净获益值。**[结论]** NSTEMI 患者的斑块负荷、偏心指数、重构指数与 LVEF 呈负相关,纤维帽厚度与 LVEF 呈正相关。斑块负荷升高、偏心指数升高、重构指数升高及纤维帽厚度降低联合预测冠状动脉病变加重的诊断价值远大于各指标单独预测价值。

[关键词] 血管内超声; 非 ST 段抬高型急性心肌梗死; 冠状动脉病变; 左心室功能

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Relationship between intravascular ultrasound parameters and coronary artery disease and left ventricular function in patients with non-ST segment elevation acute myocardial infarction

LIANG Jianguang, LI Yanli, HE Zhonghao, GUO Youdong, TU Junrong

(Department of Cardiology, Sanshui District People's Hospital, Foshan, Guangdong 528100, China)

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the correlation of intravenous ultrasound (IVUS) with coronary artery disease and left ventricular function in patients with non-ST segment elevation acute myocardial infarction (NSTEMI). **Meth-**

ods A total of 90 patients with NSTEMI admitted to Sanshui District People's Hospital of Foshan from June 2016 to December 2021 were selected as the study subjects. They were divided into single-vessel disease group (42 cases) and multi-vessel disease group (48 cases). The independent factors influencing the exacerbation of coronary artery disease in NSTEMI patients were analyzed, and the linear graph prediction model was constructed and evaluated. The correlation between plaque load, eccentricity index, remodeling index, fibrous cap thickness and left ventricular ejection fraction (LVEF) was analyzed. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of IVUS

[收稿日期] 2022-05-27

[修回日期] 2022-10-17

[基金项目] 2022 年佛山市自筹经费类科技计划项目(2220001004310)

[作者简介] 梁建光, 硕士, 副主任医师, 研究方向为心血管疾病介入诊疗, E-mail: Liang_jg@126.com。

parameters for coronary exacerbation in patients with NSTEMI. **Results** Serum cystatin C (CysC) >1.54 mg/L (OR=2.115, 95% CI: 1.377 ~ 3.047), high sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) >34.25 mg/L (OR = 1.342, 95% CI: 1.128 ~ 2.412), plaque load >60% (OR=1.399, 95% CI: 1.232 ~ 2.405), eccentricity index >6.99 (OR = 1.357, 95% CI: 1.035 ~ 2.164), remodeling index >0.99 (OR=1.840, 95% CI: 1.374 ~ 3.023), fibrous cap thickness <0.72 mm (OR=0.933, 95% CI: 0.785 ~ 0.994) and LVEF <58% (OR=0.726, 95% CI: 0.544 ~ 0.862) were independent risk predictors of coronary exacerbation in patients with NSTEMI ($P < 0.05$). Pearson's test showed that plaque load, eccentricity index and remodeling index were significantly negatively correlated with LVEF ($P < 0.05$), and fiber cap thickness was significantly positively correlated with LVEF ($P < 0.05$). The results of ROC curve showed that the area under curve (AUC) of increased plaque burden, eccentricity index, remodeling index and decreased fiber cap thickness combined to predict the aggravation of coronary artery disease was 0.887 (95% CI: 0.841 ~ 0.953), which was far higher than the AUC predicted by each index alone. The results of the lipopograph model based on seven independent predictors show that the AUC was 0.839, the C-index was 0.825, Hosmer-Lemeshow goodness of fit test showed a good fit ($\chi^2 = 1.475, P = 0.386$), and it had a high net benefit value. **Conclusions** The plaque load, eccentricity index and remodeling index of NSTEMI patients were negatively correlated with LVEF, and the fibrous cap thickness was positively correlated with LVEF. The diagnostic value of increased plaque burden, increased eccentricity index, increased remodeling index and decreased fiber cap thickness in predicting the exacerbation of coronary artery disease is much greater than that of each index alone.

[**KEY WORDS**] intravenous ultrasound; non-ST segment elevation acute myocardial infarction; coronary artery disease; left ventricular function

非 ST 段抬高型急性心肌梗死 (non-ST elevation acute myocardial infarction, NSTEMI) 是一种常见的冠状动脉综合征, 临床表现为突发性胸痛且长时间不能自行缓解引起的急性心肌缺血或坏死, 通常由动脉粥样硬化斑块破裂导致^[1]。心电图检查显示为 ST 段压低和 T 波倒置, 具有发病突然、发展迅速、致死率高等特点, 严重干扰患者日常生活, 甚至危及患者生命^[2-3]。因此, 早期识别病情严重患者并及时采取有效治疗方案对提高患者生存率具有重要的意义。血管内超声 (intravenous ultrasound, IVUS) 是临床目前广泛使用的评估 NSTEMI 患者病情的一种辅助手段, 通过直接扫描患者病灶部位血管, 有效评估患者血管内狭窄及斑块性质等病变特征, 避免多个分支重叠现象导致的误差判断, 具有评估准确、可辅助选择合理手术方案及支架等优势^[4-5]。目前关于 IVUS 的临床研究多在冠心病及冠状动脉临界病变等方面^[6-7], 与 NSTEMI 相关的研究较少。基于此, 本研究分析了 90 例 NSTEMI 患者的临床资料, 旨在探讨 IVUS 参数与 NSTEMI 患者冠状动脉病变及左心室功能的相关性, 为临床治疗提供依据。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选取 2016 年 6 月—2021 年 12 月佛山市三水区

人民医院收治的 90 例 NSTEMI 患者为研究对象, 其中男性 65 例, 女性 25 例, 年龄 47 ~ 78 岁, 平均年龄 (64.74 ± 15.22) 岁。根据冠状动脉病变支数分为单支病变组 (42 例) 和多支病变组 (48 例)。本研究已获得佛山市三水区人民医院医学伦理委员会批准 (审批文号: 2016Xj23)。

1.2 纳入、排除标准

纳入标准: (1) 符合 NSTEMI 的诊断标准^[8], 临床表现为阵发性或持续性胸痛, 心电图显示为 ST 段压低和 T 波倒置, 血管造影显示冠状动脉狭窄; (2) 临床资料完整; (3) 患者签署知情同意书。排除标准: (1) 先天性心脏病、心肌病者; (2) 恶性肿瘤者; (3) 沟通障碍、无法配合研究者; (4) 严重肾功能不全者; (5) 临床资料不完整者。

1.3 左心室功能检查

利用 Philips iE33 彩色多普勒超声诊断仪对所有患者进行超声心动图检测, 频率为 5 MHz, 参数包括左心室收缩期末内径 (left ventricular end-systolic diameter, LVESD)、左心室舒张期末内径 (left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)、左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心室收缩期末容积 (left ventricular end-systolic volume, LVESV) 和左心室舒张期末容积 (left ventricular end-diastolic volume, LVEDV)、左心室质量指数 (left ventricular mass index, LVMI)。

1.4 IVUS 检查

所有患者均行 IVUS 检查, 使用美国波科 iLab

Ultrasound Imaging System 超声仪及 Opticross 冠状动脉血管内超声探头。所有 IVUS 影像通过自动回撤系统获得,回撤速度为 1 mm/s。Ilabreview 软件分析 IVUS 影像,测量并记录:最小管腔面积(minimum lumen area, MLA)、血管外弹力膜面积、斑块面积、斑块负荷、偏心指数、纤维帽厚度、重构指数。其中,斑块负荷=斑块面积/外弹力膜横截面积,偏心指数=(最大斑块厚度-最小斑块厚度)/最大斑块厚度^[9]。

1.5 观察指标

收集所有患者临床资料:(1)一般资料包括性别、年龄、体质指数(body mass index, BMI)、吸烟史、高血压、糖尿病;(2)所有患者于入院第 2 日清晨抽取空腹静脉血 5 mL,常规分离血清,采用贝克曼 AU5821 全自动生化分析仪检测患者总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDLC)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDLC),采用免疫比浊法测定血清胱抑素 C(cystatin C, CysC)、高敏 C 反应蛋白(high sensitivity C-reactive protein, hs-CRP),采用肌氨酸氧化酶法测定血肌酐(serum creatinine, SCr);(3)IVUS 参数及左心室功能指标。

1.6 统计学方法

数据分析采用 SPSS 22.0 软件。连续性变量进行正态性检验,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以率或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用单因素及多因素 Logistic 回归分析影响患者冠状动脉病变加重的因素;采用 R 软件(R3.3.2)和软件包 rms 构建预测患者冠状动脉病变加重的列线图模型,采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线、校准曲线和决策曲线评价模型的区分度、准确度和净获益值。采用 Pearson 检验分析 IVUS 参数与左心室功能指标的相关性,采用 ROC 曲线分析 IVUS 参数对患者冠状动脉病变加重的预测价值。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者临床资料比较

与单支病变组患者相比,多支病变组患者 CysC 水平升高 1.18 倍、hs-CRP 水平升高 1.69 倍、MLA 升高 1.38 倍、斑块负荷升高 1.24 倍、斑块面积升高 1.30 倍、偏心指数升高 1.18 倍、重构指数升高 1.19

倍、LVESD 水平升高 1.15 倍、LVEDD 水平升高 1.18 倍、纤维帽厚度降低 0.28 倍、LVEF 水平降低 0.11 倍,差异均具有统计学意义($P < 0.05$),而两组患者年龄、性别、BMI、TC 及 TG 水平等方面比较差异均无统计学意义($P > 0.05$;表 1)。

表 1. 两组患者的临床资料比较

Table 1. Comparison of clinical data between the two groups

项目	单支病变组 (n=42)	多支病变组 (n=48)	t/ χ^2 值	P
一般资料				
男性/[例(%)]	30(71.43)	35(72.92)	0.025	0.875
年龄/岁	66.41±15.96	63.27±14.58	0.975	0.332
BMI/(kg/m ²)	22.38±6.25	23.76±6.37	1.034	0.304
吸烟史/[例(%)]	22(52.38)	26(54.17)	0.029	0.865
高血压/[例(%)]	29(69.05)	37(77.08)	0.740	0.390
糖尿病/[例(%)]	15(35.71)	12(25.00)	1.224	0.268
实验室指标				
CysC/(mg/L)	1.42±0.34	1.67±0.42	3.075	0.003
TC/(mmol/L)	4.26±1.12	4.37±1.16	0.456	0.649
TG/(mmol/L)	1.59±0.51	1.57±0.46	0.196	0.845
SCr/(μmol/L)	73.25±24.13	76.94±24.48	0.718	0.475
LDLC/(mmol/L)	3.23±0.94	3.45±1.12	1.001	0.319
HDLC/(mmol/L)	1.07±0.29	1.09±0.31	0.315	0.754
hs-CRP/(mg/L)	25.43±6.58	42.86±13.75	7.495	<0.001
IVUS 参数				
MLA/mm ²	3.52±1.04	4.86±1.26	5.455	<0.001
血管外弹力膜面积/mm ²	14.37±4.19	15.97±4.63	1.709	0.091
斑块负荷/%	52.15±11.84	64.69±12.51	4.864	<0.001
斑块面积/mm ²	9.06±3.04	11.75±3.69	3.463	0.001
偏心指数	6.41±2.05	7.56±2.32	2.476	0.015
纤维帽厚度/mm	0.82±0.23	0.59±0.18	5.315	<0.001
重构指数	0.90±0.24	1.07±0.28	3.069	0.003
左心室功能指标				
LVESD/mm	24.73±7.54	28.47±8.12	2.253	0.027
LVEDD/mm	45.35±12.14	53.51±14.65	2.853	0.005
LVEF/%	60.48±15.11	53.69±12.37	2.343	0.021
LVESV/mL	58.63±12.94	59.34±15.41	0.235	0.815
LVEDV/mL	114.13±27.94	123.85±30.66	1.563	0.121
LVMI/(g/m ²)	79.56±14.71	86.34±17.63	1.964	0.053

2.2 多因素分析影响冠状动脉病变程度加重的因素

以是否发生多支冠状动脉病变为因变量(是=1,否=0),以单因素分析 $P < 0.05$ 的因素作为自变量,按表 2 进行赋值(连续性变量转化为二分类变量并进行赋值,二分类变量转化为数值变量,界限

值取所有患者该指标的中位数), 进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示: CysC > 1.54 mg/L、hs-CRP > 34.25 mg/L、斑块负荷 > 60%、偏心指数 > 6.99、重构指数 > 0.99、纤维帽厚度 < 0.72 mm 及 LVEF < 58% 是 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的独立危险因素 ($P < 0.05$; 表 3)。

表 2. 变量赋值说明

Table 2. Description of variable assignment

项目	赋值说明
CysC	>1.54 mg/L=1, ≤1.54 mg/L=0
hs-CRP	>34.25 mg/L=1, ≤34.25 mg/L=0
MLA	>4.20 mm ² =1, ≤4.20 mm ² =0
斑块负荷	>60%=1, ≤60%=0
斑块面积	>11 mm ² =1, ≤11 mm ² =0
偏心指数	>6.99=1, ≤6.99=0
重构指数	>0.99=1, ≤0.99=0
LVEDD	>26.62 mm=1, ≤26.62 mm=0
LVEDD	>49.45 mm=1, ≤49.45 mm=0
纤维帽厚度	<0.72 mm=1, ≥0.72 mm=0
LVEF	<58%=1, ≥58%=0

表 3. NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的多因素 Logistic 分析

Table 3. Multivariate Logistic analysis of coronary exacerbation in patients with NSTEMI

项目	β	SE	Wald	OR	95% CI	P
CysC	0.749	0.544	1.896	2.115	1.377 ~ 3.047	0.010
hs-CRP	0.294	0.262	1.261	1.342	1.128 ~ 2.412	0.025
MLA	0.493	0.427	1.336	1.638	0.874 ~ 1.830	0.103
斑块负荷	0.336	0.265	1.605	1.399	1.232 ~ 2.405	0.001
斑块面积	0.212	0.472	2.907	1.236	0.612 ~ 1.691	0.086
偏心指数	0.305	0.218	1.961	1.357	1.035 ~ 2.164	0.034
重构指数	0.610	0.549	1.234	1.840	1.374 ~ 3.023	0.016
LVEDD	0.172	0.628	1.555	1.188	0.573 ~ 1.446	0.122
LVEDD	0.453	0.416	1.186	1.573	0.733 ~ 1.979	0.064
纤维帽厚度	-0.069	0.033	4.416	0.933	0.785 ~ 0.994	0.002
LVEF	-0.320	0.370	0.749	0.726	0.544 ~ 0.862	0.008

2.3 IVUS 参数与左心室功能指标的相关性

采用 Pearson 检验分析斑块负荷、偏心指数、重构指数、纤维帽厚度与 LVEF 间的相关性, 结果显示, 斑块负荷、偏心指数、重构指数与 LVEF 呈明显负相关 ($P < 0.05$), 纤维帽厚度与 LVEF 呈明显正相关 ($P < 0.05$; 图 1)。

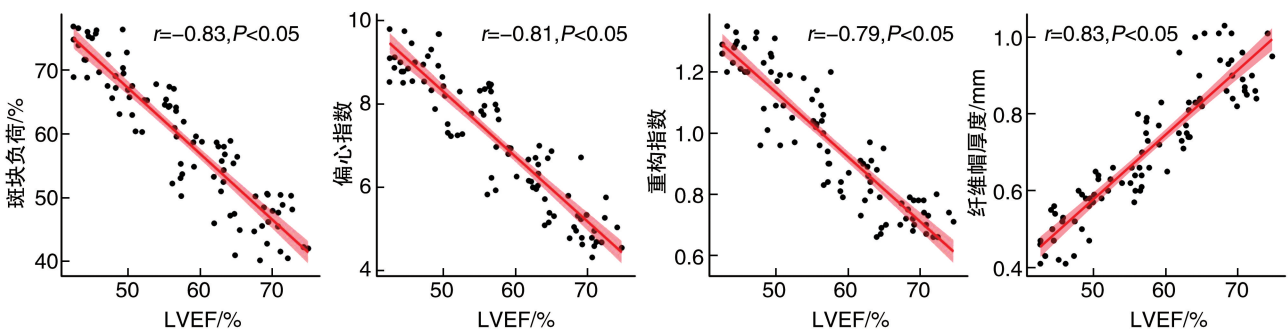


图 1. 斑块负荷、偏心指数、重构指数、纤维帽厚度与 LVEF 的相关性分析

Figure 1. Correlation analysis between plaque load, eccentricity index, remodeling index, fiber cap thickness and LVEF

2.4 ROC 曲线分析 IVUS 参数变化对冠状动脉病变加重的预测价值

采用 ROC 曲线分析 IVUS 参数变化对 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的预测价值, 结果显示, 斑块负荷、偏心指数、重构指数、纤维帽厚度的最佳临界值分别为 59.95%、6.99、0.99、0.72 mm, 斑块负荷升高、偏心指数升高、重构指数升高或纤维帽厚度降低单独预测及联合预测的曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为 0.815 (95% CI: 0.765 ~ 0.896)、0.754 (95% CI: 0.695 ~ 0.835)、0.769 (95% CI: 0.705 ~ 0.860)、0.820 (95% CI: 0.748 ~ 0.891) 和

0.887 (95% CI: 0.841 ~ 0.953), 灵敏度分别为 82.95%、76.21%、77.39%、88.36% 和 96.42%, 特异度分别为 80.16%、73.65%、80.25%、84.73% 和 93.28% (表 4 和图 2)。

2.5 构建的列线图预测模型

将多因素 Logistic 分析结果中的独立影响因素作为预测因子构建列线图风险预测模型, 预测 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的概率 (图 3)。模型显示, 患者 CysC、hs-CRP、斑块负荷、偏心指数、重构指数的升高以及纤维帽厚度、LVEF 的降低均会增大冠状动脉病变加重风险。

表 4. ROC 曲线分析 IVUS 参数变化对 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的预测价值
 Table 4. ROC curve was used to analyze the predictive value of IVUS parameters for exacerbation of coronary artery disease in patients with NSTEMI

项目	最佳临界值	AUC	95% CI	P 值	灵敏度/%	特异度/%	约登指数
斑块负荷/%	59.95	0.815	0.765 ~ 0.896	<0.001	82.95	80.16	0.631
偏心指数	6.99	0.754	0.695 ~ 0.835	<0.001	76.21	73.65	0.499
纤维帽厚度/mm	0.72	0.820	0.748 ~ 0.891	<0.001	88.36	84.73	0.731
重构指数	0.99	0.769	0.705 ~ 0.860	<0.001	77.39	80.25	0.576
四者联合		0.887	0.841 ~ 0.953	<0.001	96.42	93.28	0.897

注:空白表示不适用。

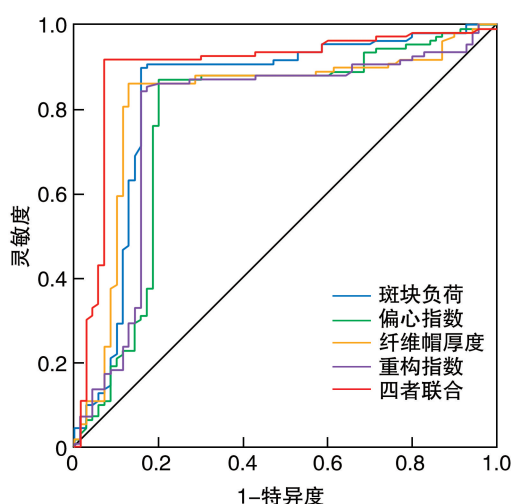


图 2. ROC 曲线分析 IVUS 参数变化对 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的预测价值
 Figure 2. ROC curve was used to analyze the predictive value of IVUS parameters for exacerbation of coronary artery disease in patients with NSTEMI

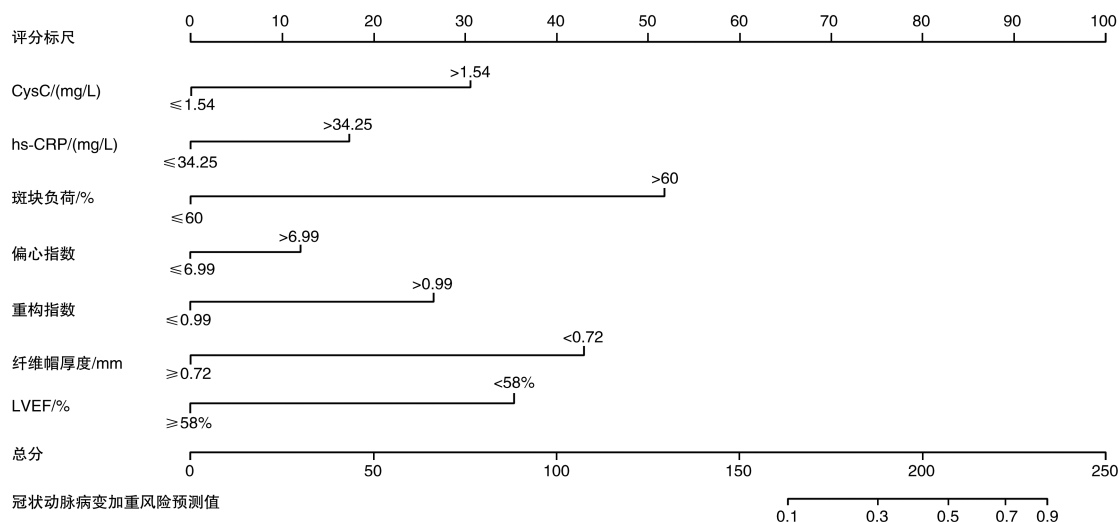


图 3. NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的列线图风险预测模型

列线图中每个指标的取值范围对应 1 个分数范围,先定位患者的每个变量的取值,在首行的单项得分轴上画一条垂直线对应每个变量的取值点,以确定每个变量的得分。所有变量总分和分值垂直对应发生的概率。

Figure 3. Nomogram risk prediction model for coronary exacerbation in patients with NSTEMI

2.6 模型评价

采用一致性指数 (concordance index, C-index) 和 ROC 曲线评估模型。计算获得该模型的一致性指数为 0.825 (95% CI: 0.758 ~ 0.893), AUC 为 0.839 (95% CI: 0.762 ~ 0.927), 提示该预测模型区分度较好, 对 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的预测精度较高 (图 4)。通过模型校准曲线分析可知, 列线图模型预测概率优于拟合实际概率, Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验显示 $\chi^2 = 1.475, P = 0.386$, 差异无统计学意义 (图 5)。临床决策曲线显示, 模型远离极端曲线, 净获益率高, 提示此列线图评分预测模型工作效果良好, 与实际风险发生概率具有较高的一致性 (图 6)。

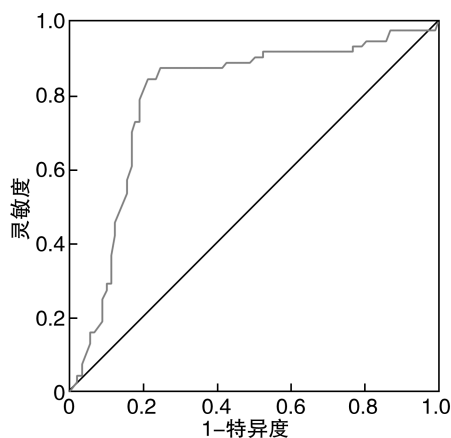


图 4. 列线图模型的 ROC 曲线

Figure 4. ROC curve of the nomogram model

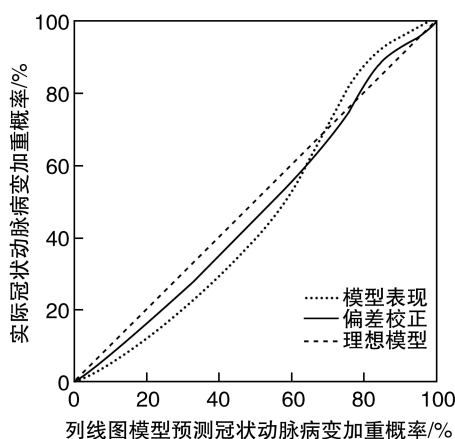


图 5. 列线图模型的校准曲线

Figure 5. Calibration curves of the nomogram model

3 讨论

NSTEMI 是一种严重干扰患者正常生活及生

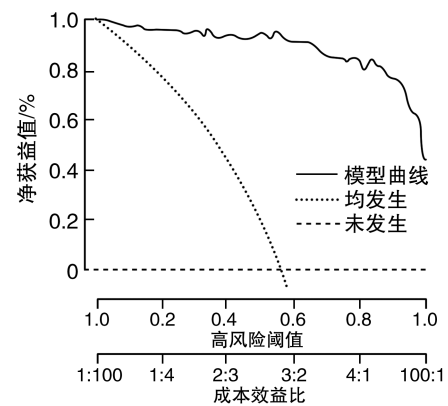


图 6. 列线图模型的临床决策曲线

Figure 6. Clinical decision curve of the nomogram model

命安全的心血管疾病, 多发生于中老年人群, 通常由动脉粥样硬化斑块破裂引起^[10]。因此, 尽早诊断和治疗以及准确评估患者病情有助于改善患者预后。目前, 临床上关于 NSTEMI 的检测手段也在不断发展, IVUS 是较冠状动脉造影技术更为直观准确的血管腔内成像技术, 不仅可以反映血管腔的变化及狭窄程度, 也可以准确判断病变斑块性质及识别易损斑块, 评估和优化患者治疗方案, 帮助患者尽早康复^[11]。本研究通过分析 90 例 NSTEMI 患者的临床资料, 探讨了 NSTEMI 患者的 IVUS 参数与冠状动脉病变及左心室功能的相关性, 以期临床有效评估患者病情提供理论参考。

冠状动脉病变程度对患者预后及治疗方案有直接影响, 及时准确评估患者病变程度, 对临床改善患者预后、提高患者生存率有重要的意义^[12]。在本研究中, 采用冠状动脉病变支数对冠状动脉病变程度进行定量分析, 病变支数越多, 提示冠状动脉病变越严重, 其中 90 例 NSTEMI 患者有 48 例患者发生多支冠状动脉病变, 发生率为 53.33% (48/90)。经单因素和多因素分析发现 CysC > 1.54 mg/L、hs-CRP > 34.25 mg/L、斑块负荷 > 60%、偏心指数 > 6.99、重构指数 > 0.99、纤维帽厚度 < 0.72 mm 及 LVEF < 58% 是 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的独立危险预测因素。CysC 是一种非脂溶性小分子, 且其不易受其他因素影响, 只能通过肾脏清除, 可反映肾功能变化^[13]。研究表明, CysC 水平的升高与动脉粥样硬化的发生及进展过程有关, 与患者冠状动脉狭窄病变数呈正比。且 CysC 具有抑制受损斑块释放活性组织蛋白酶的作用, 故其水平升高通常是由斑块局部平衡代偿的结果, 间接反映了冠状动脉斑块的不稳定性^[14-15]。hs-CRP 是一种典型的参与机体炎症反应的因子, 其血清水平的升高与血

栓形成、心肌细胞损伤及粥样斑块形成和破裂有着密切联系^[16]。有研究发现,hs-CRP 是动脉粥样硬化的炎性介质,其水平随着病变支数的增加而升高,可作为患者冠状动脉病变加重的预测因子,但其水平易受多种因素影响,故单独用于预测冠状动脉病变加重的准确性较低^[17]。LVEF 水平变化与 hs-CRP 等细胞因子水平变化呈反比,是反映心功能的重要指标,患者机体 LVEF 越高,说明其基础心功能越好,冠状动脉病变严重程度越低^[18]。

已有研究表明,IVUS 对评估患者血管壁结构、斑块稳定性及冠状动脉不良事件具有重要作用^[19-20]。本研究中,IVUS 检测结果显示,与单支病变组患者相比,多支病变组患者斑块负荷、偏心指数、重构指数明显较高,纤维帽厚度较低。上述结果提示,在 NSTEMI 患者中,冠状动脉病变支数与斑块负荷、偏心指数、重构指数的升高及纤维帽厚度的降低有一定关系。斑块偏心指数是描述患者斑块偏心程度的直观指标,也具有反映病变不稳定的作用。斑块自身修复平衡被打破会导致不稳定性斑块形成,主要表现为软斑和偏心斑块以及正性重构^[21]。国外研究表明,斑块负荷及纤维帽厚度的变化可反映患者斑块稳定性,且纤维帽厚度与斑块破裂风险呈负相关,纤维帽薄弱部位最易发生斑块破裂^[22]。斑块破裂的发生会导致血栓形成,进而引发不同程度的心血管事件,加重患者病情。

对数据进一步分析发现,斑块负荷、偏心指数、重构指数与 LVEF 呈明显负相关,纤维帽厚度与 LVEF 呈明显正相关,提示 NSTEMI 患者可见 IVUS 参数异常,且 LVEF 可能成为预测斑块不稳定的指标。采用 ROC 曲线分析 IVUS 参数变化对 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的预测价值,结果显示,斑块负荷升高、偏心指数升高、重构指数升高及纤维帽厚度降低联合预测冠状动脉病变加重的 AUC 为 0.887 (95% CI:0.841 ~ 0.953),远大于单独预测的 AUC 值,且灵敏度和特异度也最高,分别为 96.42% 和 93.28%。此外,本研究构建的 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的列线图风险预测模型具有较高的区分度、准确度和净获益值。

本研究存在一些局限性:(1)IVUS 检查部分指标受人为因素影响,在一定程度上影响本研究结果;(2)本研究纳入样本量较少,且为单中心回顾性研究,研究结果存在一定偏倚;(3)本研究仅探究了 IVUS 参数与冠状动脉病变及左心室功能相关性,未从患者预后及不良心血管事件发生等方面进行探讨。今后应进一步扩大样本量,进行前瞻性、多中

心的研究。

综上所述,NSTEMI 患者的斑块负荷、偏心指数、重构指数与 LVEF 呈明显负相关,纤维帽厚度与 LVEF 呈明显正相关。斑块负荷、偏心指数、重构指数升高及纤维帽厚度降低对冠状动脉病变程度加重均具有一定的诊断价值,且联合诊断的效能更高。CysC>1.54 mg/L、hs-CRP>34.25 mg/L、斑块负荷>60%、偏心指数>6.99、重构指数>0.99、纤维帽厚度<0.72 mm 及 LVEF<58% 是 NSTEMI 患者冠状动脉病变加重的独立危险预测因素。

[参考文献]

- [1] FEISTRITZER H J, MEYER-SARAEI R, LOBER C, et al. Long-term outcome after thrombus aspiration in non-ST-elevation myocardial infarction: results from the TATORT-NSTEMI trial: thrombus aspiration in acute myocardial infarction[J]. *Clin Res Cardiol*, 2020, 109(10): 1223-1231.
- [2] NOMURA T, TASAKA S, ONO K, et al. A noteworthy clue for diagnosing non-ST-elevation myocardial infarction by computed tomography without ECG synchronization: a case report[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2020, 20(1): 244.
- [3] AKAHASHI N, OGITA M, SUWA S, et al. Prognostic impact of B-type natriuretic peptide on long-term clinical outcomes in patients with non-ST-segment elevation acute myocardial infarction without creatine kinase elevation[J]. *Int Heart J*, 2020, 61(5): 888-895.
- [4] PENG C, WU H, KIM S, et al. Recent advances in transducers for intravascular ultrasound (IVUS) imaging[J]. *Sensors (Basel)*, 2021, 21(10): 3540.
- [5] NOGIC J, PROSSER H, O'BRIEN J, et al. The assessment of intermediate coronary lesions using intracoronary imaging[J]. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2020, 10(5): 1445-1460.
- [6] 郑庆昆, 刘剑雄, 黄晓波. 应用血管内超声指导冠状动脉临界病变介入治疗[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2020, 28(9): 789-793.
ZHENG Q K, LIU J X, HUANG X B. Intravascular ultrasound guided interventional therapy for borderline coronary lesions in patients[J]. *Chin J Arterioscler*, 2020, 28(9): 789-793.
- [7] PATNAIK S, DAVILA C D, LU M, et al. Clinical correlates of hand-held ultrasound-guided assessments of the inferior vena cava in patients with acute decompensated heart failure[J]. *Echocardiography*, 2020, 37(1): 22-28.
- [8] 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*, 2015, 43(5): 380-393.
CHINESE SOCIETY OF CARDIOLOGY, EDITORIAL BOARD OF CHINESE JOURNAL OF CARDIOVASCULAR DISEASE.

- Guidelines for diagnosis and management of acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Chin J Cardiol*, 2015, 43(5): 380-393.
- [9] 耿亮, 袁圆, 万青, 等. 冠状动脉临界病变血管内超声检查参数与定量血流分数的相关性研究[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2021, 29(3): 127-132.
- GENG L, YUAN Y, WAN Q, et al. Correlation between intravascular ultrasound assessment and quantitative flow ratio in intermediate coronary artery stenosis[J]. *Chin J Interv Cardiol*, 2021, 29(3): 127-132.
- [10] HE Z, BI W, LANG Z, et al. Comparative study on electrocardiograms and serological examinations of acute pulmonary embolism and acute non-ST elevation myocardial infarction[J]. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 2022, 27(2): e12920.
- [11] GONG X, HUANG Z, SUN Z, et al. Role of IVUS in the rectification of angiographically judged ramus intermedius and its clinical significance[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 12(1): 218.
- [12] 佟菲, 王传合, 韩苏, 等. 胸痛发作小于3 h的急性主动脉综合征与非ST段抬高型心肌梗死的差异化风险评估[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2021, 29(8): 681-687.
- TONG F, WANG C H, HAN S, et al. Differential risk assessment of acute aortic syndrome and non-ST-segment elevation myocardial infarction with chest pain less than 3 hours[J]. *Chin J Arterioscler*, 2021, 29(8): 681-687.
- [13] LI Z, XIN Z. Expression and significance of S-100 β , CysC and NF- κ B in patients with acute cerebral infarction[J]. *Exp Ther Med*, 2021, 21(2): 149.
- [14] LU Y W, TSAI Y L, CHOU R H, et al. Serum creatinine to cystatin C ratio is associated with major adverse cardiovascular events in patients with obstructive coronary artery disease[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2021, 31(5): 1509-1515.
- [15] CHRISTIADI D, SIMPSON C, O'BRIEN K, et al. Cystatin C kidney functional reserve: a simple method to predict outcome in chronic kidney disease[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2022, 37(6): 1118-1124.
- [16] MIHAILOVIC P M, LIO W M, YANO J, et al. IL-7R blockade reduces post-myocardial infarction-induced atherosclerotic plaque inflammation in ApoE^{-/-} mice[J]. *Biochem Biophys Rep*, 2019, 13(19): 100647.
- [17] HUANG H, YU Y, CHEN L, et al. Independent and joint effects of high-sensitivity C-reactive protein and hypoalbuminemia on long-term all-cause mortality among coronary artery disease: a prospective and multicenter cohort study[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 613.
- [18] ESCUTIA-CUEVAS H H, SUÁREZ-CUENCA J A, ESPINOZA-RUEDA M A, et al. Preoperative use of intra-aortic balloon pump support reduced 30-day mortality in a population with LVEF >35% and high surgical risk after coronary bypass graft surgery[J]. *Cardiology*, 2020, 145(5): 267-274.
- [19] 陈晓杰, 于洁, 谢宇端, 等. 血管内超声显像在经皮冠状动脉介入治疗冠心病左主干病变中的应用价值[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2021, 19(4): 650-652.
- CHEN X J, YU J, XIE Y D, et al. Application value of intravascular ultrasound imaging in percutaneous coronary intervention for left main coronary artery disease[J]. *Chin J Integr Med Cardio-Cerebrovasc Dis*, 2021, 19(4): 650-652.
- [20] 李梦寰, 柳杨, 何源, 等. 利用血管内超声结果验证定量血流分数对冠状动脉造影临界病变诊断价值的研究[J]. *中国循环杂志*, 2020, 35(6): 546-553.
- LI M H, LIU Y, HE Y, et al. Diagnostic value of quantitative flow ratio derived from intravascular ultrasound on the evaluation of intermediate coronary stenosis initially defined by coronary angiography[J]. *Chin Circ J*, 2020, 35(6): 546-553.
- [21] 张鹏祥, 张爱爱, 李飞星, 等. 血管内超声特征结合血清MCP-1对冠心病冠状动脉斑块稳定性及预后的评估[J]. *中国医学装备*, 2021, 18(6): 39-43.
- ZHANG P X, ZHANG A A, LI F X, et al. Assessment of IVUS characteristics combined with serum MCP-1 to the stability and prognosis of coronary artery plaque[J]. *Chin Med Equip*, 2021, 18(6): 39-43.
- [22] LEE J M, CHOI G, HWANG D, et al. Impact of longitudinal lesion geometry on location of plaque rupture and clinical presentations[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2017, 10(6): 677-688.

(此文编辑 文玉珊)