

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2025.12.003

心血管疾病专题

急性冠状动脉综合征患者直接 PCI 术后心肌损伤的风险预测模型构建

玛依热·阿吉, 再米拉·依力哈木, 谢耀慧, 阿不都沙拉木, 王旭敏



基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2021D01C457)

作者单位: 830063 乌鲁木齐, 新疆医科大学第六附属医院心血管内科(玛依热·阿吉、谢耀慧、阿不都沙拉木、王旭敏), 内分泌科(再米拉·依力哈木)

通信作者: 王旭敏, E-mail: 1125102929@qq.com

【摘要】目的 分析急性冠状动脉综合征(ACS)患者直接经皮冠状动脉介入术(PCI)后心肌损伤的危险因素,并基于危险因素构建风险预测模型。**方法** 回顾性选取2019年3月—2023年4月新疆医科大学第六附属医院心血管内科行直接PCI治疗的ACS患者126例的临床资料,根据心肌损伤发生情况分为心肌损伤组($n=44$)、非心肌损伤组($n=82$)。多因素 Logistic 回归分析 ACS 患者发生心肌损伤的影响因素,并采用 R 软件和 rms 程序包绘制列线图风险预测模型;采用 caret 程序包通过 Bootstrap 法绘制校正曲线进行内部验证,采用受试者工作特征(ROC)曲线和决策曲线(DCA)对预测模型进行评价。**结果** 心肌损伤组年龄 >60 岁比例及高敏 C 反应蛋白(hs-CRP)、脂蛋白相关磷脂酶 A2(Lp-PLA2)、半乳糖凝集素 3(GAL3)、心型脂肪酸结合蛋白(H-FABP)、组织蛋白酶 S(CTSS)水平高于非心肌损伤组($\chi^2/P=8.287/0.004$, $t/P=5.137/<0.001$, $7.939/<0.001$, $5.243/<0.001$, $6.913/<0.001$, $4.999/<0.001$);多因素 Logistic 回归分析显示,年龄 >60 岁、Lp-PLA2 高、GAL3 高、H-FABP 高、CTSS 高是 ACS 患者直接 PCI 后发生心肌损伤的独立危险因素[$OR(95\%CI)=5.916(1.298\sim 26.967)$ 、 $1.035(1.015\sim 1.054)$ 、 $2.270(1.402\sim 3.675)$ 、 $1.392(1.092\sim 1.774)$ 、 $1.489(1.044\sim 2.125)$];基于危险因素构建风险预测模型,列线图模型显示,C-index 为 0.961,内部校正曲线与理想曲线的拟合反映良好,呈高度重合;ROC 曲线显示,模型预测 AUC 为 0.961,敏感度为 0.864,特异度为 0.939;决策曲线显示,模型临床净效益理想。**结论** 年龄 >60 岁与 Lp-PLA2、GAL3、H-FABP、CTSS 水平高均是 ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤的危险因素,基于上述因素构建风险预测模型能将风险可视化,预测价值理想。

【关键词】 急性冠状动脉综合征;经皮冠状动脉介入术;心肌损伤;预测模型;列线图**【中图分类号】** R541.4**【文献标识码】** A

Construction of a risk prediction model for myocardial injury after direct percutaneous coronary intervention in patients with acute coronary syndrome Mayire Aji*, ZaiMira Ilham, Xie Yaohui, Abudushalamu, Wang Xumin. * Department of Endocrinology, Sixth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Xinjiang, Urumqi 830063, China

Funding program: Natural Science Foundation of Xinjiang Uygur Autonomous Region Project (2021D01C457)

Corresponding author: Wang Xumin, E-mail: 1125102929@qq.com

【Abstract】 Objective To analyze the risk factors of myocardial injury in patients with acute coronary syndrome (ACS) after direct percutaneous coronary intervention (PCI), and to construct a risk prediction model based on these risk factors. **Methods** The clinical data of 126 patients with ACS who underwent direct PCI treatment in the Department of Cardiovascular Medicine of the Sixth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from March 2019 to April 2023 were retrospectively selected. Patients were divided into myocardial injury group ($n=44$) and non-myocardial injury group ($n=82$) based on the occurrence of myocardial injury. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of myocardial injury in patients with ACS, and the nomogram risk prediction model was drawn using R software and rms package. The correction curve was drawn by the Bootstrap method using the caret package for internal verification, and the receiver operating characteristic (ROC) curve and decision curve (DCA) were used to evaluate the prediction model. **Results** The proportion of patients aged over 60 years old in the myocardial injury group showed higher levels of high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), lipoprotein-associated phospholipase A2 (Lp-PLA2), galectin-3 (GAL3), heart-type fatty acid binding protein (H-FABP), and tissue protease S (CTSS) compared to the non-myocardial injury group ($t/P=8.287/0.004$, $5.137/<$

0.001, 7.939/<0.001, 5.243/<0.001, 6.913/<0.001, 4.999/<0.001). Multivariate Logistic regression analysis showed that age >60 years, high Lp-PLA2, high GAL3, high H-FABP, and high CTSS were independent risk factors for myocardial injury in ACS patients after direct PCI [OR(95% CI)=5.916 (1.298–26.967), 1.035 (0.743–6.637), 2.270 (1.015–1.054), 1.392 (1.092–1.774), 1.489 (1.044–2.125)]. Based on the risk factors, a risk prediction model was constructed: the column-line diagram model showed that C-index was 0.961, and the internal correction curve and the ideal curve fit well and were highly coincident. ROC curve showed that AUC predicted by the model was 0.961, sensitivity and specificity were 0.846 and 0.939, respectively. The decision curve showed that the clinical net benefit of the model was ideal. **Conclusion** Age over 60 years old and high levels of Lp-PLA2, GAL3, H-FABP, and CTSS are all risk factors for myocardial injury in ACS patients after direct PCI. Based on these factors, a risk prediction model can be constructed to visualize the risk and have ideal predictive value.

【Key words】 Acute coronary syndrome; Percutaneous coronary intervention; Myocardial injury; Prediction model; Nomogram

急性冠状动脉综合征 (acute coronary syndrome, ACS) 是一种由急性心肌缺血引发的临床综合征, 经皮冠状动脉介入术 (percutaneous coronary intervention, PCI) 作为 ACS 的关键治疗手段之一, 可改善心肌血流灌注、缓解患者症状^[1]。然而, 虽然 PCI 具有操作简便、创伤面小等优势, 但术后仍可能出现心肌损伤, 调查发现, 9 081 例经 PCI 治疗的慢性冠状动脉综合征患者中, 有 52.8% 的患者术后发生心肌损伤, 其中有 18.2% 为严重心肌损伤, 且与患者的病死率密切相关^[2]。目前, 尽管已有研究探讨了与 ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤相关的预测指标, 但相对片面, 尚缺乏关于其风险预测模型构建的研究^[3]。本研究旨在深入探讨 ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤的危险因素, 并基于危险因素构建可视化的风险预测模型, 旨在为临床识别风险因素、实施早期干预提供科学依据, 报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性选取 2019 年 3 月—2023 年 4 月新疆医科大学第六附属医院心血管内科行直接 PCI 治疗的 ACS 患者 126 例的临床资料, 男 79 例, 女 47 例; 年龄 44~75 (60.26±3.65) 岁; 病程 1~14 (7.02±2.60) h; 基础病史: 高血压 44 例, 糖尿病 55 例, 高血脂 50 例; 吸烟史 40 例, 饮酒史 47 例; 有明显诱因 55 例, 无明显诱因 71 例; 有家族史 17 例。结合 ACS 患者随访资料与文献^[4]判定标准, 根据心肌损伤发生情况分为心肌损伤组 ($n=44$)、非心肌损伤组 ($n=82$)。本研究已经获得医院伦理委员会批准 (20230917054), 患者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准: 符合《急性冠状动脉综合征治疗指南》^[5] 中 ACS 的诊断标准, 经实验室、冠状动脉造影检查确诊; 完成直接 PCI 治疗, 且获得随访资料, 随访时间 ≥ 3 个月; 患者资料保存完整 (包括一般资料、实验室主要数据、各项影像学检查资

料等)。(2) 排除标准: 既往有 PCI 手术史或冠状动脉搭桥手术史的患者; 合并其他心脏疾病或感染相关疾病者; 合并肝衰竭或肾衰竭等重要脏器疾病的患者; 合并恶性肿瘤的患者; 靶血管直径 < 2.5 mm; 入院近 1 个月内服用干扰凝血功能药物者; 伴有血液疾病者; 伴有精神疾病或有沟通障碍患者。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 临床资料收集: 查阅患者电子病历档案, 记录性别、年龄、既往史 (吸烟、饮酒、高血压、糖尿病、高血脂)、心功能分级^[6] (Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级)、发病至 PCI 时间、置入支架数量等。

1.3.2 实验室指标检测: 于患者入院时采集其肘部静脉血 5 ml, 离心留取上层血清, 置于 -80℃ 的冰柜中保存。检测前在室温下复融, 使用全自动生化分析仪 (Roche Diagnostics GmbH, 型号 cobas 8000 c701) 及配套试剂盒, 采用酶法测定总胆固醇 (TC)、甘油三酯 (TG) 水平, 胶体金法测定高敏 C 反应蛋白 (hs-CRP)、脂蛋白相关磷脂酶 A2 (Lp-PLA2)、心型脂肪酸结合蛋白 (H-FABP) 水平; 使用酶联免疫分析仪 (山东博冠生物技术有限公司, 型号 BK-EL10A) 及配套试剂盒, 采用酶联免疫吸附法测定半乳糖凝集素 3 (GAL3)、组织蛋白酶 S (CTSS)。

1.3.3 心肌损伤判定: 术前肌钙蛋白正常但术后超第 99 百分位参考值上限 (高敏肌钙蛋白 T > 14 ng/L 或高敏肌钙蛋白 I > 26 ng/L), 或术前超第 99 百分位参考上限但处于稳定或趋于下降者, 术后较术前升高 > 20%, 则判定为心肌损伤。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 25.0 统计软件对数据分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 2 组间比较采用独立样本 t 检验; 计数资料以频数/构成比 (%) 表示, 比较采用 χ^2 检验; 多因素 Logistic 回归分析 ACS 患者发生心肌损伤的影响因素, 并采用 R 软件和 rms 程序包绘制列线图风险预测模型; 采用 caret 程序包通过

Bootstrap 法绘制校正曲线进行内部验证,采用受试者工作特征 (ROC) 曲线和决策曲线 (DCA) 对预测模型进行评价。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组临床资料比较 心肌损伤组年龄>60 岁比例及 hs-CRP、Lp-PLA2、GAL3、H-FABP、CTSS 水平高于非心肌损伤组 ($P<0.01$), 2 组其他资料比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 1。

2.2 多因素 Logistic 回归分析 ACS 患者发生心肌损伤的影响因素 以 ACS 患者直接 PCI 后发生心肌损伤为因变量 (1 = 发生, 0 = 未发生), 以上述结果中 $P<0.05$ 项目为自变量进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示: 年龄>60 岁、Lp-PLA2 高、GAL3 高、H-FABP 高、CTSS 高是 ACS 患者直接 PCI 后发生心肌损伤的独立危险因素 ($P<0.05$), 见表 2。

2.3 影响 ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤的列线图模型构建 基于 ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤的危险因素 (年龄、Lp-PLA2、GAL3、H-FABP、CTSS), 使用 R 软件构建列线图预测模型, 见图 1。ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤的风险随着年龄、Lp-PLA2、GAL3、H-FABP、CTSS 升高而增加。根据每位患者各变量的不同结果取相应分数值, 将所有分值相加获得总分, 根

据总分判断对应的患者 PCI 后心肌损伤的发生概率。

表 2 多因素 Logistic 回归分析 ACS 患者发生心肌损伤的影响因素

Tab.2 Multivariate Logistic regression analysis of factors affecting myocardial injury in ACS patients after direct PCI

自变量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
年龄>60 岁	1.778	0.774	5.276	0.022	5.916	1.298~26.967
hs-CRP 高	0.798	0.558	2.042	0.153	2.221	0.743~6.637
Lp-PLA2 高	0.034	0.010	12.364	<0.001	1.035	1.015~1.054
GAL3 高	0.820	0.246	11.125	0.001	2.270	1.402~3.675
H-FABP 高	0.331	0.124	7.144	0.008	1.392	1.092~1.774
CTSS 高	0.398	0.181	4.818	0.028	1.489	1.044~2.125

2.4 列线图预测模型的内部验证 经 Bootstrap ($B = 1\ 000$) 法进行内部验证, 结果显示, 列线图模型的内部校正曲线与理想曲线的拟合反映良好, 呈高度重合, 见图 2, C-index 为 0.961; ROC 曲线显示, ACS 患者直接 PCI 术后心肌损伤的列线图模型预测效能较好, 曲线下面积 (AUC) 为 0.961, 敏感度为 0.864, 特异度为 0.939, 约登指数为 0.803, 见图 3。决策曲线显示该模型具有较好的临床净效益, 见图 4。Hosmer-Lemeshow 检验显示拟合度好 ($R^2 = 0.781$, $\chi^2 = 3.019$, $P = 0.933$), 提示该列线图模型具有较好的校准度。

表 1 非心肌损伤组与心肌损伤组 ACS 患者临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data between non myocardial injury group and myocardial injury group patients

项 目		非心肌损伤组 (n = 82)	心肌损伤组 (n = 44)	t/χ^2 值	P 值
性别 [例 (%)]	男	48 (58.54)	31 (70.45)	1.739	0.187
	女	34 (41.46)	13 (29.55)		
年龄 [例 (%)] (岁)	≤60 岁	50 (60.98)	15 (34.09)	8.287	0.004
	>60 岁	32 (39.02)	29 (65.91)		
基础病史 [例 (%)]	高血压	27 (32.93)	17 (38.64)	0.411	0.522
	糖尿病	32 (39.02)	23 (52.27)	2.043	0.153
	高血脂	29 (35.37)	21 (47.73)	1.828	0.176
吸烟史		25 (30.49)	15 (34.09)	0.172	0.679
饮酒史		28 (34.15)	19 (43.18)	1.101	0.294
心功能分级 [例 (%)]	I 级	45 (54.88)	23 (52.27)	0.184	0.854
	II 级	18 (21.95)	11 (25.00)		
	III 级	19 (23.17)	10 (22.73)		
发病至 PCI 时间 ($\bar{x} \pm s$, h)		6.84 ± 2.54	7.38 ± 2.73	1.108	0.270
置入支架数量 ($\bar{x} \pm s$, 个)		1.95 ± 0.69	2.06 ± 0.58	0.900	0.370
手术时间 ($\bar{x} \pm s$, min)		180.33 ± 30.43	189.07 ± 23.58	1.656	0.100
心率 ($\bar{x} \pm s$, 次/min)		77.68 ± 18.73	79.65 ± 20.13	0.557	0.579
收缩压 ($\bar{x} \pm s$, mmHg)		134.95 ± 25.76	130.33 ± 21.82	1.011	0.314
TC ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)		1.63 ± 0.35	1.57 ± 0.43	0.846	0.400
TG ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)		4.30 ± 0.72	4.21 ± 0.66	0.688	0.493
hs-CRP ($\bar{x} \pm s$, mg/L)		2.13 ± 0.64	2.72 ± 0.59	5.137	<0.001
Lp-PLA2 ($\bar{x} \pm s$, μ g/L)		187.02 ± 48.25	259.67 ± 50.33	7.939	<0.001
GAL3 ($\bar{x} \pm s$, μ g/L)		4.53 ± 1.38	5.95 ± 1.57	5.243	<0.001
H-FABP ($\bar{x} \pm s$, μ g/L)		10.65 ± 3.59	15.33 ± 3.70	6.913	<0.001
CTSS ($\bar{x} \pm s$, μ g/L)		6.21 ± 1.95	8.13 ± 2.20	4.999	<0.001

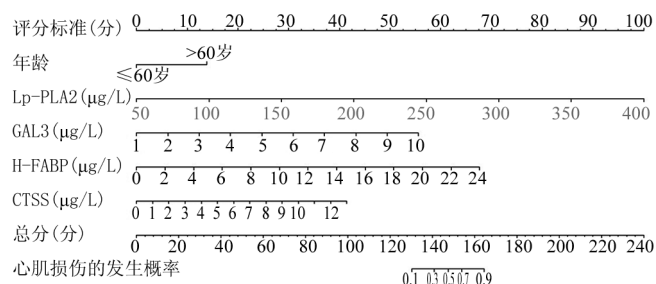


图 1 ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤的风险预测模型列线图

Fig.1 Nomogram of risk prediction model for myocardial injury in ACS patients after direct PCI

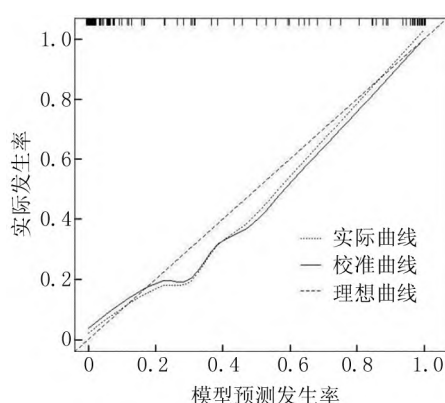


图 2 列线图模型的校正曲线

Fig.2 Calibration curve of Nomogram model

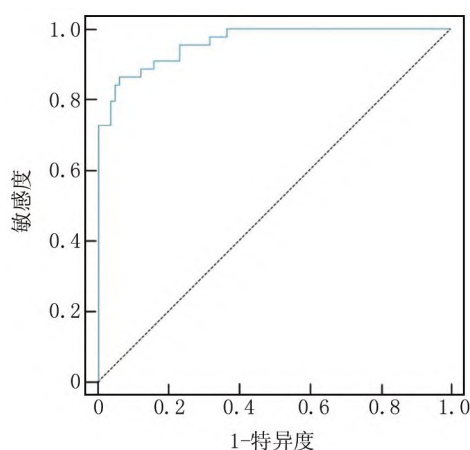


图 3 列线图模型的 ROC 曲线

Fig.3 ROC curve analysis of the Nomogram model

3 讨论

PCI 虽然是治疗 ACS 常用的方法,可有效重建血运,但由于冠状动脉病变结构复杂,其属于侵入性有创操作,容易导致心肌损伤,严重者甚至进展为心肌梗死,增加病死风险,影响预后^[7]。辛艳等^[8]研究发现,

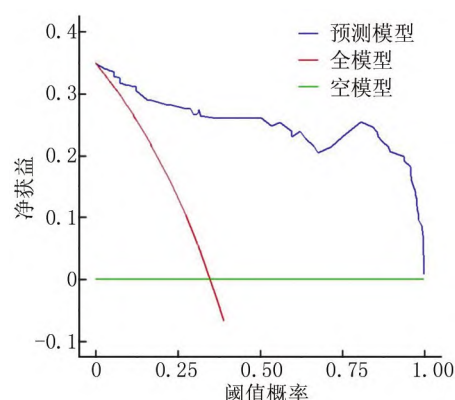


图 4 列线图模型的决策曲线

Fig.4 Decision curve of Nomogram model

108 例冠心病患者中,有 33 例在 PCI 后发生心肌损伤,发生率为 30.56%,本研究经分析 126 例 ACS 患者资料发现,有 44 例患者在直接 PCI 后发生心肌损伤,发生率为 34.92%,与上述结果基本接近。可见,ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤风险高,找到与之相关的危险因素至关重要。目前,与 ACS 等冠心病患者 PCI 后心肌损伤影响因素相关的研究较多,但并未形成统一的共识,且缺乏可视化的风险预测模型^[9-11]。因此,需要一个可靠的模型个性化预测 ACS 患者直接 PCI 后发生心肌损伤的概率,以帮助临床医生早期识别风险和及时干预。

列线图预测模型是通过数学方程将多个变量的影响集成到一个单一的数值评分上,以评估特定个体未来可能遭遇某种结果的概率,与本研究目的一致。构建一个用于预测 ACS 患者直接 PCI 后发生心肌损伤的列线图模型,还需关注两个方面,其一,预测因素需能尽早获得,确保模型的前瞻性,其二,预测因素需在疾病诊断过程中容易获得,确保模型的实用性。基于此,本研究综合科室医生的临床经验选择了 16 个潜在预测变量,通过统计学方法分析发生心肌损伤和未发生心肌损伤患者的资料,筛选出 6 个预测因子,并进一步进行多因素 Logistic 回归分析,最终筛选出 5 个预测因子,在此基础上构建并验证了一个易于使用的列线图模型。

本研究构建的列线图模型结果显示,ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤的风险随着年龄、Lp-PLA2、GAL3、H-FABP、CTSS 升高而增加。陈心怡等^[12]研究也指出,年龄是发生 PCI 相关心肌损伤的独立危险因素。可见,随着年龄的增长,机体功能会逐渐退化,其免疫功能也随之减弱,难以有效抑制炎症细胞因子,便会导致炎症因子过多分泌,从而损伤心肌组织^[13]。

Lp-PLA2、GAL3 均是炎性标志物,其中 Lp-PLA2 是具有心血管内皮特异性的炎性标志物,由血管内膜中的巨噬细胞、T 细胞和肥大细胞分泌,并释放到血液循环中,与动脉粥样硬化的发生、发展密切相关^[14]。Lp-PLA2 能与低密度脂蛋白等结合,而低密度脂蛋白在特定条件下,会渗入血管壁内皮下,其中被氧化的低密度脂蛋白会与巨噬细胞表面的清道夫受体结合,并被巨噬细胞摄取,形成泡沫细胞,随着动脉平滑肌细胞增生迁移,泡沫细胞坏死崩解,便形成粥样斑块^[15]; Lp-PLA2 水平上调还会水解氧化的低密度脂蛋白中的氧化磷脂,并生成脂类促炎物质,进一步促进动脉粥样硬化,而活化斑块中的炎性因子又会促进 Lp-PLA2 生成,形成恶性循环,增加心肌梗死风险^[16]。因此,高水平的 Lp-PLA2 可以预测心肌梗死。并且已有研究证实,PCI 术前 Lp-PLA2 与围术期心肌损害之间存在较强的相关性,与本研究结果接近^[17]。GAL3 可通过巨噬细胞调节炎症反应,参与急慢性炎症反应过程。GAL3 介导动脉粥样斑块形成的机制与 Lp-PLA2 类似,可通过增加冠状动脉炎症反应,使巨噬细胞吞噬低密度脂蛋白,促进泡沫细胞增生,进而形成粥样斑块,加之 ACS 主要是因动脉粥样斑块不稳定性下降,发生侵袭或破裂后继发闭塞性血栓形成,故而推测 GAL3 通过介导 ACS 发生、发展,参与了 PCI 后心肌梗死^[18]。

H-FABP 是世界卫生组织推荐作为诊断早期心肌缺血的重要标志物,占心肌细胞可溶性蛋白总量的 4%~8%,具有高度的心肌组织特异性^[19]。H-FABP 在正常人群中含量极低,一旦发生心肌缺血则含量升高,作为小分子量蛋白,H-FABP 可在心肌细胞损伤早期释放入血,且比 cTnT 更为敏感地检测出微小心肌损伤^[20]。不仅如此,徐艺等^[21]研究指出,缺血导致心肌细胞损伤并释放 H-FABP,可见 H-FABP 水平反映了心肌细胞受损情况。因此,高水平的 H-FABP 提示心肌细胞受损较为严重,PCI 后心肌受损风险较高。CTSS 是一种非特异性蛋白裂解酶,在正常动脉中水平极低,但在多种心血管疾病中均有表达,可通过多种途径作用于动脉粥样硬化,与斑块不稳定性有关^[22]。研究发现,CTSS 具有弹性分解和胶原溶解活性,参与动脉粥样硬化斑块破裂^[23];因此其表达异常升高提示 ACS 患者斑块稳定性下降,预后不佳,一定程度上增加术后不良心脏事件风险,导致心肌梗死发生^[24-27]。

经验证模型发现,本研究基于 ACS 患者直接 PCI 后心肌梗死的危险因素构建的模型,有较好的预测价值,且具有较好的拟合度、临床净效益及校准度,提示

该模型的预测准确性、实用价值较高。但本研究为单中心、回顾性研究,样本量选取有所偏倚,未来还需进行前瞻性的多中心、大样本量研究,以发现更多潜在预测因素,进一步完善预测模型,为疾病的临床诊疗提供更高的参考价值。

4 结 论

综上所述,年龄、Lp-PLA2、GAL3、H-FABP、CTSS 均是 ACS 患者直接 PCI 后心肌损伤的危险因素,ACS 患者年龄越大,Lp-PLA2、GAL3、H-FABP、CTSS 水平越高,直接 PCI 后心肌损伤的风险越高,对于伴有上述危险因素 ACS 患者,应重点关注,提高发生心肌损伤的早期警惕,以及时采取措施减少其心肌损伤风险,或许能改善患者预后。基于上述因素构建风险预测模型,能将风险可视化,且在预测 ACS 患者直接 PCI 后心肌梗死上具有较高的拟合度、临床净效益及校准度,预测价值理想,有助于临床进行个体化预测。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

玛依热·阿吉:设计论文框架,论文撰写,论文修订;再米拉·依力哈木:进行统计学分析;谢耀慧:进行文献调研与整理;阿不都沙拉木:实施研究过程,数据收集;王旭敏:设计研究方案,论文终审

参考文献

- [1] 耿叶,孙林.CMR 用于评估 ACS 患者 PCI 术后心功能改善的研究现状[J].心血管病学进展,2022,43(12):1078-1082.DOI:10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2022.12.005.
- [2] Silvain J, Zeitouni M, Paradies V, et al. Procedural myocardial injury, infarction and mortality in patients undergoing elective PCI: A pooled analysis of patient-level data[J]. Eur Heart J, 2021, 2(4): 323-334. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa885.
- [3] 吕楚群,邱原刚.PCI 相关心肌损伤和梗死的研究进展[J].浙江医学,2022,44(21):2355-2358. DOI:10.12056/j.issn.1006-2785.2022.44.21.2022-539.
- [4] Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018)[J]. J Am Coll Cardiol, 2018, 72(18): 2231-2264. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.08.1038.
- [5] 颜红兵,唐熠达,杨艳敏.急性冠状动脉综合征治疗指南[M].北京:中国环境科学出版社,2012:231.
- [6] 陈冬生,栾献亭,杨进刚,等.中国急性心肌梗死不同 Killip 分级患者的临床特征、治疗和预后情况分析[J].中国循环杂志,2016,31(9):849-853. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2016.09.005.
- [7] 张家龙,杨杨,盛英杰.基于决策曲线和剂量反应分析评估血清胆红素水平对老年急性心肌梗死患者 PCI 术后发生不良心血管事件的预测价值[J].疑难病杂志,2023,22(8):810-816. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2023.08.005.
- [8] 辛艳,尹锐.血清 GDF-15、TGF- β 1 及 HbA1c 与冠心病患者 PCI 围术期心肌损伤的相关性分析[J].标记免疫分析与临床,2024,31(1):114-117,122. DOI:10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2024.

- 01.020.
- [9] 徐艺,王均生,考国营,等.血清 H-FABP, GDF-15, sICAM-1 与 PCI 后心肌损伤的关系分析[J].局解手术学杂志, 2023, 32(10): 898-901. DOI: 10.11659/jjssx.12E022124.
- [10] 尹国婷,刘洁云,连政,等.冠心病病人血清脂蛋白相关磷脂酶 A2 与冠状动脉硬化程度,心肌损伤的关系[J].中西医结合心脑血管病杂志, 2024, 22(10): 1857-1861. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2024.10.026.
- [11] 孙俊翔,殷云杰,庄乾,等.小而密低密度脂蛋白胆固醇与冠心病患者经皮冠状动脉介入治疗术后围术期心肌损伤的相关性[J].中华老年多器官疾病杂志, 2023, 22(5): 351-355. DOI: 10.11915/j.issn.1671-5403.2023.05.72.
- [12] 陈心怡,赵国力,安洁,等.择期 PCI 术后发生 PCI 相关心肌损伤的危险因素及其列线图模型[J].临床心血管病杂志, 2024, 40(3): 224-229. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2024.03.012.
- [13] 左梅,王端乐,辛浩,等.冠心病病人介入治疗围术期炎症因子变化及心肌损伤相关因素分析[J].蚌埠医学院学报, 2023, 48(9): 1258-1261. DOI: 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2023.09.018.
- [14] 陈杰,任国勇,王炜,等.急性缺血性脑卒中颈动脉粥样硬化斑块性质影响因素及 ESM-1, Lp-PLA2, miR-21 鉴别价值分析[J].神经损伤与功能重建, 2024, 19(3): 179-182. DOI: 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20230477.
- [15] 冯晓生,魏建灿,林冬丽.AMI 患者心肌缺血再灌注损伤与 Fbg, Lp-PLA2, sCD40L 的相关性[J].中国急救复苏与灾害医学杂志, 2023, 18(6): 715-718. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6966.2023.06.004.
- [16] 朵杰,白洁,韩琼.老年急性心肌梗死病人血清 Lp-PLA2 水平与 PCI 围术期心肌损伤及术后心功能的相关性[J].中西医结合心脑血管病杂志, 2023, 21(6): 1111-1114. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2023.06.025.
- [17] Yin YJ, Chen YC, Xu L, et al. Relationship of lipoprotein-associated phospholipase A2 (Lp-PLA2) and periprocedural myocardial injury in patients undergoing elective percutaneous coronary intervention [J]. Int J Cardiol Heart Vasc, 2020, 28: 100541. DOI: 10.1016/j.ijcha.2020.100541.
- [18] 杨轶凡.扩张型心肌病患者血清 GDF-15, Gal-3 水平与心肌损伤, 预后的相关性分析[J].华夏医学, 2023, 36(4): 57-61. DOI: 10.19296/j.cnki.1008-2409.2023-04-010.
- [19] Sun JH, Liu XK, Xing XW, 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. DOI: 10.12669/pjms.39.6.7101.
- [20] 张春茹,吕健,周大亮,等.三种血清指标与冠心病心绞痛患者心功能和心肌损伤指标的关系[J].中华老年心脑血管病杂志, 2025, 27(1): 33-37. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2025.01.008.
- [21] 徐艺,王均生,考国营,等.血清 H-FABP, GDF-15, sICAM-1 与 PCI 后心肌损伤的关系分析[J].局解手术学杂志, 2023, 32(10): 898-901. DOI: 10.11659/jjssx.12E022124.
- [22] Vyas P, Mishra A, Parwani K, et al. Significance of myocardial injury on in-hospital clinical outcomes of in-hospital and COVID-19 patients [J]. J Cardiovasc Thorac Res, 2023, 15(2): 93-97. DOI: 10.34172/jcvtr.2023.31614.
- [23] Stamatiopoulos K, Mueller-Hennessen M, Georgiopoulos G, et al. Cathepsin S levels and survival among patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndromes [J]. J Am Coll Cardiol, 2022, 80(10): 998-1010. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.05.055.
- [24] 卞文鑫,赵继红.急性冠脉综合征合并心房颤动患者 PCI 后穿刺部位发生血管并发症的影响因素及其风险预测列线图模型构建[J].实用心脑血管病杂志, 2023, 31(11): 25-30. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2023.00.272.
- [25] 何亚磊,魏引,蔡叶锐,等.急性冠状动脉综合征患者血浆 miR-133a, miR-208b 表达水平及其与心肌损伤和冠状动脉病变程度的相关性[J].疑难病杂志, 2021, 20(4): 329-333. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2021.04.002.
- [26] 胡贤军,马洁,孙明,等.血浆 sLRP-1 水平及 MHR 对急性冠状动脉综合征患者介入治疗后发生 MACE 的预测价值[J].临床误诊误治, 2023, 36(6): 75-79. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2023.06.017.
- [27] 柳浩, Kinayi ES, 张波.经皮冠状动脉介入的急性冠状动脉综合征患者早期不同联合降血脂策略效果分析[J].中国医药, 2024, 19(1): 6-10. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2024.01.002.

(收稿日期: 2025-05-04)

(上接 1417 页)

- [9] 黎秋萍,郝小庆,刘松.胃肠道脂肪酶抑制剂治疗肥胖的药理药效研究进展——以奥利司他为例[J].中国现代应用药学, 2022, 39(17): 2287-2292.
- [10] 国家卫生健康委.肥胖症诊疗指南 2024 年版[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202410/content_6981734.htm.
- [11] 殷峻,刘月星,贾伟平.胰高血糖素样肽-1 (GLP-1) 类药物有望战胜肥胖[J].科学通报, 2024, 69(35): 5094-5099.
- [12] Eisenberg D, Shikora SA, Aarts E, et al. 2022 American Society of Metabolic and Bariatric Surgery (ASMBS) and International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO) indications for metabolic and bariatric surgery [J]. Obes Surg, 2023, 33(1): 3-14. DOI: 10.1007/s11695-022-06332-1.
- [13] 中国医师协会外科医师分会肥胖和糖尿病外科医师委员会.中国儿童和青少年肥胖症外科治疗指南 (2019 版) [J].中华肥胖与代谢病电子杂志, 2019, 5(1): 3-9. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-9605.2019.01.001.

(收稿日期: 2025-04-26)