

血管内皮损伤相关因子与老年急性非 ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术后预后不良的相关性

曾垂旭, 郑梅凡, 林 莹, 骆元平, 詹智晖, 李堪董, 赵圣吉, 姚亚男, 吴钟伟

摘要: **目的:** 探究血管内皮损伤相关因子与老年急性非 ST 段抬高型心肌梗死 (NSTEMI) 患者经皮冠状动脉介入 (PCI) 术后预后不良的相关性。**方法:** 回顾性纳入 2022 年 10 月至 2024 年 5 月就诊于海南西部中心医院的接受 PCI 治疗的老年 NSTEMI 患者。本研究主要终点事件为随访 3 个月预后不良, 定义为发生主要不良心血管事件。采用多因素 Logistic 回归分析筛选主要终点事件的相关因素, 并构建列线图模型。采用受试者工作特征 (ROC) 曲线、校准曲线、决策曲线分析分别评估模型的预测效能、校准度和临床应用价值。**结果:** 共纳入 111 例患者, 24 例 (21.6%) 预后不良。多因素 Logistic 回归分析发现血清血管内皮生长因子-1 (VEGF-1, OR 1.35, 95% CI 1.08-1.69)、VEGF-2 (OR 1.41, 95% CI 1.15-1.73)、内皮细胞特异性分子-1 (ESM-1, OR 1.69, 95% CI 1.24-2.87) 及血管性血友病因子 (vWF, OR 1.73, 95% CI 1.26-2.38) 均与主要终点事件显著相关。ROC 分析表明基于上述因素构建的列线图模型预测主要终点事件的 AUC 为 0.965 (95% CI 0.935-0.995)。校准曲线分析表明模型的校准度较好 (Hosmer-Lemeshow $\chi^2 = 2.729$, $P = 0.950$); 决策曲线分析表明风险阈值概率在 0~0.9 范围, 存在临床净获益。**结论:** 老年 NSTEMI 患者术前 VEGF-1、VEGF-2、ESM-1 及 vWF 水平与 PCI 术后 3 个月内预后不良密切相关。上述指标联合检测对老年 NSTEMI 患者 PCI 术后 3 个月内预后不良的预测效能较高。

关键词: 心肌梗死; 血管成形术, 气囊; 冠状动脉; 内皮, 血管

文章编号: 1008-0074 (2026) 03-342-07

中图分类号: R542.22

文献标识码: A

Doi: 10.3969/j.issn.1008-0074.2026.03.07

Association between vascular endothelial injury related factors and unfavorable outcome in elderly patients with acute non-ST segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention/ZENG Chui-xu, ZHENG Mei-fan, LIN Ying, LUO Yuan-ping, ZHAN Zhi-hui, LI Kan-dong, ZHAO Sheng-ji, YAO Ya-nan, WU Zhong-wei//Department of Cardiovascular Medicine, Hainan West Central Hospital, Danzhou, Hainan, 571700, China

Corresponding author: ZHENG Mei-fan, E-mail: 1558390337@qq.com

Abstract: **Objective:** To investigate the association between vascular endothelial injury-related factors and unfavorable outcome in elderly patients with acute non-ST segment elevation myocardial infarction (NSTEMI) undergoing percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods:** We retrospectively included elderly patients with NSTEMI admitted to Hainan West Central Hospital between October 2022 and May 2024 who received PCI. The primary outcome was unfavorable outcome during 3-month follow-up, defined as incidence of major adverse cardiovascular events. Multivariate Logistic regression analysis was used to identify the factors associated with primary outcome, and a nomogram model was established. The predictive efficacy, calibration and clinical utility of the model were assessed using the receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve and decision curve analysis, respectively. **Results:** A total of 111 patients were enrolled and 24 (21.6%) cases had unfavorable outcome. Multivariate Logistic regression analysis showed that serum vascular endothelial growth factor (VEGF)-1 (OR 1.35, 95% CI 1.08-1.69), VEGF-2 (OR 1.41, 95% CI 1.15-1.73), endothelial cell-specific molecule-1 (ESM-1, OR 1.69, 95% CI 1.24-2.87) and von Willebrand factor (vWF, OR 1.73, 95% CI 1.26-2.38) were all significantly associated with primary outcome. ROC analysis showed that the AUC of the nomogram model incorporating the above factors for predicting primary outcome was 0.965 (95% CI 0.935-0.995). Calibration curve analysis showed

收稿日期: 2025-06-18

基金项目: 2022 年度 (第一批) 海南省卫生健康行业科研项目 (22A200296)

作者单位: 海南西部中心医院 (心血管内科: 曾垂旭, 郑梅凡, 骆元平, 詹智晖, 李堪董, 赵圣吉, 姚亚男, 吴钟伟; 肾内科: 林莹), 海南 儋州 571700

通讯作者: 郑梅凡, E-mail: 1558390337@qq.com

good calibration (Hosmer - Lemeshow $\chi^2 = 2.729$, $P = 0.950$); decision curve analysis showed net benefit when risk threshold probability was between 0 and 0.9. **Conclusion:** The levels of VEGF - 1, VEGF - 2, ESM - 1 and vWF before PCI were significantly associated with the unfavorable outcome within 3 months after PCI in elderly NSTEMI patients. The combined detection of the above - mentioned indicators had good predictive efficacy for the unfavorable outcome within 3 months in this patient population.

Key words: Myocardial infarction; Angioplasty, balloon, coronary; Endothelium, vascular

Funding: Scientific Research Project in the Healthcare Industry of Hainan Province in 2022 (the First Batch) (22A200296)

心血管疾病已成为老年人群死亡的主要原因, 并造成沉重经济负担, 其中心肌梗死因发病率高、病情进展迅速, 成为冠心病中最严重的类型^[1]。急性心肌梗死依据心电图变化分为急性 ST 段抬高型心肌梗死 (ST - segment elevation myocardial infarction, STEMI) 和急性非 ST 段抬高型心肌梗死 (non - ST - segment elevation myocardial infarction, NSTEMI)^[2]。尽管经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 的广泛应用显著改善了老年心肌梗死患者预后, 但部分 NSTEMI 患者术后仍存在再次梗死及主要心血管不良事件风险, 且与 STEMI 相比, NSTEMI 患者的远期死亡率往往更高^[3,4]。因此, 如何准确评估 NSTEMI 患者生存率及 PCI 手术预后是临床亟待解决的重要问题之一。

以血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor, VEGF) 家族为代表的多种血管内皮损伤相关因子在心脑血管疾病的发生、发展过程中发挥重要作用^[5,6]。既往研究显示, 颅内动脉瘤患者的瘤壁组织中 VEGF 表达水平升高, 且与患者预后具有密切相关性^[7]。血管内皮损伤引发的微循环障碍会减少缺血区心肌血供, 对心肌梗死患者预后产生不利影响^[8]。已有研究报道, 心肌细胞缺血/缺氧损伤后患者血清 VEGF 表达显著增加、且与病情严重程度呈正相关, 但其他血管内皮损伤相关因子水平与 NSTEMI 患者 PCI 术预后的相关性研究仍较少^[9]。基于此, 本研究拟通过回顾性方法, 探讨血管内皮损伤相关因子对老年 NSTEMI 患者 PCI 术后 3 个月内预后不良的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象

以 2022 年 10 月至 2024 年 5 月就诊于海南西部中心医院的 111 例老年 NSTEMI 患者作为研究对象。纳入标准: (1) 年龄大于 60 岁; (2) 符合 NSTEMI 的临床诊断标准且均为单支病变^[10]; 患者存在典型急性胸痛, 静息心电图显示 ST 段水平型

或下斜型压低 >1 mm, 或肢体导联 ST 段抬高 >1 mm、胸导联 >2 mm, T 波通常呈一过性对称性倒置或高耸; (3) 患者均具有 PCI 手术治疗指征^[11]; (4) 临床资料完整, PCI 手术治疗及术后随访均在我院完成。排除标准: (1) 既往接受过 PCI 治疗或心脏外科手术; (2) 心电图提示为 STEMI 型; (3) 合并任何类型、任何部位的恶性肿瘤; (4) 合并血液系统疾病或凝血功能障碍; (5) 合并自身免疫性疾病或长期接受免疫调节剂治疗; (6) 合并严重肝肾功能障碍或脓毒血症患者。本研究经海南西部中心医院伦理委员会审核批准 (批号: 20220812095)。入院后由主管医生向患者或其家属详细介绍本研究的目的、方法、可能的风险和受益等内容, 患者或家属充分知情并签署知情同意书。

1.2 手术治疗

所有患者均行 PCI 手术治疗, 术后常规给予抗凝、阿司匹林 + 氯吡格雷双重抗血小板及调脂治疗。

1.3 观察指标

1.3.1 一般临床资料: 通过医院信息系统收集所有入组患者年龄、性别、基础疾病情况 (高血压、糖尿病、高脂血症)、人体质量指数、术前心率、发病至 PCI 时间、罪犯血管 (左前降支、左回旋支、右冠状动脉)、Killip 心功能分级等一般临床资料。

1.3.2 血管内皮损伤因子: 所有入组患者在接受 PCI 手术治疗前均抽取外周静脉血 3 ml, 在室温下以 2000 r/min、15 cm 有效半径离心 15 min, 分离上层血清。采用化学发光免疫分析法检测患者血清 VEGF - 1、VEGF - 2、VEGF - 3、内皮细胞特异性分子 - 1 (endothelial cell - specific molecule - 1, ESM - 1)、血管性血友病因子 (von Willebrand factor, vWF) 水平。所有样本均由同一名实验员在全自动化学发光免疫分析检测仪 (迈瑞生物医疗电子股份有限公司, 型号: CL - 2000i) 中进行复孔检测, 各血管内皮损伤因子检测用的化学发光免疫分析试剂均购自迈瑞生物医疗电子股份有限公司 (批号分别为: MCL0020230401、MCL0020230521、MCL0020220905、MCL0020221224、MCL0020230613),

与全自动化学发光免疫分析检测仪可配套使用。所有样本检测均使用同一批次试剂,最终检测结果由两名检验科医师进行审核。

1.3.3 随访及主要终点事件:所有患者均随访 3 个月。本研究的主要终点事件为预后不良,定义为随访期间发生主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE),MACE 包括心源性休克、心脏骤停、急性心肌梗死、非致死性脑卒中、复发性心绞痛、恶性心律失常及心源性死亡^[12]。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 27.0 对数据进行分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内比较用配对样本 *t* 检验;非正态分布者以 M(*P*₂₅, *P*₇₅)表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以百分率表示,比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率检验。单因素分析中 *P*<0.05 的指标纳入多因素 Lo-

gistic 回归分析,筛选老年 NSTEMI 患者 PCI 术后 3 个月内预后不良的相关因素,基于多因素 Logistic 回归分析结果构建列线图预测模型。通过受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线及曲线下面积(area under curve, AUC)评价列线图模型的预测效能。绘制校准曲线及决策曲线评估联合预测模型的拟合度和预测临床净收益。*P*<0.05 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般临床资料对比

入组的 111 例老年 NSTEMI 患者中,24 例 PCI 术后 3 个月内预后不良,预后不良率为 21.6%,其中发生心源性休克 3 例、急性心肌梗死 7 例、复发性心绞痛 6 例、恶性心律失常 4 例、心源性死亡 4 例。与预后良好组比较,预后不良组中高血压、糖尿病、高脂血症比例及平均发病至 PCI 治疗时间均显著升高(*P*<0.05 或<0.01,见表 1)。

表 1 两组患者一般资料比较

指标	预后良好组 (<i>n</i> = 87)	预后不良组 (<i>n</i> = 24)	<i>Z</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄(岁)	70(66,72)	70(66,73)	0.316	0.752
性别 <i>n</i> (%)			0.023	0.879
男	63(72.4)	17(70.8)		
女	24(27.6)	7(29.2)		
基础疾病 <i>n</i> (%)				
高血压	34(39.1)	15(62.5) [△]	4.184	0.041
糖尿病	31(35.6)	14(58.3) [△]	4.022	0.045
高脂血症	32(36.8)	15(62.5) [△]	5.096	0.024
人体质量指数(kg/m ²)	24.35(23.25,25.07)	23.95(23.26,24.83)	0.720	0.472
术前心率(次/min)	78(75,80)	78(75,82)	0.698	0.485
发病至 PCI 治疗时间(h)	4.0(3.8,4.1)	4.7(4.4,4.9) ^{△△}	6.852	<0.001
梗死相关血管 <i>n</i> (%)			0.052	0.974
左前降支	33(37.9)	9(37.5)		
左回旋支	16(18.4)	4(16.7)		
右冠状动脉	38(43.7)	11(45.8)		
Killip 心功能分级 <i>n</i> (%)			0.642	0.521
I 级	48(55.2)	12(50.0)		
II 级	33(37.9)	9(37.5)		
III 级	6(6.9)	2(8.3)		
IV 级	0	1(4.2)		

注:PCI:经皮冠状动脉介入治疗。与预后良好组比较[△]*P*<0.05,^{△△}*P*<0.01。

2.2 两组患者血管内皮损伤相关因子水平比较
与预后良好组比较,预后不良组中血清 VEGF

-1、VEGF-2、ESM-1 及 vWF 水平均显著升高(*P*均<0.001,见表 2)。

表 2 两组患者血管内皮损伤因子水平比较($\bar{x} \pm s$)

指标	预后良好组 (<i>n</i> = 87)	预后不良组 (<i>n</i> = 24)	<i>t</i>	<i>P</i>
VEGF-1(pg/ml)	15.69 ± 3.56	19.05 ± 4.34△△	3.892	<0.001
VEGF-2(pg/ml)	11.11 ± 4.76	15.03 ± 3.42△△	3.774	<0.001
VEGF-3(pg/ml)	8.65 ± 1.83	8.49 ± 2.50	0.341	0.734
ESM-1(ng/ml)	1.23 ± 0.16	1.45 ± 0.19△△	5.790	<0.001
vWF(μg/ml)	9.65 ± 2.22	12.53 ± 2.63△△	5.394	<0.001

注:VEGF:血管内皮生长因子,ESM-1:内皮细胞特异性分子-1,vWF:血管性血友病因子。与预后良好组比较△△*P*<0.01。

2.3 老年 NSTEMI 患者 PCI 术后不良临床转归的相关因素及列线图模型

以高血压、糖尿病、高脂血症为协变量,调整上述混杂因素后多因素 Logistic 回归分析发现,血清 VEGF-1 (*OR* 1.35, 95%*CI* 1.08-1.69, *P* = 0.009)、VEGF-2 (*OR* 1.41, 95%*CI* 1.15-1.73, *P* = 0.001)、ESM-1 (*OR* 1.69, 95%*CI* 1.24-2.87, *P*<0.001) 及 vWF (*OR* 1.73, 95%*CI* 1.26-2.38, *P* = 0.001) 均与老年 NSTEMI 患

者 PCI 术后 3 个月内预后不良显著相关,见表 3。基于上述危险因素构建列线图预测模型,见图 1。

2.4 各指标对老年 NSTEMI 患者 PCI 术后 3 个月内预后不良的预测价值

ROC 分析表明,基于 VEGF-1、VEGF-2、ESM-1、vWF 构建的列线图模型预测老年 NSTEMI 患者 PCI 术后 3 个月内预后不良的 AUC (95%*CI*) 为 0.965 (0.935-0.995),见图 2。

表 3 老年 NSTEMI 患者 PCI 术后 3 个月内预后不良的危险因素

变量	β	<i>S.E.</i>	Wald χ^2	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
发病至 PCI 治疗时间	0.790	0.499	2.954	0.058	2.20	0.93-3.96
VEGF-1	0.299	0.115	6.753	0.009	1.35	1.08-1.69
VEGF-2	0.345	0.103	11.177	0.001	1.41	1.15-1.73
ESM-1	3.579	0.548	14.129	<0.001	1.69	1.24-2.87
vWF	0.548	0.163	11.260	0.001	1.73	1.26-2.38

注:NSTEMI:非 ST 段抬高型心肌梗死,PCI:经皮冠状动脉介入治疗,VEGF:血管内皮生长因子,ESM-1:内皮细胞特异性分子-1,vWF:血管性血友病因子。

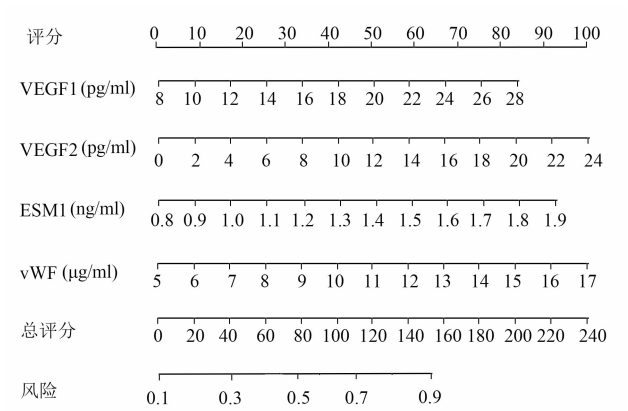


图 1 列线图预测模型

注:VEGF:血管内皮生长因子,ESM-1:内皮细胞特异性分子-1,vWF:血管性血友病因子。

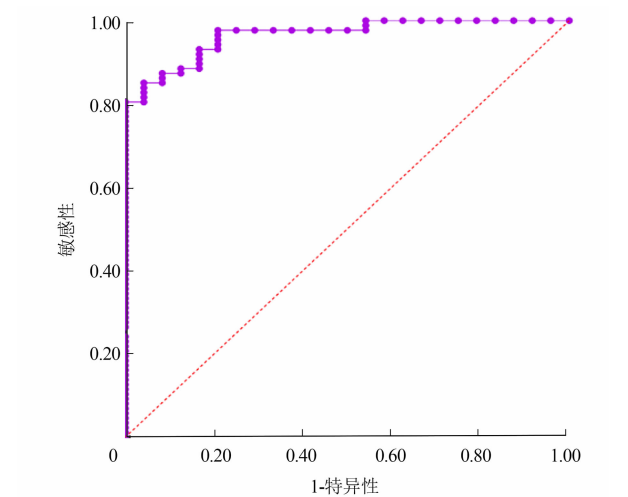


图 2 受试者工作特征曲线

2.5 VEGF-1、VEGF-2、ESM-1 及 vWF 联合预测模型的拟合度及临床收益评估

校准曲线分析表明, 基于血清 VEGF-1、VEGF-2、ESM-1 及 vWF 的列线图模型预测老

年 NSTEMI 患者 PCI 术后预后不良的校准度良好 (Hosmer-Lemeshow $\chi^2 = 2.729$, $P = 0.950$), 见图 3A; 决策曲线分析表明风险阈值概率 0~0.9 范围内, 存在临床净获益, 见图 3B。

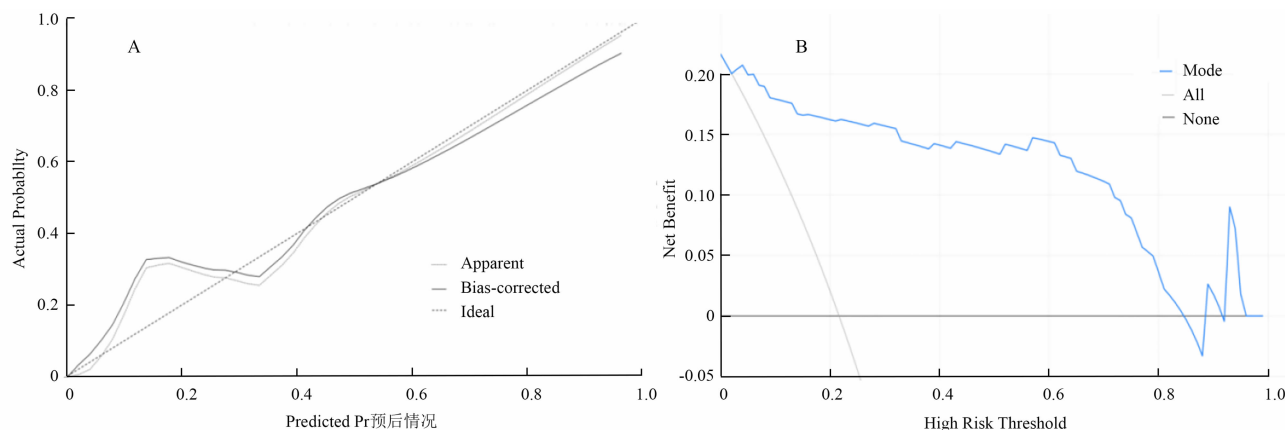


图 3 联合预测模型的校准曲线及决策曲线

注: A: 校准曲线, B: 决策曲线。

3 讨论

VEGF 家族具有刺激血管生成, 促进血管内皮细胞增殖、增强血管通透性等重要作用。既往研究发现, 在多种血管异常疾病中 VEGF 家族水平变化均与病情进展密切相关^[13-16]。如颅内动脉瘤患者的瘤壁组织 VEGF 表达水平显著升高, 且与瘤壁发生炎症反应、病理学改变具有一致性。但相比于健康人群, STEMI 患者 VEGF-1 水平较低, 提示 VEGF-1 可能与心肌梗死病情严重程度呈负相关, 具有一定血管保护作用^[17]。在本研究中, 术后 3 个月预后不良的老年 NSTEMI 患者在术前 VEGF-1、VEGF-2 水平均显著高于预后良好患者。进一步通过多因素 Logistic 回归分析发现, VEGF-1 和 VEGF-2 是老年 NSTEMI 患者 PCI 术后 3 个月内预后不良的独立危险因素。分析原因: 虽然 VEGF 被认为与机体血管修复能力呈正相关, 但正常情况下血清 VEGF 处于较低水平, 仅当严重血管内皮损伤或具有严重炎症反应时会显著升高, 为修复病变血管作准备。因此, VEGF-1、VEGF-2 一方面可能与老年 NSTEMI 患者异常血管增生密切相关, 另一方面也与局部炎症、血管内皮功能损伤及血管通透性变化密切相关。此外, VEGF 水平过高会激活基质金属蛋白酶并诱导细胞外基质分解、增加血管脆性, 进而加重患者病情^[18]。在老年 NSTEMI

患者中, 高水平 VEGF-1、VEGF-2 提示患者血管内皮损伤较严重, 对患者 PCI 预后具有负面影响。本研究中 VEGF-1、VEGF-2 的升高和不良预后相关的结论与既往关于 STEMI 患者 VEGF-1 低水平影响预后的研究结果存在差异^[19]。这可能是由于在不同类型心肌梗死中炎症反应与血管修复之间的平衡状态不同。在老年 NSTEMI 患者中严重的炎症反应导致血管内皮持续损伤加剧, 此时 VEGF-1、VEGF-2 水平升高虽然会部分启动血管修复机制, 但过度的炎症反应使得修复过程失衡。高水平的 VEGF-1、VEGF-2 不仅未能有效修复受损血管, 反而激活金属蛋白酶、诱导细胞外基质分解、增加血管脆性进而加重病情, 但 VEGF 影响 NSTEMI 患者预后的具体机制仍有待进一步深入研究。

ESM-1 是内皮细胞合成的一种可溶性硫酸皮肤素蛋白多糖, 与内皮细胞活化、增殖、黏附等过程密切相关, 炎症反应或内皮功能障碍时可引起 ESM-1 大量分泌。既往研究发现, 冠状动脉扩张症患者血管内皮功能障碍及炎症水平严重程度与血清 ESM-1 水平密切相关^[20]。vWF 是一种由内皮细胞和巨噬细胞合成并释放的血浆多聚体糖蛋白, 具有影响血小板黏附和聚集的作用。既往研究发现, 心肌缺血再灌注引起的缺血、缺氧可能诱导内皮细胞释放大量 vWF, 既反映了血管内皮细胞损伤程度, 也为预后评估提供一定借鉴^[21]。在本研究中,

ESM-1、vWF 均是老年 NSTEMI 患者 PCI 术后 3 个月内预后不良的独立危险因素。分析原因, ESM-1、vWF 水平升高均提示患者内皮细胞功能障碍较严重, 也直接反映了患者冠状动脉微血管功能障碍及血栓形成风险较高。此外, 既往研究也提示 vWF 可吸附于内皮细胞表面促进炎症反应, 进一步加剧患者内皮损伤严重^[22]。血管内皮损伤后不仅会引起内皮细胞功能障碍及 ESM-1、vWF 等因子释放增加, 还会影响微循环的正常功能。内皮损伤引发的局部炎症反应可导致微循环血管收缩、痉挛, 减少缺血区心肌血供, 影响心肌梗死愈合; 而 ESM-1、vWF 水平的升高又会进一步加重微循环障碍, 形成恶性循环。因此, 血管内皮损伤相关因子与微循环障碍之间存在紧密的关联, 共同影响着老年 NSTEMI 患者的病情进展和 PCI 术后预后。

本研究仍存在一定不足。首先, 本研究所有患者均来自单一中心且最终入组病例数较少, 存在选择偏倚, 可能影响多因素分析的稳定性, 因此本研究结论在推广至更广泛人群时需要谨慎。未来应在此研究基础上进一步开展多中心、样本量扩充研究, 通过增加整体样本量、选择不同地区及医疗环境下的患者, 减少选择偏倚并提高结论的普适性。其次, 尽管 PCI 治疗已成为心肌梗死的主要治疗方式, 但部分老年 NSTEMI 患者无介入治疗指征, 治疗方案、用药种类与剂量、术后管理等混杂因素均可能影响预后。后续可按治疗方式分组, 严格控制术后管理等混杂因素, 进一步分析血管内皮损伤相关因子的表达特征, 阐明其与老年 NSTEMI 患者预后的关联。此外, 未来可对上述标志物进行动态监测, 观察不同血管内皮损伤相关因子在老年 NSTEMI 患者 PCI 术后不同时间点的变化情况, 更全面地了解其与预后的关系。

综上所述, 老年 NSTEMI 患者术前 VEGF-1、VEGF-2、ESM-1 及 vWF 水平与 PCI 术后 3 个月预后不良关系密切。上述指标联合检测对老年 NSTEMI 患者 PCI 术后 3 个月内预后不良的预测效能较高。

利益冲突: 所有作者声明无利益冲突。

参考文献:

- [1] 邵祯, 李军, 孟超, 等. 急性心肌梗死的研究进展 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2024, 22 (7): 1252-1256.
- [2] 隋洪刚, 王效增. 急性主动脉夹层合并急性 ST 段抬高型心肌梗死诊疗进展 [J]. 临床军医杂志, 2023, 51 (4): 434-437, 440.
- [3] 刘海波, 蔡家晟. 高危非 ST 段抬高急性冠脉综合征冠脉介入时机选择的研究进展 [J]. 心电与循环, 2023, 42 (2): 107-111.
- [4] COHEN M, VISVESWARAN G. Defining and managing patients with non-ST-elevation myocardial infarction: Sorting through type 1 vs other types [J]. Clin Cardiol, 2020, 43 (3): 242-250.
- [5] 翼飞, 吴弘. 新型血管内皮损伤标志物在心血管疾病中的研究进展 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2025, 33 (5): 455-460.
- [6] 刘玉莹, 杨斌. PCI 后损伤血管再内皮化的机制与治疗研究进展 [J]. 心血管病学进展, 2024, 45 (3): 248-252.
- [7] 白旭升, 冯志芳, 赵常发, 等. 血管结构蛋白、生成因子和基质蛋白酶在颅内动脉瘤破裂进程中的表达规律研究 [J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2022, 49 (3): 14-20.
- [8] 黄麓颖, 李程玉, 阳慧. 血管内皮细胞生长因子受体 1 在心肌缺血/再灌注损伤中保护作用的研究进展 [J]. 中国临床新医学, 2022, 15 (3): 269-272.
- [9] LIU T, WANG C, WANG L, et al. Development and Validation of a Clinical and Laboratory-Based Nomogram for Predicting Coronary Microvascular Obstruction in NSTEMI Patients After Primary PCI [J]. Ther Clin Risk Manag, 2022, 18: 155-169.
- [10] 郭艺芳. 2015 年《ESC 非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征管理指南》要点解析 [J]. 中国循环杂志, 2015, 30 (Z2): 26-28.
- [11] 杨跃进, 杨进刚. ACC/AHA2011 版 PCI 指南的解读与点评 [J]. 心血管病学进展, 2012, 33 (4): 460-464.
- [12] WU Z F, SU W T, CHEN S, et al. PTH Predicts the in-Hospital MACE After Primary Percutaneous Coronary Intervention for Acute ST-Segment Elevation Myocardial Infarction [J]. Ther Clin Risk Manag, 2023, 19: 699-712.
- [13] 王雪, 张振勇, 许彬, 等. 老年血管性痴呆病人血清 VEGF、BDNF 水平与病情严重程度及对预后的预测价值 [J]. 实用老年医学, 2025, 39 (1): 32-36.
- [14] 沈丽娟, 王兴荣, 杜晓峰, 等. 血清 HIF-1 α 、LP (a)、VEGF、LP-PLA2 水平与冠心病病情的相关性研究 [J]. 标记免疫分析与临床, 2024, 31 (7): 1254-1258.
- [15] KONOPKA A, JANAS J, PIOTROWSKI W, et al. Concentration of vascular endothelial growth factor in patients with acute coronary syndrome [J]. Cytokine, 2013, 61 (2): 664-669.
- [16] GHALEHBANDI S, YUZUGULEN J, PRANJOL M Z I, et al. The role of VEGF in cancer-induced angiogenesis and research progress of drugs targeting VEGF [J]. Eur J Pharmacol, 2023, 949: 175586.
- [17] ODUK Y, ZHU W, KANNAPPAN R, et al. VEGF nanoparticles repair the heart after myocardial infarction [J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2018, 314 (2): H278-H284.
- [18] JIANG J H, PI J, CAI J Y. Oridonin exhibits anti-angiogenic activity in human umbilical vein endothelial cells by inhibiting VEGF-induced VEGFR-2 signaling pathway [J]. Pathol Res Pract, 2020, 216 (8): 153031.

- [19] 宋平. ST 段抬高型心肌梗死患者血清 Gal-3、VEGF 的表达及其与介入治疗预后的关系 [J]. 河南医学研究, 2022, 31 (18): 3361-3363.
- [20] SUN H, DU Y, ZHANG L, et al. Increasing circulating ESM-1 and adhesion molecules are associated with early stage atherosclerosis in OSA patients: A cross-sectional study [J]. Sleep Med, 2022, 98: 114-120.
- [21] OZAWA K, PACKWOOD W, VARLAMOV O, et al. Elevated LDL Cholesterol Increases Microvascular Endothelial VWF and Thromboinflammation After Myocardial Infarction [J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2023, 43 (6): 1041-1053.
- [22] OZAWA K, PACKWOOD W, VARLAMOV O, et al. Molecular Imaging of VWF (von Willebrand Factor) and Platelet Adhesion in Postischemic Impaired Microvascular Reflow [J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2018, 11 (11): e007913.

(责任编辑: 刘 丰)

CK-MB、Apelin-13 和 ADMA 与冠心病患者 PCI 术后预后的相关性

彭 庆, 林庚海, 许艺平, 黄艳秋

摘要: **目的:** 分析肌酸激酶同工酶 MB (CK-MB)、G 蛋白偶联受体 APJ 内源性配体 (Apelin-13) 和非对称性二甲基精氨酸 (ADMA) 与冠心病患者经皮冠状动脉介入治疗 (PCI) 术后预后的相关性, 并构建列线图预测模型。**方法:** 回顾性选择中国人民解放军联勤保障部队第九〇九医院 2022 年 1 月-2024 年 2 月收治的 150 例冠心病患者作为研究对象。本研究主要终点事件为 PCI 术后 6 个月内发生主要不良心血管事件 (MACE)。采用多因素 Logistic 回归分析主要终点事件的相关因素, 并建立列线图预测模型, 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线评价该模型的预测效能, 校准曲线评估校准度, 决策曲线分析 (DCA) 评估临床应用价值。**结果:** 共 150 例患者进入最终分析, 41 例 (27.3%) 预后不良。多因素 Logistic 回归分析显示, 血清 CK-MB (OR 1.09, 95% CI 1.02-1.16)、ADMA (OR 8.84, 95% CI 2.67-29.26)、Apelin-13 (OR 0.98, 95% CI 0.97-0.99) 与主要终点事件显著关联。以 CK-MB、ADMA 构建列线图预测模型, ROC 曲线分析显示, 该模型预测主要终点事件的 AUC 为 0.791 (95% CI 0.732-0.860)。校准曲线显示, 模型的校准度良好 (训练集 $P=0.398$, 验证集 $P=0.898$)。DCA 显示训练集、验证集的风险阈值概率分别为 0.500-0.919、0.501-1.000, 存在临床净收益。**结论:** 基于 CK-MB、ADMA 构建的列线图模型对冠心病患者经皮冠状动脉介入术后 MACE 的发生具有较好的预测效能。

关键词: 冠心病; 肌酸激酶, MB 型; 预后

文章编号: 1008-0074 (2026) 03-348-07

中图分类号: R541.4

文献标识码: A

Doi: 10.3969/j.issn.1008-0074.2026.03.08

Association of CK-MB, Apelin-13, and ADMA with the prognosis in patients with coronary heart disease after PCI/PENG Qing, LIN Geng-hai, XU Yi-ping, HUANG Yan-qiu//Department of Cardiovascular Medicine, 909th Hospital of Chinese PLA Joint Logistic Support Force, Zhangzhou, Fujian, 363000, China

Corresponding author: LIN Geng-hai, E-mail: haigeng7802@163.com

Abstract: **Objective:** To analyze the association of creatine kinase isoenzyme MB (CK-MB), G protein coupling receptor APJ endogenous ligand (Apelin-13) and asymmetric dimethylarginine (ADMA) with the prognosis in patients with coronary heart disease (CHD) after percutaneous coronary intervention (PCI), and establish a nomogram model. **Methods:** This retrospective study enrolled 150 patients with CHD admitted to 909th Hospital of Chinese PLA Joint Logistic Support Force between January 2022 and February 2024. The primary outcome was incidence of major adverse cardiovascular events (MACE) within 6 months after PCI. Multivariate Logistic regression was used to identify the factors associated with primary outcome, and a nomogram prediction model was established. The predictive performance of the model was evaluated using the receiver operating characteristic (ROC) curve.

收稿日期: 2025-04-17

作者单位: 中国人民解放军联勤保障部队第九〇九医院心内科, 福建 漳州 363000

通讯作者: 林庚海, E-mail: haigeng7802@163.com