

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.10.025

血清 CX3CL1、APN、Hcy 及 hs-CRP 水平对急性心肌梗死患者 PCI 术后心肌低灌注的预测价值及其模型构建 *

周拥志 彭筱平 赵 彬 夏小鹏 郭楚锋

(湖南中医药高等专科学校附属第一医院(湖南省直中医医院)心血管内科 湖南 株洲 412000)

摘要 目的:探讨血清 CX3C 趋化因子配体 1 (CX3CL1)、脂联素(APN)、同型半胱氨酸(Hcy)及超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)水平对急性心肌梗死(AMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后心肌低灌注的预测价值,并构建其预测模型。方法:选择 2020 年 10 月至 2022 年 4 月我院行 PCI 术治疗的 AMI 患者 106 例,根据患者术后冠状动脉血流分级结果将其分为正常灌注组(n=82)和低灌注组(n=24),比较两组临床资料、PCI 治疗情况及血清 CX3CL1、APN、Hcy 及 hs-CRP 水平。应用单因素和多因素 Logistic 回归分析 PCI 术后心肌低灌注的相关因素,并构建 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注预测模型,应用受试者工作特征(ROC)曲线分析新模型及各指标对 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注的预测价值。结果:低灌注组年龄显著高于正常灌注组,左心室射血分数(LVEF)显著低于正常灌注组($P<0.05$)。低灌注组血清 CX3CL1、Hcy 及 hs-CRP 水平显著高于正常灌注组,APN 水平显著低于正常灌注组($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析显示,年龄 ≥ 62.62 岁、LVEF $\leq 59.05\%$ 、血清 CX3CL1 ≥ 1954.37 ng/mL、血清 APN ≤ 6.69 μ g/L、血清 Hcy ≥ 11.86 μ g/mL、血清 hs-CRP ≥ 5.18 mg/L 是心肌梗死患者 PCI 术后心肌低灌注的危险因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析显示基于血清 CX3CL1、APN、Hcy 及 hs-CRP 建立的预测模型对 PCI 术后心肌低灌注有较高的敏感度、特异度。结论:血清 CX3CL1、Hcy、hs-CRP 水平增高及 APN 水平降低是心肌梗死 PCI 术后心肌低灌注的危险因素,基于以上指标构建的预测模型对心肌梗死 PCI 术后心肌低灌注的预测具有一定价值。

关键词:急性心肌梗死;经皮冠状动脉介入治疗;心肌低灌注;CX3CL1;APN;Hcy;hs-CRP;预测价值;模型构建

中图分类号:R542.22 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2023)10-1934-06

Predictive Value of Serum CX3CL1, APN, Hcy and hs-CRP Levels on Myocardial Hypoperfusion after PCI in Patients with Acute Myocardial Infarction and its Model Construction*

ZHOU Yong-zhi, PENG Xiao-ping, ZHAO Bin, XIA Xiao-peng, GUO Chu-feng

(Department of Cardiovascular Medicine, The First Affiliated Hospital of Hunan Traditional Chinese Medical College (Hunan Province Directly Affiliated TCM Hospital), Zhuzhou, Hunan, 412000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the predictive value of serum CX3C chemokine ligand 1 (CX3CL1), adiponectin (APN), homocysteine (Hcy) and high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) levels on myocardial hypoperfusion after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with acute myocardial infarction, and to construct its predictive model. **Methods:** 106 patients with AMI who underwent PCI in our hospital from October 2020 to April 2022 were selected, and they were divided into normal perfusion group (n=82) and low perfusion group (n=24) according to the results of postoperative coronary blood flow classification. The clinical data, PCI treatment and serum CX3CL1, APN, Hcy and hs-CRP levels in the two groups were compared. Univariate and multivariate Logistic regression were used to analyze the related factors of myocardial hypoperfusion after PCI, and the prediction model of myocardial hypoperfusion after PCI in patients with AMI was constructed. The predictive value of the new model and each index for myocardial hypoperfusion after PCI in patients with AMI was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** The age in the low perfusion group was significantly higher than that in the normal perfusion group, and the left ventricular ejection fraction (LVEF) was significantly lower than that in the normal perfusion group ($P<0.05$). The serum CX3CL1, Hcy and hs-CRP levels in the low perfusion group were significantly higher than those in the normal perfusion group, and the APN level was significantly lower than that in the normal perfusion group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that age ≥ 62.62 years, LVEF $\leq 59.05\%$, serum CX3CL1 ≥ 1954.37 ng/mL, serum APN ≤ 6.69 μ g/L, serum Hcy ≥ 11.86 μ g/mL, serum hs-CRP ≥ 5.18 mg/L were risk factor for myocardial hypoperfusion in patients with myocardial infarction after PCI ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the prediction model based on serum CX3CL1, APN, Hcy and hs-CRP had high sensitivity and specificity to myocardial hypoperfusion after PCI. **Conclusion:** The increase of serum

* 基金项目:湖南省卫生计生委科研计划项目(C2016004)

作者简介:周拥志(1984-),男,硕士,副主任医师,研究方向:急性心肌梗死防治,E-mail: hnzzzyz2022@163.com

(收稿日期:2022-11-17 接受日期:2022-12-13)

CX3CL1, Hcy, hs-CRP levels and the decrease of APN level are the risk factors of myocardial hypoperfusion after PCI for myocardial infarction, the prediction model built based on the above indexes has certain value for the prediction of myocardial hypoperfusion after PCI.

Key words: Acute myocardial infarction; Percutaneous coronary intervention; Myocardial hypoperfusion; CX3CL1; APN; Hcy; hs-CRP; Predictive value; Model construction

Chinese Library Classification(CLC): R542.22 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2023)10-1934-06

前言

急性心肌梗死(AMI)是临床上常见的心血管疾病,具有发病急骤、病情变化快、病死率高等特点,是引起心源性猝死的主要原因之一^[1]。经皮冠状动脉介入治疗(PCI)可短时间内开通梗死相关动脉,起到迅速改善和恢复心肌血流灌注,改善患者预后的作用,是目前临床上治疗 AMI 的重要方法^[2]。但研究表明,PCI 治疗后部分患者可能出现心肌低灌注状态,表现为梗死闭塞的血管部位慢血流甚至出现无复流^[3]。而心肌低灌注状态已被证实是不良心血管事件的独立危险因素^[4]。对 PCI 术后心肌低灌注早期进行预测是临床研究的重要方向。血清学指标具有采集方便,可反复采集动态观察的优点,寻找特异性和敏感性较高的血清学指标对于 PCI 术后心肌低灌注早期预测具有一定价值。CX3C 趋化因子配体 1(CX3CL1)与超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)是机体重要的血清炎症反应标志物^[5,6],有研究表明 CX3CL1 与 hs-CRP 与冠心病的发生、发展有密切关系^[7,8]。脂联素(APN)是由内皮细胞产生的激素蛋白,具有抑制炎症的作用^[9]。同型半胱氨酸(Hcy)是蛋氨酸和胱氨酸的代谢产物,可以引起血管内皮损伤,促进血管平滑肌增殖和血栓形成的作用^[10]。本研究探讨血清 CX3CL1、APN、Hcy 及 hs-CRP 水平对 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注的预测价值,现作如下报道。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2020 年 10 月至 2022 年 4 月我院行 PCI 术治疗的 AMI 患者 106 例,纳入标准:(1)所有患者符合《急性心肌梗死诊断和治疗指南》中的标准^[11];(2)患者初次发病,且发病至入院时间小于 12 小时;(3)符合 PCI 治疗指征;(4)患者及家属对研究知情且签署知情同意书。排除标准:(1)有急性脑卒中病史者;(2)6 个月内发生出血性疾病、创伤及炎症性疾病者;(3)合并肝、肾疾病者;(4)合并肿瘤、血液系统疾病;(5)妊娠哺乳期女性。(6)对本研究用药有禁忌者 根据患者术后冠状动脉血流分级^[12]结果将其分为正常灌注组(n=82)和低灌注组(n=24)。正常灌注组男性 51 例、女性 31 例,年龄 38~79 岁,平均(61.89±5.45)岁,体质指数(BMI)19~27 kg/m²,平均(22.25±1.98) kg/m²。低灌注组男性 14 例、女性 10 例,年龄 39~79 岁,平均(65.12±5.02)岁,BMI 19~28 kg/m²,平均(22.42±1.78) kg/m²。本研究经我院医学伦理委员会批准。

1.2 方法

1.2.1 临床资料的采集 收集患者临床资料,包括年龄、性别、BMI、吸烟史、合并症(糖尿病、高血压)、罪犯血管、心肌梗死类型、收缩压、舒张压、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、肌钙蛋白 I(cTnI)及左心室射血分数(LVEF)等。

1.2.2 PCI 治疗 所有患者接受 PCI 治疗,术前完善心电图、血常规、心肌酶谱检查。术前口服硫酸氢氯吡格雷片 300 mg[法国 Sanofi Winthrop Industrie 公司生产,注册证号:H20150258,规格:300 mg(按 C16H16ClNO2S 计),批号:191106],阿司匹林肠溶片 300 mg(意大利 Bayer HealthCare Manufacturing S.r.l.公司生产,注册证号:国药准字 HJ20160684,规格:100 mg,批号:191211)。患者平卧位,选择股动脉或桡动脉入路,消毒后穿刺,留置 6F 动脉鞘,术中肝素钠注射液(河北凯威制药有限责任公司生产,产品批准证号:国药准字 H20153264,批号:191011) 100 U/kgoh,然后导入造影导管,当导管进入升主动脉后撤出导丝,然后应用 5F TIG 冠状动脉造影导管进行造影,根据造影结果选择合适球囊扩张血管并植入支架,支架须覆盖病变血管部位,术中尽可能按规定的标准释放压力,一次扩张释放支架到位(尽量避免高压或多次后扩张)。术后皮下注射肝素 5~7 d,并口服硫酸氢氯吡格雷片 75 mg/d 或阿司匹林肠溶片 100 mg/d。

1.2.3 PCI 术后血流分级诊断标准^[12] 患者 PCI 术后进行冠状动脉造影检查,并进行心肌梗死溶栓治疗(TIMI)血流分级,当 TIMI 3 级造影剂能够顺利通过血管,并迅速充盈血管远端,表示冠状动脉复流作为灌注正常;TIMI 分级 <3 级,造影剂充盈速度和/或充盈状况异常,复流较差表明心肌低灌注。

1.2.4 标本的采集及检测 患者入院后采集空腹外周静脉血 5 mL,经 3000 r/min 离心 10 min,分离血清,离心半径 12 cm,应用酶联免疫吸附法检测血清 CX3CL1、APN 水平,试剂盒购自上海臻科生物科技有限公司。应用酶循环法检测血清 Hcy 水平,试剂盒购自上海酶联生物科技有限公司。应用颗粒增强免疫比浊法检测血清 hs-CRP 水平,操作在美国贝克曼公司生产的 DX1800 全自动免疫分析仪上完成,试剂盒购自上海杏宜生物科技有限公司,严格按照试剂盒说明书操作。

1.3 统计学方法

采用 SPSS25.0 软件进行统计学分析,计量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,数据方差齐性,两组间比较实施 t 检验,计数资料采用百分比表示,应用卡方检验,应用单因素及多因素 Logistic 回归分析 PCI 术后心肌低灌注的危险因素,并构建 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注预测模型,应用受试者工作特征(ROC)曲线分析新模型及各指标对 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注的预测价值, $P < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较

两组性别、BMI、吸烟史、合并症、罪犯血管、心肌梗死类型、收缩压、舒张压、cTnT、TG、TC、LDL-C、HDL-C 比较无统计学差异($P > 0.05$),低灌注组年龄显著高于正常灌注组,LVEF 显著低于正常灌注组($P < 0.05$),见表 1。

表 1 两组患者临床资料比较
Table 1 Comparison of clinical data between the two groups

Clinical indexes	Low perfusion group (n=24)	Normal perfusion group (n=82)	χ^2/t	P
Age(years)	65.12± 5.02	61.89± 5.45	2.598	0.011
Gender [n(%)]			0.117	0.733
Male	14(58.33)	51(62.20)		
Female	10(41.67)	31(37.80)		
BMI(kg/m ²)	22.42± 1.78	22.25± 1.98	0.378	0.706
Smoking history[n(%)]	10(41.67)	32(39.02)	0.054	0.816
Complication[n(%)]			3.571	0.059
Diabetes	8(33.33)	13(15.85)		
Hypertension	10(41.67)	36(43.90)		
Criminal blood vessel[n(%)]			1.461	0.406
Left trunk	0(0.00)	1(1.22)		
Anterior descending branch			15(62.50)	48(58.54)
Left circumflex LCX	4(16.67)	12(14.63)		
Right coronary artery	5(20.83)	21(25.61)		
Type of myocardial infarction			0.009	0.924
ST segment elevation myocardial infarction	20(83.33)	69(84.15)		
Non-ST segment elevation myocardial infarction			4(16.67)	13(15.85)
Systolic blood pressure(mmHg)	124.25± 6.12	125.56± 6.01	-0.923	0.358
Diastolic blood pressure (mmHg)	78.92± 3.67	79.54± 3.76	-0.714	0.477
cTnT(μ g/L)	4.38± 1.01	4.11± 0.98	1.179	0.241
TG(mmol/L)	1.84± 0.46	1.81± 0.41	0.307	0.760
TC(mmol/L)	1.53± 0.33	1.55± 0.36	-0.244	0.808
LDL-C(mmol/L)	2.66± 0.66	2.59± 0.68	0.446	0.656
HDL-C(mmol/L)	1.11± 0.13	1.13± 0.12	-0.705	0.483
LVEF(%)	55.42± 3.76	60.11± 4.12	-4.998	0.000

2.2 两组血清 CX3CL1、APN、Hcy 及 hs-CRP 水平比较

常灌注组,APN 水平显著低于正常灌注组($P<0.05$),见表 2。

低灌注组血清 CX3CL1、Hcy 及 hs-CRP 水平显著高于正

表 2 两组患者血清 CX3CL1、APN、Hcy 及 hs-CRP 水平比较($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Comparison of serum CX3CL1, APN, Hcy and hs-CRP levels between the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	CX3CL1(ng/mL)	APN(μ g/L)	Hcy(μ g/ml)	hs-CRP(mg/L)
Low perfusion group	24	2152.82± 452.27	5.03± 1.08	16.09± 3.72	6.21± 2.72
Normal perfusion group	82	1896.28± 411.11	7.18± 1.22	10.62± 2.78	4.88± 0.89
t		2.628	-7.420	7.822	3.818
P		0.010	0.000	0.000	0.000

2.3 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注的多因素 Logistic 回归分析

以 106 例接受 PCI 治疗的 AMI 患者为样本,以患者术后是否发生心肌低灌注为因变量(赋值:是=1,否=0),以上述有

统计学意义的指标为自变量进行赋值,并以加权平均值作为分层依据:年龄($\geq 62.62=1, <62.62=0$)、LVEF($\leq 59.05\%=1, >59.05\%=0$)、血清 CX3CL1(≥ 1954.37 ng/mL =1, <1954.37 ng/mL

=0)、血清 APN($\leq 6.69 \mu\text{g/L}$ =1, $>6.69 \mu\text{g/L}$ =0)、血清 Hcy($\geq 11.86 \mu\text{g/mL}$ =1, $<11.86 \mu\text{g/mL}$ =0)、血清 hs-CRP($\geq 5.18 \text{ mg/L}$ =1, $<5.18 \text{ mg/L}$ =0), 纳入多因素 Logistic 回归分析模型, 结果显示, 年龄 ≥ 62.62 岁、LVEF $\leq 59.05\%$ 、血清 CX3CL1 $\geq 1954.37 \text{ ng/mL}$ 、血清 APN $\leq 6.69 \mu\text{g/L}$ 、血清 Hcy $\geq 11.86 \mu\text{g/mL}$ 、血清 hs-CRP $\geq 5.18 \text{ mg/L}$ 是 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注的危险因素($P < 0.05$), 见表 3。

表 3 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注的多因素 Logistic 回归分析

Table 3 Multifactor Logistic regression analysis of myocardial hypoperfusion in patients with AMI after PCI

Variable	β	SE	Wald χ^2	P	OR (95%CI)
Age ≥ 62.62 years	0.517	0.325	2.532	0.025	1.561(1.296~1.883)
LVEF $\leq 59.05\%$	0.914	0.428	4.562	0.000	1.903(1.537~2.307)
Serum CX3CL1 $\geq 1954.37 \text{ ng/mL}$	0.663	0.414	2.566	0.021	1.732(1.412~1.983)
Serum APN $\leq 6.69 \mu\text{g/L}$	0.923	0.367	6.328	0.000	2.017(1.623~2.466)
Serum Hcy $\geq 11.86 \mu\text{g/mL}$	1.144	0.425	7.254	0.000	2.194(1.871~2.575)
Serum hs-CRP $\geq 5.18 \text{ mg/L}$	0.751	0.471	2.540	0.023	1.618(1.351~1.873)

2.4 基于血清 CX3CL1、APN、Hcy 及 hs-CRP 对 PCI 术后心肌低灌注的预测模型的构建

根据多因素 Logistic 回归分析结果, 最终选择将年龄、LVEF、血清 CX3CL1、血清 APN、血清 Hcy、血清 hs-CRP 共 6 个因素构建 PCI 术后心肌低灌注的预测模型, 计算公式为 $\text{Logit}(P) = \ln(P/1-P) = 0.052 \times (\text{年龄} - 63.28) + 0.083 \times (\text{LVEF})^{-1} + 0.102 \times (\text{血清 CX3CL1} \times 10^3) + 0.113 \times \text{血清 APN} + 0.027 \times \text{血清 Hcy} + 0.075 \times \text{血清 hs-CRP} - 6.072$, P 为 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注的概率。

2.5 血清 CX3CL1、APN、Hcy、hs-CRP 及新模型对 PCI 术后心肌低灌注的预测价值

以本研究中纳入的 106 例接受 PCI 治疗的 AMI 患者作为样本进行 ROC 曲线分析, 结果显示血清 CX3CL1、APN、Hcy、hs-CRP 及新模型对 PCI 术后心肌低灌注均有较高的敏感度、特异度, 各指标 ROC 曲线下面积(AUC)比较: 新模型 $>$ 血清 Hcy $>$ 血清 APN $>$ 血清 CX3CL1 $>$ 血清 hs-CRP, 见图 1, 表 4。

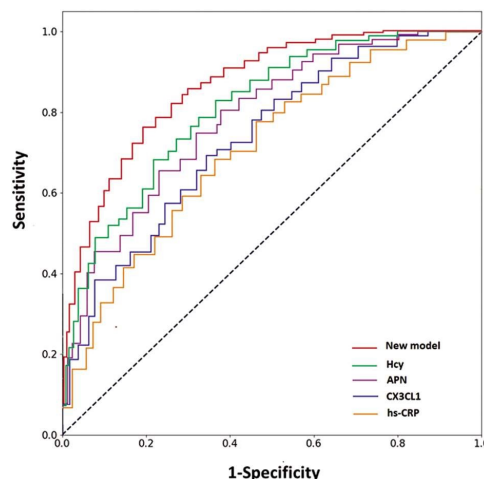


图 1 血清 CX3CL1、APN、Hcy、hs-CRP 及新模型对 PCI 术后心肌低灌注预测价值的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of serum CX3CL1, APN, Hcy, hs-CRP and new model in predicting myocardial hypoperfusion after PCI

表 4 血清 CX3CL1、APN、Hcy、hs-CRP 及新模型对 PCI 术后心肌低灌注预测价值比较

Table 4 Comparison of serum serum CX3CL1, APN, Hcy, hs-CRP and new model in predicting myocardial hypoperfusion after PCI

Indexes	Best truncation value	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Youden index	AUC(95%CI)
Serum CX3CL1(ng/mL)	2012.81	65.11	70.32	0.354	0.662(0.628~0.705)
Serum APN($\mu\text{g/L}$)	6.24	71.98	75.43	0.474	0.721(0.682~0.766)
Serum Hcy($\mu\text{g/mL}$)	12.04	74.36	77.11	0.515	0.748(0.703~0.792)
Serum hs-CRP(mg/L)	5.67	64.82	63.32	0.281	0.632(0.591~0.677)
New model		78.87	82.54	0.614	0.811(0.772~0.865)

3 讨论

PCI 能够快速的疏通梗死相关动脉, 改善心肌血流灌注, 但临床上进行 PCI 治疗的患者术后出现心肌低灌注损伤的并不少见^[13]。有报道显示^[14], 接受 PCI 治疗的 AMI 患者中约有 10%~25% 术后会出现心肌低灌注, 严重者可能造成心肌损伤。引起 PCI 术后心肌低灌注的原因复杂, 目前仍未完全明确。有

研究表明, PCI 术后心肌低灌注可能与炎症反应、冠状动脉血环障碍、患者心功能情况、缺血再灌注损伤等有关^[15,16]。如能在早期识别 PCI 治疗心肌低灌注的高危人群, 并能对其进行预测则有助于改善此类患者的临床预后。

本研究依据患者 PCI 术后进行冠状动脉造影检查结果进行比较发现低灌注组年龄显著高于正常灌注组, LVEF 显著低于正常灌注组, 进一步研究发现, 年龄 ≥ 62.62 岁、LVEF $\leq$

59.05%是AMI患者PCI术后心肌低灌注的危险因素。老年患者心功能储备较差,血管顺应性下降,也可能存在心律失常等基础疾病,以上因素可能影响患者PCI术后血流灌注情况,增加心肌低灌注发生率^[17]。陈存芳等报道^[18],老年患者年龄每增加1岁会增加4.2%的心肌无复流发生风险。本研究结果与陈存芳等报道一致。而左心室射血功能降低也会影响PCI术后血流灌注情况。由于左右冠状动脉均在主动脉根部分出,当左心室射血功能降低时会影响血流供应,PCI术后血液进入左右冠状动脉的推动力降低,进而影响心肌血流供应^[19]。

本研究结果还显示,低灌注组血清CX3CL1、Hcy及hs-CRP水平显著高于正常灌注组,APN水平显著低于正常灌注组。CX3CL1是近年来新发现趋化因子,是趋化因子CX3C家族的重要成员^[20]。研究表明,CX3CL1参与冠心病的发生与发展,CX3CL1可以促进动脉粥样斑块不稳定^[20]。Gao L等报道^[21],CX3CL1与动脉粥样硬化的严重程度相关。Hcy是蛋氨酸和胱氨酸的代谢产物,高Hcy血症是冠心病、脑卒中及高血压的独立危险因素^[22,23]。研究表明,Hcy可以引起动脉内皮细胞损伤,促进血管内皮细胞收缩,导致血液流经血管的阻力增加^[24]。Hcy还可以导致血管内皮氧化应激损伤^[25]。hs-CRP是一种急性时相反应蛋白,其水平可以反映机体炎症反应水平^[26]。APN是一种由内皮细胞产生的激素蛋白,具有抗炎、调节血脂、抗氧化应激和抗动脉粥样硬化的作用^[27]。研究发现,冠心病患者血清APN水平降低,其水平与疾病严重程度相关^[27]。本研究结果表明,血清CX3CL1、Hcy、hs-CRP水平增高及APN水平降低与AMI患者PCI术后心肌低灌注有关,是AMI患者PCI术后心肌低灌注的危险因素。分析CX3CL1可能通过引发冠状动脉内膜炎症反应,损伤冠状动脉内皮细胞,从而导致患者PCI术后冠状动脉收缩功能紊乱,心肌灌注降低^[28]。而Hcy则可以导致血管内皮细胞氧化应激损伤以及促进血管内皮细胞收缩,影响心肌灌注^[29]。hs-CRP则可能反映冠状动脉和心肌的炎症反应情况,hs-CRP水平较高的患者可能存在心肌低灌注,并进一步引发冠状动脉和心肌的炎症反应^[30]。血清APN水平降低的患者,冠状动脉抗炎、调节血脂、抗氧化应激和抗动脉粥样硬化作用降低,冠状动脉内皮细胞损伤,PCI术后心肌低灌注风险也升高^[31]。

在本研究中血清Hcy、血清APN、血清CX3CL1、血清hs-CRP对PCI术后心肌低灌注具有较高的敏感度、特异度,同时本研究还建立了PCI术后心肌低灌注的预测模型,结果显示预测模型模型对PCI术后心肌低灌注具有较高的敏感度、特异度高于血清Hcy、血清APN、血清CX3CL1、血清hs-CRP单一检验。但同时也值得注意的是PCI术后心肌低灌注发病机制较为复杂,本研究尚存在病例数较少的不足,研究结果可能出现选择性偏倚。另外目前评价PCI术后心肌低灌注的方法也逐渐增多,本研究按照常用的TIMI分级标准进行评价,未来也可以尝试选择其他评价方法对研究进行丰富。

综上所述,血清CX3CL1、Hcy、hs-CRP水平增高及APN水平降低是AMI患者PCI术后心肌低灌注的危险因素,本研究中基于以上指标构建的预测模型对AMI患者PCI术后心肌低灌注的预测价值较高,可为临床工作提供价值参考。

参考文献(References)

- [1] Reed GW, Rossi JE, Cannon CP. Acute myocardial infarction [J]. *Lancet*, 2017, 389(10065): 197-210
- [2] Thiele H, Akin I, Sandri M, et al. PCI Strategies in Patients with Acute Myocardial Infarction and Cardiogenic Shock [J]. *N Engl J Med*, 2017, 377(25): 2419-2432
- [3] Dall'Ara G, Testa L, Tumscitz C, et al. No-Reflow Complicating Chronic Total Occlusion Coronary Revascularization [J]. *J Invasive Cardiol*, 2020, 32(2): 58-63
- [4] Bundhun PK, Gupta C, Xu GM. Major adverse cardiac events and mortality in chronic obstructive pulmonary disease following percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2017, 17(1): 191
- [5] Liu W, Jiang L, Bian C, et al. Role of CX3CL1 in Diseases [J]. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)*, 2016, 64(5): 371-383
- [6] Zhu M, Lin J, Wang C, et al. The relationship among angiotensinogen genes polymorphisms and hs-CRP and coronary artery disease [J]. *J Clin Lab Anal*, 2019, 33(5): e22881
- [7] 康铮, 吕峰峰, 王家旺. 冠心病外周血中CX3CL1、CX3CR1的表达及临床意义[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2018, 10(8): 919-922
- [8] Peng X, Peng D, Hu Y, et al. Correlation of heart rate and blood pressure variability as well as hs-CRP with the burden of stable coronary artery disease [J]. *Minerva Cardioangiol*, 2020, 68 (5): 376-382
- [9] Choi HM, Doss HM, Kim KS. Multifaceted Physiological Roles of Adiponectin in Inflammation and Diseases[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21 (4): 1219
- [10] Han K, Lu Q, Zhu WJ, et al. Correlations of degree of coronary artery stenosis with blood lipid, CRP, Hcy, GGT, SCD36 and fibrinogen levels in elderly patients with coronary heart disease[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2019, 23(21): 9582-9589
- [11] 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,《中国循环杂志》编辑委员会. 急性心肌梗死诊断和治疗指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2001, 29(12): 710-725
- [12] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国经皮冠状动脉介入治疗指南(2016)[J]. *中华心血管病杂志*, 2016, 44(5): 382-400
- [13] 韩露, 刘爱军, 张永林, 等. 急诊PCI术中冠状动脉内应用不同药物对急性ST段抬高型心肌梗死患者心肌灌注效果分析 [J]. *中国现代医学杂志*, 2021, 31(13): 88-93
- [14] Navarese EP, Frediani L, Kandzari DE, et al. Efficacy and safety of intracoronary epinephrine versus conventional treatments alone in STEMI patients with refractory coronary no-reflow during primary PCI: The RESTORE observational study [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2021, 97(4): 602-611
- [15] Kumar J, O'Connor CT, Kumar R, et al. Coronary no-reflow in the modern era: a review of advances in diagnostic techniques and contemporary management[J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2019, 17 (8): 605-623
- [16] Bolayır HA, Güneş H, Kırak T, et al. The role of SCUBE1 in the pathogenesis of no-reflow phenomenon presenting with ST segment elevation myocardial infarction [J]. *Anatol J Cardiol*, 2017, 18 (2):

- 122-127
- [17] 王春梅, 朱小玲, 李艳芳, 等. 老年患者直接冠状动脉介入术后心肌组织灌注的特点及预后分析 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2012, 14(9): 915-917
- [18] 陈存芳, 魏岚萍. 老年急诊经皮冠状动脉介入术后无复流的危险因素分析[J]. 中国心血管病研究, 2015, 13(6): 536-539
- [19] Buchanan KD, Kolm P, Iantorno M, et al. Coronary perfusion pressure and left ventricular hemodynamics as predictors of cardiovascular collapse following percutaneous coronary intervention [J]. Cardiovasc Revasc Med, 2019, 20(1): 11-15
- [20] Apostolakis S, Spandidos D. Chemokines and atherosclerosis: focus on the CX3CL1/CX3CR1 pathway [J]. Acta Pharmacol Sin, 2013, 34(10): 1251-1256
- [21] Gao L, Xu Z, Yin Z, et al. Association of hydrogen sulfide with alterations of monocyte chemokine receptors, CCR2 and CX3CR1 in patients with coronary artery disease [J]. Inflamm Res, 2015, 64(8): 627-635
- [22] Guan J, Wu L, Xiao Q, et al. Levels and clinical significance of serum homocysteine (Hcy), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), vaspin, and visfatin in elderly patients with different types of coronary heart disease[J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(5): 5679-5686
- [23] 简建文, 李淑敏, 王苏平, 等. 首发缺血性脑卒中患者血清 Hcy 和 EPO 水平的变化及临床意义 [J]. 现代生物医学进展, 2016, 16(6): 1104-1106, 1110
- [24] Esteghamati A, Hafezi-Nejad N, Zandieh A, et al. Homocysteine and metabolic syndrome: from clustering to additional utility in prediction of coronary heart disease[J]. J Cardiol, 2014, 64(4): 290-296
- [25] Li S, Sun L, Qi L, et al. Effect of High Homocysteine Level on the Severity of Coronary Heart Disease and Prognosis After Stent Implantation[J]. J Cardiovasc Pharmacol, 2020, 76(1): 101-105
- [26] Li S, Pan G, Chen H, et al. Determination of Serum Homocysteine and Hypersensitive C-reactive Protein and Their Correlation with Premature Coronary Heart Disease[J]. Heart Surg Forum, 2019, 22(3): E215-E217
- [27] Wang G, Song G, Wang L, et al. Analysis of the correlation between adiponectin gene polymorphism and metabolic syndrome incidence and its relationship with the degree of atherosclerosis in patients[J]. Exp Ther Med, 2017, 14(5): 5002-5006
- [28] Zhang X, Feng X, Cai W, et al. Chemokine CX3CL1 and its receptor CX3CR1 are associated with human atherosclerotic lesion vulnerability[J]. Thromb Res, 2015, 135(6): 1147-1153
- [29] Koklesova L, Mazurakova A, Samec M, et al. Homocysteine metabolism as the target for predictive medical approach, disease prevention, prognosis, and treatments tailored to the person[J]. EPMA J, 2021, 12(4): 477-505
- [30] Moutachakir M, Lamrani Hanchi A, Baraou A, et al. Immunoanalytical characteristics of C-reactive protein and high sensitivity C-reactive protein[J]. Ann Biol Clin (Paris), 2017, 75(2): 225-229
- [31] 陈春红, 肖暖, 张晶, 等. 血清脂联素对急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术后心肌灌注及心功能的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2012, 32(13): 2729-2731

(上接第 1901 页)

- [17] Yamamoto T, Suzuki S, Kusano C, et al. Histological outcomes between hot and cold snare polypectomy for small colorectal polyps [J]. Saudi J Gastroenterol, 2017, 23(4): 246-252
- [18] Horiuchi A, Ikuse T, Tanaka N. Cold snare polypectomy: Indications, devices, techniques, outcomes and future[J]. Dig Endosc, 2019, 31(4): 372-377
- [19] 杨国栋, 冯志松, 张晓英, 等. 疼痛对大鼠胃、结肠 CGRP、SP 的影响[J]. 川北医学院学报, 2008, 23(2): 132-133
- [20] Kawahara K, Hohjoh H, Inazumi T, et al. Prostaglandin E2-induced inflammation: Relevance of prostaglandin E receptors [J]. Biochim Biophys Acta, 2015, 1851(4): 414-421
- [21] 苑彩云, 刘加宁, 钟瑞妹. 内镜下结肠息肉冷切除对结肠息肉患者出血量及血清疼痛因子水平的影响研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2022, 21(10): 1057-1060
- [22] 宝莹娜, 郁志龙, 乌晓礼, 等. VEGF、EGFB 在结直肠癌血清中的表达及临床意义[J]. 内蒙古医科大学学报, 2017, 39(5): 396-398
- [23] 朱继平, 程延滨, 李福梅, 等. 凝血酶对鼻内镜下鼻息肉摘除手术患者术中的止血效果 [J]. 血栓与止血学, 2018, 24(6): 1002-1003, 1006
- [24] Aizawa M, Utano K, Tsunoda T, et al. Delayed hemorrhage after cold and hot snare resection of colorectal polyps: a multicenter randomized trial (interim analysis)[J]. Endosc Int Open, 2019, 7(9): E1123-E1129
- [25] 杨勤钰, 祝荫. 冷切除技术在结直肠息肉的应用进展[J]. 中华消化内镜杂志, 2019, 36(1): 65-69