

AMI 患者 PCI 术前血清 CXCR4、RANTES 水平及其对
PCI 术后再发 MACE 的预测价值*

张毅,王健,付柳静,李杰

天津市第四中心医院心内科,天津 300140

摘要:目的 探讨急性心肌梗死(AMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术前血清 C-X-C 基序趋化因子受体 4(CXCR4)、激活调节正常 T 细胞表达和分泌趋化因子(RANTES)水平及其对 PCI 术后再发主要不良心血管事件(MACE)的预测价值。方法 选取 2022 年 10 月至 2024 年 10 月该院收治的 124 例 AMI 患者作为 AMI 组,另选取同期在该院体检的 110 例健康体检者作为对照组。采用酶联免疫吸附试验检测所有研究对象血清 CXCR4、RANTES 水平。对所有 AMI 患者 PCI 术后进行为期 6 个月的电话及门诊随访,根据是否再发 MACE 将其分为 MACE 组和无 MACE 组。采用 Pearson 相关分析 AMI 患者血清 CXCR4 水平与 RANTES 水平的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 CXCR4、RANTES 单独及二者联合对 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的预测价值。结果 AMI 组血清 CXCR4、RANTES 水平均高于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。MACE 组血清 CXCR4、RANTES 水平均高于无 MACE 组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,AMI 患者血清 CXCR4 水平与 RANTES 水平呈正相关($r = 0.450, P < 0.001$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 CXCR4、RANTES 水平升高均是 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的危险因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清 CXCR4、RANTES 单独及二者联合预测 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的曲线下面积(AUC)分别为 0.821、0.852、0.914,二者联合预测 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的 AUC 大于血清 CXCR4、RANTES 单独预测的 AUC($Z = 2.672, 2.052, P < 0.05$)。结论 AMI 患者血清 CXCR4、RANTES 水平均高于健康体检者,且 AMI 患者血清 CXCR4、RANTES 水平升高可能会导致其 PCI 术后再发 MACE 的风险增加,检测 AMI 患者 PCI 术前血清 CXCR4、RANTES 水平可有效预测其 PCI 术后再发 MACE 的风险。

关键词:急性心肌梗死; 经皮冠状动脉介入治疗; C-X-C 基序趋化因子受体 4; 激活调节正常 T 细胞表达和分泌趋化因子; 主要不良心血管事件

中图法分类号:R542.2+2;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)07-0873-06

Serum levels of CXCR4 and RANTES before PCI in AMI patients and their
predictive value for recurrent MACE after PCI*

ZHANG Yi, WANG Jian, FU Liujing, LI Jie

Department of Cardiology, Tianjin Fourth Central Hospital, Tianjin 300140, China

Abstract: Objective To investigate the predictive value of serum C-X-C motif chemokine receptor 4 (CXCR4), activated regulated normal T cell expressed and secreted chemokine (RANTES) levels on recurrent major adverse cardiovascular events (MACE) in patients with acute myocardial infarction (AMI) before percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods** A total of 124 patients with AMI admitted to the hospital from October 2022 to October 2024 were selected as the AMI group, and 110 healthy people who underwent physical examination in the hospital during the same period were selected as the control group. The serum levels of CXCR4 and RANTES in all subjects were detected by enzyme-linked immunosorbent assay. All AMI patients were followed up by telephone and outpatient for 6 months after PCI. According to the recurrence of MACE, they were divided into MACE group and non-MACE group. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between serum CXCR4 levels and RANTES levels in AMI patients. Multivariate Logis-

* 基金项目:天津市自然科学基金(18JCYBJC93600)。

作者简介:张毅,男,主治医师,主要从事急性心肌梗死介入治疗方向的研究。

引用格式:张毅,王健,付柳静,等. AMI 患者 PCI 术前血清 CXCR4、RANTES 水平及其对 PCI 术后再发 MACE 的预测价值[J]. 检验医学与临床, 2026, 23(7): 873-878.

tic regression was used to analyze the influencing factors of recurrent MACE in AMI patients after PCI. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive value of serum CXCR4, RANTES alone and their combination for recurrent MACE in AMI patients after PCI. **Results** The serum levels of CXCR4 and RANTES in AMI group were higher than those in control group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The serum levels of CXCR4 and RANTES in MACE group were higher than those in non-MACE group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that the serum level of CXCR4 was positively correlated with the level of RANTES in AMI patients ($r = 0.450, P < 0.001$). Multivariate Logistic regression analysis showed that the increase of serum CXCR4 and RANTES levels were risk factors for recurrent MACE in AMI patients after PCI ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of serum CXCR4, RANTES and their combination for predicting recurrent MACE in AMI patients after PCI were 0.821, 0.852 and 0.914 respectively. The AUC of the combination of CXCR4 and RANTES in predicting recurrent MACE in AMI patients after PCI was greater than that of serum CXCR4 and RANTES alone ($Z = 2.672, 2.052, P < 0.05$). **Conclusion** The serum levels of CXCR4 and RANTES in AMI patients are higher than those in healthy people, and the increase of serum levels of CXCR4 and RANTES in AMI patients after PCI may lead to the increase of the risk of recurrent MACE in patients. Detection of serum CXCR4 and RANTES levels in AMI patients before PCI can effectively predict the risk of recurrent MACE after PCI.

Key words: acute myocardial infarction; percutaneous coronary intervention; C-X-C motif chemokine receptor 4; activated regulated normal T cell expressed and secreted chemokine; major adverse cardiovascular events

急性心肌梗死(AMI)在临床中属于严重的缺血性心脏病,AMI主要是由于动脉粥样硬化部位出现血小板聚集形成血栓,造成冠状动脉急性闭塞进而导致机体发生心肌缺血和坏死^[1-3]。经皮冠状动脉介入治疗(PCI)是一种治疗冠状动脉疾病的微创方法,也是AMI的主要治疗手段之一^[4-5]。PCI是通过在冠状动脉中放置支架来扩张狭窄或阻塞的血管,从而恢复心肌血流^[6]。但由于患者个体间存在病情、身体状况等差异,AMI患者中有一部分会在PCI术后再发主要不良心血管事件(MACE)^[7-8],直接影响患者的预后及生活质量。因此,探讨可用于预测AMI患者接受PCI术后再发MACE的生物标志物对于改善其预后,提高患者生活质量具有重要意义。C-X-C基序趋化因子受体4(CXCR4)是一种G蛋白偶联受体,在机体内常常广泛表达于淋巴细胞、造血干细胞、内皮细胞和肿瘤细胞等,CXCR4可与趋化因子基质细胞衍生因子-1(SDF-1)结合参与细胞迁移、炎症反应和肿瘤发生等多种病理、生理过程^[9-10]。CHENG等^[11]研究指出,在心肌梗死模型中SDF-1/CXCR4信号通路的激活可以增强心肌细胞的抗凋亡能力并减少心肌坏死,但CXCR4的过度表达可能与心肌细胞凋亡和心力衰竭有关。激活调节正常T细胞表达和分泌趋化因子(RANTES)通过介导单核细胞、T淋巴细胞及嗜酸性粒细胞的迁移与活化,参与炎症反应及宿主防御机制^[12]。临床观察发现,动脉粥样硬化患者RANTES水平异常升高,与冠状动脉病变程度呈正相关,RANTES可加速冠状动脉粥样硬化斑块形成并促使

其向易损斑块转化,斑块破裂引发血栓形成进而导致心肌梗死^[13-14]。CXCR4、RANTES在心血管疾病中已有一定的基础研究,但当前尚少有将二者用于预测AMI患者PCI术后再发MACE的研究。因此,本研究通过检测AMI患者PCI术前血清CXCR4、RANTES水平,并探讨其与PCI术后再发MACE的关系,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年10月至2024年10月本院收治的124例AMI患者作为AMI组。纳入标准:(1)按照《急性心肌梗死中西医结合诊疗指南》^[15]中的标准确认为AMI;(2)符合PCI指征且在本院完成PCI;(3)相关临床资料完整。排除标准:(1)合并凝血功能异常等血液系统相关疾病;(2)近3个月内患有急慢性感染、活动性炎症或其他急性疾病;(3)合并恶性肿瘤;(4)同时参与其他医学研究;(5)合并先天性心脏病等其他心脏疾病。另选取同期在本院体检的110例健康体检者作为对照组。AMI组中男76例,女48例;年龄50~75岁,平均(62.09±10.35)岁。对照组中男70例,女40例;年龄50~77岁,平均(62.53±11.06)岁。AMI组和对照组性别、年龄比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。所有研究对象或其家属均知情同意并签署知情同意书。本研究经本院医学伦理委员会审核批准(2022-08-0241)。

1.2 方法

1.2.1 血清CXCR4、RANTES水平检测 采集

AMI 患者 PCI 术前、对照组体检当天清晨空腹静脉血 3 mL, 常温静置 20 min, 以 4 000 r/min(离心半径 8 cm)离心 15 min 后分离上层血清, 置于 -80 °C 冰箱保存待检。采用酶联免疫吸附试验检测所有研究对象血清 CXCR4、RANTES 水平。

1.2.2 其他基线资料收集 查阅所有 AMI 患者就诊及 PCI 相关病历, 获取所有 AMI 患者其他基线资料, 包括吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、高脂血症史、心肌梗死类型、患者到达医院至血管开通的时间(D2B)、左室射血分数(LVEF)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、病变血管、冠状支架植入术、PCI 类型、支架长度、支架直径、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)。

1.2.3 MACE 评估及分组 AMI 患者接受 PCI 后进行为期 6 个月的电话及门诊随访, 记录 AMI 患者再发 MACE 的情况。MACE 包括复发心绞痛、AMI、严重心律失常、心力衰竭、冠心病、心源性死亡等。将再发 MACE 患者归为 MACE 组, 未再发 MACE 患者归为无 MACE 组。

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 统计软件进行数据分析处理。计数资料以例数或百分率表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 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。采用 Pearson 相关分析 AMI 患者血清 CXCR4 水平与 RANTES 水平的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 CXCR4、RANTES 单独

及二者联合对 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 AMI 组和对照组血清 CXCR4、RANTES 水平比较 AMI 组血清 CXCR4、RANTES 水平均高于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 AMI 组和对照组血清 CXCR4、RANTES 水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	CXCR4(ng/L)	RANTES(pg/mL)
AMI 组	124	296.56 ± 52.18	2 347.19 ± 364.82
对照组	110	261.52 ± 37.84	1 808.71 ± 251.76
<i>t</i>		5.815	12.979
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.2 MACE 组和无 MACE 组基线资料及血清 CXCR4、RANTES 水平比较 随访 6 个月无失访和死亡病例。MACE 组 41 例, 无 MACE 组 83 例。MACE 组血清 CXCR4、RANTES 水平均高于无 MACE 组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); MACE 组和无 MACE 组性别、年龄等其他基线资料比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 AMI 患者血清 CXCR4 水平与 RANTES 水平的相关性 Pearson 相关分析结果显示, AMI 患者血清 CXCR4 水平与 RANTES 水平呈正相关($r = 0.450, P < 0.001$)。

表 2 MACE 组和无 MACE 组基线资料及血清 CXCR4、RANTES 水平比较[$\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$]

组别	<i>n</i>	年龄(岁)	性别		有吸烟史	有饮酒史	有高血压史	有糖尿病史
			男	女				
MACE 组	41	62.39 ± 9.16	25(60.98)	16(39.02)	15(36.59)	18(43.90)	28(68.29)	9(21.95)
无 MACE 组	83	61.94 ± 10.07	51(61.45)	32(38.55)	30(36.14)	33(39.76)	56(67.47)	20(24.10)
<i>t</i> / χ^2		0.241		0.003	0.002	0.195	0.009	0.070
<i>P</i>		0.810		0.960	0.962	0.659	0.927	0.791

组别	<i>n</i>	有高脂血症史	心肌梗死类型		D2B(min)	LVEF(%)	LDL-C(mmol/L)
			ST 段抬高型	非 ST 段抬高型			
MACE 组	41	14(34.15)	27(65.85)	14(34.15)	71.25 ± 8.04	41.25 ± 4.78	2.81 ± 0.49
无 MACE 组	83	26(31.33)	53(63.86)	30(36.14)	70.51 ± 8.19	41.57 ± 5.02	2.79 ± 0.35
<i>t</i> / χ^2		0.100		0.048	0.476	-0.339	-0.261
<i>P</i>		0.752		0.827	0.635	0.735	0.794

组别	<i>n</i>	病变血管			PCI 类型		
		左前降支	左回旋支	右冠状动脉	冠状支架植入术	球囊扩张成形术	斑块旋切取栓术
MACE 组	41	21(51.22)	7(17.07)	13(31.71)	26(63.41)	11(26.83)	4(9.76)
无 MACE 组	83	40(48.19)	16(19.28)	27(32.53)	53(63.86)	21(25.30)	9(10.84)
<i>t</i> / χ^2			0.129			0.057	
<i>P</i>			0.938			0.972	

续表 2 MACE 组和无 MACE 组基线资料及血清 CXCR4、RANTES 水平比较[$\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$]

组别	<i>n</i>	支架长度 (mm)	支架直径 (mm)	TC (mmol/L)	TG (mmol/L)	CXCR4 (ng/L)	RANTES (pg/mL)
MACE 组	41	22.38±6.82	2.57±0.34	4.51±0.56	1.71±0.25	339.74±51.02	2 726.49±422.67
无 MACE 组	83	22.54±7.19	2.61±0.38	4.49±0.61	1.66±0.27	275.23±37.82	2 159.83±326.74
<i>t</i> / <i>X</i> ²		-0.119	-0.570	0.176	0.994	7.933	8.223
<i>P</i>		0.906	0.569	0.860	0.322	<0.001	<0.001

2.4 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的影响因素
以 AMI 患者 PCI 术后是否再发 MACE(是=1,否=0)作为因变量,以血清 CXCR4、RANTES 作为自变量(均为实测值),进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,血清 CXCR4、RANTES 水平升高均是 AMI 患者再发 MACE 的危险因素($P<0.05$)。见表 3。

表 3 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的影响因素

因素	β	SE	Wald χ^2	OR(95%CI)	<i>P</i>
CXCR4	0.786	0.322	5.961	2.195(1.168~4.126)	0.015
RANTES	0.724	0.297	5.937	2.063(1.152~3.691)	0.015
常数项	-5.973	0.801	43.152	—	<0.001

注:—表示无数据。

2.5 血清 CXCR4、RANTES 单独及二者联合对 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的预测价值
以 AMI 患者 PCI 术后是否再发 MACE(是=1,否=0)作为状态变量,以血清 CXCR4、RANTES 单独及二者联合作为检验变量,绘制 ROC 曲线。构建血清 CXCR4、RANTES 联合预测的 Logistic 回归模型: $\text{Logit}(P) = -5.973 + 0.786X_{\text{CXCR4}} + 0.724X_{\text{RANTES}}$ 。结果显示,血清 CXCR4、RANTES 单独及二者联合预测 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的曲线下面积(AUC)分别为 0.821、0.852、0.914,二者联合预测 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的 AUC 大于血清 CXCR4、RANTES 单独预测的 AUC($Z = 2.672$ 、 2.052 , $P<0.05$)。见表 4、图 1。

表 4 血清 CXCR4、RANTES 单独及二者联合对 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的预测价值

指标	最佳截断值	AUC(95%CI)	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	<i>P</i>
CXCR4	306.27 ng/L	0.821(0.738~0.905)	70.73	78.31	0.490	<0.05
RANTES	2 419.83 pg/mL	0.852(0.777~0.927)	75.61	79.52	0.551	<0.05
二者联合	—	0.914(0.861~0.968)	90.24	69.88	0.601	<0.05

注:—表示无数据。

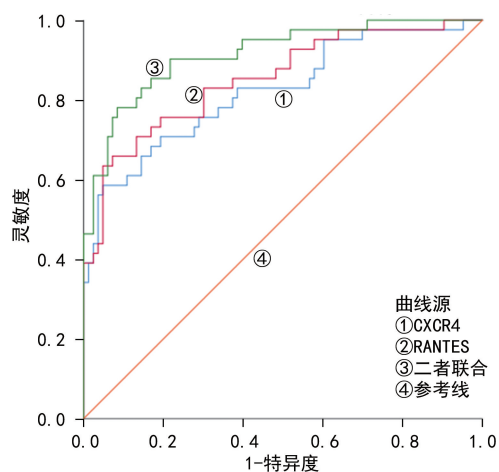


图 1 血清 CXCR4、RANTES 单独及二者联合预测 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的 ROC 曲线

3 讨 论

AMI 属于心血管系统急危重症,是一种由冠状动脉急性持续性血流中断导致的心肌缺血性坏死^[16-17],其病理、生理学基础主要为冠状动脉粥样硬化斑块的

不稳定性(破裂或侵蚀)继发血小板激活及血栓形成,最终造成血管腔闭塞^[18-19]。AMI 临床以典型胸骨后压榨性疼痛为核心症状,可并发恶性心律失常、心源性休克或急性心力衰竭等危及生命的并发症,具有极高的猝死风险^[20-21]。PCI 在 AMI 治疗过程中通过机械性血运重建,可有效恢复梗死相关动脉的前向血流,是目前改善 AMI 患者预后的关键治疗手段。然而,PCI 术后 MACE 的发生率仍然明显影响患者的长期临床结局^[22-24]。因此,通过分子生物学技术筛选具有预测价值的生物标志物对于优化 PCI 术后患者的预后情况具有重要临床意义。

本研究重点探讨了血清 CXCR4、RANTES 对 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的预测价值,从生物学相关研究的分子机制角度发现 CXCR4 是一种 G 蛋白偶联受体,与其配体 CXCL12 组成的 CXCL12/CXCR4 生物轴在机体内多种生理、病理过程中可发挥作用^[25-26]。一旦机体发生 AMI,缺血缺氧的心肌组织会释放大量 CXCL12,其与 CXCR4 结合,激活下游的磷

脂酰肌醇 3 激酶/蛋白激酶 B、丝裂原活化蛋白激酶等信号通路,这些信号通路的激活会促进炎症细胞的募集和活化,加重心肌组织的炎症反应^[27]。此外,CXCR4 还会诱导血管内皮细胞的迁移和增殖,并且影响血管的修复和重构过程^[28]。因此,PCI 术后若 CXCR4 持续处于较高水平,过度的炎症反应和异常的血管重构可能导致斑块不稳定,增加血栓形成的风险,从而促使 MACE 发生。RANTES 主要由 T 淋巴细胞、单核细胞、平滑肌细胞等分泌^[29]。在 AMI 的发生和发展过程中,心肌细胞损伤后释放的多种炎症介质会刺激机体免疫应答系统分泌 RANTES,大量 RANTES 通过与 CC 趋化因子受体 1(CCR1)、CCR3 和 CCR5 等结合,召集大量的单核细胞、T 淋巴细胞等炎症细胞浸润到梗死心肌区域^[30],这些炎症细胞的过度聚集不仅会释放大量的细胞因子和氧自由基,而且还会进一步加重心肌细胞损伤,促进基质金属蛋白酶表达和活性增强。基质金属蛋白酶能够降解细胞外基质成分,破坏心肌组织结构的完整性,影响心脏的收缩和舒张功能^[31]。同时,RANTES 还可以调节血管平滑肌细胞的增殖和迁移,参与动脉粥样硬化斑块的进展并增加其不稳定性,从而增加 PCI 术后 MACE 的发生风险。

本研究结果显示,AMI 患者 PCI 术前血清 CXCR4、RANTES 水平均明显高于健康体检者,与二者在 AMI 发生和发展过程中参与的炎症反应、血管损伤及心室重构等病理过程相符。本研究进一步分析发现,MACE 组血清 CXCR4、RANTES 水平均高于无 MACE 组,且 Pearson 相关分析结果显示,AMI 患者血清 CXCR4 水平与 RANTES 水平呈正相关。由此提示,CXCR4 和 RANTES 在 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 的过程中可能存在协同作用。CXCR4 和 RANTES 通过各自的信号通路及相互关联的炎症级联反应,共同促进了心肌组织的损伤和血管病变的进展。本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 CXCR4、RANTES 水平升高均是 AMI 患者再发 MACE 的危险因素。本研究 ROC 曲线分析结果显示,血清 CXCR4、RANTES 单独及二者联合预测 AMI 患者 PCI 术后再发 MACE 均具有较高的效能,且联合预测效能优于单独预测,进一步证实了二者在预测 MACE 发生中的重要价值。这是因为 CXCR4 和 RANTES 在 AMI 病理过程中的作用环节和机制存在差异但又相互补充,二者联合检测能够更全面反映患者体内的病理、生理状态,从而提高对 MACE 发生风险预测的准确性。

综上所述,虽然本研究仍存在纳入样本量较小,样本地区来源较单一等局限性,但通过数据分析发现,血清 CXCR4 和 RANTES 在 AMI 患者 PCI 术后

再发 MACE 中扮演着重要角色,与患者再发 MACE 的风险关系密切。后续可通过联合多家医疗中心纳入更多来自不同地区的患者,扩大样本量以验证本研究结果的科学性和普遍性。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 张毅:研究设计与实施、资料收集、分析数据、文章构思与撰写;王健、付柳静:文章知识性内容的批评性审阅、指导、修改;李杰:文章知识性内容的批评性审阅、指导、修改、质量控制及审校。

参考文献

- [1] DAMLUJI A A, VAN DIEPEN S, KATZ J N, et al. Mechanical complications of acute myocardial infarction: a scientific statement from the American heart association[J]. *Circulation*, 2021, 144(2): e16-e35.
- [2] SAITO Y, OYAMA K, TSUJITA K, et al. Treatment strategies of acute myocardial infarction: updates on revascularization, pharmacological therapy, and beyond[J]. *J Cardiol*, 2023, 81(2): 168-178.
- [3] 陈铭俊. 血清 BNP 联合心电图破碎 QRS 波对急性心肌梗死患者 PCI 术后恶性心律失常的预测价值[J]. *心血管病防治知识*, 2025, 15(4): 19-22.
- [4] BOURDILLON M T, JOHNSON N P, SKIP ANDERSON H V. Post-PCI coronary physiology: clinical outcomes and can we optimize? [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2025, 73: 91-97.
- [5] 李馨, 王坡, 程国杰. IABP 对急性心肌梗死合并心源性休克患者 PCI 术后预后的影响[J]. *中南医学科学杂志*, 2025, 53(3): 450-453.
- [6] 王天潇, 陈亮, 王力, 等. PLR、D-二聚体联合 CHA2DS2-VASc 评分预测急性心肌梗死 PCI 后住院期间 MACE 的价值[J]. *长春中医药大学学报*, 2024, 40(2): 201-206.
- [7] 王伟, 程湛然, 朱燕. 血清三种因子与急性心肌梗死患者 PCI 后 MACE 风险间的关系[J]. *心脏杂志*, 2024, 36(1): 45-49.
- [8] YANG P, DUAN J, LI M, et al. Construction and validation of a predictive model for long-term major adverse cardiovascular events in patients with acute myocardial infarction[J]. *Clin Interv Aging*, 2024, 19: 1965-1977.
- [9] 王倩雯, 陈玉辉, 孟令丙, 等. 血清 CXCR4 水平与颅内动脉粥样硬化性狭窄的相关性研究[J]. *中国神经免疫学和神经病学杂志*, 2024, 31(2):

- 125-129.
- [10] KHALEEL A Q, ALTALBAWY F M A, JABIR M S, et al. CXCR4/CXCL12 blockade therapy; a new horizon in TNBC therapy[J]. *Med Oncol*, 2025, 42(5):161.
- [11] CHENG M, CHEN C, YU K, et al. Ablation of CXCR4 expression in cardiomyocytes exacerbates isoproterenol-induced cell death and heart failure[J]. *Int J Mol Med*, 2023, 51(2):13.
- [12] GUO Y, KONG Q, ZHANG Y, et al. Elevated RANTES levels are associated with increased risk of cerebral atherosclerotic stenosis [J]. *BMC Neurol*, 2023, 23(1):39.
- [13] 魏巍, 张皓, 张旭, 等. 血清 Metrnl、RANTES 水平与 2 型糖尿病患者并发冠心病的关系[J]. *山东医药*, 2022, 62(31):40-44.
- [14] PELLETIER L L, AYISSI K N, GORWOOD J, et al. C-C chemokine ligand 5 from women subcutaneous adipose tissue has a central role in vascular aging [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2025, 24(1):295.
- [15] 中国医师协会中西医结合医师分会, 中国中西医结合学会心血管病专业委员会, 中国中西医结合学会重症医学专业委员会, 等. 急性心肌梗死中西医结合诊疗指南[J]. *中国中西医结合杂志*, 2018, 38(3):272-284.
- [16] 张艳楠, 殷子惠. 心血管 MR T2WI 序列评估急性心肌梗死患者心肌损害与左心室舒张功能关系的研究[J]. *实用放射学杂志*, 2025, 41(1):41-45.
- [17] 李贺娟, 刘正兵, 李翰卿, 等. 血浆 miR-146b-5p 和 miR-222-5p 对急性心肌梗死的诊断和预后价值[J]. *医学研究与战创伤救治*, 2025, 38(6):587-594.
- [18] 梁亚鹏, 张朝普, 张浩, 等. 急性心肌梗死患者血清 ANGPTL8、KLF2 表达与冠脉病变程度及主要心脏不良事件发生的关系[J]. *实用医学杂志*, 2024, 40(13):1827-1832.
- [19] 喻鹏丽, 吴晓露, 张丹, 等. 急性心肌梗死 PCI 术后患者心理弹性现状及其相关影响因素分析[J]. *罕少疾病杂志*, 2025, 32(8):81-83.
- [20] 房杰, 饶桂华, 宋剑峰, 等. 急性心肌梗死患者外周血细胞因子表达水平与疾病严重程度的相关性[J]. *复旦学报(医学版)*, 2025, 52(2):249-255.
- [21] 张友明, 龚军辉, 朱红涛. 急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术前后血清 CTRP12 水平变化及其与支架内再狭窄的关系[J]. *实用医学杂志*, 2024, 40(12):1671-1676.
- [22] FRAMPTON J, ORTENGREN A R, ZEITLER E P. Arrhythmias after acute myocardial infarction[J]. *Yale J Biol Med*, 2023, 96(1):83-94.
- [23] 王东, 许岚, 夏森林, 等. 血浆 CXCL12、CXCR4 水平与急性心肌梗死患者严重程度及预后的相关性研究[J]. *心电与循环*, 2023, 42(1):37-42.
- [24] 王莉丽, 李付强, 杜佩珊, 等. 重组人脑利钠肽治疗对 AMI 心力衰竭患者心功能及血清指标的影响[J]. *检验医学与临床*, 2018, 15(16):2435-2438.
- [25] 郭智超, 范春雨. 全身免疫炎症指数对急性心肌梗死病人 PCI 术后院内不良预后的预测价值[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2024, 22(24):4530-4533.
- [26] 刘静, 王惠, 王方珍. GDF-15、VEGF、CXCR4 与冠心病 PCI 术后支架再狭窄的关系[J]. *承德医学院学报*, 2024, 41(6):467-471.
- [27] MURAD H A S, RAFEEQ M M, ALQU-RASHI T M A. Role and implications of the CXCL12/CXCR4/CXCR7 axis in atherosclerosis: still a debate [J]. *Ann Med*, 2021, 53(1):1598-1612.
- [28] 赵玥, 王莹, 赵亮, 等. 月腺大戟素 A 干预 CXCR4 表达对间充质干细胞向心肌梗死区迁移的影响[J]. *中国中医药信息杂志*, 2020, 27(7):65-69.
- [29] 赵媛媛. 急性冠脉综合征患者血清中脂肪因子 Chemerin、炎症因子 RANTES、MHR 水平及其与冠脉狭窄程度的关系[D]. 承德: 承德医学院, 2021.
- [30] 陈小君, 游世伦, 冯茹, 等. 冠心病相关慢性心力衰竭患者血清趋化因子 RANTES 与心功能的相关性研究[J]. *中国医学创新*, 2019, 16(21):10-13.
- [31] 郑小宇, 王威. 基质金属蛋白酶在心肌梗死中的作用[J]. *医学理论与实践*, 2024, 37(18):3093-3096.

(收稿日期:2025-09-16 修回日期:2025-11-21)

(编辑:周晓凤 陈秋莲)