

- [10] ABBARI I, GUEDDARI W, BOUSFIHA A A. An overview of risk factors in children with febrile seizures[J]. Tunis Med, 2024, 102(3): 129-133.
- [11] GHANBARZADEH B, DADASHZADEH E, ZARE EBRAHIMABAD ZARE EBRAHIMABAD M, et al. Tumor necrosis factor alpha (TNF $\alpha$ ) gene promoter polymorphisms and haplotypes are associated with the febrile seizure (FS) and TNF $\alpha$  serum levels[J]. Iran J Child Neurol, 2023, 17(4): 55-69.
- [12] CHANNON-WELLS S W, TOUGH E, SO N, et al. Differentiating vaccine reactions from invasive bacterial infections in young infants presenting to the emergency department in the 4CMenB era: a retrospective observational comparison [J]. BMJ Paediatr Open, 2022, 6 (1): e001559.
- [13] LI P, CHEN M, WANG D, et al. Clinical characteristics  
• 短篇论著 •

of severe influenza as a risk factor for febrile seizures in children: a retrospective analysis[J]. Front Pediatr, 2024, 12: 1418499.

- [14] SHAO L, YU Y. Development of a prediction nomogram model of recurrent febrile seizures in pediatric children [J]. Eur J Pediatr, 2023, 182(11): 4875-4888.
- [15] 张迪, 戴园园, 董志付. 血清核转录因子 κB、高迁移率族蛋白 B1 和热休克蛋白 70 与热性惊厥患儿脑神经和心肌损伤的相关性分析[J]. 海军医学杂志, 2024, 45(8): 877-880.
- [16] 于立新, 崔玉祥, 窦萍, 等. 超声心动图参数联合 cTnI 对重症肺炎患者心肌损伤的评估价值[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2024, 16(7): 1341-1344.

(收稿日期:2025-03-01 修回日期:2025-08-12)

## 心电图联合血清 GRP78、CX3CL1 对急性心肌梗死患者 PCI 术后不良预后的预测价值

陈正银<sup>1</sup>, 宋文信<sup>2</sup>, 谭一良<sup>1△</sup>

重庆市大足区人民医院:1. 心电图室;2. 心血管内科, 重庆 402360

**摘要:**目的 分析心电图联合血清葡萄糖调节蛋白 78(GRP78)、CX3C 趋化因子配体 1(CX3CL1)对急性心肌梗死(AMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后不良预后的预测价值。方法 选取 2021 年 3 月至 2023 年 8 月于该院接受 PCI 治疗的 148 例 AMI 患者作为研究组, 根据预后情况分为预后不良组(42 例)和预后良好组(106 例)。使用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 GRP78 和 CX3CL1 水平, 使用 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后不良预后的影响因素, 使用受试者工作特征(ROC)曲线评估心电图联合血清 GRP78 和 CX3CL1 预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后的效能。结果 预后不良组的 ST 回落<50% 和 T 波倒置比例及血清 GRP78 和 CX3CL1 水平显著高于预后良好组( $P < 0.05$ )。Logistic 回归分析显示, ST 回落<50%、T 波倒置、GRP78 和 CX3CL1 是 AMI 患者 PCI 术后不良预后的影响因素( $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析结果显示, 联合 GRP78、CX3CL1、ST 回落<50% 和 T 波倒置预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后的 AUC 显著高于单一指标( $Z = 3.258$ 、 $3.466$ 、 $2.798$ 、 $3.041$ , 均  $P < 0.05$ )。结论 血清 GRP78 和 CX3CL1 水平及心电图指标 ST 段回落<50% 和 T 波倒置联合检测对 AMI 患者 PCI 术后不良预后有较好的预测效能。

**关键词:**急性心肌梗死; 心电图; 葡萄糖调节蛋白 78; CX3 趋化因子配体 1; 不良预后

**DOI:**10.3969/j.issn.1673-4130.2025.22.022

**文章编号:**1673-4130(2025)22-2804-04

**中图法分类号:**R446.1; R541.75

**文献标志码:**A

急性心肌梗死(AMI)是一种常见的心肌缺氧缺血疾病, 病情发展迅速, 其病死率在我国呈上升趋势<sup>[1]</sup>。经皮冠状动脉介入治疗(PCI)是 AMI 的一种重要治疗手段<sup>[2]</sup>, 能够迅速恢复心肌血流灌注, 显著降低患者的病死率, 但 PCI 术后容易发生再狭窄及形成血栓, 影响患者的预后<sup>[2]</sup>。因此, 寻找能准确有效地预测 PCI 术后患者预后的指标至关重要。心电图检测作为诊断心血管疾病的基本工具, 具有无创、便捷和经济等优点, PCI 术后连续多次的心电监测可用

于反映心肌缺血和恢复程度<sup>[3]</sup>。葡萄糖调节蛋白 78 (GRP78)是一种内质网应激相关蛋白, 在心肌细胞缺血再灌注环境中高表达, 有研究显示, 心肌梗死模型大鼠经给药治疗后 GRP78 等内质网应激相关基因表达下调, 心肌功能相对提升<sup>[4]</sup>。CX3 趋化因子配体 1 (CX3CL1)则是一种趋化因子, 具有调节炎症反应和免疫应答的功能, 相关研究表明, CX3CL1 的表达与 AMI 的微血管阻塞相关, 抑制 CX3CL1 的表达可以降低梗死面积<sup>[5]</sup>。GRP78 和 CX3CL1 在冠心病疾病

中可能发挥作用,目前尚缺乏心电图及 GRP78、CX3CL1 应用于 AMI 患者 PCI 术后预后预测的相关研究,因此,本研究探讨其联合检测对 AMI 患者 PCI 术后不良预后的预测效能,希望为临床心血管疾病患者的管理提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2021 年 3 月至 2023 年 8 月于本院接受 PCI 治疗的 148 例 AMI 患者作为研究组,根据预后情况<sup>[6]</sup>分为预后良好组 106 例和预后不良组 42 例。纳入标准:(1)AMI 符合《急性冠脉综合征急诊快速诊疗指南》<sup>[7]</sup>中相关诊断标准;(2)根据《中国经皮冠状动脉介入治疗指南(2016)》<sup>[8]</sup>进行 PCI 治疗;(3)临床及随访资料齐全;(4)知情并签署知情书。排除标准:(1)恶性肿瘤、肝肾等重要器官障碍者;(2)免疫系统、血液系统、感染疾病者;(3)既往 AMI 病史;(4)心脏搭桥者。本研究经本院伦理委员会批准后进行(审批号:2021024),所以参与者均签署知情同意书。

**1.2 方法** 收集研究对象的一般资料,包括年龄、性别、既往病史信息、吸烟和饮酒史、收缩压和舒张压等。采集研究对象入院次日空腹静脉血 5 mL,3 000 r/min 离心 15 min 分离血清,分装并保存于 -80 ℃ 冰箱中待测。使用全自动生化分析仪(BS-350S,迈瑞)进行测定总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)和甘油三酯(TG)等血清指标。使用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 GRP78 和 CX3CL1 水平。GRP78、CX3CL1 ELISA 试剂盒(货号:B-1964、B-0286)购自本生(天津)健康科技有限公司,实验步骤严格按照说明书进行。使用西门子数字平板血管造影系统(西门子)检测冠脉病变支数和病变部位。使用 GE 心电监护仪(CARESCAPE\_B850)检测 AMI 患者术前以及术后 1、24 h 心电图变化,观察 T 波倒置情况,并计算 ST 段回落程度<sup>[9]</sup>。

**1.3 随访及分组** 通过门诊复查和电话回访等形式对 PCI 术后 AMI 患者进行为期 1 年的随访。不良预后情况包括 AMI 复发、心绞痛、心律失常和心源性死亡等<sup>[6]</sup>。根据预后情况分为预后良好组和预后不良组。

**1.4 统计学处理** 使用 SPSS25.0 统计学软件对数据进行分析,计量数据经正态性检验符合正态分布后,以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比较行独立样本 t 检验,计数资料以例数(百分率)表示,两组间比较行  $\chi^2$  检验;使用 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后不良预后的影响因素,受试者工作特征(ROC)曲线评估心电图指标联合血清 GRP78 和 CX3CL1 预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后的效能。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 预后良好组和预后不良组临床资料及血清 GRP78、CX3CL1 水平比较** 与预后良好组比较,预后不良组的 ST 回落  $<50\%$  和 T 波倒置比例及血清 GRP78 和 CX3CL1 水平均显著升高( $P < 0.05$ );预后不良组和预后良好组的其他资料相比,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

**2.2 AMI 患者 PCI 术后不良预后的影响因素分析** 以 AMI 患者 PCI 术后是否预后不良为因变量(否=0,是=1),以 ST 回落  $<50\%$ (否=0,是=1)、T 波倒置(否=0,是=1)、GRP78 和 CX3CL1(连续变量原值录入)为自变量进行 Logistic 回归分析,结果显示 ST 段回落  $<50\%$ ( $OR = 4.278, 95\% CI: 1.660 \sim 11.025$ )、T 波倒置( $OR = 3.315, 95\% CI: 1.712 \sim 6.417$ )、GRP78( $OR = 2.235, 95\% CI: 1.330 \sim 3.757$ )和 CX3CL1( $OR = 2.711, 95\% CI: 1.371 \sim 5.362$ )均是 AMI 患者 PCI 术后不良预后的影响因素( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 1 预后良好组和预后不良组临床资料及血清 GRP78、CX3CL1 水平比较[ $\bar{x} \pm s$  或  $n(\%)$ ]

项目	预后良好组 (n=106)	预后不良组 (n=42)	t/ $\chi^2$	P
年龄(岁)	57.15±7.26	58.98±7.14	1.389	0.167
性别(男)	60(56.60)	26(61.90)	0.347	0.556
吸烟史	41(38.68)	20(47.62)	0.992	0.319
饮酒史	40(37.74)	19(45.24)	0.706	0.401
高血压	35(33.02)	18(42.86)	1.267	0.260
高脂血症	27(25.47)	14(33.33)	0.928	0.335
糖尿病	25(23.58)	11(26.19)	0.111	0.739
收缩压(mmHg)	123.67±14.72	126.79±16.28	1.128	0.261
舒张压(mmHg)	78.85±8.72	80.36±9.56	0.924	0.357
TG(mmol/L)	1.41±0.24	1.45±0.27	0.882	0.379
TC(mmol/L)	4.31±0.78	4.49±0.85	1.234	0.219
HDL-C(mmol/L)	1.13±0.25	1.09±0.23	0.897	0.371
LDL-C(mmol/L)	2.38±0.52	2.56±0.59	1.826	0.070
冠脉病变支数≥2 支	54(50.94)	28(66.67)	3.010	0.083
左前降支为罪犯血管	36(33.96)	20(47.62)	2.385	0.122
ST 段回落 $<50\%$	29(27.36)	35(83.33)	38.401	$<0.001$
T 波倒置	30(28.30)	34(80.95)	33.975	$<0.001$
GRP78(ng/mL)	1.12±0.25	1.44±0.23	7.177	$<0.001$
CX3CL1(μg/mL)	1.98±0.41	2.54±0.37	7.694	$<0.001$

**2.3 心电图指标、血清 GRP78 和 CX3CL1 对 AMI 患者 PCI 术后不良预后的预测效能** ROC 曲线分析显示,GRP78、CX3CL1、ST 段回落  $<50\%$  和 T 波倒置四者联合预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后的效能。

AUC 为 0.914(95%CI: 0.869~0.959), 显著高于单独预测 ( $Z = 3.258, 3.466, 2.798, 3.041$ , 均  $P <$

0.05)。见表 3 和图 1。

表 2 AMI 患者 PCI 术后不良预后的影响因素分析

因素	回归系数	标准误	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
ST 段回落<50%	1.453	0.483	9.056	0.003	4.278	1.660~11.025
T 波倒置	1.198	0.337	12.647	<0.001	3.315	1.712~6.417
GRP78	0.804	0.265	9.210	0.002	2.235	1.330~3.757
CX3CL1	0.997	0.348	8.213	0.004	2.711	1.371~5.362

表 3 心电图指标、GRP78 和 CX3CL1 对 AMI 患者 PCI 术后不良预后的预测效能

项目	AUC	95%CI	cut-off 值	灵敏度(%)	特异度(%)	Youden 指数
GRP78	0.758	0.675~0.841	1.32 ng/mL	76.2	71.7	0.479
CX3CL1	0.745	0.661~0.829	2.32 $\mu$ g/mL	78.6	72.6	0.512
ST 段回落<50%	0.780	0.697~0.862	—	83.3	72.6	0.559
T 波倒置	0.763	0.678~0.849	—	81.0	71.7	0.527
四者联合	0.914	0.869~0.959	—	73.8	92.5	0.663

注: — 表示无数据。

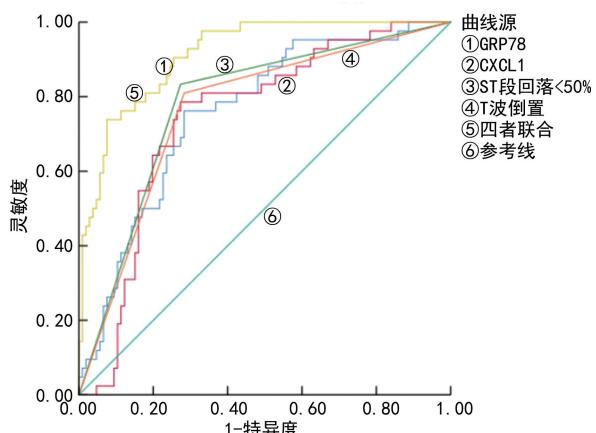


图 1 心电图指标、GRP78 和 CX3CL1 预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后的 ROC 曲线

### 3 讨 论

AMI 的流行病学和风险因素受地区、人群、年龄、性别和生活方式等因素的影响, 另外, 心肌损伤程度、并发症以及左心室功能等因素也会影响 AMI 患者的预后<sup>[10]</sup>。目前, AMI 预后的管理仍面临巨大的挑战, 降低 PCI 术后 AMI 患者的病死率及改善患者预后仍是目前及未来需要解决的重点问题<sup>[11]</sup>。目前已有很多种方法用于 AMI 患者预后的预测, 如血清生物标志物、心电图指标和超声心动图指标等, 但单一使用具有一定的局限性<sup>[12~14]</sup>。因此, 本研究分析联合血清因子和心电图指标预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后的效能, 旨在提高预测的灵敏度或特异度, 以期减少不良预后的发生。

本研究结果发现, 预后不良组中 ST 段回落<50% 和 T 波倒置的患者比例显著高于预后良好组, 与

既往研究结果<sup>[15~16]</sup>相似。有研究显示, AMI 患者预后不良时, 心肌损伤加重, ST 段回落程度较慢<sup>[15]</sup>; 而 PCI 术后心外膜钙离子流动受限导致心室复极方向相反, 引起 T 波倒置<sup>[16]</sup>。因此, ST 段回落程度和 T 波倒置可能反映了 PCI 术后心肌功能的恢复及心室变化, 并可用于辅助预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后的发生。

内质网应激参与心血管疾病的发生和进展, GRP78 水平的升高可能通过促进心肌细胞的凋亡, 加重心肌损伤和心功能不全<sup>[17]</sup>。本研究发现, AMI 患者 PCI 术前血清 GRP78 水平显著升高, 术后不良预后患者术前血清 GRP78 水平显著高于预后良好组。这提示 GRP78 水平与 AMI 患者 PCI 术后不良预后相关。本研究进一步分析显示, 血清 GRP78 水平是 AMI 患者 PCI 术后不良预后发生的影响因素。聂明等<sup>[18]</sup>研究的显示, 血清 GRP78 水平与急性 ST 段抬高型心肌梗死患者的病情程度相关, 是患者预后不良的影响因素。另有研究表明, GRP78 水平的升高可能导致线粒体障碍, 进而引起过量活性氧的产生以及细胞的凋亡, 导致心肌细胞损伤和梗死面积扩大<sup>[19]</sup>。以上研究结果提示, 血清 GRP78 水平变化影响 AMI 患者 PCI 术后预后的心肌功能, 因此, GRP78 水平的监测对于 AMI 行 PCI 术后预后的预测有一定的价值。

在本研究中, 预后不良组术前血清 CX3CL1 水平显著高于预后良好组, 这提示了 CX3CL1 与 AMI 的发生及 PCI 术后不良预后相关。Logistic 分析显示, 血清 CX3CL1 水平也是 PCI 术后不良预后发生的影响因素, 与周拥志等<sup>[20]</sup>的研究结果相似。CX3CL1 在

心肌细胞、巨噬细胞以及 T 淋巴细胞中表达, 心肌缺血再灌注后诱导的细胞衰老会促进 CX3CL1 表达的上调, 而 CX3CL1 的中和可以改善心脏功能、压力负荷及免疫细胞的浸润<sup>[5]</sup>。而 AMI PCI 术后患者 CX3CL1 水平的升高可能通过促进炎症反应和免疫细胞的浸润, 加重患者心肌损伤和心功能不全, 影响不良预后的发生<sup>[5]</sup>。因此, 血清 CX3CL1 水平的变化也可能作为预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后的潜在指标。

本研究结果显示, 血清 GRP78、CX3CL1、ST 段回落<50% 和 T 波倒置在预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后中均具有一定的价值, 四者联合使用预测的 AUC、特异度均显著升高, 提示心电图指标联合血清 GRP78、CX3CL1 检测可作为一种有效的预测 AMI 患者 PCI 术后不良预后的手段。

综上所述, 心电图联合血清 GRP78、CX3CL1 对 AMI 患者 PCI 术后不良预后具有较高的预测价值, 可能为改善 AMI 患者的预后提供新的思路和方法。然而, 本研究仅为初步探索, 样本量有限, 且未考虑其他可能影响预后的因素。因此, 在后续的研究中, 需要扩大样本量, 深入探讨其作用机制, 验证心电图联合血清 GRP78、CX3CL1 的预测价值, 为 AMI 患者 PCI 术后患者的治疗及预后评价提供可靠的理论支持。

## 参考文献

- [1] 邵桢, 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] 王鹏飞, 陈亚丽. 急性心肌梗死病人 PCI 术后心脏康复的研究进展[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(12): 2201-2205.
- [3] 吴青芸, 苏强. 心肌缺血再灌注无复流诊断方法的研究进展[J]. 解放军医学院学报, 2024, 45(4): 424-429.
- [4] 吕梦, 纪晓迪, 刘珂珂, 等. 稳心颗粒对心肌梗死大鼠缝隙连接蛋白 43 和内质网应激通路基因表达的影响[J]. 中国现代中药, 2022, 24(4): 644-651.
- [5] LOH S X, EKINCI Y, SPRAY L, et al. Fractalkine signalling (CX3CL1/CX3CR1 axis) as an emerging target in coronary artery disease[J]. J Clin Med, 2023, 12(14): 4821.
- [6] 赵荫涛, 郑璐, 张相钦, 等. 急性心肌梗死患者 PCI 术后血清 CX3CL1 及 hs-CRP 水平与不良预后的关系[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(2): 197-201.
- [7] 中国医师协会急诊医师分会, 中华医学会心血管病学分会, 中华医学会检验医学分会, 等. 急性冠脉综合征急诊快速诊疗指南[J]. 中华急诊医学杂志, 2016, 25(4): 397-404.
- [8] 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, 等. 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.
- [9] 赵汉如, 侯丽芳, 周单, 等. 心电图联合血清氨基末端脑钠肽前体对急性心肌梗死患者择期经皮冠状动脉介入治疗后近期发生主要不良心血管事件的预测价值研究[J]. 实用心脑肺血管病杂志, 2021, 29(4): 32-37.
- [10] ELENDU C, AMAECHI D C, ELENDU T C, et al. Comprehensive review of ST-segment elevation myocardial infarction: understanding pathophysiology, diagnostic strategies, and current treatment approaches[J]. Medicine, 2023, 102(43): e35687.
- [11] 颜红兵, 韩雅玲. 改善重症心肌梗死患者预后仍任重道远[J]. 中华心血管病杂志, 2024, 52(3): 227-230.
- [12] 杨余, 卫慧, 谭晓, 等. 血清 CXCR7、SGK1 水平与急性心肌梗死经皮冠状动脉介入治疗术后预后不良的关系[J]. 疑难病杂志, 2024, 23(8): 897-901.
- [13] 李晓涛, 陈晓杰, 梁春玲, 等. 胸前导联 QRS 波群特征与经皮冠状动脉介入术治疗急性前壁 ST 段抬高型心肌梗死患者预后的相关性研究[J]. 中国心血管病研究, 2024, 22(1): 60-65.
- [14] 史丹丹, 王颖颖, 刁启锋. 超声心动图指标联合心肌损伤标志物预测老年心肌梗死病人预后的临床价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(23): 4326-4330.
- [15] 薛姗娜, 吴岩. 心电图 ST-T 变化与急性心肌梗死患者急诊经皮冠状动脉介入术预后的关系[J]. 医学临床研究, 2024, 41(2): 214-217.
- [16] 金梦雪, 张倩. 心电图 T 波变化联合血清同型半胱氨酸对心肌梗死经皮冠脉介入术后患者预后的预测价值[J]. 中国医药导报, 2023, 20(32): 84-87.
- [17] YAN Z, LIU Y, YANG B, et al. Endoplasmic reticulum stress caused by traumatic injury promotes cardiomyocyte apoptosis through acetylation modification of GRP78[J]. Acta Biochim Biophys Sin, 2024, 56(1): 96-105.
- [18] 聂明, 王淑, 刘娅菲, 等. 血清 GRP78、PHB1 在急性 ST 段抬高型心肌梗死患者病情评估、预后预测方面的临床价值研究[J]. 东南大学学报(医学版), 2023, 42(2): 180-187.
- [19] QIN C, WU X L, GU J, et al. Mitochondrial dysfunction secondary to endoplasmic reticulum stress in acute myocardial ischemic injury in rats[J]. Med Sci Monit, 2020, 26: e923124.
- [20] 周拥志, 彭筱平, 赵彬, 等. 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[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(10): 1934-1939.