

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.14.011

心电图参数联合血清 miR-451a、miR-23b-3p 对 STEMI 患者 PCI 后预后的预测价值*

王靖雯¹,徐康荣^{1△},王陆茜²

1. 江苏省南京市江宁医院心电诊断科,江苏南京 211106;2. 江苏省南京市浦口区中心医院超声医学科,江苏南京 210000

摘要:目的 探讨心电图参数联合血清 miR-451a、miR-23b-3p 对 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)后预后的预测价值。方法 选取 2023 年 8 月至 2024 年 9 月南京市江宁医院收治的 177 例 STEMI 患者作为研究对象。收集患者的基线资料。入院时对患者进行心电图检查,记录并计算 Q-T 间期(QTc)、QT 间期离散度(QTd)。采用实时荧光定量聚合酶链反应检测患者 PCI 前血清 miR-451a、miR-23b-3p 水平。PCI 后所有患者均接受为期 6 个月的随访,并根据随访结果将其分为预后不良组和预后良好组。采用多因素 Logistic 回归分析影响 STEMI 患者 PCI 后预后不良的因素。绘制受试者工作曲线(ROC)评估血清 miR-451a、miR-23b-3p 对 STEMI 患者 PCI 后预后不良的价值。结果 6 个月随访结果显示,预后良好组有 132 例,预后不良组 45 例。与预后不良组比较,预后良好组 QTc、QTd 明显缩短($P<0.05$),而血清 miR-451a、miR-23b-3p 水平明显升高($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,QTc、QTd 延长是 STEMI 患者 PCI 后预后不良的独立危险因素($P<0.05$),而血清 miR-451a、miR-23b-3p 水平升高是 STEMI 患者 PCI 后预后不良的独立保护因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,QTc、QTd 和血清 miR-451a、miR-23b-3p 单独及 4 项联合预测 STEMI 患者 PCI 后预后不良曲线下面积(AUC)分别为 0.827、0.821、0.846、0.846、0.981,4 项联合预测的 AUC 明显大于各指标单独预测的 AUC($P<0.001$)。结论 STEMI 患者 PCI 后发生预后不良患者的 QTc、QTd 延长,血清 miR-451a 和 miR-23a-3p 水平下降,且 QTc、QTd 联合血清 miR-451a、miR-23a-3p 对 STEMI 患者 PCI 后预后不良具有较高的预测价值。

关键词:ST 段抬高型心肌梗死; 经皮冠状动脉介入治疗; 预后不良; 心电图; miR-451a; miR-23b-3p

中图法分类号:R542.22;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)14-1945-06

Predictive value of electrocardiogram parameters combined with serum miR-451a and miR-23b-3p for the prognosis in STEMI patients after PCI*

Wang Jingwen¹, Xu Kangrong^{1△}, Wang Luqian²

1. Department of Electrocardiogram Diagnosis, Jiangning Hospital of Nanjing City, Nanjing, Jiangsu 211106, China; 2. Department of Ultrasound Medicine, Pukou District Central Hospital of Nanjing City, Nanjing, Jiangsu 210000, China

Abstract: **Objective** To investigate the predictive value of electrocardiogram parameters combined with serum miR-451a and miR-23b-3p for the prognosis of patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) after percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods** A total of 177 STEMI patients admitted to Jiangning Hospital of Nanjing City from August 2023 to September 2024 were selected as research subjects. Baseline clinical data of all patients were collected. Electrocardiography was performed upon admission, and corrected QT interval (QTc) as well as QT dispersion (QTd) were recorded and calculated. Quantitative real-time polymerase chain reaction was used to detect the serum levels of miR-451a and miR-23b-3p before PCI. All patients were followed up for 6 months after PCI, and then they were divided into poor prognosis group and good prognosis group according to the follow-up outcomes. Multivariate Logistic regression analysis was applied to identify the risk factors for poor prognosis in STEMI patients after PCI. Receiver operating

* 基金项目:江苏省优势学科建设工程项目(YSHL2212-112)。

作者简介:王靖雯,女,主治医师,主要从事心脏超声方向的研究。△ 通信作者,E-mail:1968770966@qq.com。

引用格式:王靖雯,徐康荣,王陆茜.心电图参数联合血清 miR-451a、miR-23b-3p 对 STEMI 患者 PCI 后预后的预测价值[J]. 检验医学与临床,2026,23(14):1945-1950.

characteristic (ROC) curves were plotted to evaluate the predictive efficacy of serum miR-451a and miR-23b-3p for poor prognosis in STEMI patients after PCI. **Results** The 6-month follow-up revealed that 132 cases in the good prognosis group and 45 cases in the poor prognosis group. Compared with the poor prognosis group, the good prognosis group exhibited significantly shorter QTc and QTd ($P < 0.05$), as well as obviously higher levels of miR-451a and miR-23b-3p ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis results indicated that prolonged QTc and QTd were independent risk factors for poor prognosis in STEMI patients after PCI ($P < 0.05$), while increased serum miR-451a and miR-23b-3p levels were independent protective factors for poor prognosis in STEMI patients after PCI ($P < 0.05$). ROC curves analysis results showed that the areas under the curves (AUCs) of QTc, QTd, miR-451a, miR-23b-3p alone, and the combined detection of the four indicators for predicting poor prognosis of STEMI patients after PCI were 0.827, 0.821, 0.846, 0.846 and 0.981, respectively. The AUC of the combined detection of the four indicators was significantly higher than that of each single indicator ($P < 0.001$). **Conclusion** STEMI patients with poor prognosis after PCI exhibits prolonged QTc, QTd and decreased serum levels of miR-451a and miR-23b-3p. The combination of QTc, QTd and serum miR-451a and miR-23b-3p demonstrates high predictive value for poor prognosis in STEMI patients after PCI.

Key words: ST-segment elevation myocardial infarction; percutaneous transluminal coronary intervention; poor prognosis; electrocardiogram; miR-451a; miR-23b-3p

ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)是一种严重威胁人类健康的急性冠脉综合征,具有发病急、病情进展迅速及病死率高的特点^[1]。经皮冠状动脉介入治疗(PCI)是 STEMI 患者的首选再灌注治疗手段,它能够快速开通梗死血管,恢复心肌的血液灌注,进而显著降低患者的病死率^[2]。然而,部分患者在接受 PCI 后仍可能再次发生不良心血管事件,如心源性死亡、再发心肌梗死、心力衰竭和脑卒中等,这些不良事件会严重损害患者的长期预后和生活质量^[3]。因此,寻找有效的生物标志物对 STEMI 患者 PCI 术后的预后进行准确评估,实现个体化治疗、改善患者预后具有重要意义。

目前,临床常用的预后评估指标包括临床危险因素、心电图参数以及影像学检查等^[4-6]。其中,心电图作为一种便捷、无创的检查手段,已被证实可以用来预测 PCI 后急性心肌梗死患者发生心律失常的风险^[7]。然而,单一心电图参数的预测效能有限,难以全面评估患者的病理、生理状态。微小 RNA(miRNA)参与细胞凋亡、炎症反应、纤维化等多种病理、生理过程^[8]。近年来研究发现,miRNA 具有稳定性高、易于检测的特点,有望成为心血管疾病诊断和预后评估的新型生物标志物^[9]。例如,miR-451a 联合巨噬细胞移动抑制因子可以预测 STEMI 患者 PCI 后并发心力衰竭的风险^[10];miR-23a-3p 也已被证实与 STEMI 的不良预后相关,可作为评估该类患者不良预后的有效指标^[11]。然而,目前关于 miR-451a 和 miR-23b-3p 与传统心电图参数联合应用在 STEMI 患者 PCI 后预后中的预测效能研究较为少见。因此,本研究拟探讨心电图参数联合血清 miR-451a、miR-23b-3p 对 STEMI 患者 PCI 后预后的预测价值,以弥补现有研究的不足。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性选取 2023 年 8 月至 2024 年 9 月南京市江宁医院收治的 177 例 STEMI 患者作为研究对象。纳入标准:(1)符合《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南》^[12]中 STEMI 的诊断标准;(2)发病至 PCI 时间 ≤ 12 h;(3)成功进行 PCI。排除标准:(1)合并严重肝、肾功能不全;(2)合并恶性肿瘤、自身免疫性疾病或严重感染;(3)既往有心肌梗死史或心力衰竭史;(4)合并先天性心脏病、心肌病或瓣膜性心脏病;(5)近期服用过影响心电图参数的药物;(6)临床资料不全;(7)无法保证完成随访或不同意参与随访。本研究经南京市江宁医院医学伦理委员会批准(审批号:20230300)。所有患者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 预后评估 PCI 后所有患者均接受为期 6 个月的随访,评估患者预后情况^[13],将再发心肌梗死、心绞痛、心力衰竭及死亡等情况的患者纳入预后不良组,其余纳入预后良好组。

1.2.2 基线资料收集 收 STEMI 患者的基线资料,包括年龄、性别、体重指数(BMI)、基础疾病(高血压、糖尿病、高脂血症)、入院时红细胞计数和血小板计数,以及发病至入院时间。所有资料均从医院电子病历系统及实验室信息系统提取,确保数据准确性。

1.2.3 心电图检查 患者入院时使用 12 导联心电图仪(北京麦迪克斯科技有限公司,MAECG-200)对患者进行心电图检查,记录并计算 Q-T 间期(QTc)、QT 间期离散度(QTd)。QTc 需采用 Bazett's 公式。 $QTc = QT / (R - R) 0.5$,其中 R-R 为 2 个相邻 R 波之间的时间间隔。

1.2.4 血清 miR-451a、miR-23b-3p 水平检测 所有

患者于 PCI 前采集外周静脉血 5 mL,置于 EDTA 抗凝管中,4℃条件下以 3 000 r/m 离心 10 min,分离血清,保存于-80℃超低温冰箱中待测。按照说明书采用 Trizol(杭州昊鑫生物科技股份有限公司)法提取血清总 RNA。测定 RNA 浓度后使用反转录试剂盒(广州英赞生物科技有限公司,R415A/B)将其反转录为 cDNA,将 cDNA 浓度稀释至 120 ng/mL,采用实时荧光定量聚合酶链反应(RT-qPCR)试剂盒(上海西格生物科技股份有限公司,XG-P2861)进行 qPCR 检测。反应条件:95℃预变性 3 min;95℃变性 10 s,60℃退火 30 s,72℃延伸 30 s,共 40 个循环;以 U6 作为内参基因,采用 $2^{-\Delta\Delta Ct}$ 法计算血清 miR-451a、miR-23b-3p 的相对表达量。引物序列见表 1。引物由上海生工生物工程股份有限公司合成。

表 1 引物序列	
名称	引物序列(5'-3')
miR-451a-F	ACACTCCAGCTGGGAAACCGTTACCATTACT
miR-451a-R	CTGGTGTCGTGGAGTCGGCAA
miR-23b-3p-F	ACACTCCAGCTGGGATCACATTGCCAGGGAT
miR-23b-3p-R	CTCAACTGGTGTCGTGGAGCGAGGTGGTAAT
U6-F	GCTTCGGCAGCACATATACTAAAAT
U6-R	CGCTTCACGAATTTCGCTGTCAT

注:F 为正向引物;R 为反向引物。

表 2 2 组基线资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 n/n 或 $n(\%)$]

组别	<i>n</i>	年龄	性别(男/女)	BMI(kg/m ⁻²)	合并高血压	合并糖尿病
预后不良组	45	64.58±9.21	23/22	23.65±3.84	30(66.67)	18(40.00)
预后良好组	132	65.12±10.64	64/68	23.76±3.67	85(64.39)	51(38.64)
<i>t</i> / χ^2		-0.304	0.093	-0.172	0.201	0.071
<i>P</i>		0.762	0.761	0.864	0.654	0.791

组别	<i>n</i>	合并高脂血症	红细胞计数($\times 10^9$ /L)	血小板计数($\times 10^9$ /L)	发病至入院时间(h)
预后不良组	45	17(37.78)	21.15±4.26	42.02±5.16	6.25±1.46
预后良好组	132	49(37.12)	20.21±4.18	42.12±5.08	6.30±1.42
<i>t</i> / χ^2		0.032	1.296	-0.114	-0.203
<i>P</i>		0.858	0.197	0.910	0.840

表 3 2 组心电图参数比较($\bar{x}\pm s$,ms)

组别	<i>n</i>	QTc	QTd
预后不良组	45	387.13±47.83	61.14±10.57
预后良好组	132	325.02±45.32	48.29±8.37
<i>t</i>		7.828	8.295
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.5 多因素 Logistic 回归分析 STEMI 患者 PCI 后预后不良的影响因素 将 STEMI 患者预后情况(预后不良=1,预后良好=0)作为因变量,将 QTc、QTd、miR-451a、miR-23b-3p(均以原值输入)作为自变量,

1.3 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计软件对数据进行分析处理。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;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析影响 STEMI 患者 PCI 后预后不良的因素。绘制受试者工作曲线(ROC)评估血清 miR-451a、miR-23b-3p 对 STEMI 患者 PCI 后预后不良的价值,曲线下面积(AUC)比较采用 DeLong 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 预后情况 6 个月随访结果显示,预后良好组有 132 例,预后不良组有 45 例,预后不良发生率为 25.42%。

2.2 2 组基线资料比较 2 组年龄、性别、BMI、合并高血压占比、合并糖尿病占比、合并高脂血症占比、红细胞计数、血小板计数及发病至入院时间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

2.3 2 组心电图参数比较 与预后不良组比较,预后良好组 QTc、QTd 均明显缩短($P<0.05$)。见表 3。

2.4 2 组血清 miR-451a、miR-23b-3p 水平比较 与预后不良组比较,预后良好组血清 miR-451a、miR-23b-3p 水平均明显升高($P<0.05$)。见表 4。

进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,QTc、QTd 延长是 STEMI 患者 PCI 后预后不良的独立危险因素($P<0.05$),而血清 miR-451a、miR-23b-3p 水平升高是 STEMI 患者 PCI 后预后不良的独立保护因素($P<0.05$)。见表 5。

表 4 2 组血清 miR-451a、miR-23b-3p 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	miR-451a	miR-23b-3p
预后不良组	45	1.07±0.24	1.11±0.23
预后良好组	132	1.56±0.41	1.60±0.42
<i>t</i>		-7.578	-7.446
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.6 QTc、QTd 和血清 miR-451a、miR-23b-3p 预测 STEMI 患者 PCI 后预后不良的价值 根据 2.5 中多因素分析结果进行拟合,获得 QTc、QTd 与血清 miR-451a、miR-23b-3p 联合预测 STEMI 患者 PCI 后预后不良的模型: $\text{Logit}(P) = -10.419 + 0.032X_{\text{QTc}} + 0.190X_{\text{QTd}} - 4.179X_{\text{miR-451a}} - 5.312X_{\text{miR-23b-3p}}$ 。将 STEMI 患者 PCI 后预后情况(预后不良=1,预后良好=0)作为状态变量,将 QTc、QTd 与血清 miR-

451a、miR-23b-3p 单独及 4 项联合模型作为检验变量,进行 ROC 曲线分析。结果显示,QTc、QTd 和血清 miR-451a、miR-23b-3p 单独预测 STEMI 患者 PCI 后预后不良的 AUC 分别为 0.827、0.821、0.846、0.846,4 项联合预测 STEMI 患者 PCI 后预后不良的 AUC 为 0.981,明显大于 QTc、QTd 和血清 miR-451a、miR-23b-3p 单独预测的 AUC ($Z = 4.541$ 、4.875、4.689、4.899,均 $P < 0.001$)。见表 6、图 1。

表 5 多因素 Logistic 回归分析 STEMI 患者 PCI 后预后不良的影响因素

因素	β	S. E.	Wald χ^2	OR	OR 的 95%CI	P
QTc	0.032	0.009	12.316	1.032	1.014~1.051	<0.001
QTd	0.190	0.051	14.047	1.209	1.095~1.335	<0.001
miR-451a	-4.179	1.186	12.416	0.015	0.001~0.157	<0.001
miR-23b-3p	-5.312	1.412	14.160	0.005	0.000~0.078	<0.001
常数项	-10.419	4.614	5.098	—	—	0.024

注:—表示无数据。

表 6 QTc、QTd 和血清 miR-451a、miR-23b-3p 预测 STEMI 患者 PCI 后预后不良的价值

变量	AUC	AUC 的 95%CI	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	P
QTc	0.827	0.763~0.879	368.62 ms	75.56	78.79	0.543	<0.001
QTd	0.821	0.757~0.875	53.04 ms	77.78	69.70	0.475	<0.001
miR-451a	0.846	0.785~0.896	1.3	86.67	75.76	0.624	<0.001
miR-23b-3p	0.846	0.785~0.896	1.35	86.67	70.45	0.571	<0.001
4 项联合	0.981	0.948~0.995	0.27*	93.33	92.42	0.858	<0.001

注:* 为 Logistic 回归模型拟合概率。

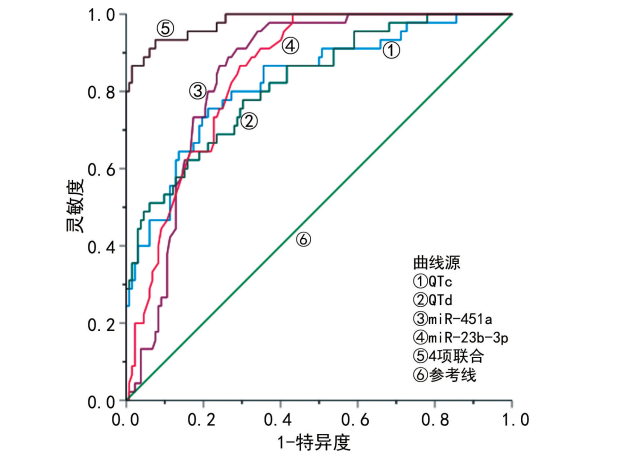


图 1 QTc、QTd 和血清 miR-451a、miR-23b-3p 预测 STEMI 患者 PCI 后预后不良的 ROC 曲线

3 讨 论

STEMI 是急性冠脉综合征中最严重的类型,其发病机制主要为冠状动脉粥样硬化斑块破裂后继发血栓形成,导致血管急性闭塞,进而引发心肌持续性缺血缺氧性坏死^[14]。随着 PCI 技术的普及和成熟,STEMI 患者的早期生存率得到了显著提升,但术后患者不良心血管事件发生率仍高达 27%^[15-17]。在本

研究中也显示,STEMI 患者 PCI 后发生预后不良的比例为 25.42%,其占比较高。因此,准确识别高危患者并实施个体化干预是改善 STEMI 患者长期预后的关键。

心电图是 STEMI 诊断、病情评估及治疗决策的核心工具。STEMI 的病理本质是冠状动脉急性闭塞引发心肌持续性缺血坏死。而心肌电活动的异常会实时体现在心电图上,其不仅能迅速确诊疾病,还能通过观察抬高导联的情况,精准定位梗死相关血管,从而为急诊再灌注治疗争取到极为关键的时间。在心电图的众多指标中,QTc、QTd 的异常表现尤为关键。QTc 是反映心室复极总时长的核心参数。在 STEMI 患者体内,缺血的心肌细胞其钠-钾泵功能受损,使动作电位时程延长,进而导致 QTc 增加^[18]。相关研究显示,QTc 值与 STEMI 患者临床预后相关^[19]。高 QTc 更是 STEMI 患者早期发生心律失常的危险因素^[20]。QTd 则是 12 导联心电图最大 QT 间期与最小 QT 间期的差值,反映心室肌不同部位复极速度的差异,其是评估心肌复极空间异质性的核心指标^[21]。正常生理状态下,心肌复极过程相对均一,

QTd 处于较低水平。而 STEMI 发生时,梗死区域与正常心肌、缺血区与非缺血区的复极速度差异显著增大,导致 QTd 明显升高。QTd 增大意味着心室肌电活动紊乱,是 STEMI 患者发生室颤等致死性心律失常的潜在预测因子^[22]。临床研究表明,QTd 是急性心肌梗死的预后标志物,患者入院时 QTd 升高与较高的心律失常风险有关^[23-25]。与本研究结果相似:预后良好组 QTc、QTd 均明显低于预后不良组,说明 QTc、QTd 降低是 STEMI 患者预后良好的电生理标志,这可能与心室复极稳定性改善、心肌损伤程度减轻及自主神经功能恢复相关。

miRNA 是一类长度为 19~22 个核苷酸的非编码单链 RNA,其能够通过与靶基因的 3' 非翻译区结合,对靶基因的表达进行精准调控,进而广泛参与细胞的增殖、分化、凋亡等一系列重要的生物学过程^[26]。近年来 miRNA 作为新型生物标志物在心血管疾病中的研究取得了显著进展^[27]。相关研究表明,STEMI 患者接受 PCI 后出现心力衰竭等并发症的情况,与心肌梗死面积的大小、病变的具体位置及 miRNA 表达失调等因素密切相关^[28]。有研究指出,miR-451a 的大量释放可以改善脑缺血再灌注损伤情况^[29]。同时,在心力衰竭患者中,其血清外泌体所携带的 miR-451a 水平呈现出显著下调的趋势^[30]。本研究结果显示,预后良好组血清 miR-451a 水平高于预后不良组。这与罗正义等^[10]研究结果相似:急性心肌梗死患者 PCI 后,并发心力衰竭患者 miR-451a 水平低于未发生心力衰竭患者。此外,miR-23 家族成员在心血管疾病中的作用也逐渐受到关注。研究发现,miR-23a-3p 水平与心肌梗死后心室不良重构有关^[31]。对于 STEMI 患者而言,PCI 后出现不良反应的患者血清 miR-23a-3p 水平低于未出现不良反应的患者^[11]。与本研究结果一致:预后良好组血清 miR-23a-3p 水平高于预后不良组。以上结果提示,血清 miR-451a 和 miR-23a-3p 可作为 STEMI 患者 PCI 后预后评估的新型生物标志物,其表达水平与心力衰竭等并发症的发生风险密切相关。

单一生物标志物或临床指标的预测效能往往有限,因此构建多指标联合预测模型是提高预后评估准确性的重要策略。本研究结果显示,预后不良组和预后良好组 QTc、QTd 及血清 miR-451a、miR-23a-3p 水平有显著性差异,提示其可能是预测 STEMI 患者介入治疗后预后评估的关键指标。因此,本研究采用多因素 Logistic 回归探讨了 QTc、QTd 及血清 miR-451a、miR-23a-3p 水平对 STEMI 患者 PCI 后预后不良的关系,结果显示 QTc、QTd 延长是 STEMI 患者 PCI 后预后不良的独立危险因素,血清 miR-451a、

miR-23b-3p 水平升高是 STEMI 患者 PCI 后预后不良的独立保护因素。同时,本研究 ROC 曲线分析结果显示,QTc、QTd、miR-451a、miR-23b-3p 对 STEMI 患者 PCI 后预后不良均具有一定预测价值,且 4 项联合预测的价值更高。因此,结合患者心功能及血清 miRNAs 的变化来评估 STEMI 患者预后,有助于提高临床预后预测的准确性。

综上所述,STEMI 患者 PCI 后发生预后不良患者 QTc、QTd 延长,血清 miR-451a、miR-23a-3p 水平下降,且 4 项均是 STEMI 患者 PCI 后发生预后不良的独立影响因素,QTc、QTd 与 miR-451a、miR-23a-3p 联合对 STEMI 患者 PCI 后发生预后不良具有较高的预测价值。然而,本研究样本量有限且人群单一,结论外推性受限。未深入探讨 QTc、QTd 及 miR-451a、miR-23a-3p 影响预后的分子机制与协同通路。未来研究可开展多中心大样本前瞻性研究,验证联合预测模型的普适性。通过细胞/动物实验,明确 miRNA 调控预后的机制及与心电图参数的关联,为开发新的治疗靶点和干预策略提供理论依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 王靖雯:研究实施、数据整理、论文撰写;王陆茜:数据整理、统计学分析;徐康荣:研究指导、论文修改。

参考文献

[1] Elahimanesh M, Shokri N, Mahdinia E, et al. Differential gene expression patterns in ST-elevation myocardial infarction and non-ST-elevation myocardial infarction[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 3424.

[2] Pereira H, Pereira A R, Calé R, et al. Worldwide procedural variations of primary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction: insights from the "stent-save a life" initiative[J]. Cardiovasc Revasc Med, 2026, 83: 23-31.

[3] Yang Y Y, Yin X R, Zhang Y Z, et al. Construction and validation of a predictive model for major adverse cardiovascular events in the long term after percutaneous coronary intervention in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Coron Artery Dis, 2024, 35(6): 471-480.

[4] Berga Congost G, Martinez Momblan M M, Valverde Bernal J B, et al. Association of age on the time of primary pci activation for stemi patients at emergency department[J]. Eur J Cardiovasc Nurs, 2022, 21(S1): zvac060.

[5] 孙宗祺, 孙磊, 章福彬, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死合并 2 型糖尿病患者 PCI 术后与平均血糖波动幅度的相关性[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2023, 18(5): 587-591.

- [6] Chen B, Men L, Wang H, et al. The application value of 24 h Holter monitoring indices in predicting MACEs outside the hospital within three years after PCI in patients with STEMI [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2024, 11: 1401343.
- [7] 刘鹏. 心电图参数评估急性心肌梗死并发心律失常风险的价值[J]. *实用心电与临床诊疗*, 2025, 34(4): 527-530.
- [8] Terriaca S, Ferlosio A, Scioli M G, et al. miRNA regulation of cell phenotype and parietal remodeling in atherosclerotic and non-atherosclerotic aortic aneurysms: differences and similarities[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(5): 2641.
- [9] Tanase D M, Gosav E M, Ouatu A, et al. Current knowledge of microRNAs (miRNAs) in acute coronary syndrome (ACS): ST-elevation myocardial infarction (STEMI)[J]. *Life (Basel)*, 2021, 11(10): 1057.
- [10] 罗正义, 周文杰. 血清 miR-451a 表达水平与急性心肌梗死 PCI 术后并发心力衰竭的关系[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2024, 16(12): 1471-1474.
- [11] 杨丽, 丁水印, 李新春, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后血清 Foxo4 和 miR-23b-3p 表达水平及临床意义[J]. *热带医学杂志*, 2023, 23(2): 231-236.
- [12] 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. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南[J]. *中华心血管杂志*, 2015, 43(5): 380-393.
- [13] 孙明, 王蔚文. 临床疾病诊断与疗效判断标准[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2010: 183-184.
- [14] Yang Y X, Zhou F, Wen T, et al. Deciphering the Enigma of intramyocardial hemorrhage following reperfusion therapy in acute ST-segment elevation myocardial infarction: a comprehensive exploration from mechanisms to therapeutic strategies[J]. *Cardiol Rev*, 2024-05-30 [2025-10-15]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38780252/>.
- [15] 张国莉, 赵荣荣, 彭国恬, 等. ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗术后远期主要不良心血管事件的危险因素及风险评分系统预测价值研究[J]. *中国全科医学*, 2024, 27(15): 1802-1810.
- [16] Chowdhury A, Vasoya D A, Ima M J, et al. Safety and efficacy of routine anticoagulation after primary PCI in STEMI: a systematic review and Meta-analysis [J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2025, 58(7): 962-972.
- [17] Li D N, Sun Y Y, Han J, et al. The relationship of glycosylated hemoglobin A1c and Apolipoprotein A-1 ratio on short-term prognosis in STEMI patients following PCI: a retrospective study[J]. *Sci Rep*, 2025, 15(1): 14110.
- [18] 唐仁春, 孙静, 陈长征, 等. 基于心电图参数 QTd、QRSd 与多指标特征构建急性 ST 段抬高型心肌梗死预后不良的预测模型[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2024, 22(16): 2982-2985.
- [19] 朱明辉, 杨磊, 殷珺妹, 等. QTc、Tp-Tec 间期联合血清 CTRP9 水平对急性心肌梗死后室性心律失常发生的预测价值[J]. *山东医药*, 2022, 62(13): 24-28.
- [20] 查爽英, 冯六六, 刘天华, 等. STEMI 患者早期高危室性心律失常发生的危险因素分析[J]. *天津医药*, 2022, 50(3): 314-318.
- [21] Abdelmegid M A F, Bakr M M, Shams-Eddin H, et al. Effect of reperfusion strategy on QT dispersion in patients with acute myocardial infarction: impact on in-hospital arrhythmia[J]. *World J Cardiol*, 2023, 15(3): 106-115.
- [22] 丁敏侠, 汤祥瑞, 赵燕. 超声心动图联合动态心电图检查对急性心肌梗死诊断和预后评估的价值[J]. *影像科学与光化学*, 2020, 38(2): 248-252.
- [23] Shajahan M A, Mohideen B, Jeena P A, et al. Prognostic value of QTc dispersion in acute myocardial infarction [J]. *Cureus*, 2025, 17(4): e82846.
- [24] 李江科, 陈少军, 牛卫洲. 直接经皮冠状动脉腔内成形术联合支架置入术对急性心肌梗死患者 N 末端脑钠肽前体及 QT 间期离散度的影响[J]. *实用临床医药杂志*, 2022, 26(3): 13-16.
- [25] 侯莹, 朱晓晴, 王秀玲, 等. 早期心电图参数预测急性心肌梗死患者恶性心律失常风险及不良预后的价值[J]. *心脑血管病防治*, 2023, 23(8): 17-21.
- [26] Paśławska M, Grodzka A, Peczyńska J, et al. Role of miRNA in cardiovascular diseases in children-systematic review[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(2): 956.
- [27] Sun Q P, Zhang Y. Exosomal miRNAs: a new frontier in cardiovascular disease diagnosis and treatment[J]. *J Cardiovasc Transl Res*, 2025, 18(6): 1584-1592.
- [28] 杨朋康, 董昕. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者血浆微小核糖核酸-208a 水平对并发急性心力衰竭的预测价值[J]. *心肺血管病杂志*, 2020, 39(4): 401-405.
- [29] Li H, Luo Y, Liu P, et al. Exosomes containing miR-451a is involved in the protective effect of cerebral ischemic preconditioning against cerebral ischemia and reperfusion injury[J]. *CNS Neurosci Ther*, 2021, 27(5): 564-576.
- [30] 薛凤泰. 血清外泌体中 miR-451a 在心衰发病中的作用及其与自噬相关性研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2018.
- [31] Eyyupkoca F, Ercan K, Kiziltunc E, et al. Determination of microRNAs associated with adverse left ventricular remodeling after myocardial infarction[J]. *Mol Cell Biochem*, 2022, 477(3): 781-791.

(收稿日期: 2025-10-20 修回日期: 2026-02-06)

(编辑: 李菲菲 陈晶)