

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.01.008

血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白水平与急性心肌梗死患者  
PCI 术后心肌缺血再灌注损伤的关系\*董春慧,王 圆,喻晓荣,张冬梅<sup>△</sup>

陕西省西安市第九医院心血管内科,陕西西安 710054

**摘要:**目的 探讨血清 miR-27a 及核因子红系 2 相关因子 2(Nrf2)蛋白水平与急性心肌梗死(AMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后心肌缺血再灌注损伤(IRI)的关系。**方法** 选取 2021 年 1 月至 2024 年 2 月在该院接受 PCI 的 152 例 AMI 患者作为 AMI 组,根据 PCI 术后是否发生心肌 IRI 分为 IRI 组和非 IRI 组。另选取同期在该院体检的 78 例健康体检者作为对照组。采用实时荧光定量聚合酶链反应检测血清 miR-27a 水平,采用酶联免疫吸附试验检测 Nrf2 蛋白水平。采用 Pearson 相关分析 AMI 患者血清 miR-27a 水平与 Nrf2 蛋白水平的相关性;采用多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白对 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的预测价值。**结果** AMI 组血清 miR-27a 水平高于对照组,Nrf2 蛋白水平低于对照组,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 miR-27a 水平与 Nrf2 蛋白水平呈负相关( $r = -0.742, P < 0.05$ )。IRI 组 Gensini 评分、miR-27a 水平均高于非 IRI 组,Nrf2 蛋白水平低于非 IRI 组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析结果显示,Gensini 评分增加、miR-27a 水平升高均为 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的独立危险因素,血清 Nrf2 蛋白水平升高为 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的独立保护因素( $P < 0.05$ )。血清 miR-27a 与 Nrf2 蛋白联合预测 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的曲线下面积(AUC)为 0.886,大于二者单独预测的 AUC(0.799、0.785),差异均有统计学意义( $Z = 3.231, 3.403, P < 0.05$ )。**结论** 血清 miR-27a 水平升高、Nrf2 蛋白水平降低均与 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 有关,血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白联合对 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 有较高的预测价值。

**关键词:**急性心肌梗死; miR-27a; 核因子红系 2 相关因子 2; 经皮冠状动脉介入治疗; 心肌缺血再灌注损伤

中图法分类号:R544.2+2;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)01-0043-07

## Relationship between serum miR-27a and Nrf2 protein levels and myocardial ischemia-reperfusion injury after PCI in patients with acute myocardial infarction\*

DONG Chunhui, WANG Yuan, YU Xiaorong, ZHANG Dongmei<sup>△</sup>

Department of Cardiology, Xi'an Ninth Hospital, Xi'an, Shaanxi 710054, China

**Abstract:** **Objective** To investigate the relationship between serum miR-27a and nuclear factor erythroid 2-related factor 2 (Nrf2) protein levels and myocardial ischemia-reperfusion injury (IRI) in patients with acute myocardial infarction (AMI) after percutaneous coronary intervention (PCI). **Methods** A total of 152 AMI patients who underwent PCI in the hospital from January 2021 to February 2024 were selected as the AMI group, and were divided into IRI group and non-IRI group according to whether myocardial IRI occurred after PCI. Another 78 healthy people who underwent physical examination in the hospital during the same period were selected as the control group. The level of serum miR-27a was detected by real-time fluorescent quantitative polymerase chain reaction, and the level of Nrf2 protein was detected by enzyme-linked immunosorbent assay. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between serum miR-27a level and Nrf2 protein level in AMI patients. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of myocardial IRI in AMI patients after PCI. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze

\* 基金项目:陕西省科技计划项目(2019M073)。

作者简介:董春慧,女,主治医师,主要从事心血管内科疾病方向的研究。<sup>△</sup> 通信作者, E-mail: zhangdongmeishanxi@163.com。

引用格式:董春慧,王圆,喻晓荣,等.血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白水平与急性心肌梗死患者 PCI 术后心肌缺血再灌注损伤的关系[J]. 检验医学与临床, 2026, 23(1): 43-48.

the predictive value of serum miR-27a and Nrf2 protein for myocardial IRI in AMI patients after PCI.

**Results** The level of serum miR-27a in the AMI group was higher than that in the control group, and the level of Nrf2 protein was lower than that in the control group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). Pearson correlation analysis showed that serum miR-27a level was negatively correlated with Nrf2 level in AMI patients ( $r = -0.742, P < 0.05$ ). The Gensini score, and miR-27a level in the IRI group were higher than those in the non-IRI group, and the Nrf2 protein level was lower than that in the non-IRI group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that the increase of Gensini score and miR-27a level were independent risk factors for myocardial IRI in AMI patients after PCI, and the increase of serum Nrf2 protein level was an independent protective factor for myocardial IRI in AMI patients after PCI ( $P < 0.05$ ). The area under the curve (AUC) of serum miR-27a and Nrf2 protein combined to predict myocardial IRI in AMI patients after PCI was 0.886, which was larger than the AUC of the two alone (0.799, 0.785), and the differences were statistically significant ( $Z = 3.231, 3.403, P < 0.05$ ). **Conclusion** The increase of serum miR-27a level and the decrease of Nrf2 protein level are related to the occurrence of myocardial IRI in AMI patients after PCI. The combination of serum miR-27a and Nrf2 protein has a high predictive value for the occurrence of myocardial IRI in AMI patients after PCI.

**Key words:** acute myocardial infarction; miR-27a; nuclear factor erythroid 2-related factor 2; percutaneous coronary intervention; myocardial ischemia-reperfusion injury

急性心肌梗死(AMI)是冠心病最严重的类型,2020 年我国有 1 139 万例冠心病患者,病死率为 262.79/10 万,其中 AMI 病死率为 138.94/10 万<sup>[1]</sup>。经皮冠状动脉介入治疗(PCI)虽然能恢复患者的血流灌注,但部分患者术后会出现心肌缺血再灌注损伤(IRI),增加 AMI 患者发生预后不良的风险<sup>[2-3]</sup>。及时预测 AMI 患者 PCI 术后是否发生心肌 IRI 尤为重要。有研究表明,微小 RNA(miRNA)、炎症和氧化应激在心肌 IRI 中扮演着重要角色<sup>[4-5]</sup>。miR-27a 是一种高度保守的 miRNA,有研究表明,miR-27a 在大鼠 IRI 心肌组织中表达上调<sup>[6]</sup>。核因子红系 2 相关因子 2(Nrf2)是一种转录因子,能通过调节氧化还原平衡发挥抗氧化、抗炎作用<sup>[7]</sup>。有研究表明,Nrf2 在大鼠 IRI 心肌组织中表达下调<sup>[8]</sup>。目前,尚不清楚血清 miR-27a、Nrf2 水平与 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的关联,基于此,本研究探讨了血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白水平与 AMI 患者 PCI 术后心肌 IRI 的关系,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2021 年 1 月至 2024 年 2 月在本院接受 PCI 的 152 例 AMI 患者作为 AMI 组。AMI 组中男 118 例,女 34 例;年龄 25~76 岁,平均(60.57±8.28)岁;AMI 类型:ST 段抬高型 82 例,非 ST 段抬高型 70 例。纳入标准:(1)符合《急性冠脉综合征急诊快速诊治指南(2019)》<sup>[9]</sup>中 AMI 的诊断标准;(2)年龄>18 岁;(3)临床资料完整;(4)接受急诊 PCI;(5)发病至入院时间<12 h。排除标准:(1)存在其他冠心病类型或先天性心脏病、心脏瓣膜病、急性心包炎等其他心脏病;(2)存在主动脉夹层、急性肺动

脉栓塞;(3)患自身免疫性疾病;(4)患血液系统疾病;(5)存在 PCI 禁忌证(如造影剂过敏、电解质紊乱、严重肝肾功能不全等);(6)患恶性肿瘤;(7)近期使用过免疫抑制剂;(8)PCI 术后 2 h 内死亡;(9)复发性 AMI。另选取同期在本院体检的 78 例健康体检者作为对照组。对照组中男 59 例,女 19 例;年龄 22~75 岁,平均(60.42±8.17)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(202112)。

## 1.2 方法

**1.2.1 基线资料收集** 通过医院病历管理系统收集 AMI 患者的基线资料,包括性别、年龄、AMI 类型、吸烟史、罪犯血管、既往病史、PCI 参数,以及治疗前心肌肌钙蛋白 I(cTnI)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、血脂 4 项[总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)]、Gensini 评分<sup>[10]</sup>、治疗药物使用情况等。

**1.2.2 血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白水平检测** 采集 AMI 组治疗前、对照组健康体检当天静脉血 3 mL,以 5 800 r/min(离心半径 8 cm)离心 25 min,取上层血清,保存于-80℃冰箱保存备用。其中一半血清用于 miR-27a 检测。采用上海北诺生物科技有限公司提供的 QIAzol Lysis Reagent 试剂(货号:79306)提取血清总 RNA,Implen 超微量紫外分光光度计(无锡莱弗思生物实验器材有限公司,型号:NP80)鉴定 RNA 浓度、纯度合格后使用无锡百泰克生物技术有限公司提供的 miRNA cDNA 第一链合成试剂(货号:PR6622)

转录合成 cDNA。然后按照上海西格生物科技有限公司提供的 2×SYBR Green qPCR Mix 试剂盒(含 ROX,货号:XGp-0012)说明书进行实时荧光定量聚合酶链反应(qPCR)。反应体系:2×SYBR Green qPCR Mix 10.0 μL、50×ROX Reference Dye 0.4 μL、正反向引物各 0.4 μL、cDNA 0.5 μL、ddH<sub>2</sub>O 补足至 20.0 μL。反应程序:95℃ 5 min 1 次,95℃ 10 s、60℃ 30 s、60℃ 30 s 40 次后采集荧光信号。以 U6 作为内参,采用 2<sup>-ΔΔCt</sup> 法计算 miR-27a 水平。miR-27a 正向引物序列:5'-CCTGGAAACAGCAAT-GTTGA-3',反向引物序列:5'-GTCCATGATGTGC-CTCTCCT-3';U6 正向引物序列:5'-CTCGCTATC-CAAGTTATCCC-3',反向引物序列:5'-TTTCCA-CACCAAGACTGAC-3'。剩余血清采用上海晶抗生物工程有限公司提供的 Nrf2 酶联免疫吸附试验试剂(货号:JKSW70286)检测所有研究对象 Nrf2 蛋白水平。

**1.3 心肌 IRI 判断标准及分组** 根据文献[11]中的标准判断 IRI:(1)在血管成功再通后患者出现明显的低血压或心动过缓现象;(2)即使经过电除颤、电复律或药物治疗后患者仍然有严重的室性心律失常;(3)血流分级≤2 级。将 PCI 术后 48 h 内发生心肌 IRI 的患者纳入 IRI 组,未发生 IRI 的患者纳入非 IRI 组。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS28.0 统计软件进行数据分析处理。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;不符合正态分布的计量资料以 *M*(*P*<sub>25</sub>, *P*<sub>75</sub>)表示,2 组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法。采用 Pearson 相关分析 AMI 患者血清 miR-27a 水平与 Nrf2 蛋白水平的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白对 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 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 miR-27a 及 Nrf2 蛋白水平比较** AMI 组血清 miR-27a 水平高于对照组, Nrf2 蛋白水平低于对照组,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 miR-27a 及 Nrf2 蛋白水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别       | <i>n</i> | miR-27a   | Nrf2 蛋白(ng/mL) |
|----------|----------|-----------|----------------|
| AMI 组    | 152      | 1.20±0.19 | 34.63±8.74     |
| 对照组      | 78       | 0.86±0.13 | 56.27±14.32    |
| <i>t</i> |          | 15.944    | -12.093        |
| <i>P</i> |          | <0.001    | <0.001         |

**2.2 AMI 患者血清 miR-27a 水平与 Nrf2 蛋白水平的相关性** Pearson 相关分析结果显示,AMI 患者血清 miR-27a 水平与 Nrf2 蛋白水平呈负相关(*r*=-0.742, *P*<0.05)。

**2.3 IRI 组和非 IRI 组临床资料比较** IRI 组 55 例,非 IRI 组 97 例。IRI 组 cTnI、CK-MB 水平及 Gensini 评分均高于非 IRI 组,血清 miR-27a 水平高于非 IRI 组,血清 Nrf2 蛋白水平低于非 IRI 组,差异均有统计学意义(*P*<0.05);IRI 组和非 IRI 组性别、年龄、AMI 类型、吸烟史、罪犯血管、既往病史、治疗药物使用情况、PCI 参数以及 TC、TG、HDL-C、LDL-C 水平比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05)。见表 2。

**2.4 多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者发生心肌 IRI 的影响因素** 以 AMI 患者 PCI 术后是否发生心肌 IRI(是=1,否=0)作为因变量,以 cTnI、CK-MB、Gensini 评分、miR-27a、Nrf2 蛋白作为自变量(均原值输入)进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示, Gensini 评分增加、miR-27a 水平升高均为 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的危险因素, Nrf2 蛋白水平升高为 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的保护因素(*P*<0.05)。见表 3。

**2.5 血清 miR-27a、Nrf2 蛋白对 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的预测价值** 以 AMI 患者 PCI 术后是否发生心肌 IRI(是=1,否=0)作为状态变量,以血清 miR-27a、Nrf2 蛋白作为检验变量绘制 ROC 曲线。结果显示,血清 miR-27a、Nrf2 蛋白联合预测 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的曲线下面积(AUC)为 0.886,大于二者单独预测的 AUC(0.799、0.785),差异均有统计学意义(*Z*=3.231、3.403, *P*<0.05)。见表 4、图 1。

表 2 IRI 组和非 IRI 组临床资料比较[*n*(%)或  $\bar{x} \pm s$  或 *M*(*P*<sub>25</sub>, *P*<sub>75</sub>)]

| 组别           | <i>n</i> | 性别        |           | 年龄(岁)      | AMI 类型    |           | 吸烟史       |           |
|--------------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|              |          | 男         | 女         |            | ST 段抬高型   | 非 ST 段抬高型 | 有         | 无         |
| IRI 组        | 55       | 43(78.18) | 12(21.82) | 62.16±8.89 | 35(63.64) | 20(36.36) | 32(58.18) | 23(41.82) |
| 非 IRI 组      | 97       | 75(77.32) | 22(22.68) | 59.66±7.81 | 47(48.45) | 50(51.55) | 45(46.39) | 52(53.61) |
| $\chi^2/t/Z$ |          | 0.015     |           | 1.806      | 3.257     |           | 1.952     |           |
| <i>P</i>     |          | 0.902     |           | 0.073      | 0.071     |           | 0.162     |           |

续表 2 IRI 组和非 IRI 组临床资料比较[ $n(\%)$ 或 $\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25},P_{75})$ ]

| 组别           | $n$ | 罪犯血管      |         |           |                |                |                     | Gensini 评分(分)      |
|--------------|-----|-----------|---------|-----------|----------------|----------------|---------------------|--------------------|
|              |     | 左前降支      | 左回旋支    | 右冠状动脉     | 左前降支+<br>右冠状动脉 | 左回旋支+<br>右冠状动脉 | 左前降支+左回<br>旋支+右冠状动脉 |                    |
| IRI 组        | 55  | 23(41.82) | 3(5.45) | 22(40.00) | 4(7.27)        | 2(3.64)        | 1(1.82)             | 53.32(27.37,72.87) |
| 非 IRI 组      | 97  | 51(52.58) | 9(9.28) | 34(35.05) | 2(2.06)        | 1(1.03)        | 0(0.00)             | 17.63(9.31,46.24)  |
| $\chi^2/t/Z$ |     |           |         |           | 1.672          |                |                     | 5.424              |
| $P$          |     |           |         |           | 0.206          |                |                     | <0.001             |

| 组别           | $n$ | 既往病史     |           |           |           |           |           |
|--------------|-----|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|              |     | 慢性阻塞性肺疾病 | 慢性肝病      | 慢性肾病      | 高脂血症      | 糖尿病       | 高血压       |
| IRI 组        | 55  | 8(14.55) | 10(18.18) | 8(14.55)  | 21(38.18) | 16(29.09) | 34(61.82) |
| 非 IRI 组      | 97  | 9(9.28)  | 14(14.43) | 11(11.34) | 30(30.93) | 23(23.71) | 50(51.55) |
| $\chi^2/t/Z$ |     | 0.980    | 0.371     | 0.330     | 0.828     | 0.533     | 1.498     |
| $P$          |     | 0.322    | 0.542     | 0.566     | 0.363     | 0.466     | 0.221     |

| 组别           | $n$ | PCI 参数    |            |          |                    | miR-27a   | Nrf2 蛋白<br>(ng/mL) |
|--------------|-----|-----------|------------|----------|--------------------|-----------|--------------------|
|              |     | 置入支架>1 个  | 支架长度(mm)   | 扩张次数(次)  | 扩张时间(s)            |           |                    |
| IRI 组        | 55  | 33(60.00) | 10.53±2.08 | 10(9,11) | 47.00(41.00,54.00) | 1.32±0.15 | 29.13±7.21         |
| 非 IRI 组      | 97  | 45(46.39) | 10.04±1.85 | 10(7,12) | 47.00(40.00,53.50) | 1.13±0.17 | 37.75±7.98         |
| $\chi^2/t/Z$ |     | 2.602     | 1.486      | 1.256    | 0.307              | 7.217     | −6.626             |
| $P$          |     | 0.107     | 0.139      | 0.209    | 0.759              | <0.001    | <0.001             |

| 组别           | $n$ | cTnI<br>(ng/mL)    | CK-MB<br>(U/L)        | TC<br>(mmol/L) | TG<br>(mmol/L) | HDL-C<br>(mmol/L) | LDL-C<br>(mmol/L) |
|--------------|-----|--------------------|-----------------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
|              |     |                    |                       |                |                |                   |                   |
| IRI 组        | 55  | 19.69(12.12,28.30) | 211.97(101.86,328.08) | 4.57±0.24      | 1.69±0.27      | 1.10±0.29         | 3.21±0.21         |
| 非 IRI 组      | 97  | 11.00(5.93,22.51)  | 156.67(108.37,250.96) | 4.50±0.36      | 1.63±0.25      | 1.14±0.21         | 3.15±0.25         |
| $\chi^2/t/Z$ |     | 3.073              | 2.387                 | 1.594          | 1.494          | −0.902            | 1.511             |
| $P$          |     | 0.002              | 0.017                 | 0.113          | 0.137          | 0.370             | 0.133             |

| 组别           | $n$ | 治疗药物使用情况  |                            |           |           |           |           |
|--------------|-----|-----------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|              |     | 他汀类药物     | 血管紧张素转换酶抑制剂或<br>血管紧张素受体阻滞剂 | β受体阻滞剂    | 替格瑞洛      | 氯吡格雷      | 阿司匹林      |
| IRI 组        | 55  | 52(94.55) | 54(98.18)                  | 51(92.73) | 41(74.55) | 13(23.64) | 54(98.18) |
| 非 IRI 组      | 97  | 87(89.69) | 85(87.63)                  | 82(84.54) | 73(75.26) | 22(22.68) | 96(98.97) |
| $\chi^2/t/Z$ |     | 0.528     | 3.739                      | 2.153     | 0.009     | 0.018     | —         |
| $P$          |     | 0.467     | 0.053                      | 0.142     | 0.922     | 0.893     | >0.999    |

注：—表示采用 Fisher 确切概率法。

表 3 多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的影响因素

| 因素         | $\beta$ | $SE$  | $Wald\ \chi^2$ | $OR(95\%CI)$       | $P$    |
|------------|---------|-------|----------------|--------------------|--------|
| cTnI       | 0.480   | 0.313 | 2.352          | 1.616(0.875~2.968) | 0.125  |
| CK-MB      | 0.474   | 0.337 | 1.974          | 1.606(0.829~3.113) | 0.160  |
| Gensini 评分 | 0.062   | 0.014 | 19.154         | 1.064(1.035~1.094) | <0.001 |
| miR-27a    | 1.162   | 0.275 | 17.801         | 3.196(1.863~5.485) | <0.001 |
| Nrf2 蛋白    | −0.177  | 0.045 | 15.128         | 0.838(0.766~0.916) | <0.001 |
| 常数项        | −13.543 | 3.700 | 13.400         | —                  | <0.001 |

注：—表示无数据。

表 4 血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白对 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 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  | P      |
|---------|-------------|--------------------|--------|--------|-------|--------|
| miR-27a | 1.12        | 0.799(0.726~0.860) | 94.55  | 51.55  | 0.461 | <0.001 |
| Nrf2 蛋白 | 36.86 ng/mL | 0.785(0.711~0.847) | 83.64  | 57.73  | 0.412 | <0.001 |
| 二者联合    | —           | 0.886(0.824~0.932) | 80.00  | 81.44  | 0.614 | <0.001 |

注：—表示无数据。

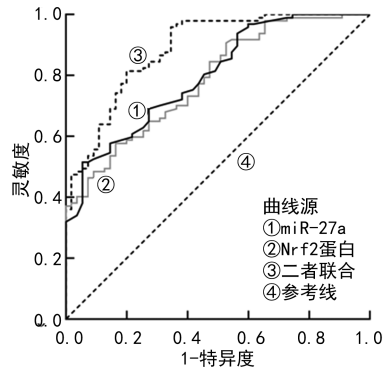


图 1 血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白预测 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的 ROC 曲线

3 讨 论

AMI 是冠状动脉内动脉粥样硬化斑块不稳定或破裂形成血栓,通过狭窄或阻塞冠状动脉而引起的缺血性心脏病<sup>[9]</sup>。尽管近年来 PCI 相关技术、器械等取得了一定进展,急诊行 PCI 成为改善 AMI 患者预后的首选血运重建方法,但部分患者在重新获得灌注时加剧心肌损伤引起心肌 IRI,心肌 IRI 可进一步加重 AMI 患者病情,增加心力衰竭、恶性心律失常、心搏骤停等多种不良心脏事件发生风险,导致残疾和死亡<sup>[12-13]</sup>。目前,针对 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的预测尚缺乏可靠的手段,常规心肌损伤指标虽然与心肌 IRI 存在一定关系,但灵敏度和特异度较差<sup>[14]</sup>。血清指标作为一种简便、易行的检测方法,具有简便、快捷、无创等优点,在临床实践中具有广泛的应用前景。

心肌 IRI 是一种涉及多种机制的复杂过程,包括细胞凋亡、炎症、线粒体损伤、氧化应激、能量代谢紊乱等<sup>[15]</sup>。miRNA 是一类非编码小分子 RNA,长 20~25 个核苷酸,与靶基因的 mRNA 结合以介导 mRNA 的降解或抑制翻译,通过调控基因表达影响细胞凋亡、炎症、线粒体自噬、氧化应激、能量代谢紊乱等过程,进而参与心肌 IRI 的发生<sup>[4]</sup>。miR-27a 定位于人染色体 19p13.12,在心脏疾病中发挥重要作用<sup>[16]</sup>。既往有研究表明,miR-27a 可加剧缺氧诱导的心肌损伤,可能是 AMI 的治疗靶点<sup>[17]</sup>。miR-27a 在肾 IRI 小鼠肾脏中呈高表达,能靶向下调生长因子受体结合蛋白 2 抑制磷脂酰肌醇 3 激酶/蛋白激酶 B 信号通路,通过氧化应激而加重肾损伤<sup>[18]</sup>。在大脑中动脉阻塞再灌注诱导的脑 IRI 大鼠模型中,miR-27a 能靶向下调溶质载体家族 7 成员 11 促进铁死亡加重脑损伤<sup>[19]</sup>。在左冠状动脉前降支结扎再灌注诱导的心

肌 IRI 大鼠模型中,miR-27a 高表达可加剧心肌损伤<sup>[6]</sup>。以上研究说明 miR-27a 在 IRI 中发挥重要作用。临床研究表明,血清 miR-27a 水平与 AMI 患者冠状动脉病变程度有关<sup>[20]</sup>。本研究结果显示,AMI 患者血清 miR-27a 水平升高,且会增加 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的风险。分析原因为:miR-27a 能靶向下调沉默信息调节因子 1 增强氧化应激反应,从而加剧 IRI 期间心肌损害,导致 PCI 术后心肌 IRI 发生风险增加<sup>[6]</sup>;同时,miR-27a 能抑制磷脂酰肌醇 3 激酶/蛋白激酶 B 信号通路介导的抗氧化应激作用,增加 PCI 术后发生心肌 IRI 的风险<sup>[21]</sup>。

氧化应激是 IRI 的重要机制,不仅能通过破坏细胞线粒体、结构和功能引起细胞损伤和凋亡,而且还能激活炎症反应,进一步加重组织细胞损伤,促进 IRI 发生<sup>[15]</sup>。Nrf2 是一种内源性抗氧化防御因子,细胞受到氧化应激刺激时,Nrf2 阻断与 Kelch 样 ECH 关联蛋白 1 结合,使 Nrf2 转移至细胞核,结合抗氧化应答元素,清除自由基和有毒代谢产物以发挥抗氧化作用;同时,Nrf2 能阻断多条炎症信号通路激活,减少炎症介质产生,发挥抗炎作用<sup>[22]</sup>。有研究表明,Nrf2 蛋白能结合血红素加氧酶-1(HO-1)抑制心肌细胞氧化应激和凋亡,以改善 AMI 小鼠的心功能<sup>[23]</sup>。在大鼠脑 IRI、肺 IRI 模型中,激活 Nrf2/HO-1 信号途径能改善脑损伤与肺损伤<sup>[24-25]</sup>。在大鼠离体心脏 IRI 模型中,上调 Nrf2 蛋白能减轻心肌 IRI<sup>[8]</sup>。以上研究说明 Nrf2 蛋白在 IRI 中发挥重要作用。本研究结果显示,AMI 患者血清 Nrf2 蛋白水平降低,Nrf2 蛋白水平升高能降低 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的风险。究其原因为:Nrf2 蛋白能结合 HO-1 等抗氧化应激响应元件促进抗氧化应激基因转录,并且抑制多条炎症信号通路激活减少炎症介质表达,通过抗氧化应激和抗炎作用减轻心肌损害,进而降低 PCI 术后发生心肌 IRI 的风险<sup>[15,21]</sup>。同时,Nrf2 蛋白能维持细胞内微环境的氧化还原状态,抑制心肌细胞铁死亡,从而降低 PCI 术后发生心肌 IRI 的风险<sup>[26]</sup>。

miRNA 通过降解或抑制靶基因翻译调控靶基因的表达<sup>[4]</sup>。本研究 Pearson 相关分析结果显示,AMI 患者血清 miR-27a 水平与 Nrf2 蛋白水平呈负相关,提示 miR-27a 与 Nrf2 可能同时参与 AMI 患者 PCI 术后心肌 IRI 的发生。徐桂萍等<sup>[27]</sup>研究也证实,miR-27a 能靶向下调 Nrf2,通过激活氧化应激促进心肌

IRI。本研究结果还发现, Gensini 评分高的 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的风险更高, 考虑与 Gensini 评分增加反映 AMI 患者冠状动脉病变更严重, 会加剧心肌损伤有关。本研究 ROC 曲线分析结果显示, 血清 miR-27a 与 Nrf2 蛋白联合预测 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的 AUC 为 0.886, 大于二者单独预测的 AUC(0.799、0.785)。说明血清 miR-27a、Nrf2 蛋白有助于预测 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI, 联合检测血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白水平可以更准确地进行预测。值得强调的是, 虽然已有基础研究证实 miR-27a 可通过靶向 Nrf2 调控氧化应激及细胞凋亡路径<sup>[27]</sup>, 但其在 AMI 患者 PCI 术后 IRI 发生风险评估中的临床应用仍处于探索阶段。本研究结果提示, 血清 miR-27a、Nrf2 可作为潜在的血清生物标志物用于辅助判断术后发生心肌 IRI 的风险, 具有较高的预测价值, 未来有望将其纳入术前评估或个体化干预策略中, 以提高 AMI 患者再灌注治疗的安全性和精准性。

综上所述, AMI 患者血清 miR-27a 水平升高, Nrf2 蛋白水平降低, 是 PCI 术后发生心肌 IRI 的独立影响因素。血清 miR-27a 及 Nrf2 蛋白联合检测对 AMI 患者 PCI 术后发生心肌 IRI 的预测价值较高。但本研究也存在选择偏倚, 还需进一步进行多中心研究加以验证。

参考文献

[1] 《中国心血管健康与疾病报告 2022》编写组.《中国心血管健康与疾病报告 2022》概述[J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(7):577-600.

[2] 沈迎, 王伟民, 张奇, 等. 经皮冠状动脉介入治疗 2022 年度临床研究进展[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2023, 31(1):25-32.

[3] LIU Y, LI L, WANG Z, et al. Myocardial ischemia-reperfusion injury; molecular mechanisms and prevention[J]. Microvasc Res, 2023, 149: 104565.

[4] 符珍珍, 彭瑜, 张钰. miRNA 对心肌细胞缺血再灌注损伤的干预作用机制研究进展[J]. 山东医药, 2023, 63(32):112-115.

[5] ALGOET M, JANSSENS S, HIMMELREICH U, et al. Myocardial ischemia-reperfusion injury and the influence of inflammation[J]. Trends Cardiovasc Med, 2023, 33(6):357-366.

[6] 徐桂萍, 陈哲, 王晓丽, 等. 大鼠心肌缺血再灌注时 miR-27a 与 SIRT1 的关系[J]. 中华麻醉学杂志, 2023, 43(3):363-367.

[7] ZHAO Z, DONG R, CUI K, et al. An updated patent review of Nrf2 activators(2020-present)

[J]. Expert Opin Ther Pat, 2023, 33(1):29-49.

[8] 陈丽, 袁晓玲, 黄明月, 等. SGLT2 抑制剂恩格列净调控 Nrf2 信号及氧化应激减轻心肌缺血再灌注损伤[J]. 山西医科大学学报, 2023, 54(6): 754-760.

[9] 中国医师协会急诊医师分会, 国家卫健委能力建设与继续教育中心急诊学专家委员会, 中国医疗保健国际交流促进会急诊急救分会. 急性冠脉综合征急诊快速诊治指南(2019)[J]. 中国急救医学, 2019, 39(4):301-308.

[10] RAMPIDIS G P, BENETOS G, BENZ D C, et al. A guide for gensini score calculation[J]. Atherosclerosis, 2019, 287:181-183.

[11] THYGESEN K, ALPERT J S, JAFFE A S, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018)[J]. J Am Coll Cardiol, 2018, 72(18):2231-2264.

[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. ST 段抬高型心肌梗死患者急诊 PCI 微循环保护策略中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志, 2022, 50(3):221-230.

[13] 中国医师协会心血管内科医师分会, 中国心血管健康联盟, 心肌梗死后心力衰竭防治专家共识工作组. 2020 心肌梗死后心力衰竭防治专家共识[J]. 中国循环杂志, 2020, 35(12):1166-1180.

[14] 陈作强, 李洲剑, 衣帕尔古力·阿布拉, 等. 血清 Beclin1、SIRT6 水平与 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后缺血再灌注损伤的关系[J]. 山东医药, 2023, 63(34):6-10.

[15] 王根弟, 田心, 张军茹. 心肌缺血再灌注损伤的代谢组学研究进展[J]. 宁夏医科大学学报, 2023, 45(1):99-105.

[16] XIE Y T, HANG J Z, ZHANG N, et al. Clinical significance of miR-27a expression in serum exosomes in patients with heart failure[J]. Cell Mol Biol (Noisy-le-grand), 2022, 67(5):324-331.

[17] LI Y S, REN S H, XIA J W, et al. EIF4A3-induced circ-BNIP3 aggravated hypoxia-induced injury of H9c2 cells by targeting miR-27a-3p/BNIP3[J]. Mol Ther Nucleic Acids, 2020, 19: 533-545.

[18] ZHAO X R, ZHANG Z, GAO M, et al. MicroRNA-27a-3p aggravates renal ischemia/reperfusion injury by promoting oxidative stress via targeting growth factor receptor-bound protein 2[J]. Pharmacol Res, 2020, 155: 104718.

(下转第 56 页)

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.01.009

# 柴银亚甲方治疗风热痰阻型亚急性甲状腺炎的疗效及对疼痛因子、免疫功能指标、甲状腺功能指标的影响<sup>\*</sup>

邵 帅,孙佳佳,石天昱,张 军<sup>△</sup>

河北省唐山市中医医院中医内科,河北唐山 063000

**摘 要:**目的 分析柴银亚甲方治疗风热痰阻型亚急性甲状腺炎的疗效及对疼痛因子、免疫功能指标、甲状腺功能指标的影响。方法 选取 2023 年 7 月至 2024 年 7 月该院收治的 100 例风热痰阻型亚急性甲状腺炎患者作为研究对象,采用随机数字表法分为基础组和柴银亚甲方组,每组 50 例。基础组给予常规西医治疗,柴银亚甲方组在基础组治疗的基础上给予柴银亚甲方治疗,基础组和柴银亚甲方组均连续治疗 4 周。疗程结束后比较基础组和柴银亚甲方组临床疗效;比较基础组和柴银亚甲方组治疗前后中医证候(发热、咽痛、颈前肿大、头痛、甲状腺疼痛、声音嘶哑)积分;检测所有患者免疫功能指标[补体 C3、免疫球蛋白(Ig) A、淀粉样蛋白 A(SAA)、肿瘤坏死因子(TNF- $\beta$ )、疼痛因子[血清前列腺素 E<sub>2</sub>(E<sub>2</sub>)、缓激肽]、甲状腺功能指标[促甲状腺激素(TSH)、游离甲状腺素(FT4)、甲状腺球蛋白抗体(TgAb)、游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)]水平;记录所有患者消肿时间、疼痛消退时间;记录所有患者治疗期间不良反应发生情况;用药后随访 3 个月,记录所有患者复发情况。**结果** 基础组脱落 2 例,最终纳入 48 例;柴银亚甲方组脱落 3 例,最终纳入 47 例。柴银亚甲方组总有效率为 95.74%,高于基础组的 79.17%,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。基础组和柴银亚甲方组治疗后发热、咽痛、颈前肿大、头痛、甲状腺疼痛、声音嘶哑积分均低于治疗前,且柴银亚甲方组治疗后发热、咽痛、颈前肿大、头痛、甲状腺疼痛、声音嘶哑积分均低于基础组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。基础组和柴银亚甲方组治疗后补体 C3、IgA、SAA、TNF- $\beta$  水平均低于治疗前,且柴银亚甲方组治疗后补体 C3、IgA、SAA、TNF- $\beta$  水平均低于基础组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。基础组和柴银亚甲方组治疗后 E<sub>2</sub>、缓激肽水平均低于治疗前,且柴银亚甲方组治疗后 E<sub>2</sub>、缓激肽水平均低于基础组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。基础组和柴银亚甲方组治疗后 FT4、TgAb、FT3 水平均低于治疗前,且柴银亚甲方组治疗后 FT4、TgAb、FT3 水平均低于基础组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );基础组和柴银亚甲方组治疗后 TSH 水平均高于治疗前,且柴银亚甲方组治疗后 TSH 水平高于基础组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。柴银亚甲方组治疗后消肿时间、疼痛消退时间均短于基础组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。基础组和柴银亚甲方组治疗期间均无明显不良反应发生。随访 3 个月后,柴银亚甲方组复发率(2.13%)低于基础组(16.67%),差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 柴银亚甲方治疗风热痰阻型亚急性甲状腺炎,可降低炎症因子、疼痛因子水平,调节免疫功能,改善甲状腺功能,提升临床疗效,且复发率较低,安全性较高。

**关键词:**柴银亚甲方; 亚急性甲状腺炎; 甲状腺功能; 炎症因子; 疼痛因子; 免疫功能

**中图法分类号:**R581.4;R446.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-9455(2026)01-0049-08

## Effect of Chaifynia sub-party A in the treatment of subacute thyroiditis with wind,heat and phsputum obstruction and its influence on pain factors,immune function indexes and thyroid function indexes<sup>\*</sup>

SHAO Shuai, SUN Jiajia, SHI Tianyu, ZHANG Jun<sup>△</sup>

Department of Traditional Chinese Medicine, Tangshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Tangshan, Hebei 063000, China

**Abstract: Objective** To analyze the efficacy of Chaifynia sub-party A in the treatment of subacute thyroiditis with wind, heat and phsputum obstruction and its influence on pain factors, immune function indexes and thyroid function indexes. **Methods** A total of 100 patients with subacute thyroiditis admitted to the hospital from July 2023 to July 2024 were selected as the research objects, and they were divided into the basic

<sup>\*</sup> 基金项目:河北省中医药管理局科研计划项目(2021400)。

作者简介:邵帅,女,主治医师,主要从事中医内科学方向的研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail:15613518162@163.com。

引用格式:邵帅,孙佳佳,石天昱,等.柴银亚甲方治疗风热痰阻型亚急性甲状腺炎的疗效及对疼痛因子、免疫功能指标、甲状腺功能指标的影响[J].检验医学与临床,2026,23(1):49-56.