

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.19.001  
文章编号: 1005-8982 (2024) 19-0001-07

心脏疾病专题·论著

## 心脏超声斑点成像联合 microRNA-16-5p、 microRNA-206 诊断非 ST 段抬高型急性心肌 梗死的价值及与疾病严重程度的相关性\*

王媛媛, 王英莉, 鲁江斌

(延安大学咸阳医院 超声医学科, 陕西 咸阳 712000)

**摘要: 目的** 探讨心脏超声斑点成像技术联合 microRNA-16-5p (miR-16-5p)、microRNA-206 (miR-206) 诊断非 ST 段抬高型急性心肌梗死 (NSTEMI) 的价值及与疾病严重程度的相关性。**方法** 选取 2020 年 1 月—2023 年 12 月延安大学咸阳医院收治的 102 例 NSTEMI 患者为研究对象, 根据全球急性冠状动脉事件登记风险评分体系将患者分为低风险组 (55 例)、中风险组 (32 例) 及高风险组 (15 例)。测定并比较 3 组心脏超声斑点成像参数、血清 miR-16-5p 和 miR-206 水平, 并采用 Spearman 法分析其与疾病严重程度的相关性。绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线评价心脏超声斑点成像参数联合 miR-16-5p 和 miR-206 在疾病严重程度评估中的诊断效能。**结果** 中风险组和高风险组的整体长轴收缩期峰值应变 (GLS)、整体圆周收缩期峰值应变 (GCS)、整体径向收缩期峰值应变 (GRS)、整体面积收缩期峰值应变 (GAS)、GAS 变化率 (GAS rate) 及三维左心室整体应变 (3D-Strain) 参数比较, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。中风险组和高风险组的 GLS、GCS、GAS、GAS rate 参数的绝对值均低于低风险组, GRS 和 3D-Strain 参数低于低风险组 ( $P < 0.05$ ); 高风险组的 GLS、GCS、GAS、GAS rate 参数的绝对值低于中风险组, GRS 和 3D-Strain 参数低于中风险组 ( $P < 0.05$ )。中风险组和高风险组血清 miR-16-5p mRNA 相对表达量均高于低风险组 ( $P < 0.05$ ), 高风险组血清 miR-16-5p mRNA 相对表达量高于中风险组 ( $P < 0.05$ ); 中风险组和高风险组血清 miR-206 mRNA 相对表达量均低于低风险组 ( $P < 0.05$ ), 高风险组血清 miR-206 mRNA 相对表达量低于中风险组 ( $P < 0.05$ )。Spearman 相关性分析结果显示, 疾病严重程度与 miR-16-5p、GLS、GAS、GCS、GAS rate 均呈正相关 ( $r_s = 0.688, 0.842, 0.506, 0.801$  和  $0.227, P = 0.000, 0.000, 0.000, 0.000$  和  $0.021$ ), 疾病严重程度与 miR-206、GRS、3D-Strain 均呈负相关 ( $r_s = -0.615, -0.815$  和  $-0.860, 均 P = 0.000$ )。ROC 曲线分析结果显示, 心脏超声斑点成像参数联合 miR-16-5p 和 miR-206 在诊断 NSTEMI 患者疾病严重程度方面具有较好的准确性, 曲线下面积为 0.971 (95% CI: 0.927, 1.000), 敏感性为 93.3% (95% CI: 0.807, 1.000); 特异性为 96.9% (95% CI: 0.908, 1.000)。**结论** 心脏超声斑点成像联合 miR-16-5p 和 miR-206 可作为评估 NSTEMI 患者疾病严重程度的有效诊断生物标志物, 为临床提供新的诊断工具。

**关键词:** 非 ST 段抬高型急性心肌梗死; 心脏超声斑点成像; microRNA-16-5p; microRNA-206; 诊断  
**中图分类号:** R541.4 **文献标识码:** A

## Diagnostic value of cardiac ultrasound speckle imaging combined with microRNA-16-5p and microRNA-206 in non-ST elevation myocardial infarction and its correlation with disease severity\*

收稿日期: 2024-03-12

\* 基金项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划项目 (No: 2022JQ-978)

[通信作者] 鲁江斌, E-mail: 328724308@qq.com; Tel: 15691075006

Wang Yuan-yuan, Wang Ying-li, Lu Jiang-bin  
(Department of Ultrasound Medicin, Xianyang Hospital of Yan'an University,  
Xianyang, Shaanxi 712000, China)

**Abstract: Objective** To explore the diagnostic value of cardiac ultrasound speckle imaging combined with microRNA-16-5p (miR-16-5p) and microRNA-206 (miR-206) in non-ST elevation myocardial infarction (NSTEMI) and its correlation with disease severity. **Methods** A total of 102 NSTEMI patients treated at Shaanxi Xianyang Hospital from January 2020 to December 2023 were selected as study subjects. Patients were classified into low-risk (55 cases), medium-risk (32 cases), and high-risk groups (15 cases) based on the Global Registry of Acute Coronary Events risk scoring system. Parameters of cardiac ultrasound speckle imaging, serum levels of miR-16-5p and miR-206 were measured and compared among the three groups. The Spearman correlation method was employed to analyze their relationship with disease severity. Receiver Operating Characteristic (ROC) curves were constructed to evaluate the diagnostic efficacy of cardiac ultrasound parameters combined with miR-16-5p and miR-206 in assessing disease severity. **Results** The global longitudinal strain (GLS), global circumferential strain (GCS), global radial strain (GRS), global area strain (GAS), GAS rate, and 3D-Strain were all found to be lower in the medium and high-risk groups compared to the low-risk group ( $P < 0.05$ ). Additionally, the high-risk group showed lower values in these parameters compared to the medium-risk group ( $P < 0.05$ ). Levels of miR-16-5p were higher in the medium and high-risk groups than in the low-risk group ( $P < 0.05$ ), with the high-risk group exhibiting higher levels than the medium-risk group ( $P < 0.05$ ). Conversely, miR-206 levels were lower in the medium and high-risk groups compared to the low-risk group ( $P < 0.05$ ), and the high-risk group had lower levels than the medium-risk group ( $P < 0.05$ ). Spearman correlation analysis indicated a positive correlation between disease severity and miR-16-5p, GLS, GAS, GCS, and GAS rate ( $r_s = 0.688, 0.842, 0.506, 0.801, \text{ and } 0.227$ ; all  $P = 0.000$  except for GAS rate  $P = 0.021$ ), and a negative correlation with miR-206, GRS, and 3D-Strain ( $r_s = -0.615, -0.815, \text{ and } -0.860$ ; all  $P = 0.000$ ). ROC curve analysis diagnosed that the combination of echocardiographic speckle tracking parameters with miR-16-5p and miR-206 offers good accuracy in predicting the severity of NSTEMI (Non-ST-Elevation Myocardial Infarction), with an area under the curve (AUC) of 0.971, a sensitivity of 93.3% (95% CI: 0.807, 1.000), and a specificity of 96.9% (95% CI: 0.908, 1.000). **Conclusion** Echocardiographic speckle-tracking imaging combined with miR-16-5p and miR-206 can serve as effective biomarkers for assessing disease severity and predicting prognosis in NSTEMI patients, providing new diagnostic tools for clinical practice.

**Keywords:** non-ST-segment elevation myocardial infarction; echocardiographic speckle-tracking imaging; microRNA-16-5p; microRNA-206; diagnosis

非 ST 段抬高型急性心肌梗死 (non-ST-segment elevation myocardial infarction, NSTEMI) 是急性冠状动脉综合征的一种临床表现, 主要特征为部分冠状动脉阻塞导致心肌缺血, 但不伴有完全的心肌梗死<sup>[1]</sup>。随着人口老龄化和生活方式的转变, NSTEMI 的发病率在全球范围内呈上升趋势, 尤其是高收入国家<sup>[2]</sup>。这种趋势反映冠状动脉疾病负担的增加, 以及对急性心脏事件诊断能力的提高。NSTEMI 的临床表现多种多样, 包括胸痛、呼吸困难、疲劳等, 这些症状往往与心肌缺血直接相关<sup>[3]</sup>。这种症状的主要发病机制为冠状动脉血管内斑块破裂或侵蚀, 形成血栓, 最终导致血流局部减少, 影响心肌的氧气供应<sup>[4]</sup>。在 NSTEMI 的诊断过程中, 心脏超声斑点成像技术因其高分辨率成像能力而能够精准捕捉心

肌运动的细微变化, 对评估心肌局部缺血及心室功能的状态具有极高的价值<sup>[5]</sup>。同时, microRNA-16-5p (miR-16-5p)、microRNA-206 (miR-206) 作为调控心肌细胞生死、纤维化、血管生成等关键生物过程的 miRNA, 其在 NSTEMI 患者中的表达模式反映疾病的生物学变化, 可能与病情严重程度相关<sup>[6-7]</sup>。这些分子标志物的变化可能揭示 NSTEMI 的病理生理机制, 包括炎症反应、心肌细胞损伤和修复过程的调控机制。本研究通过比较不同急性冠状动脉事件风险 NSTEMI 患者的心脏超声斑点成像参数及血清 miR-16-5p、miR-206 水平, 旨在深入了解 NSTEMI 的病理生理基础, 提高诊断的准确性, 并为评估该疾病严重程度提供新的生物学标志物。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究选取 2020 年 1 月—2023 年 12 月延安大学咸阳医院收治的 102 例 NSTEMI 患者为研究对象。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(2019)》<sup>[8]</sup>的 NSTEMI 诊断标准,出现间歇性或持续性胸痛,心电图表现 ST 段下降及 T 波反向,血管造影显示冠状动脉狭窄;②生命体征平稳;③有完整的临床资料。排除标准:①存在重度心脏疾病、肝肾功能不全、脑血管疾病等严重并发症;②存在先天性心脏疾病;③存在恶性肿瘤、重度免疫缺陷病或凝血功能障碍。本研究经医院医学伦理委员会批准,患者均知情并签署知情同意书。

### 1.2 方法

**1.2.1 心脏超声斑点成像检测** 采用彩色多普勒超声诊断仪(美国 GE 公司,型号:Vivid S60N)检测心脏超声斑点成像。先提取心脏的三维全容积动态图,在三维斑点追踪模式下调整图像角度与基线,确保心尖、二尖瓣环及心内膜等关键部位展示清晰,再对心尖及左右二尖瓣环进行斑点标记,并利用超声回声斑点系统自动追踪,描绘心内膜曲线。精确测量左心室的整体长轴收缩期峰值应变(global longitudinal strain, GLS)、整体圆周收缩期峰值应变(global circumferential strain, GCS)、整体径向收缩期峰值应变(global radial strain, GRS)、整体面积收缩期峰值应变(global area strain, GAS)、GAS 变化率(GAS rate)及三维左心室整体应变(3D-Strain)。其中, GLS、GCS、GAS 及 GAS rate 参数的比较均取其绝对值。超声检测由具有至少 10 年经验的超声医师独立完成,并取 2 次测量的均值。

**1.2.2 实时荧光定量聚合酶链反应(quantitative real-time polymerase chain reaction, qRT-PCR)检测 miR-16-5p、miR-206 mRNA 相对表达量** 抽取患者清晨空腹静脉血 5 mL,室温下以 3 000 r/min 离心 15 min,取上清液,于 -80 °C 冰箱冷冻保存备用。采用德国 Qiagen 公司的 miRNeasy 试剂盒提取血清总 RNA,严格遵循试剂盒说明书的操作指南逆转录成 cDNA。miR-16-5p 和 miR-206 的 qRT-PCR 扩增采用相同的 2 × SYBR Green PCR Master Mix 试剂盒,以制备好的 cDNA 为模板。miR-16-5p 正向引物:

5'-GATCTTGAAGGGGACCGCAATGGA-3',长度 24 bp;反向引物:5'-GTGCAGGGTCCGAGGT-3',长度 16 bp。miR-206 正向引物:5'-TGGAGACTTCTGAACGAGA G-3',长度 20 bp;反向引物:5'-CTTGAAGATGGCGT TGGG-3',长度 18 bp。扩增条件:95 °C 预变性 10 min,95 °C 变性 15 s,60 °C 退火 30 s,72 °C 延伸 10 s,共 40 个循环。以 U6 为内参,正向引物:5'-CTCGCTTCGGCAGCACA-3',长度 17 bp;反向引物:5'-AACGCTTCAGCAATTGCGGT-3',长度 20 bp。采用  $2^{-\Delta\Delta Ct}$  法计算目的基因相对表达量。所有引物由上海生工生物工程有限公司合成。

**1.2.3 分组** 采用全球急性冠状动脉事件登记(global registry of acute coronary events, GRACE)风险评估体系进行分组:综合得分 < 108 分为低风险组;综合得分 108 ~ 140 分为中风险组;综合得分 > 140 分为高风险组。

### 1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 统计软件。计量资料用均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较用方差分析,两两比较用 LSD-*t* 检验;相关性分析采用 Spearman 法;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 不同程度风险组心脏超声斑点成像参数比较

3 组 GLS、GCS、GRS、GAS、GAS rate 及 3D-Strain 比较,经方差分析,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。中风险组和高风险组的 GLS、GCS、GAS、GAS rate 参数的绝对值均低于低风险组,GRS 和 3D-Strain 参数低于低风险组( $P < 0.05$ );高风险组的 GLS、GCS、GAS、GAS rate 参数的绝对值低于中风险组,GRS 和 3D-Strain 参数低于低风险组( $P < 0.05$ )。见表 1。

### 2.2 不同程度风险组血清 miR-16-5p、miR-206 mRNA 相对表达量的比较

3 组血清 miR-16-5p、miR-206 mRNA 相对表达量比较,经方差分析,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。中风险组和高风险组血清 miR-16-5p mRNA 相对表达量高于低风险组( $P < 0.05$ ),高风险组血清 miR-16-5p mRNA 相对表达量高于中风险组( $P < 0.05$ );中风险组和高风险组血清 miR-206 mRNA 相对表达量低于低风险组( $P < 0.05$ ),高风险组血清

表 1 各组心脏超声斑点成像参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	GLS	GCS	GRS	GAS	GAS rate	3D-Strain
低风险组	55	-24.35 ± 6.17	-29.49 ± 2.26	44.27 ± 7.93	-42.18 ± 10.85	-1.75 ± 0.78	43.72 ± 3.73
中风险组	32	-13.42 ± 2.96 <sup>①</sup>	-21.58 ± 4.30 <sup>①</sup>	29.35 ± 5.81 <sup>①</sup>	-35.47 ± 7.97 <sup>①</sup>	-1.70 ± 0.63 <sup>①</sup>	30.13 ± 5.61 <sup>①</sup>
高风险组	15	-9.76 ± 2.38 <sup>①②</sup>	-17.15 ± 5.02 <sup>①②</sup>	19.49 ± 4.60 <sup>①②</sup>	-26.22 ± 6.42 <sup>①②</sup>	-1.23 ± 0.26 <sup>①②</sup>	21.84 ± 5.06 <sup>①②</sup>
F 值		79.108	99.000	96.787	18.013	3.511	175.231
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000

注：①与低风险组比较,  $P < 0.05$ ; ②与中风险组比较,  $P < 0.05$ 。

miR-206 mRNA 相对表达量低于中风险组 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

### 2.3 疾病严重程度与心脏超声斑点成像参数、miR-16-5p、miR-206 的相关性分析

Spearman 相关性分析结果显示, 疾病严重程度

表 2 各组血清 miR-16-5p、miR-206 mRNA 相对表达量比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	miR-16-5p	miR-206
低风险组	55	1.26 ± 0.72	0.48 ± 0.13
中风险组	32	2.37 ± 0.91 <sup>①</sup>	0.37 ± 0.08 <sup>①</sup>
高风险组	15	3.62 ± 1.12 <sup>①②</sup>	0.24 ± 0.06 <sup>①②</sup>
F 值		51.192	32.145
P 值		0.000	0.000

注：①与低风险组比较,  $P < 0.05$ ; ②与中风险组比较,  $P < 0.05$ 。

与 miR-16-5p、GLS、GAS、GCS、GAS rate 均呈正相关 ( $r_s = 0.688、0.842、0.506、0.801$  和  $0.227, P = 0.000、0.000、0.000、0.000$  和  $0.021$ ), 疾病严重程度与 miR-206、GRS、3D-Strain 均呈负相关 ( $r_s = -0.615、-0.815$  和  $-0.860$ , 均  $P = 0.000$ )。见图 1。

### 2.4 心脏超声斑点成像、miR-16-5p、miR-206 对 NSTEMI 的诊断价值

心脏超声斑点成像、miR-16-5p、miR-206 三者联合诊断 NSTEMI 的曲线下面积 (area under the curve, AUC) 最大, 为 0.971 (95% CI: 0.927, 1.000), 敏感性为 93.3% (95% CI: 0.807, 1.000), 特异性为 96.9% (95% CI: 0.908, 1.000), 约登指数为 0.902。见表 3 和图 2。

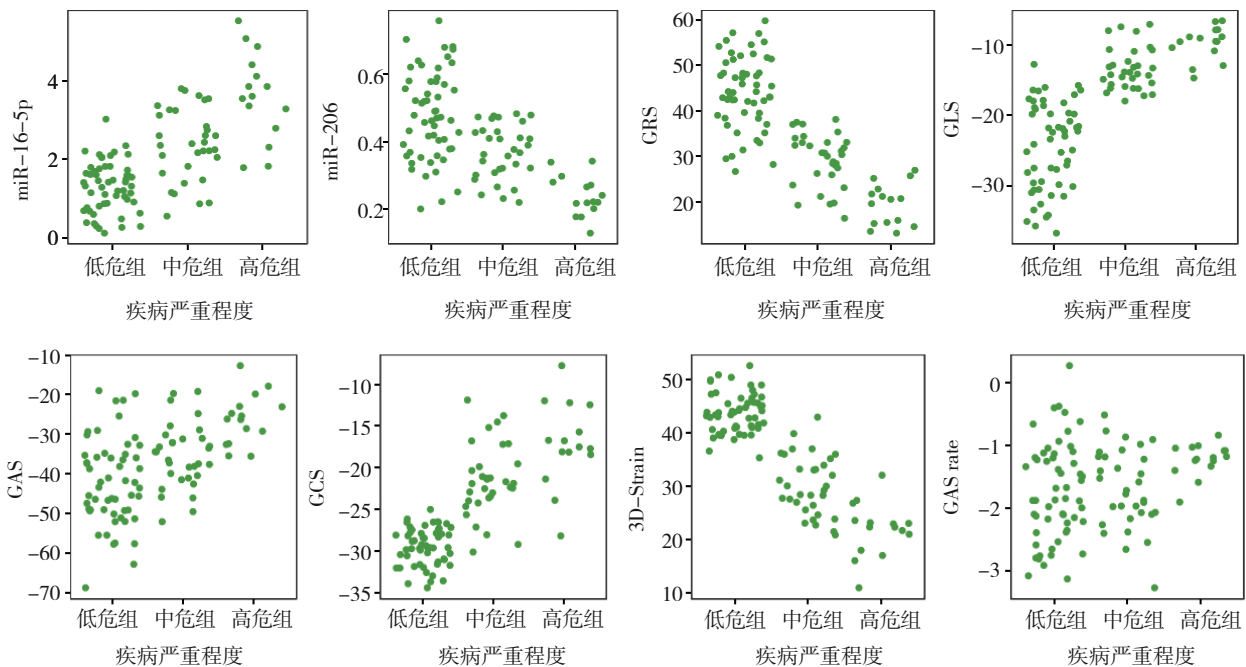


图 1 相关性散点图

表 3 心脏超声斑点成像、miR-16-5p、miR-206 及三者联合诊断 NSTEMI 的效能分析

指标	截断值	约登指数	AUC	95% CI		敏感性/ %	95% CI		特异性/ %	95% CI	
				下限	上限		下限	上限		下限	上限
miR-16-5p	3.535	0.475	0.761	0.594	0.928	60.0	0.352	0.848	87.5	0.760	0.990
miR-206	0.305	0.648	0.880	0.783	0.977	86.7	0.695	1.000	78.1	0.638	0.924
心脏超声斑点成像	-	0.839	0.917	0.789	1.000	93.3	0.807	1.000	90.6	0.805	1.000
三者联合	-	0.902	0.971	0.927	1.000	93.3	0.807	1.000	96.9	0.908	1.000

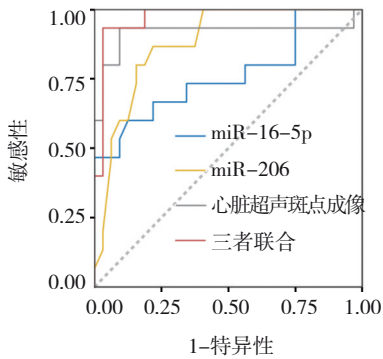


图 2 心脏超声斑点成像、miR-16-5p、miR-206 及三者联合诊断 NSTEMI 的 ROC 曲线

### 3 讨论

NSTEMI 的主要特征为冠状动脉血流的部分阻断, 引发心肌局部缺血<sup>[9-10]</sup>。随着人口老龄化趋势的增长及生活方式的转变, NSTEMI 的发生率持续攀升, 已经转化为一项全球性的公共卫生挑战<sup>[11-12]</sup>。该疾病轻则无明显症状, 重则可能表现为胸痛、呼吸困难或乏力, 极端情况下可诱发心力衰竭或心律失常, 从而严重威胁患者生命安全<sup>[13]</sup>。ARAJO 等<sup>[14]</sup>研究表明, 与出现胸痛或晕厥的患者相比, 出现呼吸困难或疲劳的患者总体预后较差。在病理机制上, NSTEMI 的形成与冠状动脉粥样硬化斑块的破裂紧密相关, 这些过程最终导致局部血栓形成, 进而阻碍血流, 使得心肌细胞在缺氧状态下遭受损害甚至死亡<sup>[15-16]</sup>。NSTEMI 的治疗策略主要聚焦于药物治疗与介入治疗两大方面。药物治疗的目标在于缓解病症、修复及提升心脏功能、预防并发症与再次发作; 而介入治疗则在于通过球囊扩张及支架植入等方式恢复冠状动脉血流, 以减少心肌的持久性损伤<sup>[17-19]</sup>。

心脏超声斑点成像技术联合特定的分子标志物为诊断 NSTEMI 提供了新的视角, 如 miR-16-5p 与 miR-206。心脏超声斑点成像技术是通过心脏组

织内自然标记的高精度跟踪, 能够精细评估心脏的运动及功能状况。OZTURK 等<sup>[20]</sup>研究表明, 斑点追踪超声心动图可以通过追踪和匹配心肌纹理的自然标记来分析心肌运动, 为评估心脏功能提供有价值的参数。miR-16-5p 与 miR-206 作为 microRNA 在心脏疾病的表达变化与心脏损伤和修复过程紧密相关, 其表达为 NSTEMI 的诊断及严重程度的评估提供重要依据<sup>[21, 6]</sup>。

本研究结果显示, 中风险和高风险组 GLS、GCS、GRS、GAS、GAS rate 及 3D-Strain 参数的数值或绝对值均较低的现象, 深层次反映了心肌收缩功能与心脏弹性的双重下降。上述应变参数的降低, 不仅揭示心肌细胞结构和功能的综合受损, 也表明心脏泵血效率的减退<sup>[22-23]</sup>。从机制上说, 这与 NSTEMI 后心肌缺血导致的心肌纤维结构破坏、心肌细胞内钙离子处理异常, 以及能量代谢途径受损密切相关。特别是心肌缺血状况加剧细胞内的氧化应激, 引发心肌细胞自噬及程序性死亡, 进一步恶化心脏的收缩与松弛功能<sup>[24-25]</sup>。心肌内部的微环境变化诱发炎症反应, 促进心肌纤维化的发展, 这种结构的硬化与重塑进一步降低心脏的应变能力。因此, 随着 NSTEMI 风险等级的升高, 心脏的机械性能下降更为显著, 这反映在各项应变参数上。在 NSTEMI 患者中, 中风险与高风险患者的 miR-16-5p mRNA 相对表达量较低风险患者升高, 而 miR-206 mRNA 相对表达量呈相反趋势, 这一差异揭示了心肌细胞在分子层面对损伤反应的不同调控机制。miR-16-5p 表达上调与其在促进心肌细胞凋亡、增强心脏炎症反应, 以及促进心脏纤维化过程中的关键作用有关。具体而言, miR-16-5p 通过靶向抑制心肌保护因子, 加速细胞凋亡信号通路的激活, 同时可能通过调控 NF-κB 信号通路增强心脏的炎症反应。这些变化加剧心脏结构的破坏和功能的衰退<sup>[21]</sup>。相比

之下,miR-206表达下调反映了其在心肌修复过程中保护作用的减弱。miR-206通常可调节心肌细胞的增殖与分化,促进血管新生,其表达的降低可能意味着心肌再生能力下降和心脏修复机制失衡<sup>[26]</sup>。进一步分析,miR-206表达下调可能导致心肌细胞对缺血后修复信号的响应能力降低,从而减缓心脏损伤后的自我修复过程。本研究 Spearman 相关性分析结果显示,NSTEMI患者的疾病严重程度与多种心肌应变参数、miR-16-5p、miR-206有相关性。这反映心肌细胞在缺血条件下通过微调细胞内钙离子处理机制和调节细胞外基质重塑以适应缺血环境的复杂分子调控网络<sup>[27-28]</sup>。此外,心脏超声斑点成像、miR-16-5p、miR-206三者联合检测在NSTEMI患者的诊断中显示出高敏感性和特异性,AUC达0.971。这一结果揭示综合运用心脏结构、功能参数和分子生物标志物能够对心脏的病理状态进行深入分析。因此,这三者联合检测对NSTEMI的诊断效能较高,为临床提供准确评估心肌损伤和心脏功能不全风险的工具,有助于实现个体化的治疗方案并改善患者预后。

综上所述,心脏超声斑点成像联合miR-16-5p、miR-206对NSTEMI具有良好的诊断效能,可以准确区分疾病的风险,提高诊断的敏感性和特异性。这些生物标志物与疾病严重程度密切相关,能为临床医师提供重要参考,有助于制订个性化治疗方案,改善患者预后。但本研究仍存在一定局限性:首先,样本量相对较小,且仅限于单一中心,这可能限制结果的普遍适用性和外推性;其次,未能包含对比组,如ST段抬高型心肌梗死患者,可能限制了对miR-16-5p和miR-206特异性的全面理解。然而,本研究为将microRNA与先进成像技术相结合应用于心脏疾病诊断和风险评估提供了新思路,具有进一步研究和临床应用的潜力。未来研究应扩大样本量,包括多中心和不同人群,以验证和扩展这些应用范围。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 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.
- [2] ALKHOULI M, ALQAHTANI F, JNEID H, et al. Age-stratified sex-related differences in the incidence, management, and outcomes of acute myocardial infarction[J]. *Mayo Clin Proc*, 2021, 96(2): 332-341.
- [3] 李傲航,田媛媛,高琰,等. H-FABP和RDW及NT-proBNP水平应用于急性非ST段抬高型心肌梗死诊断的价值分析[J]. 中华全科医学, 2021, 19(11): 1908-1911.
- [4] FANG C, YIN Y W, JIANG S Q, et al. Increased vulnerability and distinct layered phenotype at culprit and nonculprit lesions in STEMI versus NSTEMI[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2022, 15(4): 672-681.
- [5] 陈春强,王燕,郭雷,等. 心脏超声斑点成像技术对冠状动脉粥样硬化性心脏病的诊断价值分析[J]. 局解手术学杂志, 2023, 32(3): 266-270.
- [6] NICASTRO L, LAL A, KHOLIA S, et al. EVs derived from physiologically loaded myocardial slices affect remodelling of overloaded myocardial slices[J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(S2): ehad655.3070.
- [7] YE X G, LU Q L, YANG A F, et al. MiR-206 regulates the Th17/Treg ratio during osteoarthritis[J]. *Mol Med*, 2021, 27(1): 64.
- [8] 佚名. 急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47(10): 766-783.
- [9] CETINKAYA Z, KELESOGLU S, TUNCA Y A, et al. The role of pan-immune-inflammation value in determining the severity of coronary artery disease in NSTEMI patients[J]. *J Clin Med*, 2024, 13(5): 1295.
- [10] BRZEZINSKI R Y, BANAI S, KATZ SHALHAV M, et al. The CRP troponin test (CTT) stratifies mortality risk in patients with non-ST elevation myocardial infarction (NSTEMI) [J]. *Clin Cardiol*, 2024, 47(4): e24256.
- [11] BRUNO F, MOIRANO G, BUDANO C, et al. Incidence trends and long-term outcomes of myocardial infarction in young adults: does gender matter?[J]. *Int J Cardiol*, 2022, 357: 134-139.
- [12] KAURA A, STERNE J A C, TRICKEY A, et al. Invasive versus non-invasive management of older patients with non-ST elevation myocardial infarction (SENIOR-NSTEMI): a cohort study based on routine clinical data[J]. *Lancet*, 2020, 396(10251): 623-634.
- [13] HERMAN R, SMITH S W, MEYERS H P, et al. Poor prognosis of total culprit artery occlusion in patients presenting with NSTEMI[J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(S2): ehad655.1536.
- [14] ARAUJO LEITE MEDEIROS P, MARTINS J, OLIVEIRA C, et al. Symptoms at NSTEMI presentation - do they predict the outcome?[J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2022, 11(S1): zuac041.052.
- [15] 蔡依梦,钱钢. 血浆致动脉粥样硬化指数与急性非ST段抬高型心肌梗死患者介入术后长期预后间的关系[J]. 心肺血管病杂志, 2022, 41(10): 1042-1048.
- [16] KARAKOSTA M, NTLILOUDI D, MIARIS N, et al. The role of novel echocardiographic indices in the identification of myocardial injury in patients with NSTEMI[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2023, 24(S1): jead119.206.

- [17] 王健, 王如珠, 王梅香, 等. 冠状动脉介入治疗对 75 岁及以上非 ST 段抬高型心肌梗死患者远期预后的影响[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(10): 1036-1039.
- [18] 彤云鹏, 陈豫贤, 代聚平, 等. 血栓抽吸术联合冠状动脉内注射尼可地尔治疗 NSTEMI 患者 PCI 术中慢血流/无复流的效果及对心肌微灌注、近期预后的影响[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(16): 3841-3845.
- [19] 亓先杰, 王亚涛, 魏婷, 等. 骨骼化胸廓内动脉在冠状动脉旁路移植术中的应用优势[J]. 中华全科医学, 2023, 21(3): 374-376.
- [20] OZTURK U, OZTURK O. Assessment of myocardial function by speckle tracking echocardiography in patients with acute ischemic stroke[J]. *Neurol India*, 2023, 71(5): 933-939.
- [21] MARQUES F Z, VIZI D, KHAMMY O, et al. The transcardiac gradient of cardio-microRNAs in the failing heart[J]. *Eur J Heart Fail*, 2016, 18(8): 1000-1008.
- [22] 程建中, 王佩佩, 周海霞, 等. 三维超声斑点追踪成像预测急性心肌梗死患者介入术后主要心脏不良事件的价值[J]. 郑州大学学报(医学版), 2022, 57(3): 383-387.
- [23] TRYFOU E S, KOSTAKOU P M, KOSTOPOULOS V S, et al. Pathophysiological alterations of left ventricular myocardial systolic function during normal pregnancy assessed by speckle tracking echocardiography: a prospective cohort echocardiography study[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2022, 38(12): 2677-2686.
- [24] KATO T, MOMOSE M, UEMURA Y, et al. Association of the extent of myocardial ischemia with outcomes in patients with suspected coronary artery disease in Japan[J]. *J Cardiol*, 2022, 80(5): 475-481.
- [25] HERMANN R, MESTRE CORDERO V E, FERNÁNDEZ PAZOS M de L M, et al. Role of autophagy in simulated ischemic-reperfused left atrial myocardium[J]. *Int J Cardiol*, 2023, 378: 77-88.
- [26] ZHANG D Y, WANG Q, QIU X B, et al. Remifentanyl protects heart from myocardial ischaemia/reperfusion (I/R) injury via miR-206-3p/TLR4/NF- $\kappa$ B signalling axis[J]. *J Pharm Pharmacol*, 2022, 74(2): 282-291.
- [27] CHU Q, XIAO Y, SONG X, et al. Extracellular matrix remodeling is associated with the survival of cardiomyocytes in the subendocardial region of the ischemic myocardium[J]. *Exp Biol Med (Maywood)*, 2021, 246(24): 2579-2588.
- [28] CHEPELEVA E V, PAVLOVA S V, BGATOVA N P, et al. Functional activity of human induced pluripotent stem cell-derived cardiomyocytes on a mouse renal subcapsular xenograft model[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(12): 9792.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 王媛媛, 王英莉, 鲁江斌. 心脏超声斑点成像联合 microRNA-16-5p、microRNA-206 诊断非 ST 段抬高型急性心肌梗死的价值及与疾病严重程度的相关性[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(19): 1-7.

Cite this article as: WANG Y Y, WANG Y L, LU J B. Diagnostic value of cardiac ultrasound speckle imaging combined with microRNA-16-5p and microRNA-206 in non-ST elevation myocardial infarction and its correlation with disease severity[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(19): 1-7.