

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.12.007

❖ 临床研究 ❖

心肌声学造影评估急性心肌梗死患者 PCI 术后心肌微循环改变的临床价值

李莎, 谷颖, 杨军, 付蕾, 赵丽娜, 张蓓

(贵州医科大学附属医院超声中心, 贵州 贵阳 550004)

【摘要】目的: 探讨心肌声学造影 (MCE) 评估急性心肌梗死 (AMI) 患者经皮冠状动脉介入治疗 (PCI) 术后心肌微循环改变的临床价值。**方法:** 选取 120 例行 PCI 治疗的 AMI 患者为 AMI 组, 同期 100 名体检健康志愿者为对照组, 均行常规超声心动图及 MCE 检查。比较两组对象及 AMI 组患者术前、术后 3 个月常规超声心动图参数 [左室舒张末期径 (LVEDD)、左室收缩末期径 (LVESD)、左室舒张末期容积 (LVEDV)、左室收缩末期容积 (LVESV)、左室射血分数 (LVEF)]、MCE 参数 [A 值 (心肌血容量)、 β 值 (心肌血流速度) 和 $A \times \beta$ 值 (心肌血流量)]; 分析 AMI 患者 MCE 参数与 LVEF 的关系。**结果:** 与对照组比较, AMI 组患者 LVEDD、LVESD、LVEDV、LVESV 增大 ($P < 0.05$); 左室射血分数 (LVEF) 降低 ($P < 0.05$)。与术前比较, AMI 患者术后 3 个月 LVEDV、LVESV 变小 ($P < 0.05$), 但大于对照组 ($P < 0.05$); LVEF 增大 ($P < 0.05$), 但小于对照组 ($P < 0.05$); LVEDD、LVESD 变化无统计学差异 ($P > 0.05$)。与对照组比较, AMI 患者室间隔和左室游离壁 A 值、 β 值和 $A \times \beta$ 值均降低 ($P < 0.05$)。与术前比较, AMI 患者术后 3 个月时室间隔和左室游离壁的 A 值改变无统计学差异 ($P > 0.05$); β 值和 $A \times \beta$ 值均升高 ($P < 0.05$), 但低于对照组 ($P < 0.05$)。相关分析显示, AMI 患者术前及术后 3 个月 β 值和 $A \times \beta$ 值均与 LVEF 正相关 ($r = 0.312, 0.345, 0.341, 0.362, P < 0.05$)。**结论:** AMI 患者 PCI 治疗后心肌微循环灌注明显改善, MCE 检测 PCI 后心肌微循环改变, 有助于病情和治疗效果的全面评估。

【关键词】 急性心肌梗死; 经皮冠状动脉介入治疗; 心肌声学造影; 心肌微循环

【中图分类号】 R541.4 **【文献标志码】** A

Clinical value of myocardial contrast echocardiography in evaluating myocardial microcirculation changes after PCI in patients with acute myocardial infarction

LI Sha, GU Ying, YANG Jun, FU Lei, ZHAO Li-na, ZHANG Bei

(Ultrasound Center, the Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China)

【Abstract】 Objective: To investigate the clinical value of myocardial contrast echocardiography (MCE) in evaluating myocardial microcirculation changes after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with acute myocardial infarction (AMI). **Methods:** 120 AMI patients treated by PCI were selected as the AMI group, and 100 healthy volunteers were selected as the control group at the same time. All of them underwent routine echocardiography and MCE examination. The routine echocardiography parameters [left ventricular end diastolic diameter (LVEDD), left ventricular end systolic diameter (LVESD), left ventricular end diastolic volume (LVEDV), left ventricular end systolic volume (LVESV), left ventricular ejection fraction (LVEF)], MCE parameters (A value (representing myocardial blood volume), β value (representing myocardial blood flow velocity) and $A \times \beta$ value (representing myocardial blood flow)) were compared before and 3 months after operation between the two groups and patients in AMI group. **Results:** Compared with the control group, the LVEDD, LVESD, LVEDV and LVESV of AMI patients were increased ($P < 0.05$), while the LVEF was decreased ($P < 0.05$). Compared with before operation, LVEDV and LVESV in AMI patients decreased significantly 3 months after operation ($P < 0.05$), but were still higher than those in control group ($P < 0.05$). LVEF increased significantly 3 months after operation ($P < 0.05$), but was still lower than that in control group ($P < 0.05$). There was no significant change in LVEDD and LVESD after operation ($P > 0.05$). Compared with control group, the A, β and $A \times \beta$ interventricular septum and left ventricular free wall in AMI group were significantly decreased ($P < 0.05$). Compared with before operation, the A value of ventricular septum and left ventricular

基金项目: 贵州省 2022 年度基础研究计划 (自然科学) (黔科合基础-ZK [2022] 一般 359); 贵州医科大学附属医院院级临床研究课题 (2021-GMHCT-009); 贵阳市科技局大健康项目 (筑科合同 [2019] 9-1-29 号)

作者简介: 李莎 (1977 -), 女, 硕士, 副主任医师。E-mail: lisha@gmc.edu.cn

通讯作者: 张蓓。E-mail: zhangbei@gmc.edu.cn

free wall did not change significantly in AIM patients at 3 months after operation ($P > 0.05$), and the β value and $A \times \beta$ were significantly increased ($P < 0.05$), but still lower than those in the control group ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that preoperative β and $A \times \beta$ values were positively correlated with LVEF ($r = 0.312, 0.345, P < 0.05$), and β and $A \times \beta$ values 3 months after operation were also positively correlated with LVEF ($r = 0.341, 0.362, P < 0.05$). **Conclusion:** The myocardial microcirculation perfusion of AMI patients after PCI is significantly improved. The application of MCE to detect the changes of myocardial microcirculation in AMI patients after PCI is helpful for the comprehensive evaluation of the condition and treatment effect.

【Key words】 Acute myocardial infarction; Percutaneous coronary intervention; Myocardial contrast echocardiography; Myocardial microcirculation

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 是临床常见的危重心血管疾病, 发病急促, 致死率较高, 对人类健康构成严重威胁^[1]。在 AMI 的病理过程中, 冠状动脉微循环异常所致的心肌灌注不足是心肌纤维化改变及诱发心力衰竭甚至猝死等心血管不良事件的关键病理生理基础^[2-3]。因此, 对 AMI 患者心肌微循环灌注情况进行定量评估尤为重要, 有助于监测病情、评价治疗疗效和预测预后等。经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 是 AMI 最有效的干预手段, 可实现心外膜血管通畅性的再恢复, 疗效和安全性已得到大量的临床实践验证^[4-5]。心肌声学造影 (myocardial contrast echocardiography, MCE) 作为新型的冠心病诊断技术, 可对心肌微循环灌注予以定量评估, 具有操作简便、经济等优势, 已在较多疾病心肌灌注评估中得到应用^[6-7]。本研究旨在探讨 MCE 评估 AMI 患者 PCI 术后心肌微循环改变的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 6 月至 2022 年 6 月贵州医科大学附属医院收治的 120 例行 PCI 治疗的 AMI 患者为 AMI 组, 同期 100 名体检健康志愿者为对照组。AMI 组中, 男性 72 例, 女性 48 例; 年龄 (57.36 ± 6.89) 岁。对照组中, 男性 59 名, 女性 41 名; 年龄 (55.12 ± 5.17) 岁。本研究经院伦理委员会审核批准, 研究对象知情同意。两组对象一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。纳入标准: (1) 符合 AMI 诊断标准^[8]; (2) 接受 PCI 治疗; (3) 年龄 ≥ 18 岁。排除标准: (1) 既往发生过心肌梗死或有 PCI 史; (2) 严重肝肾功能不全者; (3) 对声学造影剂过敏者; (4) 图像质量差或资料不全者。

1.2 方法

1.2.1 常规超声心动图检查 采用 GE VividE9 型超声诊断仪, 探头为 M5Sc, 频率为 2.5 ~ 3.5 MHz。取左侧卧位行心电图连接, 选择胸骨左室长轴切面测量左室舒张末期内径 (LVEDD) 和收缩末期内径 (LVESD); 双平面 Simpson 法测定左室射血分数

(LVEF)、舒张末期容积 (LVEDV) 和收缩末期容积 (LVESV)。

1.2.2 MCE 检查 (1) 图像采集: 造影前对深度、焦点等进行调节, 以确保能够获得完整左室心肌的清晰呈现, 且保证图像处于中央位置, 并于整个观察期间维持不变。造影剂 SonoVue (Bracco 公司) 加生理盐水 5 mL 溶解后, 取 2.5 mL 经左上肢肘正中静脉缓慢注入, 速率为 1 mL/min, 根据图像显影情况对注入速率予以微调, 以得到理想的左室心肌显影, 并尽可能减少衰减; 之后采用生理盐水 5 mL 予以冲管。待心肌得到稳定显影后, 对心肌内微泡利用高能脉冲予以爆破, 并观察心肌再灌注状况。连续收集并储存 15 个心动图周期二维图像。(2) 图像分析: 勾画 MCE 感兴趣区 (ROI), 进行时间-强度曲线提取。将运动补偿系统予以开启, 自动得到时间-强度曲线。对 ROI 的追踪位置进行动态观察, 必要时可逐帧手动进行调节, 以使心动周期变化下的 ROI 位置始终处于稳定。A 值属于曲线平台期峰值强度, 反映微血管密度, 代表局部心肌血容量; β 值属于曲线上斜率, 大小变化反映再灌注速率; $A \times \beta$ 大小反映心肌灌注水平。各个室壁的灌注水平为相应阶段之和的平均值。若室间隔、游离壁均存在 $> 30\%$ 节段不能予以分析时, 则予以剔除。

1.3 观察指标

(1) 一般资料: 包括心率、收缩压、舒张压、NYHA 心功能分级; (2) 常规超声心动图参数; (3) MCE 参数; (4) AMI 患者 MCE 参数与 LVEF 的关系。

1.4 统计学分析

采用 SPSS28.0 软件对数据进行分析与处理。计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验, 组内比较采用配对 t 检验; 计数资料以 [n (%)], 采用 χ^2 检验; 相关性采用 Pearson 相关性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 AMI 组与对照组及 AMI 组患者 PCI 前后一般资料比较

AMI 组与对照组心率、收缩压和舒张压比较, 差异

无统计学意义 ($P > 0.05$)。AMI 患者术后心率、收缩压和舒张压与术前比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),但 NYHA 心功能分级改善 ($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 AMI 组与对照组及 AMI 组 PCI 治疗前后一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	心率(次/min)	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)	NYHA 心功能 I/II/III/IV 级(例)
对照组 ($n=100$)	66.78 ± 12.36	122.32 ± 13.41	73.45 ± 9.14	-
AMI 组 ($n=120$)				
术前	68.89 ± 10.36	125.11 ± 11.36	74.25 ± 8.36	34/56/30/0
术后 3 个月	67.12 ± 9.89	123.45 ± 14.78	73.94 ± 9.12	61/59/0/0*

* $P < 0.05$,与术前相比。

表 2 AMI 组与对照组及 AMI 组患者 PCI 前后常规超声心动图参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	LVEDD(mm)	LVESD(mm)	LVEDV(mL)	LVESV(mL)	LVEF(%)
对照组 ($n=100$)	47.32 ± 2.36	31.41 ± 2.31	107.48 ± 12.58	38.78 ± 5.17	64.15 ± 3.58
AMI 组 ($n=120$)					
术前	53.45 ± 3.15*	40.64 ± 2.78*	137.45 ± 16.36*	69.12 ± 10.25*	47.36 ± 3.45*
术后 3 个月	52.89 ± 2.87*	40.38 ± 2.69*	132.12 ± 15.48**	62.74 ± 9.17**	52.74 ± 3.56**

* $P < 0.05$,与对照组相比;# $P < 0.05$,与术前相比。

2.3 AMI 组与对照组及 AMI 组患者 PCI 前后 MCE 参数比较

AMI 组患者室间隔和左室游离壁 A 值、 β 值和 $A \times \beta$ 值较对照组降低 ($P < 0.05$)。AMI 患者术后

2.2 AMI 组与对照组及 AMI 组患者 PCI 前后常规超声心动图参数比较

AMI 患者 LVEDD、LVESD、LVEDV、LVESV 较对照组增大 ($P < 0.05$);LVEF 较对照组降低 ($P < 0.05$)。术后 3 个月,AMI 患者 LVEDV、LVESV 较术前减小 ($P < 0.05$),但大于对照组 ($P < 0.05$);LVEF 较术前增大 ($P < 0.05$),但小于对照组 ($P < 0.05$);LVEDD、LVESD 与术前比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

3 个月时室间隔和左室游离壁的 A 值与术前比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$); β 值和 $A \times \beta$ 值较术前升高 ($P < 0.05$),但低于对照组 ($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 AMI 组与对照组及 AMI 组患者 PCI 前后 MCE 参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	室间隔			左室游离壁		
	A 值 (dB)	β 值 (s-1)	$A \times \beta$ 值 (dB/s)	A 值 (dB)	β 值 (s-1)	$A \times \beta$ 值 (dB/s)
对照组 ($n=100$)	10.25 ± 1.68	0.82 ± 0.24	8.41 ± 1.25	9.37 ± 1.74	0.95 ± 0.21	8.91 ± 1.46
AMI 组 ($n=120$)						
术前	6.26 ± 1.77*	0.58 ± 0.17*	3.63 ± 1.02*	5.27 ± 1.69*	0.65 ± 0.17*	3.39 ± 1.02*
术后 3 个月	6.69 ± 1.62*	0.69 ± 0.21**	4.78 ± 1.39**	5.64 ± 1.81*	0.80 ± 0.19**	4.51 ± 1.38**

* $P < 0.05$,与对照组相比;# $P < 0.05$,与术前相比。

2.4 AMI 患者 MCE 参数与 LVEF 的关系

相关性分析显示,AMI 患者术前及术后 3 个月 β 值和 $A \times \beta$ 值均与 LVEF 正相关 ($r = 0.312$ 、 0.345 ; 0.341 、 0.362 , $P < 0.05$)。

3 讨论

心肌缺血是 AMI 患者猝死的危险因素^[9],而心肌微循环灌注不足是导致患者出现心肌缺血症状、体征的根本原因^[10-11]。AMI 患者心肌缺血的机制为冠脉微循环阻塞,心肌组织微血管密度降低,从而诱发心肌微循环障碍。目前,AMI 的首要干预措施是通过 PCI 开通罪犯血管,使冠脉动脉血流恢复,但即便成功重建血管,仍有较多患者术后存在心肌微循环障碍,影响心肌梗死的预后^[12-13]。因此,有效评估心肌微循环灌注状况对于 AMI 患者 PCI 术后

恢复、病情进展有着重要意义。

本研究表明,AMI 患者左室内径和容积均出现增大,左室发生重构,LVEF 减低;术后 3 个月 LV-EDV、LVESV 和 LVEF 改善 ($P < 0.05$),表明 PCI 后患者心功能得以改善,可能与心肌梗死后部分缺血心肌未完全坏死,处于顿抑状态有关^[14]。冯婷华等^[15]研究也显示,AMI 患者术前左室内径和容积增加,而术后 3 个月这些指标明显改善。

MCE 通过微泡注射,不仅能够清晰呈现心内膜边界,更好进行心腔容量、射血分数的评估,还能用于心肌微循环灌注的评估^[16-17]。本研究结果显示,相比于对照组,AMI 患者室间隔和左室游离壁心肌血流速度及心肌血流量减小 ($P < 0.05$),而 PCI 术后 3 个月 AMI 患者室间隔和左室游离壁心肌血流速度及心肌血流量增大 ($P < 0.05$),左心室整体心

肌灌注水平改善 ($P < 0.05$);同时患者心功能分级和 LVEF 等参数改善 ($P < 0.05$),且患者术前及术后 3 个月的 β 值及 $A \times \beta$ 值均与 LVEF 呈正相关 ($P < 0.05$),由此可推测 AMI 患者 PCI 后心肌灌注水平的提高可能是心功能改善的关键机制,临床上可采用 MCE 进行心肌灌注的无创定量评估,为 AMI 患者病情及疗效评估提供参考。

本研究除发现 AMI 患者 PCI 后室间隔心肌灌注改善以外,还发现左室游离壁的心肌灌注也得到改善,可能的机制为^[18-20]:(1)成功血管重建后,冠脉血流恢复,心脏负荷降低,在心肌收缩期微血管挤压程度变轻,进而微血管阻力明显变小;(2)PCI 术后,患者左心室舒张末期压力得到显著减小,心肌微血管的血流速度得到显著提升,左室整体心肌血流量提高;(3)冠脉微循环血流的恢复,微血管血流得以重新分配,致使心肌灌注量增大,最终使得心肌缺血症状缓解,心功能提高。此外,术后 3 个月,患者室间隔、左室游离壁心肌血容量增高,但与术前比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),可能与随访时间较短有关,此时心肌内毛细血管的新生量尚不足以明显改善毛细血管的相对密度。本研究不足之处在于:(1)MCE 参数的获取受限于图像质量的好坏,故在纳入样本时,将图像质量差部分予以剔除;(2)纳入病例较少,且对患者随访时间不长,有限病例和有限的时间难以完全反映心肌微循环灌注改变,因此未来仍需通过入组更多病例和延长随访时间来对本研究结果予以验证。

综上,AMI 患者 PCI 治疗后室间隔、左室游离壁室间隔等的心肌血流量增大,左心室的心肌灌注得以明显改善。MCE 检查获得的定量参数能够反映 AMI 患者 PCI 治疗后心肌灌注改变,有助于病情和疗效监测。

参考文献

[1] 国家心血管病医疗质量控制中心专家委员会冠心病专家工作组,韩雅玲,杨跃进,等.2019 年中国成人急性 ST 段抬高型心肌梗死医疗质量控制报告[J].中国循环杂志,2020,35(4):313-325.

[2] Konst RE,Guzik TJ,Kaski JC,et al.The pathogenic role of coronary microvascular dysfunction in the setting of other cardiac or systemic conditions[J].Cardiovasc Res,2020,116(4):817-828.

[3] Padro T,Manfrini O,Bugiardini R,et al.ESC working group on coronary pathophysiology and microcirculation position paper on coronary microvascular dysfunction in cardiovascular disease[J].Cardiovasc Res,2020,116(4):741-755.

[4] 刘志远,张金盈,刘江波,等.冠脉内注射重组人尿激酶原溶栓联合 PCI 对急性心肌梗死患者冠脉血流水平,无复流发生率及预

后的影响[J].重庆医科大学学报,2020,45(4):510-516.

[5] 郑小芳,吴黎明,陈良龙.经皮冠状动脉介入治疗对不同左室射血分数的低危 SYNTAX 评分缺血性心脏病患者心功能的影响[J].中华医学杂志,2020,100(35):2768-2773.

[6] 邢雨蒙,孔德红,陈永乐,等.实时心肌超声造影定量评价冠脉慢血流患者心肌血流灌注[J].中华超声影像学杂志,2018,27(4):277-281.

[7] 余才贵,陈金玲,曹省,等.心肌声学造影定量评估肥厚型心脏病患者左室心肌微循环功能[J].中国超声医学杂志,2022,38(4):465-469.

[8] 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(2019)[J].中华心血管病杂志,2019,47(10):766-783.

[9] Aguiar RS,Rocha LL,Fiarresga A,et al. Coronary microvascular dysfunction in hypertrophic cardiomyopathy: Pathophysiology, assessment, and clinical impact[J]. Microcirculation,2021,28(1):e12656.

[10] 晏乘曦,常莹,任美吉,等.心肌应变力检测急性心肌梗死再灌注术后微循环障碍:基于特征追踪心脏 MRI[J].放射学实践,2020,35(8):1025-1029.

[11] Niccoli G,Scalone G,Lerman A,et al. Coronary microvascular obstruction in acute myocardial infarction[J]. Eur Heart J,2016,37(13):1024-1033.

[12] 王岚,马玉良,王伟民,等.急性前壁 ST 段抬高型心肌梗死后冠状动脉微循环障碍对患者远期心功能及预后的影响[J].中国循环杂志,2022,37(2):136-141.

[13] Niccoli G,Scalone G,Lerman A,et al. Coronary microvascular obstruction in acute myocardial infarction[J]. Eur Heart J,2016,37(13):1024-1033.

[14] Romero J,Kahan J,Kelesidis I,et al. CMR imaging for the evaluation of myocardial stunning after acute myocardial infarction: a meta-analysis of prospective trials[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging,2013,14(11):1080-1091.

[15] 冯婷华,赵瑞环,康春松,等.超声斑点追踪技术评价急性心肌梗死经皮冠状动脉介入术前后心肌力学改变[J].中华超声影像学杂志,2019,28(5):401-404.

[16] 韩炫,朱文晖,陈文娟.心肌声学造影和二维斑点追踪技术评估冠心病患者心肌灌注与收缩功能[J].中南大学学报(医学版),2021,46(11):1233-1240.

[17] 吕创业,张建琴,唐颖,等.腺苷负荷心肌声学造影在慢性冠脉综合征中的诊断价值[J].中国超声医学杂志,2020,36(9):805-809.

[18] Raphael CE,Cooper R,Parker KH,et al. Mechanisms of myocardial ischemia in hypertrophic cardiomyopathy: insights from wave intensity analysis and magnetic resonance[J]. J Am Coll Cardiol,2016,68(15):1651-1660.

[19] 陈亚南,郭秋红,冯雁,等.心肌声学造影对急性心肌梗死急诊介入术后心肌灌注及预后评估[J].广东医学,2020,41(20):2085-2090.

[20] 姜柏林.心肌声学造影评估急性心肌梗死患者血运重建后冠状动脉微循环障碍的研究[J].中国循环杂志,2021,36(10):985-990.

(收稿日期:2022-09-27

修回日期:2022-10-15)