

Echocardiographic observation on myocardial ischemia reperfusion injury after percutaneous coronary intervention

ZHAO Lianbi¹, XING Changyang^{1*}, YANG Pei², CHAI Guohu²,
WANG Haiyan², GUO Wangang², YUAN Lijun¹

(1. Department of Ultrasound Diagnostics, 2. Department of Cardiology,
Tangdu Hospital, Air Force Medical University, Xi'an 710038, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate changes of myocardial ischemia reperfusion injury (MIRI) after percutaneous coronary intervention (PCI) using regular echocardiography and 2D-STE. **Methods** Thirty-two myocardial infarction patients who would undergo emergency PCI were included, among them 15 demonstrated clinical MIRI after PCI, while the other 17 not. Regular and two-dimensional speckle tracking echocardiography (2D-STE) were performed before (within 8 h) and after (within 2 h) PCI for evaluation on left ventricular structure, diastolic and systolic function and global longitudinal strain (GLS). All the echocardiographic parameters were compared between and within groups. **Results** There was no significant difference of left heart diameter nor wall thickness between 2 groups before and after PCI (all $P > 0.05$). Patients without MIRI showed no significant change of diastolic function, while those with MIRI showed reduced diastolic function demonstrated by decreased mitral flow velocity and annular velocity in early-diastole (E and e), and increased E/e ($P < 0.05$). The ejection fraction (EF) and GLS were significantly improved after PCI in patients without MIRI, whereas no change of EF but reduced GLS was observed in patients with MIRI. **Conclusion** Patients with clinical MIRI after PCI suffered from reduced diastolic function and GLS. Regular echocardiography and 2D-STE should be combined to examine patients with MIRI after PCI.

[Keywords] percutaneous coronary intervention; myocardial ischemia; myocardial reperfusion; echocardiography

DOI: 10.13929/j.issn.1003-3289.2020.01.004

超声心动图观察经皮冠状动脉介入术后 心肌缺血再灌注损伤

赵联璧¹, 邢长洋^{1*}, 杨 沛², 柴国虎², 王海燕², 郭万刚², 袁丽君¹

(1. 空军军医大学唐都医院超声诊断科, 2. 心内科, 陕西 西安 710038)

[摘要] **目的** 应用常规超声心动图及二维斑点追踪(2D-STE)技术对经皮冠状动脉介入(PCI)术后心肌缺血再灌注损伤(MIRI)进行观察和评价。**方法** 收集 32 例拟接受急诊 PCI 术的心肌梗死患者, 其中 15 例血管开通后发生临床 MIRI(MIRI 组), 17 例未发生 MIRI(对照组)。采用常规超声心动图及 2D-STE, 于术前 8 h 内及术后 2 h 内对左心结构、舒张及收缩功能和长轴应变(GLS)进行评价, 对比组间及组内术前、术后各超声指标。**结果** PCI 术前、术后, 2 组左心内径及室壁厚度差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。术后 MIRI 组 E 峰较术前显著降低($P = 0.032$), E/A 显著低于术前($P = 0.021$), 二尖瓣瓣环舒张早期运动速度 e 显著低于术前($P = 0.018$), E/e 高于术前($P = 0.047$); 对照组舒张功能无显著

[基金项目] 全国博士后创新人才计划科学基金(BX20180377)、唐都医院苗子人才资助基金(2018MZRCXCXY)。

[第一作者] 赵联璧(1986—), 女, 陕西西安人, 博士, 主治医师。研究方向: 心血管超声诊断。E-mail: libby0710@126.com

[通信作者] 邢长洋, 空军军医大学唐都医院超声诊断科, 710038。E-mail: xingcy@fmmu.edu.cn

[收稿日期] 2019-05-06 **[修回日期]** 2019-12-12

变化($P>0.05$)。MIRI 组术后射血分数(EF)无明显变化, GLS 显著减低($P<0.05$), 对照组术后 EF 及 GLS 显著升高。

结论 PCI 术后发生临床 MIRI 者舒张功能及 GLS 减低, 联合常规超声心动图及 2D-STE 可对 PCI 术后 MIRI 进行评价。

【关键词】 经皮冠状动脉介入治疗; 心肌缺血; 心肌再灌注; 超声心动描记术

【中图分类号】 R542.2; R540.45 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-3289(2020)01-0016-05

经皮冠状动脉介入(percutaneous coronary intervention, PCI)是治疗急性心肌梗死最重要的手段,能够迅速有效地恢复心肌灌注,改善心脏功能,提高患者存活率^[1];但部分患者开通梗阻血管后发生心肌缺血再灌注损伤(myocardial ischemia reperfusion injury, MIRI),造成再灌注心肌的进一步损伤^[2]。大量细胞学及分子生物学研究提示,发生 MIRI 主要与再灌注心肌氧自由基产生过多、细胞内钙超载及中性粒细胞浸润等有关^[3-4]。本研究以常规超声心动图及二维斑点追踪(two-dimensional speckle tracking echocardiography, 2D-STE)技术评价 PCI 术后发生临床 MIRI 患者心脏结构和功能,观察其超声心动图特征及血流动力学变化。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2019 年 3 月—2019 年 4 月 32 例拟于空军军医大学唐都医院接受急诊 PCI 患者,男 19 例,女 13 例,年龄 37~71 岁,平均(57.4 ± 10.6)岁;于术前及术后进行超声检查,根据术后是否发生 MIRI 分为 MIRI 组及对照组。MIRI 组 15 例,男 9 例,女 6 例,年龄 37~66 岁,平均(56.5 ± 8.4)岁;对照组 17 例,男 10 例,女 7 例,年龄 41~71 岁,平均(58.1 ± 11.3)岁。纳入标准:①急诊诊断 ST 段抬高型心肌梗死;②经冠状动脉造影证实确需 PCI 治疗;③窦性心律。排除标准:①既往有陈旧性心肌梗死、PCI 手术、球囊扩张或冠脉搭桥手术史;②血管造影证实梗死相关动脉存在侧支循环;③先天性心脏病、心肌病、瓣膜性心脏病和代谢性疾病。MIRI 判断标准:PCI 血管开通后发生严重再灌注心律失常(包括室性期前收缩、室性心动过速、室颤、窦性心动过缓等)、无复流和慢复流、严重胸痛、ST 段反常抬高及一过性低血压。本研究经院医学伦理委员会批准,患者均知情同意。

1.2 仪器与方法 采用 GE Vivid E90 型彩色多普勒超声诊断仪, M5S 探头, 频率 1.5~4.5 MHz, 带有三导联心电图, 配套 ECHOPAC 脱机分析软件, 在术前 8 h 内及术后 2 h 内进行常规超声及 2D-STE 检查。

1.2.1 图像采集 嘱患者尽量左侧卧, 争取于术前、术后采用同一体位进行检查。患者体位固定后, 待其

心率稳定, 按心尖四腔切面—心尖两腔切面—心尖三腔切面动态图顺序迅速完成图像采集。正式采集每例图像前, 先对以上切面的最佳位置和手法进行熟悉。判定图像合格标准: 动态图至少包含 5 个连续心动周期, 3 个系列切面间心率差 <5 次/分。另留存胸骨旁左心室长轴切面动态图、二尖瓣血流及瓣环组织多普勒频谱, 亦至少包含 5 个连续心动周期。

1.2.2 数据测量和应变分析 根据美国超声心动图学会心脏测量指南^[5], 于胸骨旁长轴切面测量左心室舒张末期内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)、左心室收缩末期内径(left ventricular end-systolic diameter, LVESD)、左心房前后径(left atrial diameter, LAD)、室间隔舒张末期厚度(interventricular septum at end-diastole, IVSd)及左心室后壁舒张末期厚度(left ventricular posterior wall at end-diastole, LVPWd); 于心尖四腔切面、二尖瓣瓣口处测量二尖瓣舒张早期血流速度 E 和舒张晚期血流速度 A, 并在间隔及侧壁瓣环处测量舒张早期二尖瓣瓣环运动速度和舒张晚期瓣环运动速度, 对两侧速度进行平均, 得到 e 和 a; 于心尖四腔心切面和心尖两腔心切面的动态图像, 对舒张末期和收缩末期左心室容积进行描记, 设备自动根据描记给出双平面 Simpson 法测量的左心室射血分数(eject fraction, EF)。将图像原始数据拷贝至 ECHOPAC 进行脱机分析软件, 使用 Q-analysis 下的 2D-strain 功能进行应变分析。首先对心尖四腔、两腔、三腔心切面的左心室轮廓进行描记, 适当调整 ROI 宽度, 使其刚好覆盖左心室心肌全层, 软件根据 3 个切面的动态跟踪自动计算左心室整体长轴径向应变(global longitudinal strain, GLS)^[6]。取连续 3 个心动周期平均值进行统计分析。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 21.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本 t 检验, 组内比较采用配对样本 t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2 组患者年龄和性别差异均无统计学意义($t=0.496, P=0.672; \chi^2=35.421, P=0.317$)。

2.1 左心结构 2 组左心内径及室壁厚度术前、术后差异均无统计学意义 (P 均 >0.05), 左心内径及室壁厚度手术前后也未发生显著变化 ($P>0.05$), 见表 1。

2.2 左心室舒张功能 2 组左心舒张功能各指标术前、术后差异均无统计学意义 (P 均 >0.05)。MIRI 组术后 E 峰较术前显著降低 ($P=0.032$), 术后 E/A 显著低于术前 ($P=0.021$), 术后二尖瓣瓣环舒张早期运动速度 e 显著低于术前 ($P=0.018$), 术后 E/e 高于术前 ($P=0.047$), 见表 2。对照组左心舒张功能各指标手术前后未发生显著变化 ($P>0.05$)。

2.3 左心室收缩功能及应变 2 组 EF 及 GLS 术前、术后差异均无统计学意义 (P 均 >0.05)。MIRI 组

EF 术前、术后无明显变化, 但术后 GLS 降低 13.00%, 显著低于术前 ($P=0.022$)。对照组术后 EF 及 GLS 均显著高于术前 ($P=0.003, 0.022$), EF 升高 10.40%, GLS 升高 11.20%。见表 3、图 1、2。

3 讨论

作为治疗急性心肌梗死的一线手段, PCI 能够迅速开通阻塞的冠状动脉, 改善心肌缺血和心脏功能^[1], 但再灌注过程中部分患者可能出现严重 MIRI, 导致心肌损伤程度高于血管开通前, 使心脏功能进一步减低, 临床表现为再灌注后严重心律失常、无复流和慢复流、严重胸痛及 ST 段反常抬高等^[7]。超声心动图在评价 PCI 前后心肌梗死患者心脏结构和功能变化方面

表 1 心肌梗死患者 PCI 前后左心内径及心肌厚度 ($\bar{x} \pm s$)

分组	LVEDD (mm)		LVESD (mm)		LAD (mm)	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
MIRI 组	49.62±3.32	48.80±4.72	32.92±4.87	32.73±3.61	35.72±4.34	35.90±4.01
对照组	50.33±5.00	50.42±4.11	33.90±6.03	32.67±4.19	37.03±3.98	36.41±4.76
t 值	0.32	0.64	0.40	0.18	0.65	0.50
P 值	0.75	0.53	0.70	0.87	0.52	0.63
MIRI 组术前、术后 t/P 值	0.92/0.37		0.25/0.80		-0.19/0.85	
对照组内术前、术后 t/P 值	-0.15/0.89		1.34/0.21		0.74/0.47	

分组	IVSd (mm)		LVPWd (mm)	
	术前	术后	术前	术后
MIRI 组	9.56±1.01	9.44±1.04	10.12±0.90	10.41±0.84
对照组	10.05±1.33	10.31±1.70	10.89±1.83	10.52±1.92
t 值	0.89	1.19	1.06	0.09
P 值	0.38	0.25	0.30	0.93
MIRI 组术前、术后 t/P 值	0.27/0.79		-0.73/0.48	
对照组内术前、术后 t/P 值	-0.30/0.77		0.68/0.51	

表 2 心肌梗死患者 PCI 前后左心室舒张功能 ($\bar{x} \pm s$)

分组	E (cm/s)		A (cm/s)		E/A	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
MIRI 组	82.02±24.53	67.22±24.31	74.28±21.22	83.44±9.60	1.21±0.33	0.79±0.32
对照组	77.72±16.32	76.67±12.20	78.28±27.83	79.82±27.88	1.08±0.30	1.02±0.31
t 值	-0.45	1.08	0.33	-0.06	-0.60	0.94
P 值	0.66	0.29	0.75	0.95	0.56	0.36
MIRI 组术前、术后 t/P 值	2.49/0.03		-1.12/0.28		2.58/0.02	
对照组内术前、术后 t/P 值	0.25/0.81		-0.48/0.64		0.45/0.66	

分组	e (cm/s)		E/e	
	术前	术后	术前	术后
MIRI 组	7.28±1.20	6.30±1.34	11.03±4.37	11.59±4.70
对照组	7.04±1.83	6.79±2.11	11.73±4.20	12.27±4.24
t 值	-0.37	1.39	0.31	0.763
P 值	0.72	0.18	0.77	0.46
MIRI 组术前、术后 t/P 值	2.62/0.02		-2.16/0.05	
对照组内术前、术后 t/P 值	0.30/0.767		-0.68/0.51	

表 3 心肌梗死患者 PCI 前后左心室 EF 及 GLS($\bar{x} \pm s$)

分组	EF(%)		Δ EF(%)	% Δ EF(%)	GLS(%)		Δ GLS(%)	% Δ GLS(%)
	术前	术后			术前	术后		
MIRI 组	51.41 \pm 14.44	50.42 \pm 15.28	-1.00 \pm 1.12	-2.23 \pm 2.38	-13.34 \pm 4.02	-11.60 \pm 4.23	1.77 \pm 0.89	-13.01 \pm 7.80
对照组	49.09 \pm 15.23	53.34 \pm 13.11	4.04 \pm 1.12	10.42 \pm 2.88	-12.03 \pm 5.61	-13.43 \pm 6.12	-1.17 \pm 0.50	11.23 \pm 4.51
t 值	-0.35	0.44	2.99	2.99	-0.50	0.64	-3.22	2.92
P 值	0.73	0.67	0.01	0.01	0.62	0.53	0.01	0.01
MIRI 组术前、术后 t/P 值	0.84/0.44		-		2.62/0.02		-	
对照组内术前、术后 t/P 值	-3.46/0.00		-		-2.32/0.03		-	



图 1 心肌梗死患者男, 48 岁, MIRI 组 A. PCI 术前 GLS 为 -14.1%; B. PCI 术后发生 MIRI, GLS 为 -13.0% 图 2 心肌梗死患者男, 51 岁, 对照组 A. PCI 术前 GLS 为 -14.8%; B. PCI 术后未发生 MIRI, GLS 为 -18.2%

具有重要作用^[8], 近年发展起来的斑点追踪 (speckle tracking) 技术更能敏感反映缺血心肌的范围及功能^[9]。目前对于 PCI 术后 MIRI 超声心动图特征及血流动力学机制鲜有报道。

既往针对 PCI 术的超声心动图研究^[9-10]通常并不区分患者是否发生 MIRI, 然而 MIRI 患者的心肌在再灌注过程中受到进一步损伤, 程度甚于梗阻本身, 故其心脏结构和功能变化应具有不同特点, 应当区分评价。另外, 既往研究多集中在术后 1 周至 3 个月, 而 PCI 术后 MIRI 通常发生于血管开通后即刻至 2 h 内^[11-12]。

本研究根据心肌梗死患者 PCI 术后 2 h 内是否发

生 MIRI 进行分组观察, 发现尽管 MIRI 组与对照组左心内径及室壁厚度差异无统计学意义, 但其舒张功能和收缩功能变化明显不同: MIRI 组术后 E 峰、E/A、e 值均减低, 且 E/e 升高, 表明其舒张功能较术前减低, 而对照组的各舒张功能指标均无明显变化。MIRI 组术后 EF 未得到明显改善, 但 GLS 明显降低, 而对照组 EF 分数和 GLS 均明显升高。整体来看, MIRI 组可能由于心肌受到再灌注损伤, 心肌细胞舒缩能力较术前降低 (形变减小), 左心室僵硬提高, 左心房压升高, 表现为二尖瓣舒张早期血流受限及瓣环运动速度减低, 但二者比值升高。MIRI 组 GLS 降低, 但 EF 未明显减低, 其原因一方面可能在于双平面 EF 的敏感度欠佳, 仅在差异达到 10% 左右^[13] 时方能检出变化, 而 MIRI 组 EF 降低幅度较小; 另一方面则可能与本研究中未检测环向及

径向应变等其他应变指标、未能全面反映 PCI 术后 MIRI 组心脏运动模式变化有关, 如其可能通过环向应变代偿升高, 使左心室在 GLS 降低情况下保持 EF 不变。对于 MIRI 患者, GLS 能够检出 EF 未能显示的心肌再灌注损伤程度, 联合常规超声舒张功能评价, 能够为 PCI 术后 MIRI 提供准确、有效的诊断信息, 有利于临床及时干预和随访。

本研究的局限性: 未对 MIRI 患者进行长期随访, 无法明确其心脏功能远期变化; 样本量小, 需经大样本研究进一步验证; 未能检测除 GLS 外的环向应变、径

向应变和扭转等指标,不能全面明确术后心脏运动模式变化。

总之,PCI 术后 MIRI 超声表现为左心舒张功能及 GLS 较术前减低;联合常规超声心动图及 2D-STE 能够准确、有效地进行评价。

[参考文献]

[1] GRINES C L, HARJAI K J, SCHREIBER T L. Percutaneous coronary intervention: 2015 in Review [J]. J Interv Cardiol, 2016, 29(1):11-26.

[2] DAVIDSON S M, FERDINANDY P, ANDREADOU I, et al. Multitarget strategies to reduce myocardial ischemia/reperfusion injury: JACC review topic of the week [J]. J Am Coll Cardiol, 2019, 73(1):89-99.

[3] HEUSCH G, GERSH B J. The pathophysiology of acute myocardial infarction and strategies of protection beyond reperfusion: A continual challenge [J]. Eur Heart J, 2017, 38(11): 774-784.

[4] 王紫监,张立民,赵自刚,等.心肌缺血再灌注损伤研究进展 [J]. 中国老年学杂志,2018,38(6):1532-1536.

[5] MITCHELL C, RAHKO P S, BLAUWET L A, et al. Guidelines for performing a comprehensive transthoracic echocardiographic examination in adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2019, 32(1):1-64.

[6] MORA V, ROLDAN I, ROMERO E, et al. Comprehensive assessment of left ventricular myocardial function by two-

dimensional speckle-tracking echocardiography [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2018, 16(1):16.

[7] IBANEZ B, HEUSCH G, OVIZE M, et al. Evolving therapies for myocardial ischemia/reperfusion injury [J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 65(14):1454-1471.

[8] 刘爽,马春燕,李阳,等.左心室整体纵向应变预测急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术后左心室重构 [J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(3):363-366.

[9] LIU Y J, LENG X P, DU G Q, et al. Two-dimensional longitudinal strains and torsion analysis to assess the protective effects of ischemic postconditioning on myocardial function: A speckle tracking echocardiography study in rabbits [J]. Ultrasonics, 2015(56):344-353.

[10] 姜中慧,李克婷,田家玮,等.斑点追踪成像多层分析技术评价兔心肌缺血药物后适应模型左心室纵向心肌功能变化 [J]. 中华超声影像学杂志,2017,26(1):65-70.

[11] SUN Y, WANG Y, YANG H, et al. Interleukin 8 targeted contrast echocardiography is effective to evaluate myocardial ischemia-reperfusion injury in the rabbits [J]. Biomed Pharmacother, 2019(109):1346-1350.

[12] 张俊莹.斑点追踪技术对评价急性心梗患者 PCI 术后左室功能恢复的临床应用价值 [J]. 航空航天医学杂志,2016, 27(5): 581-582.

[13] PLANA J C, GALDERISI M, BARAC A, et al. Expert consensus for multimodality imaging evaluation of adult patients during and after cancer therapy: A report from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2014, 27(9):911-939.

《中国医学影像技术》被数据库收录情况

《中国医学影像技术》杂志是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊,被以下数据库收录:

- 百种中国杰出学术期刊(2010、2011 年)
- 中国精品科技期刊
- 《中文核心期刊要目总览》收录期刊
- 中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)
- 中国科学引文数据库核心期刊
- WHO《西太平洋地区医学索引》(WPRIM)来源期刊
- 荷兰《医学文摘》收录源期刊
- 英国《科学文摘》收录源期刊
- 俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊
- 《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊