



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2026.02.015

<http://www.lenkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2026.02.015>

· 论著 ·

# 实时三维超声心动图联合血浆循环游离 DNA 对冠心病广泛前壁急性 ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗术后左心重构的评估价值

黄实 陈红兵 刘芳

**[摘要]** **目的** 研究实时三维超声心动图(RT-3DE)联合血浆循环游离 DNA(cfDNA)对冠心病广泛前壁急性 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后左心重构的评估价值。**方法** 将 76 例接受 PCI 治疗的广泛前壁 STEMI 患者于 PCI 术前、术后 1 个月均行 RT-3DE 影像学检查及血浆 cfDNA 检测(荧光定量检测法);根据术后 1 个月的心脏磁共振(CMR)结果将其分为左心重构组(18 例)与无左心重构组(58 例),比较两组临床资料。采用多因素 logistic 回归分析评估术后 3 天的 RT-3DE 参数及血浆 cfDNA 对左心重构的影响;采用受试者工作特征曲线(ROC)评价 RT-3DE 参数联合血浆 cfDNA 对患者术后左心重构的预测效能。**结果** 患者术后 1 个月的左心重构(LVRI)指数、二尖瓣舒张早期峰值流速/二尖瓣环室间隔处舒张早期运动峰值流速( $E/e'$ )、射血时间(ET)均低于术前及术后 3 天,左心室射血分数(LVEF)均高于术前及术后 3 天;患者术后 1 个月的三维应变峰值(GLPS-CSmax)、径向应变峰值(GLPS-RSmax)、主动脉瓣口血流速度(AV)、心脏每分钟排血量(CO)及每搏输出量(SV)均高于术前及术后 3 天;患者术后 1 个月的血浆 cfDNA 均低于术前及术后 3 天( $P < 0.05$ )。左心重构组患者术后 3 天 LVRI 指数、ET 及血浆 cfDNA 均高于无左心重构组,LVEF、GLPS-CSmax、GLPS-RSmax、AV、SV 均低于无左心重构组( $P < 0.05$ );多因素 logistic 回归分析结果显示 LVRI 指数、GLPS-CSmax 及血浆 cfDNA 均是 STEMI 患者 PCI 术后左心重构的独立影响因素( $P < 0.05$ );ROC 曲线分析结果显示,LVRI 指数、GLPS-CSmax、血浆 cfDNA 及三者联合对 STEMI 患者 PCI 术后左心重构的预测效能均较高,曲线下面积(AUC)分别为 0.726、0.709、0.770、0.899,其中三者联合预测效能最高( $P < 0.05$ )。**结论** RT-3DE 联合血浆 cfDNA 用于冠心病 STEMI 患者 PCI 术后有助于预测术后左心重构情况。

**[关键词]** 急性 ST 段抬高型心肌梗死; 实时三维心脏超声心动图; 循环游离 DNA; 经皮冠状动脉介入术; 左心重构

[中图分类号] R540.45

[文献标识码] A

作者单位:430010 武汉,长江航运总医院超声科(黄实、陈红兵);黄冈市中心医院康复科(刘芳)

通讯作者:刘芳,E-mail:89046404@qq.com

- [13] Liu Q, Liu C, Dong Y, et al. Circ\_NNT suppresses the apoptosis and inflammation in glucose-induced human retinal pigment epithelium by regulating miR-320b/TIMP3 axis in diabetic retinopathy[J]. Clin Immunol, 2022, 238(1):1-11.
- [14] Choi WH, Ahn J, Um MY, et al. Circulating microRNA expression profiling in young obese Korean women[J]. Nutr Res Pract, 2020, 14(4):412-422.
- [15] Aas V, Øvstebø R, Brusletto BS, et al. Distinct microRNA and protein profiles of extracellular vesicles secreted from myotubes from morbidly obese donors with type 2 diabetes in response to electrical pulse stimulation[J]. Front Physiol, 2023, 14(1):1-19.
- [16] Wu X, Wang W, Fan S, et al. U-shaped association between serum IGF2BP3 and T2DM: A cross-sectional study in Chinese population[J]. J Diabetes, 2023, 15(4):349-361.
- [17] Hong EH, Yeom H, Yu HS, et al. Genome-wide association study of the response of patients with diabetic macular edema to intravitreal Anti-VEGF injection[J]. Sci Rep, 2022, 12(1):1-9.

- [18] Tian Y, Cheng W, Wang H, et al. Ascorbic acid protects retinal pigment epithelial cells from high glucose by inhibiting the NF- $\kappa$ B signal pathway through MALAT1/IGF2BP3 axis[J]. Diabet Med, 2023, 40(5):1-9.
- [19] Yuan D, Li H, Dai W, et al. IGF2BP3-stabilized CAMK1 regulates the mitochondrial dynamics of renal tubule to alleviate diabetic nephropathy[J]. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis, 2024, 1870(3):1-12.
- [20] Wu J, Li X, Nie H, et al. Phytic acid promotes high glucose-mediated bone marrow mesenchymal stem cells osteogenesis via modulating circEIF4B that sponges miR-186-5p and complexes with IGF2BP3[J]. Biochem Pharmacol, 2024, 222(1):1-10.
- [21] Huang X, He W, Fan S, et al. IGF2BP3-mediated enhanced stability of MYLK represses MSC adipogenesis and alleviates obesity and insulin resistance in HFD mice[J]. Cell Mol Life Sci, 2024, 81(1):1-7.

(收稿日期:2024-12-12)

(本文编辑:高婷)

急性 ST 段抬高型心肌梗死 (STEMI) 属于冠心病常见类型,其发病率逐年升高且呈现日趋年轻化,经皮冠状动脉介入 (PCI) 进行治疗可通过减少梗死面积,一定程度达到改善患者心功能的疗效<sup>[1-2]</sup>。而心肌损伤程度与 STEMI 患者 PCI 手术预后存在紧密联系,及时、准确对患者术后心肌恢复情况进行评估,有助于临床尽早进行针对性康复干预,改善预后<sup>[3]</sup>。心脏磁共振 (CMR) 是评估心功能情况的金标准,但其扫描时间较长,图像质量易受患者屏气情况影响,且费用较高,临床应用受限,而实时三维超声心动图 (RT-3DE) 将三维空间定位技术和传统超声技术相结合,较二维超声更准确、更快速,较 CMR 更简便,在检测 STEMI 患者的心脏重构方面具有较大应用价值<sup>[4-5]</sup>。除影像学诊断外,生物标志物在心血管疾病检查中的应用也较为广泛,常规检测指标包括肌钙蛋白、利钠肽、半乳糖凝集素-3 等,这些指标在心肌梗死急性发病期的诊治中有一定指导价值,但在预测患者预后方面的效能不足,而细胞循环游离 DNA (cfDNA) 比肌钙蛋白等指标更灵敏、达峰时间更短,有可能成为一个新型 STEMI 心肌损伤情况及预后监测的血清学指标<sup>[6]</sup>。基于此,本文旨在研究 RT-3DE 联合血浆 cfDNA 用于监测 STEMI 患者 PCI 术后左心重构的价值。

## 对象与方法

1. 对象:采用便利抽样法选取 2022 年 10 月 ~ 2024 年 10 月于长江航运总医院行 PCI 的广泛前壁 STEMI 患者 76 例,其中男 41 例、女 35 例;年龄 36 ~ 78 岁,平均年龄 (57.82 ± 10.06) 岁;BMI 21 ~ 26 kg/m<sup>2</sup>,平均 BMI (23.56 ± 1.73) kg/m<sup>2</sup>;合并高血压 39 例,糖尿病 11 例,高脂血症 15 例。纳入标准:(1)符合广泛前壁 STEMI 诊断标准<sup>[7]</sup>且发病至入院不超过 24 h;(2)符合相关指南<sup>[8]</sup>中 PCI 的手术指征;(3)均于术前行 RT-3DE 检查,且均于术后 3 天、术后 1 个月行 CMR 及 RT-3DE 检查。排除标准:(1)伴有其他严重循环、呼吸系统疾病;(2)合并恶性肿瘤或严重肝肾功能不全;(3)伴有全身感染性疾病;(4)治疗过程中不配合或研究中途退出。本研究已获得医院伦理审批。所有患者均知情同意。

## 2. 方法

(1) 治疗方法:入组患者均由同一手术团队进行 PCI 手术,术后采用相同规格的血管活性药物、抗感染药物、利尿剂进行治疗。

(2) 检测方法:①RT-3DE 检查:于术前及术后 3 天、1 个月采用多普勒超声诊断仪,患者取左卧位,依次采集左心室长轴切面、二尖瓣水平面、心尖短轴横切面、

心尖四腔、两腔及三腔心切面等不同部位的 3 个心动周期图像。所得影像学图像均由 2 名专业影像学诊断医师采取双盲法阅片并进行图像处理,获取心脏解剖结构、心血流动力学、心功能指标等参数,然后对其分析。测量得到的参数取其均值。②CMR 检查:于术后 3 天、1 个月使用 3.0T 磁共振扫描仪,嘱患者浅呼气状态下屏气扫描,先行心电门控快速梯度回波冠状面扫描,然后行常规自旋回波序列扫描,最后在左心室长轴像定位,从心底至心尖逐层扫描,总扫描时间约 5 min。采用 Philips 3.0T 后处理工作站 (MedisSuite2.1.1.2.2) 及软件分析图像,获取心肌梗死面积、左心室收缩期末容积等数据。左心重构标准<sup>[9-10]</sup>:患者左心室收缩期末容积较基础状态增加 > 15%。根据术后 1 个月情况将患者分为左心重构组 (18 例) 和无左心重构组 (58 例)。③实验室检查:入组患者均于术前及术后 3 天、1 个月采集空腹外周静脉血 5 ml,抗凝保存,采用 Quanti-iTPicoGreen dsDNA 试剂盒通过荧光定量法检测血浆 cfDNA 水平。

(3) 观察指标:①一般临床资料:包括性别、年龄、BMI、基础疾病、梗死发作-冠脉开通的时间及心肌梗死面积。②RT-3DE 心脏结构重构指标:诊断仪自动采集选定四腔心切面、以及心尖部各个左室内膜取样点后,软件自动描绘出动态三维心内膜轮廓,QLab 软件自动输出相关指标:左心重构 (LVRI)<sup>[10]</sup> 指数 = (左心室质量/左心室舒张末期容积) 及左室射血分数 (LVEF)。③RT-3DE 心脏电重构指标:通过超声诊断仪中的脉冲组织成像模式,采集二三尖瓣环脉冲多普勒频谱,得到射血时间 (ET),同时获取二尖瓣舒张早期峰值流速 (E) 及二尖瓣环室间隔处舒张早期运动峰值流速 (e'), 计算 E/e'。④RT-3DE 心肌形变情况:QLab 工作站 3D advance 软件脱机分析获取左心室四腔、两腔及短轴各部分心肌三维图像,得到应变参数:左心室心肌整体三维应变峰值 (GLPS-CSmax)、径向应变峰值 (GLPS-RSmax)。⑤RT-3DE 血流动力学指标:仪器自动选定二腔心切面的二尖瓣环水平取样点,进行序列分析,计算获得主动脉瓣口血流速度 (AV)、心脏每分排血量 (CO)、每博输出量 (SV)。⑥血浆 cfDNA:对比分析 PCI 手术左心重构组与非左心重构组患者的血浆 cfDNA 水平。

3. 统计学方法:采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,多组间比较采用方差分析,组间两两比较采用 LSD-t 检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;采用多因素 logistic 回归分析评估术后 3 天的 RT-3DE 各参数、血浆 cfDNA 对左心重构的影响;采用受试者工

作特征(ROC)曲线评估 RT-3DE 参数联合血浆 cfDNA 对患者术后左心重构的预测效能。以  $P < 0.05$  提示差异有统计学意义。

### 结 果

1. 患者术前及术后心功能各相关指标比较:患者术后 1 个月的 LVRI 指数、ET、E/e' 均低于术前及术后 3 天, LVEF 均高于术前及术后 3 天( $P < 0.05$ );患者术前与术后 3 天间的 LVRI 指数, LVEF、ET、E/e' 比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 患者术前及术后心功能各相关指标比较( $\bar{x} \pm s, n = 76$ )

组别	LVRI 指数	LVEF (%)	ET (m/s)	E/e'
术前	1.85 ± 0.36	56.45 ± 3.36	64.05 ± 3.64	7.95 ± 2.00
术后 3 天	1.73 ± 0.33	57.38 ± 3.49	64.21 ± 3.39	6.82 ± 2.09
术后 1 个月	1.56 ± 0.26 <sup>ab</sup>	61.29 ± 5.38 <sup>ab</sup>	62.39 ± 3.02 <sup>ab</sup>	5.45 ± 1.43 <sup>ab</sup>
F 值	15.816	28.694	6.658	13.546
P 值	<0.001	<0.001	0.002	<0.001

注:与术前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与术后 3 天比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

2. 患者术前及术后心肌形变情况比较:患者术后 1 个月 GLPS-CSmax、GLPS-RSmax 均高于术前及术后 3 天( $P < 0.05$ );患者术前与术后 3 天间的 GLPS-CSmax、GLPS-RSmax 对比差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 2。

表 2 患者术前及术后心肌形变情况比较( $\bar{x} \pm s, n = 76$ )

组别	GLPS-CSmax (%)	GLPS-RSmax (%)
术前	11.28 ± 3.39	17.05 ± 5.18
术后 3 天	14.83 ± 3.21	20.16 ± 5.03
术后 1 个月	17.61 ± 3.13 <sup>ab</sup>	25.79 ± 4.99 <sup>ab</sup>
F 值	62.440	58.088
P 值	<0.001	<0.001

注:与术前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与术后 3 天比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

3. 患者术前及术后心血流动力学指标及血浆 cfDNA 水平比较:患者术后 1 个月的 AV、CO、SV 均高于术前及术后 3 天,血浆 cfDNA 均低于术前及术后 3 天

( $P < 0.05$ );患者术前与术后 3 天间的 AV、CO、SV 及血浆 cfDNA 对比差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 3。

表 3 患者术前及术后心血流动力学指标及血浆 cfDNA 水平比较( $\bar{x} \pm s, n = 76$ )

组别	AV (m/s)	CO (L/min)	SV (ml)	cfDNA (ng/L)
术前	1.30 ± 0.18	5.39 ± 1.06	65.26 ± 17.67	4.59 ± 1.14
术后 3 天	1.36 ± 0.25	5.74 ± 1.15	76.67 ± 16.64	4.33 ± 1.05
术后 1 个月	1.43 ± 0.13 <sup>ab</sup>	6.18 ± 1.21 <sup>ab</sup>	82.43 ± 15.32 <sup>ab</sup>	3.24 ± 0.82 <sup>ab</sup>
F 值	8.406	8.897	9.987	37.045
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:与术前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与术后 3 天比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$

4. STEMI 患者 PCI 术后 3 天左心重构单因素及多因素 logistic 回归分析:两组性别、年龄、BMI、基础疾病、E/e' 值、CO 比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),左心重构组患者梗死发作-冠脉开通的时间、心肌梗死面积、LVRI 指数、ET 及血浆 cfDNA 水平均高于无左心重构组, LVEF、GLPS-CSmax、GLPS-RSmax、AV、SV 均低于无左心重构组( $P < 0.05$ ),见表 4。将单因素分析中存在统计学意义的 RT-3DE 参数作为自变量,纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示 LVRI 指数、GLPS-CSmax 及血浆 cfDNA 均是 STEMI 患者 PCI 术后左心重构的独立影响因素( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 5 STEMI 患者 PCI 术后 3 天左心重构的多因素 logistic 回归分析

因素	$\beta$ 值	S. E.	Wald $\chi^2$	OR 值	95% CI	P 值
梗死发作-冠脉开通时间	0.457	0.284	2.589	1.579	0.905 ~ 2.756	0.108
心肌梗死面积	0.642	0.357	3.234	1.900	0.944 ~ 3.826	0.073
LVRI 指数	0.734	0.308	5.679	2.083	1.139 ~ 3.810	0.018
GLPS-CSmax	0.825	0.372	4.918	2.282	1.101 ~ 4.731	0.027
cfDNA	0.957	0.396	5.840	2.604	1.198 ~ 5.659	0.016

5. RT-3DE 参数联合血浆 cfDNA 对患者术后左心重构的预测效能:LVRI 指数、GLPS-CSmax、血浆 cfDNA 及三者联合对 STEMI 患者 PCI 术后左心重构的预测

表 4 STEMI 患者 PCI 术后 3 天左心重构的单因素分析( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 (岁)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	基础疾病[例, (%)]			梗死发作-冠脉开通的时间(h)	心肌梗死面积 (%)	LVRI 指数
					高血压	糖尿病	高脂血症			
左心重构组	18	11/7	57.63 ± 9.15	23.71 ± 1.26	12(66.67)	4(22.22)	6(33.33)	7.09 ± 1.91	24.34 ± 5.78	1.77 ± 0.11
无左心重构组	58	30/28	56.98 ± 8.52	23.53 ± 1.37	27(46.55)	7(12.07)	9(15.52)	5.76 ± 1.54	19.86 ± 4.25	1.61 ± 0.18
$\chi^2/t$ 值		0.487	0.278	0.495	2.225	1.144	2.752	3.020	3.574	3.561
P 值		0.485	0.782	0.622	0.136	0.285	0.097	0.003	0.001	<0.001
组别	例数	LVEF (%)	ET (m/s)	E/e'	GLPS-CSmax (%)	GLPS-RSmax (%)	AV (m/s)	CO (L/min)	SV (ml)	cfDNA (ng/L)
左心重构组	18	56.84 ± 2.03	65.69 ± 1.14	7.59 ± 1.25	14.07 ± 1.15	18.84 ± 2.17	1.27 ± 0.13	5.51 ± 0.75	74.02 ± 10.53	4.94 ± 0.43
无左心重构组	58	58.22 ± 2.05	64.78 ± 1.46	6.77 ± 1.68	15.73 ± 2.19	21.01 ± 3.52	1.33 ± 0.09	5.86 ± 0.95	78.73 ± 7.46	4.16 ± 0.88
$\chi^2/t$ 值		2.501	2.421	1.910	3.077	2.467	2.210	1.429	2.112	3.617
P 值		0.015	0.018	0.060	0.003	0.016	0.030	0.157	0.038	0.001

效能均较高,曲线下面积(AUC)分别为 0.726、0.709、0.770、0.899,其中三者联合预测效能最高( $P < 0.05$ )。见表 6、图 1。

表 6 RT-3DE 参数及血浆 cfDNA 对患者术后左心重构预测价值的 ROC 曲线分析结果

指标	最佳截断值	AUC	95% CI	P 值	约登指数	敏感度(%)	特异度(%)
LVRI 指数	1.73 g/L	0.726	0.613 ~ 0.838	<0.001	0.441	88.89	55.17
GLPS-CSmax	14.86 pg/ml	0.709	0.588 ~ 0.829	<0.001	0.475	88.89	58.62
cfDNA	4.89 ng/L	0.770	0.652 ~ 0.887	<0.001	0.531	94.44	58.62
三者联合	-	0.899	0.829 ~ 0.970	<0.001	0.682	88.89	79.31

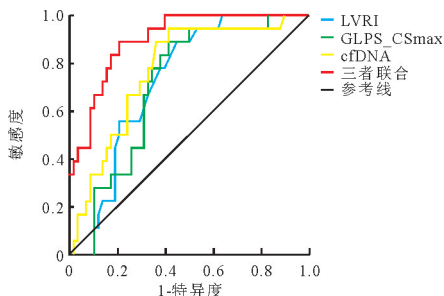


图 1 RT-3DE 参数及血浆 cfDNA 对患者术后左心重构评估的 ROC 曲线

### 讨论

PCI 是 STEMI 患者早期最佳治疗手段,能及时恢复患者冠脉血流,增加心肌再灌注量,挽救濒死心肌细胞,缩小梗死面积,从而改善心功能,但术中支架植入、血管内皮损伤等侵入性操作会诱发机体炎症、应激反应,造成心肌受损,发生心脏重构,影响 PCI 疗效,增加术后心血管不良事件风险<sup>[11]</sup>。因此,对 STEMI 患者 PCI 术前及术后的心肌损伤情况进行的准确评估对患者病情监测、确定诊治方案及预后判断均有重大意义。

目前临床进行心脏功能的检测多采用 CMR、X 线等影像学技术,但其存在价格贵、辐射重、重复性差等弊端<sup>[12]</sup>。因而操作便捷无辐射的超声心动图成为临床心脏检查常用手段。其中 RT-3DE 因其实时、准确、立体显示心腔形态和心功能运作等优点,成为临床心脏检查首选<sup>[13]</sup>。有研究结论证实,将二维、RT-3DE 与 CMRI 等三者测量的左心室容积和射血分数进行比较,RT-3DE 所测得的相关性最高<sup>[14]</sup>。本研究结果表明,患者术后 1 个月的 RT-3DE 参数 LVRI 指数、ET、E/e' 均低于术前及术后 3 天, LVEF、GLPS-CSmax、GLPS-RSmax、AV、CO、SV 均高于术前及术后 3 天,说明经 PCI 治疗后 STEMI 患者心功能得到有效改善,RT-3DE 参数可反映 STEMI 患者术后心功能改善情

况。这与马端兰等<sup>[15]</sup>研究结论类似,其认为 RT-3DE 对左室容积进行测定,其结果明显优于 2DE,且 RT-3DE 通过多方位快速扫描形成“金字塔”形图像数据库,完成三维的心脏结构图像动态显示,较为直观且准确地呈现了心脏局部和整体心肌变化,能为诊断及治疗方案提供依据<sup>[16]</sup>。AV、CO 及 SV 是冠心病患者血流动力学监测重要指标,冠状动脉闭塞时心肌血流灌注减慢,AV、CO 及 SV 降低,而经介入治疗后患者心功能改善,心肌灌注增加,这有助于恢复循环系统的血流动力学<sup>[17]</sup>。本研究发现,与术前比较,患者 AV、CO 及 SV 均升高,说明 RT-3DE 相关参数还可定量反映 STEMI 患者 PCI 术后血流动力学。李鹏飞等<sup>[18]</sup>研究表明,RT-3DE 能够突破二维超声的限制,准确测量各形态的左室容积。因此,临床可通过 RT-3DE 无创、快速评价患者 AV、CO 及 SV。

cfDNA 来源于循环系统,是细胞凋亡、坏死过程中产生的附加物,近年研究报道,当机体发生心肌损伤后,心肌细胞广泛凋亡、坏死,体内的血浆 cfDNA 浓度会显著升高<sup>[19]</sup>。本研究显示,患者术后 1 个月的血浆 cfDNA 水平均低于术前及术后 3 天,说明血浆 cfDNA 与 STEMI 患者 PCI 术后心功能恢复有关,提示临床监测血浆 cfDNA 有助于评估 STEMI 患者的预后。考虑原因可能在于,血浆 cfDNA 水平升高与 STEMI 术后患者左心重构过程中的炎症、血管功能异常等关键过程有关,cfDNA 可通过激活 Toll 样受体模式识别受体而引发炎症反应,其也能与组蛋白结合形成复合物而进一步诱使血栓形成<sup>[20]</sup>。也有研究表明,STEMI 患者血浆 cfDNA 水平与患者心肌细胞受损情况存在紧密联系,STEMI 发生时,由于心肌缺血时间较长,使得心肌细胞坏死,导致循环系统释放出大量 cfDNA<sup>[21]</sup>。因此,监测 STEMI 患者 PCI 术前及术后的血浆 cfDNA 变化有助于临床早期评估患者预后情况。

本研究应用单因素及多因素 logistic 回归分析评估 STEMI 患者 PCI 术后左心重构的独立影响因素,结果显示,术后 3 天的 LVRI 指数、GLPS-CSmax、血浆 cfDNA 为 STEMI 患者 PCI 术后左心重构的影响因素;ROC 曲线结果显示:RT-3DE 影像学检查联合生物标志物对心血管病变修复后心功能减低程度更加敏感,在评估左心重构方面具备较高的价值。相关研究指出,心肌梗死患者 PCI 术后由于手术创伤应激、炎症反应、血管内皮功能受损等因素导致心室腔顺应性降低,出现心脏重构现象,心脏扩大,左心室收缩协调性改变及节段性室壁运动异常,因此 LVRI 指数、GLPS-CSmax 发生显著变化<sup>[22]</sup>。GLPS-CSmax 是通过三维超声技术量化的左心室整体收缩期圆周向应变的最大能力,该

参数反映了左心室心肌在心动周期中的三维运动轨迹,比传统 LVEF 敏感,可在心血管病变早期发现左心室收缩功能减退情况,且其降低程度与心肌受损范围、病情严重程度均呈正相关,可作为病情及预后评估的重要指标<sup>[23]</sup>。还有研究指出,GLPS-CSmax 不受心脏几何形态假设影响,能弥补组织多普勒成像及 M 型超声检查的节段局限,可客观评价 STEMI 患者左心室结构功能变化及室壁同步性<sup>[24]</sup>。另外,研究报道 cfDNA 水平在 STEMI 患者中显著升高,该指标变化与梗死面积和患者 LVRI 指数密切相关<sup>[25]</sup>。因此,对 STEMI 患者术后尽早进行 RT-3DE 检查及血浆 cfDNA 检测有助于评估患者预后,指导临床进行术后干预。

综上所述,RT-3DE 定量参数 LVRI 指数、GLPS-CSmax 联合血浆 cfDNA 能够准确反映 STEMI 患者 PCI 术后左心重构情况。本研究仍存在一定不足之处,其源于患者来自单一医疗机构,样本量较少,临床跟踪时间不长,这可能对结果准确性、稳定性产生一定影响。此外,尽管本研究在多因素分析时控制了部分混杂因素,但仍可能存在未被识别或未被控制的混杂因素,影响结果的准确性。因此未来还需扩大样本量、开展多中心研究、长时间临床跟踪并尝试构建临床预测模型,进一步为 STEMI 患者 PCI 术后左心重构防治提供科学依据。

## 参 考 文 献

- [1] 徐颖,裴淼涵,祁子钊,等. OPT-CAD 评分对行直接 PCI 术后急性心肌梗死患者缺血事件风险的预测研究[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(15): 87-92.
- [2] 刘志华,南京,詹承,等. 行经皮冠状动脉介入治疗的冠状动脉粥样硬化性心脏病患者肾功能与冠状动脉支架再狭窄的关系[J]. 临床内科杂志, 2021, 38(1): 30-33.
- [3] 郑文君,程蓦然,唐莉. 超声心动图联合动态心电图对急性心肌梗死 PCI 术后患者心功能评估价值[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(7): 1291-1294.
- [4] Gao H, Wang K, Wang X, et al. Integration of two-dimensional echocardiography: a novel risk indicator for ST-segment elevation myocardial infarction[J]. ESC Heart Fail, 2024, 11(5): 3312-3321.
- [5] 陈思,陈允安,张洁,等. 多模态影像对 STEMI 患者急诊 PCI 术后 MACE 的预测价值[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2024, 44(11): 1525-1533, 1549.
- [6] Agiannitopoulos K, Samara P, Papadopoulou E, et al. Study on the admission levels of circulating cell-free DNA in patients with acute myocardial infarction using different quantification methods[J]. Scand J Clin Lab Invest, 2020, 80(4): 348-350.
- [7] 中国医师协会急诊医师分会,中华医学会心血管病学分会,中华医学会检验医学分会. 急性冠脉综合征急诊快速诊疗指南[J]. 中华

- 急诊医学杂志, 2016, 25(4): 397-404.
- [8] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组,中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会,中华心血管病杂志编辑委员会. 中国经皮冠状动脉介入治疗指南(2016)[J]. 中华心血管病杂志, 2016, 44(5): 382-400.
- [9] 中华医学会,中华医学杂志社,中华医学会全科医学分会,等. ST 段抬高型心肌梗死基层诊疗指南(2019 年)[J]. 中华全科医师杂志, 2020, 19(12): 1083-1091.
- [10] 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.
- [11] 曹肖楠,李婷,董峥,等. 实时三维超声心动图与门控心肌灌注显像在 PCI 术中评估左心功能的应用价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2022, 21(21): 2342-2345.
- [12] 葛新颖,王丽,魏景兰. 超声心动图参数联合 NT-proBNP 对 STEMI 病人 PCI 术后 MACE 的预测价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(14): 2608-2611.
- [13] 贾善隆,程东升,王丽红. 二维、三维超声心动图在房间隔缺损封堵术中的对比性研究[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(2): 212-215.
- [14] 刘睿涵,刘涛,黄鑫,等. 三维超声心动图和二维斑点追踪成像评估老年急性心肌梗死患者的左心室收缩功能[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(10): 1059-1063.
- [15] 马端兰,马琳琳,张建忠. 实时三维超声心动图评价舒张性心力衰竭患者左房容积及功能的变化及其临床应用价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2020, 19(3): 328-331.
- [16] 赵冬霞,王换方,张朝霞,等. 心脏超声三维空间面积应变参数预测冠心病 PCI 术后左室收缩功能的临床研究[J]. 心血管康复医学杂志, 2023, 32(5): 478-482.
- [17] 马海彦,刘江勇,黄坤,等. 基于临床危险因素及 CT 心肌灌注预测冠心病 PCI 术后血流动力学异常的研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2022, 28(5): 477-483.
- [18] 李鹏飞,赵晓峰. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者淋巴细胞/单核细胞比值与 PCI 术后左心室重构和心血管事件的相关性研究[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(2): 172-175.
- [19] 刘晔,王敬,赵春娟,等. 血清 sST2、cfDNA 预测重症肺炎患儿并发心肌损害的价值[J]. 标记免疫分析与临床, 2023, 30(1): 86-90.
- [20] Cuadrat RRC, Kratzer A, Arnal HG, et al. Cardiovascular disease biomarkers derived from circulating cell-free DNA methylation[J]. NAR Genom Bioinform, 2023, 5(2): lqad061.
- [21] Dash M, Mahajan B, Dar GM, et al. An update on the cell-free DNA-derived methylome as a non-invasive biomarker for coronary artery disease[J]. Int J Biochem Cell Biol, 2024, 169(1): 106555.
- [22] 张英,李青,任珊,等. 泛免疫炎症值与急性心肌梗死患者 PCI 术后左室重构的关系[J]. 贵州医科大学学报, 2024, 49(5): 728-734.
- [23] 裴思雨,苗浩,刘鑫,等. MR 心肌应变对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者急诊 PCI 术后近期发生主要心血管不良事件的预测价值[J]. 中华放射学杂志, 2023, 57(8): 897-903.
- [24] 陈思,陈允安,张洁,等. 多模态影像学术对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 术后左室重构的预测价值[J]. 中国临床研究, 2024, 37(6): 854-860.
- [25] Chu AA, Gao HX, Wu TT, et al. Survival outcomes correlate with the level of cell-free circulating DNA in ST-elevation myocardial infarction[J]. J Res Med Sci, 2024, 29(1): 8.

(收稿日期:2025-03-05)

(本文编辑:李昊阳)