

本文引用: 郭园园, 王雲雲, 李海龙. 三维超声心动图右心室特征对急性左心室下壁心肌梗死患者 PCI 术后心力衰竭的预测价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(2): 149-154. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2024.02.008.

[文章编号] 1007-3949(2024)32-02-0149-06

· 临床研究 ·

三维超声心动图右心室特征对急性左心室下壁心肌梗死患者 PCI 术后心力衰竭的预测价值

郭园园, 王雲雲, 李海龙

潍坊市中医院急诊科, 山东省潍坊市 216000

[摘要] **[目的]** 探究三维超声心动图右心室特征对急性左心室下壁心肌梗死(INFMI)患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)后心力衰竭(HF)的预测价值。**[方法]** 纳入2018年10月—2021年10月261例INFMI患者,根据PCI术后1年随访记录分为心力衰竭组($n=42$)和无心力衰竭组($n=219$)。比较两组临床资料和心动图特征;采用LASSO-Logistic回归筛选术后HF发生的独立影响因素;构建列线图模型并验证。**[结果]** 经筛选,在最优 λ 值处LASSO模型纳入INFMI患者游离壁中间段和整体纵向应变、流入道舒张期末容积和射血分数、体部舒张期末容积和射血分数。术后体部射血分数降低(截断值43.27%)、流入道射血分数降低(截断值51.49%)、整体纵向应变升高(截断值-13.52%)对HF有较高预测价值。联合年龄、Killip分级、N末端脑钠肽前体(NT-proBNP)构建列线图模型区分度较高,一致性指数0.981(95%CI:0.872~0.997),预测值与实际值拟合度较好。**[结论]** INFMI患者右心室整体纵向应变、流入道和体部射血分数联合年龄、Killip分级、NT-proBNP对PCI术后1年HF风险具有较高的预测价值,预测模型可作为临床决策工具使用。

[关键词] 急性心肌梗死; 超声心动图; 经皮冠状动脉介入治疗; 心力衰竭

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Predictive value of right ventricular features on three-dimensional echocardiography for heart failure after PCI in patients with inferior wall myocardial infarction

GUO Yuanyuan, WANG Yunyun, LI Hailong

Emergency Department, Weifang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Weifang, Shandong 216000, China

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the predictive value of right ventricular features on three-dimensional echocardiography for heart failure (HF) after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with inferior wall myocardial infarction (INFMI). **Methods** 261 patients with INFMI from October 2018 to October 2021 were included. Patients were divided into heart failure group ($n=42$) and no heart failure group ($n=219$) based on one-year follow-up records after PCI. Clinical data and echocardiographic characteristics of the two groups were compared. LASSO-Logistic regression was used to screen the independent influencing factors for the occurrence of postoperative HF. A column-line diagram model was constructed and validated. **Results** After screening, the LASSO model at the optimal λ value incorporated free wall mid-segment and global longitudinal strain, inflow tract end-diastolic volume and ejection fraction, and body end-diastolic volume and ejection fraction in INFMI patients. Higher predictive value for HF was found in lower postoperative body ejection fraction (cutoff value 43.27%), lower inflow tract ejection fraction (cutoff value 51.49%), and higher global longitudinal strain (cutoff value -13.52%). Ultrasound indices combined with age, Killip classification, and N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) were used to construct a columnar graphical model. The model was highly discriminative, with a consistency index of 0.981 (95% CI: 0.872 ~ 0.997). The model predicted values fitted well with the actual values. **Conclusion** Right ventricular global longitudinal strain, inflow tract ejection fraction, body ejection fraction, age, Killip classification, and NT-proBNP in patients with INFMI have a high predictive value for the risk of HF one year after PCI. The jointly constructed prediction model can be used as a clinical decision-making tool.

[KEY WORDS] acute myocardial infarction; echocardiography; percutaneous coronary intervention; heart failure

[收稿日期] 2023-05-15

[修回日期] 2023-11-23

[作者简介] 郭园园, 硕士, 主治医师, 研究方向为心血管系统疾病、急危重症抢救, E-mail: qpeftx@126net.com.cn.

经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)是治疗急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)的微创手术,患者不需要全身麻醉,恢复快,预后较好^[1]。临床上,AMI后心力衰竭(heart failure, HF)多为急性左心衰竭,左心室对容量负荷增加的敏感度高于右心室,故普遍强调舒张功能等左心室指标以支持临床决策,右心室逐渐成为“被遗忘的腔室”^[2]。然而左右心室的心肌代谢不同,但动态监测急性左心室下壁心肌梗死(inferior wall myocardial infarction, INFMI)患者右心室心肌收缩功能的研究尚缺。由于右心室几何形态更复杂,已建立的二维超声心动图参数对右心室功能仍存在技术局限性,无法精确评估其心肌收缩形变,因而三维技术对右心室评估尤为重要,不仅能精确构建心室的运动和解剖结构,更能定量测量出各节段及心室整体功能^[3-4]。本研究基于三维超声心动图定量分析 INFMI 患者右心室特征,既可评估右心室功能,又可反映右心室心肌纵向应变,以明确右心室收缩功能的短期变化对 INFMI 患者预后的价值。

1 资料和方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2018 年 10 月—2021 年 10 月于我院行 PCI 术治疗的 INFMI 患者资料。纳入标准:(1)符合典型胸痛症状持续 30 min 以上,心电图下壁导联 II、III、aVF 出现新的 ST 段抬高 ≥ 0.1 mm,心肌坏死标志物超过正常参考值 2 倍以上;(2)首发 AMI 且符合 PCI 手术指征,均于发病 12 h 内接受 PCI 再灌注治疗;(3)术后随访 1 年且资料完整。排除标准:(1)冠状动脉旁路移植术后;(2)心肌梗死、栓塞既往病史;(3)先天性或肺源性心脏病、心脏病、原发性瓣膜性心脏病导致 HF;(4)心脏起搏器植入者;(5)严重肝肾功能不全;(6)合并恶性肿瘤。经纳排后,共 261 例患者符合研究条件,其中男 177 例,女 84 例,年龄 45~70 岁。本研究通过伦理委员会批准(审批编号:20221006)。

1.2 一般资料收集

PCI 术者均具备介入治疗资质且每年独立完成 PCI ≥ 50 例。收集纳入患者一般资料,包括年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、心功能 Killip 分级、住院期间药物使用情况。BMI=体质量(kg)/身高(m)²。心功能 Killip 分级标准:1 级:肺部无啰

音和第三心音;2 级:肺部存在啰音和第三心音,范围 $< 1/2$ 肺野;3 级:肺部啰音和第三心音的范围 $> 1/2$ 肺野;4 级:患者出现心源性休克。

术前生物化学指标包括总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDLC)、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、血肌酐(serum creatinine, SCr)、N 末端脑钠肽前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP),抽取肘静脉血约 3~5 mL,12 000 r/min,离心 10 min,取上清,采用全自动生物化学分析仪检测。

1.3 三维超声心动图指标采集

患者均由两位高年资超声科医师应用心脏彩色多普勒超声诊断仪(EPIQ7C, 飞利浦公司,日本)和全容积 X3-1 探头,分别于入院 24 h 内和术后出院时采集三维超声心动图,QLAB 10.8 软件 aCMQ 模式进行心室应变分析,包括右心室整体纵向应变(right ventricular global longitudinal strain, RVGLS)、游离壁(free wall, FW)和间隔壁(septal, SEP)的基底段(basal segment, BAS)、中间段(mid-segment, MID)、心尖段(apical segment, AP);德国 TomTec 4D-RV 软件 4D-RV Function 模式对右心室实时三维图像进行定量分析,包括右心室流入道(inflow)、体部(body)、流出道(outflow)的收缩期末容积(end-systolic volume, ESV)、舒张期末容积(end-diastolic volume, EDV)、每搏输出量(stroke volume, SV)、射血分数(ejection fraction, EF)。

1.4 随访和分组标准

由随访中心人员在患者出院后进行专业的随访指导,方式为门诊、再入院记录,并以电话随访辅助。于术后 1 个月初次随访,后期每 3 个月随访 1 次,记录患者 PCI 术后发生的临床终点事件。根据 1 年随访记录,共 42 例患者纳入心力衰竭组,判定依据为患者出现劳力性呼吸困难伴有典型肺淤血症状,需静脉给予利尿剂治疗。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 22.0。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料采用频数表示,组间比较采用 χ^2 检验。R 软件构建 LASSO-Logistic 回归筛选影响因素;绘制列线图以自抽样验证;受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线下面积(area under curve, AUC)评价区分度;校准曲线评估准确性。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 临床资料及右心室超声指标

心力衰竭组年龄、Killip 分级、TC、CRP、NT-proBNP 较高,LDLC、降压药使用率较低($P<0.05$)。右心室超声指标中,影响因素为游离壁、除中间段外间隔壁及整体纵向应变,流入道和体部 EDV、SV、EF 及流出道 ESV、SV(表 1)。

表 1. 心力衰竭组与无心力衰竭组临床资料及右心室超声指标的比较

Table 1. Comparison of clinical data and right ventricular ultrasound indices between the heart failure group and the group without heart failure

项目	无心力衰竭组 (n=219)	心力衰竭组 (n=42)	t/ χ^2 值	P
男性/[例(%)]	148(67.58)	29(69.05)	0.035	0.852
年龄/岁	56.73±6.42	64.58±6.37	7.268	<0.001
BMI/(kg/m ²)	24.52±3.12	24.73±3.08	0.400	0.689
糖尿病/[例(%)]	105(47.95)	14(33.33)	3.033	0.082
Killip 分级≥2 级/[例(%)]	21(9.59)	15(35.71)	20.229	<0.001
TC/(mmol/L)	5.08±0.91	5.42±0.86	2.237	0.026
TG/(mmol/L)	1.72±0.57	1.85±0.62	1.335	0.183
LDLC/(mmol/L)	3.58±0.87	3.02±0.83	3.849	<0.001
SCr/(μmol/L)	73.15±12.96	69.42±11.07	1.746	0.082
CRP/(mg/L)	8.68±2.37	11.79±3.43	7.192	<0.001
NT-proBNP/(ng/L)	426.59±43.27	1 183.54±87.42	85.139	<0.001
倍他乐克/[例(%)]	157(71.69)	35(83.33)	2.457	0.117
降压药/[例(%)]	193(88.13)	32(76.19)	4.223	0.040
他汀类药物/[例(%)]	203(92.69)	38(90.48)	0.245	0.621
RVGLS/%				
术前	-14.95±3.23	-11.84±3.17	5.733	<0.001
术后	-16.97±3.12	-11.72±2.63	10.226	<0.001
FW-BAS/%				
术前	-12.63±3.21	-11.64±2.85	1.862	0.064
术后	-15.16±3.26	-13.92±2.47	2.338	0.020
FW-MID/%				
术前	-14.85±2.71	-13.91±2.35	2.101	0.037
术后	-14.86±3.25	-11.67±2.58	6.005	<0.001
FW-AP/%				
术前	-17.98±3.26	-19.74±3.18	3.217	0.001
术后	-18.64±3.78	-20.19±4.05	2.406	0.017
SEP-BAS/%				
术前	-11.72±2.93	-13.56±3.42	3.625	<0.001
术后	-13.62±3.14	-12.54±3.16	2.040	0.042

续表

项目	无心力衰竭组 (n=219)	心力衰竭组 (n=42)	t/ χ^2 值	P
SEP-MID/%				
术前	-13.68±3.15	-14.37±2.98	1.311	0.191
术后	-14.72±2.93	-14.38±2.48	0.705	0.482
SEP-AP/%				
术前	-15.06±4.37	-17.45±4.81	3.194	0.002
术后	-15.08±4.52	-16.02±4.19	1.249	0.213
EDV-inflow/mL				
术前	42.25±11.42	43.36±12.83	0.565	0.572
术后	45.18±12.38	53.94±13.52	4.138	<0.001
ESV-inflow/mL				
术前	20.76±5.13	20.85±5.17	0.104	0.917
术后	20.18±5.41	19.82±5.30	0.396	0.692
SV-inflow/mL				
术前	24.43±6.27	22.01±5.29	2.345	0.020
术后	25.31±6.54	22.94±5.37	2.209	0.028
EF-inflow/%				
术前	52.67±14.73	49.06±11.52	1.502	0.134
术后	56.38±15.47	47.13±12.03	3.666	<0.001
EDV-body/mL				
术前	29.98±7.15	31.46±7.42	1.221	0.223
术后	26.04±7.49	33.72±8.51	5.952	<0.001
ESV-body/mL				
术前	12.07±3.49	12.83±3.58	1.287	0.199
术后	11.36±3.11	11.76±3.12	0.763	0.446
SV-body/mL				
术前	11.60±2.93	10.28±2.14	2.779	0.006
术后	11.92±3.15	10.65±2.79	2.435	0.016
EF-body/%				
术前	41.81±12.72	40.58±11.39	0.588	0.557
术后	45.52±12.39	40.21±11.56	2.571	0.011
EDV-outflow/mL				
术前	25.96±6.37	27.64±7.58	1.517	0.131
术后	24.98±7.15	27.02±7.43	1.683	0.094
ESV-outflow/mL				
术前	12.24±3.42	11.28±2.51	1.731	0.085
术后	10.49±2.16	11.35±2.84	2.238	0.026
SV-outflow/mL				
术前	12.83±2.49	11.47±2.52	3.236	0.001
术后	13.24±2.63	11.96±2.61	2.893	0.004
EF-outflow/%				
术前	50.58±13.47	49.42±12.69	0.516	0.606
术后	51.02±13.65	47.96±11.78	1.359	0.175

2.2 LASSO 回归筛选 PCI 术后 HF 的影响因素

LASSO 回归最优 λ 值处年龄、Killip 分级、NT-proBNP、术后 FW-MID、术前 RVGLS、术后 RVGLS、术后流入道 EDV、术后流入道 EF、术后体部 EDV、

术后体部 EF 进入模型(图 1)。而术前 RVGLS、术后 FW-MID、术后流入道和体部 EDV 不具有统计学意义($P>0.05$,表 2)。

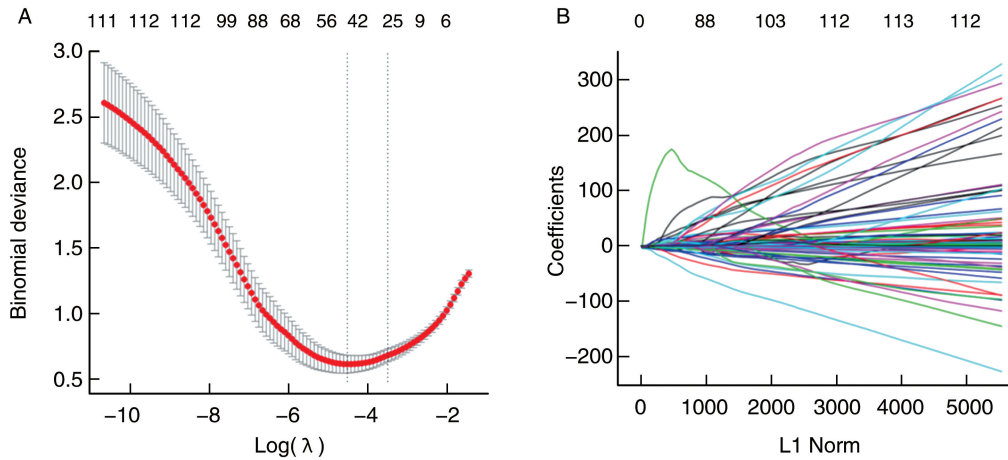


图 1. LASSO 回归筛选 PCI 术后 HF 影响因素

A 为 K 折交叉验证筛选,为避免过拟合,选择与最小误差左侧虚线处不超过一个标准误差的位置,定义右侧虚线处为最优 λ 值;B 为特征系数收敛剖面图。

Figure 1. LASSO regression screening for factors influencing HF after PCI

表 2. 多因素 Logistic 回归调整右心室超声指标

Table 2. Multifactor Logistic regression adjusted for right ventricular ultrasound indicators

项目	β	SE	Wald χ^2	OR(95% CI)	P
术前 RVGLS	1.055	0.585	3.255	2.873(0.912 ~ 2.947)	0.301
术后 FW-MID	0.556	0.627	0.785	1.743(0.746 ~ 1.839)	0.721
术后 EDV-inflow	0.335	0.463	0.524	1.398(0.831 ~ 1.546)	0.094
术后 EDV-body	0.423	0.673	0.394	1.526(0.955 ~ 1.682)	0.218

2.3 右心室超声指标对 PCI 术后 HF 的预测价值

INFMI 患者术后体部 EF (AUC=0.837, 截断值 43.27%)、流入道 EF(AUC=0.812, 截断值 51.49%)、RVGLS(AUC=0.895, 截断值-13.52%)对 HF 均有较高预测价值(图 2)。

2.4 列线图预测模型及验证

联合临床及右心室超声指标构建列线图模型预测 INFMI 患者 PCI 术后 HF 风险总值约为 91%, 其中体部 EF 和 RVGLS 风险权重较高(图 3)。列线图预测模型 AUC=0.957(95% CI:0.816 ~ 0.984), 一致性指数 0.981(95% CI:0.872 ~ 0.997)。校准曲线显示模型预测值与实际值拟合度较好(图 4)。

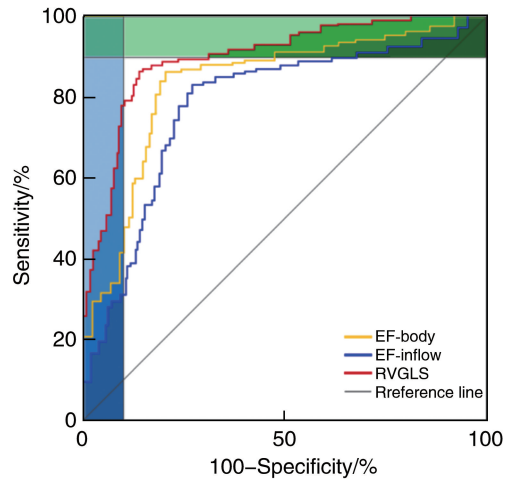


图 2. 心动图右心室特征预测 PCI 术后 HF 的 ROC 曲线

Figure 2. ROC curves of right ventricular features on echocardiography predicting HF after PCI

3 讨论

PCI 术对 INFMI 患者心室功能改善较好,但术后仍有呼吸困难、肺水肿等临床心血管事件风险,后可出现颈静脉怒张、肝肿大等右心功能衰竭表现^[5-6]。Henry 等^[7]研究发现,AMI 患者术后右心室收缩功能、纵向应变明显增加。本研究与之相符,PCI 术后右心室游离壁、间隔壁各段应变以及整体

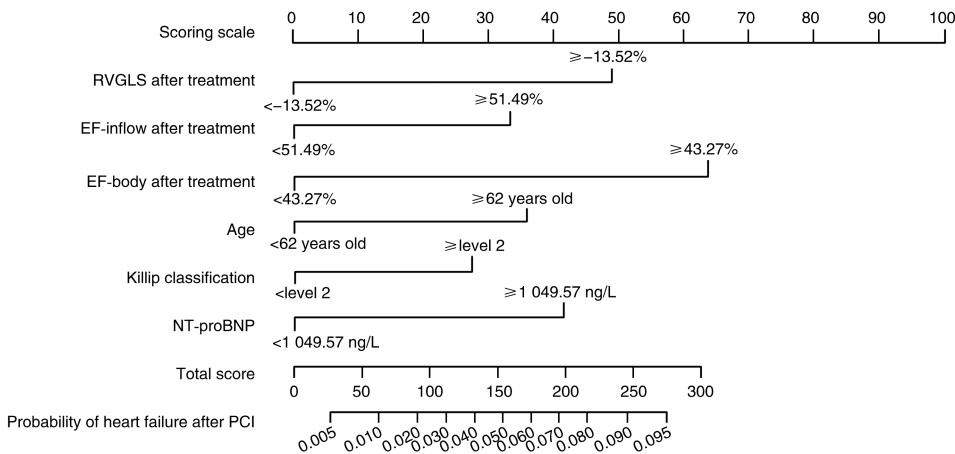


图 3. PCI 术后 HF 的列线图模型
Figure 3. Nomogram model of HF after PCI

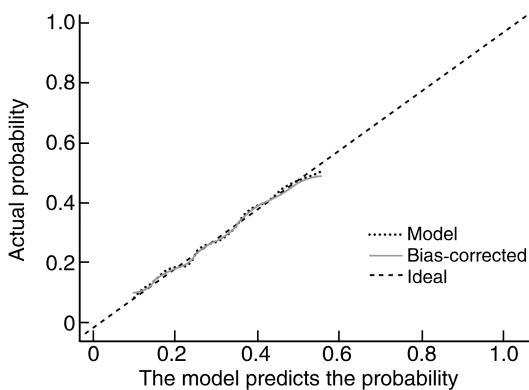


图 4. 模型的校准曲线
Figure 4. Calibration curve of the model

纵向应变改善,体部、流入道、整体射血分数升高。刘睿涵等^[8]研究显示,AMI 患者心肌收缩力下降,由于本身搏出量不够,需通过舒张期容积增加来代偿,患者为了代偿已经用掉了一定的储备,当遇到需要增加心泵出量心室容积扩大时,心泵出量基本维持不变,甚至病情严重时反而会减少。INFMI 患者 PCI 术后右心室体部和流入道的舒张期末容积下降,也反映了 PCI 可有效降低容积代偿。

本研究中,INFMI 患者右心室整体纵向应变与 PCI 术后 1 年内 HF 风险显著相关,但游离壁和间隔壁各段应变无法预测 HF 风险,这可能由于右心室收缩功能主要是纵形心肌起主导作用,约 80% 的心肌收缩是长轴方向^[9]。Zhou 等^[10]发现,相比于周向应变,心肌纵向应变能更好地反映心室收缩功能、心肌损伤程度和术后恢复情况。Yao 等^[11]研究显示,射血分数是评估心脏的重要指标,尤其是心室收缩功能常用的敏感参数,心室收缩功能下降造成射血分数减低。而本研究中体部和流入道的射

血分数降低,心肌收缩功能会受到影响,导致心肌顺应性降低,心肌过于肥厚,PCI 术后 HF 风险增加^[12]。

此外,临床上 INFMI 患者的年龄、Killip 分级和 NT-proBNP 也是 HF 的风险因素。梁雪娇等^[13]证实,评估 Killip 分级对于指导 PCI 术后 HF 至关重要,随着级别升高,提示心脏功能越差,预后越不好。研究^[14]显示,NT-proBNP 水平与患者心肌缺血的程度相关联。PCI 术能有效降低患者术后再次发病的风险,但由于老年人本身存在的基础疾病较多、术后恢复慢,术后主要不良心血管事件的概率远高于年轻人^[15]。DeVore 等^[16]研究也印证了本结论,年龄是 PCI 术后 AMI 患者预后不良的独立危险因素。基于以上结论建立列线图模型,ROC 曲线下面积和校准曲线均显示该模型具有良好的区分度和精准度。

本研究尚存在一定的局限性。首先,纳入样本来自单一中心,增加了选择偏倚的风险。其次,本研究仅探讨了右心室特征对 INFMI 患者预后的价值,缺少前壁、侧壁等不同部位 AMI 患者三维超声心动图的数据分析。未来还需要扩大样本量进行多中心研究,加强模型外推性,并根据 AMI 部位分别评估患者预后,提升研究结果的深度和广度。

综上所述,INFMI 患者右心室整体纵向应变、流入道和体部射血分数对 PCI 术后 1 年 HF 风险具有较高的预测价值,联合年龄、Killip 分级、NT-proBNP 共同构建的列线图模型可作为决策工具帮助临床医生指导患者预后。

[参考文献]

[1] FEARON W F, ZIMMERMANN F M, DE BRUYNE B, et

- al. Fractional flow reserve-guided PCI as compared with coronary bypass surgery[J]. *N Engl J Med*, 2022, 386(2): 128-137.
- [2] 韩培天, 魏晓岩, 杜彬彬, 等. 心肌缺血时间对 STEMI 患者急诊 PCI 术后早期左室舒张功能的影响及相关因素分析[J]. *心血管病学进展*, 2020, 41(6): 660-664. HAN P T, WEI X Y, DU B B, et al. Effect of myocardial ischemia time on early left ventricular diastolic function in STEMI patients after emergency PCI and analysis of related factors[J]. *Adv Cardiovasc Dis*, 2020, 41(6): 660-664.
- [3] 周水英, 周青. 心肌声学造影在急性心肌梗死诊疗中的应用[J]. *心血管病学进展*, 2021, 42(9): 796-799. ZHOU S Y, ZHOU Q. Application of myocardial contrast echocardiography in diagnosis and treatment of acute myocardial infarction[J]. *Adv Cardiovasc Dis*, 2021, 42(9): 796-799.
- [4] 丁敏侠, 汤祥瑞, 赵燕. 超声心动图联合动态心电图检查对急性心肌梗死诊断和预后评估的价值[J]. *影像科学与光化学*, 2020, 38(2): 248-252. DING M X, TANG X R, ZHAO Y. Application value in diagnosis and prognosis evaluation of echocardiography and dynamic electrocardiogram examination in patients with acute myocardial infarction[J]. *Imag Sci Photochem*, 2020, 38(2): 248-252.
- [5] ABDU F A, MOHAMMED A Q, LIU L, et al. Myocardial infarction with nonobstructive coronary arteries (MINOCA): a review of the current position[J]. *Cardiology*, 2020, 145(9): 543-552.
- [6] JENČA D, MELENOVSKÝ V, STEHLIK J, et al. Heart failure after myocardial infarction: incidence and predictors[J]. *ESC Heart Fail*, 2021, 8(1): 222-237.
- [7] HENRY T D, TOMEY M I, TAMIS-HOLLAND J E, et al. Invasive management of acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: a scientific statement from the American heart association[J]. *Circulation*, 2021, 143(15): e815-e829.
- [8] 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. LIU R H, LIU T, HUANG X, et al. Evaluation of left ventricular systolic function in elderly patients with AMI by RT-3DE and 2-D speckle tracking imaging[J]. *Chin J Geriatr Heart Brain Vessel Dis*, 2022, 24(10): 1059-1063.
- [9] HAHN R T, SARIC M, FALETRA F F, et al. Recommended standards for the performance of transesophageal echocardiographic screening for structural heart intervention: from the American society of echocardiography[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2022, 35(1): 1-76.
- [10] ZHOU X, LEI M M, ZHOU D H, et al. Clinical factors affecting left ventricular end-diastolic pressure in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Ann Palliat Med*, 2020, 9(4): 1834-1840.
- [11] YAO A A, RUSHLOW D R, INSELMAN J W, et al. Artificial intelligence-enabled electrocardiograms for identification of patients with low ejection fraction: a pragmatic, randomized clinical trial[J]. *Nat Med*, 2021, 27(5): 815-819.
- [12] 张杰, 马礼坤, 张理想, 等. 血清胱抑素 C 及左心室射血分数对经皮冠状动脉介入治疗的急性心肌梗死患者的预后评估价值[J]. *心脑血管病防治*, 2021, 21(4): 316-319. ZHANG J, MA L K, ZHANG L X, et al. Estimated value of serum cystatin C and left ventricular ejection fraction in prognosis of patients with acute myocardial infarction after percutaneous coronary intervention[J]. *Cardio-Cerebrovasc Dis Prev Treat*, 2021, 21(4): 316-319.
- [13] 梁雪娇, 杨丽, 赵雪利, 等. 老年 ST 段抬高型急性心肌梗死患者 PCI 术后无复流的临床分析[J]. *中国分子心脏病学杂志*, 2022, 22(3): 4644-4648. LIANG X J, YANG L, ZHAO X L, et al. Clinical analysis of no reflow after PCI in elderly patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction[J]. *Mol Cardiol Chin*, 2022, 22(3): 4644-4648.
- [14] 朱吉燕. 心力衰竭病人外周血 α -HBD、MYO、LDH、NT-proBNP 水平与心室重塑、心脏储备功能的相关性[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2023, 21(21): 3997-4000. ZHU J Y. Correlation between peripheral blood α -HBD, MYO, LDH, NT-proBNP levels and ventricular remodeling, cardiac reserve function in patients with heart failure[J]. *Chin J Integr Med Cardio-Cerebrovasc Dis*, 2023, 21(21): 3997-4000.
- [15] 勾朝阳, 李强, 杜伟鹏. 血清 E 选择素、GDF-15 及脂蛋白 a 对冠心病患者 PCI 术后不良心血管事件的预测分析[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2023, 15(3): 333-335, 340. GOU C Y, LI Q, DU W P. Predictive value of serum E-selectin, growth differentiation factor-15 and lipoprotein-a to adverse cardiovascular events in patients with coronary heart disease after PCI[J]. *Chin J Evid Based Cardiovasc Med*, 2023, 15(3): 333-335, 340.
- [16] DEVORE A D, GRANGER B B, FONAROW G C, et al. Effect of a hospital and postdischarge quality improvement intervention on clinical outcomes and quality of care for patients with heart failure with reduced ejection fraction: the CONNECT-HF randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2021, 326(4): 314-323.

(此文编辑 许雪梅)