

四维自动左室定量分析技术联合动态心电图预测急性心肌梗死患者预后的临床价值

金燕子 黄巧玲 李裕生

摘要 目的 探讨四维自动左室定量分析(4D AUTO LVQ)技术联合动态心电图预测急性心肌梗死(AMI)患者预后的临床应用价值。方法 选取我院收治的AMI患者83例,依据是否发生主要不良心血管事件(MACE)分为MACE组12例和非MACE组71例(非MACE组),两组均行常规超声心动图、4D AUTO LAQ和动态心电图检查,比较相关检测参数的差异。分析两组超声心动图参数、动态心电图心率变异性参数与MACE发生的相关性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析4D AUTO LVQ技术联合动态心电图预测AMI患者预后的诊断效能。结果 常规超声心动图检查结果显示,两组左房排空容积(LAEV)、左房被动射血分数(LAPEF)、左房主动射血分数(LAAEF)、左室射血分数(LVEF)、左房最大容积指数(LAVI_{max})比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);4D AUTO LVQ检查结果显示,两组整体峰值纵向应变(GLPS)、面积应变(GAPS)、环向应变(GCPS)、径向应变(GRPS)比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);动态心电图检查结果显示,两组全部窦性心搏RR间期的标准差(SDNN)、RR间期平均值的标准差(SDANN)、相邻RR间期差值的均方根(RMSSD)、低频成分与高频成分的比值(LF/HF)、相邻RR间期相差 >50 ms的个数占总窦性心搏个数的百分比(PNN50)比较差异均有统计学意义(均 $P<0.001$)。相关性分析显示,LAEV、LAPEF、LVEF、GAPS、SDNN与MACE发生均呈负相关,LAVI_{max}与MACE发生呈正相关(均 $P<0.001$)。ROC曲线分析显示,LAEV、LAPEF、LVEF、LAVI_{max}、GAPS、SDNN联合应用预测AMI患者预后的曲线下面积为0.841,灵敏度、特异度分别为65.36%、79.22%。结论 4D AUTO LVQ技术联合动态心电图对AMI患者预后具有较高的预测价值,可为临床治疗提供参考依据。

关键词 四维自动左室定量分析技术;动态心电图;心率变异性;心肌梗死,急性;预后

[中图法分类号]R540.45;R542.2

[文献标识码]A

Clinical value of four-dimensional automatic left ventricular quantitation technology combined with dynamic electrocardiogram in predicting the prognosis of patients with acute myocardial infarction

JIN Yanzi, HUANG Qiaoling, LI Yusheng

Department of Ultrasound Medicine, Ningde Affiliated Hospital of Ningde Normal University, Fujian 352100, China

ABSTRACT Objective To investigate the clinical application value of four-dimensional automatic left ventricular quantitation (4D AUTO LVQ) technology combined with dynamic electrocardiogram in predicting the prognosis of patients with acute myocardial infarction (AMI). **Methods** A total of 83 patients with AMI admitted to our hospital were selected and divided into the major adverse cardiovascular events (MACE) group ($n=12$) and the non-MACE group ($n=71$) according to whether MACE occurred. Both groups received conventional echocardiography, 4D AUTO LVQ and dynamic electrocardiography, and the differences in relevant detection parameters were compared. The correlation between echocardiographic parameters, HRV parameters of dynamic electrocardiogram and the incidence of MACE were analyzed. The efficacy of 4D AUTO LVQ technology combined with dynamic electrocardiogram in predicting the prognosis of patients with AMI was evaluated by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** Conventional echocardiography showed that the left atrial emptying volume (LAEV), left

atrial passive ejection fraction (LAPEF), left atrial active ejection fraction (LAAEF), left ventricular ejection fraction (LVEF) and maximum left atrial volume index (LAVImax) between the two groups were statistically significant (all $P < 0.05$). 4D AUTO LVQ showed that the global longitudinal peak systolic strain (GLPS), global area peak strain (GAPS), global circumferential peak strain (GCPS) and global radial peak strain (GRPS) between the two groups were statistically significant (all $P < 0.05$). Dynamic electrocardiogram showed that the standard deviation of normal RR intervals (SDNN), the standard deviation of the average of RR intervals (SDANN), the root mean square of successive RR interval differences (RMSSD), the ratio of low-frequency components to high frequency components (LF/HF), the percentage of the number of 50 ms in the total number of sinus heart beats (PNN50) between the two groups were statistically significant (all $P < 0.001$). Correlation analysis showed that LAEV, LAPEF, LVEF, GAPS and SDNN were negatively correlated with the occurrence of MACE, while LAVImax was positively correlated with the occurrence of MACE (all $P < 0.001$). ROC curve analysis showed that the area under the curve of LAEV, LAPEF, LVEF, LAVImax, GAPS and SDNN in combined for predicting the prognosis of patients with AMI was 0.841, and the sensitivity and specificity were 65.36% and 79.22%, respectively. **Conclusion** 4D AUTO LVQ technology combined with dynamic electrocardiogram is of high prognostic value in patients with AMI and can provide a reference for clinical treatment.

KEY WORDS Four-dimensional automatic left ventricular quantitation technology; Dynamic electrocardiogram; Heart rate variability; Myocardial infarction, acute; Prognosis

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 为临床常见的心血管疾病,具有起病急、进展快、预后较差等特点,可对患者身心健康及生命造成严重威胁。超声心动图可准确显示左室形态,客观评估左室整体和局部心腔容积变化和左心功能。研究^[1]发现老年 AMI 患者左心功能参数与实验室指标具有相关性,可预测患者主要不良心血管事件 (major adverse cardiovascular events, MACE) 的发生风险。四维自动左室定量分析 (four-dimensional automatic left ventricular quantitation technology, 4D AUTO LVQ) 技术为临床新兴的影像学检查方法,其以左室全容积图像为基础,可多角度动态显示左室解剖结构,并逐帧追踪心肌任意方向的运动轨迹,克服了组织多普勒的角度依赖性 & 二维超声心动图的空间依赖性,从而定量评价左室整体及各节段心肌收缩功能^[2]。心电图已成为临床诊断 AMI 的常用方法,在判断病灶范围、坏死程度及评估预后方面均有重要意义,动态心电图具有无创、高敏感性等优点,对评估心脏自主神经活动、心室颤动及 AMI 均有较好价值^[3]。本研究旨在探讨 4D AUTO LVQ 技术联合动态心电图预测 AMI 患者预后的临床价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2020 年 3 月至 2022 年 3 月我院收治的 AMI 患者 83 例,其中男 46 例,女 37 例,年龄 42~63 岁,平均 (55.06±5.57) 岁。纳入标准:①经心电图、心肌标志物、临床症状等首次确诊为 AMI;②认知功能正常,发

病时间 ≤ 12 h,且未采取任何治疗措施;③无检查相关的禁忌症,且未使用抗心肌缺血、抗心律失常性药物。排除标准:①合并感染性疾病、自身免疫性疾病、慢性心房颤动、明显电解质紊乱、慢性心功能不全;②既往有稳定型心绞痛、肝肾功能不全及合并恶性肿瘤或其他严重疾病。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声心动图检查:使用 GE Vivid E 9 彩色多普勒超声诊断仪,4V-D 探头,频率 1.7~3.4 MHz; 配备 EchoPAC 工作站。①常规超声心动图检查:患者取左侧卧位,嘱其平静呼吸,同步连接心电图监测心率,于心尖四腔心、三腔心、两腔心切面采集连续 5 个心动周期图像,测量左房排空容积 (LAEV)、左房被动射血分数 (LAPEF)、左房主动射血分数 (LAAEF)、左室射血分数 (LVEF)、左室舒张末期容积 (LVEDV)、室间隔厚度 (IVST)、左室后壁舒张末期厚度 (LVPWT)、左房最大容积指数 (LAVImax)。②4D AUTO LVQ 检查:常规超声心动图检查结束后选择标准心尖四腔心切面,依据心内膜的成像效果调整帧频使其不低于心率的 40%,帧频 0~40 帧/s,嘱患者于呼气末屏气,采集连续 5 个心动周期的动态三维图像,然后进入 4D AUTO LVQ 模式,重建左室及左房四维动态图像,自动测量左室整体峰值纵向应变 (GLPS)、整体峰值面积应变 (GAPS)、整体峰值环向应变 (GCPS) 及整体峰值径向应变 (GRPS)。

2. 动态心电图检查:使用 DMS 300-3A 动态心电图

记录仪(美国迪姆公司)。于患者前胸放置 7 枚电极片, 先行 24 h 动态心电图检测, 将获取的数据传至 DMS 心电分析系统, 获得心率变异性(heart rate variability, HRV)参数, 包括全部窦性心搏 RR 间期的标准差(SDNN)、NN 间期平均值的标准差(SDANN)、相邻 RR 间期差值的均方根(RMSSD), 低频成分与高频成分的比值(LF/HF)、相邻 RR 间期相差 >50 ms 的个数占总窦性心搏个数的百分比(PNN50)。

3. 随访及分组: 通过电话、微信沟通或门诊复查等方式获取 AMI 患者 12 个月内 MACE 的发生情况, MACE 定义为^[4]: ①再发 AMI; ②再次血运重建, 即接受冠状动脉旁路移植术或经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI); ③新发卒中, 即发生出血或缺血性脑卒中; ④心源性死亡, 即因心律失常、AMI、心力衰竭导致的死亡, 包括不明原因性猝死; ⑤全因性死亡。本研究依据是否发生 MACE 分为 MACE 组 12 例和非 MACE 组 71 例, MACE 组中再发 AMI 2 例, 再次血运重建 4 例, 新发卒中 3 例, 心源性死亡 2 例, 全因性死亡 1 例。

4. 一般资料获取: 检索病历获取患者性别、年龄、心率、体表面积、体质量指数及基础疾病情况。

三、统计学处理

应用 SPSS 20.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,

采用独立样本 *t* 检验; 计数资料以频数或率表示, 采用 χ^2 检验。超声心动图参数、动态心电图 HRV 参数与 MACE 发生的相关性采用 Spearman 相关分析法。各参数联合应用采用多因素 Logistic 回归分析; 绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 4D AUTO LVQ 技术联合动态心电图预测 AMI 患者预后的诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组一般资料比较

MACE 组与非 MACE 组年龄比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 其余一般资料比较差异均无统计学意义。见表 1。

二、两组常规超声心动图和 4D AUTO LVQ 参数比较

MACE 组 LAEV、LAPEF、LAAEF、LVEF、GLPS、GAPS、GCPS、GRPS 均低于非 MACE 组, LAVImax 高于非 MACE 组, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$); 两组 LVEDV、IVST、LVPWT 比较差异均无统计学意义。见表 2 和图 1。

三、两组动态心电图 HRV 参数比较

MACE 组 SDNN、SDANN、RMSSD、LF/HF、PNN50 均低于非 MACE 组, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.001$)。见表 3。

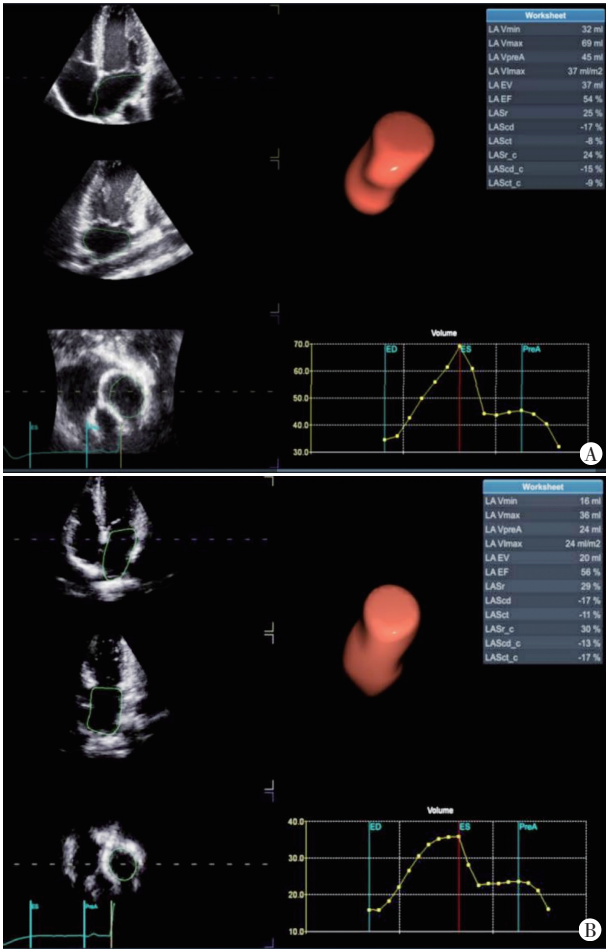
表 1 两组一般资料比较

组别	男/女(例)	年龄(岁)	心率(次/min)	体表面积(m ²)	体质量指数(kg/m ²)	基础疾病(例)		
						高血压	糖尿病	高脂血症
MACE 组(12)	8/4	58.74±6.92	70.24±7.18	1.83±0.21	23.67±2.45	7	4	4
非 MACE 组(71)	38/33	54.15±6.63	68.97±7.52	1.85±0.18	23.88±2.39	37	15	16
χ^2/t 值	0.718	2.205	0.527	0.348	0.281	0.159	0.867	0.654
<i>P</i> 值	0.397	0.030	0.599	0.729	0.779	0.690	0.352	0.419

表 2 两组常规超声心动图和 4D AUTO LVQ 参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	LAEV(ml)	LAPEF(%)	LAAEF(%)	LVEF(%)	LVEDV(ml)	IVST(mm)
MACE 组	21.84±2.26	30.67±3.24	53.46±5.58	45.36±4.87	90.15±9.23	13.10±1.34
非 MACE 组	27.65±2.83	58.69±5.95	59.54±6.72	49.29±5.34	89.44±9.37	12.89±1.45
<i>t</i> 值	6.746	15.865	2.962	2.385	0.243	0.469
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	0.004	0.019	0.808	0.641
组别	LVPWT(cm)	LAVImax(ml/m ²)	GLPS(%)	GAPS(%)	GCPS(%)	GRPS(%)
MACE 组	1.42±0.16	35.16±3.67	-7.59±0.78	-13.56±1.42	-8.69±0.87	-19.42±2.36
非 MACE 组	1.37±0.14	26.83±2.94	-8.74±0.89	-20.59±2.33	-11.23±1.54	-24.87±2.53
<i>t</i> 值	1.121	8.752	4.207	10.108	5.547	6.963
<i>P</i> 值	0.265	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

LAEV: 左房排空容积; LAPEF: 左房被动射血分数; LAAEF: 左房主动射血分数; LVEF: 左室射血分数; LVEDV: 左室舒张末期容积; IVST: 室间隔厚度; LVPWT: 左室后壁舒张末期厚度; LAVImax: 左房最大容积指数; GLPS: 整体峰值纵向应变; GAPS: 整体峰值面积应变; GCPS: 整体峰值环向应变; GRPS: 整体峰值径向应变



A: 非MACE组患者(男, 55岁), LAEV为37 ml, LAEF为54%; B: MACE组患者(女, 56岁), LAEV为20 ml, LAEF为56%

图1 两组4D AUTO LVQ图

表3 两组动态心电图HRV参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	SDNN(ms)	SDANN(ms)	RMSSD(ms)	LF/HF	PNN50(%)
MACE组	125.49±13.72	121.78±13.59	27.54±2.89	1.12±0.15	10.45±1.62
非MACE组	221.36±23.85	194.21±19.86	37.12±3.87	1.36±0.17	18.39±1.88
t值	13.507	12.131	8.181	4.593	13.774
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

SDNN: 全部窦性心搏RR间期的标准差; SDANN: NN间期平均值的标准差; RMSSD: 相邻RR间期差值的均方根; LF/HF: 低频成分与高频成分的比值; PNN50: 相邻RR间期相差>50 ms的个数占总窦性心搏个数的百分比

四、相关性分析

相关性分析显示, LAEV、LAPEF、LVEF、GAPS、SDNN与MACE发生均呈负相关, LAVImax与MACE发生呈正相关(均 $P<0.001$)。见表4。

五、ROC曲线分析

ROC曲线分析显示, LAEV、LAPEF、LVEF、LAVImax、GAPS、SDNN联合应用预测AMI患者预后的曲线下面积为0.841, 灵敏度、特异度分别为65.36%、79.22%。见表5和图2。

表4 4D AUTO LVQ参数、动态心电图HRV参数与MACE发生的相关性

参数	MACE发生	
	r值	P值
LAEV	-0.532	<0.001
LAPEF	-0.657	<0.001
LAAEF	0.156	0.109
LVEF	-0.716	<0.001
LAVImax	0.636	<0.001
GLPS	0.199	0.094
GAPS	-0.623	<0.001
GCPS	0.205	0.087
GRPS	0.164	0.102
SDNN	-0.704	<0.001
SDANN	0.187	0.099
RMSSD	0.212	0.078
LF/HF	0.200	0.090
PNN50	0.112	0.205

MACE: 主要不良心血管事件

表5 4D AUTO LVQ参数、动态心电图HRV参数单独及联合应用预测AMI患者预后的诊断效能

方法	灵敏度(%)	特异度(%)	截断值	曲线下面积(95%可信区间)	P值
LAEV	65.47	63.25	24.69 ml	0.657(0.582~0.731)	<0.001
LAPEF	67.18	59.68	47.96%	0.739(0.670~0.807)	<0.001
LVEF	78.26	63.42	56.11%	0.781(0.711~0.850)	<0.001
LAVImax	75.33	62.57	31.67 ml/m ²	0.762(0.699~0.824)	<0.001
GAPS	70.15	59.83	-17.63%	0.738(0.671~0.804)	<0.001
SDNN	77.42	74.15	185.84 ms	0.787(0.721~0.854)	<0.001
联合应用	65.36	79.22	0.799	0.841(0.789~0.893)	<0.001

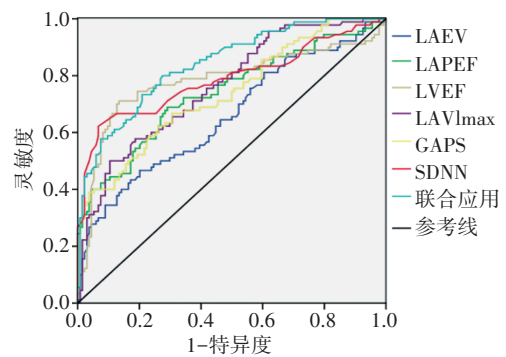


图2 4D AUTO LVQ参数、动态心电图HRV参数单独及联合应用预测AMI患者预后的ROC曲线图

讨论

文献^[5]报道, AMI的心肌细胞发生急性缺血性损伤时其传导性和心脏收缩整体协同性均会出现异常, 心脏的自主神经调节能力下降, 而动态心电图HRV参数可有效评估自主神经平衡性及心肌复极稳定性, 在预测心源性猝死和心律失常的发生中均具有一定临

床价值。HRV 参数降低与心力衰竭、高血压、糖尿病患者死亡密切关联^[6]。研究^[7]发现,四维斑点追踪技术可以定量评估 AMI 患者 PCI 术后左房及左室功能的恢复情况,为 PCI 疗效判定及患者预后评估提供参考。本研究旨在探讨 4D AUTO LVQ 技术联合动态心电图预测 AMI 患者预后的临床价值。

4D AUTO LVQ 技术可以自动描记心内膜,观察心肌位移情况,在评估心肌运动方面具有重要价值。黄文胤等^[8]研究报道,慢性缺血性心力衰竭患者中,生存组 LVEF、GLPS、GAPS、GCPS 及 GRPS 均较死亡组增高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。本研究结果发现, MACE 组 LAEV、LAPEF、LAEF、LVEF、GLPS、GAPS、GCPS、GRPS 均低于非 MACE 组, LAVImax 高于非 MACE 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。表明 4D AUTO LVQ 参数对 AMI 患者预后有一定预测价值。

动态心电图可有效获取 AMI 患者 HRV 参数,发现心脏自主神经功能异常,预测不良结局。HRV 参数可较好地反映 AMI 后的心脏交感神经与迷走神经失衡、中枢神经系统对心脏节律的调节、心室肌除极与复极异常及恶性心律失常^[9]。本研究结果显示, MACE 组 SDNN、SDANN、RMSSD、LF/HF、PNN50 均低于非 MACE 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。分析原因可能为 AMI 患者心肌缺氧与其他损伤叠加,导致其自主神经系统失去平衡,最终引起交感神经张力改变,导致 MACE 的发生风险升高^[10]。

本研究相关性分析发现, LAEV、LAPEF、LVEF、GAPS、SDNN 与 MACE 发生均呈负相关, LAVImax 与 MACE 发生呈正相关(均 $P < 0.001$),表明 AMI 患者迷走神经功能显著下降的同时交感神经活性提高, MACE 发生后心肌出现缺血,心肌间质细胞存在炎症浸润,导致左房被动射血功能减弱,血液残留量增加,引起左室负荷增高甚至可能发生左房重构,最终使左房储存功能、管道功能、辅泵功能均发生改变^[11]。研究^[12]报道,超声心动图联合动态心电图诊断 AMI 患者的灵敏度、特异度、准确率分别为 95.4%、91.3%、94.55%,均高于两种方法单独应用的灵敏度(79.31%、82.76%)、特异度(52.17%、56.52%)。辛晓文等^[13]研究显示, SDNN、SDANN、RMSSD、PNN50、LF/HF 联合应用预测 AMI 患者预后的曲线下面积为 0.914,高于各参数单独应用(均 $P < 0.05$)。本研究 ROC 曲线分析显示, LAEV、LAPEF、LVEF、LAVImax、GAPS、SDNN 联合应用预测 AMI 患者预后的曲线下面积为 0.841,灵敏度、特异度分别为 65.36%、79.22%,与上述报道结论相似。分析原因可能为动态心电图 HRV 参数可准确反映 AMI 患者心电图 QT 间期改变和心室复极状态;而 4D AUTO LVQ

参数能准确反映左室空间立体结构和运动状态,评估左室整体功能和局部心肌运动状态,两者联合应用可提高预测效能。

综上所述,4D AUTO LVQ 技术联合动态心电图对 AMI 患者预后具有较高的预测价值,可为临床治疗提供参考依据。但本研究样本量小,且为单中心研究,可能存在选择偏倚导致结果不完全准确,今后需行多中心、大样本研究深入分析。

参考文献

- [1] 白丽娟,赵国强,赵恩晨,等.实时三维超声心动图检测老年急性心肌梗死左心功能与实验室有关指标关联性及其临床意义[J].心肺血管病杂志,2021,40(7):725-730.
- [2] 王一洒,朱好辉,张喜君,等.四维超声自动左心房定量技术评估早期糖尿病肾病患者左心房容积及功能改变[J].中华超声影像学杂志,2022,31(5):407-413.
- [3] Eser P, Jaeger E, Marcin T, et al. Acute and chronic effects of high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise on heart rate and its variability after recent myocardial infarction: a randomized controlled trial[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2022, 65(1): 101444.
- [4] 李志洪,刘敏.12导联动态心电图联合尿酸水平对急性心肌梗死患者预后的预测价值[J].临床与病理杂志,2023,43(1):77-84.
- [5] 曹春晖,王蓉,高登峰,等.愈梗通瘀汤联合西药治疗急性心肌梗死疗效及对患者血液流变学指标和心功能的影响[J].陕西中医,2021,42(10):1382-1384.
- [6] Brinza C, Floria M, Covic A, et al. The usefulness of assessing heart rate variability in patients with acute myocardial infarction (Heart-V-AMI)[J]. Sensors (Basel), 2022, 22(9): 3571.
- [7] 林秀梅,夏晴,王博能,等.四维斑点追踪技术评价急性心肌梗死 PCI 术后左心功能的价值[J].中国医疗设备,2021,36(1):99-102, 114.
- [8] 黄文胤,欧阳征仁,欧阳达,等.四维超声对慢性缺血性心力衰竭患者左室重塑及短期预后的定量评价[J].临床心血管病杂志,2020,36(7):647-651.
- [9] Zhang Y, Wang J, Xu Y. Value of heart rate variability on dynamic electrocardiogram in predicting ventricular fibrillation in elderly acute myocardial infarction patients[J]. Ann Palliat Med, 2020, 9(5): 3488-3494.
- [10] 王丽娟,李伦伦,杨琳琳.2D-STI 联合动态心电图对急性心肌梗死患者预后结局的评估[J].影像科学与光化学,2022,40(6): 1513-1518.
- [11] Xu Y, Yu Y, He L, et al. Predicting efficacy of combined assessment with fragmented QRS and severely depressed heart rate variability on outcome of patients with acute myocardial infarction[J]. Heart Vessels, 2022, 37(2): 239-249.
- [12] 付光亮,杨小芳.超声心动图联合动态心电图检查在急性心肌梗死患者诊断和预后评估中的应用研究[J].贵州医药,2022,46(9): 1479-1480.
- [13] 辛晓文,董艳妮,孙凌云.心电图心率变异性参数与 AMI 患者心肌损伤的关系及联合预测预后分析[J].影像科学与光化学,2021,39(5):625-630.

(收稿日期:2023-05-16)