

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.05.008

❖ 临床研究 ❖

动态心电图评估急性心肌梗死患者心率变异性、心脏自主神经功能的价值研究

钱华, 谭茗月, 刘艳

(西安交通大学第一附属医院心内科心电图室, 陕西 西安 710000)

【摘要】目的: 探究动态心电图在评估急性心肌梗死(AMI)患者心率变异性(HRV)、心脏自主神经功能的研究价值。**方法:** 回顾性分析 152 例行动态心电图检查并确诊 AMI 患者的临床资料, 纳入观察组; 将同期 150 名行动态心电图检查且健康的体检者纳入对照组。对比两组受试者入院时 HRV 指标[窦性 R-R 间期标准差(SDNN)、每 5 min 时段窦性 R-R 间期平均值的标准差(SDANN)、相邻 R-R 间期差值的平方根(rMSSD)]、心脏自主神经功能[心率减速力(DC)、连续心率减速力(DRs)]水平差异。以观察组患者入院后 GRACE 评分作为 AMI 危险程度评估依据, 将其分为低危组($GRACE \leq 88$ 分, $n = 60$)、中危组($89 \text{ 分} \leq GRACE \leq 118$ 分, $n = 68$)和高危组($GRACE \geq 119$ 分, $n = 24$), 比较三亚组患者入院时 HRV 指标、心脏自主神经功能水平差异, 采用 Spearman 等级相关系数分析 AMI 患者 HRV 指标、心脏自主神经功能与 AMI 危险程度的相关性。以观察组治疗期间死亡情况作为预后评估依据, 将其分为生存亚组($n = 129$)与死亡亚组($n = 23$), 经受试者工作特征曲线(ROC)评估 HRV 指标、心脏自主神经功能水平在 AMI 患者不良结局中的预测效能。**结果:** 入院时, 观察组 HRV 指标(SDNN、SDANN、rMSSD)、心脏自主神经功能(DC、DRs)水平均低于对照组(均 $P < 0.05$); 低危组、中危组、高危组三亚组组间 rMSSD、DC、DR2、DR8 水平比较差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$), SDNN、SDANN、DR4 组间比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。Spearman 等级相关系数分析显示, AMI 患者入院时 rMSSD($r = 0.474, P = 0.009$)、DC($r = 0.469, P = 0.012$)、DR2($r = 0.509, P = 0.010$)、DR8($r = 0.245, P = 0.023$)与危险程度均呈正相关(均 $P < 0.05$)。ROC 曲线评估显示, rMSSD、DC、DR8 及 HRV、心脏自主神经功能联合预测观察组患者治疗期间死亡情况的曲线下面积(AUC)分别为 0.778、0.786、0.676 和 0.863(均 $P < 0.05$)。**结论:** 动态心电图可有效探查到 AMI 患者心率变异性、心脏自主神经功能异常, 预测不良结局。

【关键词】 急性心肌梗死; 动态心电图; 心率变异性; 心脏自主神经功能

【中图分类号】 R542.2; R540.4 **【文献标志码】** A

Value of dynamic electrocardiogram on evaluating heart rate variability and cardiac autonomic nerve function in patients with acute myocardial infarction

QIAN Hua, TAN Ming-yue, LIU Yan

(Electrocardiogram Room, Department of Cardiology, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710000, Shaanxi, China)

【Abstract】 Objective: To explore the value of dynamic electrocardiogram on the evaluating heart rate variability (HRV) and cardiac autonomic nerve function in patients with acute myocardial infarction (AMI). **Methods:** The retrospective analysis was performed on the clinical data of 152 patients who underwent dynamic electrocardiogram examination and were confirmed as AMI, and the patients were included in observation group, and 150 healthy volunteers undergoing dynamic electrocardiogram examination in the hospital during the same period were enrolled as control group. The HRV indicators [standard deviation of normal R-R intervals (SDNN), standard deviation of per-5 min averages normal number of intervals (SDANN), root mean square of successive differences in adjacent R-R intervals (rMSSD)] and cardiac autonomic nerve function [deceleration capacity of rate (DC), heart rate deceleration runs (DRs)] were compared between the two groups of subjects at admission. Taking GRACE score of patients in observation group after admission as the evaluation basis, they were divided into low-risk group ($GRACE \leq 88$ points, $n = 60$), middle-risk group ($89 \text{ points} \leq GRACE \leq 118$ points, $n = 68$) and high-risk group ($GRACE \geq 119$ points, $n = 24$). The differences in HRV indicators and cardiac autonomic nerve function were compared among the three subgroups at admission, and Spearman rank correlation coefficient was used to an-

基金项目: 陕西省重点研发计划项目(2017ZDCXL-SF-02-04-01)

作者简介: 钱华(1990-), 女, 硕士, 技师。E-mail: ayia771@163.com

通讯作者: 刘艳, 博士。E-mail: hnywl123@163.com

alyze the correlation between HRV indicators, cardiac autonomic nerve function and the risk of AMI in patients with AMI. The patients in observation group were classified into survival subgroup ($n = 129$) and death subgroup ($n = 23$) by taking the death status during treatment as the basis for prognosis assessment. ROC curve was adopted to assess the predictive efficiency of HRV indicators and cardiac autonomic nerve function on poor outcomes in patients with AMI. **Results:** At admission, the HRV indicators (SDNN, SDANN, rMSSD) and cardiac autonomic nerve function (DC, DRs) in observation group were significantly lower than those in control group ($P < 0.05$). There were significant differences in the rMSSD, DC, DR2 and DR8 among low-risk group, middle-risk group and high-risk group ($P < 0.05$), there were no statistical differences in the SDNN, SDANN and DR4 ($P > 0.05$). Spearman rank correlation coefficient analysis showed that rMSSD ($r = 0.474, P = 0.009$), DC ($r = 0.469, P = 0.012$), DR2 ($r = 0.509, P = 0.010$) and DR8 ($r = 0.245, P = 0.023$) of patients with AMI at admission were significantly positively correlated with the degree of risk ($P < 0.05$). ROC curve evaluation revealed that the areas under the curves (AUC) of rMSSD, DC, DR8 and HRV, combined with cardiac autonomic nerve function in predicting the death of patients in observation group during treatment were 0.778, 0.786, 0.676 and 0.863, respectively ($P < 0.05$). **Conclusion:** Dynamic electrocardiogram can effectively detect the abnormalities of heart rate variability and cardiac autonomic nerve function in patients with AMI, and effectively predict the poor outcomes.

【Key words】 Acute myocardial infarction (AMI); Dynamic electrocardiogram; Heart rate variability (HRV); Cardiac autonomic nerve function

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 由冠状动脉缺血、缺氧导致, 具有发病迅速、持续性疼痛且剧烈的特点, 就医不及时则有休克的风险, 危及生命^[1]。由于当前 AMI 发病率、致残率与致死率逐年上升, 发病人群呈年轻态, 因此发掘敏感性高的诊断指标对及时识别 AMI 作用关键, 且是提高患者预后的有效途径^[2]。心率变异性 (heart rate variability, HRV) 是通过对心动周期的分析从而判断心血管系统调节功能的指标, 而心脏自主神经功能可反应机体神经系统调节、心脏供血与节律的稳定性^[3]。随着当前科技发展, 动态心电图因其无创操作、应用简便且能持续性监测患者生命体征在各类疾病中应用广泛, 相较于常规心电图, 动态心电图通过长时间的持续监测, 可敏感发觉无症状的心功能异常^[4]。基于此, 本研究拟选择动态心电图评估 AMI 患者心率变异性与心脏自主神经功能。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2018 年 1 月至 2021 年 1 月于西安交通大学第一附属医院行动态心电图检查并确诊 AMI 的 152 例患者的临床资料, 纳入观察组。其中男性 86 例, 女性 66 例, 平均 (56.48 ± 10.76) 岁。纳入标准: (1) 符合《急性心肌梗死》^[5] 中 AMI 的诊断标准与《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南》^[6] 中 ST 段抬高型心肌梗死的诊断标准, 且病程 < 7 d 者; (2) 需住院观察者。排除标准: (1) 确诊为非 ST 段抬高型心肌梗死者; (2) 合并先天性疾病或严重脏器功能损伤者; (3) 近 3 个月内有外科手术史或入院前 48 h 内服用过相关药物者; (4) 合并免疫功能障碍或血液功能异常者; (5) 陈旧性心肌梗死患者; (6) 妊娠期妇女。另将同期 150 名行动态

心电图检查的体检健康者纳入对照组, 其中男性 79 例, 女性 71 例; 平均 (55.14 ± 11.25) 岁。两组一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

1.2 方法

观察组患者在明确诊断后进入冠心病监护病房 (coronary care unit, CCU), 给予常规干预方式, 包括吸氧, 用药, 必要时进行溶栓治疗, 同时在 6 h 内开始使用 24 h 动态心电图记录仪 (美国飞利浦公司) 监测心电信号, 时间段尽量选择早 8 点至次日早 8 点。具体操作为: 采用指导患者站位, 对需贴电极处使用 75% 乙醇进行消毒并清除油脂, 帮助患者佩戴记录仪, 告知注意事项。24 h 后摘下记录仪, 对心电图数据进行采集, 经飞利浦动态心电图分析软件进行分析。对照组受试者入院时进行 24 h 动态心电图监测过程同观察组。

1.3 检测方法

两组受试者入院时经 24 h 动态心电图检测, 分别记录 HRV 指标 [窦性 R-R 间期标准差 (standard deviation of normal R-R intervals, SDNN)、每 5 min 时段窦性 R-R 间期平均值的标准差 (standard deviation of average normal R-R intervals, SDANN)、相邻 R-R 间期差值的平方根 (root mean square of successive differemes, rMSSD)]、心脏自主神经功能 [心率减速力 (deceleration capacity of rate, DC)、连续心率减速力 (heart rate deceleration runs, DRs)] 水平。

1.4 观察指标

对比两组受试者入院时 HRV 指标 (SDNN、SDANN、rMSSD)、心脏自主神经功能 (DC、DRs) 水平差异。以观察组患者入院时 GRACE 评分^[7] 作为 AMI 危险程度评估依据, 将其分为低危组 (GRACE ≤ 88 分)、中危组 ($89 \text{ 分} \leq \text{GRACE} \leq 118$ 分) 和高危组 (GRACE ≥ 119), 比较三甲组患者入院时 HRV 指

标、心脏自主神经功能水平差异;采用 Spearman 等级相关系数分析 AMI 患者 HRV 指标、心脏自主神经功能与 AMI 危险程度的相关性。以观察组患者治疗期间死亡情况作为预后评估依据,将其分为生存亚组与死亡亚组;经受试者工作特征曲线(ROC)评估 HRV 指标、心脏自主神经功能水平在 AMI 患者不良结局中的预测效能。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 21.0 软件进行统计分析。正态分布的计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析;数据相关性采用 Spearman 等级相关系数处理;采用 ROC 曲线法分析预后的预测效能。 $P < 0.05$ 表示为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组受试者入院时 HRV 指标对比

入院时,观察组 SDNN、SDANN、rMSSD 水平低于对照组(均 $P < 0.05$)。见表 1。

表 1 两组受试者入院时 HRV 指标对比($\bar{x} \pm s, ms$)

组别	SDNN	SDANN	rMSSD
观察组($n=152$)	85.48 ± 9.72	81.50 ± 9.23	22.19 ± 3.89
对照组($n=150$)	128.21 ± 18.40	113.63 ± 13.89	26.52 ± 5.87
<i>t</i> 值	25.279	23.705	7.566
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 两组受试者入院时心脏自主神经功能水平对比

入院时,观察组 DC、DRs 水平低于对照组(均 $P < 0.05$)。见表 2。

表 2 两组受试者入院时心脏自主神经功能水平对比($\bar{x} \pm s$)

组别	DC (ms)	DR2 (%)	DR4 (%)	DR8 (%)
观察组($n=152$)	3.89 ± 0.84	6.06 ± 1.72	0.51 ± 0.08	0.008 ± 0.002
对照组($n=150$)	4.85 ± 0.91	7.64 ± 1.85	0.59 ± 0.11	0.023 ± 0.004
<i>t</i> 值	9.528	7.688	7.235	41.298
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 不同危险程度 AMI 患者入院时 HRV 水平对比

以观察组患者入院时 GRACE 评分作为疾病危险程度评估依据,将其分为低危组($GRACE \leq 88$ 分, $n=60$)、中危组($89 \leq GRACE \leq 118$ 分, $n=68$)和高危组($GRACE \geq 119$, $n=24$)。入院时,三亚组患者组间 rMSSD 水平比较差异具有统计学意义($P < 0.05$),SDNN、SDANN 组间比较差异无统计学意义

(均 $P > 0.05$)。见表 3。

表 3 不同危险程度的 AMI 患者入院时 HRV 水平对比($\bar{x} \pm s, ms$)

组别	SDNN	SDANN	rMSSD
低危组($n=60$)	87.19 ± 9.76	83.57 ± 8.60	24.06 ± 3.74
中危组($n=68$)	84.69 ± 9.25	80.92 ± 9.53	21.92 ± 3.56
高危组($n=24$)	83.47 ± 10.62	77.93 ± 8.92	18.26 ± 2.73
<i>F</i> 值	1.682	3.555	23.630
<i>P</i> 值	0.190	0.031	<0.001

2.4 不同危险程度 AMI 患者入院时心脏自主神经功能水平对比

入院时,三亚组患者 DC、DR2、DR8 水平比较,差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$),DR4 组间比较无统计学差异($P > 0.05$)。见表 4。

表 4 不同危险程度的 AMI 患者入院时心脏自主神经功能水平对比($\bar{x} \pm s$)

组别	DC (ms)	DR2 (%)	DR4 (%)	DR8 (%)
低危组($n=60$)	4.22 ± 0.69	6.73 ± 1.18	0.52 ± 0.09	0.009 ± 0.001
中危组($n=68$)	3.99 ± 0.75	5.83 ± 1.02	0.51 ± 0.08	0.009 ± 0.001
高危组($n=24$)	2.80 ± 0.67	5.03 ± 0.81	0.48 ± 0.08	0.007 ± 0.002
<i>F</i> 值	34.975	24.986	1.944	27.627
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	0.147	<0.001

2.5 AMI 患者入院时危险程度与 HRV、心脏自主神经功能水平相关性分析

Spearman 等级相关系数分析显示,AMI 患者入院时 rMSSD、DC、DR2、DR8 与危险程度呈显著正相关(均 $P < 0.05$)。见表 5。

表 5 AMI 患者入院时危险程度与 HRV、心脏自主神经功能水平相关性

指标	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
SDNN (ms)	0.123	0.590
SDANN (ms)	0.203	0.066
rMSSD (ms)	0.474	0.009
DC (ms)	0.469	0.012
DR2 (%)	0.509	0.010
DR4 (%)	0.186	0.156
DR8 (%)	0.245	0.023

2.6 HRV、心脏自主神经功能水平在 AMI 患者不良结局的预测效能

以观察组患者治疗期间死亡情况分为生存亚组($n=129$)与死亡亚组($n=23$),将两亚组患者 HRV、心脏自主神经功能水平进行 ROC 曲线分析。

结果显示, rMSSD、DC、DR8 及 HRV、心脏自主神经功能联合对患者不良结局的发生均有较高的预测效能(均 $P < 0.05$)。见表 6 及图 1。

表 6 HRV、心脏自主神经功能水平预测 AMI 患者不良结局的 ROC 分析

指标	AUC 值	P 值	最佳临界值	约登指数
SDNN (ms)	0.575	0.251	95.77	0.290
SDANN (ms)	0.522	0.736	90.88	0.129
rMSSD (ms)	0.778	<0.001	20.86	0.488
DC (ms)	0.786	<0.001	3.28	0.518
DR2 (%)	0.603	0.117	5.42	0.247
DR4 (%)	0.591	0.164	0.46	0.258
DR8 (%)	0.676	0.007	0.088	0.279
联合预测	0.863	<0.001	-	-

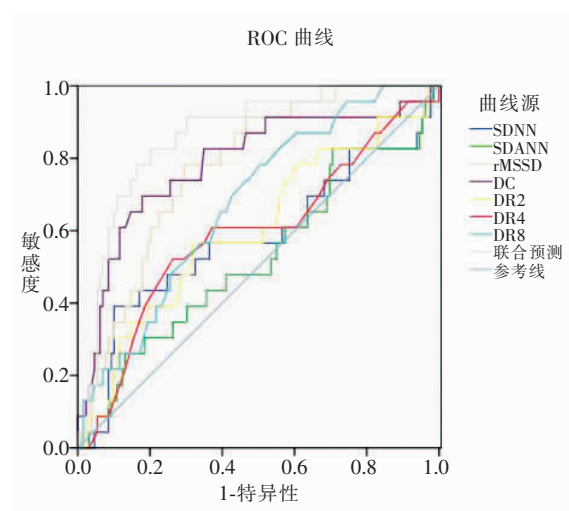


图 1 入院时 HRV、心脏自主神经功能水平预测 AMI 患者不良结局的 ROC 曲线

3 讨论

心电图检查易于操作,对心脏功能指标检测敏感度高,在各类心脏疾病的监测中均有应用^[8]。相较于有创性的冠状动脉造影,心电图检测属于无创检查,可以与治疗过程同时进行,不会对机体状态较差的 AMI 患者造成额外负担,因此可用于 AMI 患者入院后病情评估及预后指标分析等过程中^[9]。早期常规心电图对 AMI 患者存在的间歇性心功能异常无法有效捕捉,具有一定局限性^[10]。动态心电图记录仪小巧便捷、易于携带,可记录患者连续 24 h 记录心电活动,并给予分析处理,提升对间歇性的心律失常、心肌缺血的检出率,为 AMI 的治疗阶段提供可靠的数据支持^[11-12]。

动态心电图可有效反应周期性心率变化,其中 HRV 提示人体自主神经活性是否平衡,也是心脑血管

管功能紊乱的体现^[13];而心脏自主神经功能指标异常不仅使机体激活应激状态,加重心肌细胞损伤,还会提升心源性猝死风险,造成不良预后^[14]。因此,对 HRV 及心脏自主神经功能指标进行有效监测是帮助 AMI 患者预测疾病风险、降低不良预后的有效途径。本研究使用动态心电图监测两组受试者入院时的指标发现,观察组患者 HRV、心脏自主神经功能均显著低于对照组受试者。AMI 患者存在可能由心源性疾病导致的心脏自主功能调节异常,通过动态心电图可敏感检测到,对患者患病与否的临床诊断有较高的敏感性。

GRACE 评分是 AMI 患者入院危险程度评估的有效计算工具,可帮助医生拟定个性化诊疗方案^[15]。本研究发现,不同危险程度患者组间 HRV、心脏自主神经功能水平部分存在显著性差异。其中,相关性较高的 rMSSD 是体现 AMI 患者 24 h 内心率的整体变异程度及昼夜节律变化的指标,可反应迷走神经功能水平^[16];DC 通过分析心电信号中连续周期的时间,反应全天心率趋向性与心跳减速力水平,有效评估机体自身保护能力;DRs 是 DC 的延伸,连续分析多个周期的持续时间。推测由于三者可从神经功能、心动水平等各角度反馈心肌功能,对出现损伤及损伤程度体现准确,从而有效提升 HRV、心脏自主神经功能在无法主观描述自身症状或急性患者病情的评估准确性^[17]。

心源性猝死在 AMI 患者中发生率较高,原因多在于对患者心率加快、心肌缺血等症状评估指标过于片面,使患者治疗期间仍有较高风险出现不良结局^[18]。此前,常用 HRV 评估机体心率、神经功能的调控水平,对心脏自主功能只是间接反馈,预后评估的全面性不足^[19]。本研究发现, rMSSD、DC、DR8 及 HRV、心脏自主神经功能均有较高的预测效能。究其原因可能是由于心脏功能的调节与交感、迷走神经二者关系紧密,且神经调节失衡、心率骤然加快与 AMI 患者心源性猝死有较高的相关性。且使用动态心电图分析系统可剔除误差值,数据的获取准确且稳定,且保证分析免受客观因素干扰,从而对各类神经功能与心功能指标均有效分析,更直观的提示 AMI 患者不良结局发生风险^[20]。

综上所述,动态心电图不仅可有效诊断 AMI 患者 HRV、心脏自主神经功能异常,还具有提示疾病危险程度、死亡风险的效能,临床应用价值较高。

参考文献

- [1] 刘婷婷,杨青男,慕家盛,等.心脏磁共振组织追踪技术在急性心肌梗死后心肌应变评估中的应用[J].临床心血管病杂志,2020,36(12):1135-1140.

- [2] Işcan D, Karaaslan MB, Deveci OS, *et al.* The importance of heart rate variability in predicting cardiac autonomic dysfunction in patients with amyotrophic lateral sclerosis [J]. *International Journal of Clinical Practice*, 2021, 75(10): e14536.
- [3] Julario R, Mulia EPB, Rachmi DA, *et al.* Evaluation of heart rate variability using 24-hour Holter electrocardiography in hypertensive patients [J]. *Journal of Arrhythmia*, 2020, 37(1): 157 - 164.
- [4] De MB, Dalla VLA, Porta A, *et al.* Autonomic dysfunction and heart rate variability with Holter monitoring: A diagnostic look at autonomic regulation [J]. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*, 2021, 32(3): 315 - 319.
- [5] 孟庆义. 急性心肌梗死 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2005: 64 - 71.
- [6] 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 [J]. *中华心血管病杂志*, 2015, 43(5): 380 - 393.
- [7] 杨利娇, 王虹, 丁振江, 等. 急性心肌梗死患者 GRACE 评分与实验室指标的相关性 [J]. *临床心血管病杂志*, 2017, 33(2): 142 - 146.
- [8] 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]. *Annals of Palliative Medicine*, 2020, 9(5): 3488 - 3494.
- [9] Sasaki K, Nakajima I, Higuma T, *et al.* Revisit to the prognostic value of premature atrial contraction burden in 24-h holter electrocardiography for predicting undiagnosed atrial fibrillation-A propensity score-matched study [J]. *Circulation Journal*, 2021, 85(8): 1265 - 1272.
- [10] Kim J, Cho YS, Lee BK, *et al.* Diagnostic value of transthoracic echocardiography compared to electrocardiogram in predicting coronary artery stenosis among patients after cardiac arrest [J]. *American Journal of Emergency Medicine*, 2021, 46: 97 - 101.
- [11] Sawyer LM, Witte KK, Reynolds MR, *et al.* Cost-effectiveness of an insertable cardiac monitor to detect atrial fibrillation in patients with cryptogenic stroke [J]. *Journal of Comparative Effectiveness Research*, 2021, 10(2): 127 - 141.
- [12] Huang TC, Lee PT, Huang MS, *et al.* Higher premature atrial complex burden from the Holter examination predicts poor cardiovascular outcome [J]. *Scientific Reports*, 2021, 11(1): 12198.
- [13] 王蕾蕾, 韩蓉, 付桂芬. 心率变异性及心电图 QT 离散度对急性心肌梗死心室颤动的预测价值 [J]. *中国医学装备*, 2020, 17(7): 83 - 86.
- [14] Candemir M, Onder H. Assessing autonomic nervous function by heart rate variability and heart rate turbulence in patients with acute ischemic stroke [J]. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 2020, 23(5): 608 - 615.
- [15] Xu X, Cai L, Chen T, *et al.* Predictive value of inflammation-based Glasgow prognostic score, platelet-lymphocyte ratio, and global registry of acute coronary events score for major cardiovascular and cerebrovascular events during hospitalization in patients with acute myocardial infarction [J]. *Aging*, 2021, 13(14): 18274 - 18286.
- [16] 邹华丽. 24 h 动态心电图联合 NLR 值预测急性心肌梗死后恶性心律失常的临床价值 [J]. *河北医学*, 2019, 25(4): 598 - 602.
- [17] 桑城, 郝恒剑, 许骥, 等. 心率变异性和 QT 间期变异性与急性心肌梗死患者室性心律失常的关系研究 [J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2018, 10(2): 230 - 232.
- [18] Sadjadieh G, Sadjadieh A. Prognosis after finding incidental ventricular tachycardia on ambulatory electrocardiogram-recording [J]. *American Journal of Cardiology*, 2021, 150: 60 - 64.
- [19] Dong N, Eisenberg JD, Dharmarajan K, *et al.* Relationship between patient-reported hospital experience and 30-day mortality and readmission rates for acute myocardial infarction, heart failure, and pneumonia [J]. *Journal of General Internal Medicine*, 2019, 34(4): 526 - 528.
- [20] Lee KJ, Kim BJ, Han MK, *et al.* Effect of heart rate on stroke recurrence and mortality in acute ischemic stroke with atrial fibrillation [J]. *Stroke*, 2020, 51(1): 162 - 169.

(收稿日期: 2021 - 12 - 01

修回日期: 2022 - 01 - 03)