

缺血性 J 波心电图联合血清 NT-ProBNP 及 ST2 水平 评估 AMI 患者预后的价值*

朱志欣¹ 沈渝玥¹ 王夏莉¹ 胡苏² 赵红利³

(1. 西安医学院第二附属医院心电图, 陕西 西安 710038; 2. 西安医学院第二附属医院心内科, 陕西 西安 710038;
3. 空军军医大学第二附属医院心内科, 陕西 西安 710032)

【摘要】 目的 探讨缺血性 J 波心电图联合血清氨基末端 B 型利钠肽前体 (NT-ProBNP)、可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白 (ST2) 水平评估急性心肌梗死 (AMI) 患者预后的价值。方法 选取西安医学院第二附属医院 2022 年 10 月—2023 年 10 月诊断为 AMI 的患者 152 例, 根据是否发生主要心血管不良事件 (MACE) 将患者分为 MACE 组 ($n=45$)、非 MACE 组 ($n=107$), 比较 MACE 组与非 MACE 组缺血性 J 波检出率及血清 NT-ProBNP、ST2 水平, 以缺血性 J 波、NT-ProBNP 和 ST2 为自变量, MACE 发生与否为因变量 (发生=1, 未发生=0), 建立多因素 Logistic 回归模型, 通过回归模型计算 MACE 预测概率, 以预测概率作为连续变量绘制受试者工作特征曲线 (ROC), 评估模型对 MACE 的预测效能。结果 MACE 组缺血性 J 波检出率及血清 NT-ProBNP、ST2 水平均高于非 MACE 组 ($P<0.05$); 有缺血性 J 波患者血清 NT-ProBNP、ST2 水平均高于无缺血性 J 波患者 ($P<0.05$); 多因素 Logistic 回归分析显示, 缺血性 J 波、NT-ProBNP 和 ST2 水平均为 MACE 发生的独立预测因素 ($P<0.05$), ROC 曲线显示, 联合预测模型的 AUC 为 0.872 (95% CI: 0.812~0.933)。结论 缺血性 J 波、NT-ProBNP 和 ST2 水平联合应用可有效预测 AMI 患者的 MACE 发生风险, 对临床预后评估具有重要价值。

【关键词】 心电图; 缺血性 J 波; 氨基末端 B 型利钠肽前体; 可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白; 急性心肌梗死; 预后

【中图分类号】 R542.2⁺2 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2025.10.016

Value of ischemic J wave electrocardiogram combined with serum NT-ProBNP and ST2 levels on evaluating the prognosis of patients with AMI

ZHU Zhixin¹, SHEN Yuyue¹, WANG Xiali¹, HU Su², ZHAO Hongli³

(1. *Electrocardiogram, The Second Affiliated Hospital of Xi'an Medical College, Xi'an 710038, China;*
2. *Department of Cardiology, The Second Affiliated Hospital of Xi'an Medical College, Xi'an 710038, China;*
3. *Department of Cardiology, The Second Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710032, China*)

【Abstract】 **Objective** To investigate the value of ischemic J wave electrocardiogram combined with serum N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-ProBNP) and soluble growth stimulation expressed gene 2 protein (ST2) on evaluating the prognosis of patients with acute myocardial infarction (AMI). **Methods** 152 patients with AMI in The Second Affiliated Hospital of Xi'an Medical College from October 2022 to October 2023 were selected and divided into MACE group ($n=45$) and non-MACE group ($n=107$) according to whether major adverse cardiovascular events (MACE) occurred. The detection rate of ischemic J wave and levels of serum NT-ProBNP and ST2 levels were compared between MACE group and non-MACE group. The ischemic J wave, NT-ProBNP and ST2 were used as independent variables, and the presence or absence of MACE was the dependent variable (occurrence=1, non-occurrence=0), thus multivariate Logistic regression model was established and the predictive probability of MACE by regression model was calculated. The predictive probability was used as a continuous variable to draw the receiver operating characteristic curve (ROC) to evaluate the predictive efficacy of the model on MACE. **Results** The detection rate of ischemic J wave and levels of ser-

基金项目: 陕西省卫生健康科研基金项目 (2022E010)

通信作者: 王夏莉, E-mail: zimo20love@163.com

引用本文: 朱志欣, 沈渝玥, 王夏莉, 等. 缺血性 J 波心电图联合血清 NT-ProBNP 及 ST2 水平评估 AMI 患者预后的价值[J]. 西部医学, 2025, 37

(10):1490-1494. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2025.10.016

um NT-ProBNP and ST2 in MACE group were higher than those in non-MACE group ($P < 0.05$). The levels of serum NT-ProBNP and ST2 in patients with ischemic J wave were higher than those in patients without ischemic J wave ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that ischemic J wave, NT-ProBNP and ST2 were independent predictors of MACE ($P < 0.05$). ROC curve suggested that the AUC of the combined prediction model was 0.872 (95% CI: 0.812-0.933). **Conclusion** The combined application of ischemic J wave, NT-ProBNP and ST2 levels can effectively predict the risk of MACE in patients with AMI, and has important value for clinical prognosis evaluation.

【Key words】 Electrocardiogram; Ischemic J wave; N-terminal pro-B-type natriuretic peptide; Soluble growth stimulating expressed gene 2 protein; Acute myocardial infarction; Prognosis

急性心肌梗死 (Acute myocardial infarction, AMI) 是全球范围内致死和致残的主要原因之一, 虽然近年来在急性冠脉综合症的诊断和治疗方面取得了显著进展, 但 AMI 患者的发病率和死亡率仍然居高不下^[1-2]。准确、及时地评估 AMI 患者的预后对于制定个体化治疗策略和改善患者预后具有重要意义。心电图 (Electrocardiogram, ECG) 是 AMI 诊断的重要工具, 其特征性变化在预后评估中也有重要价值, 缺血性 J 波是在 QRS 波群末端出现的突起波, 研究表明, 其存在与心律失常和猝死风险增加密切相关^[3]。然而, 单一的心电图指标可能不足以全面评估 AMI 患者的预后, 需结合其他生物标志物进行综合评估, 近年来, 血清生物标志物在心血管疾病预后评估中的作用受到广泛关注^[4-5]。氨基末端 B 型利钠肽前体 (N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-ProBNP) 和可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白 (Soluble growth stimulating expressed gene 2 protein, ST2) 是两种重要的心脏标志物, 其中 NT-ProBNP 是心脏压力和损伤的敏感指标, 已被证实在心力衰竭和急性冠脉综合征患者的预后评估中具有重要价值^[6]; ST2 是一种与心脏纤维化和重构相关的蛋白质, 其水平升高提示心肌受损。本研究旨在探讨缺血性 J 波心电图联合血清 NT-ProBNP 和 ST2 水平对 AMI 患者预后的预测价值, 现将结果报告如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取西安医学院第二附属医院 2022 年 10 月—2023 年 10 月诊断为 AMI 的患者 152 例。纳入标准: ①年龄 > 18 岁。②符合欧洲心脏病学会 (ESC) 发布的急性冠脉综合征诊治指南中的 AMI 诊断标准^[7]。③自愿配合相关检查及随访。排除标准: ①合并严重心力衰竭 (NYHA III-IV 级)、肥厚性心肌病、扩张型心肌病等其他严重心脏疾病。②合并严重肝肾功能不全。③合并恶性肿瘤或其他终末期疾病。④合并严重感染。⑤合并严重呼吸系统疾病。⑥既往有血液系统疾病史。⑦妊娠或哺乳期女性。⑧无法完成随访者。本研究经医院伦理委员会批准。

1.2 心电图检查 患者入院后立即进行标准 12 导

联心电图检查, 纸速 25 mm/s, 振幅 10 mm/mV, 每个导联至少记录 5 个完整的心动周期。缺血性 J 波的识别标准^[8]: QRS 波群的终末部和 ST 段的起始处向上凸起, 紧接在 QRS 波群之后, J 波振幅 ≥ 0.1 mV (1 mm), J 波持续时间 ≥ 0.1 s, 常见于胸导联、肢导联。

1.3 血液指标检测 患者入院后立即抽取静脉血样, 采集患者空腹外周静脉血, 30 min 内离心 (3000 rpm, 10 min), 分离血清, 采用酶联免疫吸附试验测定血清 NT-ProBNP 和 ST2 水平。

1.4 随访和分组 随访 6 个月, 记录主要心血管不良事件 (Major adverse cardiovascular events, MACE) 发生情况, 包括再发梗死、心力衰竭、心源性死亡。根据是否发生 MACE 将患者分为 MACE 组 ($n = 45$)、非 MACE 组 ($n = 107$)。

1.5 观察指标 统计 MACE 发生情况, 比较 MACE 组与非 MACE 组缺血性 J 波检出率及血清 NT-ProBNP、ST2 水平, 以缺血性 J 波、NT-ProBNP 和 ST2 为自变量, MACE 发生与否为因变量 (发生 = 1, 未发生 = 0), 建立多因素 Logistic 回归模型, 采用预测概率作为连续变量, 绘制受试者工作特征曲线 (ROC), 评估模型对 MACE 的预测效能。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 22.0 进行数据分析, 计量数据符合正态分布采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 计数资料采用 $n(\%)$ 表示, 组间比较采用 χ^2 检验进行; 采用 Logistic 回归模型分析独立预测因子; 绘制 ROC 曲线, 获取曲线下面积 (area under curve, AUC)、95% CI 等信息, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MACE 发生情况 随访期间, 152 例患者中 45 例 (29.61%) 患者发生 MACE, 其中再发梗死 16 例 (10.53%)、心力衰竭 20 例 (13.16%)、心源性死亡 9 例 (5.92%),

2.2 MACE 组与非 MACE 组临床资料比较 MACE 组与非 MACE 组年龄、性别、高血压史、糖尿病史及吸烟史差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

表 1 MACE 组与非 MACE 组一般临床资料比较 $[\bar{x} \pm s, n(\times 10^{-2})]$

Table 1 Comparison of general clinical data between MACE group and non-MACE group

变量	MACE 组(n=45)	非 MACE 组(n=107)	χ^2/t	P
年龄(岁)	66.12±10.76	64.50±11.39	0.813	0.417
性别			0.225	0.635
男	30(66.67)	67(62.62)		
女	15(33.33)	40(37.38)		
高血压史	28(62.22)	58(54.21)	0.829	0.363
糖尿病史	18(40.00)	27(25.23)	3.314	0.069
吸烟史	22(48.89)	46(42.99)	0.446	0.504

2.3 MACE 组与非 MACE 组缺血性 J 波及血清 NT-ProBNP、ST2 水平比较 MACE 组缺血性 J 波检出率及血清 NT-ProBNP、ST2 水平均高于非 MACE 组(P<0.05),见表 2。

表 2 MACE 组与非 MACE 组缺血性 J 波及血清 NT-ProBNP、ST2 水平比较 $[\bar{x} \pm s, n(\times 10^{-2})]$

Table 2 Comparison of ischemic J and serum NT-ProBNP and ST2 levels between MACE group and non-MACE group

组别	n	缺血性 J 波	NT-ProBNP (ng/L)	ST2 (ng/mL)
MACE 组	45	26(57.78)	1 920.46±272.08	441.29±62.15
非 MACE 组	107	32(29.91)	1 605.62±307.17	170.32±26.84
χ^2/t		10.428	5.960	37.635
P		0.001	<0.001	<0.001

2.4 有缺血性 J 波与无缺血性 J 波患者血清 NT-ProBNP、ST2 水平比较 有缺血性 J 波患者血清 NT-ProBNP、ST2 水平均高于无缺血性 J 波患者(P<0.05),见表 3。

表 3 有缺血性 J 波与无缺血性 J 波患者血清 NT-ProBNP、ST 水平比较 $(\bar{x} \pm s)$

Table 3 Comparison of serum NT-ProBNP and ST levels in patients with and without ischemic J-wave

缺血性 J 波	n	NT-ProBNP (ng/L)	ST2(ng/mL)
有	58	1 872.79±280.91	430.84±68.28
无	94	1 591.49±299.76	139.29±24.80
t		5.755	27.632
P		<0.001	<0.001

2.5 独立预测因素分析 多因素 Logistic 回归分析显示,缺血性 J 波、NT-ProBNP 和 ST2 水平均为 MACE 发生的独立预测因素(P<0.05)(见表 4),通过回归模型计算 MACE 预测概率,以预测概率作为连续变量绘制 ROC 曲线,ROC 曲线显示,联合预测模型的 AUC 为 0.872(95% CI: 0.812~0.933),见表 4、图 1。

3 讨论

AMI 的早期诊断和预后评估对于降低死亡率、改

表 4 多因素 Logistic 回归分析 MACE 的独立预测因素

Table 4 Independent predictors of MACE by multivariate Logistic regression analysis

变量	β	SE	Wald χ^2	OR 值	95% CI	P
缺血性 J 波	1.462	0.639	5.235	4.315	1.233~15.096	0.023
NT-ProBNP	0.007	0.003	5.444	1.007	1.001~1.013	0.020
ST2	0.034	0.016	4.516	1.035	1.003~1.068	0.034

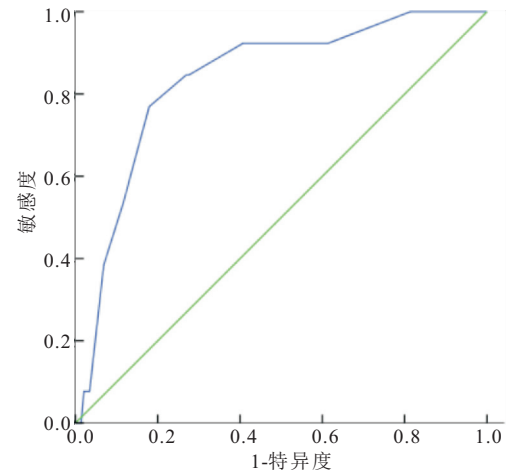


图 1 联合预测模型预测 MACE 的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve of MACE predicted by the combined prediction model

善预后至关重要,虽然当前在治疗手段和技术方面取得了显著进展,但如何有效评估 AMI 患者的预后,进而指导临床治疗,仍是一个重要的研究课题^[9-10]。传统的预后评估方法主要依赖于临床症状和常规心电图检测,但准确性和敏感度有限,寻找新的、可靠的生物标志物和心电图指标,联合应用以提高预后评估的准确性,具有重要的临床意义^[11-13]。

本研究结果显示,缺血性 J 波的检出率在 MACE 组显著高于非 MACE 组,表明 J 波的存在可能预示着较差的预后,多因素 Logistic 回归分析也表明,缺血性 J 波是 MACE 发生的独立预测因素,与既往研究^[14-15]一致,表明缺血性 J 波可作为 AMI 预后评估的重要指标。J 波是指在 QRS 波群终末部和 ST 段起始处出现的一个突起波,通常表现为正向或负向突起,研究表明,缺血性 J 波的出现提示可能存在心室纤维化、传导阻滞和心肌电不稳定性增加,这些因素均与心脏不良事件的发生密切相关^[16-17]。首先,缺血性 J 波的出现反映心肌的严重缺血状态,在 AMI 病变过程中,冠状动脉的突然闭塞导致心肌供血中断,引起心肌细胞缺血和坏死,这种急性缺血状态会改变心肌的电生理特性,导致心电图上出现 J 波。J 波的形成机制可能与缺血导致的早期复极化现象有关,这种复极化异常增加了心室的电不稳定性,容易引发严重的心律失常,如室性心动过速和室颤^[18-19]。其次,缺血性 J 波的出

现与心律失常和猝死风险增加密切相关。有大规模队列研究^[20]发现,在 AMI 患者中,有缺血性 J 波的患者发生恶性心律失常和猝死的风险显著高于无 J 波患者,该研究进一步指出,J 波的振幅和出现导联数量与不良事件的发生风险呈正相关,即 J 波振幅越大、出现导联越多,预后越差。

NT-ProBN 是由心肌细胞分泌的多肽,在 AMI 患者中,NT-ProBNP 的水平可反映心室壁的压力和张力变化,被广泛用于心力衰竭和急性冠状动脉综合征的预后评估^[21-22]。本研究结果显示,MACE 组患者的 NT-ProBNP 水平显著高于非 MACE 组,进一步分析显示,NT-ProBNP 是 MACE 发生的独立预测因素。NT-ProBNP 水平在 AMI 患者中的升高通常与心功能不全相关,心肌梗死导致心肌细胞坏死,心功能减退,心室壁张力增加,刺激脑利钠肽的合成和释放,多项研究^[23-25]表明,AMI 患者入院时 NT-ProBNP 水平越高,心力衰竭和死亡的风险也越大,与本研究吻合。ST2 是一种与心脏纤维化和重构密切相关的生物标志物,其升高提示心肌受损和重构过程加剧,可溶性 ST2 是临床检测的主要形式,其水平升高与多种心血管疾病的不良预后密切相关。本研究显示,MACE 组患者的 ST2 水平显著高于非 MACE 组,且 ST2 是 MACE 发生的独立预测因素,表明 ST2 水平与 AMI 患者的不良预后密切相关。ST2 水平在 AMI 患者中的升高通常与心脏纤维化和炎症反应相关,心肌梗死引起的炎症反应和心肌损伤可导致 ST2 水平显著升高,ST2 可加剧心肌纤维化和重构,从而增加心力衰竭和死亡风险^[26]。NT-ProBNP 主要反映心脏压力负荷,而 ST2 则反映心肌纤维化和重构,因此 ST2 和 NT-ProBNP 联合检测可全面反映 AMI 患者的心脏功能和结构变化^[27]。

此外,本研究显示,有缺血性 J 波患者的血清 NT-ProBNP 和 ST2 水平显著高于无缺血性 J 波患者,提示缺血性 J 波还可能与心肌应激和纤维化程度密切相关。分析其原因:①缺血性 J 波的出现反映心肌的广泛缺血和损伤,这种状态下心室的压力负荷增加,从而导致 NT-ProBNP 水平升高,因此有缺血性 J 波的患者通常 NT-ProBNP 水平升高,提示这些患者的心脏功能受损更为严重,预后更差。②缺血性 J 波可在一定程度上反映心脏在应对急性缺血事件时存在更大的电生理和机械刺激,这种应激状态不仅会通过心电图表现出来,还会在分子水平上反映为 NT-ProBNP 和 ST2 升高。ROC 曲线分析显示,缺血性 J 波与血清 NT-ProBNP、ST2 联合预测模型的 AUC 达到 0.872,具有较高的敏感性和特异性,证实其对 AMI

患者的预后具有较高的预测价值,可提高风险评估的精确性。

4 结论

缺血性 J 波、NT-ProBNP 和 ST2 水平联合应用可有效预测 AMI 患者的 MACE 发生风险,可作为 AMI 患者早期预后评估的有效工具,帮助临床医生识别高风险患者。

【参考文献】

- [1] 李延民,冯艳,魏燕云,等. 心肌梗死溶栓危险指数、全身免疫炎症指数及营养控制状态评分对急性心肌梗死介入治疗预后的预测价值[J]. 川北医学院学报,2023,38(7): 906-909.
- [2] SIEWEKE J T, PFEFFER T J, BIBER S, *et al.* miR-21 and NT-proBNP correlate with echocardiographic parameters of atrial dysfunction and predict atrial fibrillation[J]. J Clin Med, 2020, 9(4): 1118.
- [3] MAPELLI M, MATTAVELLI I, SALVIONI E, *et al.* Looking into the kinetics of NT-proBNP and sST2 changes in patients with heart failure treated with sacubitril/valsartan: a hint to different therapeutic pathways[J]. Drugs R D, 2023, 23(4): 397-402.
- [4] 杜然,滕腾,赵云凤,等. 急性心肌梗死并发缺血性心肌病风险预测模型及评分标准研究[J]. 中国心血管病研究,2023,21(11): 1003-1009.
- [5] 赵宇红,杨一波,王晓林. 急性心肌梗死患者炎症相关指标与经皮冠状动脉介入术后心肌灌注水平的相关性[J]. 中华生物医学工程杂志,2021(5): 517-522.
- [6] 汤玮,胡荣,赵冬婧,等. 血清 CyPA、MMP-9 水平对急性心肌梗死 PCI 后近期缺血性并发症的预测分析[J]. 中国循证心血管医学杂志,2022,14(3): 317-320, 325.
- [7] KNUUTI J, WIJNS W, SARASTE A, *et al.* 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes[J]. Eur Heart J, 2020, 41(3): 407-477.
- [8] AZAROV J E, OVECHKIN A O, VAYKSHNORAYTE M A, *et al.* Prolongation of the activation time in ischemic myocardium is associated with J-wave generation in ECG and ventricular fibrillation[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 12202.
- [9] DU X, ZHANG Y J. Transient J wave-like ST-segment elevation in intracerebral hemorrhage: a case report[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2022, 22(1): 255.
- [10] APOORVA M, KHANDAIT H, GURALWAR C, *et al.* A study on QT dispersion before and after thrombolysis in acute myocardial infarction and its prognostic implications: a before and after comparison study[J]. J Assoc Physicians India, 2023, 71(10): 14-18.
- [11] 仇盛蕾,尚菊菊,周琦,等. 364 例急性心肌梗死患者预后影响因素回顾性分析[J]. 中华中医药杂志,2023,38(6): 2965-2968.
- [12] 葛正阳,何怡,蒋廷波,等. 血清白蛋白联合 CatLet 冠状动脉评分预测急性心肌梗死患者预后[J]. 中国介入心脏病学杂志,2023,31(3): 187-194.
- [13] LIDGARD B, ZELNICKV L, ANDERSON A H, *et al.* Cardiac biomarkers and risk of atherosclerotic cardiovascular disease in patients with CKD[J]. Kidney360, 2022, 3(5): 859-871.

- [14] GREEN M D, PARKER D M, EVERETT A D, *et al.* Cardiac biomarkers associated with hospital length of stay after pediatric congenital heart surgery[J]. *Ann Thorac Surg*, 2021, 112(2): 632-637.
- [15] 王晓玲, 王晓琴, 李爱萍. 心电图缺血性 J 波联合血清尿酸水平对冠心病心力衰竭合并心律失常的诊断价值[J]. *新疆医科大学学报*, 2023, 46(5): 648-652.
- [16] 付春生, 张浩, 周姝, 等. SYNTAX 积分联合血清 NT-proBNP、CK-MB、cTnI 水平对急性心肌梗死患者 PCI 术预后的评估价值[J]. *西部医学*, 2024, 36(11): 1643-1647.
- [17] 蒋卫霞, 汪浩, 张凤春. 急性心肌梗死短期预后与血清 sST2、hs-cTnI 水平的相关性[J]. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2023, 18(2): 186-190.
- [18] 吴明, 任福娜. 胸痛中心护理质量管理项目对急性心肌梗死患者预后的影响分析[J]. *贵州医药*, 2023, 47(4): 645-646.
- [19] 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.
- [20] 马建宏, 叶瑞兴, 刘长钰, 等. 血清同型半胱氨酸、低氧诱导因子-1 α 、高迁移率族蛋白 BI 对急性心肌梗死患者预后的评估价值[J]. *中国临床医生杂志*, 2023, 51(12): 1445-1448.
- [21] KOSHARNAIA R S, BELAYA Z E, ZURAEVA Z T, *et al.* Dynamics of NT-proBNP and ST2 levels as markers of heart failure in patients with endogenous Cushing syndrome(hypercortisolism)[J]. *Ter Arkh*, 2023, 94(12): 1387-1393.
- [22] BAI J, HAN L N, LIU H B. Combined use of high-sensitivity ST2 and NT-proBNP for predicting major adverse cardiovascular events in coronary heart failure[J]. *Ann Palliat Med*, 2020, 9(4): 1976-1989.
- [23] VAN DEN BERG V J, UMANS V A W M, BRANKOVIC M, *et al.* Stabilization patterns and variability of hs-CRP, NT-proBNP and ST2 during 1 year after acute coronary syndrome admission: results of the BIOMArCS study[J]. *Clin Chem Lab Med*, 2020, 58(12): 2099-2106.
- [24] SHCHURKO M, LAPOVETS L, BASHTA H, *et al.* Diagnostic significance of stimulating growth factor ST2 and N-terminal prohormone of brain natriuretic peptide NT-PROBNP in patients with ischemic heart disease in the setting of metabolic syndrome[J]. *Pol Merkur Lekarski*, 2021, 49(292): 249-251.
- [25] IBORRA-EGEA O, MONTERO S, BAYES-GENIS A. An outlook on biomarkers in cardiogenic shock[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2020, 26(4): 392-397.
- [26] GRIFFITHS M, YANG J, EVERETT A D, *et al.* Endostatin and ST2 are predictors of pulmonary hypertension disease course in infants[J]. *J Perinatol*, 2020, 40(11): 1625-1633.
- [27] KRITTAYAPHONG R, PUMPRUEG S, SAIRAT P. Soluble ST2 in the prediction of heart failure and death in patients with atrial fibrillation[J]. *Clin Cardiol*, 2022, 45(4): 447-456.

(收稿日期:2024-07-05;修回日期:2025-07-12;编辑:王小菊)

(上接第 1489 页)

- [10] ZHUO R, HASING M E, TEAM of Molecular Diagnostics, *et al.* A single nucleotide polymorphism at the TaqMan probe-binding site impedes real-time reverse transcription-PCR-based detection of norovirus GII.4 Sydney[J]. *J Clin Microbiol*, 2015, 53(10): 3353-3354.
- [11] 王彩霞, 史喜菊, 冯春燕, 等. 诺如病毒的流行、诊断与防控建议[J]. *质量安全与检验检测*, 2023, 33(3): 32-38.
- [12] 朱曦, 靳森, 段招军. 诺如病毒流行病学及疾病负担研究进展[J]. *疾病监测*, 2021, 36(8): 769-773.
- [13] OBRIEN S J, SANDERSON R A, RUSHTON S P. Control of norovirus infection[J]. *Curr Opin Gastroenterol*, 2019, 35(1): 14-19.
- [14] 毕文俊, 许姜姜. 儿童病毒性腹泻病原体流行病学特征分析[J]. *中国公共卫生*, 2020, 36(9): 1371-1373.
- [15] 王宇, 高志勇, 贾蕾, 等. 诺如病毒感染的流行病学研究进展[J]. *中华流行病学杂志*, 2022, 43(6): 974-980.
- [16] QIAN X F, DUAN A L, HUANG R X, *et al.* Pooled analysis of LAMP assay for the diagnosis of norovirus infection[J]. *J Clin Lab Anal*, 2021, 35(9): e23919.
- [17] 武晋英, 方玉莲, 王维, 等. 天津地区急性腹泻患儿肠道病毒感染临床特征和流行病学分析[J]. *检验医学*, 2023, 38(3): 267-271.
- [18] 毛瑞, 曹三成, 王增国, 等. 673 例急性腹泻患儿诺如病毒 G I、G II 型感染快速筛查结果分析[J]. *传染病信息*, 2023, 36(4): 351-354.
- [19] 汤巧雨, 高玺玉, 宋杨, 等. 2007—2021 年我国诺如病毒急性胃肠炎暴发疫情流行特征及影响因素分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2023, 44(5): 751-758.
- [20] BREWER-JENSEN P D, REYES Y, BECKER-DREPS S, *et al.* Norovirus infection in young Nicaraguan children induces durable and genotype-specific antibody immunity[J]. *Viruses*, 2022, 14(9): 2053.
- [21] 卢洪萍, 罗菁, 肖铭澍, 等. 浙江台州地区婴幼儿诺如病毒感染特征及危险因素分析[J]. *国际流行病学传染病学杂志*, 2020(1): 46-49.
- [22] 张恒秋, 陈斌, 周伴群, 等. 一起诺如病毒感染致胃肠炎暴发的危险因素分析[J]. *实用预防医学*, 2014, 21(6): 683-685.
- [23] 钱亚利, 张艳, 杜雨珂. 2020—2021 年江油市某三级医院食源性诺如病毒感染流行病学特征分析[J]. *实用预防医学*, 2023, 30(12): 1495-1498.
- [24] JAGIRDHAR G S K, PULAKURTHI Y S, CHIGURUPATI H D, *et al.* Gastrointestinal tract and viral pathogens[J]. *World J Virol*, 2023, 12(3): 136-150.
- [25] SAKURAI T, SARUTA M. Positioning and usefulness of biomarkers in inflammatory bowel disease[J]. *Digestion*, 2023, 104(1): 30-41.

(收稿日期:2024-09-09;修回日期:2025-02-27;编辑:王小菊)