

引用格式:曹姗姗,杨英,李颖,等. QTc 间期和 NT-proBNP 在评估急性脑梗死患者短期预后中的价值[J]. 巴楚医学, 2025, 8(4): 64-69. DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2025.04.010

Cite as: Cao Shanshan, Yang Ying, Li Ying, et al. Value of QTc Interval and NT-proBNP in Evaluating the Short-Term Prognosis of Patients with Acute Cerebral Infarction[J]. Bachu Medical Journal, 2025, 8(4): 64-69. DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2025.04.010

QTc 间期和 NT-proBNP 在评估急性脑梗死患者短期预后中的价值

曹姗姗^{1,2,3} 杨英^{2,3} 李颖^{1,2,3} 杨中鑫⁴

(1. 三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]心电诊断科, 湖北宜昌 443003; 2. 缺血性心血管病湖北省重点实验室, 湖北宜昌 443003; 3. 湖北省缺血性心血管病临床医学研究中心, 湖北宜昌 443003; 4. 三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]消化内科, 湖北宜昌 443003)

摘要: **目的:**探讨 QTc 间期、血清 N 端 B 型钠尿肽前体(NT-proBNP)及其联合在急性缺血性脑梗死患者短期预后中的预测价值。**方法:**回顾性分析 2019 年 1 月—2024 年 9 月在宜昌市中心人民医院神经内科住院确诊急性缺血性脑梗死患者 123 例,治疗 3 个月根据改良 Rankin 量表(mRS)评分将急性脑梗死患者分为预后良好组($n=63$ 例)(mRS 评分 <3 分)和预后不良组($n=60$ 例)(mRS 评分 ≥ 3 分),比较两组患者的一般资料、QTc 间期和 NT-proBNP。采用 Pearson 相关性分析及多因素 Logistic 回归来分析急性脑梗死患者短期预后不良的独立危险因素,并绘制受试者工作特征(ROC)曲线。**结果:**两组患者一般临床资料比较,预后不良组年龄、QTc 间期和 NT-proBNP 均高于预后良好组(均 $P<0.05$)。Pearson 相关性分析显示,患者年龄、QTc 间期和 NT-proBNP 均与 mRS 评分呈正相关(均 $P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄偏大($OR=1.056, 95\%CI: 1.001, 1.115$)、QTc 间期延长($OR=1.018, 95\%CI: 1.003, 1.035$)及 NT-proBNP 升高($OR=1.010, 95\%CI: 1.004, 1.017$)是急性脑梗死患者短期预后不良的独立危险因素。年龄、QTc 间期、NT-proBNP 及三者联合预测急性脑梗死患者短期预后不良的 ROC 曲线下面积分别是 0.825、0.804、0.752 及 0.864。**结论:**年龄偏大、QTc 间期延长及 NT-proBNP 升高是急性脑梗死患者短期预后不良的独立危险因素,三者联合预测价值更高。

关键词: QTc 间期; 血 N 端 B 型钠尿肽前体; 急性缺血性脑梗死; 改良 Rankin 量表评分
中图分类号: R743.33 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-6113(2025)04-0064-06

Value of QTc Interval and NT-proBNP in Evaluating the Short-Term Prognosis of Patients with Acute Cerebral Infarction

Cao Shanshan^{1,2,3} Yang Ying^{2,3} Li Ying^{1,2,3} Yang Zhongxin⁴

(1. Department of Electrocardiography, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China; 2. Hubei Key Laboratory of Ischemic Cardiovascular Disease, Yichang 443003, China; 3. Hubei Provincial Clinical Research Center for Ischemic Cardiovascular Disease, Yichang 443003, China; 4. Department of Gastroenterology, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China)

基金项目:湖北省自然科学基金项目(2023AFB104)

作者简介:曹姗姗,主治医师,E-mail: 594309118@qq.com

通信作者:李颖,主任医师,E-mail: 1293089699@qq.com

Abstract Objective: To explore the predictive value of the QTc interval, serum N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP), and their combination for short-term prognosis in patients with acute cerebral infarction. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on 123 patients diagnosed with acute cerebral infarction who were hospitalized in the department of neurology at Yichang Central People's Hospital from January 2019 to September 2024. Based on the modified rankin scale (mRS) score, patients were classified into a good prognosis group ($n=63$) (mRS score < 3) and a poor prognosis group ($n=60$) (mRS score ≥ 3) after 3 months of treatment. Demographic data, QTc interval, and NT-proBNP levels were compared between the two groups. Pearson correlation analysis and multivariate Logistic regression were performed to identify independent risk factors associated with poor short-term prognosis, and the receiver operating characteristic curve was drawn. **Results:** Compared with the good prognosis group, the poor prognosis group had significantly higher levels of age, QTc interval, and NT-proBNP (all $P < 0.05$). Pearson correlation analysis revealed that age, QTc interval, and NT-proBNP were positively correlated with mRS scores (all $P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis demonstrated that advanced age ($OR = 1.056$, $95\%CI: 1.001, 1.115$), prolonged QTc interval ($OR = 1.018$, $95\%CI: 1.003, 1.035$), and elevated NT-proBNP ($OR = 1.010$, $95\%CI: 1.004, 1.017$) were independent risk factors for poor short-term prognosis in patients with acute cerebral infarction. The areas under the ROC curve for age, QTc interval, NT-proBNP, and their combined model in predicting poor prognosis were 0.825, 0.804, 0.752 and 0.864, respectively. **Conclusion:** Advanced age, prolonged QTc interval, and elevated NT-proBNP are independent risk factors for poor short-term prognosis in patients with acute cerebral infarction. The combined assessment of these factors provides greater predictive accuracy.

Keywords QTc interval; N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP); acute cerebral infarction; modified rankin scale (mRS) score

急性脑梗死是临床上一类起病急骤的脑部血管循环障碍疾病。大多数急性脑梗死患者死亡归因于神经系统损伤^[1],在中风幸存者中近三分之一的死亡可归因于心脏原因^[2]。然而,心血管死亡只是冰山一角,因为中风还增加了非致命性心血管并发症的风险^[3]。已有研究报道,在没有器质性心脏病的情况下,急性脑梗死患者最常见的心功能障碍包括心肌酶阳性、左心室射血分数下降、血清 N 端 B 型钠尿肽前体(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)升高、心电图异常^[4]。

心电图异常可表现为 ST 段压低/抬高、T 波倒置、QTc 间期延长、PR 间期延长、心律失常等^[5]。QT 间期为心电图上 Q 波起始到 T 波结束的时间间隔,代表心室肌除极及复极的时间。因 QT 间期受心率影响比较大,故临床上采用心率校正后的 QTc 间期代替 QT 间期^[6]。有研究报道^[7],急性脑梗死患者延长的 QTc 间期与疾病严重程度及长期死亡率相关。后续该研究者又发现^[8],延长的 QTc 间期联合升高的肌钙蛋白可以改善急性脑梗死患者长期死亡率的风险分层,同时促进识别危重的卒中,并有助于预测未来的血管相关死亡。

血清 NT-proBNP 是由心室肌细胞分泌的一类

激素,其在心室室壁张力增加和容量/压力负荷增大时会分泌增加^[9]。在一项针对 1 209 例缺血性脑卒中患者的研究中^[10],378 例(31%)表现出轻度左心室功能障碍,其中,只有大约三分之一的患者被诊断出充血性心力衰竭。NT-proBNP 广泛应用于心力衰竭的预测和诊断,在很大程度上反映心力衰竭的严重程度^[11]。近期有研究显示^[12],在急性脑梗死急性期,血清 NT-proBNP 水平升高显著增加不良功能结局的风险,在调整潜在混杂因素后,NT-proBNP 升高仍可作为卒中结局的独立预测因子。

既往研究发现 QTc 和 NT-proBNP 在急性脑梗死患者长期预后中有预测价值,但两者联合在短期预后中的预测价值尚不明确。本研究旨在探讨 QTc 间期、NT-proBNP 及其联合对急性脑梗死患者短期预后不良的预测价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2019 年 1 月—2024 年 9 月于宜昌市中心人民医院神经内科住院治疗的 123 例急性脑梗死患者的临床资料,所有患者均接受十二导联心电图

检查及血清 NT-proBNP 检测,根据 3 个月随访时改良 Rankin 量表(modified rankin scale, mRS)评分将 123 例急性脑梗死患者分成预后良好组($n = 63$) (mRS 评分 < 3 分)和预后不良组($n = 60$) (mRS 评分 ≥ 3 分)。本研究已通过宜昌市中心人民医院伦理委员会审查批准(批号:2025-158-02)。

纳入标准:①符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》^[13]中急性脑梗死的诊断标准;②年龄 ≥ 18 岁;③发病至入院时间 ≤ 24 h。

排除标准:①合并严重心、肝、肾、肺功能异常;②合并严重自身免疫疾病、严重精神类疾病;③既往有颅内出血、外伤、肿瘤、手术及脑梗死病史;④既往有长 QTc 综合征;⑤使用可能影响 QTc 间期的药物;⑥合并急性冠脉综合征;⑦心电图表现为完全性左束支阻滞、心房颤动、室速、心室起搏器;⑧患者死亡;⑨临床、实验室及心电图资料不完整;⑩出院后 3 个月未复诊患者。

1.2 一般资料

收集研究对象的性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、心电图、NT-proBNP 等资料。

1.3 QTc 间期获取方法

记录患者标准十二导联心电图(走纸速度为

25 mm/s、振幅为 10 mm/mV),使用卡尺以 ms 为单位手动进行测量,每个患者测量 3 个 QT 间期(即 QRS 波群开始和 T 波结束之间的时间),取平均值,采用 Bazett 公式计算得到校正 QT:QTc = QT/ \sqrt{RR} 。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 21.0 软件对数据进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料采用 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Pearson 分析相关指标与 mRS 评分的相关性;采用多因素 Logistic 回归分析影响急性脑梗死短期预后的因素,并绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,评估曲线下面积(area under the curve, AUC)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

预后不良组患者年龄、QTc 间期及 NT-proBNP 均高于预后良好组(均 $P < 0.05$)。两组患者在 BMI、性别、吸烟、高血压史、糖尿病史及高脂血症史方面无明显差异(均 $P > 0.05$),见表 1。

表 1 两组患者基线资料比较[$(\bar{x} \pm s), n(\%)$]

项目	预后良好组($n = 63$)	预后不良组($n = 60$)	t/χ^2	P
年龄/岁	62.19 \pm 6.78	66.35 \pm 8.79	-2.946	0.004
BMI/(kg/m ²)	21.93 \pm 2.48	22.37 \pm 2.92	-0.899	0.370
男性	36(57.14)	39(65.00)	0.797	0.372
吸烟	29(46.03)	29(48.33)	0.065	0.798
高血压史	34(53.97)	40(66.67)	2.068	0.150
糖尿病史	19(30.16)	21(35.00)	0.328	0.567
高脂血症史	23(36.51)	28(46.67)	1.307	0.253
QTc 间期/ms	444.89 \pm 28.45	464.55 \pm 24.31	-4.111	< 0.001
NT-proBNP/(pg/mL)	125.63 \pm 54.91	184.38 \pm 83.52	-4.631	< 0.001

注: BMI: 身体质量指数; QTc: 校正 QT 间期; NT-proBNP: N 端 B 型钠尿肽前体。

2.2 急性脑梗死患者 QTc 间期、NT-proBNP、年龄与 mRS 评分的 Pearson 相关性分析

Pearson 相关性分析显示,急性脑梗死患者 QTc 间期($r = 0.340, P < 0.001$)、NT-proBNP($r = 0.247, P = 0.021$)、年龄($r = 0.306, P = 0.004$)与 mRS 评分呈正相关,见图 1。

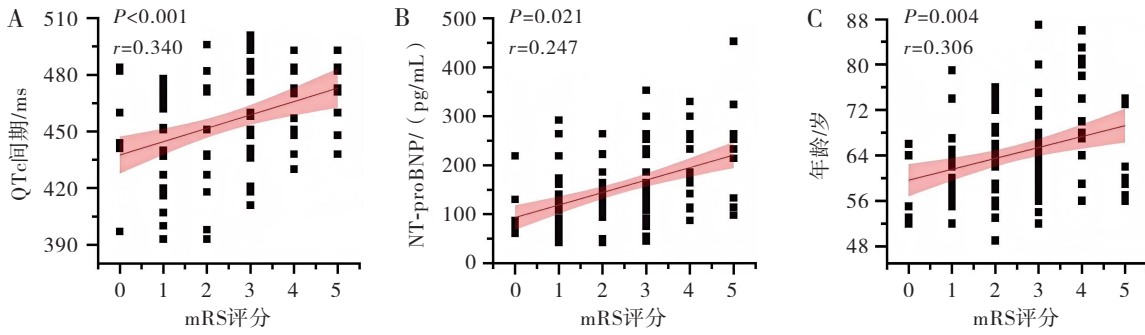
2.3 急性脑梗死患者短期预后影响因素分析

以急性脑梗死患者短期预后不良作为因变量,将年龄、QTc 间期及 NT-proBNP 作为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,年龄偏大($OR =$

1.056, 95%CI: 1.001, 1.115)、QTc 间期延长($OR = 1.018, 95\%CI: 1.003, 1.035$)及 NT-proBNP 升高($OR = 1.010, 95\%CI: 1.004, 1.017$)是急性脑梗死短期预后不良的独立危险因素(均 $P < 0.05$),见表 2。

2.4 急性脑梗死患者短期预后不良影响因素预测价值分析

绘制 ROC 曲线,采用 AUC 评价年龄、QTc 间期、NT-proBNP 及三者联合预测急性脑梗死患者短期预后效能,其 AUC 分别为 0.825、0.804、0.752 及 0.864,具体见表 3 及图 2。



注: A: QTc 与 mRS 评分的相关性分析; B: NT-proBNP 与 mRS 评分的相关性分析; C: 年龄与 mRS 评分的相关性分析。

图 1 急性脑梗死 QTc 间期、NT-proBNP、年龄与 mRS 评分的 Pearson 相关性分析

表 2 急性脑梗死患者短期预后不良影响因素的多因素 Logistic 分析

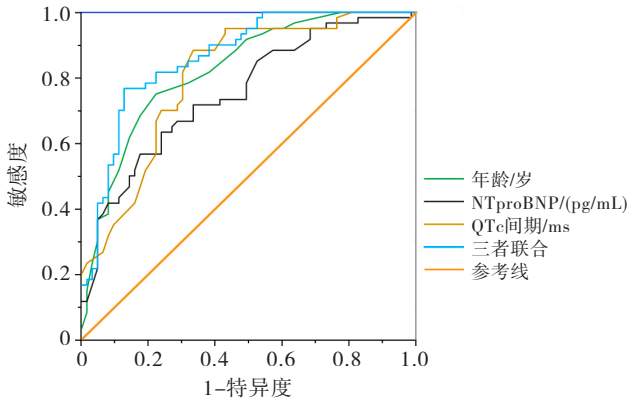
项目	β	SE	Wald	OR	95%CI	P
年龄/岁	0.055	0.028	3.939	1.056	1.001~1.115	0.047
QTc 间期/ms	0.018	0.008	5.224	1.018	1.003~1.035	0.022
NT-proBNP/(pg/mL)	0.010	0.003	9.976	1.010	1.004~1.017	0.002

注: QTc: 校正 QT 间期; NT-proBNP: N 端 B 型钠尿肽前体。

表 3 年龄、QTc 间期、NT-proBNP 及三者联合预测急性脑梗死短期预后价值

项目	AUC	95%CI	敏感度/%	特异度/%	约登指数	最佳截断值
年龄/岁	0.825	0.753~0.898	0.750	0.778	0.528	63.5
QTc 间期/ms	0.804	0.726~0.881	0.883	0.667	0.550	455
NT-proBNP/(pg/mL)	0.752	0.667~0.837	0.633	0.762	0.395	150.5
三者联合	0.864	0.800~0.928	0.767	0.873	0.640	—

注: QTc: 校正 QT 间期; NT-proBNP: N 端 B 型钠尿肽前体; AUC: 曲线下面积。



注: QTc: 校正 QT 间期; NT-proBNP: N 端 B 型钠尿肽前体; ROC: 受试者工作特征。

图 2 年龄、QTc 间期、NT-proBNP 及三者联合对急性脑梗死患者的短期预后的 ROC 曲线

3 讨论

本研究针对急性缺血性脑梗死不同预后患者的 QTc 间期进行分析,发现急性脑梗死患者预后不良组 QTc 间期高于预后良好组。Pearson 相关分析提

示,QTc 间期与 mRS 评分呈正相关。进一步多因素 Logistic 回归分析结果显示,QTc 间期延长可能与急性脑梗死患者短期预后不良相关。这一发现为临床评估急性脑梗死患者的预后分层提供了新的指标。在一项前瞻性临床研究中^[14],共纳入 100 名急性缺血性脑梗死患者,入院时 QTc 间期延长的患者占 59%,在中度至重度中风患者中可以观察到更长的 QTc 间期;值得注意的是,在持续 QTc 间期延长的患者中,69.2%的患者 mRS 评分 ≥ 4 分,提示 QTc 间期的延长与卒中严重程度和神经功能恶化存在显著相关性。在另一项回顾性研究中也支持了这一结论^[15],QTc 间期延长和心率增快可能与脑神经损伤的严重程度相关,并可与年龄及美国国立卫生研究院卒中量表评分一起作为潜在的预测因子。Ahn 等^[8]在一项纳入 1 668 例急性脑卒中的前瞻性临床研究中发现,延长的 QTc 间期联合升高的肌钙蛋白可以提高急性脑梗死患者长期死亡率的风险分层,同时促进识别危重的卒中,并有助于预测未来的心血管相关死亡。此外,Tang 等^[16]也报道,QTc 间期延长与急性脑卒中患者 1 年随访时较差的神经功能结局相关,

可能有助于对急性脑卒中患者的危险分层。这些研究与本研究结论一致,共同支持 QTc 间期延长作为急性脑梗死患者预后不良的潜在标志。

在本研究中,我们评估了血清 NT-proBNP 水平对急性缺血性脑梗死患者短期预后价值的影响。发现急性脑梗死患者预后不良组的 NT-proBNP 水平高于预后良好组。Pearson 相关分析显示,NT-proBNP 与 mRS 评分呈正相关。多因素 Logistic 回归分析结果显示,NT-proBNP 升高可能与急性脑梗死患者短期预后不良相关。有报道显示^[12],血清 NT-proBNP 水平升高显著增加急性脑梗死患者不良功能结局的风险,可作为卒中结局的独立预测因子。在一项回顾性分析 182 例经血管内治疗的急性脑梗死患者的研究中^[17],发现预后不良组血清 NT-proBNP 水平较高且侧支循环状态较差,研究进一步发现 NT-proBNP 水平在心源性栓塞引起的急性脑梗死患者中具有更高的预测价值。在一项纳入 11 个研究包含 10 498 名患者的荟萃分析中^[18],全面评估了血清 NT-proBNP 水平对缺血性卒中患者预后价值的影响,结果显示,急性缺血性卒中患者中升高的 NT-proBNP 水平与较差的短期结局(全因死亡率和功能结局)和长期结局(全因死亡率、心脏死亡和功能结局)相关,提示 NT-proBNP 水平可作为预测缺血性卒中患者预后的生物标志物。也有研究显示^[19],在急性脑梗死患者中,血清 NT-proBNP 及同型半胱氨酸水平能有效评估其病情严重程度,且在预测其预后方面也能起到一定的参考作用。

急性脑梗死后心电图及心脏相关指标变化影响预后的病理生理机制尚未完全阐明,现有研究表明^[20],其发生涉及多因素参与的复杂机制:①儿茶酚胺激增学说:在急性缺血性卒中发作后,可观察到下丘脑-垂体-肾上腺轴激活,这会导致血清儿茶酚胺显著增加,从而导致心脏复极异常和应激性心肌病,但一般不会导致心肌梗死;②免疫和炎症反应:卒中发作后,局部和全身炎症反应导致内皮细胞损伤,进一步诱导氧化应激,发生在心脏的炎症反应导致心肌损伤;③肠道微生物菌群失调:中风发作后的肠道微生物菌群失调,进一步导致细菌和内毒素进入血液并诱发全身炎症。此外,本研究显示,预后不良组患者年龄明显增高,该结果与既往研究结果一致^[17,21]。考虑可能原因是年龄偏大的患者脑血管的恢复及代偿能力下降,从而影响急性脑梗死的预后。

本研究中 ROC 曲线分析证实,年龄、QTc 间期、NT-proBNP 及三者联合在急性缺血性脑梗死患者短期预后的预测价值,并证实三者联合预测价值更高。

传统观点认为,QTc 间期延长仅反映心脏电生理异常。然而,近期多模态影像学研究揭示^[22],QTc 间期延长的患者同时存在显著的心脏机械功能改变,表现为收缩/舒张功能减低、左室充盈时间缩短及每搏输出量下降。基于此,我们提出以下病理生理假说:急性脑梗死患者因交感神经过度激活(交感风暴),通过脑-心轴调控途径引发心肌结构和功能损伤,导致 QTc 间期延长和 NT-proBNP 水平升高,其进一步导致心肌灌注不足及射血分数不足,形成心脏-脑血流动力学恶性循环,最终影响急性脑梗死患者短期预后。但是,目前这一假说中的具体神经及内分泌机制仍需更深入的研究阐明。

值得注意的是,尽管本研究为 QTc 间期和 NT-proBNP 在急性缺血性脑梗死预后评估中的应用提供了初步证据,但仍存在一定的局限性:①本研究为单中心回顾性临床研究,样本量相对较小;②本研究仅对短期预后进行评估,未进行长期随访;③本研究中未系统记录针对 QTc 间期延长及 NT-proBNP 异常的具体临床干预措施,这可能是影响预后评估的一个重要混杂因素。未来期待有高质量多中心临床研究,采用标准化的干预策略,通过亚组分析探讨不同干预措施下这些生物标志物的预测价值,综合长期随访数据,进一步明确 QTc 间期和 NT-proBNP 在急性缺血性脑梗死患者预后中的临床实用价值,为个体化治疗决策提供更可靠的依据。

综上所述,年龄偏大、QTc 间期延长及 NT-proBNP 升高是急性缺血性脑梗死患者短期预后不良的独立预测因子,三者联合可显著提高预测价值。

参考文献:

- [1] GBD 2016 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke, 1990-2016; a systematic analysis for the global burden of disease study 2016[J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(5): 439-458.
- [2] Scheitz J F, Sposato L A, Schulz-Menger J, et al. Stroke-heart syndrome: recent advances and challenges [J]. *J Am Heart Assoc*, 2022, 11(17): e026528.
- [3] Sposato L A, Lam M, Allen B, et al. First-ever ischemic stroke and increased risk of incident heart disease in older adults[J]. *Neurology*, 2020, 94(15): e1559-e1570.
- [4] Sposato L A, Hilz M J, Aspberg S, et al. Post-stroke cardiovascular complications and neurogenic cardiac injury[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2020, 76(23): 2768-2785.

- [5] Longhitano Y, Bottinelli M, Pappalardo F, et al. Electrocardiogram alterations in non-traumatic brain injury: a systematic review[J]. *J Clin Monit Comput*, 2024, 38(2): 407-414.
- [6] 何路遥, 于文娟, 黄晶晶, 等. 第2代抗精神病药引起QTc间期延长的研究进展[J]. *中华精神科杂志*, 2021, 54(1): 50-56.
- [7] Ahn S H, Lee J S, Kim Y H, et al. Prognostic significance of prolonged corrected QT interval in acute ischemic stroke[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 759822.
- [8] Ahn S H, Lee J S, Yun M S, et al. Corrected QTc interval combined with troponin value and mortality in acute ischemic stroke[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023, 10: 1253871.
- [9] 李雪花. 慢性心力衰竭合并心房颤动患者死亡的危险因素分析[J]. *巴楚医学*, 2022, 5(2): 38-41.
- [10] Siedler G, Sommer K, Macha K, et al. Heart failure in ischemic stroke: relevance for acute care and outcome [J]. *Stroke*, 2019, 50(11): 3051-3056.
- [11] 中华医学会心血管病学分会, 中国医师协会心血管内科医师分会, 中国医师协会心力衰竭专业委员会, 等. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2024[J]. *中华心血管病杂志*, 2024, 52(3): 235-275.
- [12] Srisujikul P, Thiankhaw K, Tanprawate S, et al. Serum NT-proBNP level for predicting functional outcomes after acute ischemic stroke [J]. *Sci Rep*, 2023, 13: 13903.
- [13] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018 [J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51(9): 666-682.
- [14] Nandana J, Gopalakrishnan A, Sukumaran S. Beyond arrhythmias in the ECG: Is there any correlation between QT interval and stroke subtype and severity [J]. *J Clin Neurosci*, 2025, 133: 111045.
- [15] de Jesus M, Maheshwary A, Kumar M, et al. Association of electrocardiographic and echocardiographic variables with neurological outcomes after ischemic stroke[J]. *Am Heart J Plus*, 2023, 34: 100313.
- [16] Tang H F, Sun J Y, Wang Y, et al. QT interval dispersion as a predictor of clinical outcome in acute ischemic stroke[J]. *Front Neurol*, 2021, 11: 974.
- [17] Cao R Y, Lu Y, Qi P, et al. Collateral circulation and BNP in predicting outcome of acute ischemic stroke patients with atherosclerotic versus cardioembolic cerebral large-vessel occlusion who underwent endovascular treatment [J]. *Brain Sci*, 2023, 13(4): 539.
- [18] Zhao Y H, Gao H, Pan Z Y, et al. Prognostic value of NT-proBNP after ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2020, 29(4): 104659.
- [19] 郭琳. 脑钠肽、同型半胱氨酸测定在急性脑梗死诊治中的作用[J]. *中国基层医药*, 2024, 31(6): 869-873.
- [20] Wang M, Peng Y. Advances in brain-heart syndrome: attention to cardiac complications after ischemic stroke [J]. *Front Mol Neurosci*, 2022, 15: 1053478.
- [21] Usalp S, Bagirtan B. A novel electrocardiographic marker for predicting total mortality in ischemic stroke: frontal QRS-T angle [J]. *Turk Kardiyol Dern Ars*, 2025, 53(1): 29-34.
- [22] Charisopoulou D, Koulaouzidis G, Rydberg A, et al. Abnormal ventricular repolarization in long QT syndrome carriers is related to short left ventricular filling time and attenuated stroke volume response during exercise [J]. *Echocardiography*, 2018, 35(8): 1116-1123.

[收稿日期 2025-05-22]