

- ria, and pathophysiology[J]. *Eur Heart J*,2018,39(22):2032-2046.
- [14] Stöllberger C, Wegner C, Finsterer J. Seizure-associated Takotsubo cardiomyopathy[J]. *Epilepsia*,2011,52(11):e160-e167.
- [15] Giavarini A, Chedid A, Bobrie G, et al. Acute catecholamine cardiomyopathy in patients with pheochromocytoma or functional paraganglioma[J]. *Heart*,2013,99(19):1438-1444.
- [16] Santoro F, Ieva R, Ferraretti A, et al. Safety and feasibility of levosimendan administration in Takotsubo cardiomyopathy: a case series[J]. *Cardiovasc Ther*,2013,31(6):e133-e137.
- [17] Madias JE. If channel blocker ivabradine vs. β -blockers for sinus tachycardia in patients with Takotsubo syndrome[J]. *Int J Cardiol*,2016,223:877-878.
- [18] Stiermaier T, Rommel KP, Eitel C, et al. Management of arrhythmias in patients with Takotsubo cardiomyopathy: is the implantation of permanent devices necessary[J]. *Heart Rhythm*,2016,13(10):1979-1986.
- [19] Marra MP, Zorzi A, Corbetti F, et al. Apicobasal gradient of left ventricular myocardial edema underlies transient T-wave inversion and QT interval prolongation (Wellens' ECG pattern) in Tako-Tsubo cardiomyopathy[J]. *Heart Rhythm*,2013,10(1):70-77.
- [20] Ueyama T, Ishikura F, Matsuda A, et al. Chronic estrogen supplementation following ovariectomy improves the emotional stress-induced cardiovascular responses by indirect action on the nervous system and by direct action on the heart[J]. *Circ J*,2007,71(4):565.
- [21] Ghadri JR, Sarcon A, Diekmann J, et al. Happy heart syndrome: role of positive emotional stress in Takotsubo syndrome[J]. *Eur Heart J*,2016,37(37):2823-2829.
- [22] Redmond M, Knapp C, Salim M, et al. Use of vasopressors in Takotsubo cardiomyopathy: a cautionary tale[J]. *Br J Anaesth*,2013,110(3):487-488.

收稿日期:2018-12-10

脑钠肽、氨基末端脑钠肽前体检测在急性疾病中的应用进展

段永春 李芳 毛鹭 陶莉莉 许钰唯 廖睿 陈安宝
(昆明医科大学第二附属医院急诊内科,云南 昆明 650101)

【摘要】 脑钠肽、氨基末端脑钠肽前体目前已广泛应用于多种急性疾病的诊断及病情监测中。现就脑钠肽、氨基末端脑钠肽前体在急性疾病中的应用及相关研究做一综述,旨在为临床及研究提供参考和依据。

【关键词】 脑钠肽;氨基末端脑钠肽前体;急性疾病

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2019.05.029

Application of Brain Natriuretic Peptide and N-terminal Pro-brain Natriuretic Peptide Testing in Acute Diseases

DUAN Yongchun, LI Fang, MAO Lu, TAO Lili, XU Yuwei, LIAO Rui, CHEN Anbao
(Emergency Health Science Center, The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650101, Yunnan, China)

【Abstract】 Brain natriuretic peptide and N-terminal pro-brain natriuretic peptide, have been widely used in the diagnosis and monitoring of various acute disease. This article reviews the application of brain natriuretic peptide and N-terminal pro-brain natriuretic peptide in acute diseases and related research, aiming to provide reference and basis for clinical and research.

【Key words】 Brain natriuretic peptide; N-terminal pro-brain natriuretic peptide; Acute disease

1988 年 Sudoh 等^[1]首次由猪脑中分离出一种钠尿肽激素——脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP), 随后的研究表明 BNP 前体裂解可生成氨基末端脑钠肽前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-

基金项目: 云南省科技厅应用基础研究(昆明医科大学联合专项)(2017FE468);昆明医科大学第二附属人才培育计划(RCPYXM2017-3-04)

通讯作者: 陈安宝, E-mail: yieccab@sina.com

proBNP)。BNP 和 NT-proBNP 作为心肌细胞分泌的生物活性物质,具有利钠、利尿、扩张血管、拮抗肾素-血管紧张素-醛固酮系统 (renin-angiotensin-aldosterone system, RASS) 等多方面的作用。目前 BNP 和 NT-proBNP 检测已广泛应用于急性心脑血管疾病、急性肺疾病、急性中毒等急性疾病的诊断、鉴别诊断、病情严重程度评估、治疗效果和预后评估,现就 BNP、NT-proBNP 检测在急性疾病中的应用进展做一综述。

1 BNP 概述

BNP 和 NT-proBNP 均有一个由分子内二硫键连接两个半胱氨酸组成的含 17 个氨基酸残基的环状中心结构,其二者的生物活性半衰期分别为 15 ~ 20 min 和 1 ~ 2 h^[2]。BNP 广泛分布于心、脑、垂体、肺、脊髓等组织,但在心脏中含量最高。在生理情况下,在不同的房室心肌细胞调节下,心室心肌细胞合成与分泌有限的 BNP,相反,在心室肥厚、心肌纤维化、炎症、心肌缺血及自身缺氧等病理生理条件下,心脏室壁张力增加或循环量增加,心室心肌细胞合成和分泌 BNP 可显著增加,并产生利尿、扩血管、拮抗 RAAS、抑制心肌纤维化、抗心肌肥厚、阻断交感神经传导等作用^[3]。

2 BNP 在急性心血管疾病中的应用

2.1 急性心力衰竭

急性心力衰竭(AHF)是常见的急症,有较高的病死率和致残率。BNP 和 NT-proBNP 在 AHF 的诊断与鉴别诊断中有重要的价值,美国心力衰竭协会和欧洲心脏病协会推荐 BNP 和 NT-proBNP 作为诊断 AHF 的 I 级证据,BNP < 100 pg/mL 或 NT-proBNP < 300 pg/mL 即可排除 AHF,BNP < 35 pg/mL 或 NT-proBNP < 125 pg/mL 即可排除慢性心力衰竭^[4-5]。Möckel 等^[6]研究以 350 ng/L (BNP) 和 1 800 ng/L (NT-proBNP) 为临界值证实,AHF 组的患病率从 47.5% 增加到 75.6% (NT-proBNP 标准),达到 79.7% (BNP 标准)。BNP 和 NT-proBNP 也在 AHF 的病情评估、预后判断和指导治疗中具有重要的价值。Omar^[7]对 AHF 患者分别检测入院时 BNP、出院时 BNP 以及入院-出院 BNP 变化的百分比的研究发现,在预测 AHF 患者出院后 6 个月死亡率时,出院时 BNP 值比入院时 BNP 值和从入院到出院时 BNP 所下降的百分比更具重要的作用,其出院时 BNP 值为 319 pg/mL 时预测 AHF 患者死亡率的敏感性和特异性分别为 84.3% 和 51.9%,同时学者也表明出院时 BNP 值联合入院-出院 BNP 百分比至少下降了 7.7% 时可降低 AHF 患者 6 个月全因死亡率。Lourenço 等^[8]研究也发现,不同的 BNP 水平对 AHF 患者 1 年内死亡率的预测价值不同,当出院

时 BNP < 400 pg/mL 时预测 AHF 患者的阴性预测值为 87.3%,而当出院时 BNP ≥ 2 000 pg/mL 时预测 AHF 患者的阳性预测值为 71.6%。Carubelli 等^[9]研究表明 NT-proBNP 可作为 AHF 患者临床治疗效果的观测指标,通过有效的治疗,AHF 患者的 NT-proBNP 水平出现下降;如治疗无效或病情加重时,NT-proBNP 水平可较前升高。

2.2 急性冠脉综合征

BNP 和 NT-proBNP 在判断急性冠脉综合征 (ACS) 患者的梗死面积、右心室功能障碍、病因鉴别以及预后中有广泛的应用。Niu 等^[10]研究发现,在急性心肌梗死患者中 BNP 水平与心肌梗死面积呈显著正相关,以 BNP 150 ng/L 为临界值时,判断心肌梗死大小 > 10% 的敏感性和特异性分别为 85.1% 和 70.4%。急性下壁心肌梗死患者的首次 BNP 检测可预测右心室功能障碍,首次 BNP ≥ 400 pg/mL 可作为预测右心室功能障碍的重要指标,预测率达 37.7%^[11]。Kim 等^[12]纳入了 1 441 例患者为研究对象,证实 NT-proBNP/肌钙蛋白 I (troponin I, TnI) 比值可作为鉴别急诊科原因不明患者 TnI 升高的参考指标,NT-proBNP/TnI ≤ 1 115 时鉴别急诊科 ACS 患者和非冠状动脉性高肌钙蛋白血症患者的敏感性和特异性分别为 77.11% 和 73.51%。BNP 还可作为评估非 ST 段抬高型 ACS 患者预后的参考指标,Bassan 等^[13]对 224 例非 ST 段抬高型 ACS 患者随访 10 年,以 100 pg/mL 为临界值,首次 BNP ≥ 100 pg/mL 时患者的病死率为 65%,BNP < 100 pg/mL 时患者的病死率为 17.3%。

2.3 心律失常

心律失常 (sudden cardiac death, SCD) 是最常见的原因,目前缺乏预测心律失常的可靠指标。一项荟萃分析发现,BNP 与 SCD 的发生有关,特别是与筛选植入型心律转复除颤器 (implantable cardioverter defibrillator, ICD) 患者发生室性心律失常有关,认为 BNP 可作为恶性心律失常发生的预测因子^[14]。Levine 等^[15]也证实,BNP 是室性心动过速的重要预测因子,其 BNP 值与室性心律失常的危险性呈正相关。另外,BNP 水平升高会增加伴有 ICD 患者的住院死亡率及 SCD 的风险,并可作为筛选 SCD 高危患者的指标,为是否需植入 ICD 提供依据^[16]。

心房颤动常伴有房室收缩不同步,可导致心室壁张力增大、腔室扩大,从而引起 BNP 升高^[17]。一项研究入选了 1 054 例已行经皮冠脉介入术的 ST 段抬高型心肌梗死患者,发现 BNP 水平升高与 ST 段抬高

型心肌梗死患者新发心房颤动的发生密切相关,认为 BNP 可作为 ST 段抬高型心肌梗死患者新发心房颤动的独立预测因子^[18]。

3 BNP 在急性脑血管疾病中的应用

3.1 急性脑梗死

国内外研究发现,BNP 和 NT-proBNP 可作为判断急性脑梗死患者的梗死面积大小、病情严重程度和预后的重要指标,BNP 值或 NT-proBNP 值越高,梗死面积越大,病情越严重,预后越差^[19-20]。Shibasaki 等^[21]研究表明,首次 BNP > 240 pg/mL 可作为急性脑梗死患者住院死亡的独立预测因子,其敏感性和特异性分别为 75% 和 73%。

3.2 蛛网膜下腔出血

临床研究发现,蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SAH)后 BNP 水平可增高,BNP 水平与脑血管痉挛、低钠血症及脑缺血的严重程度呈正相关,是监测 SAH 后出现症状性脑血管痉挛、低钠血症及预后的重要指标^[22-23]。其机制可能为:(1)SAH 后引起下丘脑损害,促使 BNP 分泌增加,诱导血容量减少性低钠血症,进而诱发或加重脑血管痉挛;(2)SAH 后内皮素释放增加,导致脑血管痉挛的发生而加剧下丘脑缺血,进而诱发 BNP 分泌;(3)SAH 后低钠血症引起去甲肾上腺素升高,使心室负荷增加,刺激心室分泌 BNP^[24-25]。

3.3 脑出血

有研究发现,脑出血(intracerebral hemorrhage, ICH)患者急性期可出现 BNP 升高,亚急性期减少,认为 BNP 在 ICH 急性期升高的原因可能与 ICH 并发心脏功能障碍、脑室扩张和脑积水有关^[26]。Gregorio 等^[27]研究表明,ICH 起病 24 h 内 NT-proBNP 水平能精确地预测 ICH 患者出院时神经功能的恢复情况以及死亡率情况,NT-proBNP 越高,神经功能恢复越差,预后越差。

4 BNP 在急性肺部疾病中的应用

4.1 慢性阻塞性肺疾病急性加重期

BNP 被认为是判断慢性阻塞性肺疾病急性加重期(AECOPD)患者病情严重程度和疗效的敏感监测指标^[28]。研究显示 BNP > 100 pg/mL 时 AECOPD 患者住院期间使用呼吸机的比例及死亡率增加,认为随着 BNP 水平升高,病情越重,预后越差^[29]。Ediboglu^[30]以 AECOPD 患者为研究对象,发现 NT-proBNP 可作为预测 AECOPD 患者有创机械通气需求和重症监护室死亡率的重要手段,在重症监护室住院期间 NT-proBNP 水平呈上升趋势的 AECOPD 患者死亡率增加

了 36%,且以 NT-proBNP > 5 543 pg/mL 时预测 AECOPD 患者死亡率及使用有创呼吸机的敏感性和特异性分别为 80% 和 79%。

4.2 急性肺栓塞

研究发现,BNP 基因的表达与肺栓塞的严重程度密切相关^[31],BNP 主要用于预测急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)患者短期死亡风险、不良事件及右心功能不全的判断。一项荟萃分析表明,血浆 BNP 水平可作为预测 APE 患者短期死亡风险和不良事件发生率的指标^[32]。Tanabe 等^[33]研究表明,BNP 值可作为判断 APE 患者预后的重要指标,当 BNP > 90 pg/mL 时判断 APE 患者预后的敏感性、特异性、阳性预测值和阴性预测值分别为 100%、35.0%、7.1% 和 100%。

4.3 重症肺炎

目前对重症肺炎患者的预后判断缺乏有效的评估方法,监测 BNP 值及其变化趋势可作为早期评估患者病情严重程度的指标,其机制可能是重症肺炎导致炎性因子和内毒素大量分泌,从而刺激肺血管收缩,导致肺循环阻力增加,使心房及心室张力增加,促进 BNP 合成及释放有关,同时动态监测 BNP 水平也有助于判断重症肺炎患者的临床风险和预后^[34]。此外,重症肺炎易进展为脓毒血症或脓毒性休克,甚至急性呼吸窘迫综合征,BNP 水平越高,脓毒血症或脓毒性休克患者的病情越重,预后越差^[35]。

4.4 急性呼吸窘迫综合征

目前在评估急性呼吸窘迫综合征患者的病情严重程度及预后中还缺乏客观有效的方法。Sun 等^[36]研究表明,BNP 水平可作为评估急性呼吸窘迫综合征患者病情严重程度及预后的参考指标,BNP 水平越高,病情越严重,预后越差,其病死率为 30.5%。此外,一项动物实验发现,监测 BNP 或 NT-proBNP 水平可作为急性呼吸窘迫综合征患者治疗效果和随访的观察指标,通过有效的治疗,急性呼吸窘迫综合征患者的 BNP 或 NT-proBNP 水平出现下降;如治疗无效或病情加重时,BNP 或 NT-proBNP 水平可较前升高^[37]。

5 BNP 在急性中毒中的应用

5.1 急性有机磷中毒

BNP 和 NT-proBNP 均可作为了解急性有机磷中毒患者心肌损伤程度的指标,也可作为判断急性有机磷中毒患者病情严重程度、并发症发生率及预后评估的参考指标。研究发现,BNP 值与急性有机磷中毒的病情严重程度呈正相关,预后越差,BNP 值越高,发生心脏性猝死和多器官功能衰竭的风险越大^[38]。检测

NT-proBNP 值也可作为判断急性有机磷中毒致心肌损伤及病情严重程度的重要指标,且呈正相关^[39]。

5.2 急性百草枯中毒

急性百草枯中毒有较高的心肌损害发生率,可达患者总数的 40%^[40]。国内研究发现,NT-proBNP 可作为判断急性百草枯中毒致心肌损伤及预后的重要指标,NT-proBNP 值与急性百草枯中毒患者的中毒程度、心肌损伤程度及病死率呈正相关,其值越高,中毒程度越重,心肌损伤越重,预后越差,当 NT-proBNP 为 (423.4 ± 46.1) pg/mL 时,病死率为 44.5%^[41]。同时动态监测 BNP 水平也可作为监测急性百草枯中毒患者发生心肌损伤状况及判断病情严重程度的指标,BNP 值越高,心肌损伤范围越大,病情越重,预后越差。

5.3 急性一氧化碳中毒

研究发现,NT-proBNP 值与碳氧血红蛋白浓度呈线性正相关,NT-proBNP 水平可作为急性一氧化碳中毒患者心脏毒性早期诊断的指标。Yücel 等^[42]研究表明,急性一氧化碳中毒患者 BNP 水平早于 TnI 水平升高,认为 BNP 水平可作为急性一氧化碳中毒患者致心脏损伤的早期参考指标及监测病情的重要指标。由此可见,早期监测 NT-proBNP 或 BNP 水平可了解急性一氧化碳中毒患者心肌损伤状况及其严重程度,及时干预,从而改善患者预后。

6 BNP 在其他急性疾病中的应用

BNP 在急性肾损伤、重症急性胰腺炎、甲状腺毒症伴急性心功能不全等急危重病中也有重要的临床价值。BNP 可作为急性肾损伤的早期诊断指标,在急性肾损伤前的 48 h 内 BNP 水平会出现持续性升高,还可作为急性肾损伤使用连续肾脏替代治疗的疗效观察指标^[43]。在甲状腺毒症伴急性心功能不全的病情监测中,BNP 也发挥重要的作用,其值升高提示甲状腺毒症患者并发急性心功能不全的可能性大^[44]。

7 小结与展望

综上所述,BNP 和 NT-proBNP 在急性心脑血管疾病、急性肺部疾病和多种急性中毒的快速诊断或病情监测中应用较为广泛。因其具有检测快速、方便等优点,且基础研究也发现 BNP 和 NT-proBNP 在其他急性疾病的诊断或病情监测中具有一定的价值。因此,探讨 BNP 和 NT-proBNP 在急性疾病中的临床应用是值得临床医生进一步深入研究的方向。

参考文献

- [1] Sudoh T, Kangawa K, Minamino N. A new natriuretic peptide in porcine brain [J]. *Nature*, 1988, 332(6159): 78-81.
- [2] Yandle TG. B-type natriuretic peptide circulating forms; analytical and bioactivity issues [J]. *Clin Chim Acta*, 2015, 448(7): 195-205.
- [3] Clerico A, Giannoni A, Vittorini S. Thirty years of the heart as an endocrine organ: physiological role and clinical utility of cardiac natriuretic hormones [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2011, 301(1): H12-20.
- [4] Harjola VP, Parissis J, Brunner-La Rocca HP, et al. Comprehensive in-hospital monitoring in acute heart failure: applications for clinical practice and future directions for research. A statement from the Acute Heart Failure Committee of the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC) [J]. *Eur J Heart Fail*, 2018, 20(7): 1081-1099.
- [5] Brunner-La Rocca HP. Natriuretic peptides in chronic heart failure [J]. *Card Fail Rev*, 2019, 5(1): 44-49.
- [6] Möckel M, von Haehling S, Vollert JO, et al. Early identification of acute heart failure at the time of presentation; do natriuretic peptides make the difference? [J]. *Null*, 2018, 5(3): 309-315.
- [7] Omar HR. Discharge BNP is a stronger predictor of 6-month mortality in acute heart failure compared with baseline BNP and admission-to-discharge percentage BNP reduction [J]. *Int J Cardiol*, 2016, 221(7): 1116-1122.
- [8] Lourenço P, Ribeiro A, Pintalhão M, et al. Prognostic prediction in acute heart failure patients with extreme BNP values [J]. *Biomarkers*, 2017, 22(8): 715-722.
- [9] Carubelli V, Lombardi C, Lazzarini V, et al. N-terminal pro-B-type natriuretic peptide-guided therapy in patients hospitalized for acute heart failure [J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2016, 17(11): 828-839.
- [10] Niu JM, Ma ZL, Xie C. Association of plasma B-type natriuretic peptide concentration with myocardial infarct size in patients with acute myocardial infarction [J]. *Genet Mol Res*, 2014, 13(3): 6177-6183.
- [11] Yildirim T, Yildirim SE, Aktöz M. Brain natriuretic peptide levels in acute inferior myocardial infarction [J]. *J Clin Med Res*, 2018, 10(3): 254-259.
- [12] Kim DH, Lee SH, Kim SC, et al. The ratio of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide to troponin I for differentiating acute coronary syndrome [J]. *Am J Emerg Med*, 2019, 37(6): 1013-1019.
- [13] Bassan F, Bassan R, Esposito R, et al. Very long-term prognostic role of admission BNP in non-ST segment elevation acute coronary syndrome [J]. *Arq Bras Cardiol*, 2016, 106(3): 218-225.
- [14] Scott PA, Barry J, Roberts PR. Brain natriuretic peptide for the prediction of sudden cardiac death and ventricular arrhythmias: a meta-analysis [J]. *Eur J Heart Fail*, 2009, 11(10): 958-966.
- [15] Levine YC, Rosenberg MA, Mittleman M, et al. B-type natriuretic peptide is a major predictor of ventricular tachyarrhythmias [J]. *Heart Rhythm*, 2014, 11(7): 1109-1116.
- [16] Wei S, Loyo-Berrios NI, Haigney MC, et al. Elevated B-type natriuretic peptide is associated with increased in-hospital mortality or cardiac arrest in patients undergoing implantable cardioverter-defibrillator implantation [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2011, 4(3): 346-354.
- [17] Goetze JP, Friis-Hansen L, Rehfeld JF, et al. Atrial secretion of B-type natriuretic peptide [J]. *Eur Heart J*, 2006, 27(14): 1648-1650.
- [18] Karabağ Y, Rencuzogullari I, Çağdaş M, et al. Association between BNP levels and new-onset atrial fibrillation: a propensity score approach [J]. *Herz*, 2018, 43(6): 548-554.
- [19] Wang R, Wei Y. Levels of plasma N-terminal pro-brain natriuretic peptide and D-dimer on the prognosis of patients with acute cerebral infarction [J]. *Pak J Med Sci*, 2018, 34(4): 855-858.
- [20] 陈利红, 张辉. 急性脑梗死患者 B 型脑钠肽的变化及其临床意义 [J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2018, 21(4): 424-426.
- [21] Shibazaki K, Kimura K, Okada Y, et al. Plasma brain natriuretic peptide as an

- independent predictor of in-hospital mortality after acute ischemic stroke[J]. *Intern Med*, 2009, 48(18):1601-1606.
- [22] Jabbarli R, Pierscianek D, Darkwah Oppong M, et al. Laboratory biomarkers of delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage: a systematic review [J]. *Neurosurg Rev*, 2018, Oct 10. DOI:10.1007/s10143-018-1037-y [Epub ahead of print].
- [23] Terao Y, Oji M, Toyoda T, et al. An observational study of the association between microalbuminuria and increased N-terminal pro-B-type natriuretic peptide in patients with subarachnoid hemorrhage[J]. *Intensive Care*, 2015, 3:42.
- [24] McAteer A, Hravnak M, Chang Y, et al. The relationships between BNP and neurocardiac injury severity, noninvasive cardiac output, and outcomes after aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *Biol Res Nursing*, 2017, 19(5):531-537.
- [25] Duello KM, Nagel JP, Thomas CS, et al. Relationship of troponin T and age- and sex-adjusted BNP elevation following subarachnoid hemorrhage with 30-day mortality[J]. *Neurocrit Care*, 2015, 23(1):59-65.
- [26] Shibasaki K, Kimura K, Sakai K, et al. Plasma brain natriuretic peptide is elevated in the acute phase of intracerebral hemorrhage[J]. *J Clin Neurosci*, 2014, 21(2):221-224.
- [27] Gregorio T, Albuquerque I, Neves V, et al. NT-pro-BNP correlates with disease severity and predicts outcome in cerebral haemorrhage patients: Cohort study [J]. *Neurol Sci*, 2019, 399:51-56.
- [28] Vestbo J, Hurd SS, Agusti A, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2007, 176(4):347-365.
- [29] Farghaly S, Galal M, Hasan AA. Brain natriuretic peptide as a predictor of weaning from mechanical ventilation in patients with respiratory illness [J]. *Aust Crit Care*, 2015, 28(3):116-121.
- [30] Ediboğlu Ö. Can NT-proBNP levels predict prognosis of patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the intensive care unit? [J]. *Balkan Med J*, 2018, 35(6):422-426.
- [31] Telo S, Kuluöztürk M, Deveci F. The relationship between platelet-to-lymphocyte ratio and pulmonary embolism severity in acute pulmonary embolism [J]. *Int Angiol*, 2019, 38(1):4-9.
- [32] Coutance G, le Page O, Lo T. Prognostic value of brain natriuretic peptide in acute pulmonary embolism [J]. *Crit Care*, 2008, 12(4):R109.
- [33] Tanabe Y, Obayashi T, Yamamoto T, et al. Predictive value of biomarkers for the prognosis of acute pulmonary embolism in Japanese patients: results of the Tokyo CCU Network registry [J]. *J Cardiol*, 2015, 66(6):460-465.
- [34] Pereira JM, Teixeira-Pinto A, Basílio C, et al. Can we predict pneumococcal bacteremia in patients with severe community-acquired pneumonia? [J]. *J Crit Care*, 2013, 28(6):970-974.
- [35] Klouche K, Pommert S, Amigues L, et al. Plasma brain natriuretic peptide and troponin levels in severe sepsis and septic shock: relationships with systolic myocardial dysfunction and intensive care unit mortality [J]. *J Intensive Care Med*, 2014, 29(4):229-237.
- [36] Sun YZ, Gao YL, Yu QX, et al. Assessment of acute lung injury/acute respiratory distress syndrome using B-type brain natriuretic peptide [J]. *J Int Med Res*, 2015, 43(6):802-808.
- [37] Atalay C, Dogan N, Aykan S, et al. The efficacy of spironolactone in the treatment of acute respiratory distress syndrome-induced rats [J]. *Singapore Med J*, 2010, 51(6):501-505.
- [38] 梁德金, 李峥, 梁裕积. BNP 在有机磷农药中毒患者病情早期评估中的作用 [J]. *中国医药指南*, 2017, 10:184-185.
- [39] Chen KX, Zhou XH, Sun CA. Manifestations of and risk factors for acute myocardial injury after acute organophosphorus pesticide poisoning [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(6):e14371.
- [40] Wang Y, Wu Y, Shen F, et al. Clinical effect of haemoperfusion combined with continuous veno-veno haemofiltration in treatment of paraquat poisoning: a meta-analysis [J]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*, 2019, 31(2):214-220.
- [41] 王珍珍. 血清 NTpro-BNP、cTNI 及 IMA 对急性百草枯中毒心肌损伤的诊断价值及预后评估 [D]. 郑州大学, 2011.
- [42] Yücel M, Avsarogullari L, Durukan P, et al. BNP shows myocardial injury earlier than troponin-I in experimental carbon monoxide poisoning [J]. *Eur Rev Med Pharm Sci*, 2016, 20(6):1149-1154.
- [43] Beltrami M, Ruocco G, Ibrahim A, et al. Different trajectories and significance of B-type natriuretic peptide, congestion and acute kidney injury in patients with heart failure [J]. *Int Emerg Med*, 2017, 12(5):593-603.
- [44] Kato K, Murakami H, Isozaki O, et al. Serum concentrations of BNP and ANP in patients with thyrotoxicosis [J]. *Endocr J*, 2009, 56(1):17-27.

收稿日期:2019-02-14