

中性粒细胞与淋巴细胞比值在有机磷农药中毒急性肾损伤中的诊断价值

李静^{1a}, 陈开勇^{1a}, 王绪山^{1a}, 周明^{1b}, 付怀栋^{1b}, 赵绍林²

1. 灌云县人民医院 a. 检验科 b. 重症医学科, 江苏 灌云 222200

2. 江苏省连云港市第一人民医院检验科, 江苏 连云港 222006

摘要：

[背景] 急性有机磷中毒 (AOPP) 多发于农村, 医疗管理困难, 常造成多系统功能损害。其中肾脏是其损伤的重要靶器官之一, 主要表现为急性肾损伤 (AKI), 但 AOPP 致 AKI 的机制尚不明确, 且目前 AKI 诊断缺乏特异、灵敏且方便易测的血清学标志。

[目的] 探讨中性粒细胞与淋巴细胞比值 (NLR) 在诊断急性 AOPP 伴发 AKI 中的临床应用价值, 为临床早期干预治疗及评价预后提供依据。

[方法] 纳入灌云县人民医院 2016 年 1 月至 2018 年 12 月共 56 例重度 AOPP 患者, 根据 AKI 诊断标准, 将研究对象分为 AOPP 伴发 AKI 组和 AOPP 未伴发 AKI 组, 于接触毒物 24 h 时检测血常规指标并计算 NLR, 检测胆碱酯酶 (ChE)、血肌酐 (Scr)、中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白 (NGAL)、胱抑素 C (Cys-C) 等血清学指标。使用 *t* 检验、Spearman 相关分析和受试者工作特征曲线 (ROC) 对两组数据进行统计学分析。

[结果] 在重度 AOPP 患者中, AKI 的发生率为 69.6%, NLR 与 Scr、NGAL 以及 Cys-C 均呈正相关 (*r* 分别为 0.358、0.450、0.340, 均 $P < 0.05$), 同时 NLR 值在 AOPP 伴发 AKI 患者 (21.78±5.80) 中高于未发生 AKI 患者 (17.19±3.88), 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。NLR 诊断 AOPP 所致 AKI 的截断值 (cut-off) 为 18.4, 其敏感性和特异性分别为 84.6% 和 64.7%, ROC 曲线下面积 (AUC) 及其 95% CI 为 0.775 (0.640~0.912), 与 Cys-C、NGAL 和 Scr 等指标的 AUC 结果差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

[结论] NLR 可以作为重度 AOPP 患者发生 AKI 的一个诊断指标, 具有较好的特异性和敏感性且简便, 获得性好。

关键词： 急性有机磷中毒；急性肾损伤；中性粒细胞与淋巴细胞比值；中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白；诊断

Value of neutrophil to lymphocyte ratio in diagnosis of acute renal injury after organophosphorus pesticide poisoning LI Jing^{1a}, CHEN Kai-yong^{1a}, WANG Xu-shan^{1a}, ZHOU Ming^{1b}, FU Huai-dong^{1b}, ZHAO Shao-lin² (1.a.Department of Medical Laboratory b.Department of Critical Care Medicine, Guanyun People's Hospital, Guanyun, Jiangsu 222200, China; 2.Department of Medical Laboratory, Lianyungang First People's Hospital, Lianyungang, Jiangsu 222006, China)

Abstract:

[Background] Acute organophosphorus pesticide poisoning (AOPP) is common in rural areas where it is difficult to manage medical treatment, and it often causes injury in multiple systems and organs. The kidney is one of the important target organs of the injury. Acute kidney injury (AKI) is a main clinical presentation, but the mechanism between AOPP and AKI is not clear yet, and there remains significant unmet need for specific and sensitive serological markers for AKI diagnosis.

[Objective] This study explores the clinical value of neutrophil to lymphocyte ratio (NLR) in the diagnosis of AKI caused by AOPP, and provide a basis for clinical intervention, treatment, and evaluation of prognosis.

[Methods] A total of 56 patients diagnosed with severe AOPP were enrolled in the study from Guanyun People's Hospital from January 2016 to December 2018. According to AKI diagnostic criteria, the participants were divided into AOPP with AKI group and AOPP without AKI group. Blood routine tests were performed after 24 hours of exposure to toxicants, and the value of

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2019.19302

组稿专家

周志俊 (复旦大学公共卫生学院),
E-mail: zjzhou@fudan.edu.cn

基金项目

连云港市卫生计生科研项目 (201629)

作者简介

李静 (1971—), 女, 学士, 副主任检验师;
E-mail: zhiweip2003@126.com

通信作者

陈开勇, E-mail: cky8958@126.com

伦理审批 已获取

利益冲突 无申报

收稿日期 2019-05-06

录用日期 2019-08-20

文章编号 2095-9982(2019)10-0916-05

中图分类号 R135

文献标志码 A

► 引用

李静, 陈开勇, 王绪山, 等. 中性粒细胞与淋巴细胞比值在有机磷农药中毒急性肾损伤中的诊断价值 [J]. 环境与职业医学, 2019, 36 (10): 916-920.

► 本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2019.19302

Funding

This study was funded.

Correspondence to

CHEN Kai-yong, E-mail: cky8958@126.com

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2019-05-06

Accepted 2019-08-20

► To cite

LI Jing, CHEN Kai-yong, WANG Xu-shan, et al. Value of neutrophil to lymphocyte ratio in diagnosis of acute renal injury after organophosphorus pesticide poisoning [J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2019, 36(10): 916-920.

► Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2019.19302

NLR was calculated. Other serum variables such as acetyl cholinesterase (ChE), serum creatinine (Scr), neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL), and cystatin C (Cys-C) were also detected. All the data were analyzed by *t* test, Spearman correlation analysis, and receiver operating characteristic (ROC) curve.

[Results] The incidence rate of AKI in patients with severe AOPP was 69.6%. NLR was positively correlated with Scr, NGAL, and Cys-C ($r=0.358, 0.450, \text{ and } 0.340$, respectively, all $P_s < 0.05$), and was higher in the patients with AOPP complicated with AKI (21.78 ± 5.80) than in those without AKI (17.19 ± 3.88) ($P < 0.05$). The cut-off value of NLR for identifying AKI caused by AOPP was 18.4, with a sensitivity of 84.6% and a specificity of 64.7%. The area under curve (AUC) of NLR was 0.775 (95% CI: 0.640-0.912), and not different from the results of Cys-C, NGAL, and Scr ($P > 0.05$).

[Conclusion] NLR can be used to diagnose AKI in patients with severe AOPP because it has good specificity and sensitivity, and is easy to obtain.

Keywords: acute organophosphorus pesticide poisoning; acute kidney injury; neutrophil to lymphocyte ratio; neutrophil gelatinase-associated lipocalin; diagnosis

急性有机磷中毒 (acute organophosphorus pesticide poisoning, AOPP) 是我国最常见的急性中毒之一, 尤其是在农村及偏远地区, 其病情复杂, 常涉及多器官功能受损甚至衰竭, 患者致残率及致死率极高^[1]。其中最主要的原因即 AOPP 患者中急性肾损伤 (acute kidney injury, AKI) 的发生率高达 33.5%^[2], AOPP 所致 AKI 常常同时合并蛋白尿、血尿及严重的氮质血症, 且进展迅速, 若不能及时发现及处理, 极易发展为肾衰竭, 从而威胁生命^[3], 其死亡率高达 50%^[4]。因此, 早期或提前发现 AOPP 所致 AKI, 予以积极治疗, 对改善预后具有极其重要的意义。近年来研究发现, 中性粒细胞与淋巴细胞的比值 (neutrophil to lymphocyte ratio, NLR) 作为炎症标志, 在肾脏疾病发生、发展中具有重要意义。Abu Alfeilat 等^[5] 研究表明 NLR 在早期 AKI 诊断中优于其他生物学标志, 有可能成为早期 AKI 诊断的重要依据。Yilmaz 等^[6] 证实基线水平的 NLR 是诊断严重脓毒症患者发生 AKI 的准确而可靠的指标, 其受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线下面积 (area under curve, AUC) 达到 0.951, 敏感度和特异度分别为 90.2% 和 92.9%, 而单一的白细胞计数 (white blood cell, WBC) 不可以用于 AKI 的诊断。但有关 NLR 在有机磷中毒患者中的变化及与 AKI 的相关性研究较少。本研究拟对重度 AOPP 患者进行分析, 评价 NLR 在重度 AOPP 患者发生 AKI 的诊断价值, 为 AOPP 引起的 AKI 的早期干预治疗及预后评价提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择 2016 年 1 月至 2018 年 12 月入住于灌云县人民医院 (后简称“我院”) 重症监护室的重度 AOPP 患者。

纳入标准: (1) 有确切的有机磷农药 (或以有机

磷为主的混配农药) 接触史; (2) 首诊病例; (3) 依据 GBZ 8—2002《职业性急性有机磷杀虫剂中毒诊断标准》, 诊断分级为重度中毒; (4) 住院期间患者病情记录资料完整。

排除标准: 入院前患有泌尿系统疾病、严重心血管疾病、糖尿病、肝脏疾病、自身免疫系统疾病、肿瘤及近期感染病史者; 48 h 之内转诊或自动出院但尚未见 AKI 发生的病例。

所有患者入院后及时予以洗胃、灌肠、导泻、补液治疗, 应用阿托品和解磷定, 以恢复胆碱酯酶 (cholinesterase, ChE) 活性, 以及其他系统的综合治疗, 部分患者通过血液灌流清除毒物。

1.2 AKI 的诊断标准

肾功能突然 (在 48 h 内) 减退。具体表现为: 血肌酐 (serum creatinine, Scr) 升高值 $> 25 \text{ mmol/L}$ (3 mg/L), 或 Scr 较前升高 $> 50\%$; 或尿量减少 [尿量 $< 0.5 \text{ mL}/(\text{kg}\cdot\text{h})$, 时间超过 6 h]。

1.3 标本采集及实验检测

所有的研究对象于接触毒物 24 h 时采集肘部静脉血液标本, EDTA-K2 抗凝全血标本用于检测血常规, 并计算 NLR; 血清标本用于检测生化指标 ChE、Scr、中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白 (neutrophil gelatinase-associated lipocalin, NGAL)、胱抑素 C (cystatin C, Cys-C) 水平。

1.4 统计学分析

连续性数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组之间采用独立样本 *t* 检验。相关性分析采用 Spearman 相关分析。运用 ROC 曲线计算 AUC 及其 95% CI, 确定截断点, 并计算敏感度和特异度, AUC 数值的比较采用 DeLong 检验进行, 评价相关指标对 AKI 的诊断价值。统计分析运用 SPSS 24.0 软件进行, 采用 MedCalc 软件进行 ROC 曲线分析并作图。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 人群基本特征

本研究共纳入 56 例重度 AOPP 患者，均为口服中毒，其中敌敌畏中毒 22 例，乐果中毒 14 例，辛硫磷 11 例以及其他中毒 9 例；男性 16 人，女性 40 人，年龄为 (51.05±12.97) 岁。从中毒到医院就诊的时间为 (2.8±1.9) h；入住我院期间有 39 例 (69.6%) 发生 AKI，17 例 (30.4%) 未伴发 AKI。重度 AOPP 患者入院后，住院时间为 3~32 d，平均为 (17.67±8.28) d；经过治疗，在明确最终结局的 39 例患者出院时治愈 37 例，死亡 2 例，其直接死因均为呼吸衰竭。余 17 例患者中有 13 例未治愈自行要求出院，4 例重症患者转入上级医院后未进行转归随访。

2.2 AOPP 中 NLR 与临床指标的相关性分析

相关性分析发现，NLR 与 Scr、NGAL 以及 Cys-C 水平均呈正相关 ($P < 0.05$)；此外，中性粒细胞百分比 (neutrophil percentage, NEL%) 与 WBC 也呈正相关 ($P < 0.05$)；而淋巴细胞百分比 (lymphocyte percentage, LYM%) 与 Scr 和 NGAL 水平呈负相关 ($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 AOPP 患者 NLR 与部分血液学指标的相关性分析 (n=56)
Table 1 Correlation between neutrophil to lymphocyte ratio and hematological indices in AOPP patients

血液学指标 Hematological index	中性粒细胞与淋巴细胞的比值 NLR		中性粒细胞百分比 NEL%		淋巴细胞百分比 LYM%	
	r	P	r	P	r	P
	白细胞计数 WBC	-0.012	0.932	0.278	0.038	0.196
血肌酐 Scr	0.358	0.007	-0.022	0.875	-0.377	0.004
胆碱酯酶 ChE	0.030	0.827	-0.113	0.407	-0.121	0.375
中性粒细胞明胶酶 相关脂质运载蛋白 NGAL	0.450	<0.001	0.012	0.933	-0.378	0.004
胱抑素 -C Cys-C	0.340	0.010	0.112	0.413	-0.205	0.130

2.3 AOPP 伴发 AKI 与未伴发 AKI 患者间的比较

AOPP 伴发 AKI 组患者年龄差异无统计学意义。其血液学指标包括 NEL%、NLR、Scr、NGAL 和 Cys-C 水平均高于 AOPP 未伴发 AKI 组，而 LYM% 低于未伴发组，差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)；WBC、ChE 含量在两组中差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

2.4 NLR、Scr、NGAL、Cys-C 对重度 AOPP 患者伴发 AKI 的诊断价值

ROC 曲线分析 NLR 用于诊断重度 AOPP 患者伴

发 AKI 的 AUC (95% CI) 为 0.775 (0.640~0.912)，而 Scr、NGAL 和 Cys-C 水平用于诊断重度 AOPP 患者伴发 AKI 的 AUC (95% CI) 分别为 0.727 (0.571~0.883)、0.816 (0.699~0.933) 和 0.790 (0.626~0.954)，具体 ROC 曲线见图 1；Delong 检验分析 NLR、Scr、NGAL、Cys-C 水平用于重度 AOPP 患者并发 AKI 诊断的 ROC 曲线，发现 NLR 与 Scr、NGAL、Cys-C 水平的 ROC 曲线差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。ROC 分析相关参数及 Delong 检验分析相关参数见表 3。

表 2 是否伴发 AKI 的两组重度 AOPP 患者年龄及血液学指标比较

Table 2 Comparison of age and hematological parameters between severe AOPP patients with or without AKI

指标 Characteristic	未发生 AKI (n=17) Non-AKI group	发生 AKI (n=39) AKI group	t	P
年龄 (岁) Age (Years)	50.53±10.64	51.28±14.14	2.101	0.108
白细胞计数 (×10 ⁹ /L) WBC	17.33±6.06	16.64±6.10	-0.389	0.699
中性粒细胞百分比 (%) NEL%	73.2±12.6	78.59±14.45	1.358	0.024
淋巴细胞百分比 (%) LYM%	4.4±0.9	3.77±1.05	-2.111	0.039
中性粒细胞与淋巴细胞比值 NLR	17.19±3.88	21.78±5.80	2.965	0.005
血肌酐 (μmol/L) Scr	59.04±22.69	92.74±18.36	2.387	0.021
胆碱酯酶 (U/L) ChE	923.54±488.79	732.43±406.27	-1.521	0.134
中性粒细胞明胶酶相关脂质 运载蛋白 (μg/L) NGAL	8.17±1.50	10.96±1.68	4.160	<0.001
胱抑素 -C (mg/L) Cys-C	4.54±0.51	5.01±0.25	3.510	0.002

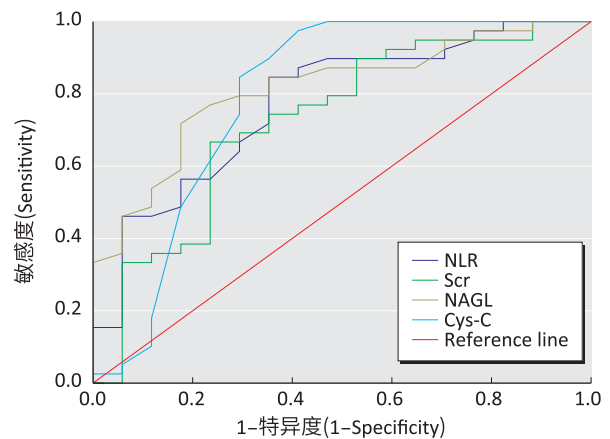


图 1 NLR、Scr、NGAL、Cys-C 用于诊断重度 AOPP 患者伴发 AKI 的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve of NLR, Scr, NGAL, and Cys-C for diagnosis of AKI in patients with AOPP

表3 重度AOPP患者并发AKI诊断的ROC分析及比较
Table 3 ROC curve analysis and comparison of diagnosis of AKI in AOPP patients

诊断价值指标 Diagnostic value index	中性粒细胞与淋巴细胞比值 NLR	血肌酐 Scr	中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白 NGAL	胱抑素-C Cys-C
截断值 Cut-off	18.4	87.6	10.1	4.7
AUC及其95% CI AUC and 95% CI	0.775 (0.640~0.912)	0.727 (0.571~0.883)	0.816 (0.699~0.933)	0.790 (0.626~0.954)
敏感度及其95% CI Sensitivity and 95% CI	0.846 (0.695~0.941)	0.667 (0.498~0.809)	0.769 (0.607~0.889)	0.872 (0.726~0.957)
特异度及其95% CI Specificity and 95% CI	0.647 (0.383~0.858)	0.765 (0.501~0.932)	0.824 (0.566~0.962)	0.706 (0.44~0.897)
阳性预测值及其95% CI Positive predictive value and 95% CI	0.846 (0.651~0.941)	0.867 (0.668~0.932)	0.909 (0.736~0.96)	0.872 (0.69~0.957)
阴性预测值及其95% CI Negative predictive value and 95% CI	0.647 (0.431~0.858)	0.500 (0.331~0.808)	0.609 (0.419~0.894)	0.706 (0.483~0.897)
阳性比值比及其95% CI Positive odds ratio and 95% CI	2.397 (1.242~4.627)	2.833 (1.169~6.867)	4.359 (1.539~12.347)	2.964 (1.405~6.251)
阴性比值比及其95% CI Negative odds ratio and 95% CI	0.238 (0.105~0.537)	0.436 (0.26~0.73)	0.28 (0.152~0.518)	0.182 (0.076~0.435)
Delong-Z	Ref	0.430	0.408	0.158
Delong-P	Ref	0.667	0.683	0.875

[注] Delong-P和Delong-Z是使用Delong检验对NLR与其他指标ROC之间的比较的Z值和P值。Ref指以NLR的AUC值为参考。

[Note] The Delong-P and Delong-Z values are used for comparison between NLR and other indicator ROCs by the Delong test. Ref refers to the ARC value of NLR.

3 讨论

本研究中发现重度AOPP患者的AKI发生率为69.6%，高于张苏丽等^[2]报道的33.5%。究其原因，本研究仅纳入56例重度AOPP患者，未纳入轻度和中度中毒病例。同时，这也提示中毒程度越深，可能对肾损伤越大，发生AKI的概率越高。

既往研究AOPP引起的肾损害，多用尿蛋白、红细胞、管型、Scr、尿素氮等检测指标，这些指标灵敏度较差，难以早期发现肾损害。近些年文献报道血清NGAL、Cys-C的变化要早于Scr的变化，故被认为是诊断AOPP所致AKI的重要血清指标^[7-8]。但遗憾的是，这些检测项目对设备要求较高或检测成本高，很多基层医院并未普及，而AOPP往往就是在这些较为落后、贫穷的地区最为常见。因而，积极寻找一个简单、廉价、容易获取的实验室替代指标对AOPP患者病情做出及时、有效、准确的评估，对AKI早期诊断极为重要。

近些年研究发现，AOPP与全身炎症反应有着不可分割的关系，AOPP患者伴有过度激活的炎症反应，甚至介导了全身炎症反应的发生^[9]。有机磷农药进入机体后可造成多个脏器损害，并激活免疫活性细胞如中性粒细胞、巨噬细胞等而诱发炎症反应，可分泌大量的炎症介质如白介素-18、肿瘤坏死因子、白介素-6和白介素-8等。反过来，这些细胞因子可破坏肾小管上皮细胞的结构蛋白、生物膜、DNA等而致细胞凋亡乃

至坏死，导致脏器功能障碍^[10]。炎症在AKI发病机制中扮演着重要角色^[11]。NLR是系统性炎症反应的有效评估指标之一，可作为全身炎症反应的简单标志^[12]。首先，作为三大常规的血常规中两项主要参数，中性粒细胞计数和淋巴细胞计数对检验设备要求低，只要有五分类血细胞分析仪即可，几乎所有的基层医院都可以开展此项参数检测，而且可以作为急诊项目做到随到随做，瞬时出报告；而NGAL、Cys-C检测一般采用的是酶联免疫试验，反应过程较长，操作烦琐，同时定量还需要酶标仪。其次，相比NGAL而言，NLR作为血常规结果的计算值，检测费用低廉得多。因而，研究NLR在AOPP患者中的变化对AOPP伴发AKI的诊断有潜在的应用价值。

本研究通过收集重度AOPP患者信息，检测患者从接触毒物24h时的相关实验室指标发现，NLR与Scr、NGAL及Cys-C均呈正相关，说明NLR与其余三项指标变化存在一致性。众所周知，NGAL及Cys-C是目前临床上用于诊断AKI的敏感性和特异性较好的指标^[7, 8, 13]，那么NLR也可能成为诊断AKI的重要血液学标志。另外，相关性分析发现：在是否发生AKI两组患者间，除了ChE的差异无统计学意义外，NLR、Scr、NGAL和Cys-C的差异均有统计学意义，且发生AKI组均高于未发生组。也说明了在重度AOPP患者中，高NLR可能与伴发AKI有关。随后，本研究对NLR在重度AOPP伴发AKI中

的诊断效率进行研究, ROC 曲线分析发现其 AUC 面积达到 0.775, 其诊断敏感度为 84.6%, 特异度为 64.7%; 经过统计学进一步分析发现, 与其他指标如 Scr、NGAL 和 Cys-C 相比, NLR 结果与这些诊断指标接近。结果进一步表明 NLR 作为一项简单且易获取的炎症指标, 可以对重度 AOPP 患者 AKI 的发生作出早期诊断。

事实上, NLR 作为全身炎症反应指标, 在许多疾病引起 AKI 患者的诊断、预后中均有大量报道。Bu 等^[14]对入住重症监护室的脓毒症患者测量 NLR 值进行分析, 发现 AKI 组的 NLR 显著高于非 AKI 组; 多变量回归分析表明, NLR 是脓毒性 AKI 的独立预测因子, 其 ROC 曲线显示 NLR 预测脓毒性 AKI 的 AUC 为 0.656, 临界值为 17.11。另外, 在腹部大手术及烧伤病人中也容易发生 AKI, 研究表明 NLR 均可有效诊断其 AKI 的发生^[15-16]。但是, 在重度 AOPP 患者致 AKI 发生中, 炎症的具体作用还未进一步阐明。NLR 作为一个炎症指标, 全身炎症反应时, NLR 数值明显上升, 其可能为重度 AOPP 患者中 AKI 的发生奠定了一定的基础。

本研究初步显示了 NLR 作为一项简单、易获取的炎症指标在重度 AOPP 致 AKI 发生中的诊断价值, 尤其适用于医疗条件相对较差的基层医院, 有可能成为重度 AOPP 患者中发生 AKI 的早期诊断指标。但本研究仍存在一定的局限性: 首先, 本研究入选人群为重度 AOPP 患者, 而未纳入轻度和中度 AOPP 患者, 且样本数量较少, 可能导致效应夸大, 不利于在轻度和中度 AOPP 患者中的应用; 此外, 本研究为单中心研究, 今后仍需加大样本数量, 进一步验证, 为临床选择快速、准确的诊断指标提供依据。

参考文献

- [1] TANG W, RUAN F, CHEN Q, et al. Independent prognostic factors for acute organophosphorus pesticide poisoning [J]. *Respir Care*, 2016, 61 (7) : 965-970.
- [2] 张苏丽, 张贺, 陈洁, 等. 急性有机磷农药中毒致急性肾损伤的危险因素调查 [J]. *中华灾害救援医学*, 2018, 6 (4) : 201-204.
- [3] WEISBORD SD, PALEVSKY P M. Design of clinical trials in acute kidney injury : lessons from the past and future directions [J]. *Semin Nephrol*, 2016, 36 (1) : 42-52.
- [4] 钟志强, 杨靖, 余进胜. 168 例急性有机磷农药中毒对肾脏影响的临床探讨 [J]. *中国现代医生*, 2008, 46 (11) : 56-57.
- [5] ABU ALFEILAT M, SLOTKI I, SHAVIT L. Single emergency room measurement of neutrophil/lymphocyte ratio for early detection of acute kidney injury (AKI) [J]. *Intern Emerg Med*, 2018, 13 (5) : 717-725.
- [6] YILMAZ H, CAKMAK M, INAN O, et al. Can neutrophil-lymphocyte ratio be independent risk factor for predicting acute kidney injury in patients with severe sepsis? [J]. *Ren Fail*, 2015, 37 (2) : 225-229.
- [7] 张可. NGAL 与急性有机磷农药中毒急性肾损伤相关性研究 [J]. *国际检验医学杂志*, 2012, 33 (5) : 532-534.
- [8] 刘春晓. NGAL、Cys-C 与急性有机磷农药中毒急性肾损伤的关联研究 [D]. 南宁: 广西医科大学, 2010.
- [9] 郭瑞光, 苗积国, 王喆琨, 等. 急性有机磷农药中毒患者血清心肌肌钙蛋白 I 与高敏 C 反应蛋白及肿瘤坏死因子 α 的关系及其临床意义 [J]. *中国医师进修杂志*, 2012, 35 (27) : 15-17.
- [10] 郭景瑞, 米慧. 血清高迁移率族蛋白 1 水平与急性有机磷农药中毒的相关性探讨 [J]. *中国医师进修杂志*, 2011, 34 (7) : 31-33.
- [11] SHARFUDDIN A A, MOLITORIS B A. Pathophysiology of ischemic acute kidney injury [J]. *Nat Rev Nephrol*, 2011, 7 (4) : 189-200.
- [12] TENG F, YE H, XUE T J. Predictive value of neutrophil to lymphocyte ratio in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease [J]. *PLoS One*, 2018, 13 (9) : e0204377.
- [13] 陈沐林, 杨陈, 韩焕钦, 等. 急性肾损伤生物标志物的研究现状及新进展 [J]. *医学综述*, 2019, 25 (9) : 1761-1765.
- [14] BU X, ZHANG L, CHEN P N, et al. Relation of neutrophil-to-lymphocyte ratio to acute kidney injury in patients with sepsis and septic shock : a retrospective study [J]. *Int Immunopharmacol*, 2019, 70 : 372-377.
- [15] GAMEIRO J, FONSECA J A, DIAS J M, et al. Neutrophil, lymphocyte and platelet ratio as a predictor of postoperative acute kidney injury in major abdominal surgery [J]. *BMC Nephrol*, 2018, 19 (1) : 320.
- [16] KIM H Y, KONG Y G, PARK J H, et al. Acute kidney injury after burn surgery : Preoperative neutrophil/lymphocyte ratio as a predictive factor [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2019, 63 (2) : 240-247.

(英文编辑: 汪源; 编辑: 宋琪, 丁瑾瑜; 校对: 汪源)