

## 重症多发伤后急性肾损伤的临床特点和早期诊断

池锐彬 李超锋 邹启明 叶铨秋 周卉芬 李炬带

南方医科大学附属小榄医院重症医学科, 广东中山 528415

通信作者: 池锐彬, Email: CRB77970922@163.com

**【摘要】 目的** 分析重症多发伤后急性肾损伤(AKI)患者的临床特点及危险因素,评价血清胱抑素 C 及危重症评分对重症多发伤后 AKI 发生的预测效能。**方法** 回顾性分析 2018 年 1 月至 2022 年 3 月南方医科大学附属小榄医院重症监护病房(ICU)收治的 139 例重症多发伤患者的临床资料。收集患者的一般信息(性别和年龄)、基础疾病(高血压、糖尿病)、造影剂使用、休克、危重症评分[急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II)和创伤严重程度评分(ISS)]、实验室检查结果[基线和入 ICU 时血肌酐(SCr)、血红蛋白(Hb)及血清胱抑素 C]、临床治疗方案(机械通气、手术治疗等)、临床结局。根据改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)标准进行 AKI 诊断和分级。比较是否发生 AKI 两组患者临床资料及实验室检查结果的差异;采用 Logistic 回归分析重症多发伤患者发生 AKI 危险因素;绘制受试者工作特征曲线(ROC 曲线)评价血清胱抑素 C、危重症评分及二者联合对重症多发伤后 AKI 的预测能力,并计算 ROC 曲线下面积(AUC)。**结果** 在入选的 139 例重症多发伤患者中,AKI 发生率为 28.8%(40 例),其中 AKI 1 期、2 期及 3 期分别为 15 例、14 例及 11 例。与非 AKI 组比较,AKI 组患者年龄更大[岁:48.5(31.2, 61.2)比 40.0(28.0, 51.0)],休克发生率[90.0%(36/40)比 72.7%(72/99)],APACHE II 评分[分:22(17, 28)比 15(11, 19)],ISS 评分[分:37.5(30.5, 43.0)比 32.0(24.0, 37.0)],入 ICU 时 SCr[ $\mu\text{mol/L}$ :101.5(77.7, 116.7)比 71.0(58.0, 80.0)],血清胱抑素 C[ $\text{mg/L}$ :0.87(0.75, 1.01)比 0.68(0.60, 0.75)]水平和机械通气率[95.0%(38/40)比 75.8%(75/99)],手术治疗率[77.5%(31/40)比 50.5%(50/99)],肾脏替代治疗需求率[20.0%(8/40)比 0%(0/99)],住院病死率[12.5%(5/40)比 2.0%(2/99)]均更高,ICU 住院时间更长[d:8(4, 13)比 5(3, 8)],差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。Logistic 回归分析显示:年龄[优势比( $OR$ )=1.028, 95% 可信区间(95%CI)为 1.004~1.052,  $P=0.023$ ],APACHE II 评分( $OR=1.129$ , 95%CI 为 1.036~1.230,  $P=0.006$ )、休克( $OR=1.105$ , 95%CI 为 0.909~1.211,  $P=0.032$ )、入 ICU 时 SCr( $OR=1.072$ , 95%CI 为 1.036~1.109,  $P=0.000$ )、血清胱抑素 C( $OR=1.060$ , 95%CI 为 1.021~1.101,  $P=0.002$ )、手术治疗( $OR=3.376$ , 95%CI 为 1.457~7.821,  $P=0.005$ )是重症多发伤后发生 AKI 的独立危险因素。ROC 曲线分析显示:血清胱抑素 C、APACHE II 评分及二者联合对预测重症多发伤后 AKI 有一定的价值,AUC 分别为 0.839、0.749、0.874, 95%CI 分别为 0.767~0.912、0.655~0.843、0.808~0.940;当血清胱抑素 C 和 APACHE II 评分的截断值为 0.79  $\text{mg/L}$  和 21 分时,其敏感度为 65.0%、57.5%,特异度为 87.9%、90.9%。**结论** 重症多发伤患者的 AKI 发病率高且会影响临床结局,年龄、APACHE II 评分、休克、入 ICU 时 SCr、血清胱抑素 C 及手术治疗是其独立危险因素。胱抑素 C 及 APACHE II 评分对重症多发伤后发生 AKI 有较好的预测能力。

**【关键词】** 重症多发伤; 急性肾损伤; 胱抑素 C; 急性生理学与慢性健康状况评分 II; 危险因素; 早期诊断

**基金项目:** 广东省中山市社会公益科技研究项目(2019B1100)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.05.013

### Clinical features and early diagnosis of acute kidney injury in severe polytrauma patients

Chi Ruibin, Li Chaofeng, Zou Qiming, Ye Quanqiu, Zhou Huifen, Li Judai

Department of Critical Care Medicine, Affiliated Xiaolan Hospital of Southern Medical University, Zhongshan 528415, Guangdong, China

Corresponding author: Chi Ruibin, Email: CRB77970922@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the clinical characteristics and risk factors of acute kidney injury (AKI) in severe polytrauma patients, and evaluate the efficacy of serum cystatin C (Cys C) and critical disease score in predicting the occurrence of AKI after the patients suffering from severe polytrauma. **Methods** The clinical data of 139 patients with severe polytrauma treated in department of intensive care unit (ICU) of Xiaolan Hospital of Southern Medical University from January 2018 to March 2022 were retrospectively analyzed. The general information (gender and age), underlying diseases (hypertension and diabetes mellitus), contrast medium used, shock, critical illness score [acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) and trauma severity score (ISS)], laboratory findings [serum creatinine (SCr) at baseline and ICU admission, hemoglobin (Hb) and serum CysC], clinical treatment regimens (mechanical ventilation and surgery) and clinical outcomes were collected. AKI was diagnosed and graded according to the Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) standard criteria. The differences of the patients' clinical data and laboratory results were compared between the AKI and non-AKI groups. Logistic regression analysis was used to analyze the risk factors of occurrence of AKI in patients with severe polytrauma. The receiver operator characteristic (ROC)

curve was drawn and the area under ROC curve (AUC) was calculated to assess the capacities of serum CysC, critical disease score and their combination for predicting AKI development in severe polytrauma cohort. **Results** Among 139 enrolled patients with severe polytrauma, the incidence of AKI was 28.8% (40 cases), including 15 patients with AKI stage 1, 14 patients with AKI stage 2, and 11 patients with AKI stage 3. Compared with the patients in non-AKI group, in the patients of AKI group, their mean age was older [years: 48.5 (31.2, 61.2) vs. 40.0 (28.0, 51.0)], they had higher incidence of shock [90.0% (36/40) vs. 72.7% (72/99)], higher levels of APACHE II score [22 (17, 28) vs. 15 (11, 19)] and ISS score [37.5 (30.5, 43.0) vs. 32.0 (24.0, 37.0)], on ICU admission the levels of SCr and serum CysC were higher in patients of AKI group [SCr ( $\mu\text{mol/L}$ ): 101.5 (77.7, 116.7) vs. 71.0 (58.0, 80.0), serum CysC ( $\text{mg/L}$ ): 0.87 (0.75, 1.01) vs. 0.68 (0.60, 0.75)], meanwhile they had higher rates of mechanical ventilation [95.0% (38/40) vs. 75.8% (75/99)], surgical treatment [77.5% (31/40) vs. 50.5% (50/99)], obviously higher using renal replacement therapy rate [20.0% (8/40) vs. 0% (0/99)] and in-hospital mortality [12.5% (5/40) vs. 2.0% (2/99)], and ICU stay was much longer [days: 8 (4, 13) vs. 5 (3, 8)], the differences being statistical significant (all  $P < 0.05$ ). Logistic regression analyses showed that: age [odds ratio ( $OR$ ) = 1.028, 95% confidence interval (95% $CI$ ) was 1.004–1.052,  $P = 0.023$ ], APACHE II score ( $OR$  = 1.129, 95% $CI$  was 1.036–1.230,  $P = 0.006$ ), shock ( $OR$  = 1.105, 95% $CI$  was 0.909–1.211,  $P = 0.032$ ), ICU admission SCr ( $OR$  = 1.072, 95% $CI$  was 1.036–1.109,  $P = 0.000$ ), serum CysC ( $OR$  = 1.060, 95% $CI$  was 1.021–1.101,  $P = 0.002$ ) and surgical treatment ( $OR$  = 3.376, 95% $CI$  was 1.457–7.821,  $P = 0.005$ ) were independent risk factors for occurrence of AKI after the patients suffering from severe polytrauma. ROC curve analysis showed that serum CysC, APACHE II score and their combination had certain value in predicting AKI development after severe multiple injury, the AUC of serum CysC, APACHE II score and their combination for predicting AKI were 0.839, 0.749, 0.874, 95% $CI$  was 0.767–0.912, 0.655–0.843, 0.808–0.940, respectively. When the cut-off values of serum CysC and APACHE II score were 0.79  $\text{mg/L}$  and 21 scores, the sensitivity were 65.0% and 57.5%, the specificity were 87.9% and 90.9% respectively. **Conclusions** Severe polytrauma patients yield a high incidence of AKI, affecting clinical outcome, and age, APACHE II score, shock, ICU admission SCr, serum CysC and surgical treatment are independent risk factors for AKI occurrence in severe polytrauma patients. The CysC level and APACHE II score show excellent performance in predicting AKI development after severe polytrauma.

**【Key words】** Severe polytrauma; Acute kidney injury; Serum cystatin C; Acute physiology and chronic health evaluation II score; Risk factor; Early diagnosis

**Fund program:** Social Science and Technology Research Program of Zhongshan City of Guangdong Province of China (2019B1100)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.05.013

多发伤是基层医院最常见的外科急危重症,随着外科及生命支持技术的快速发展,其急性期救治成功率大大提高,但创伤后急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)等并发症增加了临床救治的复杂性和困难度。AKI 一旦发生,将增加临床诊疗负荷、住院时间和病死率,影响患者临床结局<sup>[1-2]</sup>。对重症多发伤患者尽早进行 AKI 风险识别和早期预测,及早采取防治策略,是改善临床预后的关键。本研究通过分析重症多发伤后 AKI 的临床特点及危险因素,评价预测重症多发伤后 AKI 的预测指标,为重症多发伤后 AKI 的早期诊断及管理策略提供依据。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象:**选择 2018 年 1 月至 2022 年 3 月本院重症医学科收治的多发伤患者作为研究对象。

**1.1.1 纳入标准:**① 根据 2012 年《改善全球肾脏病预后组织(Kidney Disease: Improving Global Outcomes, KDIGO)急性肾损伤临床实践指南》<sup>[3]</sup>进行 AKI 的诊断及分期,以血肌酐(serum creatinine, SCr)作为 AKI 的诊断指标;② 同一损伤因素导致 $\geq 2$ 个部位或器官受损;③ 创伤严重程度评分(injury severity score, ISS) $\geq 16$ 分;④ 年龄 $\geq 18$ 岁。

**1.1.2 排除标准:**① 行维持性血液透析;② 有慢性肾脏病;③ 有器官移植史;④ 重症监护病房(intensive care unit, ICU)住院时间 $< 24$  h;⑤ 临床资料不全者。

**1.1.3 伦理学:**本研究符合医学伦理学标准,并经本院伦理委员会批准(审批号:ZSXL-LL-2022-005),由于本项目为回顾研究且未涉及隐私知情同意等事项,无须签署患者知情同意书。

**1.2 临床资料:**通过医院电子病历系统,收集患者一般信息(性别和年龄)、基础疾病(高血压、糖尿病)、造影剂使用、休克发生率、危重症评分[急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)和 ISS 评分]、实验室检查结果[基线和入 ICU 时 SCr、血红蛋白(hemoglobin, Hb)、血清胱抑素 C]、临床治疗方案(机械通气、手术治疗等)、临床结局(ICU 住院时间、住院期间肾脏替代治疗、AKI 发生率、住院死亡等),比较是否发生 AKI 两组患者上述指标的差异。

**1.3 统计学分析:**使用 SPSS 19.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验;非正态分

布的计量资料以中位数(四分位数)[ $M(Q_L, Q_U)$ ]表示,组间比较采用 Mann-Whitney  $U$ 。计数资料以例(率)表示,组间比较采用 Pearson  $\chi^2$  或 Fisher 精确检验。采用 Logistic 回归分析重症多发伤患者发生 AKI 的危险因素;绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线)评价血清胱抑素 C 和 APACHE II 评分预测重症多发伤患者发生 AKI 的效能,并计算 ROC 曲线下面积(area under ROC curve, AUC)。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 一般资料:**共 139 例重症多发伤患者纳入研究,其中男性 112 例,女性 27 例;中位年龄 43.0(29.0, 53.0) 岁,APACHE II 评分 17(12, 20) 分,ISS 评分 34.0(24.0, 38.0) 分,高血压患病率 2.9%,糖尿病患病率 2.2%,ICU 住院时间 5(3, 9) d,机械通气率 81.3%,肾脏替代治疗率 5.8%,住院病死率 5.0%。

**2.2 重症多发伤后 AKI 的发生情况:**重症多发伤患者 AKI 的发生率为 28.8%(40/139),其中 AKI 1 期 15 例,AKI 2 期 14 例,AKI 3 期 11 例。从 AKI 发生时相来看,35 例 AKI 发生在入 ICU 后 48 h 内,5 例发生在 48 h 后。

**2.3 重症多发伤后是否发生 AKI 两组患者的临床特征比较(表 1):**与非 AKI 组比较,AKI 组年龄更大,休克发生率、APACHE II 评分、ISS 评分、入 ICU 时 SCr、血清胱抑素 C 水平及手术治疗率、机械通气率、肾脏替代治疗需求率、住院病死率均更高,ICU 住院时间更长(均  $P < 0.05$ )。两组患者性别、基础疾病、造影剂使用率、基线 SCr、Hb 等方面比较差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。

**2.4 重症多发伤后发生 AKI 的 Logistic 回归分析(表 2):**将单因素分析差异有统计学意义的指标纳

入多因素 Logistic 回归分析显示,年龄、APACHE II 评分、休克、入 ICU 时 SCr、血清胱抑素 C、手术治疗是重症创伤患者发生 AKI 的独立危险因素(均  $P < 0.05$ )。

表 2 重症多发伤患者发生 AKI 的 Logistic 回归分析

| 参数           | OR 值  | 95%CI         | P 值   |
|--------------|-------|---------------|-------|
| 年龄           | 1.028 | 1.004 ~ 1.052 | 0.023 |
| APACHE II 评分 | 1.129 | 1.036 ~ 1.230 | 0.006 |
| ISS 评分       | 1.050 | 0.991 ~ 1.113 | 0.101 |
| 休克           | 1.105 | 0.909 ~ 1.211 | 0.032 |
| 入 ICU 时 SCr  | 1.072 | 1.036 ~ 1.109 | 0.000 |
| 血清胱抑素 C      | 1.060 | 1.021 ~ 1.101 | 0.002 |
| 手术治疗         | 3.376 | 1.457 ~ 7.821 | 0.005 |

注:OR 为优势比,95%CI 为 95% 可信区间

**2.5 各危险因素对重症多发伤后发生 AKI 的早期预测价值(图 1;表 3):**ROC 曲线分析显示,血清胱抑素 C、APACHE II 评分和二者联合对重症多发伤后发生 AKI 均有一定的预测价值(均  $P < 0.05$ ),且二者联合预测 AKI 的价值更高。

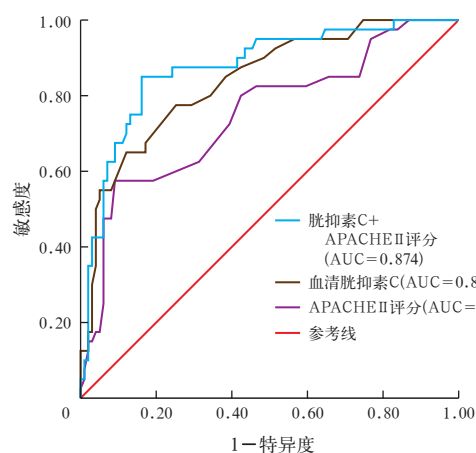


图 1 血清胱抑素 C、APACHE II 评分及二者联合预测重症多发伤后发生 AKI 的 ROC 曲线

表 1 重症多发伤是否合并 AKI 两组患者一般资料和临床结局的比较

| 组别           | 例数 | 性别(例)                     |                                     | 年龄<br>〔岁, $M(Q_L, Q_U)$ 〕                | 基础疾病〔例(%)〕     |                | 造影剂使用<br>〔例(%)〕                 | 休克<br>〔例(%)〕     | SCr〔 $\mu\text{mol/L}$ , $M(Q_L, Q_U)$ 〕 |                    | APACHE II 评分<br>〔分, $M(Q_L, Q_U)$ 〕 |
|--------------|----|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------|------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
|              |    | (例) 男性                    | 女性                                  |                                          | 高血压            | 糖尿病            |                                 |                  | 基线                                       | 入 ICU 时            |                                     |
| 非 AKI 组      | 99 | 82                        | 17                                  | 40.0(28.0, 51.0)                         | 2(2.2)         | 2(2.0)         | 10(10.1)                        | 72(72.7)         | 54.0(45.0, 66.0)                         | 71.0(58.0, 80.0)   | 15(11, 19)                          |
| AKI 组        | 40 | 30                        | 10                                  | 48.5(31.2, 61.2)                         | 2(5.0)         | 1(2.5)         | 8(20.0)                         | 36(90.0)         | 54.5(46.5, 73.5)                         | 101.5(77.7, 116.7) | 22(17, 28)                          |
| $\chi^2/Z$ 值 |    | 1.115                     |                                     | -1.983                                   | Fisher         | Fisher         | 2.476                           | 4.905            | -0.875                                   | -5.419             | -4.599                              |
| P 值          |    | 0.291                     |                                     | 0.047                                    | 0.579          | 1.000          | 0.116                           | 0.027            | 0.382                                    | 0.000              | 0.000                               |
| 组别           | 例数 | ISS 评分〔分, $M(Q_L, Q_U)$ 〕 | 入 ICU 时 Hb<br>〔g/L, $M(Q_L, Q_U)$ 〕 | 入 ICU 时血清胱抑素 C<br>〔mg/L, $M(Q_L, Q_U)$ 〕 | 手术治疗<br>〔例(%)〕 | 机械通气<br>〔例(%)〕 | 临床结局                            |                  |                                          |                    |                                     |
|              |    |                           |                                     |                                          |                |                | ICU 住院时间<br>〔d, $M(Q_L, Q_U)$ 〕 | 肾脏替代治疗<br>〔例(%)〕 | 住院病死率<br>〔%(例)〕                          |                    |                                     |
| 非 AKI 组      | 99 | 32.0(24.0, 37.0)          | 117.0(98.0, 135.0)                  | 0.68(0.60, 0.75)                         | 50(50.5)       | 75(75.8)       | 5(3, 8)                         | 0(0)             | 2.0(2)                                   |                    |                                     |
| AKI 组        | 40 | 37.5(30.5, 43.0)          | 109.5(82.5, 134.5)                  | 0.87(0.75, 1.01)                         | 31(77.5)       | 38(95.0)       | 8(4, 13)                        | 8(20.0)          | 12.5(5)                                  |                    |                                     |
| $Z/\chi^2$ 值 |    | -2.351                    | -1.070                              | -6.256                                   | 50(50.5)       | 6.937          | -3.715                          | 21.009           | Fisher                                   |                    |                                     |
| P 值          |    | 0.019                     | 0.284                               | 0.000                                    | 31(77.5)       | 0.008          | 0.000                           | 0.000            | 0.021                                    |                    |                                     |



表 3 血清胱抑素 C 及 APACHE II 评分及二者联合对重症多发伤后发生 AKI 的预测价值

| 危险因素         | AUC   | 95%CI         | 截断值  | 敏感度 (%) | 特异度 (%) |
|--------------|-------|---------------|------|---------|---------|
| 血清胱抑素 C      | 0.839 | 0.767 ~ 0.912 | 0.79 | 65.0    | 87.9    |
| APACHE II 评分 | 0.749 | 0.655 ~ 0.843 | 21   | 57.5    | 90.9    |
| 二者联合         | 0.874 | 0.808 ~ 0.940 |      | 85.0    | 83.4    |

### 3 讨论

本研究中重症多发伤后 AKI 的发生率为 28.8%，与以往研究报道的 24%~34% 基本一致<sup>[1-2,4]</sup>。重症多发伤患者并发 AKI 后，容易引发内环境紊乱、容量超负荷、临床药物使用受限等不利状况，干扰临床诊疗方案，导致住院时间延长，血液透析治疗率、病死率增加<sup>[1-2,5]</sup>，以及慢性肾脏病和终末期肾病的风险增加<sup>[6]</sup>，进而增加了医疗费用及社会卫生负担<sup>[7]</sup>。因此，早期风险识别并及时处理高危因素，并采取针对性的防治措施，是重症多发伤后 AKI 分层管理和个体化防治的关键。

本研究多因素 Logistic 回归分析显示：年龄、APACHE II 评分、休克、入 ICU 时 SCr、血清胱抑素 C 和手术治疗是重症多发伤后 AKI 的独立危险因素。年龄的增长带来 AKI 风险的增加，临床对高龄多发伤患者应给予更多关注，并采取严密的监测及预防措施防止 AKI 的发生。值得关注的是，不同于其他 AKI 研究人群<sup>[8-9]</sup>，高血压和糖尿病不是重症多发伤后 AKI 的独立危险因素，分析其主要原因在于创伤人群的特殊性：平均年龄低、基础疾病少（本研究人群高血压和糖尿病的患病率均低于 3%）、器官功能尤其是肾脏代偿能力强。有研究显示，重症多发伤后 AKI 组休克发生率更高，创伤后失血（低容量）、心脏损伤（心源性）、血管张力改变（分布性）以及气胸或心包填塞（梗阻性）等均可导致不同程度的休克<sup>[10-11]</sup>，影响肾脏灌注及肾小球滤过率，进而损伤肾小管。此外，抗休克的多种手段包括大量液体复苏、大量输血、使用缩血管药物，也与 AKI 的发生密切相关<sup>[12]</sup>。基于此，在重症多发伤早期抗休克的救治中，应根据实际情况及时调整治疗策略，实施个体化防治措施，以降低 AKI、ARDS 及腹腔间隔室综合征等的发生风险。

本研究 AKI 组 APACHE II 评分和 ISS 评分均明显高于非 AKI 组，但多因素回归分析显示 ISS 评分并非重症多发伤后 AKI 的独立危险因素，其可能原因在于 ISS 评分主要反映创伤部位的损伤程

度<sup>[13]</sup>，对机体器官功能的综合评价存在局限，并不能快速、准确反映肾脏功能的改变。而 APACHE II 评分作为 ICU 最常用的能全面反映疾病危重程度和器官功能状态的非特异评分体系，涵盖了生命体征、炎症指标、呼吸、循环、神经以及基础疾病等诸多影响肾功能的指标，成为重症多发伤后 AKI 的独立危险因素，这与国外 Sovik 等<sup>[1]</sup>的研究结果基本一致。在未来重症管理智能化时代，自动化 APACHE II 评分及动态监测，将协助临床医师在重症多发伤患者中筛选出 AKI 高危患者，并实施风险分层管理，调整临床诊疗方案，避免肾脏损害因素。

早期诊断 AKI 并采取适当措施以保护肾功能，对于改善患者预后至关重要<sup>[14]</sup>。SCr 在 AKI 诊断上具有明显滞后性，而血清胱抑素 C 比 SCr 能更敏感、更准确地反映肾小球滤过功能<sup>[15-16]</sup>，对重症患者 AKI 的早期诊断有较好预测效能<sup>[16-18]</sup>。APACHE II 评分反映了病情危重度以及对肾脏功能的综合影响，有研究显示，APACHE II 评分对重症患者 AKI 早期诊断的 AUC 大于 0.8，具有中度以上预测效能<sup>[17,19]</sup>。本研究显示，血清胱抑素 C 和 APACHE II 评分均是影响重症多发伤后发生 AKI 的独立危险因素，采用 ROC 曲线进一步分析表明：血清胱抑素 C 和 APACHE II 评分预测重症多发伤后发生 AKI 的 AUC 分别为 0.839 和 0.749，具有中度以上的预测效能，两者联合后 AUC 进一步可提升到 0.874，具有较好且均衡的敏感度和特异度，这与以往其他人群的研究结果基本一致<sup>[17,19]</sup>。事实上，AKI 作为一种高度“异质”的临床综合征<sup>[20]</sup>，采用多模态、多维度、多指标相结合而成的临床预测模型，才能更好地反映 AKI 的病理生理过程，方能有更好预测 AKI 发生的效能和准确性，有待相关基础研究和大量样本临床研究证实。

综上所述，重症多发伤患者 AKI 发病率高且影响临床结局，早期识别风险因素并筛选 AKI 高危患者，血清胱抑素 C 及 APACHE II 评分能更早地预测重症多发伤后 AKI 的发生。但本研究为回顾性、单中心分析，样本量少，有待前瞻性、大样本、多中心的研究进一步验证，为重症多发伤后 AKI 的风险识别和个体化管理策略提供医学证据。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] Sovik S, Isachsen MS, Nordhuus KM, et al. Acute kidney injury in trauma patients admitted to the ICU: a systematic review and meta-analysis [J]. Intensive Care Med, 2019, 45 (4): 407-419. DOI:

- 10.1007/s00134-019-05535-y.
- [2] Muhamedhussein MS, Manji M, Nungu KS, et al. Prevalence and risk factors of acute kidney injury in polytrauma patients at Muhimbili Orthopedic Institute, Tanzania [J]. Afr J Emerg Med, 2021, 11 (1): 74–78. DOI: 10.1016/j.afjem.2020.08.004.
  - [3] McCullough PA, Shaw AD, Haase M, et al. Diagnosis of acute kidney injury using functional and injury biomarkers: Workgroup statements from the tenth Acute Dialysis Quality Initiative Consensus Conference [J]. Contrib Nephrol, 2013, 182: 13–29. DOI: 10.1159/000349963.
  - [4] Heegard KD, Stewart IJ, Cap AP, et al. Early acute kidney injury in military casualties [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2015, 78 (5): 988–993. DOI: 10.1097/TA.0000000000000607.
  - [5] Gomes E, Antunes R, Dias C, et al. Acute kidney injury in severe trauma assessed by RIFLE criteria: a common feature without implications on mortality? [J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2010, 18: 1. DOI: 10.1186/1757-7241-18-1.
  - [6] 李楠, 刘思秀, 赵敏, 等. 多发伤后急性肾损伤导致慢性肾功能不全的临床分析 [J]. 创伤外科杂志, 2022, 24 (3): 214–217. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2022.03.011.
  - [7] Parikh A, Shaw A. The economics of renal failure and kidney disease in critically ill patients [J]. Crit Care Clin, 2012, 28 (1): 99–111, vii. DOI: 10.1016/j.ccc.2011.10.006.
  - [8] Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, et al. Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study [J]. JAMA, 2005, 294 (7): 813–818. DOI: 10.1001/jama.294.7.813.
  - [9] 杨晓梅, 王春生, 刘岚, 等. 成人体外循环心脏手术后急性肾损伤的危险因素分析 [J]. 中华胸心血管外科杂志, 2013, 29 (3): 147–150. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2013.03.007.
  - [10] Perkins ZB, Haines RW, Prowle JR. Trauma-associated acute kidney injury [J]. Curr Opin Crit Care, 2019, 25 (6): 565–572. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000655.
  - [11] Jonathan D, Pearson, et al. Management of shock in trauma [J]. Anaesthesia & Intensive Care Medicine, 2011, 12 (9): 387–389. DOI: 10.1016/j.mpaic.2011.06.005.
  - [12] 汤文君. 创伤相关急性肾损伤 [J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2021, 30 (5): 491–495, 490. DOI: 10.3969/j.issn.1006-298X.2021.05.019.
  - [13] Linn S. The injury severity score: importance and uses [J]. Ann Epidemiol, 1995, 5 (6): 440–446. DOI: 10.1016/1047-2797(95)00059-3.
  - [14] Payen D, Lukaszewicz AC, Legrand M, et al. A multicentre study of acute kidney injury in severe sepsis and septic shock: association with inflammatory phenotype and HLA genotype [J]. PLoS One, 2012, 7 (6): e35838. DOI: 10.1371/journal.pone.0035838.
  - [15] Song S, Meyer M, Türk TR, et al. Serum cystatin C in mouse models: a reliable and precise marker for renal function and superior to serum creatinine [J]. Nephrol Dial Transplant, 2009, 24 (4): 1157–1161. DOI: 10.1093/ndt/gfn626.
  - [16] Nejat M, Pickering JW, Walker RJ, et al. Rapid detection of acute kidney injury by plasma cystatin C in the intensive care unit [J]. Nephrol Dial Transplant, 2010, 25 (10): 3283–3289. DOI: 10.1093/ndt/gfq176.
  - [17] 池锐彬, 古伟光, 梁美华, 等. 血清胱抑素 C 联合 APACHE II 评分对重症急性肾损伤患者诊断和预后预测的价值 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2016, 23 (4): 404–407. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.04.016.
  - [18] 池锐彬, 梁美华, 邹启明, 等. 基于生物标志物预测重症患者急性肾损伤决策树模型的构建和验证研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2020, 32 (6): 721–725. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200509-00371.
  - [19] 魏茂碧, 张治琴, 马洲, 等. 血清胱抑素 C 联合急性生理学及慢性健康状况评分 II 对脓毒症急性肾损伤的预测价值分析 [J]. 临床内科杂志, 2021, 38 (9): 619–622. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9057.2021.09.013.
  - [20] Alge JL, Karakala N, Neely BA, et al. Urinary angiotensinogen predicts adverse outcomes among acute kidney injury patients in the intensive care unit [J]. Crit Care, 2013, 17 (2): R69. DOI: 10.1186/cc12612.

(收稿日期: 2022-04-18)

## • 读者 • 作者 • 编者 •

### 《中国中西医结合急救杂志》关于中、英文摘要的写作要求

除消息类文章外,所有类型论文在正文前应有内容、格式相同的中、英文摘要。论著、临床经验类文章采用结构式摘要,包括目的 (Objective)、方法 (Methods)、结果 (Results, 应给出主要数据和统计值) 及结论 (Conclusions) 四部分,各部分冠以相应的标题。指南、共识、述评、专家论坛、发明与专利、临床病例、综述类文章可采用指示性摘要。摘要采用第三人称撰写,不用“本文”等主语。英文摘要前需列出英文题名,全部作者姓名 (汉语拼音,姓和名均首字母大写,双字名中间不加连字符),全部作者工作单位名称、所在城市名、邮政编码和国名。通信作者在单位名称后应另起一行,以“Corresponding author”字样开头,注明其电子邮箱。示例如下:

**Safety criteria for early goal-oriented rehabilitation exercise in patients undergoing mechanical ventilation in intensive care unit: a systematic review**

Ding Nannan<sup>1</sup>, Yao Li<sup>1</sup>, Zhang Zhigang<sup>1</sup>, Yang Liping<sup>1</sup>, Jiang Lingjie<sup>1</sup>, Jiang Biantong<sup>1</sup>, Wu Yuchen<sup>1</sup>, Zhang Caiyun<sup>2</sup>, Tian Jinhui<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Intensive Care Unit, the First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu, China; <sup>2</sup>Department of Nursing, the First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu, China; <sup>3</sup>Evidence-Based Medicine Center, Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu, China

Corresponding author: Zhang Zhigang, Email: zgz3444@163.com

### 《中国中西医结合急救杂志》关于法定计量单位的写作要求

执行 GB 3100-1993《国际单位制及其应用》及 GB/T 3101/3102《有关量、单位和符号的一般原则》(所有部分)量和单位的有关规定,具体执行可参照中华医学会杂志社编写的《法定计量单位在医学上的应用》第 3 版 (人民军医出版社 2001 年出版)。量的名称应根据 GB/T 3102.8-1993《物理化学和分子物理学的量和单位》规定使用,如分子量应为相对分子质量。计量单位使用正体。注意单位名称与单位符号不可混用,如:  $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{天}^{-1}$  应改为  $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ; 组合单位符号中表示相除的斜线多于 1 条时应采用负数幂的形式表示,如:  $\text{ng/kg/min}$  应采用  $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  的形式; 组合单位中斜线和负数幂亦不可混用,如前例不宜采用  $\text{ng/kg} \cdot \text{min}^{-1}$  的形式。量的符号一律采用斜体字,如体积的符号  $V$  应为斜体。血压及人体压力计量单位使用毫米汞柱 (mmHg),在文中第一次出现时须注明 mmHg 与 kPa 的换算系数。