

全身免疫炎症指数对成人体外循环心脏术后 早期急性肾损伤的预测价值

陈勇¹△ 王翰¹ 左祥荣¹ 曹权¹

[摘要] 目的:探讨全身免疫炎症指数(systemic immune-inflammation index,SII)对成人体外循环心脏术后早期急性肾损伤(acute kidney injury,AKI)的预测价值。方法:回顾性收集 2020 年 1 月—2021 年 12 月在南京医科大学第一附属医院接受体外循环成人心脏手术患者的临床资料,按照术后 48 h 内是否发生 AKI,分为 AKI 组和非 AKI 组。最终共 325 例患者纳入本研究,其中术后 48 h 内发生 AKI 的患者共 63 例纳入 AKI 组,AKI 发生率 19.4%,其余 262 例纳入非 AKI 组。分析比较两组患者的临床资料,采用多元逐步 logistic 回归分析成人体外循环心脏手术术后发生 AKI 的独立危险因素,并使用 ROC 曲线分析 SII 对术后早期 AKI 的预测价值。结果:AKI 组和非 AKI 组患者在高血压病史、服用利尿剂、术前 SII、血清尿素氮、手术持续时间、估算的肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate,eGFR)、术后机械通气时间、体外循环持续时间、术中失血量和术后 24 h 尿量等方面比较均差异有统计学意义(均 $P < 0.05$),多因素 logistic 分析显示体外循环持续时间、术前 SII 和 eGFR 是术后 AKI 的独立危险因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析显示,术前 SII 和 eGFR 预测术后 AKI 的 AUC 分别为 0.927(95%CI:1.009~1.041)和 0.828(95%CI:0.959~0.998),对应的灵敏度分别为 98.4%和 95.2%,特异度分别为 77.1%和 64.9%。结论:术前 SII 是成人体外循环心脏外科术后发生 AKI 的独立危险因素,术前及时评估 SII 对预测 AKI 的发生具有非常好的价值。

[关键词] 全身免疫炎症指数;体外循环;心脏手术;急性肾损伤

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.11.002

[中图分类号] R692.5 **[文献标志码]** A

The predictive value of systemic immune inflammation index for early acute kidney injury in patients undergoing adult cardiac surgery with cardiopulmonary bypass

CHEN Yong WANG Han ZUO Xiangrong CAO Quan

(Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, 210029, China)

Corresponding author: CAO Quan, Email: 2004caoquan@163.com

Abstract Objective: To investigate the predictive value of the systemic immune-inflammation index(SII) for early acute kidney injury(AKI) in adult patients after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. **Methods:** Clinical data of adult patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass in the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University from January 2020 to December 2021 were retrospectively collected. Patients were grouped into AKI group and non-AKI group according to whether AKI occurred within 48 hours after surgery. Clinical information of the two groups were researched and compared. Multivariate logistic regression was used to analyze independent risk factors for postoperative AKI after cardiopulmonary bypass surgery. Receiver operating characteristic(ROC) curve was used to investigate the value of SII in predicting the occurrence of AKI. **Results:** A total of 325 patients were involved in this research, among which, 63 patients with postoperative AKI within 48 hours were included in the AKI group, with an incidence of 19.4%, and the remaining 262 patients were grouped in the non-AKI group. There were statistical significance in the history of hypertension, the history of taking diuretics, preoperative SII, plasma urea nitrogen, estimated glomerular filtration rate(eGFR), duration of operation, extracorporeal circulation time, intraoperative blood loss, duration of mechanical ventilation time, and postoperative 24-hour urine volume between the two group,there were significantly different in two groups(all P

*基金项目:江苏省高层次人才“六个一工程”拔尖人才科研项目(No:LG2019067);江苏省 333 人才工程项目(No:2022-3-25-045)

¹南京医科大学第一附属医院重症医学科(南京,210029)

△现为南京医科大学盐城临床医学院在读研究生

通信作者:曹权,E-mail:2004caoquan@163.com

引用本文:陈勇,王翰,左祥荣,等.全身免疫炎症指数对成人体外循环心脏术后早期急性肾损伤的预测价值[J].临床急诊杂志,2023,24(11):561-566. DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.11.002.

<0.05). Multiple-factor logistic analysis revealed that extracorporeal circulation time, preoperative SII and eGFR were independent risk factors for postoperative AKI after cardiopulmonary bypass surgery ($P < 0.05$). ROC curve analysis demonstrated that the AUC of preoperative SII and eGFR in predicting postoperative AKI after cardiopulmonary bypass surgery were 0.927 (95% CI: 1.009–1.041), and 0.828 (95% CI: 0.959–0.998), the corresponding sensitivity was 98.4% and 95.2% respectively, and the specificity was 77.1% and 64.9%, severally.

Conclusion: Preoperative SII is an independent risk factor for postoperative AKI after cardiopulmonary bypass surgery and timely assessment of preoperative SII is of great value in predicting the occurrence of AKI in adult patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass.

Key words systemic immune-inflammatory index; cardiopulmonary bypass; cardiac surgery; acute kidney injury

急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)是心胸外科术后比较常见的严重并发症之一,其发病率约为 3.4%;其中 1.9%需要血液净化治疗^[1-2]。研究发现 AKI 是心脏手术患者死亡的独立预测因素之一,不仅导致死亡率增加,而且还延长了患者的住院天数,增加了医疗费用,甚至部分 AKI 患者进展为慢性肾脏病^[3],出现透析依赖。因此,术前评估,及时发现高危因素,做好围手术期管理,对降低心脏手术后 AKI 的发生率、死亡率及改善患者的预后,意义深远。

在 AKI 的发生机制中炎症处于非常重要的地位^[4]。许多众所周知的炎症标志物,包括中性粒细胞、血小板和降钙素原,已被证明与 AKI 发生相关^[5-7]。淋巴细胞与炎症呈负相关,淋巴细胞减少导致免疫功能异常,从而促进肾损伤的发展。但这些生物标志物很容易受到其他混杂因素的影响。全身免疫炎症指数(systemic immune-inflammation index, SII),是基于中性粒细胞、淋巴细胞和血小板的一种新型炎症指标,可以同时反映患者的炎症和免疫状态,目前 SII 主要用于预测各种恶性肿瘤和炎症性疾病的不良预后^[8-11]。最近也有研究者发现 SII 可以预测急性胰腺炎和对对比剂诱导的 AKI^[12-13],但尚无研究探讨 SII 能否预测体外循环心脏外科术后 AKI 的发生。本研究拟通过回顾性研究分析 SII 对体外循环成人心脏外科术后发生 AKI 的早期预测价值。

1 资料和方法

1.1 临床资料

本研究为病例对照研究,回顾分析了 2020 年 1 月—2021 年 12 月期间在江苏省南京医科大学第一附属医院接受体外循环成人心脏外科手术的患者的临床资料,按照术后 48 h 内是否发生 AKI,分为 AKI 组和非 AKI 组。最终共 325 例患者纳入本研究,其中术后 48 h 内发生 AKI 的患者共 63 例纳入 AKI 组,AKI 发生率 19.4%,其余 262 例纳入非 AKI 组。

所有的患者均由有 15 年以上工作经验,临床经验丰富的心脏外科医师、体外循环医师、麻醉医师进行手术麻醉,术后转入 ICU 继续治疗。本研

究经医院医学伦理委员会批准(No: 2023-SR-380),并免除患者知情同意。

入选标准:①年龄 ≥ 18 岁;②术前无 AKI 发生;③首次接受体外循环心脏外科手术;④临床资料完整。

排除标准:①慢性肾功能不全及需要血液透析患者;②术前存在全身炎症反应(包括感染处于活动期、全身性炎症或自身免疫性疾病);③术前已发生 AKI 者;④既往具有恶性肿瘤患者;⑤血液系统疾病患者;⑥年龄 < 18 周岁;⑦妊娠或哺乳期妇女;⑧术中二次转机及术后二次开胸手术的患者;⑨术前 1 周或术后 48 h 使用肾毒性药物者(包括放射性对比剂);⑩非体外循环心脏外科手术。

1.2 研究方法

1.2.1 临床资料 采集并整理患者的临床数据:①基线数据:年龄、性别、有无吸烟史、慢性病史(糖尿病、高血压病等)等。②入院时抽血检验指标:患者入院 24 h 内采集肘静脉血进行血常规检验其中包括中性粒细胞计数、血小板计数、淋巴细胞计数,生化指标包括尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、谷丙转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、天门冬氨酸氨基转移酶(aspartate aminotransferase, AST)、凝血功能等。③术中相关情况:主动脉阻断时间、体外循环持续时间、术中出血情况。④术后 48 h 内的血清肌酐值和尿量情况。⑤患者预后情况包括 AKI 的发生、接受肾脏替代治疗、院内死亡等。

1.2.2 研究分组 根据最新 KDIGO 指南的定义^[14],以术后 48 h 内出现血清肌酐值较术前升高 $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$,或者血清肌酐值较基础值升高 $\geq 50\%$,或每小时尿量 $< 0.5 \text{ mL/kg/h}$ 持续 6 h 以上作为诊断 AKI 的标准。并根据术后有无发生 AKI,将患者分为 AKI 组和对照组。

1.2.3 SII 和估算的肾小球滤过率的计算方法 根据患者入院后的血常规,计算 SII,具体方法 $\text{SII} = \text{中性粒细胞计数} \times \text{血小板计数} / \text{淋巴细胞计数}$ 。通过肾脏病饮食改良方程计算肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR), $\text{eGFR} [\text{mL}/(\text{min} \times 1.73 \text{ m}^2)] = 186 \times \text{SCr}(\text{mg}/\text{dL})^{-1.154}$

\times 年龄(岁) $^{-0.203} \times 0.742$ (女性)。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 及 Rstudio(4.0.5) 统计学软件进行统计处理。数据进行方差检验及正态检验,对于不符合正态分布的数据及方差不齐的数据进行 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示并用非参数检验方式进行检验,组间比较应用 U 检验;正态分布数值采用 t 检验,并采用 $\bar{X} \pm S$ 描述,二分类变量采用 χ^2 检验,则使用频数(%)进行描述。在单因素分析中 $P < 0.05$ 的变量统一纳入多因素分析。绘制受试者工作特征(receiver operating curve, ROC)曲线分析 SII 对体外循环心脏术后早期 AKI 的预测价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 AKI 组与非 AKI 组临床资料的比较

AKI 与非 AKI 两组患者的高血压病史、服用利尿剂、术前 SII、血清尿素氮、eGFR、体外循环持续时间、术中出血量、手术持续时间、术后 24 h 尿量、机械通气时间进行比较,均差异有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表 1。

2.2 多因素 logistic 回归分析

将上述两组间差异有统计学意义的指标作为自变量,术后是否发生 AKI 为因变量,进行多因素分析,结果显示体外循环时间、术前 SII 及术前 eGFR 是心脏术后发生 AKI 的独立危险因素($P < 0.05$),见表 2。

表 1 两组患者临床情况比较

| 项目 | | | $\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$ | |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|--------|
| | AKI 组(63 例) | 对照组(262 例) | 统计值 | P |
| 性别/例 | | | 2.381 | 0.123 |
| 男 | 43 | 151 | | |
| 女 | 20 | 111 | | |
| 年龄/岁 | 61.5 \pm 11.2 | 60.3 \pm 10.4 | 0.82 | 0.413 |
| 机械通气时间/h | 6(3,9) | 2(1,4) | 4388 | <0.001 |
| 吸烟史/例 | | | 3.05 | 0.081 |
| 有 | 20 | 56 | | |
| 无 | 43 | 206 | | |
| 高血压/例 | | 112/150 | 4.243 | 0.039 |
| 有 | 36 | 112 | | |
| 无 | 27 | 150 | | |
| 糖尿病/例 | | | 3.398 | 0.065 |
| 有 | 3 | 34 | | |
| 无 | 60 | 228 | | |
| 利尿剂/例 | | | 10.323 | 0.001 |
| 有 | 27 | 170 | | |
| 无 | 36 | 92 | | |
| 收缩压/mmHg ^{a)} | 135.0 \pm 22.4 | 129.7 \pm 18.3 | 1.737 | 0.086 |
| 舒张压/mmHg | 75.7 \pm 13.9 | 75.7 \pm 13.4 | 0.018 | 0.986 |
| 术前血红蛋白/(g/L) | 134.9 \pm 20.3 | 136.4 \pm 15.9 | 0.511 | 0.611 |
| 术前 SII | 1 192.5 \pm 412.6 | 405.8 \pm 194.3 | 14.747 | <0.001 |
| 术前尿素氮/(mmol/L) | 7.3 \pm 2.7 | 6.5 \pm 1.7 | 2.253 | 0.027 |
| 术前 eGFR/(mL/min/1.73 m ²) | 68.7(54.9,81.8) | 205.7(88.3,375.7) | 13.874 | <0.001 |
| 手术持续时间/h | 6.8 \pm 2.2 | 5.6 \pm 1.4 | 3.994 | <0.001 |
| 体外循环时间/h | 3.2 \pm 1.1 | 2.6 \pm 0.9 | 3.718 | <0.001 |
| 术中最大量去甲肾上腺素/(μ g/kg/min) | 0.02(0.00,0.04) | 0.02(0.00,0.06) | 8.062 | 0.807 |
| 术中出血量/mL | 1 000(800,1 500) | 800(600,1 000) | 5 945.5 | 0.001 |
| 术后 24 h 尿量/mL | 1 430(535,2 220) | 2 317(1 900,2 832) | 4 256.5 | <0.001 |

^{a)} 1 mmHg=0.133 kPa。

表 2 多因素 logistic 回归分析

| 项目 | β | SE | Wald | P | OR(95%CI) |
|---------|---------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 术前 SII | 0.025 | 0.008 | 9.221 | 0.002 | 1.025(1.009~1.041) |
| 术前 eGFR | -0.022 | 0.01 | 4.761 | 0.029 | 0.978(0.959~0.998) |
| 体外循环时间 | 2.895 | 1.451 | 3.982 | 0.046 | 18.087(1.053~310.738) |

2.3 SII 和术前 eGFR 对体外循环心脏外科术后 AKI 的 ROC 分析

术前 SII 水平预测体外循环心脏外科术后 AKI 的 ROC 曲线下面积为 0.927, 取最佳诊断界值为 $736.213 \times 10^{11}/L$ 时, 对应的灵敏度为 98.4%, 特异度为 77.1%; 而 eGFR 对体外循环心脏外科术后 AKI 发生的 ROC 曲线下面积为 0.828, 取最佳截断值为 107.937, 对应的灵敏度为 95.2%, 特异度为 64.9%, 见图 1。

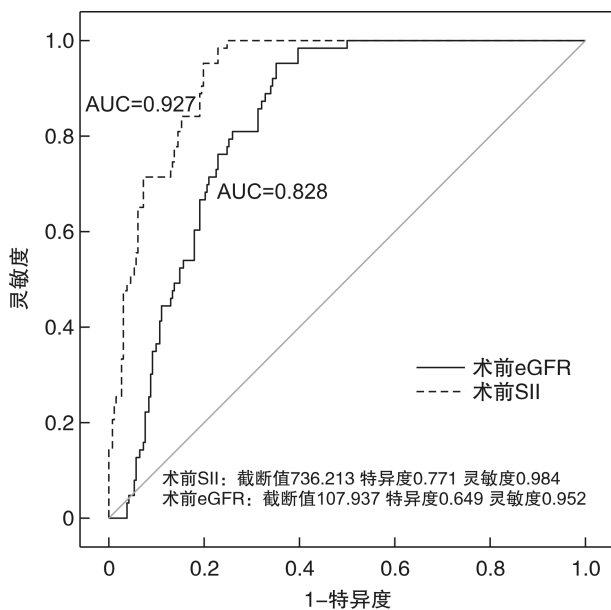


图 1 SII 和术前 eGFR 对体外循环心脏外科术后发生 AKI 预测价值的 ROC 分析

3 讨论

本研究发现体外循环心脏外科术后, AKI 的发生率为 19.64%, AKI 与非 AKI 两组患者的高血压病史、服用利尿剂、术前 SII、BUN、eGFR、手术时间、机械通气持续时间、术中出血量、体外循环持续时间、术后 24 h 尿量比较, 均差异有统计学意义 (均 $P < 0.05$), 多因素 logistics 回归分析发现体外循环时间、术前 SII 和 eGFR 是体外循环心脏外科术后发生 AKI 的独立危险因素, 并且 ROC 分析提示术前 SII 水平预测体外循环心脏外科术后 AKI 的 ROC 曲线下面积为 0.927, 灵敏度为 98.4%, 特异度为 77.1%。上述结果提示 SII 可能有助于早期预测体外循环心脏术后 AKI 的发生。

体外循环心脏术后 AKI 发生率很高, 其原因可能有: ①与患者的基础状况有关系。我们的研究结果发现高血压患者术后更易发生 AKI, 与文献报道一致^[15]。这可能是由于长期高血压可造成肾脏的损害, 引起肾血管硬化, 肾单位出现缺血、缺氧, 从而导致肾小球病变。心脏病患者术前往往存在心功能不全或高血压等, 常常长期服用利尿剂, 而

利尿剂可能造成血容量不足引起肾脏灌注不足从而导致肾损伤。②与手术因素相关: 研究已经证实体外循环持续时间、主动脉阻断时间、术中出血情况是心脏手术后发生 AKI 的独立危险因素^[16-17]。③术后因素 Karkouti 等^[18]发现减少心脏手术患者围手术期输血的干预措施可以保护贫血患者免受 AKI。有研究表明^[19], 除了术中体外循环持续时间、主动脉被阻断时间外, 术后低心排血量和输血情况等也是体外循环术后发生 AKI 的危险因素。另有研究也表明伴随 SCr 的增高, 成人体外循环术后发生 AKI 的可能性也增大^[20]。

体外循环发生 AKI 机制可能有以下几点: ①体外循环时红细胞受到机械破坏, 游离血红蛋白进入血液循环堵塞肾小管出现肾小管坏死; ②体外循环可诱发全身炎症反应, 从而继发肾小管损伤; ③体外循环时发生缺血再灌注损伤、低心排、肾脏血管收缩及血液被稀释等情况引起肾脏血流改变, 导致肾脏氧供需之间失衡, 进而造成肾单位损伤^[17]。

由于体外循环心脏手术围手术期内毒素作用、缺血缺氧再灌注损伤、血液与管道接触等多因素激活血小板、中性粒细胞、淋巴细胞等多种炎症细胞和氧自由基大量生成, 释放炎症介质并引起逐级放大效应, 导致机体炎症反应显著增强, 引起全身炎症反应综合征。中性粒细胞^[21]、淋巴细胞、血小板^[22-23]和降钙素原^[24], 均已被证明与 AKI 相关。SII 综合了反映免疫炎症的 3 个指标, 中性粒细胞、淋巴细胞和血小板计数, 这可能潜在地反映了炎症、免疫和血栓形成途径的平衡。在一项对 4 381 例接受冠状动脉造影患者的研究中, Jiang 等^[25]表明, SII 水平的升高与对比剂诱导的 AKI (CI-AKI) 风险的增加独立相关。与低水平 SII 患者 ($< 300 \times 10^9/L$) 相比, 高水平 SII 患者 ($\geq 1 200 \times 10^9/L$) 患者发生 CI-AKI 的风险增加了 1.9 倍 ($OR = 2.914, 95\% CI: 2.121 \sim 4.003$)。此外, 与其他单一生物标志物 (血小板和 C 反应蛋白) 相比, SII 与 CI-AKI 发生率的正相关性最强, 因此 SII 是接受冠脉造影患者发生 CI-AKI 的独立预测因子。类似的研究结果在申国旗等^[13]的研究中也被证实。李峰等^[12]发现, 纠正混杂因素后, $SII \geq 2 160$ 、中性粒细胞/淋巴细胞 (NLR) ≥ 9.87 、血小板/淋巴细胞 ≥ 170.54 均为重症急性胰腺炎患者并发 AKI 的影响因素, 临床工作中, 针对 $SII \geq 2 160$ 的重症胰腺炎患者需采取针对措施, 防止 AKI 的发生。但目前关于研究 SII 在体外循环心脏术后早期发生 AKI 的预测价值知之甚少。

早期预测及发现诊断 AKI 的发生, 有助于指导临床进行早干预、早治疗, 从而改善患者的预后, 具有非常重要的临床意义。传统的反映肾功能的

指标如 BUN、SCr、尿量,但由于其灵敏度和特异度较低,因此不能用来预测早期 AKI 的发生。近年来出现一些新型生物标志物,具有非侵入性、灵敏度和特异度高的优点,且不受人种和性别影响,同时标本易得,在临床上受到广泛关注。尽管最近研究显示了新型生物标志物,例如中性粒细胞明胶酶相关的脂蛋白、尿调蛋白、尿金属蛋白酶组织抑制剂-2、基质金属蛋白酶 7、胰岛素样生长因子结合蛋白 7 等对心脏手术后的 AKI^[26]的预测价值很高,但是其价格昂贵,需要专门仪器设备,并不能被普遍推广至临床。eGFR 是临床常用的衡量肾功能的一项重要指标,但易受多种因素影响,包括年龄、种族等,需权衡利弊。罗卫红等^[27]发现低基线 eGFR $<60 \text{ mL}/(\text{min} \times 1.73 \text{ m}^2)$ 建立的临床模型对 AKI 进展至慢性肾脏病的预测效能为中等(AUC = 0.712, 95%CI: 0.634~0.790)。我们的研究结果提示基线 eGFR $<107 \text{ mL}/(\text{min} \times 1.73 \text{ m}^2)$ 的患者,AKI 的患病风险大大增加,eGFR 预测体外循环心脏术后 AKI 的 AUC 为 0.828(95%CI: 0.959~0.998),取最佳截断值为 107.937,对应的灵敏度为 64.9%,特异度为 95.2%。多因素回归分析发现,术前 eGFR 及 SII 是体外循环心脏术后 AKI 发生的独立危险因素。ROC 曲线分析显示,SII 预测体外循环心脏术后 AKI 的 AUC 为 0.927(95%CI: 1.009~1.041),取最佳诊断界值为 $736.213 \times 10^{11}/\text{L}$ 时,对应的灵敏度为 98.4%,特异度为 77.1%,明显优于 eGFR。以上研究结果均表明 SII 可能是体外循环心脏术后 AKI 的一种新颖、简单、有效的预测因子。并且 SII 中的 3 个指标均可以利用血常规中已有的结果进行分析,经济、简便、快速易得,容易被临床医师接受,普遍推广,应用于临床。

本研究的一些不足之处在于:首先,这是一项单中心回顾性研究,选取的研究对象可能存在代表性不足,比如接受体外循环冠状动脉搭桥术的患者数量很少,而如今更多接受非体外循环冠状动脉搭桥术的患者被排除在外;其次,纳入的病例数量仍较少;再次,本研究没有对发生 AKI 患者进行随访,不能进一步评估 SII 与其近远期预后的关系。未来需要开展大规模前瞻性临床研究来验证我们的研究结果。

综上所述,术前 SII 和 eGFR 对成人体外循环心脏术后 AKI 有较好预测价值,且 SII 的预测能力明显优于 eGFR。与其他单独炎症因子相比,SII 作为一个复合的免疫炎症指标,具有更好的预测效率,而且检测方便,经济可行,其可能是预测体外循环心脏术后 AKI 的一种新的有效标志物。临床工作中,针对 $SII \geq 736.213 \times 10^{11}/\text{L}$ 的接受体外循环心脏外科手术的,我们要需密切做好围手术期

发生 AKI 的预防和管理,采取积极主动的预防措施,防止 AKI 的发生,降低 AKI 发生后的死亡率。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 吴婷婷,王红,邵涓涓,等. 尿酸对非体外循环冠状动脉旁路移植术后急性肾损伤的影响[J]. 中华胸心血管外科杂志,2019,35(5):294-298.
- [2] Yuan SM. Acute Kidney Injury after Cardiac Surgery: Risk Factors and Novel Biomarkers[J]. Braz J Cardiovasc Surg,2019,34(3):352-360.
- [3] 谢彩蝶,刘康,严陈燕,等. 尿胰岛素样生长因子结合蛋白 7 和金属蛋白酶 2 组织抑制剂联合检测对心脏术后急性肾损伤早期诊断及预后的价值[J]. 中华肾脏病杂志,2021,37(2):95-104.
- [4] Maekawa H, Inagi R. Pathophysiological Role of Organellar Stress/Crosstalk in AKI-to-CKD Transition [J]. Semin Nephrol,2019,39(6):581-588.
- [5] Li Q, Shi S, Lu X, et al. Effect of kidney disease on all-cause and cardiovascular mortality in patients undergoing coronary angiography [J]. Ren Fail, 2023, 45(1):2195950.
- [6] Kemmner S, Bachmann Q, Steiger S, et al. STAT1 regulates macrophage number and phenotype and prevents renal fibrosis after ischemia-reperfusion injury [J]. Am J Physiol Renal Physiol,2019,316(2):F277-F291.
- [7] Chen X, Zhou J, Fang M, et al. Procalcitonin, Interleukin-6 and C-reactive Protein Levels Predict Renal Adverse Outcomes and Mortality in Patients with Acute Type A Aortic Dissection [J]. Front Surg, 2022, 9: 902108.
- [8] Tian BW, Yang YF, Yang CC, et al. Systemic immune-inflammation index predicts prognosis of cancer immunotherapy: systemic review and meta-analysis [J]. Immunotherapy,2022,14(18):1481-1496.
- [9] Li X, Gu L, Chen Y, et al. Systemic immune-inflammation index is a promising non-invasive biomarker for predicting the survival of urinary system cancers: a systematic review and meta-analysis [J]. Ann Med, 2021, 53(1):1827-1838.
- [10] Liu X, Guan G, Cui X, et al. Systemic Immune-Inflammation Index(SII) Can Be an Early Indicator for Predicting the Severity of Acute Pancreatitis: A Retrospective Study [J]. Int J Gen Med, 2021, 14: 9483-9489.
- [11] Schoppmann SF, Jomrich G. Response to the Comment on "High Systemic Immune-inflammation Index Is an Adverse Prognostic Factor for Patients With Gastroesophageal Adenocarcinoma" [J]. Ann Surg, 2021, 274(6):e669-e670.
- [12] 李峰,刘春生. 全身免疫炎症指数对重症胰腺炎并发急性肾损伤早期预测价值的研究[J]. 临床急诊杂志, 2022, 23(2):100-105.
- [13] 中国旗,马凯,李晶,等. 全身免疫炎症指数与非 ST 段

- 抬高型急性冠脉综合征患者 PCI 治疗后对比剂诱导急性肾损伤相关性分析[J]. 江苏医药, 2022, 48(4): 375-380.
- [14] Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury[J]. *Nephron Clin Pract*, 2012, 120(4):c179-84.
- [15] Prowle JR, Forni LG, Bell M, et al. Postoperative acute kidney injury in adult non-cardiac surgery: joint consensus report of the Acute Disease Quality Initiative and PeriOperative Quality Initiative[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2021, 17(9):605-618.
- [16] 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.
- [17] Rubino AS, De Santo LS, Montella AP, et al. Prognostic Implication of Preoperative Anemia in Redo Cardiac Surgery: A Single-Center Propensity-Matched Analysis[J]. *J Cardiovasc Dev Dis*, 2023, 10(4).
- [18] Karkouti K, Wijeyesundera DN, Yau TM, et al. Influence of erythrocyte transfusion on the risk of acute kidney injury after cardiac surgery differs in anemic and nonanemic patients[J]. *Anesthesiology*, 2011, 115(3):523-530.
- [19] Amini S, Najafi MN, Karrari SP, et al. Risk Factors and Outcome of Acute Kidney Injury after Isolated CABG Surgery: a Prospective Cohort Study[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2019, 34(1):70-75.
- [20] Jia L, Li C, Bi X, et al. Prognostic Value of Systemic Immune-Inflammation Index among Critically Ill Patients with Acute Kidney Injury: A Retrospective Cohort Study[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(14).
- [21] Tadagavadi R, Reeves WB. Neutrophils in cisplatin AKI-mediator or marker? [J]. *Kidney Int*, 2017, 92(1):11-13.
- [22] Jansen M, Florquin S, Roelofs J. The role of platelets in acute kidney injury[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2018, 14(7):457-471.
- [23] Wu M, Luan YY, Lu JF, et al. Platelet count as a new biomarker for acute kidney injury induced by hemorrhagic shock[J]. *Platelets*, 2020, 31(1):94-102.
- [24] Godi I, De Rosa S, Martino F, et al. Urinary [TIMP-2] x [IGFBP7] and serum procalcitonin to predict and assess the risk for short-term outcomes in septic and non-septic critically ill patients [J]. *Ann Intensive Care*, 2020, 10(1):46.
- [25] Jiang H, Li D, Xu T, et al. Systemic Immune-Inflammation Index Predicts Contrast-Induced Acute Kidney Injury in Patients Undergoing Coronary Angiography: A Cross-Sectional Study[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9:841601.
- [26] Massoth C, Zarbock A. Diagnosis of Cardiac Surgery-Associated Acute Kidney Injury[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(16).
- [27] 罗卫红, 李佳欣, 蒋建平, 等. 急性肾损伤进展至慢性肾脏病的临床特征和危险因素——前瞻性、观察性队列研究[J]. 中华肾脏病杂志, 2020, 36(8):625-630.
- (收稿日期:2023-07-23)

(上接第 560 页)

- [18] Wong CH, Jenne CN, Petri B, et al. Nucleation of platelets with blood-borne pathogens on Kupffer cells precedes other innate immunity and contributes to bacterial clearance [J]. *Nat Immunol*, 2013, 14(8):785-792.
- [19] Severin S, Gratacap MP, Bouvet L, et al. Phosphoinositides take a central stage in regulating blood platelet production and function[J]. *Adv Biol Regul*, 2023, 2023:100992.
- [20] Ping L, Gao Y, He Y, et al. Systematic Oxidative Stress Indexes Associated with the Prognosis in Patients with T Lymphoblastic Lymphoma/Leukemia [J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2022, 2022:2679154.
- [21] 代冬梅, 唐仕宇, 许汪斌, 等. 妊娠期急性脂肪肝与 HELLP 综合征患者临床特征比较[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34(6):624-629.
- [22] Sawada K, Shimomura Y, Hasegawa D, et al. Association of circulating histone H3 and high mobility group box 1 levels with postoperative prognostic indicators in intensive care unit patients: a single-center observational study[J]. *Fujita Med J*, 2023, 9(2):95-100.
- [23] Deng S, Zheng Y, Mo Y, et al. Ferroptosis Suppressive Genes Correlate with Immunosuppression in Glioblastoma [J]. *World Neurosurg*, 2021, 152: e436-e448.
- [24] Kim R, Hashimoto A, Markosyan N, et al. Ferroptosis of tumour neutrophils causes immune suppression in cancer[J]. *Nature*, 2022, 612(7939):338-346.
- [25] Liu Y, Zhang Y, Wang C, et al. Inhibition of DDX3X alleviates persistent inflammation, immune suppression and catabolism syndrome in a septic mice model [J]. *Int Immunopharmacol*, 2023, 117:109779.
- [26] 李医华, 文韬, 千永日, 等. 健康体检者血尿酸和 γ -谷氨酰转肽酶水平与代谢综合征的关联性分析[J]. 吉林大学学报(医学版), 2022, 48(6):1605-1613.
- [27] 白丽爽, 王兴义, 杨立山. 多发伤患者预后列线图模型的构建和研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2023, 32(4):540-545.
- (收稿日期:2023-07-25)