



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2026.01.003

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2026.01.003

· 综述与讲座 ·

老年急性肾损伤的危险因素与临床表现特点

张莲 吴小燕 查冬青

[摘要] 老年急性肾损伤(AKI)是老年住院患者中常见且严重的并发症,与年轻患者相比,老年患者的AKI发病率、院内死亡率、需要透析的患者比例以及肾功能未恢复的患者比例均更高,已成为我国医疗保健的重大负担。老年AKI危险因素复杂,临床表现常不典型且具有隐匿性,预后更差。本文针对老年AKI的危险因素、临床表现特点进行综述,以期指导老年AKI的临床诊疗和改善其预后。

[关键词] 急性肾损伤; 危险因素; 临床表现

[中图分类号] R692.5 **[文献标识码]** A

作者单位:430071 武汉,武汉大学中南医院肾病内科

通讯作者:查冬青,E-mail:26763798@qq.com

- [8] Mittalhenkle A, Stehman-Breen CO, Shlipak MG, et al. Cardiovascular risk factors and incident acute renal failure in older adults[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2008, 3(2):450-456.
- [9] Coca SG. Acute kidney injury in elderly persons[J]. Am J Kidney Dis, 2010, 56(1):122-131.
- [10] Muriithi AK, Leung N, Valeri AM, et al. Clinical characteristics, causes and outcomes of acute interstitial nephritis in the elderly[J]. Kidney Int, 2015, 87(2):458-464.
- [11] Haase M, Story DA, Haase-Fielitz A. Renal injury in the elderly; Diagnosis, biomarkers and prevention[J]. Best Pract Res Clin Anaesthesiol, 2011, 25(3):401-412.
- [12] Pradeep U, Chiwhane A, Acharya S, et al. A comprehensive review of advanced biomarkers for chronic kidney disease in older adults: Current insights and future directions[J]. Cureus, 2024, 16(9):e70413.
- [13] Ralib AM, Pickering JW, Shaw GM, et al. The clinical utility window for acute kidney injury biomarkers in the critically ill[J]. Crit Care, 2014, 18(6):601.
- [14] 乔东军, 黄鹏, 张慧敏, 等. 老年急性心肌梗死伴糖尿病患者 CCR、CRP 的变化及其与早期肾损伤的关系[J]. 临床医学, 2023, 43(8):16-19.
- [15] Chen Q, Gu Q, Yin A, et al. Neutrophil percentage as a potential biomarker of acute kidney injury risk and short-term prognosis in patients with acute myocardial infarction in the elderly[J]. Clin Interv Aging, 2024, 19:503-515.
- [16] Stallone G, Infante B, Grandaliano G. Acute kidney injury in the elderly population[J]. J Nephrol, 2012, 25(Suppl 19):58-66.
- [17] 冀君华, 旦增诺扬, 杨蕾. 老年急性肾损伤患者 SII、CAR、Lp-PLA2 水平特征及对 CRRT 效果的影响[J]. 中国老年学杂志, 2025, 45(1):65-68.
- [18] Koyner JL, Davison DL, Brasha-Mitchell E, et al. Furosemide stress test and biomarkers for the prediction of AKI severity[J]. J Am Soc Nephrol, 2015, 26(8):2023-2031.
- [19] Yang HS, Hur M, Lee KR, et al. Biomarker rule-in or rule-out in patients with acute diseases for validation of acute kidney injury in the emergency department(BRAVA): A multicenter study evaluating urinary TIMP-2/IGFBP7[J]. Ann Lab Med, 2022, 42(2):178-187.
- [20] Nourie N, Ghaleb R, Lefacheur C, et al. Toward precision medicine: Exploring the landscape of biomarkers in acute kidney injury[J]. Biomolecules, 2024, 14(1):82.
- [21] Wen Y, Parikh CR. Current concepts and advances in biomarkers of acute kidney injury[J]. Crit Rev Clin Lab Sci, 2021, 58(5):354-368.
- [22] Orhon Ergun M, Zengin SU, Mustafayeva A, et al. Neutrophil gelatinase associated lipocalin in predicting postoperative acute kidney injury in elderly[J]. Ir J Med Sci, 2021, 191(3):1297-1303.
- [23] Stover CM, Xie Y, Wang Q, et al. Association between the levels of urine kidney injury molecule-1 and the progression of acute kidney injury in the elderly[J]. PLoS One, 2017, 12(2):e0171076.
- [24] Parikh CR, Devarajan P. New biomarkers of acute kidney injury[J]. Crit Care Med, 2008, 36(Suppl):S159-S165.
- [25] 王芬, 王晓彦, 许周涛, 等. 血清 CysC、 β_2 -MG、NGAL 及 RBP 对老年心肌梗死患者急性肾损伤的诊断价值[J]. 中国临床医学, 2023, 30(5):778-784.
- [26] Rossiter A, La A, Koyner JL, et al. New biomarkers in acute kidney injury[J]. Crit Rev Clin Lab Sci, 2023, 61(1):23-44.
- [27] 庞兆华, 邹望远. 老年患者非心脏手术围手术期急性肾损伤的研究进展[J]. 中南大学学报(医学版), 2023, 48(5):760-770.
- [28] Ascher SB, Katz R, Estrella MM, et al. Associations of urine biomarkers during ambulatory acute kidney injury with subsequent recovery in kidney function: Findings from the SPRINT study[J]. Am J Kidney Dis, 2025, 86(2):155-165.
- [29] 曹霖霖, 王鹏, 张琪, 等. 老年急性心力衰竭致不同分期急性肾损伤病人的临床特征及与 P2Y14、SFRP4 表达的相关性[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2023, 21(9):1568-1573.
- [30] Zhou F, Luo Q, Han L, et al. Proteomics reveals urine apolipoprotein apotential biomarker of acute kidney injury following percutaneous coronary intervention in elderly patients[J]. Exp Ther Med, 2021, 22(1):745.

(收稿日期:2025-12-22)

(本文编辑:李昊阳)

急性肾损伤(AKI)是老年住院患者中常见的严重并发症,其显著增高的发病率、死亡率、住院时间延长与医疗成本增加密切相关^[1-3]。随着全球人口老龄化加剧,老年 AKI 已成为一个日益严峻的公共卫生挑战。

一、老年 AKI 的流行病学

老年人群因其独特的生理病理特征,包括肾脏储备功能下降、多重用药、合并多种慢性疾病等,使其对各种损伤因素更为敏感。老年住院患者的 AKI 发病率存在较大差异,报告范围从 4.4% ~ 39.0% 不等。AKI 的发病率随年龄增长而上升,在 95 岁患者中达到最高^[4-5]。

2012 年,改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)对 AKI 的定义为患者 48 h 内血清肌酐(SCr)升高量 $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$ (0.3 mg/dl),或 7 d 内 SCr 升高 ≥ 1.5 倍基线,或持续 6 h 尿量 $< 0.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,符合上述任意一项即可诊断;当 SCr 和尿量符合不同的分期标准时,采取最高分期^[6]。《中国急性肾损伤临床实践指南(2023)》建议,对于基线 SCr 水平 $> 61.9 \mu\text{mol/L}$ (0.7 mg/dl) 的老年患者,采用 KDIGO 2012 标准对 AKI 进行分期(推荐等级:2B)^[7]。

老年 AKI 的临床预后与 AKI 分期、AKI 病因特征及并发症等密切相关^[5]。AKI 分级越高,死亡风险也随之增加。研究显示,65 ~ 80 岁患者 AKI 的死亡率为 10.3%,80 岁以上患者的死亡率为 19.6%^[2]。此外,AKI 还会导致患者住院时间显著延长,医疗费用大幅增加,并增加远期进展为慢性肾脏病(CKD)的风险^[2]。目前尚无 AKI 的有效治疗方法,因此早期识别和纠正可改变的风险因素以及深入理解老年 AKI 临床特点,对于改善患者预后具有至关重要的意义。

二、老年 AKI 的主要危险因素

老年 AKI 的发生是多种因素共同作用的结果,其危险因素复杂多样,可大致分为患者固有危险因素和暴露性危险因素。

1. 患者固有危险因素

(1) 高龄与肾脏生理性衰老:高龄是 AKI 最核心的独立危险因素^[8]。随着年龄增长,肾脏会发生一系列结构和功能的退行性改变,包括肾小球硬化、肾小管萎缩、间质纤维化以及肾单位数量减少。这些变化均导致肾脏储备功能下降,肾血流量和肾小球滤过率(GFR)生理性降低,使得老年肾脏在面对各种应激(如脱水、感染、缺血)时,自我调节能力和修复能力显著减弱^[9-10]。衰弱被定义为“生理储备和抵抗压力的能力丧失”,是一种机体易损性增加的老年综合征,是

一种疾病前状态,衰弱是介于健康和疾病的中间状态^[11]。衰弱也是 AKI 的一个危险因素^[5]。在一份涵盖全球 62 个国家的报告中,社区居民的衰弱率范围从 50 ~ 59 岁人群的 11% 到 90 岁以上人群的 51%^[11]。与衰老相关的肾脏血流和血流动力学变化,使肾脏更容易受到有害物质的损害,更易发生 AKI。

(2) 慢性合并症:老年人常患有多种慢性疾病,这些疾病既是 AKI 的独立危险因素,也增加了 AKI 发生的易感性^[12-13]。① CKD:老年人群是 CKD 的高危人群,基础 CKD 是预测 AKI 发生的危险因素之一^[14]。研究表明,有 CKD 病史的患者发生 AKI 的风险显著增高^[15]。CKD 患者肾脏中的代谢改变,如氧化应激增加、耗氧量高以及功能性一氧化氮活性降低,可能会导致肾脏进一步受损,增加 AKI 风险。② 心血管疾病:高血压、心力衰竭、缺血性心脏病等均与 AKI 风险增加相关,这些心血管疾病通过复杂的血流动力学改变和炎症机制,显著增加了肾脏受损的风险^[12]。持续性高血压可导致肾小球囊内压升高,引起肾小球硬化和纤维化。心力衰竭导致的心输出量减少和肾脏灌注不足,是肾前性 AKI 的常见原因。急性心力衰竭患者 AKI 发生率高达 24% ~ 45%,且死亡率显著增加^[16]。③ 糖尿病:糖尿病不仅是 CKD 的主要病因,也是 AKI 发生的独立且重要的危险因素^[17]。长期高血糖可导致肾脏微血管病变,损害肾脏结构和功能,使肾脏在面对脱水、低血压或药物影响时更易诱发 AKI。2021 年一项纳入了 84 项研究的 Meta 分析结果提示,糖尿病是造影剂相关 AKI 的独立危险因素^[17]。

2. 暴露性危险因素

(1) 药物相关因素:药物诱导的肾损伤是老年 AKI 的重要原因,据估计,约 1/5 的 AKI 与肾毒性药物的使用有关,在老年人群中这一比例高达 66%^[19]。老年人常因多种合并症而接受多重用药,增加了药物间相互作用和肾毒性累积的风险^[18-19]。① 肾毒性药物:常见的肾毒性药物包括非甾体类抗炎药物(NSAIDs)、氨基糖苷类抗生素、万古霉素、造影剂、抗肿瘤药物、质子泵抑制剂、利尿剂、精神类药物等^[19]。NSAIDs 通过抑制环氧酶(COX)-1 和 COX-2,阻断前列腺素的合成,削弱入球小动脉的代偿性扩张能力,导致其相对收缩,肾血流量下降,GFR 降低^[20]。抗生素、NSAIDs、质子泵抑制剂等药物可能引起急性间质性肾炎进而导致 AKI。② 影响肾脏血流动力学的药物:血管紧张素转换酶抑制剂(ACEI)、血管紧张素 II 受体拮抗剂(ARB)和利尿剂在血容量不足或肾动脉狭窄等情况下,可能通过干扰肾脏自身调节机制而诱发 AKI。使用袢利尿剂的患者发生 AKI 的风险也显著

增加。③造影剂:经血管注入的碘造影剂可直接损伤肾小管上皮细胞并引起肾血管收缩,导致造影剂相关 AKI(CI-AKI)^[21]。老年人是 CI-AKI 的高危人群,黎巴嫩的一项队列研究纳入了 1 832 例患者,其中 10.4% (190 例)发生了 CA-AKI,65 岁以上患者发生 CA-AKI 的风险显著增加^[22]。

(2)感染与脓毒症:感染是诱发 AKI 最常见的病因之一,尤其以脓毒症最为突出^[23]。脓毒症可通过多种机制导致 AKI,包括全身性炎症反应、内毒素释放、微循环障碍、肾脏低灌注和直接的细胞损伤。研究显示,脓毒症或脓毒症休克是 AKI 的强风险因素,老年患者免疫功能低下,更易发生严重感染,从而增加了脓毒症相关 AKI 的风险^[24-26]。ICU 中 16% ~ 67% 的患者可出现 AKI,AKI 患者中约 50% 合并脓毒症,感染越重,AKI 发生比例越高^[25-26]。

(3)手术与创伤:大型手术,特别是心脏手术、血管手术和急诊创伤手术均是 AKI 的重要诱因^[27-28]。术中低血压、长时间手术、大量失血、体外循环、输血及使用血管活性药物,均可导致肾脏缺血再灌注损伤^[28]。

(4)血容量不足:脱水、出血、严重呕吐或腹泻等导致的有效循环血容量不足,是引起肾前性 AKI 最直接和常见的原因^[29]。老年人由于口渴中枢敏感性下降、液体摄入不足或过度使用利尿剂,更容易出现血容量不足的状态。

三、老年 AKI 的临床表现特点

老年 AKI 的临床表现往往不典型,具有隐匿性,这给早期诊断带来了巨大挑战。

1. 临床表现特点

(1)非特异性与隐匿性:与年轻患者相比,老年 AKI 患者可能不会表现出典型的少尿或无尿症状。许多老年患者表现为非少尿型 AKI,尿量可能正常甚至偏多,这使得临床医生容易忽视肾功能的恶化。其临床症状往往被原发病或其他合并症所掩盖,可能仅表现为乏力、纳差、恶心、嗜睡或意识模糊等非特异性症状,容易被误诊为衰弱、感染或神经系统疾病^[8]。

(2)并发症多且严重:由于老年人器官储备功能差,一旦发生 AKI,更容易出现多器官功能障碍。常见的并发症包括:①水、电解质和酸碱平衡紊乱:高钾血症、代谢性酸中毒和液体过载在老年 AKI 患者中更为常见且危险,可能诱发严重心律失常或导致心力衰竭。②心血管事件:AKI 与心力衰竭、心肌梗死等心血管事件互为因果,形成恶性循环。③感染:AKI 状态下机体免疫功能受损,患者更容易并发肺部感染、尿路感染等,进一步加重病情。

2. 诊断工具与挑战

目前的 AKI 诊断主要依据《改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)指南》,基于 SCr 和尿量的动态变化进行分期诊断^[7]。然而,这些标准在老年患者中的应用存在局限性。

(1)SCr 的局限性:①基线值偏低:老年人常因肌肉萎缩、蛋白质摄入减少,导致其基础 SCr 水平普遍偏低^[30]。这使得即使 SCr 有显著的绝对值升高,也可能因未达到指南定义的诊断阈值(SCr 升高 ≥ 0.3 mg/dl 或 $\geq$ 基线值的 1.5 倍)而被漏诊。②反应滞后:SCr 水平的升高通常滞后于肾实质损伤发生 24 ~ 48 小时,无法实现早期预警和干预。

(2)尿量监测的困难:对于非卧床或认知功能障碍的老年患者,准确收集 24 小时尿量十分困难,限制了尿量标准在社区或普通病房环境中的应用。

3. 新型生物标志物的探索与应用

为了克服传统标志物的局限性,近年来对新型生物标志物的研究方兴未艾。这些标志物能更早、更敏感地反映肾小管损伤。

(1)有潜力的生物标志物:包括中性粒细胞明胶酶相关脂蛋白(NGAL)、肾损伤分子-1(KIM-1)、IL-18、肝型脂肪酸结合蛋白(L-FABP)以及细胞周期阻滞标志物[基质金属蛋白酶组织抑制因子 $\times$ 胰岛素样生长因子结合蛋白 7(TIMP-2 $\times$ IGFBP7)]等^[31-35]。这些标志物在肾损伤发生的数小时内即可在血液或尿液中检测到,为 AKI 的超早期诊断提供了可能。

(2)临床应用现状:尽管上述研究显示了这些生物标志物的巨大潜力,但截至目前,由于标准化、成本效益和在不同临床场景下界定最佳阈值等问题尚未完全解决,它们尚未被广泛纳入常规临床实践指南。目前,一些专家共识(如《老年患者非心脏手术围术期肾脏损伤防治专家共识(2022 版)》)已建议在高危老年患者中,可考虑使用如 TIMP-2 $\times$ IGFBP7 等标志物来辅助风险分层和早期诊断^[36]。

四、结论与展望

老年 AKI 是一个多因素驱动、临床表现隐匿、诊断充满挑战且预后严重的不良临床综合征。高龄、慢性合并症(CKD、心血管疾病和糖尿病等)、多重用药(特别是肾毒性药物和影响肾血流的药物)、感染(脓毒症)以及大型手术是其核心危险因素。临床上,老年 AKI 常表现为非特异性症状和非少尿型,易被忽视。面对这一严峻挑战,未来的临床实践和研究应着重于以下几个方面:

(1)加强高危人群筛查与风险分层:临床医生应

对所有住院老年患者进行系统性的 AKI 风险评估,识别出具有多个危险因素的高危个体。

(2) 优化诊断策略: 推广对老年人群基线肾功能的准确评估, 并探索将新型生物标志物整合入现有的诊断流程中, 以实现 AKI 的早期预警和诊断, 为干预争取宝贵时间。

(3) 实施多模式预防措施: 对高危患者, 应采取综合性预防策略, 包括优化血流动力学、谨慎用药 (避免或调整肾毒性药物剂量)、积极治疗感染、保证充足的液体入量等。

(4) 个体化治疗: 对已发生 AKI 的老年患者, 应根据其具体病因、合并症和生理状态, 制定个体化的治疗方案, 包括精细的液体管理、营养支持以及审慎决定肾脏替代治疗 (KRT) 的时机。

通过提高对老年 AKI 危险因素和临床特点的认识, 并结合先进的诊断工具和多学科协作的管理模式, 我们有望降低老年 AKI 的发生率, 改善患者的临床结局, 进而减轻社会医疗负担。

参 考 文 献

- [1] Vijayan A. Tackling AKI: prevention, timing of dialysis and follow-up [J]. *Nat Rev Nephrol*, 2021, 17(2): 87-88.
- [2] Ge SW, Nie S, Liu ZS, et al. Epidemiology and outcomes of acute kidney injury in elderly Chinese patients: a subgroup analysis from the EACH study [J]. *BMC Nephrol*, 2016, 17(1): 136.
- [3] Li PKT, Burdmann EA, Mehta RL, et al. Acute kidney injury: global health alert [J]. *Kidney Int*, 2013, 83(3): 372-376.
- [4] 中华医学会老年医学分会肾脏病学组. 老年住院患者急性肾损伤科室分布与临床流行病学分析 [J]. *临床肾脏病杂志*, 2024, 24(3): 198-204.
- [5] Huo YJ, Wu N, Li Y, et al. Acute kidney injury in very old patients: incidence, severity, risk factors and short-term outcomes [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2025, 40(5): 1949-1960.
- [6] Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury [J]. *Nephron Clin Pract*, 2012, 120(4): c179-c184.
- [7] 中华医学会肾脏病学分会专家组. 中国急性肾损伤临床实践指南 [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(42): 3351-3366.
- [8] Anderson S, Eldadah B, Halter JB, et al. Acute kidney injury in elderly persons [J]. *Am J Kidney Dis*, 2010, 56(1): 122-131.
- [9] Pérez-Gómez MV, Gracia-Guerrero C, Rincón-Pérez A, et al. Renal aging and its consequences: navigating the challenges of an aging population [J]. *Front Pharmacol*, 2025, 16: 1122334.
- [10] Yamamoto T, Isaka Y. Pathological mechanisms of kidney disease in ageing [J]. *Nat Rev Nephrol*, 2024, 20(9): 603-615.
- [11] O' Caoimh R, Sezgin D, O' Donovan MR, et al. Prevalence of frailty in 62 countries across the world: a systematic review and meta-analysis of population-level studies [J]. *Age Ageing*, 2021, 50(1): 96-104.
- [12] Wang Y, Bellomo R. Cardiac surgery-associated acute kidney injury: risk factors, pathophysiology and treatment [J]. *Nat Rev Nephrol*, 2017, 13(11): 697-711.
- [13] Chawla LS, Eggers PW, Star RA, et al. Acute kidney injury and chronic kidney disease as interconnected syndromes [J]. *N Engl J Med*, 2014, 371(1): 58-66.
- [14] Wang Y, Liu Z, Li J, et al. Environmental risk factors and acute kidney injury in the elderly: a population-based study [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(22): 4383.
- [15] Singh P, Rifkin DE, Blantz RC. Chronic kidney disease: an inherent risk

- factor for acute kidney injury? [J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2010, 5(9): 1690-1695.
- [16] 张敏, 王丽, 刘洋, 等. 急性心力衰竭患者致急性肾损伤危险因素分析 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2017, 26(9): 1045-1050.
- [17] Liu L, Liang Y, Li H, et al. Association between diabetes mellitus and contrast-associated acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis of 1.1 million contrast exposure patients [J]. *Nephron*, 2021, 145(5): 451-461.
- [18] Liu C, Yan S, Wang Y, et al. Drug-induced hospital-acquired acute kidney injury in China: a multicenter cross-sectional survey [J]. *Kidney Dis (Basel)*, 2021, 7(2): 143-155.
- [19] Wang X, Bonventre JV, Parrish AR. The aging kidney: increased susceptibility to nephrotoxicity [J]. *Int J Mol Sci*, 2014, 15(9): 15358-15376.
- [20] Chaumont M, Pourcellet A, Van Nuffelen M, et al. Acute kidney injury in elderly patients with chronic kidney disease: do angiotensin-converting enzyme inhibitors carry a risk? [J]. *J Clin Hypertens*, 2016, 18(6): 514-521.
- [21] Andreucci M. Iodinated contrast-induced acute kidney injury: pathophysiology and prevention [J]. *G Ital Nefrol*, 2017, 34(1): 11-19.
- [22] Al Hariri M, Al Hassan S, Khalifeh M, et al. Factors associated with contrast-associated acute kidney injury in an emergency department: a cohort study in Lebanon [J]. *PLoS One*, 2025, 20(3): e0316604.
- [23] Wu G, Ye Y, Xu M, et al. Influencing factors of acute kidney injury in elderly patients with diabetic nephropathy and establishment of nomogram model [J]. *Front Endocrinol*, 2025, 15: 1431873.
- [24] 陈晓云, 李华, 王伟, 等. 高龄老年人发生持续急性肾损伤危险因素及临床特点分析 [J]. *中华肾病研究电子杂志*, 2019, 8(6): 258-262.
- [25] Alobaidi R, Basu RK, Goldstein SL, et al. Sepsis-associated acute kidney injury [J]. *Semin Nephrol*, 2015, 35(1): 2-11.
- [26] Poston JT, Koyner JL. Sepsis associated acute kidney injury [J]. *BMJ*, 2019, 364: k4891.
- [27] Yang L, Xing G, Wang L, et al. Acute kidney injury in China: a cross-sectional survey [J]. *Lancet*, 2015, 386(10002): 1465-1471.
- [28] Thomas ME, Blaine C, Dawnay A, et al. The definition of acute kidney injury and its use in practice [J]. *Kidney Int*, 2015, 87(1): 62-73.
- [29] Gong Y, Zhang F, Ding F, et al. Elderly patients with acute kidney injury (AKI): clinical features and risk factors for mortality [J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2012, 54(2): e47-e51.
- [30] 刘志红, 陈香美, 王海燕. 老年急性肾损伤的防治进展 [J]. *中华肾病研究电子杂志*, 2016, 5(6): 241-245.
- [31] Alge JL, Arthur JM. Biomarkers of AKI: a review of mechanistic relevance and potential therapeutic implications [J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2015, 10(1): 147-155.
- [32] Meersch M, Schmidt C, Hoffmeier A, et al. Prevention of cardiac surgery-associated AKI by implementing the KDIGO guidelines in high risk patients identified by biomarkers: the PrevAKI randomized controlled trial [J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43(11): 1551-1561.
- [33] Gocze I, Jauch D, Götz M, et al. Biomarker-guided intervention to prevent acute kidney injury after major surgery: the prospective randomized bigPAK study [J]. *Ann Surg*, 2018, 267(6): 1013-1020.
- [34] Orhon Ergun M, Zengin SU, Mustafayeva A, et al. Neutrophil gelatinase associated lipocalin in predicting postoperative acute kidney injury in elderly [J]. *Ir J Med Sci*, 2022, 191(3): 1297-1303.
- [35] Lima C, de Paiva Haddad LB, de Melo PDV, et al. Early detection of acute kidney injury in the perioperative period of liver transplant with neutrophil gelatinase-associated lipocalin [J]. *BMC Nephrol*, 2019, 20(1): 367.
- [36] 中华医学会老年医学分会, 中华医学会麻醉学分会. 老年患者非心脏手术围术期肾脏损伤防治专家共识 (2022 版) [J]. *中华老年医学杂志*, 2022, 41(12): 1401-1410.

(收稿日期: 2025-12-22)

(本文编辑: 李昊阳)