·临床研究·

早期肾脏保护措施执行情况与急诊ICU中急性肾损伤患者预后的关系

王洁[1]，王贤聪[2]，汪跃国[2]，徐军[3]，金魁[1,2]

1 蚌埠医科大学研究生院，安徽蚌埠 233000；

2 中国科学技术大学附属第一医院急诊医学科，安徽合肥 236000；

3 中国医学科学院北京协和医院急诊科，北京 100730

摘要：目的 探讨早期肾脏保护措施（ERP）执行情况与急诊重症监护病房（ICU）中急性肾损伤（AKI）患者预后的关系。**方法** 纳入2020年1月—2023年12月中国科学技术大学附属第一医院急诊ICU收治的AKI患者，收集患者一般资料、生命体征、实验室指标及ERP执行情况等。依据KDIGO指南推荐，ERP包括避免肾毒性药物、调整药物剂量、液体复苏、监测血流动力学、监测肌酐和尿量、避免高血糖及避免对比剂7项措施。根据纳入患者执行ERP项目数的中位数将患者分为ERP良好（ERP+）或ERP不足（ERP-），比较不同ERP执行情况对急诊ICU中AKI患者AKI进展和院内死亡的影响。采用多因素Logistic回归分析ERP中7项措施对急诊ICU中AKI患者AKI进展的影响及识别患者院内死亡的独立危险因素。采用Kaplan-Meier法绘制不同AKI进展状态、不同ERP执行情况患者的生存曲线，并进行Log-Rank检验。**结果** 共纳入AKI患者415例，执行ERP项目数的中位数为5；以此为依据，195例（47%）患者为ERP+，220例（53%）为ERP-。与ERP-患者相比，ERP+患者年龄大，心率快，血氧饱和度低，国家早期预警评分高，但AKI进展率和病死率低（P均<0.05）。7项措施中调整药物剂量措施执行最差，且ERP-患者在监测血流动力学和避免高血糖方面也执行不充分。多因素Logistic回归结果显示，未调整药物剂量、未避免肾毒性药物、未监测血流动力学及未避免对比剂均是AKI进展的独立危险因素；在校正混杂因素后，ERP-仍为患者院内死亡的独立危险因素。Kaplan-Meier生存曲线显示，AKI非进展患者生存率高于进展患者，ERP+患者的生存率高于ERP-患者（P均<0.05）。**结论** 急诊ICU中AKI患者仅约半数接受了较完善的ERP，而ERP执行不充分可增加AKI进展和院内死亡风险；临床应强化AKI患者ERP的规范执行，以改善患者临床预后。

关键词：急性肾损伤；早期肾脏保护措施；重症监护病房，预后，院内死亡；Logistic回归；危险因素

doi：10.3969/j.issn.1002-266X.2026.07.026

中图分类号：R692　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1002-266X（2026）07-0134-06

开放科学（资源服务）标识码（OSID）

Association between implementation of early renal protective measures and clinical outcomes in emergency ICU patients with acute kidney injury

WANG Jie[1], *WANG Xiancong*, *WANG Yueguo*, *XU Jun*, *JIN Kui*

1 *Graduate School*, *Bengbu Medical College*, *Bengbu* 233000, *China*

Abstract: Objective To investigate the association between implementation of early renal protective measures (ERP) and prognosis in patients with acute kidney injury (AKI) in the emergency intensive care unit (ICU). **Methods** Patients with AKI admitted to the emergency ICU of the First Affiliated Hospital of the University of Science and Technology of China from January 2020 to December 2023 were included. General clinical data, vital signs, laboratory parameters, and ERP implementation were collected. According to the Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) guidelines, ERP included seven measures: avoidance of nephrotoxic drugs, drug dose adjustment, fluid resuscitation, hemodynamic monitoring, serum creatinine and urine output monitoring, avoidance of hyperglycemia, and avoidance of contrast agents. Patients were divided into the adequate ERP group (ERP+) and inadequate ERP group (ERP-) according to the median number of implemented ERP measures. The effects of ERP implementation on AKI progression and in-hospital mortality in emergency ICU patients with AKI were compared. Multivariable Logistic regression analysis was used to evalu-

基金项目：安徽省自然科学基金项目（2208085MH235）。

第一作者简介：王洁（1997-），女，硕士研究生，主要研究方向为急性肾损伤。E-mail：wj082121@163.com

通信作者简介：金魁（1981-），男，博士研究生，主任医师，主要研究方向为急性肾损伤、脓毒症等。E-mail：kuijin@ustc.edu.cn

ate the effects of the seven ERP measures on AKI progression and to identify independent risk factors for in-hospital mortality. Kaplan-Meier survival curves were plotted according to AKI progression status and ERP implementation status, and the Log-Rank test was performed. **Results** A total of 415 patients with AKI were included. The median number of implemented ERP measures was 5; based on this cutoff, 195 patients were assigned to the ERP+ group (47.0%) and 220 to the ERP- group (53.0%). Compared with patients in the ERP- group, those in the ERP+ group were older, had a higher heart rate, lower oxygen saturation, and a higher National Early Warning Score (NEWS), but had lower rates of AKI progression and mortality (all $P<0.05$). Among the seven measures, drug dose adjustment had the poorest implementation, and hemodynamic monitoring and avoidance of hyperglycemia were also insufficiently implemented in the ERP- group. Multivariable Logistic regression analysis showed that failure to adjust drug doses, failure to avoid nephrotoxic drugs, failure to monitor hemodynamics, and failure to avoid contrast agents were independent risk factors for AKI progression. After adjustment for confounding factors, ERP- remained an independent risk factor for in-hospital mortality. Kaplan-Meier survival curves showed that the survival rate was higher in patients without AKI progression than in those with AKI progression, and higher in the ERP+ group than in the ERP- group (all $P<0.05$). **Conclusions** Only approximately half of patients with AKI in the emergency ICU receive relatively complete ERP. Inadequate implementation of ERP increases the risks of AKI progression and in-hospital mortality. Standardized implementation of ERP should be strengthened in clinical practice to improve outcomes in patients with AKI.

Key words: acute kidney injury; early renal protective measures; intensive care unit; prognosis; in-hospital mortality; Logistic regression; risk factors

急性肾损伤(AKI)是重症监护病房(ICU)患者常见且严重的并发症,发病率超过50%,不仅会延长患者住院时间、增加医疗费用,病死率亦高达30%以上[1-2]。为改善预后,2012年KDIGO指南对AKI患者的分级管理进行了规范[3]。其中,停用肾毒性药物、调整药物剂量、进行液体管理、监测血流动力学、监测肾功能、避免高血糖及避免对比剂使用等早期肾脏保护措施(ERP),被认为对改善肾脏功能尤为重要。研究显示,规范的ERP可显著降低AKI发生率,并抑制中重度AKI患者肾功能进一步恶化[4]。然而,尽管指南推广已逾十年,ERP在ICU临床实践中执行情况仍不理想[5]。研究显示,高达88%的AKI患者未能完成连续24 h尿量监测[6];另一项研究发现,仅有52.6%的AKI患者执行了避免肾毒性药物及监测血流动力学两项措施[7]。此外,规范液体管理与血糖控制等措施在AKI患者中的执行率普遍偏低[8]。总体而言,ERP的执行水平可能受医护人力配置、工作负荷及临床认知差异等因素影响,不同医疗中心之间亦存在差异[9]。然而,目前针对ERP在急诊ICU中AKI患者中的执行现状及其对预后的影响仍缺乏系统研究。本研究纳入急诊ICU中AKI患者,收集其相关临床资料,评估急诊阶段ERP的执行情况,并进一步分析其与入院后AKI进展之间的关联。

1 资料与方法

1.1 临床资料 纳入标准:①年龄≥18岁;②符合KDIGO中AKI的诊断标准[3];③临床资料完整。排除标准:①入院前已存在慢性肾脏病;②ICU住院时间不足24 h;③合并终末期恶性肿瘤或严重创伤等影响结局判断的情况。本研究基于中国急诊专科医联体数据库(CETAT 2.0)[10],选取2020年1月1日—2023年12月31日中国科学技术大学附属第一医院急诊ICU收治并符合AKI诊断的患者。本研究共纳入415例患者,其中男168例、女247例,中位年龄64岁,入院时AKI Ⅰ级304例、Ⅱ和Ⅲ级111例。本研究已获中国科学技术大学附属第一医院伦理委员会批准(2025-RE-203),由于研究为回顾性,且未实施任何临床干预,伦理委员会豁免患者知情同意。

1.2 急诊ICU中ERP执行情况判定 ERP包括:①避免肾毒性药物。入院后24 h内停用肾毒性药物,且7 d内无肾毒性药物暴露。②调整药物剂量。入院7 d内,由专业医师参照药品说明书及院内药学规范进行判断,对主要经肾脏排泄的药物进行剂量调整。③液体复苏。入院7 d内,由专业临床医师参照重症休克管理相关指南及医院内诊疗规范进行判断,实施补液或调整液体治疗方案。④监测血流动力学。入院7 d内,记录监测常见灌注和氧和指标。⑤监测肌酐和尿量。入院7 d内,每天进行血肌酐复查和24 h记录尿量。⑥避免高血糖。入院7 d内,血糖控制在11.1 mmol/L以下。⑦避免对比剂。入院7 d内,不使用对比剂。为保证组间样本分布平衡,根据纳入患者执行ERP项目数的中位数将患者分为ERP良好(ERP+)或ERP不足(ERP−)。

1.3 急诊ICU中AKI患者预后判定 本研究首要研究终点为患者AKI是否进展,次要研究终点为患

者是否发生院内死亡。以入院7 d内的AKI分级变化作为AKI是否进展的判定标准[11]：入院7 d内评估AKI分级变化，AKI分级降低或入院7 d内始终处于AKI Ⅰ～Ⅱ级者，定义为AKI非进展，否则为AKI进展。AKI分级依据KDIGO标准[12-13]，具体判定标准见OSID码表1。随访时间为患者入院到终点事件发生的时间，终点事件为患者发生院内死亡或存活出院。

1.4 AKI患者预后相关临床资料收集 通过数据库收集并整理以下信息：性别、年龄等人口学特征；国家早期预警评分（NEWS评分）和入院时收缩压、舒张压、体温等临床评分与生命体征；心血管系统疾病、消化系统疾病及呼吸系统疾病等原发疾病与合并症情况；血常规、肝肾功能、凝血指标等实验室指标。所有数据在提取前均已进行去标识化处理，并以加密形式存储和管理，确保数据使用的安全性、隐私性、合规性。

1.5 统计学方法 使用Stata 16.0、GraphPad Prism 10.0和Origin 2024b软件。计量资料采用Kolmogorov-Smirnov法进行正态性检验，符合正态分布时以$\bar{x} \pm s$表示，组间比较采用t检验。不符合正态分布的计量资料以$M(P_{25}, P_{75})$表示，组间比较采用Mann-Whitney U检验。计数资料以例（%）表示，组间比较采用χ^2检验。采用多因素Logistic回归分析ERP中7项措施对急诊ICU中AKI患者AKI进展的影响。采用多因素Logistic回归分析识别患者院内死亡的独立危险因素，建模过程中采用逐步回归法，初始纳入单因素分析中P<0.05的变量及临床上具有重要意义的变量。采用Kaplan-Meier法绘制不同AKI进展状态、不同ERP执行情况患者的生存曲线，并进行Log-Rank检验。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同ERP执行情况急诊ICU中AKI患者临床特征比较 纳入的415例患者执行ERP项目数的中位数为5，以此为依据，其中195例（47%）为ERP+、220例（53%）为ERP−。与ERP−患者相比，ERP+患者年龄大、心率快、NEWS评分和昏迷率高，活化部分凝血酶时间、住院时间长，但血氧饱和度、血小板计数、AKI进展率和病死率低（P均<0.05）。见表1。

2.2 不同ERP执行情况对急诊ICU中AKI患者AKI进展的影响 195例ERP+患者中有46例发生AKI进展，220例ERP−患者中有70例发生AKI进展，ERP−患者更易发生AKI进展（P<0.05）。ERP+患者在调整药物剂量、监测肌酐和尿量、避免肾毒性药物、避免高血糖、监测血流动力学、液体复苏及避免对比剂的执行率为36.3%、72.3%、77.7%、95.0%、95.9%、99.5%、100%，均高于ERP−患者的25.0%、68.6%、62.1%、54.9%、44.6%、86.8%、90.9%（OSID码图1）。将7项措施纳入多因素Logistic回归并校正NEWS评分后发现，未调整药物剂量（OR=4.49，95% CI：3.86～7.63）、未避免肾毒性药物（OR=1.84，95% CI：1.21～3.29）、未监测血流动力学（OR=2.10，95% CI：1.47～3.38）及未避免对比剂（OR=2.16，95% CI：1.53～3.60）与AKI进展独立相关（P均<0.05）。

2.3 不同ERP执行情况对急诊ICU中AKI患者院内死亡的影响 415例AKI患者中，发生院内死亡117例（28.2%），发生院内死亡患者ERP−率更高（P<0.05）。此外，与非死亡患者比，死亡患者年龄大，合并呼吸系统疾病率、NEWS评分、入院AKI分级、昏迷率、尿素氮、肌酐、尿酸、阴离子间隙和AKI进展率高，血小板计数、二氧化碳结合力低，住院时间短（P均<0.05）。见表2。将P<0.05的变量纳入多因素Logistic逐步回归，分析急诊ICU中AKI患者发生院内死亡的影响因素。校正年龄、合并呼吸系统疾病、阴离子间隙、AKI进展和血小板计数后，ERP−仍为AKI患者发生院内死亡的独立危险因素（OR=2.11，95% CI：1.36～3.26）。Kaplan-Meier生存分析显示，AKI非进展患者生存率高于进展患者（OSID码图2）；ERP+患者生存率高于ERP−患者（OSID码图3）；Log-Rank检验结果显示，P均<0.05。

3 讨论

本研究结果显示，ERP+患者院内死亡率低于ERP−患者，提示规范执行ERP可能有助于防止肾功能恶化并改善临床结局。多因素回归分析进一步显示，ERP−为患者院内死亡的独立危险因素，提示在急诊及ICU早期阶段强化ERP的规范执行，可改善AKI患者预后。在各项肾脏保护措施中，调整药物剂量、血流动力学监测及避免高血糖的执行率相对较低，其中调整药物剂量的不达标率接近70%，在临床实践中的执行不足最为突出。这可能是由于AKI患者常需同时使用抗菌药物、镇静镇痛药物、血管活性药物及抗凝药物等，药物剂量调整需综合考虑肾功能、血流动力学状态及药物治疗窗等因素，临床决策难度较大。同时，AKI患者肾功能变化迅速，单次肌酐水平难以及时反映真实肾功能，可能导致剂量调整滞后。此外，急诊ICU工作负荷高，若缺乏临床药师参与或电子医嘱提醒，相关调整措施更易被忽视。

KDIGO指南推荐，对AKI患者实施全面的肾脏保护措施，以避免肾功能进一步恶化[3]。然而，既往

表1　不同ERP执行情况急诊ICU中AKI患者临床特征比较

临床特征	ERP+(n = 195)	ERP−(n = 220)	P
性别[男,例(%)]	77(39.5)	91(41.4)	0.698
年龄[岁, $M(P_{25},P_{75})$]	67(53, 77)	63(50, 75)	0.024
体温[℃,$M(P_{25},P_{75})$]	36.5(36.2, 37.1)	36.5(36.2, 37.2)	0.467
呼吸频率[次/分,$M(P_{25},P_{75})$]	21(20, 25)	21(19, 26)	0.899
心率[次/分,$M(P_{25},P_{75})$]	107(85, 121)	101(82, 123)	0.031
舒张压[mmHg,$M(P_{25},P_{75})$]	74(62, 86)	73(58, 87)	0.571
收缩压[mmHg,$M(P_{25},P_{75})$]	125(107, 148)	126(101, 147)	0.230
血氧饱和度[%,$M(P_{25},P_{75})$]	91(81, 98)	95(83, 98)	0.039
合并心血管系统疾病[例(%)]	9(4.6)	14(6.4)	0.437
合并消化系统疾病[例(%)]	13(6.7)	9(4.1)	0.242
合并呼吸系统疾病[例(%)]	41(21.0)	44(20.0)	0.796
救护车来院[例(%)]	151(77.4)	177(80.5)	0.451
NEWS评分[例(%)]	8(6, 10)	8(6, 9)	0.012
入院AKI分级[例(%)]			0.477
Ⅰ级	145(74.4)	159(72.2)	
Ⅱ和Ⅲ级	50(25.6)	61(27.8)	
昏迷[例(%)]	126(64.6)	109(49.5)	0.023
白细胞计数[×10^9/L,$M(P_{25},P_{75})$]	11.50(8.25, 16.00)	11.00(7.50, 16.25)	0.481
血红蛋白[g/L,$M(P_{25},P_{75})$]	117(92, 144)	124(98, 146)	0.084
血小板计数[×10^9/L,$M(P_{25},P_{75})$]	162(108, 235)	176(113, 234)	0.037
丙氨酸氨基转移酶[U/L,$M(P_{25},P_{75})$]	36.0(19.0, 63.0)	29.4(18.2, 60.0)	0.356
白蛋白[g/L,$M(P_{25},P_{75})$]	34.5(29.5, 40.0)	35.5(30.5, 40.5)	0.312
尿素氮[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	8.5(5.5, 15.5)	8.0(5.5, 13.5)	0.134
肌酐[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	90(62, 151)	87(59, 162)	0.089
尿酸[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	341(243, 490)	326(210, 448)	0.174
二氧化碳结合力[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	21.0(15.5, 24.5)	21.5(16.5, 25.5)	0.295
钾[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	4.0(3.5, 4.5)	4.0(3.5, 4.5)	0.261
钠[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	138.0(134.0, 142.0)	138.0(133.5, 142.0)	0.876
氯[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	101.5(96.5, 106.5)	101.0(96.0, 105.0)	0.419
阴离子间隙[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	18.0(15.0, 23.0)	18.5(15.5, 23.5)	0.486
凝血酶原时间[s,$M(P_{25},P_{75})$]	13.3(11.8, 15.5)	13.2(12.1, 14.8)	0.822
活化部分凝血酶时间[s,$M(P_{25},P_{75})$]	33.0(27.0, 40.4)	31.1(26.9, 37.3)	0.046
AKI进展[例,(%)]	46(23.5)	70(31.8)	0.043
住院时间[d,$M(P_{25},P_{75})$]	12(6, 20)	9(3, 16)	0.006
死亡[例,(%)]	46(23.6)	71(32.3)	0.002

研究表明ERP在重症患者中整体执行情况仍不理想[5]。HAUPTMANN等[14]对KDIGO指南推荐肾脏保护措施的依从性评估显示,不同措施间依从性存在显著差异:避免高血糖、液体复苏、调整药物剂量和监测尿量的执行率分别为100%、82% 、68%和65%,而避免肾毒性药物和避免对比剂的执行率仅为51%和35%。本研究亦观察到各项肾脏保护措施执行率存在明显不均衡,其中避免对比剂、液体复苏、监测肌酐和尿量及避免肾毒性药物的执行率更高,调整药物剂量执行率最低。相关研究显示,急诊AKI患者接受规范肾脏保护措施的比例不足50%,但接受规范保护措施后超过半数的患者出现肾功能好转甚至恢复[7]。本研究结果与之一致,ERP+患者仅占47%,其中76.5%的患者未发生AKI进展。同时,ERP−是AKI患者发生院内死亡的独立危险因素,进一步提示规范且完善的ERP有助于延缓AKI进展并改善患者预后。

在单项保护措施对AKI进展的影响分析中,本研究发现,未调整药物剂量、未避免肾毒性药物、未监测血流动力学及未避免对比剂均为AKI进展的独立危险因素。一项多中心研究结果也显示,未避免肾毒性药物与AKI进展风险升高相关(OR=1.20),

表2　急诊ICU中非死亡与死亡AKI患者临床特征比较

临床特征	非死亡(n=298)	死亡(n=117)	P
性别[男,例(%)]	128(43.0)	42(35.9)	0.175
年龄[岁,$M(P_{25},P_{75})$]	60(47,73)	70(56,79)	<.001
体温[℃,$M(P_{25},P_{75})$]	36.5(36.3,37.2)	36.5(36.1,37.2)	0.237
呼吸频率[次/分,$M(P_{25},P_{75})$]	21(19,25)	20(14,26)	0.107
心率[次/分,$M(P_{25},P_{75})$]	104(86,122)	98(80,122)	0.151
舒张压[mmHg,$M(P_{25},P_{75})$]	74(61,86)	73(55,87)	0.320
收缩压[mmHg,$M(P_{25},P_{75})$]	125(106,145)	127(102,151)	0.782
血氧饱和度[%,$M(P_{25},P_{75})$]	95(85,98)	92(79,98)	0.076
合并心血管系统疾病[例,(%)]	20(6.7)	4(3.4)	0.127
合并消化系统疾病[例,(%)]	15(5.0)	7(6.0)	0.668
合并呼吸系统疾病[例,(%)]	45(15.1)	34(29.1)	<.001
救护车来院[例,(%)]	238(79.9)	91(77.8)	0.593
NEWS评分	8(6,9)	9(7,10)	0.023
入院AKI分级[例,(%)]			0.042
Ⅰ级	232(77.9)	79(67.5)	
Ⅱ和Ⅲ级	66(22.1)	38(32.5)	
昏迷[例,(%)]	159(53.4)	76(65.0)	0.046
白细胞计数[×10^9/L,$M(P_{25},P_{75})$]	11.50(8.25,16.25)	11.25(7.25,16.00)	0.522
血红蛋白[g/L,$M(P_{25},P_{75})$]	121(95,147)	120(96,142)	0.512
血小板计数[×10^9/L,$M(P_{25},P_{75})$]	177(123,239)	159(91,218)	0.015
丙氨酸氨基转移酶[U/L,$M(P_{25},P_{75})$]	32.0(19.0,59.5)	35.3(16.9,70.2)	0.940
白蛋白[g/L,$M(P_{25},P_{75})$]	35.5(30.0,40.5)	35.0(30.0,40.0)	0.714
尿素氮[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	8.0(5.5,12.5)	9.5(6.5,17.0)	0.001
肌酐[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	80(58,135)	109(67,193)	0.001
尿酸[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	319(207,458)	368(275,505)	0.018
二氧化碳结合力(mmol/L)	21.5(16.5,26.0)	20.0(15.0,24.0)	0.039
钾[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	4.0(3.5,4.5)	4.0(3.5,4.5)	0.220
钠[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	138.0(134.0,142.0)	138.0(133.5,142.0)	0.981
氯[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	101.0(96.0,106.0)	101.5(96.5,106.0)	0.865
阴离子间隙[mmol/L,$M(P_{25},P_{75})$]	17.5(14.5,22.0)	19.5(16.5,25.0)	<.001
凝血酶原时间[s,$M(P_{25},P_{75})$]	13.1(11.8,14.6)	13.6(12.2,16.1)	0.011
活化部分凝血酶时间[s,$M(P_{25},P_{75})$]	31.2(26.5,37.6)	33.0(27.3,41.6)	0.051
ERP-[例,(%)]	143(48.0)	77(65.8)	0.002
AKI进展[例,(%)]	72(24.2)	40(34.2)	0.031
抢救室滞留时间[min,$M(P_{25},P_{75})$]	274(166,449)	279(181,486)	0.441
住院时间[d,$M(P_{25},P_{75})$]	13(8,23)	4(2,11)	<.001

而本研究中该关联强度更高(OR=1.84)[15]。其可能原因包括:首先,相关研究显示,轻症患者中肾毒性药物暴露对AKI进展风险影响更为显著[15],而本研究中重度AKI患者比例较低,整体疾病严重程度相对较轻。其次,该研究纳入了慢性肾功能不全患者,理论上增强了肾毒性药物暴露对AKI进展的影响,而本研究未纳入慢性肾脏病患者仍得到更高的关联强度,进一步验证了肾毒性药物暴露在AKI进展中的作用,这也可能是本研究OR值更高的原因之一。此外,其研究中约30%的患者同时使用两种及以上肾毒性药物,可能纳入较多低风险药物,稀释了效应强度。相比之下,本研究中患者的肾毒性药物暴露种类少,且以高风险的抗菌药物为主,使得最终关联强度更高。另一方面,既往研究显示,未进行血流动力学监测与AKI进展风险升高相关(OR=2.07)[16],与本研究结果一致。但亦有研究指出,即便实施监测,平均灌注压持续偏低的患者仍更易进展至AKIⅢ级[17]。这提示血流动力学监测的核心价值在于指导个体化干预,而非仅作为指标记录。既往研究还发现,仅依赖教育培训难以显著改善肾脏保护措施

的执行情况[5,8,17]。而另有研究提示，将KDIGO指南与集束化措施嵌入ICU信息系统，并提供决策支持，有助于降低AKI进展风险并提高肾损伤相关用药的合理性[18]。因此，未来应进一步优化信息系统，为肾脏保护措施的规范执行提供决策支持。

本研究仍存在一定局限性。①尽管已纳入连续3年的数据，但AKI患者在急诊人群中的比例约为1/5，纳入的患者样本量仍相对有限，研究结果在其他中心的外推性仍需进一步验证。②虽然已在多因素模型中对多项潜在混杂因素进行了校正，但受限于单中心回顾性研究设计，仍难以完全避免选择偏倚和残余混杂的影响。③仅评估了肾脏保护措施的短期影响，长期肾脏保护措施对肾功能结局的影响仍有待进一步研究。④由于数据库限制，部分临床特征，如AKI病因、液体平衡状态和机械通气参数等未能纳入研究。⑤未进一步探讨提升ERP执行的具体干预策略，仍需开展大样本、多中心前瞻性研究予以验证，并探索改进路径。

急诊ICU中AKI患者ERP执行总体不足，其中调整药物剂量执行最差。ERP-与AKI进展及院内死亡风险升高显著相关，未来应强化肾脏保护措施的规范执行，并结合信息化与决策支持系统，以改善急诊ICU中AKI患者不良预后。

作者贡献：王洁负责数据收集、分析和论文撰写；王贤聪负责数据分析和论文修改；汪跃国负责文献收集和论文修改；徐军负责论文修改；金魁负责提出命题、提供数据和论文修改。

利益冲突：所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献：

[1] 宋艳琪，蔡广研. 重症急性肾损伤的预后特点和防治新策略[J]. 临床内科杂志，2022，39(6)：361-364.

[2] YANG L，XING G L，WANG L，et al. Acute kidney injury in China：a cross-sectional survey[J]. Lancet，2015，386(10002)：1465-1471.

[3] KELLUM J A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury[J]. Nephron Clin Pract，2012，120(4)：179-184.

[4] AHMED F R，AL-YATEEM N，NEJADGHADERI S A，et al. Effect of acute kidney injury care bundle on kidney outcomes in cardiac patients receiving critical care：a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Nephrol，2025，26(1)：17.

[5] KOLHE N V，STAPLES D，REILLY T，et al. Impact of compliance with a care bundle on acute kidney injury outcomes：a prospective observational study[J]. PLoS One，2015，10(7)：e0132279.

[6] DAVIES A，SRIVASTAVA S，SELIGMAN W，et al. Prevention of acute kidney injury through accurate fluid balance monitoring[J]. BMJ Open Qual，2017，6(2)：e000006.

[7] KÜLLMAR M，WEISS R，OSTERMANN M，et al. A multinational observational study exploring adherence with the kidney disease：improving global outcomes recommendations for prevention of acute kidney injury after cardiac surgery[J]. Anesth Analg，2020，130(4)：910-916.

[8] AKLILU A M，MENEZ S，BAKER M L，et al. Early，Individualized recommendations for hospitalized patients with acute kidney injury：a randomized clinical trial[J]. JAMA，2024，332(24)：2081-2090.

[9] WILSON F P，MARTIN M，YAMAMOTO Y，et al. Electronic health record alerts for acute kidney injury：multicenter，randomized clinical trial[J]. BMJ，2021，372：m4786.

[10] SUN J，LIU Q Y，SEERY S，et al. The impact of hyperkalemia on ICU admission and mortality：a retrospective study of Chinese emergency department data[J]. BMC Emerg Med，2024，24(1)：95.

[11] ADIYEKE E，REN Y F，GUAN Z Y，et al. Clinical courses of acute kidney injury in hospitalized patients：a multistate analysis[J]. Sci Rep，2023，13(1)：17781.

[12] LAMEIRE N H，LEVIN A，KELLUM J A，et al. Harmonizing acute and chronic kidney disease definition and classification：report of a kidney disease：improving global outcomes（KDIGO）consensus conference[J]. Kidney Int，2021，100(3)：516-526.

[13] HOSTE E A J，BAGSHAW S M，BELLOMO R，et al. Epidemiology of acute kidney injury in critically ill patients：the multinational AKI-EPI study[J]. Intensive Care Med，2015，41(8)：1411-1423.

[14] HAUPTMANN S，MATYUKHIN I，PATSCHAN S，et al. Adherence to guidelines for management of acute kidney injury[J]. J Int Med Res，2024，52(1)：03000605231221011.

[15] EHRMANN S，HELMS J，JORET A，et al. Nephrotoxic drug burden among 1001 critically ill patients：impact on acute kidney injury[J]. Ann Intensive Care，2019，9(1)：106.

[16] 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.

[17] OSTERMANN M，HALL A，CRICHTON S. Low mean perfusion pressure is a risk factor for progression of acute kidney injury in critically ill patients：a retrospective analysis[J]. BMC Nephrol，2017，18(1)：151.

[18] BOURDEAUX C，GHOSH E，ATALLAH L，et al. Impact of a computerized decision support tool deployed in two intensive care units on acute kidney injury progression and guideline compliance：a prospective observational study[J]. Crit Care，2020，24(1)：656.

（收稿日期：2026-02-28　编辑：杨敏艳）