

DOI: 10.14188/j.1671-8852.2025.0130

文章编号 1671-8852(2026)05-0616-05

急性肾损伤供肾对受体术后早期肾功能的影响

廖兆敏 张凯旋 王常永 詹丽英 夏文芳
武汉大学人民医院重症医学科 湖北 武汉 430060

摘要 目的:探索供体急性肾损伤(AKI)对受体术后预后的影响。方法:收集2023年1月至2024年4月在武汉大学人民医院重症医学科维护的57例供体病例信息及对应109名受体病例资料,依据供体是否发生AKI将供体及对应受体分为AKI组及non-AKI组,比较两组受体预后情况。结果:接受AKI组供肾的受体肾功能[血尿素氮(BUN)、血清肌酐(Scr)、肾小球滤过率(GFR)]恢复较non-AKI组供肾对应的受体慢,两组供肾对应受体术后2周内的BUN、Scr、GFR的差异均具有统计学意义($P<0.05$),但1年后AKI组与non-AKI组供肾对应受体的BUN、Scr、GFR差异无统计学意义($P>0.05$)。受体移植术后发生移植肾功能延迟恢复(DGF)的总数为37人,发生率为33.9%,AKI组供肾对应的受体更易发DGF,但急性排斥反应、感染、肾周血肿、漏尿、泌尿系梗阻、心血管疾病、移植肾动脉狭窄等并发症、受体1年存活率及移植肾1年存活率与non-AKI组供肾对应的受体并无差别($P>0.05$)。结论:AKI供肾可作为扩大供体池的来源。

关键词 急性肾损伤;移植肾功能延迟恢复;供体;受体;预后

中图分类号 R617;R692

文献标志码 A

Effect of acute kidney injury donor kidney on early postoperative renal function in recipients

LIAO Zhaomin, ZHANG Kaixuan, WANG Changyong, ZHAN Liying, XIA Wenfang

Department of Critical Care Medicine, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, Hubei, China

Abstract

Objective: To explore the effect of donor acute kidney injury (AKI) on the prognosis of recipients after surgery. **Methods:** The case information of 57 donors managed in the Department of Intensive Care Medicine of the Renmin Hospital of Wuhan University from January 2023 to April 2024 and the medical records of 109 recipients were collected, and the donors and corresponding recipients were divided into AKI group and non-AKI group according to whether the donors suffered from AKI, and the prognosis of the two groups was compared. **Results:** The recovery of renal function in recipients who received kidneys from AKI donors was slower than that in recipients who received kidneys from non-AKI donors. There were significant differences in the recovery of blood urea nitrogen (BUN), serum creatinine (Scr), and glomerular filtration rate (GFR) within two weeks after surgery between the two groups of recipients ($P<0.05$). One year after transplantation, there was no statistically significant difference in BUN, Scr, and GFR between the recipients of kidneys from the AKI group and the non-AKI group ($P>0.05$). A total of 37 recipients experienced delayed

课题来源:中央高校基本科研业务费专项资金资助(编号:2042025YXA010);北京医卫健康公益基金会(编号:YWJKJHKYJJ-B2024072201);武汉大学研究生导师育人方式创新项目(编号:413200144)。

作者简介:廖兆敏,女,1999—,医学硕士生,主要从事急性呼吸窘迫综合征、器官移植与脏器保护等的研究,E-mail:3050224439@qq.com。

通信作者:夏文芳,E-mail:59267089@qq.com。

graft function (DGF) after transplantation, with an incidence of 33.9%. Recipients who received kidneys from AKI donors were more prone to DGF, but there were no differences in acute rejection, infection, perirenal hematoma, urinary leakage, urinary tract obstruction, cardiovascular disease, transplant renal artery stenosis and other complications, one-year survival rate of recipients, and one-year survival rate of grafts compared with recipients who received kidneys from non-AKI donors ($P > 0.05$). **Conclusion:** Kidneys from AKI donors could be adopted as a source to expand the donor pool.

Key Words Acute Kidney Injury; Delayed Recovery of Graft Function; Donors; Recipients; Prognosis

慢性肾脏疾病(chronic kidney disease, CKD)最终结局是终末期肾病,虽然不同国家和不同地区CKD的发病率和患病率差异很大,但其发病率和患病率在我国处于高位^[1]。美国肾脏数据系统显示,2021年等候肾移植的新增病例为42 852例,而这一年移植肾仅仅25 487例,由此可见器官移植的供需形势依旧严峻^[2]。可移植器官的短缺,促使学界着手于扩大可移植器官来源,近年来先后提出扩大标准捐助者、采用心脏死亡后器官捐献者和异种异体移植等^[3]。患有急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)的已故捐献者的肾脏也可以作为供肾,其理论基础是AKI通常被认为是可逆的疾病。当肾损伤较轻时几乎可完全恢复^[4]。有研究^[5]证实,接受AKI供肾的受体及其移植物的存活率与使用标准供体获得的结果非常相似。优化肾脏匹配机制后接受AKI供肾不仅可以提高受体生活质量,延长其生存期^[6],而且可以减轻患者的经济负担^[7]。即使不是完美的供肾,也比在等待肾移植的名单上更有意义^[8]。目前国际上AKI供肾研究相对完善,国内AKI供肾的研究相对匮乏,但国际研究结论不一定完全适用于我国,故本研究收集了57例供体及109例受体的相关信息来初步探索供体相关因素对受体预后的影响,以期临床提供理论基础。

1 资料与方法

1.1 研究对象 借助武汉大学人民医院的医院信息系统回顾性收集2023年1月至2024年4月重症医学科维护的供体57例及其对应受体109例(部分供肾分配至外院)可追溯的病例信息。获取供肾均用于单肾移植,供、受体血型均相符。本研究经医院伦理委员会审核通过(WDRY2024-K229)。供者纳入标准:(1)供者身份明确;(2)供者临床病例资料记录完整。供者排除标准:(1)活体供者;(2)年龄 <18 岁。受体纳入标准:(1)所有受体均符合终

末期肾病诊断标准(肾小球肾炎、代谢性疾病如糖尿病肾病、遗传性疾病如多囊性肾病、梗阻性肾病、系统性疾病如系统性红斑狼疮等)。供者排除标准:(1)肝肾联合器官移植受体;(2)婴幼儿及儿童移植受体;(3)胰肾联合器官移植受体;(4)恶性肿瘤受体;(5)重度精神疾病的受体。

1.2 临床资料收集 供者指标包括:基础信息,如年龄、性别、输血史、死亡原因、合并症、机械通气时长、入院首次血压、电解质、ICU住院天数、糖化血红蛋白等;受体指标包括:性别、年龄、透析时间、透析方式、基础肾病、输血史、术前肾功能、术后14 d肾功能、术后半年及1年肾功能、术后1年受体及移植物存活情况、术后并发症等。

1.3 分组方法 按供体住院期间是否发生急性肾损伤分为AKI组供肾及non-AKI组供肾,供肾对应的受体也被分为AKI组及non-AKI组。AKI诊断标准^[9]:(1)在48 h内血肌酐升高 $\geq 26.5 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$;(2)在7 d内血肌酐升高超过基础值的1.5倍及以上;(3)尿量减少($<0.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)且持续时间在6 h以上;凡符合以上任意一条,即可诊断AKI。

1.4 统计学方法 使用SPSS 27.0进行数据分析。正态分布的计量资料用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)描述,偏态分布的计量资料用中位数(四分位数间距)[$M(P_{25}, P_{75})$]描述,采用成组 t 检验进行比较;计数资料以率表示,采用卡方检验或校正卡方检验或Fisher确切概率法进行比较。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 供者一般资料比较 我们收集了供体的基本资料,通过分析发现与non-AKI组供肾相比,AKI供肾入院时血压(无论是收缩压,还是舒张压,甚至是平均动脉压)虽在正常范围内居多,但明显低于non-AKI组,ICU住院时间及机械通气时间更短,供肾对应患

者糖尿病及脑疝的患者更多,血清钠更高,且 AKI 组血清钠不在正常范围内,AKI 组糖化血红蛋白更高,上述指标的差异在两组间有统计学意义($P<0.05$),在性别、合并症、死亡方式、输血史、血钾等方面两组差异无统计学意义($P>0.05$),具体见表 1。

表 1 供体一般资料分析

[例(%); $\bar{x}\pm s$;M(P_{25},P_{75})]				
项目	non-AKI 组 ($n=40$)	AKI 组 ($n=69$)	统计 值	P
性别				
女	7(17.5)	7(10.1)	1.224	0.269
男	33(82.5)	62(89.9)		
年龄/岁	49.25 $\pm$ 9.31	52.99 $\pm$ 11.61	1.736	0.085
ICU 住院时 间/d	3.00(4.00, 7.75)	3.00(2.00, 5.00)	2.855	0.004
收缩压/ mmHg	124.00(111.00, 159.00)	110.00(92.00, 129.00)	3.189	0.001
舒张压/ mmHg	75.00(65.00, 90.00)	66.00(55.00, 83.50)	2.616	0.009
平均动脉 压/mmHg	90.67(81.00, 112.33)	79.00(67.75, 99.67)	3.268	0.001
高血压	22(55.0)	42(60.9)	0.360	0.549
糖尿病	0(0.0)	11(15.9)	5.444	0.020
冠心病	0(0.0)	2(2.9)		0.531
脑梗死	12(30.0)	16(23.2)	0.615	0.433
颅脑损伤	10(25.0)	12(17.4)	0.910	0.340
脑疝	9(22.5)	29(42.0)	4.253	0.039
脑出血	31(77.5)	56(81.2)	0.210	0.646
肺部感染	30(75.0)	53(76.8)	0.046	0.831
输血史	16(40.0)	32(46.4)	0.418	0.518
机械通气时 间/h	94.47(67.31, 176.76)	68.93(45.37, 106.42)	3.006	0.003
死亡方式				
脑死亡	21(52.5)	53(76.8)	6.865	0.009
心死亡	19(47.5)	16(23.2)		
血钾/mmol· L ⁻¹	4.04(3.76, 4.29)	4.19(3.35, 4.65)	0.484	0.628
血钠/mmol· L ⁻¹	140.95(138.80, 144.68)	149.30(143.45, 162.00)	4.245	<0.001
糖化血红蛋 白/%	5.65(5.40, 6.08)	6.10(5.65, 6.90)	3.603	<0.001

2.2 受体一般资料比较 我们收集并分析了对应受体的基本资料,non-AKI 组供肾对应受体糖尿病患者更多,在透析方式上两组均以血液透析为主,AKI 组透析时间较 non-AKI 组更长,上述指标在两组间的差异具有统计学意义($P<0.05$)。两组受体冷缺血时间一致,均为 5 min,两组受体在性别、年龄、二次移植、高血压、冠心病、群体反应性抗体、输血史、

住院时长、冷热缺血时间、术前肾功能、电解质等方面的差异无统计学意义($P>0.05$),具体见表 2。

表 2 受体一般资料分析

[例(%); $\bar{x}\pm s$;M(P_{25},P_{75})]				
项目	non-AKI 组 ($n=40$)	AKI 组 ($n=69$)	统计 值	P
性别				
女	9(22.5)	24(34.8)	1.810	0.179
男	31(77.5)	45(65.2)		
年龄/岁	45.90 $\pm$ 11.36	44.06 $\pm$ 10.35	0.864	0.390
二次移植	3(7.5)	4(5.8)	0.000	>0.999
高血压	22(55.0)	46(66.7)	1.469	0.226
糖尿病	8(20.0)	3(4.3)	5.221	0.022
冠心病	2(5.0)	1(1.4)	0.235	0.628
透析方式				
未透析	7(17.5)	2(2.9)	8.861	0.025
血液	20(50.0)	50(72.5)		
腹膜	11(27.5)	14(20.3)		
血液+腹膜	2(5.0)	3(4.3)		
基础肾病				
不详	24(60.0)	35(50.7)	6.953	0.056
肾炎	11(27.5)	25(36.2)		
糖尿病肾病	3(7.5)	0(0.0)		
高血压肾病	0(0.0)	0(0.0)		
其他	2(5.0)	9(13.0)		
PRA	9(27.3)	22(33.8)	0.437	0.508
输血史	5(12.5)	12(17.4)	0.460	0.498
透析时间/月	12.00(5.25, 24.00)	24.00(11.25, 36.00)	2.108	0.035
冷缺血时间/h	5.00(5.00,5.00)	5.00(5.00,5.00)	1.676	0.094
住院时长/d	16.50(15.00, 19.00)	17.00(16.00, 22.00)	1.205	0.228
术前 BUN/ mmol·L ⁻¹	23.15(19.60, 27.86)	24.00(18.41, 29.05)	0.374	0.708
术前 Scr/ μ mol·L ⁻¹	986.68 $\pm$ 299.39	1 072.61 $\pm$ 328.23	0.677	0.177
术前 K ⁺ / mmol·L ⁻¹	4.87 $\pm$ 1.00	4.91 $\pm$ 0.77	0.269	0.788
术前 Na ⁺ / mmol·L ⁻¹	139.70(137.90, 142.90)	139.70(137.95, 141.20)	0.150	0.880
术前 GFR/mL· h ⁻¹ ·1.73 m ⁻²	4.52(3.63, 6.40)	4.12(3.32,5.48)	1.660	0.097

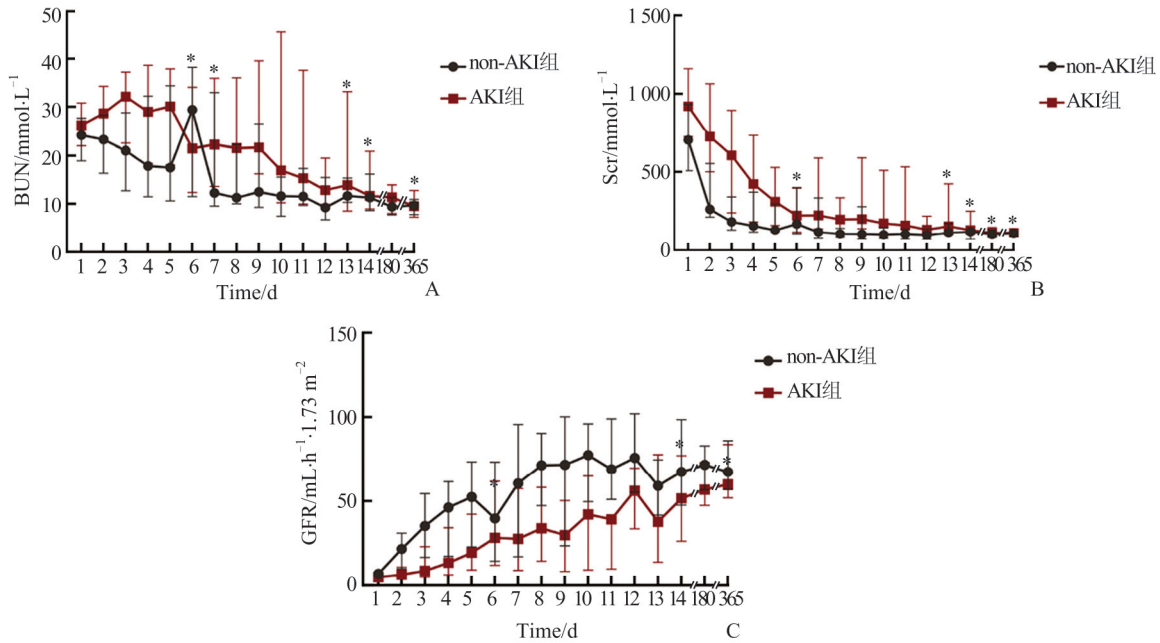
注:PRA. 群体反应性抗体;BUN. 血清尿素氮;Scr. 血清肌酐;GFR. 肾小球滤过率。

2.3 受体术后早期预后情况 肾移植术后受体移植物功能延迟恢复(delayed recovery of graft function,DGF)的受体总数为 37 人,即发生率为 33.9%,结果显示,接受 AKI 组供肾的受体较接受 non-AKI

组供肾的受体更易发生 DGF,且术后 2 周内受体肾功能恢复情况多差异明显,但 1 年后两组患者肾功能差异无统计学意义($P>0.05$),具体见图 1。

2.4 受体术后并发症及预后情况 我们分析了两组供肾对应的受体并发症及预后情况,结果显示,

AKI 组仅 DGF 的发生率更高,两组间的差异具有统计学意义($P<0.05$),其余的并发症在两组间并无差异。两组供肾对应受体的移植物存活及受体在 1 年后的存活情况一致,差异无统计学意义($P>0.05$),具体见表 3。



A. 血清尿素氮(BUN)的变化及比较;B. 血清肌酐(Scr)的变化及比较;C. 肾小球滤过率(GFR)的变化及比较;两组比较,* $P>0.05$ 。

图 1 两组受体术后 1 年肾功能变化情况比较

表 3 受体术后并发症及预后情况 [例(%)]

项目	non-AKI组 (n=40)	AKI组 (n=69)	统计值	P
DGF	7(17.5)	30(43.5)	7.621	0.006
AR	9(22.5)	20(29.0)	0.545	0.460
感染	13(32.5)	26(37.7)	0.296	0.587
肾周水肿	2(5.0)	2(2.9)	0.001	0.973
漏尿	1(2.5)	0(0.0)		0.367
泌尿系梗阻	1(2.5)	0(0.0)		0.367
心血管疾病	1(2.5)	1(1.4)		>0.999
移植肾动脉狭窄	1(2.5)	1(1.5)		>0.999
移植物存活 1 年	27(100.0)	51(98.1)		>0.999
受体存活 1 年	27(100.0)	51(98.1)		>0.999

注:DGF. 移植物功能延迟恢复;AR. 急性排斥反应。

3 讨论

CKD 已成为全球高度重视的重要公共卫生问题。CKD 有地域性差异及多种成因,但整体来说以糖尿病肾病、慢性肾小球肾炎和高血压肾病为主^[10]。实体器官移植仍然是终末期肾病的最好的治疗方式,即使肾移植可能有早期死亡风险增加的

可能,但长期来看移植后生存率高于透析状态^[11]。边缘供肾的使用虽然可以解决移植器官短缺的燃眉之急,但如何更加精准地评估供肾又是一个亟待解决的问题。

本研究回顾性收集 109 例的数据,分析发现 AKI 供体较 non-AKI 供体更易发生血压相对较低,我们推测可能是供体的病因多为脑出血、严重颅脑损伤及大面积脑梗,病情危重,在前期维护时存在血流动力学不稳定,加之血管活性药物的应用,导致肾灌注不足,从而引起供肾受损。这提示临床医师面对潜在供体时,为保证供肾的质量尤其应注意维持供体血流动力学以及内环境的稳定,着力将供体器官结构及功能的损伤降到最小。从术后肾功能恢复来看,接受 AKI 供肾的受体较 non-AKI 供肾对应的受体肾功能恢复较慢,在术后 2 周 AKI 组受体血肌酐均降至 $150\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$,而 non-AKI 组受体血肌酐水平则波动在 $110\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。但是接受 AKI 供肾和标准供肾的受体在术后 1 年时,肾功能的差异并无统计学意义($P>0.05$),这与既往研究^[5, 12-13]一致。我们发现接受急性肾损伤的供肾更易发生

DGF,但是对于急性排斥反应、感染、肾周血肿、漏尿、泌尿系梗阻、心血管疾病、移植肾动脉狭窄等并发症方面并无差异,两组受体1年存活率及移植肾1年存活率相似。虽然早期移植肾功能低下,但对肾移植后1年的移植肾功能和移植物的长期存活没有影响^[5, 12-13]。这也是急性肾损伤供肾能成为边缘供肾的重要理论依据。本研究中接受AKI供肾的受体1年内死亡的仅1例,但是该受体70岁,曾有结肠癌史并患高血压、糖尿病、冠心病等多种基础病,移植后4月出现腹痛腹泻、发热、消化道出血等不适而入院治疗,住院期间积极予以对症治疗,但患者全身状况差,反复发作房颤且肺部感染加重,最终因呼吸循环衰竭去世,故并不考虑AKI供肾为其死亡负主要责任。

综上所述,本研究认为供肾急性肾损伤可影响受体移植肾短期预后,但是并不影响受体及移植肾存活率,AKI供肾可以作为扩大供体池的来源。本研究存在一些局限性:首先,本研究为单中心回顾性研究,样本量较小,可能存在一定偏倚;其次,本研究仅追溯至术后1年的受体预后情况,未考虑移植肾更长远存活率。因此,今后有必要进行大样本量、多中心前瞻性研究。



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

参考文献

- [1] GBD Chronic Kidney Disease Collaboration. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Lancet*, 2020, 395(10225): 709-733.
- [2] SCHLADT D P, ISRANI A K. OPTN/SRTR 2021 annual data report: Introduction[J]. *Am J Transplant*, 2023, 23(2 Suppl 1): S12-S20.
- [3] WEBB C J, MCCracken E, JAY C L, et al. Single center experience and literature review of kidney transplantation from non-ideal donors with acute kidney injury: Risk and reward[J]. *Clin Transplant*, 2023, 37(10): e151115.
- [4] YAFFE H C, VON AHRENS D, URIOSTE A, et al. Impact of deceased-donor acute kidney injury on kidney transplantation[J]. *Transplantation*, 2024, 108(6): 1283-1295.
- [5] SONNENBERG E M, HSU J Y, COHEN J B, et al. Acute kidney injury in deceased organ donors and kidney transplant outcomes: A national cohort study using a novel data source[J]. *Ann Surg*, 2022, 276(6): e982-e990.
- [6] SANDAL S, AHN J B, CHEN Y S, et al. Trends in the survival benefit of repeat kidney transplantation over the past 3 decades[J]. *Am J Transplant*, 2023, 23(5): 666-672.
- [7] SENANAYAKE S, GRAVES N, HEALY H, et al. Donor kidney quality and transplant outcome: An economic evaluation of contemporary practice[J]. *Value Health*, 2020, 23(12): 1561-1569.
- [8] NITA G E, GOPAL J P, KHAMBALIA H A, et al. Kidney transplantation from donors with acute kidney injury: Are the concerns justified? A systematic review and meta-analysis[J]. *Transpl Int*, 2023, 36: 11232.
- [9] KHAWAJA A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury[J]. *Nephron Clin Pract*, 2012, 120(4): c179-c184.
- [10] MARINGHINI S, ZOCCALI C. Chronic kidney disease progression - A challenge[J]. *Biomedicines*, 2024, 12(10): 2203.
- [11] SHI B, YING T, CHADBAN S J. Survival after kidney transplantation compared with ongoing dialysis for people over 70 years of age: A matched-pair analysis[J]. *Am J Transplant*, 2023, 23(10): 1551-1560.
- [12] LIU C, HALL I E, MANSOUR S, et al. Association of deceased donor acute kidney injury with recipient graft survival[J]. *JAMA Netw Open*, 2020, 3(1): e1918634.
- [13] GARNER M, JAY C L, SHARDA B, et al. Long-term outcomes of kidney transplantation from deceased donors with terminal acute kidney injury: Single center experience and literature review[J]. *Clin Transplant*, 2023, 37(3): e14886.

(2025-02-17 收稿)

编辑 张 峻