

# 肾移植受者术前合并代谢综合征对早期移植肾功能的影响

唐永斌 田子健 张志鹏 王劲夫 刘明 张亚群

**【摘要】** 目的 探讨同种异体肾移植受者术前合并代谢综合征对早期移植肾功能的影响。方法 回顾性分析 117 例肾移植受者的临床资料，根据移植肾功能分为移植物功能延迟恢复（DGF）组（29 例）和非 DGF 组（88 例），应用单因素和多因素回归分析同种异体肾移植受者发生 DGF 的相关危险因素，分析肾移植受者术前合并代谢综合征对早期移植肾功能的影响。结果 117 例肾移植受者，47 例术前合并代谢综合征，29 例术后发生 DGF，DGF 组中 83% 术前合并代谢综合征，高于非 DGF 组中的 74% ( $P<0.05$ )。单因素分析结果显示，DGF 组供者体质量指数（BMI）、终末血清肌酐（Scr），受者术前 BMI、血糖、甘油三酯水平、术前合并代谢综合征比例均高于非 DGF 组（均为  $P<0.05$ ）。多因素 logistic 回归分析结果显示，供者 Scr 水平高、受者术前血红蛋白水平高、受者术前合并代谢综合征是肾移植术后发生 DGF 的独立危险因素（均为  $P<0.05$ ）。结论 受者术前合并代谢综合征是同种异体肾移植发生 DGF 的独立危险因素，应采取相关策略以减少 DGF 和其他与代谢相关的并发症的发生率。

**【关键词】** 肾移植；代谢综合征；肥胖；血糖；血脂；移植物功能延迟恢复；血清肌酐；估算肾小球滤过率  
**【中图分类号】** R617, R589 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445 (2024) 04-0013-07

**Effect of preoperative metabolic syndrome on early function of renal allografts in kidney transplant recipients** Tang Yongbin\*, Tian Zijian, Zhang Zhipeng, Wang Jinfu, Liu Ming, Zhang Yaquin. \*Department of Urology, Beijing Hospital, National Center of Gerontology, Institute of Geriatric Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China  
Corresponding author: Zhang Yaquin, Email: zhangyqbjjy@126.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the effect of preoperative metabolic syndrome on early function of renal allografts in allogeneic kidney transplant recipients. **Methods** Clinical data of 117 kidney transplant recipients were retrospectively analyzed. According to the renal allograft function, they were divided into the delayed graft function (DGF) group ( $n=29$ ) and non-DGF group ( $n=88$ ). Relevant risk factors of DGF in recipients undergoing allogeneic kidney transplantation were assessed by univariate and multivariate regression analyses. The effect of preoperative metabolic syndrome on early function of renal allografts was analyzed. **Results** Among 117 kidney transplant recipients, 47 cases were complicated with preoperative metabolic syndrome, and 29 cases developed postoperative DGF. In the DGF group, 83% of the recipients were complicated with preoperative metabolic syndrome, higher than 74% in the non-DGF group ( $P<0.05$ ). Univariate analysis showed that the body mass index (BMI) and terminal serum creatinine (Scr) level of the donors, and BMI, blood glucose level, triglyceride level and the proportion of preoperative metabolic syndrome of the recipients in the DGF group were higher than those in the non-DGF group (all  $P<0.05$ ). Multivariate logistic regression

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2024045

基金项目：中央高水平医院临床科研业务费（BJ-2022-174）

作者单位：100730 北京，北京医院泌尿外科 国家老年医学中心 中国医学科学院老年医学研究院（唐永斌、张志鹏、王劲夫、刘明）；中国医学科学院北京协和医学院研究生院（唐永斌、刘明）；天津医科大学第二医院泌尿外科 天津市泌尿外科研究所（田子健、张亚群）

作者简介：唐永斌（ORCID 0009-0009-6122-4175），硕士，住院医师，研究方向为肾移植，Email: tangyongbinty@163.com

通信作者：张亚群（ORCID 0000-0002-5332-6675），博士，主任医师，研究方向为肾移植，Email: zhangyqbjjy@126.com

analysis revealed that high Scr levels of the donors, high hemoglobin levels of the recipients and preoperative metabolic syndrome of the recipients were the independent risk factors for DGF after kidney transplantation (all  $P < 0.05$ ). **Conclusions** Preoperative metabolic syndrome is an independent risk factor for DGF in allogeneic kidney transplant recipients. Corresponding measures should be taken to lower the incidence of DGF and other metabolic complications.

**【 Key words 】** Kidney transplantation; Metabolic syndrome; Obesity; Blood glucose; Blood lipid; Delayed graft function; Serum creatinine; Estimated glomerular filtration rate

与透析治疗相比,同种异体肾移植可以延长生存期并改善生活质量,是终末期肾病患者最具成本效益的治疗方法<sup>[1-2]</sup>,但肾移植术后仍存在一些并发症,其中移植物功能延迟恢复(delayed graft function, DGF)是肾移植术后早期最常见的并发症之一,常导致更差的短期和长期结局,同时也会导致住院时间延长和治疗费用增加<sup>[3-5]</sup>。有研究表明,DGF的发生与受者年龄、肥胖、血脂异常、高血压和糖尿病等非免疫性因素密切相关<sup>[6-8]</sup>。

代谢综合征是一组由肥胖、高血压、胰岛素抵抗和脂质代谢紊乱等多种代谢异常组成的临床症状群<sup>[9]</sup>。据报道,等待接受肾移植手术的终末期肾病患者常存在不同程度的代谢异常,其代谢综合征的发生率约为60%<sup>[10]</sup>。现有研究主要关注术后代谢综合征与移植肾功能的关系,发现术后新发代谢综合征与移植肾失功风险增加相关<sup>[11-14]</sup>,但鲜有研究专门探讨受者肾移植术前合并代谢综合征对早期移植肾功能的影响。因此,关注代谢综合征这一整体概念有助于进一步探索DGF相关危险因素。本研究通过回顾性分析肾移植受者的临床资料,探讨同种异体肾移植受者术前合并代谢综合征对肾移植术后早期肾功能的影响,旨在为等待接受肾移植的受者围手术期代谢管理提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象与分组

回顾性分析2021年10月至2023年6月北京医院117例同种异体肾移植受者的临床资料。其中男103例,女14例,年龄(48±11)岁。纳入标准:(1)供者为心脏死亡器官捐献;(2)首次接受肾移植;(3)受者年龄≥18岁。排除标准:(1)术后1周内发生超急性、急性排斥反应者;(2)多器官联合移植受者;(3)研究相关资料缺失者。本研究方案经北京医院伦理委员会批准(批号:2023BJYYEC-363-01)。

根据受者术后移植肾功能情况分为DGF组(29例)及非DGF组(88例)。DGF组男19例,女10例,年龄(46±10)岁,原发病包括慢性肾小球肾炎14例,糖尿病肾病6例,多囊肾2例,其他或不明7例;非DGF组男75例,女13例,年龄(49±11)岁,原发病包括慢性肾小球肾炎53例,糖尿病肾病12例,多囊肾9例,其他或不明14例。

### 1.2 诊断标准

根据修订后的《美国国家胆固醇教育计划成人治疗方案第3次报告》(NCEP-ATPⅢ)<sup>[15]</sup>,结合中华医学会糖尿病学分会关于代谢综合征的建议<sup>[16]</sup>,以下5项符合3项及以上即可诊断为代谢综合征:(1)超重和(或)肥胖,体质量指数(body mass index, BMI)≥25.0 kg/m<sup>2</sup>;(2)高血糖,空腹血糖≥5.6 mmol/L或已确诊为糖尿病并治疗者;(3)高血压,收缩压/舒张压≥130/85 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),或已确诊为高血压并治疗者;(4)甘油三酯升高,≥1.7 mmol/L或已确诊高油三脂血症用药物治疗者;(5)高密度脂蛋白降低,男性<1.03 mmol/L,女性<1.3 mmol/L,或已用药物治疗。

肾移植术后1周内需要血液透析,或肾移植术后2 d血清肌酐(serum creatinine, Scr)降低率≤30%即可诊断为DGF<sup>[17-19]</sup>。

### 1.3 研究内容

收集供者及受者的一般资料,包括供者年龄、性别、BMI、终末Scr,受者年龄、性别、BMI、术前收缩压、舒张压、血红蛋白、白蛋白、空腹血糖、Scr、尿酸、甘油三酯、高密度脂蛋白、术前透析方式、术前透析时间,术前是否合并代谢综合征,供肾冷缺血时间,肾动脉吻合方式以及术后1、2、3 d Scr与估算肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)。应用单因素和多因素回归分析同种异体肾移植受者发生DGF的相关危险因素,分析术前合并代谢综合征对早移植肾功能的影响。

#### 1.4 统计学方法

使用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示, 组间差异比较采用独立样本 *t* 检验; 不符合正态分布的计量资料以中位数(下四分位数, 上四分位数)表示, 组间差异比较采用独立样本 Wilcoxon 秩和检验; 计数资料采用率表示, 组间差异比较采用  $\chi^2$  检验, 不满足  $\chi^2$  检验运用条件的则使用 Fisher 精确检验。

将以上单因素分析中  $P < 0.1$  的变量作为控制变量, 代谢综合征作为自变量, DGF 作为因变量, 采用逐步法进行多因素 logistic 回归分析, 探索代谢综合征和

DGF 之间的相关性。涉及多重比较时采用 Bonferroni 法校正检验水准。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 肾移植受者术前合并代谢综合征情况

47 例受者术前合并代谢综合征, 代谢综合征的发生率为 40.2%。合并代谢综合征与不合并代谢综合征受者的术前 BMI、血糖、甘油三酯、高密度脂蛋白, 及相应供者的年龄、终末 Scr 差异均有统计学意义(均为  $P < 0.05$ , 表 1)。

表 1 术前合并与不合并代谢综合征受者及其相应供者的一般情况比较

Table 1 Comparison of the general situation of recipients with and without preoperative metabolic syndrome and their corresponding donors

变量	合并代谢综合征 ( $n=47$ )	不合并代谢综合征 ( $n=70$ )	统计值	<i>P</i> 值
供者资料				
年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	52±10	46±11	2.788	0.006
性别 [ $n$ (%) ]			0.890	0.345
男	43 (91)	60 (86)		
女	4 (9)	10 (14)		
BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	24.7±3.1	23.6±3.6	1.722	0.088
终末 Scr [ $M(P_{25}, P_{75})$ , $\mu\text{mol/L}$ ]	74 (52, 112)	51 (35, 68)	3.375	<0.001
受者资料				
年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	48±11	48±12	0.050	0.480
性别 [ $n$ (%) ]			0.143	0.705
男	37 (79)	53 (76)		
女	10 (21)	17 (24)		
术前 BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	25.6±2.6	22.8±2.6	5.656	<0.001
术前收缩压 ( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)	143±18	144±16	0.380	0.352
术前舒张压 ( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)	82±11	85±11	1.719	0.088
术前血红蛋白 ( $\bar{x} \pm s$ , g/L)	108±16	111±20	0.635	0.527
术前白蛋白 ( $\bar{x} \pm s$ , g/L)	41±6	43±5	1.960	0.052
术前血糖 ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	7.2±2.5	5.3±1.4	4.736	<0.001
术前 Scr ( $\bar{x} \pm s$ , $\mu\text{mol/L}$ )	919±248	858±292	1.183	0.239
术前尿酸 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , $\mu\text{mol/L}$ ]	384 (298, 444)	356 (274, 421)	1.318	0.188
术前甘油三酯 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , mmol/L]	2.3 (1.8, 3.8)	1.3 (1.0, 1.6)	6.419	<0.001
术前高密度脂蛋白 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , mmol/L]	0.8 (0.7, 1.0)	1.2 (1.1, 1.4)	6.300	<0.001
术前透析方式 [ $n$ (%) ]			0.760	0.766
未透析	7 (15)	7 (10)		
血液透析	32 (68)	49 (70)		
腹膜透析	8 (17)	14 (20)		
术前透析时间 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , 月]	11 (4, 24)	11 (3, 24)	0.234	0.815
肾动脉吻合方式 [ $n$ (%) ]				0.515
髂外动脉	47 (100)	68 (97)		
髂内动脉	0	2 (3)		
冷缺血时间 [ $M(P_{25}, P_{75})$ , h]	6 (5, 9)	6 (5, 8)	0.862	0.388

## 2.2 肾移植受者术后发生 DGF 危险因素的单因素分析

29 例受者发生 DGF, 发生率为 24.8%。单因素分析结果见表 2, DGF 组供者 BMI、终末 Scr, 受者术前 BMI、血糖、甘油三酯、合并代谢综合征比例均高于非 DGF 组, 差异均有统计学意义 (均为

$P < 0.05$ )。

## 2.3 肾移植受者术后发生 DGF 危险因素的多因素分析

供者终末 Scr 水平高、受者术前血红蛋白水平高、受者术前合并代谢综合征是肾移植受者术后发生 DGF 的独立危险因素 (均为  $P < 0.05$ , 表 3)。

表 2 肾移植术后发生 DGF 危险因素的单因素分析

Table 2 Univariate analysis of risk factors for DGF after kidney transplantation

变量	DGF组 (n=29)	非DGF组 (n=88)	统计值	P值
供者资料				
年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	51±12	48±11	1.531	0.128
性别[n (%)]				0.184
男	28 (97)	75 (85)		
女	1 (3)	13 (15)		
BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	25.3±2.1	23.6±3.7	2.430	0.017
终末Scr[M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), μmol/L]	98 (75, 166)	50 (36, 66)	6.093	<0.001
受者资料				
年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	46±10	49±11	1.394	0.166
性别[n (%)]			2.826	0.093
男	19 (66)	71 (81)		
女	10 (34)	17 (19)		
术前BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	25.0±3.0	23.6±2.8	2.397	0.018
术前收缩压 ( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)	139±15	145±17	1.480	0.142
术前舒张压 ( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)	82±11	84±11	1.144	0.255
术前血红蛋白 ( $\bar{x} \pm s$ , g/L)	115±16	108±19	1.848	0.067
术前白蛋白 ( $\bar{x} \pm s$ , g/L)	41±7	42±5	0.765	0.449
术前血糖 ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	7.2±2.7	5.6±1.8	2.836	<0.001
术前Scr[M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), μmol/L]	888±287	881±274	0.130	0.897
术前尿酸[M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), μmol/L]	383 (298, 436)	378 (282, 435)	0.341	0.733
术前甘油三酯[M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	2.3 (1.5, 3.6)	1.4 (1.2, 1.8)	3.213	0.001
术前高密度脂蛋白[M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	1.0 (0.7, 1.3)	1.1 (0.9, 1.3)	1.708	0.088
术前透析方式[n (%)]				0.035
未透析	4 (14)	10 (11)		
血液透析	24 (83)	57 (65)		
腹膜透析	1 (3)	21 (24)		
术前透析时间[M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), 月]	12 (5, 24)	11 (3, 24)	0.468	0.640
肾动脉吻合方式[n (%)]				1.000
髂外动脉	29 (100)	86 (98)		
髂内动脉	0	2 (2)		
冷缺血时间[M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), h]	6 (5, 9)	6 (5, 8)	0.629	0.529
术前合并代谢综合征[n (%)]			29.097	<0.001
是	24 (83)	65 (74)		
否	5 (17)	23 (26)		

## 2.4 代谢综合征对术后早期移植肾功能的影响

合并代谢综合征的受者术后 1、2、3 d 的 Scr 水平平均高于不合并代谢综合征的受者, eGFR 均低于不合并代谢综合征的受者, 差异均有统计学意义 (均为  $P < 0.05$ , 表 4)。合并非代谢综合与不合并代谢综合征的受者术后 1、2、3 d Scr 均逐渐降低, eGFR 均逐渐上升, 差异均有统计学意义 (均为  $P < 0.05$ , 表 4)。

## 3 讨论

DGF 是肾移植术后早期最常见的并发症之一, 其发生受到多种因素的影响, 主要包括供者相关因素、受者相关因素和手术相关因素<sup>[20-21]</sup>。在受者相关因素方面, 多项研究表明术前透析、BMI 较高、合并糖尿病等是 DGF 的危险因素<sup>[6-8]</sup>。值得注意的是, 高 BMI、糖尿病等也是代谢综合征的重要组成部分, 关注代谢综合征这一整体概念更有利于探究 DGF 的影响因素。肾移植受者代谢综合征的发生率为 37%~60%<sup>[22-23]</sup>, 本研究中肾移植受者术前代谢综合征发生率为 40.2%。肾移植不仅能恢复终末期肾病患者的肾功能, 还可能改变受者的代谢状态<sup>[24]</sup>。但 Lee 等<sup>[23]</sup> 研究结果显示, 尽管肾移植术后代谢状态有所改善, 但移植前的代谢负担仍与不良移植预后相关。本研究中 24.8% 的肾移植受者发生 DGF, 术前合并代谢综合征的受者 DGF 发生率明显高于不合并

代谢综合征的受者, 多因素 logistic 回归分析结果显示术前合并代谢综合征是肾移植受者术后发生 DGF 的独立危险因素。因此, 重视移植前的代谢管理对于改善移植结局具有重要意义。

本研究对肾移植术后发生 DGF 的单因素分析时发现受者高 BMI 与 DGF 的发生相关, 这与既往研究关于肥胖患者术后发生 DGF 风险增加的结论相一致<sup>[25-26]</sup>。Smyrli 等<sup>[27]</sup> 的研究发现供者高 BMI 显著增加了 DGF 发生风险, 本研究也发现 DGF 组供者 BMI 显著高于非 DGF 组。肥胖是被认为是一种慢性炎症状态, 其中脂肪细胞通过增加促炎因子水平来启动促炎状态<sup>[28]</sup>, 导致血管内皮功能障碍, 可能会增加移植物微血栓形成的风险<sup>[29]</sup>。肥胖受者的手术时间延长, 以及肥胖相关交感神经活动增加导致的肾血管收缩, 都可能会促进缺血-再灌注损伤。另外, 肥胖受者的免疫诱导和维持的有效浓度可能较低, 免疫抑制效果不佳也是导致 DGF 的危险因素<sup>[30]</sup>。尽管关于肥胖受者发生 DGF 的风险增加已达成共识, 但另一些研究则表明肥胖和非肥胖受者之间的移植物存活率和移植物丢失风险没有显著差异<sup>[31-32]</sup>。对于肥胖受者, 同种异体肾移植仍然是比透析治疗更优的选择<sup>[33-34]</sup>。

理论上高血红蛋白水平可增加氧供以改善移植后的缺血-再灌注损伤。但本研究发现 DGF 组受者术前血红蛋白水平高于非 DGF 组, 高血红蛋白水平是发生 DGF 的独立危险因素, 这与既往研究发现移植前

表 3 肾移植术后发生 DGF 危险因素的多因素分析

Table 3 Multivariate analysis of risk factors for DGF after kidney transplantation

变量	回归系数	标准误	Wald $\chi^2$	比值比	95%可信区间	P值
供者终末Scr	0.014	0.005	7.107	1.014	1.004~1.024	0.008
受者术前血红蛋白	0.042	0.018	5.192	1.043	1.006~1.081	0.023
受者术前合并代谢综合征	2.836	0.672	17.794	17.048	4.565~63.670	<0.001

表 4 2 组受者术后早期移植肾功能比较

Table 4 Comparison of renal graft function of recipients in the early postoperative period between 2 groups [ $M (P_{25}, P_{75})$ ]

变量	合并代谢综合征 ( $n=47$ )	不合并代谢综合征 ( $n=70$ )	检验值	P值
Scr ( $\mu\text{mol/L}$ )				
术后1 d	683 (497, 878)	550 (414, 669)	2.824	0.005
术后2 d	433 (262, 838) <sup>a</sup>	282 (199, 392) <sup>a</sup>	3.761	<0.001
术后3 d	287 (165, 651) <sup>ab</sup>	174 (127, 271) <sup>ab</sup>	3.953	<0.001
eGFR [ $\text{mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$ ]				
术后1 d	6.66 (5.00, 9.78)	8.61 (6.20, 12.13)	2.924	0.003
术后2 d	11.40 (5.61, 22.58) <sup>a</sup>	19.96 (12.67, 31.43) <sup>a</sup>	3.725	<0.001
术后3 d	18.88 (7.73, 37.48) <sup>ab</sup>	34.81 (20.69, 53.47) <sup>ab</sup>	3.947	<0.001

注: 与术后1 d比较, <sup>a</sup> $P < 0.05/3$ ; 与术后2 d比较, <sup>b</sup> $P < 0.05/3$ 。

贫血与 DGF 相关的结论矛盾<sup>[35]</sup>。另一方面, Ye 等<sup>[8]</sup>发现受者血红蛋白水平>113.5 g/L 与 DGF 风险增加相关,提示将受者术前血红蛋白浓度维持在适当的范围可能有助于预防 DGF。供者终末 Scr 是发生 DGF 的独立危险因素,国内一项多中心研究将供者终末 Scr 作为 DGF 的预测指标<sup>[36]</sup>,但供者终末 Scr 也受血管活性药物的使用等多种因素影响,不能完全代表供肾质量,需要更多研究为完善供肾质量评估提供依据。

本研究发现,术前合并代谢综合征的受者术后 1、2、3 d Scr 水平均高于非代谢综合征的受者, eGFR 均低于非代谢综合征受者,与既往研究结果一致,即代谢综合征可能导致 eGFR 降低<sup>[37-38]</sup>。但本研究多因素分析结果显示肾移植受者术前 BMI、高血糖、血脂异常等与术后 DGF 无相关性,而术前合并代谢综合征是术后发生 DGF 的独立危险因素,提示术前代谢综合征可能作为多重危险因素的集合。肾移植医疗团队应当重视术前代谢情况及代谢综合征评估,采取积极策略降低 DGF 的发生风险,进而改善受者的长期预后。

综上所述,代谢综合征是肾移植受者术前常见的合并症,术前合并代谢综合征是肾移植术后发生 DGF 的独立危险因素。对于术前合并代谢综合征的患者,应采取积极的策略以改善肾移植预后,如术前减肥管理、优化围手术期的代谢管理等,从而降低 DGF 和其他代谢相关并发症的发生率,提高移植成功率和患者生存质量。本研究存在一定的局限性,缺乏评估腰围、胰岛素抵抗或内脏肥胖的数据;其次,本研究为单中心回顾性研究,纳入的样本量相对较少,未来可以进行多中心研究,以获取更具代表性的数据,并进一步探索代谢综合征对肾移植长期预后的影响。

#### 参考文献:

- [1] AZEGAMI T, KOUNOUE N, SOFUE T, et al. Efficacy of pre-emptive kidney transplantation for adults with end-stage kidney disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Ren Fail*, 2023, 45(1): 2169618. DOI: 10.1080/0886022X.2023.2169618.
- [2] STROHMAIER S, WALLISCH C, KAMMER M, et al. Survival benefit of first single-organ deceased donor kidney transplantation compared with long-term dialysis across ages in transplant-eligible patients with kidney failure[J]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(10): e2234971. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.34971.
- [3] JAHN L, RÜSTER C, SCHLOSSER M, et al. Rate, factors, and outcome of delayed graft function after kidney transplantation of deceased donors[J]. *Transplant Proc*, 2021, 53(5): 1454-1461. DOI: 10.1016/j.transproceed.2021.01.006.
- [4] KIM DW, TSAPEPAS D, KING KL, et al. Financial impact of delayed graft function in kidney transplantation[J]. *Clin Transplant*, 2020, 34(10): e14022. DOI: 10.1111/ctr.14022.
- [5] PONTICELLI C, REGGIANI F, MORONI G. Delayed graft function in kidney transplant: risk factors, consequences and prevention strategies[J]. *J Pers Med*, 2022, 12(10): 1557. DOI: 10.3390/jpm12101557.
- [6] FREITAS MHB, LIMA LC, COUCEIRO TCM, et al. Perioperative factors associated with delayed graft function in renal transplant patients[J]. *J Bras Nefrol*, 2018, 40(4): 360-365. DOI: 10.1590/2175-8239-JBN-2018-0020.
- [7] KERNIG K, ALBRECHT V, DRÄGER DL, et al. Predictors of delayed graft function in renal transplantation[J]. *Urol Int*, 2022, 106(5): 512-517. DOI: 10.1159/000520055.
- [8] YE BM, HYEON JM, KIM SJ, et al. Analysis of risk factors for delayed graft function after kidney transplantation[J]. *Transplant Proc*, 2022, 54(8): 2154-2158. DOI: 10.1016/j.transproceed.2022.07.014.
- [9] 张承启, 李易姿, 吴琪俊, 等. 膳食多样化与代谢综合征关系的研究进展[J]. *实用医学杂志*, 2022, 38(15): 1970-1974. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2022.15.022.
- [10] ZHANG CQ, LI YZ, WU QJ, et al. Research advances on the relationship between dietary diversity and metabolic syndrome[J]. *J Pract Med*, 2022, 38(15): 1970-1974. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2022.15.022.
- [11] PAMMER LM, LAMINA C, SCHULTHEISS UT, et al. Association of the metabolic syndrome with mortality and major adverse cardiac events: a large chronic kidney disease cohort[J]. *J Intern Med*, 2021, 290(6): 1219-1232. DOI: 10.1111/joim.13355.
- [12] 谷东风, 丁亚楠, 沈蓓莉, 等. 亲属活体肾移植受者术后新发代谢综合征对移植肾功能的影响[J]. *临床肾脏病杂志*, 2022, 22(1): 28-33. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.2022.01.006.
- [13] GU DF, DING YN, SHEN BL, et al. Effect of onset of metabolic syndrome on allograft function in living donor's kidney transplantation[J]. *J Clin Nephrol*, 2022, 22(1): 28-33. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.2022.01.006.
- [14] PALEPU S, PRASAD GV. New-onset diabetes mellitus after kidney transplantation: current status and future directions[J]. *World J Diabetes*, 2015, 6(3): 445-455. DOI: 10.4239/wjd.v6.i3.445.
- [15] 戴天增, 黄雪梅, 方潇, 等. 代谢综合征对移植肾功能延迟恢复及预后的影响[J]. *肾脏病与透析肾移植杂志*, 2022, 31(1): 45-51. DOI: 10.3969/j.issn.1006-298X.2022.01.008.
- [16] DAI TZ, HUANG XM, FANG X, et al. Effect of metabolic syndrome on delayed graft function and prognosis of patients with allograft renal transplantation[J]. *Chin J Nephrol Dial Transplant*, 2022, 31(1): 45-51. DOI: 10.3969/j.issn.1006-298X.2022.01.008.
- [17] NGUYEN TH, MAT DAUD ZA, ABD TALIB R, et al. Metabolic syndrome and dietary intake are associated with quality of life in kidney transplant recipients[J]. *Transplant Proc*, 2023, 55(9): 2176-2182. DOI: 10.1016/j.transproceed.2023.08.008.
- [18] National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III) final report[J]. *Circulation*, 2002, 106(25): 3143-421. DOI: 10.1161/circ.106.25.3143.
- [19] 中华医学会糖尿病学分会代谢综合征研究协作组. 中华医学会糖尿病学分会关于代谢综合征的建议[J]. *中*

- 华糖尿病杂志, 2004, 12(3): 156-161. DOI: 10.3321/j.issn:1006-6187.2004.03.002.
- Metabolic Syndrome Research Collaboration Group of the Diabetes Branch of the Chinese Medical Association. Recommendations on metabolic syndrome by the Diabetes Branch of the Chinese Medical Association[J]. Chin Diabetes, 2004, 12(3): 156-161. DOI: 10.3321/j.issn:1006-6187.2004.03.002.
- [17] BAHL D, HADDAD Z, DATOO A, et al. Delayed graft function in kidney transplantation[J]. Curr Opin Organ Transplant, 2019, 24(1): 82-86. DOI: 10.1097/MOT.0000000000000604.
- [18] 中华医学会器官移植学分会. 肾移植术后移植物功能延迟恢复诊疗技术规范(2019版)[J]. 器官移植, 2019, 10(5): 521-525. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2019.05.010.
- Branch of Organ Transplantation of Chinese Medical Association. Technical specification for the diagnosis and treatment on delayed graft function after renal transplantation (2019 edition)[J]. Organ Transplant, 2019, 10(5): 521-525. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2019.05.010.
- [19] HU XJ, ZHENG J, LI Y, et al. Prediction of kidney transplant outcome based on different DGF definitions in Chinese deceased donation[J]. BMC Nephrol, 2019, 20(1): 409. DOI: 10.1186/s12882-019-1557-x.
- [20] WAZIR S, ABBAS M, RATANASRIMETHA P, et al. Preoperative blood pressure and risk of delayed graft function in deceased donor kidney transplantation[J]. Clin Transplant, 2022, 36(9): e14776. DOI: 10.1111/ctr.14776.
- [21] SHI B, YING T, XU J, et al. Obesity is associated with delayed graft function in kidney transplant recipients: a paired kidney analysis[J]. Transpl Int, 2023, 36: 11107. DOI: 10.3389/ti.2023.11107.
- [22] DELAUTRE A, CHANTREL F, DIMITROV Y, et al. Metabolic syndrome in haemodialysis patients: prevalence, determinants and association to cardiovascular outcomes[J]. BMC Nephrol, 2020, 21(1): 343. DOI: 10.1186/s12882-020-02004-3.
- [23] LEE YH, SONG SH, SONG SH, et al. Clinical implications of changes in metabolic syndrome status after kidney transplantation: a nationwide prospective cohort study[J]. Nephrol Dial Transplant, 2023, 38(12): 2743-2753. DOI: 10.1093/ndt/gfad115.
- [24] PIOTTI G, GANDOLFINI I, PALMISANO A, et al. Metabolic risk profile in kidney transplant candidates and recipients[J]. Nephrol Dial Transplant, 2019, 34(3): 388-400. DOI: 10.1093/ndt/gfy151.
- [25] JARRAR F, TENNANKORE KK, VINSON AJ. Combined donor-recipient obesity and the risk of graft loss after kidney transplantation[J]. Transpl Int, 2022, 35: 10656. DOI: 10.3389/ti.2022.10656.
- [26] 钱才媛, 王殿珍, 梅童童, 等. BMI与肾移植术后早期恢复效果的关系[J]. 现代医药卫生, 2022, 38(5): 847-849. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2022.05.033.
- QIAN CY, WANG DZ, MEI TT, et al. The relationship between BMI and early recovery after kidney transplantation[J]. J Mod Med Health, 2022, 38(5): 847-849. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2022.05.033.
- [27] SMYRLI M, TSOUKA G, APOSTOLOU T, et al. Body mass index and kidney donor profile index as prognostic markers of the outcome of renal transplantation[J]. Transplant Proc, 2021, 53(9): 2756-2759. DOI: 10.1016/j.transproceed.2021.08.030.
- [28] 陈燕铭. 代谢性炎症反应与糖尿病的发生发展[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2023, 44(4): 544-550. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2023.0401.
- CHEN YM. Metaflammation and development of diabetes[J]. J Sun Yat-sen Univ (Med Sci), 2023, 44(4): 544-550. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2023.0401.
- [29] MOLNAR MZ, KOVESDY CP, MUCSI I, et al. Higher recipient body mass index is associated with post-transplant delayed kidney graft function[J]. Kidney Int, 2011, 80(2): 218-224. DOI: 10.1038/ki.2011.114.
- [30] SURESHKUMAR KK, CHOPRA B, JOSEPHSON MA, et al. Recipient obesity and kidney transplant outcomes: a mate-kidney analysis[J]. Am J Kidney Dis, 2021, 78(4): 501-510. DOI: 10.1053/j.ajkd.2021.02.332.
- [31] HILL CJ, COURTNEY AE, CARDWELL CR, et al. Recipient obesity and outcomes after kidney transplantation: a systematic review and meta-analysis[J]. Nephrol Dial Transplant, 2015, 30(8): 1403-1411. DOI: 10.1093/ndt/gfv214.
- [32] GRÈZE C, PEREIRA B, BOIRIE Y, et al. Impact of obesity in kidney transplantation: a prospective cohort study from French registries between 2008 and 2014[J]. Nephrol Dial Transplant, 2022, 37(3): 584-594. DOI: 10.1093/ndt/gfab277.
- [33] FELLMANN M, BALSSA L, CLÉMENT E, et al. Effects of obesity on postoperative complications and graft survival after kidney transplantation[J]. Transplant Proc, 2020, 52(10): 3153-3159. DOI: 10.1016/j.transproceed.2020.02.178.
- [34] LEE JH, MCDONALD EO, HARHAY MN. Obesity management in kidney transplant candidates: current paradigms and gaps in knowledge[J]. Adv Chronic Kidney Dis, 2021, 28(6): 528-541. DOI: 10.1053/j.ackd.2021.09.009.
- [35] SILVA BM, MACEDO FH, HAYANO EEM, et al. Relationship of hemoglobin levels with outcomes in deceased donor kidney transplant: a retrospective cohort study[J]. J Bras Nefrol, 2024, 46(2): 20230014. DOI: 10.1590/2175-8239-JBN-2023-0014en.
- [36] XUE W, WANG C, CHEN J, et al. A prediction model of delayed graft function in deceased donor for renal transplant: a multi-center study from China[J]. Ren Fail, 2021, 43(1): 520-529. DOI: 10.1080/0886022X.2021.1895838.
- [37] 刘佩佳, 方佳, 李少敏, 等. 中老年人群代谢综合征和估算肾小球滤过率快速下降相关性研究[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2022, 43(3): 488-495. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2022.0317.
- LIU PJ, FANG J, LI SM, et al. Association between metabolic syndrome and rapid decline of estimated glomerular filtration rate in middle-aged and elderly populations[J]. J Sun Yat-sen Univ (Med Sci), 2022, 43(3): 488-495. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2022.0317.
- [38] LI X, LIANG Q, ZHONG J, et al. The effect of metabolic syndrome and its individual components on renal function: a meta-analysis[J]. J Clin Med, 2023, 12(4): 1614. DOI: 10.3390/jcm12041614.

(收稿日期: 2024-02-18)

(本文编辑: 方引超 吴秋玲)