

ABO 血型不相合活体肾移植与 ABO 血型相合尸体肾移植的疗效比较

孙榕村^{1,2}, 侯一夫^{1,2}, 杨洪吉^{1,2}

1. 电子科技大学医学院, 四川 成都 610054; 2. 四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院)器官移植中心, 四川 成都 610072

【摘要】 目的 探讨 ABO 血型相合(ABOc)尸体捐献肾移植与 ABO 血型不合(ABOi)活体捐献肾移植相比移植肾功能的差异。**方法** 回顾性分析 2018 年 1 月至 2022 年 12 月四川省人民医院收治的肾移植手术患者,将活体捐献 ABOi 肾移植设定为试验组($n=40$),尸体捐献 ABOc 肾移植设为对照组($n=444$)。使用倾向评分匹配(PSM)来平衡协变量,随访时间为 1 年,比较两组受者的血清肌酐及估算肾小球滤过率(eGFR)差异、肾移植术后急性排斥(AR)的发生率、肾移植术后感染的发生率。**结果** ABOi 活体肾移植在术后血清肌酐、估算肾小球滤过率(eGFR)上与 ABOc 尸体肾移植差异无统计学意义($P>0.05$);ABOi 活体肾移植的术后急性排斥反应(AR)发生率与 ABOc 尸体肾移植差异无统计学意义($P>0.05$),但 ABOi 活体肾移植术后 BK 病毒感染发生率显著高于 ABOc 尸体肾移植($P=0.003$)。**结论** ABOi 活体肾移植与 ABOc 尸体肾移植相比,移植肾远期功能无明显差异。ABOi 活体肾移植患者受体早期出现感染风险较高,需及时干预。

【关键词】 ABO 血型不相合;活体肾移植;移植植物功能;肌酐

【中图分类号】 R692.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-6170(2025)03-0058-05

A retrospective study on the efficacy of ABO-incompatible living donor renal transplantation and ABO-compatible cadaveric donor renal transplantation SUN Rong-cun^{1,2}, HOU Yi-fu^{1,2}, YANG Hong-ji^{1,2} 1. School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China; 2. Department of Organ Transplant Center, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital(Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology of China), Chengdu 610072, China

【Corresponding author】 YANG Hong-ji

【Abstract】 Objective To investigate the difference in renal function between ABO-matched (ABOc) cadaveric donor renal transplantation and ABO-incompatible (ABOi) living donor renal transplantation. **Methods** A single-center retrospective analysis was conducted on kidney transplant patients admitted to our hospital from January 2018 to December 2022. Living donor ABO-incompatible (ABOi) kidney transplants were set as an experimental group ($n=40$). Deceased donor ABO-compatible (ABOc) kidney transplants were set as a control group ($n=444$). Propensity score matching (PSM) was used to balance covariates, with a follow-up period of one year. Differences in serum creatinine and estimated glomerular filtration rate (eGFR), incidence of acute rejection (AR) after kidney transplantation and the incidence of post-transplant infections were compared between the two groups. **Results** There were no significant differences in postoperative serum creatinine and eGFR between the two groups ($P>0.05$). There was no difference in incidence of AR between the two groups ($P>0.05$). However, the postoperative incidence of BK virus infection was significantly higher in the ABOi living donor kidney transplants than that in the ABOc deceased donor kidney transplants ($P=0.003$). **Conclusions** There is no significant difference in long-term renal function after transplantation between living donor ABOi kidney transplants and deceased donor ABOc kidney transplants. However, ABOi living donor kidney transplant patients have a higher risk of infection compared to recipients of concurrent ABOc deceased donor kidney transplants. It may require timely intervention.

【Key words】 ABO-incompatible; Living donor kidney transplantation; Graft function; Creatinine

肾移植是终末期肾病(end stage renal disease, ESRD)患者的最佳替代治疗方案^[1],但是由于器官来源的短缺,供体库的扩充已经成为一个重要的研究课题。在中国,供体器官短缺的现状十分棘手,亲属肾移植捐献作为家庭自救的方式之一,近年来已成为肾脏供体来源的重要补充^[2,3],然而供体器官的缺口仍然很大。ABO 血型不相合(ABOi)曾是

活体肾移植手术的禁忌证,但随着血浆置换、利妥昔单抗克隆抗体等预处理技术的应用,ABOi 肾移植逐渐开始发展^[4,5]。自 2006 年我国开展 ABOi 肾移植后,ABOi 肾移植的移植中心数量及病例数都在不断增加^[2],显著扩充了肾移植受体供体器官的来源。然而,ABOi 活体肾移植的疗效尚存在争议。文献回顾显示,ABOi 活体肾移植与等待 ABO 血型相合(ABOc)肾移植患者相比,存活超过 180 天的受者生存率更高^[6];但 ABOc 活体肾移植与 ABOi 活体肾移植相比具有更好的移植植物存活及远期功能^[7,8]。特别是从移植植物功能的角度分析,ABOi 活体肾移植

【基金项目】 四川省科技厅重点研发项目(编号: 2023YFH0010)

【通讯作者】 杨洪吉

与 ABOc 尸体肾移植是否存在差异,这个疑问亟需解答。本研究拟比较,如果不考虑等待公民捐献分配的时间成本,且活体移植无合适的同血型供者时,这类患者应选择何种肾移植方式。目前尚无研究探索,就 ABOi 活体肾移植与 ABOc 尸体肾移植相比结局尚不可知,仍未确定哪一方患者获益较大。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入 2018 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日在四川省人民医院进行肾移植手术的患者 484 例。纳入标准:①接受同种异体肾移植手术的首次肾移植患者;②受体年龄 18~75 岁;③非联合移植患者。排除标准:①同卵异体双胞胎肾移植手术的病例;②移植后恶性肿瘤受体患者;③肾移植术后怀孕的患者;④ ABOc 活体捐献的肾移植患者;⑤依从性差及精神障碍的患者;⑥临床基础资料收集不完整的患者;⑦研究期间随访时间 < 1 个月,未规律接受随访或失访的患者。本研究通过医院伦理委员会审查。由于本研究为回顾性研究,故免除了患者纳入研究的知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 分组 2018 年 1 月至 2022 年 12 月于四川省人民医院接受肾移植的 765 例供受者,根据纳入排除标准,排除 281 例肾移植,试验组(活体 ABOi

肾移植, $n = 40$) 及对照组(尸体 ABOc 肾移植, $n = 444$)。为匹配两组基线水平,采用倾向性匹配评分模型(PSM),按照 1:1 筛选出 40 对 ABOc 尸体肾移植作为 PSM 后研究对照组。匹配元素包括:供受体年龄、供受体身高、供受体体重、冷缺血时间(CIT)、热缺血时间(WIT)、HLA 错配点等。

1.2.2 供肾获取 ①活体供体获取:要求供者双侧肾脏 $GFR > 35$, 满足《中国活体供肾临床指南》要求。②已故供体获取采用肝肾联合获取:腹主动脉及肠系膜上静脉插管,整块切取供肝及双侧肾脏,后分离肝肾,修整供肾。

1.2.3 移植手术方案 肾移植手术采取开放性腹膜外腹直肌旁切口,一般首选右侧髂窝,髂内或髂外动脉根据实际情况选择。一般选择髂外静脉进行静脉吻合,移植肾输尿管与膀胱进行隧道法吻合,最后常规留置双 J 管 2~4 周。

1.2.4 预处理及免疫抑制方案 本中心 ABOi 肾移植受体于移植手术前 2 周采取三联免疫抑制方案+抗 B 细胞抗体(利妥昔单抗 200 mg)进行预处理,术前 1~3 日行血浆置换/血浆双重滤过,以保证肾移植手术当日血型抗体效价 $\leq 1:16$,术后 2 周 $\leq 1:16$ ^[9]。同血型受体根据受者移植前免疫风险选择不同的免疫诱导药物(图 1)。



图 1 免疫诱导及免疫抑制方案流程图 ATG: 兔抗人胸腺细胞免疫球蛋白; PE: 单膜血浆置换; DFPP: 双膜血浆置换

1.3 观察指标 ①纳入肾移植患者的一般资料:年龄、性别、身高、体重、血型、供体类型、人类白细胞抗原(HLA)匹配情况、捐献类型、原发性肾脏疾病和合并症,以上资料均来自肾脏移植科学登记系统(<https://www.csrkt.org.cn/door/index>)。②临床资料包括从移植到随访结束的时间、供受体 HLA 错配情况、有无术中 CPR、CIT 及 WIT、免疫诱导治疗方案、术后免疫抑制方案、肾移植患者术后合并症及并发症发生情况:比如急性排斥反应、供体特异性抗体(DSA)、HLA、尿液 BK 多瘤病毒(BKPyV) DNA 载量、血 CMV 病毒 DNA 载量、血及肺泡灌洗液 NGS 检测、肾移植术后 10 日、1 个月、3 个月、6 个月、12 个月前的血清肌酐肌 eGFR 水平、住院患者的其他的检验、影像结果及治疗方案及治疗结局等。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 26 统计学软件进行数据分析。对于正态分布的连续变量,两组间比较

采用独立样本 t 检验;对于非正态分布的连续变量,采用 Mann-Whitney U 检验进行比较。分类变量的比较采用卡方检验或 Fisher 精确检验。使用 PSM 来平衡协变量,通过供受体年龄、身高、体重、WIT、CIT、HLA 错配进行倾向性匹配。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较 试验组和对照组的基线资料比较见表 1。PSM 前受体年龄、供体 WIT、供体 CIT、HLA 错配、供体性别、供体年龄、供体身高差异有统计学意义($P < 0.001$);两组在受体性别、受体身高、受体体重、供体体重、原发病方面差异均无统计学意义($P > 0.05$)。PSM 后两组仅供体 CIT、配型信息 HLA 错配、供体年龄、供体身高的组间比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表 1 PSM 前后试验组及对照组基线资料比较

项目	PSM 匹配前		PSM 匹配后		
	对照组 (n=444)	试验组 (n=40)	对照组 (n=40)	试验组 (n=40)	
受体性别 [n(%)]	男	303 (68.2)	29 (72.5)	25 (62.5)	29 (72.5)
	女	141 (31.8)	11 (27.5)	15 (37.5)	11 (27.5)
受体年龄 (岁)	41.0 (34.0, 49.0)	31.5 (26.8, 48.0) **	38.5 (31.0, 43.0)	31.5 (26.8, 48.0)	
受体身高 (cm)	165 (160, 170)	166 (162, 172)	165 (7.55)	166 (9.08)	
受体体重 (kg)	60.0 (52.0, 65.0)	60.0 (53.2, 68.4)	58.3 (10.1)	60.8 (13.9)	
供体 WIT (分钟)	11.0 (5.00, 14.0)	2.00 (2.00, 3.00) **	3.00 (2.00, 3.25)	2.00 (2.00, 3.00)	
供体 CIT (分钟)	750 (420, 1200)	160 (120, 200) **	310 (150, 495)	160 (120, 200) **	
配型信息 HLA 错配	4.00 (3.00, 5.00)	3.00 (2.00, 3.00) **	3.50 (3.00, 5.00)	3.00 (2.00, 3.00) *	
供体性别 [n(%)]	男	331 (74.5)	16 (40.0) **	25 (62.5)	16 (40.0)
	女	113 (25.5)	24 (60.0) **	15 (37.5)	24 (60.0)
供体年龄 (岁)	47.0 (37.8, 54.0)	50.0 (48.0, 56.0) *	47.0 (37.8, 54.0)	50.0 (48.0, 56.0) *	
供体身高 (cm)	168 (160, 171)	159 (155, 165) **	166 (157, 170)	159 (155, 165) *	
供体体重 (kg)	62.0 (55.0, 67.0)	60.0 (56.0, 67.6)	60.0 (54.0, 70.0)	60.0 (56.0, 67.6)	
受体原发病 [n(%)]					
IgA 肾病	13 (2.93)	3 (7.50)	2 (5.00)	3 (7.50)	
多囊肾	3 (0.68)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
狼疮肾炎	4 (0.90)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
肾小球肾炎	7 (1.58)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
未明确病因	1 (0.23)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
受体 HBV	45 (10.1)	2 (5.00)	3 (7.50)	2 (5.00)	
受体 HCV	6 (1.35)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
受体心脏病	13 (2.9)	1 (2.50)	0 (0.00)	1 (2.50)	
受体糖尿病	7 (1.58)	1 (2.50)	0 (0.00)	1 (2.50)	
供体糖尿病	39 (8.78)	2 (5.00)	2 (5.00)	2 (5.00)	
供体 HBV	40 (9.01)	2 (5.00)	5 (12.5)	2 (5.00)	

* 与对照组比较, $P < 0.05$; ** 与对照组比较, $P < 0.001$; HLA: 供体特异性抗体; HBV: 乙型肝炎病毒; HCV: 丙型肝炎病毒

2.2 个体化预处理方案及血型抗体效价变化

ABOi 活体肾移植组中, ①11 例患者术前行口服免疫抑制剂+静脉利妥昔单抗预处理, 未行血浆置换治疗; ②24 例患者术前行口服免疫抑制剂+静脉利妥昔单抗预处理, 行单膜血浆置换治疗 (PE) 治疗; ③5 例患者术前行口服免疫抑制剂+静脉利妥昔单抗预处理, 行双膜血浆置换 (double filtration plasmapheresis, DFPP) 治疗。所有受者移植术后密切检测血型抗体效价, 手术当日效价均 $\leq 1:16$, 所有患者术后 2 周内血型抗体效价均不超过 $1:32$ 。

2.3 两组移植肾功能的比较 两组受者 PSM 前肾移植术后 10 日、1 月、3 月、6 月、1 年血清肌酐和 eGFR 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。将其进行广义估计方程式计算并绘制出小提琴图, 以反映患者在不同时间点血肌酐和肾小球滤过率 (eGFR) 的变化。见图 2。

通过供受体年龄、身高、体重、WIT、CIT、HLA 错配进行倾向性匹配后, 再次计算并绘制出小提琴

图, 见图 3。倾向性匹配后两组受者移植术后 10 日、1 月、3 月、6 月、1 年血清肌酐、eGFR 比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.4 两组肾移植移植术后感染及排斥发生率比较 PSM 前后, 试验组 BK 感染率高于对照组 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 PSM 前后肾移植患者术后出现急性排斥反应与感染情况比较 [n(%)]

急排及感染情况	PSM 匹配前		PSM 匹配后	
	对照组	试验组	对照组	试验组
AR	13 (2.93)	0 (0)	0 (0.00)	0 (0)
BK	5 (1.13)	3 (7.5) *	0 (0.00)	3 (7.5) *
PJP	23 (5.18)	4 (10)	2 (5.00)	4 (10.00)
CMV	5 (1.13)	1 (2.5)	0 (0.00)	1 (2.5)
新冠	9 (2.03)	1 (2.5)	0 (0.00)	1 (2.5)

* 与对照组比较, $P < 0.05$; AR: 急性排斥反应; BK: BK 多瘤病毒; PJP: 卡氏肺孢子虫; CMV: 巨细胞病毒

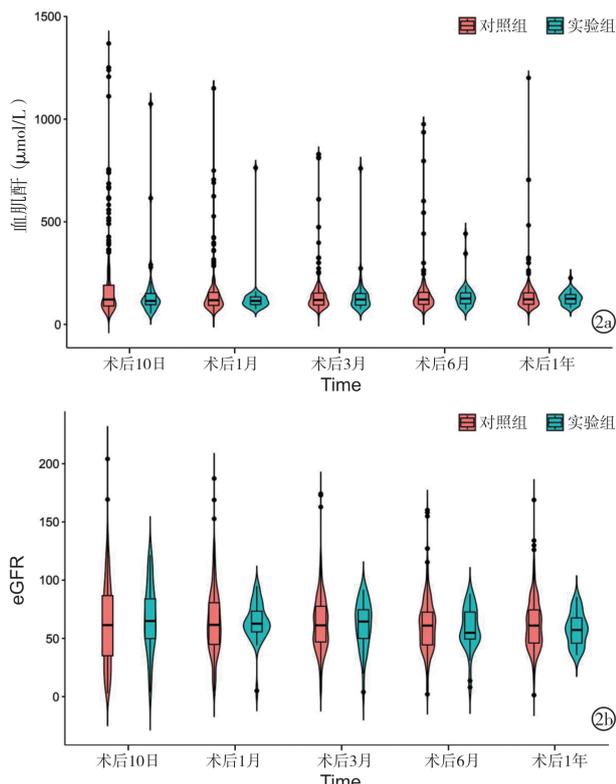


图2 PSM 前患者术后远期肾功能评价小提琴图 a: 术后血清肌酐值的临床变量模型; b: 术后 eGFR 的临床变量模型

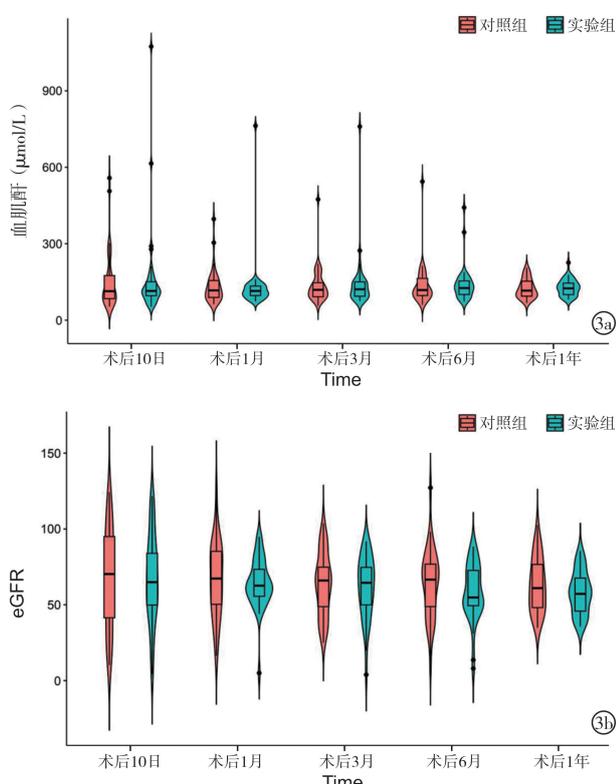


图3 PSM 后患者术后远期肾功能评价小提琴图 a: 术后血清肌酐值的临床变量模型; b: 术后 eGFR 的临床变量模型

3 讨论

器官来源的短缺、供体库的不足一直都是重要的研究课题,随着近年来血浆置换、利妥昔单抗抗体等预处理技术的应用,曾经 ABO 血型不相合这

一禁忌证被打破, ABOi 肾移植扩充了肾移植供体库。

2019 年一项荟萃分析, ABOi 肾移植较 ABOc 肾移植术后 3 年内移植物丢失和受者死亡率更高, 但 5 年后两者相似^[10]。而日本的一项研究表示 ABOi 肾移植与 ABOc 肾移植相比, 9 年移植物存活情况结果无明显差异^[8]。近期研究显示, ABOi 肾移植较 ABOc 肾移植急性排斥反应与生存率方面无明显差异^[11]。国内相应研究显示, ABOi 肾移植效果较好^[6, 12]。然而随着 ABOi 活体肾移植的发展, 现就 ABOi 活体肾移植与 ABOc 尸体肾移植术后移植肾功能的对照研究相对较少。本研究旨在探讨肾移植患者接受 ABOi 活体肾移植和 ABOc 尸体肾移植的远期术后肾功能表现。国内一项多中心研究也表明, ABOi 肾移植较 ABOc 肾移植术后受者存活率及移植肾存活率无明显差异^[13]。本研究试验组 40 例跨血型活体肾移植患者除 2 例患者因非移植相关因素死亡(1 例因曲霉菌感染死亡, 1 例因新冠病毒肺炎死亡), 其余移植肾及受者均存活, 与同期 ABO 血型相合尸体捐献肾移植患者预后相当。PMS 后比较肾移植受体术后不同时间段的血清肌酐、eGFR, 结果均无显著差异($P>0.05$), 表明 ABOi 活体肾移植与 ABOc 尸体肾移植同 ABOi 肾移植与 ABOc 肾移植相同, 移植肾的远期功能无明显差异。

ABOi 肾移植术前需进行预处理, 且不同国家及中心 ABOi 肾移植预处理方案有所差别。随着 ABO 不合肾移植技术的逐步成熟, 预处理方案逐渐包括 ABO 血型抗体清除、利妥昔单抗、IVIg、免疫诱导等方法, 或它们的组合^[14, 15]。尽管各个移植中心的预处理方案可能略有不同, 但 ABO 血型抗体的清除始终是关键环节。去除血浆 ABO 抗体的方法有多种, 美国主要采用多次 PE 或 PE 联合静脉注射免疫球蛋白的方法^[7]; 日本以 DFPP 去除血浆中的抗体^[16]; 西欧主要采用血型抗体免疫吸附柱(IA) 吸附去除 ABO 血型抗体^[17], 现研究未明确三者差异^[18]。我中心主要采用 PE 及 DFPP 进行血浆处理, 因 IA 费用昂贵, 遂使用受体较少, 本次研究 40 例患者均在术前预处理进行血浆处理, 其中 24 例进行 PE, 4 例进行 DFPP, 1 例进行 DFPP+IA, 11 例未进行血浆处理。有研究表明 ABOi 肾移植较 ABOc 肾移植相比, 术后 1 年患者生存率较低, 主要因感染相关, 其次急性排斥反应也更为常见, 主要为抗体介导的排斥反应^[9]。术后感染可能与预处理利妥昔单抗的使用相关。近期也有研究表示, 使用更低剂量的利妥昔单抗肾移植术后效果良好, 但目前无统一的具体剂量^[19]。我中心 40 例 ABOi 活体肾移

植患者术前预处理均使用利妥昔单抗,未见术后患者出现血型抗体反弹,亦未见超急性排斥反应。PMS 后 ABOi 活体肾移植与 ABOc 尸体肾移植相比排斥反应发生率无明显差异($P>0.05$),考虑 ABOi 活体肾移植与 ABOc 尸体肾移植相比排斥反应发生率相当。本结果与阿根廷一项研究一致,考虑排斥反应发生似乎与 ABOi 无关^[20]。本研究 ABOi 活体肾移植患者中 3 例出现 BK 病毒感染、4 例卡氏肺孢子虫感染、1 例 CMV 病毒感染、1 例新冠病毒感染后死亡、1 例曲霉菌肺部感染后死亡。BK 病毒感染发生率较 ABOc 尸体肾移植显著升高($P=0.003$),与既往文献报道 ABOi 肾移植术后 1 年感染发生率较高相一致^[21]。但本研究随访时间短,未评估其长期预后,纳入样本量较小,还需要扩大样本量,延长研究随访时间,进一步验证本研究结果。

综上,ABOi 活体肾移植与 ABOc 尸体肾移植相比,受者远期移植肾功能无明显差异。ABOi 活体肾移植并不会影响移植术后急性排斥的发生。ABOi 活体肾移植患者与同期 ABOc 尸体肾移植患者 BK 病毒感染风险存在差异,ABOi 活体肾移植患者受体出现感染风险较高,需及时干预。若存在等待肾移植患者,在无血型相合亲属捐献的情况下,选择 ABOc 尸体肾移植与 ABOi 活体肾移植在移植肾远期功能上无显著差异,ABOc 公民捐献肾移植相较 ABOi 亲属捐献肾移植时间及经济成本更高,但短期移植受体出现感染风险更低。

【参考文献】

- [1] Wolfe RA. Comparison of mortality in all patients on dialysis, patients on dialysis awaiting transplantation, and recipients of a first cadaveric transplant (see comments) [J]. *The New England Journal of Medicine*, 1999, 341(23): 1725-1730.
- [2] 王毅, 罗志刚, 桂培根, 等. 供、受者 ABO 血型不相容保留受者脾脏的亲属活体供肾移植一例 [J]. *中华器官移植杂志*, 2007, 28(11): 694-695.
- [3] Mohammad M. Immunological biomarkers of tolerance in human kidney transplantation: An updated literature review [J]. *Journal of Cellular Physiology*, 2019, 234(5 Pt1): 5762-5774.
- [4] Alexandre GP. Present experiences in a series of 26 ABO-incompatible living donor renal allografts [J]. *Transplantation Proceedings*, 1987, 19(6): 4538-4542.
- [5] Sonnenday Christopher J. Plasmapheresis, CMV hyperimmune globulin, and anti-CD20 allow ABO-incompatible renal transplantation without splenectomy [J]. *American Journal of Transplantation*, 2004, 4(8): 1315-1322.
- [6] Massie Allan B. Impact of ABO-Incompatible Living Donor Kidney Transplantation on Patient Survival [J]. *American Journal of Kidney Diseases*, 2020, 76(5): 616-623.
- [7] Montgomery JR. Outcomes of ABO-incompatible kidney transplantation in the United States [J]. *Transplantation*, 2012, 93(6): 603-609.
- [8] Okumi M. ABO-Incompatible Living Kidney Transplants: Evolution of Outcomes and Immunosuppressive Management [J]. *American Journal of Transplantation*, 2016, 16(3): 886-896.
- [9] De Weerd Annelies E. ABO-Incompatible Kidney Transplant Outcomes: A Meta-Analysis [J]. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 2018, 13(8): 1234-1243.
- [10] Scurt Florian G. Clinical outcomes after ABO-incompatible renal transplantation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet (London, England)*, 2019, 393(10185): 2059-2072.
- [11] Maritati F. Current Perspectives in ABO-Incompatible Kidney Transplant [J]. *Journal of Inflammation Research*, 2022, 15: 3095-3103.
- [12] 王毅, 石炳毅. ABO 血型不相容亲属活体肾移植临床诊疗指南 (2017 版) [J]. *中华移植杂志(电子版)*, 2017, 11(4): 193-200.
- [13] 蒋鸿涛, 李涛, 任坤, 等. ABO 血型不相容亲属活体肾移植的多中心研究 [J]. *中华器官移植杂志*, 2020, 41(5): 259-264.
- [14] Tyden G. ABO incompatible kidney transplantations without splenectomy, using antigen-specific immunoabsorption and rituximab [J]. *American Journal of Transplantation*, 2005, 5(1): 145-148.
- [15] Montgomery RA. ABO incompatible renal transplantation: a paradigm ready for broad implementation [J]. *Transplantation: Official Journal of the Transplantation Society*, 2009, 87(8): 1246-1255.
- [16] Tanabe K. Japanese experience of ABO-incompatible living kidney transplantation [J]. *Transplantation*, 2007, 84(12 Suppl): S4-7.
- [17] Genberg H. Isoagglutinin adsorption in ABO-incompatible transplantation [J]. *Transfusion and Apheresis Science*, 2010, 43(2): 231-235.
- [18] Lo Phillip. Preconditioning Therapy in ABO-Incompatible Living Kidney Transplantation: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *Transplantation*, 2016, 100(4): 933-942.
- [19] Sasaki H. Long-Term Outcome of ABO-Incompatible Kidney Transplantation in Patients Treated With Low-Dose Rituximab Regimen [J]. *Transplantation Proceedings*, 2021, 53(3): 989-994.
- [20] Borgogno P. ABO incompatible living donor kidney transplantation in a center in Córdoba, Argentina [J]. *Medicina*, 2021, 81(6): 986-995.
- [21] Hirzel C. Infection Risk in the First Year After ABO-incompatible Kidney Transplantation: A Nationwide Prospective Cohort Study [J]. *Transplantation*, 2022, 106(9): 1875-1883.

(收稿日期:2024-05-04;修回日期:2024-08-10)

(本文编辑:林 贇)