

ABO血型不相容亲属活体肾移植23例报告

史晓峰 窦古枫 杜青 郭丽平 王振 赵杰 冯钢 莫春柏

【摘要】 目的 探讨ABO血型不相容(ABOi)亲属活体肾移植的临床疗效和安全性。方法 回顾性分析23例ABOi亲属活体肾移植受者的临床资料。术前根据受者的初始血型抗体滴度,采取不同的个体化预处理方案,包括口服免疫抑制药+利妥昔单抗,或口服免疫抑制药+血浆置换和(或)血浆双重滤过+利妥昔单抗等,监测预处理前、后,肾移植术前及术后的血型抗体滴度和围手术期移植肾功能、相关并发症。并随访移植肾功能及相关并发症。**结果** 23例ABOi亲属活体肾移植受者中,除1例术中出现超急性排斥反应,其余22例血清肌酐水平恢复良好。围手术期并发症包括4例淋巴瘘、1例尿瘘、1例肾周血肿合并T细胞介导的排斥反应、6例泌尿系统感染、1例急性肾小管坏死、1例急性胰腺炎、1例血型抗体反弹、1例原发病复发,经治疗均痊愈。截止至随访日,22例受者的移植物和受者存活率均为100%,移植肾功能良好。随访期间血型抗体滴度均 $\leq 1:8$ 。随访期并发症包括2例严重肺部感染、1例抗体介导的排斥反应、2例原发病复发、1例淋巴囊肿、1例泌尿系统感染、1例带状疱疹、1例BK病毒尿症和2例血糖异常。**结论** 根据不同血型抗体水平选择个体化预处理方案,可以安全地实施ABOi亲属活体肾移植。但大剂量使用利妥昔单抗,或在高致敏受者中联合使用兔抗人胸腺细胞免疫球蛋白诱导,均可能出现严重的感染并发症。

【关键词】 肾移植; ABO血型不相容; 活体供者; 血型抗体; 血浆置换; 利妥昔单抗; 兔抗人胸腺细胞免疫球蛋白; 超急性排斥反应

【中图分类号】 R617, R392.4 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445(2023)06-0009-07

ABO-incompatible living-related kidney transplantation: report of 23 cases Shi Xiaofeng, Dou Gufeng, Du Qing, Guo Liping, Wang Zhen, Zhao Jie, Feng Gang, Mo Chunbai. Department of Kidney Transplantation, Tianjin First Central Hospital, Tianjin 300192, China

Corresponding author: Mo Chunbai, Email: mochunbaitj@126.com

【Abstract】 Objective To evaluate clinical efficacy and safety of ABO-incompatible (ABOi) living-related kidney transplantation. **Methods** Clinical data of 23 recipients undergoing ABOi living-related kidney transplantation were retrospectively analyzed. According to the initial blood group antibody titers in the recipients before surgery, different individualized pretreatment regimens were adopted, including oral intake of immunosuppressive drugs plus rituximab, or oral intake of immunosuppressive drugs plus plasma exchange and/or double filtration plasmapheresis plus rituximab. The blood group antibody titers before and after pretreatment, before and after kidney transplantation, and perioperative renal function and related complications were monitored. Renal allograft function and related complications were observed during postoperative follow-up. **Results** Among 23 recipients undergoing ABOi living-related kidney transplantation, except for one case presenting with hyperacute rejection during operation, the serum creatinine levels of the remaining 22

DOI: [10.3969/j.issn.1674-7445.2023141](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7445.2023141)

基金项目: 天津市卫生健康委员会科技项目(KJ20128)

作者单位: 300192 天津, 天津市第一中心医院肾移植科

作者简介: 史晓峰(ORCID: 0000-0003-4052-4223), 博士研究生, 主治医师, 研究方向为腹部脏器移植, Email: sxf13441@163.com

通信作者: 莫春柏(ORCID: 0000-0002-4226-9636), 副主任医师, 研究方向为肾移植、胰肾联合移植, Email: mochunbaitj@126.com

recipients were restored normal. Perioperative complications included lymphatic fistula in 4 cases, 1 case of urinary fistula, 1 case of perirenal hematoma complicated with T cell-mediated rejection, 6 cases of urinary system infection, 1 case of acute tubular necrosis, 1 case of acute pancreatitis, 1 case of blood group antibody titer rebound, and 1 case of primary disease recurrence, and all of these complications were cured after corresponding treatment. During postoperative follow-up, the graft and recipient survival rates of 22 recipients were 100%, and renal allograft function was normal. The blood group antibody titer were all $\leq 1:8$ during follow-up. Complications during follow-up included 2 cases of severe lung infection, 1 case of antibody-mediated rejection, 2 cases of primary disease recurrence, 1 case of lymphocyst, 1 case of urinary system infection, 1 case of herpes zoster, 1 case of BK viruria and 2 cases of abnormal blood glucose levels.

Conclusions ABOi living-related kidney transplantation may be safely performed by selecting individualized pretreatment regimens according to antibody titers by different blood groups. However, high-dose rituximab or combined use of rabbit anti-human thymocyte immunoglobulin may cause severe infectious complications in highly sensitized recipients.

【Key words】 Kidney transplantation; ABO incompatibility; Living donor; Blood group antibody; Plasma exchange; Rituximab; Rabbit anti-human thymocyte immunoglobulin; Hyperacute rejection

随着肾移植的快速发展,目前肾移植已成为尿毒症的首选治疗手段。为了缓解供者短缺,ABO 血型不相容 (ABO-incompatible, ABOi) 亲属活体肾移植经历了艰难的发展历程,逐渐成为供者短缺的补充。据统计,潜在亲属活体肾移植中,约 30% 存在供者与受者 ABOi^[1]。目前全球范围内的血型抗体清除策略不尽相同,发展不均衡^[2]。日本 ABOi 肾移植数量约占 30%^[3],其余国家相差甚远。限制该技术广泛应用的原因是 ABOi 亲属活体肾移植的近、远期预后差异较大。近期并发症是各个移植中心需要面临和解决的主要问题。不同的 ABOi 肾移植血型抗体清除预处理方式,可能是导致并发症增多的主要原因之一。

本文对天津市第一中心医院 2015 年 7 月至 2022 年 9 月的 23 例 ABOi 亲属活体肾移植的经验总结如下。本研究根据受者不同初始血型抗体滴度,采用个体化预处理方案,减少术后并发症,以期为开展 ABOi 肾移植提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析我院 2015 年 7 月至 2022 年 9 月的 23 例 ABOi 亲属活体肾移植供、受者的临床资料。23 例供者中男 8 例,女 15 例,年龄 (51±6) 岁,体质指数 (24.6±2.5) kg/m²。供受者关系:父子 5 例、母子 9 例、父女 1 例、母女 3 例、兄妹 2 例、夫妻 3 例。23 例受者中男 17 例,女 6 例,年龄 (32±10) 岁,体质指数 (23.0±3.9) kg/m²,原发病包括慢性肾小球肾炎 17 例、IgA 肾病 3 例、多囊肾 1 例、多发结石 1 例和膜性肾病 1 例。

人类白细胞抗原 (human leukocyte antigen, HLA) 错配分别为 0 点错配 1 例、1 点错配 2 例、2 点错配 7 例、3 点错配 9 例、4 点错配 4 例。血型供给分别为 A 型供给 O 型 6 例、B 型供给 O 型 9 例、AB 型供给 A 型 1 例、AB 型供给 B 型 2 例、B 型供给 A 型 3 例、A 型供给 B 型 1 例、AB 型供给 O 型 1 例。供者均为受者的直系亲属或配偶,所有供者系自愿、无偿捐献其单侧肾脏,并经天津市第一中心医院伦理委员会和天津市卫生和计划生育委员会批准。本研究获天津市第一中心医院伦理委员会批准 (批准号:2020N150KY)。

1.2 手术方式

供肾的获取均采用经后腹腔的腹腔镜供肾切除术。所有供者术后均顺利恢复,血清肌酐水平稳定。所有供肾均移植于受者的髂窝,供肾静脉均与受者的髂外静脉端侧吻合,供肾动脉均与受者的髂外动脉端侧吻合。

1.3 免疫抑制方案及预处理

1.3.1 免疫抑制药的使用 患者入院后即开始给予口服三联免疫抑制方案他克莫司+吗替麦考酚酯+泼尼松。他克莫司起始剂量为 0.1 mg/(kg·d),吗替麦考酚酯起始剂量为 1 000~1 500 mg/d,泼尼松起始剂量为 10~20 mg/d。之后根据他克莫司的血药浓度调整用量,浓度维持在 6~8 ng/mL。吗替麦考酚酯的剂量可根据其对血常规的影响予以调整。

1.3.2 红细胞抗体处理方案 按照受者初始血型抗体滴度选择不同预处理方案。所有 ABOi 亲属活体肾移植受者均在术前 2 周左右给予利妥昔单抗,用量在 200~500 mg 之间,以 T 细胞亚群中 B 细胞比

例<1%为宜。初始血型抗体滴度 $\leq 1:4$ 的受者仅给予利妥昔单抗；初始血型抗体滴度 $\geq 1:8$ 的受者，另外酌情给予不同次数的血浆置换和（或）血浆双重滤过清除已有的血型抗体。血型抗体滴度降至 $\leq 1:8$ ，实施 ABOi 亲属活体肾移植手术。

1.3.3 免疫诱导方案及维持方案 22例患者应用巴利昔单抗诱导治疗，1例患者因术前存在群体反应抗体弱阳性，属于高危受者，应用兔抗人胸腺细胞免疫球蛋白诱导。所有受者术中均给予甲泼尼龙 500 mg 静脉注射，术后 1~3 日给予 500 mg/d 甲泼尼龙静脉滴注。随后泼尼松从 0.5 mg/(kg·d)，隔日减 5 mg 至 20 mg，维持至术后 1 个月再酌情减量。他克莫司血药浓度维持在 6~8 ng/mL，吗替麦考酚酯的剂量根据对血常规的影响及相关不良反应予以调整。

1.4 术后监测及随访

术后常规监测受者的血压、体温、脉搏、血氧饱和度，密切观察中心静脉压、尿量及引流量和引流液颜色；根据血容量调整补液量，保证移植肾的良好灌注。常规监测血常规、血生化、凝血功能、血型抗体滴度以及他克莫司血药浓度；定期做彩色多普勒超声了解移植肾血流和肾周血肿或积液情况。根据监测结果针对性调整治疗方案，酌情给予抗凝治疗。患者出院后，加入我院门诊随访系统，按照随访问隔要求定期随访，随访时间截止至 2022 年 12 月 9 日。若出现相关并发症酌情门诊或住院治疗。必要时行超声引导下经皮移植肾穿刺活组织检查（活检），根据诊断予以治疗。

1.5 研究内容

观察受者术后移植肾功能恢复情况和血型抗体滴度变化，总结围手术期和远期并发症发生情况。

2 结果

2.1 移植肾功能及血型抗体滴度情况

由于超急性排斥反应导致移植肾丢失 1 例，移植肾存活率为 96% (22/23)，受者存活率为 100%。22 例受者术后随访时间为 24.5 (5.1, 44.5) 个月。22 例受者移植术后 1 周、1 个月、3 个月时的血清肌酐分别为 (125±48) $\mu\text{mol/L}$ 、(113±31) $\mu\text{mol/L}$ 、(116±29) $\mu\text{mol/L}$ ，末次随访血清肌酐为 (126±37) $\mu\text{mol/L}$ 。

例 9 受者在术后 9 d 血清肌酐升高，由术后最低 82 $\mu\text{mol/L}$ 升至 196 $\mu\text{mol/L}$ ，尿量减少，临床诊断为

急性排斥反应，给予兔抗人胸腺细胞免疫球蛋白 50 mg+甲泼尼龙 160 mg 冲击治疗 5 d 后，急性排斥反应得到缓解。例 10 受者在术后 4 d 血清肌酐升高，由术后最低 161 $\mu\text{mol/L}$ 升至 275 $\mu\text{mol/L}$ ，考虑存在急性肾小管坏死 (acute tubular necrosis, ATN)，给予保守治疗后快速恢复。例 15 受者在术中出现超急性排斥反应，切除移植肾，病理结果示肾小球广泛充血、出血，伴淋巴细胞、中性粒细胞浸润，间质出血、充血伴急性慢性炎症，符合超急性排斥反应，遂恢复血液透析。例 21 受者在术后 7 d 出现血型抗体反弹，抗 B IgM 升至 1:64，给予血浆置换和双重滤过 7 次，抗 B IgM 降至 1:8，血清肌酐稳定。例 22 受者在术后 7 d 出现大量尿蛋白，随机尿蛋白/肌酐达 607 mg/mmol，考虑原发病复发，给予 4 次血浆置换，降至 65 mg/mmol，血清肌酐正常出院。其余受者移植肾功能均顺利恢复，血型抗体滴度至术后 2 周均 $\leq 1:4$ ，病情平稳出院。23 例 ABOi 亲属活体肾移植受者术前预处理方案及血型抗体滴度变化情况见表 1。

2.2 围手术期及随访期并发症

1 例受者在术中出现超急性排斥反应，恢复血液透析；4 例受者术后出现淋巴瘘，保守治疗后痊愈；1 例受者术后出现尿瘘，再次手术行移植肾输尿管-膀胱再吻合术后痊愈；1 例因凝血障碍导致肾周血肿，并发生 T 细胞介导的排斥反应，给予小剂量兔抗人胸腺细胞免疫球蛋白冲击治疗后逆转；6 例出现泌尿系统感染，抗感染治疗后痊愈；1 例术后出现 ATN，短时间内恢复；1 例出现急性胰腺炎，保守治疗后痊愈；1 例血型抗体反弹和 1 例原发病复发经治疗后均好转。

22 例 ABOi 亲属活体肾移植受者随访期间移植肾和受者存活率均为 100%，移植肾功能良好。随访期间血型抗体滴度均 $\leq 1:8$ 。有 2 例受者在术后 2 个月时出现严重肺部感染，抗感染治疗均痊愈；1 例受者在术后 10 个月出现抗体介导的排斥反应，给予抗胸腺细胞球蛋白冲击治疗后逆转；2 例受者在术后约 2.5 年出现原发病复发，移植肾功能平稳。1 例淋巴囊肿压迫输尿管，予以穿刺引流后缓解；泌尿系统感染、带状疱疹和 BK 病毒尿症各 1 例，经治疗痊愈；2 例血糖异常增高，将他克莫司更换为环孢素后缓解。

表 1 23 例 ABOi 亲属活体肾移植受者术前预处理方案及抗体滴度变化

Table 1 Preoperative treatment protocols and antibody titres changes in 23 cases of ABOi living-related kidney transplant recipients

例序	抗体类型	术前预处理方案					初始抗体滴度		手术当日抗体滴度		术后1周抗体滴度		术后2周抗体滴度	
		免疫抑制药使用时间	利妥昔单抗	双重滤过 (次)	血浆置换 (次)	IgG	IgM	IgG	IgM	IgG	IgM	IgG	IgM	
1	抗B	术前2周	术前7、3 d 各100 mg	0	0	0	1:2	0	1:1	0	0	0	0	
2	抗A	术前2周	术前1个月 100 mg	1	1	0	1:16	0	1:8	0	1:1	0	1:1	
3	抗A	术前2周	术前14 d 100 mg	0	0	0	1:2	0	1:2	0	1:1	0	1:1	
4	抗A	术前2周	术前17 d 200 mg	1	1	0	1:16	0	1:4	0	1:4	0	1:1	
5	抗B	术前2周	术前13、1 d 各200 mg	0	0	0	1:4	0	1:4	0	0	0	0	
6	抗B	术前9 d	术前5 d 500 mg	1	1	0	1:16	0	1:1	0	0	0	1:1	
7	抗B	术前16 d	术前12、6 d 各200 mg	2	1	0	1:8	0	1:2	0	0	0	1:1	
8	抗A	术前16 d	术前14 d 200 mg	2	1	1:8	1:32	0	1:2	0	1:1	0	1:2	
9	抗B	术前12 d	术前11 d 100 mg	0	0	0	1:4	0	1:4	0	0	0	0	
10	抗B	术前26 d	术前19 d 200 mg	2	3	1:32	1:16	0	0	1:2	1:1	0	1:1	
11	抗A	术前12 d	术前10 d 200 mg	1	1	1:4	1:8	0	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2	
12	抗B	术前19 d	术前7 d 200 mg	2	1	1:16	1:8	1:4	1:4	0	1:1	0	1:1	
13	抗A	术前15 d	术前14 d 200 mg	1	1	1:4	1:16	0	1:4	0	1:1	0	1:1	
14	抗A	术前23 d	术前10、1 d 分别 200、100 mg	1	2	1:32	1:64	1:2	1:4	1:4	1:4	1:4	1:4	
15	抗A 抗B	术前37 d	术前41、1 d 分别 200、100 mg	10	0	1:32 1:16	1:64 1:16	1:8 1:2	1:8 1:2	— ^①	—	—	—	
16	抗B	术前18 d	术前18、4 d 分别 200、100 mg	3	0	1:2	1:8	0	1:2	0	1:1	0	1:1	
17	抗B	术前22 d	术前22、1 d 分别 200、100 mg	4	1	1:4	1:8	0	1:1	0	1:1	0	1:1	
18	抗B	术前12 d	术前2 d 200 mg	2	0	1:2	1:8	0	1:2	0	1:1	0	1:1	
19	抗A	术前54 d	术前54 d 200 mg	10	4	1:4	1:64	0	1:4	0	1:1	0	1:1	
20	抗A	术前48 d	术前50 d 200 mg	8	8	1:64	1:128	0	1:4	1:4	1:4	1:4	1:4	
21	抗B	术前20 d	术前20 d 200 mg	5	2	0	1:128	0	1:4	0	1:64	0	1:8	
22	抗B	术前9 d	术前9 d 200 mg	1	0	1:8	1:8	1:2	1:2	0	0	0	0	
23	抗B	术前14 d	术前14、1 d 分别 200、100 mg	1	0	1:8	1:8	0	1:2	0	1:1	0	1:1	

注：①—为无数据。

3 讨论

ABOi 过去被认为是肾移植的禁忌, 是因为肾脏的血管内皮细胞表面也分布着 ABO 血型抗原, 易发生超急性排斥反应导致移植肾丢失, 但研究发现在红细胞上表达的 ABO 血型抗原与在肾脏上表达的 ABO 血型抗原并不相同^[4], 移植肾功能稳定后, 抗血型抗体对移植肾内皮细胞血型抗原反应较低^[5], 且长期观察组织学显示移植肾慢性间质和小管萎缩变化增加, 但无活动性病变^[6]。尤其是血型抗体的基线水平并不影响 ABOi 肾移植受者的预后^[7]。

2019 年《Lancet》杂志刊登了一篇系统综述和荟萃分析, 与 ABO 血型相容 (ABO-compatible, ABOc) 肾移植相比, ABOi 肾移植术后 3 年内移植物丢失率和受者病死率更高, 5 年后则相似^[8]。而德国弗莱堡大学的单中心回顾性研究显示 ABOi 肾移植受者和移植物 10 年的中位估计生存率分别为 99% 和 94%, 分别超过 ABOc 肾移植受者和移植物的 80% 和 88%^[9]。日本东京女子医院的研究结果显示 ABOi 肾移植和 ABOc 肾移植受者在 9 年移植存活率方面的结果几乎相同, 分别为 86.9% 和 92.0%^[10]。最新的研究显示 ABOi 肾移植和 ABOc 肾移植在移植失败、活检证明的急性排斥反应和生存率方面差异无统计学意义^[11]。国内的对照研究较少, 近期报道的一项单中心临床研究显示 ABOi 肾移植效果良好^[12]。ABOi 肾移植的临床应用范围越来越广泛, 不仅在儿童 ABOi 肾移植中获得较好的效果^[13], 还可应用于 ABOi 合并 HLA 抗体阳性的患者和二次肾移植的患者^[14-15], 特别是可以降低移植肾功能恢复缓慢的发生率^[16]。

一项 meta 分析发现 ABOi 肾移植受者 1 年生存率较低, 死亡原因中 49% 是感染; 经活检证实的急性排斥反应在 ABOi 肾移植受者中更为常见, 特别是抗体介导的排斥反应; 严重的非病毒感染、巨细胞病毒血症、BK 病毒血症受者中亦多见; 出血的发生率几乎是 ABOc 肾移植受者的两倍^[17]。为了避免血浆置换带来的不良反应和血浆短缺, 有学者尝试对滴度 $\leq 1:64$ 的患者使用免血浆置换的方案, 但增加了急性抗体介导的排斥反应的风险^[18], 况且使用供者血型血浆置换的效果并不逊于使用 AB 型血浆^[19]。为了避免利妥昔单抗引起的感染增加, 有研究使用免利妥昔单抗方案, 急性抗体介导的排斥反应发生率和抗体滴度明显增高^[20]。而使用低剂量的利妥昔单抗则效果良

好^[21], 但具体剂量尚不统一。

我国自 2006 年 12 月开始开展 ABOi 亲属活体肾移植^[22]。2020 年蒋鸿涛等^[23]总结了全国 19 家移植中心的 ABOi 亲属活体肾移植的临床效果, 认为目前 ABOi 亲属活体肾移植技术成熟、安全有效, 各移植中心可根据需要开展。我院 23 例 ABOi 亲属活体肾移植受者的围手术期并发症中, 淋巴瘘发生率明显增加, 这一发现与以往报道相同^[24], 可能是霉酚酸酯影响了淋巴细胞的发育^[25]。泌尿系统感染发生率也明显增加, 与较大样本的 ABOi 亲属活体肾移植报道的尿路感染发生率类似^[26], 考虑系预处理方案导致的免疫力低下所致, 也与我院未常规使用免疫球蛋白相关^[27]。肾周血肿则与凝血功能低下相关^[28]。血浆置换或双重滤过都会导致凝血因子丢失而增加出血的风险, 而后者更为明显^[29], 因此在允许的情况下, 我院在术前 1 d 行血浆置换或补充纤维蛋白原来减少出血并发症的发生。尽管日本可以接受 1:16 或 1:32 的血型抗体滴度水平, 但在英国和瑞典更愿意接受较低的抗体滴度^[30], 而且发现无利妥昔单抗预处理的病例出现血型抗体反弹增加^[31], 为了预防排斥反应和血型抗体反弹, 笔者所在中心所有病例均使用利妥昔单抗, 以抗体滴度 $\leq 1:8$ 为手术标准, 仅 1 例出现血型抗体反弹。1 例出现超急性排斥反应, 原因可能与霉酚酸酯用量不足相关。另外有 1 例出现急性排斥反应, 排斥反应发生率似乎与 ABOi 无关^[32], 但也有报道认为 ABOi 肾移植较 ABOc 肾移植排斥反应的发生率更高^[33]。

22 例成功的 ABOi 亲属活体肾移植随访期间, 受者和移植物存活率均为 100%, 移植肾功能良好。随访期间血型抗体滴度均无反弹。2 例严重肺部感染病例, 考虑 1 例应用利妥昔单抗剂量较大, 1 例因存在供者特异性抗体应用了免抗人胸腺细胞免疫球蛋白诱导, 免疫过度可能是严重肺部感染的主要因素。除 1 例患者在术后 5 年时出现带状疱疹, 其余受者均无巨细胞病毒感染发生。相似报道为移植术后第 1 年的感染发生率较高, 但与 ABOc 肾移植相比差异无统计学意义^[34]。虽然目前耶氏肺孢子菌肺炎和巨细胞病毒肺炎仍是巨大的威胁^[35], 但我院并没有此类病例, 得益于我们常规给予预防性药物。

综上所述, 根据血型抗体滴度水平选择合适的预处理方案, 可以安全地实施 ABOi 亲属活体肾移植。ABOi 亲属活体肾移植可以作为亲属活体供肾来源的

补充, 缓解供肾来源紧缺。但为降低血型抗体滴度而使用偏大剂量的利妥昔单抗, 或高致敏受者联合使用兔抗人胸腺细胞免疫球蛋白诱导, 均可能出现严重的感染并发症。

参考文献:

- [1] ROODNAT JI, KAL-VAN GESTEL JA, ZUIDEMA W, et al. Successful expansion of the living donor pool by alternative living donation programs[J]. *Am J Transplant*, 2009, 9(9): 2150-2156. DOI: [10.1111/j.1600-6143.2009.02745.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2009.02745.x).
- [2] KOO TY, YANG J. Current progress in ABO-incompatible kidney transplantation[J]. *Kidney Res Clin Pract*, 2015, 34(3): 170-179. DOI: [10.1016/j.krcp.2015.08.005](https://doi.org/10.1016/j.krcp.2015.08.005).
- [3] AIKAWA A, SAITO K, TAKAHASHI K. Trends in ABO-incompatible kidney transplantation[J]. *Exp Clin Transplant*, 2015, 13(Suppl 1): 18-22.
- [4] TASAKI M, YOSHIDA Y, MIYAMOTO M, et al. Identification and characterization of major proteins carrying ABO blood group antigens in the human kidney[J]. *Transplantation*, 2009, 87(8): 1125-1133. DOI: [10.1097/TP.0b013e31819e0054](https://doi.org/10.1097/TP.0b013e31819e0054).
- [5] TASAKI M, TATENO H, SATO T, et al. Hyporesponsiveness against donor's ABO antigens of renal grafts after ABO-incompatible kidney transplantation[J]. *Clin Exp Nephrol*, 2023, 27(1): 89-95. DOI: [10.1007/s10157-022-02280-3](https://doi.org/10.1007/s10157-022-02280-3).
- [6] GUY P, DELAS A, ESPOSITO L, et al. Progression of histological lesions after ABO incompatible kidney transplantation[J]. *Front Immunol*, 2022, 13: 969998. DOI: [10.3389/fimmu.2022.969998](https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.969998).
- [7] RIVERA CF, RODRIGUEZ MC, HERMIDA TF, et al. Isoagglutinin titers in ABO-incompatible kidney transplant[J]. *Transplant Proc*, 2021, 53(9): 2675-2677. DOI: [10.1016/j.transproceed.2021.07.059](https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2021.07.059).
- [8] SCURT FG, EWERT L, MERTENS PR, et al. Clinical outcomes after ABO-incompatible renal transplantation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Lancet*, 2019, 393(10185): 2059-2072. DOI: [10.1016/S0140-6736\(18\)32091-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32091-9).
- [9] ZSCHIEDRICH S, JÄNIGEN B, DIMOVA D, et al. One hundred ABO-incompatible kidney transplantations between 2004 and 2014: a single-centre experience[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2016, 31(4): 663-671. DOI: [10.1093/ndt/gfv388](https://doi.org/10.1093/ndt/gfv388).
- [10] OKUMI M, TOKI D, NOZAKI T, et al. ABO-incompatible living kidney transplants: evolution of outcomes and immunosuppressive management[J]. *Am J Transplant*, 2016, 16(3): 886-896. DOI: [10.1111/ajt.13502](https://doi.org/10.1111/ajt.13502).
- [11] MARITATI F, BINI C, CUNA V, et al. Current perspectives in ABO-incompatible kidney transplant[J]. *J Inflamm Res*, 2022, 15: 3095-3103. DOI: [10.2147/JIR.S360460](https://doi.org/10.2147/JIR.S360460).
- [12] 岳文龙, 刘佳, 李晓虎, 等. ABO 血型不相容活体肾移植 23 例临床分析[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2022, 37(7): 521-526. DOI: [10.13201/j.issn.1001-1420.2022.07.007](https://doi.org/10.13201/j.issn.1001-1420.2022.07.007).
YUE WL, LIU J, LI XH, et al. ABO-incompatible living donor kidney transplantation: clinical analysis of 23 cases[J]. *J Clin Urol*, 2022, 37(7): 521-526. DOI: [10.13201/j.issn.1001-1420.2022.07.007](https://doi.org/10.13201/j.issn.1001-1420.2022.07.007).
- [13] HEW EY, KESSARIS N, STOJANOVIC J, et al. Successful ABO and HLA incompatible kidney transplantation in children in the UK[J]. *Pediatr Nephrol*, 2023, 38(2): 529-535. DOI: [10.1007/s00467-022-05583-5](https://doi.org/10.1007/s00467-022-05583-5).
- [14] PANDEY P, SETYA D, SINHA VK, et al. Outcome of desensitization in human leukocyte antigen and ABO incompatible living donor kidney transplantation: single center experience of first 200 incompatible transplants[J]. *J Clin Apher*, 2021, 36(3): 299-312. DOI: [10.1002/jca.21860](https://doi.org/10.1002/jca.21860).
- [15] PRASAD N, CHELLAPAN A, SRIVASTAVA A, et al. ABO-incompatible repeat kidney transplantation: coping with the 'twin immunological barrier'[J]. *Indian J Nephrol*, 2022, 32(1): 82-86. DOI: [10.4103/ijn.IJN_64_20](https://doi.org/10.4103/ijn.IJN_64_20).
- [16] WATARI S, ARAKI M, WADA K, et al. ABO blood incompatibility positively affects early graft function: single-center retrospective cohort study[J]. *Transplant Proc*, 2021, 53(5): 1494-1500. DOI: [10.1016/j.transproceed.2021.03.043](https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2021.03.043).
- [17] DE WEERD AE, BETJES MGH. ABO-incompatible kidney transplant outcomes: a meta-analysis[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2018, 13(8): 1234-1243. DOI: [10.2215/CJN.00540118](https://doi.org/10.2215/CJN.00540118).
- [18] SHINODA K, HYODO Y, OGUCHI H, et al. Outcome of ABO-incompatible kidney transplantation using a modified desensitization protocol without plasmapheresis[J]. *Int J Urol*, 2022, 29(9): 1017-1025. DOI: [10.1111/iju.14944](https://doi.org/10.1111/iju.14944).
- [19] KIM HJ, KIM JS, YANG JJ, et al. Outcome of ABO-incompatible kidney transplantation according to ABO type of transfused plasma: comparative analysis between "universal" AB and donor-type plasma[J]. *Lab Med*,

- 2022, 53(4): 369-375. DOI: [10.1093/labmed/lmab122](https://doi.org/10.1093/labmed/lmab122).
- [20] OKADA M, NARUMI S, HASEGAWA Y, et al. Optimal dose of rituximab in ABO-incompatible kidney transplantation in patients with low anti-A/B antibody titers: a single-center retrospective cohort study[J]. *Clin Transplant*, 2023, 37(2): e14915. DOI: [10.1111/ctr.14915](https://doi.org/10.1111/ctr.14915).
- [21] SASAKI H, HOTTA K, MITSUKE A, et al. Long-term outcome of ABO-incompatible kidney transplantation in patients treated with low-dose rituximab regimen[J]. *Transplant Proc*, 2021, 53(3): 989-994. DOI: [10.1016/j.transproceed.2020.10.023](https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2020.10.023).
- [22] 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. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2007.11.017](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2007.11.017).
- WANG Y, LUO ZG, GUI PG, et al. ABO incompatibility between donor and recipient: a case of living donor kidney transplantation which retained the recipient's spleen[J]. *Chin J Organ Transplant*, 2007, 28(11): 694-695. DOI: [10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2007.11.017](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2007.11.017).
- [23] 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. DOI: [10.3760/cma.j.cn421203-20200416-00120](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn421203-20200416-00120).
- JIANG HT, LI T, REN K, et al. Preliminary results of multicenter studies on ABO-incompatible kidney transplantation[J]. *Chin J Organ Transplant*, 2020, 41(5): 259-264. DOI: [10.3760/cma.j.cn421203-20200416-00120](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn421203-20200416-00120).
- [24] LANGHORST C, GANNER A, SCHNEIDER J, et al. Long-term follow-up of ABO-incompatible kidney transplantation in freiburg, germany: a single-center outcome report[J]. *Transplant Proc*, 2021, 53(3): 848-855. DOI: [10.1016/j.transproceed.2020.09.001](https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2020.09.001).
- [25] LOPAU K, SYAMKEN K, RUBENWOLF P, et al. Impact of mycophenolate mofetil on wound complications and lymphoceles after kidney transplantation[J]. *Kidney Blood Press Res*, 2010, 33(1): 52-59. DOI: [10.1159/000289573](https://doi.org/10.1159/000289573).
- [26] JHA PK, BANSAL SB, RANA A, et al. ABO-incompatible kidney transplantation in india: a single-center experience of first hundred cases[J]. *Indian J Nephrol*, 2022, 32(1): 42-46. DOI: [10.4103/ijn.IJN_465_20](https://doi.org/10.4103/ijn.IJN_465_20).
- [27] SHAH Y, ALMESHARI K, BROERING D, et al. ABO-incompatible kidney transplantation: low rates of infectious complications and excellent patient survival[J]. *Transplant Proc*, 2019, 51(2): 512-516. DOI: [10.1016/j.transproceed.2019.01.002](https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2019.01.002).
- [28] GARCÍA-SOBRINO R, VAZQUEZ-MARTUL D, FERNÁNDEZ-RIVERA C, et al. Postoperative events in incompatible living donor kidney transplant recipients undergoing prior desensitization[J]. *Transplant Proc*, 2023, 55(7): 1575-1580. DOI: [10.1016/j.transproceed.2023.04.047](https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2023.04.047).
- [29] MOHAMED M, SWEENEY T, ALKHADER D, et al. ABO incompatibility in renal transplantation[J]. *World J Transplant*, 2021, 11(9): 388-399. DOI: [10.5500/wjt.v11.i9.388](https://doi.org/10.5500/wjt.v11.i9.388).
- [30] MANOOK M, JOHNSON R, ROBB M, et al. Changing patterns of clinical decision making: are falling numbers of antibody incompatible transplants related to the increasing success of the UK Living Kidney Sharing Scheme? a national cohort study[J]. *Transpl Int*, 2021, 34(1): 153-162. DOI: [10.1111/tri.13776](https://doi.org/10.1111/tri.13776).
- [31] YIN S, TAN Q, YANG Y, et al. Transplant outcomes of 100 cases of living-donor ABO-incompatible kidney transplantation[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2022, 135(19): 2303-2310. DOI: [10.1097/CM9.0000000000002138](https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000002138).
- [32] BORGOGNO P, FERNÁNDEZ P, DOUTHAT W, et al. ABO incompatible living donor kidney transplantation in a center in Córdoba, Argentina[J]. *Medicina (B Aires)*, 2021, 81(6): 986-995.
- [33] DE WEERD AE, VAN DEN BRAND JAJG, BOUWSMA H, et al. ABO-incompatible kidney transplantation in perspective of deceased donor transplantation and induction strategies: a propensity-matched analysis[J]. *Transpl Int*, 2021, 34(12): 2706-2719. DOI: [10.1111/tri.14145](https://doi.org/10.1111/tri.14145).
- [34] HIRZEL C, PROJER L, ATKINSON A, et al. Infection risk in the first year after ABO-incompatible kidney transplantation: a nationwide prospective cohort study[J]. *Transplantation*, 2022, 106(9): 1875-1883. DOI: [10.1097/TP.0000000000004109](https://doi.org/10.1097/TP.0000000000004109).
- [35] BEGUM NAS, KASHEM TS, NOBI F, et al. Experiences of performing ABO-incompatible kidney transplantation in Bangladesh[J]. *Korean J Transplant*, 2022, 36(2): 111-118. DOI: [10.4285/kjt.22.0014](https://doi.org/10.4285/kjt.22.0014).

(收稿日期: 2023-07-20)

(本文编辑: 林佳美 吴秋玲)