

ABO 血型不相容活体肾移植 23 例临床分析*

岳文龙¹ 刘佳² 李晓虎¹ 樊红召¹ 孙佳佳¹ 王军祥¹ 谢红昌¹ 庞新路¹
王莹² 尚文俊¹ 丰贵文¹ 李金锋¹

[摘要] **目的:**探讨 ABO 血型不相容肾移植(ABO incompatible kidney transplantation, ABOi-KT)临床疗效并进行相关文献复习。**方法:**本研究对郑州大学第一附属医院 2017 年 5 月—2021 年 12 月施行的 23 例 ABOi-KT 供、受者的临床资料进行了回顾性分析。在 23 例 ABOi-KT 中,5 例为 B 型供 A 型,6 例为 B 型供 O 型,5 例为 AB 型供 A 型,2 例为 AB 型供 B 型,3 例为 A 型供 O 型,2 例为 A 型供 B 型。23 例受者初始 IgG 血型抗体效价中,1 例为 1:512,4 例为 1:256,3 例为 1:128,3 例为 1:64,4 例为 1:16,1 例为 1:4,3 例为 1:2,4 例为阴性;23 例受者初始 IgM 血型抗体效价中,6 例为 1:64,6 例为 1:32,9 例为 1:16,1 例为 1:8,1 例为 1:4。23 例受者术前均通过个体化脱敏治疗方案,并术后监测受者血型抗体效价水平变化、尿量及血肌酐值等相关指标。观察 ABOi-KT 受者肾功能恢复情况。**结果:**采用小剂量的利妥昔单抗清除 B 细胞[100 mg(<50 kg)、200 mg(50~65 kg)、300 mg(>65 kg)],多次血浆置换降低血型抗体滴度、免疫抑制剂提前应用抑制血型抗体反弹的个体化脱敏治疗。肾移植手术当日,23 例受者血型抗体 IgM、IgG 效价水平均 $\leq 1:8$,其中 21 例受者 2 周内未出现血型抗体效价的反弹,围手术期无凝血功能障碍(出血倾向和血栓形成)及移植肾功能延迟恢复。1 例受者于术后第 3 天血型抗体效价出现反弹,发生急性抗体介导排斥反应,经血浆置换等综合治疗效果差,行移植肾切除术并同期进行血型相容的二次移植,随访至今肾功能恢复正常。1 例受者术后出现早期无尿,多次复查血型抗体滴度维持在(IgM 1:16, IgG 1:16)以下,移植肾穿刺考虑 IgA 肾病复发,给予 6 次 AB 型血浆置换后肾功能恢复至正常。**结论:**采用有效的个体化脱敏方案,ABOi-KT 是安全可行的,可以一定程度上缓解供肾短缺。

[关键词] 肾移植; ABO 血型; 抗体效价; 脱敏治疗; 不相容; 活体供者

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2022.07.007

[中图分类号] R699.2 **[文献标志码]** A

ABO-incompatible living donor kidney transplantation: clinical analysis of 23 cases

YUE Wenlong¹ LIU Jia² LI Xiaohu¹ FAN Hongzhao¹ SUN Jiajia¹
WANG Junxiang¹ XIE Hongchang¹ PANG Xinlu¹ WANG Ying²
SHANG Wenjun¹ FENG Guiwen¹ LI Jinfeng¹

(¹Department of Renal Transplantation, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, 450000, China; ²Teaching and Research Section of Diagnostics, Henan Medical College)

Corresponding author: LI Jinfeng, E-mail: jinfenglis512@126.com

Abstract Objective: To explore the clinical effect of ABO incompatible kidney transplantation (ABOi-KT) and review the related literature. **Methods:** This study conducted a retrospective analysis of the clinical data of 23 ABOi-KT donors and recipients implemented in our center from May 2017 to December 2021. Among the 23 cases of ABOi-KT, there were 5 cases of B to A, 6 cases of B to O, 5 cases of AB to A, 2 cases of AB to B, 3 cases of A to O, 2 cases of A to B. Among the initial IgG antibody titers of 23 recipients, 1 was 1:512, 4 were 1:256, 3 were 1:128, 3 were 1:64, 4 were 1:16, 1 was 1:4, 3 were 1:2, 4 were negative. Among the initial IgM antibody titers of 23 recipients, 6 were 1:64, 6 were 1:32, 9 were 1:16, 1 was 1:8, and 1 was 1:4. These 23 patients were all treated with individualized desensitization therapy before operation, and the changes of serum antibody titer, urine volume and serum creatinine were monitored after operation. The recovery of ABOi-KT receptor renal function was observed. **Results:** Individualized desensitization therapy was applied including low-dose

*基金项目:国家自然科学基金项目(No:82070771);河南省科技攻关项目(No:222102310034)

¹郑州大学第一附属医院肾移植科(郑州,450000)

²河南医学高等专科学校诊断学教研室

通信作者:李金锋, E-mail: jinfenglis512@126.com

rituximab to clear B cells [100 mg (<50 kg), 200 mg (50–65 kg), 300 mg (>65 kg)], multiple plasma exchanges to reduce blood group antibody titers, and early application of immunosuppressants to inhibit blood group antibody rebound. The blood group antibody IgM and IgG titer levels of 23 recipients were $\leq 1:8$ on the day of transplantation. Among them, 21 recipients showed no rebound of blood group antibody titer within 2 weeks, and there was no coagulation dysfunction during the perioperative period (bleeding tendency and thrombosis) or delayed recovery of renal function. One recipient's blood group antibody titer rebounded on the third day after the operation, and acute antibody-mediated rejection occurred. The comprehensive treatment effect such as plasma exchange was poor, so the transplant nephrectomy was performed concurrently with a blood group compatible secondary transplantation. Renal function has returned to normal since follow-up. One patient had no urine in the early stage after operation, and the blood type antibody titer was maintained below (IgM 1:16, IgG 1:16) after multiple reviews. The graft kidney puncture showed the recurrence of IgA nephropathy, and the renal function recovered to normal after six times of AB type plasma exchange. **Conclusion:** With effective individualized desensitization programs, ABOi-KT is safe and feasible and can alleviate the shortage of donor kidneys to a certain extent.

Key words kidney transplantation; ABO blood type; antibody titer; desensitization treatment; incompatible; living donor

供肾短缺是制约肾移植的主要因素,已成为移植界共同关注的话题。亲属活体供肾能够缓解供肾短缺,但是部分亲属肾移植供受者中存在血型不相容情况,进行 ABO 血型不相容肾移植(ABO incompatible kidney transplantation, ABOi-KT)可以在一定程度上增加活体供肾来源^[1]。目前,ABOi-KT 已在国内外移植中心成功实施,使跨血型肾移植成为现实^[2-3]。我院 2017 年 5 月—2021 年 12 月采用基于受者血型抗体效价水平的个体化脱敏治疗,施行了 23 例 ABOi-KT,取得良好效果。本研究回顾性分析本组临床病例特点,归纳总结如下。

1 资料与方法

1.1 供、受者基本资料

23 例 ABO 血型不合的供受者资料见表 1。供者信息:23 例亲属活体肾移植供者均为成年人,其中男 4 例,女 19 例;年龄 44~65 岁,平均 56.3 岁;所有捐赠者都是直系亲属(父母供给子女);供受者人类白细胞抗原(HLA)错配数量均为 3;供肾获取均采用经后腹腔的腹腔镜下供肾切取术^[4];所有患者均签署了经郑州大学第一附属医院伦理委员会批准的知情同意书,符合医学伦理学规定。受者信息:23 例受者中,男 18 例,女 5 例;年龄 18~38 岁,平均 31.3 岁;受者原发病包括慢性肾小球肾炎 21 例,术前穿刺明确原发病为 IgA 肾病 2 例;受者术前进行血液透析,时间为 1~38 个月;受者均为首次进行肾移植,术前群体反应性抗体(PRA)和淋巴细胞毒交叉实验均为阴性;供肾移植于受者的右侧髂窝,移植肾血管吻合方式为肾动脉-髂内动脉端端吻合、肾静脉-髂外静脉端侧吻合。

1.2 血型抗体清除和免疫抑制方案

23 例受者初始 IgG 血型抗体效价中,1 例为 1:512,4 例为 1:256,3 例为 1:128,3 例为 1:64,4 例为 1:16,1 例为 1:4,3 例为 1:2,4 例为阴性;23 例受者初始 IgM 血型抗体效价中,6 例为

1:64,6 例为 1:32,9 例为 1:16,1 例为 1:8,1 例为 1:4。术前 2 个月左右依据患者体重,给予患者利妥昔单抗[100 mg (<50 kg)、200 mg (50~65 kg)、300 mg (>65 kg)]。用药前测定淋巴细胞免疫分析了解用药前 B 细胞水平,患者出院当地透析等待。患者在手术前 1~2 周重新入院,根据受者初始血型抗体效价水平,选用血浆置换[治疗频率为隔日 1 次,血浆用量为(1.0~1.5)×总血浆容量,总血浆容量为 0.065×体重×(1-血细胞比容)]降低体内预存的血型抗体滴度,提前应用免疫抑制剂抑制血型抗体反弹,确保移植当天受者血型抗体效价 $\leq 1:8$ 。

23 例 ABOi-KT 受者的基本免疫抑制方案如下:术前 1~2 周开始口服他克莫司(Tacrolimus, TAC)+吗替麦考酚酯(Mycophenolate Mofetil, MMF),TAC 的初始剂量为 4 mg/d,MMF 的初始剂量为 1 g/d。在肾移植手术当天,所有受者停止 TAC 和 MMF 的服用,并接受甲泼尼龙(1000 mg)+抗胸腺细胞球蛋白(ATG-F)或即复宁免疫诱导治疗。移植术后 1~6 d 继续静脉注射甲泼尼龙+ATG-F 或即复宁行免疫抑制治疗。第 1~6 天,甲泼尼龙的剂量分别为 500、375、250、160、80、40 mg。移植后第 7 天,改为口服甲泼尼龙片 12 mg/d,逐渐减少剂量。甲泼尼龙片维持剂量为 4~8 mg/d;术后 1~6 d,ATG-F 或即复宁的剂量分别为 50 mg/d 或 12.5 mg/d,根据受者的免疫状态,调整 ATG-F 或即复宁用量,总剂量维持在 300 mg。TAC+MMF 的使用从术后第 2 天开始恢复(TAC 的浓度维持在 8~10 ng/mL)^[5]。

1.3 术后受体监测

术后密切监测受者尿量、引流量;常规监测血常规、血生化指标、凝血功能、血型抗体滴度及免疫抑制剂血药浓度;彩色多普勒超声了解移植肾血流情况。根据监测指标调整受者术后免疫抑制剂用量。

表1 23例 ABO 血型不相容亲属活体肾移植的供、受者资料

病例	供体			受体				供受体关系	HLA错配数	透析	
	性别	年龄/岁	血型	性别	年龄/岁	血型	原发病			方式	时长/月
例1	女	54	A	男	31	O	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	12
例2	女	53	AB	男	33	A	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	36
例3	男	53	B	男	32	A	慢性肾小球肾炎	父子	3	血液透析	1
例4	女	58	B	男	30	A	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	6
例5	男	56	AB	男	32	A	慢性肾小球肾炎	父子	3	血液透析	4
例6	女	56	A	男	33	B	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	38
例7	女	58	B	男	33	O	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	5
例8	女	59	B	男	36	A	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	2
例9	女	60	A	男	33	O	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	4
例10	女	52	B	女	32	O	慢性肾小球肾炎	母女	3	血液透析	10
例11	女	62	A	女	38	B	慢性肾小球肾炎	母女	3	血液透析	3
例12	女	63	B	女	35	A	慢性肾小球肾炎	母女	3	血液透析	4
例13	女	60	AB	男	34	B	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	6
例14	女	54	AB	男	27	B	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	2
例15	女	65	A	男	37	O	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	1
例16	男	51	B	女	31	O	慢性肾小球肾炎	父女	3	血液透析	15
例17	男	60	B	男	18	A	慢性肾小球肾炎	父子	3	血液透析	6
例18	女	63	AB	女	38	A	慢性肾小球肾炎	母女	3	血液透析	4
例19	女	44	AB	男	23	A	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	11
例20	女	46	B	男	20	O	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	5
例21	女	53	B	男	30	O	IgA肾病	母子	3	血液透析	6
例22	女	59	B	男	30	O	IgA肾病	母子	3	血液透析	12
例23	女	55	AB	男	33	A	慢性肾小球肾炎	母子	3	血液透析	7

2 结果

2.1 术后肾功能、血型抗体控制情况及术后并发症

23例血型不相容肾移植术后,21例受者的血肌酐值逐步降低(图1),且均未出现凝血功能障碍、感染和排斥反应,并于术后2周顺利出院。1例受者尿量在术后3d逐渐减少,血肌酐从306 $\mu\text{mol/L}$ 增加到542 $\mu\text{mol/L}$,彩色多普勒超声显示移植肾吻合口处动脉阻力增高,复查血型抗体滴度出现明显反弹(IgM 1:64, IgG 1:32),立刻行血浆置换和糖皮质激素冲击治疗,血型抗体滴度持续升高;术后第9天复查移植肾彩超示移植肾血流消失,行移植肾切除术,并同期行DCD血型相容二次移植,切除移植肾病理显示弥漫性出血坏死^[5]。1例受者术后无尿,移植肾彩超提示移植肾动脉阻力指数增高,立即给予血浆置换,术后2d出现血肌酐明显升高,最高达到910 $\mu\text{mol/L}$ (术后9d),移植肾穿刺病理结果显示IgA肾病复发;治疗期间共进行6次血浆置换,中间辅助血液透析过渡,此后尿量逐渐恢复,术后1个月血肌酐逐渐恢复至129 $\mu\text{mol/L}$ 。经个体预处理后,其余21例受者术后2周内血型抗体效价未出现反弹(图2)。

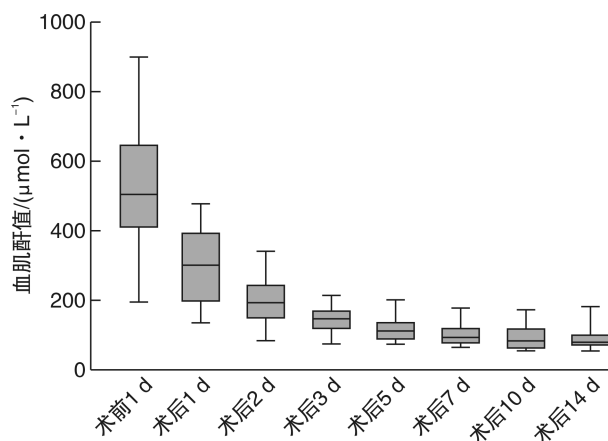
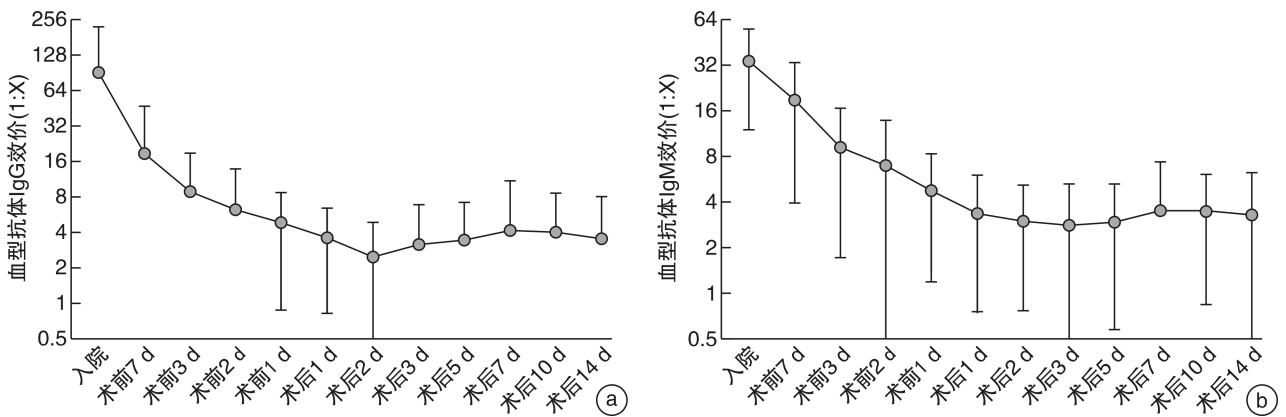


图1 21例受者血肌酐变化情况

2.2 供受者存活情况

23例受者随访时间为9~30个月,中位值为21个月。其中1例受者因发生血型抗体介导排斥反应导致移植肾失功;1例受者IgA肾病早期复发病经6次AB型血浆置换治疗后恢复;其余21例受者血肌酐值于术后7d恢复正常,未发生出血、感染、排斥、血栓性微血管病等并发症;移植肾存活率为95.6%(22/23)。随访至2022年3月,血型抗体效价并未发生反弹,移植肾功能良好。23例供者均在术后5~7d顺利出院。



a: ABOi 受者不同时间血型抗体 IgG 效价; b: ABOi 受者不同时间血型抗体 IgM 效价。

图 2 21 例血型不相容肾移植受者血型抗体效价变化情况

3 讨论

早期观点认为,供、受者 ABO 血型匹配是器官移植一个强制性条件,血型不相容肾移植可导致超急性排斥反应^[6-8]。2000—2010 年,日本共实施 1427 例 ABO 血型不合肾移植。结果表明,术后 1、3、5、9 年的人(肾)存活率分别为 98%(96%)、97%(93%)、96%(91%)、91%(83%),与同期的 ABO 血型相容肾移植疗效相近。自 2017 年 5 月 17 日,我院肾移植科成功实施第 1 例 ABO 血型不相容亲属活体肾移植以来,我中心针对初始不同抗体效价水平的受者采用有效的个体脱敏治疗,也取得良好的移植效果。这都证明了通过有效的围手术期处理,降低受者体内血型抗体滴度并维持较低水平,ABOi-KT 是具有可实施性的^[9]。

术前降低血型抗体滴度是 ABOi-KT 肾移植成功的关键,一般认为是在 1:8 以下^[10],但部分研究认为 1:16 也可实施手术^[11]。由于 ABO 血型抗原在血管内皮细胞的存在,体内预存血型抗体与血型抗原形成抗原-抗体免疫复合物,并通过后续的体液免疫过程破坏移植肾血管内皮,导致急性抗体介导排斥反应的发生^[12-14]。因此,术前采用个体化脱敏治疗方案是开展血型不相容肾移植的重中之重。我中心依据国内多中心采用的普通血浆置换、利妥昔单抗以及免疫抑制剂等相结合的预处理方案^[15]。

血浆置换分为普通血浆置换和双重血浆置换,普通型血浆置换方法简单且广泛用于清除预存的血型抗体,效果最好。尽管如此,由于其同为非选择性,也会同时清除免疫球蛋白和凝血因子,可能会造成出血以及感染等并发症,但随着血液净化技术的进步,此类并发症越来越少。双重血浆置换主要针对大分子物质,可能会清除大量对人体有益的蛋白质,导致低蛋白血症,因此,需要及时补充白蛋白维持机体需要,并且价格昂贵。分泌型 IgM 为五聚体,是分子量最大的免疫球蛋白,主要存在于

血液中,一般不能通过血管壁,因此,2 种血浆置换都能够有效的清除 IgM。而 IgG 分子量最小且为单体,是血清和细胞外液中含有最多的免疫球蛋白,并可以自由穿梭血管内外,这就造成一个问题:尽管血浆置换可以暂时降低血管中的 IgG 水平,但细胞外液中的免疫球蛋白 IgG 很快会进行补充,因此,2 种血浆置换方式对于 IgG 的清除效果并没有 IgM 理想。对于部分 IgG 水平较高的患者,每日进行血浆置换也是一个选择。此外应在 IgG 水平相对低的空档期尽早安排手术。由于大多数患者在移植之前需要进行血液透析,去除患者体内部分水分,会造成患者透析后的血型抗体滴度较透析前升高。所有这些都是我们术前准备中需要关注的。我中心目前采用的还是多次血浆置换减低血型抗体滴度,平均术前血浆置换 1~10 次,将血型抗体 IgM、IgG 效价水平降低为 $\leq 1:8$ 。

利妥昔单抗作为脾切除的代替性疗法在全球各中心广泛应用,可以有效清除表达 CD20 分子的 B 细胞,对抗体大量的产生有抑制作用,可以有效预防术后血型抗体效价的反弹^[16]。但运用利妥昔单抗时应注意以下 3 个问题:①利妥昔单抗是否使用问题。由于利妥昔单抗可以有效清除 B 细胞,因此提前应用利妥昔单抗后 B 细胞向浆细胞转化能力会大幅度下降,因此提前应用利妥昔单抗理论上会使术后血型抗体反弹的概率大大降低。②利妥昔单抗剂量问题。利妥昔单抗会特异性针对导致排斥反应的效应性 B 细胞,同时可能会杀伤免疫功能正常的其他 B 细胞,导致感染的发生^[17-18],我中心依据受者体重不同选择不同剂量 100~300 mg,随访患者发现患者 B 细胞数目在半年内仍维持在较低水平。③血浆置换与利妥昔单抗连用时的次序问题。在利妥昔单抗使用至少 1~2 个半衰期再进行血浆置换,保证利妥昔单抗最大的 B 细胞清除效果^[19-20],目前我中心一般采用术前 60 d 使用利妥昔单抗和术前 10 d 左右行血浆置换。考虑受者

术前抗体滴度的差异,应针对不同受者选择合适的免疫抑制剂剂量^[21-23]。目前临床上抑制T淋巴细胞和B淋巴细胞活化和增殖的药物有他克莫司、麦考酚酸等免疫抑制剂,并在一定程度上能抑制血型抗体产生。我中心一般于术前2周联合应用以上方法,预防术后血型抗体滴度的升高。但由于同时提前应用利妥昔单抗,因此ABO血型不相符肾移植术后3个月内MPA药物应维持相对低剂量。

研究表明,ABOi-KT的急性血型抗体介导排斥反应常发生在术后2~12d^[24-25]。在本研究纳入的23例患者中,1例受者发生血型抗体介导排斥反应,导致移植肾功能丧失。此例受者于术后3d出现尿量急剧减少,血肌酐回升,血型抗体效价反弹,发生了严重的排斥反应,排斥反应发生事件与以上研究发生时间相符。此患者我们于术后1~6d分别给予甲泼尼龙(500、375、250、160、80、40mg)和ATG-F(50mg/d),术后第3天出现尿量减少,同时血型抗体反弹,立即给予隔日血浆置换(术后4~7d),血型抗体滴度持续增加,血型抗体IgM和IgG效价分别为1:128和1:256。受限于当时理论水平限制,早期血型抗体反弹时未立即进行连续血浆置换可能是本例失败的原因之一。术后第8天血肌酐值为810 μ mol/L,同时复查移植肾彩超显示移植肾血流消失,术后第9天实施移植肾切除术并进行DCD血型相容的二次移植,术中见移植肾血栓蔓延至髂内动脉及髂外静脉吻合口处。推测血型抗体导致排斥反应继发凝血系统紊乱,造成移植肾广泛微血栓形成,继发后续大血管血栓形成。此例患者二次肾移植术后移植肾肾功能逐渐恢复正常。此例患者抗体效价反弹可能是体内不明诱因导致记忆B细胞的活化,从而分泌大量抗体。由于术前联合使用血浆置换和免疫抑制剂等方法仅仅只能清除血液中能够检测到的抗体水平,但我们需要考虑到生发中心中记忆B细胞的存在。这就可能造成一个问题:一些患者抗体水平符合手术的标准,但是术后却发生急性排斥反应,这或许是抗原刺激了记忆B细胞。1例受者发生IgA肾病复发。该患者术后出现无尿,复查血型抗体IgM和IgG滴度分别为1:16和1:16,移植肾彩超显示肾动脉阻力指数增高,立即进行血浆置换。术后第2天血型抗体IgM和IgG滴度降低为1:4和1:8,但其血肌酐值明显升高(784 μ mol/L),并持续升高,在术后9d,达到最高(910 μ mol/L),对此患者进行移植肾穿刺检查,结果显示IgA肾病复发。我们对此患者共进行6次AB型血浆置换,一方面防止血型抗体效价的反弹,另一方面清除血液中可能导致肾病复发的循环因子,并辅助血液透析过渡,患者于术后1个月血肌酐值逐渐恢复至129 μ mol/L。此外,为防止发生凝血功能障碍等并发症,我中心

术前采用重组人促红细胞生成素(rHuEPO)或罗沙司他[用法:100mg(45~60kg)或120mg(\geq 60kg)]提升血红蛋白水平至110g/L以上方可进行手术,并采用常规凝血功能实验监测受者围手术期凝血功能,从而降低出血、感染等并发症。同时,需要术后输血的患者遵循少剂量多次输血的原则,避免由于输血导致患者血型抗体滴度升高。

我们的初步经验表明,术前根据个体血型抗体效价水平采用个体化预处理方案,使ABOi-KT具有安全性与可实施性,是缓解移植肾源短缺的重要途径。但由于样本数量少,仍需积累样本,继续深入研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Zschiedrich S, Kramer-Zucker A, Jänigen B, et al. An update on ABO-incompatible kidney transplantation [J]. *Transpl Int*, 2015, 28(4): 387-397.
- [2] Crew RJ, Ratner LE. ABO-incompatible kidney transplantation: current practice and the decade ahead [J]. *Curr Opin Organ Transplant*, 2010, 15(4): 526-530.
- [3] 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.
- [4] 李金锋, 张浩杰, 丰贵文, 等. 以输尿管为导向的后腹腔镜活体供肾切除术的临床研究 [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2018, 33(11): 883-886, 893.
- [5] 李金锋, 罗永胜, 张浩杰, 等. ABO血型不相容肾移植5例临床报告并文献复习 [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2020, 35(1): 30-35.
- [6] Avery RK, Motter JD, Jackson KR, et al. Quantifying infection risks in incompatible living donor kidney transplant recipients [J]. *Am J Transplant*, 2021, 21(4): 1564-1575.
- [7] Morath C, Zschiedrich S, Speer C, et al. Clinical outcomes after ABO-incompatible renal transplantation [J]. *Lancet*, 2019, 394(10213): 1989.
- [8] Pavenski K, Buchholz M, Cheatley PL, et al. The First North American Experience Using Glycosorb Immunoabsorption Columns for Blood Group-Incompatible Kidney Transplantation [J]. *Can J Kidney Health Dis*, 2020, 7: 2054358120962586.
- [9] Takahashi K, Saito K. ABO-incompatible kidney transplantation [J]. *Transplant Rev-Orlan*, 2013, 27(1): 1-8.
- [10] Currie IS, Henderson LK. ABO-incompatible renal transplantation [J]. *Lancet*, 2019, 393(10185): 2014-2016.
- [11] Uchida J, Kosoku A, Naganuma T, et al. Latest insights on ABO-incompatible living-donor renal transplantation [J]. *Int J Urol*, 2020, 27(1): 30-38.
- [12] 汪昶, 陈立中, 邱江, 等. ABO血型不合活体肾移植11例分析 [J]. *器官移植*, 2019, 10(2): 182-186.
- [13] 王显丁, 邱阳, 宋涂润, 等. ABO血型不相容亲属活体

- 肾移植 14 例报告[J]. 中华器官移植杂志, 2016, 37(6):348-352.
- [14] 王显丁, 邱阳, 宋涂润, 等. ABO 血型不相容亲属活体肾移植的个体化预处理[J]. 中华器官移植杂志, 2015, 36(8):449-452.
- [15] 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.
- [16] Okada M, Watarai Y, Iwasaki K, et al. Favorable results in ABO-incompatible renal transplantation without B cell-targeted therapy: Advantages and disadvantages of rituximab pretreatment[J]. Clin Transplant, 2017, 31(10):e13071.
- [17] Tran L, Baars JW, Aarden L, et al. Pharmacokinetics of rituximab in patients with CD20 positive B-cell malignancies[J]. Hum Antibodies, 2010, 19(1):7-13.
- [18] Tran L, Baars JW, de Boer JP, et al. The pharmacokinetics of 131I-rituximab in a patient with CD20 positive non-Hodgkin Lymphoma; evaluation of the effect of radioiodination on the biological properties of rituximab[J]. Hum Antibodies, 2011, 20(1-2):37-40.
- [19] Genberg H, Hansson A, Wernerson A, et al. Pharmacodynamics of rituximab in kidney transplantation[J]. Transplantation, 2007, 84(12 Suppl):S33-36.
- [20] Tomita Y, Iwadoh K, Ogawa Y, et al. Single fixed low-dose rituximab as induction therapy suppresses de novo donor-specific anti-HLA antibody production in ABO compatible living kidney transplant recipients [J]. PLoS One, 2019, 14(10):e0224203.
- [21] Krishnan N, Coates R, Daga S, et al. ABO-incompatible renal transplantation without antibody removal using conventional immunosuppression alone[J]. Am J Transplant, 2015, 15(6):1728-1729.
- [22] Krishnan N, Higgins R, Short A, et al. Kidney Transplantation Significantly Improves Patient and Graft Survival Irrespective of BMI: A Cohort Study[J]. Am J Transplant, 2015, 15(9):2378-2386.
- [23] Lo P, Sharma A, Craig JC, et al. Preconditioning Therapy in ABO-Incompatible Living Kidney Transplantation: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. Transplantation, 2016, 100(4):933-942.
- [24] Takahashi K. Recent findings in ABO-incompatible kidney transplantation; classification and therapeutic strategy for acute antibody-mediated rejection due to ABO-blood-group-related antigens during the critical period preceding the establishment of accommodation [J]. Clin Exp Nephrol, 2007, 11(2):128-141.
- [25] Takahashi K, Saito K, Nakagawa Y, et al. Mechanism of acute antibody-mediated rejection in ABO-incompatible kidney transplantation; which anti-A/anti-B antibodies are responsible, natural or de novo? [J]. Transplantation, 2010, 89(5):635-637.

(收稿日期:2022-04-22)

(上接第 520 页)

- [13] 刘军, 张雷, 李洪林, 等. 血清降钙素原与前白蛋白对肺癌患者术后肺部感染的诊断效果研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(20):3096-3100.
- [14] 吴建军, 顾国胜, 朱初明, 等. 前白蛋白对胃肠道肿瘤术后手术部位感染的预测作用[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2017, 37(10):1317-1319.
- [15] Schuetz P, Beishuizen A, Broyles M, et al. Procalcitonin(PCT)-guided antibiotic stewardship: an international experts consensus on optimized clinical use[J]. Clin Chem Lab Med, 2019, 57(9):1308-1318.
- [16] 刘小艳, 刘莹, 赵锁林, 等. 血清 HMGB-1、PCT 水平变化对术后感染程度的预测价值[J]. 检验医学与临床, 2018, 15(6):880-882.
- [17] Khosla R, Khosla SG, Becker KL, et al. Pleural fluid procalcitonin to distinguish infectious from noninfectious etiologies of pleural effusions[J]. J Hosp Med, 2016, 11(5):363-365.
- [18] 徐一松, 高莹, 汪丽娟, 等. ICU 重症感染患者 PCT 和 CRP 的变化与诊断价值研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(11):1629-1633.

(收稿日期:2021-08-21)