

· 综述 ·

亲属肾移植供受者预后及风险分析

曾宪鹏, 夏秋翔, 李汉英, 刘静, 李恒, 王振迪 (华中科技大学同济医学院附属协和医院泌尿外科, 湖北 武汉 430022)

随着器官移植和显微外科技术的不断发展, 亲属肾移植表现出优于尸体供肾移植的术后疗效, 其有效扩大了供肾数量, 为更多尿毒症患者提供了救治机会。有研究表明, 亲属肾移植供肾1年生存率可达99%以上, 3年生存率也在95%以上^[1-2]。相较公民逝世后供肾移植, 亲属肾移植手术时间可控, 供者均为健康个体, 术后感染、排斥反应、移植肾功能不全等并发症发生率低, 治疗费用和住院时间均明显减少。尽管亲属肾移植具有上述优点, 然而在供者安全性原则和严格伦理要求的背景下, 仍应谨慎开展。

亲属肾移植受者手术与尸体供肾移植手术类似, 供肾获取可采用标准的开放供肾切取术、腹腔镜供肾获取或机器人辅助腹腔镜供肾切取术等, 不同手术方式在我国移植中心均有开展, 其中腹腔镜供肾获取术因损伤小、供者术后恢复快在多中心已常规开展。值得注意的是, 虽在院时间短, 获取手术却可能对供者的终身健康有影响, 包括预期寿命、生活质量、终末期肾病、高血压、蛋白尿发生等方面^[3]。《活体肾移植临床技术规范(2019版)》已明确了我国亲属肾移植的实施原则、供受者评估及供肾获取方式, 然而在供受者手术预后、风险等方面仍鲜有国内经验^[4]。因此, 本文通过查阅最新文献, 针对亲属肾移植术后供受者预后及风险作一综述, 旨在为亲属肾移植术前医患沟通、围术期风险管理等提供帮助。

1 亲属供肾获取后供者预后及风险

《活体肾移植临床技术规范(2019版)》就供者的医学评估和选择进行了详细说明, 高龄、高血压、蛋白尿及肾结石不是供肾捐献的绝对禁忌证, 在充分评估排除绝对禁忌条件下可开展供肾切除

术。值得注意的是, 尽管有文献报道不合并其他风险的单纯糖尿病患者供肾切除不会增加病死率和肾衰竭发生率, 但我国和大部分国际指南一致, 糖尿病是活体供肾切除术的绝对禁忌证^[5]。供肾切除后预期寿命、肾衰竭发生风险是大多亲属供肾捐献者最为关注的问题。

1.1 死亡风险: 亲属肾移植术前供者均要进行完善的医学、心理和伦理审查以排除不适合捐献者, 故能够手术的亲属供者较一般人群更健康。不同国家的医疗水平、人种、性别等均会对其预后产生影响, 因此, 与一般人群对比的观察性研究可能降低了捐赠导致的死亡风险^[6-7]。例如来自瑞典、日本和美国的队列研究中, 活体肾脏捐赠者的预期寿命相比普通人群类似或更好的结论可能需要进一步探讨^[8-10]。此外, 随访时间长、失访率高、样本量不足及回忆偏倚也是影响研究效力的重要因素, 故亲属供者与按照基线水平匹配的健康对照者进行的研究可能更具说服力。Segev等^[11]将80 347例活体供肾捐献者与美国第3次国家健康和营养调查中的健康人群进行配对, 他们发现在中位随访时间为6.3年的条件下, 供肾获取并不会增加人群的死亡风险。然而Mjøen等^[6]将1 901例供者与匹配的健康人群对比后发现25年的随访期中供者累积病死率约为18%, 健康非供者人群约13%(校正风险比为1.30, 95% CI = 1.11 ~ 1.52)。上述2项研究由于均不是同时期的比较队列, 因此医疗水平及人群死亡趋势的不一致可能对结果带来偏倚。另来自加拿大及美国老年供者(55岁以上)的研究发现, 与健康人群对比, 供肾获取不会增加病死率及主要心血管事件的发生率, 该结论总体来说是可靠的^[12-13]。Park等^[14]纳入9篇供肾切除预后的文献进行了荟萃分析, 总体结果显示供肾获取有增加患者病死率的趋势, 但无统计学意义, 其中, 样本数超过60 000例的研究较未超过60 000例的研究报道的术后死亡

DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2021.06.016

基金项目: 湖北省自然科学基金(2020CFB768)

通讯作者: 王振迪, Email: wangzhendi@gmail.com

风险显著增高 ($P = 0.007$)。目前,我国尚缺乏大规模的供肾切除术后死亡风险分析的研究,考虑亲属供者远期生存率与当地医疗水平和人种等密切相关,适用于我国的生存率数据仍有待进一步探索。

1.2 终末期肾病发生: 供肾获取后供者肾小球滤过率只有原来的一半左右,由于适应性的超滤作用,供者肾小球滤过率在术后 1 年可达到捐献前水平的 60% ~ 75%,然而该现象可能带来不利因素。超滤可升高供者的基础血压,引起蛋白尿的产生,长期的超滤效应也会打破肾脏的自我调控机制,从而发生肾小球硬化,引起或加速肾功能的丧失^[15]。因此理论上,活体供肾捐献有升高供者血压从而发生终末期肾病的风险。有研究即报道了供肾切除 5 年后,供者收缩压至少升高 4 mmHg (1 mmHg = 0.098 kPa),舒张压至少升高 6 mmHg^[16]。在 Segev 等^[11]的研究中,96 217 例供者中有 99 例 (0.1%) 发生了终末期肾病,中位随访时间为 7.6 年。该数据显示捐献者终末期肾病的发生率低于未筛查的普通人群,但高于匹配的健康非捐献者。Muzaale 等^[7]观察了更长时间的数据发现,在中位随访时间 15 年的条件下,活体肾供者终末期肾病的累计发病率为 0.31%,而健康非供体为 0.03% ($P < 0.001$)。同样,Mjøen 等^[6]也发现在中位随访时间为 15.1 年的条件下,与健康非供者相比,亲属肾供者发生终末期肾病的风险比为 11.38 (95% CI = 4.37 ~ 29.63)。可以预见的是,供者年龄越年轻,远期发生终末期肾病的风险越高,因此,供者终末期肾病的发生率仍有待更长随访时间的研究。

1.3 生活质量: 生活质量作为主观性较强的一项评价指标,受包括主观感受、经济水平、术后时间、供受关系等多种因素的影响,同时随访难度大,难以获得较为可靠且具有普遍性的结论。目前有研究表明,通过一般生活质量评价工具,捐赠后供者整体健康相关的生活质量良好,且少有对捐献决定后悔的供者,这也与我国相关研究的结论类似。然而,不同时期供者的生活质量往往难以全部记录。例如,捐献者可能在手术康复期出现难以忍受的疼痛,而且表现出对未来健康问题的担忧。在一项包含 2 455 例亲属供者的 17 年随访研究中,超过 80% 的供者认为自我健康水平较好。同时来自加拿大、巴西等国家的研究显示捐赠者的健康相关生活质量良好,然而移植团队若缺乏对供者的关注,其生活质

量评价也会降低^[17-19]。

2 亲属肾移植受者手术预后及风险

相比尸体肾移植,亲属肾移植能够择期选择手术时间从而调整供受者至较好状态,同时,较短的冷、热缺血时间,完善的术前感染排查以及较优的移植配型,均能够降低亲属肾移植术后功能延迟恢复、排斥反应、感染等并发症的发生率,受者及移植物生存率也得到明显改善。然而,当受者原发病为家族性局灶性节段性肾小球硬化 (focal and segmental glomerulosclerosis, FSGS) 等具有遗传性的肾病时,亲属肾移植可能带来更高的原发病复发或新发肾病风险。规范已明确指明多囊肾病、家族性溶血性尿毒综合征、FSGS、Alport 综合征及家族性肾病综合征等不适合作为供者,在受者终末期肾病是由于遗传性肾病所致时,意向供者应进行基因检测排查家族性突变^[4]。目前,肾小球滤过率是供者肾功能评估的主要测定方式,供肾捐献的公认肾小球滤过率 (glomerular filtration rate, GFR) 下限为 80 ml / (min · 1.73 m²),单侧肾脏的 GFR 均应 ≥ 40 ml / (min · 1.73 m²),在此条件下亲属肾移植的实施对供受者均是安全的。然而,随着医疗水平的提高,更多可能影响受者手术预后的因素被学者所研究,例如移植时机、捐献来源以及潜在感染的风险评估仍未达成共识,因此,下文对此进行详细阐述。

2.1 移植时机: 公认的是,肾移植较长期透析患者生存率高,生活质量好,医疗消耗也更少,然而对于亲属肾移植,抢先移植是否能带来生存受益仍值得进一步探究。有报道认为,抢先移植能够提高受者及移植物生存率;也有观点认为,抢先移植会使受者更早暴露于免疫抑制状态中,同时,移植发生时间越早,供者也越早暴露于单肾的风险中,在原肾还存在一定功能条件下,抢先移植可能导致病肾更早地完全丧失功能^[20-22]。目前,KDIGO 指南草案推荐 eGFR 为 10 ml/min 是进行肾移植的理想时机。Akkina 等^[23]将移植前 eGFR 分为 < 10.0 ml/min、10.0 ~ 14.9 ml/min 以及 ≥ 15.0 ml/min 3 组后研究发现,不同组间亲属肾移植受者术后 1 年肾功能无统计学差异,他们认为具有较高 eGFR 受者行早期移植并不能提高移植存活率。Irish 等^[24]在校正移植后生存时间以去除偏倚的条件下,对比研究了抢先移植与开始透析后 6 个月内实施亲属肾移植的受者术后疗效发现,两组受者在 8 年的中位随访时间

中生存率并无差异。然而,该文作者也表示尽管研究未得出抢先移植更优的结论,但并不建议等到已透析后再进行移植,在缺乏更多试验数据的情况下,遵循 KDIGO 指南草案可能是最优解。

2.2 捐献来源:我国亲属供肾超过半数来自父母,少数来源于兄弟姐妹捐献、跨代捐献或子女捐献,目前,国内尚无大规模不同捐献来源对受者术后疗效的对比研究。有研究表明,男性受者较女性受者移植术后疗效差,供者高龄、人类白细胞抗原(human leukocyte antigen, HLA)不匹配是影响亲属肾移植术后疗效的主要因素^[25-26]。鉴于此,有学者认为后代捐献肾脏给亲代的供肾似乎达到了理想供肾的要求,并有报道专门探究了相关结论。Cohen等^[27]纳入2001—2015年1332例子女捐献与1435例非子女捐献的亲属肾移植受者,他们发现接受后代供肾受者的累积病死率显著高于接受非后代供肾的受者。尽管男性受者在病死率及移植失败的风险均高于女性,但接受后代供肾的受者在全因病死率等方面不受性别的影响。他们也发现,与接受非后代供肾的女性受者相比,接受后代供肾女性的移植物丢失风险明显更高,风险随年龄增加而增大。因此,他们认为子代到亲代移植是一个不利配对,且独立于性别差异。

2.3 感染:感染筛查是亲属肾移植术前评估中的重要内容,规范中明确规定乙型肝炎病毒(hepatitis B virus, HBV)、丙型肝炎病毒(hepatitis C virus, HCV)、人类免疫缺陷病毒(human immunodeficiency virus, HIV)、巨细胞病毒(cytomegalovirus, CMV)、EB病毒(epstein-barr virus, EBV)、梅毒等应作为术前筛查的必要项目,余包括细菌、真菌、寄生虫、结核等活动性感染也要予以筛查。其中,因新药极大提高了HCV治愈率,既往HCV感染供者可在治愈后捐献。存在病毒复制的HBV供者不能捐献给非HBV受者,对于供者没有病毒复制,且受者具有保护性抗体时,在充分沟通知传播风险的前提下可酌情实施亲属肾移植。随着研究的深入,一些可能导致移植肾出现血尿、蛋白尿或功能不全,最终发生移植肾失功的感染因素逐渐被学者发现,围术期该类感染的筛查和预防传播也不容小觑。其中最常见的是CMV感染,供者血清学阳性而受者阴性是移植术后CMV感染的高危因素,通过移植后严密监测病毒复制并针对性使用更昔洛韦或缙更昔

洛韦以控制风险。BK多瘤病毒可增加移植术后受者1%~15%的移植失败风险,因此,在BK病毒筛查阳性的患者中应定期复查及时治疗以防转变为BK肾病从而导致移植物失功^[28-29]。Schreiber等^[30]共分析了30对活体肾供者和受者的宏基因组测序,在随访1年时间内,7例供者及相应的受者尿液中均检测到了JC多瘤病毒,尽管移植时受者血清JC多瘤病毒阳性,6例患者依然发生了由移植供者向受者的传播。有报道认为尿液JC多瘤病毒可能与肾、肝移植患者肌酐清除率降低有关。Cheng等^[31]却发现JC多瘤病毒阳性肾移植受者移植肾生存率更高,排斥反应更低。因此,包括JC多瘤病毒在内的其他病原体在亲属肾移植的传播风险与预后仍有待进一步研究。此外,虽然发生率很低,但致命性病毒的传播仍需引起注意,包括西尼罗病毒^[32]、淋巴细胞性脉络丛脑膜炎病毒^[33]、人γ疱疹病毒8^[34]和狂犬病毒^[35]。

3 不相容亲属肾移植手术预后及风险

不相容亲属肾移植多合并更高的排斥反应及术后并发症的发生风险,患者及移植物远期生存率也有待进一步阐明,其不相容类别包括ABO血型不相容(ABO blood group incompatible, ABOi)与HLA配型不相容。

3.1 ABO血型不相容亲属肾移植预后及风险:有研究发现,ABOi受体发生抗体介导的排斥反应风险较ABO血型相容(ABO blood group compatible, ABOc)受体高近20倍,同时ABOi移植受者发生术后并发症的风险也增加,包括发生肺炎的风险增加2.1倍,发生伤口感染的风险增加3.5倍,发生泌尿系感染的风险增加1.5倍,术后出血风险增加1.8倍,ABOi受者医疗费用也会明显增高^[36-37]。尽管存在上述风险,但关于ABOi是否会引起移植物和移植受者生存率的改变仍有争议。有来自日本研究发现血型不符不会降低移植物存活率^[38]。然而一项回顾性研究报告称,ABOi受者移植物丢失风险较高,移植后的前2周是高危期,移植物丢失风险较ABOc受者高出2.3倍^[39]。Opelz等^[40]及Tyden等^[41]报道了类似结论,他们认为短期内ABOi受体移植物及患者死亡风险更高,但随着时间延长该风险逐渐降低。我国纳入19家移植中心,收集2006年12月至2019年12月342例ABOi及799例ABOc供受者资料后发现,ABOi受者术后1、3、5、10年移植

肾存活率和受者生存率及1年内急性排斥反应和血肌酐水平均与ABO_c亲属肾移植无明显差异。故该报道认为ABO_i亲属肾移植技术在我国是成熟安全的^[42]。同时,我国发布的《ABO血型不相容亲属活体肾移植技术规范(2019版)》也明确阐述了手术相关准备和并发症处理等内容^[43]。此外,Massie等^[44]通过对比808例ABO_i受者与2423例等待或等待至接受血型相符移植受者发现,ABO_i受者移植后的前30d病死率较高,但移植后180d病死率降低,且远期生存率高于对照组,因此,他们认为早期接受ABO_i亲属肾移植相比漫长的等待对肾衰竭患者来说可能是更优选择。

3.2 HLA不相容亲属肾移植预后及风险:预致敏受者因预存DSA阳性难以获得合适的尸体供肾,HLA不相容亲属肾移植往往是该类患者仅有的移植机会。多项研究证实HLA不相容会影响术后疗效,较HLA匹配受者,术后移植肾功能延迟恢复与急性排斥反应发生率明显增高,同时流式CDC及CDC阳性分别使1年移植丢失风险增加1.64倍和5.01倍,然而及时实施HLA不相容肾移植仍较继续等待合适供肾收益更大^[45]。Koo等^[46]即根据排斥风险将HLA不匹配受者分为DSA阳性流式CDC阴性、流式CDC阳性CDC阴性和CDC阳性3类人群,通过与继续等待移植或等待后获得尸体供肾移植的HLA不匹配受者对比发现,无论排斥风险大小,及时实施HLA不相容亲属肾移植能带来明确的受者生存获益。然而不可否认的是,HLA不相容较HLA匹配亲属肾移植,术后并发症明显增多,同时随着脱敏治疗次数的增加,术后感染风险也明显增加^[47]。Avery等^[48]研究了2010—2015年该中心的475例患者,按脱敏强度分为无脱敏/相容组、低脱敏组(0~4次血浆置换)、中脱敏组(5~9次血浆置换)和高脱敏组(≥10次血浆置换)。接受无脱敏、低、中、高强度脱敏治疗的患者1年累计感染发生率分别为50.1%、49.8%、66.0%和73.5%($P < 0.001$),其中最常见的是泌尿系感染、机会性感染和血流感染。他们还发现对于中度以上脱敏患者,肾移植术后感染会增加移植丢失风险。

4 结论

综上所述,亲属肾移植供者术后生存率及生活质量较术前未发现明显下降,然而高血压、终末期肾病的发生风险可能增加,该结论需更长随访时间

及针对年轻供者的报道验证。在相容亲属肾移植受者中,肾移植可考虑择期实施,但应进一步完善供肾来源、感染风险的相关筛查,尤其应注意来源于供者少见或致命性病毒感染的传播;在不相容亲属肾移植中,早期行移植手术较继续等待合适供肾可为移植受者带来生存获益,然而也应警惕术后并发症的发生及脱敏治疗带来的感染风险增高的问题。值得一提的是,本文大多报道来源于国外,且相关主题国内经验较少,亲属肾移植疗效受地区医疗水平、社会条件及伦理因素等多方面影响,符合我国国情的研究和经验可为改善亲属肾移植疗效、降低围术期风险提供更多帮助。

参考文献

- [1] SUMMERS D M, JOHNSON R J, HUDSON A, et al. Effect of donor age and cold storage time on outcome in recipients of kidneys donated after circulatory death in the UK: a cohort study [J]. *Lancet*, 2013, 381 (9868): 727-734.
- [2] HORVAT L D, SHARIFF S Z, GARG A X. Global trends in the rates of living kidney donation [J]. *Kidney Int*, 2009, 75 (10): 1088-1098.
- [3] REESE P P, BOUDVILLE N, GARG A X. Living kidney donation: outcomes, ethics, and uncertainty [J]. *Lancet*, 2015, 385 (9981): 2003-2013.
- [4] 中华医学会器官移植学分会. 活体肾移植临床技术操作规范(2019版) [J]. *器官移植*, 2019, 10 (5): 540-546.
- [5] YOSHINAGA K, ARAKI M, WADA K, et al. Feasible kidney donation with living marginal donors, including diabetes mellitus [J]. *Immun Inflamm Dis*, 2021, 9 (3): 1061-1068.
- [6] MJØEN G, HALLAN S, HARTMANN A, et al. Long-term risks for kidney donors [J]. *Kidney Int*, 2014, 86 (1): 162-167.
- [7] MUZAAL A D, MASSIE A B, WANG M C, et al. Risk of end-stage renal disease following live kidney donation [J]. *JAMA*, 2014, 311 (6): 579-586.
- [8] IBRAHIM H N, FOLEY R, TAN L, et al. Long-term consequences of kidney donation [J]. *N Engl J Med*, 2009, 360 (5): 459-469.
- [9] OKAMOTO M, AKIOKA K, NOBORI S, et al. Short- and long-term donor outcomes after kidney donation: analysis of 601 cases over a 35-year period at Japanese single center [J]. *Transplantation*, 2009, 87 (3): 419-423.
- [10] FEHRMAN-EKHOLM I, ELINDER C G, STENBECK M, et al. Kidney donors live longer [J]. *Transplantation*, 1997, 64 (7): 976-978.
- [11] SEGEV D L, MUZAAL A D, CAFFO B S, et al. Perioperative mortality and long-term survival following live kidney donation [J]. *JAMA*, 2010, 303 (10): 959-966.
- [12] REESE P P, BLOOM R D, FELDMAN H I, et al. Mortality and cardiovascular disease among older live kidney donors [J]. *Am J Transplant*, 2014, 14 (8): 1853-1861.
- [13] GARG A X, MEIRAMBAYEVA A, HUANG A, et al. Cardiovascular disease in kidney donors: matched cohort study [J]. *BMJ*, 2012, 344: e1203.
- [14] PARK J J, KIM K, CHOI J Y, et al. Long-term mortality of living kidney donors: a systematic review and meta-analysis [J]. *Int Urol Nephrol*, 2021, 53 (8): 1563-1581.
- [15] HELAL I, FICK-BROSNAHAN G M, REED-GITOMER B, et al. Glomerular hyperfiltration: definitions, mechanisms and clinical

- implications [J]. *Nat Rev Nephrol*, 2012, 8 (5) : 293–300.
- [16] GARG A X, PRASAD G V, THIESSEN-PHILBROOK H R, et al. Cardiovascular disease and hypertension risk in living kidney donors : an analysis of health administrative data in Ontario, Canada [J]. *Transplantation*, 2008, 86 (3) : 399–406.
- [17] GROSS C R, MESSERSMITH E E, HONG B A, et al. Health-related quality of life in kidney donors from the last five decades : results from the RELIVE study [J]. *Am J Transplant*, 2013, 13 (11) : 2924–2934.
- [18] BRIANCON S, GERMAIN L, BAUDELLOT C, et al. Quality of life of living kidney donor : a national report [J]. *Nephrol Ther*, 2011, 7 Suppl 1 : S1–S39.
- [19] CLEMENS K K, THIESSEN-PHILBROOK H, PARIKH C R, et al. Psychosocial health of living kidney donors : a systematic review [J]. *Am J Transplant*, 2006, 6 (12) : 2965–2977.
- [20] KESSLER M, LADRIERE M, GIRAL M, et al. Does pre-emptive kidney transplantation with a deceased donor improve outcomes? Results from a French transplant network [J]. *Transpl Int*, 2011, 24 (3) : 266–275.
- [21] WITCZAK B J, LEIVESTAD T, LINE P D, et al. Experience from an active preemptive kidney transplantation program—809 cases revisited [J]. *Transplantation*, 2009, 88 (5) : 672–677.
- [22] MEIER-KRIESCH H U, PORT F K, OJO A O, et al. Effect of waiting time on renal transplant outcome [J]. *Kidney Int*, 2000, 58 (3) : 1311–1317.
- [23] AKKINA S K, CONNAIRE J J, SNYDER J J, et al. Earlier is not necessarily better in preemptive kidney transplantation [J]. *Am J Transplant*, 2008, 8 (10) : 2071–2076.
- [24] IRISH G L, CHADBAN S, MCDONALD S, et al. Quantifying lead time bias when estimating patient survival in preemptive living kidney donor transplantation [J]. *Am J Transplant*, 2019, 19 (12) : 3367–3376.
- [25] REDFIELD R R, SCALEA J R, ZENS T J, et al. Predictors and outcomes of delayed graft function after living-donor kidney transplantation [J]. *Transpl Int*, 2016, 29 (1) : 81–87.
- [26] ANDREONI K A, FORBES R, ANDREONI R M, et al. Age-related kidney transplant outcomes : health disparities amplified in adolescence [J]. *JAMA Intern Med*, 2013, 173 (16) : 1524–1532.
- [27] COHEN J B, OWEI L, SAWINSKI D L, et al. Inferior long-term allograft and patient outcomes among recipients of offspring living donor kidneys [J]. *Am J Transplant*, 2018, 18 (7) : 1699–1709.
- [28] HIRSCH H H, RANDHAWA P. BK polyomavirus in solid organ transplantation [J]. *Am J Transplant*, 2013, 13 Suppl 4 : 179–188.
- [29] FISCHER S A, AVERY R K. Screening of donor and recipient prior to solid organ transplantation [J]. *Am J Transplant*, 2009, 9 Suppl 4 : S7–S18.
- [30] SCHREIBER P W, KUFNER V, HUBEL K, et al. Metagenomic Virome Sequencing in Living Donor and Recipient Kidney Transplant Pairs Revealed JC Polyomavirus Transmission [J]. *Clin Infect Dis*, 2019, 69 (6) : 987–994.
- [31] CHENG X S, BOHL D L, STORCH G A, et al. Inhibitory interactions between BK and JC virus among kidney transplant recipients [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2011, 22 (5) : 825–831.
- [32] KUMAR D, PRASAD G V, ZALTMAN J, et al. Community-acquired West Nile virus infection in solid-organ transplant recipients [J]. *Transplantation*, 2004, 77 (3) : 399–402.
- [33] FISCHER S A, GRAHAM M B, KUEHNERT M J, et al. Transmission of lymphocytic choriomeningitis virus by organ transplantation [J]. *N Engl J Med*, 2006, 354 (21) : 2235–2249.
- [34] PIETROSI G, VIZZINI G, PIPITONE L, et al. Primary and reactivated HHV8 infection and disease after liver transplantation : a prospective study [J]. *Am J Transplant*, 2011, 11 (12) : 2715–2723.
- [35] ZHOU H, ZHU W, ZENG J, et al. Probable Rabies Virus Transmission through Organ Transplantation, China, 2015 [J]. *Emerg Infect Dis*, 2016, 22 (8) : 1348–1352.
- [36] ORANDI B J, CHOW E H, HSU A, et al. Quantifying renal allograft loss following early antibody-mediated rejection [J]. *Am J Transplant*, 2015, 15 (2) : 489–498.
- [37] LENTINE K L, AXELROD D, KLEIN C, et al. Early clinical complications after ABO-incompatible live-donor kidney transplantation : a national study of Medicare-insured recipients [J]. *Transplantation*, 2014, 98 (1) : 54–65.
- [38] LONZE B E, BAE S, KRAUS E S, et al. Outcomes and risk stratification for late antibody-mediated rejection in recipients of ABO-incompatible kidney transplants : a retrospective study [J]. *Transpl Int*, 2017, 30 (9) : 874–883.
- [39] MONTGOMERY J R, BERGER J C, WARREN D S, et al. Outcomes of ABO-incompatible kidney transplantation in the United States [J]. *Transplantation*, 2012, 93 (6) : 603–609.
- [40] OPELZ G, MORATH C, SUSAL C, et al. Three-year outcomes following 1420 ABO-incompatible living-donor kidney transplants performed after ABO antibody reduction : results from 101 centers [J]. *Transplantation*, 2015, 99 (2) : 400–404.
- [41] TYDEN G, DONAUER J, WADSTROM J, et al. Implementation of a Protocol for ABO-incompatible kidney transplantation—a three-center experience with 60 consecutive transplantations [J]. *Transplantation*, 2007, 83 (9) : 1153–1155.
- [42] 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.
- [43] 中华医学会器官移植学分会. ABO血型不相容亲属活体肾移植技术规范(2019版)[J]. *器官移植*, 2019, 10 (5) : 533–539.
- [44] MASSIE A B, ORANDI B J, WALDRAM M M, et al. Impact of ABO-Incompatible Living Donor Kidney Transplantation on Patient Survival [J]. *Am J Kidney Dis*, 2020, 76 (5) : 616–623.
- [45] ORANDI B J, GARONZIK-WANG J M, Massie A B, et al. Quantifying the risk of incompatible kidney transplantation : a multicenter study [J]. *Am J Transplant*, 2014, 14 (7) : 1573–1580.
- [46] KOO T Y, LEE J H, MIN S I, et al. Presence of a survival benefit of HLA-incompatible living donor kidney transplantation compared to waiting or HLA-compatible deceased donor kidney transplantation with a long waiting time [J]. *Kidney Int*, 2021, 100 (1) : 206–214.
- [47] MOTTER J D, JACKSON K R, LONG J J, et al. Delayed graft function and acute rejection following HLA-incompatible living donor kidney transplantation [J]. *Am J Transplant*, 2021, 21 (4) : 1612–1621.
- [48] AVERY R K, MOTTER J D, JACKSON K R, et al. Quantifying infection risks in incompatible living donor kidney transplant recipients [J]. *Am J Transplant*, 2021, 21 (4) : 1564–1575.

(收稿日期: 2021-8-10)

曾宪鹏, 夏秋翔, 李汉英, 刘静, 李恒, 王振迪. 亲属肾移植供受者预后及风险分析[J/CD]. *实用器官移植电子杂志*, 2021, 9 (6) : 491–495.