



全文二维码

儿童肾脏移植中需要关注的供体因素

许陈诚 姜大朋

上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心普外科,上海 200127

通信作者:姜大朋,Email:jdp509@163.com

【摘要】 肾脏移植是终末期肾病(end-stage renal disease, ESRD)的最佳治疗方案。活体供肾的长期存活率更高,对 ESRD 患儿来说是一个更好的选择。不同供体因素,如供肾来源(活体/尸体器官)、供肾大小、人类白细胞抗原(human leukocyte antigen, HLA)相容性、供体年龄等因素都可能影响肾移植的长期预后,对于儿童患者,需要着重考虑供肾的长期存活率,尽可能降低移植风险。本文就儿童肾脏移植中需要关注的供体因素进行综述。

【关键词】 肾移植/方法; 活体供者/分类; 移植植物存活; 移植植物排斥; 儿童

基金项目:上海市自然科学基金(19ZR1432800)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202111027-003

Donor factors for kidney transplantation in children

Xu Chencheng, Jiang Dapeng

Department of General Surgery, Shanghai Children's Medical Center, School of Medicine, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200127, China

Corresponding author: Jiang Dapeng, Email:jdp509@163.com

【Abstract】 Kidney transplantation is an optimal treatment for children with end-stage renal disease (ESRD). There is a great diversity of donor factors, such as source of donor kidney (living/dead organ), size of donor kidney, infection of donor source, compatibility of human leukocyte antigen (HLA) and donor age, etc. The long-term prognosis of transplantation is affected. For children, it is necessary to focus upon long-term survival rate and minimize the risk of transplantation. Therefore careful consideration should be given when selecting different transplant donors. A large gap between organ supply and demand has been an ongoing global challenge. It is imperative to further the refine techniques of organ preservation and boost public awareness of organ donation.

【Key words】 Kidney Transplantation/MT; Living Donors/CL; Graft Survival; Graft Rejection; Child

Fund program: Natural Science Foundation of Shanghai Municipality (19ZR1432800)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202111027-003

肾脏移植是终末期肾病(end-stage renal disease, ESRD)的最佳治疗方案,能够改善患儿的生活质量并延长生存期^[1]。目前,肾脏移植供需差距的不断扩大是一个亟待解决的难题,而合理扩大供体库是较为理想的解决方法。与成人受体相比,儿童受体具有不同的生理特点,对供体血型 and 人类白细胞抗原(human leukocyte antigen, HLA)配型等方面的要求较成人更高,对供体年龄、供体质量、供肾质量的要求也较成人严格^[2]。不同的供体因素,如供肾的来源(活体/尸体器官)、供肾大小、HLA 相容、供体年龄等因素都会对儿童肾移植的长期预后产生影响,对于儿童受体,需要着重考

虑供肾的长期存活率,尽可能降低移植风险。随着免疫抑制剂的应用,肾移植供体的选择范围逐渐由同卵双胞胎扩展到血型相容的非亲属个体^[3]。据全国儿科透析网络(International Pediatric Dialysis Network-China, IPDN-China)统计,截至 2016 年底,我国接受各类肾脏替代治疗的 ESRD 患儿共 578 例(其中 49% 接受肾脏移植)^[4]。获取肾脏移植治疗权利不平等的现象明显,特别是儿童肾移植,约 5% 的国家无法使儿童获得长期的肾替代治疗^[5]。

一、器官捐献来源

器官捐献来源多样,相比于尸体器官捐献,活

体器官捐献的长期存活率更高^[6]。在美国及其他器官捐献法律完善的国家,儿童在等待名单上具有优先级,小于18岁的儿童等待尸体器官捐献的平均时间是6~12个月,而大于18岁的患者则需要等待3~5年^[7]。如果只有一名匹配的潜在活体肾脏供体,儿童应该首先接受活体器官移植还是尸体器官移植仍不明确。大多数接受肾脏移植的儿童受体最终需要接受再次移植。若先移植尸体来源肾脏,儿童可在相对较短的时间内获得高质量的器官,但潜在供体随着儿童受体年龄的增长可能会出现健康问题,增加受体再移植的可能性^[8]。

(一)活体器官移植

在美国,自2005年“小于35岁的尸体来源肾脏优先移植给小于18岁儿童”的政策发布后,活体捐献比例从60%降至40%以下。在一些欧洲国家,活体捐献比例甚至低于20%^[9]。在一些没有死亡捐献政策的发展中国家,活体捐献比例则较高^[10]。基于年龄、性别、HLA匹配情况及体型的移植物生存期算法已经运用于活体捐献肾移植。通过了解受体和供体的特点,该算法有助于评估受体长期预后并且选择合适的供体,临床研究结果显示,男性供体、较高的HLA匹配度以及供受体身材差异小与更高的存活率存在相关性^[11]。

1. 肾脏配对捐献 移植肾脏供求失衡增加了非亲缘供体、受体的配对数量。对有移植意愿但与供体配型失败的ERSD患儿,可考虑肾脏配对捐献。对于年轻受体,可通过配对捐献寻找相应年龄供体。患有遗传性疾病(如多囊肾)而不能接受亲属移植物的患儿,可接受非亲属捐献肾移植。与供体不匹配的高敏感患儿移植前需接受脱敏治疗,移植后需接受更高强度的免疫抑制治疗,而配对捐献移植提供了一个与免疫风险较低供体配对的机会,从而降低免疫风险^[12]。

2. 儿童活体捐献 儿童活体捐献移植数量很少。目前,是否允许未成年人进行活体器官捐献仍存在争议^[13]。特殊情况下,当儿童供体能够理解捐献的含义,完善适当的流程后可考虑进行肾移植。美国儿科学会制定的指南强调,应考虑小儿活体肾脏供体需要满足的条件:①供体和受体都受益;②供体的手术风险极低;③没有其他尸体或活体捐献可能;④供体未经胁迫,自愿同意捐献;⑤供体情感和心理风险均已最大程度降低^[14]。

(二)尸体器官移植

尸体器官即供体脑/心脏死亡后的器官。标准

供体的判定标准为:生前无高血压、糖尿病,血清肌酐小于1.5 mg/dL,且年龄小于50岁。通常供者的死亡原因与创伤有关,这类存活期更长的器官将优先给予儿童。若供体年龄大于60岁,或年龄在50~59岁之间,且符合“高血压”“血清肌酐大于1.5 mg/dL”“因脑血管意外死亡”中的2项,则被定义为扩展标准供体^[15]。

1. 脑死亡后的捐献 大部分儿童接受的移植器官来自于标准供体。此时供体的心脏仍保持功能,并使用呼吸机维持呼吸状态。心脏的跳动有助于维持重要脏器的血液灌注^[16]。

2. 心脏死亡后的捐献 心脏死亡后的器官捐献是长期等待肾源儿童的重要器官来源^[17]。如果热缺血时间超过48 min,移植肾功能延迟恢复的风险将较高^[18]。心脏死亡供体肾脏的冷缺血时间如果大于12 h,器官功能丢失的风险增加。通常心脏死亡供体来源的肾脏发生脏器无功能或功能延迟恢复的概率更高^[18]。但如果热缺血时间短,心脏死亡供体供肾对于儿童受体仍有价值。在英国,1.2%的儿童移植供肾来源于心脏死亡供体,其中25%发生脏器功能延迟恢复^[19]。与脑死亡供肾相比,心脏死亡供肾出现移植物无功能的概率更高^[20]。但是随着器官保存技术的改进,心脏死亡供肾的生存期有望延长。

(三)其他非标准供体

对于长期等待肾源的儿童来说,可以考虑接受既往健康、现患有急性肾损伤(肌酐>1.5 mg/dL)的供体的肾脏。如果供体不需要行透析治疗,这些肾脏有70%~75%的可能完全恢复^[20]。35~49岁活体供肾移植存活率最高,但在选择有限的情况下,如果供肾冷缺血时间短,大于60岁的健康活体供肾或尸体供肾也可以考虑^[21]。

二、移植肾大小

(一)成人肾脏

儿童受体很难找到大小合适的肾脏,使用成人肾脏是长期以来的惯例,且预后更好^[22]。成人肾脏原本处于高血流量的状态,移植入小儿体内后,处于相对低心输出量及低血容量状态。当儿童受体处于低血容量状态时,成人肾脏低灌注损伤的风险更高,可能导致急性血管损伤、肾血管血栓或移植失败^[22]。一般接受成人肾脏移植的儿童受体体重应大于15 kg。尽管存在这些风险,但5岁以下接受肾移植儿童的移植物存活率是很高的。

(二)儿童肾脏

美国器官获取移植网络相关数据表明:2018 年 18 岁以下儿童供体有 837 例(占总捐献数的 8.5%),其中有 300 例供体小于 5 岁。大部分儿童肾脏移植给了成人受体。既往认为移植儿童肾脏发生移植物血栓及移植物功能丢失的风险较高,有研究发现在具备经验的移植中心,将儿童肾脏移植入相应年龄的儿童受体后,短期及长期预后均良好^[23]。有中心分别使用极低体重儿(1.9~4.4 kg)供体的胸主动脉和远端腹主动脉作为流入、流出道,有效避免了血管血栓的形成,随访 1~1.5 年效果良好^[24]。

我国多项单中心研究发现,移植肾功能丢失的主要原因为移植物血栓形成、排斥反应及原发疾病复发。受体死亡原因主要为感染(肺部感染及供体来源感染)。与成人肾脏相比,将儿童肾脏移植给儿童受体发生急性排斥反应的概率较高,但儿童肾脏具有适应性生长、功能不断增强的长期优势,因此应就手术方式、供体年龄下限、极低龄儿童受体肾移植等方面进行安全的探索^[25-26]。

三、肾移植相关风险

传染性疾病可通过器官移植传播,且在儿童中已有相关案例报道^[27]。2005—2012 年,供体来源的感染案例有所增加^[28]。随着供体库扩大,已出现来自溺水患儿供肺和供肝的器官移植案例,在移植术后应给予预防性抗感染治疗,积极监测感染情况,根据病原体调整抗生素^[29-30]。对于溺水儿童肾脏移植,有报道存在感染赛多孢子菌病和发生脓毒性休克的风险^[31-32]。在进行移植前,对潜在供体及受体进行筛查是重要的预防手段。所有受体在接受移植前应接种相关疫苗。

(一)细菌感染

肾移植中细菌感染约占供体来源感染的 15.5%,其中以结核分枝杆菌和铜绿假单胞菌最为常见^[28]。需要常规筛查结核、梅毒以及地方流行性传染病。受体感染的危险因素包括输血史、腹膜感染或泌尿道感染,多重耐药菌可能会增加受体严重感染的风险^[33]。

(二)病毒感染

需常规评估巨细胞病毒和 EB 病毒感染。核酸扩增测试检测乙型肝炎病毒、丙型肝炎病毒、人类免疫缺陷病毒感染可以缩短检出时间^[34]。供体死亡前多次输血也可能导致血液中存在少量滴度的病毒。供体死亡后,短时间无法获得其详细既往病史,而家属也未必能够完全了解供体情况,因此需

要跟进相关病原学检测结果。

感染高风险供体指携带有传播血源性病毒(如丙肝病毒、艾滋病病毒和乙肝病毒)风险的器官供体。应特别留意已知母亲患有乙肝、丙肝或艾滋病的 18 个月以下的儿童供体以及在过去 12 个月内曾有如下行为的供体:①与其他男性发生过性行为的男性(men who have sex with men, MSM);②与 MSM 发生过性行为的女性;③与已知患有艾滋病、乙肝或丙肝的人发生过性行为者;④非医疗目的使用非法药物,或与已知使用非法药物的人发生过性行为者;⑤卖淫者;⑥被诊断为梅毒、淋病、衣原体感染或生殖器溃疡或已经接受治疗者;⑦母亲已确诊艾滋病但仍进行母乳喂养的儿童;⑧进行过血液透析者。

(三)真菌感染

假丝酵母菌、丝状真菌及新型隐球菌为常见的供体来源真菌感染。假丝酵母菌阳性的供体经过抗真菌治疗后可考虑器官捐献^[35]。应常规进行肾脏保存液的真菌培养,及时予抗真菌治疗可以延缓或避免严重的血管并发症^[36]。

死于缺氧的男性是感染传播风险较高的一类供体,但由于这类供体患有糖尿病和高血压的可能性较低,所以肾脏的质量通常很高^[37]。与成人受体相比,接受感染高风险供体的器官对于儿童受体而言并不能带来生存益处。但拒绝感染高风险供体会增加等待时间^[38]。病毒性疾病的传播风险 < 1%,鉴于乙型肝炎和丙型肝炎治疗的最新进展,可基于个体情况移植感染高风险供体的肾脏。

四、肾移植预后相关供体因素

(一)冷缺血时间和机器灌注

供体器官开始冷灌注到移植入受体,开放血供前的时间被称为冷缺血时间。这期间器官被保存在低温生理溶液中。冷缺血时间长(尤其是超过 30 h)会增加中期移植物功能衰竭的风险^[39]。低温机械灌注是指使用持续性、脉冲式低温生理溶液灌注移植物血管。与传统的静态保存方式相比,低温机械灌注能够降低尸体肾脏移植后肾功能延迟恢复的发生率。近期,低温机械灌注已成为荷兰保存尸体供肾的标准保存方法^[40]。

(二)HLA 配型

多项研究证实较高的 HLA 错配程度限制了移植物的长期存活率^[41]。与只有 0~1 个 HLA 错配的尸体肾脏相比,带有 4~6 个 HLA-A+B+DR 错配的活体肾脏移植的存活率显著降低,HLA B 和

DR 错配与生存期降低相关^[42]。HLA 错配是移植失败的一个强有力预测因素,每一个 HLA 错配都会增加移植失败的风险^[42]。HLA 配型不良与慢性排斥反应相关,这是移植物功能丢失的主要原因^[43]。基于对所有 HLA 等位基因完整氨基酸序列的认识,结合 HLA 抗体特异性分析,HLA 在结构层面的匹配能减少供体特异性抗体的诱导,有助于高敏患儿接受移植^[42]。

五、总结

近几十年来,儿童肾脏移植的存活率有了很大的提高,活体肾脏的移植物存活期优于尸体肾脏。虽然肾脏移植有多种供体选择,但如何长期维持肾脏功能以及因慢性肾脏疾病增加导致的肾源短缺仍然是临床上面临的重大难题。此外,终身使用免疫抑制剂增加了感染及恶性肿瘤的发生风险,影响受体生存。提高对器官捐献的认识,改进器官保存技术,使用靶向免疫抑制剂治疗以及再生技术可能会为儿童肾脏移植带来新的希望,并改善 ESRD 患儿的生活。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 文献检索、数据收集与分析、论文结果撰写为许陈诚,论文调查设计、论文讨论分析为姜大明

参 考 文 献

- [1] Walker RC, Naicker D, Kara T, et al. Children's experiences and expectations of kidney transplantation: A qualitative interview study[J]. *Nephrology (Carlton)*, 2019, 24(6): 647-653. DOI: 10.1111/nep.13405.
- [2] 中华医学会器官移植学分会. 儿童肾移植技术操作规范(2019版)[J]. *器官移植*, 2019, 10(5): 499-504. DOI: 10.3969/j. issn. 1674-7445. 2019. 05. 007.
Branch of Organ Transplantation of Chinese Medical Association; Technical Practice for Pediatric Kidney Transplantation (2019) [J]. *Organ Transplant*, 2019, 10(5): 499-504. DOI: 10.3969/j. issn. 1674-7445. 2019. 05. 007.
- [3] Verghese PS. Pediatric kidney transplantation: a historical review [J]. *Pediatr Res*, 2017, 81(1-2): 259-264. DOI: 10.1038/pr.2016.207.
- [4] Zhai Y, Liu X, Yang Q, et al. IPDN-China promotes the development of pediatric dialysis in China[J]. *Pediatr Nephrol*, 2020, 35(11): 2163-2171. DOI: 10.1007/s00467-020-04630-3.
- [5] Ploos Van Amstel S, Noordzij M, Warady BA, et al. Renal replacement therapy for children throughout the world: the need for a global registry[J]. *Pediatr Nephrol*, 2018, 33(5): 863-871. DOI: 10.1007/s00467-017-3863-5.
- [6] Wasik HL, Pruette CS, Ruebner RL, et al. A donor risk index for graft loss in pediatric living donor kidney transplantation[J]. *Am J Transplant*, 2019, 19(10): 2775-2782. DOI: 10.1111/ajt.15360.
- [7] Milner J, Melcher ML, Lee B, et al. HLA matching trumps donor age: donor-recipient pairing characteristics that impact long-term

- success in living donor kidney transplantation in the era of paired kidney exchange[J]. *Transplant Direct*, 2016, 2(7): e85. DOI: 10.1097/TXD.0000000000000597.
- [8] Van Arendonk KJ, Chow EK, James NT, et al. Choosing the order of deceased donor and living donor kidney transplantation in pediatric recipients: a Markov decision process model[J]. *Transplantation*, 2015, 99(2): 360-366. DOI: 10.1097/TP.0000000000000588.
- [9] Winnicki E, Dharmar M, Tancredi D, et al. Comparable survival of en bloc versus standard donor kidney transplants in children [J]. *J Pediatr*, 2016, 173: 169-174. DOI: 10.1016/j.jpeds.2016.01.054.
- [10] Collin M, Karpelowsky J, Thomas G. Pediatric transplantation: An international perspective[J]. *Semin Pediatr Surg*, 2017, 26(4): 272-277. DOI: 10.1053/j.sempedsurg.2017.07.003.
- [11] Ashby VB, Leichtman AB, Rees MA, et al. A kidney graft survival calculator that accounts for mismatches in age, sex, HLA and body size[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2017, 12(7): 1148-1160. DOI: 10.2215/CJN.09330916.
- [12] Flechner SM, Thomas AG, Ronin M, et al. The first 9 years of kidney paired donation through the National Kidney Registry: Characteristics of donors and recipients compared with National Live Donor Transplant Registries [J]. *Am J Transplant*, 2018, 18(11): 2730-2738. DOI: 10.1111/ajt.14744.
- [13] Thys K, Borry P, Schotsmans P, et al. Should minors and young adults qualify as potential live kidney donors? The views of international transplant professionals[J]. *Pediatr Transplant*, 2019, 23(6): e13526. DOI: 10.1111/petr.13526.
- [14] Ross LF, Thislethwaite Jr JR, Committee On Bioethics. Minors as living solid-organ donors [J]. *Pediatrics*, 2008, 122(2): 454-461. DOI: 10.1542/peds.2008-1525.
- [15] Kizilbash SJ, Evans MD, Chinnakotla S, et al. Use of expanded-criteria donors and > 85 KDPI kidneys for pediatric kidney transplantation in the United States[J]. *Am J Transplant*, 2021, 21(3): 1160-1170. DOI: 10.1111/ajt.16162.
- [16] Chaudhuri A, Gallo A, Grimm P. Pediatric deceased donor renal transplantation: An approach to decision making II. Acceptability of a deceased donor kidney for a child, a snap decision at 3 AM [J]. *Pediatr Transplant*, 2015, 19(7): 785-791. DOI: 10.1111/petr.12582.
- [17] Thuong M, Ruiz A, Evrard P, et al. New classification of donation after circulatory death donors definitions and terminology [J]. *Transpl Int*, 2016, 29(7): 749-759. DOI: 10.1111/tri.12776.
- [18] Chen G, Wang C, Ko DS, et al. Comparison of outcomes of kidney transplantation from donation after brain death, donation after circulatory death, and donation after brain death followed by circulatory death donors[J]. *Clin Transplant*, 2017, 31(11). DOI: 10.1111/ctr.13110.
- [19] Marlais M, Pankhurst L, Hudson A, et al. UK National Registry Study of Kidney Donation After Circulatory Death for Pediatric Recipients [J]. *Transplantation*, 2017, 101(6): 1177-1181. DOI: 10.1097/TP.0000000000001264.
- [20] Grenda R. Delayed graft function and its management in children [J]. *Pediatr Nephrol*, 2017, 32(7): 1157-1167. DOI: 10.1007/s00467-016-3528-9.
- [21] Pereira L, Nogueira PCK. Non-standard criteria donors in pediatric kidney transplantation[J]. *Pediatr Transplant*, 2019, 23(5): e13452. DOI: 10.1111/petr.13452.
- [22] Muramatsu M, Mizutani T, Hamasaki Y, et al. Transplantation of adult-size kidneys in small pediatric recipients: A single-center

- experience[J]. *Pediatr Transplant*,2019,23(4):e13401. DOI: 10.1111/ptr.13401.
- [23] Gander R,Asensio M,Molino JA,et al. Outcome of kidney transplantation from young pediatric donors (aged less than 6 years) to young size-matched recipients[J]. *J Pediatr Urol*,2019,15(3):213-220. DOI:10.1016/j.jpuro.2019.03.015.
- [24] Dai H,Peng L,Peng F,et al. A novel technique for en bloc kidney transplantation from infant donors with extremely low body weight by using the distal abdominal aorta as an outflow tract[J]. *Am J Transplant*,2018,18(9):2200-2207. DOI:10.1111/ajt.14692.
- [25] 朱兰,郭志良,刘斌,等. 儿童肾移植111例报道[J]. *中华器官移植杂志*,2020,41(1):3-8. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2020.01.002.
Zhu L,Guo ZL,Liu B,et al. Kidney transplantation in children;a report of 111 cases[J]. *Chin J Organ Transplant*,2020,41(1):3-8. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2020.01.002.
- [26] 张恒熙,李军,黄铭川,等. 儿童肾移植244例次临床分析[J]. *中华器官移植杂志*,2020,41(1):9-14. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2020.01.003.
Zhang HX,Li J,Huang MC,et al. Retrospective analysis of pediatric kidney transplantation;a report of 244 cases[J]. *Chin J Organ Transplant*,2020,41(1):9-14. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2020.01.003.
- [27] Sharma TS,Michaels MG,Danziger-Isakov L,et al. Clinical vignettes;donor-derived infections[J]. *J Pediatric Infect Dis Soc*,2018,7(suppl_2):S67-S71. DOI:10.1093/jpids/piy129.
- [28] Shingde R,Habachou LI,Calisa V,et al. Unexpected donor-derived infectious transmissions by kidney transplantation: A systematic review[J]. *Transpl Infect Dis*,2018,20(2):e12851. DOI:10.1111/tid.12851.
- [29] 张文平,胡为才,徐磊,等. 溺水供者扩大标准供肺移植[J]. *中华器官移植杂志*,2018,39(2):118-119. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2018.02.011.
Zhang WP,Hu WC,Xu L,et al. Donors of drowning expanded the standard for lung transplantation[J]. *Chin J Organ Transplant*,2018,39(2):118-119. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2018.02.011.
- [30] 魏林,朱志军,董冲,等. 儿童心脏死亡器官捐献供肝在成人受者肝移植中的应用(附1例报道)[J]. *中国普外基础与临床杂志*,2012,19(5):490-492.
Wei L,Zhu ZJ,Dong C,et al. Use of liver graft from pediatric donor of donation after cardiac death in adult recipient;one case report[J]. *Chin J Bases Clin General Surg*,2012,19(5):490-492.
- [31] Leek R,Aldag E,Nadeem I,et al. Scedosporiosis in a combined kidney and liver transplant recipient;a case report of possible transmission from a near-drowning donor[J]. *Case Rep Transplant*,2016,2016:1879529. DOI:10.1155/2016/1879529
- [32] Kim SH,Ha YE,Youn JC,et al. Fatal scedosporiosis in multiple solid organ allografts transmitted from a nearly-drowned donor[J]. *Am J Transplant*,2015,15(3):833-840. DOI:10.1111/ajt.13008.
- [33] Camargo JF,Simkins J,Anjan S,et al. Implementation of a Strongyloides screening strategy in solid organ transplant donors and recipients[J]. *Clin Transplant*,2019,33(4):e13497. DOI: 10.1111/ctr.13497.
- [34] Davison KL,Ushiro-Lumb I,Lawrance M,et al. Infections and associated behaviors among deceased organ donors: Informing the assessment of risk[J]. *Transpl Infect Dis*,2019,21(2):e13055. DOI:10.1111/tid.13055.
- [35] 魏绪霞,易慧敏. 器官移植供者来源性感染防治的研究进展[J]. *器官移植*,2020,11(1):115-120. DOI:10.3969/j.issn.1674-7445.2020.01.019.
Wei XX,Yi HM. Research advances on prevention and treatment of donor-derived infection in organ transplantation[J]. *Clin Transplant*,2020,11(1):115-120. DOI:10.3969/j.issn.1674-7445.2020.01.019.
- [36] Tang MZ,Xu XS,Shen BB,et al. Fifty-one cases of fungal arteritis after kidney transplantation;A case report and review of the literature[J]. *Transpl Infect Dis*,2017,19(6). DOI:10.1111/tid.12781.
- [37] Bowring MG,Holscher CM,Zhou S,et al. Turn down for what? Patient outcomes associated with declining increased infectious risk kidneys[J]. *Am J Transplant*,2018,18(3):617-624. DOI:10.1111/ajt.14577.
- [38] Kizilbash SJ,Rheault MN,Wang Q,et al. Kidney transplant outcomes associated with the use of increased risk donors in children[J]. *Am J Transplant*,2019,19(6):1684-1692. DOI:10.1111/ajt.15231.
- [39] Derbout A,Foucher Y,Trebern-Launay K,et al. Each additional hour of cold ischemia time significantly increases the risk of graft failure and mortality following renal transplantation[J]. *Kidney Int*,2015,87(2):343-349. DOI:10.1038/ki.2014.304.
- [40] Brat A,de Vries KM,van Heurn EWE,et al. Hypothermic machine perfusion as a national standard preservation method for deceased donor kidneys[J]. *Transplantation*,2022,106(5):1043-1050. DOI:10.1097/TP.0000000000003845.
- [41] Trnka P,Mctaggart SJ,Francis A. The impact of donor/recipient age difference and HLA mismatch on graft outcome in pediatric kidney transplantation[J]. *Pediatr Transplant*,2018,22(7):e13265. DOI:10.1111/ptr.13265.
- [42] Heidt S,Claas FHJ. Not all HLA epitope mismatches are equal[J]. *Kidney Int*,2020,97(4):653-655. DOI:10.1016/j.kint.2019.12.017.
- [43] Castro A,Malheiro J,Tafulo S,et al. Role of de novo donor-specific anti-HLA antibodies in kidney graft failure; A case-control study[J]. *HLA*,2017,90(5):267-275. DOI:10.1111/tan.13111.

(收稿日期:2021-11-16)

本文引用格式: 许陈诚,姜大朋. 儿童肾脏移植中需要关注的供体因素[J]. *临床小儿外科杂志*,2022,21(5):410-414. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202111027-003.

Citing this article as: Xu CC,Jiang DP. Donor factors for kidney transplantation in children[J]. *J Clin Ped Sur*,2022,21(5):410-414. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202111027-003.