

## 论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.09.007

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20230417.1401.008.html\(2023-04-17\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20230417.1401.008.html(2023-04-17))

## 婴儿双肾供成人肾移植的临床疗效分析\*

肖琦,张行健,赵世涛,鄢业鸿,万昊,肖建生<sup>△</sup>  
(南昌大学第一附属医院器官移植科,南昌 330006)

**[摘要]** **目的** 总结分析婴儿双肾供成人肾移植的临床疗效。**方法** 回顾性分析 2017 年 5 月 1 日至 2020 年 6 月 1 日在该院实施的 5 例婴儿双肾供成人受者的临床疗效及长期随访情况,随访截止时间为 2021 年 7 月 1 日。供者年龄 2~11 月龄,体重 5.2~8.0 kg,供肾长度 5.4~7.1 cm;受者年龄 23~47 岁,体重 43.0~52.5 kg,体重指数(BMI)18.05~20.83 kg/m<sup>2</sup>。**结果** 5 例双肾移植受者中,4 例采用双供肾单侧移植,1 例采用双供肾双侧移植手术方式。5 例受者术后均未发生原发性移植肾无功能、血管吻合口狭窄、移植肾动静脉血栓、急性排斥反应和肺部感染等,1 例发生移植肾功能恢复延迟;移植肾长度均在术后第 1 个月呈直线生长,术后 6~12 个月达峰值;估算肾小球滤过率(eGFR)在移植术后 6 个月至 1 年达到 100 mL·min<sup>-1</sup>·1.73 m<sup>-2</sup>;随访期间所有受者的血肌酐水平均稳定在 100 μmol/L 左右;术后均无中到大量蛋白尿;人、肾存活率均为 100%。**结论** 婴儿双肾供成人肾移植的移植效果满意,可为进一步提高儿童捐献利用率,改善供肾短缺的现状提供参考。

**[关键词]** 双肾移植;婴儿供肾;成人受者;并发症;随访;疗效**[中图法分类号]** R699.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2023)09-1314-06

## Clinical efficacy of dual kidney transplantation from infant donors to adult recipients\*

XIAO Qi,ZHANG Xingjian,ZHAO Shitao,YAN Yehong,WAN Hao,XIAO Jiansheng<sup>△</sup>  
(Department of Organ Transplantation,The First Affiliated Hospital of Nanchang University,Nanchang,Jiangxi 330006,China)

**[Abstract]** **Objective** To summarize and analyze the clinical efficacy of dual kidney transplantation from infant donors to adult recipients. **Methods** Retrospective analysis was performed on the clinical efficacy and long-term follow-up of five adults undergoing kidney transplantation from infant donors in this hospital from May 1,2017 to June 1,2020. The deadline for follow-up was July 1,2021. The age of donors ranged from two months to 11 months,body weight 5.2–8.0 kg,and donor kidney length 5.4–7.1 cm. The recipients aged 23 to 47 years,body weight 43.0–52.5 kg,body mass index (BMI) 18.05–20.83 kg/m<sup>2</sup>. **Results** Among the five recipients of dual kidney transplantation,four patients underwent unilateral double kidney transplantation,and one patient underwent bilateral double kidney transplantation. None of the five recipients suffered from primary renal graft failure,vascular anastomotic stenosis,arteriovenous thrombosis,acute rejection and pulmonary infection. One of the five recipients had delayed renal function recovery. The length of transplanted kidney all showed straight growth at the first month after surgery,and reached the peak at 6–12 months after surgery. The estimated glomerular filtration rate (eGFR) was about 100 mL·min<sup>-1</sup>·1.73 m<sup>-2</sup> at six months to one year after transplantation. During the follow-up period,the blood creatinine values of all recipients were stable at about 100 μmol/L. There was no medium to large amount of albuminuria after surgery. Both the recipients and renal survival rates were 100%. **Conclusion** The clinical effect of dual kidney transplantation from infant donors to adult recipient is satisfactory,which provided reference for further improving the utilization rate of infant donor and improving the shortage of donor kidney.

**[Key words]** double renal transplantation;infant donor kidney;adult recipient;complications;follow-up;efficacy

\* 基金项目:江西省自然科学基金项目(20212BAB206027,20212BAG70017);江西省卫生健康委员会课题(20203206)。 作者简介:肖琦(1985—),副主任医师,博士,主要从事肝肾移植等基础及临床研究。 <sup>△</sup> 通信作者,E-mail:super\_xiaoj@163.com。

肾移植是治疗终末期肾病的主要方式之一<sup>[1]</sup>。虽然目前供肾数量正在增加,但是供给量和需求量之间仍存在巨大差距,因此肾移植在临床实践中仍面临巨大挑战<sup>[2]</sup>。2007—2014年,透析患者数量大幅增加,而移植患者比例保持停滞<sup>[3]</sup>。为解决供肾短缺的问题,越来越多地使用扩大标准供者和边缘供者来扩充供者池。婴儿供肾给成人被认为是扩大标准供者,由于供受者的体型和新陈代谢不匹配,这可能会增加术后泌尿系并发症、移植物血栓形成、高灌注损伤等并发症的发生风险<sup>[4-7]</sup>。为了降低将婴儿肾脏移植给成人受者的风险,双肾移植似乎提供了一种可行的方法来调整供受者的不匹配,并使移植后获得满意疗效。使用两个供肾进行移植,功能肾单位的总数远远高于同一质量的单个肾脏<sup>[8]</sup>。正常生理状态下肾脏会随着年龄的增长而增大,以此来适应年龄及体重增加带来的更繁重工作,因此使用婴儿肾脏进行的移植也应具有同样的特性<sup>[9]</sup>。研究表明,儿童双肾的长期移植存活率与标准供肾和活体供肾相似<sup>[4,8-10]</sup>,因此充分利用这一来源供肾有助于缓解器官短缺问题。因此,本文对本院器官移植科完成的5例婴儿双肾供成人肾移植临床资料进行总结,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究为回顾性病例分析研究,纳入2017年5月1日至2020年6月1日在本院实施的所有婴儿双肾供成人受者共5例,数据随访截止时间为2021年7月1日。所有供者均为公民逝世后器官捐献,移植手术均获得本院器官伦理委员会批准实施。(1)供者资料:5例供者中男2例,女3例,年龄2~11月龄,体重

5.2~8.0 kg,供者获取前肌酐14.8~96.2 mmol/L,供肾长度5.4~7.1 cm。(2)受者资料:5例受者中男1例,女4例;年龄23~47岁;体重43.0~52.5 kg,体重指数(BMI)18.05~20.83 kg/m<sup>2</sup>;术前血液透析4例,腹膜透析1例,透析时间2~4年;所有受者均为首次移植,术前群体反应性抗体(PRA)和淋巴毒均为阴性,供、受者均遵循血型相合原则。所有受者术前均告知供肾为婴儿双供肾,并签署知情同意书。

### 1.2 方法

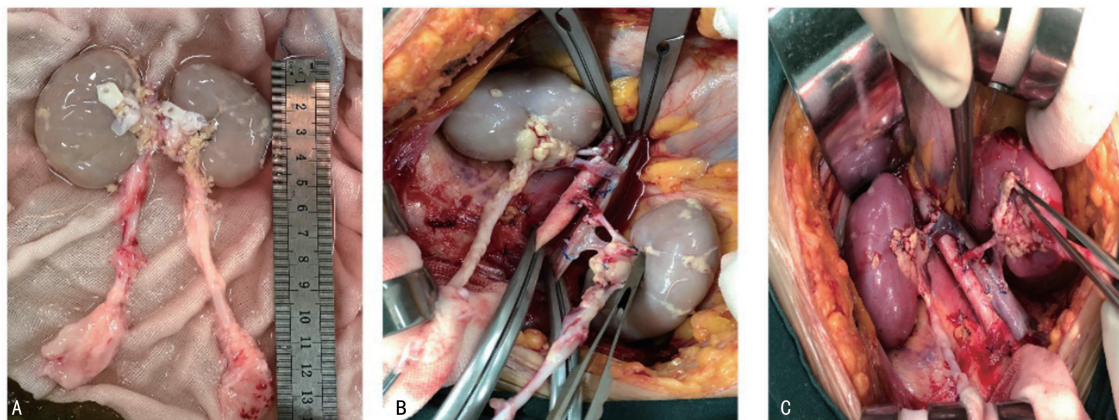
#### 1.2.1 肾移植手术方式

##### 1.2.1.1 供肾获取与修整

经髂总动脉置入导管,灌注4℃ UW液进行原位灌注,在髂总静脉置入导管引出灌注液,采用整块获取方式获取腹主动脉、下腔静脉及双肾和输尿管,将获取器官置于4℃ UW液中冷保存。劈开腹主动脉及下腔静脉分离双肾,左右供肾动脉均保留腹主动脉袖片,供肾静脉保留部分下腔静脉壁,供肾输尿管末端均不带供者膀胱壁。

##### 1.2.1.2 双供肾移植术

前4例采用分离式双供肾单侧移植方式(图1),将左侧供肾置于偏上位置,肾门朝内;右侧供肾置于偏下位置,肾门朝外;双供肾动脉均与受者髂外动脉行端侧吻合,双供肾静脉均与受者髂外静脉行端侧吻合;先吻合左侧供肾动静脉,后吻合右侧供肾动静脉,双供肾血管吻合完毕后开放血流;左右供肾输尿管内分别置入D-J管,并分别与受者膀胱壁单独吻合。第5例采用分离式双供肾双侧移植方式,该移植方式与常规的肾移植方式相同。术后4周在门诊膀胱镜下将置于移植肾输尿管中的D-J管拔除。



A: 双肾修整完毕; B: 双供肾动静脉吻合完毕; C: 双供肾动静脉开放后。

图1 分离式双供肾单侧移植

#### 1.2.2 围手术期管理

##### 1.2.2.1 免疫抑制方案

5例肾移植受者均接受巴利昔单抗的诱导治疗及他克莫司+霉酚酸酯+甲泼尼龙的维持治疗。两剂

巴利昔单抗(20 mg)静脉注射:第1剂肾移植术前1 h使用,第2剂在肾移植术后第4天使用。甲泼尼龙静脉注射500 mg/d,连续使用3 d,随后在接下来的3 d内减少到40 mg/d,术后第7天改为口服20 mg/d,术

后4周内减至10 mg/d,并维持至1年后减至5 mg/d。术前即开始服用霉酚酸酯类药物500 mg/d(所有受者体重 $<60$  kg),每12小时1次。他克莫司在移植后第3天开始使用,每12小时1次,目标谷浓度维持在5~10 ng/mL。

### 1.2.2.2 血压控制

受者血压控制在 $<130/80$  mmHg,对于需要使用降压药物的患者按照以下顺序选择药物:钙通道阻滞剂、 $\beta$ 受体阻滞剂、 $\alpha$ 受体阻滞剂和血管紧张素转换酶抑制剂。

### 1.3 随访观察指标

术后对常规结果进行随访监测并评估移植肾功能。常规评价结果包括:(1)血清肌酐和使用肾脏疾病膳食改良(MDRD)简化公式计算的估算肾小球滤过率(eGFR);(2)移植肾功能延迟恢复(DGF),患者在进行肾移植后第1周需要使用透析治疗定义为DGF;(3)原发性移植肾无功能;(4)定期使用彩色多普勒超声测量移植肾的最大直径、有无出现吻合口狭窄及血栓形成等血管并发症,输尿管梗阻及肾积水等;(5)尿漏;(6)尿蛋白;(7)急性排斥反应;(8)肺部感染等。随访观察终点为移植肾功能丧失或者受者死亡。

## 2 结果

5例双肾移植受者中,1例发生DGF,经过规律血

液滤过治疗1周后移植肾功能恢复。1例受者术后出现尿漏,予以留置导尿管并行移植肾周充分引流等保守治疗治愈。在4例双供肾单侧移植受者中,有2例出现外侧供肾输尿管梗阻,输尿管支架置入失败,行自体输尿管与移植肾肾盂吻合后治愈(图2)。考虑到双供肾置于单侧,如其中一个供肾出现术后并发症需行手术治疗,手术过程极其困难,且术中存在极大风险损伤未出现并发症的另一个移植肾,因此在第5例采用双供肾双侧移植的手术方式。5例受者术后均未出现原发性移植肾无功能、血管吻合口狭窄、移植肾动静脉血栓、急性排斥反应和肺部感染等。

随访截止日期为2021年7月1日,人、肾存活率均为100%。采用彩色多普勒超声测量不同随访阶段移植肾长度的变化(图3A),发现5对移植肾长径均在术后第1个月呈直线生长,移植术后6~12个月移植肾长度趋于峰值。除1例受者术后发生DGF,其余4例受者在术后第1周内血肌酐迅速下降,在长期随访期间所有受者的肌酐水平平均稳定在 $100 \mu\text{mol/L}$ 左右(图3B)。5例受者在移植术后6个月至1年eGFR达到 $100 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$ (图3C)。5例受者术后均未出现中到大量蛋白尿,在术后6个月部分患者间断性检测到少量蛋白尿,而随访到2年的3例受者尿蛋白均为阴性,见表1。

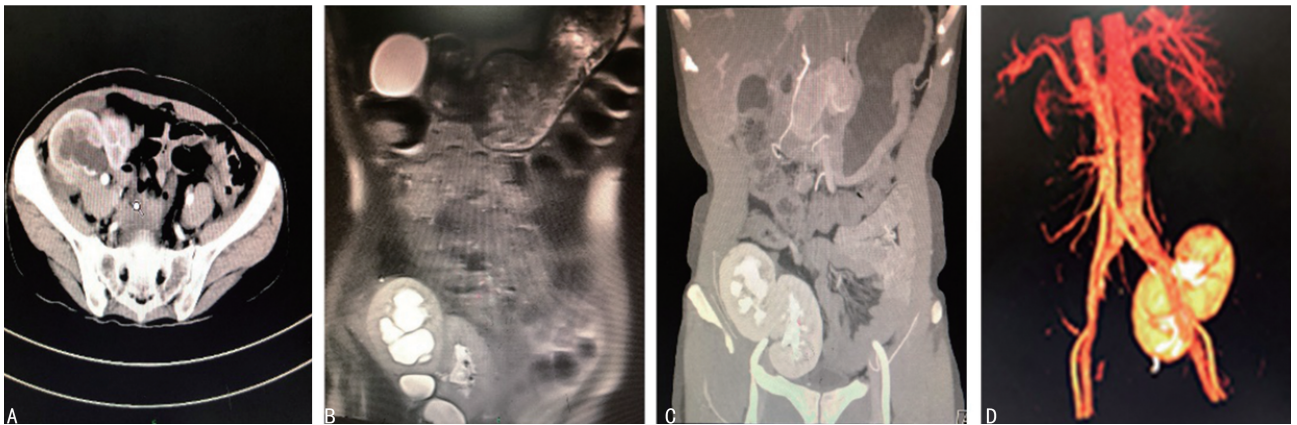


图2 外侧供肾输尿管梗阻  
A:术前CT影像;B:术前磁共振泌尿系水成像(MRU)检查影像;C、D:自体输尿管与移植肾盂吻合8个月后计算机断层扫描血管造影(CTA)、计算机断层扫描静脉造影(CTV)检查影像。

图2 外侧供肾输尿管梗阻

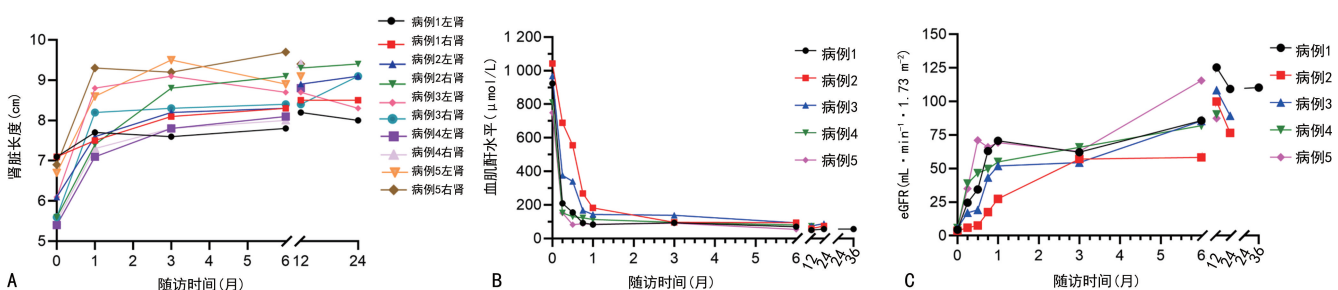


图3 移植肾长度及术后肾功能指标的变化  
A:肾移植术后供肾长度的变化;B:肾移植术后受者肌酐的变化;C:肾移植术后估算eGFR的变化。

图3 移植肾长度及术后肾功能指标的变化

表1 婴儿双供肾受者术后尿蛋白定性情况

病例序号	术后1周	术后1个月	术后2个月	术后3个月	术后6个月	术后1年	术后2年	术后3年
病例1	+-	-	-	-	-	-	-	-
病例2	-	+	-	-	+-	+-	-	-
病例3	+	+	+	+-	+-	-	-	-
病例4	+	+-	+-	+-	-	-	-	-
病例5	+-	-	+	+	+	+-	-	-

-:尿蛋白 0 g/L;+-:尿蛋白 0.15 g/L;+:尿蛋白 0.30 g/L。

### 3 讨论

肾移植是治疗终末期肾病最佳的方式之一,然而标准供者的短缺迫使国内外移植中心使用扩大标准供肾以缓解器官供需矛盾<sup>[11-13]</sup>。自1969年MARTIN等<sup>[14]</sup>报道儿童双供肾移植手术后,对儿童供肾的认识已由最初被视为质量差的扩大供肾转变为优于标准供肾和活体供肾<sup>[15-16]</sup>。中国疾病预防控制中心发布,2019年我国每千例死亡人群中,有101.9例发生在婴幼儿期,超过一半的不治之症患儿家属愿意授权捐献器官,使用婴幼儿供肾可能是缓解我国供肾短缺的一种可行手段<sup>[17-18]</sup>。但由于婴儿特殊的生理解剖特点,这类移植手术的失败率及术后并发症相对高于标准供者肾移植,使用婴幼儿供肾肾移植并不被普遍接受。然而,这类移植手术一旦成功,移植肾具有较好的肾功能储备和较长的生存期。作者前期回顾性分析本院婴幼儿单供肾与双供肾给成人移植术后发现,血肌酐均能达到较好的水平<sup>[19]</sup>。

既往研究表明,在孕36周时,每个肾脏的肾单位数量已达到最大值(平均约100万);随后肾脏大小的增加取决于肾单位的代偿性增生,而不是肾单位数量的增加<sup>[20]</sup>。这一发现为将婴儿供肾移植到成人受者提供了一个科学的理论框架。目前,在临床工作中对于儿童供肾选择使用单肾移植还是双肾移植尚无统一标准。SURESHKUMAR等<sup>[21]</sup>认为,如果供者体重超过10 kg,可选择使用单肾移植。也有学者认为,当供者年龄小于3岁建议使用双肾移植<sup>[22]</sup>。UEMURA等<sup>[23]</sup>提出肾脏长度很重要,当肾脏长径>6 cm可选择单肾移植。作者认为,肾脏发育和生长的速率在供者个体之间存在广泛的差异,因此年龄和体重可作为选择的间接指标,但决定性的标准是肾脏长度。在本院供肾长度<6 cm均行双肾移植。此外,将BMI>24 kg/m<sup>2</sup>的受者排除,这些患者可能因为没有得到足够的“肾脏剂量”而出现移植后恢复缓慢;同时有严重血管疾病的受者也将被排除在外。在本文实施的5例双肾移植中,仅1例出现短暂的DGF,在给予1周的血液滤过治疗后移植肾功能恢复;均未出现原发性移植肾无功能。作者对移植受者进行长期随访发现,肾脏的长径在移植后1个月迅速生长,在移植后6~12个月趋于稳定,这与受者的eGFR变化趋

势一致。以上结果进一步肯定了将肾脏长度作为选择双肾或单肾移植的决定性标准。

对于双肾移植的手术方式,根据是否将双肾分离可分为整块式双肾移植和分离式双肾移植。整块式双肾移植手术根据血管重建方式又分为:经典术式、血管间置式、桥接式和简化术式<sup>[24]</sup>。(1)经典术式:将腹主动脉及下腔静脉近心端关闭,将腹主动脉与下腔静脉远心端分别与受者髂动静脉吻合。研究证实,由于腹主动脉盲端涡流形成,增加动脉血栓的发生风险。(2)血管间置式:将受者髂血管动静脉切除一段,用供肾腹主动脉与下腔静脉替换切除的受者髂血管,虽然该方法解决了腹主动脉涡流的问题,降低了血栓形成风险,但是该方法存在血管口径的匹配问题。(3)桥接式:将供肾腹主动脉及下腔静脉远心端和近心端分别与受者髂血管动静脉行端侧吻合,该方法存在动脉缺血导致移植灌注不足的问题。(4)简化术式:剖开供者腹主动脉及下腔静脉,使得双肾动静脉共用血管瓣口与受者髂外动静脉行端侧吻合,但该类手术仍存在血管扭曲、供肾难以摆放等困难。

分离式双肾移植根据是否将双肾植入同一侧髂窝可分为分离式双肾单侧移植和分离式双肾双侧移植。分离式与整块移植相比,缺点在于需要分别吻合双供肾动静脉,手术时间更长。不过该术式的缺点又可看作其优点,因为无论是在修肾还是植入过程中均为熟悉的手术方式,即单肾移植+单肾移植;由于供肾动静脉均带有袖片与供者髂外动静脉行端侧吻合,吻合口大小能够满足移植肾对血运的需求,同时肾脏的位置更容易摆放,血管不容易出现扭曲,而且也不存在动脉涡流导致血栓形成增加的问题。但该术式要求手术医生需要具有熟练的血管缝合外科技术,才能提高移植手术成功率。本院儿童供肾手术均由技术熟练的高年资医生主刀完成。前4例双肾移植采用分离式双肾单侧移植,考虑左肾静脉较长而右肾动脉较长等特点,将左侧供肾置于偏上位置,肾门朝内;右侧供肾置于偏下位置,肾门朝外。第5例采用分离式双肾双侧移植。5对移植肾均未出现吻合口狭窄、动静脉血栓形成及移植肾血管扭曲等并发症。

单侧手术较双侧手术的优势在于手术时间和冷缺血时间更短,并且保留了对侧髂窝用于再次移植的

可能。作者也发现了单侧手术的缺点,一方面术中可能损伤移植肾的血管;另一方面由于术后移植肾与周围组织粘连致密且两个移植肾位置较为靠近,无法完全辨别移植肾各自的输尿管,导致术后并发症的处理极其困难,临床上可能因二次手术处理并发症导致双移植肾均受到损害。本院前 4 例单侧移植的患者中有 2 例出现外侧供肾输尿管梗阻,在行二次手术时因输尿管无法植入导丝作为引导,无法辨别梗阻肾输尿管与膀胱吻合口位置,采用移植肾肾盂与自体输尿管吻合的方式解除梗阻,获得很好的长期效果。鉴于此,在行第 5 例双肾移植时采用了双侧移植的手术方式,通过本院移植手术各部门的熟练合作,虽然相较于单侧移植增加了近 1 h 的冷缺血时间,但总冷缺血时间 < 10 h,在一定范围内可控,且该例患者术后未发生 DGF。

婴幼儿供肾移植到成年受者体内面临的另一个挑战是高灌注造成移植后肾小球损伤、蛋白尿产生,最终导致移植肾衰竭。THOMUSCH 等<sup>[25]</sup>发现,儿童供肾与成人供肾相比,移植后 6 个月和 1 年的蛋白尿发生率明显升高,但移植后 5 年及 10 年蛋白尿发生率无明显差异,提示随着供肾的生长高灌注损伤减轻,从而减少尿蛋白的产生。本文也发现,5 例婴儿双供肾的受者在移植后 6 个月内出现不同程度的蛋白尿,随着移植肾的生长,蛋白尿程度明显下降。

综上所述,双供肾移植手术方式有多种,各种手术方式均具有其优缺点,各移植中心需根据供者条件灵活选择合适的手术方式以提高手术成功率。从研究纳入的婴儿双供肾移植到成人受者的效果来看,获得了满意的长期疗效,为进一步提高儿童捐献利用率,改善供肾短缺的现状提供了一定的参考。

## 参考文献

- [1] HART A, SMITH J M, SKEANS M A, et al. OPTN/SRTR 2017 annual data report: kidney [J]. *Am J Transplant*, 2019, 19 (Suppl. 2): 19-123.
- [2] AXELROD D A, MCCULLOUGH K P, BREWER E D, et al. Kidney and pancreas transplantation in the United States, 1999 - 2008: the changing face of living donation[J]. *Am J Transplant*, 2010, 10(4):987-1002.
- [3] MITROU N, AQUIL S, DION M, et al. Transplantation of pediatric renal allografts from donors less than 10 kg [J]. *Am J Transplant*, 2018, 18(11):2689-2694.
- [4] SURESHKUMAR K K, HABBACH A, TANG A, et al. Long-term outcomes of pediatric en bloc compared to living donor kidney transplantation: a single-center experience with 25 years follow-up[J]. *Transplantation*, 2018, 102(5): 245-248.
- [5] ARSHAD A, HODSON J, CHAPPELOW I, et al. Kidney transplantation outcomes for adult recipients of pediatric donor kidneys [J/OL]. *Pediatr Transplant*, 2021, 25(2): e13767 [2022-07-22]. <https://doi.org/10.1111/ptr.13767>.
- [6] PENG J, DAI H, ZHANG H, et al. Comparison of outcomes of kidney transplantation from extremely low body weight  $\leq 5$  kg versus larger body weight pediatric donors [J]. *Front Immunol*, 2021, 12: 738749.
- [7] JIANG Z, LIANG Y, ZHONG T, et al. Pediatric donor glomerulopathy is a possible cause of abnormal urinalysis in adults receiving small pediatric donor kidneys [J]. *Transplantation*, 2020, 104(8): 1695-1702.
- [8] MARAÑES A, HERRERO J A, MARRON B, et al. Functional glomerular reserve in recipients of en bloc pediatric transplant kidneys [J]. *Transplantation*, 1998, 65(5): 677-680.
- [9] NGHIEM D D, HSIA S, SCHLOSSER J D. Growth and function of en bloc infant kidney transplants: a preliminary study [J]. *J Urol*, 1995, 153(2): 326-329.
- [10] 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.
- [11] HUSEN P, BOFFA C, JOCHMANS I, et al. Oxygenated end-hypothermic machine perfusion in expanded criteria donor kidney transplant: a randomized clinical trial [J]. *JAMA Surg*, 2021, 156(6): 517-525.
- [12] CHENG X S, HELD P J, DOR A, et al. The organ procurement costs of expanding deceased donor organ acceptance criteria: evidence from a cost function model [J]. *Am J Transplant*, 2021, 21(11): 3694-3703.
- [13] KIZILBASH S J, EVANS M D, CHINNAKO TLA 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.

- [14] MARTIN L W, GONZALEZ L L, WEST C D, et al. Homotransplantation of both kidneys from an anencephalic monster to a 17 pound boy with Eagle-Barret syndrome[J]. *Surgery*, 1969, 66(3): 603-607.
- [15] RUDER H, SCHAEFER F, GRETZ N, et al. Donor kidneys of infants and very young children are unacceptable for transplantation[J]. *Lancet*, 1989, 2(8655): 168.
- [16] ALFREY E J, HWANG C S. Transplantation: pediatric en bloc kidneys are suitable for adult recipients[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2010, 6(2): 73-74.
- [17] YU S J, LIU H C, SONG L, et al. Dual kidney transplantation from pediatric donors to adult recipients[J]. *Transplant Proc*, 2015, 47(6): 1727-1731.
- [18] WANG C, XU T. The trend and cause of mortality burden in infancy-China, 1990-2019[J]. *China CDC Wkly*, 2021, 3(16): 340-345.
- [19] 肖琦, 李剑锋, 肖建生, 等. 婴幼儿供肾成人肾移植 14 例临床分析[J/CD]. *中华移植杂志(电子版)*, 2020, 14(2): 109-111.
- [20] BERTRAM J F, DOUGLAS-DENTON R N, DIOUF B, et al. Human nephron number: implications for health and disease[J]. *Pediatr Nephrol*, 2011, 26(9): 1529-1533.
- [21] SURESHKUMAR K K, PATEL A A, ARORA S, et al. When is it reasonable to split pediatric en bloc kidneys for transplantation into two adults? [J]. *Transplant Proc*, 2010, 42(9): 3521-3523.
- [22] CHOI J Y, JUNG J H, KWON J G, et al. Outcomes of en bloc kidney transplantation from pediatric donors: a single-center experience [J]. *Transplant Proc*, 2017, 49(5): 977-981.
- [23] UEMURA T, LIANG J, KHAN A, et al. Outcomes of transplantation of single pediatric renal allografts equal to or more than 6 cm in length[J]. *Transplantation*, 2010, 89(6): 710-713.
- [24] 刘斌, 陈花, 曾凡军, 等. 婴儿双供肾成人肾移植的 14 例报告及手术技术改进[J]. *中华器官移植杂志*, 2017, 38(2): 100-103.
- [25] THOMUSCH O, TITTELBACH-HELMRICH D, MEYER S, et al. Twenty-year graft survival and graft function analysis by a matched pair study between pediatric en bloc kidney and deceased adult donors grafts[J]. *Transplantation*, 2009, 88(7): 920-925.

(收稿日期: 2022-10-08 修回日期: 2023-02-16)

(上接第 1313 页)

- [20] VARRICCHI G, AMERI P, CADEDDU C, et al. Antineoplastic drug-induced cardiotoxicity: a redox perspective[J]. *Front Physiol*, 2018, 9: 167.
- [21] TOTZECK M, SCHULER M, STUSCHKE M, et al. Cardio-oncology-strategies for management of cancer-therapy related cardiovascular disease[J]. *Int J Cardiol*, 2019, 280: 163-175.
- [22] PLANA J C, GALDERISI M, BARAC A, et al. Expert consensus for multimodality imaging evaluation of adult patients during and after cancer therapy: a report from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27(9): 911-939.
- [23] STEIN-MERLOB A F, ROTHBERG M V, RIBAS A, et al. Cardiotoxicities of novel cancer immunotherapies[J]. *Heart*, 2021, 107(21): 1694-1703.
- [24] LANG R M, BADANO L P, MOR-AVI V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. *European heart journal Cardiovascular Imaging*, 2015, 16(3): 233-270.
- [25] COLLIER P, PHELAN D, KLEIN A. A test in context: myocardial strain measured by speckle-tracking echocardiography [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 69(8): 1043-1056.
- [26] 王敬峰, 张赛, 吴双, 等. 心率变异性与恶性肿瘤患者预后评估的研究进展[J]. *癌症进展*, 2021, 19(21): 2165-2169.

(收稿日期: 2022-09-08 修回日期: 2023-01-06)