

# 小儿双供肾整体移植的临床疗效分析



全文二维码

史晓峰 杜青 涂金鹏 冯钢 郑建明 赵杰 王振 宋文利 莫春柏

天津市第一中心医院肾移植科, 天津 300192

通信作者: 莫春柏, Email: mochunbaitj@126.com

**【摘要】 目的** 总结和分析小儿双供肾整体移植的临床疗效, 并探讨经验和教训。 **方法** 回顾性分析天津市第一中心医院肾移植科 2011 年 7 月至 2022 年 1 月收治的 36 例小儿双供肾整体移植患者的临床资料。主要观察移植肾存活率、移植肾丢失以及泌尿系统并发症发生率, 还包括蛋白尿、出血等。随访 3 年, 观察患者生存率及血清肌酐变化。 **结果** 术后 1 年、3 年的移植物存活率均为 83% (30/36), 移植受者存活率均为 100% (36/36), 移植物长期存活的 30 例受者中, 术后 3 年血肌酐水平持续下降。移植肾丢失发生率为 16.7% (6/36), 其他并发症包括泌尿系统并发症 16.7% (6/36)、出血 11.1% (4/36) 等。蛋白尿的发生比例逐步下降, 大部分在随访期间消失。 **结论** 小儿双供肾整体移植具有良好的长期移植肾功能和存活率, 是一个增加供体库的可行、有效方法。

**【关键词】** 双肾整体肾移植; 并发症; 蛋白尿; 小儿供体; 单肾移植

**基金项目:** 天津市卫生健康委员会科技项目 (KJ20128、KJ20122、KJ20111、ZC20227、KJ20090)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202202044-013

## Clinical outcomes of pediatric en bloc kidney transplantation

Shi Xiaofeng, Du Qing, Tu Jinpeng, Feng Gang, Zheng Jianming, Zhao Jie, Wang Zhen, Song Weni, Mo Chunbai  
Department of Kidney Transplantation, First Central Municipal Hospital, Tianjin 300192, China

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

**【Abstract】 Objective** To summarize the clinical outcomes of en bloc kidney transplantation (EBKT) from pediatric donors at a single center and summarize the experiences and lessons. **Methods** Thirty-six pediatric to adult EBKTs were performed between July 2011 and February 2022. The primary outcome variable was en-bloc allograft survival rate. Secondary outcome variables included incidence of graft failure and incidence of urological complications. The postoperative occurrences of such complications as proteinuria and hemorrhage were recorded along with overall survival and serum creatinine during 3-year follow-ups. **Results** Both 1/3-year graft survival rates were 83% (30/36) and the recipient survival rate was 100% (36/36). And 30 recipients achieved long-term graft survival. Improvement of creatinine level was noted up until the third year. Graft failure was a serious posttransplant complication with an incidence of 16.7% (6/36). Other complications included urological complications (16.7%, 6/36) and hemorrhage (11.1%, 4/36). The percentage of patients with proteinuria declined gradually and proteinuria subsided largely during follow-ups. **Conclusion** EBKT from pediatric donors is associated with excellent long-term allograft and patient survivals. It is a feasible strategy of expanding the transplant donor pool.

**【Key words】** En Bloc Kidney Transplantation (EBKT); Complications; Proteinuria; Pediatric Donor; Single-Kidney Transplantation (SKT)

**Fund program:** Tianjin Municipal Health Commission Foundation (KJ20128, KJ20122, KJ20111, ZC20227 & KJ20090)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202202044-013

随着肾脏移植临床效果的改善, 目前其已成为终末期肾病 (end-stage renal disease, ESRD) 的最佳选择。但持续的器官短缺和 ESRD 患者对肾移植需

求量的增加, 使得如何扩大器官供体库, 仍然是一个巨大的挑战。小儿供体单肾移植 (single-kidney transplantation, SKT) 因为低肾单位体积、血管纤细

和高灌注损伤限制了临床应用。而小儿双肾整体肾移植(en bloc kidney transplantation, EBKT)越来越被认为是一种安全有价值的捐献器官来源。小儿 EBKT 传统上被认为是边缘供体,因其手术难度大,移植物血栓形成、出血、输尿管狭窄、尿瘘等并发症发生率较高,以及对移植物丢失和长期功能的担忧,一些移植中心对小儿 EBKT 存在畏惧心理,导致大量小儿供体被丢弃。根据最近发表的美国国家器官获取和移植网络/移植受者科学登记处(Organ Procurement and Transplantation Network and Scientific Registry of Transplant Recipients, OPTN/SRTR) 2019 年死亡器官捐献年度数据报告,仅有 59.6% 的小儿肾脏被用于移植,约 16% 的已经获取的小儿供体因没有合适受体而被丢弃<sup>[1]</sup>。

但随着小儿 EBKT 管理经验的完善、冷缺血时间的缩短、抗胸腺细胞球蛋白诱导剂使用的增加、手术技术改进以及术后抗凝药物的使用等,并发症的发生率已逐步减少<sup>[2]</sup>。本文总结天津市第一中心医院肾移植科 2011 年 7 月至 2022 年 1 月收治的 36 例小儿双供肾整体移植的临床经验,通过对供、受体的慎重选择,技巧性供肾获取、修整、手术以及个体化术后管理,得到了良好的结果。

## 材料与方法

### 一、临床资料

本院自 2011 年 7 月 13 日开展首例小儿双供肾整体移植手术。本研究纳入本院 2011 年 7 月至 2022 年 1 月 30 日共 36 例小儿双供肾整体肾移植手术病例。供者资料:男性供体 26 例,女性供体 10 例,年龄( $30.2 \pm 35.6$ )个月,体重( $11 \pm 3.2$ )kg。供者原发病均为颅脑外伤或重度缺血缺氧性脑病。受者资料:36 例受者中,男性 9 例,女性 27 例,受者年龄( $30.2 \pm 11.8$ )岁,体重( $48.5 \pm 9.5$ )kg。体重指数( $18.59 \pm 2.03$ )kg/m<sup>2</sup>。受者均为首次肾移植患者,原发病包括慢性肾小球肾炎 31 例、IgA 肾病 3 例、膜性肾病 1 例、慢性肾小管间质性肾炎 1 例。术前群反应抗体及淋巴毒实验均为阴性。人类白细胞抗原(human leukocyte antigen, HLA)错配 1~5 个位点,平均( $3.3 \pm 0.8$ )个位点,检测方法为 PCR-SSO 法。热缺血时间 5~10 min,冷缺血时间 1~10 h,手术时间 105~310 min。本研究已获得天津市第一中心医院伦理委员会审核批准(2020N150KY),术前与受者、供者家长签署知情同意书。

### 二、供体获取方式与肾移植手术方式

1. 双供肾获取与保存:小儿公民逝世后器官捐献(donation after citizen's death, DCD)供体器官的切取方式采用传统的整体切取法,但与成人器官获取不同的是,腹主动脉插管由远端甚至从髂血管置入,尽可能保留足够长的腹主动脉;双输尿管应连同膀胱一并切取,同时尽可能保留输尿管周围组织,以免影响输尿管血运;肝肾离断时,腹主动脉和下腔静脉应保留适当长度,肠系膜上动脉开口留给双供肾一侧。获取完毕后,放置在 0℃~4℃ UW 液(University of Wisconsin solution)中保存或转运。

2. 双供肾的修整:首先从近心端开始,先游离腹主动脉和双侧肾动脉,然后游离下腔静脉和双侧肾静脉,过程中仔细结扎细小分支。继而结扎双侧肾门周围淋巴管、纤维组织及双侧肾上腺静脉,并切除双侧肾上腺,手术过程中尽量保留肾周脂肪囊等组织。输尿管周围组织也应尽量保留,避免影响输尿管血运。最后用 7-0 血管吻合线纵行连续缝合下腔静脉近心断端及腹主动脉近心断端。修整完毕后,放置在 0℃~4℃ UW 液中保存备用。

3. 肾移植术方式:取右下腹斜弧形切口,依次暴露髂窝血管,分别游离右侧髂外动、静脉。将修整好的小儿双肾按左肾内上、右肾外下装入肾袋中,反复确认肾门方向,血管无扭曲后开始血管吻合。首先适当剪除供体下腔静脉远端,纵行剪开静脉远端,用 6-0 可吸收血管吻合线与受体髂外静脉行连续端侧吻合。然后同样用 6-0 可吸收血管吻合线将供体腹主动脉远端与受体髂外动脉连续端侧吻合。开放血流并彻底止血后,将双肾按左肾内上、右肾外下方式置入右髂窝,仔细检查双肾灌注情况及肾血管有无扭转。最后纵行剪开双侧输尿管远端约 1 cm,将两输尿管置入 4F/5F 双 J 管,合并在一起或分别与膀胱吻合。右髂窝放置引流管,依次缝合切口。

### 三、围手术期管理

1. 免疫抑制方案:本研究共 36 例受者,28 例采用兔抗人胸腺细胞免疫球蛋白(rabbit anti-human thymocyte immunoglobulin, ATG) + 甲泼尼龙的诱导方案,手术当日、术后第 1 天、术后第 2 天、术后第 3 天 ATG 按 1.5 mg/kg 体重给予;8 例采用舒莱 + 甲泼尼龙诱导方案,手术当日、术后第 4 天给予 20 mg 舒莱静脉滴注;所有受者于手术当日、术后第 1 天、术后第 2 天、术后第 3 天,甲泼尼龙各 500 mg/d 静脉滴注。随后以他克莫司 + 吗替麦考酚酯 + 泼尼

松的三联免疫抑制方案维持。

2. 注意事项:肾移植术后,根据患者凝血功能状态给予不同抗凝方案,其中 18 例采取低分子肝素+阿司匹林维持抗凝,10 例予阿司匹林抗凝,2 例予低分子肝素抗凝,6 例未抗凝。血压的控制管理上,术后 2 周内收缩期血压严格控制在 140 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 以下。卧床时间 3~13 d 不等,平均(5.25±2.26) d。术后 3 个月经尿道膀胱镜拔除双 J 管。

3. 术后管理:观察移植肾功能、血管并发症、泌尿系统并发症、蛋白尿、急性排斥反应、感染等。术后定期检测肝肾功能、电解质、凝血功能、血常规和他克莫司血药浓度水平,移植肾彩色多普勒超声监测 2 周内为 3 次/周、1 个月内为 2 次/周。必要时行 CT 平扫。

#### 四、随访

36 例受者随访(33.1~126.6)个月,随访终点为受者死亡。除 4 例围手术期移植肾丢失和 2 例因急性排斥反应失去功能外,收集剩余 30 例受者术前和术后 7 天、术后 2 周及术后 1、3、6、12、36 个月的血肌酐水平及尿蛋白定性。定期行移植肾彩色多普勒超声监测。

#### 五、统计学处理

采用 R studio(1.4)进行统计学分析。对于年龄、体重等正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示。重复测量肌酐值随时间变化采用混合效应模型。各随访时间尿蛋白的比较采用卡方检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、术后并发症

#### (一)围手术期并发症

36 例小儿 EBKT 受体,4 例移植肾丢失(4/36, 11.1%),其中 2 例原发无功能(2/36,5.0%);1 例移植肾术后第 6 天破裂出血,予手术切除(1/36, 2.8%);1 例在术后第 6 天和第 7 天因血栓形成,分别切除两供肾(1/36,2.8%)。4 例移植肾丢失的患儿,2 例因群反应抗体强阳性,至今仍在等待名单中;另外 2 例行二次肾移植,为标准死亡成人供肾,随访至今效果良好。

其余并发症包括 4 例出血(4/36,11.1%),其中 2 例手术止血,2 例保守治疗,均痊愈;2 例尿瘘(2/36,5%),分别出现在术后 5 天和 10 天,1 例保

守治疗,1 例手术治疗,均痊愈;感染 4 例(4/36, 11.1%),其中 3 例泌尿道感染(3/36,8.3%),1 例巨细胞病毒(cytomegalovirus, CMV)感染(1/36, 2.8%),经抗感染治疗,均得到控制。所有受者在围手术期均无移植肾功能延迟恢复发生。

#### (二)长期并发症

32 例患者经长期随访,出现排斥反应的有 3 例(3/32,9.4%),移植肾失功 2 例(2/32,6.3%),其中 1 例术后 8 个月因依从性差,出现严重急性排斥反应导致失功;1 例术后 4 个月出现急性排斥反应,治疗效果差,术后 9 个月恢复血液透析;1 例于术后 45.2 个月出现急性排斥反应,为急性细胞性排斥 I B 型,冲击治疗后逆转。

出现大量蛋白尿 2 例,其中 1 例于术后 78.3 个月出现,病理诊断为移植肾小球肾病;1 例于术后 40.2 个月出现,病理诊断为膜性肾病复发,这两例肌酐水平平均平稳,内科保守治疗后尿蛋白水平尚平稳。1 例于术后 4 个月出现单肾积水,系输尿管吻合口狭窄,考虑是输尿管末端缺血所致,留置输尿管支架管,至今不能拔除,但肌酐水平稳定。围手术期与长期并发症的发生率比较虽然无统计学意义( $P > 0.05$ ),但后者明显降低(表 1)。

表 1 小儿双肾整体肾移植术后围手术期及长期随访并发症的发生率比较

Table 1 Incidence of posttransplant complications during perioperative period and long-term follow-ups

项目	围手术期并发症 (36 例)	长期随访并发症 (32 例)
并发症[例(%)]	14(38.9) <sup>a</sup>	6(18.8) <sup>a</sup>
移植肾丢失(%)	4(11.1)	2(6.3)
破裂	1	0
血栓形成	1	0
原发无功	2	0
排斥	0	2
泌尿道并发症(%)	5(13.9)	1(3.1)
尿瘘	2	0
积水	0	1
泌尿道感染	3	0
出血(%)	4(11.1)	0(0.0)
CMV 感染(%)	1(2.7)	0(0.0)
排斥反应(%)	0(0.0)	1(3.1)
其他(%)	0(0.0)	2(6.3)
移植肾小球病	0	1
原发病复发	0	1

注 <sup>a</sup> 指并发症发生率差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); CMV: 巨细胞病毒



### (三) 长期随访蛋白尿

30 例长期随访患者尿蛋白情况如下(表 2), 随时间延长, 发生蛋白尿的例数逐渐减少、程度降低, 尤其是术后 2 周蛋白尿的例数(10/30, 33.3%) 与术后 3 年蛋白尿的例数(3/30, 10%) 相比, 差异有统计学意义( $P=0.028$ )。

表 2 小儿 EBKT 术后蛋白尿变化

Table 2 Changes of proteinuria after pediatric EBKT

时间	例数	(-)	(+)	(++)	(+++)	(++++)
术前	30	22	1	4	2	1
术后 1 周	30	19	2	6	3	0
术后 2 周 <sup>a</sup>	30	20	1	7	2	0
术后 1 个月	30	24	4	1	0	1
术后 3 个月	30	25	1	3	1	0
术后 6 个月	30	25	3	1	1	0
术后 1 年	30	25	4	0	1	0
术后 3 年 <sup>a</sup>	30	27	2	1	0	0

注 <sup>a</sup> 指蛋白尿的例数差异有统计学意义( $P=0.028$ ); EBKT: 双肾整体肾移植

### 二、移植肾及受体存活率

36 例小儿 EBKT 受体术后 1 年和 3 年移植物存活率均为 83% (30/36), 移植受体存活率均为 100%。截止随访时间, 除了丢失的 4 例和失功的 2 例外, 剩余 30 例移植肾和受体均存活, 最长时间已达 115.6 个月, 且移植肾功能良好。随访至术后 3 年, 血肌酐水平仍逐步下降, 术后 2 周血清肌酐( $104.02 \pm 63.72$ )  $\mu\text{mol/L}$ , 术后 1 个月血清肌酐( $97.89 \pm 70.06$ )  $\mu\text{mol/L}$ , 术后 3 个月血清肌酐( $89.28 \pm 63.44$ )  $\mu\text{mol/L}$ , 术后 6 个月血清肌酐( $78.28 \pm 29.08$ )  $\mu\text{mol/L}$ , 术后 1 年血清肌酐为( $70.12 \pm 19.97$ )  $\mu\text{mol/L}$ , 术后 3 年血清肌酐( $67.16 \pm 29.89$ )  $\mu\text{mol/L}$ 。采用混合效应模型统计,  $P < 0.001$ 。

### 讨 论

自 1972 年报道第 1 例小儿 EBKT 到成人受体开始, 小儿双肾整体肾移植逐渐进入移植医生的视野<sup>[3]</sup>。早期由于小儿 EBKT 手术技术难度大、高滤过性损伤风险大、并发症发生率高、移植物成活率低等原因, 无论是患儿还是移植医师都不太愿意接受小儿 EBKT 手术。随着手术技术的进步、新型免疫抑制剂的应用和临床管理的完善, 小儿 EBKT 临床效果越来越好。有研究表明, 移植效果优于扩大标准供体<sup>[4]</sup>。与来自成人扩大标准双肾移植相比,

随访 7.6 年, 实际受者生存率(88% 和 62%) 和移植物生存率(71% 和 44%) 均高于后者。移植肾功能延迟恢复(delayed graft function, DGF) 发生率分别为 15% 和 23%<sup>[5]</sup>。尤其是在移植肾长期存活方面, 与成人供体肾脏相比, 这些供体的短期/长期效果类似或更好<sup>[6]</sup>。这些发现鼓励将小儿肾脏移植给成人, 这不仅有助于缓解器官短缺, 还提供了良好的长期功能<sup>[7]</sup>。可能的原因是供体肾脏的肾小球能够以适合供体年龄的速率保持肾小球和足细胞的成熟<sup>[8]</sup>。

目前还没有关于小儿捐献肾脏的使用指南。是小儿 SKT 还是 EBKT 取决于移植医生的综合判断。主要观点是小儿体重  $\geq 15$  kg 或肾长径  $\geq 6$  cm 是小儿 SKT 的指征<sup>[9]</sup>。EBKT 的使用主要基于供体肾脏体积小、低肾单位体积、不能满足成人的需求。目前普遍认为, 小儿 EBKT 仍然是低体重、低年龄捐赠者为首选。受体选择是小儿供肾移植的另外一个重要因素, 通常受体推荐身体质量指数(body mass index, BMI) 为小于  $25 \text{ kg/m}^2$ 。有多变量分析显示, 在体质较弱、年龄较大、透析时间较长、糖尿病和 BMI 较高的受者中, 采用小儿肾脏移植者长期移植物存活率会降低<sup>[10]</sup>。本中心供、受体的选择方案, 除一例小儿供者体重为 16 kg 外, 大致与目前主流观点一致, 小儿体重均  $\leq 15$  kg, 受体 BMI 小于  $25 \text{ kg/m}^2$ 。受体以女性患者偏多, 且年龄小于 60 岁, 无体弱或糖尿病、透析时间过长等易感因素, 均为首次移植, PRA 及淋巴毒阴性, 无严重基础疾病及局部手术史。小儿 EBKT 最严重的并发症是血栓形成, 是移植肾丢失的主要原因, 发病率为 10%~25%, 尤其是体重小于 5 kg 的供体<sup>[11]</sup>。供体年龄通常被认为与血管并发症的发生率呈负相关, 特别是 1 岁以下的供体肾脏。血栓形成的因素很多, 首先, 小儿 EBKT 有较高的早期移植物血栓形成率(主要是因为血流量低、血管直径更小); 其次, 在获取过程中更可能受到机械损伤; 另外原位灌注效果参差不齐, 也会对保存和再灌注产生不利影响<sup>[12]</sup>。这些损伤可导致血管内皮受损, 内皮细胞激活。有学者在移植肾再灌注后的移植肾静脉血中发现血管性血友病因子和可溶性血栓调节蛋白增加, 是血栓形成的高危因素<sup>[13]</sup>。一些病例数较小的研究也表明, 尽管小儿 EBKT 会增加早期血栓形成的风险, 但对经验丰富的中心来说, 仍然是一个不错的选择。如果能减少血管并发症的发生, 将极大有益于 ESRD 患者<sup>[14]</sup>。本中心移植肾丢失的 4 例均为早期摸索阶

段,第一例供体为出生 7 天、体重 3 kg 的小儿,在术后第 6 天出现移植肾破裂出血,考虑与供体体重过低相关。在以后的供体选择上,小儿体重均 > 5 kg。还有一例出现动脉血栓形成,虽然在术后给予了低分子肝素抗凝,仍在术后第 6、7 天分别切除,考虑除了小儿供肾因素外,还可能与抗凝方案有关,在以后的病例中酌情采用以低分子肝素抗凝、阿司匹林维持为主的方案,再无血栓发生。尽管随后有 4 例出现出血,但经过治疗,均无严重后果发生。为了减少器官位置移动可能带来的血管扭曲,采取普遍延长卧床时间,下床后也严格体位限制。2 例原发性移植肾无功能的患者,可能与获取时灌注不充分有关,在以后的供体获取过程中,更加注意动作轻柔,保证充分灌注后才开始获取。移植肾丢失的 4 例均在开展小儿 EBKT 后的前 13 例内,以后 23 例均存活半年以上。

急性排斥反应是另一个需要考虑的问题,因为小儿供体与成人供体相比有更高的急性排斥反应发生率。如何判别细胞介导的排斥反应还是抗体介导的排斥反应,最终需要移植肾穿刺活检证实。而小儿供肾体积偏小,早期有穿刺后相关并发症,如出血、动静脉瘘、肾组织缺失、肾素性高血压等,不建议在术后 6 个月内行移植肾穿刺活检,因此有关小儿供肾排斥反应的研究很少<sup>[15]</sup>。本院移植科多采用 ATG(28/36,77.8%)为诱导方案,排斥反应发生率为 8.3%(3/36),与文献报道<sup>[16]</sup>大致相同,且术后感染的发生率并没有明显增加。2 例发生在术后 1 年内,其中 1 例因依从性差导致,还有 1 例因供肾偏小,无病理诊断,ATG 冲击治疗后效果不佳失功,不排除存在抗体介导的排斥反应或原发病复发。

据报道,2.5%~21%的成人供肾受者在肾移植术后发生泌尿系统并发症。但专门针对小儿 EBKT 后泌尿系统并发症的报道较少。Mitrou 等<sup>[17]</sup>报道了 28 例小儿 EBKT 后总泌尿系统并发症发生率为 11%,11 例小于 10 kg 的 EBKT 患者发生率为 27%。小儿 EBKT 术后泌尿系统并发症发生率增加有几个潜在的因素。第一,在小儿器官获取过程中更可能损伤输尿管血运。第二,输尿管并发症可能与冷缺血时间过长有关。第三,不匹配的双 J 管支架对小儿输尿管及其尿路上皮造成直接的机械损伤,或造成相对缺血。第四,在整体移植中,输尿管对血流变化的整体敏感性可能会被放大,如由于缺血-再灌注损伤导致内皮细胞和血管周围水肿,可能会使

得原本就很细的输尿管动脉和输尿管周围毛细血管更加狭窄;来自髂总动脉的肾动脉下极支在 EBKT 中不太容易被发现等。第五,小儿供体的输尿管周围组织尚不成熟,可能对机械性操作特别敏感,造成损伤。移植肾积水是 EBKT 术后的主要泌尿系统并发症,通常超声即可诊断,而利用核医学肾脏显像在评估分肾功能的同时,又有协助判断尿路梗阻性质的优势,在 EBKT 术后有巨大的潜力<sup>[18]</sup>。本院移植科围手术期泌尿系统并发症发生率较低,为 13.9%。仅 1 例需要手术治疗,且均未对预后产生重大影响。供肾输尿管周围组织尽量保留,选择合适的双 J 管,根据输尿管的条件选择合并在一起或分别与膀胱吻合的术式,保证开放血流后输尿管末端血运良好、无扭曲、无打折、无牵拉是成功的关键。

对小儿供肾高滤过损伤的担忧也是临床关注的问题,但这种情况在小儿 EBKT 中可能会有一定程度上的缓解或避免。Kayler<sup>[19]</sup>反驳了成人血液动力学压力下的小儿 EBKT 高滤过性损伤的担忧。但是,也有研究发现 BMI > 30 kg/m<sup>2</sup> 的受体与移植物流失的增加有关,不建议将小儿供肾移植给肥胖的成人受者<sup>[10]</sup>。与小儿 SKT 相比,肾单位的增加可使移植肾不易发生高滤过性损伤;肾单位数量两倍、容量更大的整体移植可减轻这种风险,可以获得更好的移植结果<sup>[4]</sup>。且移植肾发生高滤过性损伤有可能是暂时的,直到肾脏代偿性肥大并适应受体的需求。尽管如此,在使用小儿供肾进行移植时,应严格控制血压并密切随访,尽量减少高滤过性损伤<sup>[20]</sup>。最近的一项研究中,对于供体体重 < 18 kg 的 SKT 和 EBTK,在早期均观察到小量蛋白尿,但大多数患儿在 1 个月后缓解<sup>[6]</sup>。本中心同样发现这个现象,移植后尿蛋白随时间延长而逐渐减轻或消失。当然也与我们严格控制血压、受体 BMI 偏低和良好的免疫抑制方案相关。2 例大量蛋白尿均出现在术后 3 年以后,1 例移植肾小球肾病,1 例膜性肾病复发,经药物调整,目前仍处平稳状态,且血清肌酐良好。

综上所述,虽然本研究存在病例数量较少以及仅开展回顾性分析的局限性,但不可否认小儿 EBKT 是一项技术挑战,术后并发症较多。我们的研究已经证明,通过对供、受体的慎重选择,仔细地供肾获取、修整和手术,精细的个体化术后管理,小儿 EBKT 可以成功实施,不但能减少术后并发症的发生,增加患者和移植物的存活率,更具有良好的

长期存活率和功能,且不会因高灌注损伤而减少移植植物存活时间。小儿 EBKT 是一种解决供体短缺的方法,值得进一步推广。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 文献检索为史晓峰,论文调查设计为史晓峰、杜青、涂金鹏,数据收集与分析史晓峰、杜青、涂金鹏、冯钢、郑建明、赵杰、王振,论文结果撰写为史晓峰,论文讨论分析为史晓峰、莫春柏、宋文利

## 参 考 文 献

- [1] Israni AK, Zaun D, Rosendale JD, et al. OPTN/SRTR 2019 annual data report: deceased organ donors [J]. Am J Transplant, 2021, 21 ( Suppl 2 ) : 521-558. DOI: 10. 1111/ajt. 16491.
- [2] Damji S, Callaghan CJ, Loukopoulou I, et al. Utilisation of small paediatric donor kidneys for transplantation [J]. Pediatr Nephrol, 2019, 34 ( 10 ) : 1717-1726. DOI: 10. 1007/s00467-018-4073-5.
- [3] Meakins JL, Smith EJ, Alexander JW. En bloc transplantation of both kidneys from pediatric donors into adult patients [J]. Surgery, 1972, 71 ( 1 ) : 72-75.
- [4] Suneja M, Kuppachi S, Katz D, et al. Small split pediatric kidneys to expand the donor pool: an analysis of scientific registry of transplant recipients ( SRTR ) data [J]. Transplantation, 2019, 103 ( 12 ) : 2549-2557. DOI: 10. 1097/TP. 0000000000002706.
- [5] Rogers J, Farney AC, Orlando G, et al. Dual kidney transplantation from donors at the extremes of age [J]. J Am Coll Surg, 2019, 228 ( 4 ) : 690-705. DOI: 10. 1016/j. jamcollsurg. 2018. 12. 021.
- [6] Das DM, Heilman RL, Khamash HA, et al. Overcoming mismatch concerns for adult recipients of small pediatric deceased donor kidneys [J]. Transplant Proc, 2021, 53 ( 5 ) : 1509-1513. DOI: 10. 1016/j. transproceed. 2021. 03. 030.
- [7] Sureshkumar KK, 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 ) : e245-e248. DOI: 10. 1097/TP. 0000000000002104.
- [8] Hirukawa T, Suzuki H, Niimura F, et al. En bloc cadaver kidney transplantation from a 9-month-old donor to an adult recipient: maturation of glomerular size and podocyte in the recipient [J]. Transplant Direct, 2017, 3 ( 3 ) : e130. DOI: 10. 1097/TXD. 0000000000000648.
- [9] Damji S, Callaghan CJ, Loukopoulou I, et al. Utilisation of small paediatric donor kidneys for transplantation [J]. Pediatr Nephrol, 2019, 34 ( 10 ) : 1717-1726. DOI: 10. 1007/s00467-018-4073-5.
- [10] Sampaio MS, Lum EL, Homkralas P, et al. Outcomes of small pediatric donor kidney transplants according to donor weight [J]. Transpl Int, 2021, 34 ( 11 ) : 2403-2412. DOI: 10. 1111/tri. 14026.
- [11] Al-Shraideh Y, Farooq U, El-Hennawy H, et al. Single vs dual (en bloc) kidney transplants from donors  $\leq 5$  years of age: A single-center experience [J]. World J Transplant, 2016, 6 ( 1 ) : 239-248. DOI: 10. 5500/wjt. v6. i1. 239.
- [12] Troppmann C, Santhanakrishnan C, Fananapazir G, et al. Pediatric en bloc kidney transplantation from very small ( $\leq 10$  kg) donation after circulatory death (versus brain death) donors: Single-center matched-pair analysis of 130 transplants [J]. Am J Transplant, 2018, 18 ( 11 ) : 2811-2817. DOI: 10. 1111/ajt. 14914.
- [13] Ziętek Z. Endothelial Markers; Thrombomodulin and Von Willebrand factor and risk of kidney thrombosis after transplantation [J]. Transplant Proc, 2021, 53 ( 5 ) : 1562-1569. DOI: 10. 1016/j. transproceed. 2021. 03. 011.
- [14] Wang CS, Greenbaum LA, Patzer RE, et al. Renal allograft loss due to renal vascular thrombosis in the US pediatric renal transplantation [J]. Pediatr Nephrol, 2019, 34 ( 9 ) : 1545-1555. DOI: 10. 1007/s00467-019-04264-0.
- [15] Kanzelmeyer NK, Lerch C, Ahlenstiel-Grunow T, et al. The role of protocol biopsies after pediatric kidney transplantation [J]. Medicine ( Baltimore ), 2020, 99 ( 23 ) : e20522. DOI: 10. 1097/MD. 00000000000020522.
- [16] Bhayana S, Kuo YF, Madan P, et al. Pediatric en bloc kidney transplantation to adult recipients: more than suboptimal [J]? Transplantation. 2010 Aug 15; 90 ( 3 ) : 248-254. DOI: 10. 1097/TP. 0b013e3181e641f8.
- [17] 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. DOI: 10. 1111/ajt. 14946.
- [18] 杨吉刚, 王巍. 核医学肾脏显像对儿童肾积水患者分肾功能的评估价值 [J]. 临床小儿外科杂志, 2021, 20 ( 4 ) : 307-311. DOI: 10. 12260/lxewkzz. 2021. 04. 002.  
Yang JG, Wang W. Value of nuclear medicine renal imaging in the assessment of renal function in pediatric hydronephrosis [J]. J Clin Ped Sur, 2021, 20 ( 4 ) : 307-311. DOI: 10. 12260/lxewkzz. 2021. 04. 002.
- [19] Kayler LK, Zendejas I, Gregg A, et al. Kidney transplantation from small pediatric donors: does recipient body mass index matter [J]? Transplantation. 2012 Feb 27; 93 ( 4 ) : 430-436. DOI: 10. 1097/TP. 0b013e318241d57d.
- [20] Chen C, Su X, Wu C, et al. Successful single kidney transplantation from pediatric donors less than or equal to 10 kg to adult recipient: a retrospective cohort study [J]. Transl Pediatr, 2021, 10 ( 6 ) : 1618-1629. DOI: 10. 21037/tp-21-23.

(收稿日期: 2022-02-21)

**本文引用格式:** 史晓峰, 杜青, 涂金鹏, 等. 小儿双供肾整体移植的临床疗效分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21 ( 10 ) : 974-979. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202202044-013.

**Citing this article as:** Shi XF, Du Q, Tu JP, et al. Clinical outcomes of pediatric en bloc kidney transplantation [J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21 ( 10 ) : 974-979. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202202044-013.