

# 心脏死亡器官捐献供肾热缺血因素 对移植肾功能的影响

林锦雯<sup>1</sup> 何东升<sup>2</sup> 姜林均<sup>1</sup> 王仁定<sup>1</sup> 陈江华<sup>1</sup>

**【摘要】** 目的 结合心脏死亡器官捐献(DCD)肾移植受者术后随访情况,探讨供肾热缺血因素对移植肾功能的影响。方法 回顾性分析2011年5月至2015年6月浙江大学医学院附属第一医院肾脏病中心施行的肾移植术供、受者临床资料。移植术后1年根据受者估算肾小球滤过率( $eGFR$ )  $\geq 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ 和 $< 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ 将受者分为高肾功能组与低肾功能组,最终纳入340例受者,其中高肾功能组259例,低肾功能组81例。根据DCD供者手术记录表,整理分析两组供者不同收缩压(SBP)及血氧饱和度( $SpO_2$ )热缺血时间段。符合正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用 $t$ 检验比较高、低肾功能组供、受者一般资料、供者不同SBP和 $SpO_2$ 热缺血时间段差异;采用Wilcoxon符号秩和检验比较两组受者供肾获取时肾小球和肾小管病理评分。计数资料以百分数表示,采用卡方检验比较两组供、受者性别和移植肾功能延迟恢复(DGF)发生率。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。结果 截至2016年6月,所有受者随访( $28.4 \pm 2.8$ )个月( $13.1 \sim 62.5$ 个月)。术后1年内高、低肾功能组DGF发生率分别为14.7% ( $38/259$ )、22.2% ( $18/81$ ),差异无统计学意义( $\chi^2 = 2.557, P > 0.05$ )。高肾功能组平均年龄和BMI均低于低肾功能组,男性比例和捐献时 $eGFR$ 高于低肾功能组,差异均有统计学意义( $t = -6.363, -2.049, 4.190, \chi^2 = 4.863, P$ 均 $< 0.05$ );高肾功能组供肾获取时肾小球病理评分低于低肾功能组,差异有统计学意义( $Z = -2.606, P < 0.05$ )。高肾功能组受者年龄小于低肾功能组,而男性比例高于低肾功能组,差异均有统计学意义( $t = -2.790, \chi^2 = 9.658, P$ 均 $< 0.05$ )。高、低肾功能组初始 $SpO_2$ 降低40%、撤除生命支持至 $SpO_2$ 测不出以及90%、80%、70%、60%初始 $SpO_2$ 至 $SpO_2$ 测不出的平均时间分别为( $5.9 \pm 4.3$ )和( $4.8 \pm 3.3$ )、( $8.0 \pm 5.2$ )和( $6.1 \pm 4.4$ )、( $4.5 \pm 3.6$ )和( $3.5 \pm 2.8$ )、( $4.0 \pm 3.7$ )和( $2.9 \pm 2.4$ )、( $4.0 \pm 3.6$ )和( $2.8 \pm 2.7$ )、( $3.6 \pm 3.5$ )和( $2.4 \pm 2.5$ ) min,差异均有统计学意义( $t = 2.088, 2.983, 2.328, 2.622, 2.557, 2.759, P$ 均 $< 0.05$ )。高、低肾功能组初始 $SpO_2$ 降低10%、40%、撤除生命支持至 $SpO_2$ 测不出、60%初始 $SpO_2$ 至 $SpO_2$ 测不出平均变化速率分别为( $2.40 \pm 1.78$ )和( $2.90 \pm 1.70$ )、( $8.71 \pm 6.96$ )和( $15.01 \pm 12.97$ )、( $19.60 \pm 17.49$ )和( $25.80 \pm 22.85$ )、( $22.41 \pm 15.94$ )和( $29.93 \pm 19.36$ ) %/min,差异均有统计学意义( $t = -2.230, -5.647, -2.577, -3.514, P$ 均 $< 0.05$ )。结论 DCD肾移植预后受供、受者年龄、BMI等一般因素影响。供者高、低 $SpO_2$ 时间段长短及变化速率与移植肾功能相关,DCD供肾移植过程中可通过优化手术流程等方法缩短低 $SpO_2$ 时期时间,以减少供肾热缺血损伤,改善受者预后。

**【关键词】** 心脏死亡器官捐献; 肾移植; 热缺血; 收缩压; 血氧饱和度; 预后

**The effect of warm ischemic related factors on the function of renal allograft after donation after cardiac death renal transplantation** Lin Jinwen<sup>1</sup>, He Dongsheng<sup>2</sup>, Lou Linjun<sup>1</sup>, Wang Rending<sup>1</sup>, Chen Jianghua<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Kidney disease center, the First Affiliated Hospital, School of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou 310003, China; <sup>2</sup>Intensive Care Unit, Hangzhou hospital, the Affiliated Hospital

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3903.2018.01.004

作者单位: 310003 杭州 浙江大学医学院附属第一医院肾脏病中心<sup>1</sup>; 310022 杭州 浙江省医疗健康集团杭州医院重症医学科<sup>2</sup>

通信作者: 陈江华, Email: chenjianghua@zju.edu.cn

of Zhejiang Medical and Health Group , Hangzhou 310022 , China

Corresponding author: Chen Jianghua , Email: chenjianghua@zju.edu.cn

**【Abstract】 Objective** The effect of renal ischemia-reperfusion injury on the function of renal allograft was investigated after donation after cardiac death ( DCD ) renal transplantation. **Methods** We retrospectively analyzed the clinical data of renal transplant donors and recipients at the Kidney Disease Center of the First Affiliated Hospital of Zhejiang University from May 2011 to June 2015. One year after transplantation , the recipients were classified into high renal function group [ estimated glomerular filtration rate ( eGFR )  $\geq 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$  ] and low renal function group ( eGFR  $< 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$  ). According to the DCD donor surgery record , the systolic blood pressure ( SBP ) and blood oxygen saturation ( SpO<sub>2</sub> ) of the donors during different periods of warm ischemia in two groups were analyzed. The normal distribution measurement data were showed as the mean  $\pm$  standard deviation (  $\bar{x} \pm s$  ) , and the *t*-test was used to compare the basic characteristic data , donor SBP and SpO<sub>2</sub> in the different warm ischemia periods between the two groups , except for gender. The Wilcoxon Signed Rank test was used to compare the pathological scores of glomerular and glomerular of donor kidneys between two groups when organ procurement. Count data were expressed as a percentage. Chi-square test was used to compare the donor gender and DGF incidence in the two groups. *P* < 0.05 was considered statistically significant. **Results** By June 2016 , all patients were followed up (  $28.4 \pm 2.8$  ) months , ranged from 13.1 to 62.5 months. 340 recipients were eventually included , including 259 recipients in the high renal function group and 81 recipients in the low renal function group. The incidence of DGF was 14.7% ( 38/259 ) and 22.2% ( 18/81 ) in high and low renal function groups within 1 year after transplantation , with no significant difference (  $\chi^2 = 2.557$  , *P* > 0.05 ) . The average age and BMI of donors in the high renal function group were lower than those in the low renal function group , and the percentage of males and eGFR at the time of donation was higher than that in the low renal function group ( *t* = -6.363 , -2.049 , 4.190 ,  $\chi^2 = 4.863$  , *P* all < 0.05 ) . The renal pathology scores of donors with high renal function were lower than those with low renal function , and the difference was statistically significant ( *Z* = -2.606 , *P* < 0.05 ) . The recipients of the high renal function group were younger than the low renal function group , and the proportion of males was higher than the low renal function group , with significant difference ( *t* = -2.790 ,  $\chi^2 = 9.658$  , *P* < 0.05 ) . In the high and low renal function groups , the initial SpO<sub>2</sub> decreased by 40% , the average time from life support device withdrawal , different initial SpO<sub>2</sub> with 90% , 80% , 70% , 60% of to SpO<sub>2</sub> to SpO<sub>2</sub> could not be measured , were (  $5.9 \pm 4.3$  ) and (  $4.8 \pm 3.3$  ) , (  $8.0 \pm 5.2$  ) and (  $6.1 \pm 4.4$  ) , (  $4.5 \pm 3.6$  ) and (  $3.5 \pm 2.8$  ) , (  $4.0 \pm 3.7$  ) and (  $2.9 \pm 2.4$  ) , (  $4.0 \pm 3.6$  ) and (  $2.8 \pm 2.7$  ) , (  $3.6 \pm 3.5$  ) and (  $2.4 \pm 2.5$  ) minutes , with significant difference ( *t* = 2.088 , 2.983 , 2.328 , 2.622 , 2.557 , 2.759 , all *P* < 0.05 ) . In the high and low renal function groups , the average change rate of initial SpO<sub>2</sub> declined by 10% , 40% , life support device withdrawal to SpO<sub>2</sub> not detected , initial 60% SpO<sub>2</sub> to SpO<sub>2</sub> not detected were (  $2.40 \pm 1.78$  ) and (  $2.90 \pm 1.70$  ) , (  $8.71 \pm 6.96$  ) and (  $15.01 \pm 12.97$  ) , (  $19.60 \pm 17.49$  ) and (  $25.80 \pm 22.85$  ) , (  $22.41 \pm 15.94$  ) and (  $29.93 \pm 19.36$  ) percentage per minute , with significant difference ( *t* = -2.230 , -5.647 , -2.577 , -3.514 , *P* all < 0.05 ) . **Conclusions** The prognosis of DCD renal transplantation was influenced by the general factors such as donor and recipient age and BMI. The high and low renal function recipients had different high and low SpO<sub>2</sub> time intervals and different rates of change derived from the DCD donors. During DCD renal transplantation , optimized surgical procedures should be taken to minimize the low SpO<sub>2</sub> duration , so that the warm ischemia damage of the donor would be alleviated to achieve a better prognosis of transplant.

**【Key words】** Donation after cardiac death; Renal transplantation; Warm ischemia; Systolic blood pressure; Oxygen saturation; Prognosis

目前 ,我国每年完成的肾移植例数远低于终末期肾病患者人数<sup>[1]</sup>。为扩大供器官来源 ,我国自 2010 年启动心脏死亡器官捐献 ( donation after

cardiac death ,DCD) 。自 2015 年 1 月我国宣布取消使用传统司法途径供器官以来 ,DCD 已成为目前我国器官移植供器官的主要来源<sup>[2]</sup>。然而 ,与活体器

官捐献以及脑死亡器官捐献( donation after brain death ,DBD) 相比 ,DCD 供者一般情况较差 ,供器官热缺血时间较长 ,存在较严重的缺血再灌注损伤<sup>[3]</sup>。传统观点将热缺血时间定义为撤除生命支持装置至冷灌注开始的时间间隔。日本学者发现 ,热缺血时间大于 20 min 可能导致移植器官 15 年存活率下降 50%<sup>[4]</sup>。另一项多中心研究却发现 ,热缺血时间与肾移植预后无显著性关联<sup>[5]</sup>。因此 ,热缺血时间对 DCD 肾移植预后的影响有待进一步研究。本研究通过回顾性分析 2011 年 5 月至 2015 年 6 月浙江大学医学院附属第一医院肾脏病中心实施的 DCD 肾移植供、受者临床资料 ,探讨供肾热缺血因素对移植肾功能的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象和分组

纳入标准: 移植术后存活并规律随访 > 1 年。排除标准: 基础数据、信息不完整。最终纳入 340 例受者( 供者 178 例) 。移植术后 1 年根据受者估算肾小球滤过率( estimated glomerular filtration rate ,eGFR)  $\geq 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$  与  $< 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$  分为高肾功能组与低肾功能组。其中高肾功能组受者 259 例( 供者 133 例) ,低肾功能组受者 81 例( 供者 45 例) 。本研究经医院伦理委员会审核通过。

1.2 观测指标及定义

供者指标: 年龄、性别、体质量指数( body mass index ,BMI) 、体表面积( body surface area ,BSA) 、捐献时血清肌酐和 eGFR、撤除生命支持装置后收缩压( systolic blood pressure ,SBP) 和血氧饱和度( oxygen saturation ,SpO<sub>2</sub>) 变化情况以及供肾获取时病理评分。受者指标: 年龄、性别、BMI、BSA 和供/受者 BMI、BSA 比值及术后 1 年 eGFR 和移植肾功能延迟恢复( delayed graft function ,DGF) 发生情况。

$\text{BSA}(\text{m}^2) = 0.0061 \times \text{身高}(\text{cm}) + 0.0124 \times \text{体质量}(\text{kg}) - 0.0099$ 。根据改良新亚洲 CKD-EPI 计算公式计算 eGFR<sup>[6]</sup>。DGF 定义为受者肾移植术后 1 周内需行肾脏替代治疗。供肾获取时肾小球及肾小管病理评分参考 Remuzzi 病理评分<sup>[7]</sup>。根据 DCD 供者手术记录表 ,观察从撤除生命支持装置至冷灌注期间不同 SBP 热缺血时间段以及初始 SpO<sub>2</sub> 至测不出各热缺血时间段及其变化速率。初始 SpO<sub>2</sub> 为临床上进入 DCD 程序后撤除药物治疗时的 SpO<sub>2</sub>。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据处理。符合正态分布计量资料以均数  $\pm$  标准差(  $\bar{x} \pm s$ ) 表示 ,采用 *t* 检验比较高、低肾功能组供、受者一般资料( 除性别、供肾获取时肾小球和肾小管病理评分) 、供者 SBP 和 SpO<sub>2</sub> 不同热缺血时间段差异。计数资料以百分数表示 ,采用卡方检验比较两组供、受者性别和 DGF 发生率。采用 Wilcoxon 符号秩和检验比较两组受者供肾获取时肾小球和肾小管病理评分。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 高、低肾功能组供、受者基本资料比较

截至 2016 年 6 月 ,所有受者随访(  $28.4 \pm 2.8$ ) 个月(  $13.1 \sim 62.5$  个月) 。术后 1 年内高、低肾功能组 DGF 发生率分别为 14. 7% (  $38/259$ ) 、22. 2% (  $18/81$ ) ,差异无统计学意义(  $\chi^2 = 2.557$  ,*P* > 0.05) 。高肾功能组供者平均年龄和 BMI 均低于低肾功能组 ,而捐献时 eGFR 和男性比例高于低肾功能组 ,差异均有统计学意义( *t* = -6.363、-2.049、4.190 , $\chi^2 = 4.863$  ,*P* 均 < 0.05) ,详见表 1。两组供肾获取时肾小球、肾小管病理评分均为 0 ~ 2 分 ,高肾功能组肾小球病理评分低于低肾功能组( *Z* = -2.606 ,*P* < 0.05) 。高肾功能组受者年龄

表 1 高、低肾功能组供者基本资料比较

组别	例数	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	性别 (男/女, 例)	BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	BSA ( $\bar{x} \pm s$ , m <sup>2</sup> )	捐献时血清肌酐 ( $\bar{x} \pm s$ , $\mu\text{mol/L}$ )	捐献时 eGFR [ $\bar{x} \pm s$ , $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ ]
高肾功能组	133	33 $\pm$ 14	114/19	21.8 $\pm$ 2.8	1.72 $\pm$ 0.31	93.35 $\pm$ 72.24	110 $\pm$ 45
低肾功能组	45	44 $\pm$ 12	32/13	22.5 $\pm$ 2.5	1.77 $\pm$ 0.14	103.86 $\pm$ 52.11	87 $\pm$ 38
<i>t</i> / $\chi^2$ / <i>U</i> 值	-	-6.363	4.863	-2.049	-1.406	-1.214	4.190
<i>P</i> 值	-	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	>0.05	<0.05

注: -, 无数据; BMI, 体质量指数; BSA, 体表面积; eGFR, 估算肾小球滤过率

小于低肾功能组 ,而男性比例高于低肾功能组 ,差异均有统计学意义(  $t = -2.790$  ,  $\chi^2 = 9.658$  ,  $P$  均  $< 0.05$  ) ,详见表 2。

2.2 高、低肾功能组供者不同 SBP 热缺血时间段比较

供肾灌注前不同 SBP 热缺血时间段差异均无统计学意义(  $P$  均  $> 0.05$  ) ,详见表 3。

2.3 高、低肾功能组供者不同 SpO<sub>2</sub> 热缺血时间段及其变化速率比较

高、低肾功能组初始 SpO<sub>2</sub> 降低 40%、撤除生命支持至 SpO<sub>2</sub> 测不出以及 90%、80%、70%、60% 初始 SpO<sub>2</sub> 至 SpO<sub>2</sub> 测不出的平均时间分别为(  $5.9 \pm 4.3$  )和(  $4.8 \pm 3.3$  )、(  $8.0 \pm 5.2$  )和(  $6.1 \pm$

$4.4$  )、(  $4.5 \pm 3.6$  )和(  $3.5 \pm 2.8$  )、(  $4.0 \pm 3.7$  )和(  $2.9 \pm 2.4$  )、(  $4.0 \pm 3.6$  )和(  $2.8 \pm 2.7$  )、(  $3.6 \pm 3.5$  )和(  $2.4 \pm 2.5$  ) min ,差异均有统计学意义(  $t = 2.088$ 、 $2.983$ 、 $2.328$ 、 $2.622$ 、 $2.557$ 、 $2.759$  ,  $P$  均  $< 0.05$  ) 。详见表 4。

高、低肾功能组初始 SpO<sub>2</sub> 降低 10%、40%、撤除生命支持至 SpO<sub>2</sub> 测不出、60% 初始 SpO<sub>2</sub> 至 SpO<sub>2</sub> 测不出平均变化速率分别为(  $2.4 \pm 1.8$  )和(  $2.9 \pm 1.7$  )、(  $8.7 \pm 7.0$  )和(  $15.0 \pm 13.0$  )、(  $19.6 \pm 17.5$  )和(  $25.8 \pm 22.8$  )、(  $22.4 \pm 15.9$  )和(  $29.9 \pm 19.4$  ) % /min ,差异均有统计学意义(  $t = -2.230$ 、 $-5.647$ 、 $-2.577$ 、 $-3.514$  ,  $P$  均  $< 0.05$  ) 。详见表 5。

表 2 高、低肾功能组受者基本资料比较

组别	例数	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ ,岁)	性别 (男/女 ,例)	BMI ( $\bar{x} \pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	BSA ( $\bar{x} \pm s$ ,m <sup>2</sup> )	供/受者 BMI 比值 ( $\bar{x} \pm s$ )	供/受者 BSA 比值 ( $\bar{x} \pm s$ )
高肾功能组	259	40 ± 11	224/35	21.0 ± 3.2	1.69 ± 0.18	1.06 ± 0.21	1.02 ± 0.19
低肾功能组	81	44 ± 11	58/23	21.4 ± 2.6	1.73 ± 0.17	1.07 ± 0.17	1.03 ± 0.13
$t/\chi^2$ 值	—	-2.790	9.658	-1.066	-1.768	-0.390	-0.442
$P$ 值	—	<0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

注：—，无数据；BMI，体质量指数；BSA，体表面积

表 3 高、低肾功能组供者不同 SBP 热缺血时间段比较(  $\bar{x} \pm s$  ,min)

组别	例数	撤除生命支持 ~ SBP 测不出	SBP < 100 mmHg ~ 灌注	SBP < 90 mmHg ~ 灌注	SBP < 80 mmHg ~ 灌注
高肾功能组	133	7 ± 3	18 ± 7	18 ± 7	17 ± 6
低肾功能组	45	7 ± 3	17 ± 6	17 ± 6	16 ± 6
$t$ 值	—	-0.240	1.704	0.848	1.119
$P$ 值	—	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

组别	例数	SBP < 70 mmHg ~ 灌注	SBP < 60 mmHg ~ 灌注	SBP 测不出 ~ 灌注
高肾功能组	133	14 ± 5	12 ± 5	13 ± 6
低肾功能组	45	13 ± 5	12 ± 4	12 ± 6
$t$ 值	—	1.467	0.679	1.854
$P$ 值	—	>0.05	>0.05	>0.05

注：—，无数据；SBP，收缩压；1 mmHg = 0.133 kPa

表 4 高、低肾功能组供者不同 SpO<sub>2</sub> 热缺血时间段比较(  $\bar{x} \pm s$  ,min)

组别	例数	初始 SpO <sub>2</sub> 降低 10%	初始 SpO <sub>2</sub> 降低 20%	初始 SpO <sub>2</sub> 降低 30%	初始 SpO <sub>2</sub> 降低 40%	撤除生命支持 ~ SpO <sub>2</sub> 测不出
高肾功能组	133	4.6 ± 3.6	5.2 ± 4.0	5.4 ± 4.2	5.9 ± 4.3	8.0 ± 5.2
低肾功能组	45	4.0 ± 2.6	4.4 ± 2.8	4.5 ± 3.0	4.8 ± 3.3	6.1 ± 4.4
$t$ 值	—	1.594	1.637	1.755	2.088	2.983
$P$ 值	—	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05

组别	例数	90% 初始 SpO <sub>2</sub> ~ SpO <sub>2</sub> 测不出	80% 初始 SpO <sub>2</sub> ~ SpO <sub>2</sub> 测不出	70% 初始 SpO <sub>2</sub> ~ SpO <sub>2</sub> 测不出	60% 初始 SpO <sub>2</sub> ~ SpO <sub>2</sub> 测不出
高肾功能组	133	4.5 ± 3.6	4.0 ± 3.7	4.0 ± 3.6	3.6 ± 3.5
低肾功能组	45	3.5 ± 2.8	2.9 ± 2.4	2.8 ± 2.7	2.4 ± 2.5
$t$ 值	—	2.328	2.622	2.557	2.759
$P$ 值	—	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注：—，无数据；SpO<sub>2</sub>，血氧饱和度

表 5 高、低肾功能组供者不同 SpO<sub>2</sub> 热缺血时间段变化速率比较( $\bar{x} \pm s$ , %/min)

组别	例数	初始 SpO <sub>2</sub> 降低 10%	初始 SpO <sub>2</sub> 降低 20%	初始 SpO <sub>2</sub> 降低 30%	初始 SpO <sub>2</sub> 降低 40%	撤除生命支持 ~ SpO <sub>2</sub> 测不出
高肾功能组	133	2.4 ± 1.8	4.7 ± 3.9	7.6 ± 6.1	8.7 ± 7.0	19.6 ± 17.5
低肾功能组	45	2.9 ± 1.7	4.8 ± 2.8	6.8 ± 3.9	15.0 ± 13.0	25.8 ± 22.8
<i>t</i> 值	—	-2.230	-0.389	1.050	-5.647	-2.577
<i>P</i> 值	—	<0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05

  

组别	例数	90% 初始 SpO <sub>2</sub> ~ SpO <sub>2</sub> 测不出	80% 初始 SpO <sub>2</sub> ~ SpO <sub>2</sub> 测不出	70% 初始 SpO <sub>2</sub> ~ SpO <sub>2</sub> 测不出	60% 初始 SpO <sub>2</sub> ~ SpO <sub>2</sub> 测不出
高肾功能组	133	24.6 ± 19.1	30.9 ± 20.0	25.9 ± 21.3	22.4 ± 15.9
低肾功能组	45	22.9 ± 10.0	29.7 ± 17.4	29.4 ± 19.6	29.9 ± 19.4
<i>t</i> 值	—	0.769	0.485	-1.305	-3.514
<i>P</i> 值	—	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05

注: —. 无数据; SpO<sub>2</sub>. 血氧饱和度

### 3 讨论

肾移植作为终末期肾病的最佳治疗方法,可有效改善受者生活质量。我国目前开展的肾移植类型主要为亲属活体肾移植和 DCD 肾移植。近年来,我国 DCD 肾移植数量逐年上升,但远未达到等待移植的患者数量<sup>[1-8]</sup>。较活体及 DBD 肾移植,DCD 供肾一般情况相对较差,主要与供肾热缺血时间较长有关。研究表明,与 DBD 肾移植受者相比,DCD 肾移植受者术后更易发生移植肾原发性无功能及 DGF,但术后远期移植肾功能无显著差异<sup>[9-12]</sup>。目前,一般认为热缺血时间超过 30 min 即会对器官造成不可逆的损害<sup>[13-16]</sup>。DCD 供者撤除生命支持后,机体 SBP 和 SpO<sub>2</sub> 逐渐下降,在这个过程中如何更精确地评估热缺血与 DCD 肾移植预后的关系,对于指导临床更加有效地获取供肾具有重要意义。

本研究结果显示,高肾功能组供者年龄、BMI 和受者年龄均低于低肾功能组,供者捐献时 eGFR 高于低肾功能组,提示高肾功能组一般状况较好。高肾功能组供肾获取时肾小球病理评分低于低肾功能组,提示零点肾穿刺活检病理结果对判断肾移植预后具有较好的参考意义,但肾小管病理评分与长期移植肾功能关系尚待进一步随访观察。此外,本研究中术后 1 年两组 DGF 发生率无差异,这可能与本研究中供者多为可控型、大部分供肾在省内或本院获取、器官转运时间和热缺血时间较短等因素有关。

由于近几年才开始大量开展 DCD,本中心中、远期随访数据较少,因此本研究选择术后 1 年的随访结果评估受者术后移植肾功能。结果显示,移植

术后 1 年两组不同 SBP 热缺血时间段无差异。比较两组不同 SpO<sub>2</sub> 热缺血时间段后发现,两组初始 SpO<sub>2</sub> 分别降低 10%、20%、30%,各热缺血时间段差异无统计学意义,而高肾功能组初始 SpO<sub>2</sub> 降低 40% 时间显著长于低肾功能组;高肾功能组 90%、80%、70% 初始 SpO<sub>2</sub> 降至 SpO<sub>2</sub> 测不出各热缺血时间段均长于低肾功能组,上述结果提示高肾功能组供者部分高血氧时间段持续较长。进一步比较不同 SpO<sub>2</sub> 热缺血时间段 SpO<sub>2</sub> 变化速率,发现高肾功能组初始 SpO<sub>2</sub> 降低 10%、40% 以及撤除生命支持、60% 初始 SpO<sub>2</sub> 至 SpO<sub>2</sub> 测不出各热缺血时间段 SpO<sub>2</sub> 变化速率均慢于低肾功能组。

根据以上结果,我们建议在热缺血评估时,可以将热缺血时间分为两个时期,即高血氧时期和低血氧时期,高血氧时期即撤除生命支持装置后血氧下降至某一供肾损伤血氧临界值期间,低血氧时期即从供肾损伤血氧临界值至器官灌注开始时期。高血氧时期虽然无法人为控制,但较长的高血氧时期以及前期较缓慢的血氧下降速率预示着供者基本情况较好,可能有利于器官逐渐适应热缺血过程。本研究结果提示,供肾损伤 SpO<sub>2</sub> 临界值可能位于 70% 至 60% 初始 SpO<sub>2</sub> 之间。Coffey 等<sup>[17]</sup> 研究发现,肝移植受者初始 SpO<sub>2</sub> 降至 60% SpO<sub>2</sub> 时间较长时,其术后并发症较多,这与我们的研究结果有所区别,可能与肝脏和肾脏对于缺血再灌注损伤敏感程度不同有关。

综上所述,供、受者年龄以及供者捐献前身体一般状况等因素均可影响 DCD 肾移植术后移植肾功能。DCD 供者热缺血过程中 SpO<sub>2</sub> 下降时间较长或下降速率较慢可能是肾移植预后保护因素。DCD 肾移植过程中可在手术灌注期前后通过优化手术流

程等方法缩短低 SpO<sub>2</sub> 时间,以减少供肾热缺血损伤,改善受者预后。

### 参 考 文 献

- 1 杜然然,高东平,李扬,等. 肾移植发展现状研究[J]. 医学研究杂志,2011,40(11): 168-172.
- 2 黄洁夫,李焯辉,郭志勇,等. 中国器官捐献的发展历程[J/CD]. 中华重症医学电子杂志,2017,3(2): 81-84.
- 3 胡志平,冷希圣,黄磊,等. 心脏死亡供肝肝移植的疗效观察[J]. 中华普通外科杂志,2016,31(3): 221-223.
- 4 Nishikido M, Noguchi M, Koga S, et al. Kidney transplantation from non-heart-beating donors: analysis of organ procurement and outcome [J]. Transplant Proc, 2004, 36(7): 1888-1890.
- 5 Summers DM, Johnson RJ, Allen J, et al. Analysis of factors that affect outcome after transplantation of kidneys donated after cardiac death in the UK: a cohort study [J]. Lancet, 2010, 376(9749): 1303-1311.
- 6 Wang J, Xie P, Huang JM, et al. The new Asian modified CKD-EPI equation leads to more accurate GFR estimation in Chinese patients with CKD[J]. Int Urol Nephrol, 2016, 48(12): 2077-2081.
- 7 Remuzzi G, Grinyò J, Ruggenenti P, et al. Early experience with dual kidney transplantation in adults using expanded donor criteria. Double Kidney Transplant Group (DKG) [J]. J Am Soc Nephrol, 1999, 10(12): 2591-2598.
- 8 刘荣耀,王东文. 肾移植: 过去、现在、未来[J]. 国际移植与血液净化杂志,2008,6(1): 15-17.
- 9 Ledinh H, Bonvoisin C, Weekers L, et al. Results of kidney

transplantation from donors after cardiac death [J]. Transplant Proc, 2010, 42(7): 2407-2414.

- 10 Knoll G. Trends in kidney transplantation over the past decade [J]. Drugs, 2008, 68(Suppl 1): S3-S10.
- 11 Veroux M, Corona D, Veroux P. Kidney transplantation: future challenges [J]. Minerva Chir, 2009, 64(1): 75-100.
- 12 Doshi MD, Hunsicker LG. Short-and long-term outcomes with the use of kidneys and livers donated after cardiac death [J]. Am J Transplant, 2007, 7(1): 122-129.
- 13 Yin M, Currin RT, Peng XX, et al. Different patterns of renal cell killing after warm and cold ischemia [J]. Ren Fail, 2002, 24(2): 147-163.
- 14 Ysebaert DK, De Greef KE, Vercauteren SR, et al. Effect of immunosuppression on damage, leukocyte infiltration, and regeneration after severe warm ischemia/reperfusion renal injury [J]. Kidney Int, 2003, 64(3): 864-873.
- 15 Damasceno-Ferreira JA, Abreu LAS, Bechara GR, et al. Mannitol reduces nephron loss after warm renal ischemia in a porcine model [J]. BMC Urol, 2018, 18(1): 16.
- 16 Ahmad N, Pratt JR, Potts DJ, et al. Comparative efficacy of renal preservation solutions to limit functional impairment after warm ischemic injury [J]. Kidney Int, 2006, 69(5): 884-893.
- 17 Coffey JC, Wanis KN, Monbaliu D, et al. The influence of functional warm ischemia time on DCD liver transplant recipients' outcomes [J]. Clin Transplant, 2017, 31(10): e13068.

(收稿日期: 2017-11-09)

(本文编辑: 徐小明)

林锦雯,何东升,娄林均,等. 心脏死亡器官捐献供肾热缺血因素对移植肾功能的影响[J/CD]. 中华移植杂志: 电子版, 2018, 12(1): 14-19.