

# 延长每日血液透析和延长每日血液滤过对原位心脏移植术后急性肾损伤的疗效比较

沈波 滕杰 刘中华 邹建洲 章晓燕 方艺 吉俊 薛宁 陈利明

刘红 钟一红 袁敏 傅辰生 杨守国 陈昊 王春生 丁强

**【摘要】** 目的 比较延长每日血液透析(EDD)和延长每日血液滤过(EDHF)治疗原位心脏移植术后急性肾损伤(AKI)的有效性和安全性。方法 回顾性分析原位心脏移植术后发生 AKI 行肾脏替代治疗的 20 例患者,其中行 EDD 治疗 9 例,EDHF 治疗 11 例。所有患者均采用临时深静脉置管作为血液透析通路,应用床旁血透机治疗,血流量为 200~250 mL/min。EDD 组应用 1.4 m<sup>2</sup> 聚醚砜膜透析器,治疗时间 $\geq 8$  h/d。EDHF 组应用 1.7 m<sup>2</sup> 高通量聚醚砜膜透析器,置换总量 $> 48$  L/d,治疗剂量约为 25 mL $\cdot$ kg<sup>-1</sup> $\cdot$ h<sup>-1</sup>,治疗时间 $\geq 8$  h/d。动态随访两组肾脏替代治疗前和开始治疗后 24、72 h 的血尿素氮、血肌酐、心率、平均动脉压、急性生理功能和慢性健康状况评分系统 II(APACHE II)评分,并比较两组患者的住院病死率、肾脏替代治疗天数、重症监护病房停留时间及肾脏替代治疗直接费用。结果 肾脏替代治疗前,EDD 组与 EDHF 组间年龄、性别、体重、血肌酐、尿素氮、心率、中心静脉压、APACHE II 评分等基线资料的差异均无统计学意义( $P$  值均 $> 0.05$ ),但 EDD 组的平均动脉压为(81.9 $\pm$ 7.1) mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),显著高于 EDHF 组的(73.9 $\pm$ 9.1) mmHg( $P<0.05$ )。EDD 组治疗 24 h 后的中心静脉压为(16.6 $\pm$ 3.1) cmH<sub>2</sub>O(1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa),显著低于治疗前的(19.6 $\pm$ 4.2) cmH<sub>2</sub>O( $P<0.05$ )。EDHF 组治疗 24 h 后的中心静脉压、APACHE II 评分分别为(16.5 $\pm$ 3.3) cmH<sub>2</sub>O、15.5 $\pm$ 4.2,均显著低于治疗前的(20.8 $\pm$ 5.0) cmH<sub>2</sub>O 和 16.9 $\pm$ 4.6( $P$  值均 $< 0.05$ )。治疗 72 h 后,EDD、EDHF 组的中心静脉压分别为(14.7 $\pm$ 2.4)、(14.5 $\pm$ 3.3) cmH<sub>2</sub>O,均较同组治疗 24 h 时显著下降( $P$  值均 $< 0.05$ ),EDHF 组治疗 72 h 时的 APACHE II 评分为 14.1 $\pm$ 4.6,亦较同组治疗 24 h 时显著降低( $P<0.05$ )。此外,两组肾脏替代治疗前、治疗后 24、72 h 时的血尿素氮、血肌酐水平均保持稳定,两组间差异也均无统计学意义( $P$  值均 $> 0.05$ )。两组间肾脏替代治疗天数、重症监护病房停留时间、住院期间病死率的差异均无统计学意义( $P$  值均 $> 0.05$ ),但 EDD 组的肾脏替代治疗直接费用为(9 600 $\pm$ 2 700)元,显著低于 EDHF 组的(15 300 $\pm$ 4 800)元( $P<0.01$ )。结论 EDD 和 EDHF 治疗原位心脏移植术后非脓毒症相关性 AKI 的疗效相当,但 EDD 治疗费用较低。

**【关键词】** 延长每日血液透析; 延长每日血液滤过; 原位心脏移植手术; 急性肾损伤

Comparison of therapeutic effects between extended daily hemodialysis and extended daily hemofiltration for acute kidney injury after orthotopic cardiac transplantation \* SHEN Bo, TENG Jie, LIU Zhonghua, ZOU Jianzhou, ZHANG Xiaoyan, FANG Yi, JI Jun, XUE Ning, CHEN Liming, LIU Hong, ZHONG Yihong, YUAN Min, FU Chensheng, YANG Shouguo, CHEN Hao, WANG Chunsheng, DING Xiaoqiang.

\* Department of Nephrology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

Corresponding author: DING Xiaoqiang. E-mail: dxq93216@medmail.com.cn

**【Abstract】** Objective To investigate the effectiveness and safety of extended daily hemodialysis (EDD) and extended daily hemofiltration (EDHF) in treatment of patients with acute kidney injury after orthotopic cardiac transplantation (OCT). Methods From May 2000 to September 2008, 20 patients with post OCT acute kidney injury were included in this retrospective study. Nine patients received EDD and 11 received EDHF. Temporary deep venous was used as dialysis pathway in all patients with a bedside hemodialyzer at a blood rate of 200—250

基金项目: 上海市医学发展基金重点课题(2003ZD001)和上海市自然科学基金(05ZR14026)资助项目

作者单位: 200032 上海, 复旦大学附属中山医院肾脏科(沈波、滕杰、刘中华、邹建洲、章晓燕、方艺、吉俊、薛宁、陈利明、刘红、钟

mL/min. EDD group used 1.4 m<sup>2</sup> poly(ether sulfone) and the treatment time was  $\geq 8$  h/d. EDHF group used 1.7 m<sup>2</sup> high-throughput poly(ether sulfone), with the total replacement volume being  $> 48$  L/d and the treatment dose being 25 mL  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>  $\cdot$  h<sup>-1</sup> and treatment time being  $\geq 8$  h/d. Parameters such as urea nitrogen, serum creatinine, heart rate (HR), mean artery pressure (MAP), central venous pressure (CVP), and acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) II scores were observed before and 24 h and 72 h after treatment. The hospital mortality, length of ICU stay, length of RRT and the direct cost of RRT were compared between groups. Results Before treatment there was no significant difference in the general data between 2 groups except that the MAP of EDHF group was lower than that of EDD group ([81.9 $\pm$ 7.1] mmHg vs. [73.9 $\pm$ 9.1] mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa,  $P<0.05$ ). 24 h after treatment, there was no significant difference of urea nitrogen, serum creatinine, HR, MAP, CVP and APACHE II scores between the two groups; CVP values of both groups were significantly improved compared with those before treatment ([16.6 $\pm$ 3.1] mmHg vs. [20.8 $\pm$ 5.0] mmHg, 1 mmHg=0.098 kPa,  $P<0.05$ ); the APACHE II scores of EDHF group was significantly improved compared with that before treatment (15.5 $\pm$ 4.2 vs. 14.7 $\pm$ 2.4,  $P<0.05$ ); and the urea nitrogen, serum creatinine, HR and MAP kept stable. 72 h after treatment, the CVP values of both groups were further improved compared with that at 24 h after treatment [14.7 $\pm$ 2.4 vs. 16.6 $\pm$ 3.1; 14.5 $\pm$ 3.3] mmHg vs. [16.5 $\pm$ 3.3] mmHg,  $P<0.05$ ). The APACHE II scores of EDHF group was also further improved compared with those at 24h after treatment (14.1 $\pm$ 4.6 vs. 15.5 $\pm$ 4.2,  $P<0.05$ ). The urea nitrogen, serum creatinine, HR and MAP also kept stable. There was no significant difference in hospital mortality, length of ICU stay, length of RRT between the two groups. The direct cost of RRT in EDD group was lower than that of EDHF group ([9 600 $\pm$ 2 700] yuan vs. [15 300 $\pm$ 4 800] yuan,  $P<0.01$ ). Conclusion Both EDD and EDHF are effective and safe in treatment of patients with non-septic AKI after OHT. EDD costs less than EDHF. (Shanghai Med J, 2009, 32: 221-225)

【Key words】 Extended daily hemodialysis; Extended daily hemofiltration; Orthotopic cardiac transplantation; Acute kidney injury

近年来, 原位心脏移植手术 (orthotopic cardiac transplantation, OHT) 已经成为治疗终末期心脏功能衰竭的一项有效治疗手段。对 OHT 术后各种并发症的诊治也逐渐引起关注。OHT 后急性肾损伤 (acute kidney injury, AKI) 是影响患者预后的重要因素。Boyle 等<sup>[1]</sup> 报道, 在 OHT 术后发生 AKI 而需要血液净化治疗的患者的病死率高达 50%, 而国内目前尚缺乏详尽的统计资料。肾脏替代治疗 (renal replacement therapy, RRT) 是 OHT 术后 AKI 的重要治疗手段之一, 其中连续性肾脏替代治疗 (continuous renal replacement treatment, CRRT) 具有血流动力学稳定及可以清除一定量的炎性介质等特点, 在 OHT 术后并发 AKI 的治疗中得到广泛应用<sup>[2,3]</sup>。

但 CRRT 价格昂贵, 且疗效也未得到有力临床证据的支持。随着血液净化技术的发展, 出现了以持续低效血液透析<sup>[4]</sup> (sustained low-efficiency dialysis, SLED) 和延长每日血液透析<sup>[5]</sup> (extended daily dialysis, EDD) 等为代表的介于 CRRT 与间断性血液净化治疗 (intermittent hemodialysis, IHD) 之间的治疗模式。本研究回顾性分析 20 例 OHT 术后 AKI 不同肾脏替代治疗模式的疗效及其安全性, 探讨 OHT 术后 AKI 患者肾脏替代治疗的策略。

本研究回顾性分析 20 例 OHT 术后 AKI 不同肾脏替代治疗模式的疗效及其安全性, 探讨 OHT 术后 AKI 患者肾脏替代治疗的策略。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 2000 年 5 月—2008 年 9 月在复旦大学附属中山医院接受 OHT 的患者共 240 例, 术后并发 AKI 需行 RRT 的患者共 20 例, 占 8.3%。其中 19 例接受 OHT, 1 例接受心肾联合移植手术, 其术前已有慢性肾功能不全, 但未行 RRT。男 18 例, 女 2 例。年龄 16~64 岁, 平均年龄为 (44 $\pm$ 15) 岁。OHT 术前诊断为扩张性心脏病 15 例, 冠状动脉性心脏病 4 例, 限制性心肌病 1 例。

20 例患者均于手术后在消毒房间进行隔离治疗, 每日复查胸部 X 线片、血常规、血生化指标, 随时记录生命体征变化。术后即开始预防性应用抗生素治疗, 并根据检查结果随时调整用药<sup>[6]</sup>。20 例患者中, 仅 1 例并发严重感染, 参照美国胸科医师学会和危重病学会 (ACCP/SCCM) 的诊断标准<sup>[7]</sup> 诊断

1.2 RRT 指征 患者均处于 AKI 的“RIFLE”分层诊断标准<sup>[8]</sup>的损伤期或衰竭期,并存在下列情况之一:① 无尿或少尿 12 h,应用大剂量利尿剂无效;② 血肌酐上升至基础值的 200%以上,并呈进行性上升趋势;③ 严重的感染导致脓毒血症;④ 容量负荷明显,中心静脉压(CVP)>20 cmH<sub>2</sub>O (1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa),影响供心功能恢复;⑤ 严重的电解质和(或)酸碱失衡。在签署知情同意书后即进行 RRT。

1.3 RRT 方式的选择 如患者血流动力学欠稳定,表现为血压偏低,各种心律失常频发,需要较大剂量血管活性药物进行治疗等临床情况,则进行延长每日血液滤过(extended daily hemofiltration, EDHF)治疗。如患者血流动力学尚稳定,则进行 EDD 治疗。经治肾病科、心脏外科及重症监护科等专科医师的经验和判断是重要因素。

1.4 RRT 方法 EDD:应用 Baxter 公司 Aquarius 血液透析机和聚醚砜膜透析器(面积 1.4 m<sup>2</sup>),血流量为 200~250 mL/min,透析液流量 8~10 L/h,治疗时间≥8 h/d。EDHF:应用 Baxter 公司 Aquarius 血液透析机和高通量聚醚砜膜透析器(面积 1.7 m<sup>2</sup>),血流量为 200~250 mL/min,置换液采用 online 配置方式配置,置换速度>6 L/h,混合稀释,前后置换比例在 1:2 至 1:3 之间,以后稀释为主;每日总置换量至少 48 L,治疗时间≥8 h/d;治疗剂量约为 25 mL·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>。

1.5 观察指标 分别记录两组患者的年龄、性别、体重、原发病等基线资料。动态观察两组患者开始 RRT 前及治疗后 24、72 h 的心率(HR)、平均动脉压(MAP)、CVP、急性生理功能和慢性健康状况评分系统 II(APACHE II)评分、血尿素氮(BUN)、血肌酐(SCr)等指标。肾功能指标均在当

日进行 RRT 前抽取血标本检测。比较两组间住院病死率、RRT 治疗次数、重症监护病房(ICU)停留天数以及 RRT 治疗直接相关费用的差异。

1.6 统计学处理 应用 SPSS 13.0 统计学软件。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验,计数资料比较采用  $\chi^2$  检验。

2 结 果

2.1 RRT 前的基线资料 20 例患者中,9 例接受 EDD 治疗,11 例接受 EDHF 治疗。两组间年龄、性别、体重、脓毒血症构成比等一般资料的差异均无统计学意义(*P* 值均>0.05)。见表 1。

表 1 两组间一般资料比较					
组别	<i>N</i>	年龄	男/女	体重	脓毒血症
		$\bar{x} \pm s$ 岁	<i>n</i> / <i>n</i>	$\bar{x} \pm s$ m/kg	<i>n</i> (%)
EDD	9	46±14	8/1	65.7±8.7	0
EDHF	11	44±16	10/1	64.1±5.8	1(9.1)

2.2 治疗前、治疗后 24 和 72 h 各项指标比较 治疗前,两组间 BUN、SCr、HR、CVP、APACHE II 评分的差异均无统计学意义(*P* 值均>0.05),但 EDHF 组的 MAP 显著低于 EDD 组(*P*<0.05)。治疗开始后动态随访相关指标的变化,与治疗前相比,EDD 组治疗后 24 h 时的 CVP 显著下降(*P*<0.05),EDHF 组治疗后 24 h 时的 CVP、APACHE II 评分亦显著下降(*P* 值均<0.05)。治疗后 72 h,EDD 组和 EDHF 组的 CVP 均显著低于治疗后 24 h(*P* 值均<0.05),EDHF 组治疗后 72 h 的 APACHE II 评分亦较治疗后 24 h 显著改善(*P*<0.05)。两组组内治疗前与治疗后 24、72 h 的 HR、MAP、BUN 和 SCr 的差异均无统计学意义(*P* 值均>0.05)。见表 2。

表 2 两组间治疗前和治疗后 24、72 h 各项指标的比较

组别	<i>n</i>	时间	APACHE II 评分	CVP	HR	MAP	BUN	SCr
				<i>p</i> /cmH <sub>2</sub> O	次·min <sup>-1</sup>	<i>p</i> /mmHg	<i>c</i> <sub>B</sub> /mmol·L <sup>-1</sup>	<i>c</i> <sub>B</sub> /μmol·L <sup>-1</sup>
EDD	9	治疗前	14.2±3.9	19.6±4.2	96.4±19.0	81.9±7.1	29.3±10.6	231.0±82.4
		治疗后 24 h	13.2±3.3	16.6±3.1 <sup>②</sup>	99.8±9.6	79.0±6.9	29.2±10.8	237.3±72.6
		治疗后 72 h	12.1±4.2	14.7±2.4 <sup>③</sup>	95.1±15.6	78.3±7.4	27.1±8.4	238.3±78.5
EDHF	11	治疗前	16.9±4.6	20.8±5.0	92.7±15.8	73.9±9.1 <sup>①</sup>	28.7±16.4	282.8±162.5
		治疗后 24 h	15.5±4.2 <sup>②</sup>	16.5±3.3 <sup>②</sup>	103.4±10.1	74.5±7.5	28.3±17.4	272.5±158.6
		治疗后 72 h	14.1±4.6 <sup>③</sup>	14.5±3.3 <sup>③</sup>	104.0±13.5	76.8±7.3	27.8±14.9	244.1±149.8

2.3 院内病死率、RRT 治疗天数、ICU 停留时间和 RRT 直接费用比较 两组间住院期间病死率、RRT 治疗天数和 ICU 停留时间的差异均无统计

学意义( $P$  值均 $>0.05$ )。但 EDD 组的 RRT 直接费用显著低于 EDHF 组( $P<0.01$ )。见表 3。

表 3 院内病死率、RRT 治疗天数、ICU 停留时间和 RRT 直接相关费用比较

组别	<i>N</i>	住院期间病死率 <i>n</i> (%)	RRT 治疗天数 $\bar{x} \pm s$ t/d	ICU 停留时间 $\bar{x} \pm s$ t/d	RRT 直接费用 $\bar{x} \pm s$ 元
EDD	9	4(44.4%)	5.4 $\pm$ 2.8	18.6 $\pm$ 7.5	9 600 $\pm$ 2 700
EDHF	11	4(36.3%)	6.2 $\pm$ 3.9	16.9 $\pm$ 6.5	15 300 $\pm$ 4 800 <sup>①</sup>

与 EDD 组比较: ①  $P<0.01$

### 3 讨 论

AKI 是 OHT 术后常见的并发症, 国外报道 OHT 术后需要行 RRT 的 AKI 发生率为 5.8%~15%<sup>[1-3]</sup>, 本研究的发生率为 8.3%, 与国外报道类似。国内有研究提示, OHT 术后 AKI 的发生与患者术前病情、手术本身及使用肾毒性药物有关<sup>[9]</sup>。Boyle 等<sup>[1]</sup> 研究提示, 心脏移植术前糖尿病基础病变、既往心脏手术史、主动脉球囊技术的使用、血清白蛋白、SCr 水平、体外循环时间、供心冷缺血时间、手术中对输血的需求量等均是发生术后 AKI 的危险因素。由于国内 OHT 的适应证等因素与国外有所不同<sup>[6]</sup>, 因此, 国内接受 OHT 的患者发生术后 AKI 的危险因素尚需进一步研究。

在针对 AKI 的血液净化治疗方式上, CRRT 常被认为是最佳选择, 但由于其耗费大量人力、物力, 且迄今为止并未证实其疗效优于其他治疗方法<sup>[10-13]</sup>, 而一些改良的 CRRT 模式, 包括 SLED、EDD 等, 需要进一步研究。不少研究发现, SLED 模式与 CRRT 的临床疗效类似<sup>[14-15]</sup>。国内有学者对比 SLED 与连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)的疗效后发现, SLED 在清除中小分子毒素方面具有优势, 且血流动力学的稳定性与 CVVH 类似<sup>[16]</sup>。也有学者对比原位肝脏移植患者术后行 SLED 与 CVVH 治疗的疗效后发现, 两者间最终存活率和肾脏存活率的差异均无统计学意义<sup>[17]</sup>。Kumar 等<sup>[18]</sup> 比较 CRRT 与 EDD 后发现, EDD 在血流动力学稳定性上与 CRRT 类似, 在小分子毒素清除能力上具有优势。

Boyle 等<sup>[1]</sup> 报道 756 例行心脏移植手术的患者, 术后 44 例接受 RRT, 病死率为 50%(22/44)。本组资料中, 20 例患者均应用改良的 CRRT 治疗模式, 其中 EDD 治疗 9 例, EDHF 治疗 11 例, 住

EDHF 作为 OHT 术后 AKI 患者的 RRT 方式是可行的, 可作为经典 CRRT 的替换方式。这与目前不少针对 ICU 内 AKI 的 RRT 模式的研究得出的结论类似<sup>[4, 12-13, 18-19]</sup>。

OHT 术后必须进行抗排异治疗, 患者常处在免疫抑制状态, 容易发生感染。临床上往往采取积极的防治感染治疗手段。如复旦大学附属中山医院移植中心在心脏移植术后均严格消毒隔离, 常规应用抗生素 7 d, 密切随访体温、血常规、胸部 X 线片、重要药物浓度等指标, 随时调整治疗方案<sup>[6, 9]</sup>。这类患者术后短期内严重感染的发生率不高, 本组 20 例患者中仅 1 例明确诊断为脓毒症, 而心脏手术本身以及术后供心功能恢复不良可能是 OHT 术后 AKI 的主要原因。因此, 针对这类患者的 RRT 策略应与脓毒症所致 AKI 患者的治疗策略有所不同。在脓毒症相关 AKI 患者的治疗中, 血液滤过尤其是高容量血液滤过不仅能够清除体内蓄积的代谢产物和多余水分, 也能够清除一定量的炎性介质, 改善血流动力学, 成为脓毒症相关性 AKI 的常用治疗手段之一。与之不同的是, 血液透析主要清除小分子溶质和多余水分, 控制氮质血症和维持容量平衡, 对炎性介质的清除能力有限。就本组 OHT 术后 AKI 患者而言, 由于合并脓毒症的比例较低, 因此血液滤过尤其是高容量血液滤过是否一定更具优势值得商榷。另一方面, AKI 在临床上主要表现为机体代谢失衡和容量的过负荷, 不利于供心功能的恢复, 而供心功能不良又进一步加重肾损伤。因此, OHT 术后非脓毒症相关性 AKI 患者行 RRT 的首要目的应该是控制氮质血症及维持水、电解质和酸碱平衡, 同时在 RRT 期间应尽量维持血流动力学的稳定。从本研究结果可见, EDD 和 EDHF 都能够很好地达到上述目的。两组患者经治疗

对稳定, HR、MAP 等血流动力学指标无明显波动。两组间 RRT 治疗天数、ICU 停留时间及住院期间病死率方面的差异均无统计学意义 ( $P$  值均  $> 0.05$ ), EDHF 治疗并未显出特殊的优势。提示对于 OHT 术后 AKI 患者, 如果行 RRT 的目的主要是纠正容量过负荷和清除小分子溶质, 控制氮质血症, 同时尽量维持血流动力学的稳定, 而对清除炎性介质的要求并不迫切, 则应用 EDD 治疗可能已经足够。

迄今为止, 对心脏手术后 AKI 的最佳 RRT 模式仍无定论。RRT 开始的时机、治疗方式的选择、治疗剂量等都需要进一步探讨<sup>[20]</sup>。就本组资料而言, 如考虑到 EDHF 组治疗前的 APACHE II 评分高于 EDD 组 ( $P > 0.05$ ), MAP 水平显著低于 EDD 组 ( $P < 0.05$ ), 而最终住院期间病死率却略低于 EDD 组 ( $P > 0.05$ ), EDHF 的治疗效果似乎优于 EDD。由于本研究并非随机分组且样本偏少, 尚需大样本的前瞻性随机对照研究进一步明确。

由于治疗机制不同, EDD 和 EDHF 治疗模式对耗材和治疗用水的要求有区别, 因此两者治疗成本有所不同。本研究中 EDD 组在成本上显著低于 EDHF 组 ( $P < 0.01$ )。除上述原因外, 也可能与部分 EDHF 组患者病情危重而需要更多治疗次数有关。

综上所述, EDD 和 EDHF 都是针对 OHT 术后非脓毒症相关 AKI 患者安全、有效的 RRT 方法。两者在小分子溶质清除、容量平衡以及对患者最终预后的影响等方面的效果类似, EDD 在经济上更具优势。对 OHT 后 AKI 的患者应用何种 RRT 方式更佳需要进一步的研究。

## 参 考 文 献

- Boyle J M, Moualla S, Arrigain S, et al. Risks and outcomes of acute kidney injury requiring dialysis after cardiac transplantation. *Am J Kidney Dis*, 2006, 48: 787-796.
- Stevens L M, El-Hamamsy I, Leblanc M, et al. Continuous renal replacement therapy after heart transplantation. *Can J Cardiol*, 2004, 20: 619-623.
- Ouseph R, Brier M E, Jacobs A A, et al. Continuous venovenous hemofiltration and hemodialysis after orthotopic heart transplantation. *Am J Kidney Dis*, 1998, 32: 290-294.
- Marshall M R, Golper T A, Shaver M J, et al. Sustained low-efficiency dialysis for critically ill patients requiring renal replacement therapy. *Kidney Int*, 2001, 60: 777-785.
- Kumar V A, Craig M, Depner T A, et al. Extended daily dialysis: A new approach to renal replacement for acute renal failure. *Am J Kidney Dis*, 2000, 35: 233-236.

- 王春生. 中国大陆心脏移植的现状与进展. *继续医学教育*, 2006, 20: 17-20.
- Bone R C, Balk R A, Cerra F B, et al. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. The ACCP/SCCM Consensus Conference Committee. American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine. *Chest*, 1992, 101: 1644-1655.
- Bellomo R, Ronco C, Kellum J A, et al. Acute renal failure—definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs; the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Crit Care*, 2004, 8: R204-R212.
- 陈昊, 王春生, 赖颢, 等. 原位心脏移植术后肾功能损害的防治. *上海医学*, 2002, 25: 569-571.
- Tonelli M, Manns B, Feller-Kopman D. Acute renal failure in the intensive care unit: a systematic review of the impact of dialytic modality on mortality and renal recovery. *Am J Kidney Dis*, 2002, 40: 875-885.
- Kellum J A, Angus D C, Johnson J P, et al. Continuous versus intermittent renal replacement therapy: a meta-analysis. *Intensive Care Med*, 2002, 28: 29-37.
- Lins R L, Elseviers M M, Van der Niepen P, et al. Intermittent versus continuous renal replacement therapy for acute kidney injury patients admitted to the intensive care unit: results of a randomized clinical trial. *Nephrol Dial Transplant*, 2009, 24: 512-518.
- Palevsky P M, Zhang J H, O'Connor T Z, et al. Intensity of renal support in critically ill patients with acute kidney injury. *N Engl J Med*, 2008, 359: 7-20.
- Marshall M R, Ma T, Galler D, et al. Sustained low-efficiency daily diafiltration (SLEDD-f) for critically ill patients requiring renal replacement therapy: towards an adequate therapy. *Nephrol Dial Transplant*, 2004, 19: 877-884.
- Ponikvar R. Blood purification in the intensive care unit. *Nephrol Dial Transplant*, 2003, 18(Suppl 5): v63-v67.
- 李洪, 曾丽花, 卢飞杏, 等. 持续缓慢低效血液透析和连续静脉-静脉血液滤过的对照研究. *中华肾脏病杂志*, 2005, 21: 364-366.
- 陆任华, 严玉澄, 顾勇, 等. CVVH 和 SLED 在肝移植术后急性肾衰竭中的疗效. *上海交通大学学报(医学版)*, 2008, 28: 1010-1014.
- Kumar V A, Yeun J Y, Depner T A, et al. Extended daily dialysis vs. continuous hemodialysis for ICU patients with acute renal failure: a two-year single center report. *Int J Artif Organs*, 2004, 27: 371-379.
- Fliser D, Kielstein J T. Technology Insight: treatment of renal failure in the intensive care unit with extended dialysis. *Nat Clin Pract Nephrol*, 2006, 2: 32-39.
- Tolwani A, Paganini E, Joannidis M, et al. Treatment of patients with cardiac surgery associated acute kidney injury. *Int J Artif Organs*, 2008, 31: 190-196.