

# 连续性肾脏替代治疗开始时机对合并急性肾损伤重症患者预后的影响

胡振杰 刘丽霞 赵聪聪

**【摘要】 目的** 探讨连续性肾脏替代治疗(CRRT)开始时机对合并急性肾损伤(AKI)重症患者存活率及生存者肾功能恢复率的影响。**方法** 回顾性分析 2009 年 1 月 1 日至 2011 年 6 月 30 日河北医科大学第四医院重症医学科行 CRRT 治疗合并 AKI 重症患者的临床资料。根据急性肾损伤协作网(AKIN)不同分期作为开始 CRRT 治疗的时机将患者分为 AKIN 1、2、3 期组,比较 3 组存活率及生存者肾功能恢复率。进一步多元回归分析 CRRT 治疗天数、治疗剂量、滤器寿命等因素对预后的影响。**结果** 共入选 52 例患者,其中 AKIN 1 期 15 例,2 期 23 例,3 期 14 例;3 组患者临床特征中仅性别比较差异有统计学意义(女性分别为 14、16、6 例, $P=0.014$ )。①生存分析:AKIN 1、2、3 期患者 CRRT 治疗后 28、90、180 d 的存活率(28 d:53.3%、52.2%、61.5%,90 d:46.7%、31.8%、46.2%,180 d:35.7%、22.7%、46.2%)及重症监护病房(ICU)存活率(60.0%、65.2%、71.4%)和出院存活率(60.0%、60.9%、71.4%)比较差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ )。进一步 COX 回归分析显示,CRRT 治疗剂量是影响患者 28 d 病死率的独立保护因素[相对危险度( $RR$ )=0.922,95%可信区间(95%CI)为 0.856~0.994, $P<0.05$ ]。②生存者肾功能恢复率分析:AKIN 1、2、3 期患者 CRRT 治疗后 28、90、180 d 生存者肾功能恢复率比较差异均无统计学意义(28 d:75.0%、66.7%、75.0%,90 d:85.7%、71.4%、100.0%,180 d:80.0%、60.0%、100.0%,均  $P>0.05$ )。进一步 logistic 回归分析显示,肾功能恢复率与上述影响因素均不存在线性相关性。**结论** 本研究提示,CRRT 开始时机(以 AKIN 分期)对合并 AKI 重症患者 28、90、180 d 存活率及 ICU、出院存活率以及生存者肾功能恢复率无影响;提高 CRRT 治疗剂量可能会改善患者 28 d 病死率。

**【关键词】** 连续性肾脏替代治疗; 治疗时机; 急性肾损伤; AKIN 分期; 预后

**Influence of time of initiation of continuous renal replacement therapy on prognosis of critically ill patients with acute kidney injury** HU Zhen-jie, LIU Li-xia, ZHAO Cong-cong. Department of Critical Care Medicine, the Fourth Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050011, Hebei, China  
Corresponding author: HU Zhen-jie, Email: syicu@vip.sina.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the influence of the time of initiation of continuous renal replacement therapy (CRRT) on the survival and recovery of renal function in survivors of critically ill patients with acute kidney injury (AKI). **Methods** A retrospective analysis was performed on the data of critically ill patients with AKI, who were treated with CRRT from January 1, 2009 to June 30, 2011 in the Fourth Hospital of Hebei Medical University. According to Acute Kidney Injury Net (AKIN) classification at the beginning of CRRT, patients were stratified into AKIN 1, 2, 3 stages. The survival rate and kidney outcome in survivors were compared among these three AKIN groups. Additionally, the association among three influencing factors (duration of CRRT, CRRT dose and the filter life) and prognosis was analyzed. **Results** Fifty-two patients were enrolled, among them 15 were in AKIN 1 stage, 23 in AKIN 2 stage, and 14 in AKIN 3 stage (among them the number of female patients was 14, 16, 6, respectively,  $P=0.014$ ). ① Survival analysis: the 28-, 90-, and 180-day survival rate of AKIN 1, 2 and 3 stages (28 days: 53.3%, 52.2%, 61.5%; 90 days: 46.7%, 31.8%, 46.2%; 180 days: 35.7%, 22.7%, 46.2%), intensive care unit (ICU) survival rate (60.0%, 65.2%, 71.4%), and hospital survival rate (60.0%, 60.9%, 71.4%) showed no significant difference (all  $P>0.05$ ). COX proportional hazards model analysis showed that the 28-day survival rate was significantly correlated with the CRRT dose [relative risk ( $RR$ )=0.922, 95% confidence interval (95%CI) 0.856-0.994,  $P<0.05$ ]. ② Outcome of renal function in survivors: no significant difference in renal function recovery was found 28, 90, 180 days among AKIN 1, 2 and 3 stages after CRRT (28 days: 75.0%, 66.7%, 75.0%; 90 days: 85.7%, 71.4%, 100.0%; 180 days: 80.0%, 60.0%, 100.0%, all  $P>0.05$ ). Logistic regression analysis showed that it was correlated with none of the four influencing factors (gender, the filter life, duration of CRRT and CRRT dose). **Conclusions** Our results indicated that the time of initiation of CRRT by AKIN classification has no effect on the 28-, 90-, 180-day survival rate, ICU survival rate and outcome of renal function in survivors of critically ill patients with AKI. Improving CRRT dose may improve 28-day survival rate.

**【Key words】** Continuous renal replacement therapy; Timing; Acute kidney injury; AKIN classification; Outcome

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.07.012

基金项目:河北省医药卫生科研课题(20123092);国家临床重点专科建设项目(2010-305)

作者单位:050011 石家庄,河北医科大学第四医院重症医学科 通信作者:胡振杰,Email:syicu@vip.sina.com

急性肾损伤(AKI)是重症患者常见的一种并发症,发病率和病死率都很高<sup>[1]</sup>。连续性肾脏替代治疗(CRRT)是临床上治疗合并 AKI 重症患者的主要手段,尽管临床上有很多研究在探索应该何时开始 CRRT 治疗,但至今仍没有制定出统一的标准。近年来,许多研究报道了 CRRT 开始时机在合并 AKI 重症患者治疗中对预后的影响<sup>[2-3]</sup>,但这些研究之间的对比性很差,造成异质性的原因在于基础疾病、临床背景以及导致 AKI 的病理生理机制不同。此外,还有超过 35 个不同的 AKI 定义<sup>[4]</sup>。目前国际上达成一致意见并且具有充足证据的 AKI 定义及诊治标准由急性透析质量倡议组(ADQI)提出<sup>[5]</sup>。但是关于 CRRT 治疗时机的定义至今仍缺乏统一标准,可由血尿素氮(BUN)、血肌酐(SCr)及尿量等不同指标来表示。2005 年,急性肾损伤协作网(AKIN)在 ADQI 标准的基础上稍作调整制定了 AKIN 诊断标准<sup>[6]</sup>,它相对简单,并且明确给予了 AKI 不同严重程度的分期,可以认为是定义“CRRT 治疗时机”较理想的指标。本研究以 AKIN 分期诊断标准定义 CRRT 治疗时机,目的在于分析 CRRT 开始时机对合并 AKI 重症患者存活率及生存者肾功能恢复的影响。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象及入选标准:**采用回顾性分析研究方法,选择河北医科大学第四医院重症医学科 2009 年 1 月 1 日至 2011 年 6 月 30 日期间进行 CRRT 治疗且合并 AKI 的重症患者的临床资料。入选标准:年龄 $\geq 16$ 岁;符合 AKIN 诊断标准;既往无肾脏手术史,无慢性肾功能障碍;首次应用 CRRT 治疗,M100 滤器(面积 1.0 m<sup>2</sup>,AN69 膜),连续性静-静脉血液滤过(CVVH)治疗模式。

本研究符合医学伦理学标准,并经医院伦理委员会批准,所有治疗获得患者或家属知情同意。

**1.2 从病历档案中收集临床资料:**患者入科诊断、性别、年龄、身高、体质量、疾病危重程度评分[急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II)和序贯器官衰竭评分(SOFA)]、机械通气模式、是否应用血管活性药物、SCr、BUN 及尿量等基础临床特征;CRRT 相关参数,如开始和终止时间、治疗剂量、滤器类型、滤器寿命;预后指标,如存活率[包括

CRRT 治疗后 28、90、180 d 存活率,重症监护病房(ICU)及出院存活率]和生存者肾功能恢复率。

## 1.3 相关定义

**1.3.1 合并 AKI 重症患者:**需在 ICU 接受治疗患者,入科时或在 ICU 住院期间诊断为 AKI,即认为是合并 AKI 的重症患者。根据 AKIN 诊断标准,48 h 内 SCr 绝对值升高 $\geq 26.4 \mu\text{mol/L}$ 即可诊断为 AKI。

**1.3.2 AKIN 分期:**依据 CRRT 治疗前 SCr 值较基础值升高的程度确定 AKIN 分期(表 1)。无基础 SCr 值记录的患者,应用肾脏病膳食改良试验方程(MDRD 方程)计算基础 SCr 值。设定肾小球滤过率(GFR)为  $75 \sim 100 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$ <sup>[7]</sup>,  $\text{SCr} = 75 / (186 \times \text{年龄}^{-0.203} \times 0.742 \text{ 女性} \times 1.21 \text{ 黑种人})^{-0.887}$ 。

**1.3.3 生存病例:**研究对象在 CRRT 治疗后 28、90、180 d 及转出 ICU、出院的相应时间仍未死亡,则视为生存病例。

**1.3.4 肾功能恢复标准**<sup>[8]</sup>:SCr 值恢复至正常范围(44.2 ~ 132.6  $\mu\text{mol/L}$ ),或不需血液透析维持肾功能。

**1.4 统计学处理:**应用 SPSS 13.0 统计软件进行统计学分析。计量资料应用方差分析(ANOVA),以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示;计数资料应用  $\chi^2$  检验。存活率应用 Kaplan-Meier 生存分析、log-rank 检验。将单因素分析筛选出的危险因素和 CRRT 治疗天数、治疗剂量、滤器寿命一起纳入多元回归模型(生存分析用 COX 回归模型,肾功能恢复率用 logistic 回归模型逐步回归分析。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 基线资料及单因素分析(表 2):**在规定期限内共观察 AKI 重症患者 113 例,其中 61 例不符合入选标准被剔除。最终纳入 52 例患者,其中 AKIN 1 期 15 例、2 期 23 例、3 期 14 例。3 组患者年龄、APACHE II 评分、SOFA 评分、血管活性药物使用率及机械通气率比较差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),有可比性;3 组间仅性别一项比较差异有统计学意义( $P = 0.014$ )。

**2.2 生存分析:**AKI 1 期 180 d 时失访 1 例,2 期 90 d 时失访 1 例,3 期 28 d 时失访 1 例。图 1 和表 3 结果显示,AKIN 1、2、3 期患者 CRRT 治疗后 28、90、180 d 的存活率及 ICU、出院存活率比较差异均无统计学

表 1 急性肾损伤 AKIN 分期标准

分期	SCr 标准	尿量标准
1 期	较基础值增加 $\geq 26.4 \mu\text{mol/L}$ (0.3 mg/dl)或增至基础值的 150%~200%(1.5~2.0 倍)	$< 0.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 超过 6 h
2 期	增至基础值的 200%~300%(2.0~3.0 倍)	$< 0.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 超过 12 h
3 期	增至基础值的 300%以上( $> 3.0$ 倍)或 $\geq 354 \mu\text{mol/L}$ (4.0 mg/dl)且急性增高 $\geq 44 \mu\text{mol/L}$ (0.5 mg/dl)	$< 0.3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 超过 24 h 或无尿 12 h

注:AKIN:急性肾损伤协作网,SCr:血肌酐

表 2 52 例不同 AKIN 分期 AKI 重症患者的一般资料比较

AKIN 分期	例数	性别(例) <sup>a</sup> 男性 女性	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	APACHE II 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	SOFA 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	血管活性药使用率 [% (例)]	机械通气率 [% (例)]
1 期	15	1 14	65.6 ± 3.9	20.00 ± 1.31	9.80 ± 0.73	93.3 (14)	80.0 (12)
2 期	23	7 16	68.5 ± 3.2	20.91 ± 1.46	8.83 ± 0.71	87.0 (20)	73.9 (17)
3 期	14	8 6	58.2 ± 4.2	22.92 ± 1.09	11.50 ± 0.90	78.6 (11)	92.9 (13)

注: AKIN: 急性肾损伤协作网, AKI: 急性肾损伤, APACHE II: 急性生理学及慢性健康状况评分系统 II, SOFA: 序贯器官衰竭评分; 3 组间比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$

表 3 不同 AKIN 分期的 AKI 重症患者存活情况比较

AKIN 分期	例数	CRRT 后各时间点生存率 [% (例 / 例)]			ICU 存活率 [% (例 / 例)]	出院存活率 [% (例 / 例)]
		28 d	90 d	180 d		
1 期	15	53.3 (8/15)	46.7 (7/15)	35.7 (5/14)	60.0 (9/15)	60.0 (9/15)
2 期	23	52.2 (12/23)	31.8 (7/22)	22.7 (5/22)	65.2 (15/23)	60.9 (14/23)
3 期	14	61.5 (8/13)	46.2 (6/13)	46.2 (6/13)	71.4 (10/14)	71.4 (10/14)

注: AKIN: 急性肾损伤协作网, AKI: 急性肾损伤, ICU: 重症监护病房; AKIN 1 期 180 d 失访 1 例, 2 期 90 d 失访 1 例, 3 期 28 d 失访 1 例

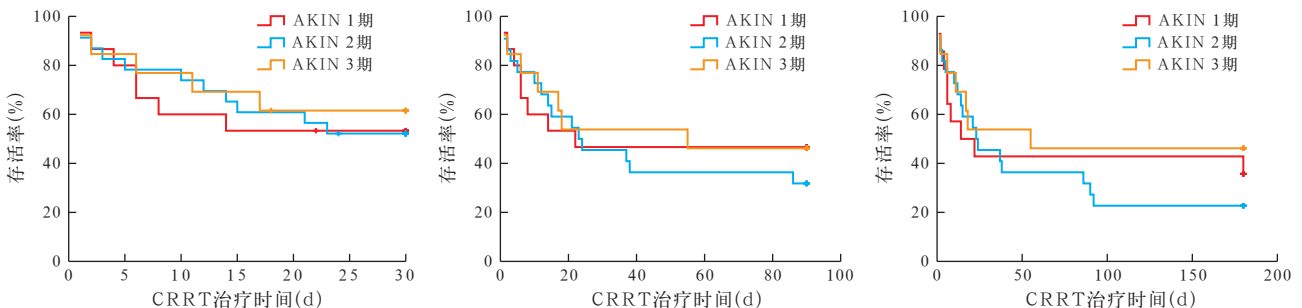
意义 (均  $P > 0.05$ )。将性别、CRRT 治疗天数、治疗剂量、滤器寿命纳入 COX 回归模型分析显示: CRRT 治疗剂量是影响患者 28 d 病死率的独立保护因素 [相对危险度 (RR) = 0.922, 95% 可信区间 (95% CI) 为 0.856 ~ 0.994,  $P < 0.05$ ]。

**2.3 生存患者肾功能恢复率分析:** 生存者 CRRT 后 28、90、180 d 肾功能恢复率分别为 78.6% (22/28)、85.0% (17/20)、87.5% (14/16), 而且各时间点 AKIN 1、2、3 期比较差异均无统计学意义 (均  $P > 0.05$ ; 表 4)。将性别、CRRT 治疗天数、治疗剂量、滤器寿命纳入多因素 logistic 线性回归模型分析显示: 肾功能恢复率与入选的影响因素均不存在线性相关性。

表 4 不同 AKIN 分期 AKI 重症生存患者 CRRT 后各时间点肾功能恢复情况比较

AKIN 分期	肾功能恢复率 [% (例 / 例)]		
	28 d	90 d	180 d
1 期	75.0 (6/8)	85.7 (6/7)	80.0 (4/5)
2 期	66.7 (8/12)	71.4 (5/7)	60.0 (3/5)
3 期	75.0 (6/8)	100.0 (6/6)	100.0 (6/6)

注: AKIN: 急性肾损伤协作网, AKI: 急性肾损伤, CRRT: 连续性肾脏替代治疗



注: AKIN: 急性肾损伤协作网, AKI: 急性肾损伤, CRRT: 连续性肾脏替代治疗

图 1 不同 AKIN 分期 AKI 重症患者 CRRT 治疗后 28、90、180 d 的生存曲线

### 3 讨论

对于 ICU 重症患者, AKI 与高发病率、高病死率、住院时间延长显著相关。肾脏开始及终止支持治疗 (BEST) 研究表明, ICU 患者 AKI 发病率为 5.7% (95% CI 为 5.5% ~ 6.0%), 住院病死率为 60.3% (95% CI 为 58.0% ~ 62.6%), 需要 CRRT 治疗的重症患者预后更差<sup>[9]</sup>。AKI 为死亡的独立危险因素<sup>[10]</sup>, Chertow 等<sup>[11]</sup>分别建立 3 个时间点 (AKI 诊断日、肾脏会诊日、替代治疗开始日) 的预测模型, 发现肾功能的微小变化就是死亡的独立危险因素。ADQI 小组研究表明, 早期识别 AKI, 及时干预治疗, 防止其进一步发展至

RIFLE (风险、损伤、衰竭、肾功能丧失、终末期肾病) 标准的 F 级, 可改善 AKI 患者预后 (缩短住院时间, 提高肾功能恢复率及生存率)。于是, 很多研究在探讨是否越早开始 CRRT 治疗, 患者预后就越好?

传统 CRRT 应用指征主要分为两大类。一类为肾性指征, 包括: ① SCr 或 BUN 快速升高, 或出现尿毒症并发症; ② 难治性高钾血症 (积极治疗仍无效); ③ 严重代谢性酸中毒; ④ 利尿剂抵抗性肺水肿; ⑤ 少尿或无尿。另一类为非肾性指征, 包括: ① 调节容量平衡 (如心力衰竭); ② 清除摄入的毒素; ③ 纠正电解质紊乱<sup>[12]</sup>; ④ 控制体温; ⑤ 脓毒症 - 清除炎症介质<sup>[13]</sup>。多数临床医师认为, 内科保守治疗无效、出现尿毒症、电解质严重紊乱时可以开始 CRRT。这种标准对于稳定或单纯的 AKI 患者可能是合理的, 但是对于 ICU 复杂的 AKI 患者则是非常危险的, 因为重症 AKI 患者往往不是单纯的肾功能障碍, 可能同时伴有多器官功能障碍<sup>[14]</sup>, SCr 轻度升高即与发病率、病死率相关。于是, 很多临床医师开始思考, 早期识别重症患者肾功能损伤并早期干预治疗, 可能会降

低患者病死率,改善患者预后。

Teschan 等<sup>[15]</sup>提出了“预防性透析”的定义,他在治疗朝鲜战争中受伤的士兵时发现,15 例急性少尿型肾功能障碍患者应用“预防性透析”在 BUN 值 < 35.7 mmol/L (100 mg/dl) 时,病死率仅为 33%,故认为“预防性透析”可显著降低 AKI 患者的病死率。Durmaz 等<sup>[16]</sup>研究结果也显示,“预防性透析”可降低急性肾衰竭 (ARF) 患者的病死率,缩短住院时间。

近年来关于 CRRT 治疗时机的研究越来越多, Bell 等<sup>[17]</sup>进行了一项回顾性研究,选择 1995 年至 2001 年瑞典大学医院 ICU 接受 CRRT 治疗的 AKI 患者 207 例,根据 RIFLE 分期诊断标准的 3 个急性期分为早、中、晚 3 期,不同时期开始 CRRT。结果显示,CRRT 治疗时机在 RIFLE 分期诊断标准的 F 级患者较 R 级和 I 级有明显较高的 30 d 病死率 (分别为 57.9%、23.5%、22.0%),即肾功能损伤越轻的阶段开始 CRRT 治疗,病死率越低。Oh 等<sup>[18]</sup>回顾分析了收住 ICU 内严重感染所致 AKI 患者进行 CRRT 的资料,将开始使用血管活性药物与临床由于 AKI 进行 CRRT 治疗之间的间隔时间短于 2 d 定义为“早期 CRRT”,结果显示,早期进行 CRRT 有益,表现为 28 d 病死率明显低于“晚期 CRRT”,并且“早期 CRRT”是低病死率的独立影响因素。Demirkiliç 等<sup>[19]</sup>和 Piccinni 等<sup>[20]</sup>的回顾性研究结果也得出了类似的结论,表明早期开展 CRRT 能改善 AKI 患者生存率。Karvellas 等<sup>[21]</sup>选择了近年来 15 项 CRRT 治疗时机的研究进行荟萃分析,结果也支持上述观点,显示早期开始 CRRT 可明显降低患者 28 d 病死率 [优势比 (OR)=0.45, 95%CI 为 0.28~0.72] 及出院后需要长期血液透析率 (OR=0.62, 95%CI 为 0.34~1.13)。越来越多的证据表明早期开始 CRRT 是有益的,也许可以改善患者的生存率,或者促进肾功能恢复。尽管研究之间具有异质性及局限性,尽管大多数研究为回顾性研究,并且病例数较少,但整体的方向是倾向于支持早期 CRRT。

但并不是所有的研究都支持早期 CRRT 治疗。Bouman 等<sup>[22]</sup>进行的双中心随机对照研究 (106 例) 的研究对象为少尿型 ARF 患者 (6 h 尿量 < 180 ml, 经过积极的液体复苏,已给予强心剂和高剂量利尿剂),早期治疗组为少尿 < 12 h 即开始 CRRT;晚期治疗组当 BUN > 40 mmol/L 和 / 或严重肺水肿,氧合指数 < 150 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa), 呼气末正压 (PEEP) > 10 cm H<sub>2</sub>O (1 cm H<sub>2</sub>O = 0.098 kPa) 才开始 CRRT, 两组 28 d 的生存率和肾功能恢复相比无

明显差异。另有研究表明,早期开始 CRRT 不能改善患者预后,反而会使患者承担不必要的血液净化风险<sup>[23]</sup>,比如低血压、凝血功能障碍、营养物质及治疗药物丢失、导管相关性感染等,这些不良事件的发生可能会延迟肾功能恢复,降低生存率。所以,目前关于 AKI 患者 CRRT 治疗时机尚无统一标准,临床医师何时开始 CRRT 治疗还是应该慎重抉择。

另外,我们不清楚的是组成“早期”开始 CRRT 的指标有哪些,它们应该不仅仅是 SCr、BUN 及尿量绝对值水平。目前没有普遍将接受 SCr、BUN、血钾浓度、pH 值以及 GFR 下降水平作为 CRRT 开始的指征。SCr 和 BUN 在临床上容易被监测,但并不是唯一的尿毒症毒素,而且容易受肾外因素的影响。BUN 的影响因素包括机体分解代谢水平、水合状态及类固醇的应用;SCr 的影响因素包括年龄、种族、性别、去脂体质量以及肌肉块;尿量对肾脏血流动力学的变化反应较敏感,极易受到利尿剂的影响,而且少尿型 AKI 和非少尿型 AKI 都可以发生。我们期望选择一个综合性指标,既能灵敏反映肾功能损伤,又能表示损伤严重程度。基于 AKIN 分期诊断标准在 RIFLE 诊断分级标准基础上进行了改进,对 AKI 的诊断灵敏度更高<sup>[24]</sup>,并明确给出了 AKI 不同严重程度的分期,可以认为是定义“CRRT 治疗时机”较理想的指标,所以本研究以 AKIN 分期诊断标准定义 CRRT 治疗时机,分析 CRRT 开始时机对合并 AKI 重症患者 28、90、180 d 的存活率及 ICU、出院存活率的影响;进一步评价 CRRT 开始时机对生存者肾功能恢复的影响。

本研究结果显示,AKIN 1、2 期开始 CRRT 治疗与 AKIN 3 期开始 CRRT 治疗比较,患者存活率及生存者肾功能恢复率无统计学差异,可能因为:本研究是小样本、回顾性、单中心的调查性研究,CRRT 的治疗剂量、终止指标不统一,而且没有观察记录 CRRT 相关不良事件的发生,没有进行亚组分析,导致研究结果证据力度不足。尚需要大样本前瞻性随机对照研究进一步确定 CRRT 最佳治疗时机。

综上,本研究结果显示早期 (AKIN 1 期、2 期) 开始 CRRT 治疗不能改善合并 AKI 重症患者的存活率及肾功能恢复率;而提高 CRRT 治疗剂量可能会降低患者 28 d 病死率。

#### 参考文献

- [1] Hussain S, Piering W, Mohyuddin T, et al. Outcome among patients with acute renal failure needing continuous renal replacement therapy: A single center study. *Hemodial Int*, 2009, 13: 205-214.
- [2] Liu KD, Himmelfarb J, Paganini E, et al. Timing of initiation of

- dialysis in critically ill patients with acute kidney injury. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2006, 1: 915-919.
- [3] Gibney RT, Bagshaw SM, Kutsogiannis DJ, et al. When should renal replacement therapy for acute kidney injury be initiated and discontinued?. *Blood Purif*, 2008, 26: 473-484.
- [4] Kellum JA, Levin N, Bouman C, et al. Developing a consensus classification system for acute renal failure. *Curr Opin Crit Care*, 2002, 8: 509-514.
- [5] Ronco C, Kellum JA, Mehta R. Acute dialysis quality initiative (ADQI). *Nephrol Dial Transplant*, 2001, 16: 1555-1558.
- [6] Ronco C, Levin A, Warnock DG, et al. Improving outcomes from acute kidney injury (AKI): Report on an initiative. *Int J Artif Organs*, 2007, 30: 373-376.
- [7] Závada J, Hoste E, Cartin-Ceba R, et al. A comparison of three methods to estimate baseline creatinine for RIFLE classification. *Nephrol Dial Transplant*, 2010, 25: 3911-3918.
- [8] Bellomo R, Ronco C, Kellum JA, 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: R204-212.
- [9] Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, et al. Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study. *JAMA*, 2005, 294: 813-818.
- [10] Chertow GM, Burdick E, Honour M, et al. Acute kidney injury, mortality, length of stay, and costs in hospitalized patients. *J Am Soc Nephrol*, 2005, 16: 3365-3370.
- [11] Chertow GM, Soroko SH, Paganini EP, et al. Mortality after acute renal failure: models for prognostic stratification and risk adjustment. *Kidney Int*, 2006, 70: 1120-1126.
- [12] 刘国庆. 血液透析联合血液灌流治疗挤压综合征合并肾衰竭 3 例. *中国中西医结合急救杂志*, 2011, 18: 34.
- [13] The Intensive Care Society. Standards and Recommendations for the Provision of Renal Replacement Therapy on Intensive Care Units in the United Kingdom [EB/OL]. [2012-01-05].
- [14] 赵平, 郑瑞强. 连续性肾脏替代治疗严重感染所致急性肾损伤的研究进展. *中国中西医结合急救杂志*, 2013, 20: 118-120.
- [15] Teschan PE, Baxter CR, O'Brien TF, et al. Prophylactic hemodialysis in the treatment of acute renal failure. *Ann Intern Med*, 1960, 53: 992-1016.
- [16] Durmaz I, Yagdi T, Calkavur T, et al. Prophylactic dialysis in patients with renal dysfunction undergoing on-pump coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg*, 2003, 75: 859-864.
- [17] Bell M, Liljestam E, Granath F, et al. Optimal follow-up time after continuous renal replacement therapy in actual renal failure patients stratified with the RIFLE criteria. *Nephrol Dial Transplant*, 2005, 20: 354-360.
- [18] Oh HJ, Shin DH, Lee MJ, et al. Early initiation of continuous renal replacement therapy improves patient survival in severe progressive septic acute kidney injury. *J Crit Care*, 2012, 27: 743.e9-18.
- [19] Demirkiliç U, Kuralay E, Yenicesu M, et al. Timing of replacement therapy for acute renal failure after cardiac surgery. *J Card Surg*, 2004, 19: 17-20.
- [20] Piccinni P, Dan M, Barbacini S, et al. Early isovolaemic haemofiltration in oliguric patients with septic shock. *Intensive Care Med*, 2006, 32: 80-86.
- [21] Karvellas CJ, Farhat MR, Sajjad I, et al. A comparison of early versus late initiation of renal replacement therapy in critically ill patients with acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*, 2011, 15: R72.
- [22] Bouman CS, Oudemans-Van Straaten HM, Tijssen JG, et al. Effects of early high-volume continuous venovenous hemofiltration on survival and recovery of renal function in intensive care patients with acute renal failure: a prospective, randomized trial. *Crit Care Med*, 2002, 30: 2205-2211.
- [23] Finkel KW, Podoll AS. Complications of continuous renal replacement therapy. *Semin Dial*, 2009, 22: 155-159.
- [24] 蒋芬, 陈源汉, 梁馨苓, 等. 急性肾损伤 RIFLE 与 AKIN 标准在重症监护病房患者的应用比较. *中国危重病急救医学*, 2011, 23: 759-762.

(收稿日期: 2012-12-09)

(本文编辑: 李银平)