

连续性肾脏替代治疗在肝移植术后急性肾损伤婴幼儿中的应用

孙雁^{1,2} 王兵^{1,2} 王兴强^{1,2} 高思楠^{1,2} 刘懿禾^{1,2} 于立新^{1,2} 高伟^{1,2} 陆伟^{1,3}

¹天津医科大学一中心临床学院,天津 300192; ²天津市第一中心医院器官移植科,天津 300192;

³天津医科大学肿瘤医院肝胆肿瘤科,天津 300052

通信作者:陆伟, Email: luwei1966@126.com

【摘要】 **目的** 探讨连续性肾脏替代治疗(CRRT)在肝移植术后急性肾损伤(AKI)婴幼儿中的临床应用。**方法** 回顾性调查2019年1月1日至2021年6月1日在天津市第一中心医院行肝移植术的婴幼儿患者,对术后1年内出现AKI的患儿,按照是否进行CRRT分为CRRT组和无CRRT组。比较两组患儿的术前、术中情况以及术后并发症,分析肝移植术后AKI患儿进行CRRT的高危因素以及CRRT治疗的基本情况,比较CRRT组和无CRRT组的预后情况。**结果** ①共入选肝移植术患儿512例,术后1年内出现AKI者189例(占36.9%),其中CRRT组18例,无CRRT组171例。②两组患儿术前情况比较差异无统计学意义。与无CRRT组比较,CRRT组肝移植手术时间长($h: 8.8 \pm 1.5$ 比 7.5 ± 1.3),术中平均失血量增加[mL: 370(220~800) 比 310(200~400)];术后并发症发生率增高[术后非计划手术: 8例(44.4%) 比 14例(8.2%),术后移植肝原发无功能: 1例(5.6%) 比 0例(0%),再次肝移植: 3例(16.7%) 比 0例(0%),肝动脉闭塞: 3例(16.7%) 比 4例(2.3%),肠瘘: 2例(11.1%) 比 2例(1.2%)],差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。③CRRT组患儿开始CRRT治疗时间为术后10(1~240)d,人均CRRT治疗次数为3.3(1.0~14.0)次,平均每次治疗时间为10.1(6.0~19.3)h,平均每次血肌酐(SCr)下降率为25.6%(13.5%~45.0%)。④CRRT组有5例死亡,1年及2年生存率均为72.2%;无CRRT组有6例死亡,1年及2年生存率分别为97.1%和96.5%;两组间1年及2年生存率比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$)。**结论** 儿童肝移植术后AKI发生率高,而进行CRRT治疗的患儿多与严重的手术并发症有关;CRRT是清除炎症因子,维持循环及内环境稳定的有力手段,能够有效改善患儿的多器官功能损害。

【关键词】 肝移植; 婴幼儿; 急性肾损伤; 连续性肾脏替代治疗

基金项目: 国家自然科学基金(82170672);天津市第一中心医院科研基金(2020CF05)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20211109-01669

Application of continuous renal replacement therapy in infants with acute kidney injury after liver transplantation

Sun Yan^{1,2}, Wang Bing^{1,2}, Wang Xingqiang^{1,2}, Gao Sinan^{1,2}, Liu Yihe^{1,2}, Yu Lixin^{1,2}, Gao Wei^{1,2}, Lu Wei^{1,3}

¹Tianjin Medical University First Center Clinical College, Tianjin 300192, China; ²Department of Transplantation, Tianjin First Center Hospital, Tianjin 300192, China; ³Department of Hepatobiliary Oncology, Tianjin Medical University Cancer Institute and Hospital, Tianjin 300052, China

Corresponding author: Lu Wei, Email: luwei1966@126.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the clinical application of continuous renal replacement therapy (CRRT) in infants with acute kidney injury (AKI) after liver transplantation. **Methods** A retrospective study was conducted on infants with AKI after liver transplantation in Tianjin First Center Hospital from January 1, 2019 to June 1, 2021. Infants with AKI within 1 year after liver transplantation were divided into CRRT group and non-CRRT group according to whether CRRT was performed. The preoperative and intraoperative condition, the postoperative complications were compared, the risk factors of CRRT for AKI infants, the clinical characteristics of CRRT were analyzed, and the prognosis between CRRT group and non-CRRT group were compared. **Results** ① A total of 512 cases of pediatric liver transplantation were performed. A total of 189 cases (36.9%) developed AKI within 1 year after surgery, including 18 cases in CRRT group and 171 cases in non-CRRT group. ② There was no significant difference in preoperative conditions between the two groups. The duration of liver transplantation (hours: 8.8 ± 1.5 vs. 7.5 ± 1.3) and intraoperative blood loss [mL: 370 (220–800) vs. 310 (200–400)] in CRRT group were significantly higher than those in non-CRRT group. CRRT group had significantly higher incidence of postoperative complication [unplanned operation: 8 cases (44.4%) vs. 14 cases (8.2%), primary nonfunction: 1 case (5.6%) vs. 0 case (0%), retransplantation: 3 cases (16.7%) vs. 0 case (0%), hepatic artery thrombosis: 3 cases (16.7%) vs. 4 cases (2.3%), intestinal fistula: 2 cases (11.1%) vs. 2 cases (1.2%)] than non-CRRT group (all $P < 0.05$). ③ The average start time of CRRT was 10 (1–240) days. The per capita frequency of CRRT treatment was 3.3 (1.0–14.0) times. The average duration of each CRRT treatment was 10.1 (6.0–19.3) hours, the average reduction rate of serum creatinine (SCr) was 25.6% (13.5%–45.0%) after CRRT. ④ In CRRT group, 5 patients

died, the 1-year and 2-year survival rates were both 72.22%. In non-CRRT group, 6 patients died, the 1-year and 2-year survival rates were 97.1% and 96.5%, respectively. There were significant differences in 1-year and 2-year survival rates between the two groups (both $P < 0.01$). **Conclusions** The incidence of AKI after pediatric liver transplantation was high, and most infants treated with CRRT were associated with serious surgical complications. CRRT was a powerful means to remove inflammatory factors and maintain the stability of circulation and internal environment, which could improve the multi-organ dysfunction effectively.

【Key words】 Liver transplantation; Pediatric; Acute kidney injury; Continuous renal replacement therapy

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82170672); Tianjin First Center Hospital Science and Technology Fund (2020CF05)

DOI: 10.3760/ema.j.cn121430-20211109-01669

肝脏移植是腹部手术中比较复杂的,术中血流动力学的巨大波动以及术中大量失血与输血均对全身循环及肾脏的灌注产生重大影响,因此肝移植术后急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)发生率较高。儿童肝移植受者多为3岁以内的婴幼儿,器官功能发育不完善且代偿能力较差,儿童肝移植术后AKI发生率较高,文献报道可达40%~70%^[1]。根据乌曼等^[2]对天津市第一中心医院器官移植中心2012年6月至2015年10月接受亲体肝移植术的198例年龄2~42个月的患儿进行统计分析发现,术后AKI的发生率为41.92%。通过对在本院行肝移植后出现AKI的患儿进行回顾性调查,分析儿童肝移植术后AKI的高危因素以及连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)的特点,并对患儿的预后进行相关探讨。

1 资料和方法

1.1 病例选择:对2019年1月1日至2021年6月1日在天津市第一中心医院接受肝移植术,术后1年内出现AKI的患儿进行回顾性分析。根据改善全球肾脏病预后组织(Kidney Disease Improving Global Outcomes, KDIGO)制定的AKI标准,选择AKI 1期、AKI 2期、AKI 3期(可能需要开始肾脏替代治疗)的患儿。排除术前已经出现肾功能不全或已经进行CRRT的患儿。

伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经过天津市第一中心医院伦理委员会标准(批准号:2021N155KY),患儿监护人在治疗时均知情并签署同意书。

1.2 分组及方法:对肝移植术后AKI患儿按照是否进行CRRT分为CRRT组和无CRRT组。CRRT组留置单针双腔导管用于血液净化。患儿均为3周岁以内婴幼儿,由于肝病患儿普遍存在营养不良、发育缓慢、血管管径细等特点,血管穿刺困难,留置单针双腔导管时需经超声定位下进行。留置导管前给予小剂量镇静镇痛药物治疗,减少穿刺过程中的躁动、疼痛和应激,在穿刺过程中密切监测生命体

征,注意镇静镇痛药物可能对心血管及呼吸功能的抑制以及穿刺过程中可能诱发的心律失常。颈内静脉管腔较股静脉粗大,且便于护理,因此穿刺部位首选颈内静脉。由于在肝移植术中大多留置右侧颈内静脉插管,且一般保留1~2周,因此多数患儿在左侧颈内静脉留置单针双腔导管(占66.7%),有一部分已拔除右侧中心静脉导管或左侧穿刺困难的患儿选择右侧颈内静脉穿刺(占33.3%)。根据患儿身高和体质量,选择金宝6F或8F单针双腔管进行穿刺。

1.3 血液净化方式的选择及参数的制定:连续性血液净化方式根据患儿的肝肾功能及炎症反应程度而定。如果患儿仅以肾功能衰竭(肾衰)为主,血液净化方式选择血液透析(hemodialysis, HD)以清除小分子毒素。如果患儿存在肝功能障碍、全身炎症反应明显,且血流动力学不太稳定,可以选择血液滤过治疗,清除中小分子毒素及炎症介质。如果患儿肾衰合并脓毒症,炎症反应剧烈,可以选择血液透析滤过治疗。透析机为IQ-21(日本旭化成公司生产),血管路为CHDF-21P(日本旭化成公司生产),血滤器为AEF-03(日本旭化成公司生产)。治疗期间血流速为 $3 \sim 5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,透析液或置换液总流速为 $50 \sim 80 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,治疗时间每次6~24 h。

1.4 抗凝方式的选择:如果患儿无出血倾向且凝血功能恢复良好,血小板计数(platelet count, PLT) $>10 \times 10^9/\text{L}$,用肝素钠抗凝 $3 \sim 5 \text{ mg/h}$;如果患儿无出血倾向,凝血功能恢复良好但 $\text{PLT} < 10 \times 10^9/\text{L}$,给予阿加曲班抗凝 $1 \sim 2 \text{ mg/h}$;如果患儿存在出血倾向,给予枸橼酸钠抗凝,每小时速度为血流速1.2~1.5倍。治疗过程中根据抗凝剂不同,监测国际标准化比值(international normalized ratio, INR)、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、活化凝血时间(activated clotting time, ACT)、动脉血及滤器后血的钙离子浓度等。

1.5 治疗过程中循环维护:如果患儿体质量 $<10 \text{ kg}$ 或存在低血压、有效循环血容量不足,给予白蛋

白 10 g 预充管路,引血时注意缓慢低速,在治疗前 30 min 尤其需要关注生命体征变化;如果患儿有基础心脏病或心力衰竭(心衰)症状,治疗结束后需缓慢还血、少还血甚至不还血以防止诱发心衰。

1.6 CRRT 效果的观察及终止治疗标准:每次治疗前后监测患儿血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、血肌酐(serum creatinine, SCr)、胱抑素、B 型钠尿肽前体(prohormone of brain natriuretic peptide, proBNP)、血气分析等变化。如果患儿经治疗后肾功能改善,尿量逐渐增多,炎症反应减轻,无明显酸中毒、高钾血症,循环稳定,无明显液体过负荷表现,心脏、肝脏等器官功能也逐渐改善,可以减少每次血液净化治疗时间,延长血液净化间隔时间,直至停止治疗。

1.7 统计学方法:采用 SPSS 19.0 版统计软件对数据进行处理。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,非正态分布计量资料以中位数(范围)[M (范围)]表示,组间比较采用独立样本的 t 检验或秩和检验;分类变量以 % 表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 儿童肝移植术后 AKI 发生情况:512 例儿童肝移植受者中,术后 1 年内出现 AKI 189 例(占 36.9%),96.8%(183/189) 的患儿发生于术后 2 周内,95.8%(181/189) 在术后 1 个月内逐渐恢复至术前水平。

2.2 两组患儿术前及术中情况(表 1):两组术前基本情况比较差异无统计学意义。CRRT 组手术时间、术中出血量显著高于无 CRRT 组(均 $P < 0.05$)。

2.3 两组术后并发症比较(表 2):CRRT 组术后非计划手术、术后移植肝原发无功能、再次肝移植、肝动脉闭塞、肠痿发生率显著高于无 CRRT 组(均 $P < 0.05$)。

2.4 儿童肝移植受者发生 AKI 患儿的 CRRT 治疗情况:189 例 AKI 患儿中有 18 例进行了 59 例次 CRRT 治疗,均在超声定位下置入单针双腔导管,置管部位、CRRT 方式、管路滤器抗凝选择见表 3。59 例次 CRRT 治疗全程完成率为 96.6%,只有 2 次治疗因脓毒性休克、循环不稳定而终止。开始 CRRT 治疗的时间为术后 10(1~240) d,进行非计划手术的患儿开始 CRRT 的时间为非计划手术后 1.5(0~15.0) d,人均 CRRT 治疗 3.3(1.0~14.0) 次,平均每次 CRRT 治疗时间为 10.1(6.0~19.3) h,平均每次 SCr 下降率为 25.6%(13.5%~45.0%)。

表 1 是否行 CRRT 治疗两组肝移植术后 AKI 患儿术前及术中基本情况的比较

指标	CRRT 组 (n=18)	无 CRRT 组 (n=171)	Z/ χ^2 值	P 值
年龄 〔月, M (范围)〕	9.9 (4.0~35.0)	8.2 (5.0~36.0)	1.820	0.318
性别(男/女,例)	7/11	76/95	0.204	0.460
原发病为胆道闭锁 〔例(%)〕	15(83.3)	139(81.3)	0.045	0.832
PELD 评分 〔分, M (范围)〕	17(10~33)	12(8~35)	1.345	0.274
术前先心病〔例(%)〕	2(11.1)	21(12.3)	0.021	0.885
术前行葛西术〔例(%)〕	11(61.1)	103(60.2)	3.772	0.942
术前抗菌药物暴露 〔例(%)〕	13(72.2)	135(79.0)	0.434	0.510
术前留置中心静脉导管 〔例(%)〕	4(22.2)	32(18.7)	0.130	0.718
术前血浆置换〔例(%)〕	4(22.2)	27(15.8)	0.491	0.483
肝移植手术时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	8.8 ± 1.5	7.5 ± 1.3	3.976	<0.001
术中平均失血量 〔mL, M (范围)〕	370 (220~800)	310 (200~400)	2.320	0.045
术中平均输红细胞量 〔U, M (范围)〕	3.6 (3.0~5.5)	2.4 (2.0~3.0)	1.406	0.280

注:CRRT 为连续性肾脏替代治疗,AKI 为急性肾损伤,PELD 为儿童终末期肝病模型

表 2 是否行 CRRT 治疗两组肝移植术后 AKI 患儿肝移植术后并发症的比较

指标	CRRT 组 (n=18)	无 CRRT 组 (n=171)	χ^2 值	P 值
术后非计划手术〔例(%)〕	8(44.4)	14(8.2)	20.815	<0.001
肝功能不全〔例(%)〕				
原发无功能	1(5.6)	0(0)	9.551	0.000
急性排斥反应	2(11.1)	5(2.9)	3.061	0.080
药物性肝损害	1(5.6)	4(2.3)	0.654	0.419
再次肝移植〔例(%)〕	3(16.7)	0(0)	28.960	<0.001
感染性并发症〔例(%)〕	6(33.3)	34(19.9)	1.776	0.184
血管并发症〔例(%)〕				
门脉血栓	2(11.1)	5(2.9)	3.061	0.080
肝动脉闭塞	3(16.7)	4(2.3)	9.373	0.002
流出道梗阻	2(11.1)	9(5.3)	1.016	0.313
胆道并发症〔例(%)〕				
胆漏	1(5.6)	8(4.7)	0.028	0.868
胆道狭窄	0(0)	7(4.1)	0.765	0.382
肠痿	2(11.1)	2(1.2)	7.770	0.005

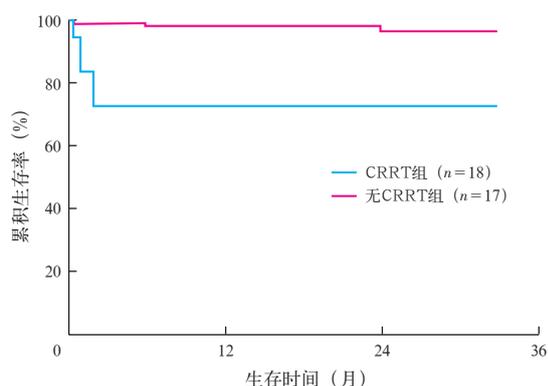
注:CRRT 为连续性肾脏替代治疗,AKI 为急性肾损伤

表 3 18 例 AKI 患儿行 59 例次 CRRT 治疗情况

置管部位	例数 (%)	CRRT 方式	例次 (%)	滤器抗凝方式	例次 (%)
左侧颈内静脉	12(66.7)	CVVHDF	25(42.4)	枸橼酸钠	35(59.3)
右侧颈内静脉	6(33.3)	HD	18(30.5)	阿加曲班	15(25.9)
		CVVH	16(27.1)	肝素钠	9(14.8)

注:AKI 为急性肾损伤,CRRT 为连续性肾脏替代治疗,CVVHDF 为连续性静脉-静脉血液透析滤过,HD 为血液透析,CVVH 为连续性静脉-静脉血液滤过

2.5 肝移植术后 AKI 患儿的生存分析(图 1): 对 189 例 AKI 患儿随访至 2021 年 10 月 1 日,随访期 4~33 个月,平均 9.5 个月。CRRT 组 AKI 患儿中有 13 例好转,5 例死亡,死亡原因分别为抗体介导排斥反应、脓毒症、急性左心衰、脓毒性休克、消化道大出血;死亡时间为术后 13~58 d。而无 CRRT 组 AKI 患儿中有 6 例死亡,死亡原因分别为腹腔感染(2 例)、脓毒性休克(2 例)、重症肺炎(1 例)、淋巴瘤(1 例);死亡时间为术后 1~24 个月。CRRT 组 1 年及 2 年生存率均为 72.2%,无 CRRT 组 1 年及 2 年生存率分别为 97.1% 和 96.5%,两组之间 1 年及 2 年生存率比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$)。



注: AKI 为急性肾损伤, CRRT 为连续性肾脏替代治疗

图 1 肝移植术后 AKI 婴幼儿 CRRT 组和无 CRRT 组术后生存曲线

3 讨论

AKI 是慢性肝病患者常见的合并症。低血容量、感染、急性肾小管坏死、肝肾综合征是慢性肝病患者 AKI 的主要原因^[3-6]。婴幼儿由于器官发育不成熟,肾小球的滤过功能及肾小管重吸收、浓缩稀释功能低于成人,直到 2 岁以后才接近成人水平。婴幼儿肾脏的储备功能差,更易受到低灌注、缺血缺氧及药物等理化因素影响而导致 AKI。

AKI 也是外科术后的常见并发症之一。肾脏是对缺血缺氧极为敏感的器官,当机体在手术中遭到大量失血、低血压打击时,肾脏低灌注,尿量迅速减少,肾功能短时间内会有明显变化。尤其是血流动力学波动较大、手术时间较长的手术,如心脏手术、主动脉手术、腹部较大手术,AKI 发生率较高^[7-8]。

肝脏移植手术时间长,术中出血量大,血流动力学波动明显。术中急性失血、低血压、腔静脉阻断及开放、术中大量麻醉药物及血管活性药物的应用、术中炎症因子的释放,都可能导致 AKI 的发生^[9-10]。

天津市第一中心医院麻醉科乌曼等^[2]对 198 例胆道闭锁行亲体肝移植患儿进行回顾性分析,发现肝移植术后 AKI 的发生率为 41.92%,术前低 SCr、术前高儿童终末期肝病模型(pediatric end-stage liver disease model, PELD)评分为术后 AKI 发生的独立风险因素,AKI 组患儿的病死率明显高于非 AKI 组(7.2% 比 0.8%)。窦晓婧等^[11]对 112 例亲体肝移植患儿术中的血流动力学进行实时监测,发现其中 AKI 发生率为 40.18%,再灌注早期严重心肌抑制及心排血量、血压明显下降与术后 AKI 具有独立正相关性。对于儿童肝移植受者,AKI 是术后死亡的独立危险因素^[12-14]。

目前关于外科术后 AKI 的研究都集中在术前及术中因素对 AKI 发病的影响,而术后因素与 AKI 转归的相关研究较少。本研究在本院麻醉科医生前期研究基础上对 512 例婴幼儿肝移植患者进行了回顾性分析,重点分析患儿肝移植术后 AKI 的发病情况,术后并发症以及 AKI 的转归。结果显示,术后 1 年内 AKI 发生率为 36.9%;CRRT 组手术时间比无 CRRT 组明显延长,术中出血量明显增多;CRRT 组术后非计划手术、术后移植肝原发无功能、再次肝移植肝动脉闭塞、肠痿的发生率显著高于无 CRRT 组。术后的非计划手术多由一些严重并发症造成,如肠穿孔、腹腔出血、门脉血栓形成、移植肝失功等,这些严重并发症造成了腹腔感染、低血压、贫血、酸中毒、内环境紊乱、脓毒症甚至休克,进一步造成 AKI 加重。我们注意到,CRRT 组 18 例患儿中有 8 例在肝移植术后进行了二次手术,而这 8 例开始 CRRT 的中位时间为二次手术之后 1.5(0~15.0)d。提示严重的术后并发症以及再次手术的打击,使本来已经受损的肾功能加速恶化,进入了 CRRT 流程。

CRRT 是临床最常用的血液净化方式之一。杨雪等^[15]对 2012 至 2016 年中国 39 个城市 53 家医院的儿科重症患者进行 CRRT 的横断面调查发现,CRRT 在所有血液净化技术中是开展最多的,这与 CRRT 广泛的适应证有关。CRRT 能够清除中小分子毒素及炎症介质,因此既能应用于单纯的肾衰竭、心脏功能衰竭、容量超负荷,又能用于脓毒症、多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)、急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)、重症胰腺炎以及一些免疫性疾病的治疗。不管在内科还是外科的儿科危重患者中,感染往往是第一位的病因以及术

后并发症,因此感染继发的器官功能损伤即脓毒症,也是进行 CRRT 是最常见原因^[16]。本研究因 AKI 加重行 CRRT 的 18 例患儿中,有 6 例继发于肝移植手术缺血缺氧的打击,3 例继发于移植肝失功导致的全身多器官功能损害,还有 9 例因原发重症感染继发脓毒症而导致肾脏受累;5 例死亡者均经过再次手术打击,究其死亡原因,无论是疾病加重,还是排斥反应、左心衰、消化道出血,最终所有患者都出现了不同程度的感染和多器官衰竭,脓毒症都是其共同的结局。

婴幼儿血液净化的实施较成人困难,维护难度也较大。第一,低月龄婴幼儿深静脉置管较儿童及成人困难,一般需要在超声引导下穿刺^[17]。第二,循环维护需要更为精细。一般来说,血液净化时体外循环容量不能超过循环总容量的 10%,否则,当治疗开始时引血会造成有效循环血容量不足而导致休克风险^[18-19],因此,在治疗初始时我们一般用含有白蛋白的生理盐水或 100 mL 左右的血浆预先充满血滤器及血管路,这样在引血时保证有胶体液回流至体内。在治疗过程中参数的设置必须依据儿童的体质量,并且严密监测生命体征,维持患儿的循环稳定。第三,抗凝和滤器的维护。抗凝剂的选择要依据患儿的凝血功能、出血倾向、血小板等情况综合评估。肝移植术后患儿如果肝功能可以恢复,凝血功能处于恢复状态,无出血倾向,一般会选择肝素钠或阿加曲班抗凝;如果患儿肝功能不良,凝血功能异常,或有明显出血倾向,枸橼酸钠抗凝剂是相对安全的选择^[20]。第四,婴幼儿的肝脏、肾脏以及心肺功能的储备能力差,因此,血液净化治疗的时机要及时,过晚会增加包括置管、维护等各项治疗的难度,各个器官功能可能出现不可逆的损伤而导致循环衰竭、严重而顽固的内环境紊乱等。

本研究对儿童肝移植术后 AKI 患者行 CRRT 治疗的临床特点及危险因素进行了初步分析。儿童肝移植术后 AKI 的发病率高,严重的术后并发症加速了 AKI 的进展。婴幼儿 CRRT 治疗的难度大,CRRT 患儿的生存率低于无 CRRT 患儿。由于本研究周期短,随访时间有限,仅为 4~33 个月,术后不同程度的 AKI 对患儿远期预后的影响,特别是对高血压、慢性肾脏病等并发症的影响,仍需要扩大样本量,长期随访、进一步的随机对照研究来实现。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Hilmi IA, Damian D, Al-Khafaji A, et al. Acute kidney injury following orthotopic liver transplantation: incidence, risk factors, and effects on patient and graft outcomes [J]. Br J Anaesth, 2015, 114 (6): 919-926. DOI: 10.1093/bja/aeu556.
- [2] 乌曼,喻文立,张馨月,等.胆道闭锁患儿亲体肝移植术后急性肾损伤的危险因素分析[J].中华小儿外科杂志,2019,40(11):1002-1007. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2019.11.010.
- [3] Deep A, Saxena R, Jose B. Acute kidney injury in children with chronic liver disease [J]. Pediatr Nephrol, 2019, 34 (1): 45-59. DOI: 10.1007/s00467-018-3893-7.
- [4] Martín-Llahí M, Guevara M, Torre A, et al. Prognostic importance of the cause of renal failure in patients with cirrhosis [J]. Gastroenterology, 2011, 140 (2): 488-496. e4. DOI: 10.1053/j.gastro.2010.07.043.
- [5] North American Consortium for Study of End-Stage Liver Disease. New consensus definition of acute kidney injury accurately predicts 30-day mortality in patients with cirrhosis and infection [J]. Gastroenterology, 2013, 145 (6): 1280-1288. e1. DOI: 10.1053/j.gastro.2013.08.051.
- [6] 李永姝,贾克刚.急性肾损伤标志物及其在心血管相关肾病中应用的研究进展[J].实用检验医师杂志,2015,7(2):115-118. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2015.02.013.
- [7] 郭滢琦,蒋玥,甘林望,等.成人体外循环心脏手术后急性肾损伤发生的危险因素及其早期预测价值[J].中国急救医学,2021,41(2):149-153. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2021.02.012.
- [8] 郭拓,柴湘平,周阳,等.急性 Stanford A 型主动脉夹层患者术后并发急性肾损伤的相关因素研究[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2021,16(5):536-539,544. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6966.2021.05.019.
- [9] Li HX, Weng YQ, Yuan ST, et al. Effect of sevoflurane and propofol on acute kidney injury in pediatric living donor liver transplantation [J]. Ann Transl Med, 2019, 7 (14): 340. DOI: 10.21037/atm.2019.06.76.
- [10] 向丽,卢长江,吴胜东,等.肝移植术后急性肾损伤的研究进展[J].实用器官移植电子杂志,2020,8(2):137-141. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2020.02.15.
- [11] 窦晓婧,王清平,翁亦齐,等.肝移植患儿术中血流动力学变化与急性肾损伤的相关性[J].临床麻醉学杂志,2021,37(4):343-347. DOI: 10.12089/jca.2021.04.002.
- [12] Benisty K, Morgan C, Hessey E, et al. Kidney and blood pressure abnormalities 6 years after acute kidney injury in critically ill children: a prospective cohort study [J]. Pediatr Res, 2020, 88 (2): 271-278. DOI: 10.1038/s41390-019-0737-5.
- [13] Goldstein SL, Dahale D, Kirkendall ES, et al. A prospective multi-center quality improvement initiative (NINJA) indicates a reduction in nephrotoxic acute kidney injury in hospitalized children [J]. Kidney Int, 2020, 97 (3): 580-588. DOI: 10.1016/j.kint.2019.10.015.
- [14] Slater MB, Gruneir A, Rochon PA, et al. Risk factors of acute kidney injury in critically ill children [J]. Pediatr Crit Care Med, 2016, 17 (9): e391-e398. DOI: 10.1097/PCC.0000000000000859.
- [15] 杨雪,钱素云,祝益民,等.连续性血液净化技术在中国儿童重症医学领域的普及情况调查[J].中华儿科杂志,2018,56(2):128-133. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2018.02.011.
- [16] 董苗苗,林晓敏,林凌洁,等.基于连续性血液净化风险控制的治疗性护理程序在 PICU 严重脓毒症患儿中的构建及应用[J].中国中西医结合急救杂志,2020,27(6):705-708. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2020.06.018.
- [17] 赵劭懂,葛许华,徐鹏宏,等.连续性血液净化在儿科 ICU 患者中的应用价值:附 203 例病例分析[J].中华危重病急救医学,2018,30(12):1150-1153. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.12.010.
- [18] European Pediatric Peritoneal Dialysis Working Group. Renal replacement therapy for acute renal failure in children: European guidelines [J]. Pediatr Nephrol, 2004, 19 (2): 199-207. DOI: 10.1007/s00467-003-1342-7.
- [19] Shiga H, Hirasawa H, Oda S, et al. Continuous hemodiafiltration in pediatric critical care patients [J]. Ther Apher Dial, 2004, 8 (5): 390-397. DOI: 10.1111/j.1526-0968.2004.00174.x.
- [20] 白科,刘成军,符跃强,等.改良局部枸橼酸抗凝在儿童连续性血液滤过中的应用[J].中华儿科杂志,2017,55(5):334-337. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2017.05.005.

(收稿日期:2021-11-09)