

## 소아 중환자에서 지속적 신대체요법의 치료 결과와 예후

연세대학교 의과대학 세브란스 어린이병원 소아과, 신장질환 연구소

박광식 · 손기영 · 황유식 · 김정아 · 정일천  
신재일 · 박지민 · 안선영 · 유철주 · 이재승

= Abstract =

### Outcome and Prognosis in Critically Ill Children Receiving Continuous Renal Replacement Therapy

Kwang Sik Park, M.D., Ki Young Son, M.D., You Sik Hwang, M.D., Joung A Kim, M.D.,  
Il Chun Cheung, M.D., Jae Il Shin, M.D., Ji Min Park, M.D., Sun Young Ahn, M.D.,  
Chuhl Joo Lyu, M.D. and Jae Seung Lee, M.D.

*Department of Pediatrics, Severance Childrens Hospital, The Institute of Kidney Disease  
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose :** Continuous renal replacement therapy(CRRT) has been the first choice for the treatment of acute renal failure in critically ill children not only in western countries but also in Korea. However, there are very few studies that have analyzed the outcome and prognosis of this modality in Korean children. We performed this study to evaluate the factors associated with the outcome and prognosis of patients treated with CRRT.

**Methods :** We retrospectively reviewed the medical records of 32 children who had received CRRT at Severance hospital from 2003 to 2006. The mean age was 7.5 years(range 4 days-16 years) and the mean body weight was 25.8 kg (range 3.2-63 kg).

**Results :** Eleven(34.4%) of the 32 patients survived. Bone marrow transplantation and malignancy were the most common causes of death and underlying disease leading to the need for CRRT. Mean patient weight, age, duration of CRRT, number of organ failures, urine output, estimated glomerular filtration rate(eGFR), C-reactive protein, and blood urea level did not differ significantly between survivors and nonsurvivors. (1) Pediatric risk of mortality(PRISM) III score at CRRT initiation( $9.8 \pm 5.3$  vs.  $26.7 \pm 7.6$ ,  $P < 0.0001$ ), (2) maximum pressor number ( $2.1 \pm 1.2$  vs.  $3.0 \pm 1.0$ ,  $P = 0.038$ ), and (3) the degree of fluid overload( $5.2 \pm 6.0$  vs.  $15.0 \pm 8.9$ ,  $P = 0.002$ ) were significantly lower in survivors than in nonsurvivors. Multivariate analysis revealed that fluid overload was the only independent factor reducing survival rate.

**Conclusion :** CRRT was successfully applied to the treatment of acute renal failure in a wide range of critically ill children. To improve survival, we suggest the early initiation of CRRT to prevent the systemic worsening and progression of fluid overload in critically ill children with acute renal failure. (J Korean Soc Pediatr Nephrol 2007;11:247-254)

**Key Words :** Acute renal failure, Continuous renal replacement therapy, Fluid overload, Children

접수 : 2007년 9월 21일, 승인 : 2007년 10월 8일

책임저자 : 이재승, 서울시 서대문구 성산로 250번지, 연세대학교 의과대학 소아과학교실

Tel : 02)2228-2054 Fax : 02)393-9118 E-mail : jsyonse@yumc.yonsei.ac.kr

## 서 론

지난 20여년간 지속적 신대체요법(continuous renal replacement therapy, CRRT)은 소아 중환자의 급성 신부전에 일차적으로 적용하는 치료법이 되었다. 1985년 Ronco 등[1]이 신생아 환자에게 지속적 동정맥 혈액여과법(continuous arteriovenous hemofiltration, CAVH)을 치료한 경험을 발표한 이후 지속적으로 늘어나 최근 미국에선 소아 중환자에게 발생한 급성 신부전의 치료에 73% 정도가 CRRT를 사용하고 있다[2].

소아 중환자의 급성 신부전에 사용하기 위해선 신대체 기능인 혈장 내 용질과 수분을 제거하는 능력이 효과적이면서 적용하는 중에 보다 안전해야 한다. 용질과 수분을 혈장 외부에서 조절하는 것이 가능하지 않기 때문에 복막투석(peritoneal dialysis)으로는 충분한 신대체 기능을 기대할 수 없으며 특히 중양 용해 증후군이나 대사질환에 적용하기에는 적합하지 않다. 혈액투석은 3-4시간 동안의 단시간 내에 많은 양의 투석이 이루어지기 때문에 환자의 혈액동 상태가 불안정 할 수 있고, 또한 지속적이고 적절한 수분제거가 어렵다는 단점이 있다. 하지만 CRRT는 혈액에서 용질과 수분을 직접 제거할 뿐만 아니라 24시간 동안 서서히 이뤄지기 때문에 충분한 수분 제거가 용이하고 혈액학적으로 불안정한 소아에 적용하기에 적합한 방법이라고 할 수 있다[3-5]. 또한 혈액펌프의 발달로 일정하게 혈류량과 여과량을 조절할 수 있는 지속적 정정맥 혈액여과법(continuous venovenous hemofiltration, CVVH)가 가능해져 동맥천자의 어려움이나 동정맥압에 차이로 혈류량이 결정되는 CAVH보다 소아에게 더 용이하게 사용될 수 있게 되었다[6].

이전에는 용혈성 요독 증후군이나 화상, 외상, 패혈증이 소아 중환자에게서 급성 신부전을 일으키는 주된 원인이었으나 소아 중환자 치료의 발전과 소아의 조혈모세포이식술과 선천성 심장질환의

수술이나 장기 이식술이 발달하면서 소아의 급성 신부전의 범위가 늘어나게 되었다. 현재 소아의 급성 신부전의 원인은 주로 선천성 심질환, 조혈모세포이식술이나 악성종양, 급성 세뇨관 괴사, 패혈증으로 인한 다장기 부전 등이다[5]. 특히 소아 중환자의 경우에는 다장기 부전으로 빠르게 진행하고 그에 따른 사망율도 높다. 한 연구에 따르면 중환자실 환자 중 87%가 72시간 내에 최대 장기 부전까지 진행하며, 88.3%가 7일 내에 사망한다고 하였다[7]. 따라서 소아의 급성 신부전의 치료에서 생존율과 예후인자에 대한 연구는 매우 중요한 주제라 할 수 있다. 최근 국내의 여러 대학 병원에서도 소아의 CRRT치료가 진행되고 있지만 이에 대한 연구는 부족한 실정이다[8]. 이에 저자들은 중환자실에서 CRRT 사용한 소아 중환자의 급성 신부전에서의 생존율을 조사하고 생존군과 사망군을 비교하여 생존에 미치는 예후인자를 분석하고자 본 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

2003년 1월부터 2006년 12월까지 세브란스 어린이병원 소아과에서 중환자실 치료를 받으면서, 적어도 6시간 이상 CRRT를 시행 받은 32명의 환자를 대상으로 하였다. 이중 2명의 환자가 2번씩 시행 받았으나 두 환자 모두 2번째 CRRT 적용 후 수시간 이내에 사망하여 CRRT 적용에 대한 효과 판정이 불가능하다고 판단되어 2개의 경우는 본 연구에서 제외하였다. 대상군은 대부분 다장기 부전으로 진행하였거나 혈액동 상태가 불안하여 통상적 혈액투석 치료가 불가능한 환자들과 선천성 대사이상 질환으로 고암모니아 혈증이 있는 환아들이었다.

혈청 크레아티닌 수치가 50%이상 증가하면서 Blood urea nitrogen(BUN)이 증가하거나 감소(<1 mL/kg/hour)가 있을 때 급성 신부전으로 진단하였다. 모든 환자의 CRRT 시작과 종료는 소

아 신장학 분과의 협진으로 결정하였는데 적응증을 (1) 혈청 크레아티닌 또는 BUN이 증가할 때, (2) 고암모니아 혈증이나 고칼륨 혈증 같은 전해질 불균형이 있을 때, (3) 폐부종 같은 수분 저류로 인한 합병증이 있으면서 이뇨제를 투여함에도 불구하고 투여하는 수액량에 비해 소변량이 충분치 않을 때로 하였으며, 이뇨제에 반응으로 소변량이 증가하여 신부전의 합병증이 해결되는 경우에 종료하였다. 급성신부전이 있는 중환자라 하더라도 다장기 부전이 없으면서 이뇨제에 반응하는 경우에는 CRRT 적용을 제외하였다.

## 2. 방법

대상 환자의 진료 기록을 토대로 후향적으로 분석하였다. 환자군의 일반적 특징으로 연령, 성별, 입원 시 체중, 기저질환, 중환자실 입원기간, CRRT 시행기간, 생존여부 등의 치료 결과를 조사하였다. 생존여부의 판단 시점은 급성 신부전에서 회복되어 CRRT 치료를 종료하고 중환자실에서 퇴원할 때까지로 하였다. 생존자와 사망자의 치료 결과에 미치는 요인을 알기 위해 CRRT 시행기간, 중환자실 입원과 CRRT 시작 사이의 기간, 장기 부전의 수, 송압제 최대 사용 수와 CRRT 시작 시 C-reactive protein(CRP), Pediatric risk of mortality(PRISM) III 점수, BUN, 사구체 여과율(estimated glomerular filtration rate by Schwartz formula, eGFR), 소변량, 수분 저류 백분율(percent of fluid overload, %FO)을 비교 분석하였다.

PRISM III 점수는 CRRT 시작 시점에서 24시간 내에 혈압, 맥박수, 체온, 의식상태, 동공반사, 동맥혈 검사, 혈당, 혈중 칼륨, BUN, 혈청 크레아티닌, 백혈구, 혈소판, 혈액 응고 검사 중 가장 나쁜 수치를 취하여 계산하였다[9]. %FO는 [총 투여된 수액량(L)-총 배출된 수액량(L)/체중(kg)×100] 식으로 계산하였고 체중은 입원 시 체중이나 입원 1달 안의 평균 체중으로 하였다.

CRRT는 대퇴 정맥에 이중 도관을 삽입해 CVVH나 지속적 정정맥 혈액투석여과법(con-

tinuous venovenous hemodiafiltration, CVVHD)을 사용하였고 기계는 PRISMA 시스템(Hospal, Lyon, France)을, 필터는 AN69(Hospal, Lyon, France)를 사용하였다. 신생아부터 몸무게 15 kg 미만의 환자에서는 표면적 0.042 m<sup>2</sup>의 필터가 있는 Miniflow 10 세트(Hospal, Lyon, France)를, 15 kg 이상의 환자에서는 표면적 0.6 m<sup>2</sup>의 필터를 가진 Miniflow 60 세트를 사용하였다. 항응고요법으로는 기계로 통해 헤파린을 지속적으로 정주하였고, Activated clotting time(ACT)를 150-180 초 사이로 유지하는 것을 목표로 투여량을 조절하였다.

## 3. 통계 분석

환자의 일반적 특징을 분석하는 경우엔 평균값과 표준 편차를 사용하였고 생존군과 사망군으로 나누어 실시한 예후인자 비교값의 차이는 Mann-Whitney 검정을 사용하였다. 또 생존율에 미치는 여러 예후인자끼리의 연관성을 배제하기 위해 다중 회귀분석을 사용하였다. 통계 처리는 모두 SPSS 프로그램(SPSS, version 13.0 for Windows)을 이용하였고 통계적 유의 수준은 P 값이 0.05 미만일 때로 하였다.

## 결 과

### 1. 임상적 특징

총 32명의 환자 중 남자가 23명, 여자가 9명으로 남녀 비는 2.6:1이었다. 나이는 최소 4일에서 최고 16세로 평균 7.5세였고, 신생아 1명을 포함하여 3세 미만의 환자가 6명(19%), 3세 이상이 26명(81%)이었다. 체중은 최소 3.2 kg에서 최고 63 kg로 15 kg 미만이 9명(28%), 15 kg 이상이 23명(72%)이었다. 평균 CRRT 기간은 평균 9.1일로 최소 6시간에서 최고 35일이었다. 전체 환자 중 29명(90.6%)가 기계 환기요법을 시행 받았다.

기저 질환은 악성 종양 환자가 21명(65.6%)으로 제일 많았고, 다음으로 급성 호흡곤란 증후군

박광식 외 9인 : 소아 중환자에서 지속적 신대체요법의 치료 결과와 예후

환자가 3명(9.4%), 선천성 심질환 환자가 3명(9.4%)이었다. 패혈증, 선천성 대사질환, 경막하 출혈이 있는 만성 신부전 환자, 일측성 신절제술을 받

은 율름 중앙환자, 뇌염환자가 각각 1명씩 있었다 (Table 1). 악성 중앙 환자군은 조혈모세포 이식 후 급성 신부전이 발생한 환자가 8명, 중앙 용해 증후군이 4명, 골수 억제 상태에서 폐렴등 감염이나 패혈증이 동반된 경우가 9명이 있었다.

**Table 1.** Clinical Characteristics of Patients Treated with CRRT(n=32)

Characteristic	Value
Sex, Number(%)	
Male	23(71.9%)
Female	9(28.1%)
M:F	2.6:1
Age(years)	
Mean ± SD	7.5 ± 4.8
Range	0.01-16
Body weight(kg)	
Mean ± SD	25.8 ± 14.9
Range	3.2-63
Diagnosis	
BMT/Malignancy	21(65.6%)
Congenital heart disease	3( 9.4%)
ARDS	3( 9.4%)
Inborn error of metabolism	1( 3.1%)
Sepsis	1( 3.1%)
ESRD with subdural hemorrhage	1( 3.1%)
Unilateral nephrectomy with Wilm's tumor	1( 3.1%)
Encephalitis	1( 3.1%)
Number of organ failure	
Mean ± SD	3.2 ± 1.0
Range	1-5
Ventilator care, Number(%)	29(90.6%)
Duration of CRRT(days)	
Mean ± SD	9.1 ± 8.1
Range	1-35
Duration of ICU care(days)	
Mean ± SD	16.4 ± 15.4
Range	1-67
PRISM III score	
Mean ± SD	20.9 ± 10.6
Range	0-40
Survival rate, Number(%)	
survivors	11(34.4%)
nonsurvivors	21(65.6%)

Abbreviations : CRRT, continuous renal replacement therapy; BMT, bone marrow transplantation; ARDS, acute respiratory distress syndrome; ESRD, end stage of renal disease; PRISM III, pediatric risk of mortality III score

## 2. 결과와 예후인자

전체 32중 11명이 생존하여 생존율은 34.4%였다. 11명의 생존자중 9명은 급성 신부전에서 완전히 회복되어 정상 신기능 상태에서 퇴원하였고, 나머지 2명은 악성 중앙 환자들로 급성 신부전에서 회복되어 중환자실에서 퇴원하였으나 이후 진행한 항암화학요법 과정에서 발생한 패혈증으로 중환자실로 재입원하여 치료 중에 사망하였다. 기저 질환 별로 악성 중앙 환자군이 28.6%(6/21)으로 비중앙 환자의 45.5%(5/11)보다 생존율이 낮았다. 생존율에 미치는 영향을 알아보기 위한 비교 분석에선 CRRT시작 시 PRISM III 점수( $9.8 \pm 5.3$  vs.  $26.7 \pm 7.6$ ,  $P < 0.0001$ ), 승압제 사용 수( $2.1 \pm 1.2$  vs.  $3.0 \pm 1.0$ ,  $P = 0.038$ )와 %FO( $5.2 \pm 6.0$  vs.  $15.0 \pm 8.9$ ,  $P = 0.002$ )가 생존군에서 통계학적으로 유의하게 낮았다. 다장기 부전 수는 사망군에서  $3.3 \pm 1.0$ 으로 생존군의  $2.9 \pm 1.0$ 보다 높았지만 통계적학적 의미는 없었다( $P = 0.481$ ). 이외 신기능 수치인 CRRT 시작 시점의 BUN, eGFR, 소변량과 성별, 나이, 몸무게, CRRT 시작 시점의 CRP, CRRT 시행기간, CRRT 지체기간에서는 모두 통계학적 차이가 없었다(Table 2).

두 집단간의 차이를 보이는 예후인자들 사이의 연관성을 배제하기 위해 다중 회귀분석을 시행하였는데, 높은 %FO만이 독립적으로 생존율을 낮추는 위험 인자임을 보였다(Odd ratio=27.0, 95% Confidence interval 3.8-191.7,  $P = 0.001$ ).

## 고 찰

지난 20여 년간 CRRT가 소아 중환자의 급성 신부전의 주된 치료법으로 자리를 잡게 되면서 여

**Table 2.** Comparison of Clinical Variables between Survivors versus Nonsurvivors

Variable	Survivors(n=11)	Nonsurvivors(n=21)	P value
Age(years)	8.4±4.7	7.1±4.9	0.457
Body weight(kg)	24.8±11.9	26.4±16.4	0.907
%FO at CRRT	5.2±6.0	15.0±8.9	0.002
PRISM III score at CRRT	9.8±5.3	26.7±7.6	<0.0001
Maximum pressor number	2.1±1.2	3.0±1.0	0.038
Number of organ failure	2.9±1.0	3.3±1.0	0.481
CRP on CRRT	11.5±13.1	6±10.5	0.133
Days on CRRT	12.0±9.6	7.6±7.0	0.096
ICU days to CRRT	4.1±7.8	3.6±7.3	0.876
BUN at CRRT(mg/dL)	37.6±24.1	39.6±22.1	0.696
eGFR at CRRT(mL/min/1.73m <sup>2</sup> )	73.6±54.4	51.5±40.3	0.434
Urine output at CRRT(mL/kg/hour)	2.2±2.1	1.7±1.6	0.667

Abbreviations : %FO, percent of fluid overload; CRRT, continuous renal replacement therapy; CRP, C-reactive protein; PRISM III score, pediatric risk of mortality III score; BUN, blood urea nitrogen; eGFR, estimated glomerular filtration rate

러 연구 논문들이 발표되었다. 초기에는 소아에서의 CRRT 치료 경험이나[10, 11] CRRT 치료와 타 신대체요법을 비교한 논문들도 있었으나[12, 13], 주된 논문의 주제는 이 새로운 치료법에 대한 생존율과 그것을 예측할 수 있는 예후인자에 대한 연구였다. 이는 앞서 언급했듯이 소아의 급성 신부전의 질환 범위가 늘어났고 소아 중환자 치료의 발전과 신대체요법의 발달로 생존율도 많이 향상되긴 했으나 아직도 많이 낮기 때문이다.

Maxvold 등[14]은 122명의 소아 환자군에서 혈액투석과 CRRT를 받은 두 집단을 비교해 승압제 사용율과 생존율을 분석하였는데 혈액투석군은 24%가, CRRT 환자군은 71%가 승압제를 사용하였고 각각 생존율은 83%와 48%로 승압제를 많이 사용한 CRRT 환자들에서 생존율이 낮았다. 이 연구는 역행적 조사로, 저자들은 CRRT 환자군에 승압제를 더 사용할 만큼 중환자가 더 많았고 따라서 사망자도 더 많았다고 주장했다. 이후 Bunchman 등[15]은 신대체요법을 시행 받은 226명의 소아 환자를 조사하였는데 승압제를 사용한 군이 사용하지 않은 군에 비해 35%대 89%로 생존율이 낮았다고 발표했다. 이 두 연구는 CRRT만이 아닌 다른 신대체요법을 받은 환자군도 공존하지만,

이 두 논문에 앞서 CRRT를 받은 98명의 소아들을 대상으로 한 Smoyer 등[16]의 연구에서도 같은 결과를 보였다. 앞의 모든 저자들은 이 둘 사이의 연관성을 승압제 사용이 환자의 중증도를 대변하기 때문이라고 설명했다.

PRISM 점수는 중환자실에서 소아환자의 중증도를 평가하는 것으로 사용되고 있다. PRISM 점수에는 신기능 평가 항목이 부족하여 급성 신부전 환자의 중증도를 실제 보다 낮게 평가 할 수는 있지만[17], Goldstein[18]은 처음으로 CRRT를 받은 22명의 소아 환자군을 대상으로 PRISM II 점수와 생존율의 연관성을 연구했다. 이때의 결과에선 CRRT 시작 시 PRISM II 점수와 생존율 사이에는 연관성이 없었지만, 이후 발표한 9개 병원에서 모은 대규모 환자군의 연구에서는 이 두 변수 사이에 통계학적 의미가 있었다고 발표했으며[19], 이후 다른 논문들에서도 둘 사이의 연관성을 확인할 수 있었다[20-22].

Goldstein이 PRISM II 점수의 신기능에 대한 저평가를 보완하기 위해 여러 신기능 수치를 비교하였으나 모두 생존율과 연관성이 없었고 다만 체내 수분 저류 상태를 나타내는 %FO만이 두 연구에서 모두 의미 있게 연관성을 보였다[18, 19]. 실

제로 중환자 치료에서 수액 치료와 수액 균형 유지가 매우 중요하다. 중환자실의 외과 성인 환자나 폐부종이 있는 성인 환자에서 수분 저류는 낮은 생존율과 직접 연관되어 있으며[23], 조혈모세포이식 받은 뒤 급성 신부전이 발생한 소아 환자에서 수분 저류가 높을수록 사망률이 높다는 연구 결과도 있었다[24]. 다른 여러 논문에서도 높은 %FO는 낮은 생존율과 연관성을 보였다[21, 22, 25]. Foland 등[21]은 103명의 소아 환자군에 대한 연구에서 다발성 장기 손상수가 3개 이상인 집단에서 %FO가 사망자에서 의미 있게 높았다고 발표했으며, 나아가 Gillespie 등[25]은 Cox regression 분석을 통해 %FO가 10% 이상일 때 사망율이 높아진다고 보고했다(Hazard ratio=3.02, 95% Confidence interval 1.50-6.10,  $P=0.002$ ).

본 연구에서는 PRISM III 점수, 승압제 수와 함께 %FO가 사망군에서 통계학적으로 유의하게 높았다. PRISM III 점수와 승압제의 수는 환자의 전신상태를 나타내는 것이지만 %FO도 환자의 중증도를 시사하는 것으로 보아야 할 지에는 여러 가지 고려해야 할 점이 있다. 높은 %FO가 단순히 나쁜 전신 상태를 나타내는지 아니면 직접적으로 예후에 영향을 주는지는 지금까지 발표된 역행적 연구에선 확인 할 수 없지만 Goldstein은 다중 회귀분석을 통해 PRISM II 점수가 높은 고위험 집단에서도 여전히 %FO가 사망자에서 의미 있게 높았기에 %FO가 직접 생존율과 연관되어 있다고 주장하였고[19], Foland 등은 PRISM III 점수와 %FO가 각각 독립적으로 생존율과 연관성이 있다고 발표했다[21]. 본 연구에서도 이와 유사하게 다중 회귀분석에서 높은 %FO만이 독립적 위험인자로 나타났다. 이러한 결과들은 다시 말해서 수분 저류가 생존율에 직접적으로 영향을 준다는 것이고 이는 CRRT의 조기 적용의 중요성을 시사한다. 따라서 CRRT를 일찍 사용하면 체내 수분 저류가 쌓여 직접 전신상태에 영향을 주는 것을 막을 뿐만 아니라 수액으로 공급되는 영양, 정맥 치료제, 수혈에 보다 자유로울 수 있어 더 나은 생존율을

얻을 수 있다는 것이다.

본 연구에서 급성 신부전 환자의 신기능 검사인 eGFR, 소변량이 생존군에서 높았으나 통계학적인 의미는 없었다. 대신 PRISM III 점수, 승압제 사용 수와 %FO는 두 집단에서 통계학적 차이를 보였다. 이는 CRRT 치료를 받는 급성 신부전 환자는 대부분 다장기 부전이 동반되어 있기 때문에, 생존율이 신부전의 정도보다는 전신 상태와 수분 저류에 직접적으로 영향을 받는다고 볼 수 있다.

본 연구에 앞서 국내에서 발표된 Lim 등[8]의 연구 결과와 비교해 보면, 두 연구에서 가장 많은 환자군은 조혈모세포이식과 악성종양 환자군으로 본 연구에선 65.6%(21/32), Lim 등의 연구에선 39.1%(9/23)를 차지했다. 악성 종양 환자군이 높은 비중을 차지하는 이유로 조혈모세포 이식술, 중앙 용해 증후군, 골수 억제 상태에서의 패혈증 같은 감염의 기회, 항암화학요법으로 인한 신독성을 들 수 있겠다. 실제로 이전에 누적된 항암화학요법에 의한 신기능 저하가 있을 수 있으나, 본 연구의 환자군에서 질병 발생 한 달 내에 신기능 저하가 확인된 경우는 없었다. 다음으로 폐렴이나 패혈증으로 인한 다장기 부전, 선천성 심장질환 빈도가 많았다. 대조적으로 외국 연구에서는 조혈모세포 이식과 악성종양과 함께, 패혈증, 급성 세뇨관 괴사, 선천성 심장질환이 비슷한 분포로 많았다[15, 16, 21, 26]. 본 연구에서의 생존율은 34.4%(11/32)로 타 논문에서 발표된 40-61%보다 낮았는데[3-5], 이는 생존율이 낮은 조혈모세포이식과 악성종양 환자군이 상대적으로 많았기 때문으로 보인다. 실제로 지금까지 발표된 여러 연구 결과를 보면 용혈성 요독 증후군 같은 신장 자체 질환과 대사성 질환에서 생존율이 제일 높았고 다음으로 패혈증과 선천성 심질환, 조혈모세포이식과 악성종양 순으로 높은 것으로 보고 되고 있다[16, 21, 26]. 본 연구에서와 비슷한 환자군을 가진 Lim 등의 연구에서는 생존율이 48%(11/23)로 본 연구보다 높았는데, 그 이유는 본 병원에서 좀 더 늦게 CRRT를 적용했기 때문으로 보인다. 실제로 본 연구 환자군

의 평균 PRISM III 점수가 Lim 등의 환자군보다 더 높았다.

결론적으로 본 연구에서는 CRRT를 시행한 소아 중환자의 급성 신부전의 환자 중 생존자군에서 중증도를 의미하는 승압제 사용 수, PRISM III 점수와 함께 수분저류를 나타내는 %FO가 의미 있게 낮게 나왔다. 이제 저자들은 이 연구를 통해 소아 급성 신부전 환자에서 생존율이 환자의 중증도와 체내 수분 저류와 연관성이 높다는 것을 확인하였고, 환자의 전신상태가 보다 좋을 때 특히 수분 저류가 시작되기 전에 CRRT를 빨리 시작하는 것이 생존율을 높일 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

### 한 글 요 약

**목 적** : 세계적으로 급성 신부전을 가진 소아 중환자의 경우 신대체요법으로서 CRRT가 우선적으로 적용되고 있는데 국내에서 CRRT에 대한 치료 결과나 이에 미치는 예후인자에 대한 연구가 드문 실정이다. 이에 저자들은 CRRT를 시행 받은 소아 환자군을 대상으로 치료결과와 예후인자를 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다.

**방 법** : 2003년 1월부터 2006년 12월까지 세브란스 어린이병원 소아과에서 CRRT를 시행 받은 소아 중환자 32명을 대상으로 하여 환자들이 임상적 특징과 생존율, 그리고 이에 미치는 예후인자를 생존군과 사망군으로 나누어 비교 하였다.

**결 과** : 총 32명의 평균 나이는 7.5세로 범위는 생후 4일에서 16살까지였고 평균 몸무게는 25.8 kg로 최소 3.2 kg 최고 63 kg였다. 기저 질환 중 조혈모세포이식과 악성종양 환자군이 가장 많았고, 이 군에서 생존율이 가장 낮았다. 전체 생존자는 11명으로 생존율은 34.4%였고 예후인자에 대한 연구에서 CRRT 시작시 PRISM III 점수(9.8 ±5.3 vs. 26.7±7.6,  $P<0.0001$ ), 승압제 사용 수(2.1±1.2 vs. 3.0±1.0,  $P=0.038$ )와 수분 저류 정도(%FO, 5.2±6.0 vs. 15.0±8.9,  $P=0.002$ )가 사망

군보다 생존자군에서 의미 있게 낮았다. 또 다중 회귀분석을 통해 높은 수분 저류만이 독립적 위험인자임을 확인하였다.

**결 론** : 저자는 이 연구를 통해 소아 급성 신부전 환자에서 생존율이 환자의 중증도와 체내 수분 저류와 연관성이 높다는 것을 확인하였고, 환자의 전신상태가 보다 좋을 때 특히 수분 저류가 시작되기 전에 CRRT를 빨리 시작하는 것이 생존율을 높일 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- 1) Ronco C, Brendolan A, Bragantini L, Chiaramonte S, Fabris A, Feriani M, et al. Treatment of acute renal failure in the newborn by continuous arteriovenous hemofiltration. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1985;31: 634-8.
- 2) Odetola F, Bratton S, Clark S, Davis M. Availability of Advanced Therapeutic Modalities in US Pediatric Intensive Care Units. *Crit Care Med* 2004;32(Suppl):A86.
- 3) Barletta GM, Bunchman TE. Acute renal failure in children and infants. *Curr Opin Crit Care* 2004;10:499-504.
- 4) Bock KR. Renal replacement therapy in pediatric critical care medicine. *Curr Opin Pediatr* 2005;17:368-71.
- 5) Goldstein SL. Overview of pediatric renal replacement therapy in acute renal failure. *Artif Organs* 2003;27:781-5.
- 6) Bunchman TE, Maxvold NJ, Kershaw DB, Sedman AB, Custer JR. Continuous venovenous hemodiafiltration in infants and children. *Am J Kidney Dis* 1995;25:17-21.
- 7) Proulx F, Gauthier M, Nadeau D, Lacroix J, Farrell CA. Timing and predictors of death in pediatric patients with multiple organ system failure. *Crit Care Med* 1994;22:1025-31.
- 8) Lim YJ, Jin H, Hahn H, Oh SH, Park SJ, Park YS. Outcome of continuous renal replacement therapy in children. *Korean J Pediatr* 2005;48:68-74.
- 9) Pollack MM, Patel KM, Ruttimann UE.

- PRISM III: an updated Pediatric Risk of Mortality score. *Crit Care Med* 1996;24:743-52.
- 10) Leone MR, Jenkins RD, Golper TA, Alexander SR. Early experience with continuous arteriovenous hemofiltration in critically ill pediatric patients. *Crit Care Med* 1986;14:1058-63.
  - 11) Zobel G, Ring E, Kuttinig M, Grubbauer HM. Five years experience with continuous extracorporeal renal support in paediatric intensive care. *Intensive Care Med* 1991;17:315-9.
  - 12) Fleming F, Bohn D, Edwards H, Cox P, Geary D, McCrindle BW, et al. Renal replacement therapy after repair of congenital heart disease in children. A comparison of hemofiltration and peritoneal dialysis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:322-31.
  - 13) Lowrie LH. Renal replacement therapies in pediatric multiorgan dysfunction syndrome. *Pediatr Nephrol* 2000;14:6-12.
  - 14) Maxvold NJ, Smoyer WE, Gardner JJ, Bunchman TE. Management of acute renal failure in the pediatric patient: hemofiltration versus hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 1997;30:S84-8.
  - 15) Bunchman TE, McBryde KD, Mottes TE, Gardner JJ, Maxvold NJ, Brophy PD. Pediatric acute renal failure: outcome by modality and disease. *Pediatr Nephrol* 2001;16:1067-71.
  - 16) Smoyer WE, McAdams C, Kaplan BS, Sherbotie JR. Determinants of survival in pediatric continuous hemofiltration. *J Am Soc Nephrol* 1995;6:1401-9.
  - 17) Fargason CA, Langman CB. Limitations of the pediatric risk of mortality score in assessing children with acute renal failure. *Pediatr Nephrol* 1993;7:703-7.
  - 18) Goldstein SL, Currier H, Graf C, Cosio CC, Brewer ED, Sachdeva R. Outcome in children receiving continuous venovenous hemofiltration. *Pediatrics* 2001;107:1309-12.
  - 19) Goldstein SL, Somers MJ, Baum MA, Symons JM, Brophy PD, Blowey D, et al. Pediatric patients with multi-organ dysfunction syndrome receiving continuous renal replacement therapy. *Kidney Int* 2005;67:653-8.
  - 20) Fernandez C, Lopez-Herce J, Flores JC, Galaviz D, Ruperez M, Brandstrup KB, et al. Prognosis in critically ill children requiring continuous renal replacement therapy. *Pediatr Nephrol* 2005;20:1473-7.
  - 21) Foland JA, Fortenberry JD, Warshaw BL, Pettignano R, Merritt RK, Heard ML, et al. Fluid overload before continuous hemofiltration and survival in critically ill children: a retrospective analysis. *Crit Care Med* 2004;32:1771-6.
  - 22) Michael M, Kuehnle I, Goldstein SL. Fluid overload and acute renal failure in pediatric stem cell transplant patients. *Pediatr Nephrol* 2004;19:91-5.
  - 23) Arieff AI. Fatal postoperative pulmonary edema: pathogenesis and literature review. *Chest* 1999;115:1371-7.
  - 24) Lane PH, Mauer SM, Blazar BR, Ramsay NK, Kashtan CE. Outcome of dialysis for acute renal failure in pediatric bone marrow transplant patients. *Bone Marrow Transplant* 1994;13:613-7.
  - 25) Gillespie RS, Seidel K, Symons JM. Effect of fluid overload and dose of replacement fluid on survival in hemofiltration. *Pediatr Nephrol* 2004;19:1394-9.
  - 26) Symons JM, Brophy PD, Gregory MJ, McAfee N, Somers MJ, Bunchman TE, et al. Continuous renal replacement therapy in children up to 10 kg. *Am J Kidney Dis* 2003;41:984-9.