소아중환자실에서 지속적 신대체 요법을 시행받은 환자에서 합병증 및 사망률 예측 인자

서울대학교 의과대학 소아과학교실

최재욱 · 정우진 · 한영주 · 이주경 · 서동인 · 박준동 · 고영률

Predictors of Mortality and Complication in Pediatric Patients Who Require Continuous Renal Replacement Therapy in Pediatric Intensive Care Unit

Jae Wook Choi, M.D., Woo Jin Chung, M.D., Young Joo Han, M.D., Ju Kyung Lee, M.D.,
Dong In Suh, M.D., June Dong Park, M.D. and Young Yull Koh, M.D.

Department of Pediatric Medicine, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: The objective of this study is to analyze the factors associated with mortality and complication in children requiring continuous renal replacement therapy (CRRT) in a pediatric intensive care unit.

Methods: We retrospectively analyzed 96 patients who required CRRT at a pediatric intensive care unit in Seoul National University Hospital between April 2005 and April 2011. We evaluated the clinical features, diagnosis, mortality risk factors and complications related to CRRT.

Results: Univariate and multivariate analyses were performed to analyze the mortality risk factors of patients requiring CRRT. The overall mortality was 56.3%, the median age was 8 years, and the ages ranged from 4 days to 22 years. The median weight of the patients was 7.9 kg, and the weights ranged from 3.6–72.9 kg. 16 patients were diagnosed with primary renal disease, and the remainder with other underlying diseases. Mortality was higher in children who received stem cell transplantation and in children with a diagnosis of immunologic disease and neurologic disease. The Pediatric Risk of Mortality (PRISM) III score at initiating CRRT was 17.8 ± 8.9 and the degree of fluid overload at CRRT (FO%) was 12.9 ± 16.0 . The PRISM III score at the start of CRRT and low uric acid level were the factors associated with an increased risk of mortality. Of the 96 children, 13 (13.53%) presented problems of venous catheterization. Hypotension during connection to CRRT was detected in 28 patients (29.2%). Clinically significant hemorrhage occurred in 10 patients (10.4%).

Conclusions: Children who require CRRT have a high mortality rate. The higher score of PRISM III at the starting time of CRRT and the lower uric acid level are the factors associated with a higher mortality. The most frequent complication of CRRT was hypotension on connection to CRRT.

Key Words: acute renal failure, continuous renal replacement therapy, fluid overload, PRISM III, uric acid.

서 론

중환자실에 입원한 소아들의 급성신부전은 다양한 원인에 의해 발생한다. 과거 일차적인 신장 질환이 급성신부전의 흔한 원인이었으나 최근에는 조혈모세포이식, 장기이식,

선천심장병을 가진 환자들의 치료의 발달로 인해 전신 질환에 신부전이 동반되는 빈도가 증가하여 다장기 부전증후군, 혈액중양질환, 심장질환으로 인한 심인쇼크, 폐혈쇼크 등이 급성 신부전의 주요 원인이 되고 있다.[1-4]

소아에서 신대체 요법은 1955년 Mateer 등이[5] 급성 신부전 소아에서 혈액 투석이 시행된 이후에 급성 신부전 환자의 주된 치료법으로 이용되고 있고 의학기술이 발전함에 따라 신대체 요법이 필요한 환자군이 늘어나고 있는 추세이다. 특히 간헐적 혈액 투석법(intermittent hemodialysis)에 비해 혈액동학적 안전성과 수액조절이 용이한 지속적 신대체 요법의 사용이 소아에서 더욱 늘고 있는 추세이다.[3,6,7]

논문접수일 : 2011년 7월 11일, 수정일 : 2011년 7월 29일, 승인일 : 2011년 8월 16일

책임저자 : 박준동, 서울시 종로구 연건동
서울대학교병원 어린이병원 소아청소년과
우편번호: 110-744
Tel: 02-2072-3559, Fax: 02-762-3359
Email: jdparkmd@snu.ac.kr

이 논문은 서울대학교의 지원에 의하여 연구되었음.

Warady 등은 북미와 유럽의 123명의 소아 신장 전문의에게서 질의서를 통해 설문 조사한 바에 의하면 중환자실에서 치료중인 급성 신부전이 발생한 소아에서 지속적 신대체 요법을 일차적으로 시행하는 비율이 1955년 18%에서 1999년 36%로 증가하였고 앞으로 가장 널리 이용되는 신대체 요법으로 전망하였다.[8]

하지만 아직 우리나라에서 소아의 지속적 신대체 요법과 관련한 임상 경험이 부족한 실정이고 몇몇 연구에서 치료 결과와 예후를 분석하였으나 그 수가 미미한 실정이다.[9,10] 특히 소아에서의 지속적 신대체 요법과 관련한 논문들은 많지 않고 그 환자수도 적어 향후 지속적인 연구가 필요한 상황이다.

이에 저자들은 소아중환자실에서 지속적 신대체 요법을 받은 환자들의 투석 당시의 여러 임상 지표들을 분석하여 사망률에 영향을 미치는 인자들을 분석하고 평가하고자 하였다. 특히 환자의 중증도를 평가하기 위해 조사한 지표를 근거로 사망군과 생존군으로 나누어 지속적 신대체 요법 시작 당시 전신상태를 비교하고 사망률과 관련된 각각의 예후인자들을 분석하고자 하였다. 사망률 예측에 있어 환자의 중증도 평가에는 Pediatric Risk of Mortality III (PRISM III) 점수를 사용하였다.[11] 지속적 신대체 요법과 관련한 합병증은 도관관련 합병증, 저혈압, 출혈의 발생빈도를 조사하였다.

대상 및 방법

1) 대상

2005년 4월부터 2011년 4월까지 서울대학교병원 소아중환자실에서 지속적 신대체 요법을 받은 96명의 소아청소년 환자를 대상으로 하였다. 치료와 진단과는 상관없이 소아중환자실에서 지속적 신대체 요법을 시행 받은 환자들을 모두 포함하였다. 대상군에는 Maccune-Albright 증후군 환아에서 발생한 고칼슘혈증의 치료로 지속적 신대체 요법을 받은 경우와 선천성 대사이상 질환에 의한 고암모니아 혈증의 치료로 사용되었던 경우를 포함하였다.

2) 방법

CRRT는 정정맥 천자를 통하여 4개의 펌프가 장착된 PRISMA 시스템(Gambro, Sweden)을 이용하였고 혈관 확보를 위해 대퇴 정맥을 이용한 환아가 78명(81%)로 가장 많았고 내경정맥을 이용한 환아가 11명(11.5%), 쇄골하정맥을 이용한 환아가 7명(7.3%)이었다. 지속적 정정맥 혈액여과법(continuous venovenous hemofiltration, CVVH)을 시행한 2명의 환자를 제외한 94명의 환자는 지속적 정정맥 혈액투석여과법(continuous venovenous hemodiafiltration, CVVHDF)을 사용하였다. CRRT 시작당시 혈류 속도(blood flow)의 중간

값은 85 ml/min (range 15–180 ml/min)이었고, 보충액 속도(replacement fluid flow) 중간값은 500 ml/hr (range 100–1,500 ml/hr)였다. 투석액 속도(dialysis flow) 중간값은 450 ml (range 150–1900 ml/hr)였다. 항응고제로 74명의 환자가 헤파린을 사용하였고, 출혈의 위험성이 있는 7명의 환자에서는 CRRT 시작 시 nafamostat mesilate (Futhan[®])을 사용하였고, 15명의 환자는 항응고제를 사용하지 않았다.

대상 환자의 지속적 신대체 요법 시작 시 혈압, 맥박, 체온 등의 활력징후를 후향적으로 의무기록 분석을 통해 조사하였고 성별, 나이, 체중, 혈중 요소 질소 농도, 혈중 크레아티닌 농도, 혈중 요산 수치, 혈중 빌리루빈 수치등을 조사하였다. 생존군과 사망군은 중환자실에서 퇴실시점에서 환자의 사망 여부로 정의하였고, 환자의 중증도는 PRISM III 점수를 이용하였다. PRISM III 점수는 소아중환자실 입실 후 24시간 이내의 자료와 지속적 신대체 요법 시작 24시간 전의 자료를 이용한 것으로 평가하였다. 지속적 신대체 요법 시작전의 환자의 상태는 PRISM III 점수, 수분 저류 정도(degree of fluid overload, FO%), 기계 환기 요법 시행 여부, 승압제 투여 여부, 조혈모 세포 이식 유무, 감염 여부, 사구체 여과율(glomerular filtration rate, GFR) 등으로 평가하였다. FO%는 중환자실 입실부터 지속적 신대체 요법 시작 전까지 환자에게 저류된 수분의 양을 합하여 중환자실 입실 당시의 체중으로 나눈 값에 100을 곱한 값으로 정의하였다.[12] 사구체 여과율은 키와, 혈중 크레아티닌 농도로 계산하는 Schwartz 공식을 이용하여 구하였다.

지속적 신대체 요법 합병증 관련하여서는 1) 도관 관련 합병증 2) 저혈압 3) 의미 있는 출혈을 조사하였다. 도관관련 합병증은 도관 삽입 후 60분 이내에 혈색소 수치가 2 g/dl 이상 떨어진 경우와 도관의 제거, 혈전, 기흉, 사지의 관류 장애, 도관 감염을 포함하였고, 저혈압은 평균 혈압이 20 mmHg 이상 떨어진 경우와 승압제의 추가나 증량이 필요하였던 경우와 수액치료를 하였던 경우를 포함하였다. 출혈과 관련하여서는 지속적 신대체 요법 시행 24시간 안에 다른 원인 없이 혈색소가 2 g/dl 이상 떨어진 경우와 출혈 발생이 의심되어 적혈구 수혈이 필요하였던 경우로 정의하였다.[13]

3) 통계

기본 자료는 중간값과 범위로 나타내었고 환자들의 생존에 미치는 예후를 확인하기 위하여, 사망여부를 종속변수, 각 예후인자를 독립변수로 하여 단 변수 분석(Univariate Cox regression)을 시행하였고 예후 인자들을 모두 포함하여 다 변수 분석(Multivariate Cox regression)을 시행하였다. 또한, 모든 예후인자들 사이의 다중 공선성(multicollinearity)을 통제하기 위하여 단계적 선택법(stepwise selection)을 수행하였다. 통계 처리는 SAS 9.1 통계 프로그램을 사용하였고 통

Table 1. Demographic and Clinical Characteristics of Study Subjects

Characteristic	Survivors (n = 42)	Non-survivors (n = 55)	p value
Age (yr), median (range)	7 (0–22)	9 (0–19)	0.709
Sex: Male, n (%)	19 (45.2)	37 (66.4)	0.046
Weight (kg), median (range)	22.4 (2.5–72.8)	23.6 (6.2–63.4)	0.811
Mechanical ventilation, n (%)	18 (42.9)	47 (85.5)	0.116
Vasopressor, n (%)	15 (35.7)	46 (83.6)	0.007
PRISM III at ICU admission	12.2 ± 7.5	20.2 ± 8.8	0.188
PRISM III at initiating CRRT	11.7 ± 5.4	21.0 ± 8.0	<0.001
FO%	4.0 ± 7.2	19.8 ± 17.5	0.001
GFR (ml/min/1.73 m ²)	20.9 ± 22.4	40.4 ± 27.9	0.020

PRISM III: Pediatric Risk of Mortality III; FO%: degree of fluid overload; GFR: glomerular filtration rate.

Table 2. Primary Underlying Diagnosis and Mortality of Study Subjects

Diagnosis	No. of patients	Mortality (%)
All diagnosis	96	54 (56.3%)
Primary renal disease	16	2 (12.5%)
Secondary renal disease	80	51 (63.7%)
Oncology Pt (including TLS)	43	29 (67.4%)
TLS	12	1 (8.4%)
Stem cell transplantation	21	19 (95%)
Cardiac disease	11	6 (54.4%)
Liver disease	5	3 (60%)
Metabolic disease	4	0 (0%)
Immune disease	6	6 (100%)
Neurologic disease	3	3 (100%)
Other	7	2 (29%)

TLS: tumor lysis syndrome.

계적 유의수준은 p값이 0.05 미만일 때로 하였다.

결 과

1) 대상 환자의 특성

연구에 포함된 환자는 96명이었고 대상 환자의 전체 사망률은 56.3%이었다(Table 1). 연령과 체중의 중간값은 각각 8세(4 days–22 years), 7.9 kg (2.5–72.8 kg)이었고, 남아가 53명(55.2%)이었다. 일차신장질환으로 치료받은 환자는 16명이었고 기저질환이 있는 상태에서 신장기능 악화로 치료받은 환자는 80명이었다. 선천대사이상 질환에 의해 고암모니아 혈증으로 지속적 신대체 요법을 받은 환자는 4명이었다(Table 1).

2) 질환과 사망률

동반된 전신질환으로 백혈병, 고형 종양 등 악성 종양이 43명(44.8%)로 가장 많았고 심장질환 11명, 간질환 5명, 선천대사이상 질환 4명, 면역질환 6명, 신경계 질환 4명이었다. 그 외에도 간질폐질환 환자가 3명, 횡문근융해증 환자

가 1명, Mccune-Alright 증후군 환자에서 고칼슘혈증 치료 위해 지속적 신대체 요법을 받은 환자가 1명, 위장관 수술 직후 치료받은 환자가 1명이었다. 악성 종양 환자 중 조혈모세포 이식 후 신부전이 발생한 환자가 21명이었고 종양 용해증후군(tumor lysis syndrome, TLS)으로 지속적 신대체 요법을 받은 환자가 12명이었다. 심장질환을 가진 환자들은 선천심기형으로 심장수술을 받았거나 확장심근병증이 있는 환자였었고 체외막산소화장치를 적용중인 환자가 3명이 있었다. 선천대사 이상 질환을 가진 환자 4명 중 2명은 요소 회로 질환이었고 이들은 각각 출생 후 4일째와 5일째 지속적 신대체 요법을 받았고 1명은 메틸말로닌산 혈증으로 출생 후 27개월에 지속적 신대체 요법을 받았다. 이들 3명은 모두 고암모니아 혈증의 치료로 지속적 신대체 요법을 받았고 1명은 당원병으로 생체 부분 간이식을 받은 16세 환자였다. 면역질환자는 소아기 류마티스 관절염 환자가 2명, Wiskott-Aldrich 증후군 환자가 2명, 만성육아종환 환자가 1명, 전신홍반루프스 환자가 1명이었다. 신경계 질환중에는 MELAS (mitochondrial encephalopathy with lactic acidosis and stroke) 증후군 환자가 2명, Leigh 병 환자가 1명이었다. 조혈모 세포 이식을 받은 환자들의 사망률은 21명 중 19명이 사망하였고(사망률 95%), 면역질환 환자와 신경계 질환 환자는 모두 사망하여 높은 사망률을 보였다, 반면 일차신장질환, 종양용해증후군, 선천대사이상 질환에서 낮은 사망률을 보였다(Table 2).

3) 사망요인과 연관된 인자 분석

생존군과 사망군을 비교 분석한 결과 사망군에서 지속적 신대체 요법 시작 전 PRISM III 점수가 더 높았고(11.7 ± 7.5 vs. 21.0 ± 8.0, p < 0.001), FO% 가 더 높았으며(4.4 ± 7.5 vs. 19.8 ± 17.7, p < 0.001), 감염이 더 빈번하였다(23.3% vs. 73.6%,). 사망률 위험인자를 찾기 위해 각각의 예후인자들에 대해서 단 변수 분석을 실시한 결과 예후와 관련된 인자로 는 지속적 신대체 요법 시작 전 PRISM III 점수, FO%, 조혈모 세포 이식 여부, 승압제 사용여부, 감염

Table 3. Univariate Cox Regression Analysis of Factors Associated with Mortality

	Hazard ratio	95% C.I		p value
		Lower	Upper	
Age (year)	2.68	0.37	19.53	0.709
Weight (kg)	1.12	0.47	2.66	0.811
Mechanical ventilator	2.01	0.84	4.81	0.116
Vasopressor	1.69	0.94	3.01	0.007
Stem cell transplantation	1.88	1.04	3.39	0.036
Cardiac disease	0.52	0.22	1.23	0.135
Sepsis	2.17	1.15	4.09	0.017
FO%	2	1.12	3.56	0.001
PRISM III (at admission)	1.02	0.99	1.06	0.188
PRISM III (at CRRT)	1.08	1.04	1.12	<0.001
BUN	1	0.99	1.01	0.925
Creatine	0.88	0.75	1.02	0.095
Uric acid	0.91	0.85	0.98	0.009
log (T.bil)	1.41	1.12	1.78	0.004
Platelet	0.99	0.99	1	0.021
GFR	1.01	1	1.02	0.020

C.I: confidence interval; PRISM III: pediatric risk of mortality III; CRRT: continuous renal replacement therapy; GFR: glomerular filtration rate; T.bil: total bilirubin.

Table 4. Multivariate Logistic Regression Analysis

	Cox regression		
	Hazard ratio	95% C.I	p value
PRISM III (at CRRT)	1.08	(1.04, 1.12)	<0.001
Uric acid	0.88	(0.82, 0.96)	0.002

C.I: confidence interval; PRISM III: pediatric risk of mortality III.

여부, GFR, 혈중 요산 수치, 혈중 빌리루빈 수치, 혈소판 수치 등이었다(Table 3).

지속적 신대체 요법을 받은 환자들에서 사망률에 미치는 예후인자를 확인 하기 위해 모든 예후인자를 포함하여 다변수 분석(Multivariate Cox regression)을 시행하였고 지속적 신대체 요법 시작 전 PRISM III 점수, 혈중 요산 수치가 통계적으로 유의하였다(Table 4).

4) CRRT의 합병증

CRRT의 합병증으로 도관관련 합병증이 발생한 환자들 13명(13.54%), 저혈압 관련 합병증이 발생한 환자들 28명(29.2%), 의미 있는 출혈이 발생한 환자가 10명(10.4%)이었다.

고 찰

지속적 신대체 요법이 필요하였던 소아 환자들의 사망률은 38%에서 57%로 보고되고 있다.[14-17] 본 연구에서는 소

아중환자실에서 지속적 신대체 요법을 받았던 환자들의 사망률이 56.3%로 높게 나왔고 이는 대상 환자 군에 악성 종양 환자가 43명(44.8%)으로 높은 비율을 차지하였고 조혈모세포 이식을 받은 환자들 21명의 사망률이 95%로 높았기 때문으로 판단된다. 아직 여러 보고들에서 지속적 신대체 요법을 시행받은 환자들의 사망률은 높은 것으로 조사되고 있는데 의학기술 및 치료 방법이 발달하였음에도 불구하고 지난 30년간 크게 변하지 않은 것은 과거와 달리 지속적 신대체 요법을 받는 소아 환자들의 병의 중증도가 이전보다 증가했기 때문으로 생각된다.[18,19]

조혈모세포 이식을 받은 환자들에서 지속적 신대체 요법을 받은 환자들을 조사한 연구에 따르면 지속적 신대체 요법이 조혈모 세포 이식을 받은 환자들의 장기 생존율에 영향을 미치지 않고 그 사망률이 60%에서 100%에 이르며 일차신장 질환, 중앙용해증후군, 선천대사이상 질환의 경우에는 그 사망률이 낮았다.[20,21] 저자들의 연구에서도 조혈모세포 이식을 받은 환자들은 높은 사망률을 보였고, 일차신장질환, 중앙용해증후군, 선천대사이상질환의 경우 낮은 사망률을 보여 비슷한 결과를 얻었다. 소아기 류마티스 관절염 환자와 만성 육아종증 환자, 신경계 질환을 가진 환자는 패혈증 후에 신부전이 발생하였고 Wiskott Aldrich 증후군 환자 두 명은 모두 조혈모 세포 이식 후에 지속적 신대체 요법을 받았다. 전신홍반루프스 환자는 루프스 신염의 악화로 치료를 받았다. 이들 모두는 다장기부전 증후군으로 사망하였다.

지속적 신대체 요법과 관련한 예후인자를 분석한 논문들에 따르면 1세 미만의 영아들과 체중이 10 kg 미만의 영아들의 사망률이 높았으나.[16,22] 본 연구에서는 1세 미만의 영아들이 5명 밖에 포함되지 않았고 10 kg 미만의 영아들은 8명으로 그 수가 많지 않아 통계적 유의성은 없었다.

몇몇 보고들에서 수분 저류 정도가 많을수록 사망률이 높아진다는 보고가 있고 Goldstein 등은[16] 지속적 신대체 요법을 시행할 시점에서 수분이 저류 정도가 $16.4 \pm 13.8\%$ 인 생존군과 $34.0 \pm 21.0\%$ 인 사망군 사이에 의미 있는 차이가 있다고 보고하였고, Hayes 등은[23] 수분 저류가 20% 이상인 군이 20% 이하인 군보다 사망률이 높았다고 보고하였다(Odds ratio 6.1, 95% Confidence Interval [C.I] [2.2-17.0] $p = 0.0006$). 본 연구에서도 사망군에서 수분 저류 정도가 높게 측정되었고(4.0 ± 7.2 vs. 19.8 ± 17.5 , $p = 0.001$), 단변수 분석(Univariate Cox regression)에서도 통계적으로 유의하였다(Hazard ratio 2.00, 95% C.I 1.12-3.56). 이에 따르면 수분 저류가 되기 전에 빠른 시점에서 지속적 신대체 요법을 적용하는 것이 생존율을 높일 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

하지만 아직 지속적 신대체 요법적용의 적절한 시작 시점과 관련하여 연구가 부족한 상황이고 표준화된 프로토콜은 없는 실정이다. 소아에서 연구된 논문은 아직 없고 성인

을 대상으로 단일 기관에서 전향적으로 분석한 논문에서 필요가 나타나고 크레아티닌 청소율이 낮아지는 기준으로 빠른 시점에 지속적 신대체 요법을 적용한 군과 전통적인 적응증을 바탕으로 늦은 시점에 지속적 신대체 요법을 적용한 군을 비교하였고 빠른 시점에서 지속적인 신대체 요법을 적용하는 것이 생존율에 영향을 미치지 못하였던 것으로 나타났다.[24] 하지만 지속적 신대체 요법의 적용 시기와 관련한 연구에서 포함될 수 있는 통계적 편견(bias) 있을 수 있으므로 잘 정의된 환자군의 설정과 치료시점을 정하여 향후 지속적인 연구가 필요한 상황이다.

본 연구에서는 환자의 중도도를 나타내는 지표로 PRISM III 점수를 중환자실 입실 당시와 지속적 신대체 요법 시작전의 자료를 바탕으로 계산하여 지속적 신대체 요법을 적용한 환자들의 사망률과 연관성을 알아보려고 하였고, 지속적 신대체 요법 시작전 PRISM III 점수가 단 변수 분석, 다 변수 분석 모두에서 통계적으로 유의하였다. 이는 지속적 신대체 요법을 시행한 환자들에서 사망한 환자들 혈역동이 더 불안정하고 질병상태가 더 위중했음을 의미하는 것이고 이러한 결과는 다른 보고들과 유사하였다.[15,19,25] 단 본 연구에서는 중환자실 입실 당시의 PRISM III 점수는 통계적 유의성이 없었다.

그리고 다 변수 분석에서 혈중 요산 수치가 증가할수록 사망률이 감소하는 것으로 나타났고 유의한 변수에 해당하는 PRISM III 점수와 지속적 신대체 요법 적용 기간을 보정한 상태에서 혈중 요산 수치가 1단위 증가할수록 사망이 발생할 위험도는 0.88배로 나타났다($p = 0.002$). 이는 다른 기저 질환 없이 일차신질환으로 치료받은 환자들에서 혈중 요산 수치가 높게 나타나는 경향이 있고 이들의 생존율이 높은 것과 혈액중양 환자들의 혈중 요산 수치가 비교적 낮게 측정되고 이들이 사망률이 높은 것이 연관성이 있다고 판단된다.

지속적 신대체 요법과 관련한 합병증으로 가장 많은 것은 저혈압이었고(29.2%), 도관 관련 부작용은 13명(13.54%), 의미있는 출혈은 10명(10.4%)이었다. 이는 소아중환자실에서 174명의 지속적 신대체 요법을 받은 환자들에서 지속적 신대체 요법과 관련한 합병증을 분석한 논문과 크게 다르지 않다. 이 논문에서는 도관 관련 합병증이 7.4%, 저혈압이 41.3%였고 의미 있는 출혈은 10.3%에서 나타났다고 보고하였다.[19] 그렇지만, 이번 연구는 자료를 후향적으로 기록된 자료를 바탕으로 하였기 때문에 기록의 누락, 당시 환자 상태의 정확한 평가가 어려운 점이 있어 한계점이 있다. 향후 명확한 합병증의 정의와 전향적 연구를 통하여 이런 합병증들에 대한 평가와 예후 인자 분석이 필요할 것으로 생각된다.

소아중환자실에서 지속적 신대체 요법이 필요한 소아들에서 지속적 신대체 요법 시작 전 PRISM III 점수가 높은

군과 혈중 요산 수치가 낮은 군에서 사망률이 높게 나타났다. 이외에도 단 변수 분석을 이용하였을 때 FO%가 높을수록, 조혈모 세포 이식을 받은 환자와 승압제를 사용하였던 환자, 패혈증이 있었던 환자들, 혈중 빌리루빈 수치가 높았던 환자들, 혈소판 수치가 낮은 환자들, GFR이 높았던 환자들의 사망률이 높게 나타났다. 지속적 신대체 요법과 관련한 합병증으로 가장 많은 것은 저혈압이었고(29.2%), 도관 관련 부작용은 13명(13.54%), 의미 있는 출혈은 10명(10.4%)이었다.

참 고 문 헌

- 1) Andreoli SP: Acute renal failure. *Curr Opin Pediatr* 2002; 14: 183-8.
- 2) Goldstein SL: Overview of pediatric renal replacement therapy in acute renal failure. *Artif Organs* 2003; 27: 781-5.
- 3) Flynn JT: Choice of dialysis modality for management of pediatric acute renal failure. *Pediatr Nephrol* 2002; 17: 61-9.
- 4) Lowrie LH: Renal replacement therapies in pediatric multi-organ dysfunction syndrome. *Pediatr Nephrol* 2000; 14: 6-12.
- 5) Mateer FM, Greenman L, Danowski TS: Hemodialysis of the uremic child. *AMA Am J Dis Child* 1955; 89: 645-55.
- 6) 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(5 Suppl 4): S84-8.
- 7) Williams DM, Sreedhar SS, Mickell JJ, Chan JC: Acute kidney failure: a pediatric experience over 20 years. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2002; 156: 893-900.
- 8) Warady BA, Bunchman T: Dialysis therapy for children with acute renal failure: survey results. *Pediatr Nephrol* 2000; 15: 11-3.
- 9) Lim YJ, Hahn H, Lee BS, Park YS: The experiences of pump-driven continuous venovenous hemofiltration therapy in pediatric patients. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2002; 6: 251-8.
- 10) Jhang WK, Hahn HW, Shin YL, Park HK, Kim AR, Park YS, et al: A case of continuous venovenous hemodiafiltration in the treatment of neonatal hyperammonemia due to methylmalonic acidemia. *J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2003; 7: 96-102.
- 11) Pollack MM, Patel KM, Ruttimann UE: PRISM III: an updated Pediatric Risk of Mortality score. *Crit Care Med* 1996; 24: 743-52.
- 12) Selewski DT, Cornell TT, Lombel RM, Blatt NB, Han YY, Mottes T, et al: Weight-based determination of fluid overload status and mortality in pediatric intensive care unit patients requiring continuous renal replacement therapy. *Intensive Care Med* 2011; 37: 1166-73.
- 13) Santiago MJ, López-Herce J, Urbano J, Solana MJ, del Castillo J, Ballester Y, et al: Complications of continuous renal replacement therapy in critically ill children: a prospective

- observational evaluation study. *Crit Care* 2009; 13: R184.
- 14) Pichler G, Rödl S, Mache C, Trop M, Ring E, Zobel G: Two decades' experience of renal replacement therapy in paediatric patients with acute renal failure. *Eur J Pediatr* 2007; 166: 139-44.
- 15) Symons JM, Chua AN, Somers MJ, Baum MA, Bunchman TE, Benfield MR, et al: Demographic characteristics of pediatric continuous renal replacement therapy: a report of the prospective pediatric continuous renal replacement therapy registry. *Clin J Am Soc Nephrol* 2007; 2: 732-8.
- 16) Goldstein SL, Currier H, Graf Cd, Cosio CC, Brewer ED, Sachdeva R: Outcome in children receiving continuous venovenous hemofiltration. *Pediatrics* 2001; 107: 1309-12.
- 17) Ponikvar R, Kandus A, Urbancic A, Kornhauser AG, Primožic J, Ponikvar JB: Continuous renal replacement therapy and plasma exchange in newborns and infants. *Artif Organs* 2002; 26: 163-8.
- 18) Ympa YP, Sakr Y, Reinhart K, Vincent JL: Has mortality from acute renal failure decreased? A systematic review of the literature. *Am J Med* 2005; 118: 827-32.
- 19) Santiago MJ, López-Herce J, Urbano J, Solana MJ, del Castillo J, Ballester Y, et al: Clinical course and mortality risk factors in critically ill children requiring continuous renal replacement therapy. *Intensive Care Med* 2010; 36: 843-9.
- 20) Smoyer WE, McAdams C, Kaplan BS, Sherbotie JR: Determinants of survival in pediatric continuous hemofiltration. *J Am Soc Nephrol* 1995; 6: 1401-9.
- 21) Rajasekaran S, Jones DP, Avent Y, Shaffer ML, Elbahlawan L, Henderson N, et al: Outcomes of hematopoietic stem cell transplant patients who received continuous renal replacement therapy in a pediatric oncology intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2010; 11: 699-706.
- 22) 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.
- 23) Hayes LW, Oster RA, Tofil NM, Tolwani AJ: Outcomes of critically ill children requiring continuous renal replacement therapy. *J Crit Care* 2009; 24: 394-400.
- 24) Bouman CS, Oudemans-Van Straaten HM, Tijssen JG, Zandstra DF, Kesecioglu J: 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: 2205-11.
- 25) 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.