



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

간호학 석사 학위논문

지속적 신대체 요법을 적용한  
소아 중환자의 사망 위험요인

Risk Factors for Mortality  
in Critically ill Pediatric Patients  
with Continuous Renal Replacement Therapy

울산대학교 산업대학원

임상전문간호학전공

강수연

지속적 신대체 요법을 적용한  
소아 중환자의 사망 위험요인

지도교수 최혜란

이 논문을 간호학 석사학위 논문으로 제출함

2023년 8월

울산대학교 산업대학원

임상전문간호학전공

강수연

강수연의 간호학 석사학위 논문을 인준함

심사위원 박 정 윤 인

심사위원 장 원 경 인

심사위원 최 혜 란 인

울산대학교 산업대학원

2023년 8월

## 국문 초록

본 연구는 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인을 분석하기 위한 후향적 조사연구이다.

연구 대상자는 2013년 1월에서 2022년 12월까지 상급종합병원의 소아 중환자실에 입실하여 지속적 신대체 요법을 적용한 환자를 대상으로 하였으며 총 96명의 대상자를 선정하였다. 대상자의 일반적 특성, 임상적 특성, 지속적 신대체 요법 관련 특성은 증례기록지를 이용하여 전자의무기록으로 조사하였다. 수집된 자료는 SPSS/WIN 27.0프로그램을 이용하여 분석하였으며 기술통계, Chi-squared test 또는 Fisher's exact test, Mann-Whitney test로 분석하였다.

총 연구 대상자 96명 중 생존군은 47명, 사망군은 49명이며 사망률은 51.0%로 나타났다. 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인에 대한 다변량 분석 결과 승압제 사용 개수가 1개 증가 시 Odds ratio (OR)=5.233 (95% Confidence interval [CI]=1.804-15.176,  $p=.002$ ), 젓산 수치 1mmol/L증가 시 OR=1.076 (95% CI=1.023-1.131,  $p=.004$ ), 지속적 신대체 요법의 적용일수 1일 증가 시 OR=1.043 (95% CI=1.004-1.084,  $p=.030$ ) 사망률이 높은 것으로 나타났다.

본 연구를 통해 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인은 승압제의 적용 개수, 젓산 수치, 지속적 신대체 요법의 적용일수로 나타났다. 이를 기반으로 승압제를 필요로 하는 저혈압의 빠른 교정과 높은 젓산 수치의 치료적 중재를 통해 지속적 신대체 요법의 적용일수를 감소시켜 사망 위험을 감소시킬 것으로 기대한다.

주요어: 지속적 신대체 요법, 소아 중환자, 사망, 위험요인

# 목차

|                      |    |
|----------------------|----|
| 국문초록                 | i  |
| I . 서론               |    |
| 1. 연구의 필요성           | 1  |
| 2. 연구목적              | 3  |
| 3. 용어 정의             | 3  |
| II . 문헌고찰            |    |
| 1. 소아의 신대체 요법        | 4  |
| 2. 지속적 신대체 요법의 사망 요인 | 7  |
| III . 연구방법           |    |
| 1. 연구설계              | 9  |
| 2. 연구대상              | 9  |
| 3. 연구도구              | 11 |
| 4. 자료수집              | 15 |
| 5. 윤리적 고려            | 15 |
| 6. 자료분석              | 16 |
| IV . 연구결과            | 17 |
| V . 논의               | 35 |
| VI . 결론 및 제언         | 39 |
| 참고문헌                 | 41 |
| 부록                   | 47 |
| 영문초록                 | 49 |

## Tables

|   |    |
|---|----|
| Table 1. General Characteristics of Survivors and Nonsurvivors in Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy.....                   | 18 |
| Table 2. Clinical Characteristics of Survivors and Nonsurvivors in Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy.....                  | 23 |
| Table 3. Comparison of the Characteristics related to Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy of Survivors and Nonsurvivors..... | 28 |
| Table 4. Univariate Analysis of Factors Associated with Mortality in Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy.....                | 31 |
| Table 5. Multivariate Analysis of Factors Associated with Mortality in Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy.....              | 34 |

## Figures

|   |    |
|---|----|
| Figure 1. Staging of acute kidney injury by Kidney Disease Improving Global Outcome (2012)..... | 6  |
| Figure 2. Flow chart for the selection of subjects.....   | 10 |
| Figure 3. Pediatric risk of mortality score III (PRISMIII score).....                           | 12 |

# I . 서론

## 1. 연구의 필요성

소아 중환자는 생명에 위험을 초래하며 매우 불안정하고 아주 복잡한 내과적 혹은 외과적 치료를 요하는 질환을 갖는 소아를 말한다(Song et al., 2010). 소아 중환자실에 입실한 환자의 30%에서 급성 신손상이 발생하며 이는 사망률과 밀접한 관련이 있다(Miklaszewska et al., 2019). 급성 신손상은 그 자체가 소아 환자의 발병률과 사망률의 원인이 될 수 있으며 소아 중환자실에서 급성 신손상이 발병할 경우 사망률은 66-90%로 상대적으로 높다(Tuncer et al., 2021). 소아에서 급성 신손상의 발생빈도가 급격하게 증가하였고, 급성 신손상 발생 시 다장기 부전과 같은 심각한 문제로 이어져 사망률을 증가시킨다(Choi et al., 2016).

소아 중환자실에서 급성 신손상으로 치료중인 환자에게 지속적 신대체 요법은 일차적으로 적용하는 방법으로 많이 선택되고 있으며 시행하는 비율 또한 증가하고 있는 추세이다(Choi et al., 2017). 1955년 Mateer 등에 의해 급성 신부전 소아에서 성공적으로 혈액투석이 시행된 이래, 혈액투석법은 급성 신부전 환자 치료의 주된 치료로 이용되어왔다(Choi et al., 2011). 소아 중환자의 급성 신손상에 사용하기 위해서는 신대체 기능인 혈장 내 용질과 수분을 제거하는 능력이 효과적이면서 적용하는 동안 혈액동학적으로 안전해야 한다. 복막투석은 용질과 수분을 혈장 외부에서 조절하는 것이 가능하지 않기 때문에 충분한 신대체 기능을 기대할 수 없으며 특히 중양 용해 증후군이나 대사질환에 적용하기에는 적합하지 않다. 간헐적 혈액투석은 3-4시간 동안의 단시간 내에 많은 양의 투석이 이루어지기 때문에 환자의 혈액동학적 상태가 불안정 할 수 있고 지속적으로 적절한 수분 제거가 어렵다는 단점이 있다. 하지만 지속적 신대체 요법은 혈액에서 용질과 수분을 직접 제거할 뿐만 아니라 24시간 동안 천천히 이루어지기 때문에 충분한 수분 제거가 용이하고 혈액동학적으로 불안정한 소아에 적용하기에 적합한 방법이라고 할 수 있다(Park et al., 2007).

중환자실에 입원한 소아의 급성 신손상은 다양한 원인에 의해 발생한다(Choi et al., 2011). 지난 몇 년 동안 소아의 급성 신손상의 주요 원인은 신장 질환이기

보다는 선천성 심질환과 패혈증 같은 질환으로 변화되었으며(Choi et al., 2017), 심정지, 패혈증, 쇼크, 심부전, 약물중독, 급성 저산소성 호흡부전, 심장 수술, 다장기부전, 간질환의 이차적인 증상으로 나타날 수 있다(Tuncer et al., 2021).

소아에서 지속적 신대체 요법 적용 시 적은 체중, 다장기부전, 중증도, 심한 수분 과다가 사망률을 증가시키는 위험요인으로 보고되고 있음을 고려할 때 소아의 급성 신손상을 조기에 인지하고 빠른 치료의 시작으로 사망률 감소를 위해 지속적 신대체 요법의 치료 원칙을 다시 세밀하게 검토하고 정리할 필요가 있다(Choi et al., 2016). 선행 연구에서 패혈증을 동반한 급성 신손상의 경우 높은 사망률을 보이는데(Lee et al., 2016), 패혈증이 동반되면 혈액동학적으로 불안정하여 지속적 신대체 요법을 적용하게 된다. 이때 급성 신손상의 원인을 파악하여 지속적 신대체 요법을 조기에 적용한 경우 사망률이 감소한다(Modem et al., 2014). 따라서 급성 신손상의 발병 요인을 조기에 파악하고 지속적 신대체 요법을 적절한 시기에 적용한다면 더 좋은 임상 결과를 얻을 수 있을 것이다.

우리나라에서 소아의 지속적 신대체 요법의 치료 결과와 예후 및 사망률을 분석한 선행 연구가 있으나 그 수가 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 소아 중환자실에서 지속적 신대체 요법을 적용한 환자를 대상으로 사망 위험요인을 파악하여 이후 환자들의 예후예측 및 임상 양상 호전에 도움이 되고자 한다.

## 2. 연구목적

본 연구는 서울 시내 일개 상급종합병원의 소아 중환자실에서 지속적 신대체 요법을 적용한 소아를 대상으로 사망 위험요인을 분석하여 소아의 지속적 신대체 요법의 치료를 위한 기초자료로 사용하고자 하며 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 환자의 일반적 특성을 파악한다.
- 2) 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 환자의 임상적 특성을 파악한다.
- 3) 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 환자의 사망 위험요인을 파악한다.

## 3. 용어 정의

### 1) 지속적 신대체 요법

지속적 신대체 요법이란 급성 신손상 치료를 위하여 적은 혈류량으로 지속적인 투석을 하는 방법이다(Jacka et al., 2005).

## Ⅱ . 문헌고찰

### 1. 소아의 지속적 신대체 요법

소아에서 적용하는 신대체 요법은 1955년 Mateer 등이 급성 신부전 소아에서 혈액투석이 시행된 이후 급성 신손상 환자의 주요한 치료법으로 이용되고 있고 의학기술이 발전함에 따라 신대체 요법이 필요한 환자군이 늘어나고 있는 추세이다. 소아의 지속적 신대체 요법은 질환의 중증도가 높은 환자의 신기능을 대체하기 위한 방법으로 널리 이용되고 있으며 수분이나 약물, 식이 등을 제한할 필요가 없다. 특히 간헐적 혈액투석법에 비해 혈액동학적 안정성과 수액조절이 용이한 지속적 신대체 요법의 적용이 소아에서 더욱 늘고 있는 추세이다(Choi et al., 2017). 지속적 신대체 요법은 체내 수분 제거와 산-염기의 항상성을 유지하며 투석을 할 수 있으므로 소아뿐만이 아닌 10kg이하 체중의 소아 및 신생아에서도 그 적용률이 점점 증가하고 있다(Choi et al., 2017).

지속적 신대체 요법을 성공적으로 종료시키기 위해서는 혈장 크레아티닌 수치 정상화와 소변량 증가(Uchino et al., 2009), 무뇨증이 없는 경우, 사구체 여과율의 높은 수치, 그리고 지속적 신대체 요법의 적용일수가 중요한 요소이다(Wald et al., 2006).

소아의 지속적 신대체 요법의 적용 시점과 사망률을 분석한 연구에서는 지속적 신대체 요법을 조기에 적용할수록 사망률이 감소한다고 보고하였다. 시작 일수는 소아 중환자실에 입실한 시점으로부터 지속적 신대체 요법을 적용한 시점까지의 일수로 계산하였으며 급성 신손상과 체액 과다 두 군 모두에서 사망자의 경우 적용 시작 일수의 평균은 3.4일이었고 생존자의 경우는 2일로 나타나 적용 시점이 환자의 예후 및 사망률에 유의한 요소임을 강조하였다(Modem et al., 2014).

급성 신손상은 입원 환자에게 매우 흔하고 환자의 이환율과 사망률을 현저하게 증가시키며 만성 신부전과 말기 신부전의 발생 위험도를 증가시킨다(Eckardt et al., 2012). 급성 신손상은 전체 입원환자의 5-10% 정도에서 발생하며, 중환자실 환자의 경우 60%까지도 발생하는 것으로 보고되고 있다(Lameire et al.,

2013). 뿐만 아니라 급성 신손상의 발생률은 증가하고 있으며 이로 인한 말기 신부전 또한 증가하고 있다(Foley et al., 2015; Mehta et al., 2015).

중환자실의 급성 신부전 환자의 치료 목적은 혈액동학적 상태와 체액의 상태를 최적화하며 신손상의 악화 및 확대를 최소화하고 대사적 이상을 교정, 요독을 제거함과 동시에 적절한 영양 상태를 유지하는데 있다(Lee & Jang, 2012).

급성 신손상은 몇 시간에서 며칠에 걸쳐 신장 기능이 급작스럽게 감소하는 것을 특징으로 하며 이로 인해 혈장 크레아티닌, 질소 등 신장에서 걸러지는 산물들이 체내에 축적된다. 급성 신손상이 발생하면 나트륨과 수분이 정체되어 대사성 산증과 고칼륨혈증 같은 신체 대사의 문제를 일으킨다(Tolwani, 2012). 대사 산물 중 혈액 요소 질소의 경우 지속적 신대체 요법을 시작할 당시의 농도가 사망군에 비해 생존군에서 유의하게 낮았음을 보고하였다(Gibney et al., 2008).

급성 신손상이 동반된 중환자의 경우, 이전에는 남아있는 신기능이 거의 없는 무뇨 상태에서 지속적 신대체 요법을 적용하는 경우가 많았으나 최근 들어 최악의 상태로 진행되기 전에 지속적 신대체 요법의 조기 적용이 환자의 생존율을 향상시킨다는 보고들이 있다. 외상 환자에서 급성 신손상이 동반되는 경우 지속적 신대체 요법을 조기에 적용했던 군이 늦게 적용했던 군보다 생존율이 높았다(Gettings et al., 1999).

급성 신손상은 Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO)의 기준에 따라 세 단계로 분류한다(Figure 1). Stage 1은 혈장의 크레아티닌이 48시간 이내 1 deciliter당 0.3mg이 증가하거나 그 이상 증가하는 것을 말하며 일주일 이전보다 적어도 1.5배 이상 증가한 상태로 6시간에서 12시간 동안 시간당 소변량이 kilogram당 0.5ml 이하로 감소하는 경우이다. Stage 2는 혈장 크레아티닌이 2.0-2.9배 증가하고 12시간 이상에 걸쳐 시간당 kilogram당 소변량이 0.5ml이하로 감소하는 경우이다. Stage 3은 혈장 크레아티닌이 3배 이상 증가하는 경우이며 deciliter당 0.4mg 이상이 증가하는 경우를 말한다. 또한 24시간 이상 소변량이 시간당 kilogram당 0.3ml이하로 감소하는 경우이며 12시간 이상 소변량이 없는 상태이다. 18세 이하의 환자에서는 체표면적 1.73m<sup>2</sup> 당 사구체여과율의 수치가 35ml/min이하로 감소하는 경우를 말한다(Eckardt et al., 2012).

| Stage | Serum creatinine   | Urine output  |
|-------|--|---|
| 1     | 1.5-1.9 times base line<br><br>OR<br><br>≥0.3mg/dl (≥26.5μmol/l) increase  | <0.5ml/kg/h for<br>6-12 hours                                       |
| 2     | 2.0-2.9 times baseline   | <0.5ml/kg/h for<br>≥12 hours  |
| 3     | 3.0 times baseline<br><br>OR<br><br>Increase in serum creatinine to<br>≥4.0mg/dl (≥353.6μmol/l)<br><br>OR<br><br>Initiation of renal replacement therapy<br><br>OR<br><br>In patients < 18 years, decrease in<br>eGFR to < 35ml/min per 1.73m <sup>2</sup> | <0.3ml/kg/h for<br>≥24 hours<br><br>OR<br><br>Anuria for ≥ 12 hours |

Figure 1. Staging of acute kidney injury by Kidney Disease Improving Global Outcome (2012)

eGFR=estimated glomerular filtration rate

## 2. 지속적 신대체 요법의 사망 요인

### 1) 체액과다

지속적 신대체 요법을 적용하는 주된 이유는 급성 신손상이며 이는 체액 과다와 밀접한 관련이 있다(Miklaszewska et al., 2019). 신대체 요법을 적용할 때 중요한 원인이 되므로 체액 과다의 심각성에 따라 지속적 신대체 요법을 적용할 수 있는 기준이 마련되어야 한다(Sutherland et al., 2010). 체액 과다의 계산법은 다음과 같다.

Percentage of fluid overload

$$=(\text{fluid in} - \text{fluid out})/(\text{Intensive Care Unit admission weight}) \times 100\%$$

체액 과다의 정도는 3단계로 분류 가능하며 정도에 따라 <10%, ≥10%, <20%로 분류하여 수분 저류가 어느 정도 되었는지 파악이 가능하다.

혈액 검사 수치 중 뇌나트륨이노펩티드는 체액 과다 정도를 알 수 있다. 이는 좌심실의 수축 기능을 반영하는 수치인 동시에 체내의 수분 저류를 알 수 있는 지표이며 수치가 높을수록 체내의 수분이 축적되어있는 상태를 나타낸다. 또한 신손상 환자에서 수분 제거 정도를 확인할 수 있는 중요한 임상 수치이기도 하다(Celik et al., 2012).

급성 신손상의 주된 특성 중의 하나는 다장기부전이 나타난다는 것이다. 지난 10여년간 소아에서 급성 신손상의 발생빈도는 급격하게 증가하였고 신기능의 저하로 체액 과다 발생시 이로 인한 다장기부전과 같은 심각한 문제로 이어져 사망률이 증가했다(Choi et al., 2016). 급성 신손상을 동반한 급성 폐질환 환자의 경우 신장의 혈류량을 유지하고 소변량의 증가를 보여도 생존율의 향상이 없었다는 연구는 체내의 수분 제거가 중요하고 인공호흡기의 이탈을 적절하게 시행하는 것이 급성 신손상의 치료에 중요하다는 것을 보여준다(Heart et al., 2006). 또한 체액 과다가 진행될수록 급성 신손상 환자에서 사망률이 증가하며(Gibney et al., 2008), 입실 당시의 체중의 10% 이상의 체액 과다가 발생하는 경우 그렇지 않은 경우에 비해 사망률이 유의하게 높아짐을 보고하였다(Bouchard et al.,

2009).

## 2) 소아 패혈증

패혈증은 전 세계적으로 사망 원인의 큰 비율을 차지하고 있으며 소아 패혈증의 경우 소아 중환자실에서 8%의 확률로 발생할 수 있다. 또한 소아 중환자실에서 사망 원인 중 약 25%가 패혈증에 의한 사망이다(Cruz et al., 2020).

패혈증은 전신적인 염증 반응으로 급성 신손상을 포함한 다장기부전이 나타나기 전 발생하는 증상이다. 중증도의 소아 환자의 사망률은 패혈증과 높은 연관성을 보이며 급성 신손상이 발생했을 때 더 높은 사망률을 보인다. 급성 신손상인 소아 환자들중 패혈증이 나타난 경우가 그렇지 않은 경우보다 나쁜 예후를 보인다(Lee et al., 2016).

소아 패혈증의 위험 요인은 원인 병원균과 발생 부위로 나뉘어 볼 수 있다. 선행 연구에서 질환이 없는 건강한 소아의 경우 패혈증의 가장 많은 원인을 차지하는 병원균은 황색포도알균이 9.4%로 가장 높게 나타났고, 그다음으로는 연쇄구균류 7.9%, 대장균 7.1% 순으로 나타났다. 만성 질환 소아 환자의 경우 패혈증의 가장 많은 원인을 차지하는 병원균은 황색포도알균이 11%로 동일하였고, 그다음으로는 칸디다 9.8%, 슈도모나스 8.1%로 나타났다. 그람음성균과 그람양성균이 원인이 되는 비율은 각각 30% 정도로 비슷하게 나타났으며 바이러스감염은 11-21%, 곰팡이 감염은 4-13%로 나타났다(Cruz et al., 2020).

소아 패혈증의 감염 발생 부위 중 가장 높은 비율을 보인 곳은 혈중으로 19-68% 이며, 그 다음으로는 호흡기 19-57%, 중추 신경계 4-23%, 생식기계 4-22%, 복부 8%의 순으로 나타났다. 소아 패혈증 환자의 임상적 특성으로는 중심정맥관 보유 상태, 선천성 심장 질환, 신경계 질환, 종양, 대사성 질환, 호흡기 질환, 선천성 면역 결핍, 신장 질환, 장기 이식상태, 골수 이식 상태 등이 있다(Boeddha et al., 2018).

### Ⅲ . 연구방법

#### 1. 연구설계

본 연구는 서울 시내 일개 상급종합병원의 소아 중환자실에서 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인을 분석하기 위한 후향적 조사연구이다.

#### 2. 연구대상

2013년 1월에서 2022년 12월까지 서울 시내 일개 상급종합병원의 소아 중환자실에 입실하여 지속적 신대체 요법을 적용한 환자 전수인 96명을 대상으로 하였다. 사망여부는 소아 중환자실 퇴실 시 상태로 조사하였으며 지속적 신대체 요법을 두 번 이상 적용한 대상자의 경우 처음 적용한 시점을 기준으로 자료를 수집하였다. 총 연구 대상자 96명 중 생존군이 47명, 사망군이 49명이었다(Figure 2).

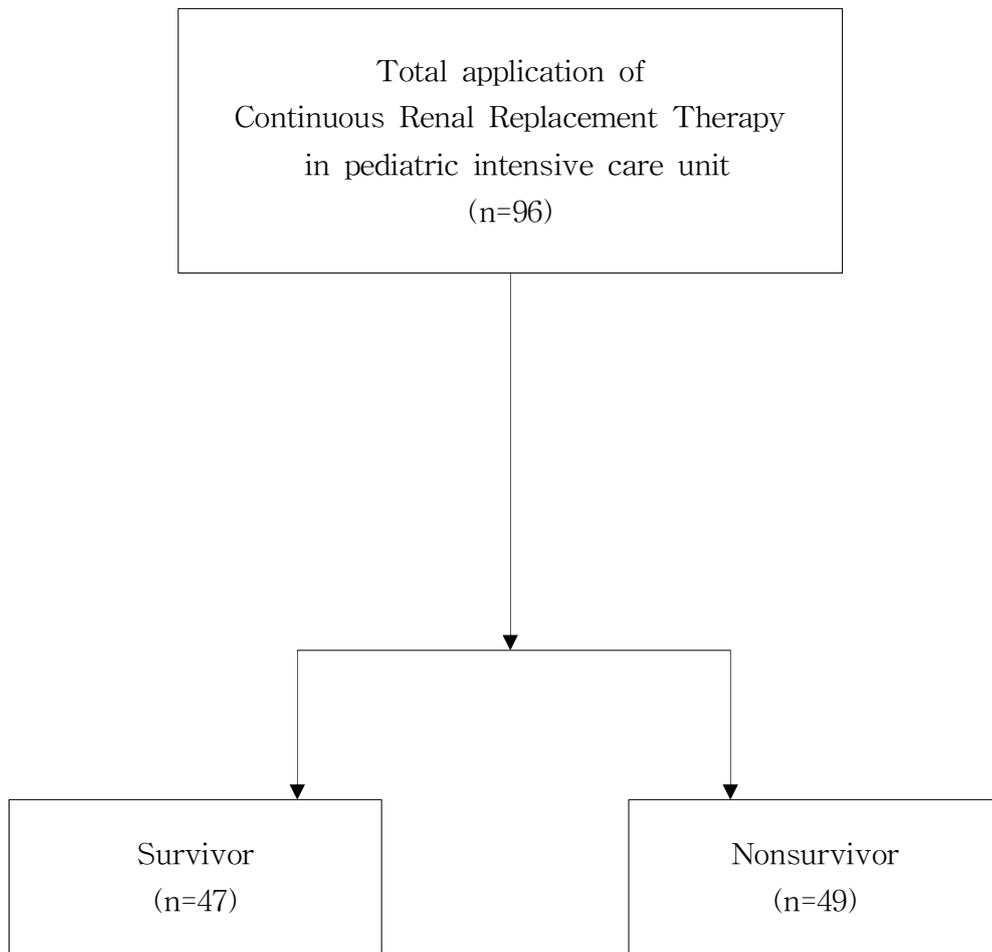


Figure 2. Flow chart for the selection of subjects

### 3. 연구도구

대상자의 전자의무기록과 문헌고찰을 토대로 증례기록지를 작성하여 대상자의 일반적 특성, 임상적 특성, 지속적 신대체 요법의 특성 및 사망 여부에 대한 자료를 수집하여 조사하였다.

#### 1) 일반적 특성

대상자의 일반적 특성으로는 나이, 성별, 키, 체중, 체질량지수(body mass index [BMI])를 조사하였다. 소아 중환자실에서는 만 5세 미만의 경우 연령을 년과 개월 수로, 만 1세 미만의 경우 개월 수로, 3개월 미만의 경우 일수로 표기하고 있어 개월 수와 일수를 년으로 변경하여 표기하였다. 입원 사유, 진료과, 진단명, 입원날짜와 퇴원날짜, 소아 중환자실 입실날짜와 퇴실날짜, 소아 중증도 분류인 Pollack (1996)이 개발한 Pediatric Risk of Mortality score III (PRISMIII score)를 통해 조사하였다(Figure 3). 생리적 변수인 심혈관계 수치는 입실 후 4시간 동안의 측정값으로 적용하고 진단 검사의 경우 입실 2시간 전부터 입실 후 4시간 동안의 측정된 값을 적용하며 신경학적 점수는 입실 시 기준으로 측정하였다. PRISMIII score는 변수에 따라 연령대 분류를 다르게 하여 측정하고 0점에서 74점까지의 범위를 가지며 값이 높을수록 중증도와 사망률이 높음을 의미한다.

| Variable   | Neonates                                    | Infants               | Children | Adolescents | Measurement | Score |
|--|---|-----------------------|----------|-------------|-------------|-------|
| Cardiovascular/Neurologic vital signs (score range 0-30)           |   |                       |          |             |             |       |
| Systolic blood pressure (mmHg)                                     | > 55  | > 65                  | > 75     | > 85        | Low         | 0     |
|  | 40-55                                       | 45-65                 | 55-75    | 65-85       |             | 3     |
|  | < 40  | < 45                  | < 55     | < 65        |             | 7     |
| Heart rate (beats per minute)                                      | < 215                                       | < 215                 | < 185    | < 145       | High        | 0     |
|  | 215-225                                     | 215-225               | 185-205  | 145-155     |             | 3     |
|  | > 225                                       | > 225                 | > 205    | > 155       |             | 4     |
| Temperature (°C)   | 33-40°C                                     |                       |          |             | Low/High    | 0     |
|  | < 33 or > 40°C                              |                       |          |             |             | 3     |
| Mental status  | Glasgow coma scale ≥ 8                      |                       |          |             | admission   | 0     |
|  | Glasgow coma scale < 8                      |                       |          |             |             | 5     |
| Pupillary reflex   | Both reactive                               |                       |          |             | admission   | 0     |
|  | One pupil fixed                             |                       |          |             |             | 7     |
|  | Both pupil fixed                            |                       |          |             |             | 11    |
| Acid-Base/Blood gases (score range 0-22)                           |   |                       |          |             |             |       |
| Acidosis (Total CO <sub>2</sub> (mmol/L) or pH)                    | pH > 7.28 or total CO <sub>2</sub> > 16.9   |                       |          |             | Low/High    | 0     |
|  | pH 7.0-7.28 or total CO <sub>2</sub> 5-16.9 |                       |          |             |             | 2     |
|  | pH < 7.0 or total CO <sub>2</sub> < 5       |                       |          |             |             | 6     |
| Total CO <sub>2</sub> (mmol/L)                                     | < 34.0                                      |                       |          |             | Low/High    | 0     |
|  | > 34.0                                      |                       |          |             |             | 4     |
| pH   | < 7.48                                      |                       |          |             | Low/High    | 0     |
|  | 7.48-7.55                                   |                       |          |             |             | 2     |
|  | > 7.55                                      |                       |          |             |             | 3     |
| PaO <sub>2</sub> (mmHg)  | > 49.9                                      |                       |          |             | Low         | 0     |
|  | 42.0-49.9                                   |                       |          |             |             | 3     |
|  | < 42.0                                      |                       |          |             |             | 6     |
| pCO <sub>2</sub> (mmHg)  | < 50.0                                      |                       |          |             | High        | 0     |
|  | 50.0-75.0                                   |                       |          |             |             | 1     |
|  | > 75.0                                      |                       |          |             |             | 3     |
| Chemistry tests (score range 0-10)                                 |   |                       |          |             |             |       |
| Glucose (mg/dl)  | ≤ 200                                       |                       |          |             | High        | 0     |
|  | > 200                                       |                       |          |             |             | 2     |
| Potassium (mmol/L)   | ≤ 6.9                                       |                       |          |             | High        | 0     |
|  | > 6.9                                       |                       |          |             |             | 3     |
| Creatinine (mg/dl)   | ≤ 0.85                                      | ≤ 0.9                 | ≤ 0.9    | ≤ 1.3       | High        | 0     |
|  | > 0.85                                      | > 0.9                 | > 0.9    | > 1.3       |             | 2     |
| Blood urea nitrogen (mg/dl)  | ≤ 11.9                                      | ≤ 14.9                |          |             | High        | 0     |
|  | > 11.9                                      | > 14.9                |          |             |             | 3     |
| Hematology tests (score range 0-12)                                |   |                       |          |             |             |       |
| White blood cell count (cells/mm <sup>3</sup> )                    | ≥ 3000                                      |                       |          |             | Low         | 0     |
|  | < 3000                                      |                       |          |             |             | 4     |
| Platelets (cells/mm <sup>3</sup> )                                 | ≥ 200,000                                   |                       |          |             | Low         | 0     |
|  | 100,000-200,000                             |                       |          |             |             | 2     |
|  | 50,000-99,999                               |                       |          |             |             | 4     |
|  | < 50,000                                    |                       |          |             |             | 5     |
| Prothrombin time or activated partial thromboplastin time(seconds) | PT ≤ 22 and aPTT ≤ 85                       | PT ≤ 22 and aPTT ≤ 55 |          |             | High        | 0     |
|  | PT > 22 or aPTT > 85                        | PT > 22 or aPTT > 57  |          |             |             | 3     |
| Total score  | 0-74  |                       |          |             |             |       |

Figure 3. Pediatric risk of mortality score III (PRISMIII score)

## 2) 임상적 특성

대상자의 임상적 특성은 지속적 신대체 요법을 적용한 시점을 기준으로 적용하기 전 가장 가까운 시점에 해당하는 자료를 수집하였다. 중증도 점수 측정을 위해 수집된 자료는 입실 시점을 기준으로 측정되어 지속적 신대체 요법의 사망 위험요인을 파악하기 위한 자료로는 적절하지 않으므로 적용한 시점에서의 임상적 특성을 별도로 조사하였다. 심혈관계에서 수축기 혈압, 심박수, 체온, 신경학적 증상으로는 동공반사 사정 시 비정상적인 반응 여부, 의식수준을 조사하였고 산-염기 확인을 위해 수소이온농도, 중탄산이온(mmol/L), 이산화탄소 가스분압(mmHg), 산소 가스분압(mmHg)을 조사하였다. 진단 검사 상으로는 백혈구(cells/mm<sup>3</sup>), 혈소판(cells/mm<sup>3</sup>), C-반응성 단백(mg/dl), 사구체여과율(mL/min), 혈액 요소 질소(mg/dl), 혈장 크레아티닌(mg/dl), 포타슘(mEq/L), 나트륨(mEq/L), 뇌나트륨이노펩티드(pg/mL), 프로트롬빈시간(secs), 활성화부분트롬보플라스틴시간(secs), 젓산(mmol/L), 혈당(mg/dl)을 조사하였다. 지속적 신대체 요법을 적용하기 전 6시간 동안의 시간당 kilogram당 소변량을 확인하였으며 급성 신손상의 진단은 KDIGO에서 제시한 분류를 기준으로 할 때 실제 진단과 부합하지 않는 대상자가 많아 전자의무기록을 통해 대상자의 진단명이 있는 경우 급성 신손상으로 진단하였다.

승압제의 사용유무 및 개수, 인공호흡기의 적용유무 및 적용일수, 체외막산소화장치의 적용유무 및 적용일수, 중심정맥관의 적용일수는 적용 시작 시점에 조사하였고 중심정맥관을 2개 이상 유지하고 있는 경우 적용일수가 더 긴 중심정맥관의 적용 일수로 조사하였다. 균 감염 여부 및 균 감염 부위와 감염된 균의 종류는 지속적 신대체 요법의 시작 시점으로부터 3일 전후에 시행한 균 배양검사 결과로 조사하였다.

## 3) 지속적 신대체 요법 및 사망여부

지속적 신대체 요법의 시작 날짜와 종료 날짜를 조사하였고 적용 일수와 시작 일수를 조사하였다. 시작 일수는 소아 중환자실에 입실한 시점으로부터 지속적 신대체 요법을 적용하기까지의 일수로 조사하였다. 또한 지속적 신대체 요법의

시작 이유를 조사하였고 지속적 신대체 요법의 적용을 위한 카테터의 삽입부위로 대퇴정맥, 내경정맥과 체외막산소공급장치를 통한 적용 여부를 조사하였다. 적용 시점에 지속적 신대체 요법의 설정값인 혈류 속도(ml/hr), 투석액 흐름 속도(ml/hr), 대체용액 흐름 속도(ml/hr), 체액 제거 속도(ml/hr)를 조사하였다. 대상자의 사망여부는 소아 중환자실 퇴실 시 상태로 조사하였다.

#### 4. 자료수집

본 연구는 연구 병원의 소속기관 임상연구 심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 심의 통과(승인번호; 2023-0224) 후 소아 중환자과와 간호부의 동의를 얻어 연구를 진행하였다. 자료수집은 대상자의 일반적 특성, 임상적 특성, 지속적 신대체 요법의 특성 및 사망 여부에 대한 자료가 포함된 증례기록지를 통해 대상자의 전자의무기록을 확인하여 2023년 3월부터 2023년 4월까지 2개월간 시행하였다.

#### 5. 윤리적 고려

자료수집은 연구자 1인에 의해서 수집되었고 증례기록지와 의무기록을 통해 수집된 자료는 암호화된 정보저장장치에 저장하여 개인정보가 유출되지 않도록 보관하였다. 개인 식별정보는 삭제 후 임의의 번호를 부여하여 관리하며 연구 과정은 비밀번호 입력을 통해서만 접근을 허용하였다. 연구자 이외의 타인에게 접근이 불가능하게 하여 대상자의 인적 사항에 대한 비밀을 철저히 유지하였고 연구 종료 후 3년 동안 보관할 예정이며 보관 기간이 종료된 후에는 연구 파일을 영구적으로 삭제할 예정이다.

## 6. 자료분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS/WIN 27.0 프로그램(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였으며 통계학적 유의수준은 95%로 하여  $p$ 값이 0.05 미만일 때 유의하다고 판단하였다. 구체적인 분석방법은 다음과 같다.

- 1) 대상자의 일반적 특성 및 임상적 특성은 실수와 백분율 또는 중앙값과 사분위수 범위로 나타내었다.
- 2) 지속적 신대체 요법의 사망 위험요인을 확인하기 위한 생존군과 사망군 간의 일반적, 임상적 특성 비교는 Chi-squared test 또는 Fisher's exact test, Mann-Whitney test로 분석하였다.
- 3) 지속적 신대체 요법을 적용한 대상자의 사망에 영향을 미치는 요인은 로지스틱 회귀분석(logistic regression)으로 분석하였다.

## IV . 연구결과

### 1. 대상자의 일반적 특성

연구 대상자는 총 96명으로 생존군은 47명, 사망군은 49명이며 사망률은 51.0%로 나타났다. 총 대상자의 연령의 중앙값은 11세(interquartile range [IQR] 3.08-15.00)로 생존군의 중앙값은 11세(IQR 3.42-14.00), 사망군의 중앙값은 11세(IQR 2.17-15.50)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-0.139$ ,  $p=.889$ ). 성별은 남성이 생존군 27명(57.4%), 사망군 29명(59.2%)으로 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=0.030$ ,  $p=.863$ ).

소아혈액종양내과의 생존군은 13명(27.7%), 사망군은 22명(44.9%)이었고 소아심장과의 생존군은 11명(23.4%), 사망군은 15명(30.6%)이었다. 기타 진료과의 생존군은 23명(48.9%), 사망군은 12명(24.5%)으로 진료과 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=6.348$ ,  $p=.042$ ). 기타 진료과는 소아소화기영양과, 소아신장과, 소아내분비내과, 소아외과, 소아신경외과가 있었다.

병원에 입원하여 퇴원하기까지 총 대상자의 병원 재원 일수의 중앙값은 50일(IQR 27.00-102.75)로 생존군의 중앙값은 54일(IQR 28.00-103.00), 사망군의 중앙값은 49일(IQR 26.00-102.50)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-0.707$ ,  $p=.479$ ).

소아 중환자실에 입실하여 퇴실하기까지 총 대상자의 재원 일수의 중앙값은 25일(IQR 10.00-50.75)로 생존군의 중앙값은 19일(IQR 8.00-42.00), 사망군의 중앙값은 26일(IQR 10.50-55.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-0.931$ ,  $p=.352$ ).

Table 1. General Characteristics of Survivors and Nonsurvivors in Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy (N=96)

| Variables                         | Total<br>(n=96)       | Survivor<br>(n=47)   | Nonsurvivor<br>(n=49) | $\chi^2$<br>or <i>Z</i> | <i>p</i> |
|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
|                                   | n (%) or Median (IQR) |                      |                       |                         |          |
| Age (yr)                          | 11.00 (3.08–15.00)    | 11.00 (3.42–14.00)   | 11.00 (2.17–15.50)    | -0.139                  | .889     |
| Gender                            |                       |                      |                       |                         |          |
| Male                              | 56 (58.3)             | 27 (57.4)            | 29 (59.2)             | 0.030                   | .863     |
| Female                            | 40 (41.7)             | 20 (42.6)            | 20 (40.8)             |                         |          |
| BMI                               | 19.04 (15.98–23.34)   | 18.65 (16.43–23.28)  | 19.33 (15.92–23.41)   | -0.029                  | .977     |
| Department                        |                       |                      |                       |                         |          |
| Hemato-oncology                   | 35 (36.5)             | 13 (27.7)            | 22 (44.9)             | 6.348                   | .042     |
| Cardiology                        | 26 (27.0)             | 11 (23.4)            | 15 (30.6)             |                         |          |
| Others                            | 35 (36.5)             | 23 (48.9)            | 12 (24.5)             |                         |          |
| Length of stay in hospital (days) | 50.00 (27.00–102.75)  | 54.00 (28.00–103.00) | 49.00 (26.00–102.50)  | -0.707                  | .479     |
| Length of stay in PICU (days)     | 25.00 (10.00–50.75)   | 19.00 (8.00–42.00)   | 26.00 (10.50–55.00)   | -0.931                  | .352     |

BMI=Body mass index; IQR=Interquartile range; PICU=Pediatric intensive care unit.

## 2. 대상자의 임상적 특성

연구 대상자의 임상적 특성 중 수축기 혈압의 중앙값은 96mmHg (IQR 81.25-110.00)로 생존군의 중앙값은 105mmHg (IQR 95.00-125.00), 사망군의 중앙값은 90mmHg (IQR 73.50-102.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다 ( $Z=-4.043$ ,  $p<.001$ ).

신경학적 징후에서 비정상적인 동공반사 반응을 보인 대상자는 15명(15.6%)으로 생존군은 2명(4.3%), 사망군은 13명(26.5%)이었으며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=9.029$ ,  $p=.003$ ). 연구 대상자의 Glasgow coma scale의 중앙값은 5점(IQR 3.00-12.00)으로 생존군의 중앙값은 11점(IQR 3.00-15.00), 사망군의 중앙값은 3점(IQR 3.00-7.50)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-4.315$ ,  $p<.001$ ).

연구 대상자들의 PRISMIII score는 14.5점(IQR 8.00-21.75)으로 생존군의 중앙값은 9점(IQR 7.00-17.00), 사망군의 중앙값은 20점(IQR 14.00-28.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-4.806$ ,  $p<.001$ ).

급성 신손상을 진단받은 대상자는 88명(91.7%)으로 생존군은 42명(89.4%), 사망군은 46명(93.9%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=0.640$ ,  $p=.482$ ). 지속적 신대체 요법을 적용하는 시점 전 6시간 동안의 시간당 체중당 소변량은 0.38mL/kg/hr (IQR 0.07-1.02)로 생존군의 중앙값은 0.38mL/kg/hr (IQR 0.15-1.53), 사망군의 중앙값은 0.38mL/kg/hr (IQR 0.05-0.65)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-1.604$ ,  $p=.109$ ).

총 연구 대상자의 승압제 사용 개수의 중앙값은 2개(IQR 0-3.00)으로 생존군의 중앙값은 0개(IQR 0-2.00), 사망군의 중앙값은 3개(IQR 3.00-4.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-7.127$ ,  $p<.001$ ).

연구 대상자 중 인공호흡기를 적용한 대상자는 67명(69.8%)으로 생존군은 19명(40.4%), 사망군은 48명(98.0%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=37.665$ ,  $p<.001$ ). 인공호흡기 적용일수의 중앙값은 24일(IQR 10.00-45.00)로 생존군의 중앙값은 25일(IQR 16.00-53.00), 사망군의 중앙값은 23일(IQR 7.00-44.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-1.134$ ,  $p=.257$ ).

연구 대상자 중 체외막산소공급장치를 적용한 대상자는 28명(29.2%)으로 생존

군은 7명(14.9%), 사망군은 21명(42.9%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=9.080$ ,  $p=.003$ ). 체외막산소공급장치 적용일수의 중앙값은 22.5일(IQR 7.00-35.50)로 생존군의 중앙값은 11일(IQR 7.00-24.00), 사망군의 중앙값은 24일(IQR 7.50-38.50)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-1.009$ ,  $p=.313$ ).

총 연구 대상자의 중심정맥관 적용일수의 중앙값은 33.5일(IQR 17.25-73.50)로 생존군의 중앙값은 29일(IQR 13.00-60.00), 사망군의 중앙값은 45일(IQR 23.50-101.50)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-1.158$ ,  $p=.247$ ).

동맥혈 가스분석에서 총 연구 대상자의 수소이온농도의 중앙값은 7.28 (IQR 7.22-7.39)로 생존군의 중앙값은 7.34 (IQR 7.25-7.41), 사망군의 중앙값은 7.26 (IQR 7.17-7.38)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-2.581$ ,  $p=.010$ ). 산소 가스분압의 중앙값은 82mmHg (IQR 62.10-99.15)로 생존군의 중앙값은 92mmHg (IQR 77.00-116.00), 사망군의 중앙값은 75.7mmHg (IQR 45.05-90.20)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-3.790$ ,  $p<.001$ ).

진단 검사 결과에서 총 연구 대상자의 백혈구의 중앙값은 12,350cells/mm<sup>3</sup> (IQR 6,500.00-19,725.00)로 생존군의 중앙값은 10,400cells/mm<sup>3</sup> (IQR 7,300.00-16,600.00), 사망군의 중앙값은 13,500cells/mm<sup>3</sup> (IQR 4,700.00-24,950.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-0.755$ ,  $p=.450$ ). 혈소판의 중앙값은 71,000cells/mm<sup>3</sup> (IQR 36,500.00-171,750.00)로 생존군의 중앙값은 130,000cells/mm<sup>3</sup> (IQR 70,000.00-269,000.00), 사망군의 중앙값은 44,000cells/mm<sup>3</sup> (IQR 24,000.00-79,500.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-5.167$ ,  $p<.001$ ). C반응성 단백질의 중앙값은 7.22mg/dl (IQR 2.41-21.19)로 생존군의 중앙값은 2.46mg/dl (IQR 0.70-5.26), 사망군의 중앙값은 18.22mg/dl (IQR 10.80-26.54)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-6.996$ ,  $p<.001$ ). 사구체여과율의 중앙값은 40.58mL/min (IQR 26.11-68.75)으로 생존군의 중앙값은 43.00mL/min (IQR 19.00-93.00), 사망군의 중앙값은 39mL/min (IQR 28.00-54.78)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-0.194$ ,  $p=.846$ ). 혈액요소질소의 중앙값은 42mg/dl (IQR 21.00-67.75)로 생존군의 중앙값은 47mg/dl (IQR 18.00-79.00), 사망군의 중앙값은 39mg/dl (IQR 25.00-59.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-0.183$ ,  $p=.855$ ). 혈장 크레아티닌의 중앙값은 1.57mg/dl (IQR 0.90-3.06)로 생존군의 중앙값은 1.59mg/dl (IQR 0.81-4.23), 사망군의 중앙

값은 1.56mg/dl (IQR 1.02-2.80)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-0.150$ ,  $p=.881$ ). 포타슘의 중앙값은 4.1mEq/L (IQR 3.40-5.20)로 생존군의 중앙값은 3.9mEq/L (IQR 3.40-4.80), 사망군의 중앙값은 4.5mEq/L (IQR 3.40-5.40)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-1.661$ ,  $p=.097$ ). 나트륨의 중앙값은 139mEq/L (IQR 136.25-144.00)로 생존군의 중앙값은 139mEq/L (IQR 136.00-142.00), 사망군의 중앙값은 140mEq/L (IQR 136.50-147.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-1.608$ ,  $p=.108$ ).

진단 검사 결과 총 대상자의 뇌 나트륨이노펩티드의 중앙값은 560pg/mL (IQR 151.25-3,500.50)로 생존군의 중앙값은 182pg/mL (IQR 96.00-560.00), 사망군의 중앙값은 1,528pg/mL (IQR 512.00-4,419.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-5.136$ ,  $p<.001$ ). 프로트롬빈시간의 중앙값은 18.05secs (IQR 14.50-29.65)로 생존군의 중앙값은 15.3secs (IQR 13.30-21.70), 사망군의 중앙값은 20.7secs (IQR 16.60-36.70)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-3.903$ ,  $p<.001$ ). 활성화부분트롬보플라스틴시간의 중앙값은 48.9secs (IQR 31.60-64.68)로 생존군의 중앙값은 32.5secs (IQR 27.80-56.00), 사망군의 중앙값은 61.4secs (IQR 45.20-98.25)로 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-5.014$ ,  $p<.001$ ). 젯산 수치 중앙값은 4mmol/L (IQR 1.80-7.93)로 생존군의 중앙값은 1.8mmol/L (IQR 1.20-3.50), 사망군의 중앙값은 7.4mmol/L (IQR 4.40-11.95)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-6.988$ ,  $p<.001$ ). 혈당 수치의 중앙값은 123mg/dl (IQR 91.25-167.00)로 생존군의 중앙값은 146mg/dl (IQR 110.00-172.00), 사망군의 중앙값은 109mg/dl (86.00-155.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-2.345$ ,  $p=.019$ ).

총 연구 대상자 중 감염군은 74명(77.1%)으로 생존군은 32명(68.1%), 사망군은 42명(85.7%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=4.221$ ,  $p=.040$ ). 이 중 혈행감염인 대상자는 총 40명(41.7%)으로 생존군은 12명(25.5%), 사망군은 28명(57.1%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=9.863$ ,  $p=.002$ ). 호흡기 감염인 대상자는 총 34명(35.4%)으로 생존군은 14명(29.8%), 사망군은 20명(40.8%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=1.276$ ,  $p=.259$ ). 요로감염인 대상자는 총 37명(38.5%)으로 생존군은 13명(27.7%), 사망군은 24명(49%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=4.603$ ,  $p=.032$ ). 기타 부위 감염인 대상자는 총 12명(12.6%)

으로 생존군은 5명(10.6%), 사망군은 7명(14.6%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=0.335$ ,  $p=.563$ ).

균주에서 Staphylococcus 종류의 균주가 동정된 대상자는 총 29명(30.2%)으로 생존군은 14명(29.8%), 사망군은 15명(30.6%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=0.008$ ,  $p=.930$ ). Candida가 동정된 대상자는 총 22명(22.9%)으로 생존군은 6명(12.8%), 사망군은 16명(32.7%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=5.371$ ,  $p=.020$ ). Enterobacter 종류의 균주가 동정된 대상자는 총 19명(19.8%)으로 생존군은 4명(8.5%), 사망군은 15명(30.6%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=7.382$ ,  $p=.007$ ). Escherichia coli가 동정된 대상자는 총 10명(10.4%)으로 생존군은 1명(2.1%), 사망군은 9명(18.4%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $p=.016$ ). 기타 균이 동정된 대상자는 총 30명(31.3%)으로 생존군은 9명(19.1%), 사망군은 21명(42.9%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=6.276$ ,  $p=.012$ ).

Table 2. Clinical Characteristics of Survivors and Nonsurvivors in Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy (N=96)

| Variables  | Total<br>(n=96)       | Survivor<br>(n=47)    | Nonsurvivor<br>(n=49) | $\chi^2$<br>or Z | <i>p</i> |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|----------|
|  | n (%) or Median (IQR) |                       |                       |                  |          |
| Cardiovascular vital signs                         |                       |                       |                       |                  |          |
| Systolic blood pressure (mmHg)                     | 96.00 (81.25–110.00)  | 105.00 (95.00–125.00) | 90.00 (73.50–102.00)  | -4.043           | <.001    |
| Neurological vital signs                           |                       |                       |                       |                  |          |
| Abnormal pupil reflex                              | 15 (15.6)             | 2 (4.3)               | 13 (26.5)             | 9.029            | .003     |
| Glasgow coma scale                                 | 5.00 (3.00–12.00)     | 11.00 (3.00–15.00)    | 3.00 (3.00–7.50)      | -4.315           | <.001    |
| PRISMIII score                                     | 14.50 (8.00–21.75)    | 9.00 (7.00–17.00)     | 20.00 (14.00–28.00)   | -4.806           | <.001    |
| Acute Kidney Injury                                | 88 (91.7)             | 42 (89.4)             | 46 (93.9)             | 0.640            | .482*    |
| Urine output (mL/kg/hr for 6hours)                 | 0.38 (0.07–1.02)      | 0.38 (0.15–1.53)      | 0.38 (0.05–0.65)      | -1.604           | .109     |
| Number of vasoactive inotropic agents              | 2.00 (0–3.00)         | 0 (0–2.00)            | 3.00 (3.00–4.00)      | -7.127           | <.001    |
| Application of mechanical ventilator               | 67 (69.8)             | 19 (40.4)             | 48 (98.0)             | 37.665           | <.001    |
| Length of mechanical ventilator application (days) | 24.00 (10.00–45.00)   | 25.00 (16.00–53.00)   | 23.00 (7.00–44.00)    | -1.134           | .257     |
| Application of ECMO                                | 28 (29.2)             | 7 (14.9)              | 21 (42.9)             | 9.080            | .003     |
| Length of ECMO application (days)                  | 22.5 (7.00–35.50)     | 11.00 (7.00–24.00)    | 24.00 (7.50–38.50)    | -1.009           | .313     |
| Duration of central venous line (days)             | 33.50 (17.25–73.50)   | 29.00 (13.00–60.00)   | 45.00 (23.50–101.50)  | -1.158           | .247     |
| Arterial blood gas analysis                        |                       |                       |                       |                  |          |
| pH   | 7.28 (7.22–7.39)      | 7.34 (7.25–7.41)      | 7.26 (7.17–7.38)      | -2.581           | .010     |
| pO <sub>2</sub> (mmHg)                             | 82.00 (62.10–99.15)   | 92.00 (77.00–116.00)  | 75.70 (45.05–90.20)   | -3.790           | <.001    |

(Table 2 Continued)

| Variables                         | Total<br>(n=96)               | Survivor<br>(n=47)             | Nonsurvivor<br>(n=49)        | $\chi^2$<br>or Z | P     |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------|-------|
|                                   | n (%) or Median (IQR)         |                                |                              |                  |       |
| Laboratory data                   |                               |                                |                              |                  |       |
| WBC (cells/mm <sup>3</sup> )      | 12,350 (6,500.00–19,725.00)   | 10,400 (7,300.00–16,600.00)    | 13,500 (4,700.00–24,950.00)  | -0.755           | .450  |
| Platelet (cells/mm <sup>3</sup> ) | 71,000 (36,500.00–171,750.00) | 130,000 (70,000.00–269,000.00) | 44,000 (24,000.00–79,500.00) | -5.167           | <.001 |
| CRP (mg/dl)                       | 7.22 (2.41–21.19)             | 2.46 (0.70–5.26)               | 18.22 (10.80–26.54)          | -6.996           | <.001 |
| eGFR (mL/min)                     | 40.58 (26.11–68.75)           | 43.00 (19.00–93.00)            | 39.00 (28.00–54.78)          | -0.194           | .846  |
| BUN (mg/dl)                       | 42.00 (21.00–67.75)           | 47.00 (18.00–79.00)            | 39.00 (25.00–59.00)          | -0.183           | .855  |
| Creatinine (mg/dl)                | 1.57 (0.90–3.06)              | 1.59 (0.81–4.23)               | 1.56 (1.02–2.80)             | -0.150           | .881  |
| Potassium (mEq/L)                 | 4.10 (3.40–5.20)              | 3.90 (3.40–4.80)               | 4.50 (3.40–5.40)             | -1.661           | .097  |
| Sodium (mEq/L)                    | 139.00 (136.25–144.00)        | 139.00 (136.00–142.00)         | 140.00 (136.50–147.00)       | -1.608           | .108  |
| BNP(pg/dl)                        | 560.00 (151.25–3,500.50)      | 182.00 (96.00–560.00)          | 1,528.00 (512.00–4,419.00)   | -5.136           | <.001 |
| PT (secs)                         | 18.05 (14.50–29.65)           | 15.30 (13.30–21.70)            | 20.70 (16.60–36.70)          | -3.903           | <.001 |
| aPTT (secs)                       | 48.90 (31.60–64.68)           | 32.50 (27.80–56.00)            | 61.40 (45.20–98.25)          | -5.014           | <.001 |
| Lactic acid (mmol/L)              | 4.00 (1.80–7.93)              | 1.80 (1.20–3.50)               | 7.40 (4.40–11.95)            | -6.988           | <.001 |
| Glucose (mg/dl)                   | 123.00 (91.25–167.00)         | 146.00 (110.00–172.00)         | 109.00 (86.00–155.00)        | -2.345           | .019  |

(Table 2 Continued)

| Variables               | Total<br>(n=96)       | Survivor<br>(n=47) | Nonsurvivor<br>(n=49) | $\chi^2$<br>or Z | P     |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-------|
|                         | n (%) or Median (IQR) |                    |                       |                  |       |
| Infection               | 74 (77.1)             | 32 (68.1)          | 42 (85.7)             | 4.221            | .040  |
| Type of infection       |                       |                    |                       |                  |       |
| Bacteremia              | 40 (41.7)             | 12 (25.5)          | 28 (57.1)             | 9.863            | .002  |
| Respiratory infection   | 34 (35.4)             | 14 (29.8)          | 20 (40.8)             | 1.276            | .259  |
| Urinary tract infection | 37 (38.5)             | 13 (27.7)          | 24 (49.0)             | 4.603            | .032  |
| Other site              | 12 (12.6)             | 5 (10.6)           | 7 (14.3)              | 0.335            | .563  |
| Isolated organism       |                       |                    |                       |                  |       |
| Staphylococcus species  | 29 (30.2)             | 14 (29.8)          | 15 (30.6)             | 0.008            | .930  |
| Candidia                | 22 (22.9)             | 6 (12.8)           | 16 (32.7)             | 5.371            | .020  |
| Enterobacter species    | 19 (19.8)             | 4 (8.5)            | 15 (30.6)             | 7.382            | .007  |
| Escherichia coli        | 10 (10.4)             | 1 (2.1)            | 9 (18.4)              | -                | .016* |
| Other organisms         | 30 (31.3)             | 9 (19.1)           | 21 (42.9)             | 6.276            | .012  |

\*Fisher's exact test.

aPTT=activated partial thromboplastin time; BNP=Brain natriuretic peptide; BUN=Blood urea nitrogen; CRP=C-reactive protein; ECMO=Extracorporeal membrane oxygenation; eGFR=estimated glomerular filtration rate; IQR=Interquartile range; PRISM=Pediatric risk of mortality; PT=Prothrombin time; WBC=White blood cell.

### 3. 소아의 지속적 신대체 요법의 특성

연구 대상자의 지속적 신대체 요법 적용 일수의 중앙값은 14일(IQR 4.00-26.75)로 생존군의 중앙값은 8일(IQR 4.00-21.00), 사망군의 중앙값은 22일(IQR 8.00-33.50)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $Z=-2.388, p=.017$ ).

연구 대상자의 소아 중환자실에 입실하여 지속적 신대체 요법의 적용 시점까지 시작 일수의 중앙값은 2일(IQR 1.00-3.00)로 생존군의 중앙값은 2일(IQR 1.00-3.00), 사망군의 중앙값은 2일(IQR 1.00-4.00)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-1.921, p=.055$ ).

지속적 신대체 요법의 적용 사유 중 폐혈증이 원인인 대상자는 총 18명(18.8%)으로 생존군은 2명(4.3%), 사망군은 16명(32.6%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=12.699, p<.001$ ). 대사성 산증이 원인인 대상자는 총 25명(26.0%)으로 생존군은 8명(17.0%), 사망군은 17명(34.7%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 있었다( $\chi^2=3.890, p=.049$ ). 체액 과다가 원인인 대상자는 총 29명(30.2%)으로 생존군은 12명(25.5%), 사망군은 17명(34.7%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=0.955, p=.328$ ). 소변량 감소가 원인인 대상자는 총 52명(54.2%)으로 생존군은 22명(46.8%), 사망군은 30명(61.2%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=2.008, p=.156$ ). 기타 다른 사유인 대상자는 총 16명(16.7%)으로 생존군은 14명(29.8%), 사망군은 2명(4.1%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $p=.158$ ). 기타 사유로는 고암모니아혈증, 전해질 불균형 등이 있었다.

지속적 신대체 요법을 위한 카테터 위치 중 대퇴정맥을 사용한 대상자는 총 42명(43.8%)으로 생존군은 23명(48.9%), 사망군은 19명(38.8%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=1.006, p=.316$ ). 내경정맥을 사용한 대상자는 총 41명(42.7%)으로 생존군은 21명(44.7%), 사망군은 20명(40.8%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=0.146, p=.702$ ). 체외막산소화장치에 적용한 대상자는 총 12명(12.5%)으로 생존군은 3명(6.4%), 사망군은 9명(18.4%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=1.991, p=.158$ ). 기타 부위를 사용한 대상자는 총 1명(1.0%)으로 생존군에서는 없었고 사망군은 1명(2%)이며 우심방에 카테터를 적용한 경우로 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $p=1.000$ ).

지속적 신대체 요법 장치인 필터에 항응고제를 사용한 대상자는 총 15명

(15.6%)으로 생존군은 10명(21.3%), 사망군은 5명(10.2%)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $\chi^2=2.231$ ,  $p=.135$ ).

지속적 신대체 요법에서 1시간에 제거하는 체액을 체중으로 나눈 값의 중앙값은 1.62mL/kg/hr (IQR 1.09-2.87)로 생존군의 중앙값은 1.51mL/kg/hr (IQR 0.86-2.70), 사망군의 중앙값은 1.63mL/kg/hr (IQR 1.21-3.16)이며 두 군 간의 유의한 차이가 없었다( $Z=-0.785$ ,  $p=.432$ ).

Table 3. Comparison of the Characteristics related to Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy of Survivors and Nonsurvivors (N=96)

| Variables  | Total<br>(n=96)       | Survivor<br>(n=47) | Nonsurvivor<br>(n=49) | $\chi^2$ or Z | p      |
|--|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------------|--------|
|  | n (%) or Median (IQR) |                    |                       |               |        |
| CRRT   |                       |                    |                       |               |        |
| Duration of CRRT application (days)                | 14.00 (4.00–26.75)    | 8.00 (4.00–21.00)  | 22.00 (8.00–33.50)    | -2.388        | .017   |
| Interval from admission to CRRT application (days) | 2.00 (1.00–3.00)      | 2.00 (1.00–3.00)   | 2.00 (1.00–4.00)      | -1.921        | .055   |
| Reason of CRRT application                         |                       |                    |                       |               |        |
| Sepsis   | 18 (18.8)             | 2 (4.3)            | 16 (32.7)             | 12.699        | <.001  |
| Metabolic acidosis                                 | 25 (26.0)             | 8 (17.0)           | 17 (34.7)             | 3.890         | .049   |
| Fluid overload                                     | 29 (30.2)             | 12 (25.5)          | 17 (34.7)             | 0.955         | .328   |
| Decrease of urine output                           | 52 (54.2)             | 22 (46.8)          | 30 (61.2)             | 2.008         | .156   |
| Others   | 16 (16.7)             | 14 (29.8)          | 2 (4.1)               | -             | .158*  |
| CRRT catheter site                                 |                       |                    |                       |               |        |
| Femoral vein                                       | 42 (43.8)             | 23 (48.9)          | 19 (38.8)             | 1.006         | .316   |
| Internal jugular vein                              | 41 (42.7)             | 21 (44.7)          | 20 (40.8)             | 0.146         | .702   |
| ECMO line  | 12 (12.5)             | 3 (6.4)            | 9 (18.4)              | 1.991         | .158   |
| Others   | 1 (1.0)               | 0 (0)              | 1 (2)                 | -             | 1.000* |
| Use of anticoagulant CRRT filter                   | 15 (15.6)             | 10 (21.3)          | 5 (10.2)              | 2.231         | .135   |
| Patient removal rate (mL/kg/hr)                    | 1.62 (1.09–2.87)      | 1.51 (0.86–2.70)   | 1.63 (1.21–3.16)      | -0.785        | .432   |

\*Fisher's exact test.

CRRT=Continuous renal replacement therapy; ECMO=Extracorporeal membrane oxygenation; IQR=Interquartile range.

#### 4. 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인에 대한 단변량 분석

지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망에 유의한 영향을 미치는 요인을 파악하기 위해 단변량 로지스틱 회귀분석을 시행하였으며 검정 수준의 유의수준 0.1을 기준으로 하였다.

일반적 특성에서 소아혈액중양대과 대상자의 사망 위험은 기타 진료과에 비해 Odds ratio (OR)=3.244 (95% Confidence interval [CI]=1.219-8.629,  $p=.018$ )이었으며 소아심장과 대상자의 사망 위험은 기타 진료과에 비해 OR=2.614 (95% CI=0.919-7.433,  $p=.072$ )이었다.

지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험은 수축기혈압이 높은 경우 OR=0.675 (95% CI=0.545-0.837,  $p<.001$ ), 신경학적 징후에서 동공반사 반응이 비정상인 경우 OR=8.125 (95% CI=1.721-38.352,  $p=.008$ )이었으며 Glasgow coma scale의 점수가 높은 대상자는 OR=0.816 (95% CI=0.741-0.898,  $p<.001$ )이었다. 소아 중증도 점수인 PRISMIII score의 점수가 높은 대상자의 사망 위험은 OR=1.129 (95% CI=1.064-1.198,  $p<.001$ ), 승압제 사용 개수 1증가 시 OR=4.996 (95% CI=2.762-9.036,  $p<.001$ )이었으며 인공호흡기를 적용한 경우 OR=70.737 (95% CI=8.978-557.328  $p<.001$ )이었다. 체외막산소공급장치를 적용한 대상자의 사망 위험은 OR=4.286 (95% CI=1.605-11.446,  $p=.004$ ), 동맥혈 가스분석에서 수소이온농도가 높을수록 OR=0.639 (95% CI=0.458-0.892,  $p=.008$ )이었으며 산소 가스분압이 높을수록 OR=0.760 (95% CI=0.648-0.893,  $p=.001$ )이었다.

진단 검사 결과에서 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험은 혈소판 수치가 높을수록 OR=0.988 (95% CI=0.982-0.994,  $p<.001$ ), C반응성 단백질의 수치가 높을수록 OR=1.264 (95% CI=1.146-1.394,  $p<.001$ )이었으며 포타슘의 수치가 높을수록 OR=1.335 (95% CI=0.971-1.889,  $p=.074$ )이었다. 뇌나트륨이뇨펩티드의 수치가 높을수록 사망 위험은 OR=1.055 (95% CI=1.026-1.084,  $p<.001$ ), 프로트롬빈시간이 길수록 OR=1.043 (95% CI=1.006-1.082,  $p=.024$ )이었으며 활성화부분트롬보플라스틴시간이 길수록 OR=1.038 (95% CI=1.017-1.061,  $p=.001$ )이었다. 젓산 수치가 높을수록 사망 위험은 OR=2.394 (95% CI=1.648

-3.476,  $p < .001$ ), 혈당 수치가 높을수록  $OR=0.969$  (95%  $CI=0.914-1.028$ ,  $p=.293$ ) 이었다.

지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험은 감염이 된 대상자의 경우  $OR=2.812$  (95%  $CI=1.026-7.708$ ,  $p=.044$ ), 혈류 감염이 된 대상자는  $OR=3.889$  (95%  $CI=1.636-9.246$ ,  $p=.002$ )이었으며 요로 감염이 된 대상자는  $OR=2.511$  (95%  $CI=1.073-5.873$ ,  $p=.034$ )이었다. *Candida*가 동정된 대상자의 사망 위험은  $OR=3.313$  (95%  $CI=1.166-9.413$ ,  $p=.025$ ), *Enterobacter* 종류의 균주가 동정된 대상자는  $OR=4.743$  (95%  $CI=1.441-15.067$ ,  $p=.010$ )이었으며 *Escherichia coli*가 동정된 대상자는  $OR=10.350$  (95%  $CI=1.256-85.283$ ,  $p=.030$ )이었다. 기타 다른 균이 동정된 대상자의 사망 위험은  $OR=3.167$  (95%  $CI=1.261-7.953$ ,  $p=.014$ ) 이었다.

지속적 신대체 요법의 적용일수가 긴 대상자의 사망 위험은  $OR=1.026$  (95%  $CI=1.004-1.048$ ,  $p=.023$ )이었으며 소아 중환자실에 입실하여 지속적 신대체 요법의 적용 시점까지의 시작 일수가 긴 대상자는  $OR=1.021$  (95%  $CI=0.968-1.078$ ,  $p=.441$ )이었다. 지속적 신대체 요법의 적용 사유 중 패혈증이 원인인 대상자의 사망 위험은  $OR=10.909$  (95%  $CI=2.346-50.738$ ,  $p=.002$ )이었으며 대사성 산증이 원인인 대상자의 경우  $OR=2.590$  (95%  $CI=0.990-6.775$ ,  $p=.052$ )이었다.

Table 4. Univariate Analysis of Factors Associated with Mortality in Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy(N=96)

| Variables                                 | OR     | 95% CI        | <i>p</i> |
|---|--------|---------------|----------|
| Department                                |        |               |          |
| Hemato-oncology                           | 3.244  | 1.219-8.629   | .018     |
| Cardiology                                | 2.614  | 0.919-7.433   | .072     |
| Cardiovascular vital signs                |        |               |          |
| Systolic blood pressure (per 10mmHg)      | 0.675  | 0.545-0.837   | <.001    |
| Neurological vital signs                  |        |               |          |
| Abnormal pupil reflex                     | 8.125  | 1.721-38.352  | .008     |
| Glasgow coma scale                        | 0.816  | 0.741-0.898   | <.001    |
| PRISMIII score                            | 1.129  | 1.064-1.198   | <.001    |
| Number of vasoactive inotropic agents     | 4.996  | 2.762-9.036   | <.001    |
| Application of mechanical ventilator      | 70.737 | 8.978-557.328 | <.001    |
| Application of ECMO                       | 4.286  | 1.605-11.446  | .004     |
| Arterial blood gas analysis               |        |               |          |
| pH (per 0.1)                              | 0.639  | 0.458-0.892   | .008     |
| pO2 (per 10mmHg)                          | 0.760  | 0.648-0.893   | .001     |
| Laboratory data                           |        |               |          |
| Platelet (per 1000cells/mm <sup>3</sup> ) | 0.988  | 0.982-0.994   | <.001    |
| C-reactive protein (mg/dl)                | 1.264  | 1.146-1.394   | <.001    |
| Potassium (mEq/L)                         | 1.335  | 0.971-1.889   | .074     |
| Brain natriuretic peptide (per 100pg/dl)  | 1.055  | 1.026-1.084   | <.001    |
| Prothrombin time (secs)                   | 1.043  | 1.006-1.082   | .024     |
| aPTT (secs)                               | 1.038  | 1.017-1.061   | .001     |
| Lactic acid (mmol/L)                      | 2.394  | 1.648-3.476   | <.001    |
| Glucose (per 10mg/dl)                     | 0.969  | 0.914-1.028   | .293     |

(Table 4 Continued)

| Variables  | OR     | 95% CI       | <i>p</i> |
|--|--------|--------------|----------|
| Infection  | 2.812  | 1.026–7.708  | .044     |
| Type of infection                                  |        |              |          |
| Bacteremia   | 3.889  | 1.636–9.246  | .002     |
| Urinary tract infection                            | 2.511  | 1.073–5.873  | .034     |
| Isolated organism                                  |        |              |          |
| Candida  | 3.313  | 1.166–9.413  | .025     |
| Enterobacter species                               | 4.743  | 1.441–15.607 | .010     |
| Escherichia coli                                   | 10.350 | 1.256–85.283 | .030     |
| Other organisms                                    | 3.167  | 1.261–7.953  | .014     |
| Duration of CRRT application (days)                | 1.026  | 1.004–1.048  | .023     |
| Interval from admission to CRRT application (days) | 1.021  | 0.968–1.078  | .441     |
| Reason of CRRT application                         |        |              |          |
| Sepsis   | 10.909 | 2.346–50.738 | .002     |
| Metabolic acidosis                                 | 2.590  | 0.990–6.775  | .052     |

aPTT=activated partial thromboplastin time; CI=Confidence interval; CRRT=Continuous renal replacement therapy; ECMO=Extracorporeal membrane oxygenation; OR=Odds ratio; PRISM=Pediatric risk of mortality.

## 5. 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인에 대한 다변량 분석

본 연구의 단변량 분석 결과를 토대로 하여 양측 검정 수준의 유의수준 0.1을 기준으로 통계적으로 유의한 차이를 나타낸 변수 중 PRISMIII score에 포함된 수축기 혈압, 동맥혈 가스분석 변수를 제외하였고 진단 검사 변수 중 젓산 수치를 제외한 나머지 변수들을 자료 분석에서 제외하였다. 신경학적 징후를 대표할 수 있는 변수인 Glasgow coma scale (Iacono et al., 2014)을 분석에 포함하였으며 비정상적인 동공반사는 PRISMIII score에 포함되어 제외하였다. 감염 부위와 감염 균주는 대상자 1명이 여러 부위와 균주를 포함하는 경우가 많아 감염 여부만을 조사하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하였다.

후진 LR (Likelihood Ratio) 방법으로 시행한 최종 회귀모형은 통계적으로 유의하였고( $\chi^2=97.362$ ,  $p<.001$ ), Nagelkerke 결정계수에 의한 설명력은 85.0%로 나타났다. 분류 정확도는 93.9%, 모형의 적합성은 Hosmer와 Lemeshow 검정 결과 자료에 잘 부합하는 것으로 나타났다( $\chi^2=2.825$ ,  $p=.945$ ).

지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인은 승압제 사용 개수, 젓산 수치, 지속적 신대체 요법의 적용일수로 나타났으며 승압제 사용 개수가 1개 증가 시 OR=5.233 (95% CI=1.804-15.176,  $p=.002$ )이었다. 젓산 수치 1mmol/L증가 시 OR=1.076 (95% CI=1.023-1.131,  $p=.004$ )이었으며 지속적 신대체 요법의 적용일수가 1일 증가 시 OR=1.043 (95% CI=1.004-1.084,  $p=.030$ )이었다.

Table 5. Multivariate Analysis of Factors Associated with Mortality in Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy

(N=96)

| Variables                                | OR    | 95% CI       | <i>p</i> |
|--|-------|--------------|----------|
| Number of vasoactive inotropic agents    | 5.233 | 1.804-15.176 | .002     |
| Brain natriuretic peptide (per 100pg/dl) | 0.948 | 0.896-1.004  | .066     |
| Lactic acid (mmol/L)                     | 1.076 | 1.023-1.131  | .004     |
| Duration of CRRT application (days)      | 1.043 | 1.004-1.084  | .030     |
| Sepsis                                   | 6.910 | 0.794-60.133 | .080     |

CI=Confidence interval; CRRT=Continuous renal replacement therapy; OR=Odds ratio.

## V . 논의

본 연구는 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인을 파악하여 사망률을 감소시키고 긍정적인 임상 결과를 위한 기초자료를 마련하고자 시행하였다. 본 연구에서 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망률의 경향을 확인할 수 있었다. 10년 동안의 초기 자료에서는 적용률이 대부분 한 자릿수로 적어 정확한 사망률을 알기 어려웠지만 최근 5년 동안의 자료에서 살펴보면 2018년 75%, 2019년 70%, 2020년 78%, 2021년 56%, 2022년 24%로 사망률이 감소하는 경향을 나타내는 것을 확인할 수 있다.

지속적 신대체 요법을 시행 받은 소아 중환자의 사망 위험요인을 파악하기 위해 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행한 결과 적용 시점에서의 승압제 사용 개수가 많을수록, 젓산 수치가 높을수록, 지속적 신대체 요법의 적용일수가 길수록 사망위험이 높은 것으로 나타났다. 이는 선행 연구에서 승압제 사용 시 사망률이 증가한다는 결과(Al-Ayed et al., 2018; Choi et al., 2017; Miklaszewska et al., 2017; Sutherland et al., 2010)와 유사하였고, 승압제 사용 개수가 많을수록 사망률이 증가한다는 결과(Choi et al., 2016; Miklaszewska et al., 2019; Park & Shin, 2011; Sutherland et al., 2010)와 일치하였다. 저혈압은 패혈증의 병태생리의 중요한 특징 중 하나로 저혈압 기간이 길어질수록 패혈성쇼크로 진행될 가능성이 더욱 커지게 된다. 빠른 혈압 조절로 조기에 승압제를 적용하여 혈압을 적절히 조절하면 패혈증의 발생 가능성이 감소하여 다장기부전이나 사망률을 감소시킬 수 있다(Beck et al., 2014). 승압제는 저혈압이나 패혈성쇼크일 때 혈압을 상승시키기 위한 약물이다. 성분은 카테콜아민으로 교감신경을 자극하여 말초혈관을 수축하여 혈압을 상승시키는 것이 주요 작용이며 이로 인해 혈액 순환이 저하된다. 또한 심근 자체의 기능을 향상시키는 약물도 있으며 이는 오래 사용할 경우 심장 기능저하로 인한 순환장애로 다장기부전을 발생시킬 수 있다(Black et al., 2020). 선행 연구에서 저혈압의 빠른 교정이 중요함을 강조하였고 본 연구에서 적용 개수가 많을수록 사망의 위험이 증가하므로 지속적 신대체 요법을 적용 중인 환자들에서는 적절한 승압제를 조기에 적용하여 혈액역동학적 안정성을 유지해주는 것이 임상 예후에 중요한 영향을 미치는 요소임을 확인할 수 있다. 승압

제는 여러 종류가 있고 약마다 기전이 다르기 때문에 작용과 부작용이 다르게 나타난다. 선행 연구들 중 승압제의 개수에 대한 연구들은 있지만 어떤 기전으로 작용하는 약을 사용하였는지에 대한 연구가 많지 않았다. 본 연구에서 소아 심장과 대상자가 26명(27%)으로 소아혈액중양내과에 이에 두 번째로 많은 분포를 보였고 심장에 영향을 주는 승압제의 사용으로 인해 나타나는 결과가 기저질환에 따라서 다를 수 있기 때문에 이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 젓산 수치가 높을수록 사망 위험이 증가한다는 결과는 선행 연구에서 젓산 수치가 생존군과 사망군에서 유의한 차이를 보였다는 결과(Choi et al., 2017)와 유사하였다. 소아의 지속적 신대체 요법을 다룬 선행 연구에서 젓산 수치에 대한 연구의 수가 적어 정확한 결과를 비교하기는 어려웠으나 높은 젓산 수치가 사망률에 영향을 줄 수 있다는 선행 연구들은 많았다. 중환자실에서 평가된 젓산 수치가 병원 내 사망률을 예측하는 인자로 유용하다는 결과(Kruse et al., 2011)가 있었고, 혈장 내 높은 젓산 수치가 심각한 패혈증 환자의 사망률을 예측하는 임상적 진단 검사임(Mikkelsen et al., 2009)이 보고된 바 있다. 젓산은 젓산염과 음이온으로 해리되어 미토콘드리아에서 수소 이온과 만나 피루브산을 생성한다. 이때 젓산탈수소효소가 젓산과 피루브산 간의 수소 전이 반응을 촉매하여 평형을 이루게 되는데 이 평형 상태가 균형을 이루지 못하게 되면 젓산 수치가 상승하여 저산소증 및 저관류로 인한 다장기부전이나 패혈증을 유발할 수 있다(Beck et al., 2014). 패혈증이 진행되면 젓산 수치가 상승하므로 사망률 감소를 위해 감염에 대한 치료적 중재가 우선시되어야 한다. 또한 저혈압을 동반한 패혈증 및 젓산 수치의 상승은 사망률을 높일 수 있고(Casserly et al., 2015), 승압제를 사용하는 대상자의 경우 높은 젓산 수치를 나타낼 때 더 높은 사망률을 보이며(Cocchi et al., 2011), 승압제 사용과 높은 젓산 수치가 사망률을 예측하는 인자로서 유용하다(Beck et al., 2014; Mikkelsen et al., 2009)는 선행 연구의 결과로 보아 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자에 있어서도 동일하게 혈장 내 높은 젓산 수치와 승압제를 필요로 하는 저혈압은 유의한 사망 위험요인으로 볼 수 있다. 소아 중환자실에서 패혈증으로 인한 사망이 약 25%로 많고(Cruz et al., 2020), 패혈증을 동반한 급성 신손상의 경우 예후가 좋지 않음(Lee et al., 2016)을 고려할 때 패혈증 시 상승될 수 있는 진단 검사 수치인 젓산 수치에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 또한 승압제 적용과 높은 젓산 수치는 사망률을

예측하는 인자로 유용하므로 지속적 신대체 요법의 적용을 시작하는 환자들을 대상으로 여러 임상자료를 수집하여 사망률 및 생존율을 예측할 수 있는 모델 개발 시 임상에 유용할 것으로 생각된다.

본 연구에서 지속적 신대체 요법의 적용일수가 길수록 사망위험이 증가한다는 결과는 적용일수가 짧을수록 임상 결과와 예후가 좋다는 결과의 선행 연구(Wald et al., 2006)와 유사하였다. 다른 선행 연구에서는 지속적 신대체 요법의 적용 시간이 사망률에 유의한 차이가 없었다는 결과(Al-Ayed et al., 2018; Choi et al., 2016)가 나타났는데 이는 선행 연구의 연구 대상자의 연령대와 기저질환의 분포가 본 연구와 다르기 때문이라고 생각한다. 급성 신손상은 기저질환으로 인한 이차적인 증상으로 나타나 지속적 신대체 요법을 적용하는 경우가 많은데 선행 연구의 대상자는 소아와 신생아를 포함하였고 신생아가 21.1%의 분포를 보였다. 적용 사유 또한 고질소혈증이 81.9%로 가장 많았으며 이는 본 연구의 가장 많은 적용 사유인 패혈증과는 다르게 나타났다. 소아는 체중과 연령대의 범위가 넓고 연령에 따른 기저질환 자체가 다르며 질환의 경과가 다르기 때문에(Park, 2009) 더 세분화된 분류를 통한 지속적 신대체 요법에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서 체내 수분 저류 정도를 나타내는 수치인 뇌나트륨이노셉티드의 높은 수치는 사망 위험요인으로 유의하지 않은 결과가 나왔지만 이는 체액 과다를 의미하므로 임상적으로 볼 때 의미있는 변수이다. 선행 연구에서 뇌나트륨이노셉티드에 대한 연구가 적어 정확한 결과를 확인하기 어려워 체액 과다가 사망률에 유의한 차이를 보였던 연구와 비교하였다. 선행 연구에서 지속적 신대체 요법 시작 시점에 체액 과다가 나타나는 경우 사망률이 증가하고(Goldstein et al, 2005; Miklaszewska et al, 2019), 체내 수분의 저류 정도가 심할수록 사망률이 증가한다(Park & Shin, 2011)는 결과가 있었다. 또한 지속적 신대체 요법의 적용 사유가 체액 과다인 경우 사망률에 유의한 차이를 보였고(Al-Ayed et al, 2018), 지속적 신대체 요법의 시작 시점에 체액 과다가 나타나는 경우 사망률이 증가한다는(Goldstein et al., 2005; Miklaszewska et al., 2019) 선행 연구의 결과가 있었으며, 체내 수분의 저류 정도가 심할수록 사망률이 증가(Park & Shin, 2011), 지속적 신대체 요법의 적용 사유가 체액 과다인 경우 사망률에 유의한 차이를 보였던(Al-Ayed et al., 2018) 선행 연구의 결과도 있었다. 체내 수분 저류 정도인 체액 과다를 측정하는 계산법이 있긴 하지만 실제 임상에서는 적용하기 어려

운 실정이다. 대상자가 중환자실에 입실하기 전에 병동에 있었다면 섭취량과 배설량의 정확한 확인이 가능하지만 응급실을 통해서 온 대상자의 경우에는 정확한 체액 과다 정도를 알기 어렵기 때문에 측정이 어려워 본 연구에서는 뇌나트륨이뇨펩티드로 확인하는 방법이 가장 적절하다고 판단하여 자료를 수집하였다. 현재의 체액 과다 계산법은 쉽게 확인 가능한 방법이라고 보기 어려우므로 임상에서 쉽게 확인할 수 있는 진단 검사 수치로 체내 수분 저류를 정확하게 확인할 수 지표가 마련된다면 체액 과다를 판단할 기초자료로 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 또한 소아의 지속적 신대체 요법 연구에서 뇌나트륨이뇨펩티드 수치에 대한 선행 연구가 적어 본 연구와 비교하기 어려움이 있었으므로 이에 대한 추가 연구가 필요하다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 서울 시내 단일 의료 기관에서 진행된 연구이며 둘째, 대상자 수가 적어 연구결과를 일반화하기 어렵다는 점, 그리고 셋째, 소아의 지속적 신대체 요법에 대한 선행 연구의 수가 적어 본 연구의 결과와 비교할 수 있는 부분이 제한적이었다는 점이다. 또한 2013년 1월부터 2022년 12월까지 10년의 기간에 의료 발전으로 인한 소아 중환자실에서의 치료 과정과 방법에 많은 변화가 있었을 것으로 생각되나 이에 따른 결과를 알기 어렵다는 점이다. 그럼에도 불구하고 단일 기관의 소아 중환자실에서 적은 대상자수로 자료를 수집하였기 때문에 치료 과정과 결과에 외적인 변수들이 최소화되었고 모든 대상자에게 치료 방법의 변화가 동일하게 적용되었을 것으로 생각해볼 수 있기 때문에 의미있는 결과라고 볼 수 있다.

위와 같은 제한점이 있음에도 본 연구는 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인을 파악하여 이에 대한 이해를 도와 긍정적인 임상 결과를 나타낼 것으로 생각한다. 또한 소아의 지속적 신대체 요법에 대한 연구의 수가 적기 때문에 이에 대한 기초 자료를 제공했다는 데에 의의가 있다.

## Ⅵ . 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구는 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인을 파악하기 위한 후향적 조사연구이다.

본 연구의 결과를 통해 지속적 신대체 요법을 적용한 소아 중환자의 사망 위험요인을 확인하였다. 승압제의 사용 개수가 많을수록, 젓산 수치가 높을수록, 지속적 신대체 요법의 적용일수가 길수록 사망 위험이 높은 것으로 나타났다. 이러한 연구결과를 토대로 지속적 신대체 요법을 적용한 경우 승압제의 사용 개수가 많으면 말초혈관의 과도한 수축으로 전신 순환에 문제가 생길 수 있고 이로 인해 다장기부전 및 패혈증으로 인한 사망 위험을 높일 수 있으므로 혈압조절이 중요하다는 것을 알 수 있다. 젓산 수치가 높아지면 사망 위험을 높일 수 있으므로 이에 선행되는 감염 및 패혈증에 대한 치료적 중재가 필요하며 정기적인 균배양 검사를 통해 원인균에 대한 적절한 항생제 치료가 필요하다. 또한 지속적 신대체 요법의 적용일수가 길수록 사망 위험을 높일 수 있으므로 신장 기능이 저하된 원인을 파악하여 신장 기능 향상을 위한 치료적 중재가 필요하다.

지속적 신대체 요법을 적용하는 경우는 신장 그 자체의 질환보다는 이차적인 증상으로 급성 신손상이 나타나는 경우가 많으므로 사망 위험을 낮추기 위해서는 급성 신손상이 왜 발생하였는지 원인을 파악하여 이에 대한 신속한 교정이 필요하며 기저질환에 대한 치료적 중재가 선행되어야 한다.

## 2. 제언

첫째, 본 연구는 서울 시내 일개 상급종합병원에서 조사한 연구로 연구결과의 일반화에 제한이 있으므로 다기관에서의 여러 대상자를 포함한 반복 연구가 필요하다.

둘째, 소아의 특성상 연령대와 체중의 범위가 넓고 연령대에 따른 기저질환의 분포가 다르며 지속적 신대체 요법을 적용한 사유 또한 연령대별로 특징적이므로 더 세분화된 분류를 하여 지속적 신대체 요법에 대한 연구가 필요하다.

셋째, 본 연구의 결과와 비교할 선행 연구가 많지 않아 결과 해석의 제한이 있으므로 소아의 지속적 신대체 요법에 대한 반복 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- Al-Ayed, T., Siddiqui, N. U. R., Alturki, A., & Aljofan, F. (2018). Outcome of continuous renal replacement therapy in critically ill children: a retrospective cohort study. *Annals of Saudi Medicine*, 38(4), 260-268. <https://dx.doi.org/10.5144/0256-4947.2018.260>
- Beck, V., Chateau, D., Bryson, G. L., Pisipati, A., Zanotti, S., Parrillo, J. E., et al. (2014). Timing of vasopressor initiation and mortality in septic shock: a cohort study. *Critical Care*, 18, 1-8.
- Black, L. P., Puskarich, M. A., Smotherman, C., Miller, T., Fernandez, R., & Guirgis, F. W. (2020). Time to vasopressor initiation and organ failure progression in early septic shock. *Journal of the American College of Emergency Physicians Open*, 1(3), 222-230. <https://dx.doi.org/10.1002/emp2.12060>
- Boeddha, N. P., Schlapbach, L. J., Driessen, G. J., Herberg, J. A., Rivero-Calle, I., Cebey-López, M., et al. (2018). Mortality and morbidity in community-acquired sepsis in European pediatric intensive care units: a prospective cohort study from the European Childhood Life-threatening Infectious Disease Study (EUCLIDS). *Critical Care*, 22(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2052-7>
- Bouchard, J., Soroko, S. B., Chertow, G. M., Himmelfarb, J., Ikizler, T. A., Paganini, E. P., et al. (2009). Fluid accumulation, survival and recovery of kidney function in critically ill patients with acute kidney injury. *Kidney International*, 76(4), 422-427. <https://doi.org/10.1038/ki.2009.159>
- Casserly, B., Phillips, G. S., Schorr, C., Dellinger, R. P., Townsend, S. R., Osborn, T. M., et al. (2015). Lactate measurements in sepsis-induced tissue hypoperfusion: results from the Surviving Sepsis Campaign database. *Critical Care Medicine*, 43(3), 567-573.

<https://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000000742>

- Celik, G., Silinou, E., Vo Van, C., Jean, G., & Chazot, C. (2012). Plasma BNP, a useful marker of fluid overload in hospitalized hemodialysis patients. *Hemodialysis International*, *16*(1), 47–52.  
<https://dx.doi.org/10.1111/j.1542-4758.2011.00627.x>
- Choi, A. G., Choi, S. J., Choi, H. J., & You, M. Y. (2016). Clinical differences and outcomes of continuous renal replacement therapy between critically ill neonates and children. *Journal of Korean Critical Care Nursing*, *9*(1), 40–50.
- Choi, J. W., Chung, W. J., Han, Y. J., Lee, J. K., Suh, D. I., Park, J. D., et al. (2011). Predictors of mortality and complication in pediatric patients who require continuous renal replacement therapy in pediatric intensive care unit. *Korean Journal of Critical Care Medicine*, *26*(3), 171–176. <https://dx.doi.org/10.4266/kjccm.2011.26.3.171>
- Choi, S. J., Ha, E. J., Jhang, W. K., & Park, S. J. (2017). Factors associated with mortality in continuous renal replacement therapy for pediatric patients with acute kidney injury. *Pediatric Critical Care Medicine*, *18*(2), e56–e61. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000001024>
- Cocchi, M. N., Miller, J., Hunziker, S., Carney, E., Saliccioli, J., Farris, S., et al. (2011). The association of lactate and vasopressor need for mortality prediction in survivors of cardiac arrest. *Minerva Anestesiologica*, *77*(11), 1063–1071.
- Cruz, A. T., Lane, R. D., Balamuth, F., Aronson, P. L., Ashby, D. W., Neuman, M. I., et al., (2020). Updates on pediatric sepsis. *Journal of the American College of Emergency Physicians Open*, *1*(5), 981–993.  
<https://doi.org/10.1002/emp2.12173>
- Eckardt, K. U., & Kasiske, B. L. (2012). Chapter 2. Definition and classification of CKD. *Kidney Disease Improving Global Outcomes*. *2*(1). 19–36. <https://doi.org/10.1007/s10157-009-0132-3>
- Foley, R. N., Sexton, D. J., Reule, S., Solid, C., Chen, S. C., & Collins, A. J.

- (2015). End-stage renal disease attributed to acute tubular necrosis in the United States, 2001–2010. *American Journal of Nephrology*, *41*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1159/000369832>
- Gettings, L. G., Reynolds, H. N., & Scalea, T. (1999). Outcome in post-traumatic acute renal failure when continuous renal replacement therapy is applied early vs late. *Intensive Care Medicine*, *25*(8), 805–813. <https://doi.org/10.1007/s001340050956>
- Gibney, R. N., Bagshaw, S. M., Kutsogiannis, D. J., & Johnston, C. (2008). When should renal replacement therapy for acute kidney injury be initiated and discontinued? *Blood Purification*, *26*(5), 473–484. <https://doi.org/10.1159/000157325>
- Goldstein, S. L., Somers, M. J., Baum, M. A., Symons, J. M., Brophy, P. D., Blowey, D., et al. (2005). Pediatric patients with multi-organ dysfunction syndrome receiving continuous renal replacement therapy. *Kidney International*, *67*(2), 653–658. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2005.67121.x>
- Heart, N., Wiedemann, H. P., Wheeler, A. P., Bernard, G. R., Thompson, B. T., Hayden, D., et al. (2006). Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury. *Journal of Vascular Surgery*, *44*(4), 909. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.08.053>
- Iacono, L. A., Wells, C., & Mann-Finnerty, K. (2014). Standardizing neurological assessments. *Journal of Neuroscience Nursing*, *46*(2), 125–132. <http://doi.org/10.1097/JNN.0000000000000035>
- Jacka, M. J., Ivancinova, X., & Gibney, R. T. (2005). Continuous renal replacement therapy improves renal recovery from acute renal failure. *Canadian Journal of Anesthesia*, *52*(3), 327–332. <https://doi.org/10.1007/bf03016071>
- Kruse, O., Grunnet, N., & Barfod, C. (2011). Blood lactate as a predictor for in-hospital mortality in patients admitted acutely to hospital a systematic review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation*

*and Emergency Medicine*, 19(1), 1–12.

<https://doi.org/10.1186/1757-7241-19-1>

Lameire, N. H., Bagga, A., Cruz, D., De Maeseneer, J., Endre, Z., Kellum, J. A., et al. (2013). Acute kidney injury: an increasing global concern. *The Lancet*, 382(9887), 170–179.

[https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)60647-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)60647-9)

Lee, E. K & Jang, J. W. (2012). Renal replacement therapy in acute kidney injury. *Journal of Internal Medicine*, 82(1), 17–21.

<https://doi.org/10.3904/kjm.2012.82.1.17>

Lee, J. H., Kim, H. Y., Bae, E. H., Kim, S. W., & Ma, S. K. (2016). Biomarkers predicting survival of sepsis patients treated with continuous renal replacement therapy. *Chonnam Medical Journal*, 53(1), 64–68. <https://doi.org/10.4068/cmj.2017.53.1.64>

Mateer, F. M., Greenman, L., & Danowski, T. S. (1955). Hemodialysis of the uremic child. *American Journal of Diseases of Children*, 89(6), 645–655. <https://doi.org/10.1001/archpedi.1955.02050110785001>

Mehta, R. L., Cerdá, J., Burdmann, E. A., Tonelli, M., García-García, G., Jha, V., et al. (2015). International Society of Nephrology's 0by25 initiative for acute kidney injury (zero preventable deaths by 2025): a human rights case for nephrology. *The Lancet*, 385(9987), 2616–2643. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(15\)60126-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(15)60126-x)

Mikkelsen, M. E., Miltiades, A. N., Gaiieski, D. F., Goyal, M., Fuchs, B. D., Shah, C. V., et al. (2009). Serum lactate is associated with mortality in severe sepsis independent of organ failure and shock. *Critical Care Medicine*, 37(5), 1670–1677.

<https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31819fcf68>

Miklaszewska, M., Korohoda, P., Zachwieja, K., Sobczak, A., Kobylarz, K., Stefanidis, C., et al. (2019). Factors affecting mortality in children requiring continuous renal replacement therapy in pediatric intensive care unit. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 28(5),

615–623. <https://doi.org/10.17219/acem/81051>

- Modem, V., Thompson, M., Gollhofer, D., Dhar, A. V., & Quigley, R. (2014). Timing of continuous renal replacement therapy and mortality in critically ill children. *Critical Care Medicine*, *42*(4), 943–953. <https://doi.org/10.1097CCM.0000000000000039>
- Park, J. M. (2009). Continuous renal replacement therapy in children. *Childhood Kidney Diseases*, *13*(2), 118–129. <https://doi.org/10.3339/jkspn.2009.13.2.118>
- Park, K. S., Son, K. Y., Hwang, Y. S., Kim, J. A., Cheung, I. C., Shin, J. I., et al. (2007). Outcome and prognosis in critically ill children receiving continuous renal Replacement therapy. *Childhood Kidney Diseases*, *11*(2), 247–254. <https://doi.org/10.3345/jkspn.2007.11.247>
- Park, S. J., & Shin, J. I. (2011). Overview of Pediatric Continuous Renal Replacement Therapy in Acute Kidney Injury. *Childhood Kidney Diseases*, *15*(2), 107–115. <https://doi.org/10.3339/jkspn.2011.15.2.107>
- Pollack, M. M., Patel, K. M., & Ruttimann, U. E. (1996). PRISM III: an updated Pediatric Risk of Mortality score. *Critical Care Medicine*, *24*(5), 743–752.
- Song, Y. J., Ham, G. S., Lee, S. Y., Son, I. S., Jung, Y. M., Park, B. B., et al. (2010). Verification of the objective for application of a modified Glasgow Coma Scale in a pediatric intensive care unit. *Perspectives in Nursing Science*, *7*(1), 43–49.
- Sutherland, S. M., Zappitelli, M., Alexander, S. R., Chua, A. N., Brophy, P. D., Bunchman, T. E., et al. (2010). Fluid overload and mortality in children receiving continuous renal replacement therapy: the prospective pediatric continuous renal replacement therapy registry. *American Journal of Kidney Diseases*, *55*(2), 316–325. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.10.048>
- Tolwani, A. (2012). Continuous renal-replacement therapy for acute kidney injury. *New England Journal of Medicine*, *367*(26), 2505–2514.

<https://dx.doi.org/10.1056/NEJMct1206045>

- Tuncer, G. H. E., Ekim, M., Okulu, E., Atasay, B., & Kendirli, T. (2021). Continuous renal replacement therapy in critically ill children: single-center experience. *Turkish Journal of Medical Sciences*, *51*(1), 188-194. <https://doi.org/10.3906/sag-2006-227>
- Uchino, S., Bellomo, R., Morimatsu, H., Morgera, S., Schetz, M., Tan, I., et al. (2009). Discontinuation of continuous renal replacement therapy: a post hoc analysis of a prospective multicenter observational study. *Critical Care Medicine*, *37*(9), 2576-2582. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e3181a38241>
- Wald, R., Deshpande, R., Bell, C. M., & Bargman, J. M. (2006). Survival to discharge among patients treated with continuous renal replacement therapy. *Hemodialysis International*, *10*(1), 82-87. <https://doi.org/10.1111/j.1542-4758.2006.01179.x>

<부록-증례기록지>

| 일반적 특성                     |                              |                                     |                              |           |  |                               |                                 |     |  |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----------|--|-------------------------------|---------------------------------|-----|--|
| No                         |                              | 나이                                  |                              | 성별        |  | 키                             |                                 | 몸무게 |  |
| 진료과                        | <input type="checkbox"/> PHO |                                     | <input type="checkbox"/> NEP |           | <input type="checkbox"/> PEM                 |                               | <input type="checkbox"/> PCD    |     |  |
|                            | <input type="checkbox"/> PGN |                                     | <input type="checkbox"/> PCC |           | <input type="checkbox"/> CAA                 |                               | <input type="checkbox"/> Others |     |  |
| C.C                        |                              |                                     |                              |           |  |                               |                                 |     |  |
| 진단명                        |                              |                                     |                              |           |  |                               |                                 |     |  |
| 입원날짜                       | 퇴원날짜                         |                                     |                              | PICU 입실날짜 |  | PICU 퇴실날짜                     |                                 |     |  |
|                            |                              |                                     |                              |           |  |                               |                                 |     |  |
| 임상적 특성                     |                              |                                     |                              |           |  |                               |                                 |     |  |
| Cardiovascular vital signs |                              | sBP                                 |                              | HR        |  | T(°C)                         |                                 |     |  |
| Neurologic vital signs     |                              | Pupil >3mm<br>or fix (0-2)          |                              |           |  | Mental State                  |                                 |     |  |
| Acid-base/blood gases      |                              | pH                                  |                              |           |  | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |                                 |     |  |
|                            |                              | pCO <sub>2</sub>                    |                              |           |  | pO <sub>2</sub>               |                                 |     |  |
| 진단 검사                      | WBC                          |                                     | Plt                          |           | CRP  |                               | eGFR                            |     |  |
|                            | BUN                          |                                     | Cr                           |           | K  |                               | Na                              |     |  |
|                            | BNP                          |                                     | PT                           |           | aPTT   |                               |                                 |     |  |
|                            | Lactic acid                  |                                     |                              |           | Glucose                                      |                               |                                 |     |  |
| PRISMIII score             |                              |                                     |                              |           |  |                               |                                 |     |  |
| urine output(mL/kg/hr)     |                              |                                     |                              |           |  |                               |                                 |     |  |
| AKI 진단                     |                              | <input type="checkbox"/> Yes        |                              |           | <input type="checkbox"/> No                  |                               |                                 |     |  |
| 승압제 사용 유무                  |                              | <input type="checkbox"/> Yes ( :개)  |                              |           | <input type="checkbox"/> No                  |                               |                                 |     |  |
| 인공호흡기 적용 유무                |                              | <input type="checkbox"/> Yes        |                              |           | <input type="checkbox"/> No                  |                               |                                 |     |  |
| 인공호흡기 적용/종료 날짜             |                              |                                     |                              |           |  |                               |                                 |     |  |
| 중심정맥관 적용 유무                |                              | <input type="checkbox"/> Yes        |                              |           | <input type="checkbox"/> No                  |                               |                                 |     |  |
| 중심정맥관 적용/종료 날짜             |                              |                                     |                              |           |  |                               |                                 |     |  |
| 균 감염 여부                    |                              | <input type="checkbox"/> Yes        |                              |           | <input type="checkbox"/> No                  |                               |                                 |     |  |
| 균 감염 부위                    |                              | <input type="checkbox"/> Bacteremia |                              |           | <input type="checkbox"/> Respiratory         |                               |                                 |     |  |
|                            |                              | <input type="checkbox"/> CNS        |                              |           | <input type="checkbox"/> Genitourinary (UTI) |                               |                                 |     |  |
|                            |                              | <input type="checkbox"/> Abdominal  |                              |           | <input type="checkbox"/> Others              |                               |                                 |     |  |
| 감염 균주                      |                              | <input type="checkbox"/>            |                              |           |  |                               |                                 |     |  |

| CRRT                        |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|
| CRRT 시작 날짜                  |  | CRRT 종료 날짜                                     |  |
| CRRT 시작 이유                  | <input type="checkbox"/> Sepsis          | <input type="checkbox"/> Tumor lysis syndrome  |  |
|                             | <input type="checkbox"/> M.acidosis      | <input type="checkbox"/> electrolyte unbalance |  |
|                             | <input type="checkbox"/> fluid removal   | <input type="checkbox"/> decrease of U/O       |  |
|                             | <input type="checkbox"/> hyperammonemia  | <input type="checkbox"/> Others.               |  |
| CRRT catheter site          | <input type="checkbox"/> Femoral vein    | <input type="checkbox"/> Internal jugular vein |  |
|                             | <input type="checkbox"/> Subclavian vein | <input type="checkbox"/> ECMO                  |  |
| CRRT filter<br>항응고제 사용여부    | <input type="checkbox"/> Yes             | <input type="checkbox"/> No                    |  |
| CRRT setting값               | Blood flow rate (ml/hr)                  |  |  |
|                             | Dialysate flow rate(ml/hr)               |  |  |
|                             | Replacement fluid rate(ml/hr)            |  |  |
|                             | Patients removal rate(ml/hr)             |  |  |
| CRRT 적용 후 중환자실 재실 중 임상 결과   |  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 사망 |  | <input type="checkbox"/> 생존                    |  |

## ABSTRACT

# Risk Factors for Mortality in Critically ill Pediatric Patients with Continuous Renal Replacement Therapy

Kang, Su Youn

Department of Clinical Nursing  
The Graduate School of Industry

Directed by Professor  
Choi, Hye Ran, RN, Ph.D.

**Purpose:** This study was a retrospective research study aimed at identifying risk factors for mortality in critically ill pediatric patients with continuous renal replacement therapy.

**Subjects and Methods:** From January 2013 to December 2022, this study included 96 patients who were admitted to the pediatric intensive care unit and underwent continuous renal replacement therapy. The subject's general characteristics, clinical characteristics, and characteristics related to continuous renal replacement therapy were investigated by electronic medical records using case report sheets. The data were analyzed using descriptive statistics, Chi-squared test or Fisher's exact test, Mann-Whitney test and logistic regression analysis were performed by using the statistical program SPSS/WIN 27.0.

Results: Of the total number of 96 subjects, 47 survived and 49 died, and the mortality rate was 51.0%. As a results of multivariate analysis, the number of vasoactive inotropic agents (Odds ratio [OR]=5.233, 95% Confidence interval [CI]=1.804-15.176,  $p=.002$ ), an increase of 1mmol/L in the lactate level (OR=1.076, 95% CI=1.023-1.131,  $p=.004$ ), and the duration of continuous renal replacement therapy application (OR=1.043, 95% CI=1.004-1.084,  $p=.030$ ) were associated with increased mortality in critically ill pediatric patients with continuous renal replacement therapy.

Conclusion: The number of vasoactive inotropic agents, lactate level, and duration of continuous renal replacement therapy application were identified as risk factors for mortality in critically ill pediatric patients with continuous renal replacement therapy. Based on the results of this study, it is expected that the rapid management of hypotension requiring vasoactive inotropic agents and therapeutic intervention of high lactate level will reduce the duration of continuous renal replacement therapy, ultimately leading a decrease in the risk of mortality.

Key words: Continuous renal replacement therapy, Pediatrics, Critically illness, Mortality, Risk factors