



### 저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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](#)

의학석사 학위논문

외상 후 급성 신손상의 위험인자와 임상경과

Acute Kidney Injury after Trauma

: Risk Factors and Clinical Outcomes

울산대학교 대학원

의 학 과

김 태 현

# 외상 후 급성 신손상의 위험인자와 임상경과

지도교수   홍석경

이 논문을 의학석사 학위 논문으로 제출함

2018년 12월

울산대학교대학원

의 학 과

김 태 현

김태현의 의학석사학위 논문을 인준함

심사위원장 조용필 (인)

심사위원 김범수 (인)

심사위원 김찬욱 (인)

울산대학교대학원

2018년 12월

## Abstracts

**Introduction:** Acute kidney injury (AKI) is an uncommon but serious complication after trauma. The objective of this study was to evaluate the clinical characteristics, risk factors and outcomes of AKI after trauma.

**Materials and Methods:** We performed a retrospective cohort study from January 2012 to December 2013 with 386 trauma patients who visited emergency department in Asan Medical Center. Among them, 322 patients were enrolled. Patients were divided into AKI group and no AKI group. Regression analysis was performed to identify factors associated with AKI development.

**Results:** The overall incidence of AKI was 6% (21/322). There was no difference in patients' age, sex and body weight between both groups. Whereas there was significantly difference in Injury Severity Score (ISS) ( $16.4 \pm 8.8$  vs.  $29.8 \pm 14.9$ ,  $p < 0.01$ ), GCS ( $14.1 \pm 2.2$  vs.  $11.7 \pm 4.3$ ,  $p = 0.02$ ), presence of shock (11.6% vs. 57%,  $p < 0.01$ ), transfusion (19.6% vs. 66%,  $p < 0.01$ ), lactic acid ( $2.8 \pm 2.2$  vs.  $5.5 \pm 4.1$ ,  $p = 0.01$ ) and severe rhabdomyolysis (CK > 5,000 IU/L) (11% vs. 57%,  $p < 0.01$ ). In multivariate analysis, independent risk factors associated with AKI after trauma were ISS [odds ratio (OR) = 1.065,  $p < 0.01$ ], presence of shock (OR = 3.949,  $p = 0.012$ ), and severe rhabdomyolysis (OR = 4.475,  $p < 0.01$ ). Patients in AKI group were classified according to RIFLE criteria as Risk in 9 cases (43%), Injury in 3 (14%), Failure in 7 (33%), Loss in 0 (0%) and End-stage in 2 (10%). Renal replacement therapy (RRT) was required for 10 patients (47%) in AKI group and 4 of them (40%) undergone successful weaning. Hospital mortality rate was higher in AKI group (5/21, 23%) than no AKI group (3/301, 1%) ( $p < 0.01$ ).

**Conclusion:** The development of AKI was associated with severity of trauma. Furthermore, the AKI patients after trauma was refer to increase mortality.

**Keywords:** Acute kidney injury, Trauma, Rhabdomyolysis

## 목차

영문 요약 .....	i
표 및 그림 차례 .....	iii
서론 .....	1
연구 대상 및 방법 .....	2
1. 통계학적 분석 .....	3
결과 .....	5
1. 위험 인자 .....	5
2. 임상 경과 .....	6
고찰 .....	12
결론 .....	14
참고 문헌 .....	15

## Lists of figures and tables

Fig 1. Study design. AKI, acute kidney injury .....	4
Table 1. General characteristics and analysis of the trauma patients .....	7
Table 2. Enhanced Computed tomography of the trauma patients .....	8
Table 3. The relationships of various factor to acute kidney injury .....	9
Table 4. Renal replacement therapy of the acute kidney injury patients .....	10
Table 5. Hospital course .....	11

## 서론

외상 환자는 신장의 직접 손상 혹은 출혈성 쇼크와 같은 간접 손상으로 인해 급성 신손상이 발생 가능하다.<sup>1,2</sup>

외상 환자에서 급성 신손상은 10%정도로 발생률이 높지 않지만, 집중 치료를 필요로 하는 중증도가 심한 질환에 해당한다.<sup>3</sup> 급성 신손상 환자의 경우 신기능을 회복하는 경우가 대부분이나, 신대체 요법 치료가 필요한 외상성 급성 신손상이 있는 환자는 입원 기간 중 사망률이 29.6%로 높게 보고되고 있다. 급성 신부전 상태에서 회복하지 못하고 말기 신부전으로 이행되면 영구적인 신대체 요법을 요하게 되며, 이것은 이환율과 사망률을 증가시킬 뿐만 아니라, 이에 드는 비용 또한 매우 큰 편으로 임상적으로 중요한 문제이다.<sup>4,5</sup>

높은 치명율과 임상적 중요성을 고려하여 본 연구는 외상으로 인한 급성 신 손상 환자의 임상 특징을 알아보았다. 급성 신손상의 위험인자를 조사하고, 외상 환자 치료 경과에 대해 연구하였으며, 외상에 따른 급성 신손상이 미치는 영향을 분석하였다.



## 연구 대상 및 방법

2012년 1월 1일부터 2013년 12월 31일까지 서울 아산병원 응급실에 내원한 외상 환자의 자료를 후향적으로 분석하였다. 내원 환자 총 386명 중, 응급 처치 후 퇴원하거나 전원된 23명, 24시간 내에 사망한 14명, 수상 후 72시간이 경과하여 외상과의 연관성이 떨어지는 23명, 뇌사자 4명이 제외되었다. 제외되고 남은 322명에 대해 72시간 내에 혈청 크레아티닌 수치가 내원 시 검사보다 상승한 21명에 대하여 RIFLE 진단 기준에 따라 1.5 배 이상 상승한 환자는 Risk, 2 배 이상 증가한 경우 Injury, 3 배 이상 증가하거나 무뇨 환자를 Failure 로 분류하였다.<sup>6</sup> (Fig. 1) 급성 신손상이 발생하지 않은 301 명을 대조군으로 나누어 의무 기록을 통해 내원 시 외상의 정도를 Injury Severity Score (ISS)에 따라 평가하였다. 내원 시 글라스고우 평가(Glasgow coma scale, GCS) 및 혈압 측정을 통해 저혈압성 쇼크 (수축기 혈압 90mmHg 이하) 유무를 평가하였으며, 혈청 검사를 시행하여 두 군을 비교 분석하였다. 내원 시 72 시간 내에 촬영을 위해 사용된 조영제에 대해 조사하였으며, 신대체 요법(Renal Replace Therapy, RRT)을 받은 급성 신 손상 환자의 경과를 기록하였다. 두 군 간의 중환자실 치료일과 병원 재원일, 인공호흡기 사용기간 및 치사율을 비교 분석하였다.

### 급성 신손상의 정의

내원 시 혈청 크레아티닌 수치를 기준으로 72 시간 이내에 검사한 혈청 크레아티닌 수치가 1.5 배 이상 상승하는 것을 급성 신손상이라 정의하였다.

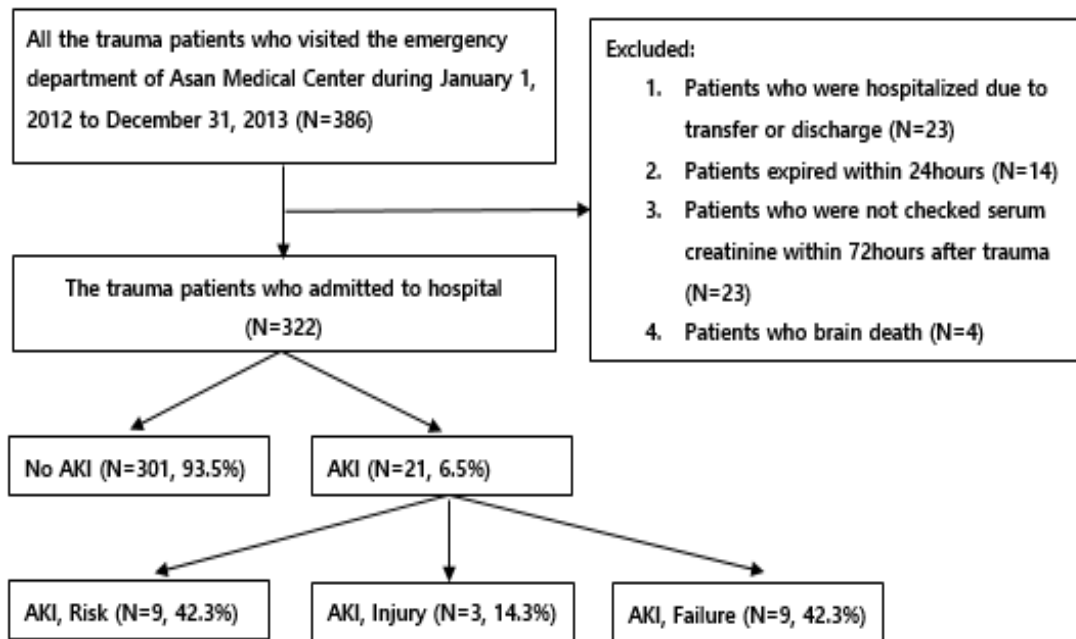
### 심한 횡문근 용해증의 정의

내원 후 72 시간 이내의 혈청 Creatinine kinase(CK) 수치가 5000 IU/L 이상인 경우로 정의하였다.<sup>7</sup>

## 분석방법

분석은 SPSS 18.0.0 (Chicago SPSS Inc., IL, USA)를 사용하였다. 표준 편차와 t-test 를 이용하여 비교, 분산 분석하였고, 비정규 분포 결과는 Mann-Whitney U test 를 사용하였다. 교차 분석을 통한 카이 제곱 및 위험도 (Odd ratio, OR), 이분형 로지스틱 회귀 분석을 통하여 나타내었다.

Figure 1. Study design. AKI, acute kidney injury



## 연구결과

### 일반적 특성

총 322 명의 입원 환자 중 21 명에서 급성 신손상이 발생하였다. (6.5%) 급성 신 손상이 발생하지 않은 군과 급성 신손상이 발생한 군의 평균 나이는 두 군간 차이가 없었으며, ( $p=0.09$ ) 남성이 좀 더 많은 치료를 받았으나 두 군간 의미 있는 차이는 보이지 않았다. ( $p=0.378$ ) 두 군 모두에서 교통사고 환자가 가장 많았으며, 그 다음으로 추락에 의한 손상이 많았다. (Table.1)

### 생리적 검사 및 진단검사 비교

외상 중증도 점수(Injury severity score, ISS)는 급성 신손상이 발생한 환자에서 점수가 높았고, ( $p<0.01$ ) GCS 는 급성 신손상 환자에서 낮게 측정되었다. ( $p=0.02$ ) 급성 신손상이 있는 환자에서 혈압이 낮은 쇼크 상태가 많이 발생하였고, ( $p<0.01$ ) 내원 당시 혈청 검사상 혈색소 수치 역시 두 군 간의 차이를 보였다. ( $p<0.01$ ) 급성 신손상이 있는 환자에서 수혈 치료가 더 많이 필요하였으나 ( $p<0.01$ ) 수혈량은 의미 있게 차이 나지 않았다. ( $p=0.06$ ) 체내 산-염기 불균형 역시 급성 신손상을 가진 환자에서 심하였으며 ( $p<0.01$ ) 혈중 젖산의 농도 역시 높게 나타났다. ( $p<0.01$ ) 혈청 CK 수치가 급성 신손상의 환자군에서 상승하였고, ( $p<0.01$ ) 심한 횡문근 용해증의 발생 빈도가 높았다. ( $p<0.01$ ) (Table.1) 급성 신손상 환자에서 Computed Tomography (CT) 검사를 위해 사용한 조영제 (Xenetix®350: Iobitridol/150mg) 양이 많았다. ( $p<0.02$ ) (Table.2)

### 급성 신손상의 위험 인자

단일 변량 로지스틱 회귀 분석에 의하면, 급성 신손상이 발생한 외상 환자는 ISS, GCS, 혈압, 쇼크, 수혈, 혈색소, 산-염기 균형 및 젖산 농도, CK 수치 및 심한 횡문근 용해증이 의미 있게 나타났다. ( $p<0.01$ ) 이중 조정 (Adjustment of confounders) 후, 외상이 있는 환자에서 급성 신손상이 발생할 수 있는 독립적인 변수는 ISS, (OR 1.06  $p<0.01$ ) 외상 당시 쇼크의 유무, (OR 3.949  $p=0.01$ ) 심한 횡문근 용해증이 있는 경우(OR 4.475  $p<0.01$ )로 나타났다. 수혈 및 젖산 농도, 산-염기 균형은 급성 신손상의 독립적인 변수가

되지는 못했다. (Table.3)

### 임상 경과

21 명의 급성 신손상 환자 중에서 10 명(47%)에서 신대체 요법을 받았다. 신부전 정도에 따라 Risk 환자 1 명, Injury 환자 1 명, Failure 환자 8 명이 신대체 요법을 시행 받았다. 이중 4 명은 신기능을 회복하여 투석치료를 중단하였고, 2 명은 6 개월 관찰 동안 지속적인 투석치료를 필요로 하였으며, 투석 치료를 받던 4 명은 치료 중 사망하였다. (Table.4) 급성 신손상이 발생한 환자에서 입원 기간이 늘어났고, ( $p<0.01$ ) 집중 치료 기간이 길었다. ( $p=0.03$ ) 급성 신손상이 있는 외상환자에서 더 높은 치명율을 보였다. ( $p<0.01$ ) (Table5)

Table 1. General characteristics and analysis of the trauma patients

Variable	No AKI(N=301, 93.5%)	AKI(N=21, 6.5%)	p value
Age (yrs), mean ± SD	48.8 ± 18.5	50.5 ± 19.5	0.677
Gender (Male), n (%)	217 (72.1)	17 (80.1)	0.378
Body weight (kg), mean ± SD	65.9 ± 11.9	70.9 ± 12.5	0.09
Mechanism of Injury			
Traffic accidents, n (%)	178 (59.1)	16 (76.2)	
Pedestrian : Driver :	50 (28.1): 60	5 (31.3) : 5	
Passenger seat, n (%)	(33.7) : 27 (15.2)	(31.3) : 1 (6.3)	
Motorcycle, n (%)	30 (16.9)	4 (25)	
Bicycle, n (%)	11 (6.2)	1 (6.3)	
Falls, n (%)	67 (22.3)	3 (14.3)	
Work-place accident, n (%)	17 (5.6)	2 (9.5)	
Struggle, n (%)	15 (5.0)	0	
Etc., n (%)	24 (8.0)		
ISS, mean ± SD	16.4 ± 8.8	29.8 ± 14.9	<0.01
GCS, mean ± SD	14.1 ± 2.2	11.7 ± 4.3	0.02
MBP (mmHg), mean ± SD	109.8 ± 27.8	81.7 ± 28.7	<0.01
Shock, n (%)*	35 (11.6)	12 (57.1)	<0.01
Transfusion, n (%)	59 (19.6)	14 (66.7)	<0.01
Massive transfusion, n (%)†	5 (1.7)	6 (28.6)	<0.01
Red blood cell (U), mean ± SD	0.7 ± 2.3	9.8 ± 17.4	0.02
Hemoglobin (g/dL), mean ± SD	12.9 ± 2.2	10.8 ± 3.0	<0.01
Base excess (mmol/L), mean ± SD	-1.7 ± 4.3	-8.27 ± 8.9	<0.01
Lactic acid (mmol/L), mean ± SD	2.8 ± 2.2	5.5 ± 4.1	<0.01
Peak Creatinine Kinase level (IU/L), mean ± SD	2562 ± 3806	9974 ± 11511	<0.01
Severe Rhabdomyolysis, n (%)	35 (11.6)	12 (57.1)	<0.01

AKI, acute kidney injury; Etc., et cetera; RBC, red blood cell; MBP, mean blood pressure

\*Shock means the initial systolic blood pressure of less than 90 mmHg

†Massive transfusion means transfused red blood cells more than ten units within 24 hours

Table 2. Enhanced Computed tomography of the trauma patients

	No AKI	AKI	<i>p</i> value
Hospital enhanced CT, Number	0.9 ± 0.6	1.2 ± 0.8	0.06
Hospital enhanced CT contrast IV (mg)*	221.4 ± 122.1	193.3 ± 144.6	0.708
Total enhanced CT, Number	1.2 ± 0.7	1.6 ± 0.8	0.03
Total enhanced CT contrast IV (mg)	183.0 ± 97.6	234.7 ± 114.2	0.021

AKI, acute kidney injury; CT, computed tomography; IV, intravenous

\*Using contrast agent: iobitridol (Xenetix®350) 150mg injection

Values are presented as mean ± SD

Table 3. The relationships of various factor to acute kidney injury

Variable	Univariate analysis			Multivariate analysis		
	Exp(B)	95% C.I for Exp(B)	p value	Exp(B)	95% C.I for Exp(B)	p value
ISS	1.09	1.05-1.14	<0.01	1.07	1.08-1.11	<0.01
GCS	0.81	0.72-0.91	<0.001			
Mean blood pressure	0.96	0.95-0.98	<0.01			
Shock	10.13	3.98-25.78	<0.01	3.95	1.35-11.54	0.012
Transfusion	8.2	3.17-21.23	<0.01			
Massive transfusion*	23.68	6.48-86.48	<0.01			
Red blood cell	1.21	1.09-1.34	0.02			
Hemoglobin	0.72	0.60 -0.86	<0.01			
Base excess	0.836	0.77-0.90	<0.01			
Lactic acid	1.31	1.15-1.50	<0.01			
Peak Creatinine Kinase	1.17	1.08-1.26	<0.01			
Severe Rhabdomyolysis†	9.82	3.87-24.92	<0.01	4.48	1.57-12.78	<0.01

ISS, injury severity score; GCS, glasgow coma scale

\*Massive transfusion means transfused red blood cells more than ten units within 24 hours.

†Severe Rhabdomyolysis means serum creatinine kinase levels over 5000 IU/L.



Table 4. Renal replacement therapy of the acute kidney injury patients

<b>Variable</b>	<b>AKI with RRT(N=10, 47.6%)</b>	<b>AKI without RRT(N=11, 52.3%)</b>
RIFLE classification		
Risk, n (%)	1 (10)	8 (72.7)
Injury, n (%)	1 (10)	2 (18.2)
Failure, n (%)	6 (60)	1 (9.1)
Loss, n (%)	0	0
End stage, n (%)	2 (20)	0
Successful weaning from RRT, n (%)	4 (40)	
Time on RRT, Days*	17.2 ± 11.0	

AKI, acute kidney injury; RRT, renal replacement therapy

\*Mean ± SD

Table 5. Hospital course

<b>Variable</b>	<b>No AKI</b>	<b>AKI</b>	<b><i>p</i> value</b>
Hospital Mortality*	3 (1.0)	5 (23.8)	<0.01
Hospital length of stay, days	17.2 ± 16.6	31.4 ± 21.7	<0.01
ICU length of stay, days	7.9 ± 13.0	14.5 ± 10.7	0.03
Mechanical ventilation-days, days	11.8 ± 16.2	13.1 ± 9.7	0.74

AKI, acute kidney injury; ICU, intensive care unit

\*n (%)

Values are presented as mean ± SD, unless otherwise indicated

## 고찰

연구에 따르면 외상환자에서 급성 신손상은 8.4 ~ 10.2%의 유병률이 보고되고 있으며,<sup>7,8</sup> 만성 중환자의 경우 중환자 치료 기간 동안 1.5% ~ 24%에서 급성 신손상이 발생한다.<sup>9</sup> 중증 외상으로 중환자 치료를 받는 환자에서는 30%의 급성 신손상 발생이 보고되고 있다.<sup>10,11</sup> 본 연구에서 외상 환자 322 명 중 21 명(6.5%)에서 급성 신손상 발생하였고, 중환자 치료를 받은 174 명 중 21 명(12.1%)에서 급성 신손상이 발생했다.

외상 환자에서의 급성 신손상 원인은 신장이 직접 손상을 받거나, 체내 세포 손상에 따른 물질들이 순환되어 발생하는 횡문근 용해증에 의한 것으로 알려져 있다. 그 외에 출혈이나 쇼크 및 패혈증으로 인한 신 관류 저하에 따른 급성 신 손상이 보고되고 있다.

12

횡문근 용해증에 의한 급성 신손상은 근육 조직 손상에 따른 근초(sarcolemma) 물질과 유리된 근육 효소가 혈액 순환을 통해 신장의 사구체 세포의 기능을 저하시키고 여과율을 감소시켜 발생된다. 또한 단핵구내의 아데노신삼인산(adenosine triphosphate, ATP)의 소실은 세포내 칼슘을 증가시키고 이는 신장 세포 손상을 유발한다.<sup>13</sup> 문헌에 따르면 횡문근 용해증을 동반한 외상 환자의 경우 13% ~ 50%의 급성 신손상이 발생 가능하며, 17.5% ~ 40%의 치명율이 보고되고 있다.<sup>14,15</sup> 본 연구에서 횡문근 용해증은 23%에서 발생하였고, 심한 횡문근 용해증이 있는 환자인 경우 독립변수로서 급성 신손상의 발생율이 4.48 배 높게 나타났다.

외상환자의 손상 정도를 표현하기 위해 고안된 척도인 ISS 를 바탕으로 시행한 급성 신손상과의 연구에 따르면 ISS 는 급성 신손상의 발생과 연관성을 보이고 있다.<sup>16,17</sup> 본연구에 의하면 외상 환자에서 내원 당시 평가한 ISS 는 독립적인 변수로 1 점 상승할 때 마다 급성 신손상 환자 발생 위험이 1.07 배 증가하였다.

외상에 따른 출혈은 저혈압 쇼크를 유발할 수 있다. 쇼크는 관류부족에 따른 세포 저산소증을 일으키거나, 신장 혈관 관류 부족에 따른 신장 허혈을 유발하여 급성 신손상을 발생하게 한다.<sup>18</sup> Eriksson 등은 과다 출혈을 급성 신손상의 척도로 보고하였다.<sup>19</sup> 본 연구에서는 저혈압 쇼크가 있는 경우 급성 신손상 발생이 3.95 배 높게 나타났으나, 저혈압 쇼크의 정도를 가늠하게 하는 수혈 총량, 젖산, 체내 산-염기 균형, 혈색소 등은 급성 신손상 발생과 연관성을 보이지 않았다.

조영제 요오드(Iobitridol)는 체내에 흡수되어 CT 촬영 시 급성 출혈 부위 관측 및 검사 정확도를 높이지만, 외부 급성 거부 반응 및 신장 세포 기능 저하가 가능하다고 보고된 연구가 있다.<sup>20</sup> 본 연구에서 외상 환자의 조영제 사용과 급성 신 손상 관련성을 조사하였는데, 급성 신부전이 있는 외상 환자의 경우 조영제의 사용 횟수가 더 많았다. ( $p=0.03$ ) 이는 다발성 손상에 따른 검사 횟수 증가 및 투여된 조영제 양의 증가를 의미하나, 직접적인 급성 신손상의 발생 독립변수가 되지 못했다.

급성 신손상 환자는 산-염기 및 전해질 불균형에 따른 합병증을 예방하기 위해 신기능 저하 정도에 따라 신대체 요법을 시행 받게 된다.<sup>21</sup> 본 연구에서 급성 신손상 발생 환자 21명 중 10명(47%)이 평균 17일의 신대체 요법을 받았다. 이 중에서 4명(40%)은 신기능이 회복되어 신대체 요법을 종료하였고, 2명(20%)은 만성 신손상으로 진행되어 신대체 요법을 유지하였고, 4명(40%)은 사망하였다.

급성 신손상이 발생한 환자의 경우 입원 기간, 중환자 치료기간이 연장되었다. 신기능 손상이 없는 환자의 경우 1%의 사망율을 보였지만, 급성 신기능 손상이 있는 환자의 경우 23%로 높게 나타났다. 다른 연구에서 보고된 17% ~ 43%의 치명율을 고려했을 때,<sup>22,23</sup> 외상 환자의 급성 신손상 발생유무를 평가해야 하며, 손상의 정도를 이해하고 체계적인 치료 계획을 수립해야 한다.

이 연구는 후향적 대조 연구로 다양한 바이어스의 영향이 있을 수 있으며, 단일 병원 연구라는 점에서 환자의 발병률과 심각성은 차이가 있을 수 있고, 추적 기간이 6개월로 짧다는 단점이 있다. 외상과 급성 신손상의 발생에 대한 위험인자를 보고하였지만 외상과 급성 신손상의 관계를 밝히기 위한 더 많은 연구가 필요할 것이다.

## 결론

외상 환자에서 급성 신손상이 발생할 경우 회복기간이 연장되고 치명율이 상승한다. 따라서 외상 정도를 조기에 파악하고, 관류를 유지시키며, 횡문근융해증에 대한 치료를 시행하여 급성 신손상을 줄여야 한다.

## References

1. Lozano R, Naghavi M, Foreman K, Lim S, Shibuya K, Aboyans V, et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012;380:2095-2128.
2. Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, Doig GS, Morimatsu H, Morgera S, et al. Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study. *JAMA*. 2005;294:813-818.
3. Skinner DL, Hardcastle TC, Rodseth RN, Muckart DJ. The incidence and outcomes of acute kidney injury amongst patients admitted to a level I trauma unit. *Injury*. 2013;45:259-264
4. Bagshaw SM, George C, Gibney RT, Bellomo R. A multi-center evaluation of early acute kidney injury in critically ill trauma patients. *Ren Fail*. 2008;30:581-589.
5. Podoll AS, Kozar R, Holcomb JB, Finkel KW. Incidence and outcome of early acute kidney injury in critically-ill trauma patients. *PLoS One*. 2013;8:e77376.
6. Ostermann M, Chang RW. Acute kidney injury in the intensive care unit according to RIFLE. *Crit Care Med*. 2007;35:1837-1843.
7. Khan FY: Rhabdomyolysis: a review of the literature. *Neth J Med* 2009,67:272–283.
8. Morris JA, Mucha P, Ross SE, Moore BF, Hoyt DB, Gentilello L. Acute posttraumatic renal failure: a multicenter perspective. *J Trauma* 1991;31:1584-90.
9. Regel G, Lobenhoffer R, Grotz M, Pape HC, Lahmann, Tscherne H. Treatment results of patients with multiple trauma: an analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at German level I trauma center. *J Trauma* 1995;38:70-77.
10. Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, Doig GS, Morimatsu H, Morgera S, et al. Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study. *JAMA* 2005;294:813-818.
11. Krasnalhia Livia S. de Abreu,1 Geraldo B. Silva Júnior,1 Adler G. C. Barreto, et al. Acute kidney injury after trauma: Prevalence, clinical characteristics and RIFLE classification. *Indian J Crit Care Med*. 2010;14: 121–128.
12. Z. Ricci, D. Cruz, and C. Ronco, The RIFLE criteria and mortality in acute kidney in

- jury: a systematic review, *Kidney International*, 2008;538–546.
13. Holt S, Moore K: Pathogenesis of renal failure in rhabdomyolysis: the role of myoglobin. *Exp Nephrol* 2000;8:72–76.
  14. El-Abdellati E, Eyselbergs M, Sirimsi H, Hoof VV, Wouters K, Verbrugghe W, et al. An observational study on rhabdomyolysis in the intensive care unit, Exploring its risk factors and main complication: acute kidney injury. *Ann Intensive Care* 2013;3:8.
  15. Melli G, Chaudhry V, Cornblath DR. Rhabdomyolysis: an evaluation of 475 hospitalized patients. *Medicine* 2005;84:377-385.
  16. S Baker S. P., William J. R., William B. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 1974:187-196.
  17. S G. Vivino, M. Antonelli, M. L. Moro, F. Cottini, G. Conti, M. Bufi, et al. Risk factors for acute renal failure in trauma patients *Intensive Care Medicine* 1998:808–814.
  18. Regel G, Lobenhoffer R, Grotz M, Pape HC, Lahmann, Tscherne H. Treatment results of patients with multiple trauma at level I trauma center. *J Trauma* 1995;38:70-77.
  19. Eriksson M1, Brattström O, Mårtensson J, Larsson E, Oldner A. Acute kidney injury following severe trauma: Risk factors and long-term outcome. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;79:407-412.
  20. Mehran R, Aymong ED, Nikolsky E, Lasic Z, Iakovou I, Fahy M, Mintz GS, Lansky AJ, Moses JW, Stone GW, Leon MB, Dangas G: A simple risk score for prediction of contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention: Development and initial validation. *J Am Coll Cardiol* 2004;44: 1393–1399.
  21. Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, Doig GS, Morimatsu H, Morgera S, et al. Acute renal failure in critically ill patients: A multinational, multicenter study. *JAMA* 2005;294: 813–818.
  22. Levy EM, Viscoli CM, Horwitz RI. The effect of acute renal failure on mortality. A cohort analysis. *JAMA* 1996;275:1489-94.
  23. Gunal AI, Celiker H, Dogukan A, Ozalp G, Kirciman E, Simsekli H, et al. Early and vigorous fluid resuscitation prevents acute renal failure in crush victims of catastrophic earthquakes. *J Am Soc Nephrol* 2004;15:1862-7