

흉부외상이 동반된 다발성 외상환자에서 폐손상 점수가 중환자실 치료에 미치는 영향

서울대병원 중증외상센터¹, 서울대병원 흉부외과², 서울대병원 외과³,
서울대병원 정형외과⁴, 서울대병원 신경외과⁵, 서울대병원 응급의학과⁶

한국남^{1,2} · 최석호^{1,3} · 김영철^{1,3} · 이경학^{1,4} · 이수언^{1,5} · 정기영^{1,6} · 서길준^{1,6}

— Abstract —

Evaluation of lung injury score as a prognostic factor of critical care management in multiple trauma patients with chest injury

Kook Nam Han, M.D.^{1,2}, Seok Ho Choi, M.D.^{1,3}, Yeong Cheol Kim, M.D.^{1,3}, Kyoung Hak Lee, M.D.^{1,4},
Soo Eon Lee, M.D.^{1,5}, Ki Young Jeong, M.D.^{1,6}, Gil Joon Suh, M.D., Ph.D.^{1,6}

Trauma center, Seoul National University Hospital¹, Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery²
Department of Surgery³, Department of Orthopedic Surgery⁴
Department of Neurosurgery⁵, Department of Emergency Medicine⁶

Purpose: Chest injuries in multiple trauma patients are major predisposing factor for increased length of stay in intensive care unit, prolonged mechanical ventilator, and respiratory complications such as pneumonia. The aim of this study is the evaluation of lung injury score as a risk factor for prolonged management in intensive care unit (ICU).

Methods: Between June to August in 2011, 46 patients admitted to shock and trauma center in our hospital and 24 patients had associated chest damage without traumatic brain injury. Retrospectively, we calculated injury severity score (ISS), lung injury score, and the number of fractured ribs and performed nonparametric correlation analysis with length of stay in ICU and mechanical ventilator support.

Results: Calculated lung injury score(<48 hours) was median 1(0-3) and ISS was median 30(8-38) in study population. They had median 2(0-14) fractured ribs. There were 2 bilateral fractures and 2 flail chest. Ventilator support was needed in 11(45.8%) of them for median 39 hours(6-166). The ISS of ventilator support group was median 34(24-34) and lung injury score was median 1.7(1.3-2.5). Tracheostomy was performed in one patient and it was only complicated case and ICU stay days was median 9(4-16). In correlation analysis, Lung injury score and ISS were significant with the length of stay in ICU but the number of fractured ribs and lung injury score were predicting factors for prolonged mechanical ventilator support.

Conclusion: Lung injury score could be a possible prognostic factor for the prediction of increased length of stay in ICU and need for mechanical ventilator support. (J Korean Soc Traumatol 2011;24:105-110)

Key Words: Chest trauma, Lung injury score, Injury severity score, Pulmonary contusion

* Address for Correspondence : **Kook Nam Han, M.D.**

Trauma Center, Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Hospital.

28 Yongun-dong, Chongro-gu, Seoul, 110-744, Korea

Tel : 82-2-2072-0022, Fax : 82-2-764-3664, E-mail : hdoc@snu.ac.kr

접수일: 2011년 11월 2일, 심사일: 2011년 11월 3일, 수정일: 2011년 11월 23일, 승인일: 2011년 11월 30일

본 논문은 대한 2011년 응급의학회 추계학술대회에서 발표되었음.

I. 서 론

다발성 외상 환자는 급성기 응급 치료와 중환자실 치료, 수술 및 처치, 만성 합병증 관리, 재활 등 여러 단계의 치료를 거치게 된다. 외상의 대부분 원인은 전 연령대에서 자동차사고에 의한 손상이 가장 많은 것으로 알려져 있고 자살과 추락사고도 많은 비중을 차지한다.(1) 자동차 사고와 관련된 대부분의 환자들은 흉부외상이 동반되며 다발성 늑골 골절과 폐 좌상이 발생하는 비율도 10~15%로 알려져 있다.(2) 또한 나이가 많을수록 혹은 손상 정도 계수 (ISS: injury severity score)가 높을수록 사망률과 합병증이 증가하는 것으로 알려져 있다.(3) 하지만 늑골이나 흉골 손상이 없더라도 혈흉, 기흉, 심장 좌상 등의 장기 손상이 9~30%의 환자에서 발생하고 횡경막, 대동맥 손상 등 치명적인 손상도 1~3%의 발생률을 보인다. 흉부외상이 동반된 외상 환자의 경우 급성기에 약 90% 이상이 보존적 치료로 해결되며 수술이 필요한 경우는 매우 드물지만 중환자실 관리가 단기간 필요한 경우가 많은데, 이는 심한 폐실질 손상으로 인한 저산소증, 다발성 혹은 양측성 늑골 골절로 인한 동요흉, 뇌 손상 및 척수 손상으로 인한 호흡 기능의 저하 등 여러 원인으로 인해 발생하는 급성 호흡 부전 때문에 인공호흡기의 도움이 필요하기 때문이다.(4) 혹은 흉부 손상이 없더라도 골반골절이나 대퇴골절, 뇌 손상, 대량 수혈로 인해 발생할 수 있는 급성 호흡부전 증후군이 입원 후 72시간 전후 발생할 수 있어 환자 상태의 급격한 변화 때문에 역시 인공 호흡기의 도움이 필요할 수도 있다.(5) 타 부위의 장기 손상이 심한 환자도 급성 호흡곤란 증후군이 발생할 수 있으며 외상이 주요한 위험 인자로 알려져 있다.(6) 따라서 외상 환자 치료를 기피하는 이유 중 하나인 중환자실 장기 체류의 문제는 흉부 외상에 의해 발생한 호흡 부전에 의한 인공 호흡기의 보조와 감염, 장기 기능 부전 때문에 유발되고 있다.(7) 본 연구를 통해 외상환자에서 폐손상의 정도를 예측하는 지표인 폐손상 점수(lung injury score)를 조사하여 외상 환자에서 폐합병증과의 관계를 파악하고 인공 호흡기 유지 시간 및 중환자실 재원기간의 예측인자로서의 적절성을 평가하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

2011년 6월부터 8월까지 3개월 동안 본원 중증외상센터를 통해 입원한 46명의 다발성 외상 환자 중 흉부 손상이 동반된 24명을 대상으로 하였다. 대상 기간 이전의 환자들은 과거엔 각각 개별과로 연락해 치료하거나 혹은 응급의학과에서 전담하였고 의료진 및 병원의 사정으로 타병원으로부터 전원을 거부하는 등 구체적인 치료 방침이 없었

고 이는 환자의 손상 정도 파악 및 중환자실 치료필요성에 대한 구체적인 기준 부재 및 일관성 등의 문제가 있어 본 연구에서 제외하였다. 본 연구에서는 단일 센터를 기준으로 응급실을 통해 내원하거나 타 병원에서 전원 받은 전체 외상 환자를 대상으로 치료방침 및 환자 관리의 통일성을 유지하고자 외상센터를 구성한 이후 기간만을 설정하였다. 전체 외상 환자 46명의 손상정도 계수는 중앙값 27(4~75)이었다. 외상성 두뇌 손상이 동반되어 개두술을 시행하거나 다발성 척삭 손상으로 인해 흉부손상 여부와 관계없이 인공 호흡기의 보조가 필요했던 6명은 제외하였다. 나머지 연구 대상 환자 24명의 흉부 손상 원인은 흉부 둔상이 23명, 관통상이 1명이었고 손상 정도 계수는 중앙값 30(8~38)이었다. 자료는 인구통계자료, 손상 기전, 동반된 손상, 손상 정도 계수, 수술여부 및 인공호흡기 유지 시간, 중환자실 재원기간, 합병증과 사망 여부를 조사하였다. 또한 흉벽 손상 정도를 파악하는 지표로 늑골 골절의 개수 및 양측 골절 여부를 조사하였고 폐 좌상의 정도를 파악하기 위해 폐손상 점수를 지표로 사용하였으며 흉부 가슴 촬영선과 흉부 컴퓨터 단층촬영, PaO₂/FiO₂, 폐유순도(lung compliance), 호기말 양압 호흡 수준(PEEP) 을 파악하여 입원 후 48~72시간 시점에 계산하였다. 손상 정도 계수는 퇴원시점에 계산하였고 미국 자동차 의학 진흥 협회(AAAM: association for the advancement of automotive medicine, 2008)의 자료를 기준으로 한 약식 손상 척도(AIS: abbreviated injury score)를 이용해 계산하였다. 수술 후 관찰 목적의 일시적인 인공호흡기 유지와 중환자실 체류 기간은 제외하였다. 수집한 자료는 SPSS(v19.0, IBM corp, USA)를 이용하여 분석하였고 도표는 Graphpad prism(v5.0, GraphPad Software, USA) 를 이용하였다. 이산 자료에 대해서는 Fishers exact test, 연속 변수는 Wilcoxon rank sum test를 이용하여 분석하였다. 변수의 상관 관계는 비모수 Spearman method를 이용해 상관 관계를 분석하였다. 본 연구에선 대상 표본수의 한계로 위험인자에 대한 다변량 분석을 시행하지는 못했다.

III. 결 과

대상 환자의 인구학적 특징과 사고의 원인은 보행자 사고가 9명(37.5%)으로 가장 많았고, 오토바이 사고가 5명(20.8%)등으로 나타났다(Table 1). 대부분의 손상이 교통사고에 의한 손상으로 골반 골절과 대퇴골절이 각각 9건, 8건에서 동반되었으며 복부 손상 및 이로 인한 간 손상, 비장 손상, 신장 손상, 십이지장 천공, 횡장 손상도 동반되었고 외상성 두뇌 손상은 6건에서 발생하였다. 응급 수술은 복부 손상(n=6, 25%)에서 비교적 많았다(Table 2). 전체 환자 중 20명(83.3%)에서 폐 좌상이 동반되었으며 흉

벽 손상도 동시에 수반되었다(Table 3). 이들중 연구 대상인 24명은 입원 초기에 모두 중환자실을 체류하였으며 이

중 11명에서 인공 삼관이 필요했고 이들 중 3명은 지연 기관 삼관을 하였다. 인공 호흡기 유지 여부에 따라 두 군으로 구분하여 나이, 폐손상 점수, 손상 정도 계수, 흉벽 손상, 합병증, 사망 등을 비교하였다. 두 군간에는 흉벽 손상, 양측 손상여부는 인공 호흡기 유지여부와 통계적인 차이는 보이지 않았다. 인공 호흡기를 사용한 군이 사용하지 않은 군에 비해 나이가 많았고($p=0.02$) 폐손상 점수도 높았다($p<0.01$). 하지만 중환자실 재원 기간은 각각 중앙값 9일, 4일이었으나 통계적인 차이는 보이지 않았다($p=0.10$) (Table 4). 비모수적 상관 분석을 통해 늑골골절의 개수, 폐손상 점수, 손상 정도 계수와 중환자실 재원 기간, 인공 호흡기 유지 시간과의 관계를 분석하였다. 중환자실 재원 기간의 증가는 폐손상 점수, 손상 정도 계수 증가와 상관 관계를 보였으나 늑골 골절 갯수 증가와 강한 상관 관계를 보이지 않았다. 하지만 인공 호흡기 치료가 필요했던 11명의 환자에서 유지시간 증가는 늑골 골절 갯수 증가,

Table 1. Mechanisms of injury.

Cause	N (%)
Pedestrian TA	9 (37.5)
Auto-vehicle TA	5 (20.8)
Fall down	4 (16.6)
Bicycle TA	3 (12.5)
Auto-mobile TA	1 (4.2)
Multiple stab injury	1 (4.2)
Chest crushing injury	1 (4.2)

Table 2. Combined nonthoracic injury in total population.

Combined injury	N *(%)
Pelvic fracture	9 (37.5)
Long bone fracture	8 (33.3)
Hemoperitoneum	6 (25.0)
Brain injury	6 (25.0)
Spine fracture	5 (20.8)
Liver injury	4 (16.6)
Skull fracture	4 (16.6)
Cardiac contusion	3 (12.5)
Spleen injury	2 (8.3)
Kidney injury	2 (8.3)
Duodenal perforation	2 (8.3)
Pancreatic rupture	1 (4.1)

* Double counting

Table 3. Chest injury associated with and without bony thoracic injury.

Chest injury	N *(%)
Pulmonary contusion	20 (83.3)
Rib fracture	19 (79.1)
Pneumothorax	14 (58.3)
Hemothorax	14 (58.3)
Sternal fracture	3 (12.5)
Cardiac contusion	3 (12.5)
Scapular fracture	2 (8.3)

* Double counting

Table 4. Characteristics of patients associated with traumatic chest injury and comparison of the lung injury score, injury severity score, and rib fracture with and without mechanical ventilator support.

	Ventilator support		p value
	Yes, n=11 (45.8%)	No, n=13 (54.2%)	
Age, median (25%~75%)	54 (49-59)	40 (29-45)	0.02
Lung injury score, median (25%~75%)	1.7 (1.3-2.5)	0.50 (0-1)	<0.01
Injury severity score, median (25%~75%)	34 (24-34)	25 (17-34)	0.33
No. rib fracture, median (25%~75%)	3 (0-8)	2 (1-3)	0.07
Bilateral fracture, N (%)	2 (18.2)	2 (15.4)	0.64*
Surgery for hemothorax, N (%)	3 (27.3)	0 (0)	
Delayed intubation (<72hr), N (%)	3 (12.5)	0 (0)	
Ventilator time (hour), median (25%~75%)	39 (6-166)	-	
ICU stay (day), median (25%~75%)	9 (4-16)	4 (1-8)	0.10
Pneumonia, N (%)	3 (27.3)	0 (0)	
Tracheostomy, N (%)	1 (9.1)	0 (0)	
Mortality, N (%)	2 (18.2)	0	0.19*
Cause of mortality	Multiple organ failure Severe brain injury		

* Fisher's exact test

폐손상 점수 증가와 강한 상관 관계를 보였다(Table 5, Fig. 1). 흉부 손상이 동반된 외상 환자 24명중 사망환자는 2명(8.1%) 이었고 각각 다발성 장기 손상과 심한 뇌 손상

에 의한 전신 상태 악화로 사망하였다. 기관 절개술을 시행한 환자는 1명(4.1%), 인공 호흡기 유지 시간은 중앙값 39시간(6~166)이었다.

Table 5. Correlation analysis with Spearman method.(the length of stay in intensive care unit, mechanical ventilator support vs. lung injury score, injury severity score, chest wall injury.

Spearman r	ICU stay time (N=24)		Ventilator time (N=11)	
	r	p value	r	p value
No. of fractured rib	0.29	0.15	0.68	0.03
Lung injury score	0.51	0.01	0.71	0.01
ISS	0.45	0.03	0.29	0.16

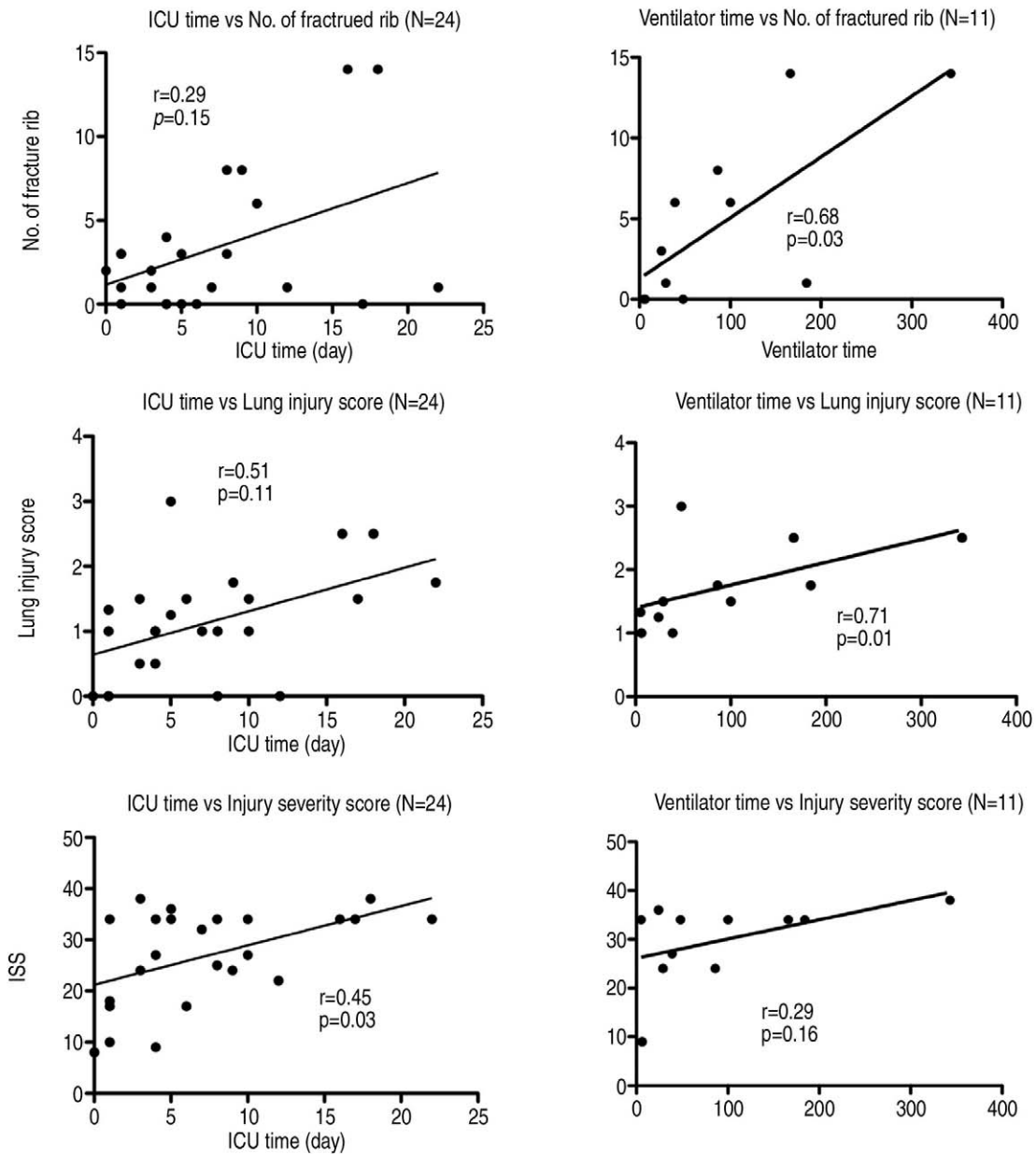


Fig. 1. Correlation analysis determined with nonparametric spearman method.

IV. 고 찰

외상 환자의 사고 원인은 교통 사고가 가장 많은 비중을 차지한다. 높은 에너지를 지닌 물체와의 충돌에 의한 보행자 사고, 운전자 사고, 동반석 사고 등의 손상 기전에 따라 각각 다른 형태의 손상을 보이게 된다.(8) 특히 사고 현장에서 환자의 직접적인 사망과 관련된 요인은 흉부와 머리, 척추 손상과 관련된 경우가 많으며 특히 뇌 손상에 의한 사망이 대부분을 차지한다.(9) 흉부 손상은 심한 경우 발생 즉시 곧바로 사망하지만 외상 센터에서 흔히 볼 수 있는 흉부 손상은 늑골 골절에 의한 혈흉, 기흉, 폐 좌상, 횡격막 손상, 심장 좌상, 흉골 골절 등이 대부분을 차지한다. 다행인 것은 흉부 손상의 대부분은 수술적 치료가 아닌 흉관 삽입, 인공 호흡기 유지 등 보존적 치료로 해결되며 수술이 필요한 경우는 횡격막 손상, 혈관 손상에 의한 출혈, 기관지 손상 등 매우 드물다.(10) 또한 흉부외상에 동반된 폐 좌상 역시 대부분 보존적 치료로 회복되지만 드물게 폐렴과 호흡 곤란 증후군으로 진행할 수도 있다.(1) 다발성 외상 환자에서 손상 정도 계수가 높고, 나이가 많은 경우 흉부 외상이 동반되거나 흉부 외상 없이도 골반골절, 대퇴 골절, 뇌 손상이 동반된 경우엔 폐합병증이 발생할 가능성이 높다.(11) 단순 늑골 골절이 동반된 환자에서도 24시간 내지 48시간 지연되어 혈흉 또는 기흉이 발생할 가능성이 있기 때문에 손상 초기엔 흉부 X선과 혈액 검사 등 세심한 관찰이 필요하다. 이와 같이 고위험군의 환자에서는 환자의 움직임이 제한되는 경우가 대부분이고 폐색전증, 폐렴 등의 합병증과 폐 자체의 손상으로 인해 급성 호흡 곤란 증후군으로 진행할 수도 있다. 하지만 외상에 의해 발생한 호흡 곤란 증후군은 다른 원인에 의해 발생한 것보다 예후가 양호하며 중환자실 치료가 적절히 시행된 경우 사망률이 높지 않은 것으로 알려져 있다.(12,13)

본 연구에서 폐손상 점수와외의 상관 관계는 주로 중환자실 재원기간과 인공 호흡기 유지 시간을 조사하였다. 폐손상 점수는 급성 호흡 곤란 증후군의 발생 가능성에 대해 Murray 등이 발표한 내용으로 2.5 이상이면 심각한 폐손상으로 진단하고 급성 호흡 곤란 증후군으로 진행 가능성이 높으며 0.1~2.5사이는 경증, 중등도의 폐손상으로 정의하였다.(14) 이에 따르면 폐 좌상의 범위가 클수록 급성 호흡 곤란 증후군의 발생 가능성이 높아지는데 이미 인공 호흡기 보조를 하고 있는 환자보다 폐 좌상은 심하지만 호흡기 보조를 하고 있지 않은 환자들의 예후 평가에 도움이 될 수도 있을 것이다. 외상에 의해 발생한 폐 좌상은 흉부 X선에 나타난 손상 정도가 반드시 환자의 호흡 곤란과 일치하지는 않기 때문인데, 24시간 내지 48시간 이내에 호전되거나 급속히 악화되는 경과를 보이기도 하며 환자가 중환자실에서 어떤 치료를 받는지에 따라 다른 경과를

보이는 만큼 이에 대한 예측이 필요할 것으로 판단된다. 흉부 X선상 보이는 폐 좌상에 의한 비정상적 음영은 적절한 치료를 받을 경우 10일 이내에, 증상은 3~5일 경과 후 호전되는 것으로 알려져 있다.(15)

늑골 골절의 정도는 대부분 3개 이상의 분절 골절 내지는 양측성 골절, 혹은 폐손상과 동반된 기흉, 동요흉 등에서 인공 호흡기의 보조가 필요한 경우가 많고 그 외는 통증 조절 만으로 치료를 하며 대부분 경과 관찰을 한다. 본 조사에선 흉부 손상 환자 중 11명(45.8%)의 환자가 인공 호흡기 처치가 필요했는데, 다른 조사 결과와 비교해도 높은 수치에 해당하며 이는 전체 환자의 손상 정도가 비교적 높기 때문일 것으로 판단된다. 하지만 인공 호흡기 유지 여부가 전체 대상 환자의 중환자실 재원 기간을 증가시키는지의 여부는 본 조사에선 확실하지 않았다. 또한 흉벽 손상의 정도를 늑골 골절 갯수로 판단하였는데, 이는 골절된 늑골이 많고 양측성 골절인 경우 동요흉이 발생할 가능성이 높기 때문이다. 늑골 골절이 심할수록 그만큼 흉부 손상이 심했다는 것이고 인공 호흡기의 보조가 더 필요할 가능성이 높지만 비흉부외상에 의한 폐합병증과 흉벽 손상 없는 폐 좌상도 발생하기 때문에 늑골 골절만으로 흉부 손상을 평가하기엔 제한적일 것으로 판단된다. Miller 등은 외상 환자에서의 급성 호흡곤란 증후군에서 환자의 나이, 손상 정도 계수 25점 초과, 글라스고 혼수척도 8미만, 수축기 혈압 90 mmHg 미만, 대량 수혈(10단위 이상), 폐 좌상, 대퇴골 골절 등을 이의 발생 위험 인자로 보고한 바 있는데 특히 폐 좌상은 Odd ratio 4.8(3.5~6.4)로 보고한 바 있다.(16) 본 조사에선 대상 표본 수의 제한으로 위험 인자에 대한 분석은 시행하지 못했지만 초기 외상센터이기 경험이기 때문에 향후 이에 대한 증례가 증가할 경우 추가 연구가 가능할 것으로 판단된다. 또한 Murray 기준을 만족시키는 급성 호흡곤란 증후군 환자는 없었으며 일시적인 수액의 과다 주입, 기관 삽관 시 발생한 폐 흡인 등으로 인해 일시적인 급성 폐손상 상태까지는 진행하였으나 대부분 보존적 치료로 급성 호흡곤란 증후군까진 진행하지 않고 정상적으로 회복되었다. 외상성 두뇌 손상으로 개두술을 시행하였거나 다발성 척삭 손상으로 인공 호흡기 치료가 필요했던 환자는 본 연구대상에서 제외하였는데, 이는 외상성 두뇌 손상은 타장기의 손상과는 관련없이 중환자실 재원 기간을 증가시키고 인공 호흡기의 보조가 흉부외상 여부와는 관련없이 필요하기 때문이다.

본 조사에선 흉부 손상이 동반된 다발성 외상 환자의 폐합병증과 관련된 예후를 평가하고 예측 인자를 평가하고자 하였다. 높은 손상 정도 계수는 중환자실 체류시간의 증가와 상관 관계를 보이며 외상 환자의 내원 초기 폐손상 점수를 지표로 인공 호흡기의 유지여부 및 폐합병증의

발생 가능성 여부를 수치화하여 예측할 수도 있을 것으로 판단된다.

V. 결 론

폐손상 및 급성 호흡 곤란 증후군의 발생 예측 인자로서 폐손상 점수는 흉부 외상이 동반된 다발성 외상 환자에서 환자의 인공 호흡기 사용시간과 중환자실 재원 기간을 예측하는 인자로서 도움이 될 것으로 판단된다.

REFERENCES

- 1) Cohn SM. Pulmonary contusion: review of the clinical entity. *J Trauma* 1997;42:973-9.
- 2) Sirmalı M, Türüt H, Topçu S, Gülhan E, Yazıcı Ü, Kaya S, et al. A comprehensive analysis of traumatic rib fractures: morbidity, mortality and management. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;24:133-8.
- 3) Nirula R, Talmor D, Brasel K. Predicting Significant Torso Trauma. *J Trauma* 2005;59:132-5.
- 4) Shorr RM, Crittenden M, Indeck M, Hartunian SL, Rodriguez A. Blunt thoracic trauma. Analysis of 515 patients. *Ann Surg* 1987;206:200-5.
- 5) Derdak S. Acute respiratory distress syndrome in trauma patients. *J trauma* 2007;62(6 Suppl):S58.
- 6) Ware LB, Matthay MA. Acute Pulmonary Edema. *N Engl J Med* 2005;353:2788-96.
- 7) Navarrete-Navarro P, Ruiz-Bailen M, Rivera-Fernandez R, Guerrero-Lopez F, Pola-Gallego-de-Guzman MD, Vazquez-Mata G. Acute respiratory distress syndrome in trauma patients: ICU mortality and prediction factors. *Intensive Care Med* 2000;26:1624-9.
- 8) Kong LB, Lekawa M, Navarro RA, McGrath J, Cohen M, Margulies DR, et al. Pedestrian-motor vehicle trauma: an analysis of injury profiles by age. *J Am Coll Surg* 1996;182:17-23.
- 9) Jamshid G. Traumatic brain injury. *Lancet* 2000;356:923-9.
- 10) Liman ST, Kuzucu A, Tastede AI, Ulasan GN, Topcu S. Chest injury due to blunt trauma. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23:374-8.
- 11) Nirula R, Talmor D, Brasel K. Predicting significant torso trauma. *J Trauma* 2005;59:132-5.
- 12) Treggiari MM, Hudson LD, Martin DP, Weiss NS, Caldwell E, Rubenfeld G. Effect of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome on outcome in critically ill trauma patients. *Crit Care Med* 2004;32:327-31.
- 13) Calfee CS, Eisner MD, Ware LB, Thompson BT, Parsons PE, Wheeler AP, et al. Trauma-associated lung injury differs clinically and biologically from acute lung injury due to other clinical disorders. *Crit Care Med* 2007;35:2243-50.
- 14) Murray JF, Matthay MA, Luce JM, Flick MR. An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:720-3.
- 15) Richardson JD, Adams L, Flint LM. Selective management of flail chest and pulmonary contusion. *Ann Surg* 1982;196:481-7.
- 16) Miller PR, Croce MA, Kilgo PD, Scott J, Fabian TC. Acute respiratory distress syndrome in blunt trauma: identification of independent risk factors. *Am Surg* 2002;68:845-50;discussion 50-1.