중등도 이상의 손상 환자에서 손상 중증도에 따른 정형외과적 손상에 대한 수상기전, 손상유형, 초기 치료적 접근의 비교

이의섭 • 손훈상* • 김영환[†] • 손민수^㉔

국립중앙의료원 정형외과, *연세대학교 원주의과대학 정형외과학교실, [†]국립중앙의료원 외상센터 외과

Comparison of the Injury Mechanism, Pattern and Initial Management Approach for Orthopedic Injuries According to the Injury Severity in Moderate-to-Severe Injured Patients

Eui-Sup Lee, M.D., Hoon-Sang Sohn, M.D.*, Younghwan Kim, M.D.[†], and Min Soo Shon, M.D.^㉔

Department of Orthopedic Surgery, National Medical Center, Seoul,

*Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju,

[†]Department of General Surgery, Trauma Center, National Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: This study compared the injury mechanism, site, type, initial management approach of orthopedic injury, and outcomes according to the injury severity in moderate-to-severe injured patients.

Materials and Methods: During 57-month, excluding the period when the authors' emergency/trauma center was not operating, from 2014 to 2019, a retrospective study was conducted on 778 patients with orthopedic injuries among patients with an Injury Severity Score (ISS)>9 scored. The patients were classified into moderate-injured group (group-1, 679) and severe-injured group (group-2, 99) according to the injury severity based on the ISS and physiologic parameters. The injury mechanism and non-orthopedic injury were evaluated. Orthopedic injuries were assessed according to the injury pattern and the number of anatomical regions and bone sites involved. The management approach for the orthopedic injuries in two groups was compared. Outcomes (hospital stay, systemic complications, and in-hospital mortality) were evaluated, and the risk factors for mortality were analyzed.

Results: In group-2, the incidence of younger males, high-energy mechanisms, and accompanying injuries was significantly higher than in group-1. The number of anatomical regions and bone sites involved increased in group-2. The involvement of the pelvis, spine, and upper extremity was significantly higher in group-2, whereas group-1 was involved mainly by the lower extremities. Depending on the patient's condition, definitive or staged management for orthopedic injuries may be used. Group-1 was treated mainly with definite fixation after the physiological stabilization process, and group-2 was treated with staged management using temporary external fixation. The hospital stay was significantly longer in group-2. The overall systematic complications and in-hospital mortality were approximately 4.9% and 4.5%. A higher injury severity was associated with higher in-hospital mortality (2.9%, 15.2%; $p<0.0001$). Increasing age and high ISS are independent risk factors for mortality.

Conclusion: A higher severity of injury was associated with a higher incidence of high-energy mechanism, younger, male, accompanying injuries, and the frequency and severity of orthopedic injuries. Severe polytrauma patients were treated mainly with a staged approach, such as external fixation. The hospital stay, systematic complications, and in-hospital mortality were significantly higher in severe-injured patients. Age and ISS are strong predictors of in-hospital mortality in polytrauma.

Key words: injury, severity, polytrauma, orthopedics

Received September 15, 2019 Revised October 26, 2019 Accepted November 24, 2019

Correspondence to: Min Soo Shon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, National Medical Center, 245 Eulji-ro, Jung-gu, Seoul 04564, Korea

TEL: +82-2-2262-4707 FAX: +82-2-2278-9570 E-mail: smsice125@naver.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0012-595X>

The Journal of the Korean Orthopaedic Association Volume 55 Number 5 2020 Copyright © 2020 by The Korean Orthopaedic Association

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

서론

손상(injury)은 신체적 손상에 국한된 의미의 외상(trauma)과 더불어 중독(poisoning), 화상(burn) 등 의도적 혹은 비의도적 사고의 결과로 발생하는 신체와 정신 건강 측면의 해로운 결과로 정의되는 포괄적 개념이다.¹⁾ 우리 사회는 지난 10년간 손상으로 인한 개인적 건강뿐만 아니라 의료비용이나 근로 손실에 따른 경제적 손실 추정액이 크게 증가하는 추세에 있으며 2010년도 이후 10대에서 30대 젊은 연령층의 사망원인 1위를 손상이 차지할 정도로 주요 조기사망의 원인으로 작용하고 있다.^{2,3)}

손상의 중증도(severity of injury)는 활력 징후(vital sign)와 의식 수준(level of consciousness)을 포함한 생리학적인 불안정성을 시사하는 지표들과 손상의 해부학적 요소를 고려한 간이손상 척도(Abbreviated Injury Scale, AIS), 손상 중증도 점수(Injury Severity Score, ISS) 등의 지표가 널리 사용되고 있다. 이 중 ISS는 Baker와 O'Neill⁴⁾에 의해 처음 제시된 이후 현재까지 손상 환자의 초기 평가에서 가장 흔하게 사용되고 있는 손상 지표이며, 각 해부학적 부위의 손상 정도를 점수화한 AIS를 토대로 환자의 전반적인 손상의 중증도를 반영하는 해부학적 점수매김법이다.⁵⁾ 이 지표 수치는 손상 이후 재원기간, 만성 신체적 정신적 후유 및 사망률과 직접적인 상관관계를 보이고 있는 것으로 알려져 있으며 특히 손상과 관련하여 초기에 평가된 ISS가 높을수록 사망률 역시 증가하는 추세를 보이는 것으로 보고되고 있다.⁶⁾

아직 합의된 정의나 기준이 정립되어 있지는 못하나 일반적으로 ISS가 15점보다 큰 경우를 중증의 손상(severe injured) 또는 다발성 손상(polytrauma)으로 분류하고 있고 전체 외상 환자의 약 15%~20% 정도를 차지하는 것으로 알려져 있다.^{7,8)} 이러한 중증 다발성 손상의 경우는 더 높은 사망률과 좋지 않은 예후를 보이는 경우가 유의하게 증가되는 것으로 보고되면서 그에 대한 적절한 평가와 진단, 치료적 계획의 설정에 대한 여러 연구들이 이루어지고 있다. 최근 여러 연구 보고들에 의하면 외상성 손상에 대한 ISS의 단일 지표를 이용한 평가는 한 부분의 신체 부위만 심각하게 손상된 단일 손상만으로도 중증 손상으로 과대 평가되는 경향을 보여 최근 발전된 외상성 손상 환자의 진단과 치료적 개념을 충분히 반영하지는 못하는 단점들이 제시되고 있었다. 이에 객관적이고 구체적인 지표를 만들기 위한 여러 연구들을 토대로 한 2014년 “The new Berlin definition”에 의하면 하나의 손상 지표만으로 평가하기보다는 해부학적 지표를 이용한 신체 손상의 정도, 산염기 상태, 혈액응고장애, 흉부 손상, 혈액학적 상태 등을 포함한 포괄적인 지표를 통하여 환자에 대한 평가가 이루어져야 하며 치료계획을 설정해야 한다고 하였다.⁹⁾

이러한 중증 또는 다발성 손상 환자의 경우는 보다 장기적인 이환과 후유성 기능 저하를 초래할 수 있고 또한 신체의 다발 손상으로 인한 전신성 염증 반응 및 다발성 장기 부전 등의 2차적

손상으로의 진행과 결국 사망으로 이어지는 결과를 초래할 수 있기 때문에 각각의 단일 손상만으로 기대되는 것에 비해 보다 높은 후유 발생률이나 사망률을 가지게 된다.¹⁰⁻¹³⁾ 따라서 수상 초기부터 객관적이고 포괄적인 지표의 평가를 통하여 외과, 신경외과, 정형외과, 마취과 등 다양한 분과 간의 협조를 통한 팀 접근(team approach)이 생존율을 높이고 발생가능한 후유를 줄이는데 중요하다.^{14,15)}

특히 중증 또는 다발성 손상에서는 근골격계 손상 역시 흔히 동반하게 되며 골격구조뿐만 아니라 광범위한 연부조직의 손상, 신경, 혈관 등 주요구조물의 손상을 복합적으로 동반하는 경우가 있다. 이 중 상당수는 정형외과적 진단과 치료에 있어서 적극적인 개입을 요하는 경우가 많다.¹⁶⁾

이러한 외상 환자들에서 보이는 골격구조의 손상에 대한 정형외과적 개입의 체계는 크게 두 가지 개념, 초기에 모든 골절에 대해 초기에 확정적 고정(definitive fixation)을 시행하는 early total care (ETC)와 우선적인 일시적 고정을 시행하고 환자 상태가 안정되기까지 기다린 후 확정적 고정을 시행하는 damage control orthopedic (DCO)으로 나눌 수 있으며 그 개입의 시기와 방법에 있어서는 여전히 논란의 여지가 있다.¹⁷⁻²²⁾

최근 다발성 외상 환자에게 일률적으로 ETC나 DCO를 적용하거나 수술시기를 포변화하기보다는 손상의 중증도에 대한 객관적인 지표들을 종합적으로 평가하여 이를 근거로 환자의 상태에 따라 적절한 치료 시기와 방법을 선택하고 치료의 방향을 유동적으로 설정해야 하며 손상에 대한 신속하고 객관적인 평가와 철저한 소생술 후 정형외과적으로 체계적인 접근을 고려하는 것이 보다 중요하다는 주장 역시 제기되고 있다. 최근 제기되고 있는 early appropriate care (EAC)는 손상 초기 철저한 평가와 소생술을 통하여 생리학적인 지표들의 안정화(pH $\geq$ 7.25, lactate $<$ 4.0 mmol/L, base excess $\geq$ -5.5 mmol/L)를 이루고 난 뒤 24~36시간 이내 불안정형 축성 골격(axial skeleton)과 하지의 장골(long bone of lower extremity)에서의 골절에 대하여 확정적 고정을 시행함으로써 외상성 손상 환자에서의 합병증, 사망률을 최소화시키고자 하는 치료적 접근이다.¹⁷⁻¹⁹⁾ 그와 더불어 또 하나의 접근 방법인 safe definitive orthopedic surgery (SDS)가 최근 제기되고 있다. 이는 적극적 소생술과 반복적인 평가를 시행하면서 임상적 상황에 맞추어 ETC와 DCO의 적절한 방법과 그 치료시기를 결정하는 방법으로 중증 손상의 외상성 환자에서 그 합병증과 사망률을 최소화하기 위하여 차별화된 두 가지 치료적 접근의 개념을 모두 받아들인 치료방법이라 할 수 있다.²⁰⁻²²⁾

따라서 현재에도 지속적으로 발전하고 있는 중증 손상성 환자의 치료적 접근은 합병증과 사망률을 최소화시키는 데 그 초점을 두고 있으며, 단일 손상 환자와는 다른 진단적 및 치료적 접근과정을 보이고 있다. 특히 이러한 상황은 시기적절한 소생술(timely resuscitation)이 필수적이라 할 수 있고 해당 영역에서의 발전

이 전제되고 있다. 최근에는 정형외과 의사가 과거보다 주요 골절의 조기 결정 및 관리에 적극적으로 참여하도록 유도하고 있다.

따라서 이 연구에서는 국립중앙의료원 응급실을 방문한 중등도 이상의 손상 환자를 대상으로 ISS와 생리학적 지표를 기준으로 한 손상 중증도에 따라 정형외과적 손상의 수상기전, 손상부위, 유형 및 초기 치료적 접근의 방법의 차이를 비교하고자 하며, 또한 손상 중증도에 따른 재원기간, 재원기간 내 발생된 전신 합병증(systematic complication)의 빈도와 재원기간 내 사망률(in-hospital mortality)을 비교 분석하고 입원 내 사망과 연관성을 보이는 위험 요인들을 확인하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 국립중앙의료원 임상시험심사위원회 승인을 받고 시행되었다(H-1910-107-004). 2014년 4월부터 2019년 6월까지 국립중앙의료원 사정으로 응급실과 외상센터가 폐쇄된 기간을 제외한 총 57개월의 기간 동안 응급실로 방문하여 외상센터로 입원한 16세 이상의 외상 환자(질병 외 코드인 S, T 코드로 진단 받은 환자)들 중, 손상의 중증도에 대한 일차적 평가(primary assessment)를 통하여 ISS 9점 이상의 손상을 보이면서 정형외과적 손상이 동반된 환자들을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다.

응급실 내원 전 혹은 내원 직후 사망한 경우, 응급실 평가가 끝나기 전 또는 각 과에서 개입되기 전 다른 센터로 전원된 경우, 평

가를 위한 의학적 정보가 부족한 경우 및 ISS 9점 이상의 환자 중 정형외과적 손상이 동반되지 않은 경우는 이 연구에서 제외하였다(Fig. 1).

응급실로 내원한 모든 외상 환자들은 인구통계학적 요소(연령과 성별), 기저질환 및 손상기전에 대한 병력청취를 시행하였고 활력 징후와 의식수준 및 손상 부위와 유형을 평가하였다. 손상의 중증도는 ISS와 더불어 손상에서의 생리학적 변화를 평가하는 손상의 생리학적 지표들(physiologic parameters)인 의식수준(Glasgow Coma Scale), 혈액학적 상태, 산염기 상태, 혈액응고 장애의 여부와 더불어 부가적 지표로서의 연령을 기준으로 평가하였으며 손상의 중증도에 따라 다음의 두 군으로 분류하였다.

1군은 ISS 9점 이상에서 15점 이하의 중등도 손상(moderate injury)으로 평가된 경우이며 2군은 “The New Berlin Definition”의 기준⁹⁾에 따라 중증 손상(severe injury)으로 분류되는 경우로 ISS 15점을 초과하면서 다음의 생리학적 지표의 병적 상태(pathologic conditions) 중 최소 한 가지 이상을 갖는 경우로 정의하였다. 생리학적 불안정성을 시사하는 병적 상태는 90 mmHg 이하의 수축기 혈압, 8점 이하의 Glasgow Coma Scale, -6.0 mmol/L 이하의 염기과잉(base excess), 부분 트롬보플라스틴 시간(partial thromboplastin time, PTT)이 40초 이상 또는 국제표준화비율(international normalized ratio, INR)이 1.4 이상인 응고장애, 70세 이상인 경우로 정의하였다. ISS가 15점보다 큰 환자들 중 중증 손상에 해당하지 않는 환자들은 1군에 포함시켰다. 모든 환자들은 응급실 내원 직후부터 퇴원 또는 사망

Figure 1. Flow diagram for comparing the injury mechanism, patterns, and initial management approach of orthopedic injuries according to injury severity in moderate-to-severe injured patients. ISS, Injury Severity Score, CPR, cardio pulmonary resuscitation, INR, international normalized ratio.

시점까지 추시되었다.

응급실로 방문 당시 신체의 손상과 생리학적 초기 평가가 시행된 총 3,115명의 외상 환자 중 ISS 9점 이상(중등도 이상)의 손상을 보이는 환자는 총 1,314명이었으며 그 중 정형외과적 손상을

동반한 총 778명이 최종 연구대상에 포함되었다. 남자는 412명(52.9%), 여자 366명(47.1%)이었으며 전체 대상 환자의 평균 연령은 65.9 ± 18.6 세(16–101세)였다. 최종 연구대상에 포함된 총 778명의 환자 중 손상의 중증도에 따른 1군은 총 679명(87.2%)

Table 1. Patients' Demographics (n=778)

Variable	Group-1	Group-2	p-value
No. of patient	679	99	
Age (yr)	67.39 ± 17.93 (16–101)	56.02 ± 20.16 (16–93)	<0.001*
Sex (male:female)	342:337	70:29	<0.001*
Past medical history			
Heart disease	29 (4.3)	2 (2.0)	0.285
Liver disease	11 (1.6)	1 (1.0)	0.645
Pulmonary disease	14 (2.1)	2 (2.0)	0.978
Coagulopathy	11 (1.6)	1 (1.0)	0.645
Hypertension	259 (38.1)	25 (25.3)	0.013*
Diabetes	58 (8.5)	4 (4.0)	0.122
Dementia	27 (4.0)	1 (1.0)	0.139
Etc. (BPH, cancer, etc.)	108 (15.9)	16 (16.2)	0.948
Injury Severity Score	10.43 ± 3.46 (9–34)	23.79 ± 8.38 (16–75)	<0.001*
Glasgow Coma Scale [†]	14.56 ± 1.44 (4–15)	9.79 ± 5.03 (1–15)	<0.001*
Initial systolic blood pressure (mmHg)	139.85 ± 26.11 (58–241)	115.89 ± 33.04 (40–213)	<0.001*
Initial base excess [‡] (mmol/L)	-1.16 ± 3.28 (-16.0–10.5)	-3.41 ± 5.72 (-24.6–24.3)	<0.001*
Initial prothrombin time (s)	13.24 ± 1.58 (10.7–29.7)	15.43 ± 4.66 (10.7–38.7)	<0.001*
Initial International normalized ratio	1.04 ± 0.17 (0.8–2.9)	1.28 ± 0.54 (0.8–4.0)	<0.001*
Associated injuries in non-orthopedic field	85 (12.5)	87 (87.9)	
GI injuries	8 (1.2)	17 (17.2)	<0.001*
Brain injury	38 (5.6)	39 (39.4)	<0.001*
Lung injury with thoracic wall fracture	28 (4.1)	18 (18.2)	<0.001*
Urogenital injury	4 (0.6)	6 (6.1)	<0.001*
Etc. (facial injury)	7 (1.0)	7 (7.1)	<0.001*
Injury mechanism			
Fall down	64 (9.4)	31 (31.3)	<0.001*
In-car TA	43 (6.3)	14 (14.1)	0.005*
Pedestrian TA	76 (11.2)	30 (30.3)	<0.001*
Motorcycle TA	36 (5.3)	7 (7.1)	0.467
Crush injury	14 (2.1)	4 (4.0)	0.219
Slip or roll down	446 (65.7)	12 (12.1)	<0.001*
Penetration injury	0 (0)	1 (1.0)	0.127

Values are presented as number only, mean±standard deviation (range), or number (%). *Statistically significant difference ($p < 0.05$). [†]Neurological scale that aims to give a reliable and objective way of recording the state of a person's consciousness. [‡]The metabolic component of the acid-base balance is reflected in the base excess, with the typical reference range for base excess of -2 to +2 mEq/L (mmol/L). Metabolic acidosis was defined as a base excess of -6.0 or lower. Group-1, moderate-injured group; Group-2, severe-injured group; BPH, benign prostatic hyperplasia; GI, gastrointestinal; TA, traffic accident.

이었으며 평균 연령은 67.39세(16-101세), 성별은 남자 342명, 여자 337명이었다. 2군은 총 99명(12.8%)이었으며 평균 연령은 56.02세(16-93세), 성별은 남자 70명, 여자 29명이었다. 두 군에서의 평균 ISS (10.43 ± 3.46 , 23.79 ± 8.38)를 포함하여 생리학적 불안정성을 평가하기 위한 평균 Glasgow Coma Scale, 초기 수축기 혈압, 염기과잉 및 혈액응고인자와 관련된 지표들을 평가하였다(Table 1).

2. 연구 방법

손상의 중증도에 따라 분류된 두 군에 대하여 손상의 기전, 비정형외과적 동반 손상(소화기, 호흡기, 비뇨기, 뇌손상 등)의 여부를 비교 분석하였다.

정형외과적 손상에 대해서는 우선 골격계 손상의 부위와 유형에 대하여 평가하였다. 골격계 손상의 부위는 크게 두 가지 요소, 해부학적 영역(anatomical region)과 해당 영역 내 해부학적 골격 부위(anatomical bone site)로 분류하였다. 해부학적 영역은 척추(spine), 상지(upper extremity), 하지(lower extremity) 및 골반(pelvis)으로 구분하고 각 해부학적 영역에서의 골격 부위는 척추 영역에서는 경추, 흉추, 요추로, 상지에서는 쇄골, 견갑골, 상완골, 요골, 척골, 수근골, 중수골, 수지골로, 하지에서는 대퇴, 경골, 비골, 거골, 종골, 족근골, 중족골, 족지골로, 골반 영역에서는 골반환, 천골, 비구로 구분하였다. 환자당 침범된 해부학적 영역의 수와 골절된 해부학적 골격 부위의 수를 평가하여 두 군 간 비교 분석하였다. 골격계 손상의 유형은 해부학적 영역 내 크게 개방성 골절 유무, 수술적 치료의 필요성(시행) 여부로 구분하였으며 척추 영역에서는 신경학적 감각 또는 운동 마비(감각/운동

저하를 동반하지 않은 신경학적 저린감은 제외) 및 마미충증후군 등 저명한 신경학적 이상 소견의 유무로 구분하였다.

응급실 내원 직후 손상의 중증도 및 생리학적 변화에 대한 철저한 평가와 더불어 전문외상처치술(advanced trauma life support)에 부합하는 진단적 및 치료적 소생술(resuscitation)을 시행하면서 정형외과적 손상에 대한 치료계획이 설정되었다. 각 정형외과적 손상의 치료계획은 각 해부학적 영역을 담당하는 정형외과 전문의들에 의해 외상전담 전문의 및 마취과 전문의들과 긴밀한 상의를 통하여 각 환자의 임상적 상황에 맞추어 치료시점과 치료적 접근방법을 설정, 시행하였다(Fig. 2). 정형외과적 손상, 특히 골절을 동반한 손상에 대하여 1차적 치료는 기존 문헌들에서 적용된 정의를 토대로 응급실 내원 시점을 기준으로 24 시간 이내 전문외상처치술과 더불어 모든 골절에 대하여 확정적 고정술이 시행되는 ETC, 일시적 외고정 장치를 이용한 고정술이 시행된 DCO 및 비수술적 고정 치료(부목고정 또는 골격견인 등)로 구분하였다. 비수술적 고정 치료는 주기적인 생리학적 변화를 포함한 임상적 상태에 대한 반복적 평가를 시행하면서 각 생리학적 변화가 안정화된 시기에 수술적 치료로 전환하여 확정적 고정술(safe definitive fixation, SDF)을 시행하거나 추가적인 수술적 치료 없이 비수술적 치료를 지속하며 추시하였다. 다발성 골절의 경우 적어도 하나의 골절에서 단계적 치료를 계획하여 외고정 고정술이 적용되었다면 DCO군으로 포함시켰다. 골절 없이 연부조직의 손상만을 보이는 경우는 의학적 상태(탈장갑 손상 또는 Morel-Lavallée 병변의 유무, 주요 신경-혈관 손상의 유무, 건 또는 인대 손상의 유무)에 따라 세척-변연절제술(irrigation and debridement), 탐색술(exploration), 근막절제술(fasciotomy)

Figure 2. Flow diagram of the management approach in patients with moderate-to-severe injury.

또는 봉합술이 시행되었다. 이러한 치료적 접근과정을 ETC군, DCO군, 비수술적 치료군 및 SDF군으로 구분하여 두 군 간의 각 치료적 접근의 분포 차이를 분석하였다.

치료결과는 손상 중증도에 따른 재원기간, 재원기간 내 발생된 전신 합병증의 빈도와 사망률을 비교 분석하고 입원 내 사망과 연관성을 보이는 위험 요인들을 확인하고자 하였다. 재원기간은 응급실 내원시점부터 퇴원 또는 사망에 이른 기간을 평가하였다. 전신 합병증은 재원기간 내 이차적으로 발생된 폐색전증(pulmonary thromboembolism), 급성호흡부전 증후군(acute respiratory distress syndrome), 다발성 장기부전(multiorgan failure), 심장 기인성 부전(cardiogenic failure), 폐혈증 또는 폐혈성 쇼크(sepsis or septic shock)를 평가하였다. 치료결과 중 사망률의 경우는 재원기간 내 발생된 사망률을 기준으로 하였으며 특히 연속적, 단계적 사망에 이른 경우 사망을 초래한 가장 심각한 합병증에 한하여 평가(예를 들어 폐렴의 심각한 악화로 인하여 폐혈증 또는 폐혈성 쇼크로 이어진 경우는 보다 심한 합병증에 해당되는 폐혈증/폐혈성 쇼크군으로만 평가)하였다. 또한 초기 손상 당시의 뇌손상(brain injury)의 회복 불가 또는 악화로 인한 사망은 사망률에는 포함되었으나 재원기간 내 합병증의 평가에는 합산되지 않았다.

3. 통계적 분석

본 연구에서 모든 통계적 분석은 PASW ver. 18.0 for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 분석하였고 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다. 각 평균과 표준편차는 기술통계(descriptive statistics)로 분석하였다. 두 군 간 연속형 변수에 대해서는 독립표본 t검정(independent t-test) 또는 Mann-Whitney U 검정으로 분석하였고 범주형 변수에 대해서는 카이제곱 검정(chi-squared test) 또는 Fisher의 정확 검정(Fisher's exact test)을 사용하여 분석하였다. 재원기간 내 사망률에 미치는 위험요인은 로지스틱 회귀 분석법(logistic regression analysis)을 이용한 다중 회귀 분석(multiple regression analysis)을 이용하여 분석하였고 유의하게 평가된 요인들에 대한 교차비(odd ratio) 및 95% 신뢰구간(95% confidence intervals)을 확인하고 유의

수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

응급실 내원 당시 시행된 신체의 손상과 생리학적 초기 평가를 통하여 분류된 두 군 중, 중증도의 손상을 보이는 1군에 비하여 중증 손상을 보이는 2군에서 보다 젊은 연령대를 보이고 있는 것으로 평가되었으며($p < 0.001$), 남녀 비율 역시 2군에서는 남성의 비율이 통계적으로 유의하게 높은 것으로 평가되었다($p < 0.001$).

Table 3. Characteristics and Patterns in Orthopedic Injuries According to the Anatomical Regions (Number of Injuries to Each Anatomical Region)

Characteristic	Group-1	Group-2	p-value
Spine	57	34	<0.001*
Neurologic symptom (yes/no) [†]	12/45	9/25	0.553
Operation (yes/no)	13/44	7/27	0.805
Upper extremity	103	31	<0.001*
Open/closed	5/98	3/28	0.320
Intra-articular/extra-articular	40/63	7/24	0.096
Operation (yes/no)	65/48	18/13	0.612
Lower extremity	541	56	<0.001*
Open/closed	49/492	15/41	<0.001*
Intra-articular/extra-articular	56/485	16/40	<0.001*
Operation (yes/no)	497/44	47/9	0.047*
Pelvis	51	53	<0.001*
Open/closed	2/49	0/53	0.238
Intra-articular [‡] /extra-articular	21/30	22/31	0.973
Operation (yes/no)	24/27	22/31	0.569

Values are presented as number only. *Statistically significant difference ($p < 0.05$). [†]Neurological symptoms are presented as positive when clinically confirmed as sensory and/or motor paralysis. [‡]Intra-articular involvement of injury of the pelvic region is including fracture/fracture-dislocation of sacroiliac joint, acetabular fracture, or fracture-dislocation/diastasis of symphysis pubis. Group-1, moderate-injured group; Group-2, severe-injured group.

Table 2. Involvement of the Anatomical Bone Sites and Regions in Skeletal Injuries (Number of Involvements per Person)

Skeletal injury	Group-1	Group-2	p-value
Anatomical region [†]	1.14±0.47 (0–4)	1.76±0.88 (0–4)	<0.001*
Anatomical bone site [‡]	1.54±1.65 (0–23)	3.23±2.62 (0–16)	<0.001*

Values are presented as mean±standard deviation (range).

*Statistically significant difference ($p < 0.05$). [†]Anatomical regions are divided as follows: spine, upper extremity, lower extremity, pelvis. [‡]Anatomical bone sites of each anatomical region are divided as follows: cervical, thoracic, lumbar, scapula, clavicle, humerus, radius, ulna, carpal bone, metacarpal bone, phalanx, femur, tibia, fibula, talus, calcaneus, tarsal bone, metatarsal bone, toe, pelvic ring, sacrum, acetabulum. Group-1, moderate-injured group; Group-2, severe-injured group.

손상 전 기저질환의 빈도에서는 두 군 간 고혈압의 빈도($p=0.013$)를 제외하고는 통계적으로 차이를 보이고 있지 않았으나 손상 후 Glasgow Coma Scale로 평가된 의식수준($p<0.001$)을 포함하여 초기 수축기 혈압, 염기과잉, PTT와 INR로 평가된 혈액응고장애의 지표에서 모두 2군에서 통계적으로 차이를 보이는 것으로 평가되면서 모든 지표에서 저명한 생리학적 불안정성을 동반하고 있었다($p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$).

비정형외과적 손상의 동반 여부는 1군(85/679, 12.5%)에 비해 2군(87/99, 87.9%)에서 저명하게 높게 동반된 것으로 확인되었으며($p<0.001$) 1군과 2군에서 모두 뇌손상이 가장 높은 빈도를 보였고 이어서 흉곽 손상을 동반한 폐손상이 높은 빈도를 보였던 것으로 평가되었다.

손상기전의 경우 1군에서는 넘어지거나 계단에서 구르는 등 저에너지 손상기전이 가장 높은 빈도(446/679, 65.7%)를 보이면서 2군에 비해 통계적으로 유의하게 높은 빈도를 보이는 것으로 평가되었고 2군에서는 추락(31/99, 31.3%), 보행자 교통사고(30/99, 30.3%)의 손상 빈도가 높고 1군에 비하여 2군에서 추락, 운전중 및 보행자 교통사고의 빈도가 통계적으로 유의하게 높은 것으로 평가되었다(Table 1).

정형외과적 손상 중 골격계 손상의 부위별 평가에서 환자당

침범된 해부학적 영역의 수와 골절된 해부학적 골격 부위의 수(Table 2)는 모두 1군에 비하여 2군에서 통계적으로 유의하게 높은 것으로 평가되었고($p<0.001$, $p<0.001$), 1군의 경우는 하지의 손상이 현저하게 높은 빈도(541/679, 79.6%)를 보이는 반면, 2군의 경우는 하지의 손상(56/99, 56.6%)뿐만 아니라 골반(53/99, 53.5%), 척추(34/99, 34.3%), 상지(31/99, 31.3%)의 손상 모두에서의 빈도가 높아지는 것으로 평가되었다(Table 3, Fig. 3). 손상의 유형 중 하지 손상의 경우에서 개방성 골절과 관절내 골절의 빈도가 1군에 비해 2군에서 통계적으로 유의하게 높은 것으로 평가되었으며 그외 척추, 상지, 골반의 경우에는 1군과 2군에서의 개방성 및 관절내 골절의 빈도에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.

전체 연구대상에 포함된 778명 중 골절 없이 연부조직만 손상을 보인 9명을 제외한 769명의 환자군에 대하여 정형외과적 치료적 접근 중 수술적 치료가 적극적으로 시행된 경우는 총 628명(1군 564명, 2군 64명)이었으며 비수술적 치료를 시행한 경우는 총 141명(1군 107명, 2군 34명)이었다(Table 4). 수술적 치료가 적극적으로 시행된 628명(81.7%)의 환자군들의 치료적 접근과정의 분포는 Table 4와 같으며 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 확인되었다(Fig. 4). 특히 1군에서는 2군에 비하여 적극적

Figure 3. Between-group difference in the distribution of orthopedic injuries. Group-1, moderate-injured group; Group-2, severe-injured group.

Table 4. Type of Management Approach for Orthopedic Injuries

Variable	Group-1 (n=679)	Group-2 (n=99)	p-value
Early total care	62 (9.1)	12 (12.1)	0.341
Damage control orthopedic	33 (4.9)	20 (20.2)	<0.001*
Safe definitive fixation	469 (69.1)	32 (32.3)	<0.001*
Non-operation	107 (15.8)	34 (34.3)	<0.001*
Management for only soft tissue injury without fracture	8 (1.2)	1 (1.0)	0.884

Values are presented as number (%). *Statistically significant difference ($p < 0.05$). Group-1, moderate-injured group; Group-2, severe-injured group.

Figure 4. Between-group difference in the management approach for orthopedic injury (excluding only soft tissue injuries). *Statistically significant difference ($p < 0.05$). Group-1, moderate-injured group; Group-2, severe-injured group; ETC, early total care; DCO, damage control orthopedic.

인 소생술을 시행하면서 반복적인 평가를 통하여 생리학 적 안정화를 확인한 후 지연된 시기에 확정적 고정술을 시행한 SDF군이 보다 많은 빈도를 차지하고 있었으며($p < 0.001$), 2군에서는 1군에 비하여 적극적 소생술과 더불어 골격계 손상에 대하여 일차적인 외고정술을 시행하였던 DCO군의 빈도가 유의하게 증가된 것으로 확인되었다($p < 0.001$).

재원기간 역시 2군에서 1군에 비해 현저히 증가된 것으로 확인되면서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 재원기간 중 발현된 전신 합병증(Table 5)은 1군에서 25명(3.7%), 2군에서 13명(13.1%)의 환자에서 발생되었으며($p < 0.001$) 특히 2군에서 급성호흡부전 증후군과 다발성 장기부전의 빈도가 통계학적으로 유의하게 높았다($p < 0.001$, $p = 0.005$).

전체 778명의 환자들 중 확인된 총 재원기간 내 사망률(overall in-hospital mortality)은 약 4.5% (35/778)였으며 중등도 손상인 1군에서는 약 2.9% (20/679), 중등 손상의 2군에서는 15.2% (15/99)를 보이고 있어 통계적으로 2군에서 유의하게 높아지는 것을 확인할 수 있었다($p < 0.0001$). 중등도 손상의 1군의 경우 사망 환자의 대부분(15/20, 75%)은 폐 합병증(폐색전증,

급성호흡부전 증후군 등) 또는 폐 합병증의 악화로 기인한 폐혈성 쇼크에 의한 것이며 중등 손상의 2군의 사망 환자 중 66% 이상(10/15)의 사망 원인은 초기 손상에서 심한 뇌손상을 동반하고 있으면서 72시간 이내 뇌손상의 회복 불가 또는 급격한 악화로 인한 것이었다.

재원기간 내 사망에 미치는 위험 요인에 대한 분석에서 통계적으로 유의한 위험 요인으로서는 이번 연구에서 정의한 손상 중증도에 따른 군과 두 군의 분류에 이용한 연령을 포함한 각 생리학 적 요인들(ISS, 의식수준, 혈액학적 상태, 산염기 상태, 혈액응고장애의 여부), 성별, 동반된 뇌손상, 침범된 해부학적 영역과 골격의 수, 치료적 접근과정 중 ETC군과 비수술적 치료군에서 확인되었으며 유의한 변수들을 이용한 다중회귀분석을 시행하였을 때 연령(교차비: 1.105, 95% 신뢰구간: 1.031–1.184)과 ISS (교차비: 1.264, 95% 신뢰구간: 1.046–1.520)에서 유의하게 높은 교차비를 보이는 것으로 확인되었다(Table 6).

고찰

본 연구에서는 응급실로 내원한 외상 환자들, 특히 ISS 9점 이상 중등도 손상을 보이는 총 1,314명의 환자들 중 정형외과적 손상을 동반한 환자는 약 59.2% (778/1,314)였다. 신체적 손상의 정도를 의미하는 ISS와 생리학 적 불안정성을 시사하는 지표들을 기준으로 분류된 손상의 중증도에 따라 비교하였을 때, 손상의 중증도가 높을수록 평균 연령은 보다 젊고, 남성에서 보다 많은 빈도로 발생하는 것으로 확인되었다. 이는 손상의 중증도가 높을수록 손상기전에서 고에너지 손상에 해당되는 추락, 교통사고의 빈도가 높아지는 경향에 부합하는 것으로 고려할 수 있다. 이러한 중등 손상 환자에서의 역학적(epidemiologic) 특성, 특히 연령과 손상기전, 손상 중증도와 의 연관성은 이전 연구들의 결과에 부합하며^{23,24)} 고에너지 중등 손상일수록 상대적으로 젊은 연령대, 저에너지 손상에서 고령의 연령 환자들이 분포하면서 상대적으로 낮은 중증도를 보이는 것으로 보고되고 있다.

다발성 손상의 정의는 단순한 중등 환자에 대한 분류라기보다는 필요로 하는 의료시설과 인력, 그 진단적 치료적 접근과정

Table 5. Incidence of Hospital Periods, Systematic Complications and In-Hospital Mortality

Variable	Group-1 (n=679)	Group-2 (n=99)	p-value
Hospital stay (d)	31.72±28.12 (1–232)	65.21±69.16 (1–437)	<0.001*
Systematic complications	25 (3.7)	13 (13.1)	<0.001*
Pulmonary thromboembolism	4 (0.6)	1 (1.0)	0.624
ARDS	5 (0.7)	6 (6.1)	<0.001*
Multiorgan failure	1 (0.1)	2 (2.0)	0.005*
Cardiogenic failure	2 (0.3)	0 (0.0)	0.589
Sepsis or septic shock	13 (1.9)	4 (4.1)	0.107
Brain or CNS injury	11 (1.6)	2 (2.0)	0.487
In-hospital mortality	20 (2.9)	15 (15.2)	<0.001*

Values are presented as mean±standard deviation (range) or number (%). *Statistically significant difference ($p<0.05$). Group-1, moderate-injured group; Group-2, severe-injured group; ARDS, acute respiratory distress syndrome; CNS, central nerve system.

Table 6. Risk Factors for In-Hospital Mortality in Moderate-to-Severe Injured 778 Patients

Variable [†]	Odd ratio	95% confidence interval		p-value
		Lower	Upper	
Age	1.105	1.031	1.184	0.005*
Injury Severity Score	1.264	1.046	1.520	0.015*

*Statistically significant difference ($p<0.05$). [†]Variables entered on step 1: group, age, sex, injury Severity Scale, Glasgow Coma Scale, systolic blood pressure, base excess, prothrombin time, international normalized ratio, Concomitant brain injury, anatomical regions and bone sites, early total care approach, nonoperative approach.

의 적절한 적용, 예상되는 후유 및 사망률의 예측 등에 필수적이라 할 수 있지만 아직 완전히 정립되지는 못하고 있는 실정이다. 지금까지 다양하게 정의된 개념들은 적어도 두 군데의 주요 해부학적 영역을 침범하면서 생명에 위중한 손상(life threatening injury)이라는 기본적인 개념에서 벗어나지 못하는 상황이었으며 보다 질적으로 향상된 객관적 측정법을 갖추지 못하고 있었다. 2014년 “The New Berlin Definition”에서는 30% cuff-off값의 사망률과 밀접한 연관성을 가지는 다섯 가지의 독립적인 인자들(70세 이상의 연령 인자와 더불어 혈압저하, 의식수준의 저하, 산증 상태, 혈액응고장애)을 입증하였으며 다발성 또는 중증 손상의 정의로 기존의 표준적인 평가방법인 16점 이상의 ISS점수와 더불어 다섯 가지 독립적인 인자들 및 생리학적 지표를 정하여 이 중 한 가지 이상의 생리학적 지표를 보이는 환자로 정립하였다.⁹⁾ 본 연구에서도 중등도 이상의 손상을 보이는 환자들을 대상으로 ISS 16점을 기준으로 중등도 손상군과 중증 손상군으로 구분하여 평가해 볼 때, 두 군 간 기저질환에서의 차이는 없었음에도 손상의 중등도가 높아질수록 의식수준, 혈액학적 상태, 산염기 상태 및 혈액응고장애의 지표들로 평가되는 생리학적 불안정성이 유의하게 증가되는 것으로 평가되었고 정형외과적 손상이외에도 다른 주요 내부장기의 동반 손상이 유의하게 증가되는 것으로 평가되었으며 그 재원기간, 합병증 및 사망률 역시 유의

하게 증가하는 것을 확인하였다.

다발성 중증 손상 환자에서 동반되는 정형외과적 손상과 관련하여 본 연구에서는 골격계 손상의 부위는 중등도 손상을 보이는 1군에서는 주로 하지를 침범하는 손상을 보이고 있었으며 단일 손상의 경우가 유의하게 많았다. 이는 해당군에서 보다 고령, 특히 넘어지거나 계단에서 구르는 등의 저에너지 손상기전에서 주로 발생되었다는 점과 부합한다. 그에 반해 중증의 손상을 보이는 2군의 경우는 고에너지의 손상기전에 의하여 발생하는 경우가 유의하게 증가되면서 골반, 척추 등의 손상 빈도가 유의하게 증가되는 것으로 평가되었으며 1군에 비하여 다발성 골절의 빈도가 유의하게 증가된 것으로 평가되었다. 이러한 손상 중증도에 따른 해부학적 손상 영역과 수의 차이를 비교한 연구는 많지 않으나 Feichtinger 등²⁵⁾에 의해 최근 보고된 연구와 유사한 결과를 보이고 있다.

이러한 중증 손상 환자에서의 정형외과적 손상에 대한 평가는 중요하다. 신체의 손상이 여러 부위에서 발생된 다발성 손상 또는 심각한 중증 손상의 경우 생리학적으로 불안정하여 정형외과적 수술을 위한 전신마취나 수술 자체의 위험성은 분명히 높아지게 된다. 특히 수술에 의한 ‘이차적 충격(secondary hit)’으로 인한 전신적 염증 반응, 다발 장기 부전 등으로 사망과 직결될 수 있기 때문에 항상 주의를 요하게 된다.²⁶⁾ 다만 정형외과적 측면에서

고려하자면 정형외과적 손상에 대한 정확한 평가와 치료계획을 설정하기 위해서 또는 세균감염 예방, 혈액학적 안정화와 손상된 근골격계의 안정적 고정을 위해서라도 수술적 치료가 초기에 필요한 경우가 있을 수 있고 또한 치료가 지연될 경우 추후 관절 구축, 가골의 형성 및 유착 등으로 인한 정형외과적 수술이 어려워지고 기능 회복에 한계가 발생되게 되며 좋지 않은 예후를 보이게 되는 경우가 있을 수 있기 때문에 신중하게 치료시기와 방법을 결정해야 될 것이다.²⁷⁾

다발성 중증 손상 환자에 대한 정형외과적 치료의 개입시기와 그 치료방법은 아직 정확히 정립된 바가 없다.^{17-22,27)} 최근 다발성 손상 환자에서 치료적 접근은 ETC나 DCO 어느 한 가지를 적용하기보다는 손상의 중증도 및 여러 객관적인 지표들을 종합적으로 평가하여 적절한 치료 시기와 방법을 선택하고자 하는 방향으로 고려되고 있다.¹⁷⁻²²⁾ 본 연구는 해당 연구기간 내 시행된 치료적 접근방법을 분석하였을 때 전향적으로 계획된 치료적 체계에 의한 과정이 아닌 후향적 연구임에도 불구하고 손상 중증도에 따라 그 치료적 접근방법에서 유의한 차이를 보이고 있었다(Fig. 4). 중증도의 손상을 보이는 1군 환자에서는 주로 적극적인 소생술과 철저한 평가를 시행하면서, 생리학적 안정화가 확인된 시점에서 확정적 고정술을 시행한 경우가 유의하게 많은 빈도를 차지하는 반면, 중증 손상의 2군에서는 상대적으로 적극적 소생술과 더불어 초기에 일차적인 외고정술을 시행한 뒤 추후 생리학적으로 안정화된 시기에 확정적 고정술로 전환하였던 DCO군의 빈도가 유의하게 증가된 것으로 확인되었다. 이는 생리학적으로 불안정한 다발성 손상 환자에서 비교적 덜 침습적이면서도 적은 출혈량과 수술의 소요 시간을 고려하여 적용해 수술로 인한 추가적인 2차적 손상을 최소화시키기 위한 노력의 일환이라 할 수 있다. 특히 이러한 2차적 손상은 손상 자체에 의한 생리학적 변화와는 달리 조절 가능한 변수로 알려져 있으며 따라서 정형외과적 수술의 방법과 시기의 결정은 다발성 중증 환자의 임상적 결과와 예후에 중요한 요인으로 작용하게 된다. 중증의 손상을 보이는 2군에서 응급실 내원 이후 24시간 이내 초기 개입된 경우가 보다 유의하게 높은 빈도를 차지하고 있는 것으로 평가되었다. 이는 2군의 경우 생리학적 지표의 변화를 포함한 전신 상태가 불안정함에도 불구하고 고에너지 손상이 주된 손상기전으로 발생된 경우가 많기 때문에 손상의 중증도에 비례하여 정형외과적 손상의 정도와 양상 역시 최소 탐색술 또는 세척-변연절제술이 시행된다 하더라도 초기에 1차적 치료를 필요로 하는 경우가 많았던 것으로 파악되었다. 또한 비정형외과적 동반 손상에 대한 처치를 위해 전신 마취하 수술적 치료를 시행함에 따라 정형외과적으로도 병행하여 수술적 치료를 시행하는 경우도 일부 반영된 것으로 파악되었다. 또한 중증의 손상을 보이는 환자에서 정형외과적 손상이 주된 손상이었던 군이면서 정형외과적 손상에 대한 안정화가 전신적 안정화에 도움이 된 경우이거나, 초기 응급적 치료에 의해 생

리학적 불안정성을 시사하는 지표들이 빠르게 안정된 경우에서는 확정적 고정을 우선적으로 시행한 예가 있다. 더욱이 다발성 중증 환자에서는 여러 해부학적 영역 내 다양한 해부학적 골격구조에서의 손상들이 복합적으로 발생되며 각 골절 부위와 그 형태, 양상에 따라 치료적 방법과 예후가 달라질 수 있고 외고정 장치가 1차적으로 적합하지 않을 수 있다. 따라서 중증도 이상의 손상 환자에서는 생리학적 불안정성을 시사하는 지표를 포함한 전신 상태에 대한 세심한 평가, 초기 소생을 위한 적극적인 전문치료와 그에 대한 이해가 정형외과 의료진에게도 필수적이라 할 수 있으며 이를 토대로 적절한 치료 시기와 방법을 설정하는 것이 중요하다 할 수 있다. 이러한 치료적 접근 방법은 최근 Pape 등²⁰⁻²²⁾이 주장하고 있는 'safe definitive fixation surgery'의 개념에 보다 부합하며 다발성 손상 환자에 대한 정형외과적 치료방법을 ETC와 DCO라는 양분화된 개념으로 접근하는 것이 아니라 손상의 중증도를 고려하면서 적극적인 소생술을 위한 처치를 시행하고 전반적인 생리학적 변화를 재평가하면서 환자의 임상적 상태에 따라 가장 적절한 치료방법을 선택하는 것이 중요하다고 생각된다.

이러한 외상성 손상 환자의 분류와 적절한 치료방법의 선택은 환자의 재원기간 내 예후와 관련이 있다. 중증 손상성 환자의 경우 이러한 입원내 합병증의 발현에 대한 높은 위험도를 가지고 있고 치료적 접근 과정과 더불어 재원기간의 연장으로 이어지는 요인으로 작용하면서 나아가 의료비용의 증가 및 사망률의 증가를 초래할 수 있다. 그간의 연구 보고들에 의하면 60%까지 보고된 바 있다. Saltzherr 등²⁸⁾은 ISS 16점 이상의 중증 손상 환자를 303명을 대상으로 입원기간내 합병증을 조사한 결과, 약 60%의 환자에서 합병증이 발생된 것으로 보고하였다. 가장 흔한 합병증은 호흡기 및 비뇨기 감염이었던 것으로 보고하였고 높은 ISS 점수가 합병증의 발현에 영향을 끼치는 가장 중요한 요인이라 보고하였다. 그 외 장기간의 고정, 제한된 면역반응, 응급적 처치 및 기계적 호흡의 빈도와 기간 등이 높은 합병증과 연관된 요인들로 보고되고 있다. 이러한 재원기간, 합병증과 더불어 중증 손상에서의 사망률은 그 치료결과를 평가하는 데 있어 가장 중요한 인자이며 역시 손상의 중증도가 높아질 수록 그 사망률이 높아지는 것으로 알려져 있다.^{23,24)} 이번 연구에서 역시 손상의 중증도가 높아질수록 재원기간의 증가와 합병증의 발현 빈도가 높아지는 것으로 확인되었다. 그간의 외상성 손상에 대한 사회적, 의학적 개념의 발전과 연구들을 토대로 외상성 손상의 합병증의 빈도와 사망률에 대한 최근 역학적 분석들에 의하면 전체적 빈도는 전반적으로 감소 추세에 있다. 이러한 감소추세의 요인으로는 외상전담팀과 외상센터의 제도적 개선, 중환자실의 치료결과 개선, 전반적인 외상 환자의 병원 전 관리에서부터 내원 직후 이루어지는 철저한 평가와 전문외상처치의 광범위한 구조적 개선 및 이를 토대로 한 치료적 접근과정의 개선 등이 결정적으로 기여했다고 생

각된다.

이번 연구에서는 778명의 환자 중 재원기간 내 발생한 총 전신 합병증은 약 4.8%, 총 사망률은 약 4.5%로 확인되었으며 특히 중증 손상 환자군에서는 약 15.2%의 사망률이 확인되었다. 이는 상대적으로 낮아진 사망률을 보이는 최근 결과들(Table 7)^{24,29-33)}에 부합하는 것으로 평가된다. 다만 각 국가 또는 의료기관마다 병원 전 및 응급실 내원 이후 외상성 손상 환자의 진단적, 치료적 접근 및 치료과정, 관련된 장비와 시설 등이 다양하고 합병증과 사망률의 평가에 대한 표준적 지표가 아직 정립되어 있지 않기 때문에 이에 대한 지속적인 연구와 합의는 필요할 것으로 생각된다.

뇌손상과 호흡기 부전은 외상성 손상 환자의 가장 흔한 사망원인으로 보고되고 있다. de Vries 등²⁶⁾의 최근 65세 이상 연령대의 중증 다발성 외상 환자를 대상으로 입원 내 사망률에 대한 연구에서 다른 연령대에 비하여 높은 약 36.3%의 사망률을 보이면서 연령이 증가할수록 사망률이 유의하게 증가하는 것으로 보고하였고 뇌손상(brain or central nerve system injury)과 호흡부전(respiratory failure)이 가장 흔한 위험 요인으로 제시한 바 있다. 우리 연구에서도 부합하는 결과를 보이고 있으며 특히 이번 연구에서 사망의 원인으로 중증 손상 환자의 경우 대부분이 일차적 손상에 의한 심한 뇌손상에 의한 것인데 비하여 중증도의 손상 환자의 경우는 폐 합병증에 의한 경우가 대부분을 차지하고 있는 것으로 확인되었다. 손상의 증증도에 따라 사망을 초래하는 과정이 서로 다른 임상적 단계를 보일 수 있음을 보여주며 이에 손상 증증도에 따라 서로 다른 진단적, 치료적 접근의 필요성을 뒷받침하고 있다고 생각된다.

또한 이번 연구에서는 중증도 이상의 손상을 보이는 778명의 환자군에서 사망률과 연관된 유의한 독립적 변수들을 동시에 고려할 때, 연령과 ISS 점수가 높아질수록 사망률이 유의하게 증가되는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 외상성 손상 환자에서의

사망률과 연관되어 서로 독립적이면서 교정 불가능한 인자들로써 손상 당시의 연령과 높은 ISS 점수를 보고하고 있는 이전에 보고된 여러 연구들의 결과에 부합한다.^{34,35)} 특히 연령 인자의 경우 고에너지 손상에 의한 높은 ISS 점수를 보이는 젊은 연령대에 비하여 상대적으로 저에너지 손상을 보이는 고령의 연령대 환자에서 보다 높은 사망률을 보이는 결과를 적절하게 설명할 수 있는 근거라 할 수 있으며 이는 고령의 연령대에서 보이는 수상 전 기저질환의 빈도와 상대적으로 저하된 회복력에 의한 것으로 보고되고 있다. 그 외 이번 연구에서는 손상 당시 뇌손상이 동반되거나 생리학적인 불안정성을 시사하는 지표들의 수, 침범된 해부학적 영역의 수 또는 해부학적 골격 부위의 수가 증가할수록, 치료적 접근과정 중 ETC군과 비수술적 치료군에서 보다 사망에 이를 가능성이 높은 것으로 확인되었다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 먼저 후향적 연구라는 점과 한 의료기관의 외상센터에 내원한 환자군을 대상으로 하였다는 점에서 표본 선정 오류(selection bias)로 인하여 그 연구 결과를 일반화하지 못할 것이라는 점이다. 하지만 한 의료기관을 방문한 중증도 이상의 손상을 보이는 환자군에서 정형외과적 손상의 빈도와 유형, 초기 치료적 접근의 경향을 다각도로 분석하고자 하였다. 둘째, 성인 중증외상 환자에 대한 진단적 치료적 접근과는 또 다른 접근이 필요한 고위험도군의 특수 환자군인 소아와 임신부에 대한 평가는 시행하지 않았다는 점이다. 셋째, 외상성 손상 환자의 치료에 참여한 정형외과적 의료진들의 경우 외상센터 전문 전문의는 주로 골반과 하지를 담당하였고 척추, 상하지는 각각의 전문을 가지고 있는 정형외과 전문의들이 협의진료하에 치료에 참여하였다. 따라서 외상센터 전반에 동일한 치료적 개념이 적용되지 않았을 수도 있고 수술장 또는 담당 마취과 의료진의 여건 등 여러 가지 요인들이 작용하면서 특히, 치료시점에서 영향을 끼쳤을 가능성이 있다. 하지만 이러한 후향적 연구의 특성에도 불구하고 국내에서는 보고된 바 없는 대규모의 중

Table 7. Recent Literature for In-Hospital Mortality in Moderate-to-Severe Multiple Injured Patients

Author (published year)	Inclusion criteria	No. of patients	In-hospital mortality
Jiang et al. ²⁹⁾ (2019)	Age ≥ 16 yr with polytrauma	1,127 ISS < 16: 415 ISS ≥ 16: 712	181 (16.1) ISS < 16: 2 (0.5) ISS ≥ 16: 179 (25.1)
Gallagher et al. ³⁰⁾ (2019)	Age ≥ 18 yr and ISS ≥ 16	3,415	405 (11.9)
Rauf et al. ³¹⁾ (2019)	ISS ≥ 16	78,310	14,816 (18.9)
Pape et al. ³²⁾ (2019)	Age ≥ 16 yr and ISS ≥ 16	6,865 Male: 4,851 Female: 2,014	1,223 (17.8) Male: 851 (17.5) Female: 372 (18.5)
Yucel et al. ²⁴⁾ (2018)	ISS ≥ 16	195	43 (22.1)
El Mestoui et al. ³³⁾ (2017)	ISS ≥ 16	1,073	205 (19.1)

Values are presented as number only or number (%). ISS, Injury Severity Score.

등도 이상의 손상 환자를 대상으로 손상의 중증도에 따른 손상의 역학 및 치료적 접근의 동향과 그 치료결과의 차이를 보고하였다는 데 의의가 있다. 마지막으로 전신 합병증과 사망률의 치료결과와 외 정형외과적 치료적 접근 시기와 방법에 집중한 치료결과는 평가하지 못하였고 이에 대해서는 향후 추가적인 연구가 필요할 것이다.

결 론

중등도 이상의 손상 환자의 경우 정형외과적 손상이 흔히 동반되며 손상의 중증도가 높을수록 보다 젊은 연령대와 남성 환자에서 높은 빈도를 보였고 고에너지의 손상기전하에 주로 발생되면서 생리학적 불안정성과 동반된 비정형외과적 손상의 빈도가 증가되며 정형외과적으로도 다발성 골절과 연부조직 손상의 빈도가 유의하게 증가되었다. 이러한 손상에 대하여 환자의 생리학적인 안정화를 위한 적극적 소생술을 시행하면서 환자의 임상적 상태에 따라 치료가 이루어졌으며 손상의 역학적 차이에 부합하여 그 치료적 접근에 있어서도 중증의 손상을 보이는 군에서 정형외과적 개입이 초기에 보다 적극적으로 이루어졌다. 환자의 생리학적인 변화를 포함한 전신 상태의 빠른 호전을 보이는 경우에는 초기에 확정적 고정술을, 생리학적으로 불안정한 다발성 손상 환자에서는 외고정장치를 이용한 일시적 고정술이 보다 많이 시행되는 경향을 보였으며 추가적인 적극적 소생술과 반복적인 평가를 통하여 안정화된 이후 지연된 시점에서 확정적 고정술을 시행하였다. 또한 전반적인 합병증과 사망률은 최근 연구결과에서 보이는 향상된 결과에 부합하는 것으로 확인되었으며, 사망률에 영향을 끼치는 중요한 요인으로서는 높은 연령과 높은 ISS 점수가 확인되었다. 따라서 손상 환자에 대한 객관적이고 체계적인 평가와 전반적인 이해를 토대로 정형외과적 손상에 대한 평가를 시행하고 정형외과적 치료의 적절한 시기와 방법을 결정하는 것이 중요하다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

ORCID

Eui-Sup Lee, <https://orcid.org/0000-0002-4323-4689>

Hoon-Sang Sohn, <https://orcid.org/0000-0003-2661-0088>

Younghwan Kim, <https://orcid.org/0000-0001-8225-3340>

Min Soo Shon, <https://orcid.org/0000-0002-0012-595X>

REFERENCES

1. Langley J, Brenner R. What is an injury? *Inj Prev*. 2004;10:69-71.
2. National Medical Center, Rural Development Administration, Korean Road Traffic Authority, et al. National injury fact book 2015-2016. 8th ed. Cheongju: Korea Center for Disease Control; 2018.
3. Statistics Korea. Annual report on the causes of death statistics. Daejeon: Statistics Korea; 2017.
4. Baker SP, O'Neill B. The injury severity score: an update. *J Trauma*. 1976;16:882-5.
5. Chawda MN, Hildebrand F, Pape HC, Giannoudis PV. Predicting outcome after multiple trauma: which scoring system? *Injury*. 2004;35:347-58.
6. Elgin LB, Appel SJ, Grisham D, Dunlap S. Comparisons of trauma outcomes and injury severity score. *J Trauma Nurs*. 2019;26:199-207.
7. Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, et al. The major trauma outcome study: establishing national norms for trauma care. *J Trauma*. 1990;30:1356-65.
8. Oh HK. General assessment and initial management of polytrauma patients. *J Korean Fract Soc*. 2013;26:230-40.
9. Pape HC, Lefering R, Butcher N, et al. The definition of polytrauma revisited: an international consensus process and proposal of the new 'Berlin definition'. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77:780-6.
10. Roumen RM, Hendriks T, van der Ven-Jongekrijg J, et al. Cytokine patterns in patients after major vascular surgery, hemorrhagic shock, and severe blunt trauma. Relation with subsequent adult respiratory distress syndrome and multiple organ failure. *Ann Surg*. 1993;218:769-76.
11. Shepherd JM, Cole E, Brohi K. Contemporary patterns of multiple organ dysfunction in trauma. *Shock*. 2017;47:429-35.
12. Fröhlich M, Lefering R, Probst C, et al.; Committee on Emergency Medicine, Intensive Care and Trauma Management of the German Trauma Society Sektion NIS. Epidemiology and risk factors of multiple-organ failure after multiple trauma: an analysis of 31,154 patients from the TraumaRegister DGU. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;76:921-7.
13. Butcher N, Balogh ZJ. The definition of polytrauma: the need for international consensus. *Injury*. 2009;40 Suppl 4:S12-22.
14. Ruchholtz S, Waydhas C, Lewan U, et al. A multidisciplinary

- quality management system for the early treatment of severely injured patients: implementation and results in two trauma centers. *Intensive Care Med.* 2002;28:1395-404.
15. Bach JA, Leskovan JJ, Scharschmidt T, et al. The right team at the right time - multidisciplinary approach to multi-trauma patient with orthopedic injuries. *Int J Crit Illn Inj Sci.* 2017;7:32-7.
 16. Clement RC, Carr BG, Kallan MJ, Reilly PM, Mehta S. Who needs an orthopedic trauma surgeon? An analysis of US national injury patterns. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;75:687-92.
 17. Reich MS, Dolenc AJ, Moore TA, Vallier HA. Is Early Appropriate Care of axial and femoral fractures appropriate in multiply-injured elderly trauma patients? *J Orthop Surg Res.* 2016;11:106.
 18. Vallier HA, Dolenc AJ, Moore TA. Early Appropriate Care: a protocol to standardize resuscitation assessment and to expedite fracture care reduces hospital stay and enhances revenue. *J Orthop Trauma.* 2016;30:306-11.
 19. Vallier HA, Wang X, Moore TA, Wilber JH, Como JJ. Timing of orthopaedic surgery in multiple trauma patients: development of a protocol for early appropriate care. *J Orthop Trauma.* 2013;27:543-51.
 20. Pape HC, Andruszkow H, Pfeifer R, Hildebrand F, Barkatali BM. Options and hazards of the early appropriate care protocol for trauma patients with major fractures: towards safe definitive surgery. *Injury.* 2016;47:787-91.
 21. Pape HC, Giannoudis P, Krettek C. The timing of fracture treatment in polytrauma patients: relevance of damage control orthopedic surgery. *Am J Surg.* 2002;183:622-9.
 22. Pape HC, Pfeifer R. Safe definitive orthopaedic surgery (SDS): repeated assessment for tapered application of early definitive care and damage control?: an inclusive view of recent advances in polytrauma management. *Injury.* 2015;46:1-3.
 23. Sauaia A, Moore FA, Moore EE, et al. Epidemiology of trauma deaths: a reassessment. *J Trauma.* 1995;38:185-93.
 24. Yucel N, Ozturk Demir T, Derya S, Oguzturk H, Bicakcioglu M, Yetkin F. Potential risk factors for in-hospital mortality in patients with moderate-to-severe blunt multiple trauma who survive initial resuscitation. *Emerg Med Int.* 2018;2018:6461072.
 25. Feichtinger X, Kocijan R, Mittermayr R, et al. Fracture patterns in patients with multiple fractures: the probability of multiple fractures and the most frequently associated regions. *Eur J Trauma Emerg Surg.* Published online February 12, 2019; doi: 10.1007/s00068-019-01087-4.
 26. de Vries R, Reininga IHF, de Graaf MW, Heineman E, El Moumni M, Wendt KW. Older polytrauma: mortality and complications. *Injury.* 2019;50:1440-47.
 27. Kim JJ, Kim KH. Management of polytrauma. *J Korean Orthop Assoc.* 2018;53:1-8.
 28. Saltzherr TP, Visser A, Ponsen KJ, Luitse JS, Goslings JC. Complications in multitrauma patients in a Dutch level 1 trauma center. *J Trauma.* 2010;69:1143-6.
 29. Jiang X, Jiang P, Mao Y. Performance of Modified Early Warning Score (MEWS) and Circulation, Respiration, Abdomen, Motor, and Speech (CRAMS) score in trauma severity and in-hospital mortality prediction in multiple trauma patients: a comparison study. *PeerJ.* 2019;7:e7227.
 30. Gallagher KC, Medvecz AJ, Craig BT, Guillaumondegui OD, Dennis BM. Impact of referring hospital imaging on mortality at a level I trauma center. *J Surg Res.* 2019;243:59-63.
 31. Rauf R, von Matthey F, Croenlein M, et al.; Section NIS of DGU. Changes in the temporal distribution of in-hospital mortality in severely injured patients-an analysis of the TraumaRegister DGU. *PLoS One.* 2019;14:e0212095.
 32. Pape M, Giannakopoulos GF, Zuidema WP, et al. Is there an association between female gender and outcome in severe trauma? A multi-center analysis in the Netherlands. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2019;27:16.
 33. El Mestoui Z, Jalalzadeh H, Giannakopoulos GF, Zuidema WP. Incidence and etiology of mortality in polytrauma patients in a Dutch level I trauma center. *Eur J Emerg Med.* 2017;24:49-54.
 34. Pape HC, Halvachizadeh S, Leenen L, Velmahos GD, Buckley R, Giannoudis PV. Timing of major fracture care in polytrauma patients - an update on principles, parameters and strategies for 2020. *Injury.* 2019;50:1656-70.
 35. Earl-Royal E, Kaufman EJ, Hsu JY, Wiebe DJ, Reilly PM, Holena DN. Age and preexisting conditions as risk factors for severe adverse events and failure to rescue after injury. *J Surg Res.* 2016;205:368-77.

중등도 이상의 손상 환자에서 손상 중증도에 따른 정형외과적 손상에 대한 수상기전, 손상유형, 초기 치료적 접근의 비교

이의섭 · 손훈상* · 김영환[†] · 손민수[✉]

국립중앙의료원 정형외과, *연세대학교 원주의과대학 정형외과학교실, [†]국립중앙의료원 외상센터 외과

목적: 중등도 이상의 손상 환자를 대상으로 손상의 중증도에 따른 정형외과적 손상의 손상기전, 부위, 유형, 치료적 접근 및 그 치료결과를 분석하고자 한다.

대상 및 방법: 2014년부터 2019년까지 응급실/외상센터가 운영되지 않은 기간을 제외한 57개월 동안 국립중앙의료원 외상센터로 입원한 손상 중증도 점수(Injury Severity Score, ISS) 9점 이상의 환자들 중 정형외과적 손상이 동반된 778명을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. ISS와 생리학적인 지표를 기준으로 한 손상의 중증도에 따라 중등도 손상군(1군, 679명)과 중증 손상군(2군, 99명)으로 분류하고 손상기전, 비정형외과적 손상을 평가하였다. 정형외과적 손상은 침범된 해부학적 영역과 골격구조의 수와 유형을 평가하였고, 치료적 접근 방법을 세분화하여 비교하였다. 치료결과는 재원기간을 포함하여 재원기간 내 발현된 전신 합병증과 사망률을 평가하였고 사망률에 미치는 요인을 분석하였다.

결과: 2군이 보다 젊고, 남성의 빈도가 높았고 고에너지 손상기전 및 동반 손상의 빈도가 유의하게 증가되었다. 정형외과적 손상 중 침범된 골격계의 수는 2군에서 유의하게 많아지면서 하지를 주로 침범한 1군에 비해 2군에서는 골반, 척추, 상지 영역의 침범이 유의하게 증가하였다. 정형외과적 손상은 환자의 임상적 상태에 따라 확정적 또는 단계적 치료가 시행되었으며 다발성 중증 손상을 보이는 2군에서는 일시적 외고정술을 이용한 단계적 수술의 빈도가 유의하게 높았고 1군에서는 생리학적인 안정화를 이룬 뒤 확정적 수술을 시행하는 빈도가 유의하게 높았다. 중증도가 높아질수록 재원기간 역시 길어졌으며 재원기간 내 총 전신 합병증은 약 4.9%, 총 사망률은 약 4.5%였다. 중증도가 높아질수록 사망률은 유의하게 높아졌다(1군 2.9%, 2군 15.2%; $p < 0.0001$). 사망률에 미치는 요인 중 고령과 높은 ISS가 중요한 요인으로 확인되었다.

결론: 손상의 중증도가 높을수록 고에너지 손상기전에 의한 손상의 발생 빈도가 높아지며 보다 젊고, 남성의 빈도와 동반 손상의 빈도가 높아졌다. 정형외과적 손상 역시 다발성 손상의 빈도와 중증도가 유의하게 증가되면서 정형외과적 외고정장치를 이용한 내고정술 등이 단계적 치료의 일환으로 시행된 경우가 유의하게 높아지는 경향을 보였다. 또한 재원기간, 전신 합병증 및 사망률 역시 유의하게 증가되는 경향을 보이며, 사망률에는 높은 연령과 ISS가 중요한 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

색인단어: 손상, 중증도, 다발성 손상, 정형외과

접수일 2019년 9월 15일 수정일 2019년 10월 26일 게재확정일 2019년 11월 24일

[✉]책임저자 손민수

04564, 서울시 중구 을지로 245, 국립중앙의료원 정형외과

TEL 02-2262-4707, FAX 02-2278-9570, E-mail smsice125@naver.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0012-595X>