

## 둔상에 의한 다발성 외상환자의 사망 원인과 병원 내 사망률의 패턴 분석

연세대학교 의과대학 외과학교실

홍태화 · 이승환 · 김형원 · 정명재 · 이재길

### Patterns of In-hospital Mortality and Causes of Death in Blunt Poly-trauma Patients

Tae Hwa Hong, M.D., Seung Hwan Lee, M.D., Hyung Won Kim, M.D.,  
Myung Jae Jung, M.D., Jae Gil Lee, M.D., Ph.D.

Department of Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** This study evaluates patterns of in-hospital mortality and causes of death in blunt poly-trauma patients.

**Methods:** Data of blunt poly-trauma patients admitted between 2011 and 2013 were retrospectively collected and analyzed. Poly-trauma was defined as an Injury Severity Score (ISS) was greater than 15. The following variables were extracted and analyzed: age, sex, ISS, Revised Trauma Score (RTS), injury mechanism, cause of death, and patterns in-hospital mortality rate.

**Results:** Two hundred and ten patients with blunt poly-trauma were admitted. Injuries occurred predominately in the age group of 45~64 years. Injuries occurred predominantly in males (70%). Traffic accidents (67.6%) and falls (30.5%) were the main causes of trauma. Forty-six patients (21.9%) died in the study sample. Six patients (13%) died within one hour, 23 (23.9%) between one and four hours after arrival to emergency room, six (6.5%) died during the first two weeks of hospitalization, and six (6.5%) died in the fourth week of hospitalization. The median ISS of those who died was 39.5 (20.5~70.5) and median RTS was 4.01 (1.85~6.15). The major cause of early death was exsanguination (39.1%), followed by central nervous system injury (34.8%). Sepsis or multi-organ failure (26.1%) were the predominant causes of late death.

**Conclusion:** The in-hospital mortality rate is similar to other studies. However, cause of death and injury mechanisms of blunt poly-trauma death are somewhat different from other countries. Recognition of these injury and mortality patterns will help improve the trauma system. (*J Acute Care Surg* 2014;4:67-72)

**Key Words:** Multiple trauma, Epidemiology, Mortality

**Correspondence to:**

Jae Gil Lee, M.D., Ph.D.  
Department of Surgery, Yonsei  
University College of Medicine,  
50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu,  
Seoul 120-752, Korea  
Tel: +82-2-2228-2127  
Fax: +82-2-313-8289  
E-mail: jakii@yuhs.ac

Received August 12, 2014, Revised October 1, 2014, Accepted October 1, 2014

\*This abstract of this study was presented at the second Pan-Pacific Trauma Congress, June 26~28, 2014 in Seoul, Korea.

Copyright © 2014 by Korean Society of Acute Care Surgery

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN 2288-5862(Print), ISSN 2288-9582(Online)

## 서론

최근 한국에서는 외상환자의 진료 체계에 대한 관심이 증가하고 있다. 아직 시작 단계이지만, 권역별 중증 외상센터를 구축하는 등 외상환자의 관리가 국가적인 문제로 부각되었다. 그러나 미국이나 일본 등의 국가에서는 이미 외상환자의 관리 체계가 높은 수준에 이르렀고, 더 나아가 외상환자의 손상 기전 및 사망률에 대한 연구가 지속적으로 진행되어, 그 양상과 변화에 대해 많은 연구 결과를 보고한 바 있다. 이러한 외상환자의 역학 및 사망 원인에 대한 분석은 외상환자 관리 계획에 있어서 필수적이며, 국가의 공중 보건 정책에 중요한 자료로 제공되고 있다[1].

이제까지 외상으로 인한 사망은 삼정점 분포(trimodal distribution)를 보인다고 널리 알려져 왔다. Baker 등[2]에 의하면, 외상 환자에서 세 시점(immediate deaths: 수상 후 1시간 이내, early deaths: 1~4시간, late deaths: 1주일 후)에서 사망률이 정점을 보이는 것으로 소개되었고, 이는 학계에 널리 알려져 외상 치료 시스템의 연구와 교육에 중요한 개념으로 자리해 왔다. 그러나 최근 발표된 자료들에 따르면, 외상환자들의 사망 원인은 지리적, 사회경제적 측면에 따라 차이를 보이는 것으로 보고하고 있으며, 이는 이전부터 널리 알려진 삼정점 분포와 차이가 있다[3,4]. 또한 외상환자의 사망률과 그 패턴에 영향을 미칠 것이라고 판단되는 잠재적 요인들에 대한 연구도 있었는데, 환자의 개별적 특성과 맞물려 서로 상이한 결과를 보였다[4-6]. 이와 같이 외상환자의 사망 원인과 사망률의 패턴에 대해서 지역별, 사회경제적으로 다양한 특성을 나타낼 수 있다. 따라서 본 연구는 한국의 단일 기관의 비외상센터(non-trauma center)를 내원한 외상환자를 대상으로 다발성 외상환자의 사망 원인과 사망률의 패턴에 대해 조사해 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

본 연구는 세브란스병원 임상윤리심의위원회의 승인(IRB No. 4-2014-0557)을 거쳐 환자들의 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 2011년 6월부터 2013년 12월까지 응급실에 내원한 외상환자들을 대상으로 수집된 데이터를 분석하였다. 데이터는 본원에서 자체적으로 시행하는 trauma critical pathway (CP) 활성화를 통해 등록된 자료이며[7], 이러한 시스템을 통해 전향적으로 임상 정보를 등록하여, 후향적으로 분석하였다. 데이터 분석은 관통상과 병원 도착 전 사망한 환자(prehospital death)를 제외한 둔상에 의한 다발성 외상환자를 대상으로 하였다. 다발성 외상의 정의는

Injury Severity Score (ISS) 15점을 초과하는 경우로 정의하였다.

환자의 나이, 성별, ISS, revised trauma score (RTS), 손상 기전, 주요 손상 부위, 사망 원인, 사망 시간, Glasgow Coma Scale (GCS), Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II score, 생체 징후(수축기/이완기 혈압, 맥박수), 입원 기간, 중환자실 재원 기간, 혈액 검사(lactate, base excess [BE], hemoglobin)의 결과를 수집하여, 외상환자의 사망 원인, 수상 후 시간대별 사망 분포, 연령과 사망률의 관계, 연령과 손상 기전의 관계에 대해 분석하였다.

통계적 분석은 IBM SPSS Statistics ver. 20.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하였다. 연속형 변수는 Mann-Whitney U test, 범주형 변수는 Fisher's exact test로 분석하였다. 각 결과는 연속형 변수에 대해서는 중위수(사분위간 범위)로 표시하였고, 범주형 변수는 빈도(%)로 표시하였다. 모든 분석에서 p값은 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의성이 있는 것으로 판단하였다.

## 결과

### 환자의 임상적 특성 및 손상 분포

대상 기간 동안 응급실에 내원하여 중증외상 CP로 등록된 환자는 전체 522명이었고, 이중 관통상 34명과 ISS 15 이하인 환자 278명을 제외한, 총 210명(40.2%)이 본 연구의 대상으로 선별되었다. 남자가 147명(70.0%)이었고, 나이의 중앙값은 50.0세(사분위수 31.0~63.1세)였다. ISS는 25점(사분위수 18~30), RTS는 6.90점(사분위수: 4.85~7.84)이었다. 중환자실 재원 기간은 4일(사분위수 3~15일)이고, 전체 입원 기간은 19일(사분위수 10~37일)이었다. 가장 흔한 주요 손상 부위는 몸통(69.1%)이었고, 그 다음으로 두부(27.1%), 사지(3.8%) 순이었다. 외상의 원인은 교통사고가 67.6%로 가장 많았다. 다발성 외상환자의 병원 내 사망률은 21.9%였고, 원인으로 출혈이 39.1%로 가장 많았고, 중추신경계 손상(34.8%), 패혈증 및 다발성 장기 부전(26.1%) 순이었다(Table 1). 다발성 외상환자의 연령 분포를 보면 45~54세 연령군이 19.5%로 가장 많이 차지했다(Table 2).

### 사망군과 생존군의 비교

생존군이 사망군에 비해 높은 연령을 보였으나( $p=0.015$ ), 성별은 두 그룹 간에 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.468$ ). 생존군이 ISS가 유의하게 낮았으며 (26.0점 vs. 39.5점,  $p=0.002$ ), RTS는 유의하게 높았다(6.40점 vs. 4.01점,  $p<0.001$ ). 중환자실 재원 기간은 생존군과 사망군 간에 차이가 없었으나, 입원 기간은 생존군

에서 유의하게 길었다(26.0일 vs. 4.0일,  $p < 0.001$ ). GCS는 생존군에서 유의하게 높았으며, APACHE II Score는 사망군에서 유의하게 높았다( $p < 0.001$ ). 혈중 젖산농도, 염기결핍(base deficit), 혈색소도 두 군 간에 유의한 차이가 있었으며( $p < 0.001$ ), 수축기 혈압, 이완기 혈압, 심박수도 두 그룹 간에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.001$ , Table 3).

**Table 1.** Baseline characteristics of blunt polytrauma patients

Variable	Total (n=210)
Gender (male:female)	147 (70.0):63 (30)
Age (y)	50.0 (31.0~63.1)
Injury Severity Score	25 (18~30)
Revised Trauma Score	6.90 (4.85~7.84)
Intensive care unit stay (d)	4.0 (3.0~15.0)
Hospital stay (d)	19 (10~37)
Main injury	
Torso	145 (69.1)
Traumatic brain injury	57 (27.1)
Extremities	8 (3.8)
Injury mechanism	
Motor vehicle accident	142 (67.6)
Fall	64 (30.5)
Others	4 (1.9)
In-hospital mortality	46 (21.9)
Hemorrhage	18 (39.1)
Central nervous system injury	16 (34.8)
Sepsis or multiple organ failure	12 (26.1)

Values are presented as median (interquartile ranges) or number (%).

**시간대별 사망 및 사망 원인의 분포**

사망의 시간대별 분포(temporal distribution)는 각각 수상 1시간 이내(13%), 수상 후 1~4시간(23.9%), 1~2주째(6.5%), 4주째(6.5%)로 나타났다(Fig. 1). 사망의 원인을 시간대별로 분석한 결과, 출혈로 인한 사망의 경우는 주로 수상 1시간 이내(31%)에 발생했고, 중추 신경계 손상으로 인한 사망은 주로 수상 1~4시간 사이(50%)에 발생했다. 반면, 후기 사망(25%)의 원인은 대부분 패혈증 및 다발성 장기 부전이 그 원인으로 분석되었다(Fig. 2).

**연령 및 손상 기전에 따른 사망 분포**

사망환자 중 75세 이상의 고령 환자가 21.7%로 가장 많았다. 연령과 손상 기전에 따라 사망의 분포를 분석해 보았을 때, 보행자 교통 사고로 사망한 경우는 65~74세의 연령군이 가장 많이 차지했고, 오토바이 사고로 인한 사망은 15~24세의 연령군이 대부분

**Table 2.** Patient distributions by age group

Age group (y)	Total (n=210)
10~14	4 (1.9)
15~24	32 (15.2)
25~24	30 (14.3)
35~44	22 (10.5)
45~54	41 (19.5)
55~64	34 (16.2)
65~74	24 (11.4)
>75	23 (11.0)

Values are presented as number (%).

**Table 3.** Comparison between survivors and non-survivors

Variable	Survivors (n=164)	Non-survivors (n=46)	p-value
Age (y)	51.5 (26.0~59.8)	35.0 (19.5~68.5)	0.015
Gender (male:female)	117 (71.3):47 (28.7)	30 (65.2):16 (34.8)	0.468
Injury Severity Score	26.0 (19.8~34.8)	39.5 (20.5~70.5)	0.002
Revised Trauma Score	6.40 (4.73~7.47)	4.01 (1.85~6.15)	<0.001
Intensive care unit stay (d)	4.5 (3.0~13.3)	4.0 (1.0~25.0)	0.695
Hospital stay (d)	26.0 (15.0~91.0)	4.0 (1.0~25.0)	<0.001
Glasgow Coma Scale	15 (11.5~15.0)	13 (3~15)	<0.001
Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II Score	15 (6.5~22.0)	28 (25~34)	<0.001
Lactate (mmol/L)	3.6 (2.5~5.2)	9.1 (5.5~11.3)	<0.001
Base excess	-4 (-6.6~-2.6)	-12.4 (-16.3~-7.4)	<0.001
Hemoglobin	13.4 (11.5~15.0)	13 (3.0~15.0)	0.003
Systolic blood pressure (mmHg)	110 (80~124)	64 (50~82)	<0.001
Diastolic blood pressure (mmHg)	61 (47~78)	41 (28~53)	<0.001
Heart (beats/min)	89 (74~111)	70 (53~94)	<0.001

Values are presented as median (interquartile ranges) or number (%).

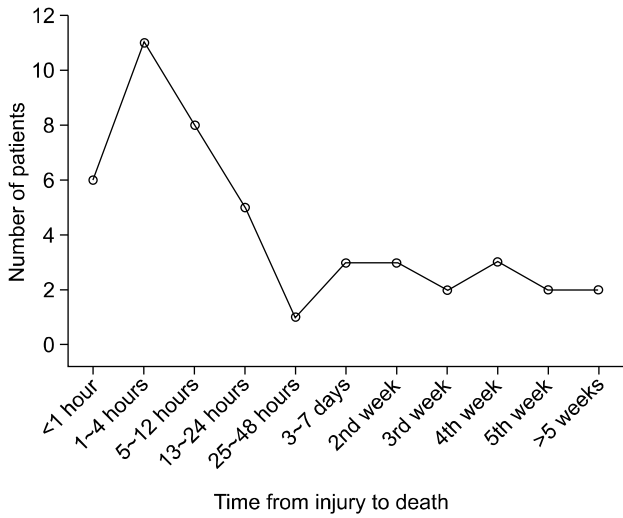


Fig. 1. Temporal distribution of trauma deaths.

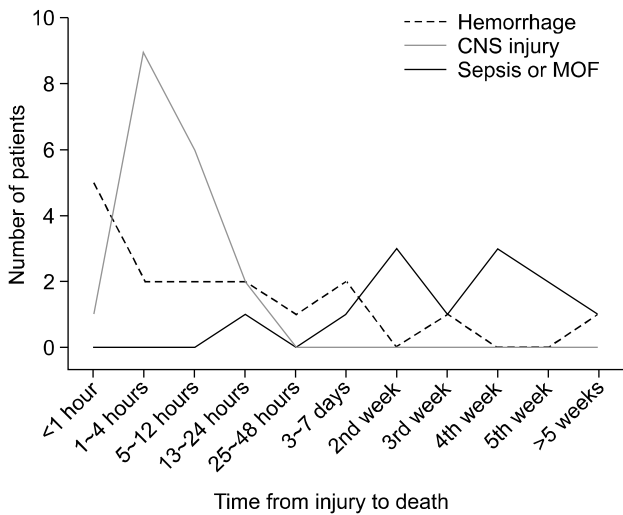


Fig. 2. Temporal distribution by causes of death after blunt trauma. CNS: central nervous system, MOF: multiple organ failure.

을 차지했으며, 낙상에 의한 사망은 주로 중년(35~54세)에서 나타났다. 그리고 모든 연령대에서 가장 흔한 사망의 원인은 보행자 교통 사고였고, 다음으로 낙상이었다(Fig. 3).

### 고찰

외상환자의 사망률은 관통상보다는 둔상에서, 여성보다는 남성에서 높은 사망률을 보이는 것으로 알려져 있는데[1], 본 연구에서도 다발성 외상의 대부분은 남성(70%)이 차지했고, 사망군에서도 남성이 65.2%로 기존의 다른 연구와 유사한 경향을 보였다.

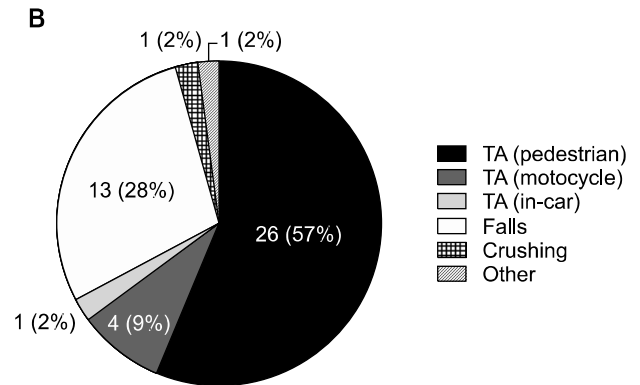
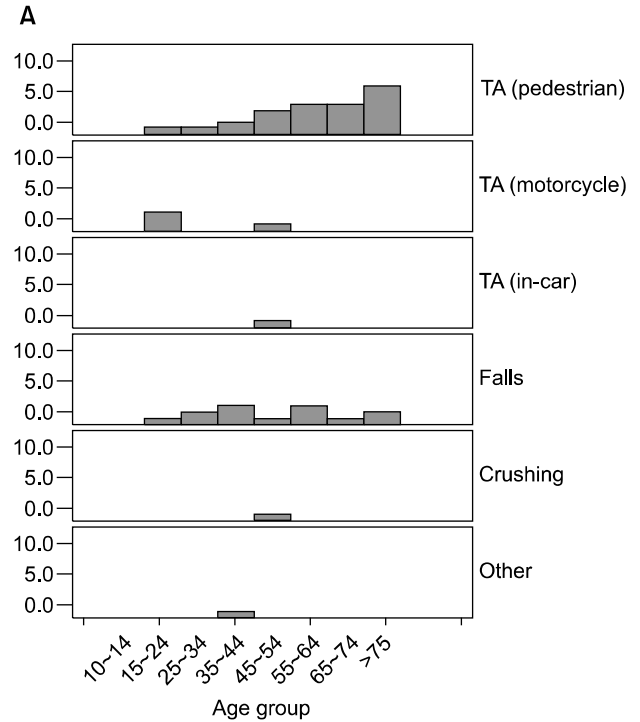


Fig. 3. (A, B) Distribution of trauma deaths by age and injury mechanism. TA: traffic accidents.

한국의 경우 엄격한 총기 사용의 규제에 인해서 총기 사고에 의한 관통상보다는 교통사고나 낙상에 의한 사망이 상대적으로 많은 것이 특징이며, 교통사고에 의한 외상환자의 사망률은 지속적으로 증가하는 추세이다[5,8]. 이에 대하여 세계 각국에서는 범국가적인 대책을 마련해 오고 있으며, 한국도 예외 없이 많은 예산을 교통사고 예방에 사용하고 있다[9]. 따라서 한국에서는 관통상보다는 둔상이 대부분을 차지하고, 다발성 외상을 일으킬 수 있는 관통상이 드물기 때문에[10], 본 연구에서는 둔상에 의한 외상환자를 대상으로 분석하였다.

손상 기전에 따른 사망자의 연령 분포를 분석한 결과, 보행자

교통사고에 의한 사망은 65세 이상의 고령에서 가장 높은 빈도를 보였고, 오토바이 사고에 의한 사망은 15~24세의 젊은 연령군에서, 낙상에 의한 사망은 사회활동이 가장 활발한 35~54세의 연령군에서 높은 빈도를 보였다. 이러한 분포는 다른 나라와 달리 한국의 사회경제적 및 지역적 특성이 반영된 결과로 생각할 수 있겠다.

고령의 환자가 사망률이 높은 것은 다른 연구에서도 관찰되었는데[11], 고령의 환자들은 전체 외상환자에서 차지하는 비중은 많지 않지만, 사망률은 가장 높게 나타났다. 게다가 젊은 연령대에 비해 입원 기간이 연장되며, 더 많은 의료자원이 요구될 수 있기 때문에 고령의 외상환자에 대한 관심과 대책이 더욱 필요할 것으로 생각된다[6]. 특히 고령화 사회에 접어들고 있는 국내 사정을 감안하였을 때 그 중요성은 더욱 커질 것이다.

외상으로 인한 사망은 시간대별로 구분하여 표현하기도 하는데, 즉사(immediate death), 조기 사망(early death), 후기 사망(late death)으로 구분된다. 즉사는 수상 후 몇 분 이내에 사망하는 것으로, 주로 심장 및 주혈관에 심각한 손상이 있거나 심한 뇌 혹은 척수 손상이 있을 때 발생한다. 조기 사망은 수분에서 수시간 내에 발생하는 것으로 두부, 폐, 내장기관의 출혈에 의해 발생한다. 후기 사망은 수상 후 수일에서 수주에 발생하는 것으로, 이는 대부분 감염과 관련된 사망이다[12].

과거 1980년대에 외상환자의 사망률에 대하여 Baker 등[2]은 삼정점 분포를 보인다고 발표하였으며, 이는 그동안 외상환자의 사망을 줄이기 위한 외상 정책 등에 널리 인용된 개념이다. 그러나 최근에는 의료 기술 및 치료의 발달 등으로 그와 다른 결과들이 보고되고 있다[4,5,13]. 본 연구에서도 다발성 외상환자의 시간대별 사망 분포는 표면적으로는 이전의 결과와 같이 삼정점 분포와 유사한 패턴을 보이나 실제로는 수상 후 5~12시간에서의 사망률이 비교적 높은 특징을 보이고 있다. 이는 전문 외상 처치술(advanced trauma life support)의 도입과 각 병원에서의 진보된 진단적 접근과 치료 방법 등이 적용되고 있는 것과 연관이 있을 수 있겠다. 또한 1995년 Sauaia 등[13]이 발표한 자료에 따르면 이전에 비해 현장 응급조치(prehospital care)가 발전함에 따라 병원 도착 전 사망이 병원 수상 후 1~4시간 사이에 발생하는 조기 병원 내 사망(early hospital death)으로 이행되는 양상을 보여, 이전의 삼정점 분포에서 탈피한 패턴을 보이는 것으로 발표했다[2]. 이는 응급 구조 체계와 이송체계의 발전에 기인하는 것으로 보여진다[14]. 또한, McGwin 등[15]의 연구에서도 현대적 외상 치료 환경에서는 과거의 삼정점 분포는 더 이상 적용되기 어렵다고 주장하고 있다. 이와 더불어 Demetriades 등[3]은 외상 후 사망률은 손상 후 1시간 이내와 24~48시간 사이에 이점점 분포

(bimodal distribution)를 보인다고 보고하였다. 실제로 수상 직후 사망하는 경우는 의학적으로 예방하기 어려운 경우가 많고, 따라서 많은 연구에서 이같은 경우를 제외하고 있는 반면, 병원 도착 당시 적극적인 치료가 진행된 경우에 생존의 기회가 존재하는 이른바 예방적 범주(preventable category)에 포함된 환자들에 대해 더 많은 노력을 기울이고 있다[6]. 그러나 신속한 이송 체계의 부재로 인한 병원 도착 전 사망률의 증가와 생존하여 병원에 도착했다 해도 중재적 혹은 수술적 치료가 지연되어 결국 사망하게 되는 병원 내 조기 사망의 증가는 임상에서 여전히 경험하게 되는 현실이다[16].

그럼에도 불구하고, 외상 처치에 대한 다각적인 접근들이 실제로 외상환자들의 사망률을 감소시키고 있는지에 대한 여부는 아직 불명확하다[11]. Regel 등[17]에 따르면 외상환자의 사망률은 지난 20년 동안 감소해 왔지만, 실제로 그것의 잠재적 원인이 무엇인가에 대해서는 아직 명백한 답을 제시하지 못하는 실정이며, 이에 대한 연구는 여전히 진행되고 있다.

과거 Trunkey [18]의 연구에 따르면 외상환자에서 가장 큰 사망의 원인은 중추 신경계 손상, 즉 뇌 손상이었다. 최근에도 외상환자의 가장 큰 사망 원인은 뇌 손상이라고 알려져 있으며 [19], 과거에 비해서 심각한 출혈에 의한 사망률은 감소한 것으로 보고되고 있다[4]. 이는 여러 가지 이유가 있겠지만 과거에 비해 진보된 진단과 치료 방법이 중요한 요소로 작용했다고 짐작할 수 있다[11]. 그러나 본 연구에서 다발성 외상 환자의 가장 흔한 사망의 원인은 출혈이었고, 그 다음은 중추 신경계 손상이었다. 이러한 차이는 병원 도착 전 사망환자들이 본 연구의 대상환자에서 모두 제외되었기 때문이라고 생각된다. 또한 미국과 달리 외상 센터가 체계화되어 있지 않은 국내의 현실에서 출혈에 대한 일차 처치가 적절하게 이루어지지 않고 있을 가능성도 있을 것이다.

본 연구는 단일 기관에서 시행된 후향적 연구로 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 병원 도착 전 사망의 경우, 자료 수집의 한계로 본 연구의 분석 대상에서 제외되었다. 즉, 병원 도착 전 사망환자의 경우에는 외상 CP에서 제외되어 있고, 이미 사망하여 도착한 경우에는 손상 부위를 확인하기 위한 검사들이 진행되지 않기 때문에 사망의 원인을 파악할 수 없었다. 또한 다발성 손상의 특성상 주요 손상의 구분과 직접적인 사인에 대해 정확히 구분하기 어렵다는 것이 또 하나의 한계이다. 마지막으로 본 연구에서 다발성 외상의 정의를 ISS 15점을 초과하는 경우로 정의하였지만, 여러 연구에서 그 기준에 대해 다른 견해를 보이고 있을 뿐만 아니라, ISS가 손상의 중증도를 정확히 반영하지 못한다는 지적이 있기도 하다. 따라서 본 연구의 결과는 한국의 외상 체계 및 역학

을 대표할 만한 결과라 하기에는 제한점이 많다. 그러므로 이러한 한계를 극복하기 위해서 수준 높은 전문 외상센터 건립과 전국적인 네트워크의 구성, 그리고 국가적인 외상환자의 등록 사업 등이 조속히 이루어져야 할 것으로 판단된다.

본 연구 결과는 지난 3년간의 단일 기관의 비외상센터에 내원한 다발성 외상환자의 병원 내 사망률 및 사망 원인의 패턴을 분석한 결과이다. 사망의 원인은 대부분 교통사고였고, 연령대별 사망률은 고령의 환자에서 가장 높았으며, 조기 사망의 가장 흔한 원인은 출혈로 확인되었다. 이러한 결과는 사회경제적 및 지역적 특성에 따라 차이를 보일 수 있다. 따라서 지속적인 외상환자의 역학 조사는 물론, 전문 외상센터의 건립, 수준 높은 외상환자의 관리 체계의 확립, 그리고 국가적인 외상환자의 등록이 무엇보다 필요할 것으로 생각된다.

## References

1. Søreide K, Krüger AJ, Vårdal AL, Ellingsen CI, Søreide E, Lossius HM. Epidemiology and contemporary patterns of trauma deaths: changing place, similar pace, older face. *World J Surg* 2007;31:2092-103.
2. Baker CC, Oppenheimer L, Stephens B, Lewis FR, Trunkey DD. Epidemiology of trauma deaths. *Am J Surg* 1980;140:144-50.
3. Demetriades D, Kimbrell B, Salim A, Velmahos G, Rhee P, Preston C, et al. Trauma deaths in a mature urban trauma system: is "trimodal" distribution a valid concept? *J Am Coll Surg* 2005;201:343-8.
4. Di Bartolomeo S, Sanson G, Michelutto V, Nardi G, Burba I, Francescutti C, et al; Regional Study-Group on Major Injury. Epidemiology of major injury in the population of Friuli Venezia Giulia-Italy. *Injury* 2004;35:391-400.
5. Cothren CC, Moore EE, Hedegaard HB, Meng K. Epidemiology of urban trauma deaths: a comprehensive reassessment 10 years later. *World J Surg* 2007;31:1507-11.
6. Evans JA, van Wessem KJ, McDougall D, Lee KA, Lyons T, Balogh ZJ. Epidemiology of traumatic deaths: comprehensive population-based assessment. *World J Surg* 2010;34:158-63.
7. Shim H, Jang JY, Lee JG, Kim S, Kim MJ, Park YS, et al. Application of critical pathway in trauma patients. *J Trauma Inj* 2012;25:159-65.
8. Kim HB, Lee KH, Kim H, Cha KC, Hwang SO, Hwang JY, et al. Risk factors affecting severity of injury in patients of motor cycle accidents. *J Korean Soc Emerg Med* 2011;22:226-30.
9. Aygencel G, Karamercan M, Ergin M, Telatar G. Review of traffic accident cases presenting to an adult emergency service in Turkey. *J Forensic Leg Med* 2008;15:1-6.
10. Lee SH, Jang JY, Shim H, Lee JG. Management of traumatic pancreas injury in Korea: literature review. *J Korean Soc Traumatol* 2013;26:207-13.
11. Clement ND, Tennant C, Muwanga C. Polytrauma in the elderly: predictors of the cause and time of death. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2010;18:26.
12. Committee on Trauma ACoS. ATLS: advanced trauma life support program for doctors. 8th ed. Chicago: American College of Surgeons; 2008.
13. Sauaia A, Moore FA, Moore EE, Moser KS, Brennan R, Read RA, et al. Epidemiology of trauma deaths: a reassessment. *J Trauma* 1995;38:185-93.
14. Kleber C, Lefering R, Kleber AJ, Buschmann CT, Bail HJ, Schaser KD, et al; DGU TraumaRegister. Rescue time and survival of severely injured patients in Germany. *Unfallchirurg* 2013;116:345-50.
15. McGwin G Jr, Nunn AM, Mann JC, Griffin R, Davis GG, MacLennan PA, et al. Reassessment of the tri-modal mortality distribution in the presence of a regional trauma system. *J Trauma* 2009;66:526-30.
16. Gruen RL, Jurkovich GJ, McIntyre LK, Foy HM, Maier RV. Patterns of errors contributing to trauma mortality: lessons learned from 2,594 deaths. *Ann Surg* 2006;244:371-80.
17. Regel G, Lobenhoffer P, Grotz M, Pape HC, Lehmann U, Tscherne H. Treatment results of patients with multiple trauma: an analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at a German Level I Trauma Center. *J Trauma* 1995;38:70-8.
18. Trunkey DD. Trauma. Accidental and intentional injuries account for more years of life lost in the U.S. than cancer and heart disease. Among the prescribed remedies are improved preventive efforts, speedier surgery and further research. *Sci Am* 1983;249:28-35.
19. Probst C, Zelle BA, Sittaro NA, Lohse R, Krettek C, Pape HC. Late death after multiple severe trauma: when does it occur and what are the causes? *J Trauma* 2009;66:1212-7.