

현재의 국내 응급의료체계에서 중증외상환자의 이송 지연

아주대학교 의과대학 응급의학교실

정경원 · 장정문 · 김지영 · 백숙자 · 송서영 · 강찬숙 · 이국종

— Abstract —

Delayed Transfer of Major Trauma Patients Under the Current Emergency Medical System in Korea

Kyoung-won Jung, M.D., Jeong-moon Jang, M.D., Jiyoung Kim, RN, Suk-ja Baek, RN, Seo-young Song, RN, Chan-suk Gang, EMT, Kug-jong Lee, M.D., Ph.D.

Department of Emergency Medicine, Ajou University School of Medicine

Purpose: Major trauma patients should be transferred to a definitive care facility as early as possible because prompt management will prevent death. This study was designed to discover the obstacles leading to delayed transfers under the current emergency medical system in Korea and whether there are any negative outcomes associated with conducting procedures at primary care hospitals prior to transferring patients to higher levels of care.

Methods: The medical records of major trauma patients with an Injury Severity Score above 15 within the past year were reviewed. Patients were divided three groups as follows: (A) came directly to our emergency center, (B) were transferred without CT or MRI scan at the primary care hospital and (C) transferred with CT or MRI scans. The transfer time of each group were compared and analyzed statistically. Additionally, the number and type of imaging performed at the primary care hospital were analyzed.

Results: All qualified patients (n=276) were enrolled in this study: 121 patients in group A; 104 in group B; 51 in group C. There was a statistically significant difference in the transfer time between the three groups (p -value<0.001), and 79 (28.6%) were transferred to an emergency medical center within one hour. In group C, CT or MRI scans were performed an average of 1.86 times at the primary care hospital, and the median transfer time was 4 hours 5 minutes.

Conclusion: Only 28.6% of the cases in the study arrived within the golden hour at a definitive care facility. Such delays are in part the result of prolonged times at the primary care hospital for radiologic examinations, such as CT or MRI scans. Major multiple trauma patients should be transferred to a definitive care facility directly or as soon as the primary survey and the resuscitation of Advanced Trauma Life Support guideline are completed at the primary care hospital. (J Korean Soc Traumatol 2011;24:25-30)

Key Words: Major trauma, Transfer, Golden hour, Radiologic examination

* Address for Correspondence : **Kug-jong Lee, M.D., Ph.D.**

Department of Emergency Medicine, Ajou University School of Medicine,
San-5, Wonchon-dong, Yeoungtong-gu, Suwon 443-749, Korea

Tel : 82-31-219-7763, Fax : 82-31-219-7765, E-mail : drkjlee@ajou.ac.kr

접수일: 2011년 2월 23일, 심사일: 2011년 3월 16일, 수정일: 2011년 5월 9일, 승인일: 2011년 5월 26일

I. 서 론

외상 환자는 사고현장에서 수초 혹은 수분 내에 50%가 사망하며, 수시간 내에 30%가 사망하기 때문에,(1) 이러한 환자들의 생존률을 높이기 위해서는 외상 후 빠른 시간 내에 응급의료체계가 가동되어 신속한 현장처치와 함께 외상센터로의 이송이 필수적이다.(2-4) 중증외상환자들의 이동원칙은 사고 현장이나 이송지점에서 30분 이내의 거리에 전문외상센터가 없다면, 근처의 가장 큰 병원으로 환자를 이송하는 것인데, 결정적인 치료를 받기 위한 시간으로 1시간 이내가 최적시간(golden hour)으로 권장되고 있다.(3,4) 이러한 원칙에도 불구하고 우리나라의 응급의료체계는 외상환자의 적절한 치료에 많은 한계를 가지고 있다. 중증응급질환들에 관한 보다 효과적인 치료를 위해서 정부는 권역응급의료센터 16개, 전문응급의료센터 4개, 지역응급의료센터 112개, 지역응급의료기관 325개 등을 지정하였으며, 중증외상에 대해서는 35개의 중증외상 특성화 센터 지정 등의 사업을 통해 문제점들을 개선하고자 하였다. 그 동안 우리나라 외상 환자의 예방 가능한 사망률은 점차 감소되기는 하였지만,(5-7) 다른 중증응급질환(심·뇌혈관 질환)의 치료 결과들이나 최근 괄목할 만한 성과를 보인 암환자의 생존률 개선 등에 비해서는 중증외상환자의 치료결과는 여전히 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development, 경제협력개발기구) 다른 나라들의 수준에 미치지 못하고 있다. 이것은 중증외상이 다른 응급질환과는 개별화된 특성을 가지고 있어 다른 접근방식이 필요함을 암시한다. 즉, 다발성외상환자들은 질병으로 인한 다른 응급질환과 달리 환자들을 가장 가까운 병원으로 우선 이송하였다가 그 중증도에 따라 상급병원으로 후송하는 현재의 시스템이 아니라 포괄적인 치료능력을 갖춘 적절한 병원으로 먼저 이송하는 시스템이 필요하다. 이것은 우리보다 먼저 안정적인 외상치료시스템을 구축한 미국이나 영국, 일본 등의 예에서도 확인되는 바이다.(8)

현재 우리나라의 응급환자 전원 체계에서는 외상환자가 중증도와 상관 없이 이송되고 있으며, 오히려 심할수록 사고지점과 가까운 병원에서 지체하는 경우가 많다. 다발성 외상환자는 최초의 의료기관에서 전문외상치기술(Advanced Trauma Life Support, ATLS)을 시행한 후에 전문적인 처치가 필요하다고 인정되는 경우에는 외상센터로 신속히 이송해야 하며, 이송을 결정하는 시기는 '1차 평가와 소생술(primary survey and resuscitation)'이 종료되는 시점이 가장 적절하다고 보고되고 있다.(9,10) 즉 내원 10분 이내에 '1차평가와 소생술'을 시행하고 즉시 전문외상센터로 환자를 이송해야 하는데, 일부 의료기관에서는 각종 검사(임상검사 및 방사선검사)를 시행한 후에 이송을 결정하는 오류를 범하고 있다.(11-13)

본 연구에서는 권역응급의료센터로 지정되어 운영되고 있는 본원 응급실에 1년 동안 내원한 중증외상환자들을 대상으로 외부 병원을 거쳐 전원되는 과정에서 영상 검사 여부 등과 그로 인한 전원 시간의 차이 등을 비교, 분석함으로써 현재 우리나라의 외상 진료 체계의 문제점과 개선방안에 대해 고찰해 보고자 한다.

II. 대상 및 방법

2009년 10월부터 2010년 9월까지 1년간 본원 응급의료센터를 통해 내원한 외상환자들의 의무기록을 후향적으로 검토하였다. 외상으로 내원한 환자들을 Injury Severity Score (ISS)에 따라 분류한 뒤, 15점 이상의 중증환자들을 선별하였고 이들을 본원에 직접 내원한 경우(A군), 다른 병원에서 CT, MRI 등의 영상 검사 없이 전원한 경우(B군), 영상 검사 후 전원한 경우(C군)로 구분하였다. 그리고 각 군의 환자들이 수상 후 본 병원에 도착하기까지의 시간(전원시간)을 조사하였다. 또한 외부병원에서 시행한 영상 검사들의 종류에 대해 조사하였다.

각 군간에 전원시간 등을 통계학적으로 비교·분석하였다. 세 군간의 비교에는 크루스칼-왈리스(Kruskal-Wallis) 방법을 이용하여 검정하였다. SPSS 프로그램(version 12.0)을 사용하였으며, *p*-value가 0.05이하일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

III. 결 과

1년 동안 본원에 내원한 외상환자는 총 20,023명이었으며 이중 외부병원으로부터 전원된 환자는 2,130명으로 10.6%의 전원률을 보였다. ISS 15점 이상의 중증환자는 344명으로 전체외상환자의 1.7%였다.

중증외상환자의 전원시간과 외부병원 등에서 시행한 영상 검사 등에 대한 분석을 시행하였는데, 결과의 신뢰도를 높이기 위해 344명 중 68명(19.8%)의 환자를 제외하였다. 도착당시사망(death on arrival, DOA) 환자 41명(11.9%)과 데이터가 불명확하거나 외부병원에서 입원 치료 후 전원된 환자 등 27명을 뺀 276명을 최종대상으로 선별하였다. 남자 211명(76.4%), 여자 65명(23.6%)으로 평균연령은 41.9세(4개월에서 87세)였다.

최종대상환자를 전원 여부와 외부병원에서의 영상 검사 여부에 따라 세 군으로 나눈 결과, A군에 해당하는 환자는 121명(43.8%), B군은 104명(37.7%), C군은 51명(18.5%)이었으며(Table 1), 각 군에 따른 환자들의 연령, 성별, 손상 기전과 치료 결과 등은 Table 2와 같다. 56.2%에 해당하는 155명(B군+C군)의 환자들이 외부병원을 거쳐 전원되었고, 이들 중 32.9%(51/155명)가 CT나 MRI 검사 후

전원되었다. 각 군의 ISS 중앙값은 A군 22, B군 22, C군 19였으며 전체 중앙값은 22였다. 통계학적 검정 결과 세 군간에 유의한 차이는 없었다(p -value=0.393) (Table 1).

사고 발생으로부터 본원 응급실을 내원하기까지 걸린 시간(전원시간)은 104분(1시간 44분)의 중앙값을 보였다. 각 군의 중앙값은 A군 40분, B군 163분(2시간 43분), C군 245분(4시간 5분)이었고 세 군간에 통계학적으로 의미 있는 차이를 보였다(p -value<0.001) (Table 1).

다발성 중증외상환자의 사고 발생 후 최종 치료 병원에 도착하기까지의 최적시간을 1시간으로 정의하였을 때, (2-4) 최적시간 내에 본원 응급실에 도착한 경우는 79명으로 최종대상환자의 28.6%(79/276명)였다. 이 중 A군이 76명으로 62.8%(76/121명)의 비율을 보였고, B군에서 3명으로 2.9%(3/104명)이었으며, C군은 한 명도 없었다(Table 3).

전원 온 환자들(B군+C군)의 전원 이유는 '전문응급의료를 요하여 상급병원으로 전원'한 경우가 84.5%(131명)로 가장 많았고, 3.9%(6명)에서 '환자나 보호자 요청'에 의하여, 0.6%(1명)에서 '당장 응급수술이나 처치가 불가능'한 경우였다. '기타' 6명, '답 없음' 11명이었다.

C군의 환자들은 외부 병원에서 평균 1.76회의 CT 촬영

Table 3. Frequency of major trauma patients visited within golden hour (one hour)

Group	Frequency (%)
A (n=121)	76 (62.8)
B (n=104)	3 (2.9)
C (n=51)	0 (0.0)
Total (n=276)	79 (28.6)

Table 1. Retrospective review of major trauma patients visited to an emergency medical center

Group	Classification	Cases (%)	Median ISS*	Median transfer time (minutes) [†]
A	Visited directly	121 (43.8)	22	40
B	Transferred without CT or MRI scans	104 (37.7)	22	163
C	Transferred with CT or MRI scans	51 (18.5)	19	245
Total	Trauma patients with ISS above 15	276 (100.0)	22	104

* ISS, Injury Severity Score, p -value=0.393; [†] p -value<0.001

Table 2. General characteristics and outcome of patients with major trauma according to group

Characteristics	Classification	Group			Total (n=276)
		A (n=121)	B (n=104)	C (n=51)	
Sex	Male	94	77	40	211 (76.4%)
	Female	27	27	11	65 (23.6%)
Age	0~9	11	4	4	19 (6.9%)
	10~19	17	7	2	26 (9.4%)
	20~29	19	14	6	39 (14.1%)
	30~39	19	16	5	40 (14.5%)
	40~49	20	19	8	47 (17.0%)
	50~59	11	17	16	44 (15.9%)
	60~69	14	11	7	32 (11.6%)
	70~79	7	15	2	24 (8.7%)
Mechanism of injury	80~89	3	1	1	5 (1.8%)
	Traffic Accident	61	74	26	161 (58.3%)
	Fall	31	12	10	53 (19.2%)
	Stab	8	4	0	12 (4.3%)
	Slip down	7	4	3	14 (5.1%)
	Machine	6	2	6	14 (5.1%)
	Violence	2	3	1	6 (2.2%)
	Miscellaneous	6	5	5	16 (5.8%)
Outcome of treatment	Alive	105	93	45	243 (88.0%)
	Death	16	11	6	33 (12.0%)

후 전원되었고, MRI 촬영 건수를 포함하면 평균 1.86회의 영상검사를 시행 받은 것으로 나타났다. 촬영 부위별로는 38명의 환자에서 40회의 두부 CT 검사가 이루어져 가장 많은 비율을 차지하였으며, 이 중 2명의 환자는 2회 촬영한 경우였다. 다음으로 복부·골반 CT를 21회, 척추 13회, 흉부 7회, 안면부 6회로 나타났다. 척추 CT의 경우 대부분 흉추·요추 부위를 한 번에 스캔한 경우였지만 경추와 요추 부위를 나누어서 촬영한 경우가 2명 있었다. 사지 부위의 CT를 시행한 경우도 3회 있었는데, 모두 하지 부위였다. MRI 촬영 후 전원 온 경우는 5회 있었는데 4회가 척추, 1회가 무릎 부위의 검사였으며 이 중 1명은 척추 CT 후 동일 부위 검사를 또 시행하였고 다른 4명은 CT 없이 바로 MRI를 시행한 경우였다(Table 4).

IV. 고 찰

중증외상환자는 사고 후 손상에 대한 전문적인 처치가 이루어지기까지의 시간이 1시간 이내일 때 생존률이 높고 합병증 발생률이 낮기 때문에, 사고 즉시 외상센터로의 신속한 이송이 필요하다.(3,4) 그러나 전문적인 외상센터와 효율적인 이송체계가 없는 우리나라에서는 환자들이 적절한 병원으로 이송되기 어렵고 병원간 이송에도 많은 시간이 소요되어 치료결과에 악영향을 미치고 있다. 김 등(6)은 우리나라 외상의 예방 가능한 사망의 원인이 된 처치과정상 문제점 중 외국과 비교했을 때 ‘병원간 이송단계’의 문제가 특히 심각함을 지적하였다. 본 조사에서도 1년간 본원 응급의료센터를 내원한 중증외상환자 중 11.7%가 DOA환자였으며, 생존하여 내원한 276명의 전원시간은 1시간 44분의 중앙값을 보였으며, 최적시간(golden hour)에 도착한 경우가 1/3이 채 되지 않는 것으로 나타나(28.6%), 현재 국내의 응급의료체계하에서 외상환자들이 적절한 치료를 받기 위해서는 ‘병원간 이송단계’의 개선이 시급함을 알 수 있다.

미국외과학회 외상위원회(The American College of Surgeons-Committee on Trauma, ACS-COT)의 전문외상 처치술(ATLS)에 따르면 외상환자의 치료에 있어서 병원 단계(hospital phase)는 ‘중증도 분류(triage)’가 이루어진

뒤 ‘1차 평가와 소생술(primary survey and resuscitation)’과 ‘2차 평가와 처치(second survey and management)’로 이루어진다. 여기에서 1차 평가는 치명적인 손상을 10초 이내에 빠르고 단순한 방법으로 평가하는 것을 권하며 생체징후를 안정화시키는 소생술이 동시에 이루어져야 함을 강조하고 있다. 그리고 2차 평가와 처치 단계에 들어가기 전에 이송에 대한 필요성을 판단할 것을 권하고 있다. 왜냐하면 2차 평가 단계에서 전신적인 평가를 위해서 CT를 비롯한 각종 부수적인 검사들이 시행되어 많은 시간이 소요되기 때문이다. 즉, 이 지침을 따르면 해당의료기관에서 전문치료가 불가능하다고 판단되는 경우에는 ‘1차 평가와 소생술’이 종료되는 즉시 환자를 이송해야 한다.(9) 그러나 전문외상처치술 교육을 받은 의료인들이 적은 우리나라 일선 병원에서는 각종 실험실과 영상의학적 검사에 의존하여 환자의 중증도를 판정하는 경우가 많다. 이것은 결국 환자의 사망률과 합병증의 발생률을 증가시키게 된다.(10-12) 본 연구에서 외부병원에서의 전원과 영상검사의 여부에 따라 전원시간의 중앙값을 비교했을 때, 사고 후 직접 방문한 경우보다 외부병원에서 전원한 경우(B군)가 평균 2시간 3분 더 늦게 응급의료센터에 도착했고 CT, MRI 등의 검사를 시행한 경우(C군)는 3시간 25분의 차이가 나는 것으로 드러났다. 외국이나 우리나라 모두 전문외상처치술에는 1차 평가와 소생술시에 단순 X-ray 만의 촬영을 허락한다.(9,13) 그러나 본 조사 결과 우리나라는 이것이 잘 지켜지지 않음이 확인되었다.

이러한 결과가 비롯된 것은 외상환자가 발생하여도 명확한 전원 기준과 전문외상처치가 항상 가능한 전문외상센터의 부재가 큰 원인이며 이것을 해결하기 위해서는 다른 응급회환과 별개의 이송체계 개념이 필요하다.(14,15) 즉 질병 발생시 가장 가까운 병원에 내원하여 응급처치 등을 받은 후 중증도에 따라 상급병원으로 이송되는 현재의 우리나라 응급의료 이송체계(bottom-up)와 달리, 중증외상환자 이송의 세계적 표준은 환자 발생시 여러 임상과의 포괄적인 진단과 치료가 가능한 허브병원이 필요하며 그 곳으로 우선 이송하여 응급처치나 수술 등을 시행 후 연구지 병원 등으로 복귀시키는 방식(top-down)의 체계가 권장되고 있다.

Table 4. CT and MRI scans performed before transfer to emergency center (in group C)

Body region	Head	Face	Chest	Abdomen/Pelvis	Spine	Extremities	Total
Number of CT scans performed	40	6	7	21	13	3	90
Number of MRI scans performed	0	0	0	0	4	1	5
Total	40	6	7	21	17	4	95

우리나라에 중증외상센터가 설립된다면 지역 내 위치한 3차 진료기관을 모태로 하여 그 시설과인력 기준을 보강하는 방향이 될 것이며, (15,16) 결국 현재로서는 전국의 '권역응급의료센터'로 지정되어 운영되고 있는 대학병원들이 주요 대상들이다. 그러나 본 연구 결과 일개 권역응급의료센터에 최적시간 내에 방문한 중증외상환자는 28.6%에 불과하였다. 특히 외부병원에서 CT, MRI 등 오랜 시간이 걸리는 영상의학적 검사 후에 전원된 환자들 중에서는 최적시간 내에 본원 응급실에 도착한 경우가 없는 것을 볼 때, 병원간 이송 과정에서 전문외상처치술의 기본적인 지침이 지켜지지 않고 있음을 알 수 있다. 즉 수 분 내에 1차 평가와 소생술을 마친 후 환자의 전원을 고려해야 함에도 불구하고 CT나 MRI 등의 영상 검사 없이 전원된 군에서 직접 내원한 군에 비해 2시간 넘게 전원시간의 차이를 보이고 최적 시간내 도착한 환자들 2.9%에 불과한 것은 아직 우리나라에 전문외상처치술에 대한 기본적인 지침들이 지켜지지 않고 있음을 짐작케 한다. 또한 CT, MRI 등의 영상 검사를 받고 전원한 환자들은 직접 내원한 환자들에 비해 3시간 이상 늦게 도착하였으며 최적 시간내 이송된 경우는 전혀 없었다. 영상 검사를 진행 후 전원된 환자들과 그렇지 않은 경우는 약 1시간 20분 정도의 전원시간의 차이를 보였는데 이것은 보통의 CT, MRI 검사 시간들을 고려했을 때, 이들이 이송 전 병원에서 평균 1.86회의 영상 검사를 받았다는 점에서 쉽게 이해된다. 일부이긴 하지만 당장의 중증도를 판정하거나 소생술 등에 관련이 없는 사지부위의 CT나 척추나 무릎 MRI 등의 촬영을 한 경우도 있었다. 본 연구에서 조사하지는 않았지만, 이러한 환자들 대부분은 최종 병원에 도착하여 CT, MRI 등의 영상검사를 반복하게 되는 경우가 많다. (17) 이는 환자에게 시간적 부담 뿐만 아니라 방사선과 조영제 등에 더 많이 노출시킴으로써 치료과정에서 합병증 발생률을 높이고 불필요한 의료비용 지출을 낳게 된다. (18-20)

영상 검사의 여부와 상관 없이 전원 되어 온 환자들 모두(B군, C군)에서 최적 시간내 이송된 경우가 2.9%, 0% 등 매우 저조한 것으로 드러난 것은, 최적시간 내 완전한 검사와 치료가 가능한 최종병원에 환자가 도착하는 데 영상 검사 이외에도 여러 가지 다른 인자들이 작용했음을 짐작하게 한다. 즉, 본 연구 결과만으로는 영상검사 시행 여부가 최적시간(golden hour)내의 적절한 전원에 영향을 주는 독립적인 요인으로 보기에는 고려해야 할 많은 점들이 남아 있다. 여기에는 최초 병원에서 시행했을 여러 가지 시술이나 처치들에 따른 시간 등이 그 예가 될 것이다. 하지만 그들의 전원 이유의 대부분(84.5%)이 '전문응급치료를 요하여 상급병원으로 전원'하는 것이었으며 영상 검사의 시행 여부에 의해 나눈 두 군 간의 차이(C군-B군)가 1시간 20여분의 차이를 보이고 그 시간 동안 1.86회의 추

가 영상 검사가 있었음을 고려할 때, 이 두 군간의 전원시간의 차이에는 의료진들이 환자의 중증도를 판단하기 위해 시행한 영상검사에 의한 소요 시간이 주요한 인자로 작용했음을 짐작할 수 있다. 왜냐하면 이에 대한 해당병원의 상황에 대한 정확한 조사가 이루어져야 하겠지만 CT나 MRI의 검사에는 접수, 설명 및 동의서 작성, 기기와 조영제 준비와 영상 결과의 판독 등에 이르기까지 1회 검사에 30분 이상은 소요되는 것이 보통이기 때문이다. 이것이 응급외상환자들만을 위해 검사기구나 인력 등이 준비되어 있을 리 없고 결국 신속하고 원활한 검사가 이루어지기 힘든 연고지 병원이라면 더 많은 시간이 소요될 것으로 추측된다.

본 연구는 본 병원의 의무기록에만 의존한 후향적 연구이다. 더욱 정확한 전원시간의 비교를 위해서는 최초 병원에 도착하기까지의 시간, 최초 병원내 체류 시간 등에 대한 고려 및 분석이 필요하지만 충분한 자료가 확보되지 않아 진행할 수 없었다. 추 후 최초 방문 병원들과의 공동조사 등이 이루어진다면 보다 정확한 분석과 고찰을 얻을 수 있을 것이다. 이러한 자료를 얻기 위해서라도 연고지 병원과 상급병원간의 보다 원활한 이송체계가 확립되기를 기대한다. 또한 본 연구는 짧은 기간 한 개의 기관만을 대상으로 한 연구이므로 그 결과를 우리나라 응급의료체계 전반에 걸쳐 해석하는 데는 한계가 있다. 하지만 상기 제기되었던 사항들은 중증외상환자들의 치료를 담당하는 의료진이라면 누구나 현장에서 체감하고 있는 문제점들이며, 특별히 '응급실 내원 경로'나 '발병 후 응급실 도착 소요 시간'과 같은 문제는 국내 여러 응급의료기관을 대상으로 산출된 중앙응급의료센터 통계 연보 등에서도 확인할 수 있다. (21) 이러한 문제점들에 대한 보다 구체적인 고찰과 그에 따른 개선이 이루어진다면, 본 연구에서 나타났던 30%미만에 불과한 최적시간내 환자 이송률이 향상되고, 결국 중증외상의 치료결과 또한 개선될 것이다.

V. 결 론

우리나라 중증외상환자들이 최종치료 병원으로 최적시간내 이송되는 비율은 28.6%로 저조한데, 조사 결과 외부병원에서 전원되는 과정에서 많은 시간이 지체되는 것으로 드러났다. 이에선 최초 병원에서 의료진들이 1차 평가와 소생술 과정에서 영상검사 등의 제반 행위들이 신속하게 이루어지지 못한 것이 주로 영향을 미친 것으로 짐작된다. 보다 정확한 분석과 구체적인 결과를 얻기 위해서는 이송 전 병원 들과 연계된 추가적인 연구가 더해져야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Hoyt DB, Coimbra R, Acosta J. Management of Acute Trauma. In: Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL eds. Textbook of Surgery. 18th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders: 2008: 477-520.
- 2) Petri RW, Dyer A, Lumpkin J. The effect of prehospital transport time on the mortality from traumatic injury. *Prehospital & Disaster Medicine* 1995;10:24-9.
- 3) Sampalis JS, Lavoie A, Williams JI, et al. Impact of on-site care, prehospital time, and level of in-hospital care on survival in severely injured patients. *J Trauma* 1993;34:252-61.
- 4) Feero S, Hedges J, Simmons E, Irwin L. Does out-of-hospital EMS time affect trauma survival? *AJEM* 1995;16:133-5.
- 5) Jung KY, Kim JS, Kim Y. Problems in trauma care and preventable deaths. *J Korean Soc Emerg Med* 2001;12:45-56.
- 6) Kim Y, Jung KY, Cho KH, Kim H, Ahn HC, Oh SH, et al. Preventable trauma deaths rates and management errors in emergency medical system in Korea. *J Korean Soc Emerg Med* 2006;17:385-94.
- 7) Jung KY, Kim SP, Kim SH, Kim H, Noh H, Jang HY. A study on emergency medical system performance indicators. Ministry of Health and Welfare, National Emergency Medical Center: 2008: 72-4.
- 8) Kunihiro Mashiko. Trauma system in Japan: History, present status and future perspectives. *J Nippon Med Sch* 2005;72:194-202.
- 9) American College of Surgeons Committee on Trauma. Initial Assessment and Management. In: ATLS student course manual. 8th ed. Chicago: ACS COT: 2008: 1-24.
- 10) Korean Society of Emergency Medicine, Korean Society of Traumatology. Trauma transportation, Patient assessment and management. In: Korean Trauma Assessment and Treatment course, KTAT. 1st ed. Seoul: Koonza: 2011: 1-38.
- 11) Sampalis JS, Denis R, Lavoie A, et al. Trauma care regionalization: a process-outcome evaluation. *J Trauma* 1999;46:565-81.
- 12) Lee JH, Lim KS, Ahn R, Seo DW, Ahn S, Kim W, et al. The evaluation of the hospital transfer adequacy to the tertiary hospital in trauma patients. *J Korean Soc Trauma* 2003;16:37-42.
- 13) Harrington DT, Connolly M, Biffle WL, Majercik SD, Cioffi WG. Transfer times to definitive care facilities are too long: a consequence of an immature trauma system. *Ann Surg* 2005;241:961-8.
- 14) Lee KJ, Kum JY, Lee KH, Suh GJ, YounYK. General scheme for the level I trauma center in South Korea. *J Korean Soc Trauma* 2005;18:1-16.
- 15) Lee WC, Jo CH, Jung KW, Min YG, Choi SC, Kim KW, et al. Current state and problem of the transfer of severely injured patients in one regional emergency medical center. *J Korean Soc Trauma* 2010;23:6-15.
- 16) Lee KJ. The necessity for a trauma surgeon and the trauma surgeon's role in the trauma care system. *J Korean Soc Trauma* 2008;21:1-7.
- 17) Gupta R, Greer SE, Martin ED. Inefficiencies in a rural trauma system: the burden of repeat imaging in interfacility transfers. *J Trauma* 2010;69:253-5.
- 18) Wang CL, Cohan RH, Ellis JH, Adusumilli S, Dunnick NR. Frequency, management, and outcome of extravasation of nonionic iodinated contrast medium in 69,657 intravenous injections. *Radiology* 2007;243:80-7.
- 19) Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* 2007; 357:2277-84.
- 20) Thomas SH, Orf J, Peterson C, Wedel SK. Frequency and costs of laboratory and radiograph repetition in trauma patients undergoing interfacility transfer. *Am J Emerg Med* 2000;18:156-8.
- 21) Available at: http://www.nemc.or.kr/cyber/cyber_statistics.jsp