교통사고 사망환자의 통계적 고찰

단국대학교 의과대학 응급의학과교실

김 갑 득 · 홍 성 엽

Epidemiology of Traumatic Accident Deaths

Gab Teug Kim, M.D., Seung Yup Hong, M.D.

Purpose: Comparing the results of traffic accident deaths between ours and a previous study, we assessed the improvement in the emergency medical service system and the traumatic care system.

Methods: Three hundred twenty-one traumatic accident deaths occurring in Chunan and the nearby region between 1999 and 2000 were reviewed; data were obtained from paramedic trip reports, medical records, and radiological findings.

Results: One hundred fifty-eight (49%) deaths occurred in the prehospital setting. The remaining 163 (51%) patients were transported to the hospital. Of these, 89 (55%) died in the first 48 hours (acute), 26 (16%) within three to seven days (early) and 48 (29%) after seven days (late). Central nervous system injuries were the most frequent cause of death (57%), followed by exsanguination (25%) and organ failure (8%). Two distinct peaks of time were found on analysis: 50% of the patients died within the first 60 minutes, and 9% of the patients died at three to seven days after injury. The overall preventable death rate was 24%.

Conclusion: Access to the prehospital emergency medical system was improved, and there was greater proportion of late deaths due to brain injury. We found the distribution to be a bimodal distribution.

Key Words: Trauma, Traffic accident deaths, Trauma epidemiology.

Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Dankook University, Chunan, Korea

책임저자: 김 갑 득
충남 천안시 안서동 산 16-5
단국대학교 의과대학 응급의학과 교실
Tel: 041)550-6869, Fax: 041)550-7054,
E-mail: gtkim@medigate.net

접수일 : 2001년 11월 28일, 게재승인일 : 2002년 2월 9일

* 이 연구는 2001학년도 단국대학교 대학연구비로의 지원으로 연구되었음.

서 론

교통사고에 의한 손상으로 미국에서는 매년 400만명이 응급실을 찾고, 50만명이 입원하며, 42,000명이 사망한다[1]. 우리나라에서도 급속한 경제발전과 도시화로 교통사고가 매우 흔하게 발생하고 있으며, 매년 12,387명, 즉 인구 100,000 명당 26.3명이 교통사고로 사망한다[2]. 최근 응급의료시스템과 외상체계의 발달로 이러한 사망을 상당한 정도로 줄일 수 있을 것이라 기대되고 있으며, 실제 일부 보고에서는 적극적인 현장 응급처치와 후송중의 치료로 외상에 의한 중환자의 사망율을 10% 이상 줄일 수 있다고 주장하고 있다[3]. 1980년대 Baker등이 San Francisco에서 발생한 외상사망환자의 통계를 발표하고 이것이 계기가 되어 미국에서는 지역 외상체계가 급속도로 발전하게 되었다4). 우리나라에서도 교통사고 등에 의한 외상환자들의 진료기피 및 지연 등 응급의료체계 및 외상체계에 많은 문제점이 대두되었으며, 동시에 외상에 대한 많은 연구보고들이 발표되어 현 진료체계의 문제점들을 지적하고 응급의료체계 및 외상체계의 체계적인 운영을 강조하였다[5,6]. 그 결과 1990년대에 들어서면서 응급의학과가 개설되고 각 지역마다 권역별 응급의료센터 및 지역응급의료센터가 설립되었다. 최근 몇 년간에 걸쳐서 119응급 콜시스템이 거의 정착단계에 이르렀으며, 119 및 민간응급구조단이 운영되고, 응급구조사가 배출되는 등 병원전응급의료서비스에서 많은 발전이 있었다. 그 동안 국내에서 발표된 외상환자들에 관한 보고들은 응급의료서비스가 지금과 같이 발전된 상태가 아닌 1990년대 초반이나 중반에서의 보고들이다. 본 연구의 목적은 교통사고에 의한 사망환자들의 통계를 분석하고 현재의 응급의료체계와 외상체계가 어느 정도 수준인가를 알아보고자 함이다.

대상과 방법

1999. 1. 1부터 2000.12.31까지 교통사고를 포함한 외

상으로 본원 응급실에 내원한 환자는 9,426명, 입원한 환자는 3,698명 (39.2%), 사망한 환자는 456명 (4.8%)이었으며, 교통사고로 본원 응급실에 내원한 환자는 3,613명, 입원한 환자는 1,780명 (49.3%), 사망한 환자는 374명 (10.4%)이었다. 사망한 456명 중 승용차 및 오토바이에 의한 교통사고가 374명 (82.0%), 추락사고가 30명 (6.6%), 넘어져 다친 경우가 14명 (3.1%), 칼에 의한 심부좌상이 5명 (1.1%), 구타, 매몰, 철도사고, 차량과 관계없는 경운기 사고 등 기타 사고가 33명 (7.2%)이었다 (그림 1). 본 연구는 교통편의 수단으로 가장 많이 이용되고 있는 승용차 및 오토바이에 의한 사고가 사망에 어떠한 영향을 미치고 있는가를 분석하고자 승용차 및 오토바이의 교통사고에 의한 사망환자 374명 중 자료정리가 잘 되고 사인규명이 가능한 321명 (병원전 사망환자 158명, 병원내 사망환자 163명)을 대상으로 후향적인 연구가 시도되었다. 교통사고에 의한 사망환자 모두 둔상이며 관통상은 한 례도 없었다. 병원전 사망환자 158명중 140명은 사고현장에서 사망하여 119구급대와 앰브란스로 병원에 이송되었으며, 18명은 인근 1, 2차 병원에서 본원에 이송도중 사망하였다. 본 연구의 분석에 이용한 응급실 및 병실에서 사망한 병원내 사망환자 163명중 91명은 인근에 있는 1, 2차병원에서 일차진료 및 방사선검사를 시행한 후 본원에 이송되었으며, 이송할 때 의식이 없거나 환자 상태가 중한 경우 대부분 기관삽관, 정맥주사 라인 및 수액공급이 이루어졌다. 나머지 72명은 사고현장에서 119구급차량 및 앰브란스로 이송되었고 대부분 경추고정 이외에는 기관삽관, 정맥주사 라인 및 수액공급 등과 같은 응급처치가 이루어지지 않았다.

교통사고에 의한 전체 사망환자 321명에 대해서는 연령별, 주간별, 월별 및 사고시간대별 분포를 조사하였고, 사망시간과 사망원인에 따른 빈도와 손상정도를 비교 분석하였으며, 병원내 사망환자 163명에 대해서는 사망의 유형과 사망의 적절성을 평가하였다. 이들 환자의 사망원인은 사체부검을 통하여 규명하지 않고 병원전 사망의 경우 신체검사, 단순촬영, 복부 및 흉부 초음파검사, 복부 및 흉부천자 소견을 이용하였으며, 병원내 사망의 경우 신체검사, 1, 2차병원, 응급실 및 병실에서 시행한 혈액검사, 뇨검사, 방사선검사(단순촬영, CT, 초음파검사), 병록지 및 수술 기록지를 이용하였다. 이들 소견들을 종합하여 사망원인을 ① 중추신경계 손상 (뇌, 뇌간 및 상부 경수), ② 대량 출혈, ③ 중추신경계 손상과 심한 출혈이 함께 동반, ④ 장기부전 (패혈증, 다발성 장기부전 및 성인호흡부전증후군), ⑤ 기타 (긴장성기흉, 압사 및 기도손상, 폐색전증, 심근경색, 기타 이차 합병증) 등 다섯 군으로 분류하였다. 병원전 사망의 경우 기도폐쇄 소견 없이 두개골파열이나 뇌실질의 노출 혹은 경추의 전위손상이 있을 경우, 초음파에서 흉부 및 복부의 손상이 없으면서 두개골골절, 귀 및 코에서 출혈이 있는 경우에는 중추신경계의 손상에 의한 사망으로 분류하였다. 그리고 복부 및 흉부천자에서 다량의 혈액이 흡입되는 경우, 흉-복부의 초음파검사에서 다량의 혈액 저류소견이 있는 경우에는 대량출혈에 의한 사망으로 분류하였다. 그러나 이러한 소견들이 전혀 없는 경우는 연구대상에서 제외하였다. 사망을 병원전 사망과 병원내 사망으로 나누고, 병원전 사망을 사고현장 사망과 이송중 사망으로, 병원내 사망을 사고 후 48시간 이내의 사망 (급성기 사망), 3일에서 7일 사이의 사망 (조기사망), 7일 이후의 사망 (후기사망)으로 나누었다. 사고현장 사망의 경우 사고시간과 사망시간은 119구조대원의 구조일지를 참고로 하였으며, 이송중 사망한 경우는 119구급차량과 앰브란스가 사고현장에서 출발한 시간이나 전원한 시간을 사망시간으로 잡았다. 손상의 정도를 평가하기 위하여 Injury Severity Score (ISS)[7]를 이용하였고, 병원전 사망의 경우 ISS는 사체 검시와 방사선검사 (단순촬영, 초음파 검사), 복부 및 흉부천자 등을 종합하여 계산하였다. 소생가능성(Probability of Survival, Ps)은 Trauma and Injury Severity Score(TRISS) SCAN 챠트를 이용하여 구하였고, 사망의 적절성은 임상적으로 밝혀진 진단과 치료에 대한 모든 정보를 가진 상태에서 가장 적절한 처치를 받았다는 가정 하에 평가하였다. 병원내사망은 Shackford[8]등의 가이드라인에 따라 Ps가 50% 이상인 경우를 frankly preventable death, 25~50% 사이를 potentially preventable death, 25% 미만을 non-preventable death라고 정의하였다[8].

그림 1. 교통사고에 의한 사망환자의 특성(n=321)

연령과 ISS 등과 같은 연속변수의 비교는 t-test 및 ANOVA를 이용하였고, 사망장소, 사망원인, 사망 시간대별 비교, 사망의 적절성 등과 같은 카테고리별 변수의 비교는 x^2-test를 이용하였으며, p값이 0.05미만인 경우 통계학상 유의하다 하였다.

결 과

1. 교통사고 사망환자의 특성

교통사고에 의한 사망은 외상사망의 대부분을 차지하였으며 (80.5%), 평균연령이 44.0세로 비교적 젊고, 주로 남자

(76.3%)에서 많이 발생하였다. 오토바이 및 승용차 탑승자의 사망이 129명, 오토바이 및 승용차에 의한 보행자 사고에 의한 사망이 192명으로 대부분 보행자 사고에 의한 사망이었고, 사고현장에서는 탑승자의 사망이 많은 반면 병원내에서는 보행자 사고의 사망이 많아 탑승자 사망의 2~3배가 되었다 ($p=0.001$)(표 1). 사고발생에서부터 본 병원에 도착하는 시간은 119나 승용차를 이용하는 경우 39.5±38.1분, 다른 병원을 경유한 경우 291.9±303.4이었다.

사망원인은 두부 및 경수손상과 같은 중추신경계 손상이 182명 (56.7%)으로 가장 많았고, 이어서 대량출혈 (24.9%), 패혈증 및 장기부전 (8.1%), 중추신경계 손상과 대량출혈의 동반 (2.2%), 기타 (8.1%)의 순이었다. 시간대별 분포는 사고현장에서의 사망이 140명 (43.6%), 이송중 사망이 18명 (5.6%), 사고후 48시간 이내의 급성기 사망이 89명 (27.7%), 사고후 7일 이내의 조기사망이 26명 (8.1%), 사고 후 7일 이후의 후기사망이 48명 (15.0%)이었다. 이들 각 그룹간의 사망원인을 분석한 결과 사고현장에서의 사망은 중추신경계 손상 (94명), 대량출혈 (32명) 및 기타 (14명)의 순으로 중추신경계 손상이 가장 많았고, 이송중 사망은 대량출혈이 10명, 중추신경계 손상이 5명, 기도폐쇄 및 호흡부전이 3례이었다. 병원내 사망의 경우 급성기에서는 중추신경계 손상 (37명)과 대량출혈 (37명)에 의한 경우가 많았으며 후기에서는 중추신경계 손상 (25명)과 패혈증 및 장기부전 (22명)으로 사망한 경우가 많았다. 이와 같이 중추신경계 손상에 의한 사망이 병원전과 병원내 모두에서 가장 많았고, 대량출혈에 의한 사망은 사고현장, 이송중, 그리고 급성기에만 있었고 그 이후로는 거의 없었으며, 패혈증 및 장기부전에 의한 사망은 급성기 및 초기에는 거의 없었고 후기에 주로 발생하였다 ($p=0.001$)(표 1).

손상계수(ISS)는 이송중 사망 (50.1)과 급성기 사망 (43.2)에서 사고현장 사망(37.5), 조기사망(34.5) 및 후기사망(37.9)보다 더 높았다 ($p=0.0001$)(표 1). 사망원인별 평균 ISS는 대량출혈(48.8)과 패혈증 및 장기부전(43.1)에 의한 사망에서 중추신경계 손상에 의한 사망(36.8)보다 더 높았다. 167명 (52.0%)에서 Abbreviated Injury Scale(AIS) 3점 이상의 병변이 2군데 이상이었다. 중추신경계 손상의 63.7%에서 AIS 3점 이상의 손상이 1개인데 반해 대량출혈의 75.0%, 그리고 패혈증 및 장기부전의 76.9%에서는 AIS 3점 이상의 손상이 2개 이상이었다 ($p=0.001$) (표 2).

교통사고에 의한 사망환자는 다른 연령군보다 25세부터 44세까지의 청장년 층에 월등하게 많았으며 ($p<0.05$), 65세 이상은 전체 사망의 18.1%로 같은 연령층의 인구(한국: 7.3%) 대비 발생률에서 매우 높게 나타났다. 성별 연령분포를 보면 남자와 여자에서 유의한 차이가 있었다 ($p=0.006$)(표 3). 남자의 경우 25세~44세 사이가 93명으

표 1. 교통사고에 의한 사망환자의 특성 (n=321)

	병원전 사망			병원내 사망	
	사고현장	이송도중	급성기	조기	만기
	(n=140)	(n=18)	(n=89)	(n=26)	(n=48)
사고유형*					
오토바이 (n=23)	9	0	8	8	3
자동차 (n=298)	131	18	81	23	45
사고종류					
보행자사고 (n=192)	67	11	59	18	37
탑승자사고 (n=129)	73	7	30	8	11
성별(남/녀)* (245/76)	117/23	12/6	57/32	21/5	38/10
ISS**	37.5	43.2	59.2	34.5	36.2
사망원인*					
중추신경계손상 (n=182)	94	6	37	20	25
대량출혈 (n=80)	32	11	37	0	0
중추신경계+대량출혈 (n=7)	0	0	7	0	0
장기부전 (n=26)	0	0	1	3	22
기타 (n=26)	14	1	7	3	1

수치는 평균과 빈도임. 약어: ISS: injury severity score,
*$p<0.05$ (x^2-test), **$p=0.0001$(ANOVA): 병원전, 급성기(48시간 이내), 조기(3~7일 사이)과 만기(7일 이후)의 비교.
중추신경계 손상: 뇌 및 경수의 치명적인 손상. 대량출혈 : 조절되지 않은 출혈
장기부전: 패혈증, 다발성장기부전, 급성호흡장애증후군
기 타: 기타 치명적인 손상(예: 기도손상, 기도폐쇄, 흉부압박에 의한 질식, 긴장성 기흉 등)이나 2차 합병증(예: 폐색전증, 심근경색증 등).

표 2. 교통사고 사망환자에서 사망원인별 ISS

사망원인	평균 ISS*	ISS 분포**				AIS≥3 병변수(개)**		
		≤30	31~40	41-50	>50	1	2	3
중추신경계손상	36.8	110	16	31	25	116	46	20
대량출혈	48.8	19	6	24	31	20	34	26
중추신경계+대량출혈	57.1	0	0	2	5	0	2	5
장기부전	43.1	6	6	6	8	6	10	10
기타	35.5	14	2	7	3	14	12	2

수치는 평균과 빈도임. 약어: ISS: injury severity score,
*p=0.0001(ANOVA), **p=0.001(x^2 test) : 사망원인별 비교

표 3. 교통사고에 의한 사망환자의 연령별 비교

0-4	5-14	15-24	25-44	45-64	≥65	
남	3	8	31	93	76	34
여	3	1	8	25	15	24
전체	6	9	39	118	91	58

(보행자 사고 대비 탑승자 사고)

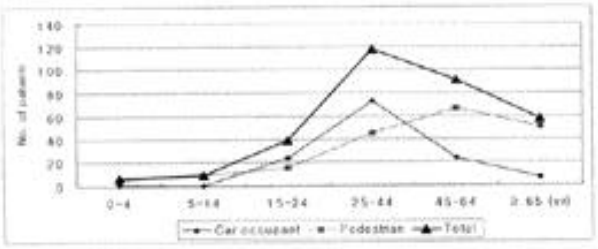

그림 2. 교통사고에 의한 사망환자의 연령별 비교

로 가장 많았고 45~64세 사이가 76명, 65세 이상이 34명으로 연령이 증가할수록 빈도가 줄어들었으나 여자의 경우에서는 25~44세 사이가 25명, 45~64세 사이가 15명, 65세 이상이 24명으로 연령이 증가해도 그 빈도가 줄어들지 않았다(표 3). 연령과 손상계수와는 전혀 상관성이 없었다 (p>0.1, R2=0.0094).

탑승자 사고와 보행자 사고에 의한 사망 비교에서 주간 및 월별 분포에 차이가 거의 없었고, 단지 연령과 사고시간에서 유의한 차이가 있었다. 연령분포는 탑승자사고에서 25~44세까지의 청장년 층에 많았으나 보행자사고는 45세 이후에 더 많아 두 그룹간의 뚜렷한 차이를 보였다 (p=0.001)(그림 2). 사고시간은 18시부터 20시까지가 다른 시간대보다 월등하게 많았고, 다른 시간대에서는 약간의 차이만 있었다. 보행자 사고에서는 18시부터 20시 사이에 피크를 이루었으나 탑승자 사고에서는 시간대별로 약간의 차이만 보여 두 그룹간의 유의한 차이가 있었다 (p<0.05) (그림 3). 사망환자의 주간별 빈도는 목요일에 가장 적게 발생하였고, 다음으로 일요일 순이었으며, 화, 수, 금, 토는 비슷한 양상이었다. 보행자

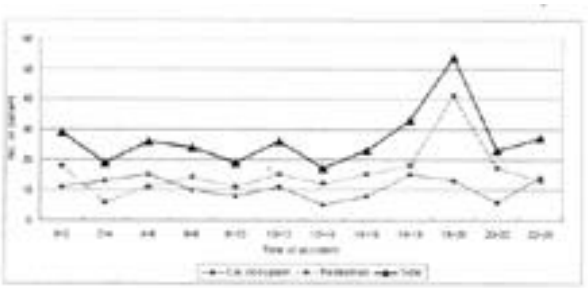

그림 3. 교통사고 사망환자의 사고발생시간대별 비교 (p=0.001)

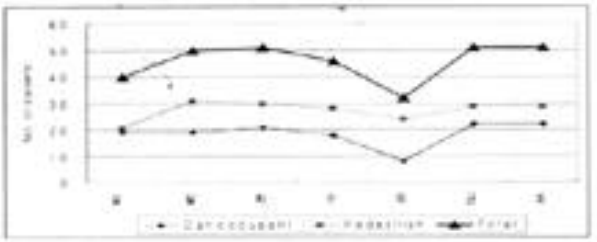

그림 4. 교통사고에 의한 사망환자의 주간별 비교 비교 (p=0.077)

사고에서 다른 요일에 비해 일요일 및 목요일에 감소하였고, 탑승자 사고에서도 다른 요일보다 목요일에 심하게 떨어져 비슷한 양상을 보였으며 두 그룹간의 차이가 유의하지 않았다 (p>0.05)(그림 4). 월별 빈도는 모두에서 3월에 가장 적고 11월에 가장 많았으며, 보행자 사고와 탑승자 사고 모두에서 3월에 감소하고 11월에 증가하는 양상을 보여 두 그룹간의 차이가 없었다 (p>0.1)(그림 5).

손상에서 사망에 이르는 시간대별 양상은 2봉패턴(bimodal pattern)을 보였다. 첫 1시간 내에 161명(50.1%)이 사망하여 첫 번째 피크를 이루고 점점 감소하여 24~48시간대에 최대로 떨어지다가 3~7일 사이에 28명(8.7%)이 사망하여 두 번째 피크를 이루었다 (그림 6). 이러한 사망빈도의 변화는 사망원인에 따라 특이한 양상을 보여주고 있었다. 중추신경계에 의한 사망은 사고 첫 1시간에 피크를 이루며 첫 4시간에 걸쳐서 급속도로 감소하고 그 이

후로는 2일간에 걸쳐서 서서히 감소하다가 3~7일 사이에 두 번째 피크를 이루었지만 대량출혈에 의한 사망은 첫 1시간에 피크를 이루고 그 이후로 12시간에 걸쳐서 서서히 감소하여 두 번째 피크가 없었으며, 장기부전에 의한 사망은 사고 후 3일 이후부터 시작하여 서서히 증가하였다(p=0.001)(그림 7). 병원내 사망환자의 분석에서는 병원전 사망환자를 포함한 경우와 다른 양상을 띠었다. 여기에서도 사망유형은 2봉패턴이었으나 병원전 사망환자를 포함한 경우와 달리 첫 번째 피크가 외상 후 1~4시간 사이에 나타났고 두 번째 피크는 3~7일 사이에 나타났으며 24~48시간 사이에서 최저치를 보였다. 첫 번째 피크에서의사망원인은대량출혈이 가장 많았고(44%) 다음이 중추신경계 손상(39%)이었다(p=0.001)(그림 8).

2. 사망의적절성평가

병원내 사망환자의 사망 적절성 평가에서 nonpreventable deaths가 124례(76.1%), potentially preventable deaths가 32례(19.6%), frankly preventable deaths가 7례(4.3%)로서 preventable deaths가 39례(23.9%)이었다. Frankly preventable deaths는 패혈증 및 장기부전에서 4례, 긴장성 기흉 등 기타에서 3례가 발생하였고, 중추신경계 손상 및 대량출혈에 의한 사망에서는 한 례도 발생하지 않았다. Potentially preventable deaths는 중추신경계 손

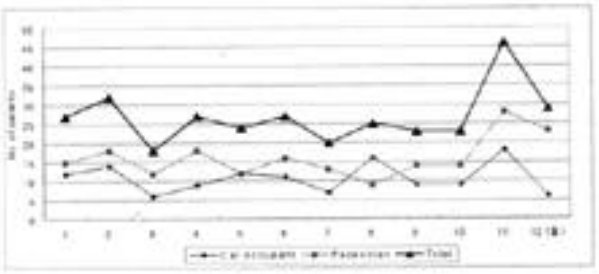

그림 5. 교통사고에 의한 사망환자의 월별 비교(p=0.295)

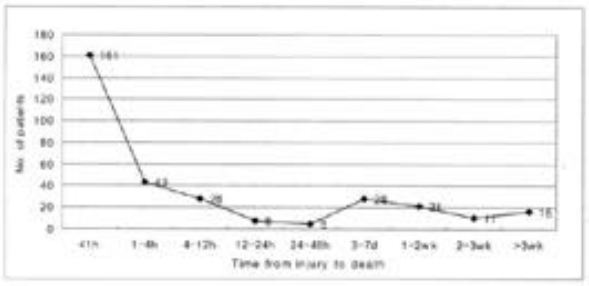

그림 6. 교통사고에 의한 사망환자의 사망시간대별 빈도

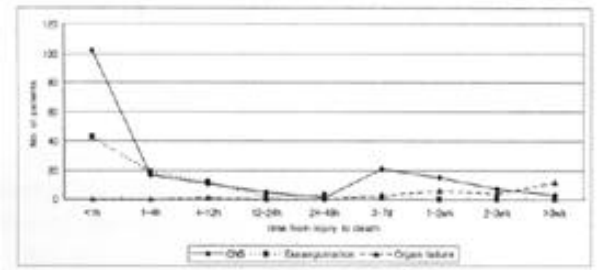

그림 7. 교통사고에 의한 사망환자의 사망시간대별 빈도(사망원인별 분포)

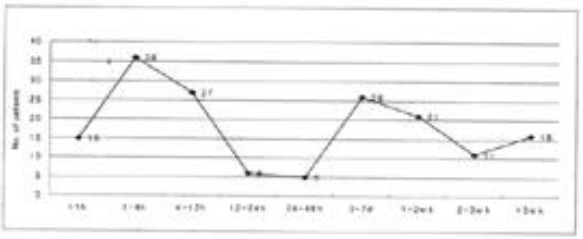

그림 8. 교통사고에 의한 사망환자의 사망시간대별 분포

표 4. 병원내 사망환자에서 예방가능한 사망환자의 빈도 (n=163)

	frankly preventable n=7	potentially preventable n=32	non-preventable n=124
사망원인*			
중추신경계 손상 (n=82)	0	5	77
대량출혈(n=37)	0	7	30
중추신경계+대량출혈 (n=7)	0	0	7
장기부전 (n=26)	4	16	6
기타 (n=11)	3	4	4
사망장소**			
응급실 (n=69)	2	5	62
중환자실 (n=94)	5	27	62

*p=0.01(x^2-test), **p=0.002 (x^2-test) : 예방가능한 사망의 비교

상에 의한 사망에서 5례, 대량출혈에 의한 사망에서 7례, 패혈증 및 장기부전에 의한 사망에서 16례, 기타 경우에서 4례로 대부분 패혈증 및 장기부전에 의한 사망에서 발생하였다 ($p=0.001$)(표 4). Preventable deaths는 응급실보다는 중환자실에서 많이 발생하였다. Flankly preventable deaths가 응급실에서 2례, 중환자실에서 5례가 발생하였고, potentially preventable deaths는 응급실에서 5례, 중환자실에서 27례가 발생하였으며, 중환자실에서 발생한 potentially preventable deaths는 패혈증 및 장기부전에 의한 경우가 대부분이었다.

고 찰

1980년 Baker등이 1977년도 샌프란시스코에서 발생한 외상에 의한 사망환자를 체계적으로 처음 보고한 이후 지역 외상체계에 대한 관심이 높아졌다[4]. 그 결과 병원전처치가 신속하게 이루어지고 수술이 필요한 환자를 외상센터로 신속하게 이송함으로서 예방 가능한 사망을 현저하게 감소시킬 수 있었다[8~12]. 비공식적인 통계에 의하면 우리나라에서는 교통사고로 매일 26.3명이 사망하고[2] 수많은 환자들이 후유장애로 고생하고 있다. 이는 경제적으로 엄청난 손실이며 동시에 심각한 가정파탄을 가져다주고 있다. 이러한 현실을 감안할 때 교통사고의 발생을 예방하고, 교통사고가 발생하였을 경우 손상이나 사망을 최소한으로 하기 위한 효율적인 응급의료체계나 지역외상체계의 설립이 필요하다 하겠다. 본 연구는 천안을 중심으로 한 충남 북서부 지역과 경기도 남부지역의 교통사고 사망통계이다. 이 통계가 중소도시를 중심으로 한 농어촌 지역의 응급의료체계 및 외상체계를 평가하는데 많은 자료를 제공해줄 것으로 믿는다.

본 병원은 인구 40만의 천안시에 위치한 3차병원으로서 인근 서해안지역이나 경기 남부지역의 1, 2차병원으로부터 심한 외상환자를 이송받고 있으며, 모든 외과수술이 항시 가능하다. 본 연구에서 교통사고로 응급실을 방문한 환자는 3,613명으로 전체 외상 환자의 38.3%를 차지하였으나 교통사고의 의한 사망의 비율은 이보다 훨씬 많아 전체 외상에 의한 사망의 82%를 차지하였다. 이와 같이 외상에 의한 사망에서 교통사고 환자가 많은 비중을 차지하는 이유는 유달리 우리나라에서 교통사고가 많이 발생하고 병원이 고속도로변에 위치하여 교통사고 환자에 대한 접근성이 좋기 때문이다.

일반적으로 교통사고에 의한 사망은 남자가 여자의 2배이며, 15~45세 사이에서는 남자가 여자보다 3배 더 많은 것으로 알려져 있고, 일부의 보고에 의하면 교통사고를 포함한 외상은 45세 이전에서 전체 사망의 61%를 차지한다고 한다[1]. 본 연구에서도 남자가 76.3%로 여자의 3배 정도이며, 연령도 15~44세 사이의 사춘기 및 청년층이 157명으로 전체 사망의 48.9%를 차지하고 있다. 이와 같이 젊은 층의 남자에서 사망환자가 많은 것은 이들 연령층에서 차량이나 오토바이를 많이 운전하고 활동이 많기 때문이다. 사춘기와 청년층에서 사망률이 높기도 하지만 교통사고에 의한 응급실 방문률, 입원률도 같이 높기 때문에 손상 대비 사망률이 그리 높은 편이 아니다. 문제는 65세 이상의 고령이다. 이들 고령 환자들은 생리학적 예비가 크지 않아 사소한 손상으로도 사망할 수 있다. 실제 미국내 65세 이상의 노인 인구가 전체 인구의 13%를 차지하고 있는데 반하여 외상에 의한 사망은 전체의 23%를 차지하고 있으며, 본 연구에서도 65세 이상의 노인이 전체 사망의 18.1%를 차지하여 우리나라 전체 노인 인구(7.3%)[3]에 비하여 사망이 많은 편이다.

일반적으로 교통사고 사망환자의 절반정도는 사고현장이나 이송 중에 발생하는 것으로 알려져 있다[4,13]. 본 연구에서도 병원전 사망이 49%, 병원내 사망이 51%이었고, 1997년 Pima County 연구에서도 사고현장 사망이 52%, 병원내 사망이 48%로서[13] 거의 비슷한 수준이었다. 그러나 병원내 사망의 경우에서는 연구결과에 따라 다른 빈도를 보이고 있다. 본 연구에서는 55%가 사고 후 48시간 이내에, 16%가 3~7일 사이에, 29%가 1주 이후에 사망하였고, Pima County 연구에서도 본 연구와 비슷하게 58%가 사고 후 48시간 이내에 사망하였다[13]. 그러나 Denver City 연구에서는 81%가 사고 후 48시간 이내에, 6%가 3~7일 사이에, 나머지 14%가 7일 이후에 사망하였는데[14], 이러한 차이는 중추신경계손상의 빈도 차이(57% vs 42%)와 총상에 의한 관통상의 빈도 차이(0% vs 50%) 때문이라 생각된다.

교통사고에서 병원내 사망의 경우 환자가 탑승자냐 혹은 보행자냐에 따라 사망의 빈도에 차이가 난다. 본 연구에서는 보행자사고의 사망이 탑승자사고보다 1.5배 더 많았다. "대량 외상환자의 예후에 관한 연구"에서도 보행자사고의 사망(13.6%)이 탑승자사고의 사망(7.7%)의 2배 가까이 되었으며[15], 1996년 Sydney 연구에서도 보행자사고의 사망이 탑승자사고 사망의 2배정도 되었다[16]. 이와 같이 보행자사고에서 사망자가 많이 발생하는 이유는 사고의 발생장소에 따라 손상기전에 차이가 있기 때문이다[17,18]. 보행자사고는 이중으로 충격을 받는데 먼저 하지에 손상을 입고 이어서 넘어지면서 두부와 흉부에 손상을 입는다[19]. 이에 반하여 안전띠를 착용한 탑승자는 빠른 감가속으로 한번의 충격을 받으며 이때 전달된 에너지는 대부분 체간에서 흡수된다[20]. 그 결과 탑승자사고에서는 흉부 대동맥과 복부의 고형장기의 손상이 많고, 보행자사고에서는 뇌손상, 척추손상, 그리고 하지손상이 많으며, 흉부손상은 두 그룹에서 비슷하다[17,18]. 최근 Sydney 연구에서는 탑승자사고의 흉부 대동맥 손상이 보행자사고의 4배정도 된다고 보고하였다[21]. 이러한 사고기전으로 탑승자사고에서는 대부분 대동맥 파열에 의한 대량실혈로 약 2/3가 현장에서 사망하지만 보행자사고에서는 대부분 뇌손상으로 2/3가 병원내에서 사망한다[22]. 본 연구에서도 탑승자 사망사고의 62%가 병원전에 사망하고, 보행자 사망사고의 60%가 병원내에서 사망하여 이들의 보고와 비슷하였다.

본 연구의 평균 ISS는 40.6으로 국내의 다른 연구보고(28.9)[6]보다 높았다. 이러한 차이는 본 연구에서는 교통사고에 의하여 사망한 모든 환자를 대상으로 한 반면 국내의 다른 연구에서는 외상 사망환자 중 응급실에서 사망한 환자나 심폐소생술을 시행하는 도중 사망한 환자를 제외시켰기 때문이다. 본 연구에서 ISS는 사고현장이나 1주일 이후에 사망하는 입원환자보다 이송중이거나 사고 후 48시간 내에 사망하는 입원환자에서 더 높았다. 사망시간에 따라 사망원인이 다르기 때문에 이러한 차이가 발생한 것으로 생각된다. 사고현장과 1주일 이후에 사망은 대부분 중추신경계 손상이 원인이고 이송중이거나 48시간 이내의 사망에서는 대량출혈에 의한 사망이 많기 때문이며, 또한 중추신경계 손상으로 사망한 경우 ISS가 대부분이 25점인데 반하여 대량출혈로 사망한 경우 AIS 3점 이상의 병변이 두 군데 이상이기 때문이다[14]. 외상 사망환자 321명 중 167명(52.0%)에서 AIS 3점 이상인 병변이 2군데 이상이었는데, 두 군데 이상의 손상에서는 초기치료가 어렵고 진단의 잘못과 지연으로 사망률이 높아진다[23]. 따라서 다발성외상은 초기에서부터 여러 과에서 참여해야 한다.

사망원인은 중추신경계 손상(56.7%)과 대량출혈(24.9%)이 대부분을 차지하였다. 국내의 연구에서도 두부손상이 59%이고 대량출혈이 12%이며[24], San Francisco연구[4], San Diego County연구[3], 그리고 Denver연구[14]에서도 중추신경계 손상에 의한 사망이 40~50%이고 대량출혈에 의한 사망이 30~40%를 차지하여 본 연구와 비슷하였다.

1983년 Trunkey[25]등은 San Francisco와 다른 여러 나라들의 외상사망환자들의 자료들을 종합 분석한 결과 사망유형은 3봉패턴으로 나타난다고 주장하였다. 환자의 50%는 대량출혈이나 심한 신경학적 손상으로 사고 후 1시간 이내에 현장이나 병원에 이송되는 과정에서 사망하고 30%는 대량출혈로 외상 후 1~4시간 사이에 사망하며 나머지 20%는 1주후에 패혈증이나 다발성 장기부전으로 사망하는데, 이중 1~4시간 사이의 사망은 조기수술로 막을 수가 있다고 하였다[14,25]. 그러나 Sauaia 등[14]과 Meislin 등[13]은 최근 응급의료시스템의 발전으로 병원전처치와 이송이 신속하게 이루어지고 병원내 외상케어가 발달하여 대량출혈에 의한 사망이 줄어들고 신경계손상 환자의 사망시간이 연장되기 때문에 소위 "preventable death period"라 일컫는 제 2피크가 없어지고 대신 사고 후 첫 1시간 이내의 제 1피크와 24~48시간 사이의 제 3피크만이 남아 전형적인 3봉패턴에서 2봉패턴으로 바뀌었다고 하였다. Trunkey등이 자료를 이용한 당시의 San Francisco와 기타 여러 나라들은 외상환자를 잘 치료하기에는 응급의료서비스가 미흡한 단계이었다[14]. 그러나 Sauaia등이 연구한 Denver시는 1972년도부터 응급의료체계가 확립되어 응급환자를 위한 911 콜 시스템이 가동되고, 전문응급구조사가 기관삽관을 시행하고 수액을 공급하며, 응급의학과 의사로 구성된 온-라인 의료지도가 이루어지는 등 병원전처치가 체계적으로 이루어지고 있었다. 따라서 사고 후 1~4시간 사이의 "preventable death period"에서 사망이 현저하게 감소하여 사망유형이 3봉패턴에서 이봉패턴으로 바뀐 것으로 설명하고 있다[14]. 1997년 Meislin등이 연구한 Pima County에서도 1985년부터 지역주민 거의가 911 응급의료서비스를 받을 수 있었고 응급의료파견시스템이 효율적으로 운영되었으며, 심한 외상환자가 발생하면 육로나 항공을 이용하여 인근 대도시의 제 1등급 외상센터에 이송되었다. 그 결과 외상사망의 23%가 첫 1시간 이내에, 35%가 24~48시간 사이에 발생하는 2봉 패턴을 보였다[13].

본 연구에서는 첫 1시간 이내에 50%, 1~4시간 사이에 13%, 1주 이후에 37%가 사망하였다. 첫 1시간 이내의 사망원인은 중추신경계 손상 및 대량출혈이었고 1~4시간 사이에서도 첫 1시간 이내와 같이 대량출혈 및 중추신경계 손상이었으며 1주 이후에는 주로 중추신경계 손상과 패혈증 및 장기부전이었다. 첫 1시간 이내의 사망환자중 87%가 현장에서 사망하여 죽은 채로 발견되었는데 이 시간대에서는 119 구급차량이 사고의 신고를 받고 곧바로 출동하여 병원에 이송된다 하더라도 병원에서 외상에 대한 수술을 준비하고 시행하기에는 너무나 짧은 시간이고 사망을 막을 수가 없다. Trunkey등이 3봉패턴을 보고[25]한 이래 외상의 종류나 응급의료서비스의 발달에 관계없이 제 1피크인 사고 후 첫 1시간 이내의 사망에서 사망원인이 변하지 않았으나 제 2피크에 이르는 시간과 그 원인은 변하였다. 즉, 외상체계의 발달로 대량출혈에 의한 사망은 줄어들었으나 중추신경계 손상에 의한 사망은 거의 줄어들지 않았으며 단지 사망에 이르는 시간이 연장되었을 뿐이다[13]. 본 연구에서도 Sauaia 등과 Meislin 등의 보고처럼 Trunkey등이 언급한 소위 "preventable death"의 제 2피크가 존재하지 않고 전형적인 3봉패턴에서 2봉패턴으로 바뀌었다. 사망유형이 2봉패턴의 양상을 보이지만 사망시간의 피크시점이 Sauaia등이나 Meislin등과 약간의 차이가 있었다. 제1 피크는 사고 후 1시간 이내로 이들과 같았으나 제 2피크는 이들과 달리 3~7일 사이에 있었고, 오히려 이들의 제 2피크에 해당하는 24~48시간 사이에서는 최저치를 보였다. 이러한 차이는 연구대상의 차이 때문이라 설명할 수 있다. 첫째, 본 연구의 경우 연구대상이 전부가 교통사고에 의한 둔상이지만 Sauaia등의 연구에서는 총상이 42%이고 교통사고에 의한 둔상이 38%이며[14], Meislin등의 연구에서는 총상이 20%이고 둔상이 80%이며 교통사고가 24%[13]로서 총상이 상당부분을 차지하였다. 교통사고에 의한 둔상은 총상과 달리 임상증상 및 징후를 알아내기가 어렵고 응급수술도 흔치 않다. 또한 환자의 상태가 수 일에 걸쳐서 나빠지기 때문에 사망에 이르는 시간이 연장된다. 둘째, 중추신경계 손상이 Sauaia등(42%)[14]이나 Meislin등(46%)[13]보다 본 연구에서 더 많은 비중을 차지하였다(57%). 총상에 의한 사망환자의 절반은 사고현장에서 사망하고 절반은 48시간 이내에 사망하여 대부분 사고 후 48

시간 이내에 사망하지만 중추신경계 손상의 상당수에서는 사고 후 48시간 이후까지도 생존하고 설사 뇌사상태에서 빠진다 하더라도 상당기간 심장이 정상적으로 뛰기 때문에 사망시간이 대량출혈이나 총상보다 훨씬 길다[4].

본 연구에서 병원내 사망환자를 대상으로 분석한 결과는 병원전 사망환자를 포함 경우와 다른 양상을 보인다. 사망유형은 병원전 사망을 포함한 경우와 같이 2봉패턴을 그리고 있으나 제 1피크가 소위 " preventable death period"인 1~4시간 사이에서 나타나고 제 2피크는 3~7일 사이에서 나타났다. 제 1피크에서의 사망은 대량출혈이 가장 많고(44%) 다음이 중추신경계 손상(39%)이었다. 일반적으로 심한 중추신경계 손상은 신속한 이동과 병원치료로도 사망을 예방할 수 없는 경우가 많지만 대량출혈에서는 응급의료센터로의 이송이 지연되거나, 진단이 늦어지거나, 병변을 찾아내지 못하거나, 혹은 수술이 지연되어 사망하는 경우가 적지 않다[4,26]. 사고발생부터 본병원에 도착하는 시간이 타 병원을 경유한 경우 291.9±303.4분으로 119나 승용차를 이용하는 경우의 39.5±38.1분보다 훨씬 길었고, 국내의 다른 연구에서도 전원된 환자의 경우 208분, 직접 내원한 경우 42분으로[6] 타병원을 경유하는 과정에서 상당한 시간이 지체되는 것으로 나타났다. 다발성 외상의 경우 사고발생으로부터 전문적인 치료를 받을 때까지의 시간적인 요소가 환자의 예후에 매우 중요한데, 타병원을 경유하여 전문적인 치료를 받을 시간을 지연시킴으로써 더 많은 사망이 발생하지 않았나 생각된다. 따라서 인근에 다발성외상환자를 처치할 병원이 없을 경우에는 아무 병원에나 환자를 보내지 말고 수술을 빨리 시행할 수 있는 병원에 이송하도록 해야 하며, 좀 더 근본적으로는 지역외상센터를 설립하도록 정부에서 적극적으로 지원해야 한다. 1, 2차병원에서 본원에 이송 중에 사망환자가 발생하였는데 전부 18례로서 대량출혈이 10명, 중추신경계손상이 5명, 기도폐쇄 및 호흡부전이 3례이었다. 사망을 줄이기 위해서는 1차, 2차병원에서 3차병원으로 전원하기 전에 혈압 등 활력징후를 충분히 안정시켜야 하고 후송중에도 지속적인 처치를 시행해야 한다. 외상체계를 효율적으로 운영함으로서 현장에서의 사망과 이송 중의 사망을 줄일 수 있다는 문헌보고들이[8~12] 이를 뒷받침해주고 있다. 위의 여러 상황들을 종합해볼 때 현재 우리나라에서 병원전 응급의료서비스가 이루어지고 있으나 만족할 만한 수준이 아니며, 또한 외상체계에서도 중한 외상환자를 주로 전공의가 진료함으로써 진단 및 수술의 결정이 늦어지거나 처치가 잘못될 수도 있고, 외상전문의가 없거나 연락이 되어도 늦게 도착하는 등 많은 문제점을 안고 있다.

예방 가능한 외상사망률은 미국이 4~85%[27,28], 영국이 33%[29], 독일이 25%[30]의 수준이며, 일반적인 통계로는 21~30% 수준이다[27~31]. 본 연구에서는 병원내 사망의 경우 frankly preventable deaths가 4.3%, potentially preventable deaths가 19.6%로 예방 가능한 사망률이 23.9%이었다. 이는 1980년대의 미국이나 영국, 독일의 수준이며 외상센터가 없는 미국 시골인 Montana의 수준(27%)[32]에 불과하다. 1999년 한국보건산업진흥원의 보고에 의하면 국내 예방 가능한 외상사망률이 40.5%[33]로 본 연구의 결과보다 높게 나타났는데, 이는 한국보건산업진흥원의 경우 연구대상을 응급실 사망과 외상 후 1일 이내의 사망환자로 제한하였고, Ps결정에 TRISS SCAN을 이용하지 않아 Ps가 매우 낮을 것으로 예상됨에도 불구하고 처치과정에 약간의 잘못이 있으면 이를 예방 가능한 사망으로 분류하였기 때문이다. 대전과 천안을 제외한 대부분의 충남지역은 외상환자를 수술할만한 시설이나 전문의가 매우 부족하며 심한 외상환자가 발생하였을 경우 대부분 1, 2차병원으로부터 멀리 떨어져 있는 3차병원에 전원해야 한다. 향후 각 지역마다 외상센터를 지정하여 이들 외상환자를 치료할 수 있는 시설과 인원의 구비가 절실하다 하겠다. 실제 미국에서는 1980년도 이래 외상케어시스템의 확립으로 preventable deaths를 현저하게 줄였다는 보고들이 많다[4,14,25]. 외상센터를 효율적으로 운영하고 있는 1987년도 San Diego의 연구에서도 외상센터에서의 예후가 다른 병원에서보다 더 좋았다[8]. 외상센터가 아닌 병원에서의 frankly preventable death가 8%인데 반하여 외상센터에서는 2%에 불과하였으며, 이러한 수치는 외상체계를 더 발전시킨다 해도 더 이상 내려가지 않는다고 한다[8]. Preventable error의 발생은 대부분 응급실에서 발생하는 것으로 나타났다. 병원처치에서 흔히 발생하는 오류를 평가하고 이들 오류와 preventable deaths가 어떤 상관성을 갖고 있는지를 평가하기 위하여 1985~1989년 사이에 San Diego외상센터에서 치료받은 22,577명을 분석한 결과 사망과 장애를 유발한 preventable errors가 4%에서 발생하였는데 이중 54%는 소생기에, 21%는 수술시기에, 21%는 중환자실에서 일어났다. 그리고 potentially preventable deaths 및 preventable deaths가 6%에서 발생하였는데 50%는 중환자실에서, 36%는 소생기에, 나머지 14%는 수술실에서 일어났다[34]. 본 연구에서는 preventable deaths가 응급실에서 7례(18%), 중환자실 및 병실에서 32례(88%)가 발생하였다. 다른 연구결과들과는 달리 중환자실에서 많이 발생하였는데 이는 장기부전 및 패혈증에 의한 사망이 많기 때문이다. 본 연구에서는 분석하지 않았지만 preventable error의 대부분은 시스템의 미비와 처치의 오류로 발생한다고 한다[35]. 시스템의 미비는 이송의 잘못과 신경외과 전문의를 비롯한 외상전문의가 없거나 늦게 도착하는 것으로 사망의 1/3을 차지한다. 처치의 오류는 수액공급, 수혈, 인공호흡기를 비롯한 호흡소생이 부적절하거나 지연이 대부분이고, 사망환자의 2/3가 이러한 처치의 오류 때문이다[35]. 따라서 preventable death을 줄이기 위해서는 병원전 치료와 이송의 가이드라인을 정하고, 병원 스 진들로 하여금 사명감을 고취시키며, 수술실을 가동시키는 등 체계적인 외상체계가 운영되어야 한다.

마지막으로 교통사고에 의한 사망을 줄이려면 교통사고를 예방해야 하고 사고가 발생하였다 하더라도 손상을 줄이는 방향으로 나가야 한다. 교통사고를 예방하기 위해서 도로 환경을 좋게 하거나 음주운전을 엄격하게 규제해야 하고, 과속을 금하게 하고, 탑승시 안전띠를 반드시 착용하게 하고, 에어백을 의무적으로 설치도록 하고, 무단횡단과 신호위반을 강력하게 단속하는 등 안전도로교통법을 엄격하게 지키도록 유도해야 한다. 사고발생 후 손상을 줄이기 위해서 환자를 수술이나 처치를 잘 할 수 있는 병원에 신속하게 이송하도록 하고, 응급구조사들을 지속적으로 교육시키고, 응급의료센터에 응급의학과 전문의를 상주하게 하고, 외상환자에 대한 치료 가이드라인을 만들고, 외상체계를 효율적으로 운영해야 할 것이다. 물론 이를 위해서는 정부의 지원이 절대적이다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 연구대상 환자들 거의가 사체부검을 시행하지 않았다는 점이다. 사체부검을 대상으로 하는 경우 대상 자체가 선택적이기 때문에 많은 편견을 가져올 수 있지만 사망원인의 규명에는 매우 정확한 정보를 제공해 준다. 따라서 본 연구에서는 사체부검을 하지 않음으로써 사망원인을 규명하는데 다소의 오차가 있을 것으로 생각된다. 둘째는 대상지역이 천안을 중심으로 한 충남 북서부지역에 국한되어 있다는 점이다. 이 지역은 중소도시 및 농어촌 지역으로 대도시나 수도권지역과는 달리 응급의료시스템이나 외상체계가 잘 발달되어 있지 않다. 그 결과 사망의 적절성 평가에 많은 오차가 있을 수 있다.

결 론

교통사고는 우리나라에서 사망의 가장 흔한 원인중의 하나이다. 따라서 교통사고에 의한 사망 감소정책은 교통사고 예방에 촛점을 맞추어야 한다. 현재 부분적이나마 병원전 응급의료서비스의 발전으로 대량출혈에 의한 사망이 줄었고 그 결과 사망유형이 전형적인 3봉패턴에서 2봉 패턴으로 변하였다. 예방 가능한 사망률이 23.9%로 1980년대의 선진국 수준이며, 아직까지 중소도시나 농어촌 지역에서는 응급의료체계와 외상체계가 효율적으로 운영되지 못하고 있다. 예방 가능한 사망을 줄이기 위하여 이들의 효율적인 운영과 발전이 필요하며 정부의 지원이 요구된다.

참고문헌

1. Fingerhut LA, Warner M: Injury Chartbook. Health, United States, 1996-97. Hyattsville, MD, National Center for Health Statistics, 1997.
2. 통계청,「사망원인통계연보」, 1999.
3. Shackford SR, Mackersie RC, Holbrook TL, et al.: The epidemiology of traumatic death: A population-based analysis. *Arch Surg* 127:571-3, 1993
4. Baker CC, Oppenheimer L, Stephens B, et al.: Epidemiology of trauma deaths. *Am J Surg* 140:145-50, 1980.
5. 임경수, 김영식, 황성오: 중증의 둔상환자에 대한 외상처치의 적정진료 평가. *대한응급의학회지* 4:106-13, 1993.
6. 신용원, 한호용, 최상용, 송병주, 박신희, 김진승: 급성기 외상성 사망환자의 고찰. *대한외상학회지* 10(2):127-34, 1997.
7. Baker SP, O'Neill B, Haddon W, et al.: The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 14: 187-96, 1974.
8. Shackford SR, Fridlund PH, McArdle M, Eastman AB: Assuring quality in a trauma system: The medical audit committee: Composition, cost and results. *J Trauma* 27:866-75, 1987.
9. Cales RH: Trauma mortality in Orange County: The effect of implementation of a regional trauma system. *Ann Emerg Med* 13:1-10, 1984.
10. Shackford SR, Cooper GF, Fridlund PH, et al.: The effect of regionalization upon the quality of trauma care as assessed by concurrent audit prior to and after institution of a trauma system: A preliminary report. *J Trauma* 25:715-9, 1985.
11. Ornato JP, Craren EJ, Nelson NM, et al.: Impact of improved emergency medical services and emergency trauma care on the reduction in mortality from trauma. *J Trauma* 25:575-9, 1985.
12. Shackford SR, Mackersie RC, Davis JW, et al.: Epidemiology and pathology of traumatic deaths occurring at a level I trauma center in a regionalized system: The importance of secondary brain injury. *J Trauma* 29:1392-7, 1989.
13. Meislin H, Criss EA, Judkins D, et al.: Fatal trauma: the modal of time to death is a function of patient demographics and regional resources. *J Trauma* 43: 433-40, 1997.
14. Sauaia A, Moore F, Moore EE, et al.: Epidemiology of Trauma Deaths: A Reassessment. *J Trauma* 38: 185-93, 1995.
15. Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, et al.: The Major Trauma Outcome Study: Establishing national norms for trauma care. *J Trauma* 30:1356-65, 1990.
16. Rogers CD, Pagliarello G, McLellan BA, et al.: Mechanism of injury influences the pattern of injuries sustained by patients involved in vehicular trauma. *Can J Surg* 34:283-6, 1991.
17. Sevitt S: Fatal road accidents. Injuries, complications, and causes of death in 250 subjects. *Br J Surg* 55:481-505, 1968.
18. Hossack DW: The pattern of injuries in 470 pedestrians killed in road accidents. *Med J Aust* 1:678-9, 1975.
19. Lane PL, McClafferty KJ, Nowak ES: Pedestrians in real world collisions. *J Trauma* 36:231-6, 1994.

20. Dischinger PC, Cushing BM, Kerns TJ: Injury patterns associated with direction of impact: Drivers admitted to trauma centres. *J Trauma* 35:454-8, 1993.
21. Hill DA, Duflou J, Delaney LM: Blunt traumatic rupture of the thoracic aorta: An epidemiological perspective. *J R Coll Surg Edinb* 85:169-77, 1996.
22. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, et al.: The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma* 34:216-22, 1993.
23. Hendrick JMA, Pijls NHJ, Wert T, et al.: Cardiopulmonary resuscitation on the general ward: no category of patients should be excluded in advance. *Resuscitation* 20:163-9, 1990.
24. **박규남**, **김용철**, **이원재**, **황주일**, **김세경**, **김인철**: **송상정도계수**(ISS)**를 이용한 응급실 내원 교 통사고 환자의 분석**. *대한응급의학회지*, 3:37-44, 1992.
25. 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* 249:28-35, 1983.
26. Neuman TS, Bockman MA, Moody P, et al.: An autopsy study of traumatic deaths. *Am J Surg* 144: 722-7, 1982.
27. Cales RH, Trunkey DD: Preventable trauma death: A review of trauma care systems development. *JAMA* 254:1059-63, 1985.
28. West JG: An autopsy method for evaluating trauma care. *J Trauma* 21:32-4, 1981.
29. Cayten CG, Stahl WM, Agarwal N, et al.: Analysis of preventable deaths by mechanism of injury among 13,500 trauma admissions. *Ann Surg* 214:510-20, 1991.
30. Lowe DK, Gately HL, Goss JR, et al.: Patterns of death, complications and errors in management of motor vehicle accident victims: Implications for a regional system of trauma care. *J Trauma* 23:503-6, 1983.
31. Shackford SR, Hollingsworth-Friendlund P, Cooper GF, et al.: The effect of regionalization upon the quality of trauma care as assessed by concurrent audit before and after institution of a trauma system. *J Trauma* 26:812-20, 1986.
32. Esposito TJ, Sanddal ND, Hansen JD, Reynolds S: Analysis of Preventable Trauma Deaths and Inappropriate Trauma Care in a Rural State. *J Trauma* 39:955-62, 1995.
33. **한국보건산업진흥원**: **응급의료기관 평가 및 모니터링 구축**
34. Davis JW, Hoyt DB, McArdle MS, et al.: An analysis of errors causing morbidity and mortality in a trauma system: a guide for quality improvement. *J Trauma* 32: 660-5, 1992.
35. McDermott FT, Cordner SM, Tremayne AB: Evaluation of the medical management and preventability of death in 137 road traffic fatalities in Victoria, Australia: *J Trauma* 40:520-35, 1996.