

군내 폭발손상환자 현황에 대한 다기관연구

울산대학교 의과대학 서울아산병원 응급의학과, 국군수도통합병원 응급의학과¹,
대구통합병원 응급의학과², 대전통합병원 응급의학과³, 대구가톨릭대학교병원 응급의학과⁴

김원영 · 최욱진¹ · 이종호² · 박하영³ · 김동욱⁴

— Abstract —

Epidemiological Multi-center Study of Blast Injury in Military Centers

Won Young Kim, M.D., Wook Jin Choi, M.D.,¹ Jong Ho Lee, M.D.,²
Ha Young Park, M.D.,³ and Dong Ook Kim, M.D.⁴

*Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Ulsan University,
Department of Emergency Medicine, Capital Armed General Hospital¹,
Department of Emergency Medicine, Daegu Armed General Hospital²,
Department of Emergency Medicine, DaeJeon Armed General Hospital³,
Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Daegu Catholic University⁴*

Purpose: Recently, the incidence of blast injury has been on the increase worldwide. The purpose of this study was to evaluate and analyze blast injuries in South Korea.

Methods: This was a retrospective multi-center study of blast injuries in three tertiary military centers. The medical records of patients with blast injuries from January 2003 to December 2007 were reviewed. The injury severity was evaluated according to the Injury Severity Score (ISS), the Revised Trauma Score (RTS), and the Trauma Score and the Injury Severity Score (TRISS).

Results: This study revealed epidemiological data of blast injury in the three tertiary military hospital. A total of 94 cases of blast injury had occurred. Various body regions were involved. The most frequently injured site was the upper extremity (52.1%). The mechanisms for the blast injuries were primary (41.5%), secondary (74.5%), tertiary (7.4%), and quaternary (29.8%). The mean injury-to-hospital arrival time was 3.2 ± 1.7 hour. The rate of admission was 88.3%, and the rate of ICU admission was 32.5%. Thirty-six (36) cases required an emergency operation. Most were performed by an Orthopedist (55.6%), an Ophthalmologist (19.4%), or a general surgeon (13.9%). The mortality rate from blast injury was 4.3%.

Conclusion: This was the first paper to present data on the type of injury, the site of injury, the cause of death, and the mortality from blast injury in South Korea. Chest injury, brain injury, tertiary injury mechanisms, $ISS \geq 16$, and a Maximal Abbreviated Injury Scale Score (ABI) ≥ 4 were significantly associated with death. (J Korean Soc Traumatol 2008;21:78-84)

Key Words: Blast injury, Bombs, Korea, Mortality

* Address for Correspondence : **Dong Ook Kim, M.D.**

Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Daegu Catholic University
Daegu Catholic University Hospital, Daemyung dong, Nam gu, Daegu City, Republic of Korea
Tel : 82-53-650-4196, Fax : 82-53-626-5307, E-mail : Dongookk@hanmail.net

접수일: 2008년 8월 8일, 심사일: 2008년 9월 24일, 수정일: 2008년 10월 16일, 승인일: 2008년 10월 30일

I. 서 론

폭발손상이란 휘발성 물질의 폭발로 인해 생성되는 압력손상과 폭발물의 파편에 노출되어 발생하는 외상으로, 그 기전에 따라 일차적 손상, 이차적 손상, 삼차적 손상, 기타 손상으로 분류된다.(1,2) 최근 국내외적으로 테러에 대한 위협이 증가되고 있으며 세계재난응급의료협회(WCDEM: World Association of Disaster Emergency Medicine)에서도 폭발 등의 특수 재난(CBRNE disaster: Chemical, Biologic, Radiological, Nuclear, Explosive disaster)을 경고하고 있으므로(3), 국내에서 폭발손상환자의 대부분을 차지하는 군내현황을 파악하고, 폭발사고시 주로 손상되는 부위와 수상기전, 그리고 사망에 이르게 한 원인을 분석 파악하고 적용하는 것은 군진의학에서 뿐만 아니라 민간의료 차원에서도 꼭 필요하리라 생각된다.

이에 저자들은 최근 5년간 주요 국군병원으로 내원하였던 폭발손상환자 94례에 대한 조사를 통하여 폭발손상환자의 실태를 파악하였고 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 대상 및 방법

2003년 1월부터 2007년 12월까지 최근 5년간 국군수도통합병원과 국군대전통합병원, 그리고 국군대구통합병원의 응급실로 내원한 폭발손상환자의 의무기록을 토대로 후향적 조사를 시행하였다. 폭발손상환자들을 대상으로, 수상 후 응급실 내원까지의 소요시간, 이송수단, 폭발물종류, 손상기전, 손상부위, 응급수술 여부, 입원 및 사망원인 등을 조사하였다.

4가지 폭발손상기전에 따라 폭발에 의한 직접적인 손상인 일차적 손상과 폭발물의 파편에 의한 손상인 이차적 손상, 폭발에 의한 주변 구조물의 붕괴와 그 단편에 의한 손상인 삼차적 손상 그리고 화상, 독성기체의 흡입, 방사선 조사 등과 같은 사차적 손상으로 분류하였다. 또한 환자를 단일손상환자군과 복합손상환자군으로 나누어 각 군에서의 차이점을 비교하였다. 손상의 정도를 확인하기 위하여 손상정도계수(Injury Severity Score: ISS)와 개정 외상계수(Revised Trauma Score: RTS) 그리고 외상손상정도계수(Trauma Score and the Injury Severity Score: TRISS)를 조사하였다. 개정 외상계수는 뇌손상정도를 나타내는 글라스고우 혼수계수(개안반사, 구술반응, 운동반응), 수축기혈압 및 호흡횟수를 0점부터 4점으로 코딩하여 각각에 상수를 곱하여 합산한 것으로 수치가 높을수록 예후가 좋을 것이라 예측할 수 있다.(21) 손상정도계수는 서로 다른 6개의 해부학적 부위(두경부, 안면부, 흉부, 복부, 사지, 체표면)중 가장 큰 약손상계수치(Abbreviated Injury Scale: AIS)의 제곱수를 합산한 값이다.(18-20) 이 두 값

을 기초로 외상손상정도계수를 구하였다.(22)

획득된 자료의 통계처리는 SPSS for Windows 13.0을 이용하였고 특별한 언급이 없는 이상 평균과 표준편차로 제시하였다. 교차분석을 통하여 사망 및 입원여부와 관련성, 단일손상과 복합손상환자들을 비교하였다. 이에 대한 유의성 검정은 Pearson chi-square법과 Fisher's exact test를 사용하였고 $p < 0.05$ 이면 통계적으로 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

III. 결 과

2003년 1월부터 2007년 12월까지 3개 국군병원(국군수도통합병원, 국군대전통합병원, 국군대구통합병원)으로 내원한 폭발사고환자는 총 94명이었고, 이중 전방지원병원인 국군수도통합병원으로 내원한 폭발손상환자는 69례(73.4%)였다. 후방지원병원인 대구통합병원과 대전통합병원에는 각각 20례(21.3%)와 5례(5.3%)의 폭발사고환자가 있었다.

1. 연령 및 계급별 발생빈도

모든 환자는 남자였고, 평균연령은 23.4 ± 4.0 세였다. 연령별 분포는 19세부터 39세까지이며 이 중 19-25세가 73명(77.7%)으로 대다수를 차지하였다. 손상환자 중 63례(67.0%)가 일반 사병이었고, 장교 11례(11.7%), 부사관 19례(20.2%) 그리고 예비역이 1례(1.1%)였다.

2. 계절 및 월별 발생빈도

년도 별로는 2003년 22례(23.4%), 2004년 22례(23.4%), 2005년 17례(18.1%)이었고 2006년이 8례(8.5%)로 가장 적었으며, 2007년이 25례(26.6%)로 가장 많았으나 통계학적 차이는 없었다. 계절별로는 봄 29례(30.9%), 여름 30례(31.9%), 가을 26례(27.7%), 겨울 9례(9.6%)로 발생빈도의 차이는 없었다. 월별발생빈도를 살펴보면, 4월(16.0%)과 6월(14.9%)에서 상대적으로 발생빈도가 높았고, 1월(1.1%)과 2월(2.1%)에는 발생빈도가 낮았다(Table 1).

3. 수상 후 내원까지 소요 시간

폭발손상 후 다른 병원에서 응급처치 후 전원되었던 경우가 53례(56.4%)였고, 국군병원으로 직접 내원한 경우가 41례(43.6%)였다. 대부분의 환자들은 구급차(62례: 66%)를 이용하였고 항공기(헬기)로 이송된 경우도 27례(28.7%)있었으며, 자가용으로 내원한 경우는 5례(5.3%)였다. 특히 다른 의료기관을 거치지 않고 응급실로 바로 이

송된 41명의 환자 중 23례(56.1%)는 헬기를 이용하여 이송되었었다. 사고 발생 후 응급실 내원까지의 소요시간은, 다른 병원에서 입원한 후 후송된 10명을 제외하면 84명 모두 사고 발생 후 8시간 이내에 내원하였고, 수상 후 내원 시까지 평균소요시간은 192±102분이었다(Table 2).

18례(19.1%)를 차지하였다(Table 3). 전체 환자의 개정 외상계수(RTS)는 7.6±1.2였으며, 손상정도계수(ISS)는 6.9±6.5였고 외상손상정도계수(TRISS)는 0.96±0.17이었다. 약식 손상계수(Abbreviated Injury Scale Score)의 최대값과 손상 정도계수에 따른 중등도 분류는 Table 4와 같다(Table 4).

4. 폭발물 종류 및 손상정도 지표

수류탄, 박격포탄, 유탄발사기 등의 포탄종류가 55례(58.5%), 지뢰가 21례(22.3%), 그리고 화약 및 연습용자재가

5. 손상기전 및 손상부위

폭발물은 폐쇄된 공간에서 폭발이 발생된 경우는 없었고 모두 다 개방된 공간에서 발생하였으며, 폭발에 의한

Table 1. Monthly distribution of blast injury patients

Month	Frequency	Percentage (%)
January	1	1.1
February	2	2.1
March	5	5.3
April	15	16.0
May	9	9.6
June	14	14.9
July	12	12.8
August	4	4.3
September	10	10.6
October	9	9.6
November	7	7.4
December	6	6.4
Total	94	100

Table 2. Time duration of Injury-to-hospital arrival

Time (hours)	Frequency	Percentage (%)
within 1 hour	7	7.4
1~3 hours	41	44
3~8 hours	36	38
over 8 hours	10	11
Total	94	100

Table 3. Type of Bombs and injury severity

Type	Number (%)	RTS*	ISS [†]	Mortality (%)	
Shell	mortar shell	9 (9.6)	7.4±1.6	6.4±6.4	7.3
	howitzer shell	8 (8.5)			
	hand grenade	7 (7.5)			
	miscellaneous	31 (33.0)			
Mine	21 (22.3)	7.8±0.2	7.7±8.7	0.0	
Powder and training material	18 (29.1)	7.8±0.2	7.3±3.4	0.0	
Total	94 (100)	7.6±1.2	6.9±6.5		

* RTS: Revised Trauma Score

† ISS: Injury Severity Score

손상기전으로 1차손상이 있었던 경우가 39례(41.5%), 2차 손상이 있었던 경우가 70례(74.5%), 3차손상이 있었던 경우는 7례(7.4%) 그리고 기타손상이 있었던 경우가 28례(29.8%)였다. 폭발물에 의한 손상부위는 상지손상이 49례(52.1%)로 발생빈도가 가장 높았고 복부손상이 5례(5.3%)로 가장 낮았다. 단일부위 손상이었던 경우가 49례(52.1%)였고, 대부분 수부와 족부의 절단과 파편창이거나 안구와 고막손상이었다. 45례(47.9%)에서는 2가지 장기 이상의 복합손상이 발생되었다(Table 5). 복합손상의 경우 사망률과 중환자실 입원률이 단순손상에 비해 높았고, 손상정도계수가

가 9.3 ± 8.0 로서 단순손상의 4.6 ± 3.7 에 비하여 통계적으로 유의하게 높았다(Table 6).

6. 진료결과

응급수술이 시행되었던 경우는 36례(38.3%)였고 정형외과가 20례(55.6%)로 제일 많았고 다음으로 안과 7례(19.4%), 일반외과 5례(13.9%), 신경외과 2례(5.6%) 그리고 이비인후과와 성형외과가 1례씩 있었다.

폭발손상으로 응급입원이 되었던 환자는 83례(88.3%), 입

Table 4. Trauma score

	Number (%)
Maximal Abbreviated Injury Scale	
1	36 (38.3)
2	20 (21.3)
3	33 (35.1)
4	3 (3.2)
5	2 (2.1)
6	0 (0.0)
Injury Severity Score (ISS)	
ISS < 16 (mild-moderate)	88 (93.6)
16 ≤ ISS < 25 (severe)	3 (3.2)
ISS ≥ 25 (critical)	3 (3.2)

Table 5. Injury Sites

Sites	Single injury		Multiple injury		Total	
	No.	ISS*	No.	ISS*	No.	ISS*
Upper-extremity injury	16	5.1 ± 4.1	33	10.1 ± 8.7	49	8.5 ± 7.8
Head&Neck injury	13	3.1 ± 3.5	33	10.4 ± 8.8	46	8.3 ± 8.4
Lower-extremity injury	20	5.5 ± 3.8	23	10.2 ± 10.4	43	8.0 ± 8.3
Chest injury	2	11.5 ± 3.5	11	14.0 ± 3.3	13	13.6 ± 10.2
Brain injury	0		8	19.1 ± 11.0	8	19.1 ± 11.0
Abdominal injury	0		5	20.2 ± 14.8	5	20.2 ± 14.8

*ISS: Injury Severity Score

Table 6. Comparison of Single and Multiple blast injury Group

	Single (n=49)	Multiple (n=45)	P-value
Admission	41	42	0.15
ICU admission	5	22	P<0.05
transfer to other hospital	2	7	0.08
Emergent operation	20	16	0.60
Death	0	4	P<0.05
Revised Trauma Score	7.8 ± 0.1	7.3 ± 1.8	0.06
Injury Severity Score	4.6 ± 3.7	9.3 ± 8.0	P<0.05
TRISS*	0.96 ± 0.17	0.97 ± 0.16	0.95

*TRISS: Trauma Score and the Injury Severity Score

원되지 않았던 환자는 11례였고 이중 3례는 보호자의 요구로 민간병원으로 전원되었다. 2례에서는 응급실에서 심폐소생술을 시행하였었고 1례는 응급실에서 사망하였고 나머지 1례는 중환자실 입실 후 사망하였다. 입원환자 83례 중 27례(32.5%)는 중환자실로 입실하였다. 총 94명 중 4례(4.3%)가 사망하였으며, 사인으로는 뇌손상과 폐손상이 각각 2례였다 (Table 7). 사망과 통계적으로 유의하게 관련 있는 요소로는 뇌손상, 약식 손상계수치 최대값이 4이상, 폐손상, 손상정도계수가 16이상, 그리고 3차적 손상의 유무였으며 각각의 Odds Ratio는 51.0(4.5~582.9), 29.0(3.0~281.5), 24.0(2.3~253.4), 21.5(2.4~194.3) 그리고 17.0(2.0~147.1)이었다.

IV. 고 찰

폭발손상환자에 대한 역학적 자료가 제시된 국내문헌이 거의 없기에 객관적인 비교를 할 수 없으나 3곳의 3차 군병원의 자료를 토대로 본 국내 폭발손상환자의 역학적 자료는 다음과 같았다.

군 병원이라는 특수성 때문에 94례의 환자가 모두 남자였으며 연령은 25세 이하가 77.7%로 대부분을 차지하였다. 4월과 6월에 상대적으로 발생빈도가 높았는데 이는 훈련과 작업이 집중되어 있기 때문이라고 생각된다. 사고 발생 후 응급실내원까지의 소요시간은 평균 192±102분이었고 타병원에서 응급처치 후 전원되었던 경우를 제외하면 내원 시까지의 소요시간은 평균 130±60분으로 짧아진다. 대부분의 환자들이 경기북부 지방이나 강원도 산간지역에서 발생하였음에도 이처럼 소요시간이 짧을 수 있었던 것은 빠른 초기대처와 함께 환자의 56%가 헬기를 통하여 수송되었기 때문이라고 사료된다.

가장 흔한 폭발물은 수류탄, 박격포탄, 유탄발사기 등의 포탄종류로 58.5%를 차지하였다. 사망환자들을 살펴보면 모두 포탄에 의하였으나 폭발물의 종류에 따른 손상정도계수나 개정외상계수의 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 총 21례의 지뢰 손상환자 중 8례에서 사지절단이 있었고, 이는 Harkai 등(4)이 지뢰손상환자 27례 중 18례에서 사지절단이 있었다고 발표하였던 결과보다는 적었다.

폭발손상으로 가장 흔히 손상 받는 부위는 상지로

52.1%에서 관찰되었고 다음이 두경부, 하지, 흉부, 복부 순이었다. 손상 부위에 따른 외상 중증도는 복부손상이 손상정도계수가 20.2±14.8로 가장 높았고 다음이 뇌손상으로 19.1±11.0였다. 하지손상 손상정도계수가 8.0±8.3로 가장 낮은 외상 중증도를 보였다.

폭발물에 의한 손상은 단일부위에 국한되기보다는 여러 장기의 손상을 동반하며 상하지골절과 고막, 안구, 폐, 뇌 그리고 내부 장기 등을 흔히 침범하는데 이를 폭발연관다발성외상(Blast-Related Polytrauma)이라 한다.(5) 복합손상의 경우 뇌손상, 안면손상, 고막손상, 폐손상, 복부손상, 상지손상의 빈도가 단일손상보다 유의하게 많았으며 중환자실로 입원되었던 경우와 사망한 경우가 단일손상환자들에서보다 유의하게 많았고, 손상정도계수가 9.3±8.0로서 단순손상의 4.6±3.7에 비하여 통계적으로 유의하게 높았다.

폭발에 의한 손상은 그 기전에 따라 4가지로 분류된다. 일차적 손상(Type 1)은 폭발에 의한 직접적인 손상이거나 폭발압으로 인한 손상으로 고막, 폐, 장 등과 같이 주로 공기가 차있는 장기에 손상을 유발한다.(6) 특히 폐쇄된 공간에서의 폭발일 경우 더 높은 사망률을 나타낼 수 있으나 본 증례들에서는 폐쇄된 공간에서 발생한 경우는 없었다.(7,8) 고막은 1차적 손상으로 인하여 가장 흔히 손상 받는 곳으로 알려져 있다.(9,10) 그러므로 고막의 손상이 있다는 것은 1차적 손상이 있었다는 증거가 될 수 있고 반대로 고막의 손상이 없다면 다른 공기가 차있는 장기의 손상은 거의 없을 것으로 예측할 수 있다.(11-13) 이렇듯 고막손상여부는 폭발손상의 민감한 지표임에는 틀림없으나 최근 조사에서는 고막손상이 없음에도 불구하고 폐손상이 발생하였던 예가 보고되고 있다. Gutierrez 등(14)의 마드리드에서 발생한 폭발사고를 조사한 연구에서도 고막손상은 99례(41.0%)있었는데 심각한 폐손상이 있었던 17례 중 4례(24.0%)에서 고막손상이 동반되지 않았다.

본 연구에서도 14례의 고막손상 환자가 있었으나 폐손상환자 13례 중 8례(62.0%)에서 고막손상이 동반되지 않았다. 이는 폭발사고가 모두 개방된 공간에서 발생하였기 때문에 폭발압으로 인한 손상보다 파편에 의한 기흉, 혈흉 등에 의한 폐손상이 많았기 때문으로 사료된다. 폭발에 의한 일차적 손상을 흔히 받는 또 하나의 부위는 복부손상이

Table 7. Characteristics of expired patients

Age	Time*	Injury site	RTS	ISS	Cause of death	Day [†]
23	60 min.	chest	0	10	chest	0
20	75 min.	brain, neck	2.9	18	brain	0
25	75 min	chest, brain	0	27	chest	1
25	155 min.	chest, brain	7.1	14	brain	12

* Time: Injury-to-hospital arrival interval

† Day: Expired hospital day

다.(15,16) 본 연구에서는 5례의 복부손상 환자가 있었고 손상부위는 회장, 회맹장부, 상행대장, 간 그리고 신장이었다.

이차적 손상(Type 2)은 폭발물의 파편에 의한 직접적인 손상으로 관통상 혹은 파편창을 야기한다.(1) 대표적인 이차적 손상으로는 안구손상을 들 수 있다. 폭발환자의 약 28.0%에서 안구손상이 동반되고 이는 각결막열상, 전방출혈, 외상성 백내장, 시신경손상 그리고 안구파열 등으로 보고되고 있다.(17) 본 연구에서도 17례(18.1%)에서 안구손상이 동반되었으며 각결막열상이 7례로 가장 많았고 안구파열도 5례 보고되었으며 9례에서 응급수술이 시행되었다.

삼차손상(Type 3)은 폭발에 의한 주변 구조물의 붕괴와 그 단편에 의한 손상으로 특히 건물붕괴 등으로 인하여 높은 사망률을 보일 수 있고 압괴손상 등을 일으킬 수 있다.(1) 본 연구에서는 7.8%에서 삼차적 손상이 있었으며 이들 모두에서 골절이 동반되었고 2례에서는 압괴손상이 있었다.

마지막 사차손상 혹은 기타손상은 화상, 독성기체의 흡입, 방사선 조사 등과 같이 폭발로 인한 기타 여러 손상들이다.(1) 본 연구에서는 29.8%에서 기타손상이 동반되었으며 모두 화상이었다. 폭발손상으로 응급실에서 응급입원이 되었던 환자는 88.3%였고 이 중 32.5%가 중환자실로 입실하였고 43.4%는 응급수술이 시행되었다. 입원이 되지 않은 경우 중 수지접합 수술 후 보다 정밀한 치료를 위해 전원된 2례와 경동맥손상으로 응급수술 후 전원된 경우가 1례 있었다. 응급수술은 정형외과가 20례(55.6%)로 가장 많은 빈도를 차지하였고 안과 7례(19.4%), 일반외과 5례(13.9%), 신경외과 2례(5.6%), 그리고 이비인후과와 성형외과가 1례씩이었다. 본 연구 결과에 따르면 폭발손상환자 발생 시 대부분 입원이 필요였으며 응급 수술을 받게 되는 경우가 혼함을 알 수 있다. 응급수술은 대부분 군 3차 의료기관에서 처치할 수 있을 정도의 정형외과, 안과, 일반외과 수술이었다. 수술을 시행하지는 않았으나 흉부손상으로 인한 흉관삽입이 있었던 9례를 고려하면 폭발손상환자 발생 시 정형외과, 흉부외과, 안과, 일반외과 의료진이 필요하리라 생각된다. 폭발손상으로 인한 사망률은 4.3%였으며 사망환자는 모두 국군수도통합병원환자였었다. 사인으로는 뇌손상과 폐손상이 각각 2례 이었다. 문헌상 가장 사망률이 높은 손상은 폐손상과 복부손상으로 기술되어 있으나(1), 본 연구에서 사망과 관련 되는 요소는 뇌손상, 폐손상, 그리고 3차적 손상의 유무였었다.

저자들의 연구는 국내에서 처음 보고 되는 폭발손상환자에 대한 자료로서 폭발손상환자의 절반가량이 2가지 이상의 장기를 침범하는 복합손상이었고 약 40%에서 응급수술이 시행되었기에 그에 필요한 정형외과, 흉부외과, 안과 및 일반외과 등 의료진의 준비가 필요할 것이라 생각된다. 사망과 관련된 요소는 뇌손상, 약식 손상계수치 최대값이 4

이상, 폐손상, 손상정도계수가 16이상, 그리고 3차적 손상의 유무였기에 폭발손상환자가 내원 시 이 같은 조건을 만족한다면 보다 주의하여 집중적인 치료가 필요 할 것 이다.

V. 결 론

최근 5년간 3개 국군병원에 내원하였던 폭발손상환자는 94례였으며, 상지가 가장 많은 손상부위였으며, 손상기전은 2차손상이 74.5%로 가장 많았다. 폭발손상의 개정외상계수(RTS)는 7.6 ± 1.2 였으며, 손상정도계수(ISS)는 6.9 ± 6.5 이었고 외상손상정도계수(TRISS)는 0.96 ± 0.17 이었다. 손상부위별로는 복부손상이 손상정도계수가 20.2 ± 14.8 로 외상중증도가 가장 높았다. 응급입원률은 88.3%였고 이 중 32.5%가 중환자실로 입실되었다. 폭발손상환자의 사망률은 4.3%였고 주요 사인은 뇌손상과 폐손상이었다. 사망과 통계적으로 유의하게 관련 있는 요소로는 뇌손상, 약식 손상계수치 최대값이 4이상, 폐손상, 손상정도계수가 16이상, 그리고 3차적 손상의 유무였다.

REFERENCES

- 1) Depalma RG, Burris DG, Champion HR, Hodgson MJ. Blast injury. *N Engl J Med*. 2005;352:1335-42.
- 2) Wightman JM, Gladish SL. Explosions and blast injuries. *Ann Emerg Med*. 2001;37:664-78.
- 3) Aboutanos MB, Baker SP. Wartime civilian injuries: epidemiology and intervention strategies. *J Trauma*. 1997;43:719-26.
- 4) Harjai MM, Agarwal DC, Dave P, Jog SS, Arora P. Mine blast injuries-our experience. *MJAFAI* 2005;61:143-7.
- 5) Explosions and blast injuries: a primer for clinicians page. Centers for Disease Control and Prevention Web site, March 2003. Available at: <http://www.bt.cdc.gov/masstrauma/explosions.asp>.
- 6) Guy RJ, Glover MA, Cripps NP. The pathophysiology of primary blast injury and its implications for treatment. Part I: the thorax. *J R Nav Med Serv* 1998;84:79-86.
- 7) Leibovici D, Gofrit ON, Stein M, Shapira SC, Noga Y, Heruti RJ, et al. Blast injuries: bus versus open-air bombings-a comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions. *J Trauma* 1996;41:1030-5.
- 8) Chaloner E. Blast injury in enclosed spaces *BMJ* 2005;331:119-120.
- 9) Kerr AG. Trauma and the temporal bone. The effects of blast on the ear. *J Laryngol Otol*. 1980;94:107-10
- 10) Jensen JH, Bonding P. Experimental pressure induced rupture of the tympanic membrane in man. *Acta Otolarygol* 1993;113:62-7.
- 11) Leibovici D, Gofrit ON, Shapira SC. Eardrum perforation in explosion survivors: is it a marker of pulmonary

- blast injury? *Ann Emerg Med* 1999;34:168-72.
- 12) de Candole CA. Blast injury. *Can Med Assoc J* 1967;96:207-14.
- 13) Coppel DL. Blast injuries of the lungs *Br J Surg* 1976;63:735-7.
- 14) Gutierrez de Ceballos JP, Fuentes FT, Diaz DP, Sanchez MS, Llorente CM, Guerrero Sanz JE. Casualties treated at the closest hospital in the Madrid , March 11, terrorist bombings. *Crit Care Med* 2005;33:S107-112.
- 15) Guzzi LM, Argyros G. The management of blast injury. *Eur J Emerg Med* 1996;3:252-5.
- 16) Yang Z, Wang Z, Tang C, Ying Y. Biological effects of weak blast waves and safety limits for internal organ injury in the human body. *J Trauma* 1996;40:Suppl 3:S81-3.
- 17) Odhiambo WA, Suthua SW, Macigo FG, Akama MK. Maxillofacial injuries caused by terrorist bomb attack in Nairobi, Kenya. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997;32:307-11.
- 18) Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM). Committee on Injury Scaling. The Abbreviated Injury Scale-1990 Revision (AIS-90). Des Plaines IL: Association for the Advancement of Automotive Medicine, 1990.
- 19) Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14:187-96.
- 20) Baker SP, O'Neill B. The Injury Severity Score: an update. *J Trauma* 1976;16:882-5.
- 21) Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the Trauma Score. *J Trauma* 1989;29:623-9.
- 22) Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: The TRISS method. *J Trauma* 1987; 27:370-8.