

Disaster Basic Physics and Disaster Paradigm

Seunghwan Kim

Center for Disaster Relief Education and Research, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Disasters are unpredictable and unavoidable. The definition of disaster is a serious disruption of the functioning of society, causing widespread human, material, or environmental losses that exceed the ability of affected society to cope using only its own resources. Disaster medicine is a discipline resulting from combination of emergency medicine and disaster management. The field of disaster medicine involves the study of subject matter from multiple medical disciplines, and disaster medicine presents unique ethical situations not seen in other areas of medicine. Disaster can be classified into two categories, natural disaster and manmade disaster, each type of disaster has its own characteristics. Disaster management has a cycle of 4 activities, preparedness, response, recovery, and prevention/mitigation. Disaster medicine specialists have a role in each part of this cycle. To achieve effective disaster response, the National Disaster Life Support Foundation suggests the DI-ASTER Paradigm™, which consists of detection, incident command, safety and security, assess hazards, support, triage and treatment, evacuation, and recovery.

Key Words: Disaster Planning; Mass Casualty Incidents; Emergencies

Correspondence to: Seunghwan Kim
우03722, 서울시 서대문구 연세로 50-1 세
브란스병원 재난의료교육센터
Severance Hospital, 50-1 Yonsei-ro,
Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea
Tel: +82-2-2228-5586
Fax: +82-2-2227-7800
E-mail: drshkim@yuhs.ac

Received 2 June 2015
Revised 23 June 2015
Accepted 30 June 2015

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.

서 론

역사적으로, 응급 의료 종사자들은 재난 사상자들의 치료를 맡아 왔다. 1980년대 중반부터 재난 관리와 응급의학의 융합이 이루어지며 재난 의학이 태동되게 되었으며, 이후 수많은 재난을 겪으면서 재난 의학이 자리잡게 되었다.

재난의 정의

역사 상 가장 오래된 재난의 기록은 성경에 나온 대홍수의 기록이다. 대홍수 규모라면 분명 수많은 사상자들이 생겼을 것이고 이를 재난의 하나로 분류하는데 있어서 이론의 여지가 없다. 또한 200,000명 이상의 사상자를 낳은 2004년 남태평양의 쓰나미 역시 재난의 한 종류임이 분명하다[1]. 하지만 7명의 희생자를 낳은 우주

왕복선 콜롬비아호의 사고도 흔히들 재난이라고 일컬어진다. 7명과 200,000명의 희생자 수는 엄청난 간극을 보인다. 따라서, 흔히들 사용하는 재난이라는 단어는 재난 의학에서 말하는 재난과 꼭 일치하지 않음을 알 수 있다.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR)에서는 ‘한 공동체 자체의 자원으로 대응할 수 있는 능력을 넘어서는 광범위한 인명, 물질 또는 환경의 손실을 일으키는 심각한 기능의 손상’이라고 정의한다[2]. 세계 보건 기구(World Health Organization, WHO)에서도 비슷한 정의를 사용한다. 이들 재난의 정의에서는 의료 시설이 제한적인 시골 지역에서 버스와 같은 대형 차량에 의한 사고로 10명 정도의 사상자만 발생하여도 재난이라고 할 수 있다. 그러나 7명의 사망자가 발생한 우주왕복선 사고와 같은 경우는 재난의 범주에 들지 못한다. 이러한 측면에서, 재난 의학에서 다루는 재난에서는 사전적인 의미의 비극적인 사고라는 뉘앙스를 배제한다.

재난 의학

재난 의학은 응급 의학과 재난 관리의 만남의 결과이다. 재난으로 인한 사상자의 치료에 있어서 의학, 특히 응급 의학의 재난 대응에서의 역할은 명확하다. 이러한 의미에서 재난에서 의학의 역할은 오랜 역사를 가지고 있다. 미국에서는 지난 2세기 동안 전쟁에서의 경험을 통한 군진 의학의 모델을 통해 재난 대응이 이루어졌다[3]. 군진 의학에서는 열악한 환경에서의 대량 사상을 다루는 경험을 가지고 있으나, 젊고 건강한 군인들을 대상으로 한다는 점에서 민간 영역에 그대로 적용할 수는 없다. 군진 의학에서 출발한 재난 의학은 새로운 분야로 발전해 나갔다.

재난 의학은 오로지 시스템에 관련된 전문 분야이다. 재난 환자만을 보기 위한 병원은 존재하지 않으며 재난 환자를 위해 출퇴근하는 의료진도 따로 존재하지 않는다. 예외적으로, 재난 현장에서의 의료 전문가로 구성되는 재난 의료 지원팀(disaster medical assistance team, DMAT)이 존재하며, 재난이 발생할 때 구성되어 현장으로 이동하여 활동을 한다. 그러나 그 외의 모든 경우에는 응급 의료 종사자들이 정상의 업무를 버리고 갑작스런 재난에 대응을 하게 된다.

재난은 예측이 불가능하므로 응급 의료 종사자 중 누가 재난 상황에 대응을 할지 미리 결정할 수 없다. 이런 이유로, 응급 의료 종사자는 재난 의학에 대한 기본 지식을 가지고 있어야 할 필요가 있다. 더군다나 화학, 생물학, 방사선과 같은 특수 재난의 경우 대부분의 의료인들이 제한적인 지식과 경험을 가지고 있기 때문에, 각 직업에 따른 적절한 재난 교육은 매우 중요하다.

재난 의학은 다양한 재난의 종류만큼 의학의 다양한 분야에 걸친 지식이 필요하다. 예를 들어, 지진 붕괴 현장에서는 압괴증후군이 문제가 될 수 있으며, 토네이도의 경우 관통상 환자가 주된 문제가 될 수 있다. 또한 전염병에 의한 생물학적 재난에서는 각종 세균과 바이러스에 대한 지식이 필요하다. 광위한 범위를 다루는 재난 의학의 특징 때문에, 재난 의학 전문가가 모든 분야에 대한 지식을 갖는 것은 불가능하며, 특정 분야에 초점을 맞추게 되는 것이 일반적이다. 따라서 재난 의학은 기존의 다른 의학 분야에 대한 교육 및 훈련을 받고 그 분야에서 의료 업무에 종사하면서 추가적으로 습득하게 된다.

마지막으로 재난 의학에서는 의학의 다른 분야와 다른 윤리적인 상황을 고려해야 한다. 재난 상황에서의 의료는 이용 가능한 자원과 환자의 상태 및 생존 가능성에 의해 이루어진다. 생존 가능성에 의한 환자 분류를 통해 치료의 순서가 정해지는 과정은 가장 상태가 나쁜 환자에게 자원을 집중하는 일반적인 의료 윤리와 대치된다. 상태가 나쁜 환자에 대한 치료를 하지 않거나 보류하는 것은 재난 의학 전문가의 업무이나, 환자 분류의 원칙에 따른 의료 행위는 의료인에게 정신적인 영향을 줄 수 있다.

재난의 종류

가장 흔한 재난의 분류는 원인에 따라 자연 재난과 인적 재난으로 나누는 것이다. 경우에 따라 인적 재난은 기술적인 실패에 의한 재난과 전쟁 또는 분쟁에 의한 재난으로 나누기도 한다. 하지만 여러 분류에 걸쳐 있을 수도 있는데, 예를 들어 허리케인 카트리나는 자연에 의해 발생한 재해이지만 제방 붕괴와 대응의 지연은 인적 재난의 측면이 있다. 이러한 경우, 보통은 큰 원인에 따라 분류를 함으로 자연 재난으로 분류하는 것이 일반적이다.

1. 자연 재난

자연 재난에는 지진, 태풍, 가뭄, 홍수, 쓰나미, 화산 폭발, 산불 등이 포함된다. 자연재해는 보통 그 기간이 한정적이고 보전 상의 위기를 만들지 않으나, 규모가 큰 경우 충분한 위협이 될 수 있다. Center for Research on the Epidemiology of Disasters 데이터베이스에 의하면 자연 재난은 아시아 대륙에서 가장 많이 일어나며 인적 피해도 가장 크다(Fig. 1, 2)[4]. 자연 재난 중 가장 흔한 것은 홍수이며, 피해가 가장 큰 재해는 지진이다.

자연 재난은 다른 재난의 원인이 되어 2차 재난을 만들 수 있다. 예를 들어 지진은 산사태를 유발할 수 있고, 화산 폭발은 쓰나미의 원인이 될 수 있다. 또한 인공적인 구조물의 화재나 전력 차단, 붕괴 등의 2차 피해도 가능하다. 경우에 따라서는 2차 재난으로 인해 피해가 더 커질 수도 있다.

2. 인적 재난

기술적인 재난(technological disaster)은 의도하지 않은 인적 시스템의 실패로 인한 재난을 의미하며, 각종 산업 사고나 건물 붕괴, 화재 등이 여기에 해당한다. 이런 종류의 재난은 인적 과오, 또는 정책 실패 등이 그 원인이 되는데, 예를 들어 피로가 쌓인 근로자의 실수나 잘못된 건축 규정과 같은 것이다.

민간인 소요 사태, 전쟁이나 테러와 같은 재난은 기술적인 재난과 달리 의도적으로 일어나는 갈등에 의한 재난이다. 이런 인적 재난은 규모가 커짐에 따라 인명 손실이 커지는데, 직접적인 인명 손실보다 음식, 물, 위생, 주거 등의 문제로 발생하는 2차 인명 손실이 더 크다.

재난 주기

대부분의 재난은 예고 없이 발생하기 때문에 재난을 대비하기 위해서는 모든 방면의 준비가 필요하다. 모든 재난은 재난 주기라고 알려진 패턴을 따른다(Fig. 3)[5]. 이 재난 주기는 준비, 대응, 회복, 완화/예방의 4가지 단계를 거친다. 응급 의료 종사자는 각각의 단계에서 역할을 가지게 된다. 일차적으로 응급 의료 종사자는 공동체의 일원으로 병원과 지역 수준의 재난 준비 단계에 참가하

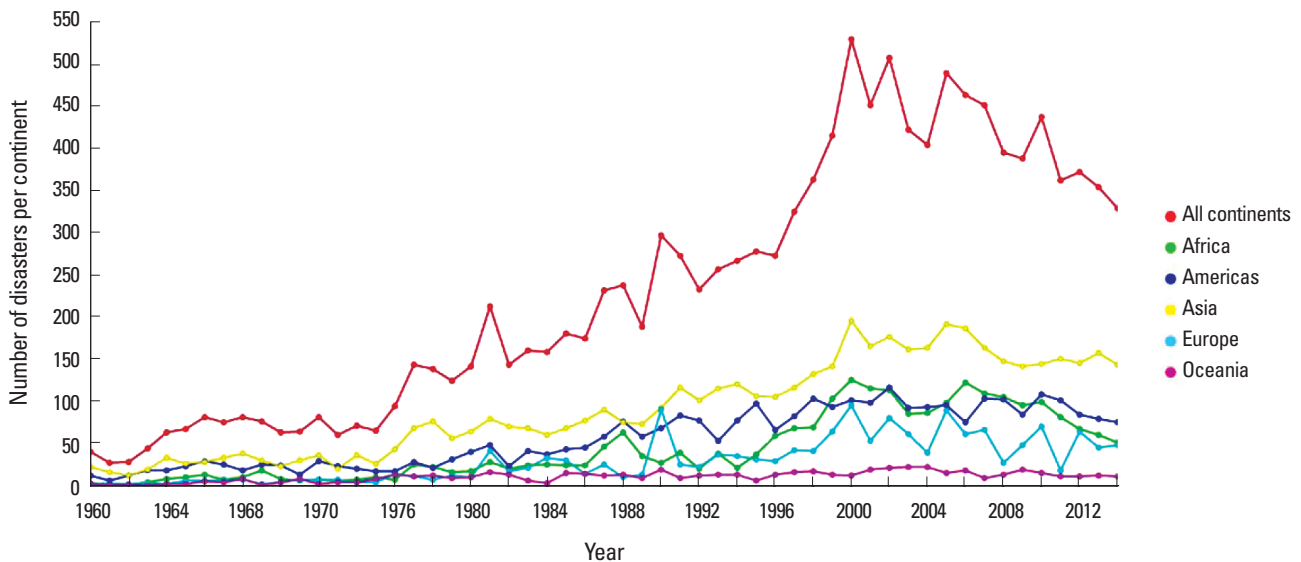


Fig. 1. Total number of reported natural disasters between 1969 and 2014.

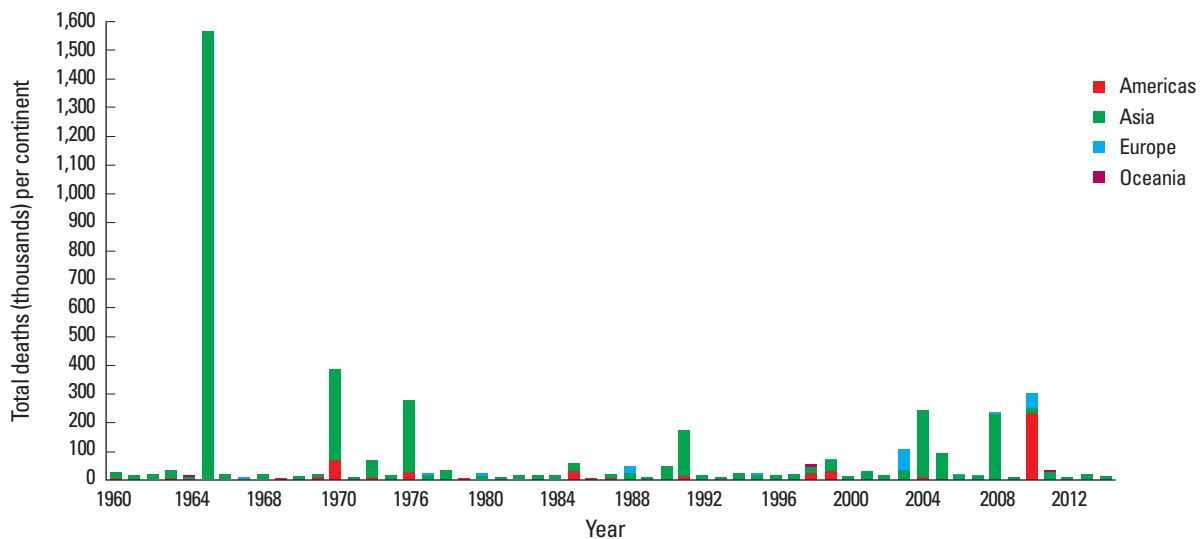


Fig. 2. Total deaths caused by reported natural disasters between 1960 and 2014.

며, 일단 재난이 발생하면 재난 대응 및 회복에 적극적으로 참여하게 된다. 재난 회복 후에는 예방을 위한 위험 분석이나, 법령 제정 등에 참가함으로써 재난 주기의 전 단계에서 적극적인 역할을 하게 된다.

1. 준비

준비 과정은 어떠한 종류의 재난에도 대응할 수 있는 준비를 만족할 수준으로 이루는 것을 목표로 삼는다. 이 준비 과정은 연속적인 주기를 갖게 되는데 이는 계획, 조직/비치, 교육, 훈련, 평가, 개선의 단계를 반복하게 된다. 이러한 준비 과정을 위해서는 재난 계획, 대중 및 전문가의 교육과 훈련, 재난의 조기 경보 체계, 비상 통신

및 정보 교환을 위한 체계, 대피 절차, 자원 비축, 타 공동체와의 상호 협력 체계 등을 준비해야 한다.

2. 대응

대응 과정은 준비된 재난 계획이 실행에 옮겨지는 단계이다. 대응 과정의 목적은 인명을 보호하고, 건강을 유지하며, 피해를 입은 집단의 사기를 유지하는 것이다. 여기에는 대피를 위한 교통, 임시 거처, 물과 음식 등이 포함된다. 이 시기에는 수 많은 공공 및 사설 기관들이 관여를 하게 되는데 이들 간의 협조를 이루어내는 것도 하나의 과제이다.

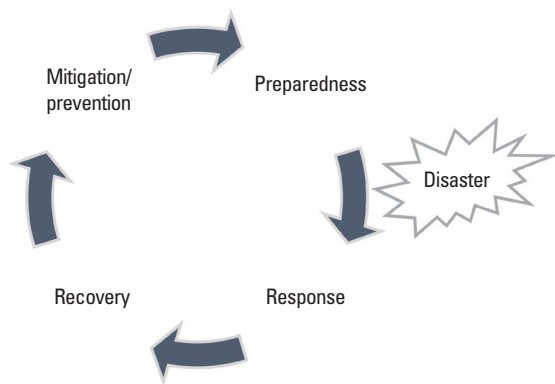


Fig. 3. Disaster Cycle.

3. 회복

회복 과정은 재난 관리에서 보통 제일 긴 시간을 차지한다. 회복은 재난 발생 후 즉시 시작되며 대응 과정의 끝과 회복 과정의 시작을 명확하게 구분하기는 힘들다. 이 과정은 재난 준비 과정 중에 공동체의 회복력(resilience)을 확립해 놓음으로써 수월하게 진행할 수 있다. 회복 과정은 모든 체계가 정상으로 돌아올 때까지 진행되며, 이 과정에는 기본적인 생활을 도와주기 위한 최소한의 체계 확립, 임시 주택, 공공 정보, 보건 및 안전 교육, 건물 재건, 상담 프로그램 등이 포함된다. 또한, 재난으로부터 배운 교훈에 대한 문서 작업이나, 복구에 관한 정보를 수집하는 일도 이 과정에 이루어진다.

4. 예방/완화

완화 과정은 재난의 원인을 제거하거나 영향을 최소화할 수 있는 방향으로 공공 정책과 계획을 수정하는 과정이다. 예방과 완화의 성공 여부는 잠재적인 위험에 대한 정확한 정보를 수집하고 발생할 수 있는 재난에 대한 적절한 대책을 강구하는 데 있다. 이 과정에는 건축 법규, 토지 계획, 건물 안전 법규, 보건 계획, 대중 교육 등이 포함된다.

DISASTER Paradigm™

재난에 대한 전문가 양성 and 표준화된 교육을 위해 미국의학회(American Medical Association)에서는 National Disaster Life Support Foundation을 설립하고 National Disaster Life Support (NDLS) 프로그램을 표준화된 교육 과정으로 수립하였다. 이 과정에서는 재난 대응 과정에서의 소통의 일관성을 유지하기 위한 학습 도구로 DISASTER Paradigm™을 제시하였다[6]. DISASTER의 알파벳 순서에 따른 8단계로 이는 인지(detection), 돌발 상황 관리(incident management), 안전과 보안(safety and security), 위험 평가(assess hazards), 지원(support), 환자 분류 및 치료(triage and treatment), 대피(evacuation), 그리고 회복(recovery)으로 구성된다.

1. 인지(detection)

인지는 효과적인 재난 대응의 첫번째 단계로 응급 상황에 대응하는 기관에서는 어떠한 사건에 대해 이 사건이 재난인지 아닌지 즉각적인 판단이 이루어져야 한다. 인지 과정은 재난의 종류에 영향을 받는데 폭발과 같은 사건은 재난 상황 파악이 비교적 쉬운 반면, 전염병 발병과 같이 재난 인지에 상당한 시간이 소요되는 경우도 있다.

2. 돌발 상황 관리

모든 재난 대응 인력은 돌발 상황 관리 체계에 대하여 이해하고 있어야 한다. 돌발 상황 명령 체계(Incident Command System)에 대해서 알고 그 안에서의 자신의 역할을 숙지해야 한다. 또한, 이를 위해 내부 및 외부 간의 소통을 위한 체계가 필수적이다. 보통 재난 상황에서는 일반적인 통신 수단은 이용하기 어렵기 때문에 재난 시 활용할 수 있는 통신 수단에 대한 준비도 필요하다.

3. 안전과 보안

재난 대응의 본질은 생명을 구하는 것이지만 동시에 재난 대응 인력의 위험이 동반되기도 쉽다. 만약 재난 상황의 원인이 불명확하거나 또는 특이한 상황이 있다면, 재난 대응 인력의 위험을 최소화하기 위한 절차들이 필요하고, 사상자의 구조와 분류, 치료보다는 재난 대응 인력의 안전을 최우선 순위에 두어야 한다. 만약 재난 대응 인력이 위험해진다면 대응에 필요한 인력이 줄고 사상자가 늘어나는 상황이 발생하므로, 이는 반드시 피해야 한다.

4. 위험 평가

재난 대응을 어렵게 하는 것 중의 하나는 건물의 추가 붕괴, 화재, 가스 누출, 유독 물질 누출 등 추가적인 피해를 입힐 수 있는 위험 요소들이 있다는 것이다. 재난 대응 인력은 항상 발생할 수 있는 위험에 대해 방심하면 안되며, 필요한 보호 대책을 강구해야 한다.

5. 지원

재난 대응에 있어 물류 지원은 필수적인 요소이다. 이 과정에서 는 수많은 공공 및 사설 기관들에서 제공되는 물류에 대한 조정이 필요하다. 이러한 조정을 위한 계획은 재난 준비 단계에서 사전에 설정되어 있어야 한다. 재난 대응 시 물류 지원에는 필수 인력의 배치, 물자, 시설, 차량 등이 포함된다.

6. 환자 분류 및 치료

다수의 사상자가 발생한 상황에서 환자 분류의 목표는 생존 가능한 사람을 가능한 많이 구하는 것이다. 첫번째로는 추가적인 희생을 막기 위해 움직일 수 있는 사상자와 부상을 입지 않은 사람들을 안전한 지역으로 대피시키는 것이다. 심각한 부상을 입은 사람

에게 먼저 집중한다면 사상자가 늘어나는 것을 막을 수 없다. 그 다음으로 위급한 부상자를 가려내어 생명을 위협하는 심각한 부상에 대한 처치를 즉시 실시하고, 마지막으로 중등도의 부상자를 대상으로 평가를 하고 가능한 자원에 따라 심각한 환자부터 현장에 서 이동시킨다. NDLS에서는 이 과정에서의 분류 도구로 sort-assess-lifesaving interventions-treatment/transport (SALT) 방법을 권장하고 있다.

7. 대피

효과적인 재난 계획에는 개인 및 공동체의 대피가 포함되어야 한다. 재난 상황에서 대피 대상이 어느 위치에 안전하게 대피할 수 있는지가 미리 결정되어야 하며, 이를 위해서 대피 대상의 숫자, 운송 방법, 재난에 따라 필요한 대피의 신속도에 대한 파악이 필요하다. 또한, 학교, 병원, 요양 시설과 같은 특정한 인구 집단이 모여 있는 곳에 대한 별도의 계획도 있어야 한다. 재난 상황에서는 일반적인 운송 수단의 이용이 불가능할 수 있다는 점도 계획을 수립할 때 고려해야 한다.

8. 회복

회복 기간은 재난의 주기 중 가장 길며 수개월에서 수년에 걸쳐 일어날 수 있다. 이는 물리적인 측면뿐만 아니라 정신적, 경제적인 측면도 같이 고려되어야 한다. 이 과정에서는 정부 기관과 함께 기업이나 비정부단체들이 같이 활동할 수 있다. 이 과정의 경험은 공동체와 개인의 재난에 대한 회복성을 확립하는데 도움이 된다.

결론

재난은 예측 불가능하며 다양한 형태를 지닌다. 이에 대처하기 위한 의학의 분야가 재난 의학이며 재난 의학의 지식은 모든 응급 의료 인력에게 필수적이다. 재난의 주기는 준비, 대응, 회복, 예방/완화의 단계를 거치며 각 단계에서의 재난 의학 전문가들의 역할이 중요하다.

REFERENCES

1. Wattanawaitunechai C, Peacock SJ, Jitpratoom P. Tsunami in Thailand-disaster management in a district hospital. *N Engl J Med* 2005;352:962-4.
2. Disaster preparedness for effective response: guidance and indicator package for implementing priority five of the hyogo framework [Internet]. Geneva: United Nations Office for Coordination of Humanitarian Affairs, United Nations secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction; c2008 [cited 2015 May 31]. Available from: http://www.unis-dr.org/files/2909_Disasterpreparednessforeffectiveresponse.pdf/.
3. Dara SI, Ashton RW, Farmer JC, Carlton PK, Jr. Worldwide disaster medical response: an historical perspective. *Crit Care Med* 2005;33:S2-6.
4. Centre for research on the epidemiology of disasters. EM-DAT the international disaster database [Internet]. Brussels (BE): Université Catholique de Louvain; c2015 [cited 2015 May 31]. Available from: http://www.em-dat.be/disaster_trends/index.html/.
5. Core Disaster Life Support 3.0 Course Manual. Chicago (IL): American Medical Association; 2010:27-31.
6. Raymond E, Italo S, David S. Basic Disaster Life Support 3.0 Course Manual. 1st ed. Chicago (IL): American Medical Association; 2012:6-8.