

소아환자를 위한 재난 대응

홍은석

울산대학교 의과대학 울산대학교병원 응급의학교실

Pediatric Disaster Preparedness

Eun Seok Hong, M.D.

Department of Emergency Medicine, Ulsan University Hospital, University of Ulsan College of Medicine, Ulsan, Korea

The modern world is affected by many types of disasters that result in large numbers of mass civilian casualties. Children are particularly vulnerable during disasters and mass-casualty incidents. There are physiologic and anatomic differences between children and adults that make children particularly vulnerable in disaster. In the event of a mass casualty incident, they need specialized manage include customized supervision, staffing, equipment and supplies. Despite the special needs of children, pediatric preparedness, including customized resources, and clinical specialists, remains limited at disaster medical assistance team and many hospitals. Regular assessment and evaluation of equipment, supplies, leadership assignments, and communication is suggested to optimize the effectiveness and efficiency of response to pediatric disaster patients. Coordinated multi-hospital training practices may also help health care facilities prepare for pediatric disaster patients.

Key Words: Pediatrics; Disasters; Civil Defense

서 론

10여 년 전부터 세계보건기구(World Health Organization), 국제재난의학회(World Congress of Disaster Emergency Medicine) 등 여러 단체에서는 환경파괴와 지구온난화에 의한 기상변화로 인해 폭풍, 해일, 폭우 등이 빈발하게 일어나고, 여러 종류의 신종 바이러스가 발생할 것을 경고하면서 이에 충분히 대비할 것을 권유하고 있다¹⁻⁴⁾. 이런 자연 재해나 건물 붕괴와 같은 인위적 재난, 혹은 테러 등의 각종 재난 상황은 모든 국민에게 일어날 수 있다.

미국의 한 설문조사에서는 절반 이상의 가정이 폭풍이나 지진, 홍수, 테러와 같은 어떤 유형의 재난에 영향을 받을 것이라고 조사되었다^{5,6)}. 재난이 발생하였을 때, 현장에 있었던 사람들은 침착하게 안내방송에 따라 위험지역에서 대피하고, 구조대원 및 의료지원팀의 도움으로 적절하게 처치 및 이송이 되는 상황은 의료적인 측면에서 보면 이상적인 재난 대처라고 할 수 있다. 하지만 기존의 응급 의료 체계 및 응급실에서의 늘어나는 환자들로 인해 대량 재난 발생 시 이를 추가적으로 감당할 여력이 현실적으로 쉽지 않은데, 소아환자들은 전문가와 지식 및 장비들의 부족으로 인해 재난 상황에서 더욱더 취약한 면을 보인다. 보통 재난의 대비에서 소아환자는 전체의 15~20퍼센트 정도일 것이라고 가정하지만, 재난 발생 장소가 어린이집이나 학교와 같이 소아의 비율이 높은 곳이라면, 성인들을 대상으로 만들어진 재난 대책을 소아들에게 그대로 적용하기에 무리가 있으며 더욱더 많은 문제에 봉착하게 된다. 여기에 더하여 소아는 여러 가지 면에서 성인과 비교해 볼 때 불

Corresponding Author Eun Seok Hong

Department of Emergency Medicine, Ulsan University Hospital,
University of Ulsan College of Medicine, 877 Bangeojin sunhwandoro,
Dong-gu, Ulsan, 682-714, Republic of Korea
Tel: +82-52-250-7111 Fax: +82-52-250-8150
E-mail: ulsaner@outlook.kr

리한 점을 가지고 있기 때문에 소아를 위한 재난 대비는 다른 각도에서 접근하여야 한다.

본 론

1. 소아재난 대비 (Pediatric disaster preparedness)

Gnauck 등⁹⁾, 1992년에 미국에서 발생한 두 허리케인 (Hurricane Andrew, Hurricane Iniki)과 1994년 Northridge에서 일어난 지진, 2001년에 Houston에서 발생한 홍수 때 피해를 입었던 2,196명의 환자를 분석하였다. 그 중 17세 이하의 소아는 643명으로 약 30퍼센트를 차지하였는데, 소아환자들은 중증도의 분류가 명확하게 되지 않았으며, 비슷한 손상을 입어도 성인에 비해 보다 중증으로 분류되는 경향이 많았고, 부상이나 통증보다 상기도 질환이나 위장관 질환에 의한 증상이 더 많았다⁹⁾.

소아는 성인의 축소판이 아니라고 하듯이, 성인과는 다른 신체적, 생리학적 특성을 보이며, 상대적으로 재난에 더 취약하다(Table 1)⁷⁾.

우선 소아는 연령과 발달 정도에 따라 다르지만, 구조자들과 의사 소통이 안되거나 불충분할 수 있고, 자기 의사 표현력이 성인보다 부족하여 의료정보의 수집에 어려움이 있다. 체구가 작기 때문에 같은 힘을 받아도 성인보다 다발성 외상을 받을 확률이 높으며, 피하지방이 적어 둔상에 더 취약하고 실질장기에 손상을 받기 쉽다. 또 상대적으로 머리의 비율이 커서 두부 손상을 받기가 쉬우며, 혈액량이 성인보다 적기 때문에 탈수 및 쇼크에 빠지기가 쉽다. 호흡수가 성인보다 빠르기 때문에 일산화탄소나 기타 독성 가스 및 유독 물질 등을 더 많이 흡입할 가능성이 높고, 기도도 좁아서 약간의 부종에도 쉽게 기도폐쇄가 일어날 가능성이 있다. 성인보다 피부가 얇고 투과성이 더 높아서, 화학 물질이나 방사성 물질, 독성 물질이 피부로 흡수되기가 쉽고,

화상에도 더 취약하다. 또 성인보다 상대적으로 체표면적이 넓기 때문에 저체온증에 빠지기 쉬워서, 방한포 또는 이불, 모자 등으로 체온의 손실을 막아주는 것이 필요하다.

이런 소아가 가지는 특성 외에도 현실적인 문제점이 많다. 재난 발생 시 소아환자들은 일차적으로 현장구급대나 재난의료지원팀(Disaster Medical Assistance Team)에서 중요한 역할을 담당하는데, 여러 가지로 부족한 면이 많다. Mace와 Bern⁸⁾은 미국의 42개 재난의료지원팀에 대한 조사를 통해, 재난 상황에서 소아환자들은 30~85퍼센트까지 큰 비중을 차지하고 있지만, 재난의료지원팀의 대비는 소아장비(기도 유지 장비 16%, 정맥내카테터 37%), 소아 전문가 및 소아환자의 평가와 치료를 위한 프로토콜(33%) 모두 부족하다고 발표하였다. 우리나라도 마찬가지로 소아 장비 및 전문가, 재난 프로토콜이 미흡한 실정이다.

따라서 소아환자의 분류 및 처치를 위한 현장요원, 의료진에 대한 교육이 절실히 필요하다. 적절한 중증도 분류 및 처치를 위해 재난에 대처하는 의료진들이 소아재난 환자 분류 방법 및 소아전문소생술(Pediatric Advanced Life Support)과 같은 교육을 받을 수 있도록 하고, 이런 교육을 받은 의료진들이 대량의 소아재난환자 발생 시 신속하게 파견될 수 있도록 재난 프로토콜을 검토해야 한다^{10,11)}.

2. 소아를 위한 재난 대비의 원칙 (Principles of disaster planning for the pediatric population)

대량의 소아재난 환자가 발생했을 때는, 인력 충원 및 배정에 보다 신경을 써야 한다. 신생아와 영아는 거의 전적으로 타인의 돌봄에 의존하기 때문에 보호자가 없는 신생아나 영아 환자가 많거나, 거동이 가능하지만 의사 판단 능력이 부족하여 통제하기가 쉽지 않은 유아들이 많을 때는 인력을 더 배정하고, 현장에서 떨어진 안전한 장소를 마련해야 한다.

재난 현장에서 소아에게 접근 시, 소아가 익숙하지 않은

Table 1. Pediatric development, physiology, and vulnerabilities in disasters.

Trait	Vulnerability
Undeveloped cognitive skills	Will not seek shelter or flee attacks
Poor motor skills	Slower to escape
Greater surface area-to-body mass ratio	Dehydration
	Hypothermia
	Greater CBRN/kg
Fast respiratory rate	Increased exposure to airborne pathogens
Small circulating blood volume	Increased risk of hypovolemic shock

CBRN: chemical, biological, radiological and nuclear

혼란한 주변과 낯선 사람들을 대하면서 두려움을 느낄 수 있기 때문에 이를 줄여주기 위한 노력이 필요하다. 가족이나 보호자가 근처에 있으면 위급하지 않은 상황에서는 가능한 같이 분류하는 것이 정서적 안정에 도움이 될 수 있고, 주위에 아는 사람이 없이 혼자 떨어져 있다면 아이에게 친근감을 줄 수 있는 물건이나 인형, 장난감 등을 이용하는 것도 방법이 될 수 있다.

재난 현장에서부터 소아가 가족이나 보호자와 함께 있을 수 있다면 좋겠지만, 보호자가 없거나 부득이하게 떨어져 있어야 하는 경우가 있을 수 있기 때문에 의사 소통이 부족한 소아들이 추후 가족들과 다시 만날 수 있도록 신원 확인 및 표시를 정확히 하는 것이 중요하다. 옷은 처치 과정에서 제염을 위해 의복을 제거하는 과정이 필요하므로, 종이 팔찌나 목걸이를 이용해 신원 및 보호자에 대한 정보를 기록해두면 도움이 될 수 있다.

소아환자들을 위한 장비 및 물품들이 부족하지 않도록 점검해야 한다. 응급 처치를 위한 기도 확보 도구, 정맥내 카테터와 수액 등을 소아환자에 맞게 준비하고, 보온을 위한 옷이나 담요, 기저귀나 영아들을 위한 음식, 물병 등의

물품을 구비해놓아야 한다.

재난 상황에서 흔하게 쓰일 수 있는 해독제나 응급 처치 약물들을 소아에게 투여할 때는 과도하게 들어갈 경우 부작용을 유발할 수 있기 때문에 약의 용량에 주의해야 한다. 소아재난 환자 분류표와 함께 자주 쓰이는 약물의 소아용량에 대해 표로 만들어 현장에서 휴대하고 쓸 수 있게 하는 것도 좋은 방법이 될 수 있다.

영양과 수액 공급에도 유의하여야 한다. 소아는 상대적으로 체액량이 적고 체표면적이 넓으면서 대사가 빠르기 때문에 탈수가 일어나기 쉽지만, 반대로 수액이 과도하게 들어가서 문제가 될 수도 있다. 또 어린 신생아나 영아의 경우 일반 음식들은 섭취하기 어렵기 때문에 분유나 이유식 같은 전용 음식들이 필요하다.

재난 발생 및 응급 구조 후 발생할 수 있는 이차 손상에도 유의하여야 한다. 이차 손상이란 상처 감염, 폐렴이나 장염과 같은 질병, 탈수 및 저체온증과 같은 것들을 말하며, 이를 예방하기 위해 소아전문가가 있고 수용 가능한 병원으로 신속하게 이송할 수 있는 체계를 마련해야 한다.

소아에 대한 정신심리학적 지원 및 상담이 필요하다.

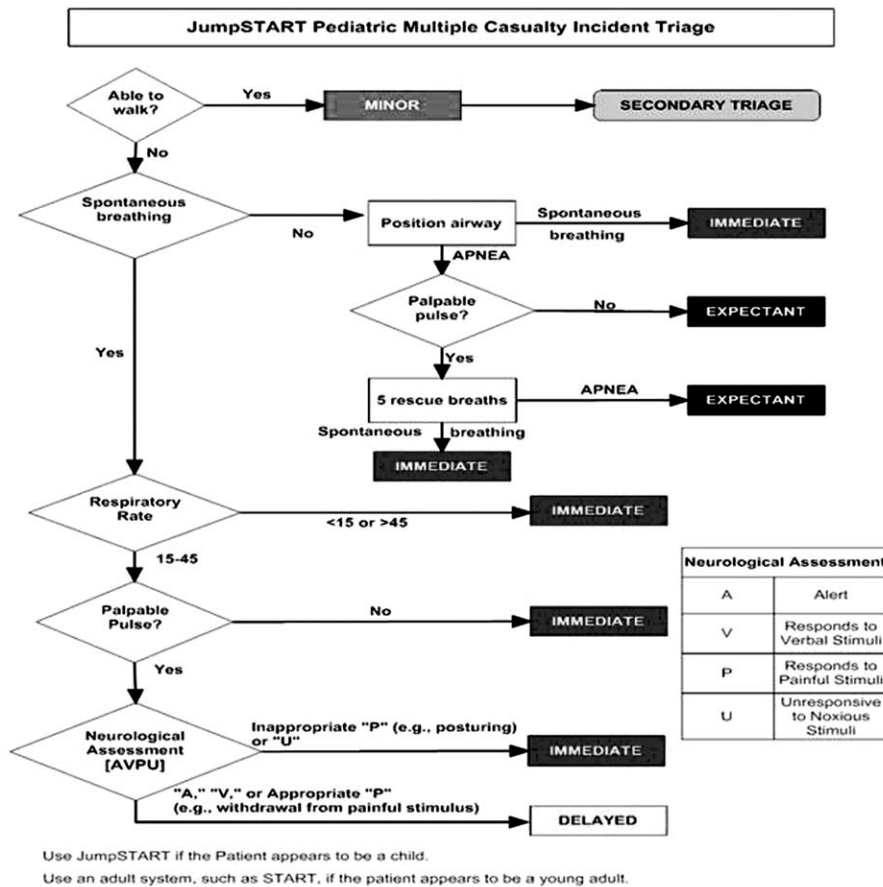


Fig. 1. Jump-START pediatric triage algorithm (START: simple triage and rapid treatment).

재난 상황에서 보통 극심한 스트레스 및 정신적 충격을 받게 되고, 이는 소아에서 더욱 문제가 될 수 있다. 적절한 정신심리학적 지원이 이루어지지 않으면 차후 외상후 스트레스증후군이나 우울증, 주의력 장애 및 학업능력 저하 등의 후유증이 발생할 수 있다⁵⁾.

3. 소아재난 환자 분류방법 (Pediatric disaster triage method)

재난 상황에서 환자를 중증도에 따라 분류하는 triage method에는 여러 종류가 있다. 성인의 경우 현장에서의 빠른 평가와 처치를 위해 호흡수와 조직 관류상태, 의식상태만으로 환자를 평가하는 START (Simple Triage And Rapid Treatment) 분류법이나, 여기서 변형된 START-SAVE (Secondary Assessment of Victim Endpoint) 분류법이 널리 쓰이고 있다. 또 대량사고에서 미군이 사용하는 MASS (Move Assess Sort Send) 역시 다수의 환자가 발생한 경우에 유용하다고 증명된 재난 환자 중증도 분류법이다.

소아의 경우 중증도 분류에서 성인과는 약간 다른 분류법을 적용하는데, 흔히 알려진 분류법으로는 성인의 START 분류법에서 변형된 Jump-START 분류법이 있다 (Fig. 1)^{12,13)}.

Jump-START 분류법은 처음에 거동 가능 여부를 평가하는 것은 성인의 START 분류법과 같지만, 자가호흡 유무에서부터 달라지게 된다. 자가호흡이 없을 때 성인에서는 기도를 유지해도 자가호흡이 없으면 바로 expectant로 분류하지만, 소아에서는 촉지 가능한 맥박이 있는지 확인해 보고 맥박이 있는 경우 5회의 구조호흡을 실시하고, 호흡 여부를 평가하여 자가호흡이 돌아왔으면 immediate로 분류한다. 맥박이 만져지지 않거나 구조호흡 후에도 자가호흡이 없으면 expectant로 분류한다. 다음 단계로 자가호흡이 있는 경우 성인은 분당 호흡수가 30회 이상이면 immediate로 분류하지만, 소아의 경우 분당 15회 미만이거나 45회 이상일 때 immediate로 분류한다. 호흡수가 비교적 안정적일 때(소아는 분당 15~45회, 성인은 30회 미만) 다음 단계로 넘어가는데, 성인은 노동맥 맥박(radial

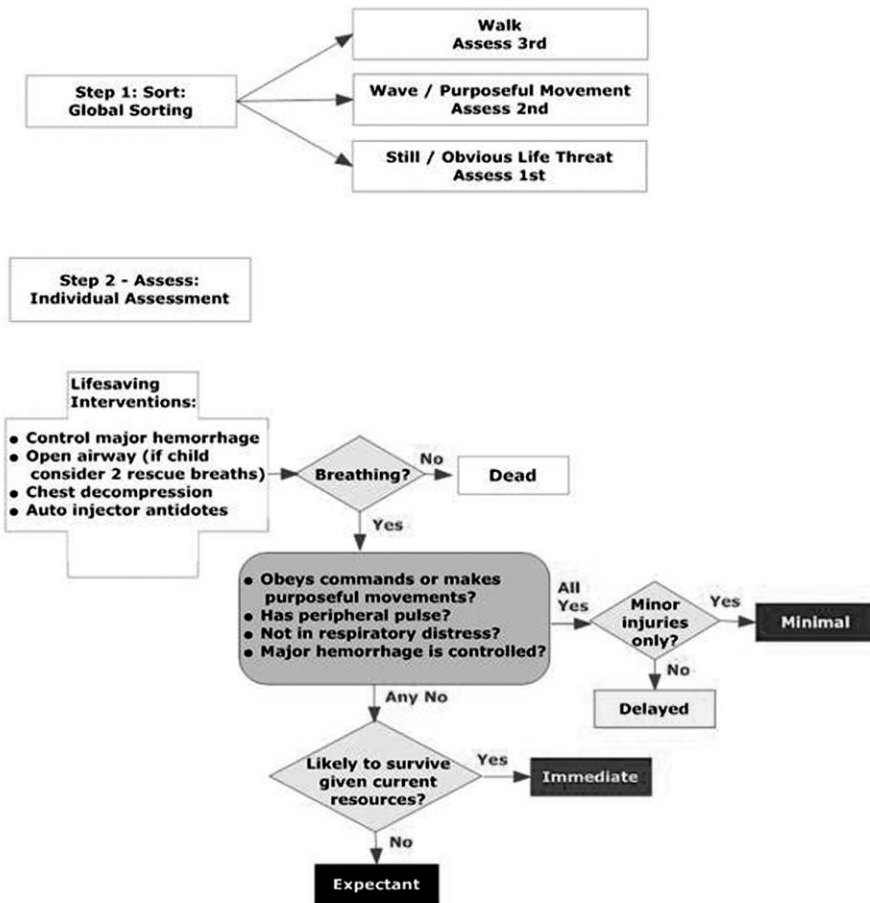


Fig. 2. SALT mass casualty triage algorithm (SALT: sort-assess-lifesaving intervention-treatment/transport).

pulse)을 확인해보거나 모세혈관 재충전(capillary refill)을 체크하지만 소아는 부위에 관계없이 촉지 가능한 맥박이 있는지 확인하고 immediate로 분류할지, 다음 단계로 넘어갈지 결정하게 된다. 마지막 단계로 의식 수준을 평가하는데, 소아는 연령이 어릴 경우 지시에 따르지 못할 수도 있으므로 의식이 명료한지, 질문이나 통증에 반응하는지 여부에 따라 AVPU (Alert, Verbal, Pain, Unresponsiveness)로 나누어 immediate와 delayed로 분류한다.

Jump-START 분류법 외에도 소아와 성인에서 동시에 적용할 수 있는 SALT (Sort-Assess-Lifesaving intervention-Treatment/Transport) 분류법이 있다 (Fig. 2)^{14,15)}.

SALT 분류법은 다수의 환자들 중 심각한 손상의 환자를 가려내는 분류법으로, 첫 단계로 큰 소리나 확성기를 이용하여 자발적 거동이 가능한 환자들을 특정한 장소로 이동시켜 분리하고(3순위 위험군으로 분류), 거동이 불편하여 남아있는 환자 중, 손을 흔들 수 있거나 지시에 따라 의도적인 움직임이 가능한 환자들을 2순위 위험군으로 분류하며, 움직임이 없거나 조절되지 않는 출혈 등 명확한 위급 상황인 환자들은 1순위 위험군으로 분류한다. 두 번째 단계는 걸을 수 없거나 지시에 따라 의도적인 움직임을 할 수 없는 고 위험군 환자들을 대상으로 개인별 위험도를 평가하여, 필요에 따라 긴급 생명구조처치(예, 중요 출혈부위를 지혈, 기도 확보, 소아의 경우 2회의 구조 호흡을 고려, 흉부 압박, 해독제 투여 등)를 필요에 따라 우선적으로 시행한다. 생명구조처치 이후 자가호흡 유, 무를 평가하여 자가호흡이 없는 경우 사망으로 분류하며, 자가호흡이 있는 경우 지시에 따르는 의도적인 움직임이 있는지, 말초 맥박이 촉지되는지, 호흡장애 유, 무와 출혈부위가 지혈되었는지

를 평가한다. 이 단계에서 추가적인 치료가 필요한 경우 현장에서 가용한 의료자원을 최대한 이용하여 즉각적인 치료를 시행하고, 중증 환자치료가 가능한 병원으로 우선적 이송을 고려한다. 적절한 치료로 환자가 안정적이거나 경증의 손상으로 평가되면 적합한 환자분류표를 부착하여 수송 가능한 곳으로 분산이송을 고려하는 것이다.

결론

대량재난 발생 시 소아는 일반적인 재난대비 체계로는 부족할 수 있다. 소아는 신체적, 생리학적 특성이 성인과 달라 재난 상황에 보다 취약하고 쉽게 손상을 받을 수가 있고, 어린 소아의 경우 의사 소통 능력 및 운동 능력이 발달하지 못하여 현장에서 통제가 어렵다. 중증도 분류 시 지시에 따르거나 의도적인 움직임을 보이지 못할 수 있고, 활력징후 기준이 성인과 다르기 때문에 소아를 위한 중증도 분류법을 숙지하고 있어야 과도하거나 잘못된 분류를 피할 수 있다.

소아에게 사용 가능한 응급 구조를 위한 처치 장비나 물품들을 구비하고 있어야 하며, 위급 상황에서 소아의 기도 확보나 정맥로 확보 등을 위해 소아전문가가 필요하거나 사전 훈련이 되어있어야 한다.

현장에서뿐만 아니라 의료기관들도 소아재난 발생 시 병원 재난 대책을 수립하고 기본적인 재난 물품을 비축하고 있어야 하고, 대량의 소아환자가 발생한 것을 가정한 재난 대비 계획을 점검 및 훈련하고 소아재난전문가를 확보할 필요가 있다.

REFERENCES

1. Abraham H. Preparing for pediatrics. Planning for children in disasters. *JEMS* 2014;39:38-42.
2. Gausche-Hill M. Pediatric disaster preparedness: are we really prepared? *J Trauma* 2009;67:S73-6.
3. Lim KS, Hwang SO, Ahn ME, Ahn HC. Disaster medicine. Seoul: Kunja Publishing Co 2009. 1-21.
4. Severin PN. Pediatric disaster preparedness: what do we do next? *Pediatrics* 2006;118:2254-5; discussion 5.
5. Brandenburg MA, Arneson WL. Pediatric disaster response in developed countries: ten guiding principles. *Am J Disaster Med* 2007;2:151-62.
6. Burke RV, Ryutov T, Neches R, Upperman JS. Health informatics for pediatric disaster preparedness planning. *Appl Clin Inform* 2010;1:256-64.
7. Cicero MX, Baum CR. Pediatric disaster preparedness: best planning for the worst-case scenario. *Pediatr Emerg Care* 2008;24:478-81; quiz 82-4.
8. Mace SE, Bern AI. Needs assessment: are Disaster Medical Assistance Teams up for the challenge of a pediatric disaster? *Am J Emerg Med* 2007;25:762-9.
9. Gnauck KA, Nufer KE, LaValley JM, Crandall CS, Craig FW, Wilson-Ramirez GB. Do pediatric and adult disaster victims differ? A descriptive analysis of clinical encounters from four natural disaster DMAT deployments. *Prehosp Disaster Med* 2007;22:67-73.
10. Ferrer RR, Balasuriya D, Iverson E, Upperman JS. Pediatric disaster preparedness of a hospital network in a large metropolitan region. *Am J Disaster Med* 2010;5:27-34.

11. Foltin GL, Schonfeld DJ, Shannon MW. Pediatric Terrorism and Disaster Preparedness: A Resource for Pediatricians. American Academy of Pediatrics. AHRQ Publication No 06(07)-0056. 293-301.
12. Benson M, Koenig KL, Schultz CH. Disaster triage: START, then SAVE--a new method of dynamic triage for victims of a catastrophic earthquake. *Prehosp Disaster Med* 1996;11:117-24.
13. Romig LE. Pediatric triage. A system to JumpSTART your triage of young patients at MCIs. *JEMS* 2002;27:52-8, 60-3.
14. SALT mass casualty triage: concept endorsed by the American College of Emergency Physicians, American College of Surgeons Committee on Trauma, American Trauma Society, National Association of EMS Physicians, National Disaster Life Support Education Consortium, and State and Territorial Injury Prevention Directors Association. *Disaster Med Public Health Prep* 2008;2:245-6.
15. Lerner EB, Schwartz RB, Coule PL, Pirralo RG. Use of SALT triage in a simulated mass-casualty incident. *Prehosp Emerg Care* 2010;14:21-5.