

화학, 생물, 방사능 사고의 정신적 영향

국립정신건강센터 불안스트레스과

이 다 영 · 심 민 영

The Psychological Impacts of Chemical, Biological and Radiological Disasters

Da Young Lee, MD and Minyoung Sim, MD, PhD

Department of Stress and Anxiety Disorder, National Center for Mental Health, Seoul, Korea

ABSTRACT

We reviewed the scientific literature on psychological effects of Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, Explosive (CBRNE) disaster, which is one of the biggest threat to modern society. CBRNE disaster has the potential to cause specific physical symptoms and psychological distress in victims ; moreover, various toxic symptoms and carcinogenesis/mutation would be an important issue. Bioterrorism can cause localized outbreaks of infectious disease or pandemic disaster. Somatization as well as posttraumatic stress symptoms and depression are the characteristic psychological symptoms in CBRNE disaster's victims. CBRNE disasters could lead to large-scale public fear and social chaos due to the difficulties involved in verifying the extent of exposure and unfamiliar area to the common people. In the evacuation process, problems associated with adjustment and conflict between victims and residents should be considered. (Anxiety and Mood 2017;13(1):1-9)

KEY WORDS : CBRNE disaster · Chemical accident · Bioterrorism · Radiation · Trauma · Psychological impact.

서 론

특수재난은 유해화학물질(Chemical), 생물학적 테러(Biological), 방사성 물질(Radiological), 핵(Nuclear), 폭발(Explosive)에 의한 사고를 말하며 흔히 CBRNE disaster로 불려진다. 고도로 산업화된 현대사회의 특성상 화학물질이나 방사성 물질 사용을 피할 수 없을 뿐 아니라 지구 곳곳에서 테러와 전쟁의 위협이 도사리고 있어 해외에서는 특수재난에 대한 위기대응 필요성이 갈수록 부각되고 있다. 우리나라 역시 2013년부터 전국 6개 지역에 화학재난 합동방재센터를 설치하여 유해화학물질로 인한 재난에 대응하기 시작하였다.¹

유해화학물질이나 고선량 방사선 노출이 인체에 미치는 영향은 주로 신체적인 측면에서 연구되어 왔는데,^{2,3} 특수재난 피해자들과 지역주민들에서 불안과 공포가 만연하며 정신질환으로 이어질 가능성이 시사되기도 하였다.⁴⁻⁶ 그러나 지금까지 발표된 연구들은 주로 대량살상무기에 의한 테러나 대형 방사능 사고를 대상으로 하고 있어,⁷⁻⁹ 산업재해가 주를 이루는 국내 상황과는 다소 차이가 있다.

따라서 본 연구에서는 특수 재난 유형 중 국내에서 가장 많은 비중을 차지하는 유해화학물질 누출사고와 최근 관심이 증가하고 있는 방사능 사고 및 생물학적 테러 사례들을 통해 특수 재난과 관련된 정신적 영향을 살펴보고, 심리적 위기 대응시 고려해야 할 요소가 무엇인지 고찰해보고자 한다. 자료 수집은 문헌검색을 통해 이루어졌으며 '특수재난', '유해화학물질', '방사능 사고', '생물테러', '심리적', '정신건강', 'CBRNE', 'Chemical accident', 'Radiation accident', 'bioterrorism', 'psychological symptoms', 'mental health' 등의 키워드를 이용해 학술연구정보서비스, 네이버 전문정보, google 학술검색, Pubmed, Embase, PsycINFO, Web of Science 등 국내외 학술 데이터베이스에서 기초 자료들을 수

Received : February 10, 2017 / Revised : March 25, 2017

Accepted : March 28, 2017

Address for correspondence

Minyoung Sim, M.D., Ph.D., Department of Stress and Anxiety Disorder, National Center for Mental Health, 127, Yongmasan-ro, Gwangjin-gu, Seoul 04933, Korea

Tel : +82-2-2204-0115, Fax : +82-2-2204-0395

E-mail : mdsim@hanmail.net

이 논문은 2016년 국립정신건강센터 임상연구사업(2016-08)의 지원을 받아 수행한 연구입니다.

집하였다. 대표적인 유해화학물질사고, 방사능 재난, 생물테러 사건에 대해서는 연구 논문, 보고서, 도서, 인터넷 자료, 신문 기사 등을 추가로 검색하였다.

본 론

유해화학 물질, 방사성 물질, 감염원은 모두 실체를 볼 수 없어 노출 여부와 노출 정도를 알기 어렵고, 일반인들에게는 생소한 전문 영역이라는 점에서 많은 불확실성을 내포하고 있다. 이와 같은 불확실성은 위험요소를 더욱 과장시켜 비논리적인 추측과 소문을 양산함으로써 사회적 공포와 혼란을 가중시키곤 한다.¹⁰ 극대화된 공포와 불안은 집단 히스테리 현상을 불러 일으키기도 하는데, 방사성 물질에 노출된 피해자들은 오히려 타 지역에서 심한 배척과 차별에 시달리기도 했다.¹¹ 또한 재난의 범위나 종식이 불분명함에 따라 광범위한 대상자들에서 오심, 피로, 두통과 같은 신체화 반응이 장기화되는 경향이 있다.^{12,13}

유해화학물질 누출사고

화학물질은 석유화학, 정밀화학, 전자, 반도체, 식약품 등 거의 모든 산업분야에서 주요 소재로 사용되고 있으며, 국내 산업 구조가 고도화되면서 화학물질 유통량은 꾸준히 증가하고 있다.¹⁴ 이와 함께 화학물질의 누출 사고로 인한 환경오염, 직업병 등 유해 가능성이 제기되었는데, 지난 10년 동안 화학사고는 2012년까지 연평균 16~17건을 유지하다가 2013년에 86건, 2014년에 104건, 2015년에는 111건으로 최근 수년 사이에 발생추이가 급격히 증가하였으며, 화학사고의 72.8%가 화학물질 누출 사고이다.¹⁵ 2012년에 발생한 구미 불산 누출사고는 화학사고의 대표적인 사례로, 당시 현장에 있던 직원 중 5명이 사망하고 18명이 부상을 입었으며 대기 중으로 확산된 불산 증기가 주변으로 퍼져 인근 212헥타르의 농작물이 고사하고 가축 폐사, 차량과 건물 부식으로 약 380억원에 달하는 엄청난 경제적 피해가 발생하였다.¹⁶ 이 사고로 불산에 노출된 근로자들은 10개월이 지난 후에도 4.5%가 불안증상을 보였고, 11.2%는 외상후스트레스장애 위험군에 해당하였으며,¹⁷ 지역주민 1,364명 가운데 47.1%가 유의한 외상후 스트레스 증상을 보였다(Table 1).¹⁸ 2007년 태안 기름유출사고 후 지역 주민들을 조사한 결과, 70% 이상이 외상후스트레스장애 고위험군에 해당했고, 9.5%에서 자살사고가 나타나는 등 상당수 지역 주민들의 정신건강문제가 심각한 수준에 달했고 12~17%의 주민들은 피해사고와 적대감을 보이는 것으로 나타났다.^{19,20} 화학사고는 이처럼 직접적인 누출 뿐 아니라 독성 물질 확산, 환경오염 등 복합적인 형태로 발생하기 때문에 피

해자의 범위도 사업장 근로자 뿐 아니라 인근 지역의 주민들까지 확대되어야 한다는 것을 알 수 있다.

몇몇 연구들에서 화학사고 피해자의 10~40%가 유의한 정신적 문제를 갖는 것으로 보고하고 있다.^{4,21} 1984년에 인도 보팔에서 발생한 MIC(메틸 이소시아나이드, Methylisocyanate) 유출사고는 2,500명의 사망자가 발생하였는데 사고 직후에 병원에 내원한 사람들 가운데 25%가 불안신경증, 37%가 우울증, 36%가 적응장애에 해당하는 증상을 보였다.²² 사고 발생 9년 후 MIC 가스에 노출되었던 474명 중 65%가 불안, 64~80%가 인지능력 저하, 25%가 우울증상을 호소하여 피해자들의 정신적 후유증이 장기간 지속될 수 있음을 시사하였다.^{23,24} 도쿄 지하철 사린가스 테러 피해자들 중 32%가 외상후 스트레스 장애, 43.3%가 긴장, 42.9%가 건망증을 보고하였는데, 주목할 점은 사린 가스와 같은 신경독성물질들은 자체적인 유해성만으로도 신경계·정신계 증상을 유발할 수 있기 때문에 노출 정도에 대한 세심한 평가와 연구가 필요하다는 것이다.²⁵

화학물질은 산업현장에 국한되어 있는 것이 아니라 이미 우리 생활 전반에 깊숙이 침투해있다. 국내에서 발생한 가슴기 살균제 사고 역시 화학물질로 인해 인체에 위해가 발생한 화학사고로써, 가슴기 살균제 성분인 PHMG, PHG, CMIT/MIT로 인해 258명에서 폐질환이 발생하였다. 정신건강 평가를 시행한 68명의 가슴기 살균제 피해자 가운데 58.8%는 정도 이상의 우울감, 66.2%는 유의한 외상후 스트레스 증상을 보여서 신체적인 문제와 함께 정신적인 후유증이 지속되고 있음을 알 수 있다.²⁶

Glesser 등은 재난의 원인(자연적 vs 인위적), 회복 정도, 주관적인 통제감 수준이 심리적인 충격에 영향을 미치는 요인이라고 하였다.²⁷ 국내 화학사고의 대부분이 작업자 부주의나 시설관리 미흡, 운송차량 사고와 같은 인위적 요인으로 발생하며¹⁵ 짧은 노출만으로도 폐부종 등 치명적인 위해를 일으킬 뿐 아니라¹⁵ 화학물질로 인한 장기적인 합병증이나 환경오염에 의한 이차적인 피해는 쉽게 드러나지 않아서 불안과 두려움과 같은 심리적 반응을 더 많이 유발하는 것으로 생각된다. 이는 화학물질에 대한 노출 정도가 클수록 정신과적 증상이 더 증가한다는 기존의 연구 결과들에 의해서도 뒷받침된다.^{6,28} 또한 화학사고 피해자들은 신체화 증상을 많이 보이는 특징이 있는데^{5,29} 이들의 신체증상은 화학물질에 대한 노출 정도뿐 아니라 불안, 우울, 분노와 같은 정신과적 증상과도 연관성을 보여 기질적인 증상과 심인성 증상 모두에 해당할 수 있다는 점을 고려해야 한다.³⁰

방사능 사고

흔히 방사성 물질이라 하면 원자력발전이나 핵무기 같은

Table 1. Summary of studies assessing psychiatric complications after chemical disasters

Authors	Place/Year	Substance/ time lapse	Subjects	Tools	Clinical findings
Ginsberg et al. (2012) ⁴	Graniteville, America (2005)	Chlorine gas 8–10 months	193– 225 victims	Short Screening Scale for posttraumatic stress disorder (PTSD), Holden Psychological Screening Inventory (HPSI), Acute injury severity scale, spirometry	<ul style="list-style-type: none"> Posttraumatic stress (PTS) symptoms : 36.9% FEV1, acute injury, and the HPSI score were associated with increased PTS score. Tendency to panic : acute injury severity and female
Jeong et al. (2013) ¹⁷	Gumi, Korea (2012)	Hydrofluoric acid 10 months	1,404 employees who worked around the accident site	Beck Anxiety Inventory (BAI), Impact of Event Scale-Revised (IES-R)	<ul style="list-style-type: none"> Anxiety disorder : 4.5% PTSD high risk group : 11.2%
Jung et al. (2010) ¹⁹	Taejeon, Korea (2007)	Oil spill Unknown	37 women of Taejeon who participated in psychological intervention program	IES-R, Stress Response Inventory, Heart Rate Variability (HRV)	<p>Mean IES-R : 45.7 ± 18.9 PTSD high risk : 83.7% HRV was improved after intervention</p>
Kim et al. (2007) ²⁰	Taejeon, Korea (2007)	Oil spill 2–3 months	464 adults of Taejeon residents	Interviewed by telephone IES-R, Symptom Checklist-90-Revised (SCL-90-R), personality assessment inventory, life orientation scale, meaning in life questionnaire, social support appraisal scale	<ul style="list-style-type: none"> PTSD (70.6%), anxiety (27.1%), depression (36.6%), suicide idea(9.5%), hostility & aggression (16.8%), paranoid thought (12.6%) Exposure levels positively correlated to psychological distress. Moderators for stress effects: Ways of coping to stress, optimism, meaning to life, and social support
Greve et al. (2005) ²¹	Eunice, America (2000)	Hazardous materials in derailed cars Unknown	52 exposed adults vs. 76 unexposed adults	Minnesota multiphasic personality inventory-2, SCL-90-R, IES-R	<ul style="list-style-type: none"> Emotional distress : 10–40% (exposed group) vs. 5% (unexposed group)
Seethi et al. (1987) ²²	Bopal, India (1986)	Methyl isocyanate 2–4 months	855 medically ill patients in disaster-affected area	self-reporting questionnaire, standardized psychiatric interview	<ul style="list-style-type: none"> 22.6% had psychiatric disease Anxiety neurosis (25%), depressive neurosis (37%), adjustment reaction with prolonged depression (20%), adjustment reaction with predominant disturbance of emotions (16%).
Cullinan et al. (1996) ²³	Bopal, India (1986)	Methyl isocyanate 9 years	484 exposed inhabitants vs. unexposed inhabitants	Questionnaire	<ul style="list-style-type: none"> Fatigue (88%), anxiety (65%), difficulty in concentration (64%), difficulty in decision-making (80%), Irritability(33%)
Ohtani et al. (2004) ²⁵	Tokyo, Japan (1995)	Sarin gas 5 years	34 victims	Clinician-Administered Post-traumatic stress disorder, mini international neuropsychiatric interview, state-trait anxiety inventory, wechsler memory scale-revised, IES-R, self-rating questionnaire	<ul style="list-style-type: none"> lifetime PTSD : 11 (32.4%) current PTSD : 5 (14.7%) PTSD group showed higher anxiety and visual memory impairment
Hong et al. (2015) ²⁶	Korea	Humidifier disinfectant	Humidifier disinfectant victims 17 children, 51 adults	Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9), IES-R	<ul style="list-style-type: none"> Depression : mild (29.4%) moderate (23.5%) severe (5.9%) PTSD high risk : 66.2%

거대 산업을 떠올리나 실제로는 과학, 의료, 산업, 군사기관 등에서 널리 사용되고 있어 우리 생활과 밀접한 관계에 있다. 실제로 국내에서 방사성 물질 사용이 신고 및 허가된 기관수는 2016년 현재 7,273곳으로 꾸준히 증가하고 있으며 이중 44%인 3,221 기관이 서울과 경기, 인천의 수도권에 밀집되어 있어 사고 발생 시 대규모 인명 피해로 이어질 수 있다.³¹ 또한 우리나라는 1978년 고리 1호기 가동을 시작으로 월성, 영광, 울진 네 개 지역에 24기의 원자력 발전소를 가동 중이며 원전이 밀집해 있고 설비의 노후화가 진행되고 있어 주의가 필요하다.^{32,33}

방사선 노출의 신체적 영향을 보면, 단기간에 고선량 방사선에 노출되었을 때 나타나는 급성 방사선 노출 증후군은 수 시간에서 수일 내에 오심, 구토, 설사, 발열, 전해질 불균형, 피부 병변, 혈구감소, 출혈 등의 증상을 동반하며 심할 경우 쇼크, 의식저하, 심혈관계 허탈로 수일에서 수주 내에 사망에 이를 수 있다.³⁴ 방사선 노출에 의한 지연 신체 반응은 노출 후 수개월에서 수년 후에 발생하며 혈관 손상 및 세포분열 저해 등에 의해 신장염, 폐렴, 백내장, 불임, 중추신경계 장애가 나타날 수 있고^{35,36} 장기적으로는 갑상선암, 유방암, 뇌종양, 백혈병 등의 각종 암 발생 위험을 높일 수 있다.³⁷⁻³⁹

방사능 사고는 신체적 문제 뿐 아니라 개인과 집단의 심각한 정신적 고통을 유발할 수 있다(Table 2). 히로시마·나가사키 원폭 생존자를 대상으로 한 연구에서 7.3%가 신경증적 증상을 보였으며, 노출 초기에 급성 방사선 증후군 증상이 있었거나, 폭탄이 투하된 도심지에 살았거나, 근거리에서 노출된 경우 등 노출 정도가 높을수록 불안, 신체화 증상이 많이 나타나 만성적 경과를 보였다.^{9,40} 방사선 노출로 인한 후유증은 수년에서 수십년 후에 나타나는 경우가 많고 자손에게도 영향이 갈 수 있다는 특징 때문에 원폭 피해자들의 정신적 고통은 시간이 경과할수록 증가하며, 사회적 기능이나 대인관계의 붕괴와 같은 증상이 두드러져 삶의 전반에 영향을 미치게 된다.^{9,40-43}

1986년의 체르노빌 원자력 발전소 사고 시에는 생활터전의 파괴, 피난과정에서의 혼란, 사회적 낙인 등으로 인한 피해자들의 이차적 고통 또한 문제가 되었다. 이들은 소위 '체르노빌 레츠'로 불리며 타 지역 사람들이나 의료기관에서도 배척되거나 차별에 시달렸고, 경제적 어려움을 겪기도 하였다.⁴⁴ 방사선 오염지역의 주민들은 36.1%에서 우울·불안, 51.1%에서 신체화 증상을 보이며 비오염지역 주민에 비해 각각 1.84배, 3.16배 증상 발생의 위험이 높았고, 19년 후의 조사에서도 사고 후 피난민들의 19.7%가 외상후스트레스 장애, 29.1%가 주요우울삽화를 겪은 것으로 나타났다.⁷ 또 오염지역의 주민들은 경제적 어려움이나 미래에 대한 불확실성, 사회적 지지가

부족할 때 정신적인 고통의 위험이 높아졌는데, 이와 같이 재난 그 자체 뿐 아니라 이후의 혼란스러운 피난 및 재정착과정도 정신건강의 위험요소가 될 수 있다.⁴⁵

또한 시간이 지나면서 외상후 스트레스 장애나 우울증은 점차 감소함에도 신체화 증상과 만성적 건강 문제는 지속되는 등 방사선 노출에 대한 불안과 신체적 문제가 스트레스 요소가 되기도 한다.⁴⁶ 상대적으로 방사선 노출이 많았던 제염 작업에 참여한 인부들은 사고 이후 18%가 우울증, 5.8%가 불안장애, 3.7%가 외상후 스트레스장애를 겪었으며 자살 위험도 같은 시기의 일반인들보다 1.5배 증가했다.^{47,48} 또한 이들 인부를 포함한 방사선에 노출된 사람들을 대상으로 한 연구에서는 조현병 발생률이 인구 10,000명당 5.4명으로 일반인의 1.1명에 비해 훨씬 높았으며 뇌파상에서도 이상이 나타나 방사선 노출이 정신신경계에 영향을 미쳐 정신질환의 위험을 높일 가능성을 배제할 수 없다.⁴⁹

방사선은 육안이나 감각으로 확인되지 않기 때문에 일반인들이 방사선에 대한 정보가 전무한 상태에서 감지할 수 없는 위험을 마주하게 되면 사회적 공포와 혼란은 더 커질 수 있다. 1979년 미국 TMI 원자력 발전소 핵연료 누출 사고는 피폭선량이 매우 적고, 알려진 인명 피해는 없었음에도 사고가 알려진 후 주변지역 주민들이 신체증상, 불안, 우울이나 침습적 사고와 회피 같은 외상후 스트레스 증상에 시달렸으며 집중력 저하나 높은 소변 내 노르에피네프린, 코티솔 및 혈압과 심박수의 상승과 같은 스트레스 관련 생리적 증상이 나타나기도 하였다.⁵⁰ '보이지 않는 적'에 대한 대중의 불안은 개인과 사회 전반에 실제적인 위협이 될 수 있어 방사능 사고 시 정확한 정보 공유와 지속적인 사후 조사 및 지원이 중요하다.

생물학적 테러

생물테러는 계획된 목적을 성취하기 위해 바이러스, 세균, 곰팡이, 독소 등 생물 또는 생물에서 유래된 물질을 사용해 살상이나 질병을 일으키는 행위를 말한다.⁵¹ 생물테러의 역사를 보면 과거 전쟁에서 죽은 시체로 식수를 오염시키는 단순한 형태에서 시작해 1364년 크리미아 전쟁에서 페스트 환자의 사체를 투석기를 이용해 성벽 너머로 던짐으로써 결과적으로 유럽 전역으로 페스트를 확산시키게 되었으며, 아메리카 대륙 개척시대의 유럽 군대에 의한 아메리카 원주민 천연두 전파와 같이 인류의 역사에 지대한 영향을 미치기도 하였다.⁵² 생물무기의 반인류적 위험성으로 인해 1925년 제네바의 정서 및 1972년 세균학적 및 독소 무기의 개발, 생산, 비축금지 및 파괴에 관한 협정을 통해 국가적인 생물학적 제제의 사용은 금지되었으나 정치·종교 단체나 개인에 의한 생물 테러나 의심 사고는 꾸준히 있어 왔다.⁵³ 20세기 동안 180건의 확

Table 2. Summary of studies assessing psychiatric complications after radiological disasters

Disaster	Authors	time lapse	Subjects	Tools	Clinical findings
Hiroshima and Nagasaki atomic bombing, Japan 1945	Ohta et al. (2000) ⁹	52 years	3756 survivors vs. 955 controls	Postal questionnaire and home visit interviewing, 30-Item General Health Questionnaire (GHQ-30)	<ul style="list-style-type: none"> - High GHQ scores (over 8) : 34.7% (survivors) vs. 12.0% (controls) - Anxiety and depression were milder in survivors than in the controls. - Anergia-social dysfunction, interpersonal dysfunction anhedonia were more severe in survivors. - Risk factors of psychological distress : <ul style="list-style-type: none"> - repeated distressing recollection about atomic bombing, suspicion for relation between the atomic bombing exposure and health problems
Yamada et al. (2002) ⁴⁰	17-20 years	9421 atomic bomb survivors in the adult health study of the radiation effects research foundation	Self-administered medical questionnaire	<ul style="list-style-type: none"> With acute radiation symptoms vs. Without acute radiation symptoms - Anxiety symptoms : Odds ratio (OR)=1.73 - Somatization symptoms : OR=1.99 - Risk factors of anxiety and somatization : <ul style="list-style-type: none"> - people who were in the city at the time of the explosion, age, sex, history of neurotic disorder and ulcer 	
Chernobyl nuclear plant accident, Soviet Union, 1986	Havenaar et al. (1997) ⁷	6 years	1617 residents of the exposed town vs. 1427 residents of town far from Chernobyl	Self-report questionnaire, 12-Item General Health Questionnaire (GHQ-12), Munich diagnostic checklist for DSM-III-R, brief Scales for anxiety and depression, Bradford Somatic Inventory	<ul style="list-style-type: none"> - GHQ≥2 : Odds ratio (OR)=2.03 - Brief Scales for Anxiety and Depression Depression subscale≥3 : OR=2.36 - Bradford Somatic Inventory≥17 : OR=3.16
Vinamäki et al. (1995) ⁴⁵	7 years	325 residents of high-fallout area vs. 278 residents of unexposed area	Self-report questionnaire, GHQ-12	<ul style="list-style-type: none"> - Minor mental disorder in women : 48% vs. 34% - Risk factors of high GHQ : <ul style="list-style-type: none"> - poor financial situation, self-rated poor health, uncertainty about the future, insufficient social support 	
Cwikel et al. (1997) ⁴⁶	8 and 10 years	520 immigrants. 87 from high-exposure areas, 217 from low exposure areas, and 216 controls	Open-ended interviews, Impact of Event Scale (IES), Centers for Disease Control-Depression (CES-D), Symptom Checklist-90 (SCL-90)	<ul style="list-style-type: none"> - 8 years after : PTSD, depression, anxiety and somatization symptoms were significantly higher in exposed respondents than in the comparison group. - 10 years after : level of PTSD, depression and anxiety decreased, but somatization remained at the same level 	

Table 2. Summary of studies assessing psychiatric complications after radiological disasters (continued)

Disaster	Authors	time lapse	Subjects	Tools	Clinical findings
Chernobyl nuclear plant accident, Soviet Union, 1986	Loganovsky et al. (2008) ⁴⁷	18 years	295 chernobyl clean-up workers cohort vs. 397 matched controls	Composite International Diagnostic Interview (CID), IES, SCL-90, WHO Disability Assessment Scale	<ul style="list-style-type: none"> - Depression : 18.0% vs. 13.1% - Anxiety disorder : 5.8% vs. 5.6% - PTSD : 3.7% vs. 1.3% - Suicide ideation : 9.2% vs. 4.1% - Clean-up workers with PTSD or depression had significantly greater work loss than either affected controls - Exposure level was associated with current somatic and PTSD symptom severity
	Rahu et al. (1997) ⁴⁸	7 years	4742 Estonian liquidators	Suicide mortality	<ul style="list-style-type: none"> - Total deaths : 144 - standardized mortality ratio, standardized mortality ratio (SMR) = 0.98 - 28 deaths (19.4%) were suicides (SMR=1.52)
	Loganovsky et al. (2000) ⁴⁹	Over 5 years	-100 acute radiation sickness(ARS) patients and 100 liquidators -analyzing Chernobyl exclusion zone air-chives(1986-1997)	Neurological examination and typical clinical psychiatric interview. Brief Psychiatric Rating Scale (BPRS), the Scale for the Assessment of Negative Symptoms, GHQ-28, Minnesota Multiphasic Personality Inventory, computerized electroencephalogram (EEG)	<ul style="list-style-type: none"> - Increase in the incidence of schizophrenia in exclusion zone personnel in comparison to the general population (5.4 vs. 1.1 per 10,000) - Negative symptoms, suspiciousness, unusual thought content and BPRS scores were associated with the dose of irradiation - Irradiated person showed EEG abnormalities in left frontotemporal area
Three mile island (TMI) nuclear plant accident, USA 1979	Baum et al. (1993) ⁶³	58 months	52 people living within 5 miles of nuclear plant vs. 35 controls	SCL-90-R, IES, proofreading task, sensation seeking inventory, blood pressure, heart rate, urine (epinephrine, norepinephrine, cortisol)	<ul style="list-style-type: none"> - TMI subjects scored higher on the avoidance and intrusion subscales of the IES. - TMI reported more symptoms than control subjects on SCL-90-R - TMI subjects were able to find fewer of the inserted errors (M=35.5%) than were controls (M=60.5%) - TMI subjects exhibited higher levels of norepinephrine and cortisol - TMI subjects exhibited higher blood pressure and heart rate than control subjects

인된 생물학적 제제의 사용이 있었으며 이 중 1990~1999년 사이에 153건의 사례가 발생하였다는 보고도 있어⁵⁴ 전세계적인 생물학적 제제 사용반대 경향에도 생물 테러의 위협은 끊이지 않을 것으로 보인다.

2001년 미국의 911테러 이후 발생한 탄저균 우편물 공격은 생물테러에 대한 경각심을 일깨우는 사례이다. 2001년 9~10월에 걸쳐 미국 정부기관과 언론사로 6개의 탄저균 포자를 포함한 우편물이 배달되었고 이로 인해 5명의 사망자와 22명의 감염자가 발생하면서 미국 사회에 전염병에 대한 불안이 확산되었다. 탄저균에 노출되었던 사람들은 그렇지 않은 사람들보다 불안감이 현저히 높았으며, 탄저균이 배달된 미국 의회의 직원들을 대상으로 한 연구에서는 24.9%가 테러 이후 우울증, 외상후 스트레스장애, 알코올 사용장애 등에 해당하는 증상이 새로이 발생한 것으로 나타났다.^{8,55} 뿐만 아니라 직접 노출 없이 미디어를 통해 탄저균 소식을 접한 사람들에서도 스트레스나 침습, 회피와 같은 외상후 스트레스 증상이 나타났고, 많은 사람들이 우편물 개봉을 꺼리거나 항생제 수요가 증가하고 탄저균 오인 신고가 속출하는 등 사회적 혼란을 야기하였다(Table 3).^{56,57}

생물테러는 감염원이 유포된 후 잠복기를 거쳐 증상 발병까지의 시간적 차이가 발생하기 때문에 조기 발견과 오염범위의 확인이 어렵고, 이상 징후를 감지했을 시에는 이미 대규모 피해로 번져 있을 가능성이 높아 대중의 공포가 크고 사회적 공황 상태를 유발할 수 있다.^{58,59} 발생 초기에는 감염에 대한 걱정이 주요 스트레스 인자로 감염원의 종류, 잠복기, 치명도 등에 따라 심각성은 달라질 수 있는데, 적절한 대처가 이루어지지 않을 시에는 사회 전반에 공포, 분노, 잘못된 정보와 연관된 감염에 대한 마술적 사고나 과민한 반응, 편집증적 사고와 불신 등이 퍼져 혼란을 초래하기도 한다.⁶⁰ 장기적으로는 지연된 신체반응이나 만성적인 건강문제가 나타나거나 감염원이 생태계 변화를 일으켜 풍토병으로 자리잡아 지속적인 문제로 이어질 수 있으며 발암, 기형의 위험을 높일 수 있는데, 이렇듯 예측하기 어려운 장기적 위험은 기존 정신질환을 악화시킬 뿐 아니라 만성적인 스트레스나 불안감, 우울증 및 외상후 스트레스 장애의 위험을 높일 수 있다.^{61,62}

결론

특수재난은 자연재해나 다른 인적 재난에 비해 발생 빈도는 적지만 초반 대처가 늦어질 경우 피해 범위와 규모가 견잡을 수 없이 확산되고 원인물질이 주변 환경에 축적되어 피해가 장기화될 수 있다. 특수재난과 관련된 불확실성은 대중의 공포와 혼란으로 이어지는데, 10~40%의 피해자들에서 신체

Table 3. Summary of studies assessing psychiatric complications after anthrax attack in America, 2001

Authors	time lapse	Subjects	Tools	Clinical findings
Mason et al. (2003) ⁸	1 week	11 exposed people vs. 180 unexposed control	Postal questionnaire Hospital Anxiety and Depression (HAD)	- HAD anxiety score > 10 : 45% - Mean anxiety score was significant higher in exposed persons(8.09) compared with the unexposed control(4.21)
North et al. (2009) ⁵⁵	4-20 months	- 137 workers of the attacked office - 56 were in contaminated area and of these, 11 had an anthrax positive nasal swab test. 81 were unexposed.	Diagnostic Interview Schedule-Disaster Supplement	- 24.9% had a post-disaster diagnosis major depression(12.4%), anthrax-related PTSD (6.6%), panic disorder (1.5%), generalized anxiety disorder (1.5%), alcohol use disorder (2.9%) - Anthrax-related PTSD in exposed people : 14.3% - Any post-anthrax psychiatric disorder: 54.6% of those exposed with a positive nasal swab test-54.6% exposed without a positive nasal swab test-24.4% not exposed-19.8%
Dougall et al. (2005) ⁵⁶	2-3 months, 8 months	300 people who lived distant from the attacks	Postal questionnaire: direct and indirect exposure, perceived risk of anthrax exposure, outlook, psychological distress, Impact of Event Scale-Revised(IES-R)	- Initial anthrax media exposure was a predictor of distress and subsequent anthrax media exposure predicted negative changes in outlook over time. - Perceived risk of anthrax exposure predicted distress and outlook

화 증상, 인지저하 등의 스트레스 반응과 불안장애, 우울증, 외상후 스트레스 장애와 같은 정신질환이 보고되었다. 특수 재난 시에는 신속하고 정확한 정보 공유를 통해 사회적 혼란을 최소화해야 하며, 피해자들에게는 원인 물질의 특성과 인체 및 자연환경에 미치는 영향을 고려하여 장기간에 걸친 면밀한 평가와 지원을 제공하는 것이 중요하다. 산업의 발전과 더불어 국내에서도 특수 재난의 위험은 점점 높아지고 있으나 이에 대한 인식은 여전히 부족한 실정이다. 현재까지는 국내의 대규모 특수재난 사례가 적을 뿐 아니라 이에 대한 연구 대부분이 신체적인 영향이나 재난 대응 및 관리 체계에 초점을 두고 있어 정신적인 영향을 알기가 어렵다. 원인 물질에 따른 신체적 영향은 국가나 문화와 상관없이 거의 동일한데 비해 특수재난에 대한 심리적 반응은 그 나라의 발전 수준이나 문화에 따라 제 각각일 수 있어 외국의 선행 연구를 참고하는 것도 제한점이 있다. 또한 특수재난은 피해범위와 유효기간을 특정 짓기가 어렵고 원인 물질의 완벽한 제거가 거의 불가능하기 때문에 장기적인 영향을 볼 수 있는 코호트 연구가 반드시 필요하다. 따라서 향후에는 특수재난의 정신적 영향에 대해 국내외 환경적·문화적 특성을 고려한 장기적인 추적 연구가 수행되어야 할 것이다.

중심 단어 : 특수재난·화학물질사고·생물테러·방사능·외상·정신적 영향.

REFERENCES

1. Lee HK. The operation condition and improving task of chemical disaster joint prevention center. Seoul: National Assembly Research Service;2015.
2. Dhara VR, Dhara R. The union carbide disaster in bhopal: a review of health effects. Arch Environ Health 2002;57:391-404.
3. Dhara VR, Dhara R, Acquilla SD, Cullinan P. Personal exposure and long-term health effects in survivors of the union carbide disaster at bhopal. Environ Health Perspect 2002;110:487.
4. Ginsberg JP, Holbrook JR, Chanda D, Bao H, Svendsen ER. Post-traumatic stress and tendency to panic in the aftermath of the chlorine gas disaster in graniteville, south carolina. Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol 2012;47:1441-1448.
5. Bowler RM, Mergler D, Huel G, Cone JE. Psychological, psychosocial, and psychophysiological sequelae in a community affected by a railroad chemical disaster. J Trauma Stress 1994;7:601-624.
6. Bromet E, Schulberg HC, Dunn L. Reactions of psychiatric patients to the three mile island nuclear accident. Arch Gen Psychiatry 1982;39:725-730.
7. Havenaar JM, Rummyantzeva GM, van den Brink W, Poelijoe NW, Van den Bout J, van Engeland H, et al. Long-term mental health effects of the chernobyl disaster: an epidemiologic survey in two former soviet regions. Am J Psychiatry 1997;154:1605-1607.
8. Mason BW, Lyons RA. Acute psychological effects of suspected bioterrorism. J Epidemiol Community Health 2003;57:353-354.
9. Ohta Y, Mine M, Wakasugi M, Yoshimine E, Himuro Y, Yoneda M, et al. Psychological effect of the nagasaki atomic bombing on survivors after half a century. Psychiatry Clin Neurosci 2000;54:97-103.
10. Palmer I. The psychological dimension of chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) terrorism. J R Army Med Corps

- 2004;150:3-9.
11. Sullivan GR, Bongar B. Psychological consequences of actual or threatened CBRNE terrorism. In: Bongar B, Brown LM, Beutler LE, Breckenridge JN, Zimbardo PG, editors. Psychology of terrorism. Oxford: Oxford University Press; 2007. p.153-163.
12. Alexander DA, Klein S. Biochemical terrorism: too awful to contemplate, too serious to ignore: subjective literature review. Br J Psychiatry 2003;183:491-497.
13. Tsao JC, Dobalian A, Wiens BA, Gyls JA, Evans GD. Posttraumatic stress disorder in rural primary care: improving care for mental health following bioterrorism. J Rural Health 2006;22:78-82.
14. Kemf E. Global chemicals outlook: towards sound management of chemicals. Nairobi: United nations environment programme (UNEP); 2013.
15. Chemistry safety clearing-house. Statistical information of accidents [homepage on the Internet]. Daejeon: National Institute of Chemical Safety; [cited 2016 Sep 20]. Available from: <http://csc.me.go.kr/status/yearMonthStatisPList.do>.
16. Choi KC. A study on the improvement of disaster management system for response of hazardous material spill. Korean J Hazard Mater 2014;2:43-49.
17. Jeong KS, Ahn YS, Kim HS, Yang WH, Yoon SY, Woo KH, et al., Anxiety disorder and post-traumatic stress disorder of employee who were exposed to hydrogen fluoride. 51th Conference of The Korean Society of Occupational and Environment; 2013 November; Ulsan. Seoul: The Korean Society of Occupational and Environment;2013.
18. Woo KH, Yang WH, Wang SJ. Knowing hydrogen fluoride gas leak accident. Gumi: Soon Chun Hyang University Hospital, Environmental Health Center for Hazardous Gas Exposure;2014.
19. Jung YE, Park MS, Park JE, Woo JM, Choi SC, Chae JH. Effects of multiple psychological interventions based on positive psychology in the forest environments on the victims of oil spill in Taean. Korean J Str Res 2010;18:181-189.
20. Kim KH, Kwon SJ. Psychological impacts of the hebei spirit oil spill event on Taean residents. ECO 2007;12:83-107.
21. Greve KW, Bianchini KJ, Doane BM, Love JM, Stickle TR. Psychological evaluation of the emotional effects of a community toxic exposure. J Occup Environ Med 2005;47:51-59.
22. Sethi BB, Sharma M, Trivedi JK, Singh H. Psychiatric morbidity in patients attending clinics in gas affected areas in bhopal. Indian J Med Res 1987;86 Suppl:45-50.
23. Cullinan P, Acquilla SD, Dhara VR. Long term morbidity in survivors of the 1984 bhopal gas leak. Natl Med J India 1996;9:5-10.
24. Murthy RS. Mental health of survivors of 1984 bhopal disaster: a continuing challenge. Ind Psychiatry J 2014;23:86-93.
25. Ohtani T, Iwanami A, Kasai K, Yamasue H, Kato T, Sasaki T, et al. Post-traumatic stress disorder symptoms in victims of tokyo subway attack: A 5-year follow-up study. Psychiatry Clin Neurosci 2004; 58:624-629.
26. Hong SJ, Hong SB, Do KH, Shin DC. Further investigation and research for humidifier disinfectant damage. Seoul: Korea Environmental Industry & Technology Institute;2015.
27. Glesser GC, Green BL, C. W. Prolonged psychosocial effects of disaster. New York: Academic Press;1981.
28. Smith EM, Robins LN, Pryzbeck TR, Goldring E, Solomon SD. Psychosocial consequences of a disaster. In: Shore J, editor. Disaster stress studies: new methods and findings. Washington, DC: American Psychiatric Press;1986.
29. Kovalchick DF, Burgess JL, Kyes KB, Lymp JF, Russo JE, Roy-Byrne PP, et al. Psychological effects of hazardous materials exposures. Psychosom Med 2002;64:841-846.
30. Dayal HH, Baranowski T, Li YH, Morris R. Hazardous chemicals: psychological dimensions of the health sequelae of a community exposure in texas. J Epidemiol Community Health 1994;48:560-568.
31. Radiation Safety Information System. Information of licensing statistical data [homepage on the Internet]. Daejeon: Korean Institute

- of nuclear Safety; [cited 2016 Aug 17]. Available from: <http://rasis.kins.re.kr/rasis/index.jsp>.
32. KHNP.co.kr. Histry [Homepage on the Internet]. Korea Hydro& Nuclear Power; [cited 2017 Feb 6]. Available from: <http://www.khnp.co.kr/kori/content/316/main.office?mnCd=BR030102>.
 33. OPIS. The worldwide npp by country [homepage on the Internet]. Daejeon: Korea Institute of Nuclear Safety; [cited 2016 Aug 17]. Available from: <http://opis.kins.re.kr/opis?act=KROAA1100R>.
 34. Waselenko JK, MacVittie TJ, Blakely WF, Pesik N, Wiley AL, Dickerson WE, et al. Medical management of the acute radiation syndrome: recommendations of the strategic national stockpile radiation working group. *Ann Intern Med* 2004;140:1037-1051.
 35. Lampert PW, Davis RL. Delayed effects of radiation on the human central nervous system. Early and late delayed reactions. DTIC Document;1964.
 36. Taylor HR, West SK, Rosenthal FS, Muñoz B, Newland HS, Abbey H, et al. Effect of ultraviolet radiation on cataract formation. *N Engl J Med* 1988;319:1429-1433.
 37. Brenner DJ, Doll R, Goodhead DT, Hall EJ, Land CE, Little JB, et al. Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: assessing what we really know. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2003;100:13761-13766.
 38. Kleinerman RA. Cancer risks following diagnostic and therapeutic radiation exposure in children. *Pediatr Radiol* 2006;36:121-125.
 39. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, et al. Radiation exposure from ct scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012;380:499-505.
 40. Yamada M, Izumi S. Psychiatric sequelae in atomic bomb survivors in hiroshima and nagasaki two decades after the explosions. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2002;37:409-415.
 41. Lifton RJ. *Death in life: survivors of hiroshima*: Univ of North Carolina Press;2012.
 42. Okumura N, Hikita H. Results of psychoneurological studies on atomic bomb survivors. *Kyushu Shinkei Seishin Igaku* 1949;1:50-52.
 43. Tsuiki S, Ueno K, Segawa K, Kaburagi S. Experiences of the department of neuropsychiatry nagasaki medical college for five years after the war. *Psych Neurol Jpn* 1951;53:229.
 44. Aleksievich S. *Voices from chernobyl* Seoul: Saeib Publishing Co.; 2011.
 45. Viinamäki H, Kumpusalo E, Myllykangas M, Salomaa S, Kumpusalo L, Kolmakov S, et al. The chernobyl accident and mental wellbeing-a population study. *Acta Psychiatr Scand* 1995;91:396-401.
 46. Cwikel J, Abdelgani A, Goldsmith JR, Quastel M, Yevelson, II. Two-year follow up study of stress-related disorders among immigrants to israel from the chernobyl area. *Environ Health Perspect* 1997;105 Suppl 6:1545-1550.
 47. Loganovsky K, Havenaar JM, Tintle NL, Guey LT, Kotov R, Bromet EJ. The mental health of clean-up workers 18 years after the chernobyl accident. *Psychol Med* 2008;38:481-488.
 48. Rahu M, Tekkel M, Veidebaum T, Pukkala E, Hakulinen T, Auvinen A, et al. The estonian study of chernobyl cleanup workers: II. Incidence of cancer and mortality. *Radiat Res* 1997;147:653-657.
 49. Loganovsky KN, Loganovskaja TK. Schizophrenia spectrum disorders in persons exposed to ionizing radiation as a result of the chernobyl accident. *Schizophr Bull* 2000;26:751-773.
 50. Davidson LM, Baum A. Chronic stress and posttraumatic stress disorders. *J Consult Clin Psychol* 1986;54:303-308.
 51. Kim YT. Preparedness and response to bioterrorism. *J Korean Med Assoc* 2005;48:1022-1027.
 52. Swearingen JR. *Biodefense research methodology and animal models*: CRC Press;2012.
 53. Centers for Disease Control & Prevention. Case of bioterrorism [homepage on the Internet]. Cheongju: Centers for Disease Control & Prevention; [cited 2016 Oct 4]. Available from: <http://cdc.go.kr/CDC/contents/CdcKrContentView.jsp?cid=68374&menuIds=HOME001-MNU2374-MNU0476-MNU2481>.
 54. Carus WS. *Bioterrorism and biocrimes*. Washington, DC: Center for Counterproliferation Research, National Defense University. 1998;7:109-156.
 55. North CS, Pfefferbaum B, Vythilingam M, Martin GJ, Schorr JK, Boudreaux AS, et al. Exposure to bioterrorism and mental health response among staff on capitol hill. *Biosecur Bioterror* 2009;7:379-388.
 56. Dougall AL, Hayward MC, Baum A. Media exposure to bioterrorism: stress and the anthrax attacks. *Psychiatry* 2005;68:28-42.
 57. Lemyre L, Clement M, Corneil W, Craig L, Boutette P, Tyshenko M, et al. A psychosocial risk assessment and management framework to enhance response to CBRN terrorism threats and attacks. *Biosecur Bioterror* 2005;3:316-330.
 58. Durodie B. Facing the possibility of bioterrorism. *Curr Opin Biotechnol* 2004;15:264-268.
 59. Seong BL. The new threats of bioterrorism: the domestic and foreign trends and directions of responses *Disaster & Safety* 2012;14: 28-31.
 60. Holloway HC, Norwood AE, Fullerton CS, Engel CC, Jr, Ursano RJ. The threat of biological weapons. Prophylaxis and mitigation of psychological and social consequences. *JAMA* 1997;278:425-427.
 61. Venkatesh S, Memish ZA. Bioterrorism--a new challenge for public health. *Int J Antimicrob Agents* 2003;21:200-206.
 62. Wessely S, Hyams KC, Bartholomew R. Psychological implications of chemical and biological weapons. *BMJ* 2001;323:878-879.
 63. Baum A, Fleming I. Implications of psychological research on stress and technological accidents. *Am Psychol* 1993;48:665-672.