

핵 및 방사선 사고 시 긴급의료체계의 현황



왕 순 주 >>
한림대학교 응급의학과 부교수

1. 서론

최근 북한의 핵실험과 관련해 핵 및 방사선과 관련된 위기 상황에 대한 여러 분야의 예방과 대응이 큰 관심을 끌고 있다. 그러나 국내의 가능한 핵 및 방사선과 관련된 위기 상황은 단순히 북한의 핵실험과 관련된 사항 말고도 다양한 위험 요소가 존재하고 있는 것이 사실이다. 전력 생산에 필수적인 역할을 담당하게 된 원자력발전소의 사고나 테러와 관련된 위험, 의학 등 이제는 여러 분야에서 사용되는 방사능 물질에 관련된 위험, 방사능 물질의 운송 중 일어날 수 있는 위험 및 기타 예기치 못한 방법의 테러나 사고도 핵 및 방사선과 관련된 위기 상황을 발생시킬 수 있다.

이 중 대표적인 원자력발전소는 1978년 상업형 원자로인 고리원자력 1호기 운영이래, 20호기가 운영 중에 있으며, 우리나라 전력생산의 40% 이상

을 담당하는 중추적 역할을 수행해 오고 있다. 이러한 원자력의 유용성과 더불어, 방사선 이용증대로 인한, 방사선 사고의 위험도 항시 존재하고 있다. 현재 발생하는 방사선사고의 대부분은 비파괴업체 등의 산업체 사고이며, 주로 선원을 취급하는 과정에서의 부주의나 무지에서 일어난 사고들이다. 원자력발전소 사고는 드물게 발생하는 반면, 발생 시에는 대규모의 인명피해 및 환경문제 등이 가능하다. 역사상 원자력발전소 사고 중 가장 심각했던 사고는, 1986년 4월 발생한 체르노빌 원자력발전소 사고로서, 이 사고로 콘크리트 건물의 천장과 외벽이 붕괴되어 화염에 휩싸였으며, 원자로 내에 있던 방사능 물질은 폭발 바람과 함께 국경을 넘어 퍼져서, 전 세계를 공포에 빠지게 했다. 이 사고로 방출된 방사능양은 히로시마 핵폭탄 투하로 인한 방출량의 5백배 정도로 추정된다. 체르노빌 사고로 인해 전체 134명의 환자가 사고 초기에 급성방사선 증후군으로 판정되었으며, 이들 중 28명의 환자들이 사고 초기 3개월 만에 사망했다. 또한 이 사고여파로 1990년부터 발전소 주변국에서 소아 갑상선암의 증가가 보고되고 있으며, 전 세계적으로 사회적, 경제적, 심리적 악영향을 끼쳤다. 따라서 핵 및 방사선 사고를 대비한 효과적인 의료 대책이 필수적인 문제로 대두되었다.

2. 핵 및 방사선 사고 시 긴급의료체계

2.1 핵 및 방사선 사고 시 긴급대응체계

원자력발전소의 예에서는 방사선 비상을 발전설비에 비정상적인 사태가 발생하여 발전소 주변 환경과 인근주민이나 종사자의 인명에 영향을 줄 우려가 있어 경계가 필요한 경우 발령하여, 만약의 경우를 대비하여 비상의 종류에 따라 적절한 조치를 취한다. 방사선 비상사고는 사고의 심각성에 따라 백색비상, 청색비상, 적색비상 3종류로 구분한다.

국가 방사능 위기 대응 조직은 과학기술부를 중심으로 한 중앙정부 조직으로서 과학기술부 장관이 장인 중앙방사능방재대책본부가 있고, 그 밑에 과학기술부 차관이 장인 현장방재지휘센터와 더불어 합동방재대책협의회 연합정보센터가 있다. 각 지역에는 주민보호 조치를 주 임무로 하는 지역방사능방재대책본부 및 방사능사고 완화를 책임지는 한국수력원자력 산하 원자력발전소비상대책본부가 있다. 또한 이들의 조직을 지원하기 위하여 원자력안전기술원의 방사능방호기술지원본부와 원자력의학원의 방사선비상의료지원본부가 있어 각각 현장파견기술지원단과 현장파견의료지원단을 두고 있다. 현장방재지휘센터에는 합동방재대책협의회, 연합정보센터 및 합동방사선감시센터가 있어 현장방재지휘센터의 모든 주요사항을 지원 및 자문한다.

2.2 핵 및 방사선 사고 시 긴급의료대응조직

핵 및 방사선 사고 시 만일에 있을 인명손상에 대비해, 국가적으로 1, 2차 방사선비상진료 지정의료기관을 두고 있으며, 원자력발전소 자체적으로 주변 병원들과 1, 2차 협약을 맺어 방사선 비상진료체계를 구축해두고 있다.

상기한 바와 같이 방사선비상진료 지정의료기관과 원자력발전소의 협약병원은 1차 및 2차로 나뉘어

진다. 1차 지정 혹은 협약병원은 원자력발전소에서 20~30분 거리에 위치하는 병원들로 방사선 피폭환자의 응급치료를 담당하고 있다. 2차 지정 혹은 협약병원은 원자력발전소가 위치한 지역의 주요 대형의료기관으로 구성되어 있으며, 심각한 손상이 있는 환자에게 중환자 치료나 골수이식 등의 전문적 치료를 지원하게 된다. 현재 방사선비상진료 지정의료기관들은 표 1, 2와 같다.

표 1. 2차 방사선비상진료 지정의료기관

| 번호 | 지역 | 기관 |
|----|--------------------------------------|---------|
| 1 | RI산업체 밀집 (화성, 안산, 평택, 용인, 시흥, 성남) | 서울대학교병원 |
| 2 | | 가천의대길병원 |
| 3 | | 아주대학교병원 |
| 4 | | 국군수도병원 |
| 5 | 하나로시설, RI산업체 밀집(천안, 아산) | 충남대학교병원 |
| 6 | RI산업체 밀집(진천, 청주, 청원) | 충북대학교병원 |
| 7 | 영광원전 | 전남대학교병원 |
| 8 | | 전북대학교병원 |
| 9 | 월성, 울진 원전 | 경북대학교병원 |
| 10 | RI산업체 밀집(창원, 여수) | 경상대학교병원 |
| 11 | 울진원전 | 울산대학교병원 |
| 12 | 고리원전 | 부산대학교병원 |
| 13 | 국제관광도시 | 제주한라병원 |
| 14 | 하나로시설, RI산업체 밀집(천안, 아산) | 국군대전병원 |

표 2. 1차 방사선비상진료 지정의료기관

| 번호 | 지역 | 기관 |
|----|---------------------|------------|
| 1 | 영광원전 | 영광종합병원 |
| 2 | | 영광기독병원 |
| 3 | | 고창병원 |
| 4 | 월성원전 | 경주동국대병원 |
| 5 | | 울산동강병원 |
| 6 | 고리원전 | 기장병원 |
| 7 | | 부산침례병원 |
| 8 | 울진원전 | 지방공사울진의료원 |
| 9 | | 지방공사삼척의료원 |
| 10 | 하나로시설, RI산업체 밀집(천안) | 지방공사천안의료원 |
| 11 | RI산업체 밀집(구미) | 순천향대학교구미병원 |
| 12 | RI산업체 밀집(여수) | 여수성심종합병원 |

2.3 핵 및 방사선 사고 시 긴급의료대응 단계

① 사고신고 접수

비상진료팀을 소집하는데 여기에는 각 비상진료팀들 및 응급 수술팀들이 포함된다. 또한 방사선비상진료 지정의료기관 및 원전지역 협약병원과 지역 보건소에 신고 내용을 통보하고 필요 시 사고현장에 의료지원팀을 파견할 수 있도록 조치한다. 보건의료분야가 아닌 관련유관기관에 내용을 통보하여 협조체제를 유지하는데 중앙119구조대 헬기나 인근 협약병원 장비 및 인력 지원 요청 등이 포함된다.

② 방사선비상진료 상황실 설치 및 운영

사고 규모 및 환자 발생 범위 등 현장의 상황을 파악하고 원자력의학원은 방사선비상의료지원본부로 전환되게 된다.

③ 비상진료팀 현장 파견

사고 지역 협약병원 비상진료팀 및 보건소 응급진료팀의 지원을 받는데, 현장방사능방재지휘센터장은 과학기술부 소속 공무원이 되고, 현장방사능방재지휘센터 의료지원반은 지역보건소 직원 및 방사선비상진료팀원이 맡게 되며, 현장합동방사선비상의료지원반은 중앙 파견팀 또는 협약병원 파견팀의 리더가 상황에 따라 맡게 된다.

국가방사선비상진료센터의 각 비상진료팀들 및 응급수술팀은 후송환자를 위해 센터 내 대기하고 후송환자를 위하여 일반병동의 환자 일부를 소개시킨다.

④ 후송 환자에 대한 후속 조치

후송된 환자가 정밀검사를 요하거나 피폭의 정도가 큰 경우는 격리병동에 입원시켜 진행정도를 관찰 및 치료하게 된다. 또한 일반병동은 방사선 특수병동으로 전환하여 피폭의 정도에 따라 분류, 치료하며 수술을 요할 경우 방사선 응급 수술팀 활용하게 된다.

⑤ 상황실 보고

현장 및 후송 후 처치에 대한 모든 상황을 과학기술부 상황실에 지속적으로 보고하게 되며, 관련 유관기관에 지속적으로 정보를 제공하여야 한다.

⑥ 종합 후속 조치

피폭선량에 대한 평가 자료를 수집하고, 후송 및 입원환자에 대한 관리와 의무기록 정리 및 데이터베이스화를 시행하고, 사고현장에 참여한 의료진에 대한 방사선 영향에 대한 추적관찰 및 검사를 시행하며, 방사능 사고에 관여했던 관련기관에 후속 정보를 제공한다.

상기와 같은 기본 대응단계는 핵 및 방사선 사고 피해자의 수가 적을 때(보통 3인 이하)와 대형사고일 때(보통 50인 이상) 그 대응에 차이가 있다. 중간 정도의 피해자는 상황에 따라 양 대응방법을 적절히 혼용한다. (그림 1,2)

피해자 수가 적을 때는 사고발생 연락부터 피해자 이송 및 처치에 이르기까지 평소의 방사선 비상진료 능력을 이용하게 된다. 따로 조직의 변화나 대규모 인력, 자원 동원이 이루어지지 않는다. 현재까지 대부분의 경우가 이러한 종류의 대응 경험이었다.

피해자 수가 많을 때는 단순 사고 피해자가 아닌 대량환자 피해자 발생으로 접수가 되고 비상진료팀 구성, 상황실 설치, 비상의료본부로의 전환 등 조직

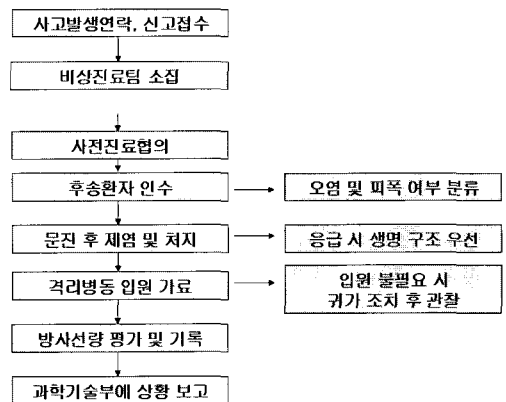


그림 1. 피해자 수가 적을 때 긴급의료대응 순서

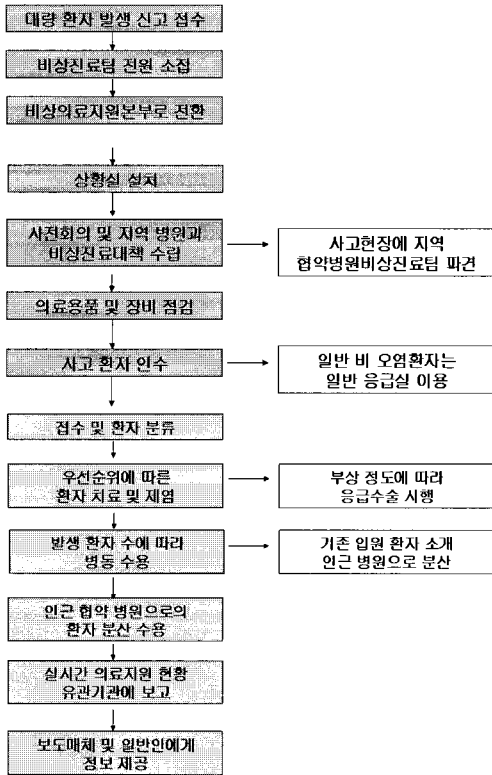


그림 2. 피해자 수가 많을 때 긴급의료대응 순서

적인 체계에 평소와 변화가 이루어지게 된다. 또한 인력과 자원의 동원이 뒤따르고 1,2차 협약 의료기관과도 유기적인 협조체계를 이루게 된다.

2.4 핵 및 방사선 사고 시 현장에서의 긴급 보건의료 활동

핵 및 방사선 사고 시 현장에 도착하게 되면 타 관련 부서와 협동하여 현장지휘본부와 더불어 현장방사선비상진료소를 설치하여 활동하게 된다 (그림 3). 현장에서의 긴급 보건의료 활동은 현장방사선비상진료소를 중심으로 이루어지는데 이와 관련된 주기적인 훈련이 이루어지고 있으며, 진료처치 이외에 주민의 보건 안전과 오염 여부 확인 및 분류도 핵 및 방사선 사고 시 현장에서의 중요한 업무가 된다.

많은 주민들이 위험지역에서 대피하게 되지만 대피소로 가기 전에 먼저 오염 여부가 확인되어야 하며 그 잠정적 결과가 지속적으로 기록되어야 한다. 오염 여부의 분류를 통하여 오염된 주민

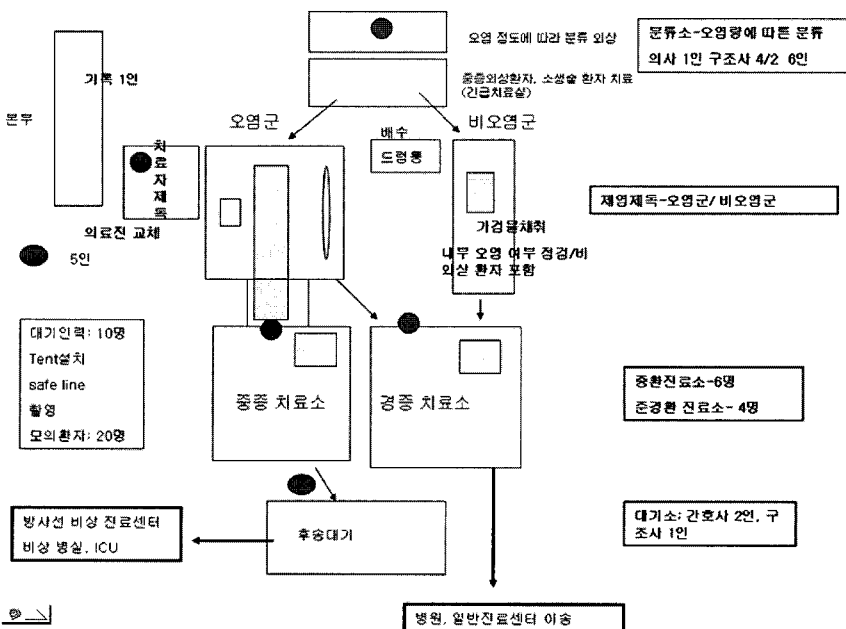


그림 3. 현장방사선비상진료소 구축의 예

은 주로 합동 방사선 비상진료팀이 맡게 되며 비오염 주민은 보건소를 비롯한 지역 의료진이 담당하게 된다. 특히 오염된 주민은 철저한 등록 및 오염제거를 시행하고 내부오염 의심자는 이송하게 된다.(그림 4.)

원전 지역에서는 발전소 인근 주민보호를 위해 발전소 반경 2km 지역내의 주민들이 비상상황을 청취할 수 있는 경보방송설비를 설치하고, 방사성옥소가 인체 내의 갑상선에 침적되는 것을 방지하기 위한 갑상선 방호약품을 지방자치단체에 배포되어 있다. 또한 발전소를 중심으로 반경 약 8.10km 의 지역을 비상계획구역 으로 설정하여 운영하고 있고, 지방자치단체는 유사 시 비상계획구역내의 주민들이 신속하게 대피할 수 있는 학교 등 공공건물을 대피시설로 사전 지정, 관리하고 있다.

방사성요오드가 환경으로 누출되었을 경우 복용하여 인체 갑상선의 방사선피폭을 방지하기 위한 KI 정제는 방사성요오드에 피폭 전 12시간 이내에 복용하면 인체에 유해한 방사성요오드의 갑상선 침착을 거의 모두 방어할 수 있으며 복용은 1세 이상에서 하루 130mg 씩의 투여를, 1세 미만에서는 하루 65mg

의 복용이 권고되고 있다.

2.5 핵 및 방사선 사고 시 긴급의료팀의 역할

핵 및 방사선 사고 시 긴급의료팀의 역할은 사고 현장 또는 의료기관에서 직접적인 의학적 혹은 방사선학적 의료구조에 임하는 것으로서 그 업무는 피폭 환자의 분류, 내 외부 오염 측정/제거/치료, 방사선 장애의 진단 및 예후 판정 및 핵 및 방사선 사고 관련 세포유전학적 검사/생물검사/체내 계측 등이다.

이 중 비상진료팀으로서 현장에 출동한 팀은 현장에서 여러 가지 업무를 수행하는데 그 내용은 다음과 같다.

- 환자 분류 : 경중도의 분류, 오염/비오염의 분류
- 응급의료구조 : 인명구조 위주의 응급처치 시행
- 사고현장의 1차 제염 : 의복 제거 및 필요에 따라 내부오염의 피폭 검사 시행
- 선량계측 : 사고 지역 응급환자 및 사고 구역 내 주민에 대하여
- 합동 의료구조 : 사고지역, 지정 1, 2차 의료기관과의 협력

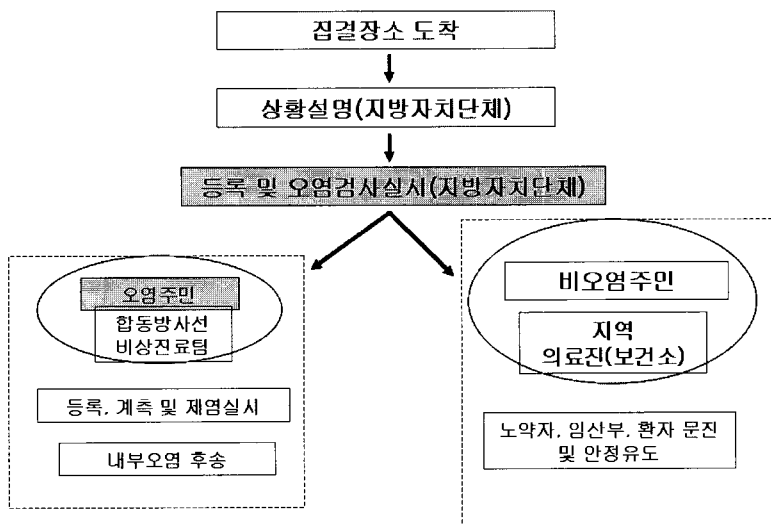


그림 4. 오염 여부를 기준으로 한 주민 소개 흐름

- 유관기관과의 대응 : 방사능 오염환자 분류에 따라서
- 응급환자의 후송 결정 : 1차 지정병원→2차 지정병원→3차 중앙의료기관
- 기술자문 및 인력/장비 지원 : 사고 인근 지정 병원과의 합동의료구호에 있어서
- 현장합동의료구호반 지휘 : 지자체 및 지역 보건소의 지원을 받아
- 사고현황 보고 : 현장방사능방재지휘센터 및 의료지원본부에

응급의료팀의 구성은 응급의료팀장으로서 1인의 의사가 사고 현장, 협약병원, 중앙에 구성된 응급의료팀의 리더로서 활동하며 그는 방사선사고 시 환자 응급치료를 지휘하는 책임/권한을 보유하고, 평상시 방재훈련의 의료구호를 주도하게 된다. 또 다른 의사 1인은 사고현장 주변 지정병원과 중앙 응급의료팀 의사 중에서 선발하여 의학적 치료 및 제염을 주도적으로 수행하게 되는데 보통 응급의학과, 핵의학과, 치료방사선과, 혈액종양과, 일반외과, 피부과 등 관련 과목 의료진 중 선발하게 된다.

방사선안전관리자로서 방사선보건물리요원이 2인 이상 필요한데 이들은 선량평가, 방사선측정, 신속한 오염 검출, 오염제거를 지원하며, 환자도착구역의 외부오염 감시를 지시 및 감독하고, 방사선피폭/오염 환자 치료에 대하여 의료진에 자문 역할을 하게 된다.

간호사도 3인 이상 필요한데 이들은 환자분류 및 응급처치를 수행, 보조하고, 처치구역 내에서 의사를 도와 업무를 수행하고, 오염제거실 내외 출입구에서 필요 업무를 수행하게 된다.

의료행정요원은 사고지역의 안전요원 또는 통제요원의 업무를 함과 동시에 사고현장, 중앙, 정부를 연계하는 정보공개의 단일창구로서 사고환자를 위한 입원병실 확보 및 와 언론, 보호자와의 중재 등의 업무를 맡는다.

3. 결론 및 제언

상기 기술한 바와 같이, 방사선 피폭 피해자에 대한 대응은 체계와 조직 면에서는 잘 정비된 것으로 보이나, 실제 대형 핵 및 방사선 사고에 대한 실제 경험이 거의 없고 점점에서의 인력들이 대부분 다른 업무를 주로 하고 있는 인력들이어서, 주기적 훈련에도 불구하고 실제 사고 시 대응이 원활히 될지는 아직 의문시 된다. 또한 협약지정병원이나 기관에 필요 장비, 자원이 부족하고 핵 및 방사선 사고 시에 대응에 대한 투자 중 긴급의료에 대한 부분이 타 분야에 비해 소외되어 있는 실정이다. 따라서 이에 대한 투자 및 연구가 더 활발히 이루어져야 현재의 부족한 부분의 보충 및 문제가 해결될 것이다.

참고문헌

1. 박찬일, 김종순, 이재기, 임상무, 조영갑 등. 방사선 비상진료를 위한 표준진료 지침서 개발, 과학기술부 최종보고서, 1999 : 267-301
2. 이재기. "방사선 상해분쟁 사례와 대책" 저준위 방사선 영향과 방호의 책임문제, 1998년 한국원자력학회 춘계 워크샵 보문집, 89-106, 1998.5.29, 경희대학교.
3. Collins VP. "Summary of experience in radiation litigation" in: Handbook of Management of Radiation Protection Programs, K.L. Miller ed., pp.411-443, CRC press (1992).
4. Dept. of Health and Human Services, Report of the National Institute of Health Ad Hoc Working Group to Develop Radioepidemiological Tables, NIH publication No. 85-2748, Depart. of Health and Human Services (1985).
5. Gusev IA, Guskova AK, Mettler FA.

- Medical Management of Radiation Accidents. 2nd ed. CRC, 2001:15-22,195-2097.
6. Jose DE. "Preparing for court appearances," in: Handbook of Management of Radiation Protection Programs, K.L. Miller ed., pp:449-451, CRC press (1992).
7. Murata H, Akashi M,. The report of the criticality accident in a uranium conversion test plant in Tokaimura, NIRS. 2002: 1-36
8. IAEA, The Radiological Accident in Yango. IAEA. 2000
- 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-11266-0)지원으로 수행되었음.