

동

향

방사선사고에 대한 비상진료



장 지 영

방사선보건연구원 MD

서론

방사선사고로 생긴 인체손상 및 인명피해는 인류가 방사선을 발견한 직후부터 시작되었다고 할 수 있다. 1895년 뢰트겐(Wilhelm Conrad Röntgen)이 처음으로 X-선을 발견하고 1896년 베크렐(Henri Becquerel)이 방사능 물질을 발견한 당시에는 방사선이 생체에 미치는 영향에 대하여 알려진 바가 없어 방사선차폐나 방호의 개념이 도입되지 않았었다. 따라서 방사선이 발견된 초기부터 상당한 기간동안 방사선작업자들은 방사선에 대한 피해에 무방비 상태였다. 메리 큐리와 그의 딸 앤 큐리가 백혈병등의 방사선장애로 사망한 것은 유명한 예이다. 1940년대까지의 방사선사고는 방사선 작업자나 종사자들에 국한된 것이었고, 대량의 방사선피폭은 1945년 일본 히로시마 나가사키에 투하된 원자폭탄에 의한 것이다.

이후 1986년 체르노빌 원자력발전소의 화재로 인한 대형 방사선사고, 1987년 브라질 고이아니아(Goiania)에서 일어난 Cs-137 오염사고 등 대중에게 대량으로 피폭되는 사례들이 있어서 방사선사고 시 응급 및 일반의료처치에 많은 실례와 교훈을 보여주었다. 특히 최근 발생한 일본 JCO 핵연료봉사고와 울산 RI 오염사고는 중앙정부와 지자체의 유기적 협력체계에 의한 신속한 초기 대응조치와 국가비상대응체계 및 응급의료가 얼마나 중요한지를 보여준 실례라고 할 수 있다. 방사선사고는 원자력발전소의 방사능 누출, 핵연료주기시설 등의 임계사고, 방사성물질 운반사고, 방사성동위원소(RI) 오염사고, 핵추진 인공위성 등의 추락, 지상 핵실험에 의한 낙진피해 등 다양한 유형으로 발생할 수 있다. 이러한 방사선사고시 대처하는 비상 대응 방법 및 절차와 응급의료에 대하여 미흡한 면

이 없지 않아 있지만 간략하게 소개하고자 한다.

방사선사고 연락체계

방사선사고시 사업자는 안전조치후 한국원자력 안전기술원(KINS)으로 연락하고, KINS는 과학 기술부의 방사선안전과로 보고하여 비상사태에

들어간다. 이후 과학기술부의 지시를 받는다. 방사선사고시 과학기술부의 총괄적인 조정하에 KINS는 방사능방호에 대한 기술지원을 하게 되고, 사업자는 사고의 확대방지와 수습 및 방사성작업종사자를 보호하는 역할을 하게되며, 지방자치 단체는 주민보호 및 환경보존의 업무를 담당하게 된다(그림 1).

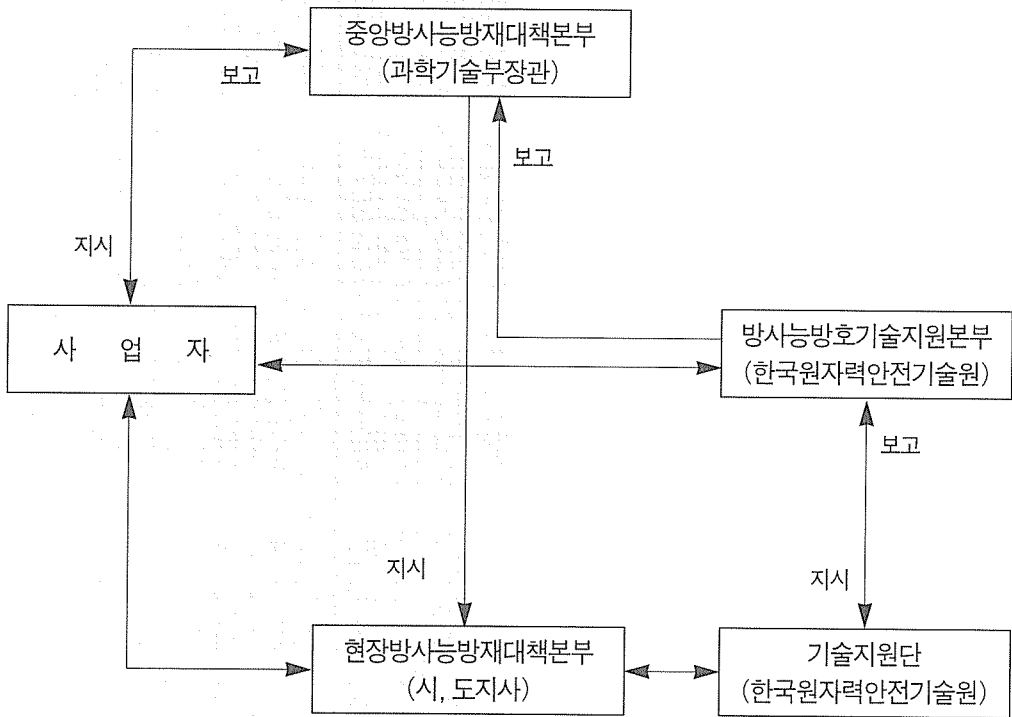
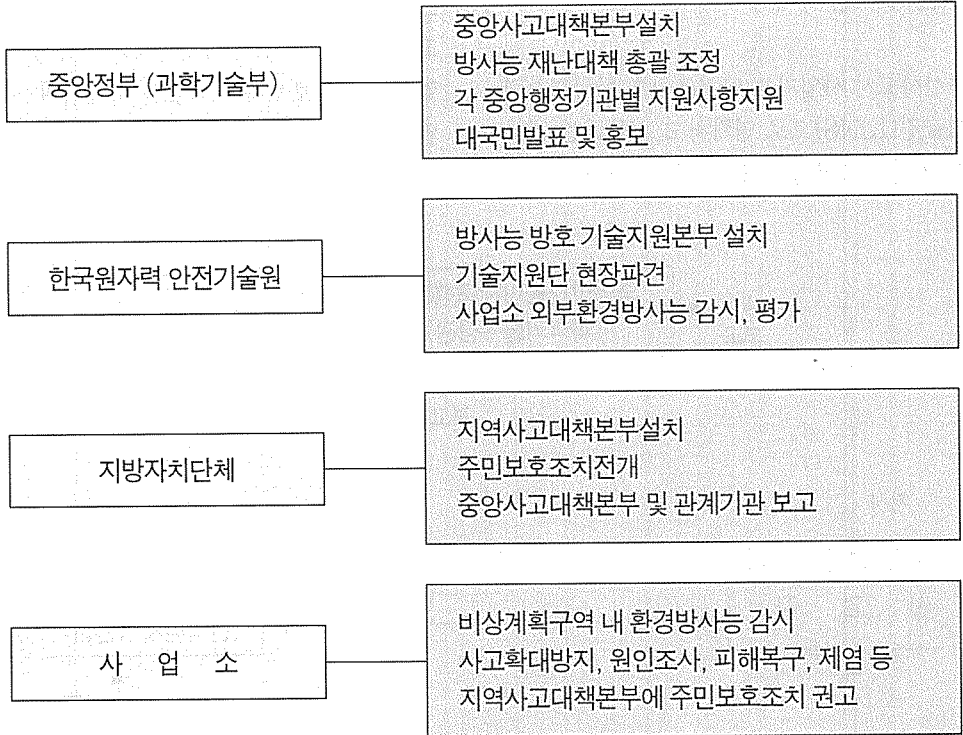


그림 1. 방사능방재 체계

각 기관별 업무를 살펴보면 중앙정부는 중앙사고 대책본부를 설치하여 방사능방재대책을 총괄하고 각 중앙행정기관별 지원사항을 지원하게 된다. 한국원자력안전기술원은 방사능방호기술지원부를 설치하여 기술지원단을 현장에 파견하고 사고조사 및 기술지원을 하게되며, 사업소의 외부환경방사

능 감시 및 평가를 하게된다(표 1). 지방자치단체는 지역사고대책본부를 설치하여 주민보호를 위해 대피, 음식물섭취제한, 치안 등의 조치를 하게된다. 사업소는 비상계획구역 내 환경방사능을 감시하게되며, 사고확대방지, 원인조사 및 피해복구와 제염활동을 하게된다

표 1. 각 기관별 임무



방사선사고 비상진료

방사선사고시 일반적인 관리는 급성피폭량이 1 Gy를 넘지 않도록 감시조치와 제염이 필요하고, 최소한의 구급처치 후 혈액, 배설물 등을 수거하여 검사를 의뢰하며 환자가 발생하였을 때에는 특수진료기관으로 환자를 수송해야 한다. 방사선에 오염된 환자를 수용하는 시설은 구급차 도착지부터 오염구역까지 방수비닐을 씌우고 방사선 응급구역을 설정하여 환자에 의한 오염확산을 막아야 한다. 또한 오염제거설과 방사선구역은 바닥에 흡수지나 비닐을 씌우고 병원의 일반병동과 구분하여 환기를 차단해야 한다. 방사선사고 환자처

치는 의학적 손상에 대한 처치가 우선되어야 하므로 환자의 호흡과 순환 유지 및 지혈 등 의학적 안정 후 외부오염확산 방지와 환자와 의료진의 내부오염을 막는 조치가 뒤따르게 된다. 오염제거는 체크포인트를 설정하고, 환자가 병원에 들어오는 입구에서 계측하게 된다. 외부오염계측은 그림과 같이 시행하게 된다(그림 2). 오염제거는 환자처치가 가능한 통제구역을 확보하고 바닥을 닦아 오염물질이 남지 않도록 해야하며 통제구역에는 외부인의 접근을 제한해야 한다. 통제구역을 지나 모든 물품과 인원은 모니터를 해야하고, 완충구역을 설정하여 오염이 기준준위이하로 떨어지면 이동할 수 있게 해야 한다. 오염된 모든 물품은

엄격하게 관리되어야 한다. 오염제거의 원칙은 먼저 의복을 제거하고, 방사선 오염부위, 오염준위, 오염물질 등에 대한 survey와 기록을 한다. 이후 시료를 채집하고, 제염을 하게 된다. 제염은 개방된 상처, 개구부, 다음에 정상적인 피부 순서대로 시행하게 된다. 이때 오염확산방지를 위하여 제염과정의 분류 및 기록을 하게 된다. 외상이 없는 경우에는 방사성물질에 노출된 신체부위를 비누와 물로 세척한다. 이러한 간단한 세척만으로도 95%정도의 제염이 가능하다. 오염된 환자를 세척한 물 역시 오염되어 있으므로 폐기물 관리에 따라 용량이 크고 비닐로 덧씌워진 컨테이너에 수집하게 되고 환기를 통제하게 된다. 오염된 외상이 있는 환자는 외상에 대한 처치 후 외부오염방지 및 환자와 의료진의 내부오염방지를 하게 된다. 개방성 상처의 오염제거는 가장 먼저 시행하게 되는 외부오염처치 부위이며 약 3분 정도 생리식염수로 세척한 후 방사능을 계측한다. 반복적인 세척으로 계측된 방사능이 배후방사능 정도이거나 평형상태가 되도록 한다. 반복적인 세척에도 불구하고 계속적인 오염이 지속되면 3% 과산화수소용액 혹은 다른 적절한 용액으로 세척한다. 다른 오염된 외상에 대한 처치가 필요한 경우에는 이미 제염이 끝난 부위는 상처를 덮어두고 시행한다(그림 3). 의료진은 사용한 기구나 장갑, 덮개 등은 사용 즉시 교환해야 하며 오염확산을 막기 위해 방수천을 깔고 환자처치를 시행한다. 오염된 외상이 있는 환자는 외상의 의학적 안정과 외부오염의 확산방지 및 환자와 의료진의 내부오염을 막는다는 원칙 하에 치료가 이루어져야 한다. 눈의 오염은 오염된 쪽으로 머리를 기울여 내측의 비루관을 통해 코로 오염물질이 들어가지 않도록 주의하면서 다량의 소독수나 생리식염수로 세척하고, 계측하면서 필요시 반복한다(그림 4).

귀의 오염은 light를 비추어 면봉으로 검체를 얻고, 소량의 물로 부드럽게 세척하면서 자주 흡입한다. 고막이 천공된 경우에는 세척하지 않는다. 고막천공 시에는 세척액이 중이와 내이의 점막에서 흡수되어 Eustachian tube를 통해 목으로 흘러 들어갈 수 있기 때문이다(그림 5). 코나 입의 오염은 가능하면 머리를 옆이나 아래로 기울이고 소량의 물로 부드럽게 세척하며 자주 흡입하고 환자로 하여금 삼키지 않게 한다(그림 6). 만일 오염물질의 섭취가 의심되면 비위장관 튜브를 위장에 넣고 흡입하여 내용물을 계속한다. 모발의 오염은 약한 샴푸로 세척하고 행군다. 계측하고 필요하면 반복한다. 오염이 지속되면 모발을 묶으며 면도기로 자르지 않는다.

내부오염은 주로 흡입, 경구섭취, 상처가 있는 피부를 통하여 흡수된다. 또한 상처가 없는 피부를 통한 흡수도 가능하다. 내부오염은 4단계 경로를 거치는 데 1단계는 피부, 점막, 소화관, 호흡기관, 상처 등의 흡수경로를 따라 침착 된다. 2단계는 혈액이나 림프액을 따라 이동하게 되고, 3단계는 목표장기에 침착하게 되며, 마지막으로 소변이나 대변을 통해 제거된다. 내부오염의 제염은 피폭 후 3시간 내에 시행하는 것이 효과적이지만 치료하고자 하는 핵종이나 동위원소의 종류를 알기 전에는 치료가 어렵다. 따라서 가능한 빨리(2시간 내) 동위원소나 방사성 핵종에 대한 정보를 얻어야 한다.

방사선사고 후 적어도 1-3시간 내에 치료를 받게 되면 2-10 배의 선량감소효과를 가져올 수 있다. 치료에 의한 위험을 생각할 수 있으나 치료로 인한 위험보다는 치료를 받지 않음으로 초래되는 위험이 훨씬 심각하므로 반드시 조속한 시간 내에 외부오염에 대한 처치가 필요하다.

긴급의료에 투입된 의료인의 피폭은 250 mSv를 넘지 않도록 관리되어야 한다.

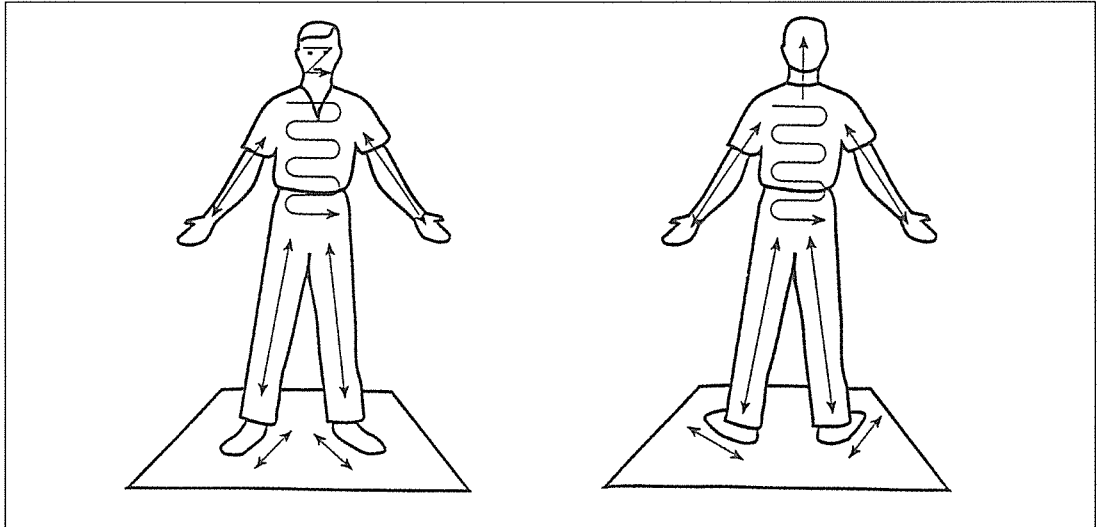


그림 2. 외부오염검사

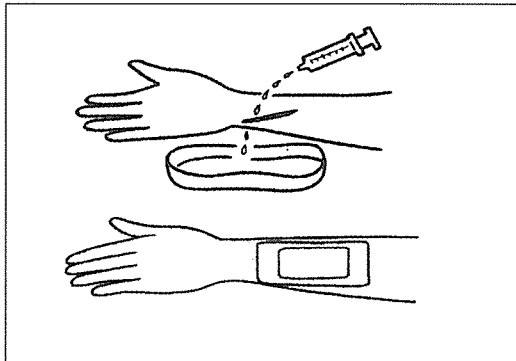


그림 3. 창상부위 제염

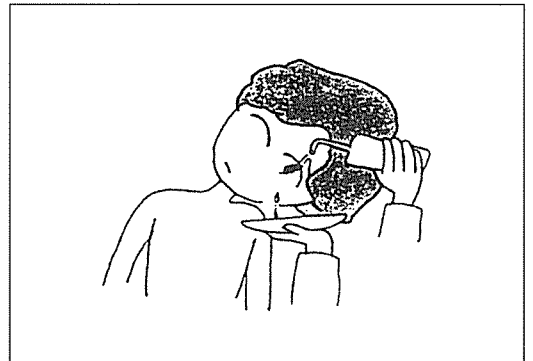


그림 4. 눈의 오염제거

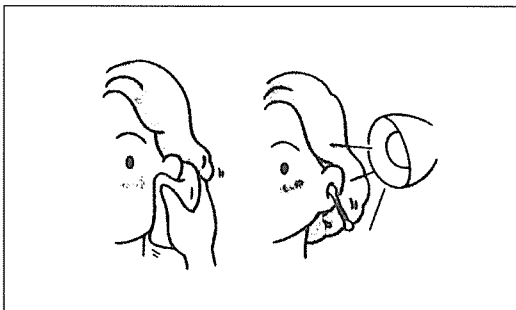


그림 5. 귀의 오염제거

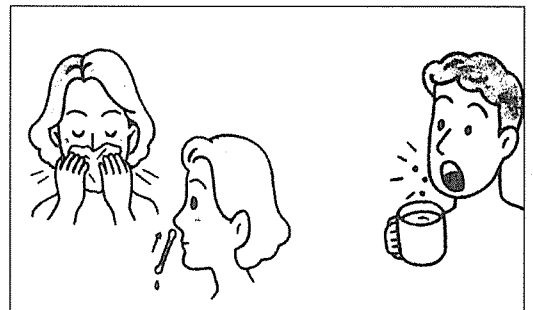


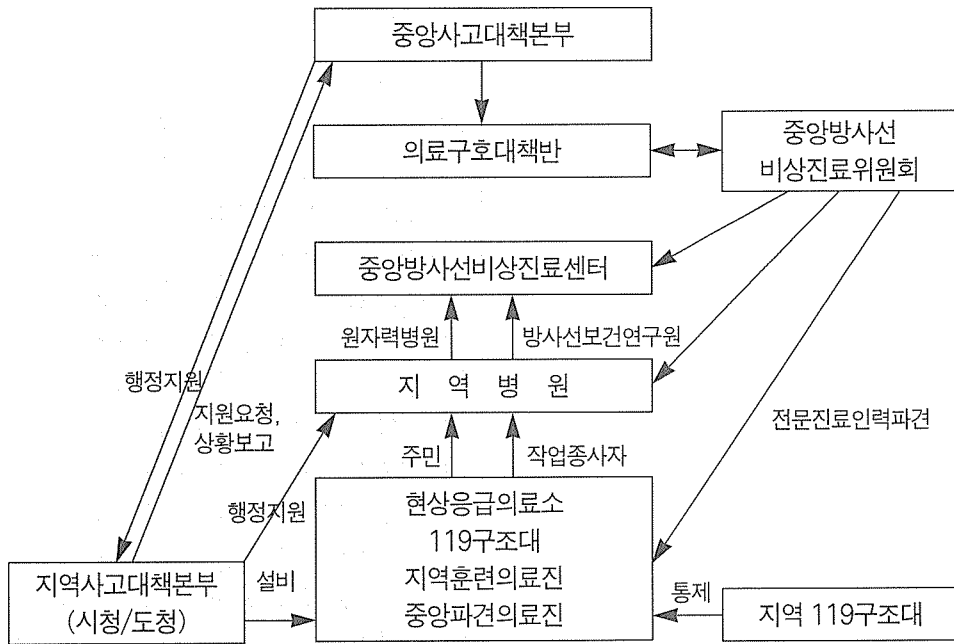
그림 6. 비강 및 구강의 오염제거

응급의료 구호체계

방사선작업종사자의 피폭사고 혹은 대규모 주민 피폭을 동반하는 사고가 발생할 때에는 방사선 혹은 방사성물질 사용시설 및 그 주변의 특정 의료기관이 먼저 대응하게 된다. 우리나라의 방사선비상시 의료구호는 원자력발전소 종사자의 의료구호와 방사선관련업체 종사자 및 인근주민의 의료구호로 이원화 되어있다. 원자력발전소 종사자의 방사선 피폭 시에는 협약병원에서의 응급처치를 거친 후

전문적인 제염과 선량평가작업을 위해 방사선보건 연구원으로 후송하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 발전소 인근주민이나 기타 방사선 관련업체의 방사선피폭은 원자력병원으로 후송함을 원칙으로 하고 있다. 그러나 한두 명의 환자발생에서부터 대형 사고까지 다양한 사고형태에 따른 실질적이고 신속한 생명구호를 위해 이원화된 체계의 유기적인 협조가 무엇보다 중요하다. 응급의료구호 체계는 다음과 같다(표 2).

표 2. 응급의료구호체계



우리 나라 원전은 4개의 site별로 방사선피폭 환자처치를 위한 현장 및 지역 협약병원이 계약되어 있고 중앙에 방사선보건연구원이 전문진료기관으로 현장지원 및 후송된 환자를 진료하는 체계를 갖추고 있다. 현실적으로 현장과 협약병원 의료진 및

환자후송에 참여하는 구조대원들의 방사선피폭/오염환자 처치에 대한 이해와 기술습득이 무엇보다 시급하므로 교육 및 훈련을 통한 충분한 전문인력을 확보하는 데 노력을 기울여야 할 것이다.

사례 1. 2000. 11. 울산에서의 Ir-192피폭사고

지난해 11월 울산의 비과피업체에서 Ir-192선원이 파손되어 현장작업자가 방사선에 피폭된 사고가 있었다. 사고 후 회사 내 안전관리자에게 보고하였고, 회사는 KINS에 연락을 취했으며, KINS는 과학기술부 방사선안전과로 사고 사실을 보고해 비상상황에 들어갔다. 과학기술부는 방사선피폭자 전문치료기관인 방사선보건연구원에 이 사실을 알렸으며 방사선보건연구원은 구급차를 이용해 피폭자를 후송하였다. 피폭자가 방사선보건연구원에 도착한 것은 사고로부터 약 16시간이 지난 후였다. 사고당시 선원의 분산으로 흡입이 예상된 피폭자는 직접 여러 번 샤워를 했으나 본인이 착용하고 있는 개인 방사선 경보장치에서 고방사능을 알리는 경보가 계속되었다. 피폭자 자신이 외부오염에 대한 적절한 제염은 하였으나, 이 사업소는 밀봉선원을 취급하는 곳으로 방사성폐기물 처리를 위한 배관이 설치되어 있지 않아 샤워로 방류된 방사성 폐수로 인하여 주변지역으로 오염이 확산되었다. 피폭자는 구토증상이 있어 손가락을 이용해 인위적으로 구토를 하였으며 코를 세척하였다. 또한 우유를 먹고 설사를 유도하여 배설을 촉진시켰다.

방사선보건연구원 입구에 도착하여 계측한 결과 발 부위에서 의미 있는 오염이 계측되었는데, 이는 사고 당시 신었던 신발을 오염된 채로 그대로 신고 있었기 때문이고, 따라서 피폭자가 이동한 경로는 모두 오염되었을 것으로 유추하였다.

또한 피폭자가 흡입한 Iridium 핵종은 소화관에 도 유입되어 대장에서 내부오염이 계측되었고, 배

설을 위해 하제를 처치 받았다. 피폭자는 사고에 대한 자책과 방사선피폭으로 인한 향후 위험성에 대한 불안증세를 보여 정신과적인 치료후 안정된 상태로 퇴원하였다.

사고 3개월 후 사고수습에 투입되었던 작업자들은 심리적 불안을 호소하며 내부오염에 대한 계측을 의뢰하는 일이 있었다.

이 사고에서 보았듯이 사고 후 신속한 후송시스템의 체계화가 필요하며 방사선작업 종사자, 사고수습요원 및 일반인들에 대한 적절한 수준의 방사선에 대한 이해와 기술적, 사회적 관리가 중요하다고 여겨진다.

결론

X-ray와 방사성 물질이 발견된 이후로 100여년이 지난 지금 그 쓰임새는 매우 다양하고, 의료를 포함한 과학분야의 발달에 큰 공헌을 하였다. 그러나 히로시마의 원폭피해, 체르노빌의 원전사고등 인명피해를 유발하는 비극 또한 방사선으로 인하여 발생하였다. 국내에도 몇차례 의료시설과 비과피업체등에서의 사고가 있어 인체손상이 유발되기도 하였다. 최근 발생한 JCO 핵임계사고에서 보듯이 국가적인 차원의 방사선사고 대책본부설치 및 위기관리대응체제와 적극적인 응급의료구호 및 인명구조에 대한 절차와 연락체제가 얼마나 중요한지를 보여준 일례라고 볼 수 있다. 따라서, 이 상에서 소개된 방사선사고에 대한 비상대응방안이 원전 및 방사성물질 취급업소의 위기대처에 조금이나마 도움이 되기를 바란다. **KRIA**