

## 의료방사선 안전에 관한 국제방사선 방호위원회 간행물 번역판 보급



이 재 기

한양대학교  
원자시스템공학과 교수

인류가 방사선을 발견한 후 가장 먼저 의료 이용을 시도했고 지금도 가장 널리, 가장 유용하게 이용하고 있다. 방사선의 위험이 많은 사람들의 입에 오르내리지만, 지난 100여 년 동안 방사선으로 인해 목숨을 잃은 사람의 수는 쉽게 헤아릴 수 있는 정도임에 반해 방사선 덕분에 생명을 구한 사람 수는 헤아릴 수 없을 만큼 많다. 분명히 방사선은 항생제와 함께 현대 의학을 굽리는 두 바퀴 중 하나이다.

원자력발전소나 방사성물질 이용 과정에 수반되는 방사선피폭은 매우 위험한 것으로 생각하여 민감하게 반응하는 사람들이 환자로서 의료기관에서 피폭하는 방사선량(의료상피폭)에 대해서는 비교적 관대하거나 무관심하기도 하다는 점은 특이하다. 사회가 민감한 원자력 방사선에 대해서는 규제도 대단히 까다롭지

만, 의료방사선에 대해서는 많은 부분을 의료인의 전문적 판단에 맡기고 있다.

그러나 국민의 인공방사선 피폭 중 거의 대부분을 차지하는 피폭원은 의료방사선이다. 2006년 현재 가동되는 20기의 원자력발전소를 비롯하여 수많은 병원과 산업현장에서 직업상 방사선을 취급하는 5만여 명의 방사선작업종사자가 피폭하는 방사선량을 모두 합하더라도 하나의 대형 대학병원에서 환자들이 진료를 위해 피폭하는 방사선량(의도적으로 매우 높은 선량을 부여하는 암치료 환자의 선량을 제외하고)의 20~30% 정도이다. 더욱이 소득 수준의 향상으로 진료의 빈도가 늘어나고 정교한 의료방사선 기술이 추가됨에 따라 환자가 진료과정에서 피폭하는 의료상피폭은 증가하는 추세에 있다. 근래에는 단일 절차 당 선

량이 높은 CT, PET/CT나 과잉 노출이 간과되기 쉬운 디지털 X선 등 신형 방사선 의료기의 보급과 촬영이 증가하고 있고 환자 및 의료진 모두에게 피폭 잠재성이 큰 중재방사선(혈관조영술 등) 시술도 증가 추세에 있다.

생명을 위협하는 질병의 진료를 위해 방사선 피폭을 감수는 것이지만, 의료 목적 달성을 저해하지 않고도 환자의 피폭을 상당히 절감할 수 있는 여지가 있다. 의료상피폭을 1%만 줄여도 직업상피폭의 총량보다 많은 방사선량을 국민이 덜 받게 된다.

이와 같은 관점에서 환자의 방사선량을 최적화할 필요성에 공감대가 형성되어 있고, 구체적 실천방안도 축적되고 있다. 이러한 실천방안의 일부는 이미 의료현장에서 다양한 형태로 이행되고 있다. 위낙 의료상피폭의 규모가 크기 때문에, 보다 적극적인 환자선량 감축을 유도하기 위한 노력들이 국제방사선방호위원회(ICRP)를 비롯한 여러 국제기구에서 진행되고 있다. 지난 10여년간 ICRP 간행물의 거의 절반이 의료상피폭과 관련된 주제이다.

그러나 국제기구의 이러한 노력이 의료방사선 사용 현장까지 파급되지 않으면 효과가 없다. 일본의 경우 모든 ICRP 간행물을 번역하여 보급하는 시스템이 운영되고 있어 이와 같은 국제 동향이 비교적 빨리 전파되고 있으나 국내의 경우 기본권고 등 소수 간행물만 번역되어 있고 특히 의료분야에서는 정보의 파급이 미흡하여 의료방사선 안전의 발전에 지장이 되고 있다.

따라서 필자는 ICRP의 승인을 받아 관련 간행물을 번역, 보급함으로써 국내 의료방사선 안전 수준의 향상을 도모하고 의료방사선 안전에 관한 국가 정책에 참고가 되고 하였다. 이번에 번역대상으로 선정한 ICRP 간행물은 최

근 5년간 발간된 것으로 다음 8편이다.

ICRP 80: 방사성의약품에 의한 환자 선량(1999)

ICRP 84: 임신과 의료방사선(2000)

ICRP 85: 중재적 의료절차에서 방사선 상해의 예방(2001)

ICRP 86: 방사선치료 환자의 사고피폭 예방(2001)

ICRP 87: 전산화단층촬영에서 환자선량 관리(2001)

ICRP S2: 방사선과 당신의 환자: 의료인을 위한 지침(2001)

ICRP 93: 디지털 방사선의학에서 환자선량 관리(2004)

ICRP 94: 비밀봉 방사성핵종으로 치료받은 환자의 퇴원(2004)

ICRP 80은 ICRP 간행물 53의 추록의 하나로서, 몇몇 종류의 핵의약품을 투여 받은 환자가 받는 의료상피폭을 평가하는 기본 자료인 단위 투여량 당 장기 및 유효선량 환산계수를 제공한다. 기존에 데이터가 주어지지 않았던 핵의약품 10종이 추가되었고, 기타 기존 데이터를 재평가하여 수정한 내용이 포함되어 있다. 자료의 사용에서 주의를 필요로 하는 점은 이들 환산계수 데이터는 전형적인 환자에 대한 명목치로서 개별 환자의 실제 선량과 반드시 일치하지는 않는다는 점이다. 특별한 체격이나 생리를 가진 환자에 대한 선량을 평가하기 위해서는 내부피폭 평가모델과 환자 고유의 입력변수를 이용하여 계산해야 한다. 또, ICRP는 2006년 현재 조직가중치를 재조정하고 있고, 내부피폭 평가 모델도 보완하고 있다. 이들 기본 데이터와 모델이 수정되면 내부피폭 선량환산계수는 다시 계산될 것이다. 물론 그러한 재평가가 현행 데이터와 전혀 동떨

어진 값을 갖지는 않을 것이므로 새로운 데이터가 가용할 때까지는 현재의 데이터를 사용할 수 있다.

ICRP 84는 임신한 여성의 환자로서 또는 의료진의 일원으로서 방사선을 피폭함과 관련하여 태아를 적절히 보호하는 한편으로, 불필요한 우려를 완화하기 위한 목적으로 편집되었다. 체르노빌 원전 사고가 있은 1986년 당시 동부 유럽 지역에서 예년에 비해 임신중절이 약 10만 건이 증가했다는 평가가 있는데 이는 실질적인 태아의 위험 때문이 아니라 과민한 우려 때문이다. 뿐만 아니라 방사선을 취급하는 여성 종사자가 임신한 시기에 약간의 비정상적 피폭이 있은 경우에도 많은 경우 출산을 포기하는 사례들이 있는 것으로 알려지고 있다. 평가된 태아의 선량이 유의한 위험이 있는 문턱선량 0.1Gy에 훨씬 미치지 못하는 경우에도 예외가 아니다. 다시 말해 방사선의 과학적 위험이 아니라 심리적 우려 때문에 실질적으로 생명을 포기하는 일로서 이는 마땅히 지양되어야 할 사안이다. 어머니의 심각한 질병으로 인해 임신 중이라도 불가피하게 방사선의 의료절차를 거쳐야 할 경우도 없지는 않다. 어떤 경우에 출산을 포기하고 어떤 경우에 그러지 말아야 할 것인가에 대해 조언할 의사가 분명한 판단기준을 갖고 있어야 한다.

ICRP 85는 중재방사선 절차에서 환자나 의료진의 방사선 상해를 예방함에 유용한 정보를 수록하고 있다. 중재방사선은 방사선을 진료의 직접수단이 아닌 간접적 지원수단으로 이용하는 것으로서, 협심증처럼 위험적인 질환을 치료하기 위한 관상혈관성형처럼 매우 정교한 시술을 방사선 영상화를 통해 가능하도록 돋는다. 의료기술이 발전함에 따라 이러

한 중재방사선 적용 범위도 계속 확대되고 있다. 중재방사선은 주로 실시간으로 영상을 보면서 시술하므로 환자가 방사선에 상당 시간 노출됨으로써 자칫 피부의 방사선 상해와 같은 부작용이 발생하기 쉽다. 환자뿐만 아니라 의료진도 많은 선량을 피폭하여 눈의 백내장과 같은 상해를 초래하기도 하므로 중재방사선 절차에서 방사선 상해의 예방은 중요한 이슈가 아닐 수 없다.

ICRP 86은 질병 특히 악성종양을 치료하기 위해 외부 방사선 빔을 조사하거나 근접치료선원을 체내에 장치하는 치료방사선 환자의 사고피폭 위험과 그 예방에 관한 내용을 다룬다. 따라서 이 보고서의 내용은 위에서 논의한 의료상피폭 최적화와는 약간 궤도를 달리한다. 무릇 사고는 발생하지 않기를 바라는 대상이지만 현실에서는 사고들이 발생한다. 국제적으로는 1996년의 코스타리카 사고처럼 한 사건에 많은 수의 환자가 관련되어 심각한 손상이나 치명적 피해를 입은 유명한 사고들이 있다. 국내에서도 근접치료 환자 사고피폭이 물의를 빚은 경험이 있다. 그러나 국내외를 막론하고 보고된 사례는 치료방사선 현장에서 발생하는 실제 사고피폭의 일각에 지나지 않을 것으로 판단하고 있다. 치료방사선은 매우 높은 선량을 다루므로 과선량은 곧 바로 방사선 유발 손상으로 이어진다. 뿐만 아니라 선량 부족도 종양제어 실패로 환자 수명을 단축하는 결과를 초래한다. 현대 치료방사선 기기는 대단히 정교하고 복잡하여 인력 훈련과 품질 보증의 중요성이 특히 강조되고 있다. 나아가 발생한 사고에 대해서는 정보공개를 통해 교훈을 얻고 이로써 유사한 사고피폭을 예방하는 안전문화를 성숙시킬 필요가 있다.

ICRP 87은 전산화단층촬영(CT)에서 환자 선량의 관리에 대한 조언을 제공한다. 순간적으로 촬영되는 일반 X선 촬영과는 달리, CT는 피검자 주변을 X선관이 회전하면서 키 방향으로 스캔하여 수많은 단층영상을 얻는 기술이므로 촬영과정에서 피검자가 피폭하는 유효선량이 10mSv 안팎으로 상당히 높다. 원전 등에서 종사하는 방사선작업종사자의 연간 평균 선량이 3mSv 정도이고 법정 한도가 연간 20mSv이라는 사실과 비교하면 CT로 인한 환자선량의 크기를 알 수 있다. 그럼에도 CT가 제공하는 양질의 의료정보로 인해 국내에서 운용되는 CT의 수나 촬영 빈도는 계속 늘어나고 있다. 2002년 기준으로 국내의 모든 방사선작업 종사자가 1년에 피폭하는 총 집단선량이 70man-Sv 정도임에 비해, 국민이 CT에서 받는 집단선량은 8500man-Sv 이상으로 평가된다. 더욱이 머지않아 더욱 속도가 빨라진 다중 슬라이스 CT 또는 뽀빔cone-beam CT의 보급이 늘어나면 CT 촬영빈도와 이에 따른 국민의 방사선량은 한층 더 증가할 것으로 전망된다. 이렇게 볼 때, CT 촬영에서 환자 선량을 조금이라도 줄이기 위한 노력을 경주하고 나아가 불필요한 CT 촬영을 자양함으로써 국민의 의료상피폭을 절감할 필요성이 절실하다.

ICRP 보조지침 2는 목적이 상이한 두 부분으로 구성되는데 ‘방사선과 당신의 환자’와 ‘의료영상화에서 진단 참고준위’이다. ‘방사선과 당신의 환자’는 의료방사선 절차를 거치는 환자가 가질 수 있는 방사선 위험에 대한 의문에 의료인이 대답할 수 있는 기본적 사항을 수록하고 있다. 환자에게 설명할 수 있기 위해서는 의료인 자신이 방사선과 방사선피폭, 이

에 따르는 생물학적/보건학적 영향과 그 위험의 크기, 그리고 방호의 기초에 대해 이해해야 한다. 이러한 의미에서 ‘의료인을 위한 지침’으로 부제를 달고 있다. ‘의료영상화에서 진단 참고준위’는 동일한 방사선 진단절차에서도 환자 선량의 편차가 큰 현실적 문제에 대한 대책으로서, 최적화의 지표가 될 수 있는 참고준위의 개념과 적용, 그리고 예시적 참고 수치를 제공하려는 목적이다.

ICRP 93은 디지털 방사선의학에서 방사선 방호 문제를 다룬다. 디지털 방사선의료 특히, 디지털 진단방사선 기기는 근래에 빠르게 보급되고 있고 영상의 품질이 전통적 아날로그 필름에 비해 손색이 없으며, 영상 후처리기능, 편리한 전송과 전시, 보존의 편의성 등 장점으로 장차 그 보편화가 더욱 가속될 것으로 예상된다. 그러나 영상획득의 편의성에 따른 불필요한 영상의 획득 잠재성과, 픽셀의 상대적 노출로 영상을 구성하는 본질로 인해 과노출이 영상의 품질을 저하시키지 않는 특징으로 인해 방사선방호의 관점에서는 환자의 피폭을 증가시키는 경향을 보이고 있다. 특히 어느 수준까지는 노출이 증가할수록 대비가 개선되는 등 영상의 품질이 높아지므로 질병을 진단하는 의사의 입장에서는 높은 노출로 얻은 영상을 선호할 수도 있다. 장래에는 영상기기가 노출 감시기를 내장함으로써 이러한 문제는 다소 해소될 것으로 예상되지만 디지털 방사선 영상의 본질과 방사선방호 관점의 특성을 이해하고 환자선량을 최적화하는 노력이 요구됨은 분명하다.

ICRP 94는 의료상 목적으로 비밀봉 방사성 물질을 투여 받은 환자의 퇴원과 관련한 안전 문제를 다룬다. 현재의 분위기에서 방사성물

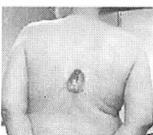
질이나 방사선 피폭에 대한 일반 대중의 관심은 첨예하지만, 체내에 방사능이 잔류한다는 이유만으로 환자를 장기간 격리된 상태로 관리하는 것은 환자에게 경제적, 심리적 부담을 증가시키므로 적절한 선에서 타협이 필요하다. 일단 환자가 퇴원하고 나면 방사선 안전에 관련된 일들이 환자 자신 또는 그 보호자에 의존하는 특성이 있으므로 퇴원조치에는 어떤 기준과 조건이 필요하다. 의료 목적으로 사용되는 대부분의 비밀봉 방사성물질은 반감기가 길지 않고 투여 방사능 양도 대체로 낮으나, 갑상선 질환의 치료에 사용되는 I-131은 투여량이 많고 반감기도 8일로 상대적으로 길어 수십 일 동안 유의한 양이 환자 체내에 잔류하므로 특별한 관심의 대상이 된다. 이 특별한 핵종의 경우, 비록 리스크는 의미 있는 수준이 전혀 아니더라도 일반 환경의 지표수에서 극미량의 방사능이 검출될 수 있는 수준이다. 나아가, 9/11 사태 이후 강화된 외국의 입국 보안검색에서 방사성물질 검색기의 경보를 울리게 만드는 일도 가끔 발생하고 있다.

이 밖에 과거에 필자가 번역하여 배포한 ICRP 간행물 73(의료에서의 방사선방호 및 안전)이 1편 있다. 그리고 이 번역이 진행되는 중에 추가로 ICRP 97(고선량률 근접치료 사고의 예방)과 ICRP 98(영구 이식선원을 이용한 전립선암 근접치료의 방사선 안전)이 발간되었으며 계속하여 몇 편의 간행물이 준비되

고 있다. 추후 이들에 대한 번역판도 준비하여 보급할 계획이다.

2006년 4월, 이 간행물 번역본의 국내 보급은 물론 웹을 통한 전자문서 파급까지 ICRP의 승인을 받았다. ICRP의 정신에 따라 번역물은 무료로 제공하나 예산 관계로 인쇄본은 제한된 부수만을 배포하였다. <그림1>은 번역본의 표지이다. 다수의 독자를 위해서는 전자문서로 보급하는 방법을택하였다. 전자문서는 한양대학교 방사선안전기술연구센터 홈페이지(<http://itrs.hanyang.ac.kr>), 한국방사성동위원소협회 홈페이지를 포함한 관련 전문단체의 웹에 게시되어 있다.

ICRP는 종종 매우 엄밀한 표현을 갖는 간행물을 다른 언어로 옮기는 일의 어려움을 고려하여 번역의 품질에 유념하고 있다. 역사 나름대로는 원문의 의미를 손상하지 않기 위해 노력했지만 미진한 부분이 있을 것으로 본다. 그러므로 용어를 포함하여 수정이 필요한 내용을 발견한 독자는 적극적 피드백을 통해 적어도 전자문서가 계속 개선될 수 있도록 도움을 주기 바란다. 이 번역 사업은 과학기술부 원자력 국제협력기반조성사업 연구비의 지원으로 이루어졌기에 이 자리를 빌려 지원에 대해 감사드린다. 번역한 간행물 내용의 상당 부분은 식품의약품안전청 업무와 관련된다. 이를 자료가 식품의약품안전청 업무(특히 환자보호)에 도움이 되기를 바란다. KRIA

<p>국제방사선방호위원회 간행물 60 <b>방사성의약품에 의한 환자 선량</b> Radiation Dose to Patients from Radioisotopes 국제방사선방호위원회 출판하는 국제 부록2</p>  <p>안양대학교 방사선안전기술연구센터</p>	<p>국제방사선방호위원회 간행물 64 <b>임신과 의료방사선</b> Pregnancy and Medical Radiation</p>  <p>안양대학교 방사선안전기술연구센터</p>	<p>국제방사선방호위원회 간행물 85 <b>중재적 의료절차에서 방사선 상해의 예방</b> Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures</p>  <p>안양대학교 방사선안전기술연구센터</p>
<p>국제방사선방호위원회 간행물 66 <b>방사선치료 환자의 사고피폭 예방</b> Radiation Dose to Patients from Radiotherapy</p>  <p>안양대학교 방사선안전기술연구센터</p>	<p>국제방사선방호위원회 간행물 87 <b>전산화단층촬영(CT)에서 환자선량 관리</b> Managing Patient Dose in Computed Tomography</p>  <p>안양대학교 방사선안전기술연구센터</p>	<p>국제방사선방호위원회 보조지침 2 <b>방사선과 당신의 환자: 의료인을 위한 지침</b> Radiation and Your Patient: A Guide for Medical Practitioners</p>  <p>안양대학교 방사선안전기술연구센터</p>
<p>국제방사선방호위원회 간행물 93 <b>디지털 방사선의학에서 환자선량 관리</b> Managing Patient Dose in Digital Radiology</p>  <p>안양대학교 방사선안전기술연구센터</p>	<p>국제방사선방호위원회 간행물 94 <b>비밀봉 방사성핵종으로 치료받은 환자의 퇴원</b> Release of patients after therapy with unsealed radionuclides</p>  <p>안양대학교 방사선안전기술연구센터</p>	

〈그림 1〉 의료방사선 안전에 관한 최근 ICRP 간행물 8편의 번역본 표지