동위원소회보, 제 6 권, 제 2 호 (1991)
한국방사성동위원소협회

放射線防禦 實務를 위한 情報媒體로서의 ICRP－諸刊行物의 槪念的인 理解(II)

－ 醫學에서의 ICRP 活動을 中心으로 －

漢陽大學校 理科大學

李 秀 容*

(1991년 5월 30일 접수)

요 지

우리 주변에는 많은 피폭선원이 존재한다. 이들 피폭선원에는 토양, 건축자재, 공기, 음식물과 물 그리고 우주선등에 함유된 것등도 포함된다.

그러나, 인공적인 피폭선원 중에서 가장 중요시 되는 것은 핵의학은 물론 진료 및 치료시에 사용되는 X선과 방사선동위원소이다. 특히 핵의학에서의 방사성동위원소의 사용은 환자, 직원 및 일부 공중의 방사선피폭에 관련된다.

국제방사선방어위원회(ICRP)의 권고에 따르면, 사용자는 방사선을 합리적으로 달성이 가능한 한 낮게 유지될 수 있도록 확실하게 하도록 요구받는다. 진료, 치료 및 연구에서 방사선방어에 관한 지식의 보급은 불필요한 방사선의 합리적인 감소를 위해서 확실히 필요한 것이다.

이러한 감소는 의사 및 보건물리학자들의 훈련을 위한 훌륭한 정책은 물론 적합한 장비와 기술의 응용을 증진시키고 강화해 주므로써 성취시킬 수 있다. 본 논의에서는「훌륭한 실행 지침」에 따른 의료분야에서의 ICRP 활동의 이해를 위한 필요성을 강조하였다.

* 漢陽大學校 理科大學 物理學科 教授
大韓 放射線防禦學會(KARP) 總務理事
韓國物理學會 評議員
國際 電氣技術委員會 放射線計測(IEC TC－45) 專門委員
國際 放射線防禦學會(IRPA) 會員, 美國 保健物理學會(Plenary)

Isotope News, Vol. 6, No. 2 (1991)
Korea Radioisotope Association

A Brief Conceptive Comprehension of the ICRP-Publications as an Information Media for the Radiological Protection Practice(Part II)

- Based on the ICRP Activities in Medicine -

Soo Yong Lee*

Dept. of Physics, College of Science, Hanyang University

(Received : May 30, 1991)

Abstract

There are many sources of exposure around us. They include naturally occuring radionuclides contained in the earth, building material, air, food and water, and cosmic radiation etc.

However, the most important artificial sources of exposure are X-rays and radioisotopes used for medical diagnosis and treatment as well as nuclear medicine. In medicine is associated with radiation exposure of patients, staff and part of the population.

According to the ICRP recommendations, the user is required to ensure that the radiation exposure be kept as low as is reasonably achievable. The knowledge of the extend of radiation protection in diagnostic procedures, therapy and research are certainly necessary in order to a reasonably reduction of unuseful radiation.

Such a reduction can be achieved by promotion and enforcement of utilization of appropriate equipment and techniques as well as a good polish for training of physician and health physicist.

In the present paper, emphasizes the need for comprehension of the ICRP activitics in medicine according to the guides to good practice.

* Professor, Dept. of Physics, College of Science, Hanyang University.
General Secretary of the Korea Association for Radiation Protection(KARP),
Expert Advisor in Nuclear Instrumentation of the International Electrotechnical Committee(IEC TC-45),
Member of International Radiological Protection Association(IRPA),
Health Physics Society(Plenary).

1. 머리말

국제 방사선방어위원회(ICRP)와 국제 방사선의학회(International Society of Radiology)와의 사이에는 특별한 관계가 있으며, 또 일반적으로 의료전문가들과의 꾸준한 접촉도 많이하고 있기 때문에 이 위원회는 전통적으로 다른 분야에 못지 않게 의학분야에서의 방사선방어에 관한 상세한 지침도 상당수를 제공해왔다.

현재 인공방사선에 의한 피폭중 최대의 것으로 알려진 것은 의료분야에서 이용하는 방사선에 의한 것임은 일반적으로 널리 알려진 사실이다. 이런 점을 감안할 때 의료분야에서의 방사선방어에 관한 제반문제는 이를 테면, 의료방사선학, 보건물리, 유전학 및 기타 방사선방어 관련 방어에서의 전문적인 공적을 토대로 선발된 전문가들로 구성된 ICRP 전문위원회의 견해는 실정에 맞게 전적으로 고려되어야 할것이다. 이들 과제진들의 부단한 연구개발의 노력은 훌륭한 지침을 제시해 주었고, 지금은 사람들의 건강과 방사선으로부터의 피폭을 줄여 신체적 이익을 유지할 수 있을 정도로 방사선의 피폭을 줄이는데 기여하고 있다.

특히, 핵의학(核醫學 , nuclear medicine)에 관한 위원회의 가장 오랜 권고는 「방사성핵종을 이용한 조사(調査)에서의 환자의 방어(Protection of the Patient in Radioactive Investigations)」라고 하는 표제의 ICRP Publication - 17(ICRP 1971)이다.[1] 이 보고서는 1971년 당시의 중요한 진단적용의 일부 원칙에 대한 환자의 방어에 관해서 취급하고 있다.

그 이래로 사용할 수 있는 방사성의약품(radiopharmaceuticals)의 범위는 확대되었고, 이 분야의 자료의 수집과 정보처리를 위한 장치는 더욱 복잡해 졌으며, 약품동태학(藥品動態學, pharmakinetics)에 관한 보다 많은 데이타를 이용할 수 있게 되었다.

이후 위원회는 1978년에 의료에서의 이온화방사선에 피폭되는 환자들의 방어에 대해 연속으로 세가지 보고서를 발간하는 작업을 개시하였다.

그 중 하나는 ICRP Publication - 34(ICRP 1982) "X線진단에서의 환자의 방어(Protection of the Patient in Diagnostic Radiology)인데, 이것은 X선진단시에 선량의 감소법을 기술하고 있으며, 환자가 받는 흡수선량의 추정치를 제공하고 있다.[2]

ICRP Publication - 44[ICRP 1985(a)] "방사선치료에서의 환자의 방어(Protection of the Patient in Radiation Therapy) 는 방사선 치료시에 적용되는 여러 보고를 보여주고 있다.[3]

세번째로 가장 최근의 것으로 발간된 ICRP Publication - 52(ICRP 1990) "핵의학에서의 환자의 방어(Protection of the Patient in Nuclear Physics)"에 관한 것으로 이 보고서의 연제는 매듭을 짓게된다.[4]

이 보고서는 방사성의약품으로부터의 환자에 대한 방사선량[Radiation Dose to Patients from Radiopharmarceuticals (ICRP Publication 53(ICRP, 1987)]과 함께 읽고, 또 이해되어야 하는 것이다.[5]

상기한 것들에 관해서는 1989년 4월에 파리에서 개최된 ICRP의 주위원회에서 거론된 "Guides to Good Practice"의 목표에서도 알 수 있드시 이것들은 진단방사선, 방사선치료 및 핵의학에서의 방사선방어에 관한 "훌륭한 실행지침"이라는 면에서 이해되어야 한다.

또한 이에 관한 개략적인 소개는 "의료면에서의 ICRP의 활약상(ICRP Activities in Medicine)과 일맥상통되는 면이 있어, 본 한국방사성동위원소협회가 추진하고 있는 ICRP의 제반 정보자료에 관한 이해의 폭을 증진시키고자 노력하는 의도에 일조가 될 것이다.

2. 의료면에서의 방사선방어의 기본체계에 대한 견해

이 ICRP의 이전의 제안은 ICRP Publication - 26으로써 방사선방어 영역의 확대되어감을 보다더 효율적으로 대처코자 하였으며,

[6] 가장 최근의 제안은 ICRP Publication - 60 [1990 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection(1990)]에 나타나 있다.[7]

여기서는, 새로운 선량한도를 위한 체계가 신중히 고려되었으며 서로 연관되는 다음과 같은 세가지 기본원칙에 근거를 두고 있다 ;

(1) 행위의 정당화

방사선피폭을 수반하는 여하한 행위도 그로인해 피폭되는 개인이나 사회가 얻는 이득이 그 행위로 인한 방사선피폭의 위해를 상회하지 못하면 용납되지 않는다.

(2) 방어의 최적화

어떤 행위를 구성하는 특정한 피폭원에 관련되는 개인피폭선량의 크기, 피폭된 사람의 수, 피폭이 불확실한 경우에는 그 발생가능성은 모두가 경제적, 사회적 인자를 고려할 때 합리적으로 달성이 가능한 범위에서 최소화 되어야 한다.

(3) 개인선량 및 리스크 한도

관련된 모든 피폭원으로부터 개인이 받는 피폭에 대해서는 어떠한 개인도 정상상황에서 용인되지 않는 것으로 판단되는 방사선리스크에 의도적으로 노출되지 않도록 선량한도 또는 피폭위험의 경우에는 그 리스크한도를 우선적으로 적용한다.

ICRP Publication - 26(1977)에서 위원회는 선량제한 체계로 그 첫째 요소로서 정당화를 도입했으며 이 도입은 실질적인 이익을 가져다 줄수 있을 때에만 그 행위는 채택되어야 한다는 것이다.

이를 테면, 방사선치료의 경우 치료를 받는 환자에게 실질적인 이득이 될것이라는 방사선종양의사(radiation oncologists)의 직업적 판단은 통상적으로 개개의 환자의 피폭에 대해 정당화가 될 수 있을 것이다.

두번째 요소로는 방어의 최적화이고, 위에서 설명한 ALARA 원칙에 위배되지 않아야 함을 뜻하고 있다.[주1] 방사선치료를 받는 환자의 피폭에 관해서는 환부조직에 충분한 선량을 주는 것과 다른 조직에의 불필요한 선량을 합리적으로 달성할 수 있는한 낮게 줄이는 동안의 복잡한 상호관계는 환자를 방호하는 정도가 치료 전체의 최적화를 필요로 함을 의미하고 있다. 방호의 최적화 만으로는 불충분하다. 그러므로 고려되어야 할 세번째 요소는 선량한도인데, 의료피폭의 경우는 전이익이 피폭되는 개인에게 향해져 있으므로 선량한도는 적용되지 않는다.

즉, 방사선치료에서의 환자의 방어는 다른 경우와는 달리 어떤 조직에의 방사선조사를 피하는 것이나 심한 손상의 위험을 피하는 것 조차도 요구하고 있지않다.

일단 방사선이 적절한 치료수단이라고 하는 선택이 결정되면 그때는 악성종양을 치유시키는 것에 대해서 그 조사의 유효성과 치료에 관련된 합병증의 발생을 최소가 되게하는 동안에 최적한 균형을 얻게하는 것이 포함될 것이다. 이 후자의 경우에는 바람직스럽지 못한 방사선량을 ALARA 원칙에 포함시키고 있다.

환자를 방호하는 일에는 넓은 의미에서는 적절한 의학적 훈련의 필요성, 확실한 임상판단 및 그것에 알맞게 훈련된 직원에 의한 방사선발생장치와 방어용구의 적절한 설계와 사용및 환자가 장래에 더 양호한 치료를 받기 위한 준비로서 결과에 대한 신중한 기록을 포함하는 것이다.

주1 : As Low As Reasonably Achievable (ALARA), economic and social considerations being taken into accounts.

상기한 제반 요소를 정량적 용어로 표현하는 것이 곤란함은 물론이다.[8][ICRP Publication - 37(182)]. 이와 같은 상황으로 볼 때 보건물리(保健物理, health physics)[주2] 분야의 전문인, 이를테면 보건물리학자(保健物理學者, health physicist)등과의 상호 보완관계를 갖고 황금기를 맞은 우리나라에서의 방사선 의학분야에서도 심도있게 방사선방어를 위한 일대전기를 마련해야 할 것이다.

3. 의료피폭에서의 방어체계

(1) 주요개념으로서의 "의료피폭"의 고찰

위원회의 1990권고(ICRP Publication - 60)에서는 의료피폭(醫療被曝, medical exposure)이라는 용어를 이 권고외 5. 1. 2항에 따르면 다음과 같이 정의하고 있다.

"(142) 사람들이 그들 자신의 의료진단이나 치료의 한부분으로서 초래된 피폭과 생의학연구(biomedical research) 계획의 일환으로서의 지원자(volunteers)에 의해서 야기된 피폭에 한정한다.

다른 선원에 의해서 피폭된 경우, 이를 테면 진단이나 타인의 치료시에 산란된 방사선(또는 標遊放射線, stray radiation)과 같은 여타의 선원에 개인이 피폭되는 경우는 포함되지않는다. 의료진의 직업상 피폭도 물론 제의된다."

이 정의는 ICRP Publication - 37에서의 정의인 "(188) 의료피폭이라는 용어는 진단, 치료 및 연구를 목적으로한 모든 유형의 환자의 방사선피폭에 적용한다"고 기술한 것과 ICRP－34의 서론에 정의된 것에 대해서 전문성이 있게 구체화 시킨것으로 간주할 수 있다.

아울러, ICRP Publication - 26에서의 정의인 "(195) 의료피폭이란 용어는 방사선을 이용한 의료검사나 치료를 받은 사람이 받는 피폭을 의미한다. 대부분의 의료피폭은 진단이나 치료목적으로 사용하는 방사선과 관계되지만 때로는 방사능전원(radioactive power source)을 이용하는 심장페이스메이커(cordiac pacemaker)의 경우에서 처럼 방사선이 유용한 역할을 못하고 피폭이 단지 우발적(adventitious) 인 경우도 있다"고한 다소 부적절한 표현을 ICRP Publication - 60에서는 그 한계를 분명히 해주고 있다.

특히 '의료피폭'을 담당한 직원에 대한 피폭에 관해서 ICRP－26(16)과 ICRP－33(18)[9]에서는 각각 다음과 같이 기술하고 있다.

ICRP Publication - 26 ;

"(16) 일반적으로 집단에서의 리스크는 방사선에 의한 모든 종류의 유해한 영향이 발생할 확률뿐만 아니라 그 효과의 심각성까지 고려한 방사선피폭으로부터 야기되는 손해의 수학적 기대치로 정의된다. 물론 여기서 해로운 효과는 보건에 미치는 영향뿐만 아니라 기타의 영향도 포함하는 것이다.

경우에 따라서는 보건상에 미치는 효과 또는, 그 가능성을 구분하여 취급하는 것이 편리하다. 그럴경우 이러한 효과들은 보건상에 미치는 위해라는 개념으로 특성화 된다. 보건상의 영향에 관하여 효과 i를 받게되는 확률 Pi가 작고, 그 효과의 심중도를 가중인자 gi로 나타내면, P명으로 구성된 집단의 보건상에 미치는 위해 G는 다음과 같다.

$$G = P \sum_{i} p_i g_i$$

ICRP Publication - 33 :

"(18) 불균등조사의 경우, 확률적 영향에

주2 : Health Physics is a profession devoted to the protection of man and his enviroment from unwarranted radiation exposure. The health physicist is a person engaged in the study of problems and practices of providing radiation protection; he is concerned with an understanding of the mechanisms of radiation damage, with the development and implementation of methods and procedures necessary to evaluate radiation hazards and with providing protection to man and his environment from unwarranted exposure.

대한 선량제한은 한도에서의 리스크가 전신 균등조사도 불균등조사도 같아야만 된다고 하는 원칙에 기초를 두고 있다.

이 조건은 다음식이 성립될 때에 만족된다.

$$\sum_{T} w_T H_T \leq H_{Wb.L}$$

여기서 $H_{Wb.L}$은 전신균등 조사에 대해 권고된 연간선량당량한도이고, w_T는 가중인자로 이것은 전신이 균등하게 조사될 때의 확률적 리스크 전체에 대한 조직 T의 조사에 의해 일어나는 확률적 리스크의 비이다."

(2) 의료피폭에서의 방어체계(the system of protection in medical exposure)

ICRP의 방사선방어체계는 계획되고 잠재적인 피폭상황에 대한 전항에서 기술한 제원칙과 ICRP Publication - 60(1990)의 4・3절에 소개된 행위의 정당화[the justification of practice(175－716)], 방어에서의 최적화[the optimisation of protection(117－121)], 및 개인선량한도[individual dose limits(122－126) 등과 연계해서 함께 고려하지 않으면 안된다.

(가) 의료피폭에서의 정당화(the justification of protection in medical exposure)

의료피폭으로 유도되는 행위의 정당화는 다른 정당화와 같은 방법으로 취급되어야 한다. 대부분의 이득과 손해는 진단이나 치료를 받는 사람들에게 발생하지만 그에 대한 평가는 모든 피폭의 결과와 직업적인 이유로 발생되는 것과 공중의 피폭, 및 잠재적 피폭이 고려되어야 함을 지적하고 있다. (5. 4. 1)

또한, 첫번째 예로, 행위는 공정하게 광범위한 용어로 정의 되어야만 하고, 각 절차에서 진단이든 치료이든 간에 각각의 절차는 독립적인 결정에 귀착시킨다. 그렇게 하므로써 사례별로 각 절차에 대한 정당화라는 그 이상의 것을 제공할 기회가 있어서 하나하나 분리된 결정을 받게된다.

일반적인 징후에 기초한 진단과정은 필요치 않겠지만 복잡한 조사와 치료에는 중요하다. 이들에 관한 지침은 Publication - 34(1982), 44(1985), 및 52(1987)에 각각 제시되었다. (179) 이것에 관해서는 본고의 4－6에서 설명되었다.

(나) 의료피폭에서의 방어의 최적화(optimisation of protection in medical exposure)

의료피폭으로 인한 대부분의 절차는 강력히 정당화되고 그 절차는 보통 피폭된 사람의 직접적인 이득이기 때문에 대부분의 다른 방사선원의 응용보다 의료피복에 대한 방어의 최적화에 상대적으로 관심이 덜 주어진다. 결과적으로 진단방사선에서는 조사선량 감소에 대한 중요한 여지가 있다. 단순히 낮은 비용의 측정은 진단정보의 손실이 없이 선량을 감소시키기 위한 것으로 유용하나 측정량의 범위는 변화가 다양하다. 유사한 조사로부터의 선량은 크기면에서 두자리 정도의 범위를 망라한다.

의학적・사회적인 환경을 고려하여 선택된 선량 컨스트레인트(dose contratints)의 사용은 확실히 정해진 규정된 진료과정에서 환자에 대한 선량을 제한하는데 고려되어야 한다. 거기에는 정상적 임상판단이 필요되는 고선량을 인정하는 융통성이 필요하다. (180) 컨스트트레인트(contratints)는 의료피폭에서 그 절차가 지원자의 피폭이 개입되는 과학적・임상적 연구와 같이 피폭자에 대한 직접적 평가를 하지 않으려할 때 의료상 피폭에서 고려되어야만 한다. (181)

(다) 의료피폭에서의 선량한도(dose limits in medical exposure)

의료피폭은 보통 피폭자에 대한 직접적인 이득을 주려는데 있다. 만일 실행이 적절히 정당화되고 방어가 또한 적절히 최적화되면 환자에 대한 선량은 의학적 목적에 맞게 낮춰질 것이다.

한도 이상의 적용은 환자에게 손해가 될 것이다. 그러므로, 선량한도는 의료피폭에 적용되어서도 안된다. 선량 컨스트레인트에 대한 의문은 ICRP Publication - 60(1990)의 5. 4. 2에 논의되었다. (182)

앞서의 것과 유사한 이유로 직업적 또는 공공의 피폭에 대한 선량한도의 적용이 고려될 때 진단검사나 치료중의 환자에 의해서 입게되는 선량을 포함하는 것은 적절하지 못하다. 더구나 직업상 피폭이나 공공의 피폭으로부터의 선량의 증가는 손해의 증가로 귀결되는데 그것은 대부분 의료선량에 영향을 받지 않는다. (183)

(라) 임산부의 의료피폭(medical exposure of pregnant women)

임신을 하지 않는 여성의 직업상 피폭의 제어기초는 남성들에 관한 것과 동일하게 해서 제재가 안된다. 그러나, 여성이 임신을 한 경우이거나 그럴 가능성이 있는 경우에는 추가적인 특별한 제어로 태아를 보호하도록 권고하고 있다. 위원회는 공중의 인원에 대한 것과 광범위하게 비교될 수 있는 태아를 위한 방어의 표준을 의도하고 있다.

이는 여성이 임신이 판명되기 전에 정상방어체계하에서 작업을 한 경우일지라도 성립되며, 또 임신의 나머지 기간에 대해 여성의 복부의 표면에 대한 선량을 2 mSv로 설정하는 제한을 두게되며, 방사성핵종의 섭취는 연간제한섭취[annual limitation intake (ALI)]의 1/20까지 제한하고 있다. 때문에 여성의 복부의 진단피폭은 강력한 임상적인 증상이 없는 경우에는 가급적 피하는 것이 좋다.

수태후 첫 3주내의 태아(胎兒, embryo)의 피폭은 중추신경계와 심장이 그 기간내에 발육됨에도 불구하고 태아에게서의 결정론적(決定論的, deterministic)이거나 또는 확률론적(確率論的, stochastics) 결과를 줄것 같지 않다고 보는 견해이다.[주3]

특히, 신 권고는 가장 최근에 예기된 주기가 나타나지 않고, 또 다른 어떤 관련된 정보가 없는 경우라면 여성은 임신된 것으로 간주한다. (184)는 사실을 지적하고 있다.

(마) 의료연구에서의 피폭(exposure in medical research)

의학적 연구의 일환으로 실시되는 검사나 의료행위는 때로는 피폭된 개인에게 직접 이익을 주게되나, 때로는 그렇지 못한 경우도 있다. 진단이나 의료의 새롭고 실험적인 방법이 어떤 환자에게 시험될 때 그것이 이로울 경우 그러한 행위의 정당화는 다른 의료피폭의 경우에서와 같이 정당화될 수 있음은 앞서의 설명과 같다. 그렇더라도 그 행위가 실험적 특성(experimental character)인 때문에 철저히 검토되지 않으면 안된다.

때문에 의학적 연구나 기타 연구의 목적으로 인체를 의도적으로 피폭시킬 경우 이 피폭이 조사받는 사람에게 아무런 이득을 주지 못하는 연구일 경우, 이러한 연구목적의 조사(照射, irradiation)는 자격을 갖춘 숙련된 전문가에 의해서 수행되어야 한다.

특히, 조사 대상인은 그들의 자유의사(自由意思)를 충분히 구사할 수 있는 지원자(志願者, volunteers)이여야 하며, 그들에게 예상되는 조사의 위험도에 대하여는 충분히 설명을 해주어야 한다.

조사하고자 하는 선량이 높으면 높을수록 진정한 지원자임을 확고하게 하는 조건과 위험에 대한 그들의 이해능력에 대한 필요조건을 더욱 엄격히 해야한다.

방사선량이 낮고(이를테면, 대표적인 것으로 공중의 구성요원 개개인에 적용할 수 있는 선량당량한도(dose equivalent limit)의 1/10 정도), 또한 그들에 대한 법적 책임이 있

주3 : 미국 원자력규제위원회(NRC)는 작년말(1990. 12. 23)에 개정한 방사선방어기준(10 CFR Part 20)에서는 이 태아에 대한 선량한도를 취업중의 작업종사자가 임신사실을 고용주에게 자발적으로 고지한 임신의 전기간에 대해서는 5 mSv(0.5 rem)으로 설정하였다.

는 사람의 근거가 확실한 승락이 있을 경우라면, 어린이나 기타 자신의 진실된 동의를 받기 어려운 사람에 대한 이러한 목적의 조사는 당연히 행해져야 함을 언급하고 있다. [ICRP Publication - 26(204)]

이러한 조건하에서 피폭받는 사람은 그들의 피폭으로부터 어떤 직접적인 이익을 받을 수 없기 때문에 그들의 손해가 용인될 수 있음을 보증하는 것이 필요하며 그래서 법적으로 인가된 한도량의 설정이 필요한 것이다.

그러나, 이 피폭과 관계된 손해의 정도는 피폭된 개인의 연령과 건강상태에 따라 다르므로 일반적으로 적용가능한 한도를 고정시키는 것이 가능하지 못 하므로 매 연구계획(research program)마다 적합한 한도(limits)가 인가되어야 함을 강조하는 것이다.

4. ICRP Publication - 34

X線診斷에서의 患者의 防禦

[Protection of the Patient in Diagnostic Radiology : *Annals of the* ICRP, 9, 2/3(1982)에 발표]

(가) 방어지침의 요지

진단용 X선은 인공방사선원(artificial radiation sources)으로부터 사람이 노출되는 주요한 요인이다. 때문에 X선진단의 모든 행위는 이들 선원으로부터의 이온화방사선(ionization radiation)에 대한 인체피폭에 중요시되는 원인을 제공한다.

핵의학 영역에서의 방사선방어에 관한 작업은 금세기초부터 계속되어왔다. 그 결과로 잇달아 발생될 수 있는 유해한 영향을 인식하게 되는 계기가 확립되었고 측정장치나 검사법(procedures)이 발달되었다.

그런고로, 이제는 안전성의 정도(degree of safety)는 대단히 제고(提高)되어 적절한 임상판단(clinical judgement)에 기초를 둔 권고된 X선검사는 일반적으로 불가피한 방사선의 리스크를 완전히 상회하는(outweighting) 이익을 환자에게 주게 되었다.

그렇지만, 불필요한 피폭이 수반되는 검사가 불가피한 경우도 있을 수 있다. 모든 방사선량은 "가능한한 합리적으로 낮게 유지되어야만 한다"는 위원회의 권고의 기본원칙은 항상 준수되어야 한다는 사실이다.

위원회는 방사선피폭을 감소시키는 비용과 노력을 어느 정도까지가 합리적인가를 평가할 수 있는 제원칙을 개발하였다. 이들 방법은 진단방사선(diagnostic radiology)에서의 환자의 방어에서 원칙적인 면에서는 물론 실제적으로 적용되어야만 한다.

환자의 방사선방어의 목적은 진단의 피폭 및 유전적 영향에 관한 관점으로부터 개개의 환자의 리스크를 제한하는 방향으로 점차적으로 변해왔다. 이 목적은 때문에 선량이 개개의 집단검사를 정당화 하는데 충분히 낮아야할 뿐만 아니라 이것이 합리적으로 달성될 수 있을 경우에 더욱 낮춰질 수 있음을 확실하게 해준다.

개개인의 환자의 리스크의 제한은 적절한 장치와 검사기술이 사용되어 마련된 특수검사나 환자의 이익면에서 이루어져야 한다고 보는 의학적 결정중에서 일반적으로는 묵시적(implicity)인 것이 포함되고 있다.

개개의 검사가 적절히 정당화된 경우에는 집단의 리스크(collective risk)도 역시 필연적으로 정당화된다. 그러므로, 적절히 행해진 검사로부터의 개인의 선량의 단순한 합(sum)이 될 수 있는 값인 의료피폭으로부터의 총 집단방사선량(total collective radiation dose)을 제한할 아무런 이유도 없다. 다양한 의료검사(medical procedures)로부터의 집단선량을 산정(算定, assess)하는 것은 이것이 계획이나 검사법의 선택에 관련된 방어방책(protective measures)이 크게 영향을 주는 곳에서의 유익되는 지침을 주기 때문에 아직도 필요하다.

일단의 환자집단의 피폭에 영향을 주는 장치의 설계를 최적화하는데에서는 이들 집단선량은 직접 문제가 된다.

ICRP Publication - 34는 여러 유형의 X-선 검사로부터의 방사선량, 또 방사선의 리

스크에 영향을 줄 요인들에 관하여 방사선과 의사(放射線科醫師) 및 X선진단에 관여하는 이들과 더우기 다른 유형으로부터의 방사선 리스크에 대한 지침을 제공할 의도로 쓰여진 것이다. 이것은 또한 같은 제목의 과제인 ICRP Publication - 16을 대체한 것이다.[10]

ICRP Publication - 34에는 핵의학(核醫學) 또는 방사선치료(放射線治療)에서의 환자의 보호에 관해서는 논의되지 않았다 : 상세한 내용은 (나)항을 참조.

최초의 3장까지는 모든 방사선검사를 실시하는데 의지결정(意志決定)에 관여할 수 있는 방사선학자, 임상의, 핵의학의 및 방사선 방어에 종사하는 모든이들을 위해 우선적으로 의도된 것인데, 이들중에는 의학 및 치과학의 진료에 관계되는 모든 임상의(practioners)가 포함되었다.

4 장에는 기술적 방법에 관계되는 것과 이 검사를 수행시 관계되는 사람들을 주 대상으로하여 기술되었다. 환자의 방어를 위한 유효한 방법의 확립을 위해서는 방사선진단의 과학적이고 기술적인 발전이 적어도 방해를 받지 않아야 한다.

이와 같은 발전은 임상방사선학(臨床放射線學)의 실천을 최고 수준까지 기여시킬 수 있을 것이다.

(나) 내용의 구성

ICRP Publication - 34의 구성, 내용은 다음과 같다.

물리학적 및 생물학적인 일반원칙, 임상판단 및 관리의 실제, 교육 및 인원의 필요성, 환자의 방어를 위한 기술 및 물리적 제요인, 특정 유형의 방사선 진단, 참고 문헌.

부록 I : X선진단 검사로부터 장기선량의 결정

부록 II : 흉추 및 요추검사로부터의 장기선량의 계산의 예

부록 III : 의료피폭에 관련된 ICRP Publication - 26의 내용, 부록에 대한 참고문헌

5. ICRP Publication - 44

放射線治療에서의 患者의 防禦

[Protection of the Patient in Radiation Therapy :
Annals of the ICRP, 15, No 2(1985)에 발표]

(가) 방어지침의 요지

어떤 방사선량의 피폭을 수반하는 경우, 환자에 대한 검사가 정당화가 되었는 지의 여부에 대한 결정은 때로는 담당의사의 책임이고, 또한 때로는 검사를 실행한 실무자의 책임일 수 있다.

그러나, 어느 경우에든간에 결정은 검사를 위한 징후에 대한 올바른 평가와 환자의 진단이나 후속의료상 치료(subsequent medical care)에 영향을 미치기 쉬운 방법에 근거해서 행해져야만 된다.

이 평가가 이온화방사선의 물리적 성질 및 생물학적 효과에 대한 적절한 지식을 배경으로 하여 이룩되어야 한다는 것도 꼭 같이 중요하다.

치료목적의 피폭(therapeutic exposures)에서 장기(organs)에 대한 흡수선량이 일반적으로 상당히 높아서, 피폭의 위험과 치료의 이익이 모두가 보다더 정량적으로 평가될 수 있다.

때문에 이들 두상황간의 균형을 근거로 결정이 이루어질 수 있다. 또한, 다른 치료방법도 고려해서 교번적인 치료방법을 생각하고 이들 효율성과 위험성을 방사선치료에 관계되는 것들과 비교하는 것도 때대로 필요함을 ICRP Publication - 26(197－179)에서는 언급하고 있다.

방사선치료의 경우 더욱 복잡한 문제가 많을 수 있으므로 방사선치료 면에서의 환자의 방어는 일단 방사선치료가 가장 적절한 치료방법으로 선정되었을 경우는 최소한의 치료에 관계되는 복잡성간의 최적의 균형을 이룩하도록 해야한다. 즉 불필요한(unwanted) 방사선량을 가능한한 최소가 되도록 하는데 기

여되어야 한다.

환자의 보호를 위한 과정은 전체적으로 치료의 최적화를 요구하게 되며, 방어의 최적화 그 자체만으로는 불충분하다. 이점에 대해서는 방사선치료의 교재로서 의도된 것이 아니지만 ICRP Publication - 44에 상세히 기술되었다. 더우기, 이 간행물은 암환자의 간호를 위한 모든 것을 쉽게 표현한 광범위한 설명을 포함하고 있다.

이 설명은 의료종양의(medical oncologists)와 같이 직접 방사선치료를 하지는 않지만 방사선의 잠재적 이익과 리스크에 관하여 알아야할 필요가 있는 의사를 포함하고 있다.

또한, 이것은 방사선치료팀(radiation therapy team), 즉 의료물리학자(medical physicist), 방사선기사(radiographer), 선량계측사(dosimetrists) 및 또한 이와 같은 치료시에 전문가의 필요성을 인식하는 행정가에 대한 설명도 정의와 함께 포함하고 있다.

이 ICRP Publication - 44에는 방사선치료의 일반원칙, 외부비임(external beam) 및 밀봉소선원치료(密封小線源治療, brachytherapy)의 전문적인 문제를 망라하고 있으며, 발암(發癌)의 논의는 물론 비확률론적인 방사선상해로 인해서 특수장기및 조직에서 예기되는 리스크에 대한 지침도 제시하고 있다.

또한, 가장 보편적인 종양(tumors)의 일부를 치료하는데 사용되는 방사선장 배열의 경우에 치료에 유용한 비임을 갖고 장기 및 조직의 외부치료를 할 경우의 선량에 대한 지침의 역할도 겸할 수 있도록 하였다.

반복되는 경우이지만, 임상의학에서의 과제는 치료기술이 장기의 기능에 관한 유일한 정보를 줄수 있다는 점에서 다르다. 방사선에 가장 심하게 피폭된 신체조직은 연구가 진행중인 장기가 아닌 때가 많고 신체에서 특수한 방사성 추적물질을 흡입하거나 제거하는 경로인 것처럼 보이는 경우도 있다.

선량의 감소시킴(reduction of dose)은 진단정보의 손실에 관계될 수도 있기 때문에 최적화과정은 각 검사에서 얻어지는 임상에 관련된 정보의 양을 최대가 되도록 하는데 필요하다.

방사성물질이 환자에게 투여되기 때문에 환자는 공중의 다른 사람들에게 해를 끼치게 되며, 또, 치료시설의 설계도 치료실 실무(departmental work)의 편제도 이 방사선의 잠재적인 해(害, hazard)가 최소화되도록 준비되어야 한다. 이것에 관해서도 이 간행물에서는 상세히 논하고 있다.

앞절에서 설명된 Publication - 34와 이 Publication - 44에서는 환자의 방어에 대한 검사법의 설정은 진단도 치료도 방사선의 임상적 사용의 계속적인 발전을 막는 제도적 장치가 되어서는 안된다는 점을 강조하고 있다.

이와 같은 방법은 임상행위의 차원이 높은 표준을 설정하는데 공헌하게 될 것이며, 인적자원도 물적자원도 한정된 데에서는 분명 어떤 한계점에 봉착할 수도 있다. 그러나, ICRP는 이와 같은 상황을 잘 극복해 가면서 만족될 수 있도록 계속적인 노력을 해 줄 수 있기를 기대한다.

환자들 자신의 진단검사나 방사선치료의 필요성을 부인할 수 없을 정도로 만족할 수 있는 ICRP 권고를 개발하기 위한 가장 최근의 모임은 1989년 4월에 파리에서 개최된 ICRP의 주위원회의 모임이었다. "Guides to Good Practice"를 주제로한 이 회합에서의 주골격은 비방사선의(nonradiologist), 방사선학자 및 방사선기사들이 특별히 목적으로 하는 진단방사선에서의 환자의 방호에 관한 보다더 단순화된 출판물의 제시를 들수 있다.

이것이 바로 진단방사선, 방사선치료 및 핵의학에서의 환자의 방호에 관한 "Guides to Good Practice"라 불리는 위의 세가지를 포함한 단행본이다.

(나) 내용의 구성

ICRP Publication - 44의 상세한 내용은 다음과 같다.

서문, 서론, 방사선치료의 일반원리, 외부

빔치료, 밀봉소선원치료(brachytherapy), 방사선조사(放射線照射)의 정확성과 품질보증, 치료조사로부터의 특정 장기, 조직에 대한 예견되는 리스크, 이용방사선 비임의 내부흡수선량과 외부흡수선량, 방사선종양치료 서어비스의 조직 및 계획, 방사선치료 실무진의 교육, 훈련및 의무, 방사선치료의 실시를 포함한 의학 연구, 부록 : 이 부록은 ICRP Publication - 33에서 선택한 방사선치료에서 사용되는 방사선장비의 방어설계 및 조작에 관한 권고이다.

6. ICRP Publication - 52

核醫學에서의 患者의 防禦

[Protection of the Patient in Nuclear Medicine :

(*Annals of the* ICRP, 17, No. 4(1987)에 발표]

(가) 방어지침의 요지

핵의학은 비밀봉 방사성물질을 진단과 치료 및 임상연구를 위해 사용하는 의료의 분야이다. 이 Publication - 52는 환자의 진단과 치료 및 임상연구의 목적으로 방사성의약품을 투여함으로 인해서 발생되는 환자의 피폭을 다루고 있다.

이 경우에 환자의 가족의 방어문제에 관한 원고를 다루고 있으나 방사성의약품을 환자에게 투여하는 직원의 피폭은 논하지 않고 있다.

이 보고서에는 핵의학 검사의 다른 형태로부터의 환자에 대한 흡수선량의 영향(여기서는 방사선리스크)을 주는 요인에 대해 충고해 주며, 의도된 의학적 이득을 얻기위해 위해(危害)를 당하지 않고 이들 위해를 최소로 할 수 있는 방법을 지적해 주고 있다.

이 Publication - 52는 본고의 「머리말」에서 언급했드시 ICRP Publication - 17과 대체되고, ICRP Publication - 34 및 44와 더불어 이들 세가지는 의학에서의 이온화방사선에 피폭된 환자의 방어에 대해서 취급한 일련의 총서라 할 수 있다.

이 보고서의 목적은 핵의학과의사(核醫學科醫師, nuclear medicine physician), 방사선과의, 의료물리학자, 기사 및 핵의학업무에 관여하는 그외의 사람들에 대해 여러 종류의 핵의학 검사에 의한 환자의 흡수선량(더 나아가서는 방사선의 위험)에 영향을 주는 요인에 대해 조언을 하는 것과 이들 위험을 의도한대로 의학적 이익을 손상하는 일이 없이 최소로 할 수 있는 방법을 지시해주고 있다. 결론적으로 이 간행물은 환자에 대한 방사선량을 고려해야하는 핵의학 실무를 위한 이들 요소를 요약적으로 이해를 할 수 있도록 기술했다는 점에서 중요한 것이다.

또 한편으로 이책은 핵의학의 입문으로서나 또는 최신의 핵의학 실무를 원하는 보건물리학자(health physicist)들에게 유용한 것이다.

현대 핵의학 기술에 익숙해진 물리학자(physicists)들은 이외에 새롭거나 더 현저한 여하한 문헌도 찾아볼 수 없을 정도로 중요시되는 서적이다. 때문에 ICRP Publication - 52는 ICRP－53과 더불어 핵의학시설을 갖춘 의학도서관이나 방사선안전관리실(radiation safety office)에는 필히 갖춰져야할 자료이다.

또한, 이 Publication은 ICRP Publication - 53인 "방사성의약품으로부터의 환자에 대한 방사선선량"과 관련시켜 읽혀져야 함은 서두에서 언급한 바와 같다.

(나) 내용의 구성

이 ICRP Publication - 52의 주된 내용의 구성은 다음과 같다.

제1장인 서론(緖論)에서는 물리학적, 생물학적 제개념과 선량제한에 관하여 논의 되었고, 제2장 양질의 임상실무를 위한 지침에서는 진단에 따른 제반책임(依願醫, 核醫學科醫, 核醫學에서의 醫療物理學者, 기사 및 기타 직원의 책임)이 논의 되었으며, 또 방사

성의약품의 선택, 행위의 모니터링, 환자의 흡수선량을 줄이는 방법 등은 물론 생식능력이 있는 여성, 임산부, 수유중인 여성, 어린이, 환자가족의 방어 및 오투여(誤投與) 등의 경우가 상술되었다.

치료시의 경우 악성환자의 치료 및 양성환자의 치료를 각각 구분하여 설명하였고 방사성핵종치료(radionuclide therapy) 후의 만성영향, 이를테면 백혈병, 그외의 발암, 유전적 영향과 비확률적 영향이 논의 되었으며 위의 진단시의 경우의 항목들도 포함되었다.

제3장 교육및 훈련에서는 핵의학의(核醫學醫), 핵의료에서의 의료물리학자, 핵의료기사, 방사약제사 및 방사화학자, 간호사들을 위한 교육에 관하여 논의하였다.

제4장에서는 장기의 평균흡수선량을 위한 식과 생체내 동태(生體內 動態) 및 선량평가상의 데이타의 불확정도를 비롯해서 유효선량 당량과 흡수선량의 계산결과치를 자세히 설명해주고 있다.

제5장에서는의 시설의 설계, 측정기기, 품질보증 및 품질관리 등과 제6장의 방서성의약품 : 조제와 품질관리 등의 문제를 다루고 있다.

7. ICRP Publication－53

放射性醫藥品으로부터의 患者에 대한 放射線量(Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals)

(가) 방어지침의 요지

1979년에 ICRP는 작업자에 의한 방사성핵종의 섭취에 대한 표준을 수정하였고(ICRP－30) 내부선량의 계산에 대해서 새로운 형식을 채택하였다.

선량계산 기법은 핵의학회의 MIRD(the medical Internal Radiation Dose Committee)에 의해서 도입된 기술과 유사하다. ICRP－53은 초기의 방사선 작업종사자에 대해서 사용된 생체내동태 모형을 확장시켜 이것을 핵의학 연구에 적용하고 있다.

이 보고서의 첫 29면에는 선량계산 방법과 채택된 여러 가지 생체내동태 모형이 간단히 검토되었다. 이 ICRP－53의 대부분은 120종의 방사성의약품 및 71종의 방사성핵종에 대한 처치방사능의 단위당 흡수선량의 표로 구성되었다.

이것은 특히 ICRP Publication－52를 증보한 것으로 핵의학의, 방사선학자, 의료물리학자, 과학기술자 및 핵의학 실무에 관련된 이들을 위하여 쓰여진 것이다.

(나) 내용의 구성

ICRP Publication－53의 구성은 다음과 같다. 서문, 양, 생체내동태 및 선량계의 일반적인 고찰, 방사성의약품의 선택, 선량계산을 위한 장기와 조직의 선택, 생체내동태 및 데이터, 흡수선량의 계산법, 유효선량당량, 방사성의약품 조제중의 불순물 등이다.

8. 맺음말

방사선안전관리에 대해서는 전심전력을 강구해야 한다는 점은 비록 핵발전소에 국한되는 문제만이 아니다. 우리나라의 경우 현싯점처럼 남북간의 핵문제는 물론 방사선방어에 관한 문제가 국내외적으로 집요하게 논의된 적은 별로 없다.

국가적 차원에서 볼때 동위원소를 이용한 의료및 산업분야에서의 활동은 날로 번창해 가고 있는데 반해, 이에 합당하게 대처하기 위한 방사선방어에 관한 인적자원은 유한하다. 이들 인적자원의 유용한 활용이 없이는 방사선방어의 효율화를 기대할 수 없다.

이 효율화는 경제적 사회적 요인을 고려한 경우의 필수적인 요청인데 방사선방어의 효율화를 위한 국내관계 법령에서의 반영은 지금 의료분야의 경우 전혀 고려의 대상범위 밖에 있는 실정이다.

방사선방어의 효율화에 대한 사회적 공인을 받기 위한 적극적인 노력을 해당 전문분야에서부터 확산시켜야 할것이다.

ICRP의 권고는 국가마다 자국법의 실정에 맞게 관계법령의 기초가 되어 실무면에서 여

러가지 형태로 활용되고 있는 점에 비추어 볼때 국내법에서의 반영은 극히 미약하다 하지 않을 수 없다.

더구나, 이 권고의 내용은 실무자들의 경우에도 이해의 폭이 넓지 못하여 활용치 못하는 경우가 대부분이다. 이제 우리나라도 원자력이용에 관한한 앞서가는 기술을 확보한 선진국이라고 볼 수 있는 차제에 높은 기술수준에 못지 않게 학회등의 전문위원회와의 협조로 ICRP의 권고가 방사선방어체계면에서 전문성이 있게 수용되어야 할 때인 것이다.

한국방사성동위원소협회는 이러한 목적의 일환으로 ICRP의 권고의 내용을 이해할 수 있도록 하기 위한 기획을 시도한 것이다.

어떠한 이론도 그것이 철저히 재확인 되지 않고서는 합당하게 용인될 수 없다는 점에 비추어 볼때 이들 ICRP의 간행물의 이해는 필수적인 것이어야 한다.

ICRP의 방사선방어 기본이념의 권고에 빗나가지 않는 방어정책의 구축을 의료분야의 전문가들로부터 정착시켜 나가야 할것이다. 이는 모든 의료피폭이 인류가 받는 인공방사선 피폭중의 선두주자이기 때문이다.

참 고 문 헌

1. ICRP Publication - 17, "Protection of the Patient in Radionuclide Investigation" (1971), Pergamon Press.
2. ICRP Publication - 34, "Protection of the Patient in Diagnostic Radiology"(1983), Pergamon Press.
3. ICRP Publication - 44, "Protection of the Patient in Radiation Therapy"(1985), Pergamon Press.
4. ICRP Publication - 52, "Protection of the Patient in Nuclear Medicine"(1988), Pergamon Press.
5. ICRP Publication - 53, "Protection Dose to Patients from Radiopharmaceuticals" (1988), Pergamon Press.
6. ICRP Publication - 26, "Recommendation of the ICRP" 2nd Ed., (1977), Pergamon Press.
7. ICRP Publication - 60, "1990 Recommendations of the Interantional Commission on Radiological Protection", Annals of the ICRP, 21(1−3), Pergamon Press(1991).
8. ICRP Publication - 37, "Cost - Benefit Analysis in the Optimization Protection" (1983), Pergamon Press.
9. ICRP Publication - 33, "Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine"(1982), Pergamon Press.
10. ICRP Publication - 16, "Protection of the Patient in X - ray Diagnosis(1970), Pergamon Press.
11. Soo Yong Lee, "A Brief Conceptive Comprehension of the ICRP Publications as an Information Media for the Radiological Protection Practice(Part 1), Isotope News, Vol. 6, No. 1, 24−36, (1991), Korea Radioisotope Association.

부록 1 : 1990년 이후 발간된 ICRP - 刊行物(Publications)의 일람표 *

간행물번호	발간연도	제 목
61	1991. 3	1990 권고에 근거한 종사자에 의한 방사성핵종의 흡입에 관한 연간한도(Annual Limits on Intake of Radionuclides by Workers Based on the 1990 Recommendations)
60+	1991. 3	국제 방사선방어위원회의(ICRP)의 1990년도 권고(1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection)
59	(근래 발간 예정)	피부에서의 선량한도에 대한 생물학적 기초(Biological Basis for Dose Limitation in the Skin)
58	1990. 4	결정론적(決定論的) 영향에 대한 RBE(RBE for Deterministic Effects)
57	1990. 4	의학 및 치의학에서의 작업자의 방사선방어(Radiological Protection of the Worker in Medicine and Dentistry)
56	1990. 4	방사성핵종의 섭취로부터 공중(公衆)의 인원에 대한 연령의존 선량 : 제1부(Age Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides, Part 1)
55	1989. 8	방사선방어에서의 최적화 및 의사결정(Optimization and Decision Making in Radiological Protection)

* ICRP Publication 1～54까지의 목록은 本稿의 제1부(동위원소회보, 제6권, 제1호, pp. 34～36)에 열거되었음.[11]

+ ICRP Publication－26(1977)의 신권고임.

부록 2 : 곧 발간될 간행물(Publications)의 목록

간행물번호	발간예정	제 목
59	(1991년중)	부록 1 : 참조
62	〃	방사선방어를 위한 인간호흡기 트랙 모형(Human Respiratory Tract Models for Radiological Protection)
63	〃	방사성핵종의 섭취로부터 공중의 인원에 대한 연령의존 선량 : 제2부(Age Dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides, Part 2)