

ICRP 75

종사자의 방사선방호에 대한 일반 원칙

서문

1993년 영국 Bournemouth에서 열린 회의에서, 위원회는 제4분과위의 제안을 받아들여 종사자를 전리방사선으로부터 방호하는 원칙에 관한 상세한 보고서를 준비하기 위한 작업반을 구성하였다. ICRP 60의 방호원칙을 시행하는 지침을 개발하고, ICRP 28(긴급피폭 또는 사고피폭 종사자의 처리절차에 관한 일반원칙)과 ICRP 35(종사자의 방사선방호를 위한 감시의 일반원칙)를 면밀히 검토하여, 특히 ICRP 35를 보완하여 대치할 보고서를 만들 것을 이 작업반에게 구체적으로 요청하였다. 작업반은 직장에서의 라돈피폭에 관해서는 ICRP 65(가정과 직장에서 Rn-222의 방호)의 종사자 관련 부분을 특별히 고려하였다.

제4분과위를 위해 이 보고서를 준비한 작업반 구성원은 다음과 같다.

J.C. Nenot(반장)

R. Coates

P. Hedemann Jensen

C.J. Huyskens(1993-1994)

M.P. Measures

A.D. Wrixon

이 보고서가 준비되는 기간의 제4분과위 위원은 다음과 같다.

D. Beninson(위원장)

K. Lokan

B.C. Winkler(부위원장)

F. Luykx

A.D. Wrixon(간사)

J.C. Nenot

D. Cool

Z. Pan

R.M. Duncan

K.C. Pillai

A. Gonzalez

A. Richardson

R. Hock

A. Sugier

C.J. Huyskens

K. Ulbak

T. Kasako

J. Valetin

1997년 위원회는 이 보고서의 발간을 채택했다.

I. 서론

1.1. 보고서의 목적과 범위

(1) 이 보고서는 종사자 방사선방호를 위한 위원회의 원칙을 적용함에 모범지침을 제공한다. 내용은 주로 경영진, 규제기관 및 전문자문역에 대해 논의하며, 행위의 초기설계에서부터 퇴역까지 모든 단계를 망라한다. 보고서는 정상 또는 비정상 상황에서 직업상피폭의 관리와 종사자 및 작업장에 대한 감시, 그리고 과피폭한 종사자의 처리에 대해서는 보다 상세히 다룬다. 여기서 제시되는 원칙은 인공 또는 천연 피폭원을 막론하고 핵연료주기 시설은 물론 의료, 연구 및 일반 산업에서의 직업상피폭에 적용된다. 원칙의 기본주제는 운영관리의 책임임이 합리적으로 인정될 수 있는 피폭이 일어나는 모든 유형의 시설에서 직무를 수행하는 종사자의 방호를 최적화하는 것이다. 이 과정은 설계와 운영에서 방호방안들의 선택과 관련되며, 특히 운영단계에서는 일반 작업관리원칙과도 밀접하게 연계된다. 그렇지만 이 보고서는 행위의 정당화의 원칙에 대해서는 자세히 다루지 않는데 정당화는 종사자의 방사선방호와 직결되지 않는 인자들을 포함하고 있기 때문이다. 물론 특정 유형의 행위가 방사선영향을 고려할 때 정당화되느냐를 결정하는 것은 사회차원의 문제이

다.

(2) 이 보고서는 ICRP 35(ICRP 1982)에 주어진 방사선방호를 위한 감시의 일반원칙을 고려할 뿐만 아니라 필요에 따라 수정, 보완한다. ICRP 28(ICRP 1978)에서 다룬 종사자의 긴급피폭 및 사고피폭의 처리에 관한 일반원칙도 일부 고려되었다. 그러나 이 문제에 대한 보다 기술적인 사항은 이 보고서보다 ICRP 28이 많이 포함하고 있다.

1.2. 직업상피폭의 일반특성

(3) ICRP 60(ICRP 1991a)은 최근의 포괄적 위원회 권고를 담고 있다. 이 권고에 제시되어 있듯이 방사선방호의 기본목표는 방사선피폭을 야기하지만 유익한 행위를 부당하게 제한하지 않으면서 전리방사선으로부터 사람을 방호하는 적절한 기준을 제공하는 것이다. 이 목표를 달성하기 위한 위원회의 기본구상은 선량을 문턱선량¹⁾ 이하로 유지함으로써 결정적영향의 발생을 방지하고, 확률적영향의 유발을 줄일 수 있는 모든 합리적 단계를 보장하는 것이다.

(4) 위원회는 피폭을 다음과 같이 대략적인 세 가지 유형으로 구분한다: 직무의 결과로 직장에서 발생하는 피폭으로 정의되는 직업상피폭, 진료의 일부로 주로 환자가 피폭하는 것²⁾으로 정의되는 의료상피폭, 기타의 모든 방사선피폭을 망라하여 정의되는 공중의 피폭이 그것이다. 이 보고서는 직업상피폭에 국한하는데 직업

1) 원어 'threshold dose'에 대한 우리말 용어로 ICRP 60 등의 번역물까지는 일본에서 사용하는 것과 같이 '발단선량'을 사용하였으나 '발단'의 우리말 의미가 '어떤 일의 실마리'로서 여기서 의미하는 바 '결정적영향이 나타나기 시작하는 선량'의 의미에 적합하지 않아 비록 한자말과 순 우리말의 복합어지만 정확한 의미를 위해 '문턱선량'을 사용한다.

상피폭이란 용어의 사용에 대해서는 2.2절에서 다룬다.

(5) 위원회는 개인의 방사선피폭에 영향을 미치는 상황을 행위와 개입이라는 두 가지의 대략적인 기본 범주로 구분한다. 행위란 **피폭원**, **경로**, 또는 **개인의 새로운 블록을 도입하거나³⁾**, **기존의 피폭원으로부터 인간에 이르는 경로의 네트워크를 수정함으로써 개인의 피폭 또는 피폭자 수를 증가시키는 것과 같이 전체적으로 방사선피폭을 증가시키는 인간의 활동⁴⁾** 을 말한다[ICRP 60 제106항]. 개입이란 피폭원을 제거하거나 피폭의 경로를 수정, 또는 피폭되는 개인의 수를 줄이는 등으로 기존의 피폭을 감시시키는 인간활동을 말한다. 위원회는 두 가지 상황이 야기되는 상이한 여건을 고려하여 각각에 대한 방호의 원칙들을 수립한 바 있다. 이 보고서는 두 가지 상황 모두에서 종사자의 보호에

관심을 두고 있으나 행위 쪽에 더 치중하고 있다.

(6) 거의 대개의 경우, 예를들면 직장에서 의도적으로 방사선원⁵⁾을 사용하는 것과 같은 행위의 결과로서 직업상피폭이 발생한다. 이러한 피폭은 정규피폭(또는 일상피폭)과 잠재피폭의 두 가지 범주로 나뉜다. 정규피폭은 발생할 것으로 의당 예견될 수 있는 피폭으로서, 계획대로의 운영이나 영향이 작은 경미한 사건처럼 의도하지 않은 운영상태로부터 받는 피폭을 포함한다. 잠재피폭은 가능성은 있지만 발생을 확신할 수 없는 비의도적인 운영상태로 인한 피폭으로 정의된다. 잠재피폭은 예견할 수 있고 그 발생률도 평가할 수 있지만 상세히 예측될 수는 없다. 잠재피폭은 예를들면 가능한 착오 또는 방호체계의 고장의 결과로 일어날 수 있다⁶⁾. 이제 잠재피폭은 위원회의 방호체계 내에 명백히

- 2) 여기서 '주로 환자가 피폭하는 선량'이란 표현을 사용하는 것은 의료상피폭에 포함되는 것으로서 환자가 아닌 간병인(자신이 방사선에 피폭함을 알면서도 이를 감수하는 경우)의 피폭, 의학이나 생물학적 연구목적으로 피폭을 자원하는 실험대상자의 피폭, 그리고 법의학 목적의 피폭도 포함되기 때문이다. 물론 의사나 간호사 등 병원 직원의 피폭은 의료상피폭이 아니라 직업상피폭이다.
- 3) '블록'을 도입한다는 의미는 ICRP 60에서 피폭이 일어나는 것을 '피폭원→피폭경로→사람(피폭자)'로 이어지는 피폭의 네트워크로 설명하고 각 단계를 '블록'으로 표현함에 연유하는 것이다. 즉, 새로운 블록이 도입된다는 것은 새로운 선원이나 새로운 피폭경로, 또는 새로운 피폭자가 나타난다는 의미이다.
- 4) 이하에서 ICRP 60의 내용을 직접 인용한 경우에는 그래픽체로 쓴다(원주).
- 5) 원어 'source'는 '선원'과 '피폭원'의 두 가지로 번역되었다. 즉, 이 용례에서처럼 한정적이고 가시적인 피폭원에 대해서는 '선원'을 사용하는 한편, 자연방사선이나 핵실험 낙진과 같이 피폭의 원인이지만 일반적이고 광범하거나 비가시적인 것에 대해서는 '피폭원'을 사용했다.
- 6) 정규피폭과 잠재피폭(사고피폭)의 경계를 구체적으로 명확히 구분하는 것은 용이하지 않다. 발생이 어느 정도로 예견되고 그 영향이 작은 것이라면 흔히 사고라 불리는 일로 인한 피폭도 정규피폭으로 간주된다(예: 액체 방사성물질을 취급하는 작업장에서 작업자의 실수로 쏟은 방사성물질로 인한 피폭). 잠재피폭이란 매우 드물게(굳이 확률적으로 말한다면 대개 연간 10⁻² 이하 정도일 것이다) 일어나되 일단 일어나면 그 영향이 큰 사고로 인한 피폭이다(예: 원전사고). 후자가 '사고(incident)'라면 전자는 '사건(incident, mishap)'으로 구분하는 것이 좋으나 관습이나 일반인의 이해가 이에 미치지 못한다.

포함된다⁷⁾. 잠재피폭에 대한 여러 고려사항이 ICRP 64(ICRP 1993a)에 주어졌으며, 일부 선정된 피폭원으로부터 잠재피폭에 관한 추가적 지침은 ICRP 76(ICRP 1997)에 제공될 것이다.

(7) 선원의 안전성은 방사선방호와 연계되는 개념이다. 역사적으로 방사선방호의 규율은 피폭원으로부터 정규적이고 예견한 피폭을 주로 다루어왔고, 방사선 안전성은 주로 사고의 가능성을 줄이는 문제를 다루어 왔다. 비록 두 규율은 종종 서로 분리되거나 전혀 다른 것으로 인식되어 왔지만 사실은 서로 보완적인 것이다. 그들은 모든 유형의 피폭원으로부터 정규피폭 및 잠재피폭 모두 즉, 모든 피폭을 망라하는 지속적인 관리제도의 양면을 구성한다.

(8) 직업상피폭은 개입의 결과로도 발생할 수 있는데 분명한 경우가 종사자나 공중에겐 손해를 초래할 가능성이 있는 사고 직후 또는 긴급시, 그 영향을 제한하기 위해 종사자의 조치가 요구되는 상황이다. 사고 또는 긴급시 공중을 보호하기 위해 개입에 참여하는 종사자의 방호에 관한 여러 고려사항이 ICRP 63(ICRP 1991b)에 주어져 있다. 또, 종사자는 과거의 사고 또는 이전의 행위로 인한 오염 또는 천연 방사선원으로부터 자신들이나 다른 종사자의 피

폭을 줄이는 과정에서 피폭할 수도 있다.

(9) 종사자의 피폭에서 행위를 위한 관리체제로 다른 피폭과 개입이 필요한 기존의 피폭상황의 일부로 볼 피폭을 분명하게 구분하는 것은 약간 어렵다⁸⁾. 가장 중요한 차이는 개입결정에 대해서는 직업상피폭의 선량한도가 적용되지 않는 점이다. 위원회는 ICRP 65(ICRP 1993b)의 직장에서 라돈피폭의 의미를 통해 이 문제에 대한 지침을 제공한 바 있다. 직장에서 다른 천연 피폭원, 사고 또는 과거의 행위로 인한 오염으로부터 받는 피폭의 제어에 적용될 원칙에 대한 추가적인 지침이 이 보고서에 주어진다.

(10) 직업상 방사선 방호 및 방사선 안전, 나아가 그 모체인 직업보건의 주목표는 작업환경에서 받아들일 수 있을 정도의 안전 및 보건을 달성하고 유지하는 것이다. 방사선 위해에 대한 이 목표는 행위와 개입에 관한 위원회의 방사선 방호의 기본원칙을 고려함으로써 성취될 수 있다. 이 원칙들은 방사선피폭으로부터 종사자를 방호하며 잠재피폭의 가능성을 축소시키고 사고 영향을 완화하는 것을 지향한다.

(11) 위원회는 방사선이 작업현장에서 접하는 여러 종류 해독의 단 하나에 불과함을 인식

7) ICRP 60 이전에는 방호체계(정당화, 최적화, 선량/위험한도)에 잠재피폭이 포함됨을 명시적으로 표현하지 않았으나 ICRP 60에서는 최적화의 대상의 하나로 '잠재피폭에 대해서는 그 발생확률의 최적화'도 명시되고 있다.

8) '행위'란 인간의 활동으로 인해 피폭이 증가되는 것으로서 이로부터 방호를 위해서는 정규 방호체계가 적용된다. 반대로 '기존의 상황'이란 이미 피폭을 받는 것이 기정사실로서 의도된 인간의 활동(개입)에 의해서만 피폭이 방지되거나 줄어 들 수 있는 상황을 말한다.

하고 있으며, 방사선 해독이 있는 곳에 존재할 지도 모르는 다른 해독과 독립적으로 취급되어서는 아니된다는 점을 강조한다. 이상적으로는 어떤 해독의 관리에 투입하는 재화는 그 해독의 크기에 대략 상응하는 것이어야 한다. 나아가 방사선피폭을 줄이기 위한 절차가 총해독을 증대시킨다면 이는 적절한 것이 못된다. 이런 이유 때문에 방사선방호가 총체적인 보건안전 프로그램의 일환으로 수행되는 것임을 분명히 하는 것이 좋다.

1.3. 보고서의 구성

(12) 이 보고서의 구성은 직업상피폭에 대한 위원회의 일반 접근법을 반영한다. 제2절은 위원회의 1990년 권고의 직업상피폭과 관련되는 기본 골격을 논의한다. 행위와 개입에 있어서 방사선방호 체계의 기본원칙을 다시 설명하고 '직업상피폭'이란 용어의 이해기반을 살펴본다.

(13) 제3절은 정규피폭 또는 잠재피폭에 대해 직업상피폭의 관리를 다룬다. 운영단계에서 시행되는 최적화 요구의 주요 수단으로서 작업 관리의 역할을 특별히 강조한다. 전반적인 접근은 보건안전의 모든 측면을 포함하는 작업관리 일반과 다를 바 없다는 데에 초점을 맞춘다. 구역의 지정을 포함하는 실질적 방호수단을 망라하는 구체적 원칙이 논의된다. 또, 임신한 여성 근로자의 피폭관리에 대해서도 이 절에서 논의한다.

(14) 제4절은 종사자의 긴급피폭에 대해 다루는데 거의 ICRP 63의 부록A에서 제시된 원칙을 도입한다(ICRP, 1991b).

(15) 모든 사람은 직장에서 다소간 자연방사선원에 피폭하게 마련인데 이 피폭이 관리되어야 하는 상황을 정한다. ICRP 65(ICRP, 1993b)는 직장에서의 라돈피폭을 다루었으며 ICRP 47(ICRP, 1986)은 광산에서 라돈피폭을 다룬 바 있는데, 제5절은 이러한 상황은 물론 기타 상황에서 직장에서의 자연방사선피폭에 대하여 고려한다.

(16) 제6절은 종사자와 작업장의 감시에 적용될 원칙을 논의하는데 주로 ICRP 35(ICRP, 1982)의 내용을 인입한다.

(17) 종사자의 선량이 위원회의 선량한도 이내에 머무름을 보장할 수 있도록 모든 노력을 기울여야 함은 분명하지만 때로는 선량한도를 초과하는 피폭을 초래하는 상황이 일어날 수도 있다. 이러한 사건은 관리요건에 위배될 것이며 규제기관에 의한 제재조치를 받을 수도 있다. 이와는 별개로 위원회가 고려하는 방호원칙이 이 경우에 적용되어 경영관리 측면의 적절한 대응이 있어야 함을 위원회는 분명히 하고싶다. 제7절에는 이러한 사안들을 다룬다.

(18) 위원회는 저준위 방사선에 피폭한 종사자의 건강감시에 대해 종종 부당한 강조- 방사선피폭의 건강 영향 실상에 대한 잘못된 인식

에서 비롯했거나 또는 잘못된 인식을 유도하는 강조 - 가 이루어져 왔다고 본다. 따라서 위원회는 방사선에 피폭하는 종사자의 건강감시가 직업보건의 일반원칙에 근거를 두어야 한다고 ICRP 60에서 천명한 바 있다. 이에 관한 추가 권고가 제8절에서 전개된다.

2. 기본 골격

2.1. 방호 관련 양

(19) 위원회가 권고한 선량한도가 표현되는 방사선방호 목적의 양들은 ICRP 60에서 정의한 유효선량과 등가선량이다. 유효선량이라는 양은 정규 운영과정에서 경험하게 되는 수준에서 방사선피폭으로 인한 건강상의 위해를 나타내는 적절한 지표라고 일반적으로 간주된다. 피부와 눈의 수정체에 대해서는 결정적영향의 방지를 보장하기 위해 등가선량한도가 필요하다. 방호를 위한 양은 주어진 시간 동안에 외부선원으로 부터 피폭하는 유효선량이나 등가선량과, 같은 기간 방사성핵종의 섭취로 인한 예탁유효선량 또는 예탁등가선량의 합이 된다.

(20) 물리적인 측정을 위한 기본 양으로는 입사속량, 커마 그리고 흡수선량이 포함된다. 이들 양은 국가의 표준기관에서 사용될 수 있지만

외부 방사선에 대해 측정가능한 양으로서 방호량(유효선량 및 등가선량)과 연계되어야 할 필요성 때문에 실용량(ICRU, 1985, 1993)의 발전으로 이어졌다. 실용량은 실제에서 부딪치는 대부분의 방사선장에 대해 유효선량 또는 등가선량을 과소평가하거나 지나치게 과대평가하지 않는 것으로 밝혀졌다(ICRU 1996a). 지역 감시를 위한 실용량은 주위선량당량과 방향성 선량당량이다⁹⁾. 개인감시에 사용할 실용량은 지정된 깊이에서의 개인선량당량¹⁰⁾이다. 내부 피폭선량에 관한 상응하는 실용량은 섭취량이다. 물리적 양, 방호를 위한 양, 그리고 실용량 사이의 관계에 대해서는 ICRP 74(ICRP, 1996a)에서 논의하였다. 종사자의 방사성핵종 섭취에 관한 선량계수의 최신 자료는 ICRP 68(ICRP, 1994)에 주었다.

2.2. 직업상피폭

(21) 직장에서 사람이 방사선에 피폭하는 상황은 다양하여서 추적자 사용과 같이 작은 양의 방사성물질을 다루는 일로부터 방사선 발생 장치의 사용, 방사선 게이지의 사용, 나아가 핵주기시설 종사에까지 이른다. 종사자의 자연방사선 피폭이 직업상 해로움으로서 제어, 관리해야만 할 정도로 높은 상황도 있다.

(22) 유해한 요인에 의한 직업상피폭에 대한

9) 정렬되고 확장된 방사선장에 놓인 ICRU 표준모의피폭체(직경 30cm의 구형 연조직 체적)의 입사표면으로부터 지정된 깊이에서의 등가선량으로서 $H^*(10)$ 을 주위선량당량, $H(0.07)$ 을 방향성선량당량으로 정의한다.
 10) 인체 표면으로부터 일정한 깊이에서의 선량당량으로서 심부선량으로 불리는 $H_b(10)$ 은 인체내 깊은 위치에 있는 중요 장기나 조직들의 선량을 대신하며 표층선량으로 불리는 $H_b(0.07)$ 은 피부의 선량을 대신한다. 수정체선량의 대신으로 $H_b(3)$ 을 사용하기도 한다.

전통적인 정의는 그 피폭원에 관계없이 직장에서 발생하는 모든 피폭을 포함한다. 자연 근원 방사선은 도처에 존재하기 때문에 위원회는 직업상피폭에 관한 위와 같은 광범한 정의는 직업상피폭이 행위에 대한 방사선방호체계 아래서 관리되어야 할 피폭을 지칭하는 목적에 적합하지 않음을 인식하였다. 따라서 위원회는 **직업상 피폭**이라는 용어를 **피폭이 경영관리자의 책임 아래에 있음을 합리적으로 간주할 수 있는 직장에서의 피폭**으로 한정하여 적용하였다(ICRP 60, 제134항). 그래서 위원회는 직업상 피폭을 경영관리자의 책임하에 있는 것으로 간주되고 행위에 대한 방호체계가 적용되는¹¹⁾ 종사상황에서 받는 피폭으로 지칭하여 사용한다.

(23) 따라서 규제나 경영의 관리로부터 제외되어야 하는 자연기인 피폭에 대해서는 의사결정이 필요하다. 이 제외는 어느 정도 일반적인 체계에 의한 것이어야 한다. ICRP 60 제291항에서 위원회는 **지표 레벨에서의 우주선이나 신체내의 ⁴⁰K와 같이 본질적으로 제어 불가능한 피폭원은 규제대책의 범위로부터 제외하는 방안이 최선으로 천명한 바 있다.** ICRP 60 제136항은 자연방사선 피폭 중 직업상피폭의 일부로 포함되고 관리되어야 할 특별한 사안들에 대한 몇몇 현실적인 지침을 제공하였다. 이에 대한 추가 고려가 제5절에 주어진다.

(24) ICRP 60의 제138항은 직장에 있거나 직장과 관련되는 인공 피폭원으로부터 직장에서 받는 피폭(직장에서 받는 의료방사선은 제외)은 그 피폭원이 공식적으로 규제관리로부터 제외되었거나 규제기관에 의해 관련된 규제 관리를 면제받은 경우가 아니라면 모두 직업상 피폭에 포함되어야 한다고 서술하고 있다. 따라서 규제로부터 제외되거나 면제될 그러한 인공피폭원에 대한 의사결정도 필요하다.

(25) 피폭원이나 행위의 면제는 다음의 둘 중 하나에 해당하는 근거에 의거해야 한다. 즉, 그것이 **정상 또는 사고 상황 모두에서 작은 개인선량과 작은 집단선량을 주거나, 개인선량 또는 집단선량의 유의한 감축을 달성할 수 있는 합리적인 관리수단이 없어야 한다**(ICRP 60, 제287항). 국제원자력기구(IAEA)는 피폭원과 행위의 면제기준을 수립하였는데 이 기준은 일반공중의 구성원에 대한 개인선량 및 집단선량의 수준¹²⁾을 포함하고 있다(IAEA, 1988a, 1996). 이 선량수준은 행위에서 방사성핵종의 총방사능이나 방사능농도의 면제수준을 유도하는 데에 적용되었다(CEC, 1993). 이 기준은 방사선발생장치나 방사성물질을 밀봉선원의 형태로 내장하는 장치의 조건부 면제를 정당화하는 데에도 사용되었다(IAEA, 1996). 이러한 면제는 예를들면 관련된 방사선방호 표준을 만족하는 것으로 나타난 전리함형 연감지기의 사용이나 판매에 적용되었다.

11) '행위에 대한 방호체계가 적용된다'는 것은 위원회의 기본방호체계, 즉, 정당화-최적화-선량/위험한도가 적용된다는 의미이다.

12) IAEA 기본안전기준(BSS)등은 면제기준은 연간 개인선량 10 μ Sv, 연간 집단선량 1man-Sv로 정하고 있다.

(26) ICRP 60의 제107항은 다음과 같이 기술하고 있다: 가능하다면 피폭원에 대한 제어가 바람직하다. 환경이나 개인에 대한 조치는 지장이 많을 것이며 사회적 불이익을 초래할 뿐만 아니라 항상 실현될 수 있지 않을 수도 있다. 한 예가 인근 공장으로부터 환경으로 방출된 방사성물질로 인한 직장에서의 피폭이다. 이러한 피폭은 인근 시설물의 종사자나 공중의 피폭을 고려하면 방출원에서 관리됨이 최선이라는 것은 분명하다. 그러면 작업장에서 추가적인 관리는 필요하지 않으며 그 피폭을 유발하는 방출이 방출원에서 이미 제어되었다는 근거에서 면제받을 수 있다.

(27) 자연방사선 피폭원이나 기존상황으로서 피폭이 경영관리자의 책임으로 간주되어 직업상피폭의 일부로 포함될 피폭에 대해서는 제 2.4절과 2.5절에서 논의한다.

(28) 요약컨대 “직업상피폭”이란 용어를 이렇게 한정적으로 사용한다면 피폭이 제외되거나 피폭을 주는 피폭원이 면제되지 않는 한 직장에서의 모든 피폭은 관리되고 제어되어야 한다. 규제기관은 기본적으로 일반환경에서 피폭하는 수준의 자연방사선 피폭과 같은 본질적으로 제어수단이 없는 피폭원¹³⁾으로부터의 피폭을 제외해야 한다. 또, 규제기관은 규제의 관심

대상이 아닌 수준의 선량을 주는 피폭원과, 승인 받았거나 국가차원의 배려를 받은 운영에 의해서만 발생하는 피폭원을 면제해야 한다¹⁴⁾. 위원회가 직업상피폭으로 간주하는 피폭은 행위에 대한 방호체계에 따라 제어되어야 한다. 용어 “직업상피폭”의 이러한 사용은 피폭원이나 행위로부터의 피폭에 관련되는 것이지, 어떤 종사자가 일하는 장소 문제, 지정된 구역의 내부나 외부의 문제 또는 개인선량이 평가되느냐 아니냐의 문제와는 관계되지 않음을 인식하는 것은 특히 중요하다. 따라서 어떤 현장에서 피폭이 운영관리자의 책임아래 있다고 보는 것이 합리적인 곳에서의 모든 작업은 고용주가 누구이건 관계없이 직업상피폭으로 연계된다.

2.3. 행위

(29) 제안된 행위 또는 계속행위에 대하여 위원회가 권고하는 방사선방호의 체계는 다음의 일반원칙에 근거한다. 이 원칙은 ICRP 60 제 112항에서 발췌된 것이다.

(a) 방사선피폭에 관련된 행위는, 그것이 피폭하는 개인이나 사회에 끼치는 위해를 보상하는 데 충분한 이익을 제공할 수 없으면 채택되어서는 아니된다(행위의 정당화).

(b) 어떤 행위에서 특별한 피폭원과 관련하여, 개인선량의 크기, 피폭하는 사람의 수, 방사선피폭이 확실하지 않은 상태에서는 피폭의 발생가능성을 경제적, 사회적 인지를

13) 예를들면 과거 지상핵실험 낙진에 의해 지금 우리가 받고있는 피폭.

14) 면제의 개념은 일반면제와 특별면제로 구분할 수 있다. 일반면제란 규정된 선량 또는 이로부터 도출된 방사능량에 미치지 못하는 선원에 대해 자동적으로 면제되는 것이며, 특별면제란 이 기준을 만족하지는 않지만 규제시행에 따르는 부담과 면제함으로써 증가될 수 있는 위험부담의 크기를 비교할 때 규제를 시행하는 것이 불합리한 것으로 판단함으로써 예외적으로 일정한 대상을 정하여 면제하는 것이다.

고려하여 합리적으로 달성할 수 있는 한 낮게 유지해야 한다. 이러한 절차는 개인의 선량에 대한 제한(선량제약), 잠재적 피폭의 경우에는 개인에 대한 위험의 제한(위험제약)을 이용하여 순수한 경제적, 사회적 판단으로부터 발생하기 쉬운 불평등을 제한해야 한다(방호의 최적화).

(c) 모든 관련 행위들의 결합에 의한 개인피폭은 선량한도의 적용을 받아야 하고 잠재피폭의 경우에는 위험에 대한 어떤 제어가 따라야 한다. 이러한 것들은 어떠한 정상환경에서도 행위로부터 수용 불가한 것으로 판단되는 방사선 위험에 어느 개인도 노출되지 않음을 보증하는 것을 목표로 하고 있다. 모든 피폭원이 그것들에 대해 취해지는 조치에 의해 쉽게 제어되지는 않으며, 선량한도를 선정하기 전에 포함될 피폭원들을 적절하게 규정하는 것이 필요하다. (개인선량과 위험한도).

2.3.1. 행위의 정당화

(30) 정당화에 관한 첫원칙은 방사선 위해에 적용되는데 어떤 행위로부터의 개인선량이나 집단선량에 반영된다. 정규피폭과 잠재피폭, 그리고 잠재피폭의 확률은 행위에 대한 종합적 평가의 일부로 간주되어야 한다. 적어도 원칙적으로는 이 평가는 그 행위가 채택되기 전에 이루어져야 하며 해당되는 직업상피폭, 일반인의 피폭 및 의료상피폭으로 인한 방사선 위해를 고려하여야 한다.

(31) 제안된 행위에 수반되는 방사선 위해는 전체 위해의 작은 부분에 지나지 않을 것이며, 아마도 틀림없이 전체 부담에 대해서는 작은 부분일 것이다. 이에 따라 그 행위가 정당화되는 판단에는 방사선방호의 범위를 훨씬 벗어나는 인자들도 관여될 것이다. 그러므로 위원회의 권고는 방사선 위해를 상쇄하는 종합적인 이득이 있을 것을 요구하는 단순한 방향이다. 더욱이 어떤 유형의 행위에 정당화 원칙을 적용하는 데 관한 고려는 본질적으로 일반적이고 광범하기 때문에 같은 유형의 행위가 도입되는 추가 사례마다 정당화원칙을 구체적으로 적용하는 것은 위원회가 의도하는 바가 아니다.

(32) 위원회는 ICRP 60 제116항에서 정당화 과정은 새로운 행위의 도입단계에서 뿐만 아니라 기존 행위에 대하여 행위의 효력과 영향에 관한 새로운 정보의 관점에서 재검토할 때에도 필요하다고 기술하였는데 이 서술의 의미에 있어서 약간의 불확실함이 있다. 위원회는 이 요건이 이미 지적한 관점 즉, 방사선위해는 통상 전체 부담의 작은 요소인 만큼 방사선위해가 의사결정 과정을 부당하게 지배해서는 아니 된다는 의미로 보아야 한다는 것을 분명히 하고자 한다. 더욱이 행위의 철회는 본래의 평가에서는 고려되지 않은 인자까지 고려되어야 할지 모르므로 철회는 경솔히 이루어져서는 아니된다. 어떤 기존행위의 철회를 고려할 것을 제안하는 상당한 새로운 정보가 있는 경우에는 이의 재검토도 가치가 있지만, 정당화의 원칙은 주로 새로운 행위가 제안되는 단계에서 적용하기 위

한 것이었음을 강조하지 않을 수 없다.

2.3.2. 방호의 최적화

(33) 이 자료의 중점은 방호의 최적화이다. 이 둘째 원칙의 개괄적 목표는 정당화된 행위내의 피폭원에 대해 개인 유효선량의 크기, 피폭하는 종사자의 수, 그리고 피폭의 발생이 확실하지 않은 경우에는 그 가능성이 경제적, 사회적 인자를 고려하여 합리적으로 달성 가능한 한 낮게 유지됨을 보장하는 것이다. 정당화 원칙은 하나의 행위에 대해 종합적으로 적용되지만 최적화 원칙은 하나의 행위 내 여러 피폭원들로부터의 피폭의 관리 즉, 명확히 정의된 직무를 포함하여 한 행위의 여러 구성요소에 적용된다. 최적화는 제공될 방호의 수준을 결정하는 것이다. 그 의도는 주어진 상황에서 달성될 수 있는 가장 바람직한 대책을 구하고자 하는 것이다. 방사선위해를 줄이기 위해 추가의 재화를 투입하는 것이 그로써 이룰 수 있는 선량 등의 저감에 의해 보장되지 못할 때에 방호는 최적이 된다.

(34) 최적화의 원칙은 어떤 사업의 설계단계에서부터, 운영단계를 거쳐 퇴역 및 폐기물 처분단계까지에 걸쳐 적용되므로 이에 대해서는 체계적이고 구조적 접근이 요구된다. 방호의 최적수준을 결정하기 위한 노력이 예상되는 선량의 감축의 크기에 비례하는 정도가 되도록 해야 한다.

(35) 가장 단순한 형식으로 본다면, 방호의

최적화는 관련된 특정 종사자의 집단을 위한 일련의 방호수단의 비용(시간, 비용 또는 다른 재화로)과 그 수단으로 달성하는 해당 종사자들의 선량감축에 대한 저울질을 필요로 한다. 그렇지만 사실은 이처럼 단순하지는 않을 수 있어, 이 과정에서 다른 인자들을 고려해야 할 필요도 있을 수 있다. 예를들면 방호 최적화의 대상이 되는 피폭원과 직결되지 않은 종사자 그룹의 피폭이나 공중의 구성원의 피폭을 고려해야 할 필요가 있을 수 있다. 또, 집단유효선량이 주어진 행위내의 특정 피폭원으로부터의 방사선위해를 반영하는 데 충분하지만은 않다는 것이 일반적 인식이다. 개인 유효선량 수준의 분포도 고려되어야 할 것이며, 특히 보다 높은 준위의 선량에 비중을 두어야 한다. 그리고 선량감축을 겨냥한 수단들이 화학적으로나 물리적으로 갖는 다른 안전장해를 고려해야 할 필요도 있을 수 있는데 이러한 장해들은 방사선으로 인한 것 에 비해 쉽게 정량화되기 어려운 경우가 보통이다.

(36) 방호의 최적화는 ICRP 55(ICRP, 1989)의 주제이다. 그 보고서에 제시된 원칙은 여전히 적절하며 정규피폭 또는 잠재피폭을 망라하기에 충분하도록 광범하다. 그 보고서가 강조하는 점도 특정한 분석적 또는 의사보조 기법이 아니라 방안들 중 선택하기 위한 구조적 접근을 사용하는 데 있다. ICRP 37(ICRP, 1983)은 결정에 이르는 가장 일반적인 분석기법, 즉, 비용-이득 분석법을 구체적으로 다루고 있다. 하나의 특별한 문제는 단위 집단유효선량

의 금전가의 선정이다(예를들면 Stokell 등, 1991 참조).

(37) ICRP 55 출간 이후 운영측면에서 최적화 원칙을 반영하는 주된 수단으로 작업장 관리가 점차 강조되어 왔다(NEA/OECD, 1993, 1997 참조). 그렇다고 이것이 설계단계에서 최적화 원칙을 적용하는 것의 중요성을 경감하는 것을 의미하는 것으로 받아들여져서는 안된다. 그보다 작업장 관리는 설계단계 최적화의 보완적인 수단으로 보아야 한다. 작업관리는 운영절차의 수립과 방호가 최적화되었음을 확인하는 일반적 일상관심으로 간주된다. 작업계획과 관리에 대한 주제는 제3절에서 보다 상세하게 다룬다.

(38) 특히 공학적 제어를 통해 설계단계에서 많은 것이 성취될 수 있다. 정량적 의사보조기법이 특별히 유용한 것이 이 단계에서이다. 일단 이러한 제어에 의한 방호가 최적화되고 나면 잔여 장치는 특정 구역에서 소비하는 시간의 제한이나 특수장비와 방호장비의 사용 등과 같은 적절한 운영절차에 맡길 수 있다. 공학적 제어, 특히 설계단계에서의 공학적 제어를 우선하여야 하는데 그 이유는 이것이 운영관리보다 본질적으로 신뢰성이 클 것이기 때문이다. 개인 방호장비의 사용은 다른 제어수단이 방사선피폭을 함립적으로 낮추거나 배제할 수 없을 경우에만 고려되어야 한다. 그러한 경우에도 이러한 장비의 사용으로 인해서 발생할 수 있는 방호효과 감소 가능성과 이로 인한 피폭시간의 증가

나 방사선 외적인 위험에 대하여도 고려하여야 한다.

잠재피폭

(39) 잠재피폭의 경우에는 선량을 받을 확률과 함께 그 선량을 받은 경우 발생할 것으로 보이는 위험에 대하여 최적화 과정에서 고려하여야 한다. 잠재피폭은 기기의 고장이나 절차의 파탄, 절차를 따라야할 사람의 실패가 있을 경우 발생할 수 있다. 최적화의 원칙은 방사선피폭을 유발하는 사고나 고장을 예방하는 기기의 설계, 사고나 고장이 일어난 경우 영향을 완화함을 목표로 하는 수단, 그리고 종사자들이 따르도록 요구되는 절차에 적용되어야 한다. 잠재피폭을 줄이기 위한 수단과 정규피폭을 줄이기 위한 수단 사이에 적절한 균형이 유지되도록 주의가 필요하다.

(40) 잠재피폭의 상황에서 방호를 달성하는데 필요한 기술적 원칙은 정규피폭으로부터 방호를 달성하는 데에 사용되는 것과 유사하다. 여기에는 다음과 같은 것들이 포함된다.

(a) 방사선원을 포함하는 기기의 설계, 건설, 운영, 보수 및 변경과 선원 자체의 설계는 시험과 경험에 의해 입증된 건전한 공학원칙과 관행에 근거해야 한다.

(b) 포괄적인 품질보증절차가 선원의 설계, 건설, 운영, 보수 및 변경과 기기가 규정된 요건을 만족하도록 보장해야 한다.

(c) 사람과 기기와의 상호작용(인적인자)이

매우 중요하므로 설계나 건설에는 인간의 실행능력과 선원이나 기기의 인간실수 감내능력을 감안하여야 한다.

(41) 추가적으로 심층방어로 불리기도 하는 방호수단들의 겹(즉, 구조, 부품, 계통, 또는 이들의 결합)이 있어야 한다. 이 원칙이 적용되는 정도는 그 행위에 수반되는 해독의 수준에 상응하는 것이어야 한다. 이 개념은 원자력 산업계에서 상당한 발전이 있어왔으나 아직까지 산업용 조사기를 제외한 다른 분야에는 널리 적용되지 않고 있다[IAEA, 1992]. 이 주제에 대한 추가 지침은 ICRP 76[ICRP, 1977]에 주어진다.

(42) 확률론적 안전성분석과 같은 정량적 기법들이 안전장치를 개선하는 것이 적절한가에 대한 지침을 제공하기 위해 위 원칙의 보조로 사용될 수 있다. 확률론적 안전성분석은 어떤 사고가 발생가능하고 그러한 사고의 가능성과 결과적인 영향을 평가한다. 이 분석에서 평가하는 데이터는 세부 부품이나 계통, 계통간의 상호작용, 운영요원의 조치, 운영경험으로부터 얻은 성능자료를 포함한다. 이 분석은 주로 시설의 설계단계에서 사용되지만 오래된 시설의 안전평가에서도 중요하며 기존 설비의 개선이나 변경을 고려할 때에도 필요하다.

제약

(43) 위원회가 권고하는, 행위를 위한 둘째 방호원칙은 방호최적화 절차가 개인 유효선량에 대한 제한(선량제약) 또는 잠재피폭의 경우에는 개인 위험에 대한 제한(위험제약)에 의해 제약받아야 한다는 명백한 요건을 이제 두고 있다. 사업의 설계단계와 운영의 계획 모두에서 방호최적화 원칙의 적용은 개인선량과 위험에 대한 사전 평가를 필요로 한다. 다양한 가능 방안에 대한 이 예측된 선량이나 위험이 그 특정 상황에 대하여 선정된 제약과 비교되어야 하는 것이다. 제약의 목적은 고려되어야 할 방안의 범위를 한정하는 것이다. 이를 위해 제약은 개인이 불평등한 수준의 선량을 받거나 불평등한 수준의 위험에 처하는 것을 방지하는 것을 돕는다는 계획적¹⁵⁾인 관점에서 사용되어야 한다 [NEA/OECD, 1996].

(44) 비록 제약이 예측된 개인 선량이나 위험에 관계되지만 완전히 방호최적화 원칙의 일부이며 따라서 피폭원 중심이다. 제약은 한 행위 내의 어떤 특정 피폭원으로부터 받는 개인선량의 크기에 초점을 맞추는 면도 있지만 제약을 선량한도나 위험한도 또는 조사준위와 혼동해서는 아니된다. 선량한도와 조사준위는 모두 소급적 의미로 사용되어야 한다. 나아가 선량한도의 준수 실패는 통상 법적 요건의 위배로 간주

15) 여기서 사용하는 '계획적'이란 'planned'의 의미와 정확히 같은 것은 아니다. 원어는 'prospective'로서 미래지향적, 전망적, 계획적 등의 의미를 갖는데 그 중에서 '계획적'이 가장 무난하여 선택한 것이다. 이와 대립되는 개념으로 '소급적(retrospective)'이 사용된다.

된다.¹⁶⁾

(45) 주어진 피폭원으로부터 받는 직업상 피폭의 수용 가능한 최대준위는 피폭원 자체나 수행될 직무에 달려있지만 잘 설계되고 관리되는 상황의 대등한 피폭원에서 발생하는 선량을 고려하여야 한다. 선량제약은 이 수용 가능한 최대치를 반영하려는 것이며 모범적 관행의 적용으로 달성할 수 있는 것이 무엇인가에 대한 지표로 간주되어야 한다.

(46) 최적화 원칙을 적용하기 위해서는 설계 및 계획단계에서 개인선량이 평가되어야 하고 여러 방안에 대한 이 예측된 개인선량이 적당한 선량제약과 비교되어야 한다. 선량제약보다 낮은 선량을 주는 방안들은 계속 고려되어야 하며, 그 이상의 선량을 주는 방안들은 더 이상 고려하지 않고 폐기하는 것이 일반적이다.

(47) 예외적인 경우로 선량제약보다 높은 선량을 주는 방안이 채택될 수 있도록 하는 인자들-방사선 외적인 성격의 인자를 포함한-이 있을 수 있다. 이러한 경우에는 문제를 면밀히 검토하여야 하며 고위 경영층에 보고하여 경영진으로 하여금 선정된 선량제약을 재검토하도록 하는 것이 적합하며 필요하면 미래에 사용할 제약의 수정치를 설정하는 것이 필요하다.

(48) 선량제약은 피폭원 중심이기 때문에 그것이 관계되는 피폭원을 명시되어야 한다. 더욱이 이 개념은 한 행위의 구성요소에 대해 적용될 수도 있다. 예를들면 지정된 산업에서 지정된 업무나 어떤 운영 그룹에 대한 선량제약을 설정할 수 있다. 전자의 경우에는 선량제약이 단일 선량으로 표현될 것이며, 반면 후자의 경우에는 주어진 기간에 걸친 선량으로 표현될 것으로 예상된다. 직무나 임무, 운영이 미미한 선량을 가져오는 것이 기정사실인 경우에는 선량제약이 설정되어야 할 이유가 없음도 알아야 한다.

(49) 잘 관리되는 운영에서 발생할 것으로 보이는 개인선량의 수준에 관한 정보가 그러한 유형의 운영에 대한 제약의 설정에 사용되어야 한다. 위원회는 직업의 분류를 진단X선과(科) 근무, 원전 정상운영, 원전 보수 등과 같이 상당히 광범하게 정하도록 권고한 바 있다[ICRP 60 제144항]. 지역적 수준에서 명확히 구분된 직무나 운영에 대하여 경영진에 의해 선량제약이 설정되는 것도 유용함을 인식하는 것이 중요하다.

(50) 이해를 바탕으로 하는 의사결정을 위해서는 가능하다면 선량제약을 수립하는 과정에

16) 소급적 양인 선량한도의 충족 실패는 법규 위반이라는 표현의 이면에는 계획적 양인 제약의 충족 실패는 법규 위반은 아니라는 의미가 내포되어 있다. 즉, 제약은 방호최적화를 계획하는 단계에서 그 기준으로 사용되는 것으로서 실제로 시설을 운영한 결과 선량이 거기에 적용했던 제약치 초과여부를 규제기관이 묻지는 않는다. 다만, 운영자의 입장에서는 설계에서의 계획과 실제 운영결과가 다른 이유를 규명하는 것이 다음 시설설계에서 개선 여지를 제공한다는 의미에서 여전히 중요한 참고자료가 된다.

특정 직무나 운영으로부터 받는 개인선량 수준의 평가, 높은 선량을 받는 어떤 소그룹의 인식, 그리고 그 개인선량 구동력의 명료화가 포함되어야 한다. 그러나 이것은 단순히 최소 선량을 받아들이는 것은 아니다. 이 분석의 바탕 주제는 특정 상황에서 합리적으로 달성 가능한 개인 선량의 분포를 구하고 이 분포의 위쪽 끝에 선량제약을 설정한다는 시각이어야 한다. 이러한 과정은 그렇게 단순하지는 않을 수 있으며 따라서 선량제약의 선택에 관해 임의적이거나 부적절한 근거로 의사결정이 되지 않도록 주의해야 한다. 적절한 값의 설정을 위해서 데이터베이스가 유용하다.

(51) 방호의 최적화 원칙의 성공적 적용을 위해서는 경영진의 약속이 기본이다¹⁷⁾. 이러한 관점에서 또 선량제약이 적용될 운영 선택에 관심을 둘 필요의 관점에서 경영진이 선량제약의 설정에 관여하는 것은 중요하다. 종사자의 약속도 방호가 최적화되었음을 확인하는 데에 대등하게 중요하므로 그들 또는 그 대표자들이 이 과정에 참여하는 것이 적절함이 당연하다. 일반적인 원칙으로 규제자는 특정 산업이나 조직 그룹 별로 제약을 설정하는 것을 권장하되 규제는 감

독만 하는 것이 제약치를 규정하는 것보다 적절하다.

(52) 위험제약도 선량제약과 유사한 개념으로 설정될 수 있으나 여기에는 다른 특성이 있다. 이러한 유형의 제약은 단일 사건경위 또는 시나리오 확률의 수용도를 평가하는 데 사용될 수 있다. 그러나 고려하는 피폭원에 관련한 모든 시나리오로부터 받는 총방사선 위해 역시 고려되어야 한다. 아직 단순한 예에 대해서만 적절한 방법과 정보가 가용하기 때문에 [ICRP 76, 1997] 위험제약에 관한 개념은 행위에 적용하기가 보다 어렵다.

2.3.3. 선량한도

(53) 선량한도는 정상상태에서 모든 관련 행위로부터 받는 피폭의 총합에 의해 개인 위해가 초과되지 않도록 하려는 목적으로 개인선량에 대한 분명하게 정의된 경계를 제공한다. 종사자에 대해서는 선량한도를 관리목적상 직업상으로 취급되는 피폭의 합에 결부시킨다(2.2절 참조). 또, 선량한도는 선량제약의 선택에 제한을 가한다¹⁸⁾. 만약 방호의 최적화 원칙이 효과적으로 적용된다면 선량한도에 근접하는 선량을 받

표 1. 직업상피폭에 대해 권고된 선량한도*

| 적 용 | 선 량 한 도 |
|--------------------|---|
| 유효선량 | 규정된 5년간에 대해 평균하여 연간 20mSv ^{b)} |
| 연간 등가선량: 눈의 수정체 | 150mSv |
| 피부 ^{c)} | 500mSv |
| 손, 발 | 500mSv |

- a. 선량한도는 규정된 기간의 해당 외부피폭선량과 같은 기간의 섭취로 인한 50년 예탁선량의 합에 대해 적용한다.
- b. 임의의 1년에 유효선량이 50mSv를 초과하지 않아야 한다는 부가적 기준이 있다. 임신한 여성에 대해서는 추가 제한이 적용된다(제3.3.6절 참조).
- c. 유효선량에 대한 제한은 피부의 확률적영향에 대해 충분한 방호를 제공한다. 결정적 영향을 제한하기 위해 국부 피폭에 대한 추가적 한도가 필요하다.

거나 이를 고려해야 할 경우가 거의 없을 것임을 알 수 있다.

(54) 직업상피폭에 대해 위원회가 권고하는 선량한도는 표1에 주어져 있다.

(55) 위원회는 어떤 1년에 유효선량이 50mSv를 초과하지 않아야 한다는 부가 조건 아래 5년에 걸쳐 평균하여 연간 20mSv의 유효선량(5년간 100mSv)을 선량한도로 권고한다(ICRP 60, 제166항). 5년이라는 평균기간은 대략적으로 균등한 율로 연년이 피폭할 때 총종사수명 동안 받는 총유효선량이 약 1Sv(ICRP 60, 제160항)를 초과하지 않도록 한다는 위원회의 목표를 여전히 만족하면서 엄격한 연간 한도를 적용하는 경우에 비해 유연성을 더 부여하려는 것이다. 이 평균기간 5년은 규제기관에 의해 지정되어야 하는데 예를들면 구분된 5년의 책력년 또는 이동하는 5년간의 기간으로 정할 수 있다. 또, 위원회는 이 기간을 도입한 다음 소급적으로 적용할 것으로 기대하지는 않는다(ICRP 60, 제166항)고 기술하고 있다. 5년간에 대해 평균하는 유연성이 요구되

지 않는다면 규제기관은 연간 한도 방식으로 운영함을 계속하기를 선호할 수도 있다. 이 때에는 선량한도가 연간 20mSv로 될 것이다.

(56) 5년간 유효선량 100mSv의 선량한도를 준수하기 위해서는 종사자가 연간 20mSv 이상을 피폭하는 경우가 드물어야 할 것이고 1년에 50mSv에 근접하는 유효선량을 받는 경우는 예외적인 경우에만 있어야 할 것이다. 유효선량이 1년에 20mSv를 초과하는 상황은 특수한 보수 작업이나 기타 빈번하지 않은 활동 등일 것이다.

(57) 사실 유효선량에 대한 제한은 신체의 모든 조직이나 장기의 결정적영향을 방지함에 충분하다. 예외가 있다면 유효선량에 기여하지 않는 눈의 수정체와 국부피폭을 받기 쉬운 피부이다. 이들 조직에 대해서는 별도의 등가선량한도가 필요하다(ICRP 60, 제171항). 수정체에 대한 연간 등가선량 한도는 150mSv이고 피부에 대한 등가선량 한도는 500mSv이다. 피부에 대해 권고된 한도는 **피폭한 면적에 관계없이 1cm**

17) 방사선방호에서 경영진의 책임과 역할은 아무리 강조해도 지나치지 않은 중요한 내용이다. 그러나 실제에서는 이 원천적인 문제에 소홀한 경우가 많고 때로는 전혀 잘못 이해되고 있는데 이것으로 인해 방사선방호가 답습하게 되고 사고가 발생하게 됨을 인식해야 한다.

18) 선량계약에 제한을 가한다는 것은 선량계약으로 설정되는 값이 선량한도를 초과할 수 없다는 의미이다.

에 대해 평균한다(ICRP 60, 제173항). 피부의 오염을 포함하여 외부피폭으로 피부가 받는 등 가선량을 평가하는 데에 관한 특별한 고려사항은 제6절에 주어진다. ICRP 60, 표2의 각주3에서 논의하고 있는 기타 조직의 유효선량 기여에 대한 일부 제한조건도 일부 조직의 결정적영향을 방지하기 위해 필요하다.

(58) 임신하지 않은 여성의 직업상피폭에 대한 관리는 남성에 대한 것과 동일하며(ICRP 60, 제176항) 위원회는 일반적 여성에 대해 특별한 직업상 선량한도를 권고하지 않는다. 그러나 여성 종사자가 임신한 경우에는 태아를 보호하기 위해 보완적인 관리가 고려되어야 한다. 임신했을 지도 모르는 직장 여성을 보호하는 방법은 일반 공중의 구성원에 대해 제공되는 바에 대략적으로 비견할 만한 보호의 표준을 태아를 위해 제공하는 것이 위원회의 정책이다(ICRP 60, 제177항). 직장에서 여성의 피폭을 관리하는 지침은 제3.3.6절에 주어진다. 여기서서는 물론 이 보고서의 전반에 걸쳐 ‘태아’란 배자와 태아를 의미하는 것으로 사용된다.

(59) 직업상 방사선방호의 한 가지 중요한 우려는 원전의 보수작업 계약자, 비파괴검사 종사자와 같이 운영자의 직원이 아니면서 임시 또는 순회하는 종사자의 방호의 문제이다. 이러한 개별 종사자에 대해 적절한 방호를 제공하기 위해서는 순회 종사자의 고용주와 계약주체인 시설 운영자 사이에 적절한 수준의 협조가 있어야 한다. 규제기관은 규정에서 이러한 종사자에 대해 적합한 방호를 요구하고 필요하면 이들에 대한

공식 선량평가도 요구해야 한다(제6.2절 참조).

(60) 사고나 긴급 상황에서는 선량이 선량한도를 초과할 수도 있다. 선량한도 근처나 약간 높은 외부피폭선량은 적절한 교훈을 도출할 수 있도록 원인을 조사하는 것 이상의 어떤 조치를 필요로 하지는 않을 것이다. 만약 당사자의 무책임한 행동에 대한 증거가 있다면 종사자를 다른 직무로 보내거나 재훈련을 요구로 할 수도 있으나 그러한 결정은 선량계측정보에 근거해서는 아니된다. 선량한도에 가까운 예탁선량을 초래하는 내부피폭이 예상되는 경우에는 때로는 개입이 필요할 때도 있다(제7.2절 참조).

(61) 만약 후속 피폭을 허용한다면, 경영자는 당사자와 상의하고 규제기관의 요구를 준수하면서 잔여 관리기간에 적용될 공식 선량제한 개념을 수립하는 것이 좋다. 선량한도가 관여되는 잔여기간에 비례하는 임시 선량제한이 적절할 것이다.

(62) 사고의 결과로 상당한 피폭을 받았지만 해당 기간의 총선량이 해당 선량한도를 초과하지는 않은 종사자에 대한 후속관리에 대해서도 배려가 필요하다. 해당 기간 정상업무를 계속할 경우 총선량이 관련 선량한도를 초과할 것으로 보이는 상황에서는 경영자는 이런 일이 일어나지 않도록 종사자의 직무를 변경하는 결정을 할 수도 있다. 규제기관이 선량한도에 부여한 법적 상태를 고려할 때 위원회는 그러한 상황이 유연한 방법으로 다루어지기를 권고한다¹⁹⁾. 경영자

가 전항의 내용과 유사한 조치를 부과할 수 있는 규정이 마련되어야 한다.

2.4. 개입

(63) 개입이란 관리수단에 대해 의사결정이 고려되는 시기에 이미 피폭원이나 피폭경로 또는 피폭하는 개인이 기존의 상태인 경우에 적용된다. 개입의 수단들은 이로써 달성하는 선량의 감축으로부터 얻는 이득에 수반되는 어떤 불이익을 불가피하게 동반한다.

(64) 근래에는 원자로와 관련된 사고 이후 공중의 구성원을 보호하기 위한 개입에 치중하여 왔으나 1987년의 코이아니아 사고 [IAEA, 1988b]와 같이 원자로가 아닌 선원과 관련한 사고나 고장의 경우에 공중의 구성원을 보호하는 데에도 조치가 필요하다. 또한 개입은 산업체, 병원 또는 교육기관 등으로부터 분실된 선원을 찾거나 회수하는 수단도 포함한다.

(65) 고선량률 지역에서 부상당한 종사자를 구출하는 경우의 예처럼 작업장에서 사고에 관련된 종사자를 보호하기 위해 개입을 시행할 필요가 있을 수도 있다. 또 다른 예는 종사자의 체내에 섭취된 방사성물질을 배출을 인위적으로 증가시키는 기법을 사용할 수도 있다. 증가된 수준의 자연방사선이나 과거의 행위로 인한 오

염에 기인하는 방사선에 의한 종사자의 피폭을 줄이기 위해 개입이 필요할 수도 있다.

(66) 개입을 위해 위원회가 권고한 방사선방호체계의 일반원칙은 ICRP 60 제113항에 기술되어 있다.

(a) 제안된 개입은 해로움보다 이로움이 더 커야한다. 즉, 선량 경감에 따르는 위해의 감소가 사회적 비용을 포함한 개입의 위해와 비용을 정당화할 정도로 충분해야 한다.

(b) 개입의 형태, 규모, 기간은 방사선위해의 감소에 따른 이익에서 개입으로 인한 손해를 뺀 선량경감의 순이익을 극대화하도록 최적화되어야 한다.

(67) 이 원칙들은 행위에 대한 정당화와 방호의 최적화와 밀접한 유사성을 갖는다. 그러나 행위의 정당화와는 달리 여기서 첫원칙은 방호수단의 도입을 판단하는 데 사용된다. 이 원칙들의 적용은 개입이 적절한 상황에 대하여 지침이 되는 구체적 참고준위를 제공할 수 있다. 개입준위란 긴급 또는 만성적인 피폭상황에서 특정한 방호조치 또는 복구조치가 행해질 때 회피할 수 있는 선량의 준위이다. 조치준위란 그 조치에 의해 회피할 수 있을 것으로 보는 선량이 개입준위를 넘을 것으로 예상되기 때문에 그 이상에서는 방호조치 또는 복구조치가 취해져야

19) 사고피폭은 원칙적으로 정규피폭과 분리하여 관리한다. 따라서 어떤 사고로 선량한도를 다소 초과한 피폭을 받은 종사자에 대해서도 원칙적으로 계속적인 방사선작업 종사를 금지하지는 않는다. 그러나 사고에 따른 피폭이 선량한도를 넘지 않았을 때는 이를 정규피폭과 분리하여 관리하는 것은 어렵다. 이 문제는 기왕에 선량한도를 초과한 경우와 아직은 선량한도를 준수할 수 있는 여지가 있는 경우가 입장이 다소 다르기 때문이다. 이 항의 논지는 가능하다면 후자의 경우에는 정규피폭에 준하여 처리한다는 것이다.

하는 선량을 또는 방사능 농도 준위와 같이 단순하게 표현된다. 조치준위는 긴급시나 만성적 피폭 상황에 유용하다[ICRP, 1991b; IAEA 1994, 1996].

(68) 개입은 일반적으로 사고시 공중의 구성원을 보호하기 위해 종사자가 행하는 조치라는 의미로 논의되어 왔고 통상 개입준위가 명시되어 온 것도 이러한 유형의 개입을 위해서이다. 그러나 종사자의 체내오염을 줄이기 위한 조치도 역시 개입으로 설명될 수 있다. 이 상황에 대해서는 상이한 개입준위와 조치준위가 명시되어야 할 것이다. 취할 조치는 방사성핵종의 유형, 예탁등가장기선량의 크기, 방호수단의 효력과 위험에 따라 달라질 것이다. 조치는 방호수단의 선량감축이 그 부작용을 상회할 때에만 시행되어야 한다.

(69) 만성적피폭상황이란 피폭이 오랜 기간(즉, 여러해 동안) 지속되는 경우이다. 이러한 상황은 피폭을 줄이거나 회피하기 위해 복구조치를 필요로 할 것인데, 자연방사선 피폭과 과거의 사건이나 활동에 따른 장수명의 방사성 잔유물에 의한 피폭을 포함한다. 여기서 특별한 문제는 종사자의 잔류 피폭이 운영관리의 책임으로 고려되어야 할 상황을 정의하는 것이다. 만성적 피폭의 예는 라돈에 의한 것이다. 위원회는 직장에서의 라돈 관리를 지배할 원칙에 대한 지침을 이미 제공한 바 있다[ICRP, 1993b].

(70) 오랫동안 존재하여 왔고 이제까지 규제 의 제어체계에 포함되지 않는 것으로 간주되었던 다른 피폭원들도 개입의 원칙을 이용하여 다룰 수 있다. Ra-226을 포함하는 페인트 야광, 광산에서와 같은 자연 방사선원, 과거 행위의 잔류 오염이 여기에 포함된다. 종종 이러한 피폭원으로 인한 유의한 피폭에 관한 상황은 측정이나 과거 기록의 검토를 포함하는 체계적 연구의 결과로서만 밝혀진다. 어떤 경우에는 그 시설의 현 소유자가 우연히 알게되기도 한다. 이들에 대해서는 해당 상황에 특정적으로 적합한 조치준위를 수립하는 것이 좋다. 만약 개입이 그 준위를 해당 조치준위 아래로 감소시키는 데 충분하지 않다면 이로 인한 피폭은 직업상인 것으로 취급하여 행위에 대한 방호체계를 적용하여야 한다. 직장에서의 자연방사선 피폭에 관한 주제는 제5절에서 논의된다.

(71) 종사자들은 개입을 시행하는 과정에서 피폭될 수도 있다. 이 경우에 종사자의 피폭은 의도적인 것이고 또 제어 가능할 것이다. 따라서 개입을 시행하는 과정은 행위로 간주되어야 한다. 방호는 최적화되어야 하고 종사자의 선량 한도도 정규적으로 적용되어야 한다. 그러나 비상시에 높은 선량을 수용하는 더 큰 이유가 있을 수는 있다. 사고 직후 인명구조나 대형사고로의 확대를 방지하기 위한 필요가 그러한 예이다. 사고에 관련되는 조치에 참여하는 종사자의 방호는 이 보고서의 제4절에서 다룬다. **KRIA**