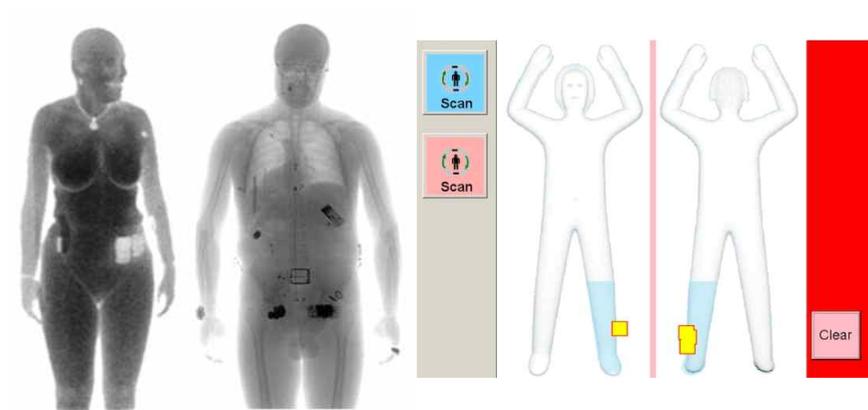




ICRP 간행물 125

보안검색에서 방사선방호

Radiological Protection in Security Screening



후방산란형

투과형

자동목표인식(ATR) 소프트웨어로 처리한 전시



대한방사선방어학회
방사선안전문화연구소 IRSC

이 번역본 발간은 원자력안전위원회 원자력안전연구사업(과제번호 2016년-26호)의 일환으로 이루어졌습니다.

표지그림: 방사선을 사용한 사람 검색 영상. 후방산란형은 의복아래 인체 표면에 은익한 물체를 드러내며, 투과형은 인체 내부에 있는 물체까지 드러낸다. 피검자 선량은 후방산란형이 낮다. 그러나 왼편과 같은 사실적 영상 전시는 개인 프라이버시를 심하게 침해한다는 판단 때문에 우측에 예시한 것처럼 단순화된 인체 그림에 의심 목표물을 지시하는 영상을 전시하는 방식으로 개선했다.

ICRP Publication 125

보안검색에서 방사선방호

Radiological Protection in Security Screening

편집장

C.H. CLEMENT

부편집자

M. SASAKI

ICRP를 대신한 저자

D.A. Cool, E. Lazo, P. Tattersall, G. Simeonov, S. Niu

역주: 이재기

이 ICRP 간행물의 우리말 번역본은 ICRP의 허락(2016년 3월)을 받았으며 ICRP 정신에 따라 무료로 배포합니다.

국제방사선방호위원회

역사 서문

9/11 테러는 승객을 태운 민간항공기를 시설 공격용 무기로 악용했다. 자유무역의 상징이었던 뉴욕 무역센터 쌍둥이 마천루가 속절없이 무너졌고 미국 국방부 청사인 펜타곤도 부분적 피해를 입었다. 이후 테러와 전쟁은 국제적 의제가 되었고 국경과 항만에서 사람과 화물에 대한 보안검색이 강화되었다.

특히 9/11 피해 당사국인 미국은 항만이나 국경에서 보안검색을 국가안보 차원의 대책으로 강구해 왔다. 그 일환으로 미국으로 들어오는 모든 화물에서 테러에 악용될 수 있는 물질을 차단하기 위한 검색을 강화했고, 항공기 탑승객에 대한 보안검색은 최고 수준으로 높였다. 보안목표 달성을 위해 화물은 물론 사람에 대한 검색 수단으로까지 방사선을 사용하는 정책을 채택했다. 화물 검색은 전통적 관행을 강화한 수준이지만 사람에 대한 방사선 검색은 방사선방호에 새로운 이슈를 제기한다.

ICRP 권고는 원론적으로 사람에 대한 의도적 방사선 노출은 의료목적에서만 일반적으로 정당화된다고 말해 왔다. 그러나 9/11 사태가 보여준 '뉴테러리즘'의 위협 앞에서 보안 목적도 사람에 대한 의도적 노출을 정당화할 수 있다는 분위기가 조성된 것이다. 정당화 원칙에서 볼 때 제안된 행위가 해로움보다 이로움이 크다면 방식을 정하여 부당한 것으로 전제하는 것은 합리적이 아니다.

그러니까 보안 목적으로 사람을 방사선으로 검색하는 행위의 정당성 판단은 그를 통해 얻을 수 있는 보안상 이득을 보기에 달려있다. 이 이득은 당연히 그 사회의 위협수준과 직결된다. 테러리즘의 피해가 9/11사태처럼 심대할 수 있음을 전제로 하면 위협이 높은 사회에서는 보안검색을 통해 그 위협을 줄이는 것이 정당화할 수 있을 것이다. 미국의 경우가 이에 해당한다.

그런 반면 유럽연합을 포함한 대부분 국가는 아직 보안검색 목적으로 사람에 대한 X선 검색을 용인하지 않고 있다. 보안위협이 그렇게 심대하지 않다고 보기 때문이다. 그러나 이들 국가도 위협수준이 높아지면 다시 판단할 것이다. 즉, 인체에 방사선을 의도적으로 노출시키는 행위 자체만으로 정당성을 판단하는 것이 아니라 그 여건이 어떠한가가 의사결정에 중요하다.

의료목적이 아니면서 사람을 방사선으로 검색하는 다른 예도 있다. 다이아몬드 광산이 활발한 몇몇 아프리카 국가(예: 나미비아, 보츠와나)에서는 광산 근로자가 다이아몬드를 신체에 숨겨 나가는 것을 차단하기 위해 오래 전부터 X선 검색을 실시한 역사가 있고 지금도 일부에서는 그러한 검색이 실시되고 있다. 규제당국은 그러한 검색으로 근로자가 일반인 선량한도인 연간 1 mSv를 넘지 않는다면 무방하다고 판단하고 있다.

테러와 전쟁이 아니라 기업의 이익을 위한 방사선 검색은 전혀 부당하다고 말할 수

있지만 이를 용인하는 국가 당국은 달리 해석한다. 예를 들어 원전을 운영하는 국가가 전력을 얻기 위해 원전 종사자가 연간 수 mSv의 직무피폭을 받는 것을 인정하는데, 자국의 중요 산업인 다이아몬드 광산의 운영을 위해 광산 근로자가 받는 연간 1 mSv 미만의 피폭을 부당하게 보아야 할 논리적 근거가 무엇인가를 반문한다. 이유 있는 반문이다. 사람에게 대한 방사선 노출이 '의도적'이나 아니냐로 구분하려는 입장도 있지만 냉정히 보면 소위 계획피폭상황이란 것은 의도적 피폭이나 다름 없기 때문이다.

이러한 판단에서 고려할 중요한 개념은 두 가지이다. 하나는 방사선 피폭을 회피할 수 있는 현실적 대안이 있는가 하는 것이고, 다른 하나는 피폭자가 자신의 피폭에 대해 이해하고 동의했는가 즉, 이해동의의 문제이다.

인체에 의도적 방사선 조사가 인정되는 의료피폭에서 조차 방사선을 사용하지 않는 합리적인 대안의 존재 여부가 정당화에 시금석이다. 보안검색에서도 마찬가지이다. 방사선 보안검색의 대안으로는 손과 육안으로 전신을 수색할 수 있지만 검색 효율에서 문제가 있고 프라이버시 침해 문제도 심각하다. 이 때문에 사람에게 대한 방사선 검색이 이루어지는 것이다. 그렇더라도 방사선 검색은 작지만 타인에게 위험을 부가하는 행위인 만큼 개인에게 선택권은 보장할 필요는 있다.

피폭자의 이해동의 없이 받는 피폭이 전형적인 '일반인피폭'이다. 그래서 선량한도도 훨씬 제한적이다. 이해동의가 없으면 어떠한 위험도 추가해서는 안 된다고 생각할 수는 없다. 한 사람이 자동차를 운행하면 불특정 타인의 위험을 증가시키는 것은 분명하지만 사회는 이를 용인한다. 즉, 위해 요인이라 하더라도 사회가 용인할 수 밖에 없는 수준은 있다. 어디까지가 용인할 수 있는 수준인지를 당사자가 판단하기는 어렵기 때문에 국가 당국이 판단하게 된다.

여기서 생기는 의문의 하나는 보안검색을 받아야 하는 대상(예: 항공기 승객)이 '일반인'인가 하는 것이다. 물론 실용 검색기가 검색 당 주는 선량이 작고 대부분 사람은 연간 검사받는 횟수도 제한적이므로 일반인 선량한도나 제약치를 적용하더라도 별 문제가 없다. 그러나 이 보고서에서 적시하듯이 일부 그룹(예: 항공승무원, 보안구역 내 종사자, 빈번 여행자)은 하루에도 여러번 검색대를 지나야 할 수도 있고 이 경우 일반인 선량제한치는 충족하지 못할 수 있다. 그렇다고 그들의 직무를 제한하는 것도 현실적이지 않다. 역자 생각으로는 이들은 모두 명시적이든 묵시적이든 '이해동의' 없이 피폭하는 것이므로 이들을 일반인으로 보는 것은 적절하지 않은 것 같다. 이런 문제를 해소하려면 ICRP 방호체계에 대한 재검토가 필요하다고 본다.

2016년 7월

역주자 이 재 기

대한방사선방어학회 부설 방사선안전문화연구소장, ICRP 위원

서문

방사선과 방사성물질 발견 이래 여러 목적에서 사람에게 의도적 노출이 있어 왔다. 이러한 노출의 대부분은 의료에서 진단, 치료 혹은 의료고찰과 관련된다. 그러나 개인의 이득과 무관한 목적으로 의도적 노출을 실시하는 상황의 예도 있어왔고 앞으로도 있을 것이다. 국가나 국제적 안보와 관련된 근래의 사건들은 정교한 보안 촬영기술의 개발과 함께 그러한 활동에 대한 관심을 높였다. 보안 목적으로 이러한 촬영기술을 사용함으로써 사람들의 피폭을 증가시킬 잠재성을 높이고 있다.

이러한 피폭은 종종 ‘비의료’ 촬영 피폭이라는 일반 범주로 분류하고 있다. 때로는 의료기기를 사용한 비의료 촬영도 있고(예: 마약 검색, 이민 관리 목적) 다른 상황에서는 비의료 시설이나 공공장소에서 특수한 검색기기를 사용하기도 한다.

ICRP는 그러한 상황에 대해 여러 차례 조언해 왔다. 그러나 2001년 9월 11일 테러 사건의 여파로 항공여행이나 기타 공공장소에서 사람들의 보안에 대한 관심이 더욱 높아지고 있다. 2009년 12월의 항공기 테러 시도 이후 보안검색 시스템 사용 요구가 증가했는데 여기에는 전리방사선을 사용하는 기기도 포함된다. 방사선 기기가 우려하는 은닉 물품의 검색에 효율적이기 때문이다. 그러한 검색은 다양한 보안관리 장소에서 사람들의 직접 피폭을 불러온다. 광범한 맥락의 보안검색은 국경이나 출입국관리소에서 화물이나 운송수단의 검색도 포함한다.

이 보고서는 ICRP 권고를 보안 관리와 관련된 구체적 사례들에 적용함에 대해 조언하기 위해 개발되었다. 비록 각각의 적용에 대해 충분히 고려하면 다른 의도적 사람 촬영 사례에도 해당되겠지만 그러한 비의료 촬영 사례는 이 보고서에서 다루지 않는다. 보고서는 보안검색 맥락에서 ICRP 방사선방호 원칙이 어떻게 적용되는가를 설명한다. 그러한 시스템의 정당성 여부에 대해 언급하는 것은 ICRP 역할이 아니지만 그러한 시스템의 사용 여부에 대한 의사결정에서 고려해야 할 측면을 발전시키는 것은 적절하다. 보고서는 보안검색 맥락의 계획피폭상황에 선량제약을 사용한 방호최적화를 포함하여 방사선방호 원칙이 어떻게 적용되는지를 설명한다.

이 보고서는 ICRP 제4분과 참관단체인 여러 국제기구의 협조와 협력을 통한 결과이다. 이들 기관들과 개인의 기여에 특별히 감사한다.

작업그룹 위원은 다음과 같다.

D.A. Cool (위원장)

E. Lazo

A. Rannou

M. Voytchev

R. Czarwinski

S. Niu

G. Simeonov

K. Kase

M.R. Perez

P. Tattersall

목 차

역자 서문	iii
서문	v
사용 약어	viii
객원논설	ix
요지	1
요점	3
용어집	5
1. 서론	7
2. 배경	9
3. 보안검색 시스템	13
3.1. 후방산란형 기술	13
3.2. 투과형 기술	15
3.3. 능동검출 기술	16
4. 방호체계	17
4.1. 피폭상황	17
4.2. 피폭범주	17
4.3. 정당화	18
4.4. 방호최적화	23
4.5. 선량한도	28
4.6. 이해당사자 소통	28
5. 특수상황	30
5.1. 운전기사 피폭	30

5.2. 숨어있는 사람의 피폭..... 31

참고문헌..... 32

<역주> 사용 약어

ALARA	as low as reasonably achievable	합리적으로 달성 가능한 범위에서 낮게
ANSI	American National Standards Institute	미국표준협회
EC	European Commission	유럽위원회
EU	European Union	유럽연합
EURATOM	European Atomic Energy Community	유럽원자력공동체
IAEA	International Atomic Energy Agency	국제원자력기구
ICRP	International Commission on Radiological Protection	국제방사선방호위원회
IEC	International Electrotechnical Commission	국제전기기술위원회
ISO	International Standardization Organization	국제표준화기구
NCRP	National Council on Radiation Protection and Measurements	미국방사선방호측정위원회
WHO	World Health Organization	세계보건기구

방사선방호 윤리-기본을 바로잡기

국제방사선방호위원회(ICRP)는 방사선방호체계를 개발하고 체계적으로 업데이트 해 왔는데, 이제 모든 여건에서 선량제약치나 참조준위와 같은 적절한 제한 아래 또는 안내에 따라 방호최적화를 권고한다. 방호최적화는 모든 피폭상황(계획, 비상 및 기존)과 모든 피폭범주(직무, 의료, 일반인)에 적용된다. 방호최적화는 피폭을 경제사회적 여건을 고려하여 합리적으로 달성 가능한 범위에서 낮추고 의료피폭은 그 의료목적에 맞게 관리하려는 것이다.

방사선방호체계는 견고한 과학적 지식기반, 1세기가 넘는 기간의 경험, 그리고 기본적인 윤리와 사회적 가치 기반 위에서 수립되었다. 이 가치 기반에는 신중과 평등, 해로움보다 이로운의 이행, 그리고 최대 다수에게 최선, 모든 개인에게 적절한 수준의 방호를 제공한다는 의무 충족, 인간 존엄성과 복지의 가미 등에 대한 고려를 포함한다. 현재 ICRP의 한 작업그룹은 방사선방호의 윤리적 기반을 검토하고 필요하면 보완하기 위해 세계 전문가와 활발히 교감하고 있다. 현재까지 ICRP와 국제방사선방호학회연합(IRPA) 소속 학회들이 연합하여 이 주제에 대한 심포지엄을 아시아, 유럽, 북미에서 조직해 왔다. 윤리적 기반 재검토는 우리의 의사결정이 건전하고 논리적이며 방사선이나 방사성물질에 접하는 다양한 이해당사자의 이슈, 우려 및 수요에 효율적으로 연계할 수 있음을 확인하는 등 여러 이점이 있다. 과학이 옳음을 확인하는 것에 추가하여, 우리는 보편적 가치에 의존해야 하고 우리 생활에 영향을 미치는 복잡하고 미지인 기술의 부분 속성인 우려도 다뤄야 한다.

ICRP는 특정 분야에 초점을 맞춘 권고를 제공하기 위해 수요가 있는 분야를 식별하고, 이어서 그러한 수요를 충족하는 간행물을 개발하기 위해 그 분야 이해당사자와 일하는 접근을 취해 왔다. 보안검색에서 방사선방호에 관한 이 간행물은 이러한 노력의 첫 결과물이다. 어떤 그룹을 보안 위협으로부터 보호하기 위한 식별된 수요 때문에 일반적 윤리가치와 접근이라는 세트가 도전받는 상황의 알맞은 예이다. 이는 방사선 해독으로부터 방호최적화가 매우 큰 의사결정 과정에서 한 작은 고려가 되는 상황의 예이기도 하다.

우리의 대화와 방사선방호가 우리 일상생활에 어떻게 부합하는지 이해를 증진하기 위해, 방사선방호 전문가, 국제기구 및 기타 여러 이해당사자와 활발한 교류를 지속할 것을 ICRP는 기대한다.

Jaques Lochard
ICRP 부위원장

Donald A. Cool
ICRP 제4분과위원장

보안검색에서 방사선방호

ICRP 간행물 125

ICRP 승인: 2013년 4월

요지- 세계적 보안 우려의 상당한 증가에 부응하기 위해 사람이나 물품에 대한 보안검색을 제공하는 기술의 사용이 빠르게 증가하고 있다. 다양한 검색기술 중에서 후방산란이나 투과 검색 기능을 제공하기 위해 방사선 사용도 증가하고 있다. ICRP는 이전에도 비의료 환경에서 사람의 의도적 노출에 관한 일반적 주제와 관련하여 여러번 말해 왔다. 이 보고서는 ICRP가 권고한 방사선방호 원칙이 보안검색 맥락에서 어떻게 적용되어야 하는지에 대해 조언을 제공한다. 보다 구체적으로 말하면 정당화, 방호최적화 및 계획피폭상황에 대한 선량한도 적용 원칙이 보안검색을 위한 방사선 사용에도 직접 적용된다. 나아가 이 보고서는 검색 대상이 되는 화물 컨테이너나 운송수단에 사람들이 숨어 있다 피폭하게 되는 상황(밀항자stowaways)도 포함하여 몇 가지 특별한 주제도 고려한다. ICRP는 방사선기술을 보안검색에 채택하는 결정에 앞서 검색을 신중히 정당화할 것을 계속 권고한다. 만약 검색이 정당화되었다면 계획피폭상황으로서 선량제약치를 적용한 방호최적화와 적절한 인가 및 검사 대책을 포함하는 방호체계가 적용되어야 한다.

중심어: 보안검색, 정당화, 최적화

ICRP를 대신한 저자:

D.A. COOL, E. LAZO, P. TATTERSALL, G. SIMEONOV, S. NIU

요점

- 보안 목적으로 사람을 검색하는 데 방사선을 사용하는 것은 신중한 정당화가 요구되는 특별한 경우이다. 보안을 위해 사람을 검색하는 데 방사선을 사용하는 것이 일반적으로 정당화되고 용인할 수 있는 것으로 전제해서는 안 된다.
- 방사선을 사용한 보안검색의 정당화 여부에 대한 의사결정은 검색 목적에 대한 정의(위협, 취약성 및 결과), 기술이 검색 목적을 달성하는 수준, 검색 과정의 방사선 피폭, 피폭을 줄일 수 있는 대안, 그리고 일부 그룹 사람들은 연간 상당히 많은 검색을 받을 수 있는 가능성 등을 포함한 많은 관련 인자에 대한 고려가 있어야 한다.
- 대부분 경우, 특정 보안검색 기술을 채택하는 정당화 결정은 방사선방호 밖의 여러 인자를 포함할 것이다.
- 보안 목적으로 검색을 받는 사람의 피폭은 일반인피폭으로 간주된다.¹⁾ 이는 사람들이 자신의 개인적 선택에 따른 것이든 직무로 인한 결과이든 관계 없이 적용된다.
- 방호최적화는 검색 시스템의 설계부터 운영까지 적용되어야 하며, 피검색자, 검색을 받는 것은 아니지만 검색장 인근에 있는 사람, 그리고 검색 시스템을 운영하는 사람들의 피폭을 고려해야 한다. 이들 각 그룹 사람들에 대해 방호최적화에 사용할 선량 제약치를 설정하고 적용해야 한다.
- 시스템이 설계된 대로 기능을 보이는지를 확인하기 위해 지속하는 품질관리 프로그램의 일환으로 실시하는 개인피폭 감시가 아니라면 보안 시스템을 운영하는 사람들의 개인 직무피폭 감시는 필요하지 않아야 한다.
- 운영자 훈련, 재훈련 및 역량 유지나 운영에서 최적 안전성을 보장하기 위한 관리체

1) <역주> 현재의 ICRP 방호체계로는 직무피폭도 의료피폭도 아니므로 일반인피폭으로 분류할 수 밖에 없다. 그러나 원론적으로는 이해동의 없이 피폭하는 것이 중요 속성인 일반인피폭과 개인적 이유든 직무상 이유든 항공여행을 위해 보안검색을 받는 사람은 자신이 선택한 것으로 보는 것이 옳다. 즉, 명시적이지는 않지만 묵시적으로 이해동의 없이 피폭하는 것으로 보는 것이 적절하다. 물론 현재 후방산란 검색기 성능이 검색 당 선량을 0.2 μ Sv 수준으로 낮췄기 때문에 항공여행을 하는 사람이 받는 연간 총 선량이 일반인 선량한도 1 mSv를 넘는 경우는 예상되지 않는다. 그러나 만약 검색기 성능이 이에 미치지 못해 가령 회 당 0.05 mSv 정도를 준다면 보안검색으로 연간 일반인 선량한도를 넘어 피폭하는 사람(연간 20회 이상 탑승)이 상당할 것이다. 그런 경우 항공기 탑승을 연간 20회 이하로 제한할 것인가를 질문해 보면 그 대답은 '아니다.' 쪽이 될 것이다. 사소한 선량 때문에 항공기를 포기하고 기차나 선박을 이용하게 할 수는 없다. 이 가정을 보면 보안검색으로 항공기 승객이 받는 피폭은 일반인피폭과는 달라야 함을 알 수 있다. 검색기 성능이 회 당 0.05 mSv 수준에 머무른다면 사람에게 대한 방사선 보안검사를 포기했을 것인가라는 질문에도 긍정적이지는 않다. 9/11 테러처럼 항공기를 테러에 악용할 위험이 크다고 보기 때문에 인체 보안검사가 시작된 것이기에 방사선량이 좀 더 높다고 이를 포기할 것 같지는 않다. 승객의 입장에서 0.05 mSv 피폭으로 인한 방사선 위험을 피하기 위해 자신이 탑승한 항공기가 테러의 수단으로 악용될 위험을 선택할 것으로 보이지 않는다.

계를 위해 적절한 규제적 기대치를 설정할 필요가 있다.

- 정당화와 최적화를 포함한 방호기들의 적절한 적용은 민감한 집단을 포함하는 모든 사람들이 보안검색 시스템으로부터 받는 피폭에 적절한 방호를 제공할 것이다. 그래서 이 보고서의 권고가 충족된다면 아동이나 임신 여성에 대한 보안검색에도 특별한 방호조치를 취할 필요는 없을 것이다.
- 화물이나 물체의 검색으로 화물 컨테이너에 숨어있는 사람이 피폭할 수도 있다. 이 가능성도 그러한 검색의 정당화 고려 판단과 방호최적화에 인자로 포함해야 한다.
- 이해당사자 사이 대화와 개인의 알 권리를 충족하기 위한 대책도 방사선을 사용하는 보안검색 시스템의 이행과 최적화에서 중요한 수단이다. 소통은 정확하고 유용하여 이해당사자 우려에 응답하는 것이어야 한다.

ICRP는 다음과 같이 권고한다.

- 검색기술을 채택할 것인지 결정하기 전에 검색의 정당화에 대해 신중히 고려해야 한다. 잠재 위협이나 검색에 가용한 기술이 빠르게 변하므로 검색의 정당화는 주기적으로 재검토되어야 한다.
- 방사선을 사용하는 보안검색은 계획피폭상황으로 간주해야 한다. 보안 목적에서 검색받는 사람의 피폭은 일반인피폭으로 간주해야 한다. 정당화되었다면 검색은 운영에서 방사선안전을 보장하기 위해 방호최적화, 인가 및 검사 등 적절한 규제체계의 적용을 받아야 한다. 검색이 정당화되지 않는다면 이를 시행해서는 안 된다.
- 다양한 보안검색 기기의 유형에 대해 국제전기기술위원회(IEC), 국제표준화기구(ISO), 미국표준원(ANSI)와 같은 합의된 표준의 설계사양을 충족하는 시스템을 채택해야 한다.
- 운영 중에 이해당사자 소통을 돕기 위해 핵심 메시지, 질문과 답변이 가용하도록 이를 개발하여 준비해야 한다.
- 매우 특별한 경우가 아니라면 보안검색을 받아야 하는 상품 운송에 관계하는 운전자 사나 기타 사람들이 검색 중에 운송수단에 탑승하고 있게 해서는 안 된다. 그런 사람들의 피폭이 운영 편의 문제가 되어서는 안 된다.
- 화물 컨테이너에 숨어있는 사람의 피폭 영향을 평가할 때는 일반인 선량한도가 제공하는 방호와 대등한 방호를 적용해야 한다.²⁾

2) <역주> ICRP의 이 입장에도 역자는 동의하고 싶지 않다. 물론 현재의 컨테이너 검색기 기술 수준이 한 번 스캔으로 안에 숨어 있는 밀항자가 받을 수 있는 선량은 1 mSv 미만이다. 앞의 항공기 승객 검색에서 논의한 것처럼 만약 컨테이너 검색기 기술이 이에 미치지 못해 회 당 3 mSv 정도를 준다고 했을 때 밀항자를 보호하기 위해 화물 검색을 포기할 것 같지는 않다. 역으로 밀항자는 회 당 30 mSv를 피폭할 수 있다 하더라도 목적을 달성할 기회가 높다면 여전히 컨테이너에 숨어 들어오려 할 것이다. 물론 실제로 밀항 기도자들이 있는 현실에서 화물 검색기가 한 번에 치명적이거나 중대한 결정론적 영향을 겪

용어집

능동검출 시스템active detection system

방사선을 사용해 검색 대상을 방사화시켜 거기서 나오는 방사선이 물질을 검출을 용이하게 하는 보안검색 시스템.

후방산란 검출 시스템backscatter detection system

방사선을 사용하는 보안검색 시스템으로서 대상에서 산란되는 방사선을 측정함으로써 영상을 만드는 시스템. 방사선원과 검출기가 대상의 같은 쪽에 위치한다.

투과 검출 시스템transmission detection system

대상을 투과한 방사선을 측정하여 영상을 만드는 보안검색 시스템. 방사선원과 검출기가 대상의 반대편에 위치한다.

보안검색security screening

의도하지도 원하지도 않거나 고의로 넣은 대상이나 물질로서, 보안위협을 조성하거나 악의적 목적으로 사용될 수 있는 물질을 검출하기 위해 수행하는 활동.

을 정도의 선량을 준다면 그 사용에는 윤리적으로 문제가 있다. 그러나 밀항자를 일반인 선량한도 수준으로 보호해야 한다는 입장은 동의하기 어렵다.

1. 서론

(1) 사람에 대한 의도적 노출은 방사선과 방사성물질의 초기 발견 당시까지 거슬러 올라간다. 역사적으로 대부분 경우에 의도적 노출은 진단이나 치료를 위한 환자의 의료피폭 맥락에서 이루어졌다. 이 경우 방사선피폭으로 인한 환자의 이득이 있을 수 있는 방사선 위해를 상회할 것으로 예상된다.

(2) 그러나 세계 또는 국가 안보와 관련된 근래의 사건은 정교한 보안 촬영기술 개발과 함께 비의료적 맥락에서 방사선을 고려하고 사용하는 일을 크게 증가시켰다. 전형적으로 사람 몸에 은닉했을 수 있는 물체의 영상을 얻기 위해 점점 많은 사람이 의도적으로 방사선에 노출될 수 있다.

(3) 이 보고서의 맥락에서 보안검색이란 어떤 구역 입구나 기타 출입관리점에서, 의도하지도 원하지도 않거나 고의로 넣은 물체로서 보안에 위협을 주거나 악의적으로 사용될 수 있는 대상을 방사선을 사용하여 검출하기 위한 모든 활동을 의미한다. 검색 대상이 사람일 때(예: 물래 무기를 수반하는지 검사하기 위해)는 그 조건이 사람의 의도적 노출로 분류된다. 이러한 일이 공항 보안구역, 대규모 행사장, 법정, 교도소와 같은 제한구역에 출입을 허용하기 전에 사람을 검색하기 위해 고려하거나 사용된다. 검색은 보안목적에 필요한 정보를 얻기 위해 하나 또는 둘 이상의 영상을 얻는다.

(4) 보안검색은 다양한 항만, 국경 관문 등에서 물체, 화물, 운송수단에 대해 보안 관련 물품을 검사하기 위해서 방사선을 사용하는 것도 포함한다. 대부분 경우 이 적용은 사람의 고의적 노출 범주에 속하지 않는다. 그러나 어떤 상황에서는 사람이 알게(예: 운송수단 기사) 모르게 있을 수도 있다. 발각되지 않도록 화물 컨테이너 안에 숨어 있는 사람을 때로는 '밀항자'라 부른다.

(5) 이 보고서의 목표는 ICRP의 관련 개념과 지침을 요약하고 방사선방호를 위한 ICRP 권고를 보안검색 맥락에 적용하는 데 대해 조언을 제공하는 것이다. 보고서의 범위는 의료나 기타 목적으로 사람을 의도적으로 노출하는 다른 사례는—비록 그런 사례에도 개별적으로 고유한 적용을 충분히 고려하면 유효할 수도 있지만—포함하지 않는다.

(6) 현재 사람에 대한 보안검색에 방사선이 사용되는 주된 촬영기술은 두 가지인데 후방산란형과 투과형이다. 후방산란 기술은 주로 옷 속에 은닉한 물체에 대해 사용되고, 투과 시스템은 삼키거나 신체 공동에 숨기거나 피부 아래 삽식한 물체를 촬영하는 데 사용된다. 일반적으로 피검자에게 주는 방사선량은 후방산란형이 투과형보다 상당히 낮다. 두 가지 기술을 병용하는 시스템도 가용하다. 물질이나 화물의 검색활동은 일반적으로 투과 시스템을 사용하는데 물체의 적절한 영상을 얻기 위해 사람에 사용하는 것보다 고에너지를 쓴다. 물질이나 화물의 검색시스템은 특별한 경우 능동적 검출기술도 사용할 수 있다. 현행 검색기술에 대한 개략적 설명은 제3장에 주어진다.

2. 배경

(7) 사람의 방사선피폭을 생각할 때 의도적 방법으로 사람이 노출되는 되는 것은 보통 의료피폭 맥락이었다. 그러나 다양한 보안 목적으로 사람을 검색하는 경우처럼 의도적으로 사람을 노출시키는 다른 상황도 있다. 물체의 검색은 보통 사람의 의도적 노출을 포함하지 않지만 그러한 피폭을 고려해야 할 가능성이 있는 예외적인 상황도 발생한다. ICRP는 비의료 맥락에서 사람의 의도적 노출에 대해 1960년대부터 언급해 왔다. 다른 기관들도 정보, 사양, 성능표준이나 권고를 제공하고 있다.

(8) ICRP 15(1969)는 방법 형광투시와 세관 검사의 두 예를 들면서 비의료 목적으로 사람 촬영에 대해 강하게 부정적이었다. 이 기저 입장 위에서 ICRP 15는 그러한 활동이 수행될 수 있는 예외적인 상황을 인정했는데 즉, 당국으로부터 허가를 받았고, 그러한 검사가 필수적이고 방사선학사의 감독 아래 수행되는 것이다.

(9) 그 당시의 국제적 사건 즉, 항공기 납치 속발은 ICRP로 하여금 항공기 승객의 보안 검색이 정당화 될 수 있다고 믿도록 유도했지만, 피폭의 정당화에서 방사선방호의 역할이나 과정, 책임에 대해서는 관점이나 세부사항을 제시하지 않았다(ICRP, 1971).

(10) ICRP의 1977년 권고(ICRP, 1977)는 위에서 언급한 ICRP 15를 포함한 이전 간행물의 일부는 대체하지 않았지만 보안검색 이외의 비의료 사람 촬영에 대해 추가적 상황을 고려했다.

(11) 1990년 권고(ICRP, 1991)는 비의료 목적 사람 촬영, 구체적으로 보안검색 행위에 대 아무런 권고도 포함하지 않았다.

(12) ICRP 73(1996)은 의료에서 방사선방호와 안전에 전념했다. 의료피폭의 범위가 법의학 목적의 피폭을 포함하도록 넓혔고 검사도 언급했지만 이 검사는 보안과 같은 다른 목적이 아니라 의료 스크리닝 맥락만이었다.

(13) ICRP 103(2007)은 특별한 상황이 아니라면 추가 분석 없이 피폭이 정당화되지 않는 것으로 봐야하는 한 세트의 조건을 설명했다. 이들 상황은 보안검색을 구체적으로 기술하지는 않는다. 그러나 보안검색이 사람의 보건에 의해 동기가 부여되지 않은 의도적

사람 노출이어서 보안검색에서 방사선 사용 제안은 ICRP 권고의 적용에 의문을 제기한다.

(14) 다른 기관 특히, 미국 방사선방호위원회(NCRP)는 보안검색 측면에 대해 정보를 제공한다. NCRP 논평 16(NCRP, 2003)은 사람에 대한 보안검색에 대한 조언을 제공했고, NCRP 논평 20(NCRP, 2007)은 가속기 생성 고에너지 X선으로 화물의 보안검색과 관련된 일부 측면에 대한 조언을 제공했다. NCRP 논평 21(NCRP, 2011a)과 22(NCRP, 2011b)는 능동검출 기술의 방사선방호 특성을 다루고 있다.

(15) 때로는 국가나 지역 당국이 의료목적이 아니라면 인체에 방사선을 사용하는 것을 금지하는 구체적 입장을 취하기도 한다. 다른 경우에는 정당화와 특정 유형의 보안 스캐너 사용에 대한 의사결정도 있고 가용한 여러 상용 시스템으로부터 독립적 선량평가를 수행하기도 했다. 미국의 부처간 방사선표준 조정위원회 Interagency Steering Committee on Radiation Standards(ISCORS)와 같은 일부 기관은 검색시스템의 정당화와 정당화 된 경우 취할 운영 방사선방호 단계에 대한 지침을 제공하고 있다. 위협환경과 그러한 위협에 대응하는 데 가용한 기술의 지속적 변화와 함께 의사결정 지형도 계속 발전할 것이다.

(16) 보안검색에 방사선 사용 이슈는 국제기구 업무에서도 검토되어 왔다. 예를 들어 세계보건기구(WHO)는 한 기술보고서(WHO, 1977)에서 무기 검색을 포함하여 비의료 목적으로 사람에게 방사선을 사용하는 것을 다룬 바 있다. 그 보고서는 위험이 낮은 다른 대안 수단이 없을 때만 검색이 수행되어야 한다고 결론을 내렸으며, 방호를 최적화하기 위해 선량을 관리할 필요를 강조했다. 보다 근래에는 부처간 방사선안전위원회 Interagency Committee on Radiation Safety(IACRS)가 낸 정보문서는 현안 이슈, 동향 및 국가적 수요를 개괄했다(IACRS, 2010). 유럽 방사선방호당국 책임자회의 Heads of the European Radiological Protection Authorities(HERCA)는 2010년 12월 X선을 사용한 보안 목적의 전신 스캐너를 정당화하는 성명을 발행했다(HERCA, 2010).

(17) 최근 국제원자력기구는 공동 후원 국제기구와 함께 '전리방사선 방호와 방사선원 안전에 관한 국제기본안전표준'의 개정을 완료했다(IAEA, 2011). 개정된 표준은 국가의 안보위협을 가할 수 있는 범죄활동에 사용될 수 있는 은밀 물품을 검출하기 위해 방사선을 사용한 사람 촬영은 정부가 정당화 해야만 한다는 규정을 포함하고 있다. 정부가 그러한 사람 촬영의 정당화를 고려하는 것으로 결정하면 정당화 의사결정에 관련된 추가 요건과 규제관리 대책이 적용될 수 있다.

(18) 유럽위원회(EC)는 근래에 보안검색에 방사선 사용을 포함하여 비의료 촬영에서 사

람의 피폭을 포함하는 방사선방호에 관한 유럽원자력공동체(European Atomic Energy Community)(EURATOM) 법률 개정안을 제안했는데, 통과된다면 유럽연합(EU) 27개 회원국에 법률적으로 구속하게 된다. EU 항공보안에 대한 개정 법률(EU, 2011)은 EU 공항에서는 주된 보안검색 수단으로 전리방사선을 사용하지 않는 보안 스캐너의 사용을 인가했다.

(19) 국제표준화기구(International Standardization Organization)(ISO), 국제기전기술훈위원회(IEC), 미국표준협회(ANSI)와 같은 여러 국가 및 국제 합의 표준기관이 보안 우려가 있는 대상 검색의 성능 사양과 방사선피폭에 관한 표준을 개발했다.

(20) 2002년에 ANSI는 1회 스캔에서 한도를 유효선량 $0.1\mu\text{Sv}$ 로 하는 합의표준을 발행했다(ANSI, 2002). 또, 이 표준은 한 사람이 특정한 하나의 검색시설에서 12개월 동안 유효선량 0.25mSv 이하의 한도를 설정했다. 이 표준은 뒤에 한 영상이 아니라 '검색 screening(복수 스캔이나 화면을 포함할 수 있다.)'을 의미하도록 보완, 개정되었다(ANSI, 2009).

(21) 2010년에는 IEC가 보안 목적 사람 검색을 위한 X선 시스템에 대한 국제표준 IEC 62463을 발행했다(IEC, 2010a). 이 표준은 보안검색 시스템의 방사선학적 성능기준을 제시한다. 다른 표준인 IEC 62709 '방사선 기기-사람에 대한 보안검색 시스템을 위한 X선 및 감마선 시스템의 영상성능 측정'도 발행되었다(IEC, 2014). 나아가 IEC는 화물이나 운송수단에 대한 검색시스템을 다룬 IEC 62523(2010b)도 발행했다.

(22) 상당한 이력과 여러 사양과 성능표준의 존재에도 불구하고 보안검색에 방사선 사용, 의사결정 과정에 방사선방호의 역할, 그리고 그러한 검색이 적용될 경우 ICRP 방호 체계의 적용에 대한 논란이 지속되고 있다. 이 보고서의 목표는 보안검색에 방사선 사용이 정당하다는 결정이 있는 경우 보안검색 맥락에서 ICRP 방호원칙이 어떻게 적용되는가를 조언하는 것이다. 이 조언은 사용하는 기기가 구체적으로 보안목적으로 설계되었는지 또는 의료용 방사선기기처럼 본래 다른 목적의 기기를 보안검색에 전용하는 것이든 관계없이 적용 가능하다.

3. 보안검색 시스템

(23) 방사선을 사용하는 다양한 시스템을 보안 검사점에서 사람의 검색에 사용할 수 있다. 이러한 시스템은 후방산란, 투과 또는 이 두 기술을 결합하여 영상을 만든다.

(24) 스캔 시스템의 도입과 사용은 상당한 공공 논쟁을 불러왔다. 이러한 논의의 대부분은 방사선 외적 고려에 초점이 맞춰졌다. 예를 들면 이러한 시스템이 의복을 투시할 수 있는 능력 때문에 사생활에 대한 우려가 제기되었다. 그러한 우려도 고려해야 하지만 이는 방사선을 사용하는 시스템에 고유한 것은 아니다. 이 우려 때문에 소프트웨어 처리를 포함하여 시스템의 지속적 개선을 이끌었는데, 가령 사람 신체의 세부 영상을 제거하고 사람의 개략적 외형 위에 보안우려 대상 물체만 전시하도록 하는 것이다. 또한, 영상 보관, 문서화, 복원에 대한 법률적 의문도 제기되었으므로 전반적 의사결정 과정에서 이를 고려해야 한다. 비슷한 이슈는 마이크로웨이브와 같은 다른 기술을 바탕으로 하는 시스템 사용에 대한 대화에서도 제기되고 있어 방사선을 사용하는 시스템만의 문제는 아니다.

(25) 각 유형 기기로부터 가능한 방사선학적 기여를 설명하기 위해 기기의 범주와 유형에 대해 아래에 기술한다. 방사선방호 입장에서 보면 의료 진료 목적처럼 기기나 시스템이 본래 다른 목적에 사용하기 위한 것인가는 중요하지 않다. 중요한 이슈는 고려하는 사용과 실제 피폭 상황이다.

3.1. 후방산란형 기술

(26) 사람에 대한 보안검색을 위해 설계된 후방산란 시스템은 주로 의복 아래 은닉한 물체를 영상화하는 데 사용된다. 이 시스템으로부터 받는 유효선량은 앞면 촬영에서는 영상 당 $0.1\mu\text{Sv}$ 수준이고 옆면이나 뒷면 영상은 다소 낮은 유효선량에서 얻을 수 있다. 나아가 사용하는 에너지가 인체를 유의하게 투과할 수준이 아니어서 조직 깊이에 따른 선량분포는 압도적으로 피부가 된다. 피폭의 구체적 특성은 고려하는 기기의 사양에 따라 다르다. 보안상 관심을 충족하기 위해서는 앞, 뒤 및 옆으로 한 사람을 여러번 촬영

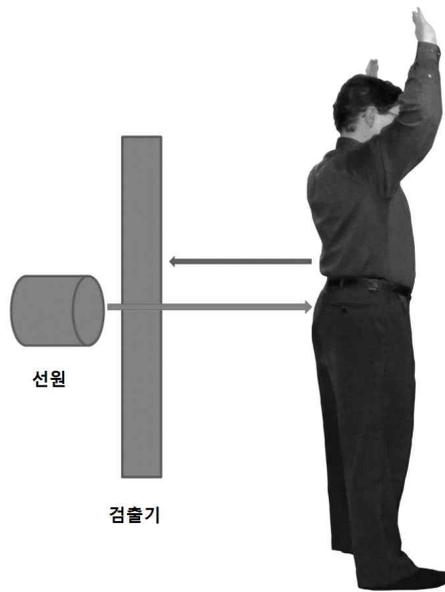


그림3.1. 후방산란 X선법의 작동원리.

해야 한다. 따라서 검색 건 당 총 선량은 한 노출로 받는 선량보다는 크다. 특별한 환경에서는 후방산란 시스템이 화물이나 물질 검색에도 유용할 수 있다.

(27) 이 시스템은 좁은 빔 방사선을 사용하여 대상을 줄 단위로 고속으로 스캔한다. 같은 쪽에 있는 큰 검출기가 검색을 받는 사람 신체에서 후방산란된 방사선을 검출한다. 그러한 시스템의 개요를 그림3.1에 보였다.

(28) 후방산란 시스템으로 검색을 받는 사람에 주는 선량은 일상생활에서 다른 선원에 의해 받는 피폭의 매우 작은 분율에 해당한다. 예를 들면 후방산란 검색 선량은 전형적 가슴 X선 촬영의 1/1000 수준이며, 순항고도에서 항공기 안에서 몇 분 동안 받는 선량과 대략 같다.

(29) 이러한 시스템은 국경과 교도소에서 마약, 무기, 밀반입품 등을 차단하기 위해 운용되고 있다. 2009년 12월 항공기 테러리즘 기도³⁾ 이후에 이러한 시스템을 항공기 승

3) <역주> 2009년 12월 25일, 290명이 탑승한 암스테르담발 디트로이트행 노스웨스트(현재는 델타항공으로 합병) 253편 항공기(에어버스 A 330)에서 승객인 노르웨이 국적 23세 남자 Umar Farouk Abdumutallab이 목적지 가까이에서 은밀한 플라스틱 폭탄을 터트리려는 시도 중 다른 승객들이 물리적으로 제압하고 도화선 불을 꺼 참사를 막은 사건이다. 12월 28일 알카에다는 그

객의 검색에 사용하자는 압박이 크게 증가했다.

3.2. 투과형 기술

(30) 투과 시스템은 먹거나 신체 공동에 숨기거나 피부 아래 삽입한 물체를 영상화하는데 사용된다. 사람의 검색을 위해 설계된 것이면 이 유형 시스템으로부터 스캔 당 유효 선량은 후방산란 시스템으로부터 받는 선량보다는 커서 기기에 따라 약 $2-5\mu\text{Sv}$, 혹은 그 이상이다. 투과형 영상은 물체와 신체가 겹치기 때문에 후방산란 영상에 비해 해석이 더 어렵다.

(31) 이 시스템은 방사선이 대상을 투과하여 검출기에 도달함으로써 영상을 만든다. 검출기는 방사선원에 대해 대상물의 반대편에 위치한다. 방사선 발생에는 기기나 감마선을 방출하는 방사성물질을 사용할 수 있다. 그림3.2에 투과형 검색 시스템의 개념을 보았다.

(32) 투과형 시스템도 마약, 무기 또는 밀반입품을 차단하기 위해 화물이나 사람이 없는 운송수단을 검색하는 데 사용된다. 화물검색 시스템은 보통 대형 물체의 영상을 형성하

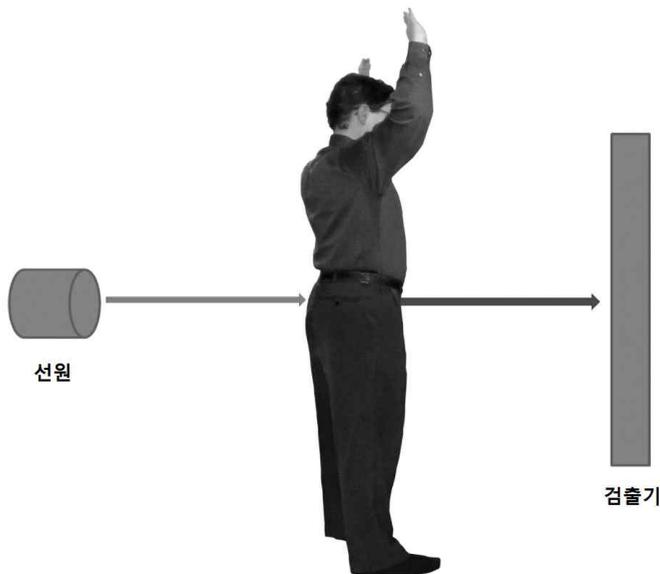


그림3.2. 투과형 X선법의 작동원리.

시도가 자신들의 계획이었음을 공표했다. 이 사건을 ‘크리스마스 폭탄테러 기도’로 부른다.

는 데 필요한 투과력을 얻기 위해 훨씬 높은 에너지 방사선을 사용한다. 그러한 시스템은 사람을 검색하기 위한 것이 아니다. 그러나 사용에서는 사람이 피폭할 수 있는 가능성을 초래하는 특별한 상황이 있을 수 있다. 그러한 상황에 대해서는 제5장에서 논의한다.

(33) 검색 시스템은 계속 발전할 것이다. 예를 들면 일부 업체는 후방산란과 투과 기술을 병용하는 시스템을 제안하고 있다. 그러한 시스템은 또 다른 문제를 제기하는데 특히 검색 받는 사람이나 검색 장소 인근 구역에 있는 사람의 선량을 평가하는 문제이다.

3.3. 능동검출 기술

(34) 능동검출 기술은 관심 대상물질이 방사성이 아니어서 자연적으로 내는 방사선 수준이 매우 낮거나 차폐가 있을 때 현장에서 물질이 검출 가능한 방사선을 내도록 여기시키기 위해 다양한 입자 방사선을 사용한다. 이 시스템은 핵분열성 물질이나 폭발성 물질을 함유한 것으로 의심되는 어떤 물체나 장소를 조사하기 위해 방사선빔을 사용한다. 구체적 예로 만약 어떤 유형의 폭발물이 있을 때 조사는 그 물질을 방사화시켜 이상적으로는 그 물질의 유형, 양 및 위치를 식별할 수 있는 특성 방사선 에너지를 방출하게 한다.⁴⁾ 이러한 장치는 그러한 물질을 원격으로 식별하려는 것이다.

4) <역주> 가령 핵물질을 검색하기 위해 중성자를 조사하면 핵물질인 우라늄이나 플루토늄 일부가 핵분열을 일으키고 이때 나오는 감마선을 원격으로 측정할 수 있다. 폭발물 검색에는 질소(N-14)가 내는 즉발 감마선의 고유한 에너지를 표지자로 이용할 수 있다.

4. 방호체계

4.1. 피폭상황

(35) 2007년 권고(ICRP, 2007)는 방사선방호를 계획, 비상 및 기존의 세 가지 피폭상황으로 구성한다. 계획피폭상황은 선원을 의도적으로 도입하여 운영함으로써 발생하는 상황이다. 계획피폭상황은 일어날 것으로 예상한 피폭(정상피폭)과 일반적으로 일어나지 않을 것으로 예상한 피폭(잠재피폭) 모두를 초래할 수 있다.⁵⁾ 비상피폭상황은 계획상황의 운영 중⁶⁾ 선원의 관리 상실로, 또는 악의적 행위에 의해, 그리고 기타 예상하지 않게 발생할 수 있는 상황으로서 바람직하지 않은 결과를 피하거나 완화하기 위해 긴급 조치가 필요한 상황이다. 기존피폭상황은 피폭과 관련한 의사를 결정할 때 이미 피폭이 진행되고 있는 상황이다. 기존피폭상황은 자연적으로 일어나는 피폭과 과거의 사건, 사고나 행위로 인한 피폭을 포함한다.

(36) ICRP는 보안검색에 방사선 사용을 계획피폭상황으로 본다. 그러한 상황에서 선원의 도입이 분명히 의도적으로 계획한 것이고 행위의 개시 전에 방사선에 대한 적절한 방호를 제공할 책무와 기회가 있다. 정상적으로 예상하거나 계획한 활동의 일부가 아닌 특별한 상황이 일어날 수도 있는데, 이에 대해서는 제5장에서 논의한다.

4.2. 피폭범주

(37) ICRP는 피폭을 세 범주로 구분하는데 직무피폭, 의료피폭, 그리고 일반인피폭이다. 직무피폭은 자신의 직무를 수행함으로써 발생하는 피폭이다. 그러나 만연한 방사선도 있기에 ICRP는 '직무피폭'의 정의를 운영관리자의 책임으로 보는 것이 합리적인 상황의 결과로서 직장에서 발생하는 피폭으로 제한한다. 의료피폭은 자신의 의학적, 치의학적 진료의 일부로서 환자가 받는 피폭이다. 직무로 피폭하는 것이 아닌 사람이 알면서 환자

5) <역주> 개념에 혼선이 있는 부분이다. 잠재피폭은 계획피폭상황과는 별개의 문제로 보는 것이 적절하다. 추가 설명은 ICRP 103 번역본의 역주주를 참조하기 바란다.

6) <역주> 계획(피폭)상황과 비상피폭상황은 구분된다. 계획상황에서 비상피폭이 발생하는 것이 아니다.

를 간병하거나 위안하면서 받는 피폭이나, 방사선을 피폭하는 의생명연구 프로그램에 대상으로 자원한 사람이 받는 피폭도 편의상 의료피폭에 포함한다. 일반인피폭은 직무피폭과 의료피폭을 제외한 일반인의 모든 피폭을 포함한다.

(38) 보안검색에 방사선이나 방사성물질 사용은 직무피폭과 일반인피폭을 야기할 수 있다. 직무피폭은 검색 시스템을 운용, 유지관리, 조사하거나, 선원의 적절한 관리와 운용에 필요한 기타 활동을 수행하는 사람들에게 발생한다. 검색 대상이 아니면서 검색활동 주변에 있는 사람의 피폭은 일반인피폭으로 간주된다.

(39) 보안목적으로 검색을 받는 사람의 피폭도 일반인피폭으로 간주된다. 이 설명은 사람들이 여행을 위해 항공기를 탑승하는 경우처럼 스스로 선택한 결과로 검색을 받든, 항공승무원, 업무 출장자, 문서나 물품을 운반하는 배달인(courier), 보안구역 안에서 일하기 위해 출입이 필요한 사람처럼 업무의 결과로 피폭을 하든 관계 없이 적용된다고 보는 것이 ICRP 입장이다.⁷⁾ 이러한 모든 피폭은 의도적이지만 일반적으로 피폭자의 운영관리자 책임으로 보기 어렵고⁸⁾ 방사선이나 방사성물질을 취급하는 일과 직접 관련되지도 않는다. 따라서 그러한 피폭에 대한 정당화, 그리고 정당화 되었다면 방호최적화에 충분하고 신중하게 고려하는 것이 더욱 중요해진다. 이런 측면에서 위협의 유형과 크기, 검색을 효율적으로 수행하지 못함에 따르는 위험을 포함한 보안 요구가 명확히 정의되어야 한다. 물질의 검색 결과로서 직접 피폭할 수 있는 사람의 피폭도 일반인 피폭으로 간주되는데 이에 대해서는 제5장에서 추가로 논의한다.

4.3. 정당화

(40) 정당화는 선원중심 원칙 둘 중 하나로 모든 피폭상황에 적용된다. ICRP 103(2007)은 정당화 원칙을 통해 방사선 피폭상황을 변경하는 모든 결정은 해로움보다 이로움이

7) <역주> 역자의 생각은 다르다. 역자는 선원이 무엇이든 어떤 종사자가 직무로 인해 방사선을 피폭한다면 직무피폭으로 보는 것이 합당하다고 본다. 물론 현실적 관리 편의를 위해 규제기관이 적절한 지침을 제시해 그 종사자의 주된 피폭원에 비해 보안검색으로 인한 피폭이 사소하다고 판단될 때는 규제의 일부(예: 개인선량계 사용)를 면제할 수는 있겠지만 그 본질은 직무피폭이어야 한다. 이런 면제를 통해 직무피폭 기록에서 결손이 생기는 것보다 이것을 일반인피폭으로 보아 일반인 선량한도를 적용함으로써 발생할 수 있는 문제가 더 복잡할 수 있다. 보안검색은 워낙 선량이 낮기 때문에 그러한 문제도 예상되지 않지만 항공기 탑승으로 인한 우주선피폭은 문제가 될 가능성이 높다. 우주선 피폭에 대한 추가 논의는 해당 ICRP 간행물 번역본에서 다룰 것이다.

8) <역주> 이 법률적 판단도 간단하지는 않다. 만약 법률적 분쟁이 있다면 법정은 직무 수행을 위해 출장명령을 내렸으므로 보안검색 방사선이나 항공기 안에서 우주선 피폭도 경영관리자의 책임으로 보는 것이 합당하다는 판결을 내릴 공산이 클 것임에 유의할 필요가 있다.

클 것을 요구한다. 나아가 계획피폭상황에 대해서 ICRP는 새로운 방사선원을 도입할 때는 개인이나 사회의 이득이 그것이 초래하는 위해를 충분히 상쇄해야 한다고 강조한다. 사회에 생기는 이득도 정당화 의사결정에 인자로 포함되어야 하고, 윤리적 관점에서 개인의 이득이나 위해와 함께 사람들 그룹이나 사회 전체에 주는 이득에 대해서도 명시적 고려가 필요함을 강조하는 것이 중요하다.

(41) 정당화는 그 행위를 수행함에 순 이득이 있는지를 결정하기 위해 가용한 여러 대안을 고려하여 특정 제안의 모든 가능한 이득과 영향을 검토해야 하는 다속성 과정이다. 그 과정에 포함되어야 할 보안이슈가 있다면 보안검색에 방사선 사용의 정당화는 거의 항상 정부 기능이 된다.

(42) ICRP 103(2007)은 고려할 영향이 방사선과 관련된 것 뿐만 아니라 다른 위험, 그리고 그 활동의 비용과 이득도 포함된다고 말한다. 방사선 위해는 고려해야 할 위험 중 하나일 뿐이다. 그래서 정당화는 방사선방호의 범위를 훨씬 넘는다. 이런 이유 때문에 ICRP는 이득이 위험을 상회할 것을 요구한다. 방사선방호는 의사결정 과정의 일부이고 모든 가용한 대안을 모색하는 것은 방사선방호 당국의 책임을 넘는 업무라는 점은 중요하다.

(43) 방사선이나 방사성물질을 보안 시스템에 사용하는 것이 정당화되는지 여부를 논하는 것은 ICRP의 역할이 아니다. 방사선을 사람의 검색에 사용하는 것은 신중한 정당화를 요구하는 특별한 상황이라고 ICRP는 믿는다. 그러한 검색이 일반적으로 정당화되거나 용인된다고 전제해서는 안 된다. ICRP 103(2007)에서 적시했듯이 제안된 활동의 모든 이득과 영향을 고려하는 것이 필요하다. 보안검색의 경우 많은 인자들이 고려되어야 한다. 검색이 정당화되지 않는다면 수행되어서는 안 된다.

4.3.1. 사람 검색의 정당화

(44) 보안검색에서 사람 피폭은 의료피폭처럼 피폭자의 보건에 기여할 수 있는 정보를 제공하기 위한 것은 아니다. 그러나 사람들이 어떤 위협으로부터 보호받는 환경에 살고 있다는 것을 안다면 개인에게 어떤 이득이 있다는 결론에 이를 수 있다. 나아가 위협으로부터 사회를 보호하는 것, 다양한 모임, 회의, 대중교통에서 사람들 그룹의 방호, 악의적 공격으로부터 사회 기간시설과 중요한 랜드마크의 손상을 예방하는 것을 포함하는 사회적 이득을 위해 그러한 피폭이 수반되는 것이다.

(45) 검색에 방사선 사용에 대한 정당화 결정은 구체적 검색 목표를 달성할 수 있는 대안기술의 고려도 포함할 수 있다. 여기에는 방사선을 사용하는 것의 대안기술뿐만 아니라 여러 절차적 대안이나 방안도 포함할 수 있다. 다시 말하지만, 이 특정 활동을 위해 방사선 아닌 대안이 방사선 사용에 우선해야 하는지 여부를 언급하는 것은 ICRP의 역할이 아니다. 표적물 검출 효율성, 검색에 필요한 시간, 신뢰성과 같은 방사선학적 기준 외 인자들도 방사선을 사용하는 시스템이 주는 포괄적 이득에 영향을 미칠 수 있다. 나아가 방사선을 사용하지 않는 시스템이 검색받는 사람에게 위험이나 불편을 줄 수 있는데 이 역시 고려되어야 한다. ICRP는 ICRP 권고가 방사선을 사용하는 것의 여러 대안에 대해 긍정적 또는 부정적 선호를 암시하는 것으로 해석되는 것을 바라지 않는다. 시스템은 특정 맥락에서 의도하는 보안검색 목적을 완수하는 효용성에 근거하여 판단되어야 하는 것이 분명하다.

(46) 특정 검색 기술이 '선택적voluntary'인가 또는 다른 대안기술 방안이 있는가라는 관점에서 이슈가 제기되곤 한다. 그러한 대안 검색 대책이 많은 관할권에서 요구되고 있는데 예를 들면 손으로 수색하는 형태가 될 수 있다. ICRP는 공항과 같은 보안검색 장소에서 대안기술 대책이 보통 있는 일이며 이용하는 기술의 유형과 관계 없이 적절하다고 생각한다. 방사선방호의 역할은 방사선 사용의 위험에 대한 정보를 제공하는 것이며, 따라서 그 사용의 정당화 과정에서 이해 깊은 논의에 기여하는 것이다. 만약 보안검색이 정당한 것으로 결정되었다면 방사선 사용의 위험에 대한 정보는 운영활동 중에도 논의에 기여한다. 여기에는 검색 과정의 일부로 개인의 알 권리를 위한 정보와 기회가 충분한지를 보장하는 형태가 된다. 소통과 이해당사자 참여에 대해서는 제4.6절에서 더 논의한다.

(47) 방사선을 사용하는 보안검색 시스템은 필요한 최소의 노출로 유용한 정보를 얻도록 설계되어야 한다. 여기에 작용하는 인자에는 사람을 충분히 검색하는 데 필요한 스캔이나 화면의 수도 포함된다. 정보가 부족하여 사람을 다시 검색해야 하는 것 때문에 추가 피폭이 필요하지 않도록 믿을만 하게 시스템이 운영될 수 있어야 한다는 것도 중요하다. 따라서 정당화 과정은 시스템 성능에 대한 기대치와 고려해야 할 방사선학적 영향의 평가에 필요한 평균 전달 선량도 필요로 한다. 방사선 사용이 정당한 것으로 결정되었다면 방호최적화에도 비슷한 고려나 예상이 중요하다.

(48) 검색 시스템의 성능(위협으로 간주되는 대상물을 검출하는 능력)과 여러 유형 시스템으로부터 피검자의 예상선량과 관련하여 합의표준 개발이 진행되고 있음을 ICRP는 알고 있다. ICRP는 그러한 표준이 정당화 과정에 이용되어야 하며, 방사선을 사용하는 시스템이 정당화 되었다면 의도한 성능을 달성하면서 최소 수준 피폭을 주는 것이 우선할

것을 권고한다(즉, 방호가 최적화된다).

(49) ICRP는 사람에 대한 보안검색이 정당화 되고 사용된다면 일반인 선량한도의 매우 작은 분율만 차지해야 한다고 보는 입장이다. 이러한 ICRP의 관점은 후방산란 시스템에 대한 NCRP(2003)와 같은 다른 여러 기관의 권고와도 일치한다. 이러한 지침은 ANSI(2009)나 ICR(2010a)와 같은 기관이 개발했거나 개발 중인 합의 성능표준의 일부로도 포함되어 있다. ICRP는 그러한 값을 영상 당 또는 검색 당 선량과 연간 발생할 노출 수를 고려해 가정된 예상치 사이의 분명한 관계와 함께 계획목적의 상한을 의미하는 선량제한치로 볼 것을 권고한다.

(50) 투과형 시스템 사용에 대해서도 합의표준이 개발되어 있는데 이 시스템은 스캔 당 선량이 약간 더 많다. 피검자 선량이 증가하기 때문에 그러한 시스템을 정당화하는 데 필요한 이득도 더 커야 한다고 적시한다. 의료피폭과는 달리 비의료 영상 시스템은 사람의 보건에 직접 기여하지는 않으므로 정당화는 피폭하는 사람에게 가정된 이득을 명시적으로 설명해야 한다. 이것이 투과형 시스템이 정당화되지 않음을 의미하는 것이 아니라 이를 사용하기 전에 내보여야 할 더 큰 입증책임이 있음을 의미한다.

(51) 가장 중요한 고려사항의 하나는 사람들이 검색을 받는 빈도이다. 공항에서 사람 검색으로 빈번 탑승자나 배달인과 같은 사람은 한 사람이 하루, 한 주 또는 한 달에 여러 번 검색받을 수 있다. 나아가 다른 그룹 사람들이 임무의 일부로 상당히 높은 빈도로 검색받는 경우가 있는지를 고려하는 것이 필요하고 합당하다. 이러한 그룹에는 승무원도 있고 하루에도 보안구역에 여러번 출입하는 여러 공항 지상근무 요원도 포함된다. 검색을 받는 보안구역에 출입하는 것이 그들의 직무의 일부로 요구되기 때문에 그러한 검색은 직무피폭으로 간주되어야 한다는 주장도 있을 수 있다. 역으로 그들의 피폭은 직무와 직접 관련된 것이 아니며 그들이 검색 시스템을 운영하는 경영관리자가 고용한 것이 아닐 수도 있다. 그래서 ICRP는 그러한 피폭을 일반인피폭으로 간주해야 하며 따라서 그렇게 피폭하는 사람에 대해서는 일반인에게 제공되는 방호와 상응한 방호를 제공해야 한다고 권고한다.⁹⁾ 있을 수 있는 상이한 그룹의 사람들에 대해 정당화 과정이나 방호를

9) <역주> 역자는 적절하지 않은 설명으로 본다. 종사자 정의에서 말하는 경영관리자가 반드시 선원의 운용자일 이유는 없다. 선원의 소유자(관리책임이 있는)가 누구이든 직원이 직무로 피폭하도록 근로환경을 부여한 고용주는 누구나 방사선방호 관점에서 말하는 경영관리자가 되어야 한다. 예를 들어 공항 보안구역 내 상점 종사자에 대해서는 그 상점 주인이 경영관리자가 된다. 물론 매일 출입해야 하는 이러한 근로자에 대해 매 출입마다 방사선을 사용한 검사를 할 것인지 대안(인원보안 절차를 거친 사람들인 만큼 방사선을 사용하지 않는 대안 검색으로 대체할 수 있음)을 적용할 것인지는 다른 차원의 의사결정이 된다. 따라서 이들은 직무피폭을 받는 종사자로 보는 것이 일관성 있는 접근이다. 그들이 방사선을 사용하는 검색을 받더라도 빈도를 고려하여 평가할 때 연

보장하기 위한 충분한 계획과 전략의 이행에서 이러한 예상이 포함되어야 한다.

(52) 검색활동으로 인한 집단선량도 고려해야 한다. 집단유효선량은 방사선 기술과 방호 절차를 비교하고 최적화하는 한 수단이다. 보안검색 시스템에서도 집단선량은 정당화 과정에서 여러 시스템의 함의를 비교하는 데 유용하다. ICRP 101(2006)에서 논의했듯이 정당화와 최적화 과정에서 의사를 결정하는 데 보다 유용한 정보를 제공하기 위해 성분을 분리하는 것이 편리할 수도 있다.

(53) 정당화 결정은 여러 특별한 유형의 고려를 통해 충분한 입력이 있어야 한다. 첫째, 모든 인자가 고려되었음을 확신하기 위한 정부의 판단이 있어야 한다. 이 단계에서 의사 결정을 돕도록 위협환경에 대한 충분히 분명한 그림을 그리기 위해 보안기관이나 정보 기관으로부터 입력도 통합되어야 한다. 대부분 경우, 이는 방사선 사용과 그 정당화 결정은 규제와 운영 관점으로부터 입력이 보안과 정보 입장과 견줄 수 있도록 정부차원에서 이루어져야 함을 의미한다. 대부분 경우 특정 검색 시스템을 채택하는 최종 결정에는 방사선방호 외적인 많은 인자가 개입된다.

(54) 정당화가 정부차원의 입력과 의사결정에서 이루어지지만 제안의 구체적 이득과 영향을 이해하기 위해서는 충분히 사안 특성적 근거에서 제안을 고려할 필요가 있다. 모든 검색활동에서 방사선 사용이 정당화된다고 결정하는 것은 일반적으로 적절치 않다. 검색 시스템을 제안하고 운영하는 기관도 정부기관일 수 있지만 그러한 기관은 보통 운송과 같은 특정 부문에만 초점을 맞춘다. 위협환경, 검색하고자 하는 대상, 검색받는 사람의 수, 누적 영향 등의 근거 위에서 특정 분류나 여건을 고려할 필요가 있다. 예를 들면 공항에서 승객에 대한 보안검색이 정당화되었다고 하자. 그래도 그런 시스템을 다른 장소에서 사용하고자 한다면 그런 예외적 여건이 피폭을 정당화하도록 순이득이 있는가를 판단하기 위해서는 다른 세트의 고려가 필요하게 될 것이다. 그러나 이것이 검색이 고려되는 다른 개별 공항마다 정당화를 필요로 한다고 말하려는 것은 아니다. 의사결정을 뒷받침하는 충분한 정보가 있음을 보장하는 균형된 접근을 따라야 한다. ICRP 권고의 다른 예의 경우에서 그러하듯이 유식한 결정을 보장하기 위해서는 충분히 상세한 인자 매트릭스가 고려되어야 한다.

(55) 보안검색 사용이 정당화 되었다면 검색은 ICRP 권고에서 계획피폭상황으로 고려되어야 하며, ICRP가 권고하는 방사선방호 기틀이 적절히 적용되도록 필요한 관리와 방사

간 선량이 낮은 수준(예를 들어 종사자 선량한도의 3/10 미만)이라면 규제기관은 개인선량계 패용이나 건강검진 요건 등 일부 규제는 면제할 수 있다. 그러나 그들이 받는 방사선량과 그에 따르는 잠재 위해에 대해서는 이해시키고 동의를 받는 이해동의 절차는 필요하다.

선방호 프로그램을 이행해야 한다. 또한, 잠재 위협이나 검색에 가용한 기술의 변화는 빠르게 주기적으로 정당화를 재검토할 것을 ICRP는 권고한다.

4.3.2. 물질이나 화물 검색의 정당화

(56) 화물 컨테이너와 운송수단 등을 포함한 화물 검색은 검색 활동에서 사람의 피폭을 배제하거나 최소화하기 위한 정규 운영 관행이나 변수도 고려할 수 있고 또 고려되어야 하므로 다른 유형의 정당화가 관여된다. 그래서 물질의 검색은 안전 방호 전략이 수립되는 방사선이나 방사성물질의 다른 사용과 매우 유사하며, 촬영을 위해 사람 피폭을 의도한 것이 아니다. 그러나 지금까지 경험은 사람이 피폭할 수 있고 또 실제로 피폭한 특별한 상황이 있다. 이러한 예로는 화물 검색 중에 운전기사가 운송수단 안에 있을 때도 있고, 사람들이 발각되지 않도록 화물 컨테이너 안에 숨어 있는 경우도 있다. 국가 당국이 해당 선량이나 안전 우려를 고려하면서 특별한 정당화 분석을 하여 의도적으로 숨어 있는 사람을 찾기 위해 검색기를 사용하기도 했다. 잠재 위협이나 가용한 기술, 그리고 운영 경험이 빠르게 달라지므로 이에 대한 정당화는 주기적으로 검토하는 것이 적절하다. 이러한 특수한 상황에 대해서는 제5장에서 추가로 논의한다.

4.4. 방호최적화

(57) 방사선을 특정 보안검색 환경에 사용하는 제안에 대한 정당화가 결정되었다면 그러한 활동이 사람의 보건과 안전을 효율적으로 방호하는 방식으로 이루어짐을 보장하기 위해서는 ICRP가 권고하는 방호최적화가 요긴하게 된다.

(58) 최적화 원칙은 피폭자 수, 개인선량 크기, 그리고 잠재피폭의 경우 피폭이 일어날 가능성을 경제사회적 인자를 고려하여 합리적으로 달성 가능한 범위에서 최소화할 것을 요구한다.

(59) 이것은 여건에서 방호수준이 최선이어서 해로움에 대한 이로움의 여분을 극대화함을 의미한다. 이러한 최적화 과정에서 심각하게 불평등한 결과를 피하기 위해 ICRP는 계획피폭상황에 대해 특정 선원으로부터 개인의 선량이나 위험을 제한하기 위한 선량제약치를 사용할 것을 권고한다.

(60) 방호최적화는 설계나 기기 사양 결정 단계, 검색환경을 설치하고 설정하는 과정,

나아가 검색 시스템을 운영하고 유지하는 과정을 통해 적용 가능하다. 설치 과정에서 수용시험, 운영 중 주기적 측정, 그리고 기타 품질관리 측정은 최적화에서 사용한 가정이 옳고 운영 중에도 유지됨을 확인하는 데 중요하다.

(61) ICRP가 권고한 선량제약치는 유효선량으로 주어진다. ICRP는 지역감시를 위해서는 $H^*(10)$, 개인감시에서는 $H_p(10)$ 과 같은 실용량을 검색시스템의 개발, 평가 및 운영에 사용할 것을 계속 권고한다(ICRP, 2007). 후방산란형 검색 시스템에서는 투과도가 고려하는 시스템의 사양에 의존하지만 피폭은 지배적으로 피부에 발생한다. 약간 높은 에너지를 사용하는 투과형 시스템에서는 여러 장기나 조직의 등가선량이나 유효선량에 보다 유의하게 기여하게 된다. 시스템이 설계된 대로 작동함을 확인하기 위한 지속적 품질관리 프로그램의 일환이 아니라면, 검색 시스템을 운영하는 사람에 대한 직무피폭 감시는 필요하지 않아야 한다.

4.4.1. 설계 및 설치에서 방호최적화

(62) 보안검색을 위한 사람의 의도적 노출에서는 방호최적화 개념에 일부 추가 고려가 포함된다. 특정 목적을 위해 영상을 얻는 것이므로 노출이 너무 낮으면 그 목표를 달성할 수 없다. 역으로 필요한 목적을 얻는 데 피폭이 필요 이상으로 클 수도 있다. 이 어느 것도 최적으로 볼 수 없다. 방사선을 사용하는 보안검색에서는 피폭을 피할 수 없으므로 최적 상황은 필요한 정보를 얻음과 부합하는 최소 피폭을 주는 상황이 된다.

(63) 최적화는 기기의 설치가 적절한 거리, 차폐, 출입관리, 기타 예정 운영의 일부가 아니면서 사람이 방사선에 접함을 방지하기 위한 다른 방법들을 허용하도록 계획할 수 있어야 한다. 각 시설의 상세는 방사선방호 입장에서 검토되어야 하며 검색구역에 일하거나 보안구역에 들어가는 줄에 서 있거나 검색 시스템 근처에 있는 사람들의 피폭을 줄이기 위한 모든 기회를 고려해야 한다. 예를 들어 공항에서 사람의 검색은 보안구역의 물리적 배치와 검색 시스템 주변에 여러 줄 사람들이 있기 때문에 난제를 제기한다.

(64) 피검자를 위한 방호최적화는 시설의 설계 고려로 주로 결정된다. 일단 검색 시스템이 설치되어 운영을 시작하면 개인 피폭 바탕에서 방호를 더 개선할 수 있는 기회는 제한된다. 가장 적합한 기기의 선정, 설계가 적절한 성능기준을 충족 여부의 확인이 이 과정에서 중요한 요소이다. 가능한 방안이나 설계를 비교할 때 다른 인자가 없다면 최적화는 매 노출에서 최소 선량을 부여하고 검색을 완료하기까지 적은 수의 스캔이나 화면을 필요로 하는 설계를 일반적으로 선호하게 될 것임을 의미한다. 이런 관점에서 특정 시스

템의 방호방안을 비교할 때 명시된 사용 시나리오에서 집단선량이 유용할 수 있다. 그러나 보안에 중요한 물질을 검출하는 성능요구와 검색을 수행하는 데 필요한 시간의 영향도 최적화 과정에서 중요할 수 있다. 나아가 기기 설계는 검색 노출을 반복할 필요성을 고려해야 하고 가능하면 피할 수 있어야 한다.

(65) 다른 유형 방사선기기와 마찬가지로 시스템이 설계대로 기능을 내는지 확인하기 위해 사용전 여러 수용시험을 수행해야 한다. 시험에는 피검자가 받게될 선량과 시설 주변 여러 장소에서 선량을 측정이 포함된다. 여기에는 당연히 산란방사선 가능성도 포함한다. 운영 취역 전에 시설을 분석하고 최적화하도록 주의가 요구된다.

(66) 사람을 검색하는 데 사용하는 시스템에서는 여러 값의 유효선량이 합의표준으로 설정되어 있다(ANSI, 2002, 2009). 명목적으로 ICRP는 선량제약치를 선원으로부터 연간 피폭으로 제시한다. 그러나 보안검색의 고유하고 변덕스런 특성 때문에, 특히 명세가 명확히 식별되는 여건에 대해 수립되므로 ‘검색 건 당’ 명세가 출발점으로 적절하다. 정당화 절차는 사람 검색의 누적 함의, 즉 계획 목적에서 용인 가능하거나 가능하지 않은 피폭의 누적 수준을 고려하게 될 것이다. 그러므로 선량제약치로서 현실적이고 측정 가능한 기준을 사용하여 피폭을 추가로 줄이기 위해 보다 설계 고유하고 운영적 수준에서 최적화를 추구하는 것이 논리적이다. ICRP는 선량제약치로 ANSI에 주어진 것과 같은 기준이 일종의 ‘허용 수준’ 또는 설계기준으로서가 아니라 방호최적화를 위한 경계조건 역할을 하는 것으로 본다.

(67) ICRP는 여러 유형 보안검색 기기에 대해 IEC, ISO, ANSI 등에서 주어진 것과 같은 합의표준의 설계사양을 충족하는 시스템을 사용해야 한다고 권고한다. 이러한 기기가 공학적, 운영적 전통을 가짐을 보장하는 것은 운영 중 방사선방호가 예상된 범위에 있을 것임을 확인하는 중요한 성분이다.

4.4.2. 운영과 유지에서 방호최적화

(68) 검색 시스템의 운영 중 최적화는 다양한 운전변수의 확인, 선량률 조사 및 기타 측정을 포함하여 기기가 의도한 대로 작동함을 보장하는 데 주로 달려 있다. 일단 운영이 개시되면 품질관리 활동과 운전원 훈련이 피폭이 합리적으로 최소로 유지되는가를 확인하는 중요한 기여자가 된다.

(69) 시설이 운영을 개시하면 최적화 원리 즉, 개선 여지가 있는지 살피기 위해 운영 상

황을 계속 살피는 것이 유효하다. 최소한 피폭의 정당화에서 고려한 한계가 계속 합당한 지, 기기의 사용과 운영이 그 검색 시스템 사용의 정당화에서 고려한 범위내에 있는지, 그리고 검색 노출을 반복할 필요가 없는 방법으로 시스템이 운영되는지를 확인하는 것을 필요로 한다.

(70) 계속되는 운영의 최적화에 필요한 정보는 운영관리자가 시스템이 설계대로 운영되는지를 확인하기 위해 수행하는 주기적 측정과 검토, 사람의 피폭(종사자 및 일반인)에 어떤 변화가 있는지를 확인하기 위해 검색 시스템 주변의 방사선학적 조건과 물리적 배치에 대한 검토, 기기가 바르게 작동하도록 보장하기 위해 정비계획의 준수 등을 바탕으로 함이 보통이다. 주기적인 시험과 조사가 필요할 것이다. 보수와 교정 후 방사선학적 변수, 특히 피폭조건에 영향을 미칠 수 있는 기능에 대한 확인도 중요하다. 여기에는 검색 시스템을 제어하는 소프트웨어 시스템과 평가를 위한 영상처리도 포함된다. 조사와 시험에 대한 독립적인 규제 검증도 최적화의 일부이며 ICRP가 권고한 방사선방호 골격이 합당하게 이행되는지를 확인하는 데 중요하다.

(71) 설치와 운영을 검토하는 방사선방호 골격은 많은 측면에서 방사선을 사용하는 다른 유형 시설에서 공통적으로 수립되는 것과 유사할 것이다. IAEA와 같은 국제기구나 국가 당국이 유사한 시설에 대해 사용의 인가, 방호최적화, 검사를 포함한 요건과 실무지침을 개발해 왔다. 이러한 경험은 보안검색에 대한 요건을 수립하는 데 활용될 것이다. 보안 검색에서 고유한 측면은 훨씬 공공적인 장소에서 운영이 이루어지며 방사선방호에 경험이나 전문성이 없을 수도 있는 기관이 기기를 운영하는 것이다.

(72) 서비스 제공 및 유지관리, 조사와 교정, 기타 유사한 활동을 수행하는 운전원이나 기술자가 직무피폭을 받을 수 있다. 모든 종사자는 그 활동이 무엇이든 항상 백그라운드 방사선을 피폭하고 있으므로 ICRP는 직무피폭의 정의를 경영관리자의 관리 아래 있는 것으로 합리적으로 간주되는 피폭으로 한정한다. ICRP는 피폭범주가 무엇이든 방호최적화는 피폭 수준을 합리적으로 달성 가능한 한 낮게 달성함을 의미해야 한다고 강조한다. 나아가 ICRP는 직무피폭으로 피폭의 분류가 자동적으로 피폭이 일반인피폭에 대해 허용하는 것보다 높은 피폭이 용납됨을 의미한다고 가정하는 것은 잘못된 논리임을 강조한다.

(73) 정상적으로는 보안검색 시스템을 운영하는 종사자의 직무피폭에 대한 선량제한치는 ICRP가 직무피폭에 대해 권고한 제한치의 매우 작은 비율에 설정되어야 한다.¹⁰⁾ 경험에

10) <역주> 이 표현을 일반적 요건으로 보는 것은 적절하지 않다. 실제 검색시스템 주변의 방사선 준위는 매우 낮기 때문에 이를 운영하는 종사자의 피폭은 ICRP가 권고한 선량제한치의 상한인 연

서 보면 적절한 차폐와 선원으로부터 적절한 거리를 유지하게 하는 대책을 포함하여 잘 설계된 시스템이 사용되면 운전원이 있는 구역에는 방사선이 거의 없는 것으로 나타난다. 특히 야외나 이동 환경에서 불필요한 피폭을 피하기 위해 적절한 배치와 구역의 통제 수립하는 데는 경험이 유용하다. 시설 시험이나 감시 결과는 필요에 따라 방사선방호 대책을 보완하는 데도 사용되어야 한다. 그래서 ICRP는 그런 사람들의 피폭이 직무 피폭 정의에 맞더라도 그들은 일반인의 방호에 상응하는 수준으로 방호되기를 기대한다.¹¹⁾ 또한 ICRP는 시스템 운영에 참여하지 않지만 보안검색 시스템 주변에서 일할 수 있는 다른 사람들에게도 같은 수준 방호가 제공될 여유가 있을 것으로 기대한다.

(74) 일반인에 대한 제약치는 보통 일반인 선량한도의 작은 분율에 설정된다. 피폭하는 사람이 방사선으로부터 어떠한 직접 이득도 받지 않고 보안활동 등의 결과로부터 간접적 이득만 받기 때문에 이점은 특히 중요하다. 명목적 기대는 검색을 받지 않으면 개인의 피폭은 주위 백그라운드 선량률과 본질적으로 구분되지 않는다는 것이다.

(75) 보안검색 시스템이 정당하다고 간주되면 인가와 검사를 포함하여 지정된 관계 당국의 적절한 규제기틀로 관리되어야 한다고 ICRP는 권고한다. IAEA는 운영자의 훈련과 재훈련 및 역량에 대한 기대, 그리고 안전에 대한 주된 책임이 유효하게 이행됨을 보장하기 위한 적절한 관리체계를 포함한 규제체계와 선원 관리에 대한 요건을 수립하고 있다(IAEA, 2010, 2011).

4.4.3. 물질과 화물 검색에서 방호최적화

(76) 물질, 화물 등의 스캔은 다른 최적화 기회를 제기한다. 정상적 예상은 검색 대상에 사람이 포함되지 않을 것이라는 것이다. 그렇지 않을 수 있는 상황에 대해 제5장에서 다룬다. 화물이나 운송수단 검색 과정에서 선원의 강도 증가와 검색받는 물질에서 산란 방사선 때문에 검색구역 밖이나 검색 시스템으로부터 어느 정도 떨어진 거리에서 피폭 가능성이 증가한다. 방사선원 사용에서 전형적으로 그러하듯이 검색구역 근처에 일반인이 있는 것을 제한하기 위한 대책이 강구되어야 한다. 다른 계획피폭상황에서와 마찬가지로

간 20 mSv보다 훨씬 낮다. 따라서 일종의 경영목표인 선량제약치를 그렇게 낮은 수준에 설정하여도 목표를 달성할 수 있는 것이 현실이므로 그렇게 함이 합당하다는 의미로 해석하면 좋다. 참고로 선량제약치는 ICRP가 권고하는 것이 아니라 ICRP가 권고한 범위(밴드) 안에서 경영관리자가 설정하는 것이다.

11) <역주> 이런 사람들을 일반인으로 간주해야 하는 것으로 혼동하게 만드는 표현이다. 직무피폭을 받는 종사자를 '일반인'과 연계할 것이 아니라 '이들의 선량제약치를 ICRP 103에서 권고한 제일 아래 밴드(상한: 연간 1 mSv)에 설정하는 것이 적절하다.'처럼 표현하는 것이 피폭자 분류에 혼란을 초래하지 않는 방법이다. 실제 선량이 낮더라도 종사자는 종사자이다.

지로 방호최적화를 추구해야 한다.

(77) 화물 검색시스템과 기타 고정된 장소에 있지 않는 시스템에 대해서는 물리적 관리 대책과 방사선장이 형성되는 구역을 구체적으로 식별하고 관리할 필요가 있다. 이 관점에서 방사선방호 고려는 선원을 일시적 장소에서 사용하는 산업적 이용(예: 산업용 투과 촬영)에서와 유사하며, 적절한 탐사, 관리구역 설정, 기타 일반인피폭을 최소화하기 위한 대책을 인가 과정에 포함할 필요가 있다.

4.5. 선량한도

(78) 보안검색 시스템의 사용과 운영은 계획피폭상황으로서 적절한 최적 방사선관리 프로그램 아래서, 예상된 활동으로 인해 직무피폭이나 일반인피폭에 대해 권고한 선량한도를 위협하지 않아야 한다. 화물 검색의 결과로 운송수단 운전기사나 화물 컨테이너에 숨어 있을 수 있는 사람의 피폭에 대한 방호는 제5장에서 다룬다.

4.6. 이해당사자 소통

(79) 보안검색에 방사선이나 방사성물질의 사용은 다양한 소통과 이해당사자 상호작용에 난제를 제기한다. 도전적이지만 그러한 난제는 ICRP 방호체계의 효율적 이행에 핵심 성분이다. 소통에는 매우 낮은 수준 피폭의 위험, 다른 검색법 대책, 개인의 알 권리 등에 관한 소통이 포함된다. 소통은 방사선방호 입장에서 거늘수 있겠지만 현장 이해당사자와 함께 다른 난제도 고려해야 한다.

(80) ICRP 권고에 따라 정당화되어 사용되는 시스템은 피검자에게 발생할 수 있는 방사선피폭으로 인해서는 매우 낮은 위험을 제기할 뿐이다. 위험이 작더라도 그러한 위험을 없는 것으로 가정할 수는 없으므로 시스템이 설계대로 운영되고 피폭이 분석하거나 예상한 수준을 넘지 않음을 보장하기 위해 방사선방호 프로그램과 관리를 수립해야 한다. 피폭의 비자발적 특성과 가능한 영향의 불확실한 속성 때문에 여러 이해당사자가 우려를 제기해 왔다. 이런 상황에서는 사람들이 자발적으로 받는 피폭이나 개인이 어느 정도 통제할 수 있는 피폭에 비해 더 높은 방호를 희망하는 경향이다. 유사한 수준의 다른 유형 위험과 비교가 유용하지만 그러한 비교에는 주의도 필요하다. ICRP는 메시지가 그러한 우려의 인간적 속성에 반응하며 정확하고 유익할 수 있는 소통을 계획할 것을 권

고한다.

(81) 이해당사자와 소통은 검색 활동의 이행과 방사선방호 프로그램의 중요한 성분으로 계속 남는다. 보안검색에 대해 많은 언론보도가 있어 왔음을 ICRP는 알고 있다. 보도의 많은 부분이 검색을 둘러싼 개인의 권리, 사생활, 개인의 알 권리 등과 같은 윤리나 기타 이슈에 초점이 맞춰졌다. 따라서 개인의 알 권리가 충족되도록 정보의 게시와 같은 합리적 정보대책을 마련하는 데 초점을 맞춰야 한다. 방사선안전에 대한 보다 구체적인 질문에 초점을 맞춘 방사선방호는 고려해야 할 모든 이슈에 대한 보다 완전한 논의에 기여한다. 많은 '보안 결정'은 위협과 가능한 대응에 민감한 속성 때문에 같은 수준 공공자문을 받지 않는 이유에 따라 이루어짐을 고려하면서 의사결정자는 이해당사자가 참여할 수 있도록 노력해야 한다.

(82) 검색을 받을 수 있는 사람들이 절차, 위험 및 대안에 대해 의문이나 우려를 가지고 있으므로 소통을 위한 지속적 기회는 정규 활동 과정에서 발생한다. 그런 사람들은 위험이나 방호의 윤리적 근거에 대해 방사선방호나 보안 전문과와는 매우 다른 이해를 가질 수도 있다. ICRP는 이러한 상호작용을 개선하기 위해 핵심 메시지, 의문 및 대답을 사전에 개발하고 쉽게 가용하게 할 것을 권고한다. 검색이 수행되는 상황에서 평범한 말로 이해당사자와 소통하는 여러 방법에 대해서도 신중히 고려해야 한다.

(83) 일반인의 모든 피폭상황에서와 마찬가지로 계획피폭상황에서 피폭할 수 있는 집단을 고려하고, 보다 민감한 집단이 포함될 수 있을 때는 정당화와 방호최적화에 추가 인자를 고려하는 것이 중요하다. 방사선 피폭 위험은 연령과 성별과 같은 여러 인자에 따라 달라진다. 사람의 검색은 배태아 피폭 가능성도 포함해 모든 연령 사람들의 피폭을 주는 상황을 제기한다. ICRP는 이 보고서에서 설명한 정당화와 방호최적화를 포함하여 방호기틀의 적절한 적용은 이와 같은 보다 민감한 집단에 대해서도 적절한 방호를 제공할 것으로 믿는다. 따라서 이 보고서의 권고가 충족된다면 전망적 방사선방호 관점에서 아동이나 임신 여성의 방호조치를 분리하여 취할 필요는 없을 것이다. 정당화나 최적화는 그 분석에서 인자 매트릭스의 하나로 의사결정 과정에서 민감한 집단의 고려를 명시적으로 포함할 수 있으며(ICRP, 2006), 그러한 고려의 결과에 대한 문서를 제공하게 된다.

5. 특수상황

(84) 물질이나 화물의 검색에 방사선 사용도 사람의 피폭을 초래할 수 있다. 명목적 기대는 사람의 피폭을 완전히 배제하거나 최소화할 수 있지만 화물을 검색할 때 사람이 피폭하는 특수상황의 예가 둘 있다.

5.1. 운전기사 피폭

(85) ICRP는 화물이 보안검색 시스템을 통해 이동할 때 여러 운영상 이유로 트럭이나 다른 운송수단 기사가 안에 머무르게 하는 제안이 있어왔음을 인지하고 있다. 방사선방호 입장에서는 화물을 검색할 때 운전기사의 피폭은 필요하지 않아야 한다. ICRP는 피폭을 초래하는 방법으로 운영하는 것이 순 이득이 있지 않는 한 그러한 피폭은 일반적으로 정당화되지 않는다고 믿는다. 그러한 사람의 피폭은 운영의 편의 문제가 아니므로 ICRP는 매우 특별한 상황이 아니라면 검색 중 운전기사가 운송수단 안에 있도록 해서는 안 된다고 권고한다.

(86) 운전기사의 피폭이 구체적으로 정당화될 수 있는 매우 특별한 상황에서는 피폭을 방지하기 위한 인터록이나 기타 시스템을 사용하여 피폭을 막거나 줄이기 위한 모든 가능한 수단을 고려해야 한다. 특히, 그런 사람이 하루에도 여러번 화물을 검색 시스템을 통해 이동시킬 가능성도 있어 드문 피폭이라는 가정이 부정될 수 있음을 고려해야 한다. 인터록이나 기타 시스템이 주된 스캔 빔이 사람들이 피폭하는 것을 예방하도록 된 경우에도 선량평가에는 산란방사선을 고려할 필요가 있을 것이다. 나아가 피폭을 예방하기 위한 인터록이나 기타 시스템이 고장날 가능성도 고려해야 한다. 이러한 고려는 당국 인가의 일부가 되는 특정 요건이나 조건에 반영되어야 한다. 운영 경험이나 피폭을 초래하는 운영 관행을 유지할 필요성에 대해서 주기적으로 검토하는 것이 적절하다.

(87) 만약 운전기사 피폭을 용인하는 매우 특별한 상황이 발생한다면 그 피폭은 직무피폭으로 취급해야 하고 해당 ICRP 권고가 적용되어야 한다. 피폭에 대한 구체적 선량제약치도 수립되어야 한다. 그런 특별한 상황에서는 제약치가 ICRP 103(2007)에서 일반인의 계획피폭상황에 대해 권고한 밴드 안에서 선정할 것을 ICRP는 권고한다.¹²⁾

5.2. 숨어있는 사람의 피폭

(88) 경험은 검색되는 화물 컨테이너 안에 사람이 숨어 있을 가능성이 있음을 보여준다. 이런 사람을 때로는 ‘밀항자(stowaye)’라고도 부르는데 이는 우발적으로 피폭하는 사람에 대한 일반적 우려의 특별한 경우가 된다. 실제로 이러한 상황이 발생한 여러 예가 있다.

(89) 이러한 시나리오도 검색 시스템의 설계와 설치에서 고려해야 하고 검색할 컨테이너나 운송수단 안에 숨은 사람이 있을 때 가능한 피폭에 대해서도 평가하기를 ICRP는 권고한다. 나아가 숨은 사람의 선량이 일반인 선량한도를 넘을 가능성이 낮도록 시스템을 설계하고 운영하기를 ICRP는 권고한다.¹³⁾ 일반적인 경우에 이 한도는 1 mSv/y이지만 숨은 사람의 검색에서는 이는 사건 당 기준과 대등할 것으로 볼 수 있다.

(90) 보다 강력한 특수 시스템에서는 난제가 될 수는 있지만 대부분 검색 시스템은 위 기준을 달성할 수 있을 것으로 ICRP는 믿는다. 이러한 수준의 방호는 일반인을 위한 ICRP 권고와 일치하지만 그런 사람들은 그 행동의 속성에 의해 방사선방호의 일반적 기대를 전제할 수 없는 방식으로 행동하는 것임을 ICRP도 안다. 비록 그러한 행동이 사실 불법이겠지만, 개인의 윤리와 평등 관점에서 고려는 검색시스템의 설계와 운영에서 가정되는 위험 수준이 일반인에 대해 권고된 수준을 크게 초과하지는 않아야 한다는 결론으로 인도한다. NCRP 논평(2003, 2007)에도 비슷한 권고가 있다. 만약 국가 당국이 숨어 있는 사람을 적극적으로 수색하기 위해 방사선 검색 시스템 사용을 의도적으로 도입한다면 해당 선량과 안전 우려를 고려한 구체적 정당화 분석이 필요하다.

12) <역주> 앞 문장에서 이런 특별한 경우는 ‘직무피폭’으로 취급해야 한다면 ‘일반인’에 대해 권고한 밴드에 선량제약치를 설정하라는 말은 모순이 있다. ‘ICRP 103에서 권고한 가장 낮은 밴드에서 설정하도록 권고한다.’라고 표현하는 것이 적절하다.

13) <역주> 앞서 설명했듯이 이 표현도 재고할 필요가 있어 보인다. 이러한 불법행위자도 인권 관점에서 일정한 보호대책은 고려할 당위성이 있지만 그 기준을 계획피폭상황의 ‘일반인’과 연계하는 것은 그 논리의 근거가 불충분하다. 실제 기술 수준은 그런 밀항 기도자의 선량을 1 mSv 미만으로 유지할 수 있다고 하더라도 그것을 소위 ‘일반인’ 개념과 연계하는 것은 지나치다. 윤리적 관점에서 ‘화물 검색시스템 설계에서 숨어 있을 수 있는 사람에게 심각한 방사선 위해를 가하지 않도록 배려할 필요는 있다.’ 정도로 충분하다고 본다.

참고문헌

- ANSI, 2002. Radiation Safety for Personnel Screening Systems Using X-rays. ANSI N43.17-2002. American National Standards Institute, McLean, Virginia.
- ANSI, 2009. Radiation Safety for Personnel Security Screening Systems Using X-ray or Gamma Radiation. ANSI/HPS Standard N43.17-2009. American National Standards Institute, McLean, Virginia.
- EU, 2011a. Commission Regulation (EU) No 1141/2011 of 10 November 2011 amending Regulation (EC) No 272/2009 supplementing the common basic standards on civil aviation security as regards the use of security scanners at EU airports. Off. J. Eur. Union OJ L293/22 - L293/23. Available at: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:293:0022:0023:EN:PDF>> (last accessed March 7, 2014).
- EU, 2011b. Commission Implementing Regulation (EU) No 1147/2011 of 11 November 2011 amending Regulation (EU) No 185/2010 implementing the common basic standards on civil aviation security as regards the use of security scanners at EU airports. Off. J. Eur. Union OJ L294/7 - L294/11. Available at: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:294:0007:0011:EN:PDF>> (last accessed March 7, 2014).
- EURATOM, 2012. Proposal for a Council Directive Laying Down Basic Safety Standards for Protection Against the Dangers Arising from Exposure to Ionising Radiation. COM (2012) 343 final. EURATOM, Brussels. Available at: <http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/2012_com_242.pdf> (last accessed January 6, 2014).
- HERCA, 2010. Statement on the Justification of Full Body-scanners Using X-rays for Security Purposes. Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities, Paris, France. Available at: <<http://www.herca.org/index.asp>> (last accessed January 6, 2014).
- IACRS, 2010. Relevant Facts Regarding the Use of Ionising Radiation Screening Devices in Airports. Inter-Agency Committee on Radiation Safety, Paris, France. Available at: <<http://www.iacrs-rp.org/>> (last accessed January 6, 2014).
- IAEA, 2010. General Safety Requirements. Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety. GSR Part 1, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IAEA, 2011. General Safety Requirements. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources. International Basic Safety Standards. GSR Part 3,

- International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- IEC, 2010a. Radiation Protection Instrumentation - X-ray Systems for the Screening of Persons for Security and the Carrying of Illicit Items. IEC 62463. International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
- IEC, 2010b. Radiation Protection Instrumentation - Cargo/Vehicle Radiographic Inspection Systems. IEC 62523. International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
- IEC, 2014. Radiation protection instrumentation - Security screening of humans - Measuring the imaging performance of X-ray systems. IEC62709 ed1.0. International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.
- ICRP, 1969. Protection against Ionizing Radiation from External Sources. ICRP Publication 15. Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 1971. Statement from the 1971 London meeting of the ICRP. Br. J. Radiol. 44, 814.
- ICRP, 1977. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26. Ann. ICRP 1(3).
- ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21(1-3).
- ICRP, 1996. Radiological protection and safety in medicine. ICRP Publication 73. Ann. ICRP 26(2).
- ICRP, 2006. Assessing dose of the representative person for the purpose of radiation protection of the public and the optimisation of radiological protection: broadening the process. ICRP Publication 101. Ann. ICRP 36(3).
- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37(2-4).
- ISCORS, 2008. Guidance for the Security Screening of Humans Utilizing Ionizing Radiation. ISCORS Technical Report 2008-1. US Interagency Steering Committee on Radiation Standards, Washington DC.
- NCRP, 2003. Screen of Humans for Security Purposes Using Ionizing Radiation Scanning Systems. NCRP Commentary 16. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda MD.
- NCRP, 2007. Radiation Protection and Measurement Issues Related to Cargo Scanning with Accelerator-Produced High-Energy X Rays. NCRP Commentary 20. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda MD.
- NCRP, 2011a. Radiation Protection in the Application of Active Detection

Technologies. NCRP Commentary 21. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda MD.

NCRP, 2011b. Radiological Health Protection Issues Associated with the Use of Active Detection Technologies for Detection of Radioactive Threat Materials. NCRP Commentary 22. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda MD.

WHO, 1977. Use of Ionizing Radiation and Radionuclides on Human Beings for Medical Research, Training and Nonmedical Purposes. Technical Report Series 611, pp. 1-39. World Health Organization, Geneva, Switzerland.