

한국에서 방사선 관련 종사자들의 개인피폭선량 실태에 관한 연구

— Radiation Exposure Dose on Persons Engaged in Radiation-related Industries in Korea —

인하대학교 의과대학 부속병원 방사선과

임 봉 식

— 국문초록 —

목 적: 방사선 관련종사자들의 1995년 1월 6일 “진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙”을 제정한 이후 방사선 노출로 인한 개인피폭선량의 실태를 조사·분석하여, 해당 의료기관과 방사선 관련종사자들에게 방사선피폭에 대한 경각심을 고취시키고, 안전관리에 도움을 주고자 한다.

조사대상 및 방법: 2000년 1월 1일부터 2004년 12월 31일까지 5년 동안 전국에 있는 검사기관, 교육기관, 군부대, 병원, 보건소, 산업체, 연구기관, 의원에서 근무하였거나 근무하고 있는 방사선종사자들의 개인 피폭선량 측정결과 판독기관에 등재(登載)된 대상자 57,136명에 대한 분기별 피폭선량 자료 149,205건을 대상으로 하여 판독수행기관에 직접 방문 하거나, 전화를 통하여 책임자에게 연구의 목적을 설명하고 긴밀한 협조를 얻어 수집하였다. 자료를 분석하는데 있어 SPSS ver 12.0을 이용하였으며, 분석방법으로는 연도별·분기별·성별·연령별·직종별·근무부서별·업종별로 심부선량과 표면선량으로 나누어 분석하였다. 빈도분석·one-way ANOVA·two-way ANOVA를 시행하였다.

결 과: 5년간의 평균 피폭선량에서 심부선량과 표면선량의 평균값이 해마다 낮아지는 것으로 조사되었고, 성별 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량에서 남자가 여자보다 높게 나타났으며 연령별 평균 피폭선량에서 심부선량과 표면선량은 높은 연령군보다 낮은 연령군에서 높게 나타났고, 직종별 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량 모두에서 방사선사가 가장 높게 나타났으며 근무 부서별 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량에서 핵의학과가 가장 높게 나타났고, 업종별 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량에서 병·의원이 높게 나타난 것으로 조사되었다.

결 론: 이상의 결과에서 볼 때 최근 5년간 전국 지역에 있는 병원·의원·기타 등에서 근무하는 방사선 종사자들의 방사선 평균 피폭선량은 국제방사선방어위원회(ICRP)에서 권고하는 허용선량 기준치(20 mSv/년)를 초과하지 않는 범위의 피폭을 받고 있는 것으로 나타났다. 그러나 그것은 평균적인 수치이지 개인적으로 피폭 선량에 있어 그 범위의 피폭을 초과하는 종사자들이 있는 것으로 나타나 상당히 우려가 되고 있는 실정이다. 따라서 방사선 관련종사자들이 각자가 개인별 관리에 더욱더 철저를 기하고 방사선으로 인한 피폭을 최소화 시키는데 있어 체계적인 교육 및 안전 불감증에 대한 지도가 지속적으로 유지되어야 할 것이다.

중심 단어: 피폭선량, 방사선 관련종사자, 심부선량, 표면선량, 평균선량

* 이 논문은 2006년 8월 10일 접수되어 2006년 8월 28일 채택 됨.

책임저자: 임봉식, (400-711) 인천시 중구 신흥동 3가 7-206
 인하대학교 의과대학 부속병원 방사선과
 TEL: 032-890-2740, FAX: 032-890-2743
 E-mail: chlbsjang@hanmail.net

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

1895년 뢰트겐(Wilhelm Conrad Röntgen)에 의해 X선이 발견되고, 1913년 세브란스 병원에 처음 X선 장치가 우리나라에 도입되었다¹⁾. 이후 방사선의 이용가치는 급격하게 발전되어 의학·공학·공학 등의 분야에서 광범위하게 이용되고 있으며²⁾, 그 중에서도 국민소득의 증가와 전 국민 의료보험으로 인한 개개인의 건강관리에 대한 요구가 고조됨에 따라 방사선의 의학적 이용도는 더욱 증대되고 있다³⁾.

의료분야에서 이용되는 방사선은 인류의 질병진단과 예방 및 연구에 막중한 역할을 해왔고, 환자 진료에서 가장 핵심적인 의료장비로 그 활용도가 더욱 더 확대될 전망이다. 그러나 X-선이 발견된 이후 방사선은 인류에게 많은 발전과 혜택을 주었지만, 방사선에 노출됨으로써 예기치 못했던 방사선 장애의 발생은 방사능을 처음 발견한 베크렐이 라듐 상자를 양복주머니에 넣고 다닌 2주일 후 피부홍반이 생기고 이는 궤양으로 발전하였으며, 피에르 퀴리도 손에 라듐으로 인한 화상과 그 이후 퀴리부인과 그녀의 딸이 반복되는 방사능의 실험으로 인한 피폭에 의하여 백혈병으로 사망에 이르게 된 사실에서부터 알려져 왔다⁴⁾.

이렇게 방사선의 발견 초기에는 방사선의 유해성을 알지 못한 관계로 많은 방사선 취급자들이 방사선에 과다하게 피폭되어 각종 암이 발생하여 사망하는 예가 있었다⁵⁾. 방사선은 방사선의학의 발전과 더불어 국민보건 향상에 크게 공헌하고 있지만 반면에 방사선이 갖는 생물학적인 작용으로 생물체에 급성 또는 만성장애를 일으키게 할 뿐만 아니라 유전적 영향을 미치게 되므로 방사선 관련종사자들은 물론 전 국민에 대한 유해 방사선으로부터의 보호가 무엇보다 중요한 문제의 하나로 대두되고 있다⁶⁾. 매우 순간적이지만 많은 희생자를 낳게 하였던 히로시마·나가사키의 원폭 투하사건 뿐만 아니라, 부주의가 원인이 되어 전 세계를 놀라게 하였던 체르노빌의 원자로 사고 등은 인간에 대한 방사선의 영향에 관해서 귀중한 자료가 되었을 뿐만 아니라 커다란 경각심을 불러일으키게 하였다⁷⁾. 우리나라에서도 1957년에 서울 교통병원 방사선과에서 방사선 재해 희생자가 발생하기도 하였다⁸⁾.

특히, 1989년 7월 1일 전 국민 의료보험 실시 이후 급증하는 의료이용으로 방사선 진단 및 치료는 임상 전 분

야에 걸쳐 사용이 증가되고 있고⁹⁾, 이로 인해 불가피하게 의료기관 방사선 관련종사자들이 방사선에 노출되는 기회는 날로 증가하고 있다. 이에 대한 대책과 경계 및 그 현황을 인식하고 개선하지 않으면 종사자들은 물론 전 국민의 잠재적인 방사선 피해가 축적되어 우리들의 후손에게 예기치 못한 결과를 초래할지도 모른다. 의료 방사선에 노출되는 종사자는 급성 방사선에 의한 영향보다는 지속적인 저선량 방사선 피폭에 의한 장애가 문제되므로, 만성적인 피폭에 의한 신체적인 장애로부터 보호되어야 한다. 만성적인 방사선 피폭에서는 대조군에 비해 염색체 이상이 2.1배 높게 나타났다고 보고 되기도 하였다¹⁰⁾.

방사선이 생체조직에 조사되면 생물학적인 영향을 일으키는 것은 분명한 사실이며, 방사선으로 인해 일어나는 장애로는 혈액 세포 수의 변화 등을 들 수 있다. 즉, 백혈구의 감소증 및 형태변화, 빈혈, 골수기능 장애 그리고 재생불량성빈혈이나 백혈병 등을 유발하고 그밖에도 만성피부염, 피부암, 탈모, 궤양, 불임 등의 장애가 일어날 수 있다^{11,12)}. 미량의 방사선 피폭이라도 장기적으로 여러 번 노출되면 유전적인 영향이나 백혈병 등의 발생확률이 높아지므로 장기간 방사선을 취급하는 방사선종사자는 방사선 피폭의 최저준위가 되는 작업환경에서 업무를 행하지 않으면 안 된다. 국제방사선방어위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)에서 권장하는 방사선 작업종사자의 선량한도를 초과하지 않도록 개인 피폭 관리에 만전을 기울여야 할 것이다⁹⁾.

그리고 방사선 피폭은 물리적으로 제어할 수 없는 것이므로 이를 최소화시키는 원칙이 절대적으로 요구됨에 따라 1928년 결성된 ICRP에서는 새로운 권고안에서 직업상 피폭을 연간 50 mSv에서 5년간 100 mSv를 초과하지 않는 범위 내에서, 연간 최대 20 mSv로 선량한도를 하향 조정하여 공고하고 있다¹³⁾. 이는 위험에 대한 사회인식 변화와 비교가 되는 타 산업에서의 위험도가 점진적으로 감소하고 있기 때문이라는 점을 강조한 것이지만¹⁴⁾, 지금까지 우리나라에서는 이 권고를 잘 반영하지 못하고 있다. 방사선의 이용이 증가됨으로 인한 안전관리가 원자력법에 의해 잘 관리되어 왔지만, 의료기관에서 사용하는 진단용 방사선 발생장치는 원자력법에 의한 관리대상에서 제외되어 불안정한 상태에서 사용되었다. 이러한 상황에서도 진단용 방사선 발생장치에서의 방사선방어에 관한 연구¹⁵⁻¹⁷⁾, 방사선 피폭관리에 관한 연구^{3,18-20,14,21)}, 방사선사의 근무실태 및 직업의식과 그 관련 연구²²⁻²⁷⁾ 등 여러 연구가 진단용 방사선 발생장치의 안전관리법 개정의

필요성을 끊임없이 제기해 왔다.

이러한 연구 노력에 의해 우리나라에서도 ICRP-26 보고서의 근거로 원자력법이 제정되었고, 이 원자력법에 의해 치료용 방사선 장치 및 핵의학검사장치의 사용에 한해서 방사선 안전관리를 시행해 왔다. 1994년 개정된 보건복지부령에 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 조항이 신설되었고, 1995년에는 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙이 제정²⁸⁾되어 진단방사선 분야의 방사선종사자들에게 작업환경이 좋은 곳에서 방사선 업무를 수행할 수 있도록 하였으며, 환자에게 양질의 의료영상 정보²⁹⁾를 제공함으로써 방사선 보건 분야의 발전에 기여하게 되었다^{30,31)}.

2. 연구의 목적

본 연구는 방사선 관련종사자들이 1995년 1월 6일 '진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙'을 제정한 이후 방사선 노출로 인한 개인피폭선량의 실태를 조사·분석하여, 해당 의료기관과 방사선 관련종사자들에게 방사선 피폭에 대한 경각심을 고취시키고, 안전관리에 도움을 주고자 한다.

II. 연구 방법

1. 조사 대상

2000년 1월 1일부터 2004년 12월 31일까지 5년 동안 전국지역에 있는 검사기관, 교육기관, 군부대, 병원, 보건소, 산업체, 연구기관, 의원에서 근무하고 있는 방사선 관련종사자들의 개인 피폭선량 측정 대상자 57,136명에 대한 분기별 피폭선량 자료 149,205건을 대상으로 하여 분석하였다.

표 1. 조사대상자의 분포

조사 대상	N(%)			
	병원	의원	기타	계
의료기관수	610(14.8)	3,304(80.3)	201(4.9)	4,115(100.0)
종사자수	30,610(53.6)	15,085(26.4)	11,441(20.0)	57,136(100.0)
건 수	81,000(54.3)	38,339(25.7)	29,866(20.0)	149,205(100.0)

표 2. 조사대상자의 특성

구분	분석 건수		%
	구분	분석 건수	
연도	2000	8,428	14.75
	2001	10,333	18.08
	2002	11,816	20.68
	2003	12,891	22.56
	2004	13,668	23.93
성별	남	40,870	71.53
	여	16,266	28.47
연령	20대	9,010	15.77
	30대	27,985	48.98
	40대	15,081	26.39
	50대	4,022	7.04
	60대 이상	1,038	1.82
직종	방사선사	28,735	50.29
	의사	12,959	22.68
	간호직	1,655	2.90
	기타	13,787	24.13
근무부서	방사선과	36,133	63.24
	연구소	4,204	7.36
	핵의학과	2,087	3.65
	중양학과	1,781	3.12
	기타	12,931	22.63
업종	병원	30,610	53.58
	의원	15,085	26.40
	기타	11,441	20.02
총계		57,136	100.00
분기	2000년1/4	5,103	3.42
	2000년2/4	5,602	3.75
	2000년3/4	5,743	3.85
	2000년4/4	5,594	3.75
	2001년1/4	5,945	3.98
	2001년2/4	6,417	4.30
	2001년3/4	6,749	4.52
	2001년4/4	6,685	4.48
	2002년1/4	7,517	5.04
	2002년2/4	7,869	5.27
	2002년3/4	8,019	5.37
	2002년4/4	7,775	5.21
	2003년1/4	8,153	5.46
	2003년2/4	8,584	5.75
	2003년3/4	8,829	5.92
	2003년4/4	8,582	5.75
2004년1/4	8,607	5.77	
2004년2/4	9,118	6.12	
2004년3/4	9,224	6.19	
2004년4/4	9,090	6.10	
총계		149,205	100.00

2. 자료수집 방법

TLD에 의해 측정된 방사선량을 한 판독수행기관에서 판독한 결과를 매 분기마다 1건으로 하여 2000년 1월 1일부터 2004년 12월 31일까지 5년간 149,205건에 대한 자료를 판독수행기관에 직접 방문하거나, 전화를 통하여 책임자에게 연구의 목적을 설명하고 협조를 얻어 수집하였다.

3. 통계분석 방법

자료의 분석은 SPSS ver 12.0을 이용하였다. 자료가 정규분포를 만족하지 않는 경우 기하평균과 기하표준편차를 구하였으며 유의성의 판단은 유의수준 5%하에서 실시되었다. 이를 위해 빈도 분석·카이제곱 분석 및 카이제곱 추세검정을 이용하고, 연도별·분기별 평균 피폭선량은 일원 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하고 성별·연령별·직종별·근무부서별·업종별평균 피폭선량은 이원분산분석(two-way ANOVA)을 시행하였다. 사후분석으로는 Tukey의 다중비교 방법을 사용하였다.

분기별 평균 피폭선량은 표 4에서 보는 바와 같이 심부선량과 표면선량이 분기별로 1/4분기에 0.11±4.31 mSv로 가장 높게 나타났고 4/4분기에는 0.10±4.57 mSv, 2/4분기에는 0.09±4.85 mSv, 3/4분기에는 0.08±4.90 mSv 순으로 분기 중 3/4분기가 가장 낮게 나타났다. 평균 피폭선량은 심부선량이 0.09±4.71 mSv, 표면선량이 0.09±4.66 mSv로 심부선량보다 표면선량이 약간 낮게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

표 4. 분기별 평균 피폭선량 단위: mSv

분기	N(건)	심부선량		p*	표면선량		p*
		GM	±GSD [†]		GM	±GSD [†]	
1/4	35,325	0.11	±4.31 ^a	< 0.0001	0.11	±4.31 ^a	< 0.0001
2/4	37,590	0.09	±4.85 ^b		0.09	±4.85 ^b	
3/4	38,564	0.08	±4.90 ^c		0.08	±4.90 ^c	
4/4	37,726	0.10	±4.57 ^d		0.10	±4.57 ^d	
계	149,205	0.09	±4.71		0.09	±4.66	

[†] Geometric mean±Geometric standard deviation
^{a b c d} 동일한 문자는 분기별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{*} one-way ANOVA

III. 결 과

1. 연도별 평균 피폭선량

전체 조사자의 5년간의 평균 피폭선량은 표 3에서 보는 것처럼 심부선량이 0.09±4.76 mSv, 표면선량이 0.09±4.76 mSv로 나타났다. 심부선량과 표면선량의 경우 2000년의 0.13±4.85 mSv는 2001년의 0.11±4.53 mSv 보다 크며 이와 마찬가지로 2001년이 2002년보다, 2002년이 2003년보다, 2003년이 2004년보다 심부선량과 표면선량의 기하평균값이 크게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

표 3. 연도별 평균 피폭선량 단위: mSv

연도	N(명)	심부선량		p*	표면선량		p*
		GM	±GSD [†]		GM	±GSD [†]	
2000	8,428	0.13	±4.85 ^a	< 0.0001	0.13	±4.85 ^a	< 0.0001
2001	10,333	0.11	±4.53 ^b		0.11	±4.53 ^b	
2002	11,816	0.10	±4.81 ^c		0.10	±4.81 ^c	
2003	12,891	0.08	±4.71 ^d		0.08	±4.66 ^d	
2004	13,668	0.07	±4.57 ^e		0.07	±4.57 ^e	
계	57,136	0.09	±4.76		0.09	±4.76	

[†] Geometric mean± Geometric standard deviation
^{a b c d e} 동일한 문자는 연도별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{*} one-way ANOVA

2. 성별 평균 피폭선량

성별 연도별 평균 피폭선량은 표 5에서 보는 바와 같이 5년간 전체평균의 경우 성별에서 심부선량과 표면선량이 남자가 0.11±5.00 mSv이고 여자가 0.07±3.94 mSv로 남자가 여자보다 평균적으로 피폭을 많이 받는 것으로 나타났다. 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

연도별에서 심부선량이 남자와 여자 각각 2000년도에는 0.15±5.05 mSv, 0.09±4.06 mSv로 가장 높았고 해마다 평균 피폭선량이 감소했지만 그래도 남자가 여자보다 방사선 피폭을 많이 받는 것으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p < 0.0001).

표 5. 성별 연도별 평균 피폭선량 단위: mSv

	연도	N(명)	남 자		여 자		p*	
			GM	±GSD [†]	GM	±GSD [†]		
심부선량	2000	6,284	0.15	±5.05 ^{ax}	2,144	0.09	±4.06 ^{ay}	< 0.0001
	2001	7,528	0.13	±4.81 ^{bx}	2,805	0.08	±3.67 ^{by}	
	2002	8,501	0.12	±5.05 ^{cx}	3,315	0.07	±3.97 ^{cy}	
	2003	9,037	0.09	±4.95 ^{dx}	3,854	0.06	±3.94 ^{dy}	
	2004	9,520	0.08	±4.85 ^{ex}	4,148	0.06	±3.86 ^{ey}	
계	40,870	0.11	±5.00	16,266	0.07	±3.94		
표면선량	2000	6,284	0.15	±5.05 ^{ax}	2,144	0.09	±4.06 ^{ay}	< 0.0001
	2001	7,528	0.13	±4.76 ^{bx}	2,805	0.08	±3.67 ^{by}	
	2002	8,501	0.12	±5.05 ^{cx}	3,315	0.07	±3.97 ^{cy}	
	2003	9,037	0.09	±4.95 ^{dx}	3,854	0.06	±3.94 ^{dy}	
	2004	9,520	0.08	±4.81 ^{ex}	4,148	0.06	±3.86 ^{ey}	
계	40,870	0.11	±5.00	16,266	0.07	±3.94		

[†] Geometric mean±Geometric standard deviation
^{a b c d e} 동일한 문자는 연도별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{x y} 동일한 문자는 성별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{*} Interaction effect p-value for two-way ANOVA model

3. 연령별 평균 피폭선량

연령별 연도별 평균 피폭선량은 표 6에서 5년간 평균 피폭선량이 심부선량과 표면선량에서 각각 30대가 0.11±5.05 mSv, 0.11±5.00 mSv로 가장 높았고 60대 이상, 20대, 40대, 50대 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

연도별로 보면 심부선량과 표면선량에서 2000년도에는 0.13±4.85 mSv로 가장 높았고, 2004년도에는 0.07±4.57 mSv로 가장 낮게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

4. 직종별 평균 피폭선량

직종별 연도별 평균 피폭선량은 표 7에서 보는 바와 같이 5년간 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량에서 방사선사, 간호직, 의사, 기타 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

연도별로 보면 심부선량과 표면선량에서 해마다 평균 피폭선량이 낮아지는 것을 볼 수 있으며, 다른 직종에 비해 방사선사가 가장 높은 피폭을 받은 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

표 6. 연령별 연도별 평균 피폭선량

단위: mSv

연령	심부선량												p*
	2000		2001		2002		2003		2004		계		
	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]		GM ±GSD [†]	
20대	487	0.09 ±3.97 ^{aq}	976	0.09 ±4.10 ^{aw}	1,673	0.08 ±4.95 ^{ax}	2,549	0.07 ±5.16 ^{ay}	3,325	0.07 ±4.62 ^{az}	0.08 ±4.76	< 0.0001	
30대	4,559	0.15 ±5.26 ^{aq}	5,480	0.13 ±4.85 ^{aw}	5,906	0.12 ±5.10 ^{ax}	6,094	0.10 ±4.90 ^{ay}	5,946	0.08 ±4.81 ^{az}	0.11 ±5.05		
40대	2,456	0.12 ±4.57 ^{bq}	2,911	0.10 ±4.26 ^{bw}	3,166	0.09 ±4.31 ^{bx}	3,211	0.08 ±4.18 ^{by}	3,337	0.06 ±4.10 ^{bz}	0.08 ±4.35		
50대	746	0.10 ±3.90 ^{aq}	767	0.09 ±3.82 ^{aw}	848	0.08 ±4.18 ^{ax}	824	0.07 ±3.86 ^{ay}	837	0.06 ±4.48 ^{az}	0.08 ±4.10		
60대이상	180	0.11 ±4.26 ^{bq}	199	0.11 ±3.60 ^{bw}	223	0.11 ±4.14 ^{bx}	213	0.08 ±3.74 ^{by}	223	0.06 ±3.74 ^{bz}	0.09 ±3.97		
계	8,428	0.13 ±4.85	10,333	0.11 ±4.53	11,816	0.10 ±4.81	12,891	0.08 ±4.71	13,668	0.07 ±4.57	0.09 ±4.76		

연령	표면선량												p*
	2000		2001		2002		2003		2004		계		
	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]		GM ±GSD [†]	
20대	487	0.09 ±3.97 ^{aq}	976	0.09 ±4.10 ^{aw}	1,673	0.08 ±4.95 ^{ax}	2,549	0.07 ±5.16 ^{ay}	3,325	0.07 ±4.62 ^{az}	0.08 ±4.76	< 0.0001	
30대	4,559	0.15 ±5.21 ^{aq}	5,480	0.13 ±4.81 ^{aw}	5,906	0.12 ±5.10 ^{ax}	6,094	0.10 ±4.85 ^{ay}	5,946	0.08 ±4.81 ^{az}	0.11 ±5.00		
40대	2,456	0.12 ±4.57 ^{bq}	2,911	0.10 ±4.22 ^{bw}	3,166	0.09 ±4.31 ^{bx}	3,211	0.07 ±4.14 ^{by}	3,337	0.06 ±4.06 ^{bz}	0.08 ±4.35		
50대	746	0.10 ±3.90 ^{aq}	767	0.09 ±3.82 ^{aw}	848	0.08 ±4.22 ^{ax}	824	0.07 ±3.82 ^{ay}	837	0.06 ±4.48 ^{az}	0.08 ±4.10		
60대이상	180	0.11 ±4.26 ^{bq}	199	0.11 ±3.60 ^{bw}	223	0.12 ±4.18 ^{bx}	213	0.08 ±3.74 ^{by}	223	0.06 ±3.74 ^{bz}	0.09 ±3.97		
계	8,428	0.13 ±4.85	10,333	0.11 ±4.53	11,816	0.10 ±4.81	12,891	0.08 ±4.66	13,668	0.07 ±4.57	0.09 ±4.76		

[†] Geometric mean±Geometric standard deviation
^{a b c d} 동일한 문자는 연령별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{q w x y z} 동일한 문자는 연도별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{*} Interaction effect p-value for two-way ANOVA model

표 7. 직종별 연도별 평균 피폭선량

단위: mSv

직종	심부선량												p*
	2000		2001		2002		2003		2004		계		
	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]		GM ±GSD [†]	
방사선사	4,867	0.19 ±4.85 ^{aq}	5,399	0.19 ±4.48 ^{aw}	6,048	0.17 ±4.90 ^{ax}	6,222	0.14 ±4.85 ^{ay}	6,199	0.12 ±4.95 ^{az}	0.16 ±4.85	< 0.0001	
의사	1,531	0.09 ±4.14 ^{bq}	2,218	0.08 ±3.94 ^{bw}	2,571	0.17 ±4.90 ^{bx}	3,023	0.06 ±3.94 ^{by}	3,616	0.05 ±3.90 ^{bz}	0.07 ±4.06		
간호직	171	0.11 ±4.48 ^{cq}	298	0.09 ±3.63 ^{cw}	379	0.08 ±4.26 ^{cx}	402	0.08 ±4.31 ^{cy}	405	0.07 ±4.57 ^{cz}	0.08 ±4.26		
기타	1,859	0.07 ±4.26 ^{dq}	2,418	0.05 ±3.49 ^{dw}	2,818	0.05 ±3.53 ^{dx}	3,244	0.04 ±3.35 ^{dy}	3,448	0.04 ±3.29 ^{dz}	0.05 ±3.56		
계	8,428	0.13 ±4.85	10,333	0.11 ±4.53	11,816	0.10 ±4.81	12,891	0.08 ±4.71	13,668	0.07 ±4.57	0.09 ±4.76		

직종	표면선량												p*
	2000		2001		2002		2003		2004		계		
	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]	N(명)	GM ±GSD [†]		GM ±GSD [†]	
방사선사	4,867	0.19 ±4.81 ^{aq}	5,399	0.19 ±4.48 ^{aw}	6,048	0.16 ±4.90 ^{ax}	6,222	0.14 ±4.81 ^{ay}	6,199	0.12 ±4.90 ^{az}	0.16 ±4.85	< 0.0001	
의사	1,531	0.09 ±4.18 ^{bq}	2,218	0.08 ±3.94 ^{bw}	2,571	0.08 ±4.18 ^{bx}	3,023	0.06 ±3.94 ^{by}	3,616	0.05 ±3.90 ^{bz}	0.07 ±4.06		
간호직	171	0.11 ±4.53 ^{cq}	298	0.09 ±3.60 ^{cw}	379	0.08 ±4.22 ^{cx}	402	0.08 ±4.31 ^{cy}	405	0.07 ±4.53 ^{cz}	0.08 ±4.26		
기타	1,859	0.07 ±4.26 ^{dq}	2,418	0.05 ±3.49 ^{dw}	2,818	0.05 ±3.56 ^{dx}	3,244	0.04 ±3.35 ^{dy}	3,448	0.04 ±3.29 ^{dz}	0.05 ±3.60		
계	8,428	0.13 ±4.85	10,333	0.11 ±4.53	11,816	0.10 ±4.81	12,891	0.08 ±4.66	13,668	0.07 ±4.57	0.09 ±4.76		

[†] Geometric mean±Geometric standard deviation
^{a b c d} 동일한 문자는 직종별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{q w x y z} 동일한 문자는 연도별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{*} Interaction effect p-value for two-way ANOVA model

5. 근무부서별 평균 피폭선량

근무부서별 연도별 평균 피폭선량은 표 8에서 보는 바와 같이 심부선량에서 핵의학과 0.15±5.00 mSv, 방사선과 0.12±4.85 mSv, 중앙학과 0.09±4.06 mSv, 기타 0.06±3.90 mSv, 연구소 0.04±3.03 mSv 순이고 표면선량에서 핵의학과 0.15±5.05 mSv, 방사선과 0.12±4.85 mSv, 중앙학과 0.09±4.06 mSv, 기타 0.06±3.94 mSv, 연구소 0.04±3.03 mSv 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

연도별로 보면 심부선량과 표면선량에서 2000년도에 방사선과가 가장 많은 피폭을 받은 것으로 나타났고 나머

지는 핵의학과가 가장 많은 피폭을 받은 것으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

6. 업종별 평균 피폭선량

업종별 연도별 평균 피폭선량은 표 9에서 보듯이 심부선량에서 병원 0.12±4.90 mSv, 의원 0.10±4.71 mSv, 기타 0.04±3.42 mSv 순이고 표면선량에서 병원 0.12±4.85 mSv, 의원 0.10±4.71 mSv, 기타 0.04±3.42 mSv 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.0001).

표 8. 근무부서별 연도별 평균 피폭선량

단위: mSv

심부선량												p*
연도	2000		2001		2002		2003		2004		계	
	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†		
방사선과	5,667	0.17 ±4.85 ^{aq}	6,558	0.15 ±4.57 ^{aw}	7,456	0.14 ±4.90 ^{ax}	8,041	0.11 ±4.76 ^{ay}	8,411	0.09 ±4.81 ^{az}	0.12 n±4.85	
연구소	555	0.04 ±3.16 ^{ci}	720	0.03 ±2.89 ^{bw}	832	0.04 ±3.19 ^{bx}	981	0.03 ±2.89 ^{by}	1,116	0.04 ±3.00 ^{bz}	0.04 ±3.03	
중앙학과	166	0.10 ±3.71 ^{ci}	282	0.10 ±3.53 ^{cw}	420	0.09 ±4.22 ^{cx}	431	0.08 ±4.22 ^{cy}	482	0.08 ±4.18 ^{cz}	0.09 ±4.06	
핵의학과	369	0.12 ±4.85 ^{di}	370	0.18 ±4.48 ^{dw}	427	0.14 ±4.95 ^{dx}	445	0.15 ±5.10 ^{dy}	476	0.16 ±5.53 ^{dz}	0.15 ±5.00	
기타 ^e	1,671	0.09 ±4.35 ^{ci}	2,403	0.07 ±3.67 ^{cw}	2,681	0.05 ±3.82 ^{cx}	2,993	0.05 ±3.74 ^{cy}	3,183	0.04 ±3.71 ^{cz}	0.06 ±3.90	
계	8,428	0.13 ±4.85	10,333	0.11 ±4.53	11,816	0.10 ±4.81	12,891	0.08 ±4.71	13,668	0.07 ±4.57	0.09 ±4.76	

표면선량												p*
연도	2000		2001		2002		2003		2004		계	
	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†		
방사선과	5,667	0.17 ±4.81 ^{aq}	6,558	0.15 ±4.53 ^{aw}	7,456	0.14 ±4.85 ^{ax}	8,041	0.11 ±4.71 ^{ay}	8,411	0.09 ±4.76 ^{az}	0.12 ±4.85	
연구소	555	0.04 ±3.16 ^{ci}	720	0.03 ±2.89 ^{bw}	832	0.04 ±3.19 ^{bx}	981	0.03 ±2.89 ^{by}	1,116	0.04 ±3.00 ^{bz}	0.04 ±3.03	
중앙학과	166	0.10 ±3.71 ^{ci}	282	0.10 ±3.56 ^{cw}	420	0.09 ±4.22 ^{cx}	431	0.08 ±4.22 ^{cy}	482	0.08 ±4.18 ^{cz}	0.09 ±4.06	
핵의학과	369	0.12 ±4.90 ^{di}	370	0.18 ±4.53 ^{dw}	427	0.14 ±4.85 ^{dx}	445	0.15 ±5.16 ^{dy}	476	0.16 ±5.53 ^{dz}	0.15 ±5.05	
기타 ^e	1,671	0.09 ±4.35 ^{ci}	2,403	0.07 ±3.67 ^{cw}	2,681	0.05 ±3.86 ^{cx}	2,993	0.05 ±3.74 ^{cy}	3,183	0.04 ±3.67 ^{cz}	0.06 ±3.94	
계	8,428	0.13 ±4.85	10,333	0.11 ±4.53	11,816	0.10 ±4.81	12,891	0.08 ±4.66	13,668	0.07 ±4.57	0.09 ±4.76	

† Geometric mean±Geometric standard deviation
^{a b c d e} 동일한 문자는 근무부서별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{q w x y z} 동일한 문자는 연도별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
 * Interaction effect p-value for two-way ANOVA model

표 9. 업종별 연도별 평균 피폭선량

단위: mSv

심부선량												p*
연도	2000		2001		2002		2003		2004		계	
	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†		
병원	5,193	0.16 ±4.85 ^{aq}	5,758	0.15 ±4.48 ^{aw}	6,372	0.13 ±4.95 ^{ax}	6,700	0.11 ±4.85 ^{ay}	6,587	0.09 ±5.00 ^{az}	0.12 ±4.90	
의원	1,782	0.15 ±5.00 ^{bq}	2,481	0.13 ±4.62 ^{bw}	3,065	0.12 ±4.71 ^{bx}	3,469	0.09 ±4.53 ^{by}	4,288	0.07 ±4.35 ^{bz}	0.10 ±4.71	
기타	1,453	0.06 ±3.78 ^{cq}	2,094	0.05 ±3.39 ^{cw}	2,379	0.04 ±3.39 ^{cx}	2,722	0.04 ±3.35 ^{cy}	2,793	0.04 ±3.19 ^{cz}	0.04 ±3.42	
계	8,428	0.13 ±4.85	10,333	0.11 ±4.53	11,816	0.10 ±4.81	12,891	0.08 ±4.71	13,668	0.07 ±4.57	0.09 ±4.76	

표면선량												p*
연도	2000		2001		2002		2003		2004		계	
	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†	N(명)	GM ±GSD†		
병원	5,193	0.16 ±4.81 ^{aq}	5,758	0.14 ±4.44 ^{aw}	6,372	0.13 ±4.90 ^{ax}	6,700	0.11 ±4.81 ^{ay}	6,587	0.09 ±4.95 ^{az}	0.12 ±4.85	
의원	1,782	0.15 ±5.00 ^{bq}	2,481	0.13 ±4.62 ^{bw}	3,065	0.12 ±4.76 ^{bx}	3,469	0.09 ±4.48 ^{by}	4,288	0.07 ±4.35 ^{bz}	0.10 ±4.71	
기타	1,453	0.06 ±3.82 ^{cq}	2,094	0.05 ±3.39 ^{cw}	2,379	0.04 ±3.35 ^{cx}	2,722	0.04 ±3.35 ^{cy}	2,793	0.04 ±3.19 ^{cz}	0.04 ±3.42	
계	8,428	0.13 ±4.85	10,333	0.11 ±4.53	11,816	0.10 ±4.81	12,891	0.08 ±4.66	13,668	0.07 ±4.57	0.09 ±4.76	

† Geometric mean±Geometric standard deviation
^{a b c} 동일한 문자는 업종별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
^{q w x y z} 동일한 문자는 연도별 비교에서 차이가 없음을 의미함.
 * Interaction effect p-value for two-way ANOVA model

연도별로 보면 심부선량과 표면선량에서 병원이 모든 연도에 있어서 피폭선량이 가장 높게 나타났고, 특히 기타에서 보다는 상당히 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$).

7. 조사대상의 선량한도 초과자 수

조사대상의 선량한도 초과자 수는 표 10에서 보는 바

와 같이 방사선 관련종사자들의 개인 피폭선량 측정결과 총 57,136명에 대한 분기별 피폭선량 자료 149,205건을 대상으로 하여 분석한 결과 심부선량과 표면선량에서 각각 113건, 147건이었고 초과분율은 1,000명당 각각 1.98명, 2.57명으로 나타났다.

심부선량과 표면선량에서 피폭선량 초과자 수가 2000년도에 가장 많이 발생했고 2004년도에 가장 적게 발생

표 10. 조사대상의 선량한도 초과자 수

구 분	심 부 선 량					표 면 선 량				
	20 mSv 초과 ~50 mSv미만	50 mSv 이상	계	초과분율*	p-value	20 mSv 초과 ~50 mSv 미만	50 mSv 이상	계	초과분율*	p-value
연 도										
2000	26	1	27	3.20	< 0.0001**	33	2	35	4.15	< 0.0001**
2001	21	2	23	2.23		26	6	32	3.10	
2002	19	7	26	2.22		23	12	35	2.96	
2003	23	3	26	2.00		22	8	30	2.33	
2004	11	0	11	0.80		14	1	15	1.10	
성 별										
남	91	12	103	2.52	< 0.0001*	101	27	128	3.13	< 0.0001*
여	9	1	10	0.61		17	2	19	1.17	
연 령										
20대	14	2	16	1.78	0.041**	16	5	21	2.33	< 0.0001**
30대	62	7	69	2.47		71	16	87	3.11	
40대	21	4	25	1.66		24	7	31	2.06	
50대	3	0	3	0.75		6	1	7	1.74	
60대이상	0	0	0	0.00		1	0	1	0.96	
직 종										
방사선사	73	8	81	2.82	< 0.0001*	80	18	98	3.41	< 0.0001*
의사	16	4	20	1.54		21	8	29	2.24	
간호직	4	0	4	2.42		5	1	6	3.63	
기타	7	1	8	0.58		12	2	14	1.02	
근 무										
방사선과	86	12	98	2.71	< 0.0001†	97	25	122	3.38	< 0.0001†
핵의학과	1	0	1	0.48		5	0	5	2.40	
연구소	1	0	1	0.24		1	0	1	0.24	
중앙학과	0	0	0	0.00		0	0	0	0.00	
기타	12	1	13	1.01		15	4	19	1.47	
업 종										
병원	73	4	77	2.52	0.002*	93	9	92	3.01	< 0.0001*
의원	19	8	27	1.79		27	19	46	3.05	
기타	8	1	9	0.79		8	1	9	0.79	
총 계	100	13	113	1.98		118	29	147	2.57	
분 기										
2000년1/4	5	0	5	0.98	< 0.0001**	6	1	7	1.37	< 0.0001**
2000년2/4	14	1	15	2.68		14	1	15	2.68	
2000년3/4	5	0	5	0.87		7	0	7	1.22	
2000년4/4	2	0	2	0.36		6	0	6	1.07	
2001년1/4	5	0	5	0.84		5	3	8	1.35	
2001년2/4	6	0	6	0.94		7	0	7	1.09	
2001년3/4	6	1	7	1.04		9	1	10	1.48	
2001년4/4	4	1	5	0.75		5	2	7	1.05	
2002년1/4	4	0	4	0.53		3	1	4	0.53	
2002년2/4	9	1	10	1.27		8	2	10	1.27	
2002년3/4	4	4	8	0.10		7	4	11	1.37	
2002년4/4	2	2	4	0.51		5	5	10	1.29	
2003년1/4	6	0	6	0.74		8	0	8	0.98	
2003년2/4	2	1	3	0.35		3	1	4	0.47	
2003년3/4	9	1	10	1.13		6	4	10	1.13	
2003년4/4	6	1	7	0.82		5	3	8	0.93	
2004년1/4	2	0	2	0.23		3	1	4	0.46	
2004년2/4	3	0	3	0.33		4	0	4	0.44	
2004년3/4	6	0	6	0.65		7	0	7	0.76	
2004년4/4	0	0	0	0.00		0	0	0	0.00	
총 계	100	13	113	0.76		118	29	147	0.99	

* 1,000명당 초과분율
 † χ^2 - test
 ‡ Fisher's exact test
 ** χ^2 - trend test

했으며 해마다 점점 줄어드는 추세이며 카이제곱 추세검정(chi-square trend test)결과 역시 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.0001$). 분기별로 보면 심부선량과 표면선량에서 2000년 2/4분기를 제외하면 3/4분기에 많이 발생하는 추세이고 4/4분기에 낮게 발생하는 추세이며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$).

심부선량과 표면선량에서 성별로는 남자가, 직종별로는 방사선사가, 업종별로는 병원이 많은 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$). 심부선량에서는 연령대별로 30대가 가장 많이 발생했고 20대를 제외하고는 연령이 증가할수록 발생이 낮아지는 추세이며 통계적으로 유의한 차이가 있고($p = 0.041$), 표면선량에서는 근무부서별로 방사선과가 가장 많이 발생했고 종양학과가 가장 낮게 발생한 것으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$).

IV. 고 찰

의료기관에서의 방사선 이용도는 괄목할 정도로 증가되고 있으나 방사선 진단기기 및 방호시설의 발전에도 불구하고 환자 및 의료종사자의 방사선에 대한 노출의 기회가 점점 늘어나고 있는 실정이고, 방사선학적 검사에 이용되는 방사선이 대부분 전리방사선을 사용하고 있어 생물학적 효과가 커 생체에 손상을 더 많이 주고 있다³²⁾. 따라서 직업상의 방사선 피폭에 따른 방사선 장해를 방지하기 위해 선량한도 기준 내에서 방사선 피폭을 최소한으로 줄이는 노력이 필요하다.

그 일환으로서 방사선 관련종사자의 개인 피폭선량에 관한 본 조사연구는 개인 피폭관리에 만전을 기하고 방사선 장해로 인한 직업병 발생을 미연에 방지하는데 도움이 되고자 하였다.

연도별로 분석한 연도별 평균 피폭선량은 5년간 평균 피폭선량에서 심부선량과 표면선량이 0.09 ± 4.76 mSv이었으며, 연도별 심부선량과 표면선량의 경우 2000년의 0.13 ± 4.85 mSv는 2001년의 0.11 ± 4.53 mSv보다 크며 이와 마찬가지로 2001년이 2002년보다, 2002년이 2003년보다, 2003년이 2004년 보다 심부선량과 표면선량의 평균값이 높게 나타났다. 특히 2004년도의 평균 피폭선량이 2000년도에 비해 크게 감소하였는데 이것은 ICRP 권고에 따라 2000년도에 원자력법이 다시 개정 강화되면서 X-ray를 이용하는 진단용 방사선 발생장치, 방사선 방어시설, 진단영상정보 또한 개봉선원을 이용하는 핵의

학 방어시설, 방사선 종양의 방어시설에 관한 설비의 관리가 철저히 이루어졌고, 방사선종사자의 피폭관리 등을 엄격히 규제함과 동시에 방사선종사자 개인의 피폭경감에 대한 노력의 결과로 보여진다.

분기별로 분석한 분기별 평균 피폭선량을 비교한 결과 심부선량과 표면선량이 1/4분기와 4/4분기에 높은 것은 겨울방학 기간에 내원 환자의 증가로 방사선 검사 건수가 많아졌기 때문일 것으로 사료된다.

성별로 분석한 연도별 평균 피폭선량을 분석해 본 결과 심부선량과 표면선량에서 남자 0.11 ± 5.00 mSv, 여자 0.07 ± 3.94 mSv로 남자가 여자보다 높게 나타났으며 모든 연도에 있어 심부선량과 표면선량이 남자가 여자보다 유의하게 방사선 피폭을 더 많이 받은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 가임 연령층의 여성들이 방사선 피폭에 대해 매우 조심스럽게 대처하고 있기 때문이며, 또한 박명제²⁶⁾의 연구에서도 지적된 바와 같이 피폭선량이 비교적 높은 일반 방사선 촬영실이나 핵의학과, 방사선 종양학과 등의 경우에는 남자의 근무자 수가 여자보다 많은 반면, 초음파실이나 자기공명영상실과 같이 방사선의 생물학적인 위험이 없는 부서에 상대적으로 여자의 수가 많기 때문이고, 그 외에도 진단방사선과, 핵의학과, 방사선종양학과 등 각 방사선 관련 부서에 근무하는 여성 접수사무원의 낮은 피폭선량 결과가 포함되었기 때문인 것으로 생각된다.

연령별로 분석한 연도별 평균 피폭선량을 분석해 본 결과 방사선 관련종사자의 5년간 평균 피폭선량은 심부선량이나 표면선량 모두 30대의 연령군에서 가장 높게 나타났는데 이는 이들 연령군이 연령상으로 가장 활동적이고 방사선 발생장치의 사용빈도가 가장 높기 때문이다. 따라서 출산이 가능한 이들 연령군에 있어 생식선에 대한 피폭은 국민 유전유익선량에 관계될 수 있으므로 종사자들에 대한 철저한 피폭관리가 요구된다. 한편 50대 연령군에서 가장 낮게 나타난 것은 관리직에 있는 경우가 많거나 상대적으로 방사선 발생장치의 사용빈도가 낮기 때문으로 판단된다. 특히 60대 이상 연령군에서 30대의 연령군 다음으로 높게 나타나는 데 이것은 의원이나 기타 등지에서 근무하는 노인층이 개인 보호 장구를 잘 갖추지 않는 것 때문으로 사료된다. 그러므로 방호복 등의 개인 보호 장구를 갖추게 되면 유효한 피폭선량의 10~50%를 감소시킬 수 있으며, 추가로 차폐판을 사용할 경우 피폭선량의 약 40~50%를 감소시킬 수 있는^{33,34)} 것으로 보고되어 있고 방호복 및 차폐판을 사용함으로써 개인 피폭선량을 감소시키는데 크게 기여 할 수 있을 것으로 보여진다.

직종별로 분석한 연도별 평균 피폭선량을 분석해 본 결과 심부선량과 표면선량에서 방사선사, 간호직, 의사, 기타 순으로 나타났다. 방사선사가 다른 직종에 비해 높은 선량이 나타난 것은 다른 직종에 비해 방사선에 대해 노출될 수 있는 시간과 기회가 많기 때문인 것으로 생각되고 손재식³⁵⁾의 연구에 의하면 방사선사가 간호직, 의사, 기타 직종 보다 피폭선량이 상당히 높게 나타난 것으로 조사되었다. 병원내 근무하는 방사선 작업종사자들은 일반인들 보다 많은 양의 피폭을 받고 있었고, 특히 직종을 불문하고 방사선 발생장치나 방사성 물질 혹은 방사성 물질을 포함한 장치를 취급하는 곳에서는 피폭선량이 상당히 높은 것으로 나타났다. 따라서 방사선이나 방사성 물질을 이용할 때, 작업자의 피폭선량을 줄이고 환경안전을 도모하는 것은 의료시설의 책임자 혹은 방사선 관리 담당자가 아무리 노력하여도 방사선 관계종사자의 협력이 없으면 그 목적은 달성할 수 없다. 방사선 관계종사자 자신이 방사선 방어의 중요성을 인식하고 방어의 기본적인 대책을 이해하고 또한 피폭을 줄이기 위한 적절한 대책을 강구하지 않으면 안된다. 그러기 위해서는 방사선 관계종사자들에 대한 교육 훈련은 매우 중요하다. 그러나 이들 종사자에 대한 교육과 기술훈련이 정기적으로 실시되지 못하고 있는 것이 작금의 현실이고 무엇보다도 중요한 것은 모든 방사선 종사자들이 개인의 피폭선량 관리에 보다 많은 노력을 기울여야 할 것이라고 생각된다.

근무부서별로 분석한 연도별 평균 피폭선량을 분석해 본 결과 심부선량과 표면선량 모두가 핵의학과, 방사선과, 종양학과, 기타, 연구소 순으로 높게 나타났다. 핵의학과에서 다른과 보다 방사선 피폭이 높게 나타났는데 이것은 핵의학과에서 사용하는 방사선 선원이 저선량의 에너지임에도 불구하고 동위원소를 환자에게 주입하는 과정에서 많은 피폭을 받는 것으로 생각되며 저선량의 에너지라 하여 무시하는 경향이 있는 것으로 보여진다. 그러나 피폭의 양은 거리의 역자승에 비례한다는 것을 적용한다면 아무리 저선량의 에너지라 하더라도 직접 선원에 접촉하게 되면 많은 양의 피폭을 받게 되므로 가능하면 선원으로부터 거리를 멀리하는 것이 중요하다. 종양학과에서 사용하는 에너지원은 가장 고에너지임에도 불구하고 근무자의 피폭이 오히려 핵의학과 보다 낮게 나타나고 있는 것은 고에너지원에 대해서는 조심을 많이 하고 방어시설이 충분히 되어 있기 때문이다. 그래도 저선량의 방사선 치료시는 시술자 및 모든 관계자가 직접 방사선에 노출되는 경우가 있어 이 또한 아주 위험한 경우이다. Miller³⁶⁾의 보고에 의하면 임신 동안 0.2 Gy~0.4 Gy의 저선량의 방사선

을 받고 태어난 아이에서 정신장애(mental retardation)가 심했다고 한다. 그 외의 영향에 대해서도 피해를 취할 수 있는 최소의 방사선 피폭량은 정할 수 없다고 했다³⁷⁾.

업종별로 분석한 연도별 평균 피폭선량을 분석해 본 결과 심부선량과 표면선량 모두가 병원, 의원, 기타 순으로 높게 나타났으며 이것은 병원 특성상 의원이거나 기타에서 보다 촬영건수가 상당히 많았고 중재적 시술이나 보다 폭 넓게 환자를 검사하는 과정이 많기 때문이다. 다음으로 기타 보다 의원이 피폭선량이 상당히 높은 것은 차폐 시설 미비 등 방사선 방호 및 안전관리의 소홀함에 따른 원인에서 기인한 것으로 보였다. 따라서 이들 의료기관에 근무하는 방사선 종사자들은 차폐시설 미비에 따른 대책을 강구해야 함은 물론 병원 측에서도 방사선 피폭의 유해성에 대한 보다 깊은 인식이 필요할 것으로 생각된다.

조사대상의 선량한도 초과자수를 분석해 본 결과 심부선량과 표면선량에서 조사대상의 선량한도 초과자 수에서 20 mSv 초과 피폭을 받은 방사선 관련 종사자들은 각각 113명, 147명인 것으로 나타났으며 피폭선량 초과자수는 평균 피폭선량과 비교적 잘 맞는 것으로 나타났다. 연도별로 보면 2000년도에 가장 많고 2004년도에 가장 적게 나타나 해마다 줄어드는 것을 볼 수 있으며 성별로는 남자가 여자보다 많고, 연령대별로 30대가 가장 많고, 직종별로는 방사선사가, 업종별로는 병원이 가장 많았다. 그러나 큰 차이는 아니지만 분기별에서는 3/4분기가 가장 많았고 근무부서별에서는 방사선과가 가장 많은 것으로 나타나 평균 피폭선량과는 약간의 차이가 있었다. 이러한 일례로 보듯이 방사선 관련 종사자들이 최근 ICRP-60에서 권고하는 선량한도 연간 20 mSv를 초과하는 범위의 피폭을 상당수가 받고 있다는 것은 안전 불감증에서 온 것이라고 사료된다.

이상의 연구조사에서와 같이 최근 5년간 전국 지역에 있는 병원·의원·기타 등에서 근무하는 방사선 종사자들의 방사선 평균 피폭선량이 ICRP에서 권고하는 선량한도 기준치(20 mSv/년)를 초과하지 않는 범위의 피폭을 받고 있는 것으로 나타났다. 하지만 조사대상의 선량한도 초과자수에서는 소수의 사람이 그 범위의 피폭을 초과하는 종사자들도 있는 것으로 나타나 상당히 우려가 되고 있다.

따라서 방사선 관련종사자들이 각자가 개인별 관리에 더욱 더 철저를 기해야 하며, 관리자 측면에서는 방사선으로 인한 피폭을 최소화 시키는데 있어 체계적인 교육 및 안전 불감증에 대한 지도가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 방사선 종사자들의 방사선 노출로 인한 개인피폭선량 실태를 조사하여 해당 기관과 방사선 관련 종사자들에게 방사선 피폭에 대한 경각심을 고취시키고, 안전관리에 도움을 주고자 2000년 1월 1일부터 2004년 12월 31일까지 5년 동안 전국지역에 있는 검사기관, 교육기관, 군부대, 병원, 보건소, 산업체, 연구기관, 의원에서 근무하고 있는 방사선 관련종사자들의 개인 피폭선량 측정 대상자 57,136명에 대한 분기별 피폭선량 자료 149,205건을 대상으로 하여 특성별로 분석하였다. 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 연도별 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량 모두 2000년, 2001년, 2002년 2003년, 2004년의 순으로 피폭선량이 점점 낮게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$).
2. 성별 평균 피폭선량은 모든 연도에 있어 심부선량과 표면선량이 남자가 여자보다 방사선 피폭을 더 많이 받은 것으로 나타났고 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$).
3. 연령별 평균 피폭선량은 심부선량이나 표면선량 모두에서 30대의 연령군에서 가장 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$).
4. 직종별 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량 모두에서 방사선사, 간호직, 의사, 기타 순으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$).
5. 근무부서별 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량 모두가 핵의학과, 방사선과, 중앙학과, 기타, 연구소 순으로 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$).
6. 업종별 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량이 병원, 의원, 기타 순으로 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$).
7. 조사대상의 선량한도 초과자 수에서 20 mSv 초과 피폭을 받은 방사선 관련종사자들은 심부선량과 표면선량에서 초과분율이 1,000명당 각각 1.98명, 2.57명인 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 볼 때 방사선 관련종사자들이 각자가 개인별 관리에 더욱 더 철저를 기하고 방사선으로 인한 피폭을 최소화 시키는데 있어 체계적인 교육 및 안전 불감증에 대한 지도가 지속적으로 유지되어야 할 것이며 안전관리 수칙의 준수에 대한 보다 철저한 지도와 감독이 따라야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 조중삼: 우리나라 방사선 의학의 연혁, 방사선협회지, 9(1), 7-8, 1976
2. 윤철호, 황상용: 방사선이 일반보건에 미치는 영향에 관한 고찰, 최신의학, 27(4), 113-127, 1984
3. 추성실: 방사선종사자들의 피폭관리와 대책, 대한방사선사협회지, 14(1), 21-23, 1981
4. 이정환: 의료 피폭이 생체에 미치는 영향, 춘계전국방사선사학술대회지, 41-50, 1991
5. 양재모: 공중보건학, 수문사, 167, 1992
6. 남정우: 한국의 진료방사선으로 인한 피조사 축적선량의 방사선보건학적연구(I), 국립보건원보, 9, 27-39, 1972
7. 김동윤: 방사선 보건 관리학, 청구문화사, 1994
8. 이준일: 의료 방사선개론, 대학서림, 213-218, 1996
9. 이환형: 의료기관 진단방사선사의 피폭 관리에 대한 인식도, 경북대학교 보건대학원 석사학위논문, 1991
10. 이춘자, 하성환, 정해원: 병원내 방사선 작업 종사자의 염색체 이상빈도, 대한방사선방어학회지, 22(4), 227-235, 1997
11. 이문호: 임상핵의학, 여문각, 12-56, 1989
12. 허 준: 방사선 생물학, 신광출판사, 14-33, 1986
13. ICRP Report 60: Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, 1990
14. 김순자: 병원근무 방사선사들의 방사선 안전관리에 관한 의식 및 행태조사, 서울대학교 보건대학원 석사학위 논문, 1992
15. 김길생, 이해룡: 방사선방어에 관한연구, 대한방사선협회지, 13(1), 64-65, 1980
16. 백덕우, 김길생, 이해룡: 방사선 방어에 관한 연구(II), 대한방사선사협회지, 14(1), 152-153, 1981
17. 박영선, 김여구, 고현진: 방사선생물학, 서울, 정문각, 5-26, 1995
18. 이해룡, 유재창, 원봉필: 방사선 종사자의 개인피폭 측정, 국립보건원보, 25, 622-623, 1988
19. 신운재: 의료방사선 종사자의 개인피폭선량과 혈액상에 관한 연구, 인제대학교 보건대학원 석사학위논문, 1990
20. 이명호: 방사선사들의 피폭관리와 혈액상, 경북대학교 보건대학원 석사학위논문, 1991
21. 여진동, 오문영: 진단방사선 기술분야에서 방사선피폭관리실태에 관한 연구, 대한방사선기술학회지, 20(2), 479-490, 1994
22. 강창열: 한국방사선사의 직업실태와 직업의식에 관한 연구, 중앙대학교 사회개발대학원 석사학위논문, 1985
23. 최중학, 전만진, 허 준: 보건소의 방사선 업무에 관한

- 조사 연구, 대한방사선기술학회지, 8(2), 21-28, 1985
24. 이영주: 한국방사선사의 직업의식과 직무만족실태에 관한 연구, 중앙대학교 사회개발대학원 석사학위논문, 1988
 25. 김승철: 진단방사선과의 운영실태에 관한 조사, 한양대학교 행정대학원 석사학위논문, 1989
 26. 박명제: 부산지역 방사선사의 업무실태에 관한 조사 연구, 인제대학교 보건대학원 석사학위논문, 1993
 27. 강원한: 방사선 진료서비스에 대한 의료이용자의 인식 및 만족도, 대한방사선사협회지, 21(1), 713-728, 1995
 28. 보건복지부: 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙(보건복지부령 제 3 호), 1995
 29. 허 준: 의료현장에서의 방사선 안전교육과 방사선사의 역할, 대한방사선 기술학회지, 17, 18-19, 1994
 30. 하호용: 진단방사선영역에서 피폭선량 감소를 위한 기술적 연구, 인제대학 보건대학원, 1994
 31. 식품의약품안전청: 방사선보건 News Letter, 제 17-18 호, 1999.12-2000.3
 32. Sorenson JA: Perception of Radiation Hazards, Seminars in Nuclear Medicine, 16, 158-170, 1986
 33. Russell JGB, Hufton AP: Lead thickness in shileding in the protection of radiodagnostic staff, Brit J Radiol, 61(1), 128-132, 1988
 34. 한중구, 박재현, 강위생: 진단방사선과 촬영실에서의 방사선 피폭, 대한방사선의학회지, 26(1), 422-427, 1990
 35. 손재식: 병원 방사선 작업종사자의 방사선 피폭분석 현황, 인제대학교 보건대학원 석사학위논문, 1998
 36. Miller RW: Lowdose radiation exposure, Western Journal of Medicine, 24(1), 1166-1167, 1990
 37. Hendee WR: Real and perceived risks of medical radiation exposure, Western Journal of Medicine, 11(1), 380-386, 1983

• Abstract

Radiation Exposure Dose on Persons Engaged in Radiation-related Industries in Korea

Bong-Sik Lim

Department of Diagnostic Radiology, Inha University Hospital

Purpose: This study investigated the status of radiation exposure doses since the establishment of the "Regulations on Safety Management of Diagnostic Radiation Generation Device" in January 6, 1995.

Method: The level of radiation exposure in people engaged or having been engaged in radiation-related industries of inspection organizations, educational organizations, military units, hospitals, public health centers, businesses, research organizations or clinics over a 5 year period from Jan. 1, 2000 to Dec. 31, 2004 was measured. The 149,205 measurement data of 57,136 workers registered in a measurement organization were analysed in this study. Frequency analysis, a Chi-square test, Chi-square trend test, and ANOVA was used for data analysis.

Results: Among 57,136, men were 40,870(71.5%). 50.3% of them were radiologic technologists, otherwise medical doctors(22.7%), nurse(2.9%) and others(24.1%). The average of depth radiation and surface radiation during the 5-year period were found to decrease each year. Both the depth radiation and surface radiation exposure were significantly higher in males, in older age groups, in radiological technologists of occupation. The departments of nuclear medicine had the highest exposure of both depth and surface radiation of the divisions of labor. There were 1.98 and 2.57 per 1,000 person-year were exposed more than 20 mSv(limit recommended by International Commission on Radiological Protection) in depth and surface radiation consequently.

Conclusion: The total exposure per worker was significantly decreased by year. But Careful awareness is needed for the workers who exposed over 20 mSv per year. In order to minimize exposure to radiation, each person engaged in a radiation-related industry must adhere to the individual safety management guidelines more thoroughly. In addition, systematic education and continuous guidance aimed at increasing the awareness of safety must be provided.

Key Words: radiation exposure, radiation-related industries, depth radiation, surface radiation, average radiation dose