

방사선관계종사자의 피폭선량에 대한 연구

최귀남, 전주섭, 김용완

전남대병원 영상의학과

Radiation Exposure Dose on Persons Engaged in Radiation-related industries

Guinam Choi, Juseob Jeon, Yongwan Kim

Department of Diagnostic Radiology chunnam national uniovercity hospital

요약

2002년 1월 1일부터 2011년 6월 30일까지 지방의 C 대학병원 방사선 관계 종사자 의사, 간호사, 방사선사 및 기타 323명에 대한 개인피폭 선량 측정결과 4419건을 비교 분석하였다. 연도별로는 2003년도 수치가 가장 높았고, 2007년도 수치가 낮게 나타났다. 성별로는 남성이 여성에 비해 높고 연령대는 30대가 높았으며 직종별로는 의사, 간호사, 방사선사 순으로 나타났다. 근무부서별 평균피폭선량은 심혈관 센터, 인터벤션실, 영상의학과(의사), 투시촬영실 순으로 높은 수치를 나타냈다. 이상의 결과로 볼 때 ICRP에서 권고하는 허용선량 기준치(20mSv/년)를 초과하지 않는 범위의 피폭을 받고 있는 것으로 나타났다. 그러나 평균치와 달리 선량의 개인편차가 심하기 때문에 피폭의 최소화를 위해서 방사선 관련 종사자들이 개인별 피폭관리에 최선을 다해야 할 것이다.

중심단어: 방사선 관계 종사자, 피폭선량, 방사선사

Abstract

From Jan 2002 to June 2011, we evaluated 4419 cases of radiation dose of 323 radiation related individuals consist of physician, nurses, technician and others in local C national university hospital. On annual analysis, year 2003 ranked the highest and 2007 the lowest dose. Dose was relatively higher in male than female. Dose was highest in 30s on age basis analysis. Dose was high in order of physician, nurse, and technician. Average radiation dose was high in order of cardiovascular center, radiologic intervention ceter, radiologist individuals, and fluoroscopic contrast study room. Those doses did not excess the standard dose recommended by ICRP (20mSv/year). However unlike average dose, there are wide variations of dose in individuals. Therefore radiation related workers should do one's best in personal radiation exposure dose management for achievement of minimum dose of radiation.

Key Words : radiation related individuals , dose of radiation, radiologist

I. 서 론

1895년 11월 뢰트겐(Wilhelm Conrad Rontgen)은 X선을 발견하였고 이후 방사선은 의학에 이용되어 인체 내부의 정보를 쉽게 진단할 수 있어 의학 발전에 큰 혁명을 주었다. 하지만 방사선 발견 초기에는 방사선의 유해성을 알지 못한 관계로 많은 방사선 취급자들이 방사선 피폭으로 인해 사망하거나 장애를 얻는 경우가 많았다. 이후 방사선 장해의 발생 빈도가 증가함에 따라 1928년 결성된 ICRP는 지속적으로 선량한도를 명시하여 권고하였고 이것은 국제적으로 권위가 인정되어 각 국의 방사선안전관리에 관한 장해 방지에 영향을 미쳤다^[1].

ICRP는 1990년 발표한 ICRP pub.60 권고안을 통해 원자력발전소나 의료시설 등에서 근무하고 있는 종사자들의 피폭선량한도를 연간 50mSv를 넘지 않는 범위 내에서 분기당 30mSv, 5년간 100mSv(20mSv/년) (단, 특정 1년에 한하여 50mSv까지 허용)로 낮추었다. 그리고 작업종사자라 하더라도 근무연수가 1년인 경우에 허용되는 선량한도는 종전과 같이 50mSv를 초과할 수 없도록 하였다. 또한 눈의 수정체의 선량한도는 연간 150mSv이고, 대퇴부 및 수족은 연간 500 mSv, 일반 대중에 대해서는 연간 1mSv로 규정하였다.(자연 방사선과 환자의 의료피폭에는 적용하지 않는다.) 특히 임신부의 의료피폭에 관해서는 보다 더 엄격한 기준치로 강화하였는데 임신하지 않은 여성의 직업상 피폭의 제어기준은 남자 방사선 작업 종사자와 동일하며 임신이라고 안 후, 임신의 나머지 기간에 대한 여성의 복부표면 피폭선량은 2mSv로 제한하고 방사성 핵종의 섭취는 연간제한 섭취(ALI)의 1/20까지 제한하였다. 또한 방사선 작업종사자가 긴급사태시 생명을 구하는 일이 아닌 경우 허용되는 선량한도는 500mSv로 제한하고 있다. 만약 인명을 구하기 위한 경우에는 일정한 한도에 의해 제한 받는 것이 불합리하기 때문에 그 상황에 따른 윤리적 판단에 따르도록 하였다^{[1],[2]}.

ICRP에서 2007년에 권고한 ICRP pub.103의 방호기준 값을 ICRP.60(ICRP 1990) 및 과생 간행물에 수록된 이전 권고가 제공한 값과 비교하면 계획피폭상황에 이전 권고와 기본적으로 동일함을 알 수 있다. 다만,

기준피폭상황과 비상피폭상황의 경우 ICRP pub.103이 일반적으로 이전의 값을 모두 포괄하지만 적용 범위가 확대된 것을 알 수 있다^[3].

1989년 7월 1일 전 국민 의료보험 실시 이후 급증하는 의료이용으로 방사선 진단 및 치료는 임상 전 분야에 걸쳐 사용이 증가되고 있고, 이로 인해 불가피하게 의료기관 방사선 관련종사자들이 방사선에 노출되는 기회는 날로 증가하고 있다^[4].

우리나라에서 진단용 방사선 관계 종사자에 대한 안전관리의 시작은 「진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙」(보건복지부령제호 1995년 1월6일 제정)에 의해 최초로 국가관리체계가 시행되었으며 시행 초기인 1996년에는 진단용 방사선 관계종사자수가 12,652명이었으나 2009년에는 4.0배증가한 50,885명에 이르렀다^[5].

이와 같은 방사선 관계 종사자의 증가 추세와 함께 방사선 관계종사자의 피폭관리의 중요성이 증대되었다. 국내의 경우 한국방사선동위원소협회에서 작업종사자의 선량한도 관리측면에서 피폭선량을 기록 관리하고 있으며 한국원자력안전기술원에서는 중앙정부차원의 방사선작업종사자 방호 기록의 종합관리체제를 구축하고자 2002년 국가방사선작업종사자 안전관리센터를 발족하여 작업종사자 피폭선량을 분석하고 이를 바탕으로 매년 피폭방사선량분석 보고서를 발간하고 있다. 식품의약품안전청에서는 방사선 관계종사자 관련 개인 피폭 선량의 평생관리를 체계적으로 수행하고자 방사선 관계 종사자 피폭선량 관리센터(National Dose Registry, NDR)를 설치·운영하여 국민보건향상에 최선의 노력을 기울이고 있다^[6].

이에 매분기별로 지정된 5개 측정 기관에서 방사선 관계 종사자 피폭선량을 식품의약품안전평가원(NDR)로 보고하고 있으며 식품의약품안전평가원(NDR)은 이들 측정결과를 데이터베이스화하여 방사선 피폭선량을 평생관리하고 있다^[7].

방사선의 의학적 이용의 증가와 함께 방사선 관계 종사자의 직무상 피폭 또한 점차로 증가함에 따라 누적피폭선량이 증가하여 방사선작업종사자의 건강을 해칠 가능성이 있으며 방사선의 피폭은 현대의 방사선작업종사자 뿐만 아니라 방사선의 유전적 영향으로

인해 다음 세대까지 영향을 미칠 수 있으므로 피폭관리는 꾸준히 진행되고 점검해나가야 할 것이다.

본 연구에서는 지방의 C 대학병원의 지난 10년 간 방사선 작업 관계종사자들의 개인별 피폭선량을 분석하여 원자력법에서 제시하는 허용선량에 적합한지 알아보고 기존의 국내·외 연구사례와 비교하여 직업상 피폭의 추이와 피폭관리 실태를 점검하여 방사선 관계종사자의 직업상 피폭에 대한 점검인식을 높이고 피폭의 잠재적 위험을 미연에 예방할 수 있는 자료를 제시하고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

2002년 1월 1일부터 2011년 6월 30일까지 C 대학 병원에서 근무했거나 근무하고 있는 방사선 관계 종사자 ; 의사, 간호사, 방사선사 및 기타 323명에 대한 개인피폭선량측정결과 4419건을 대상으로 연도별, 성별, 연령, 직종, 근무부서 별로 심부선량, 표층선량, 연도별 평균누적선량, 5년 평균누적선량으로 구분하여 비교 분석하였다. 개인피폭선량 판독자료는 병원 내 개인피폭선량계 관리책임자와 선량판독기관에 협조 요청하여 수집하였다. 연령별 분석에서는 선량 측정 당시 나이로 분류하였고 근무부서 역시 측정 당시 근무했던 장소로 분류하였으며 연도별 누적선량과 구간별 5년간 누적선량 조사에서는 그 기간에 미달되는 측정자를 파악하여 제외하였다. 근무부서 분류에 있어 영상의학과(의사) 부서는 임의적으로 만든 부서로 영상의학과 소속된 의사들이 근무하는 곳으로써 인터벤션실, 투시촬영실, 판독실, 초음파실 등에서 영상의학과 내에서 한 달 정도의 짧은 간격으로 순환 근무하는 경우 일정한 근무부서를 한 곳 으로 지정하기 어렵기 때문에 영상의학과 의사는 따로 영상의학과(의사)로 별도로 구분하였다. 인터벤션실의 경우 최소 분기 이상 부서 내 상주하는 의사, 방사선사, 간호사, 기타를 포함시켰고 심혈관센터는 심혈관센터 소속 방사선사와 간호사 등과 순환기내과 소속 의사, 간호사가 함께 근무하기 때문에 같은 그룹에 포함시켜 조사하였다. 투시촬영실은 투시촬영실 내 상주하는 방사선사와 소화기내과 의사, 간호사를 포함시켰다. 수술실은 수술실 내 상주하는 방사선사와 간호사를 포함시켰으며 외과적

수술에 참여하는 의사 즉, 성형외과, 마취과, 신경외과, 정형외과 등을 포함 시켰다. 치과의 경우는 구강악안면외과, 치과 방사선과, 소아 치과의 의사, 간호사 등을 포함시켰다.

데이터 수집 및 통계처리 프로그램은 SPSS Ver 18을 사용하였으며 평균 피폭선량은 기술통계와 t-test 및 ANOVA로 비교분석한 후 p-value 값으로 유의성을 검정하였다. 결과에서 제시하는 모든 그래프는 육안 파악을 용이하게 하기 위해 심부선량만을 기준으로 하여 구성되었으며 표층선량과 관련된 내용은 지문상에 일부 포함시켰다. 분석한 결과를 바탕으로 지난 10년간 C대학병원의 방사선 관계종사자의 피폭선량의 추이를 관찰하고 국내의 연구사례 및 통계 자료와 비교하였다.

III. 결 과

1. 연도별 평균 피폭선량 비교

전체 조사자의 평균 피폭선량은 [표 1]에서 보는 바와 같이 심부선량이 $0.77 \pm 2.47 \text{mSv}$, 표층선량이 $0.78 \pm 2.50 \text{mSv}$ 였으며 심부선량은 2003년, 2004년, 2002년도 순으로 표층 선량은 2003년, 2004년, 2005년 순으로 높은 수치가 나타났으며 가장 평균치가 높은 년도는 2003년도, 가장 평균치가 낮은 년도는 2007년도로 조사되었다.

[표 1] 연도별 평균피폭선량

(선량단위: mSv; p<0.05 , ANOVA)

년도	건수	심부선량			표층선량		
		평균	남	여	평균	남	여
2002	385	0.96	0.91	1.11	0.94	0.90	1.10
2003	443	1.34	1.34	1.31	1.31	1.32	1.28
2004	476	1.02	1.27	0.25	1.00	1.25	0.24
2005	446	0.98	1.16	0.39	0.96	1.14	0.38
2006	443	0.53	0.52	0.55	0.52	0.51	0.54
2007	444	0.45	0.49	0.34	0.44	0.48	0.33
2008	479	0.65	0.77	0.33	0.64	0.76	0.32
2009	471	0.46	0.51	0.31	0.45	0.51	0.30
2010	503	0.62	0.76	0.22	0.61	0.76	0.22
2011	329	0.83	1.15	0.09	0.88	1.21	0.10
계	4419	0.77	0.88	0.46	0.78	0.87	0.45

2. 성별 평균피폭선량의 비교

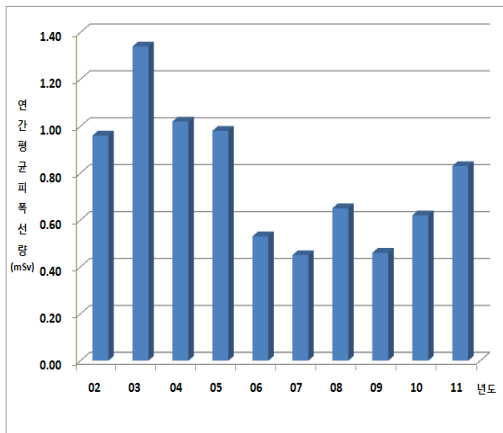


Fig.1. 연도별 평균 피폭선량

성별 평균 피폭선량은 Fig.2.에서 보는 바와 같이 10년간 전체 평균피폭선량은 남성의 경우 $0.88 \pm 2.63 \text{mSv}$, 여성은 $0.46 \pm 1.98 \text{mSv}$ 로 남성이 여성보다 피폭을 많이 받는 것으로 나타났다

평균피폭선량에서 2003년 심부선량에서 남녀 각각 $1.34 \pm 3.40 \text{mSv}$, $1.31 \pm 4.50 \text{mSv}$ 으로 가장 높았다.

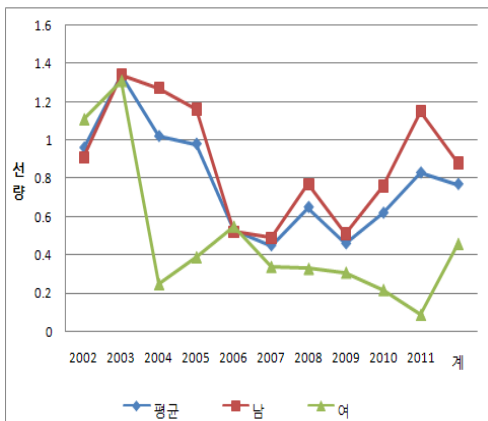


Fig.2. 성별 평균피폭선량의 비교

3. 연령별 평균피폭선량의 비교

연령별 평균 피폭선량은 Fig.3. 에서 보는 바와 같이 심부선량과 표층선량에서 각각 30대가 $0.94 \pm 2.80 \text{mSv}$, $0.93 \pm 2.74 \text{mSv}$ 로 가장 높았고, 30대, 40대($0.89 \pm 2.61 \text{mSv}$,

$0.89 \pm 2.64 \text{mSv}$), 50대 이상($0.87 \pm 2.97 \text{mSv}$, $0.86 \pm 2.92 \text{mSv}$) 순으로 수치가 높았다. 연도별 피폭선량에서 30대 또는 40대가 가장 높은 수치를 나타냈으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다.($p < 0.05$)

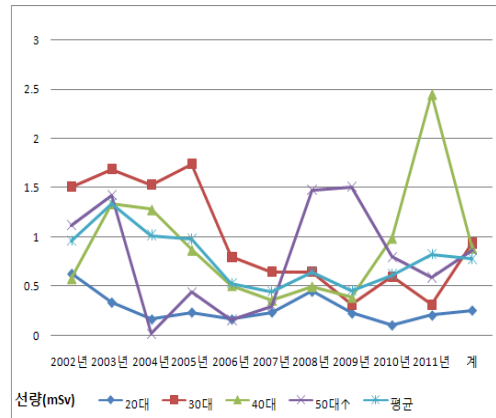


Fig.3. 연령별 평균 피폭선량

4. 직종별 평균피폭선량의 비교

직종별 평균 피폭선량은 Fig.4. 에서 보는 바와 같이 의사, 간호사, 기타, 방사선사 순으로 나타났다. 방사선사는 2002년 심부선량 0.40mSv 를 기록한 이후 2011년도 2/4분기 까지 큰 변동 없이 낮은 피폭선량을 기록하고 있다. 의사의 경우 2002년 1.66mSv 였다가 2006년도에 0.80mSv 까지 떨어지고 난 후 다시 상승곡선을 나타냈다. 간호사는 2006년도 이후 꾸준히 감소하여 2011년도에는 0.04mSv 를 기록했다.

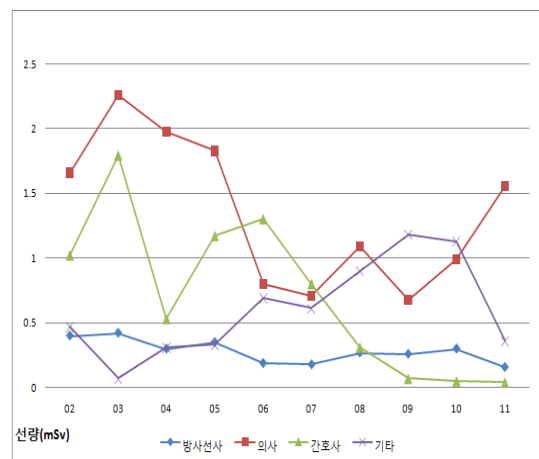


Fig.4. 직종별 평균 피폭선량

5. 근무부서별 평균피폭선량의 비교

근무부서별 평균 피폭선량은 Fig.5.에서 보는 바와 같이 평균 피폭선량에서는 심혈관 센터, 인터벤션실, 영상의학과(의사), 투시촬영실 순으로 높은 수치를 나타냈으며 가장 평균 피폭선량이 낮은 부서는 CT실과 방사선 치료 학과로 나타났다. 근무부서별 평균 피폭선량은 심혈관 센터가 심부선량과 표층선량이 각각 $2.02 \pm 4.17\text{mSv}$, $2.00 \pm 4.14\text{mSv}$ 로 가장 높았고, 인터벤션실, 영상의학과(의사), 투시촬영실 순으로 높은 수치를 나타냈다. 가장 평균 선량이 낮은 부서는 CT실과 방사선 치료학과로 CT실은 각각 $0.03 \pm 0.21\text{mSv}$, $0.04 \pm 0.26\text{mSv}$, 방사선 치료학과는 $0.03 \pm 0.03\text{mSv}$, $0.03 \pm 0.03\text{mSv}$ 으로 나타났다.

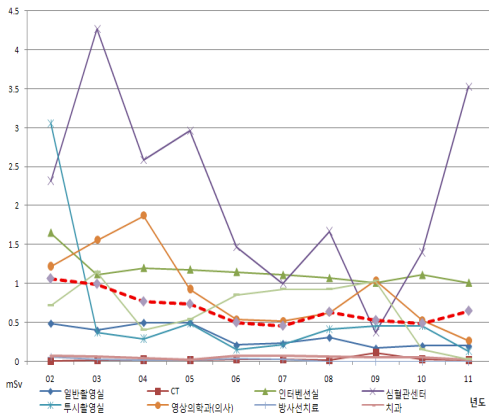


Fig.5. 근무부서별 평균 피폭선량

6. 연도별 평균 누적선량의 비교

[표 2]연도별 평균 누적선량

(선량단위:mSv,p<0.05, ANOVA)

연도	명	누적선량(mSv)		
		평균	남	녀
2002	87	3.85	3.48	5.36
2003	104	4.61	5.12	2.79
2004	105	3.78	4.53	1.08
2005	100	3.36	3.66	2.09
2006	107	2.31	2.34	2.21
2007	106	1.84	2.00	1.30
2008	117	2.22	2.58	1.26
2009	118	1.47	1.58	1.16
2010	130	2.40	2.97	0.85
계	974	2.81	3.12	1.80

연도별 평균누적선량은 [표 2]에서 보는 바와 같이 2003년이 $4.61 \pm 9.81\text{mSv}$ 로 가장 높았고 2009년이 $1.47 \pm 4.09\text{mSv}$ 으로 가장 낮았다. 누적선량 최대값은 $31.47\text{mSv} \sim 47.75\text{mSv}$ 최소값은 $0.01 \sim 0.04\text{mSv}$ 로 나타났다.

7. 성별 평균 누적선량의 비교

Fig.6.의 성별 평균누적선량 비교에서 남성은 연간 $3.12 \pm 6.97\text{mSv}$, 여성은 $1.80 \pm 4.79\text{mSv}$ 로 남성이 항상 여성보다 높은 수치를 나타냈다. 남성이 평균 누적선량이 최대인 때는 2003년이며 $5.12 \pm 10.43\text{mSv}$ 를 나타냈다. 여성의 경우 2002년에 가장 최대치를 나타냈으며 $5.36 \pm 9.77\text{mSv}$ 를 나타냈다. 남성의 최대 누적 선량값은 47.75mSv , 여성은 38.81mSv 로 측정되었다.

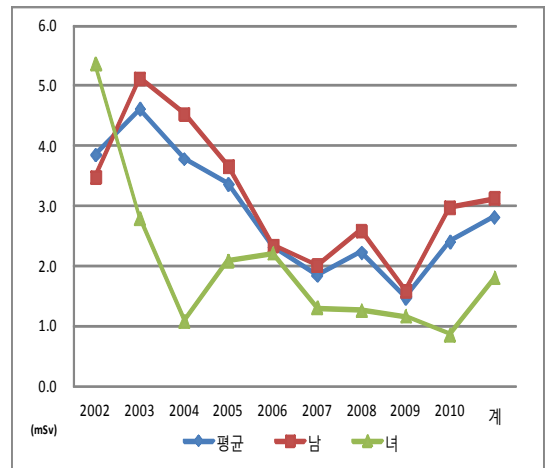


Fig.6.성별 평균 누적선량

8. 직종별 평균 누적선량의 비교

Fig.7.의 직종별 평균 누적선량의 비교에서 의사가 $4.65 \pm 8.95\text{mSv}$, 간호사 $2.37 \pm 5.82\text{mSv}$, 방사선사 $1.21 \pm 2.73\text{mSv}$, 간호조무사가 $2.94 \pm 3.50\text{mSv}$ 로 의사가 가장 높았고 간호사, 간호조무사, 방사선사 순이었다. 최대값은 의사가 47.75mSv , 방사선사가 33.00mSv 간호사 31.42mSv , 간호조무사가 11.44mSv 를 나타냈다.

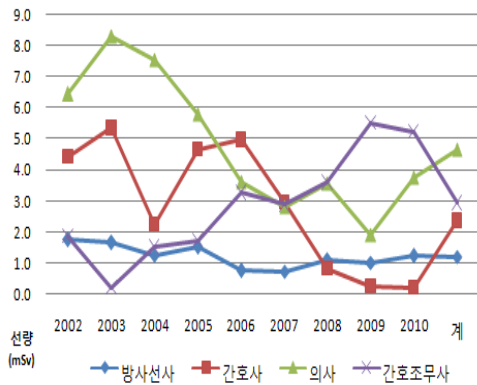


Fig.7. 직종별 평균 누적선량

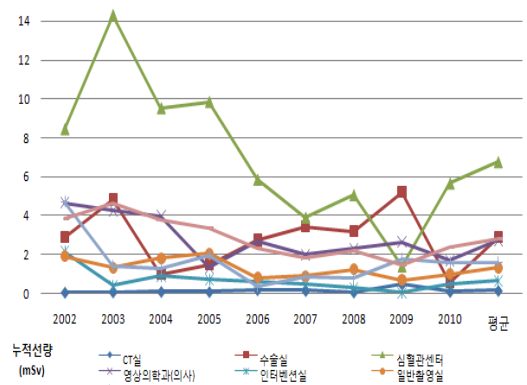


Fig.8. 부서별 평균 누적선량

9. 부서별 평균 누적선량의 비교

Fig.8. 부서별 평균 누적선량의 비교에서 총 누적선량 평균은 2.81±6.55mSv 로 나타났으며 심혈관 센터 6.75±10.26mSv, 수술실 5.20±3.93, 영상의학과 (의사) 2.75±6.78mSv 순으로 높게 나타났다.

10. 5년간 평균 누적선량의 비교

[표 3] 구간별 5년간 평균 누적선량의 비교에서 2002년 이후 5년간 평균 누적선량은 11.12±16.41mSv로 최대값은 86.41mSv 최소값은 0.55mSv 였으며 2004년 이후 5년간 평균 누적선량은 14.36±20.52mSv로 최대값과 최소값은 각각 94.49mSv, 0.57mSv, 2006년 이후 5년간 평균 누적선량은 12.46±9.84mSv 최대값과 최소값은 각각 94.49mSv, 0.53mSv로 나타났다.

[표 3] 5년간 평균 누적선량

(선량단위: mSv; Mean, p<0.05, ANOVA)

구간	명	누적선량	최소값	최대값
2002-2006	126	11.12	0.55	86.41
2006-2010	115	12.46	0.53	94.49

11. 성별 5년간 평균 누적선량의 비교

[표 4] 성별 5년간 평균 누적선량의 비교에서 2002 - 2006년에는 남성이 10.67±15.73mSv 여성이 13.18±19.43mSv로 여성의 평균누적선량이 높았지만 2006-2010년 사이의 평균누적선량은 남성이 13.93±21.37mSv 여성이 5.46±6.37mSv로 남성이 비교적 높았다.

[표 4] 성별 5년간 평균 누적선량

성별	누적선량	최소값	최대값	
2002-2006	M	10.67	0.55	75.66
	F	13.18	0.59	86.41
합계	11.12	0.55	86.41	
2006-2010	M	13.93	0.60	94.49
	F	5.46	0.53	19.90
합계	12.46	0.53	94.49	

(선량단위: mSv; Mean ± S.D. p<0.05, ANOVA)

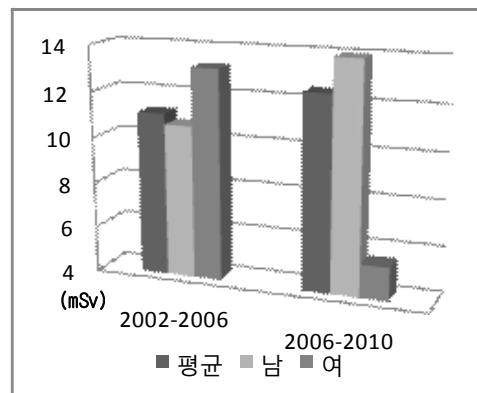


Fig.9. 성별 5년간 평균 누적선량

12. 근무부서별 5년간 평균 누적선량의 비교

[표 5] 와 Fig.10. 근무부서별 5년간 평균 누적선량 비교에서 심혈관센터가 각각 22.70±23.72mSv(좌), 19.36±25.67mSv(우) 최대값은 각각 86.41mSv, 94.49mSv로 나타났으며 가장 낮은 부서는 CT실로 1.23±0.42mSv, 4.78±3.70mSv로 나타났다.

평균 누적선량은 심혈관 센터, 인터벤션실(복부혈관 및 뇌혈관, 기타혈관 조영실), 영상의학과 순으로 높은 수치를 나타냈다.

[표 5] 구간별 근무부서별 5년간 평균 누적선량

2002-2006			
근무부서	누적선량	최소값	최대값
CT실	1.23	0.71	1.95
수술실	9.30	1.07	19.88
심혈관센터	22.70	0.63	86.41
영상의학과(의사)	8.43	0.59	53.25
인터벤션실	18.84	3.27	37.18
일반촬영실	4.23	0.55	12.03
투시촬영실	6.69	2.44	15.34
합계	11.12	0.55	86.41
2006-2010			
CT실	4.78	0.76	7.99
수술실	11.37	0.87	34.23
심혈관센터	19.36	0.60	94.49
영상의학과(의사)	18.48	0.68	75.38
인터벤션실	5.78	0.59	18.34
일반촬영실	4.49	0.53	22.13
투시촬영실	3.36	0.90	6.72
합계	12.46	0.53	94.49

(선량단위: mSv; Mean. p<0.05, ANOVA)

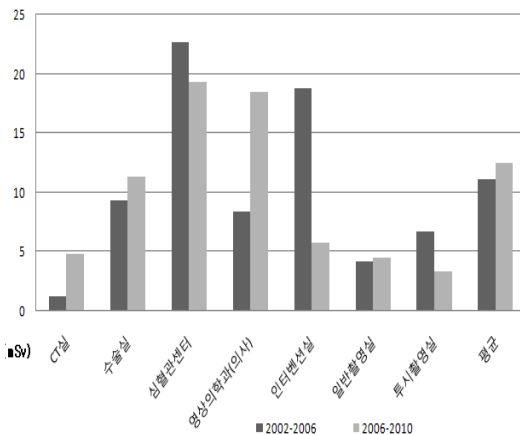


Fig.10. 근무부서별 5년간 평균 누적선량

13. 직종별 5년간 평균 누적선량의 비교

[표 6] 직종별 5년간 평균 누적선량 비교에서 2002-2006년 사이의 평균누적선량은 11.12±16.41mSv 였으며 간호사, 간호 조무사, 의사, 방사선사 순으로 높게 나타났고 평균치는 각각 25.47±31.82mSv, 22.43±6.44mSv, 14.00±18.15mSv, 6.53±10.53mSv로 나타났다.

2006-2010년 사이의 평균누적선량은 12.46±19.84mSv 였으며 의사, 간호사, 간호조무사, 방사선사 순으로 높게 나타났으며 그 평균치는 각각 19.93±26.57mSv, 10.83± 8.03mSv, 8.14±7.26mSv, 5.83±7.63mSv로 나타났다.

[표 6] 구간별 직종별 5년간 평균 누적선량

2002-2006			
직종	누적선량	최소값	최대값
방사선사	6.53	0.55	57.17
의사	14.00	0.59	75.66
간호사	25.47	2.44	86.41
합계	11.12	0.55	86.41
2006-2010			
방사선사	5.83	0.53	38.72
의사	19.93	0.60	94.49
간호사	10.83	4.62	19.90
합계	12.46	0.53	94.49

(선량단위: mSv; Mean. p<0.05, ANOVA)

V. 고찰 및 결론

본 연구에서는 지방의 C 대학병원의 지난 10년 간 방사선 작업 관계종사자들의 개인별 피폭선량을 분석하여 원자력법에서 제시하는 허용선량에 적합한지 알아보고 기존의 연구사례와 비교하여 직업상 피폭의 추이와 피폭관리 실태를 점검하여 방사선 관계종사자의 직업상 피폭에 대한 점검인식을 높이고 피폭의 잠재적 위험을 미연에 예방할 수 있는 자료를 제시하고자 하였다.

지난 10년간 연도별 평균 피폭선량은 2003년도 수치가 가장 높았고, 2007년도 수치가 낮게 나타났

다.($p<0.05$) 전체적으로 2000년대 초반에 높은 수치를 나타낸 후 내려갔다가 후반부에 이르러 다시 증가하였다.

[표 7]에서 보는 것처럼 전국 의료기관을 대상으로 조사한 식약청 자료^[8]와 C병원의 자료를 비교해보았을 때 전국 연도별 평균선량은 2003년도 이후 지속적으로 감소하고 있으며 평균 수치는 전국 평균선량보다 낮은 수치를 나타내고 있다. 이것은 2000년 이후 원자력법이 다시 개정 강화되면서 X-ray를 이용하는 진단용 방사선 발생장치, 방사선 방어시설에 관한 관리가 철저히 이루어졌고, 방사선종사자의 피폭관리 등을 엄격히 규제함과 동시에 활발한 연구 활동과 방사선 종사자 개개인의 피폭경감에 대한 노력의 결과라고 사료된다.

[표 7] 전국 연도별 평균피폭선량과 C병원 평균 선량 비교
(선량단위: mSv, Mean. $p<0.05$)

년도	전국 ⁽⁷⁾	C병원
2003	1.18	1.31
2004	0.97	1.00
2005	0.79	0.96
2006	0.77	0.52
2007	0.73	0.44
2008	0.67	0.64
2009	0.66	0.45
계	잘못된 계산식	0.78

성별 평균 피폭선량은 남자가 여자보다 높은 수치가 나왔다.($p<0.05$) 남성의 경우는 2009년 이후에 상승하는 추세이고 여성은 2006년도 이후로 지속적인 감소 추세이다. 남성이 여성보다 상대적으로 피폭선량을 많이 받고 있는 것으로 나타났으며 이것은 병원 내 근무자의 전형적인 남녀비율에서 비롯된 것으로 생각된다. 동경래(2002)는 서울지역 3차 의료기관 방사선 종사자의 개인피폭선량에 관한 연구^[10]에서 여성의 평균피폭선량이 점차적으로 낮아지는 것은 가임 여성들이 방사선 피폭에 대해 매우 민감하게 생각하고 있기 때문이며 피폭선량이 비교적 높은 일반 방사선 촬영실이나 혈관 조영실, 투시조영실의 경우에는 남성 근무자가 여성보다 많은 반면 초음파실이나 MRI실과 같이 방사선의 생물학적인 위험이 없는 부서에 상대적으로 여자의 수가 많기 때문이라고 하였다.

본 연구 결과 2007년-2009년 심부선량은 남녀 각각 2007년(0.49mSv,0.34mSv) 2008년(0.77mSv,0.33mSv), 2009년(0.51mSv,0.31mSv)였는데 식약청 통계자료에서 나온 전국 평균 결과에서 2007년에는 남성 0.82mSv, 여성 0.54mSv 2008년도 0.78mSv, 0.46mSv 2009년도 0.77mSv, 0.45mSv에 비교적 낮은 수치를 보여주었다^{[8],[11],[12]}.

방사선 관계 종사자의 직업적 방사선 피폭선량 추이에 대한 연구(2009, 이원진)에서 나타난 1996년에서 2006년까지의 성별 연평균 피폭선량결과에서 남성 1.19mSv, 여성 0.53mSv보다 비교적 낮은 수치를 보여주었는데 이원진(2009)은 연구를 통해 남성이 여성보다 피폭선량의 차이는 나라마다의 고용 양상의 차이에 기인하여 조금씩 다르며 영국에서 여성보다 남성 근로자에게서 피폭선량이 높다는 보고가 있으나 나이지리아에서는 성별 피폭선량의 차이가 없었으며 우리나라의 경우 약 57.5%의 여성 종사자가 방사선 피폭선량이 상대적으로 적은 간호사, 치위생사, 보조원으로 근무하는 한편, 남성은 16.6%만이 이러한 직업에 근무하고 있다고 하였다^[9].

연령별 평균 피폭선량은 30대가 가장 높았고 30대, 40대, 50대 이상 순으로 수치가 높았다. 연령별 평균 피폭선량을 분석해 본 결과 방사선 관련종사자의 10년간 평균 피폭선량은 심부선량이나 표면선량 모두 30대의 연령군에서 가장 높게 나타났다.

이는 [표 8]의 식약청의 통계자료와도 비슷한 양상을 보여주고 있는데 연령대가 높아질수록 평균선량이 점점 감소하는 양상을 띠고 있다. 30~40대가 가장 높은 이유는 이들 연령대가 가장 의료 활동이 활발하고 방사선 발생장치의 사용빈도가 가장 높기 때문이다. 따라서 출산이 가능한 이들 연령군에 있어 철저한 피폭관리가 요구된다. 한편 20대의 평균선량이 심부선량 $0.26\pm 0.90\text{mSv}$, 표층선량이 $0.26\pm 0.87\text{mSv}$ 로 낮은 것은 대학병원의 특성상 고학력자와 경력직이 많으며 전문적이고 경험이 필요한 투시나 혈관촬영, 수술과정에서 주 역할을 하기보다는 보조업무를 주로 담당하거나 비교적 피폭이 적은 일반촬영, 판독업무, 환자관리에 종사하고 있으며 비교적 연령대가 낮은 간호조무사나 신입 간호사들이 상당수를 차지하고 있기 때문이다. 또한 50대 연령군에서 가장 낮게 나타난 것은 관리직에 있는 경우가 많거나 상대적으로 방사선 발생장치

의 사용 빈도가 낮기 때문인 것으로 판단된다.

[표 8] 연령별 방사선 관계종사자의 연간 평균 피폭 선량 (식약청)

연령	2007 ⁽¹¹⁾	2008 ⁽¹²⁾	2009 ⁽⁸⁾
25미만	0.70	0.67	0.68
25-34	1.05	1.01	1.01
35-44	0.58	0.56	0.56
45-54	0.46	0.39	0.37
55이상	0.45	0.33	0.33
소계	0.73	0.67	0.66

(선량단위: mSv)

이원진(2009)의 연구에서도 남성 종사자 중에서 특히 30~49세의 종사자가 가장 높은 피폭선량을 나타냈는데 30~49세 사이의 연령대에서는 상대적으로 피폭이 높은 작업에 종사하는 경향이 많기 때문이라고 해석하고 있다. 반면에 29세 미만 종사자들이 가장 낮은 피폭선량을 보였는데 이는 원전 종사자의 경우 비슷한 연령군이 가장 높은 피폭선량을 보여주는 것과 대비되며 각 산업별 피폭 양상이 다르다는 것을 의미한다고 하였다^[9].

직종별 평균 피폭선량은 의사에서 수치가 가장 높았고 간호사, 방사선사가 수치가 비교적 낮았다.

본 연구에서 2002년에서 2010년까지의 평균 심부선량결과를 분석해볼때 의사는 선량값이 40% 감소하였고 방사선사는 25% 감소하였으며 간호사는 95% 감소하였다. 의사와 방사선사는 2005년 이후 급격히 감소하였고 간호사는 2006년 이후 급격히 감소하였다. 2007년까지 평균피폭선량은 의사, 간호사, 방사선사 순으로 높았으나 2008년 이후 방사선사가 간호사의 평균치를 앞선 이후 의사, 방사선사, 간호사 순으로 높은 수치를 나타냈다.

이원진(2009)의 연구에서 1996년에서 2006년간 각 직업군별 피폭선량의 변화를 살펴보면 방사선사가 2.55mSv에서 1.56mSv로 38.8% 감소하였으며 의사는 1.40mSv에서 0.49mSv로 65%로 가장 많은 감소폭을 나타냈다. 모든 직업군에서 방사선사는 1.83mSv의 가장 높은 연간 평균 피폭선량을 나타냈고 다른 직업군에 비해 가장 높은 값을 기록했다^[9].

[표 9] 직종별 방사선 관계종사자의 연간 평균 피폭선량 (식약청)

연령	2007 ⁽⁹⁾	2008 ⁽¹⁰⁾	2009 ⁽⁷⁾
의사	0.44	0.39	0.38
방사선과 전문의	0.46	0.42	0.43
방사선사	1.42	1.33	1.34
간호사	0.78	0.66	0.64
간호조무사	0.32	0.29	0.34

(선량단위: mSv)

[표 9]에서 보는 바와 같이 식약청 통계에서는 2007년도부터 2009년도까지 표에 제시된 4개 직종은 꾸준한 감소세를 나타내는 반면 간호조무사 직종은 감소한 후 다시 상승하였다^{[8],[11],[12]}.

손재식(1998) 병원 방사선 작업 종사자의 방사선 피폭 분석현황^[13]의 연구에서도 방사선사가 간호직, 의사, 기타직종보다 높은 결과를 나타냈다. 이러한 결과들은 방사선사가 다른 직업군에 비해 피폭 수준이 높고 피폭자의 비율이 높다는 것을 나타내며 그 원인으로서는 다른 직업군에 비해 방사선 발생장비를 장기간 자주 사용하는 직업 특성 때문이라고 판단하고 있다.

이와 달리 본 연구에서는 의사는 0.71mSv에서 0.68mSv로 약간 감소하였으며 방사선사는 0.18mSv에서 0.26mSv로 증가하였고 간호사는 0.80mSv에서 0.07mSv로 대폭 감소하였다. 방사선사와 간호사는 전국 평균보다 낮은 피폭을 받고 있는 반면에 의사 직종이 전국 평균이상의 피폭을 받고 있다는 것을 나타내고 있다.

백성민, 장은성(2011)은 방사선 작업 종사자의 피폭 선량 비교 연구에서 의사 직종 중에서도 레지던트의 연평균 피폭량이 2.47±3.87mSv로 전문의 0.96±0.39mSv보다 높게 나타났으며 특히 레지던트 1년차가 3.86±5.42mSv로 많은 피폭이 받고 있다고 하였다^[14]. 의사 직종이 상당히 많은 선량을 받으면서 레지던트 1년차의 상당수가 젊은 계층인 20대 중 후반인 점을 감안할 때 경력과 경험에 비해 비교적 많은 선량을 받고 있으므로 이에 대한 대책이 마련되어야 할 것이다.

따라서 의과대학 교육과정, 영상의학과 및 임상과의 전공의 교육과정에 방사선 방어에 대한 구체적인 내용이 포함되어야 하며 지속적인 홍보와 적극적인

교육과 함께 본 연구대상인 의사 직종에 대해 방사선 피폭 안전에 대한 점검이 필요할 것이다.

근무부서별 평균 피폭선량은 심혈관 센터가 가장 높았고, 인터벤션실, 영상의학과(의사), 투시촬영실 순으로 높은 수치를 나타냈다. 가장 평균 선량이 낮은 부서는 CT실과 방사선 치료학과로 나타났다.

피폭선량이 가장 높았던 세 부서는 지난 10년간 추세로 볼 때 점차적으로 감소하는 추세이지만 심혈관 센터는 그 중에서도 가장 높았고 방사선 시술의 주 역할을 하는 의사직종들에 대한 안전교육이 필요하며 피폭선량이 높은 부서 모두 투시시간이 많은 부서인 만큼 검사 시 불필요한 피폭을 받는 것은 아닌지 시술 절차와 방법에 대해 점검하고 검사나 시술에 있어 피폭방어관리가 잘 되어 있는지, 개인선량계 관리와 착용 방법 등에 있어서 올바른 인식을 하고 그 방법을 시행하고 있는지에 대해 각 부서별로 점검을 해야 할 것이다.

특히 의사, 간호사, 방사선사가 함께 팀을 이루어 검사를 하는 부서인 경우 교육프로그램을 공유하고 함께 참여하는 기회가 마련되고 제공되어야 할 것이다. 의사의 경우 검사 시 환자와 가장 가까운 위치에서 시술을 하거나 기구를 다루기 때문에 피폭선량에 있어 가장 높은 수치를 나타내고 있다. 따라서 검사시간이 오래 걸리는 시술의 경우 보조업무자의 경력이 높을수록 시간을 검사시간을 줄이는데 도움이 될 것이다. 더불어 적절한 순환근무를 통해 누적선량이 선량한도를 초과하지 않도록 주의해야 할 것이다.

평균누적선량에서는 2003년이 가장 높았고 2009년이 가장 낮았다. 남성이 항상 여성보다 높은 수치를 나타냈다. 남성이 평균 누적선량이 최대인 때는 2003년이며 여성의 경우 2002년에 가장 최대치를 나타냈으며 연간선량한도인 50mSv를 모두 만족하였다.

직종별로는 의사가 가장 높았고 간호사, 간호조무사, 방사선사 순이었다. 부서별 비교에서 총 누적선량 평균은 심혈관 센터, 수술실, 영상의학과(의사) 순으로 높게 나타났다.

지난 10년간 누적선량은 2006년을 기준으로 점차적으로 줄어들고 있지만 2006년 이후 5년간 평균 누적선량은 2002년 이후 5년간 평균 누적선량보다 증가하였

으며 최대값 및 최소값도 모두 증가하였다.

성별 5년간 평균 누적선량의 비교에서 2002-2006년에는 여성의 평균누적선량이 높았지만 2006-2010년 사이의 평균누적선량은 남성이 비교적 높았다. 누적선량은 2000대 후반으로 갈수록 줄어드는 것으로 나타났다.

근무 부서별로는 심혈관 센터, 인터벤션실(복부혈관 및 뇌혈관, 기타혈관 조영실), 영상의학과 순으로 높은 수치를 나타냈다.

직종별 비교에서 2002-2006년 사이의 평균 누적선량은 간호사, 간호조무사, 의사, 방사선사 순으로 높게 나타났다. 2006-2010년 사이의 평균누적선량은 의사, 간호사, 간호조무사, 방사선사 순으로 높게 나타났다. 조사 대상에 따른 방사선사의 피폭선량은 국제 방사선 위원회에서 권고하고 있는 방사선 관계 종사자의 유효선량(연간 50mSv 이하 5년간 누적선량 100mSv 이하)의 한도보다 적은 선량이므로 방사선 피폭에 의한 생체적 급성장애의 우려는 적겠지만 장기적으로, 만성적으로 나타나는 방사선 피폭의 장해를 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 통계 결과에서 표준편차의 값이 큰 것은 방사선 발생 장비의 발전과 함께 부서, 직종, 성별, 연령의 변수가 많고 방사선 관련 업무가 다양해지고 복잡해짐에 따라 같은 부서내라도 직종과 성별에 따른 선량차이가 커지고 동일 직종이라도 근무 부서와 주 업무, 경력에 따라 그 선량의 차이가 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 따라서 앞에서도 말했듯이 해당되는 방사선 업무에 대한 정확한 방어대책과 함께 적절한 순환근무를 통해 누적된 선량이 기준치를 초과하지 않도록 주의해야하며 주기적인 건강진단을 통해 감시를 소홀히 하지 않아야 할 것이다.

[표 10]은 방사선작업종사자의 피폭선량 관리체계 개발을 위한 타 국가의 관리현황 분석에 관한 연구(신성균, 2010)^[14]에서 국가별 방사선 작업 종사자의 일인당 연간 평균선량을 조사한 것이다. 신성균(2010)은 연구에서 각 국가의 연평균 선량이 0.075~0.91mSv/year 정도로 선량한도(20mSv/year)보다 크게 낮고 결과만을 보았을 때 국내 연구결과가 타 국가에 비해 선량이 비교적 높게 보이거나 이에 대한 해석에는 주의가 필요하다고 하였다. 이는 피폭선량 시스템 상에 등록된 전체

작업자의 평균선량을 나타낸 것이며 피폭선량은 직군에 따라 상이할 수 있고 작업자 구성원의 직군 인원에도 따라 평균선량이 달라질 수 있으며 기록 준위, 판독 특이성 관리 등 피폭선량 관리에 있어서 각국이 운영하는 피폭관리의 제도적인 차이로 인하여 직접적으로 비교하기 어려운 부분이 있다고 하였다. 그는 타 국가의 선량통계자료에서 작업군에 대한 분류가 국내보다 체계적이고 세부적이며 단순한 통계치 결과만을 제시하는 것이 아니라 피폭선량 상승과 감소에 따른 원인과 결과분석을 제시하고 있어 국내에도 일부 시스템을 반영 적용한다면 국가 전반에 걸쳐 방사선 방호정책을 수립하는데 기여할 수 있다고 하였다^[15].

[표 10] 방사선작업종사자의 피폭선량관리체계 현황^[15]

국가	기관	종사자수 (천명)	집단선량 (man · Sv)	연평균 개인선량 (mSv)
한국	KINS	32(2008)	29	0.91
미국	NRC	181(2008)	113	0.083
	DOE	83(2008)		0.62
캐나다	HC	153(2007)	6.9	0.33
영국	HPA	38(2004)	51	0.5
프랑스	IRSN	306(2008)	19	0.2
스위스	FOFH	74(2008)	5.5	0.075

이상의 결과에서 볼 때 C병원에서 근무하는 방사선 종사자들은 지난 10년간 국제 방사선 방어위원회에서 권고하는 허용선량 기준치(20mSv/년)를 초과하지 않는 범위의 피폭을 받는 것으로 나타났다. 그러나 아무리 적은 양일지라도 동일인이 상대적으로 피폭이 많은 장소에서 장기 근무를 하게 되면 피폭 누적량이 증가할 것이다. 그러므로 방사선 작업 종사자가 스스로 교육에 충실하며 개인별 피폭관리에 철저를 기하고, 피폭을 최소화 시키는데 노력을 다해야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 강병삼 외, "방사선 보건 관리학", 청구문화사, 2009.

[2] ICRP, 1990. The 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication p.60, 1990.

[3] ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication p.103, 2007.

[4] 이환형, "의료기관 진단방사선사의 피폭 관리에 대한 인식도", 경북대학교 보건대학원 석사학위논문, 1991.

[5] 식약청, 진단용 방사선 발생장치 설치 현황 분석 · 발표 : 식약청 홈페이지>정보마당>기타자료

[6] 추성실, "방사선의 의학적 이용에 따른 방사선 안전관리 현황", 대한방사선학회지, Vol. 15, No. 1, pp.39-46, 1990.

[7] 오현주, "진단용방사선분야에서의 방사선관계종사자의 피폭 및 방사선 생물계측", 대한 심맥관기술학회지, Vol. 6, No. 1, pp.11-15, 2003.

[8] 식약청, "2009년 의료기관 방사선관계종사자의 개인피폭선량 연보", 2010.

[9] 이원진, "방사선관계종사자의 직업적 방사선 피폭선량 추이", 식품 의약품 안전청. 방사선 보건 Newsletter. 통권 57호 vol. 16, No. 4, pp.1-3, Dec.2009

[10] 동경래, "서울지역 3차 의료기관 방사선 종사자의 개인 피폭 선량에 관한 연구", 연세대학교 보건대학원 석사학위논문, 2002,12

[11] 식약청, "2007년 의료기관 방사선관계종사자의 개인피폭선량 연보", 2008.

[12] 식약청, "2008년 의료기관 방사선관계종사자의 개인피폭선량 연보", 2009.

[13] 손재식, "병원 방사선 작업 종사자의 방사선 피폭 분석현황", 인제대학교 보건대학원 석사학위논문, 1998.

[14] 백성민, 장은성, "방사선 작업종사자의 피폭선량 비교 평가", 한국방사선학회논문지.Vol. 5 No. 4 , 통.권. 제.19호, pp.195-200, 2011.8

[15] 신성균, 최명수, "방사선작업종사자의 피폭선량 관리체계 개발을 위한 타 국가의 관리현황 분석에 관한 연구, 대한방사선방어학회 2010년도 춘계 학술발표회 논문집, pp.210-211