

# 방사선 작업종사자의 피폭선량 비교 평가

백성민, 장은성\*

고신대학교 복음병원 핵의학과, 부산대학교 핵물리 및 방사선기술연구소\*

## Comparative evaluation of radiation exposure in radiation-related workers

Seongmin Baek, Eunsung Jang\*

*Dept. of Nuclear Medicine Kosin University Gospel hospital,  
Pusan National University Nuclear Physics and Radiation Technology Research Center\**

### 요약

최근의 방사선 피폭 선량을 조사하여 그 경각심을 일깨워주기 위함이다. 그 분석결과, K병원의 2008년도 평균피폭 선량은  $0.75 \pm 0.26\text{mSv}$ , 2009년은  $0.67 \pm 0.30\text{mSv}$ , 2010년은  $0.92 \pm 0.33\text{mSv}$ 였다. P병원은 2008년이  $0.43 \pm 0.13\text{mSv}$ , 2009년  $0.43 \pm 0.20\text{mSv}$ , 2010년이  $0.33 \pm 0.85\text{mSv}$ 로 나타났으며, 연령별 평균 피폭선량은 K병원의 20대가 13.39 mSv, 30대 8.37mSv, 40대 1.19mSv, 50대 0.28mSv, 60대 0.32mSv로 나타났고 P병원은 20대 0.33mSv, 30대 1.41 mSv, 40대 0.83mSv, 50대 1.66mSv, 60대 1.12mSv 였다. 또한 3년간 피폭선량의 평균을 성별로 나누어서 나타냈는데 K병원에서 남자의 피폭선량은  $2.92 \pm 1.03\text{mSv}$ , 여자의 피폭선량은  $0.94 \pm 0.93\text{mSv}$ 였다. P병원에서의 남자의 피폭 선량은  $0.66 \pm 0.18\text{mSv}$ 이고 여자는  $1.80 \pm 0.60\text{mSv}$ 로 나타났다. 방사선을 취급하는 과별로 받는 연간 평균 피폭 선량은 영상의학과  $1.65 \pm 1.54\text{mSv}$ , 방사선종양학과  $1.17 \pm 0.82\text{mSv}$ , 핵의학과  $1.79 \pm 1.42\text{mSv}$ , 기타  $0.99 \pm 0.51\text{mSv}$ 였으며 상대적으로 저선량을 에너지를 사용하는 핵의학과에서 다른 과와 비교해서 방사선 피폭이 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 핵의학과내에서는 특히 동위원소 조작실과 주입실의 연간 평균 피폭량이  $3.69 \pm 1.81\text{mSv}$ 으로 많은 피폭을 받고 있었다( $p < 0.01$ ). 직종별 연평균 피폭선량은 의사  $1.75 \pm 1.17\text{mSv}$ , 방사선사  $1.60 \pm 1.39\text{mSv}$ , 간호사  $0.93 \pm 0.35\text{mSv}$ , 기타  $1.00 \pm 0.3\text{mSv}$ 로 의사와 방사선사가 다른 직종에 비해 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 방사선 작업 종사자에 대한 피폭측정 및 평가가 철저히 이루어져 피폭 가능성을 줄이는데 관심과 주의가 필요하며 누적 선량을 최소화하여 방사선 작업 종사자의 건강을 유지하고 증진 시켜야 할 것이다.

중심단어 : 방사선작업종사자, 피폭선량, 위험도

### Abstract

The purpose of this study is to investigate the dose of radiation exposure to radiation-related workers in a hospital setting, thus increasing awareness of the health risk to the radiation-related workers. The result of the analysis showed the average dose of radiation exposure to radiation-related workers in hospital K was  $0.75 \pm 0.26\text{mSv}$  in 2008,  $0.67 \pm 0.30\text{mSv}$  in 2009, and  $0.92 \pm 0.33\text{mSv}$  in 2010. The average dose of radiation exposure in hospital P was  $0.43 \pm 0.13\text{mSv}$  in 2008,  $0.43 \pm 0.20\text{mSv}$  in 2009, and  $0.33 \pm 0.85\text{mSv}$  in 2010. The average dose of radiation exposure in hospital K by age group was 13.39mSv for age 20 to 29, 8.37mSv for age 30 to 39, 1.19mSv for age 40 to 49, 0.28mSv for age 50 to 59, and 0.32mSv for age 60 to 69 The

average dose of radiation exposure in hospital P by age group was 0.33mSv for age 20 to 29, 1.41mSv for age 30 to 39, 0.83mSv for age 40 to 49, 1.66mSv for age 50 to 59, and 1.12mSv for age 60 to 69. Moreover, the average radiation exposure to radiation-related workers over 3 year period by gender group in hospital K was  $2.92 \pm 1.03$ mSv for male group and  $0.94 \pm 0.93$ mSv for female group. The average radiation exposure over 3 year period by gender group in hospital P was  $0.66 \pm 0.18$ mSv for male group and  $1.80 \pm 0.60$ mSv for female group. Persons working in diagnostic radiology department received mean of  $1.65 \pm 1.54$ mSv/year, mean  $1.17 \pm 0.82$ mSv/year in radiation oncology, mean  $1.79 \pm 1.42$ mSv/year at nuclear medicine department and mean  $0.99 \pm 0.51$ mSv/year at other departments. Radiation exposure was higher than that of other departments ( $p < 0.05$ ). Doctors and technologists received higher radiation exposure (mean  $1.75 \pm 1.17$ mSv/year,  $1.60 \pm 1.39$ mSv/year each) than other workers ( $p < 0.05$ ). Measurement and evaluation of radiation exposure in radiation-related workers should be widely conducted accurately and consistently in the radiation-related occupational setting so that people in these occupational settings are more aware of the risk from radiation exposure, and thus give more attention and caution to decrease radiation exposure. It would be essential to minimize accumulated radiation dose in the radiation-related occupational setting in order to maintain and improve the health of radiation-related workers.

Key Word: Radiation-related workers, Accumulated radiation dose, risk

## I. 서론

방사선의 이용은 독일의 Roentgen이 1895년 X선을 발견 한 후, 의학 및 공학 분야 등 다양한 분야에서 널리 이용되고 있다<sup>[1],[2]</sup>. 오늘날 현대 의학 분야에 있어서 방사선은 건강검진의 증가와 장치의 발달로 진단에서 치료까지 많은 영역에서의 업무확대 및 업무량으로 인하여 방사선 작업종사자의 수가 급격히 증가되어 방사선 작업종사자의 피폭관리가 중요하게 대두되고 있다. 따라서 방사선이 차지하고 있는 비중은 없어서는 안될 만큼 객관적인 진단을 보기위해 방사선 영역은 비약적인 발전을 해왔다<sup>[3]</sup>. 그러나 방사선은 인류에게 많은 발전과 혜택을 주었지만 방사선에 노출됨으로써 예기치 못했던 방사선 장애가 발생하였다. 이렇게 발견 초기에는 방사선의 유해성을 감안하지 않고 많은 방사선 취급자들이 방사선에 과다하게 피폭되어 각종 암이 발생하여 사망하는 예가 있었다. 인체에 조사되면 장애가 발생하는데 방사선의 직접작용과 간접작용에 의하여 조직에 나타나는 급성 및 만성 장애로 구분되며, 그 결과 치사, 아치사, 잠재적 치사 장애를 유발한다. 방사선으로 인해 일어나는 장애로는 혈액세포 수의 변화 등을 들 수 있다<sup>[4]</sup>. 백혈구의 감소 및 형태변화, 빈혈, 골수기능 장애 그리고 재생불량

성 빈혈이나 백혈병 등을 유발하고 그밖에도 만성피부염, 피부암, 탈모, 궤양, 불임 등의 장애가 일어날 수 있다<sup>[5],[6]</sup>. 방사선작업종사자의 방사선 피폭은 피폭으로 인한 특수한 근무환경과 업무형태는 다양한 스트레스를 유발시켜 팀 진료행위에 장애요인과 개인의 정신적, 육체적 건강에 영향을 주고 있다고 할 수 있다<sup>[7]</sup>. 국제방사선방어위원회(ICRP, International Commission on Radiological Protection) 권고에 따라 우리나라에서도 직업적인 방사선 작업종사자의 연간 피폭 선량한계를 50mSv로 규정하고 있으나, 나라에 따라 30mSv로 낮추는 경우도 있다<sup>[8]</sup>.

한국방사선동위원소협회에서는 피폭선량한도를 직업상 피폭과 일반인의 피폭, 의료상의 피폭으로 나누어서 권고하고 있다. 따라서 병원 내 방사선 구역에서 방사선과다 피폭의 장소를 찾아 그 원인을 분석해보고, 근무 중 피치 못하게 피폭을 받아야 되는 경우는 피폭을 줄일 수 있는 방법을 연구해 보고자 하였으며 또한 평소 근무 중 소홀하기 쉬운 방사선 위험에 대해 경각심을 일깨워 방사선 작업 종사자의 건강을 유지하고 증진시키며 안전관리에 도움을 주고자 한다<sup>[9],[10]</sup>.

## II. 대상 및 방법

대상: 2008년 1월 1일부터 2010년 12월 31일까지 3년 동안 부산에 있는 K대학병원과 P대학병원 방사선 작업종사자들의 개인 피폭선량을 측정하고 그 대상인 81명에 대하여 영상의학과, 방사선종양학과, 핵의학과에서 현재 종사하는 방사선사를 대상으로 하였다.

방법: 방사선사가 흉부 부위에 착용하고 있는 열 형광 선량계(TLD: Thermoluminescent dosimeter)에 의해 측정된 피폭선량의 측정결과를 방사선 종사자의 피폭선량 한계를 기준으로 3년간 연 누적을 측정하였다. 자료처리는 개인 방사선사의 연간 누적을 가지고 분기별, 연도별, 연령별, 근무부서별, 직종별로 분석하였다. 열 형광 선량계를 이용하여 2008년부터 3개월마다 조사한 것으로 단위는 mSv로 나타내었다. 상대적 통계처리로는 SPSS 프로그램에서 X2-test와 ANOVA-test를 이용하여 P-value로 유의성을 검정하였다.

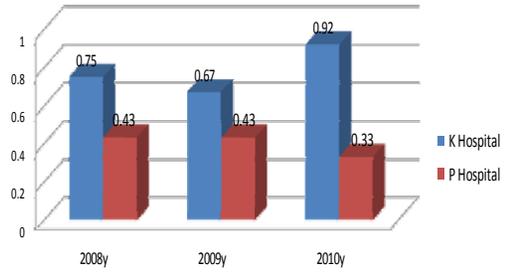


Fig3. 연도별 평균 피폭선량

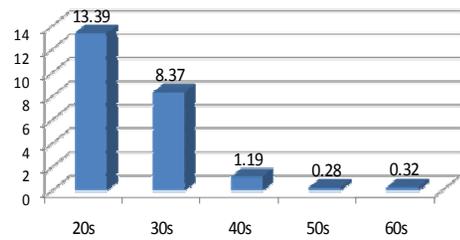


Fig.4 K병원 연령별 평균피폭선량

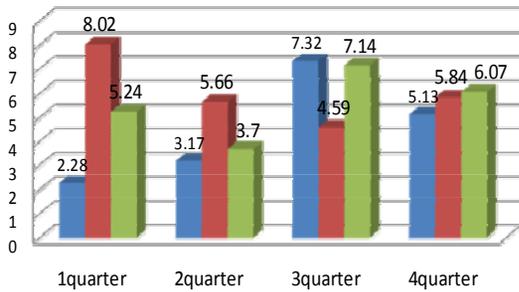


Fig1. K병원 분기별 누적피폭선량

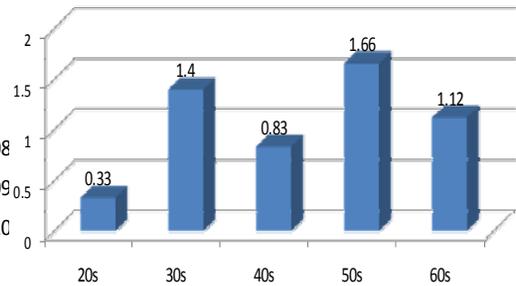


Fig5. P병원 연령별 평균피폭선량

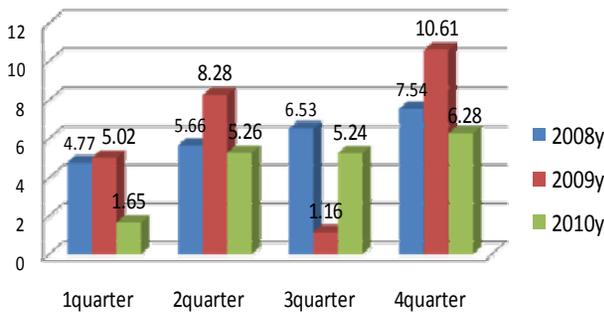


Fig2. P병원 분기별 누적피폭선량

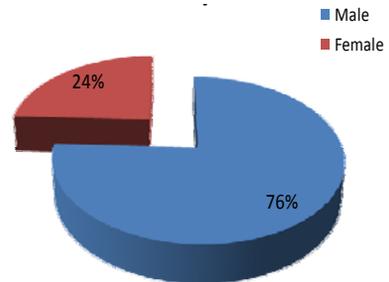


Fig6. K병원 성별 평균피폭선량 분포율

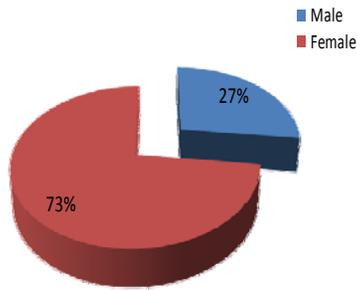


Fig7. P병원 성별 평균피폭선량 분포율

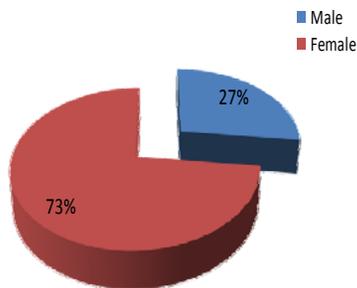


Fig7. P병원 성별 평균피폭선량 분포율

### III. 결 과

전체 종사자의 3년간 누적피폭선량과 평균피폭선량을 Fig. 1.과 Fig. 2.로 분석한 결과, K병원의 2008년도 평균피폭선량은  $0.75 \pm 0.26 \text{mSv}$ , 2009년은  $0.67 \pm 0.30 \text{mSv}$ , 2010년은  $0.92 \pm 0.33 \text{mSv}$ 였다. P병원은 2008년이  $0.43 \pm 0.13 \text{mSv}$ , 2009년  $0.43 \pm 0.20 \text{mSv}$ , 2010년이  $0.33 \pm 0.85 \text{mSv}$ 로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 연령별 평균 피폭선량은 Fig. 4.와 Fig. 5.에서 보는 것처럼 K병원의 20대는  $13.39 \text{mSv}$ , 30대  $8.37 \text{mSv}$ , 40대  $1.19 \text{mSv}$ , 50대  $0.28 \text{mSv}$ , 60대  $0.32 \text{mSv}$ 로 나타났다. 20대 종사자가 높은 선량을 나타냈으며 50대가 가장 낮은 선량을 나타냈다. 작업에서 20대가 방사선을 직접 취급하는 비율이 높다는 것을 알 수 있다. P병원은 20대  $0.33 \text{mSv}$ , 30대  $1.41 \text{mSv}$ , 40대  $0.83 \text{mSv}$ , 50대  $1.66 \text{mSv}$ , 60대  $1.12 \text{mSv}$ 였고 K병원과 달리 50대 종사자가 높은 선량을 나타냈으며 20대가 가장 낮은 선량을 나타내고 있음을 알 수 있다. 3년간 피폭선량 평균을

성별로 나누어서 나타냈다. K병원에서 남자의 피폭선량은  $2.92 \pm 1.03 \text{mSv}$ 이며 표준편차는  $4.70 \text{mSv}$ 이고 여자의 피폭선량은  $0.94 \pm 0.93 \text{mSv}$ , 표준편차는  $1.62 \text{mSv}$ 이다. P병원에서의 남자의 피폭선량은  $0.66 \pm 0.18 \text{mSv}$ 에 표준편차는  $1.0 \text{mSv}$ 이고 여자는  $1.80 \pm 0.60 \text{mSv}$ , 표준편차는  $3.11 \text{mSv}$ 로 나타났다. 그 원인은 K병원은 사립대학이며 P병원은 국립대학으로서 직원채용기준이 달라 P병원은 현재 신규 여자방사선 작업종사자가 많기 때문이다. 병원 내 각과별로는 영상의학과, 방사선종양학과, 핵의학과, 기타로 분류하였으며 기타과에는 산업 검진실, 타과에 속해 있는 동위원소 면역 검사실 및 병원 내 중앙실험실 검사소 등이 이에 포함되었다. 고에너지를 주로 사용하는 방사선종양학과 근무자의 피폭량은 연평균  $1.17 \pm 0.82 \text{mSv}$ 로 상대적으로 낮았으며 기타과에서 소량을 취급하는 곳에서의 근무자의 피폭량은 연평균  $0.99 \pm 0.51 \text{mSv}$ 로 아주 적었다. 그러나 영상의학과에서의 연평균 피폭량은  $1.65 \pm 1.54 \text{mSv}$ 로 통상적으로 짐작하고 있는 것보다 높았으며 핵의학과에서는 연평균 피폭량이  $1.79 \pm 1.42 \text{mSv}$ 로 타과에 비해 상대적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ )(Table 1).

[Table 1] 병원내 방사선을 취급하는 부서별 연평균 방사선 피폭선량 단위: mSv

부 서	연 평 균
영상의학과	$1.65 \pm 1.54$
방사선종양학과	$1.17 \pm 0.82$
핵의학과	$1.79 \pm 1.42$
기타	$0.99 \pm 0.51$

핵의학과 내에서의 각 파트별 비교에서 촬영실간의 차이는 없었으며 특히 동위원소를 직접 취급하는 주사실에서 연평균  $3.69 \pm 1.81 \text{mSv}$ 로 많은 피폭을 받았다( $P < 0.01$ )(Table 2).

[Table 2] 핵의학과 내 각 부서별 연평균 방사선피폭선량 단위: mSv

부 서	연 평 균
Scan 실	$1.12 \pm 0.31$
주사실	$3.69 \pm 1.81$
접수	$0.86 \pm 0.12$

직종에 따른 비교에서 연평균 피폭량이 의사는 1.75±2.17mSv, 방사선사 1.60±1.39mSv, 간호사 0.93±0.35mSv, 기타는 1.00±0.38mSv로 의사와 방사선사가 다른 직종의 종사자보다 많은 피폭을 받았다(P<0.05)(Table 3).

[Table 3] 직종별 연평균 방사선피폭선량 단위: mSv

직종	연평균
의사	1.75±2.17
방사선사	1.60±1.39
간호사	0.93±0.35
기타	1.00±0.38

의외로 의사의 경우에 피폭을 많이 받는 경우가 있었다. 레지던트의 연평균 피폭량이 2.47±3.87mSv로 전문의의 0.96±0.39mSv보다 높게 나타났으며(P<0.01), 특히 레지던트 1년차가 3.86±5.42mSv로 많은 피폭을 받고 있었다(P<0.05)(Table 4).

[Table 4] 병원내 방사선 구역에 근무하는 의사의 연평균 방사선피폭선량 단위: mSv

전문의	0.96±0.39	P < 0.01
레지던트	2.47±3.87	
R1	3.86±5.42	P < 0.05
R2	1.91±2.29	
R3	1.16±0.54	
R4	1.38±2.45	

#### IV. 고찰 및 결론

종사자 나이에 따른 분류에서 30세 이하의 연령에서 그 이상의 연령의 경우보다 높게 나타난 것은 근무한 경력이 짧으므로 인한 실기상의 미숙함을 의미할 수도 있고 처음 입사한 경우일수록 방사선 피폭이 많은 곳에서 근무하게 하는 경우도 있을 것이다. 또한 방사선 작업 종사자로 일을 하기 전 방사선 취급에 대한 충분한 교육을 받지 않고 시작하는 경우가 많다는 것을 의미할 수도 있다. 병원내 방사선을 주로 사용하는 부서는 영상의학과, 방사선종양학과, 핵의학과이다. 핵의학과에서 다른과 보다 방사선 피폭이 높게 나타났다. 핵의학과에서 사용하는 방사선 선원(sources)이

저선량의 에너지임에도 불구하고 방사선 피폭을 실제 많이 받고 있다. 특히 동위원소를 환자에게 주입하는 과정에서 가장 많은 피폭을 받는 것으로 되어 있다. 그러므로 동위원소의 취급과정에서 피폭을 감소시킬 수 있는 방법이 더욱 연구되어야 할 것이다. 비교 대상군 81명중 남자가 48명 여자가 33명이었다. 각 연령대별로 20대 5명, 30대 33명, 40대 27명, 50대 12명, 60대 4명이었다. 방사선 작업 종사자중 방사선 피폭은 연령이 적을수록 많은 양을 받고 있었다. 조사된 대상자 중에서 방사선작업종사자의 방사선 최대 피폭선량인 연간 50mSv 이상을 받는 경우는 한명도 없었다. 분기별 평균 피폭선량은 K병원은 2009년 1분기가 선량이 가장 높았고, P병원에서는 2009년 4분기가 가장 높게 나타났다. 일반적으로 방사선작업종사자의 피폭선량은 연간 50mSv를 넘지 않는 수준에서 연간평균 20mSv, 5년동안 100mSv로 규정하고 있다. 직종별로는 방사선사와 의사가 상대적으로 많이 받고 있는데 특히 레지던트 1년차와 주로 저 연령에서 많이 받고 있다. 혈관 촬영실이나 대장 촬영실 같이 피치 못하게 방사선 피폭을 받아야 되는 곳에는 숙련된 방사선사와 의사가 작업하는 것이 피폭을 줄일 수 있는 방법일 것이다. 본 연구를 통해 방사선 작업종사자는 연간 평균 20mSv를 넘는 경우는 없었으나, 이는 선진국 수준에 비해 현저하게 많다고 평가 할 수 있다. ALARA원칙에 의해, 그리고 방사선의 만성효과에 대비하기 위해 경각심을 갖고 피폭을 줄일수 있는 방법을 모색해 봐야 할 시점인 것 같다. 방사선 작업 종사자의 수적 증가와 장기 근무화 현상을 고려할 때 작은 양이나마 방사선 피폭을 동일인이 동일 장소에서 계속 받게 되면 방사선 피폭의 축적 선량은 증가 할 수도 있을 것이다. 그러므로 작업종사자에 대한 교육을 더욱 강화할 필요가 있으며 피치 못하게 근무중 방사선 피폭을 받아야 되는 부서에는 순환근무를 실시하여 근무시간을 단축하고 취급에 숙련된 자가 근무하게 하여 개인별 피폭누적 선량을 최소화하여 종사자의 건강을 유지 증진시켜야 할 것이다.

#### Reference

- [1] Jung Sam Cho : Radiology and radiologists, history. Korean Radiological society, The Korean Journal of Radiothecnology, Vol.. 9, No. 1, pp.7-8, 1976.

- [2] Yoon Chul Ho : “A study of Radiation Influenced upon General Health”, Dept. of Radiology, Dong Nam Junior Health College, Vol. 27, No. 4, pp.113-127, 1985.
- [3] Dal Kwan Kwon : Improvement of Medical Radiation Exposure Management, The Korean Journal Of Radiolotechnology, Vol. 26, No. 1, pp.9-40, 2000.
- [4] Hwun Jae Lee, Sang Bock Lee : Analysis of Changed Bio-Signal to Radiation Exposure of Nuclear Medicine Worker, The Journal of the Korean Association for Radiation Protection, Vol. 32, No. 4, pp.27-34, 2007.
- [5] Mun Ho Lee : Clinical Nuclear Medicine, Ryo Moon Gak.P.CO, pp.12-56, 1989.
- [6] Joon Huh : Radiation Biology, Shinkwangpub, pp.14-33, 1986.
- [7] Hong Ryang Jung, Bu Soon Son : The Analysis of Reaction Factor on Radiological Technologist, The Korean Public Health Association, Vol. 30, No. 2, pp.119-129, 2004.
- [8] ICRP : “Radiological Protection and safety in medicine”, ICRP publication 73, Annals of the ICRP, Vol. 26, No. 2, 1996
- [9] Tae Sik Jeong, M.D, Byung Chul Shin, M.D, Chang Woo Moon, M.D : The Analysis of Radiation Exposure of Hospital Radiation Workers, 2000.
- [10] Hong Ryang Jung, Cheong Hwan Lim, Man Koo Lee : A Review of Personal Radiation Dose per Radiological Technologists Working at General Hospitals, 2005.