

## 의료기관 방사선작업종사자와 임상실습 학생의 피폭선량 분석

이주아<sup>1</sup>, 최관우<sup>2</sup>, 민정환<sup>3</sup>, 임종천<sup>4</sup>, 손순룡<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>가톨릭대학교 인천성모병원 방사선종양학과, <sup>2</sup>서울아산병원 영상의학과, <sup>3</sup>신구대학교 방사선과,  
<sup>4</sup>한양대학교 의료원 영상의학과, <sup>5</sup>원광보건대학교 방사선과

### Analysis of radiation exposure in radiation worker in medical facility and student in clinical practice

Joo-Ah Lee<sup>1</sup>, Kwan-Woo Choi<sup>2</sup>, Jung-Whan Min<sup>3</sup>, Jong-Cheon Lim<sup>4</sup>, Soon-Yong Son<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiation Oncology, Catholic University, Incheon St.Mary's Hospital,

<sup>2</sup>Department of Radiology, Asan Medical Center,

<sup>3</sup>Department of Radiology, Shin-Gu University,

<sup>4</sup>Department of radiology Hanyang University, Hospital,

<sup>5</sup>Department of Radiotechnology, Wonkwang Health Science University

**요약** 연구목적은 의료용 방사선 장비를 운용하는 병원의 근무지별 종사자와 동일한 구역에서 임상실습을 수행한 학생과의 피폭선량을 비교하여 실습학생의 체계적인 피폭관리의 당위성을 제시하고자 하였다. 연구대상은 2014년 7월부터 8월까지 C대학병원 방사선구역에서 임상실습을 이수한 121명의 학생과 동 의료기관에 재직중인 종사자 62명(영상의학과 47명, 방사선종양학과 8명, 핵의학과 7명)을 대상으로 연구하였다. 연구방법은 측정을 위해 임상실습 기간인 8주간의 피폭선량을 측정하였으며, 종사자는 영상의학, 방사선종양학, 핵의학분야 종사자의 4개 그룹으로 구분하여 8주간의 심부선량과 표층선량을 비교하였다. 선량측정은 OSLD를 이용하였으며, 각 그룹의 평균의 차이는 분산분석(ANOVA)을 수행하였고 사후검정으로는 Duncan의 중다검정방법(multiple range test)을 이용하여 유의성을 분석하였다. 연구결과 심부선량은 영상의학과 0.127±0.331 mSv, 방사선종양학과 0.01±0.003 mSv, 핵의학과 0.431±0.205 mSv, 실습생 0.143±0.136 mSv로 나타났다. 표층선량은 영상의학과 0.131±0.331 mSv, 방사선종양학과 0.009±0.003 mSv, 핵의학과 0.445±0.198 mSv, 실습생 0.151±0.14 mSv로 나타났으며, 두 선량에서 모두 통계적으로 매우 유의한 차이를 보였다(p<0.01). 연구결과를 통하여 실습생의 평균선량이 핵의학 종사자를 제외한 나머지 그룹보다 높게 나타났으므로 향후 방사선방어 측면에서 관리 대상자에 포함하여 체계적인 개인피폭 관리가 이루어지도록 개선이 필요할 것으로 사료된다.

**Abstract** This study was conducted to determine the appropriateness of systemic radiation exposure control for students in clinical practice by comparing radiation exposure in radiography employees at different stations of a hospital with that of students conducting clinical practice using identical stations. Overall, 121 students who conducted clinical practice in the department of radiology area of C university hospital from July 2014 to August 2014 and 62 workers working in the same medical facility (47 in the department of radiology, 8 in the department of radiation oncology, 7 in the department of nuclear medicine) were investigated. The radiation exposure experienced by students was measured for 8 weeks, which is the duration of the clinical practice. Additionally, radiation exposure of workers were classified into 4 groups, department of radiology, department of radiation oncology, and department of nuclear medicine was compared. Dose was measured with OSLD and differences among groups were identified by ANOVA followed by Duncan's multiple range test. Among employees, those in the department of radiology, oncology and nuclear medicine were exposed depth doses of 0.127±0.331 mSv, 0.01±0.003 mSv, and 0.431±0.205 mSv, respectively, while students were exposed to 0.143±0.136 mSv. Additionally, workers in the department of radiology, oncology and nuclear medicine were exposed to surface doses of 0.131±0.331 mSv, 0.009±0.003 mSv, and 0.445±0.198 mSv, respectively, while students were exposed to 0.151±0.14 mSv, which was significantly different in both doses (p < 0.01). The average dose that students received is higher than that of the other groups (except for nuclear medicine workers), indicating that further improvements must be made in systemic controls for individual radiation exposure by including the students as subjects of management for protection from radiation.

**Keywords :** Clinical practice, Depth dose, OSLD, Radiation workers, Those with frequent exposure to radiation

\*Corresponding Author : Soon-Yong Son (Wonkwang Health Science University)

Tel: +82-10-3230-6281 email: son6392@hanmail.net

Received June 9, 2016

Revised (1st July 1, 2016, 2nd July 25, 2016)

Accepted August 11, 2016

Published August 31, 2016

## 1. 서론

의술의 발전과 의료장비의 첨단화는 질병의 조기진단과 양질의 의료정보 제공에 커다란 기여를 해오고 있다[1]. 의료장비는 공학과 물리학 등의 학문과 접목되면서 질병 진단과 치료에 획기적인 발전을 가져와 현대인의 건강한 삶을 영위하는데 중요한 역할을 해오고 있다[2]. 특히 의료용 방사선장비는 디지털시대와 더불어 빠르게 변화하여 질병의 진단에 없어서는 안 되는 필수 구성요소로 자리 잡고 있다[3]. 이러한 방사선장비를 취급하여 검사와 치료에 종사하는 방사선사의 자질향상과 전문성 강화가 불가피하게 되었으며, 이에 수반되어 양성기관인 보건대학교의 학제 및 교육과정도 변화가 요구되어 왔다[4].

보건대학교 방사선과는 1991년 3년제로 연장되면서 2년 뒤 임상실습이 처음으로 정규 교과목으로 편성되었으며, 2000년에 4년제 학부과정으로 확대되면서 임상실습의 중요성이 더욱 증대되었다[5].

학생임상실습은 대학에서 배운 이론을 실제 임상에 적용하는 예비과정으로서 졸업 후 전문적 지식과 숙련된 의료기술을 갖춘 양질의 방사선사를 양성하기 위하여 개설되었다. 대학에서도 임상현장의 요구를 수용하고 이를 교육과정에 반영시켜 실무능력을 향상시킬 수 있는 시너지 효과를 보이고 있다[6].

이렇듯 임상실습이 필수적인 과정이며, 교과목 중 학점(10학점)이 가장 높은 과목이지만[7, 8], 방사선으로부터 안전이라는 측면에서 취약성을 드러내고 있다.

방사선사는 원자력안전법령에 의거 방사선 종사자로서 개인피폭선량계 착용을 의무화하여 개인피폭선량을 엄격히 관리 및 규제하고 있다. 임상실습 학생은 환자를 대상으로 직접 검사나 치료를 하지 않을 뿐, 방사선사와 동일한 구역과 동일한 시간 머무르면서 실습에 임하고 있다[9]. 그러나 이들에 대한 정부의 체계적인 관리나 대학 또는 병원차원의 피폭관리가 전무하여 방사선 안전의 사각지대에 처해 있는 실정이다. 이는 임상실습이 정규 교과목으로 운영되어 온지 23년이라는 세월이 흘렀지만, 피폭관리에 소요되는 경비의 부담과 8주의 단기간이라는 인식에서 기인한 것으로 판단된다. 특히 단기간의 선량은 저 선량으로서 인체에 무해하다는 인식이 보편화되어 있으므로 체계적인 관리의 필요성을 느끼지 못하고 있는 실정이다[10].

그러나 방사선의 생물학적 영향 중 확률적 영향은 일정수준 이상의 방사선선량을 받아야 방사선장해가 나타난다는 문턱값(역치선량)이 존재하지 않으므로 비록 저선량이지만 지속적으로 피폭되면 암 발생이나 유전자 변형 등 여러 가지 합병증이 발생할 가능성을 배제할 수 없다[11]. 이에 ICRP 60에서는 방사선 피폭에 관한 ALARA (As Low As Reasonably Achievable)의 원칙에 의거 가능한 한 합리적으로 감소시킬 목적으로 개인의 한계선량을 지정하여 권고하고 있다[12].

이러한 관점에서 방사선 피폭의 위험로부터 임상실습 학생의 안전에 관한 연구가 전무하다는 것은 안타까운 일이라고 생각된다. 최근 수시출입자의 적용 확대에 임상실습 학생을 포함시키려는 원자력안전법시행령의 개정(2016년 4월 12일)에 의거, 2016년 10월 13일 부로 시행 예정에 있다. 그러나 정량적 선량측정이나 실태조사 등의 연구나 객관적 자료 없이 진행함으로써 많은 의구심과 현실성에 대한 비판적 시각이 높은 실정이다.

이에 본 연구에서는 실제 임상실습을 수행한 학생들과 의료기관내 종사자들 간의 동일한 기간 동안 개인피폭선량을 측정하여 비교하였다. 이를 통하여 실습학생들의 방사선 피폭의 위해성 여부와 그에 따른 적절한 대책 수립에 관한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1 연구대상

2014년 7월부터 8월까지 C대학병원 방사선구역에서 8주간의 임상실습을 이수한 121명의 학생과 동 의료기관에 재직 중인 종사자 62명을 연구대상으로 하였다. 실습학생 선정은 2014년 C대학병원에서 임상실습을 이수한 학생 중 개인피폭선량계를 8주간 착용한 학생에 한하였으며, 8주의 기간에 미달하거나 중도에 실습을 중단한 학생은 정확성을 위해 대상에서 제외하였다. 8주간의 임상실습과정은 일반촬영, 혈관조영, 투시조영, 전산화단층촬영, 자기공명영상, 초음파검사, 방사선종양학과, 핵의학과 등에서 1주일씩 순환하는 형식이다. 대조군의 선정은 임상실습 학생들과 항상 동행하며 실습에 임하는 C대학병원 방사선사 전체를 대상으로 하였으며, 의사, 간호사, 기타 직종은 실습생과의 직접적인 비교에 의미가 없어 대상에서 제외하였다.

## 2.2 연구방법

대조군인 의료기관 종사자의 측정기간은 학생의 실습 기간과 동일한 8주간으로 설정하여 측정의 객관성과 정확성을 높였다. 통상적으로 대조군(종사자)의 선량측정은 분기별로 이루어지고 있으나, 학생들의 실습기간인 8주로 동일시하기 위해 8주를 산정하였다. 8주의 선량산정은 2014년 연간 선량을 52주로 나눈 다음, 다시 8주를 곱하여(8주 = 2014 연간선량 ÷ 52 × 8) 산정하였다.

근무지역은 학생들이 실습하면서 경유하는 모든 지역을 포함시켰으며, 보다 세밀한 비교를 위해 영상의학과(47명), 방사선종양학과(8명), 핵의학과(7명)로 구분하였다.

## 2.3 피폭선량 측정 방법

방사선피폭선량 측정은 학생과 종사자 모두 광자극발광선량계(optically stimulated luminescence dosimeter : 이하 OSLD)를 이용하였다(Fig. 1). 선량계 착용은 원자력안전위원회 고시(2013-39호)에 의거 왼쪽 가슴부위에 착용하였다.



Fig. 1. Photograph shows OSLD

## 2.4 분석방법

측정된 선량은 전문 판독업체에 의뢰하여 획득하였으며, 세밀한 분석을 위해 심부선량과 표층선량으로 구분하여 비교하였다. 자료는 부호화 과정과 오류 검토를 거쳐 SPSS IBM SPSS Statistics for Version for 20.0를 이용하여 통계분석 하였다. 분석기법은 학생과 영상의학과, 방사선종양학과, 핵의학과 4개 그룹으로 나누어 일원배치 분산분석 one way ANOVA과 사후검정으로 Duncan의 중다검정방법(multiple range test)을 이용하여 그룹간 차이를 비교하였다.

# 3. 연구결과

## 3.1 연구대상자의 인구사회학적 특성

대상자의 인구사회학적 특성은 Table 1과 같이 임상 실습 학생은 총 121명 (남학생 71명, 여학생 50명)이었고, 평균연령은 24.1세이었다. 종사자는 총 62명(남성 49명, 여성 13명)으로 평균 연령은 33.7세이었다.

Table 1. Socio-demographical variables

Variables	Categories	N(%)	$\chi^2$	P
Gender	male	120(65.6)	.153	.189
	female	63(34.4)		
Age	~25	96(52.5)	.89.093	.000
	26~30	46(25.1)		
	31~40	28(15.3)		
	41~	13(7.1)		

## 3.2 심부선량 측정 결과

4개 그룹별 심부선량 측정 결과, 핵의학과 종사자가 0.431±0.205mSv로 가장 높았고 실습생이 0.143±0.136mSv로 나타나 영상의학과와 방사선종양학과 종사자 보다 높게 나타났으며, 그룹간의 평균의 차이는 통계적으로 매우 유의하였다( $p<.01$ ). [Table 2].

Table 2. By group depth dose (mSv)

Classification	Measurement (mean±St.D)	P-value
department of radiation oncology	47 0.127±0.331	.000
department of radiology	8 0.01±0.003	
department of nuclear medicine	7 0.431±0.205	
students	121 0.143±0.136	

## 3.3 표층선량 측정 결과

표층선량 측정 결과, 핵의학과 종사자가 0.445±0.198mSv로 가장 높았고, 그 다음으로 실습생이 0.151±0.14mSv로 높아 심부선량 측정 결과와 동일한 순서를 보였으며, 그룹간 평균의 차이는 통계적으로 매우 유의하였다( $p<.01$ ). [Table 3]

Table 3. By group surface dose (mSv)

Classification	Measurement (mean±St.D)	P-value
department of radiation oncology	47 0.131±0.331	.000
department of radiology	8 0.009±0.003	
department of nuclear medicine	7 0.445±0.198	
students	121 0.151±0.14	

### 3.4 그룹별 심부선량의 사후분석

각 그룹간 심부선량의 평균적 차이를 세부적으로 알아보기 위해 Duncan의 사후분석을 실시한 결과, 유의수준 0.05에 대한 부집단의 경우 2개의 집단 간 차이가 존재하였다. 그러나 집단1에 속한 3개 집단(방사선종양학과, 영상의학과, 실습학생)의 평균은 통계적으로 유의한 차이가 없어 동일하다고 할 수 있다[Table 4].

**Table 4.** Post-Hoc analysis using Duncan test for depth doses

Category	Subset for alpha = 0.05	
	1	2
department of radiation oncology	0.0096	
department of radiology	0.1273	
students	0.1430	
department of nuclear medicine		0.4311
<i>P</i> -value	.113	

### 3.5 그룹별 표층선량의 사후분석

각 그룹 간 표층선량의 평균적 차이를 알아보기 위해 Duncan의 사후분석에서 유의수준 0.05에 대한 부집단의 경우 2개의 집단 간 차이가 존재하였다. 그러나 심부선량과 마찬가지로 1집단에 속한 3개의 집단간 표층선량의 차이는 통계적으로 유의한 차이가 없어 동일하다고 할 수 있다[Table 5].

**Table 5.** Post-Hoc analysis using Duncan test for surface doses

Category	Subset for alpha = 0.05	
	1	2
department of radiation oncology	0.0094	
department of radiology	0.1305	
students	0.1513	
department of nuclear medicine		0.4454
<i>P</i> -value	.093	

## 4. 고찰 및 결론

국제방사선방어위원회의 권고(ICRP 60)에 의하면 계획된 피폭 상황에서 일반인의 피폭은 연간 1 mSv를 선량한도로 정하고 있고, 직무피폭의 경우 연간 최대 50

mSv를 초과하지 않는 범위내에서 5년간 연평균 20 mSv를 선량한도로 설정하였다[13, 14].

이에 따라 의료용 방사선 장비를 운용하고 있는 방사선관리구역내 종사자는 직종을 막론하고 개인피폭선량계를 착용하여 엄격히 관리하고 있다[9]. 임상실습 학생은 실제 환자검사나 치료에 임하지는 않지만, 방사선구역내에서 종사자들과 동일하게 예비 방사선사로서 근무에 임하는 형식을 갖추고 있다. 그러나 8주라는 한정성과 상대적으로 저선량일 것이라는 예측으로 측정이나 관리의 대상에서 제외되고 있는 실정이다. 실제로 일부 대학에서 실습기간 동안 개인피폭선량계를 착용시켜 실습에 임하도록 하였으나, 저 선량이라는 이유로 데이터 산정이나 결과보고가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 대학병원에서 이루어진 8주간의 임상실습 학생들과 동기간 병원에 재직 중인 종사자들의 구역별 선량을 측정하여 비교함으로써 실제 학생들이 받는 피폭선량을 정량적으로 분석하고자 하였다.

방사선피폭 측정용 개인선량계로 Baek 등[15], Kwak 등[16], Dong 등[17]은 열형광유리선량계 (Thermoluminescent dosimeter : 이하 TLD)를 사용하였으나, Jursinic[18]는 TLD는 long term 6개월에 10 % 이내로 장시간 측정 시 값이 낮게 측정될 수 있음을 지적하였다. 본 연구에서는 측정 가능한 에너지 범위가 5 keV에서 20 MeV까지로 활용성이 넓고 long term은 1년에 4 % 이내이며, 다른 소자에 비해 화학적, 기계적 특성상 안정적인 OSLD를 사용하였다[19, 20]. 따라서 피폭선량 측정값은 정확성, 재현성이 월등히 높다고 할 수 있다.

피폭선량 측정은 인체의 피부 표면 아래 0.07 mm 깊이에서 측정하여 판독한 표층선량과, 표면아래 10 mm 깊이에서 측정한 선량을 심부선량으로 구분한 원자력안전법(시행규칙 제113조 제1항)에 의거 분류하여 측정하였다. 측정 결과, 표층선량과 심부선량 모두에서 핵의학과가 가장 높게 측정되었다. 이는 의사, 방사선사, 간호사 직종을 포함하여 3개 부서(영상의학과, 핵의학과, 방사선종양학과)간의 피폭선량을 비교한 Baek 등[15]과 Kwak 등[16], Dong 등[17]과 비슷한 결과를 보였다. 핵의학과에서 높게 나타난 결과에 대해 Cabral 등[21]과 Yang[22]은 방사성동위원소의 취급 및 분배, 그리고 동위원소를 환자에게 직접 주사하는 과정에서 많은 피폭을 받는다고 하였으며, 본 연구에서도 입증할 수 있었다.

그러나 본 연구의 특이한 점은 핵의학과를 제외하고

는 실습학생들의 피폭선량이 두 번째로 높게 나타났다는 점이다. 실제로 통계적 유의성은 없었지만, 실습학생의 평균 표층선량은 0.151 mSv, 심부선량은 0.143 mSv로 영상의학과(0.131, 0.127)보다 높았고, 방사선종양학과(0.009, 0.01)보다는 더 높게 나타났다. 이는 고에너지를 이용하는 방사선종양학과는 방사선차폐 및 방어시설이 철저하게 이루어지고 있기 때문이고, 영상의학과는 초음파나 자기공명영상검사실 근무자까지 포함되었기 때문으로 추정된다. 그러나 실습학생들도 이곳 모두에서 실습을 이수하였기에 선량 비교에는 무리가 없어 보인다.

문제는 임상실습 학생들이 단기간이지만, 방사선 관계종사자와 작업종사자보다 오히려 피폭선량이 높게 나타났다는 것이다. Jeong 등[23]은 직종별 선량 비교를 통해 의사가 직업의식이 강해서 피폭이 많다고 하였으나, 본 연구에서 실습학생들의 직업의식이 강하다고 주장하기에는 무리가 있다. 오히려 실습학생들이 방사선 방어 의식이나 방어용구의 부족으로 인하여 미작용함에서 기인한 것으로 분석된다. 실제 대다수의 의료기관에 실습학생을 감안한 방사선 방어용구의 구비가 충분치 않은 실정이다. 그럼에도 불구하고, 개인피폭선량계를 착용하지 않은 채 실습에 임하고 있는 학생들이 아직도 많다는 사실이다. 관계법령에 따르면 방사선구역에 근무하는 자를 방사선 작업종사자 및 관계종사자, 수시출입자, 일반인으로도 지정하여 관리하고 있지만, 실습학생들은 선량 한도 기준조차 마련되어 있지 않고, 어느 직군으로도 지정되어 있지 않아 문제점으로 지적되고 있다. 최근 청소나 시설 관리 등을 목적으로 방사선구역에 출입하는 직원에 대한 방사선안전관리를 강화하고, 법적 보호체계를 마련하면서 실습학생들을 포함시킨 것은 그나마 다행스러운 일이라고 판단된다. 그러나 객관적인 측정 자료나 연구결과 없이 개인선량계 착용과 수시출입자 지정은 혼선과 관리의 어려움만 가중시킬 우려가 높다. Lee 등[24]은 임상실습현장은 완전히 통제될 수 없는 환경에 의해 학생들은 예상치 못한 사건과 불확실성에 직면하게 될 수 있으므로 체계적인 관리가 필요하다고 하였다. 즉 기존의 출입자에 예측시킨 편승적 관리가 아닌, 명확한 상황과 특수성 분석에 근거한 별도의 규정과 직군 지정으로 체계적인 관리가 필요할 것으로 판단된다. 특히 학생들은 대학내 교육과정 중 방사선실습 중에도 방사선 피폭을 받을 우려가 있으며, 학제의 연장에 따라 심층 실습 프로그램을 추진하고 있는 대학도 있는 등 일반적인

종사자들과는 다양성과 변수가 많기 때문이다.

또한 일부에서는 8주간의 실습이 한정적이고 미약한 선량이므로 특별한 관리가 필요치 않다는 인식도 있다. 실제로 측정된 실습학생들의 피폭선량은 심부선량이 0.143 mSv, 표층선량이 0.151 mSv로 저선량임은 분명하다. 그러나 Ha[25]는 Glycophorin A의 변이 발현을 토대로 저선량 방사선이 인체에 해로울 수 있다는 주장을 하였으며, ICRP 103 권고에서도 계획된 피폭 상황에서 일반인 피폭의 선량한도를 연간 1 mSv로 정하고 있을 정도로 저선량 방사선의 확률적 영향을 중요하게 취급하고 있다[13].

본 연구는 개인선량계(OSLD) 착용 후 실습에 임하는 학생이 많지 않고, OSLD 구매에 어려움이 있어 다양한 병원에서 실습중인 학생들을 평가하지 못한 아쉬움이 있다. 또한 연구방법에 있어 실험군과 대조군이 동일한 조건에서 이루어지지 않아 단순비교에는 다소 무리가 따른다. 그럼에도 불구하고 실습학생들의 선량을 측정하여 분석하였고, 임상의 방사선종사자들과 정량적인 비교를 통해 방사선 피폭의 위해성을 제시하였다는 데에 학술적 가치를 부여할 수 있다.

연구 결과를 토대로 ICRP가 권고하는 ALARA 원칙에 의거 실습학생들의 방사선피폭을 가능한 한 합리적으로 감소시킬 필요가 있다. 이를 위해 방사선종사자나 수시출입자에 편승시킨 관리가 아닌, 단기간의 선량 한도 지정, 직독식 포켓선량계 착용 등 실습학생의 특수한 상황에 부합한 체계적인 관리가 필요할 것으로 판단되며, 본 연구가 기초자료로 활용되기를 기대한다.

## References

- [1] DW Ryu, KJ Kang, MS Cho, "An IT/Medical Converged Solution based on the Expert System for Enhancing U-healthcare Services in Middle-sized Medical Environment", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 11, no. 4, pp. 1318-24, 2010.
- [2] TW Kim, TK Cho, BS Park, "Query System for Analysis of Medical Tomography Images", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 5, no. 1, pp. 38-43, 2004.
- [3] SO Park, HS Yang, "Reliability Evaluation Method of Software for Electronic Medical Devices", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 8, no. 4, pp. 758-67, 2007.
- [4] SY Son, TH Kim, JW Min, DK Han, SM Ahn, "A

- Study on the Feasibility of a National Practical Examination in the Radiologic Technologist”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 12, no. 5, pp. 2149-62, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.5.2149>
- [5] SS Kang, CS Kim, SY Choi, SJ Ko, JH Kim, “Evaluation of Present Curriculum for Development of Dept. of Radiological Science Curriculum”, *The Korea Contents Society*, vol. 11, no. 5, pp. 242-51, 2011.
- [6] JW Kil, JH Park, YG Kim, “Study on The Planning and Operation of Training Education in Radiologic Science for Reduced x-ray Exposure”, *Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers*, vol. 51, no. 12, pp. 2810-15, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5573/ieie.2014.51.12.174>
- [7] SS Choi, “Clinical Practice Satisfaction in the Department of Emergency Medical Service Students”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 14, no. 2, pp. 759-67, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.2.759>
- [8] OS Lee, MO Gu, “The Relationship between Emotional intelligence and Communication skill, Clinical competence & Clinical practice stress in Nursing Students”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 14, no. 6, pp. 2749-59, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.6.2749>
- [9] SY Son, MA Jeong, “The Comprehension of health care service bill of radiological technologist and dental hygienist and the study of necessity of including the service supply resources”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 12, no. 4, pp. 1696-702, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.4.1696>
- [10] KK Do, “The health effects of low-dose radiatio exposure”, *J Korean Med Assoc*, vol. 54, no. 12, pp. 1253-61, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2011.54.12.1253>
- [11] Amy Berrington de Gonzaiez, Sarah Darby, “Risk of cancer from diagnostic X-ray: estimates for the UK and 14 other countries”, *THE LANCET*, vol. 363, no. 4, pp. 345-51, 2004.
- [12] International Commission on Radiological Protection, “ICRP Publication 60: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, Pergamon Press, vol. 23, 1991.
- [13] International Commission on Radiological Protection, “The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, ICRP Publication 103, 2007.
- [14] National institute of food and drug safety evaluation, “Annual report on radiation exposure dose on persons engaged in radiation related job of medical institutes”, *KFDA*, 2011.
- [15] SM Baek, ES Jang, “Comparative evaluation of radiation exposure in radiation-related workers”, *The Korean Society of Radiology*, vol. 5, no. 4, pp. 195-200, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2011.5.4.195>
- [16] JH Kwak, “Analysis on Characteristics of Radiation Exposure Dose for Radiological Workers in Third Medical Facilities in Pusan”, *The Graduate School Pusan National University*.
- [17] KR Dong, “A study on Radiation Exposure Doses for Radiological Workers in Third medical Facilities in Seoul”, *Graduate school of public health Yonsei University*, 2003.
- [18] PA. Jursinic, “Changes in optically stimulated luminescent dosimeter (OSLD) dosimeter characteristics with accumulated dose”, *Medical Physics*, vol. 37, no. 1, pp. 132-40, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1118/1.3267489>
- [19] JA Lee, SY Son, JW Min, KW Choi, SR Na, HW Jeong, “The neutron dosimetry depending on the number of portals for prostate cancer IMRT(Intensity Modulated Radiation Therapy)”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 15, no. 6, pp. 3734-40, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.6.3734>
- [20] I. Mrcelal, T. Bokuliclj, J. Izweska, “Optically stimulated luminescence in vivo dosimetry for radiotherapy: physical characterization and clinical measurements in Co-60 beams”, *Physics in Medicine and Biology*, vol. 56, no. 18, 2011.
- [21] G. Cabral, A Amaral, L. Campos and M. I. Guimaraes, “Investigation of maximum doses absorbed by people accompanying patients in nuclear medicine departments”, *Radiation protection dosimetry*, vol. 101, no. 1, pp. 435-38, 2002.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a006020>
- [22] Yang, “Five-Year Individual Exposure Doses of Korean Radiation Workers:A Follow-up Study under ICRP 103”, *Graduate school of Dongshin University*, 2013.
- [23] TS Jeong, BC Shin, CW Moon, YD Cho, YH Lee, HY Yum, “The Analysis of radiation exposure of hospital radiation workers”, *J Korean Soc Ther Radiol Oncol*, vol. 18, no. 2, pp. 157-66, 2000.
- [24] JI Lee, CS Park, “A Study on Clinical Practice of Radiologic Technology Department”, *Journal of Daegu Health College*, vol. 20, pp. 91-106, 2000.
- [25] MN Ha, “Assessment of the Glycophorin a mutant assay as a biologic marker for low dose radiation exposure”, *Graduate school of Seoul National Univ.* 2000.

이 주 아(Joo-Ah Lee)

[정회원]



- 2014년 8월 : 고려대학교 의용과학 대학원 의학물리학과졸업 (이학석사)
- 2009년 8월 ~ 현재 : 가톨릭대학교 인천성모병원 방사선종양학과

<관심분야>  
방사선치료, 의학물리

**최 관 우(Kwan-Woo Choi)**

[정회원]



- 2010년 7월 : 고려대학교 의용과학 대학원 의료영상공학과졸업 (공학 석사)
- 2015년 8월 : 한양대학교 보건학과 졸업 (보건학박사)
- 2001년 2월 ~ 현재 : 서울아산병원 영상의학과

<관심분야>

자기공명영상학, 보건학, 방사선영상학, 의료영상공학

**손 순 룡(Soon-Yong Son)**

[정회원]



- 1999년 2월 : 단국대학교 보건행정학과졸업 (보건행정학석사)
- 2013년 8월 : 한양대학교 보건학과 졸업 (보건학박사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 원광보건대학교 방사선과 교수

<관심분야>

방사선영상학, 디지털영상학, 보건학, 핵의학, 관리학

**민 정 환(Jung-Whan Min)**

[정회원]



- 2005년 2월 : 고려대학교 의용과학 대학원졸업 (의공학석사)
- 2012년 2월 : 가톨릭대학교 의학물리공학졸업 (이학박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 신구대학교 방사선과 교수

<관심분야>

영상정보공학, 전기전자공학, 방사선기기학

**임 중 천(Jong-Cheon Lim)**

[정회원]



- 2014년 4월 : 을지대학교 보건대학원졸업 (보건학석사)
- 2000년 7월 ~ 현재 : 한양대학교 의료원 영상의학과

<관심분야>

컴퓨터단층촬영, 디지털영상