

<원저>

문 개폐 여부와 차폐체 설치 유무에 따른 공간산란선량 측정 : X선 촬영 시 피폭선량 감소방안에 대한 연구

윤홍주¹⁾·이용기²⁾·이인자¹⁾

¹⁾동남보건대학교 방사선과 · ²⁾충북보건과학대학교 방사선과

Measurement of the Spatial Scattering Dose by Opening, Closing Door and Installing Shielding : A Study on the Reduction of Exposure Dose in Radiography

Yoon Hong-Joo¹⁾·Lee Yong-Ki²⁾·Lee In-Ja¹⁾

¹⁾Department of Radiological Technology, Dongnam Health University

²⁾Department of Radiological Technology, Chungbuk Health & Science University

Abstract Recently, due to the increased use of medical radiation, the radiation exposure of radiation workers should be considered as well as medical exposure of patients. And it is recommended to close the door during radiography. However, In this study, when the door was inevitably opened for radiography, the proposed method was to install the shield as a method of reducing the exposure dose. And its efficiency was analyzed. In simple chest radiography, the measurement point was changed according to the measurement location. Dose rate were measured 10 times for each condition using a dosimeter. And the average value was derived. Using this, the change of dose according to the opening and closing of the door and the installation of the shield was analyzed. Using this, we compared and analyzed the dose change according to the door opening and closing and the installation of the shield, and significance was verified through the SPSS ver. 24. Depending on whether the door was opened or closed, 11,215.35%, 159.0%, 101.9% increased in front of the door in the consol room, behind the wall and behind the lead glass. Depending on the installing of the shield, the 49.2%, 29.6%, 19.9%, 30.6% decrease in front of the door in the examination and consol room, behind the wall and lead glass. In addition, statistical analysis was showed that there were significant differences in both the results according to whether the door was opened or closed and shielding($p<.05$). Close the door during radiography. However, when the door should be opened, it was confirmed that the dose rate were reduced by installing the shield. Therefore, to optimize radiation protection, it is recommended to install shields when opening the door.

Key Words : X-ray, Radiography, Leakage Dose and Scattered Dose, Exposure Dose, Shielding Board

중심 단어 : X선, 누설선량, 산란선량, 조사선량, 차폐판

I. 서론

1895년 11월 독일의 물리학자 뢰트겐(Wilhelm Conrad Röntgen)이 X선을 발견하면서[1] 의료분야에 이용되었으며, 의학 발전에 지대한 영향을 끼쳤다[2]. 우리나라의 경우 1913년 최초로 방사선발생장치가 도입되었고, 점차 의료 수

요가 증가하면서 전체 의료자원 이용량의 6-10% 차지하고 있다[3].

하지만 사용량이 증가되는 만큼 방사선 피폭 또한 증가하여 문제가 된다. 의료피폭은 진료를 목적으로 환자들에게 조사되는 모든 방사선 피폭이며 이는 인위적으로 받는 피폭 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다[4]. 또한 진단에서 치료까

Corresponding author: In-Ja Lee, Department of Radiological Technology, Dongnam Health University, 50, CheonCheon-Ro 74-Gill, Janan-Gu, Janan-Gu, Suwon, Gyunggi-do, 440-714, Korea / Tel: +82-31-249-6402 / E-mail: ijlee@dongnam.ac.kr

Received 5 November 2019; Revised 12 December 2019; Accepted 14 December 2019

Copyright ©2019 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

지 관련 분야의 업무 확대 및 업무량의 증가함에 따라 방사선작업종사자의 수 또한 증가하고 있어 종사자의 피폭 관리가 중요하게 대두되고 있다[5]. 그러나 방사선검사 시마다 X선관으로부터 누설선이 누출되고 피사체로부터 산란선이 발생하여 생기는 피폭은 막기 힘든 실정이다[6]. 특히 확률적 영향에 대한 피폭선량은 문턱값이 없다. 따라서 저선량의 피폭에도 장애가 발생할 위험이 존재한다. 또한 피폭되는 선량이 증가함에 따라 위해도 또한 증가하기에 항상 피폭에 대한 문제가 우려된다[7].

이에 원자력안전법에 의거하여 방사선작업종사자의 개인피폭선량계 착용을 의무화하고 국제방사선방호위원회(international commission in radiological protection; ICRP)의 권고에 따라 연간 허용피폭선량을 50 mSv(연평균 20 mSv)로 규정하여 엄격하게 관리하고 있다. 또한 방사선관리구역에 대한 선량률 규제도 함께 시행되고 있다[8-10].

진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙 별표 2에 따르면 방어벽의 바깥쪽에서 측정된 방사선 누설선량 및 산란선량의 합계는 주당 100 mR(2.58×10^{-5} c/kg) 미만이어야 한다[11].

따라서 방사선 방호의 최적화를 위하여 문을 닫고 촬영하는 것이 권고되고 있다. 하지만 임상에서 수많은 환자를 응대하는 만큼 그 변수는 다양하다. 만일 제어실 문을 닫고 검사한다면 방사선작업종사자의 시야가 좁아지고 환자와의 소통이 차단되는 등 이로 인하여 응급상황 시 대처능력이 저하된다. 또한 지속적인 문 개폐에 따른 검사의 지연 시간이 발생하여 계속 누적되고 결국 전체적인 업무지연을 초래하여 그 효율을 떨어뜨리게 된다. 즉 예기치 못한 응급상황의 예방 및 신속한 대처와 업무효율 향상을 위하여 X선 검사 시 불가피하게 제어실 문을 열어놓는 경우가 발생한다[12].

이렇듯 문을 열고 검사 시행 시 제어실 내의 공간산란선량에 영향을 미칠 가능성이 높아져 누설선량 및 산란선량의 법정 기준치인 주당 100 mR을 초과할 수 있을 것으로 우려된다. 이는 제어실 내에서 근무하는 방사선작업종사자의 피폭선량에도 영향을 미칠 것으로 사료된다. 따라서 종사자의 피폭선량 최소화와 동시에 효과적인 업무수행이 요구되는 만큼 실제 업무상황을 고려하여 피폭선량 감소를 위한 방안이 필요할 것으로 여겨진다.

외부 방사선 피폭의 방호 3원칙은 시간, 거리, 차폐이다. 본 논문에서는 거리와 차폐 두 가지 상황을 고려하였다. 검사실 내 문 앞에서부터 제어실 안까지 방사선작업종사자가 자주 위치하는 장소를 측정지점으로 설정하여 방사선발생 장치로부터의 거리에 따른 변화를 보고자 하였으며 이후 문 개폐 여부와 차폐체 설치 유무에 따른 누설선량 및 산란선

량의 변화를 측정한 후 비교 분석하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험기기 및 재료

방사선발생장치는 Accuray-650R (DK medical, Korea)을 사용하였으며 차폐체로는 일반촬영 시 이용되는 길이측정용 보조기구(가로 90 cm × 세로 150 cm) 납 당량 1 mm인 유리를 사용하였다(Fig. 1). 그리고 선량률계는 FH40GL-10 (Thermo fisher scientific, USA)을 사용하였다(Fig. 2). FH40GL-10의 선량률 측정범위는 10 nSv/h~100 mSv/h이며, 에너지 측정범위는 30 keV~4.4 MeV이다. 또한 측정기의 정확성을 확인하기 위해 2018년 12월 12일 검·교정하였으며 평균 교정인자는 1.292로 나타났다.



Fig. 1. Lead glass



Fig. 2. Dosimeter (FH40GL-10)

2. 실험방법

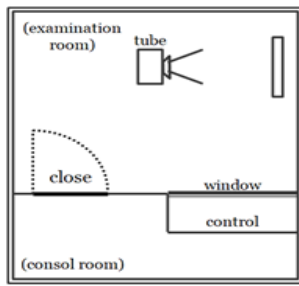
1) 촬영조건

X선 촬영 시 일반적으로 시행되는 단순흉부촬영을 기준으로 촬영거리는 200 cm, 관전압 120 kVp, 관전류량 5 mAs로 조사했을 때 측정점에서 선량을 10회씩 측정하였다.

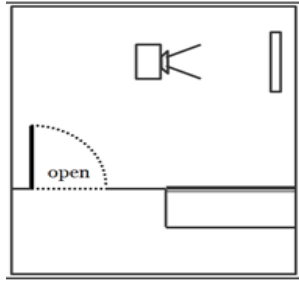
2) 측정상황 및 측정지점

문 개폐 여부와 차폐체 설치 유무에 따른 선량률을 비교하고자 하여 문을 닫고 검사할 때, 문을 열고 검사할 때, 그리고 문을 열고 차폐체를 설치하였을 때로 세 가지 측정상황을 설정하였다(Fig. 3).

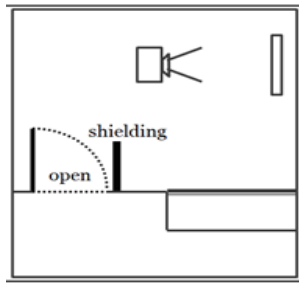
이에 각 상황 별 측정지점은 방사선검사 시 방사선작업종사자가 제어실 및 검사실 내에 자주 위치하는 지점을 임의적으로 선정하였다. 검사실 내 출입문 앞 20 cm(A), 제어실 내 출입문 앞 20 cm(B), 출입문과 납 창문 사이의 벽 뒤(C) 그리고 제어 컴퓨터 앞(D)으로 설정하여 측정하였다(Fig. 4).



(A) When the door was closed



(B) When the door was opened



(C) When the door was opened and the shielding was installed

Fig. 3. Three situations were considered for each point

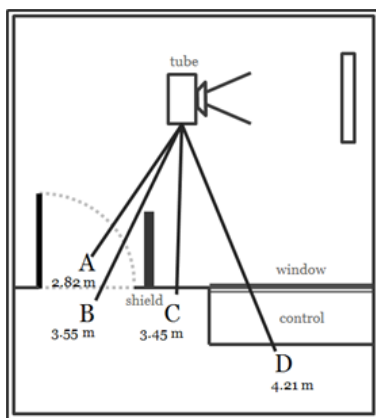


Fig. 4. The location of frequent radiation workers was set as a point(A: In front of the door in the examination room, B: In front of the door in the consol room, C: Between the walls, D: In front of the computer)

3) 측정방법 및 평가

측정 상황 별 측정지점에서 각 10회씩 선량률을 측정후 평균값 및 표준편차를 도출하였다.

근로기준법 제 50조 제 1항에 의해 주 40시간 근무를 기준으로 단순흡부촬영을 하루 약 200명 검사하는 것으로 가정하였으며, 시간당 25명을 검사하는 상황인 것이다. 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙 별표 2에 의해 방어벽의 바깥쪽에서 측정한 누설선량 및 산란선량은 주당 100 mR 미만이어야 한다. 이를 단순계산으로 환산한다면 2.5 mR/h이므로 한 사람을 검사할 때마다 0.1 mR/h의 선량률을 초과하지 않아야 하며 이를 방호량의 단위인 유효선량으로 변환한다면 결국 1회 측정당 87 μ Sy/h 미만이어야 한다(Eq. 1).

$$\frac{100mR/w \div 40h/w}{200no./d \div 8h/d} = 0.1mR/h \approx 87\mu Sv/h$$

100 mR/h : statutory standard of leakage and scattered dose
40 h/w, 8 h/d : the Labor Standards Act
200 no./d : examination count per day

Equation 1. Set leakage and scattered dose rate limit per measurement

또한 문 개폐 여부와 차폐체 설치에 따른 선량률 변화는 평균값을 이용하여 증가율 및 감소율을 비교 분석하였다.

4) 통계분석

통계 분석 방법으로 SPSS version 24.0 (Statistical Package for the Social Sciences, IBM Co., Chicago, USA)을 이용하여 각 측정된 선량률 평균값을 정량적으로 비교 분석하였다. 또한 보수적 통계방법인 대응표본 t 검정 (paired t test)을 사용하여 각 상황 별 수집군에 대한 유의한 차이를 신뢰구간 95%로 설정하여 p-value가 .05 미만인 경우에 통계적으로 유의성이 있다고 판정하였다.

III. 결과

측정상황 별 측정지점에서 각 10회씩 선량률을 측정하여 평균값 및 표준편차를 도출하였다.

출입문을 닫고 검사할 때에 제어실 내 출입문 앞 20 cm (B)에서 $0.142 \pm 0.010 \mu$ Sy/h, 출입문과 납유리 사이의 벽

Table 1. Dose rate measurement according to measurement condition at the points [unit: $\mu\text{Sv/h}$]

	Closing	Opening	Shielding	Background
A	248.1 ± 11.166	248.1 ± 11.166	125.9 ± 8.768	
B	0.142 ± 0.010	159.4 ± 9.264	112.1 ± 7.828	
C	0.122 ± 0.011	0.316 ± 0.037	0.253 ± 0.009	0.094 ± 0.007
D	0.105 ± 0.010	0.212 ± 0.015	0.147 ± 0.004	

A: In front of the in the examination room, B: In front of the door in the consol room, C: Between the walls, D: In front of the computer

뒤(C)에서 $0.122 \pm 0.011 \mu\text{Sv/h}$ 그리고 제어 컴퓨터 앞(D)에서 $0.105 \pm 0.010 \mu\text{Sv/h}$ 로 나타났다.

출입문을 열고 검사할 때에 검사실 내 출입문 앞 20 cm (A)에서 $248.1 \pm 11.166 \mu\text{Sv/h}$, 제어실 내 출입문 앞 20 cm에서 $159.4 \pm 9.264 \mu\text{Sv/h}$, 출입문과 납 창문 사이의 벽 뒤에서 $0.316 \pm 0.037 \mu\text{Sv/h}$ 그리고 제어 컴퓨터 앞에서 $0.212 \pm 0.015 \mu\text{Sv/h}$ 로 나타났다.

출입문을 열고 차폐체를 설치하였을 때에 검사실 내 출입문 앞 20 cm에서는 $125.9 \pm 8.768 \mu\text{Sv/h}$, 제어실 내 출입문 앞 20 cm에서는 $112.1 \pm 7.828 \mu\text{Sv/h}$, 출입문과 납 창문 사이의 벽 뒤에서는 $0.253 \pm 0.009 \mu\text{Sv/h}$ 그리고 제어 컴퓨터 앞에서는 $0.147 \pm 0.004 \mu\text{Sv/h}$ 로 나타났다(Table 1).

IV. 고 찰

의료기관에서 질병의 진단이나 치료를 목적으로 시행하는 방사선검사 건수가 과거에 비하여 현저하게 증가하는 현상을 보이고있다.

의료방사선으로 사용되는 X선은 방사선 검사 시 누설선 및 산란선이 발생하여 방사선작업종사자에게 불필요한 피폭을 유발함과 동시에 영상의 질을 저하시킨다. 따라서 이를 차단하거나 최소화시키기 위한 적절한 대책이 요구되고 있다[13].

이러한 피폭선량을 방지하기 위해 출입문을 닫고 검사하는 것이 가장 이상적이지만, 임상에서는 응급상황 발생 시 빠른 대처를 위하여 출입문을 열어두고 검사하는 실정이다. 출입문의 개폐여부에 따른 선량률 비교와 더불어 종사자의 피폭선량 감소방안으로서 차폐체 설치의 유용성을 검증하고자 세 가지 측정상황(출입문 닫고, 출입문 열고, 출입문 열고 차폐체 설치)을 설정하였다. 또한 방사선 검사 시 종사자가 자주 위치하는 곳을 측정지점으로 설정하여 다양한 측정값을 얻고자 하였다. 촬영조건은 가장 일반적으로 사용되는 단순흉부촬영을 기준으로 하였으며 각 측정상황별 측정 지점에서 10회씩 선량률을 측정 후 평균값과 표준편차를

도출하였다.

일반적으로 방사선검사 시 출입문을 닫고 촬영하도록 권고하고 있다. 이는 작업종사자의 방호에 최적화를 달성하기 위함이다. 그리고 외부피폭 방호의 3원칙 중 차폐에 해당하며 피폭선량 감소 측면에서 가장 이상적이기 때문이다. 하지만 임상에서는 응급상황 대처와 업무효율을 위해 불가피하게 문을 열고 검사하는 상황이 발생한다. 이는 가장 현실적인 상황이다. 측정위치에서 출입문 개폐 여부에 따른 선량률 감소율을 보면, 제어실 내 출입문 앞에서 출입문을 열고 검사할 때보다 출입문을 닫고 검사할 때에 선량률이 99.9% 감소하였다. 문과 납유리 사이의 벽 뒤에서 문을 열고 검사할 때보다 문을 닫고 검사할 때에 선량률이 61.4% 감소하였다. 제어 컴퓨터 앞에서 출입문을 열고 검사할 때보다 출입문을 닫고 검사할 때의 선량률은 50.5% 감소하였다. 그러나 불가피하게 출입문을 열고 검사해야 하는 상황에서는 방사선작업종사자의 피폭선량 감소를 위하여 차폐체의 설치를 제안하고자 한다.

검사실 내 출입문 앞에서 출입문을 열고 검사할 때보다 출입문을 열고 차폐체를 설치하여 검사할 때에 선량률이 49.2% 감소하였다. 제어실 내 출입문 앞에서 출입문을 열고 검사할 때보다 출입문을 열고 차폐체를 설치하여 검사할 때에 선량률이 29.6% 감소하였다. 출입문과 납 창문 사이의 벽 뒤에서 출입문을 열고 검사할 때보다 출입문을 열고 차폐체를 설치하여 검사할 때에 선량률이 19.9% 감소하였다. 제어 컴퓨터 앞에서 출입문을 열고 검사할 때보다 출입문을 열고 차폐체를 설치하여 검사할 때에 선량률이 30.6% 감소하였다. 외부피폭의 3원칙인 시간, 거리, 차폐를 생각해 볼 때 방사선발생장치에서 거리가 멀어질수록 선량의 강도가 $1/(\text{거리})^2$ 로 감소되는 '거리 역자승 법칙'이 적용된다[14]. 그러나 촬영실의 공간으로 먼 거리로 피할 수 없다면 업무수행에 좀 어렵다 할지라도 차폐체를 설치하는 것이 방사선작업종사자를 보호 할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 선행 연구 결과를 보면 촬영실 문이 열린 상태에서 촬영 시 측정 위치에 따라 약 2.3배의 선량률의 변화가 있었으며, 그에 따른 결론으로 촬영실 문의 방향에 따라 촬영실의 문이 차폐

체의 효과를 기대할 수 있으므로 촬영실 문의 방향을 고려하여 시설을 구성하는 것을 제안할 수 있다[12].

또한 실제 측정값을 연간피폭선량의 단위로 환산하여 방사선작업종사자의 연간피폭선량 상한치에 비교분석해보았다. 단위환산을 위하여 측정값을 토대로 1회 검사 시 약 1초 동안 피폭되었다고 보수적으로 가정하였다. 그 결과, 출입문을 닫고 검사할 때의 모든 측정지점에서 0.01 mSv/y 이하였으며, 출입문을 열고 검사할 때 검사실 내 출입문 앞과 제어실 내 출입문 앞에서 3.45 mSv/y, 2.21 mSv/y로 나타났으며 출입문을 열고 차폐체를 설치하여 검사할 때 검사실 내 출입문 앞과 제어실 내 출입문 앞에서 1.75 mSv/y, 1.56 mSv/y로 나타났다. 따라서 방사선작업종사자의 연간피폭선량 상한치는 5년 동안 100 mSv이며 연평균 20 mSv로서 모든 측정지점에서 초과하는 지점은 없었지만 문을 열고 검사할 때 다른 측정상황보다 높은 비율을 보이므로 종사자의 피폭 최소화를 위하여 주의를 요하는 바이다.

측정한 평균값을 토대로 진단용 방사선 발생장치의 안전 관리에 관한 규칙 별표 2의 기준 값(1)을 임의적인 설정 값과 더불어 단순 계산 해 본 결과로 1회 검사 시 선량률이 87 μ Sv/h 미만이어야 하는 기준 값이 도출되었다. 해당 기준을 초과하는 측정지점은 출입문을 열고 검사할 때와 출입문을 열고 차폐체를 설치하여 검사할 때 각각 검사실 내 출입문 앞과 제어실 내 출입문 앞으로 총 네 군데로 나타났다. 이에 방사선 검사 시 종사자가 출입문을 닫고 제어실 내에 위치한다면 기준치를 초과할 우려가 없었으며 만일 출입문을 열고 검사한다면 동일 측정상황에서 발생장치로부터 멀어졌을 때 선량률이 보다 감소하며 차폐체를 설치함으로써 동일 측정지점에서 선량률이 49.2%, 29.6% 감소하였다.

이 뿐만 아니라 출입문을 열고 검사할 때 차폐체 설치 시 모든 측정지점에서 선량률 감소를 확인할 수 있었다. 따라서 출입문을 닫았을 때보다 출입문을 열고 검사했을 때 선량률은 증가하며 이때 차폐체 설치를 통한 선량률 감소를 확인함으로써 차폐체 설치의 유의성을 확인하였다.

저선량으로 피폭되는 양이 비교적 적을지라도 동일인이 동일 장소에서 장기간 근무한다면 피폭선량은 누적되고 이에 확률적 영향의 발생 또한 증가한다. 따라서 방사선 방호의 대원칙 중 하나인 ALARA (as low as reasonably achievable)[15]에 의거하여 피폭선량을 가능한 줄이고자 하는 노력이 항시 필요하므로 차폐체 설치의 의의는 분명히 존재한다.

마지막으로 본 논문에서의 제한점으로 우선 차폐체로서 납 칸막이가 아닌 납 당량 1 mm인 유리를 사용하였다. 이에 재질 및 납 당량에 따른 차폐율의 차이가 있을 것으로 사료

된다. 또한 차폐체의 설치 위치를 다양하게 설정하여 보다 효율적인 위치를 적용하였다면 좋으리라 사료된다. 그리고 실험 시 적용한 촬영법이 가장 보편적으로 하는 단순흉부촬영으로 한정되었기에 여러 촬영조건으로 설정하여 실험한다면 다양한 결과 값을 얻을 수 있으리라 사료된다. 또한 실제 임상에서는 환자를 대상으로 검사하기에 산란 선량률에 대한 차이가 있을 것으로 사료된다. 그리고 식에서의 임의적인 설정 값과 더불어 연간피폭선량은 단위 변환으로 구한 값이기에 환산 값과 실제 값의 차이가 있으리라 사료된다.

V. 결론

일반적으로 방사선검사 시 출입문을 닫고 검사하는 것이 권고된다. 그리고 검사 시 방사선작업종사자는 방사선발생 장치에서 최대한 멀리 위치하여 직업적 피폭을 줄이고자 노력하는 것이 원칙이다.

하지만 응급 상황 및 업무효율 등으로 인하여 불가피하게 출입문을 열고 검사해야 하는 상황이 발생한다. 이때 검사 공간 내의 선량률이 증가함을 확인하였고 이에 차폐체를 설치함으로써 선량률이 유의하게 감소하는 것을 확인하였다. 본 논문의 목적은 방사선작업종사자의 피폭선량 감소와 방호의 최적화를 이루고자 하였다. 따라서 불가피하게 출입문을 열고 검사할 때에는 꼭 차폐체를 상시 설치하기를 권고한다.

REFERENCES

- [1] Jeong TS, Shin BC, Moon CW, Cho YD, Lee YH, Yum HY. The analysis of radiation exposure of hospital radiation workers. *Journal of The Korean Society for Radiation Oncology*, 2000;18(2):157-66.
- [2] Choo SS. Current status of radiation safety management by medical use of radiation. *Journal of The Korean Association for Radiation Protection*, 1990; 15(1):39-46.
- [3] Lee GG. A study on the job satisfaction of radiologist [A Master's Thesis]. 2001.
- [4] Kim YH, Choi JH, Kim SS, Lee CH, Cho PK, Lee YB, Kim CM. A study on the utilization of diagnostic equipments and patient dose for diagnostic radiological procedures in Korea. *Journal of the Medical*

Physics. 2005;16(1):10-5.

[5] Im IC, Lee JS, Kweon DC. Leakage and scattered radiation from X-ray unit in radiography. Journal of The Korean Society of Radiology. 2011;5(3):155-9.

[6] Im IC, Lee JS, Kweon DC. Leakage and scattered radiation from X-ray unit in radiography. Journal of The Korean Society of Radiology. 2011;5(3):155-9.

[7] Lee HL. Radiation doses from occupational exposure of the radiological workers. The Report of National Institute of Health. 1992;29(2):460-6.

[8] Lee JA, Choi KW, Min JW, Lim JC, Son SY. Analysis of radiation exposure in radiation worker in medical facility and student in clinical practice. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2016;17(8):442-8.

[9] Ryu JK, Jung WY, Shin SK, Cho SM, Dong KR, Kim HS. Occupational radiation exposure to hospital workers: On the effect of hematological change. The Korean Journal of Nuclear Medicine Technology. 2008;12(3):157-70.

[10] ICRP 103. Recommendations of the international commission on radiological protection. ICRP Publication; 2007.

[11] IEC 60601-1-3 Medical electrical equipment, Part 1. General requirements for radiation protection in diagnostic X-ray equipment dissertation. 2013; 13(60) 8:331-8.

[12] Choi WK, Kim JH, Kang BS, Bae SH, Lim SC. Shielding effect according to the direction of control room door opening during radiography. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 2010;11(9):3347-52.

[13] Choi SK. Change of the scattered dose by field size in X-ray radiography. The Korea Contents Society. 2013;13(3):198-203.

[14] Shin GS, Yoo KY, Kim HS, Park MH, Kim YM, Lee JO, et al. Radiation physics. Seoul, Shinkwang Publising Company. 2014;1:247-9.

[15] Lee SH, Jang YJ, Kim TY, Jeong DH, Choi GS. Evaluation on the radiation exposure of radiation workers in proton therapy. The Journal of Korean society for Radiation Therapy. 2012;24(2):107-4.

구분	성명	소속	직위
제1저자	윤홍주	동남보건대학교	학생
공동저자	이용기	충북보건과학대학교	조교수
교신저자	이인자	동남보건대학교	부교수