

◆ 원 저 ◆

이동형 X-ray 발생장치를 이용한 복부 촬영 시 공간 선량률에 관한 연구

박창희

대구보건대학 방사선과

Analysis of Space Radiation Dose Rate using portable
X-ray Generating Device for Abdomen

Chang Hee Park

Department of Radiologic Technology, Daegu Health College

Abstract

This experimental study is carried out one of the General Hospital in Kyungbok providence. Abdomen Phantom being located Anterior-posterior(AP) position on portable bed, and the portable X-ray generating device was placed the phantom at -90° direction. The experiment were set 65 kVp, 10 mAs, $10 \times 10 \text{ cm}^2$, 100 cm(FOD) for the measurement. Digital proportional counting tube survey meter was used for measuring the space scatter dose. Measurement points of horizontal distribution was set up at 30° interval by increasing 50 cm radius of upside, downside, left and right. Vertical distribution of measurement points were set up for the vertical plane with a radius of at 30° intervals with 50cm increments. It is concluded that longer distance from the source of X-ray significantly decrease radiation dose to the patient and use of the radiation protection device should be applied in clinical practice to reduce dose to the patient.

Key Words : Portable X-ray generating device, Radiation dose, Abdomen

I. 서론

최근 사람들이 건강 등에 대한 관심이 많아지는 등 병원을 내원하는 경우가 많아지고 있으며, 이로 인해 X-ray 촬영이 점점 증가하는 추세이다.^{1~2} 일반적으로 X-ray 촬영은 영상의학과 일반촬영실에서 시행하며 그

중 이동형 X-ray 발생장치를 이용한 촬영은 임상에서 거동이 불편하거나 중환자들을 위한 촬영이다. 보통 영상의학과 촬영실은 방사선 방어에 크게 문제가 되지 않는 반면, 병실 등은 방사선 차폐에 대한 경각심이 적어 소홀히 하는 경향이 있고 촬영 시 발생하는 산란선은 작업종사자는 물론이고 주변인에 대한 피폭선량의 증감을 좌우하는 중요한 요소 중 하나이다.³ 이로 인해, 병실에서 촬영 시 촬영 대상인 환자의 피폭은 진단을 위한 근거로 인해 필요하지만, 방사선작업종사자와 동일 병실의 다른 환자 및 보호자 그리고 중환자실에 근무하는 의료인 등에 대한 피폭선량의 경감은 매우 중요하므로 촬영할 때 산란된 X-ray의 공간분포를 정확히 파악하는 것이 필요하다.⁴ 이를 계기로 대구광역시 소재의 중

Received August 11, 2010/ 1st Revised September 01, 2010/ 2nd Revised september 30 2010/ Accepted for Publication October 28, 2010

Corresponding Author: 박창희

(702-722) 대구광역시 북구 태전1동 산 7번지

대구보건대학 방사선과

Tel: 053) 320-1315 Fax: 053) 320-1449

E-mail: chpark@dhc.ac.kr

합병된 한 곳에서 이동형 X-ray 발생장치로 많이 촬영하는 복부를 대상으로 시행하였으며, 공간산란선량을 측정하여 의료피폭에 대한 인식을 높이기 위해 본 실험을 시도하였다.

II. 실험장치 및 방법

1. 실험 장치

- 이동형 X-ray 발생장치(POLYMOBILE-10, SIEMENS, Germany)
- Phantom(PBU-31, Kyoto Science, Japan)
- 디지털 비례계수관식 Survey meter(FH 40 G-L Radiometer, Thermo, Germany)
- 방사선선량측정기 (RAD-CHECK PLUS, VICTOREEN, USA)
- 이동형 환자용 Bed
- 기타 (줄자, 스티로폼, Apron, Survey meter, 지지대, 각도기)

2. 실험 방법

대구광역시 소재 일개 종합병원을 대상으로 실험하였으며, 실제 병실공간에서 측정하기 곤란하여 충분한 공간에서 병실촬영을 가정하여 이동형 침대에 복부 phantom을 AP position(전후방향)으로 놓고 이동형 X-ray 발생장치는 phantom의 -90° 방향에 위치시키고 65 kVp, 10 mAs, 조사야 $10 \times 10 \text{ cm}^2$, 초점-피사체간 거리(FOD)를 100 cm으로 설정하여서 실험하였다. X-ray 촬영 시에 산란 X-ray의 조사선량을 측정할 때 여러 지점에서 동시에 측정할 수 없으므로 각 지점에서 측정할 때 동일한 촬영 조건이 유지되어야 한다. 그래서 본 실험에 앞서 방사선 선량측정기인 RAD-CHECK PLUS를 이용하여 X-ray 출력의 재현성을 확인 하였으며 그 결과를 계산하여 그 성능을 평가하였다. 공간산란선량의 측정에는 디지털 비례계수관식 Survey meter를 이용하였고, 측정점은 Figure 1과 Figure 2와 같이 나타났다. Figure 1에 해당하는 수평분포 측정지점은 수직으로 입사하는 X-ray를 중심으로 환자가 누운 면을 수평면으로 하여 30° 간격으로 반경을 오른쪽, 왼쪽, 위쪽으로 50 cm씩 증가시키면서 설정하였다. 그리고 아래 방향은 실제 임상에서의 bed 배열에 따라 상대방측 위쪽 선량과 동일하므로 생략하였다. Figure 2에 해당하는 수직분포측정지점은 이동형 침대에 누워있는 환자를 중심으로

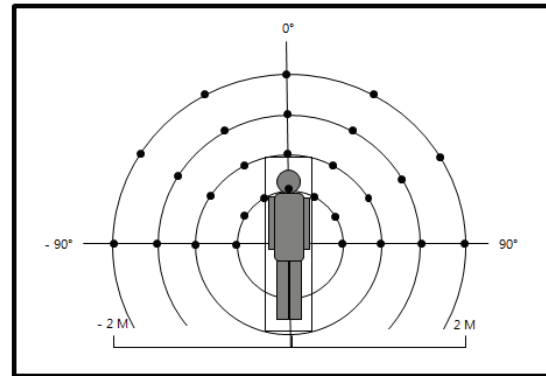


Fig. 1. Measurement points of Horizontal plane

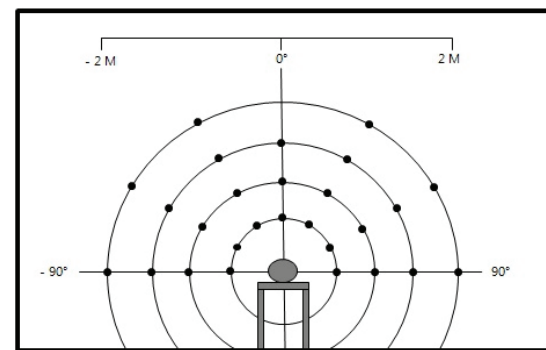


Fig. 2. Measurement points of Vertical plane

수직면에 30° 간격으로 반경을 50 cm씩 증가시키면서 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 이동형 X-ray 촬영장치의 재현성

본 실험에서는 산란 X-ray의 조사선량을 보다 정확하게 측정하기 위하여 실험에 사용한 이동형 X-ray 장치의 재현성을 평가한 결과 X-ray 출력의 재현성 값은 평균 0.03으로서 보건복지가족부령 제 156호의 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙에서 정한 변동계수 0.05 이하로서 재현성이 양호하였다.

2. 수평면 상에서의 공간산란 선량을

환자의 머리 방향을 0° 로 설정한 후 환자를 중심으로 좌, 우 각각 방향은 $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ 로 하였으며(좌우 90° 방향은 동일하므로 한번만 시행하였다) 거리는 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm 간격으로 수평조사 하였다. 실험에 대한 결과는 Table 1과 같고 그 결과를 분

Table 1. Space scatter dosimetry of Horizontal plane
(unit : μSv)

각 도 거 리	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm
90°	6.63	2.4	0.99	0.61
60°	7.90	3.44	1.50	0.78
30°	8.10	2.07	0.98	0.76
0°	7.48	1.91	1.49	-
-30°	6.48	2.45	0.82	0.64
-60°	6.35	2.75	1.20	0.63
-90°	5.76	2.09	0.86	0.53

Table 2. Space scatter dosimetry of Vertical plane
(unit : μSv)

각 도 거 리	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm
90°	3.32	1.07	0.55	0.30
60°	4.78	2.07	0.95	0.54
30°	7.54	2.89	1.83	1.39
0°	7.87	3.01	1.94	-
-30°	7.26	3.13	1.44	0.83
-60°	9.55	3.65	2.32	1.70
-90°	5.06	1.63	0.76	0.46

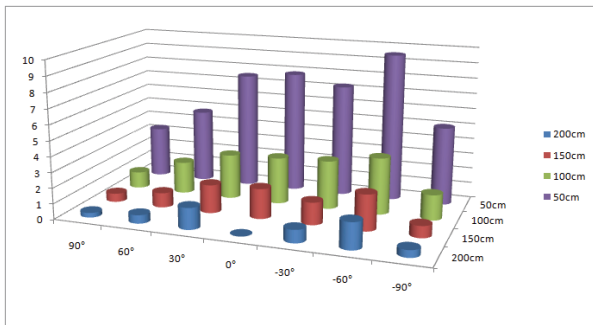


Fig. 3. The graph for measuring Results of Horizontal plane

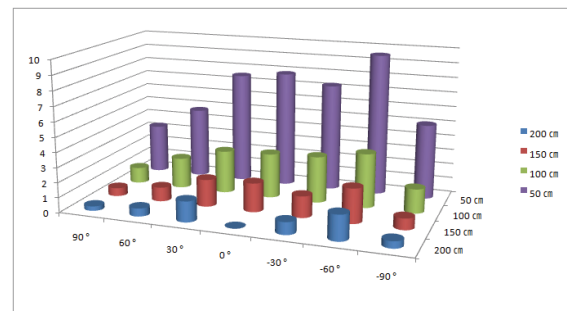


Fig. 4. The graph for measuring Results of Vertical plane

석하였다. 산란 X-ray은 환자를 중심으로 반경 100 cm 이내에는 집중적으로 조사되어 있음을 알 수 있었다. 50 cm에서는 평균 7.01 μSv , 100 cm일 때 2.44 μSv , 150 cm일 때 1.12 μSv , 200 cm일 때 0.66 μSv 로 나타났다. 따라서 그 반경이 점점 멀어질수록 X-ray발생원과 멀어지므로 X-ray량이 점점 낮아지고 있는 것을 알 수 있었다. 그리고 0° 방향일 때 보다는 90° 방향으로 갈수록 공간산란선량이 비교적 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 3).

3. 수직면 상에서의 공간산란 선량을

수직면상의 선량률도 수평면상의 방법과 동일방법으로 측정하였고, 결과는 Table 2와 같았고, 그 결과를 분석하였다. 일반적인 병실의 구조상 수직면에서 0°방향의 선량률은 병실 천정을 향하므로 동일 병실환자와 작업자의 방사선 피폭에 있어서 그 의미가 없다고 판단된다. 반경 30°방향의 평균공간산란선량은 3.85 μSv , 반

경 60°에서는 3.19 μSv , 반경 90°에서는 1.64 μSv 로써 수평에서 수직으로 갈수록 그 값이 낮아지는 것을 볼 수 있다. 그리고 침대 아래 방향은 환자 및 보호자의 선량에 대한 노출에 큰 영향이 없다고 판단하여 측정하지 않았다(Fig. 4).

IV. 고 찰

거동이 불편하거나 병원의 서비스 차원에서 이동촬영은 해마다 증가하고 있으며, X-ray 검사 시 나타나는 산란선은 영상의 화질을 저하시킬 뿐만 아니라 환자, 방사선작업종사자, 그 이외의 주변인(입원환자, 보호자 등)에게도 나쁜 영향을 미친다.^{5~6} 최근에는 개인에 대한 선량한도를 개인에 대한 risk(위험)한도 개념으로 확대하여 방사선의 위해에 대한 가능성까지 포함하고 있으며 국제 방사선 단위 측정위원회(International

Commission on Radiation Units and Measurements : ICRU)에서는 인체에 대한 방사선 측정에 있어서 측정의 위치나 방법 등을 구체적으로 표시하여 방사선 측정의 통일성과 정확성을 기하도록 하였다.⁷ X-ray 촬영 시 환자피폭선량은 지금까지 일반적으로 공중흡수선량이나 1차 선량과 배후산란선량을 포함시킨 표면흡수선량 및 1cm 선량당량이 평가되어 왔다. 그러나 이러한 선량들은 조사조건에 따라 크게 좌우된다. 그 중 공간산란선량은 조사조건에 따라 크게 변동하며 촬영실 내의 장치 종류나 물건 배치에 따라서도 달라질 수 있지만 공간산란선량분포의 방향성 기여도는 Phantom의 방향이 가장 크다고 보고하고 있다. 또한 환자의 피폭선량은 반가층과 피부표면선량을 측정하여 변환계수에 의해 계산을 하여야 하나 이는 단순히 환자가 받는 1차선에 불과하며 촬영실의 공간산란선량은 포함시키지 않은 선량이다.⁸ X-ray 이동촬영 시 실내의 공간에 있어서 공간산란분포는 환자나 술자에 있어 피폭정도를 인지하는데 중요한 지표로 사용되어 이 분야의 연구 자료가 많이 있다.⁹ 그러나 실제 임상실습을 통해 보고 듣고 느끼면서 차폐되지 않은 인접환자들이 받는 피폭이 얼마나 되는지 알기 위하여 본 실험을 통해서 병원에서 이동촬영 시 공간산란 선량률을 측정하였다. 방사선사에 대한 피폭선량은 안전하다는 의견이 55%로 많았으나, 환자가 받는 피폭선량에 대한 안전도에 대한 방사선사의 의견은 12%만이 안전하다는 의견으로 환자의 보호자가 받는 피폭선량은 신중히 고려를 해야 한다. 본 실험에서 환자로부터 50 cm 떨어진 곳의 평균 선량률 5.51 $\mu\text{Sv/hr}$ 는 자연방사선피폭선량 보다 훨씬 적은 것으로 입원환자간의 거리가 각 병원 평균 219 cm 떨어져 있는 병실에서는 별 문제가 되지 않는다고 사료된다. 낮은 양의 방사선에 피폭되면 회복기전에 필요한 새로운 단백질을 생성하는 유전자가 유도되는 적응반응을 함으로써 후에 더 높은 양의 방사선에 피폭될 경우 이의 효과를 감소시켜 세포의 손상이 감소된다는 이론도 있다.^{10~12} 하지만 환자와 근접해 있는 보호자나 의료인들은 피폭위험에 대한 불안감과 정신적으로 위협하다고 느끼고 있고 불필요한 피폭이 우려되므로 일본 의료법에서와 같이 병실에서 퇴실시키거나 200 cm 이상의 거리를 유지하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

V. 결론

본 실험은 이동형 X-ray 발생장치를 사용함으로써 피검자 같은 경우 방사선 방호원칙 중에 행위의 정당화에 인정되지만 작업종사자나 주변인에게는 불필요한 피폭이다. 이를 계기로 X-ray 발생조건을 65 kVp, 10 mAs로 하여 복부 phantom을 2회 촬영한 경우 50, 100, 150, 200 cm에서 공간산란선량을 수직면과 수평면 각각의 각도에서 측정을 함으로써 이루어졌다. 그 결과 X-ray 발생원으로부터 멀어질수록 수평, 수직 면상에서의 산란선량이 감소를 볼 수 있었다. 그리고 50 cm 이상에서는 평균 5.51 $\mu\text{Sv/hr}$ 의 측정치가 자연방사선피폭선량보다 작았다. 현재 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙 중 이동형 X-ray 발생장치를 사용할 때에는 방어막 칸막이를 사용하도록 명시되어 있으나, 임상에서 실제로 잘 사용되지 않는 것이 현실이다. 이와 비슷한 주제로 나와 있는 논문 결과를 보면 방어용 칸막이를 사용하였을 경우 공간산란선량이 60%로 줄어드는 것을 볼 수 있다. 따라서 종사자는 검사시 항상 Apron 및 보호 장구를 착용하도록 하고, 같은 병실 내 환자 및 보호자에게도 방어용 칸막이 등 충분한 조치를 취해야 하는 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Park MH, Lee JI. Measurement of the Spatial Dose Rates from Radioactive Patients during Nuclear Medicine Studies. *Radiological science and technology* 2002; 25: 73-6.
2. Ha HH. A Study for Reduction of Radiation Dose in the Field of Diagnostic Radiology: Apoint of Tube Voltage and Filtration. *Journal of radiological science and technology* 1992; 15: 89-97.
3. Ahn BS, Lee HH. A Study on the Scattered Dose in Portable Chest Radiography. *Journal of radiological science and technology* 2000; 23: 63-6.

4. Park YS, Ahn BS. An Experiment on Scattered-ray Content Ratio and Skin Dose according to the Exposure Condition for Chest Radiography. *Journal of radiological science and technology* 1992; 15: 3-9.
5. Kwon DM, Park MH, Nam HD. Measurement of the Scattered Spatial Dose Distribution for the Mobile X-ray Radiography. *Journal of radiological science and technology* 2001; 24: 23-6.
6. An SM, Oh JH, Kim SC. A Study on Scattered Dose in Operation Room by C-arm Unit. *Journal of radiological science and technology* 2000; 23: 69-73.
7. Ahn BS. A Study on The Scattered Dose in Diagnostic X-ray Examination. *Journal of Korean Society of Medical Imaging Technology* 2005; 4: 33-9.
8. Lee IJ, Park KY, Kim SS. Research on the Actual Condition of Mammography and Space Scattered Dose in Mammography Room. *Journal of radiological science and technology* 2006; 29: 21-8.
9. Oh HJ, Kim SS, Kim YI, Lim HY, Kim HT, Lee WM, et al. A Study on the Behavior the Free Space Scatter dose in X-ray Diagnostic Room. *Journal of radiological science and technology* 1994; 17: 21-7.
10. Oh HJ, Kim SS, Kim YI, Lim HY, Kim HT, Lee WM, et al. A Study on the Directional Dependence of Scatter Ray in Radiography. *Journal of radiological science and technology* 1995; 18: 63-70.
11. Park MH, Lee JI. A Study on Radiation of the Diagnostic X-ray Equipments. *Journal of radiological science and technology* 1997; 20: 55-9.
12. Kim SC, Lee WC, Kim JM. The development of photo-diode dosimeter(PD-2000) for the diagnostic X-ray Energy. *Journal of radiological science and technology* 2000; 23: 27-32.