

## 이동형 X선촬영에서 공간산란선량 분포 측정

대구보건대학 방사선과 · 영남대학교 전자정보공학부\*  
권덕문 · 박명환 · 남효덕\*

- Abstract -

### Measurement of the Scattered Spatial Dose Distribution for the Mobile X-ray Radiography

Deok Mun Kwon · Myeong Hwan Park · Hyo Duk Nam\*  
Dept. of Radiologic Technology, Taegu Health College  
School of Electronic and Information Engineering, Yeungnam University\*

The spatial distribution of the scattered dose for mobile X-ray radiography is measured. The scattered X-ray exposures at the radius of 50, 100 and 150 cm from the irradiation center are 880, 180 and 50  $\mu$ R, respectively. This scattered X-rays can be reduced to 60% by inserting the portable shield made by 0.4 mm copper sheet sandwiched in two plywoods.

## I. 서 론

방사선을 사용하는 경우 허용된 범위의 피폭이라 하더라도 방사선피폭으로 인한 이익이 손실보다 클 경우에만 피폭을 허용하며, 가능한 방사선 피폭을 줄임으로서 방사선피폭으로 인한 확률적 영향과 비확률적 영향의 발생을 감소시킬 수 있다<sup>1)</sup>.

X선 촬영시 촬영실 내 공간에서 산란 X선의 공간분포는 환자는 물론이고 병원에 근무하는 의료인과 방사선작업종사자에 있어 피폭정도를 인지하는데 중요한 지표<sup>2)</sup>가 될 수 있음에도 불구하고 지금까지 이 분야의 연구가 미흡하여 막연히 촬영실 내에는 산란선이 존재하고 이로 인한 피폭을 받는다고만 생각해 온 것이 보편화 된 사실이다<sup>3)</sup>.

특히 이동형 X선 촬영은 임상에서 거동이 불가능하거나 중환자 등에게 꼭 필요한 촬영으로서, 1일의 촬영건수가 80명을 초과하는 병원도 적지 않으며, 촬영 대상인 환자의 피폭은 어쩔 수 없다 하더라도, 방사선작업종사자와 동일병실의 다른 환자 및 중환자실에 근무하는 의료인 등에 대한 피폭선량의 경감은 매우 중요하므로 산란된 X선의 공간분포를 정확히 파악하는 것이 필요하다<sup>4)</sup>.

따라서 본 실험에서는 이동형 X선 촬영장치를 사용할 때 그 주위에 산란되는 X선 조사선량의 수평분포와 수직분포를 측정하고 또한 직접 제작한 간이방어용 방어판을 사용하였을 경우의 산란 X선의 수평분포와 수직분포를

측정하여 비교·검토하였다.

## II. 실험장치 및 방법

본 실험에서 사용한 이동형 X선 촬영장치는 Siemens-elema AB이며, 촬영부위는 abdomen supine A-P position으로 병실촬영을 가정하여 병실용 침대 위에 두께 15 cm의 acryl을 둔 상태에서 X선을 조사하였으며, 이때 X선 발생장치는 80 kVp( $E_{eff} = 29.7$  keV), 20 mAs, 조사야 30 cm × 30 cm, 초점-피사체간 거리를 100 cm으로 설정하였다.

X선 촬영 시에 산란 X선의 조사선량을 여러 지점에서 동시에 측정할 수 없으므로 각 측정지점에서 산란 X선의 조사선량을 측정할 때마다 동일한 촬영조건이 유지되어야 하는데, 이는 사용하는 X선 발생장치의 관전압과 조사시간의 정확도 및 X선 출력의 재현성과 직선성에 의존한다. 따라서 본 실험에서는 X-ray multimeter (Sweden, RTI Electronics, PMX-III)를 사용하여 X선 촬영장치의 관전압, 조사시간의 정확도, X선 출력의 재현성과 직선성을 측정하고, 측정된 결과를 oRTIgo 2.0 프로그램으로 분석하여<sup>5)</sup> 그 성능을 평가하였다.

X선의 조사선량은 국립보건원에서 검·교정한 조사선량률계(Capintec, Model 192X)와 고감도의 전리함[Capintec, PR-18(1800 cc)]을 사용하여 측정하였다. 한편, 조사선량의 측정점은 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. 수평분포 측정지점은(Fig. 1) 수직으로 입사하는 X선을 중심으로 환

자가 누운 면을 수평면으로 하여 30°간격으로 반경을 50 cm씩 증가시키면서 설정하였다. 또한 수직분포 측정지점은(Fig. 2) 바닥으로부터 90 cm 높이에 누운 환자를 중심으로 수직면내에서 30°간격으로 반경을 50 cm씩 증가시키면서 설정하였다.

또한 환자용 침대의 양측에 0.5 cm 두께의 두 개의 합판사이에 방사선 방어와 무게를 고려하여 0.4 mm의 구리판을 넣어서 100 cm×30 cm×1.04 cm 크기로 만든 간이방어판을 제작하여 설치하고 위와 동일한 방법으로 산란 X선 조사선량의 수평분포와 수직분포를 측정하여 비교·검토함으로써 이동 X선 촬영시의 환자 및 방사선작업종사자에 대한 산란 X선 피폭을 줄이기 위한 방어판의 역할을 조사하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 이동형 X선 촬영장치의 정확도

본 실험에서는 산란 X선의 조사선량을 보다 정확하게 측정하기 위하여 실험에 사용한 이동형 X선 장치의 성능과 특성을 구하였다. 관전압의 정확도를 각 관전압에서의

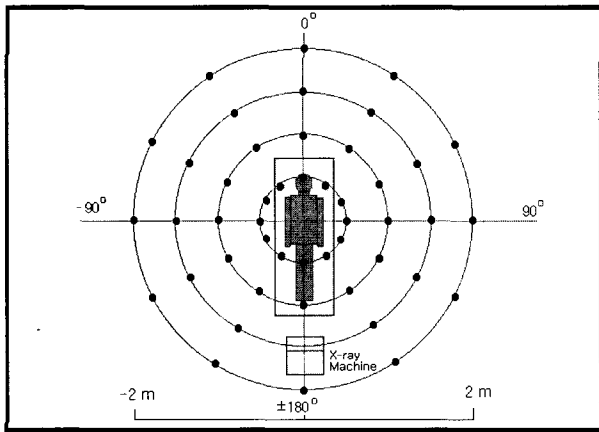


Fig. 1. Measurement Points of scattered dose distribution for horizontal plane.

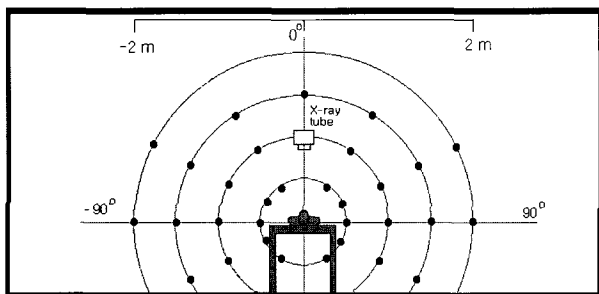


Fig. 2. Measurement Points of scattered dose distribution for vertical plane.

측정값의 평균치와 설정치의 백분율평균오차(Percent Average Error, PAE)로 나타낼 때 그 값이 0.8~2.5%로 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙에서 정한  $\pm 10\%$  이하<sup>6)</sup>임을 알 수 있었고, 조사시간의 정확도는 0.2~2.0%로서 역시 규정치<sup>6)</sup> 이내로서 정확도가 매우 우수하였다. 그리고 X선 흡수선량을 측정된 평균치와 표준편차로부터 구한 변동계수(CV)로 나타낸 X선 출력의 재현성의 값은 평균 0.03으로서 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙에서 정한 0.05 이하<sup>6)</sup>로서 재현성이 양호하였으며, 또한 직선성은 0.09로 KS 규격인 0.1 이하<sup>7)</sup>임을 확인할 수 있었다.

#### 2. 산란 X선 조사선량의 수평분포

Fig. 1의 수평면상의 각 측정지점에서 측정된 산란 X선의 조사선량 측정값을 inverse distance method로 3차원 mesh data로 변환한 후 산란 X선 조사선량의 분포를 3차원 곡면과 등선량곡선으로 구하여 측정결과를 분석하였다.

Fig. 3은 산란 X선 조사선량의 수평분포를 3차원 곡면으로 나타낸 것으로서 산란 X선은 중심지점에서부터 반경 1 m이내의 동심원상에 집중되어 있음을 알 수 있다.

Fig. 4는 수평면상에서의 조사선량의 분포로부터 구한 등선량곡선으로서, 병실환자의 양측면 거리에 해당하는 50, 100, 150 cm에서 각각 880, 180, 50  $\mu R$  정도의 산란 X선이 분포하였다. 그리고 2 m 이상의 거리에서는 산란 X선이 매우 적어 background 환경방사능 수준으로서 측정이 곤란하였다.

한편, 일반적인 병실의 구조상 수평면에서 0°방향은 동일 병실환자와 작업자의 방사선 피폭에 있어서 다른 방향에 비해 미치는 영향이 적으나,  $\pm 90^\circ$ 의 방향은 동일 병실환자의 양측면으로서 산란 X선에 의한 피폭을 무시

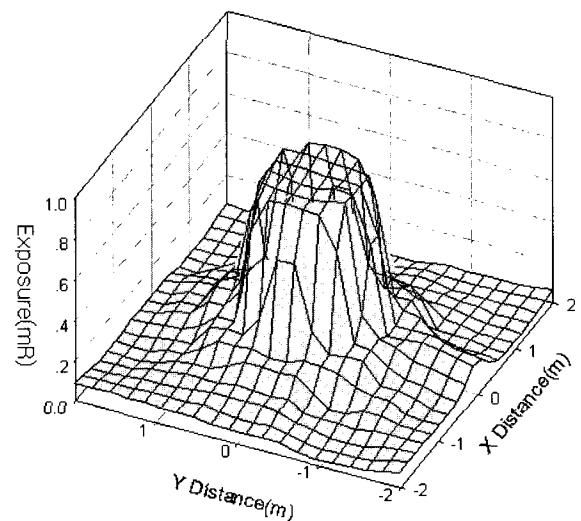


Fig. 3. Horizontal distribution of scattered dose.

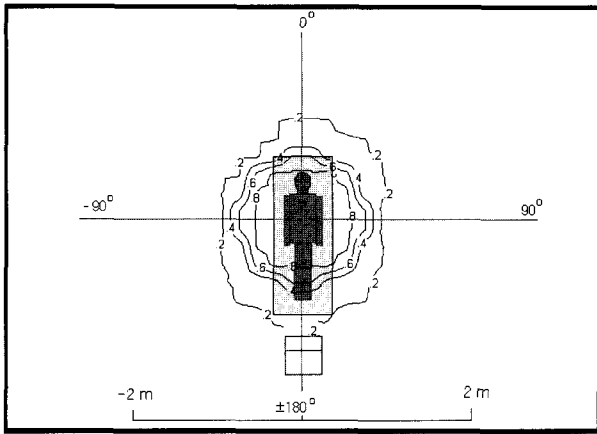


Fig. 4. Isodose curve of scattered dose for horizontal plane.

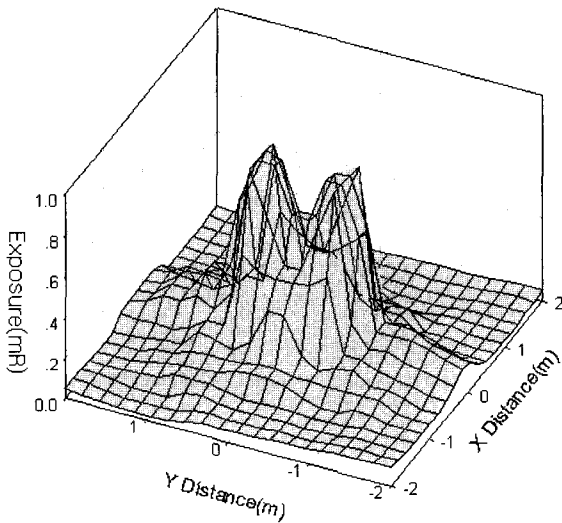


Fig. 5. Horizontal distribution of scattered dose by using the shielding material.

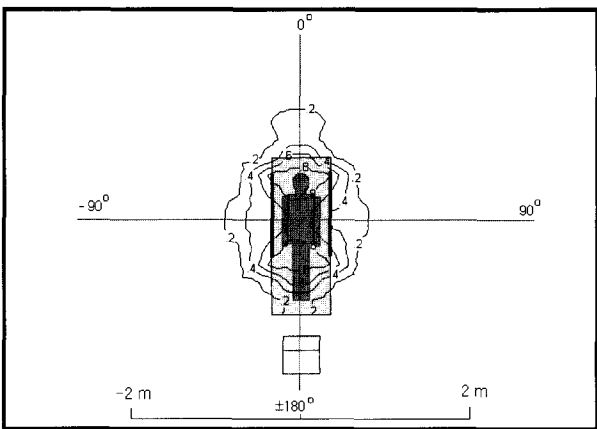


Fig. 6. Isodose curve of scattered dose for Horizontal plane by using the shielding material.

할 수 없다. 따라서 산란선에 의한 피폭을 줄이기 위하여 간이방어용 방어판을 설치하고 방어판에 의한 산란선의 차폐효과를 조사하였다.

방어판의 위치를 환자의 침대 끝에 두어 촬영환자의 양측을 차폐한 상태에서 산란 X선 조사선량의 수평분포를 측정된 결과는 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다. Fig. 5는 앞서와 마찬가지로 조사선량의 수평분포를 3차원 곡면으로 나타낸 것으로서 방어판의 영향으로 산란 X선이 감소한 것을 알 수 있다. Fig. 6은 방어판을 사용했을 때의 산란 X선의 등선량곡선으로서 중심지점으로부터 50, 100, 150 cm의 거리에서 각각 360, 80, 20  $\mu$ R 정도로 측정되어 방어판을 사용하지 않은 경우보다 약 60% 산란 X선을 차폐할 수 있음을 알 수 있었다.

### 3. 산란 X선 조사선량의 수직분포

Fig. 2의 수직면상의 각 측정지점에서의 조사선량 측정값도 앞서와 동일한 방법으로 inverse distance method로 3차원 mesh data로 변환한 후 산란 X선 조사선량의 분포를 3차원 곡면과 등선량곡선으로 구하여 측정결과를 분석하였다.

Fig. 7과 Fig. 8은 방어판을 사용하지 않은 경우와 사용한 경우에 측정된 산란 X선 조사선량의 수직분포를 3차원 곡면으로 나타낸 것으로서 방어판을 사용한 경우 조사 중심부근의 조사선량이 약간 높은 것을 제외하면 산란 X선의 분포특성이 거의 동일하였다.

또한 Fig. 9와 Fig. 10은 방어판을 사용하지 않은 경우와 사용한 경우에 수직면상에서 측정된 산란 X선의 등선량곡선이며, +60° 방향에서 중심으로부터 50, 100, 150, 200 cm에서의 산란 X선의 조사선량이 각각 1400, 280, 130, 30  $\mu$ R을 나타내었다. 방어판을 사용하지 않은 경우 중심지점으로부터 약 100 cm 이내에 산란선이 집중되어 있는 반면, 방어판을 사용한 경우에는 중심지점으로부터 약 50 cm 이내

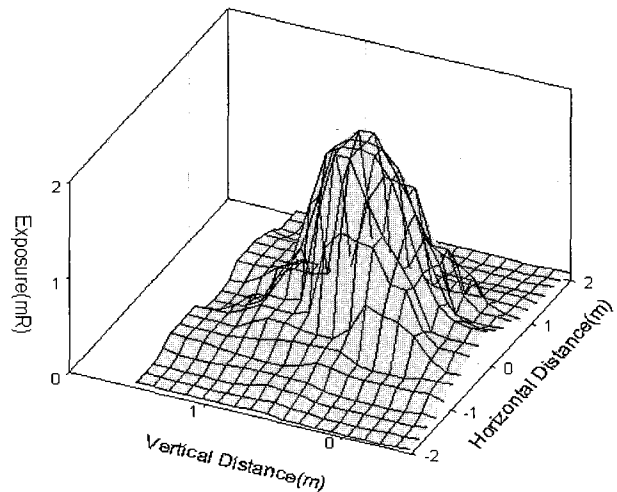


Fig. 7. Vertical distribution of scattered dose.

## IV. 결 론

이동형 X선발생장치를 사용하여 80 kVp( $E_{eff} = 29.7$  keV), 20 mAs로 복부를 1회 촬영할 경우 환자 중심으로 부터 수평면과 수직면에서 산란된 X선 조사선량의 공간 분포를 측정하였고, 간이 방어용 방어판을 사용하였을 경우의 공간분포와 비교하였다. 환자를 중심으로 한 수평면 상에서는 조사 중심지점으로부터 50, 100, 150 cm의 거리에서 각각 880, 180, 50  $\mu$ R 정도의 산란 X선이 분포하였으며, 0.5 cm 두께의 두 개의 합판사이에 0.4 mm의 구리판을 넣어서 100 cm  $\times$  30 cm  $\times$  1.04 cm 크기로 만든 방어판을 사용할 경우 수평면상의 동일 거리에서 산란 X선에 의한 조사선량을 약 60% 이상 줄일 수 있었다. 또한 수직 상방향으로 산란 X선의 조사선량은 중심지점에서의 값보다 높게 나타났으며, 수직 상방향에서의 간이방어판에 의한 차폐 효과는 거의 나타나지 않았다. 따라서 이동형 X선 촬영에서 산란 X선의 공간분포를 충분히 파악하여 X선 조사시 방사선작업종사자의 적절한 거리 유지와 아울러 간이용 방사선 방어판을 적절히 사용함으로써 방사선작업종사자 및 동일병실의 다른 환자와 각종 중환자실의 여러 의료인 등에 대한 불필요한 방사선 피폭선량을 줄여야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. ICRP, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 26, Pergamon Press, Oxford, New York, 1977.
2. 佐藤孝司, 小野光一: X線撮影空間の散亂線の舉動, 日本放射線技術學會雜誌, 第49卷, 第8號, p1383, 1993.
3. 오현주 외: X선 촬영실내에서의 공간산란선량 변동에 관한 연구, 대한방사선기술학회지, 17(2), p. 21~27, 1994.
4. 小倉 泉 外: ポ-タブルX線撮影における室内散亂線量分布の測定, 日本放射線技術學會雜誌, 第47卷, 第8號, p. 1346, 1991.
5. 권덕문: 정류방식에 따른 의료용 X선 장치의 특성평가, 석사논문, 영남대, p. 17, 1995.
6. 보건복지부령 제 186 호, 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙, 2001.
7. KS A4022, 의료용 X선 고전압 장치 통칙, 1990.

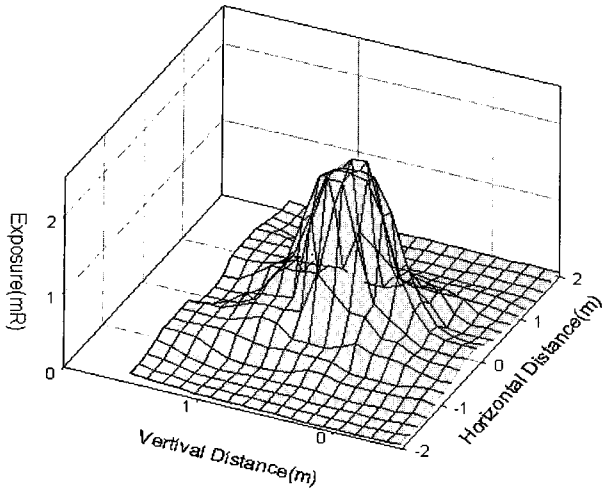


Fig. 8. Vertical distribution of scattered dose by using the shielding material.

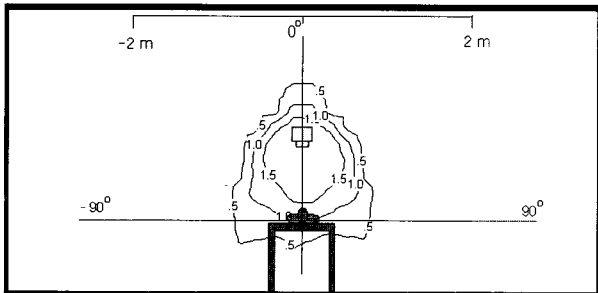


Fig. 9. Isodose curve of scattered dose for vertical plane.

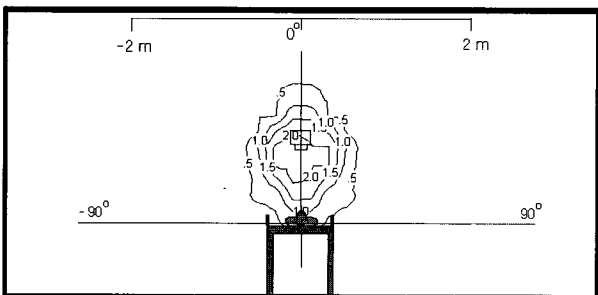


Fig. 10. Isodose curve of scattered dose for vertical plane by using the shielding material.

에 산란선이 집중되어 있다. 그리고 방어판 사용에 의한 수평면상에서의 산란 X선의 감쇠를 확인할 수 있음과 동시에 방어판에 의한 2차 산란의 증가로  $\pm 30^\circ$  방향의 수직 상방향으로는 오히려 산란선이 증가함을 알 수 있었다.