

◆ 원 저 ◆

수술실 내 C-arm 장치의 산란선 분포에 대한 연구

박성현¹ · 박주미² · 김현수³¹한국 의료기기 평가 연구원 · ²서울보훈병원 영상의학과 · ³신구대학교 방사선과

The Study on Scattered Ray by C-arm in Operation Room

Seung Hyun Park¹ · Joo Mi Park² · Hyun Soo Kim³¹Korea Institute of Medical Device Assessment ·²Department of Radiology, Seoul Veterans Hospital ·³Department of Radiological Technology, Shingu University

Abstract

A radiation imaging system used in a surgery room is mainly using C-arm which is purposed to fluoroscope. C-arm is often use to watch an operation's accuracy and progress, but not only being bombed to this first beam but also affected to this scattered beam, so now we are look for the way to reduce bombed amount of doctor, nurses and radiological technologists. We measured the exposure dose in 0° spot according to the distance to find out frequency distribution of scattered ray in an operation room and found the spot which has the same exposure dose from 30° distance of all directions and wrote iso-dose curve. We analyzed the data and found out the sudden reduction of scattered ray according to the long direction also found out that scattered ray was not related to the directions. Operators must recognize the reduction of exposure dose. Because reducing scattered ray from all directions in an operation room is really difficult. So every operators must use shelters to reduce the exposure dose and notice the safety.

Key Words : Surgery room, C-arm, Fluoroscope, Scattered beam, Exposure dose

I. 서론

1895년 뢰트겐의 X-선 발견이래로, X-선은 많은 부분에서 급속한 발전을 거듭해왔으며 그 중에서도 의학

분야에서의 발전은 눈부시다 할 수 있다.¹⁻³ 수술실에서 이용하는 방사선 촬영 장치는 투시를 주목적으로 하는 C-arm을 주로 이용하고 있다. C-arm은 소형화, 편리화, 화질의 극대화의 방향으로 발전하고 있으며, 요즘에는 피폭선량의 감소에 초점이 맞추어져 개발되고 있다. 진단영역에서의 산란선에 대한 측정 자료는 여러 곳에서 보고되고 있지만 종사자의 피폭이 많은 C-arm 검사 시의 선량에 대한 다양한 보고가 없는 것이 현실이다. C-arm은 수술의 정확성과 경과를 관찰하기 위하여 많이 사용하는데 이에 따른 1차선에 의한 피폭뿐만

Received January 18, 2011, 1st Revised February 11, 2010/ 2nd Revised February 19, 2011/ Accepted for Publication March 07, 2011

Corresponding Author: 김현수

(462-743) 경기도 성남시 광명로 657번지
신구대학 방사선과

Tel: 031) 740-1368 Fax: 031) 740-1589

E-mail: hskim@shingu.ac.kr

이 아니라 산란선에 의한 영향이 상당히 높아 의사, 간호사 및 방사선사의 피폭선량 증대에 많은 기여를 하고 있다. 본 연구를 통하여 투시 중 산란선을 측정하여 봄으로써 투시 중 종사자의 안전을 위한 대책 마련과 피폭관리에 적용함으로써 방사선 관련 종사자의 건강관리에 도움을 주고자 한다.

II. 실험 기자재 및 실험방법

1. 실험 기자재

본 연구에 사용된 C-arm은 ZIEHM사의 EXPOSCOP 8000을 사용하였고, Abdomen/pelvis phantom은 U.S.A Nuclear Associates 사의 76-642-3000, Electrometer (Ion chamber)는 model 20 X 6-1800를 사용하였다. 이온 챔버는 α -ray, β -ray, γ -ray 또는 x-ray 등이 기체 속에 입사되면 기체의 원자가 에너지를 얻어 들뜬 상태가 된다. 이렇게 생긴 음이온과 양이온에 전기장을 걸어 전류 또는 전기적 맥놀이를 이용해 이온화의 정도를 측정한다.^{4~7}

2. 실험방법

① 수술실내에서의 산란선 분포를 확인하고자 먼저 높이 선정을 위해 높이에 대한 측정을 하였다. 45°, 135°, 225°, 315° 위치에서 지면으로부터 높이 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm 지점에서 각각의 선량을 측정하였다. 복부 전면에 C-arm의

I.I, 복부 후면에 C-arm의 Tube가 수직이 되도록 위치(이하 수직방향)시킨 상태에서 한번, 복부 우측면에 C-arm의 Tube, 복부 좌측면에 C-arm의 I.I가 수평이 되도록 위치(이하 수평방향)시킨 상태에서 한번을 측정하였는데, 이 중 대체적으로 높이 90 cm에서 선량이 가장 많았다. 그래서 90 cm에서 선량을 측정하기로 기준을 잡았다. 단 수평방향의 경우 C-arm과 공간의 제한으로 100 cm으로 측정하였다.

- ② 테이블에 복부 팬텀을 올려놓고 팬텀의 다리쪽 부분을 0°로 기준 잡았다. 이 0°를 기준으로 시계방향으로 30°의 간격을 두고 선량을 측정하기로 결정하였다(Fig. 1, 2).
- ③ 우선 기준이 되는 0°지점에서 얼마의 선량이 나오는지 측정하기 위해 팬텀 중심으로부터 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm 지점에서 선량을 측정하였다.
- ④ 각 지점에서 나온 선량을 바탕으로 30° 간격으로 표시해 둔 지점에서 팬텀 중심으로부터 어느 거리에서 각각의 선량이 나오는지 측정하였다. 표시해둔 각도 위치에서 먼저 확인한 3의 선량을 찾기 위해 이온 챔버를 앞뒤로 옮기면서 같은 선량이 나오는 지점을 찾은 후 그 지점과 팬텀 중심과의 거리를 측정하였다.
- ⑤ 같은 방법으로 수직방향과 수평방향을 모두 측정한다.
- ⑥ 측정하여 작성한 거리는 같은 선량이 나오는 지점을

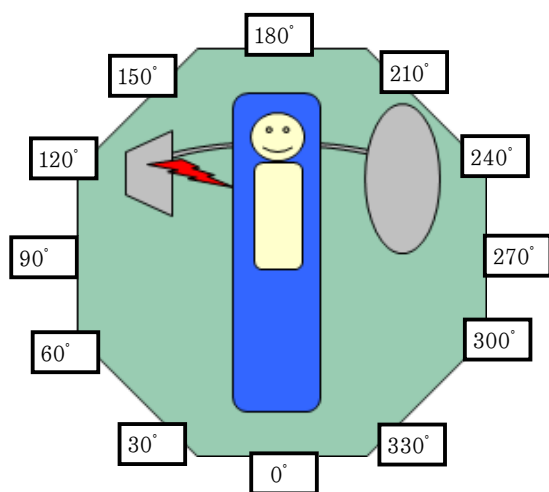


Fig. 1. Verticality

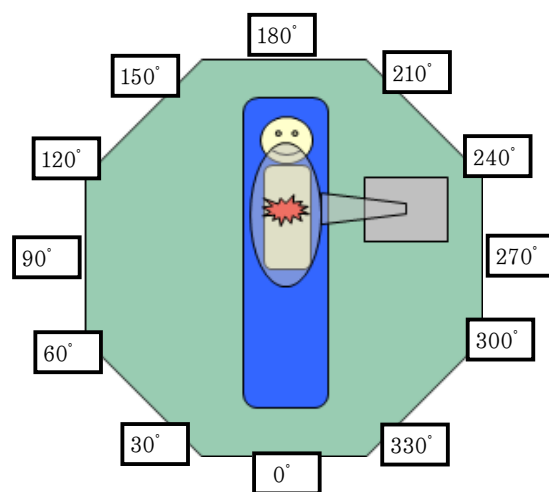


Fig. 2. Horizontality

Table 1. The exposure dose according to height and angle(Verticality) at 85 kVp, 3.9 mA, SID 39 cm (Unit : R/h)

	45 °	135 °	225 °	315 °
30 cm	2.69	2.35	2.07	2.07
60 cm	610 m	845 m	650 m	353 m
90 cm	688 m	1.74	915 m	504 m
120 cm	574 m	1.25	760 m	455 m
150 cm	310 m	851 m	502 m	290 m

Table 2. The exposure dose according to height and angle(Horizontality)

	45 °	135 °	225 °	315 °
30 cm	377 m	582 m	485 m	297 m
60 cm	1.01	2.48	225 m	138 m
90 cm	2.96	5.95	910 m	237 m
120 cm	2.82	6.17	835 m	272 m
150 cm	2.12	3.94	1.44	820 m

at 92 kVp , 3.7 mA , SID: 60 cm (Unit : R/h)

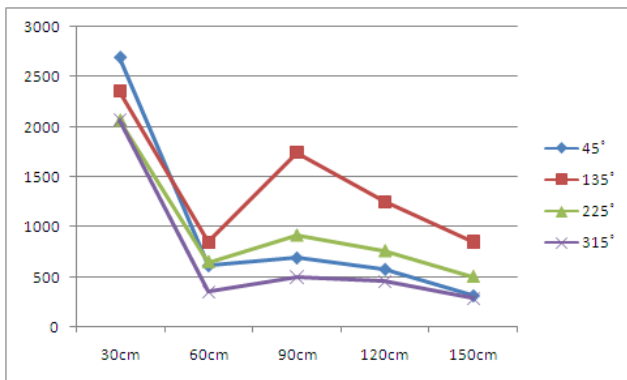


Fig. 3. Verticality

찾아 확인한 것이므로 작성한 데이터로 등선량 곡선을 그린다.

- ⑦ 그려진 등선량 곡선을 통해 수술실에서 발생한 산란선의 특성을 확인하고 이에 따른 결론을 확인한다.

III. 결과

수술실 내 산란선 분포 확인을 위해 복부 팬텀의 자세를 수직방향과 수평방향으로 45°, 135°, 225°, 315° 위

치에서 지면으로부터 높이 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm 지점에서 각각의 선량을 측정된 결과 수직방향의 경우 지면으로부터 높이가 높아질수록 선량은 감소하며 높이 30 cm 부근에서는 각 각도별 선량 차이가 크지 않은 반면, 높이 90 cm와 120 cm에서는 45°와 315°부근이 135°와 225°보다 선량이 적게 나타남을 알 수 있다. 이는 골반에서의 X-선 흡수가 원인으로 판단된다(Table 1, Fig. 3).

수평방향의 경우 지면으로부터 높이보다는 각도에 따라 선량 분포가 변화하는 것을 알 수 있다. Tube와 가까운 45°와 135°에서 최대의 선량을 보이며 복부 팬텀을 투과하여 에너지를 잃은 X-선이 닿는 225°와 315°에서는 상대적으로 선량이 적게 나타남을 알 수 있다(Table 2, Fig. 4).

수직방향에서 상대적으로 최대값을 갖는 높이 90 cm 과 다리 쪽을 0°, 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm을 기준으로 선량을 측정된 뒤 시계방향으로 30° 씩 증가시켜 동일한 선량값을 갖는 거리를 측정된 결과 선량 분포는 전반적으로 타원형이며(Fig. 5), 팬텀 중심으로부터 거리가 멀어질수록 선량은 감소하는 양상을 보였다. 0°, 30 cm에서의 선량인 2.47 R/h를 30°에

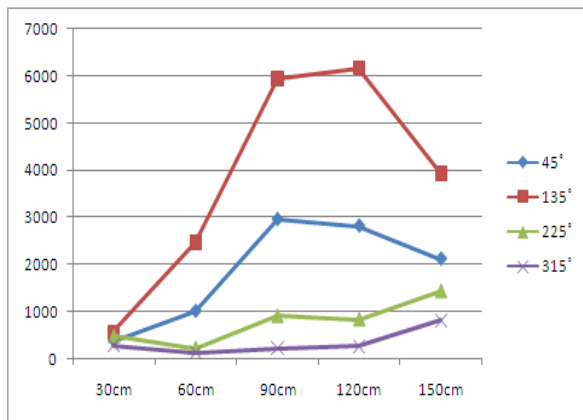


Fig. 4. Horizontality

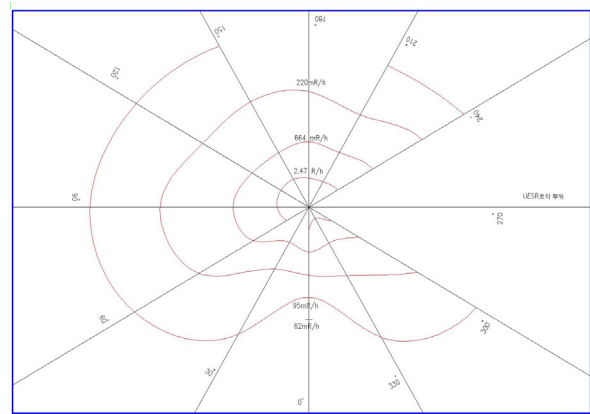


Fig. 5. The curve of isodose (Verticality)

Table 3. The Isodose according to distance and angle(Verticality) at 85 kVp, 3.9 mA, SID 39 cm, Height 90 cm (Unit : cm)

	0 °	30 °	60 °	90 °	120 °	150 °	180 °	210 °	240 °	270 °	300 °	330 °
30 cm	2.47 R/h	×	35	44	46	43	39	39	45		36	17
60 cm	664 mR/h	54	89	105	92	84	87	84	102		80	55
90 cm	220 mR/h	95	176	206	170	162	154	142	180	user	173	105
120 cm	95 mR/h	195	279	303	278	248		218	248		267	200
150 cm	62 mR/h											

서는 골반에 의한 X-선 흡수로 인해 값을 찾을 수 없었으며 330° 역시 중심으로부터 매우 가까운 위치인 17 cm에서 나타났다. user 조작부분인 270°에서는 30 cm에서 120 cm까지는 측정이 불가능하기 때문에 150 cm에서 43 mR의 선량 값을 갖는 것을 확인 하였다(Table 3).

수평방향역시 수직방향과 같은 방법으로 실험 하였으며(단, 높이는 C-arm과 장비간의 공간적 제한으로 100 cm에서 실험하였다.) 0°에서는 팬텀 중심으로부터 거리가 멀어질수록 선량이 감소하고 있으나, 팬텀 중심으로부터의 거리보다 tube에 영향을 받고 있다. 등선량 곡선은 tube쪽으로 치우치는 양상을 보였다(Fig. 6). 수직방향의 경우 C-arm을 옆으로 눕혀야 하기 때문에 90° 즉, Tube쪽을 측정하는데 어려움이 있으므로 Tube 바로 뒤에서 측정하여 151 mR/h의 선량값을 얻었다. 마찬가지로 270° 즉, I.I.쪽 역시 I.I. 바로 뒤에서 측정하여 43 mR/h의 값을 얻을 수 있었다(Table 4).

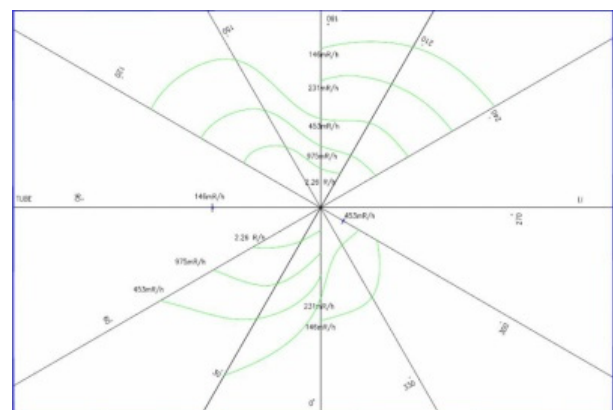


Fig. 6. The curve of isodose(Horizontality)

IV. 고찰

수술실에서 투시 촬영을 할 때 일반 진단 영역과 달리 술자는 많은 피폭을 받게 된다. 따라서 시간을 많이 요하는 수술실에서의 피폭은 간과할 수 없을 것이다. 따라서 이번 실험을 통해서 수술실 내에서의 산란선을

Table 4. The Isodose according to distance and angle(Horizontality) at 92 kVp, 3.7 mA, SID 60 cm, Height 100 cm
(Unit : cm)

	0 °	30 °	60 °	90 °	120 °	150 °	180 °	210 °	240 °	270 °	300 °	330 °
30 cm	2.26 R/h	51	105		118	93	52	52				
60 cm	975 mR/h	117	166	X-ray	184	149	82	80	85			
90 cm	453 mR/h	170	247	tube	261	227	118	130	135	1.1	35	
120 cm	231 mR/h	257					168	189	203		59	57
150 cm	146 mR/h			144			211	246	268		87	137

측정하여 보다 피폭을 경감할 수 있는 방법을 찾아보고자 하였다. 위의 실험 결과로부터 수술실 내에서의 산란선은 거의 균등하게 분포하고 있으나 수직방향의 경우 지면에서 30 cm 높이에서 선량이 최대값을 가지는 것과 수평방향의 경우 Tube에 가까워질수록 선량이 증가함을 확인 할 수 있었다.^{8~10} 또한 팬텀의 다리 쪽과 장치가 있는 곳에서는 X-선의 흡수로 인하여 산란선이 다른 곳보다 훨씬 적게 측정됨을 알 수 있었다. 하지만 시술할 때 술자의 위치는 환자를 다루기 편한 위치에 서야하며 그 위치는 높은 산란선이 측정된 위치이다. 따라서 시술자가 피폭을 최대한 줄이기 위해 우리는 방호의 3원칙인 시간, 거리, 차폐 중 차폐와 거리를 적극적으로 이용할 필요성을 느꼈다.

V. 결론

C-arm을 이용하는 수술 중에는 산란선을 피하기 어려운 환경에 처해 있기 때문에 방사선작업종사자는 차폐와 적절한 거리 유지로 불필요한 피폭을 줄이도록 해야 한다. 또한 현재 생식선, 주요 장기 등의 차폐에만 초점이 맞춰져 있으나 위 실험 결과 발쪽의 선량이 최대값을 가지므로 발쪽의 피폭에 주의를 기울일 필요가 있다.

참고문헌

1. An SM, Oh JH, Kim SC. A Study on Scattered Dose in Operation Room by C-arm Unit. *Journal of Korean Society of radiological technology* 2000; 23: 69-73.
2. Oh HJ, Kim SS, Kim YI, Lim HY, Kim HT, Lee WM, et al. A Study on the Behavior of the Free Space Scatter dose in X-ray Diagnostic Room. *Journal of Korean Society of radiological technology* 1994; 17: 21-7.
3. Skubic SE, Fatouros PP. Absorbed breast dose: Dependence on radiographic modality and technique and breast thickness. *Radiology* 1986; 161: 263-70.
4. Kim SS, Huh J. A Survey on Entrance Dose by Exposure Factors. *Journal of Korean Society of radiological technology* 1998; 21, 19-25.
5. Kim SC, Choi KM, Shin SI, Yoon JM, Lee SS, Huh J. Evaluation of Patient Dose using Key Filter. *Journal of Korean Society of radiological technology* 1997; 20: 61-4.
5. Park YS, Ahn BS. An Experiment on Scattered-ray Content Ratio and Skin Dose according to the Exposure Condition for Chest Radiography. *Journal of Korean Society of radiological technology* 1992; 15. 3-9.
7. Park SO. A Study on the Distribution of X-ray according to the Thickness of Soft Tissue in Radiography. *Journal of Korean Society of radiological technology* 1988; 11: 3-15.
8. Na KS, Han SH. A Study on the Factors of Spatial Scattered Ray Occurrence in the X-ray Radiography Room. *Journal of Korean Society of radiological technology* 2009; 32: 393-9.

9. Lee IJ, Park KY, Kim SS. Research on the Actual Condition of Mammography and Space Scattered Dose in Mammography Room. Journal of Korean Society of radiological technology 2006; 21-28: 29.
10. Kwon DM, Park MH, Nam HD. Measurement of the Scattered Spatial Dose Distribution for the Mobile X-ray Radiography. Journal of Korean Society of radiological technology 2001; 24: 23-26.