pISSN : 1976-0620, eISSN : 2384-0633
https://doi.org/10.7742/jksr.2016.10.7.539 "J. Korean Soc. Radiol., Vol. 10, No. 7, November 2016"

A Study on the Reduction of Scattered Ray in Outside Radiation Field

Jaeyong Je,[1,*] Howon Jang[2]

[1,*]Department of Radiological Technology, Dong-Eui Institute of Technology
[2]Department of LED Convergence Engineering, Specialized Graduate School & Technology Convergence, Pukyong National University

Received: October 19, 2016. Revised: November 11, 2016. Accepted: November 30, 2016

ABSTRACT

In this research, The way to decrease a patient's exposure dose by reducing the scattered radiation dosage outside a radiation field with an diagnosis X-ray was examined. The scattered radiation dosage reaching other parts outside the radiation field was to be reduced by attaching a self-produced 150 × 190 mm^2 lead plate to the lower part of a collimator. When a lead plate was inserted additionally and the scattered radiation dosage of the X axis was measured in the direction of the central X-ray axis, It was found out to have been decreased by 26 to 36%, and in the direction of Y axis, which was vertical direction from the central axis, The scattered radiation dosage depending on whether a lead plate was used or not displayed no large differences. These results shows that the impact of the scattered radiation by the off focus X-ray that was generated around the focus was bigger than that generated by the shutter of the collimator. Therefore it has been concluded that installing an additional lead plate in the lower part of the existing collimator can decrease the scattered radiation dosage outside a radiation field.

Keyword: collimator, scattered radiation, lead plate

Ⅰ. INTRODUCTION

진단용 X선관의 방사창 전면에 부착되어있는 콜리메이터는 방사선 촬영에서 조사야를 제어할 수 있는 기구이다. 콜리메이터는 방사선 조사야를 제어하기 위하여 상단과 하단으로 X-축과 Y-축에 대하여 총 8개로 이루어져 있다.

타깃에서는 유효선속과 초점 외 X선이 만들어지고 이렇게 발생된 X선은 X선 관용기와 콜리메이터 내부에서 산란선이 발생하게 된다. 산란선은 유효선속과 비교하여 방향성이 불규칙적이고 에너지가 낮으며 피사체의 대조도를 저하시키는 원인이 된다. 유효선속의 이외에 조사야 외부에서 측정되어지는 산란선은 환자의 촬영부위 외의 인체장기에 영향을 주어 방사선 영상에는 기여하지 못하고 미량의 방사선 피폭이라도 장기적으로 여러 번 노출되면 유전적 영향이나 백혈병 등의 유발 확률이 높아지므로 개인피폭관리를 철저히 하여야 한다.[1-2] 기존 연구들은 촬영실 내부의 산란선량 측정에 제한되어 있었다.[3-5] 일반적으로 산란선은 X선 관용기 내부와 콜리메이터 내부에서 발생되고 초점외 X선을 제거하기 위하여 초점 가까이 설치한다.

본 연구는 유효선속 이외의 산란선을 감소시키기 위하여 콜리메이터의 하단에 유효선속의 최대 조사야 크기의 납판 차폐체를 추가로 설치하여 차폐체의 설치 유무에 따른 산란선 선량을 측정하고 산란선에 의한 환자의 피폭선량을 감소시키는 효과를 얻고자 하였다.

Ⅱ. MATERIAL AND METHODS

진단용 X선 발생장치(REX 525R, Listem, Korea)에서 피사체로 향하는 산란선을 감소시키기 위한 방법은 부가필터를 사용하는 방법과 콜리메이터를 사용하는 것이 일반적인 방법이다. 또한 격자를 사용하는 것은

*Corresponding Author: Jaeyong Je E-mail:jjy04@dit.ac.kr, Tel: +82-10-2593-1362
Address: Dong-eui Institute of Technology, 54, Yangji-ro, Busanjin-gu, Busan, Korea

방사선 영상에 기여하는 산란선을 제거하는 것이 목적이고 환자의 피폭선량 감소에는 기여하지 못한다. 본 연구에서는 타깃과 콜리메이터 내부에서 발생한 산란선을 감소시키기 위하여 Fig. 1과 같이 콜리메이터 하단에 납판 차폐체를 추가로 설치하여 설치 유무에 따른 산란선량을 측정하였다. 산란 선량측정에 사용한 측정기는 다기능 측정기(TNT12000, Fluke, USA), 전리함(96035B, Fluke, USA)을 사용하였다. 이때 사용한 전리함의 직경은 3.96 cm이고 두께는 1.22 cm이다. Fig. 2는 유효선속 이외의 산란선을 제거하기 위하여 2 mm 두께의 납판을 190 × 150 mm2 크기로 자르고 콜리메이터 하단의 최대 유효선속 크기인 115 × 115 mm로 내부를 잘라 내었다. 추가로 설치한 납 차폐체는 X선관의 타깃에서 발생한 초점 외 X선과 콜리메이터 내부에서 발생한 산란선을 제거할 목적으로 사용하였다.

관전압, 관전류와 측정거리에 따른 산란선량 변화를 측정하기 위하여 Fig. 3과 같이 초점과 전리함의 거리를 40 cm, 60 cm로 변화시키고 관전압을 50 ~100 kVp 범위에서 10 kVp씩 증가시켜 측정하였으며 이때 관전류는 100 mA, 조사시간은 0.1 sec 이었다. 그리고 관전류 변화에 따른 산란선량을 측정하기 위하여 관전류 설정은 125, 160, 200, 250, 320, 400 mA로 설정하고 관전압은 100 kVp, 조사시간은 0.1 sec로 설정하였다.

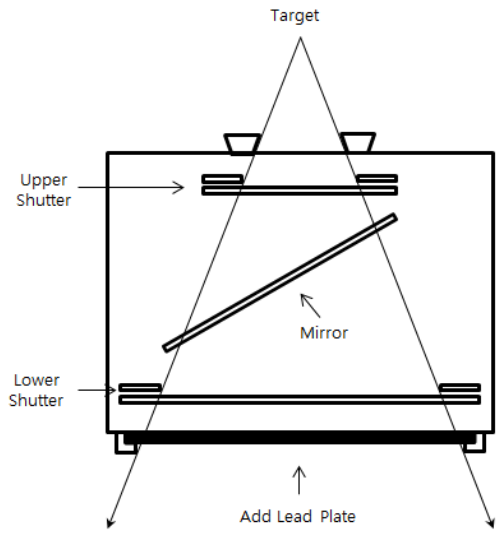

Fig. 1. Structure of Collimator.

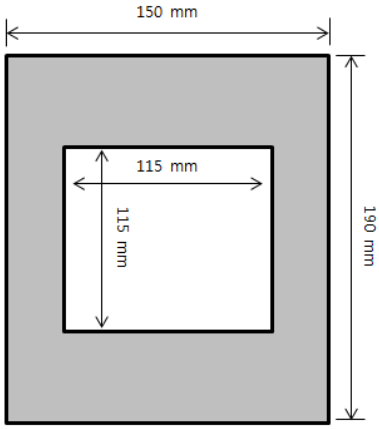

Fig. 2. Lead Plate Size.

X-축은 X선관의 음극과 양극 간 길이방향이며, Y-축은 X-축에 수직인 방향이다. 각각의 방향에서 동일 조건으로 3회 측정하여 평균 결과 값을 획득하였다.

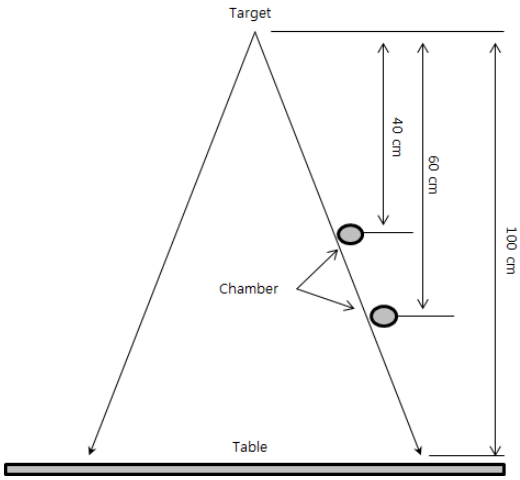

Fig. 3. Schematic Diagram of Measurement

Ⅲ. RESULT

관전압을 10 kVp 증가시킨 Table 1에서 X-축 산란선량 결과 추가로 납판을 사용한 경우(In)와 추가로 납판을 사용하지 않은 경우(Out)를 비교하였을 때 산란선량은 추가로 납판을 사용함으로써 평균하여 26% ~ 36%로 감소하는 결과를 나타내었다. 하지만 Table 2에서 Y-축 산란선량은 ± 2% 이내로 추가로 설치한 납판의 유무와 상관없이 대체로 일정한 산란선량을 나타내었다. 관전압을 고정하고 관전류를 125 ~ 400 mA까지 증가시킨 Table 3의 결과에서도 X-축의 산란선량은 40

cm와 60 cm에서 32 ~ 36 % 감소하는 경향을 나타내었으나 Table 4의 Y-축 산란선량은 40 cm 지점에서 0 ~ 17% 감소하고 60 cm에서는 측정한 선량은 2 ~ 7% 감소하는 경향을 나타내었다. 측정 결과에서 특이한 사항은 Y-축에 대하여 관전압의 증가와 관전류의 증가에서 40 cm보다 60 cm에서 산란선량이 더 많이 측정되는 결과를 나타내었다. 즉, 초점에서 멀어질수록 더 많은 산란선량이 측정되었다.

Table 1 Result of X-Axis Scattered Rays [Unit: μGy]

Tube Voltage [kVp]	Lead palate			
	40 cm In	40 cm Out	60 cm In	60 cm Out
50	27.8	43.3	21.9	29.6
60	44.1	68.3	35.2	47.0
70	57.4	84.4	50.3	67.4
80	77.1	104.4	60.6	84.4
90	91.8	120.3	70.4	97.9
100	108.2	143.4	84.3	117.0

Table 2 Result of Y-Axis Scattered Rays [Unit: μGy]

Tube Voltage [kVp]	Lead palate			
	40 cm In	40 cm Out	60 cm In	60 cm Out
50	30.2	30.1	31.2	31.7
60	49.1	49.0	53.2	54.0
70	69.2	70.1	78.1	79.1
80	87.5	87.6	101.4	102.0
90	101.8	102.7	118.8	116.7
100	121.6	122.5	143.7	143.1

Table 3 Result of X-Axis Scattered Rays [Unit: μGy]

Tube Current [mA]	Lead palate			
	40 cm In	40 cm Out	60 cm In	60 cm Out
125	126.1	188.2	150.9	222.7
160	145.6	220.9	201.7	296.0
200	196.9	285.8	257.0	375.2
250	276.7	418.7	288.1	434.4
320	327.2	525.2	355.0	516.2
400	411.2	641.4	441.1	648.9

Table 4 Result of Y-Axis Scattered Rays [Unit: μGy]

Tube Current [mA]	Lead palate			
	40 cm In	40 cm Out	60 cm In	60 cm Out
125	180.3	181.5	178.5	182.6
160	244.8	247.8	236.9	248.8
200	275.7	320.0	295.3	314.5
250	320.2	374.9	356.5	363.6
320	379.8	452.9	428.9	443.1
400	480.3	554.7	531.5	539.2

Fig. 4와 Fig. 5는 X-축과 Y-축의 관전압 증가에 따른 산란선량 결과를 그래프로 나타낸 결과로서 추가로 설치한 납판의 유무와 상관없이 Y-축의 산란선량은 큰 변화를 나타내지 않는 결과를 나타내었다.

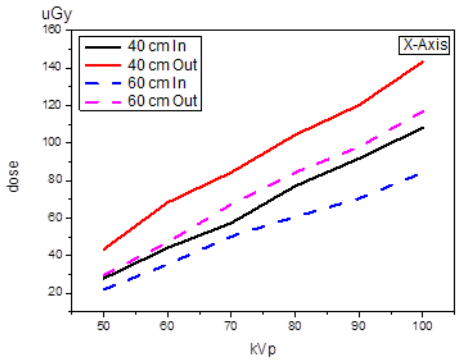

Fig. 4. Comparison of X-Axis Scattered Rays.

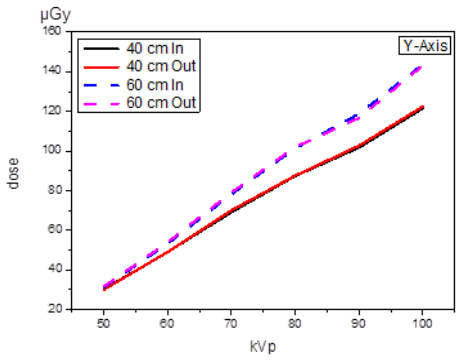

Fig. 5. Comparison of Y-Axis Scattered Rays.

Ⅳ. DISCUSSION

진단용 방사선 발생장치를 이용한 방사선 촬영에서 산란선은 반드시 발생한다. 방사선 촬영에 이용되는 이용선속은 타겟에서 발생하여 환자를 투과하고 영상획득이 되기까지 많은 산란선량을 포함하고 있다. 방사선 피폭에 대해서는 많은 연구들이 있지만 의료피폭과 같은 저선량 피폭에 의한 영향이 어느 정도 되는지 아직까지는 설명하지 못하고 있지만 저선량 피폭에 대한 관심은 높아지고 있다.[6] 이용선속에서의 저에너지 산란선량은 부가 필터를 사용함으로써 어느 정도 감소시킬 수 있으나 이용선속 이외의 산란선량은 적절한 차폐체를 추가하여 감소시킬 수 있다. 산란선 측정 거리를 변화시킨 결과 관전압 변화에 따른 산란선 측정에서는 초점으로부터 전리함의 거리가 60 cm보다 40 cm에서 많이 측정 되었으나 Y-축에서는 40 cm보다 60 cm에서 많은 산란선이 측정되었다. 그러나 관전압을 100 kVp로 고정하고 관전류 변화에 따른 산란선량은 X-축과 Y-축 모두 60 cm 지점의 산란선이 많이 측정되었다. 또한 실험에서 추가로 설치한 납판은 이용선속 이외의 산란선량을 감소시키기 위해 설치한 것으로 Y-축과 비교하여 X-축에 대하여 산란선량의 감소가 많이 나타난다. 이러한 이유는 타겟의 양극이 경사져 있고 양극의 경사방향이 X-축 방향과 일치하는 결과로 판단되어진다. 초점 근방에서 발생한 초점외 X선은 초점 X선보다 연선이지만 초점외 X선의 선질은 발생지점에 따라 다르지만 관전압이 100 kVp일 때 60~92 kVp 정도로서 선질에서는 큰 차이를 나타내지는 않는다.[7] 즉, 초점외 X선의 방향성이 불규칙 적이지만 그 진행방향이 X선관의 관축 방향으로 많이 진행하여 나타난 결과로 볼 수 있다. 즉, X-축과 Y-축의 산란선 측정결과가 다르게 나타나는 것은 콜리메이터 내부의 상단과 하단 Shutter에서 발생하는 산란선 보다는 경사를 이루는 타깃의 양극에서 발생하는 초점외 X선의 발생이 이용선속 내 많이 포함되어 조사야 외부로 진행한 결과로 판단되어진다.

Ⅴ. CONCLUSION

본 연구는 콜리메이터에 추가로 설치한 납판 사용이 이용선속 이외의 산란선량을 감소시키기는 결과를 나타내었다. 진단용 X선 발생장치에서 발생한 산란선은 영상의 형성에는 기여하지 못하고 환자의 피폭선량을 증가시킨다. 의료기술의 발전과 함께 방사선의 사용이 질병진단에 많이 사용될수록 방사선에 의한 환자의 피폭선량에 관심이 증가되고 있다. 동일한 방사선 검사에서 방사선 피폭을 최소화 하면서 진단적 가치가 높은 X선 영상이 요구되어지며 본 연구의 결과는 환자의 피폭선량에 기여하는 산란선량을 감소시키는 방법으로 판단되어진다. 특히 X선관의 X-축 방향에서 산란선을 억제할 수 있는 효과적인 방법으로 판단되며 기존의 콜리메이터에 추가로 납판을 설치한 콜리메이터 구조로 개선할 필요가 있다고 판단되어진다.

Reference

[1] J. J. Han and S. K. Kim, "An Analysis of the Radiation Exposure of Radiologic Technologists in the Field of Diagnostic Radiology according to Duty Station ", Korean Association for Radiation Protection, Vol. 20, No. 1, pp. 71-75, 1997.

[2] H. Y. Ha, “A Study for Reduction of Radiation Dose in the Field of Diagnostic Radiology” - A Point Tube Voltage and Filtration, Korean Association for Radiation Protection, Vol. 15, No. 1, pp. 89-97, 1992.

[3] S. J. Eun, S. G. Kim, B. W. Min, “The Measurement of Helper's Exposure Dose of nearby Radiographic Table in X-ray Examination”, Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 5, No. 6, pp. 415-420, 2011.

[4] P. K. Cho, “Distribution of the Scatter Ray on Chest X-ray Examinations”, The Journal of the Korea Contents Association, Vol. 12, No. 7, pp. 255-260, 2012.

[5] S. K. Na, S. H. Han, “A Study on the Factors of Spatial Scattered Ray Occurrence in the X-ray Radiography Room,” Journal of radiological science and technology, Vol. 32, No. 4, pp. 393-399, 2009.

[6] W. R. Hendee, “Real and Perceived Risks of Medical Radiation Exposure”, Western Journal of Medicine, Vol. 138, No. 3, pp. 380-386, 1983.

[7] S. S. Kang, et. al, Radiation Equipment, 3nd Ed., Chung Ku Pub., pp. 81, 2015.

pISSN : 1976-0620, eISSN : 2384-0633
"J. Korean Soc. Radiol., Vol. 10, No. 7, November 2016"

조사야 외부의 산란선량 감소 방법에 관한 연구

제재용,[1,*] 장호원[2]

[1,*]동의과학대학교 방사선과
[2]부경대학교 LED융합공학과

요 약

본 연구는 진단용 X선 발생장치에서 조사야 외부의 산란선량을 감소시켜 환자의 피폭 선량을 감소시키기 위한 방법이다. 자체 제작한 150 × 190 mm2 납판을 콜리메이터 하단에 부착함으로써 조사야 이외의 부위에 도달하는 산란선량을 감소시키고자 하였다. 납판을 추가로 삽입 후 X선 관축방향인 X-축의 산란선량을 측정한 결과 26 ~ 36% 감소하는 것으로 나타났으며, 관축의 수직 방향인 Y-축 방향에서는 납판의 사용 유무에 따른 산란선량은 큰 변화를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 콜리메이터 Shutter에 의해서 발생하는 산란선 보다는 초점 근방에서 발생하는 초점외 X선에 의한 산란선 영향이 크다는 것을 의미한다. 따라서 기존의 콜리메이터 하단에 추가로 납판을 설치하는 것이 조사야 외부의 X-축 산란선량을 감소시키는 방법으로 판단되어진다.

중심단어: 콜리메이터, 산란선, 납판