Journal of Radiation Industry 13(1) : 71~74(2019)

X선 촬영실 내에서 피사체가 있을 때와 없을 때의 콜리메이션 최소화에 따른 공간선량의 감소효과

최 성 관[1] · 동 경 래[1,*] · 곽 종 길[1,2]

[1]광주보건대학교 방사선과, [2]KS 병원 종합건진센터

Reduction Effect of Space Dose on Minimization of Collimation with Subject and without Subject in X-ray Room

Seong-Kwan Choi[1], Kyung-Rae Dong[1,*] and Jong-Gil Kwak[1,2]

[1]*Department of Radiological Technology, Gwangju Health University, 73, Bungmun-daero 419 beon-gil, Gwangsan-gu, Gwangju 62271, Republic of Korea*
[2]*Comprehensive Medical Examination Center, KS Hospital, 220, Wangbeodeul-ro, Gwangsan-gu, Gwangju 62248, Republic of Korea*

Abstract - This study was investigated the reduction of space dose at 50 cm, 1 m, 2 m distance from the center of source when the collimation size was minimized based on with subject and without subject in X-ray general test. As a result of the experiment using X-ray generator and dosimeter, the space dose when with the subject was investigated at least 1.2 times to 1.4 times higher than when there is no subject, and minimizing the collimation size has reduced the space dose from 1.2 to 5 times than when maximizing. This means that when the X-ray test is minimized to the range of the target site without opening the collimator size to the maximum, it is possible to reduce the space dose from 1.2 to 5 times.

Key words : Collimation size, Spatial dose, Scattered rays, X-ray radiography

서 론

최근 국민들의 소득수준이 향상되면서 건강에 대한 관심이 커짐에 따라 질병의 진단 및 치료를 위한 의료 X선의 이용이 날로 증대되고 있다. 특히 X선 일반검사나 CT (Computed tomography)촬영과 같은 방사선학적 검사는 보편적인 수준을 넘어 이미 과잉수준으로 평가할 만큼 빈번하게 이루어지고 있는 실정이다. 하지만 눈에 보이지 않는 X선은 환자 몸이나 촬영테이블 등과 충돌하면서 많은 산란선을 발생시키고, 이로 인해 X선 촬영실 내부공간에 일정한 양의 공간선량을 유지시킴으로써 보호앞치마나 연장갑, 보호안경 등과 같은 X선 차폐용구를 착용하지 않는 작업종사자와 기타 관계자들에게 상당한 수준의 X선 피폭을 유발시키고 있다.

X선 조사 시 산란선 발생에 영향을 끼치는 인자는 관전압(kVp), 피사체 두께, 조사야크기 등 3가지이고, 산란선은 조사야크기가 클수록, 피사체 두께가 두꺼울수록, 관전압이 높을수록 훨씬 많이 발생하며, 이 중에서 조사야크기는 산란선 발생에서 가장 많은 영향을 미치는 인자 중의 하나이다(Park *et al*. 2000). 또한 조작자의 콜리메이터 버튼 조작에 의해 결정하는 조사야크기는 조작자의 무관심과 안전 불감증의 영향으로 X선 촬영 시 조사야크기를 최대로 열어둔 채 검사하는 행위가 빈번하게 일어나고 있고, 이로 인해 촬영실 내에 불필요한 산란선이 발생하게 되어 공간선량을 대

* Corresponding author: Kyung-Rae Dong, Tel. +82-62-958-7668, Fax. +82-62-958-7669, E-mail. krdong@hanmail.net

Table 1. X-ray photographing area exposure conditions

Part	kVp	mAs
Hand	50	10
Skull	75	26
Abdomen	75	40

폭 증가시킴으로써 부득이하게 촬영실 내에 머물러야 하는 환자보호자와 관계 종사자에게 X선 피폭의 기회를 상승시키게 된다(Choi 2013).

본 연구는 X선 일반학적 검사 시 피사체가 있을 때와 없을 때를 기준으로 콜리메이션 크기를 최소화시켰을 경우 선원 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 거리에서 발생되는 공간선량이 어느 정도 감소하는지를 알아봄으로써, X선 검사 시 촬영실 공간 내에서 발생하는 촬영형태별 산란선량의 구체적인 분포가 어떻게 되는지를 규명하는 데 그 목적이 있다.

대상 및 방법

실험기기로는 X선발생장치(CXT-RD85DII DR system, 한국중외메디컬, 2008), X선 조사 팬텀(PBU-31, Japan 경도과학, 2007), 공간선량측정기(Model 192, USA Capintec, Inc., 2003) 등을 사용했다. X선 촬영부위로는 손(hand), 머리(skull), 복부(abdomen) 등 3곳으로 정하였고, 콜리메이션 설정은 선원-영상수신기간거리(SID) 100 cm 상태에서 최소화했을 경우 손은 20×25 cm, 머리는 25×30 cm, 복부는 35×43 cm로 적용했고, 최대화했을 경우 손, 머리, 복부 등 3개 조사부위 모두 53×53 cm로 적용했다.

X선 조사는 전신팬텀을 이용하여 손, 머리, 복부 등 3 곳을 SID 100 cm로 설정한 후 각 측정거리별로 한 부위 당 총 40회씩의 X선을 조사했고, 조사조건은 Table 1과 같다.

X선 공간선량은 조사야 중심을 기준으로 50 cm, 1 m, 2 m 떨어진 거리별로 3시, 6시, 9시, 12시 지점에 선량측정기를 설치한 후 공간선량(mR)을 측정하였고, 통계처리는 각 실험그룹에 대한 평균값 차이의 유의성 검정은 SPSS Ver. 18.1 통계프로그램을 통한 대응표본 t-test를 실시했고, 실험결과는 평균 및 표준편차(Mean±SD)와 t 값으로 표시하였다.

결 과

1. 손(hand) X선 촬영 시 콜리메이션 최소화에 따른 공간선량 감소효과

1.1 피사체가 있을 때

조사야 내에 손 피사체를 두고서 콜리메이션 크기별 및 측정거리별 공간선량이 어느 정도인지를 측정하였다. 콜리메이션 크기를 최소화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 측정거리에서의 공간선량 평균값은 각각 0.168, 0.022, 0.000 mR로 나타났고, 콜리메이션 크기를 최대화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 거리에서의 공간선량 평균값은 각각 0.599, 0.124, 0.012 mR로 나타났다(Table 2).

Table 2. Degree of spatial dose attenuation by collimation size in hand x-ray with subject

Distance	Collimation size	N	Mean±SD[a]	t
50 cm	Minimum Maximum	40	0.168±0.057 0.599±0.103	−40.971***
1 m	Minimum Maximum	40	0.022±0.008 0.124±0.137	−54.343***
2 m	Minimum Maximum	40	0.000±0.000 0.012±0.004	−18.735***

[a]The unit is the number of mR. ***p<0.001.

Table 3. Degree of spatial dose attenuation by collimation size in hand x-ray without subject

Distance	Collimation size	N	Mean±SD[a]	t
50 cm	Minimum Maximum	40	0.116±0.044 0.512±0.233	−13.093***
1 m	Minimum Maximum	40	0.013±0.005 0.127±0.009	−66.697***
2 m	Minimum Maximum	40	0.000±0.000 0.012±0.004	−18.028***

[a]The unit is the number of mR. ***p<0.001.

1.2 피사체가 없을 때

조사야 내에 손 피사체를 두지 않고서 콜리메이션 크기별 및 측정거리별 공간선량이 어느 정도인지를 측정하였다. 콜리메이션 크기를 최소화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 측정거리에서의 공간선량 평균값은 각각 0.116, 0.013, 0.000 mR로 나타났고, 콜리메이션 크기를 최대화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 거리에서의 공간선량 평균값은 각각 0.512, 0.127, 0.012 mR로 나타났다(Table 3).

2. 머리(skull) X선 촬영 시 콜리메이션 최소화에 따른 공간선량 감소효과

2.1 피사체가 있을 때

조사야 내에 머리 피사체를 두고서 콜리메이션 크기별 및 측정거리별 공간선량이 어느 정도인지를 측정하였다. 콜리메이션 크기를 최소화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 측정거리에서의 공간선량 평균값은 각각 1.731, 0.542, 0.122 mR로 나타났고, 콜리메이션 크기를 최대화했

Table 4. Degree of spatial dose attenuation by collimation size in head x-ray with subject

Distance	Collimation size	N	Mean ± SD[a]	t
50 cm	Minimum Maximum	40	1.731 ± 0.152 2.873 ± 0.274	− 36.420***
1 m	Minimum Maximum	40	0.542 ± 0.120 1.085 ± 0.152	− 54.824***
2 m	Minimum Maximum	40	0.122 ± 0.047 0.274 ± 0.096	− 19.138***

[a]The unit is the number of mR. ***p < 0.001.

Table 5. Degree of spatial dose attenuation by collimation size in head x-ray without subject

Distance	Collimation size	N	Mean ± SD[a]	t
50 cm	Minimum Maximum	40	1.257 ± 0.118 2.397 ± 0.207	− 32.554***
1 m	Minimum Maximum	40	0.328 ± 0.016 0.767 ± 0.055	− 58.125***
2 m	Minimum Maximum	40	0.035 ± 0.010 0.147 ± 0.034	− 24.917***

[a]The unit is the number of mR. ***p < 0.001.

Table 6. Degree of spatial dose attenuation by collimation size in abdomen x-ray with subject

Distance	Collimation size	N	Mean ± SD[a]	t
50 cm	Minimum Maximum	40	2.997 ± 0.683 3.520 ± 0.822	− 12.192***
1 m	Minimum Maximum	40	1.126 ± 0.329 1.335 ± 0.380	− 13.367***
2 m	Minimum Maximum	40	0.352 ± 0.155 0.436 ± 0.171	− 22.232***

[a]The unit is the number of mR. ***p < 0.001.

Table 7. Degree of spatial dose attenuation by collimation size in abdomen x-ray without subject

Distance	Collimation size	N	Mean ± SD[a]	t
50 cm	Minimum Maximum	40	2.443 ± 0.145 3.045 ± 0.140	− 19.189***
1 m	Minimum Maximum	40	0.844 ± 0.465 1.061 ± 0.653	− 16.662***
2 m	Minimum Maximum	40	0.160 ± 0.183 0.226 ± 0.400	− 12.798***

[a]The unit is the number of mR. ***p < 0.001.

을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 거리에서의 공간선량 평균값은 각각 2.873, 1.085, 0.274 mR로 나타났다 (Table 4).

2. 2 피사체가 없을 때

조사야 내에 머리 피사체를 두지 않고서 콜리메이션 크기별 및 측정거리별 공간선량이 어느 정도인지를 측정하였다. 콜리메이션 크기를 최소화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 측정거리에서의 공간선량 평균값은 각각 1.257, 0.328, 0.035 mR로 나타났고, 콜리메이션 크기를 최대화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 거리에서의 공간선량 평균값은 각각 2.397, 0.767, 0.147 mR로 나타났다(Table 5).

3. 복부(abdomen) X선 촬영 시 콜리메이션 최소화에 따른 공간선량 감소효과

3. 1 피사체가 있을 때

조사야 내에 복부 피사체를 두고서 콜리메이션 크기별 및 측정거리별 공간선량이 어느 정도인지를 측정하였다. 콜리메이션 크기를 최소화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 측정거리에서의 공간선량 평균값은 각각 2.997, 1.126, 0.352 mR로 나타났고, 콜리메이션 크기를 최대화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 거리에서의 공간선량 평균값은 각각 3.520, 1.335, 0.436 mR로 나타났다 (Table 6).

3. 2 피사체가 없을 때

조사야 내에 복부 피사체를 두지 않고서 콜리메이션 크기별 및 측정거리별 공간선량이 어느 정도인지를 측정하였다. 콜리메이션 크기를 최소화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 측정거리에서의 공간선량 평균값은 각각 2.443, 0.844, 0.160 mR로 나타났고, 콜리메이션 크기를 최대화했을 경우 조사야 중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 거리에서의 공간선량 평균값은 각각 3.045, 1.061, 0.226 mR로 나타났다(Table 7).

고 찰

X선 산란선에 의한 공간선량 분포와 관련하여 국내외 학계에서의 연구가 활발하게 진행되고 있다. 전리함을 이용하여 X선 촬영실 내에서 공간선량을 측정하고 산란선의 발생원과 조사조건에 대한 산란율 의존성을 조사한 연구에서는 관전압 100 kVp, 40 mAs 조사조건에서 피사체로부터 1 m 거리에서 측정한 공간선량은 최대 2 mR 정도로 나타났다고 보고했다(Na and Han 2009). 거리 역자승 법칙에 의한 엑스선 감약의 정도를 파악하고 이를 산란선 발생에 적용하여 방사선사의 피폭을 저감할 수 있는 공간을 찾기 위한 연구에서는 산란선은 전·후방 각각 거리가 2배에서 0.15 mR로

나타났고 3배에서 0.07 mR, 0.06 mR으로 나타났으며, 산란선 발생량이 3사분면이 가장 적게 발생되는 것으로 조사되었다(Jun *et al*. 2011). 진단 X선 촬영실 내의 공간산란선량 분포를 촬영조건별로 구한 후 공간산란선의 발생원에 대한 기여도를 측정한 연구에서는 공간산란선량 분포 기여도는 관전압 증가에 따라 70 kVp에서 19%, 90 kVp에서 31.5%, 110 kVp에서 49.5%로 나타났고, 조사야크기 변동에서도 10×10 cm에서는 11%, 35×35 cm에서는 87%로 증가되는 것으로 조사되었다(Oh *et al*. 1994). 흉부 X선 촬영 시 촬영실 내 공간선량에 분포에 관한 연구에서는 피사체의 두께가 두꺼울수록 산란선 발생량이 측정 전체 지점에서 증가한다고 보고했고(Jo 2012), 투시검사실 내 공간산란선 분포 연구에서는, 환자테이블로부터 50 cm 떨어진 지점에서의 산란선은 테이블 상방향보다 수평지점에서 50~60% 선량감소가 이루어졌고, 조사야크기를 최소화시켰을 경우 최대화했을 때보다 평균 80%의 선량감소가 이루어졌으며, 피사체가 없을 경우 있을 때보다 평균 96.7% 공간선량 감소가 이루어졌다고 보고했다(Jo 2011). 이동형 X선 촬영 시 그 주변에서 발생되는 산란선량이 어느 정도인지를 측정했던 연구에서는 구리판을 넣어서 제작한 방어판을 이동촬영기 주변에 설치하여 사용할 경우 평균 60% 이상의 산란X선에 의한 조사선량을 줄일 수 있다고 보고하였고(Kwon *et al*. 2001), 유방촬영실에서 사용되고 있는 장치의 실태와 촬영조건에 따른 공간산란선량의 분포를 연구한 논문에서는 유방촬영실의 공간선량은 이동형 촬영 장치에 비해 2.0배 이상 크게 나타났고 이로 인해 환자와 방사선 작업종사자의 피폭선량이 상당부분 증가된다고 보고했다(Lee *et al*. 2006).

본 연구에서는 X선 일반학적 촬영 시 피사체가 있을 때와 없을 때의 콜리메이션 크기별로 공간선량이 어느 정도인지를 조사하였는데 손, 머리, 복부 촬영 공히 피사체가 있을 경우 없을 때보다 1.2~1.4배 정도 공간선량이 증가하고, 콜리메이션 크기를 최소화하였을 경우 최대화하였을 때보다 손 촬영은 5배, 머리 촬영은 2배, 복부 촬영은 1.2배 정도의 공간선량 감소가 이루어졌다.

결 론

지금까지 X선 일반학적 검사 시 피사체가 있을 때와 없을 때를 기준으로 콜리메이션 크기를 최소화시켰을 경우 선원중심으로부터 50 cm, 1 m, 2 m 거리에서 발생되는 공간선량이 어느 정도 감소하는지를 알아보았다. X선 발생장치와 선량측정기를 통한 실험을 시행한 결과 피사체가 있을 경우 없을 때보다 최소 1.2배에서 최대 1.4배 정도의 공간선량이 증가하였고, 콜리메이션 크기를 최소화하였을 경우 최대화하였을 때보다 촬영 부위별로 최소 1.2배에서 최대 5배 정도의 공간선량이 감소되었다. 이 같은 실험결과는 X선 촬영 시 콜리메이터 크기를 최대로 열지 않고 검사목적부위 범위만으로 최소화시킬 경우 최소 1.2배에서 최대 5배 정도의 공간선량을 줄일 수 있다는 것을 의미하고, 또한 불필요한 X선 피폭을 동일한 크기만큼 예방할 수 있게 되는 것이기도 하다. 따라서 X선 촬영 시 콜리메이션 크기를 최소화시키는 조치는 방사선방어 측면에서 볼 때 X선 검사를 시행하는 방사선사의 당연한 의무이자 필수불가결한 요소로서 적용되어야 한다.

사 사

The Research has been conducted by the Research Grant of Gwangju Health University in 2018 (3018023).

참 고 문 헌

Choi SK. 2013. Relationship between the distribution of space doses in X-ray rooms and the inverse square law of distance. *J. Korea Cont. Assoc*. **13**(8):301-307.

Jo PK. 2011. Distribution of the scatter ray in fluoroscopy X-ray room. *J. Korea Cont. Assoc*. **11**(10):349-354.

Jo PK. 2012. Distribution of the scatter ray on chest X-ray examinations. *J. Korea Cont. Assoc*. **12**(7):255-260.

Jun MC, Lim HS and Han MS. 2011. The study about attenuation of scatter ray according to distance inverse square law at general projection. *J. Radiol. Sci. Technol*. **34**(3):183-188.

Kwon DM, Park MH and Nam HD. 2001. Measurement of the scattered spatial dose distribution for the mobile X-ray radiography. *J. Radiol. Sci. Technol*. **24**(1):23-26.

Lee IJ, Park KY and Kim SS. 2006. Research on the actual condition of mammography and space scattered dose in mammography room. *J. Radiol. Sci. Technol*. **29**(1):21-28.

Na SK and Han SH. 2009. A study on the factors of spatial scattered ray occurrence in the X-ray radiography room. *J. Radiol. Sci. Technol*. **32**(4):393-399.

Oh HJ, Kim SS, Kim YI, Lim HY, Kim HT, Lee HM, Kim HS and Lee SS. 1994. A study on the behabior of the free space scatter dose in X-ray diagnostic room. *J. Radiol. Sci. Technol*. **17**(2):21-27.

Park SS, Kim KS, Lee KS, Oh YH, Lee YC, Park KJ and Kim KJ. 2000. Basics of Diagnostic Radiology. Daihak Publishing Company, pp. 146-147.

Received: 7 February 2019
Revised: 5 March 2019
Revision accepted: 20 March 2019