

X선 촬영에서 조사야 크기에 따른 산란선량의 변화

Change of the Scattered Dose by Field Size in X-ray Radiography

최성관

광주보건대학교 방사선과

Seong-Kwan Choi(skchoi@ghu.ac.kr)

요약

본 연구에서는 손, 머리, 복부 등에 대한 X선 촬영 시행 시 조사야 크기를 최적화할 경우와 최대화할 경우 검사목적부위로부터 30cm 거리에서의 X선 산란선량이 각각 어느 정도인지를 알아보았다.

그 결과 손, 머리, 복부 등에 대한 X선 산란선량은 첫째, 소인촬영의 경우 조사야 크기를 최적화하였을 때 각각 0.08 μ Sv, 4.39 μ Sv, 5.56 μ Sv로 나타났고, 조사야 크기를 최대화하였을 때 각각 0.58 μ Sv, 33.47 μ Sv, 35.93 μ Sv로 나타났으며, 둘째, 성인촬영의 경우 조사야 크기를 최적화하였을 때 각각 0.40 μ Sv, 14.51 μ Sv, 18.86 μ Sv로 나타났고, 조사야 크기를 최대화하였을 때 각각 2.78 μ Sv, 107.40 μ Sv, 117.52 μ Sv로 나타났었다($P < 0.001$).

결론적으로, X선 촬영 시 조사야 크기를 필요한 만큼만으로 최대한 줄여주어 최적화시켰을 때에 최대화시켰을 때보다 피사체 주변의 X선 산란선 발생량은 약 6~7배 정도 감소하였다.

■ 중심어 : | X선 산란선 | X선조사야 | 산란 X선량 | X선 촬영 |

Abstract

The purpose of this study is to investigate the scattered dose of X-ray at a distance of 30cm from the area to be examined when X-ray field is the most optimized and maximized when X-ray is performed on hand, skull and abdomen.

As a result of scattered dose of X-ray on hand, skull and abdomen, first, when X-ray field was the most optimized upon adult X-ray examination, it was 0.08 μ Sv, 4.39 μ Sv and 5.56 μ Sv, respectively. When x-ray field was maximized, it was 0.58 μ Sv, 33.47 μ Sv and 35.93 μ Sv, respectively. Second, when X-ray field was the most optimized upon pediatric X-ray examination, it was 0.40 μ Sv, 14.51 μ Sv and 18.86 μ Sv, respectively. When x-ray field was maximized, it was 2.78 μ Sv, 107.40 μ Sv and 117.52 μ Sv, respectively($P < 0.001$).

As a result, when the size of X-ray field was decreased down to be necessary and optimal upon X-ray examination, emission of scattered X-ray around specimen is reduced approximately 6-7 times as much as that when it was maximized.

■ keyword : | X-ray Scattering | X-ray Field | Scattered dose of X-ray | X-ray Examination |

* 이 논문은 2012년도 광주보건대학교 교내연구비의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 3012024)

접수번호 : #130104-002

접수일자 : 2013년 01월 04일

심사완료일 : 2013년 02월 04일

교신저자 : 최성관, e-mail : skchoi@ghu.ac.kr

I. 서론

최근 국민들의 소득수준이 향상됨에 따라 건강에 관한 관심이 날로 증대되고 있고, 이로 인해 의료기관에서 질병의 진단이나 치료를 목적으로 시행하는 방사선 촬영 건수가 과거에 비해 현저한 증가현상을 보이고 있다. 하지만 X선은 어떤 물질에 충돌하게 되면 진행방향이 전혀 다른 곳으로 변화되면서 불필요한 방사선피폭을 유발하고 동시에 영상의 질을 저하시키는 산란선이 발생되기 때문에 이러한 방사선 촬영 시 발생하는 산란선을 차단하거나 최소화시키기 위한 적절한 대책이 요구되고 있다.

X선에 의해 발생하는 산란선으로서 방사선진단 시 발생하는 대부분의 산란선은 콤프톤 산란(Compton scattering)에 의한 것이고, 나머지 극히 일부로써 고전산란(coherent scattering)에 의한 것이 있다. 콤프톤 산란은 높은 에너지를 가진 방사선이 물질 원자의 최외곽 궤도전자에 충돌할 때 전자를 궤도에서 이탈시키고 전혀 다른 방향으로 진행되면서 입사에너지의 일부를 넘겨줌과 동시에 양전하와 음전하의 이온쌍을 발생시키는 현상을 말하고[1], 고전산란은 입사방사선이 물질 내의 원자와 충돌할 때 파장의 변동 없이 에너지를 전혀 잃지 않고 진행방향만을 바꾸는 현상을 말하는 것으로서 X선의 경우 파장이 매우 긴 일부를 제외하고는 거의 발생되지 않아 방사선의학 분야에서는 크게 의미를 두지 않고 있는 현상이다[2].

X선 촬영실 내에서의 산란선량은 관전압, 조사시간, 조사야 크기, 피사체의 물리적 성질, 피사체 주변 물체에 영향을 받아 결정되어 진다[3]. 즉, 관전압이 높을수록, X선 조사시간이 길수록, 조사야 크기가 클수록, 피사체의 두께가 크고 밀도가 높을수록, 피사체 주변에 금속물질이 존재할수록 X선 촬영실 내의 산란선량은 훨씬 더 많아진다. 하지만 이들 가운데 조사야 크기 요인은 조작자의 무관심과 안전 불감증의 영향으로 촬영실 내의 산란선량을 대폭 증가시킬 수가 있고, 따라서 X선 촬영 시 콜리메이터 조작을 통해 조사야크기를 검사목적부위 만으로 최적화시켜주는 일은 매우 중요한 일일 것이다.

본 연구는 X선 촬영 시 조사야 크기를 최적화할 때와 최대화할 때에 피사체 주변에서 발생하는 촬영실 내의 산란선량이 어느 정도인지를 알아보고, 부득이하게 촬영실 내에 머물러야 하는 환자보호자와 관계종사자의 산란선으로 인한 X선 피폭 저감대책 마련에 있어서 그에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 실험장비

1.1 X선 조사장치

X선 조사장치는 중원메디칼(한국)에서 제조하여 2008년에 공급한 Digital Radiography System(모델번호 : CXT-RD85DⅡ)을 사용하였다.

1.2 전신팬텀

X선 조사 피사체로서 인체를 대신할 전신팬텀은 일본 KYOTO KAGAKU 사에서 제조하여 2007년에 한국 호남 M&D를 통해 공급한 TYPE PBU-31 모델을 사용하였다.

1.3 X선 산란선량 측정기

X선 촬영실 내의 산란선량을 측정할 선량측정기는 스웨덴에서 제조하여 2010년 공급한 Phiranha 657 모델을 사용하였다.

2. 실험 방법

1.1 X선 조사부위 설정

X선 조사부위는 손(hand), 머리(skull), 복부(abdomen) 등 3 곳으로 정하였다.

1.2 조사야 크기 설정

조사야 크기는 조사야를 최적화하였을 때와 최대화하였을 때의 2가지로 정하였다. 최적화의 경우 SID 100cm에서 손 8×10 inch, 머리 10×12 inch, 복부 14×17 inch를 기준으로 적용하였고, 최대화의 경우 SID

100cm에서 3개 조사부위 모두 콜리메이터를 최대로 열었을 때를 기준으로 적용하였다. 영상검출기 위치에서의 X선 조사 부위별 조사야 크기는 [Table 1]과 같다.

Table 1. Sizes of X-ray field by areas of X-ray radiography

	최적화(cm)	최대화(cm)
손	20×25	56×56
머리	25×30	56×56
복부	35×43	56×56

1.3 X선 조사

조사 부위 3 곳 모두에 대해 Digital Radiography System을 이용하여 조사야를 최적화하였을 때와 최대화하였을 때로 나눈 후 소인일 때의 조사조건과 성인일 때의 조사조건을 적용하여 SID(source-image distance) 100cm로 각각 30회씩의 X선을 조사하였다.

조사 부위 3 곳에 대한 조사조건(kVp, mA, mAs)은 X선장치 제조사에서 소인과 성인별로 사전에 설정된 기본값을 사용하였고, 그 구체적인 내용은 [Table 2]와 [Table 3]과 같다.

Table 2. X-ray irradiation conditions by areas of pediatric X-ray radiography

	kVp	mA	mAs
손	40	100	6
머리	70	250	20
복부	70	250	20

Table 3. X-ray irradiation conditions by areas of adult X-ray radiography

	kVp	mA	mAs
손	55	100	10
머리	85	250	40
복부	85	250	40

1.4 X선 촬영실 내 산란선량 측정

선량측정기 Phiranha 657을 이용하여 각 조사 부위별로 먼저, 조사야 크기를 ‘최적화’하였을 때 피사체로부터 30cm 지점에서의 산란선량을 30회 반복하여 측정하였고 이어, 조사야 크기를 ‘최대화’하였을 때 피사체로

부터 30cm 지점에서의 산란선량을 30회 반복하여 측정하였다. 아울러 측정된 산란선량은 μSv 로 표시하였다.

3. 통계처리

조사야 크기를 최적화하였을 때와 최대화하였을 때의 각 부위별 실험결과 값 차이에 대한 유의성검정은 SPSS 13.01 통계프로그램을 통한 대응표본 t-test를 실시하였고, 각 실험결과는 평균, 표준편차, r값, t값, P값으로 표시하였으며, 통계적 검정은 유의수준 $\alpha = 0.05$ 수준으로 처리하였다.

III. 연구 결과

1. 손(Hand) X선 촬영에서의 조사야 크기별 산란선량

1.1 소인촬영의 경우

소인의 손에 대한 X선 촬영 시 조사야 크기를 최적화하였을 때와 최대화하였을 때 피사체로부터 30cm 지점에서의 산란선량을 측정하였다. 조사야 크기를 최적화하였을 경우의 산란선량은 평균 0.08 μSv 였고 최대화하였을 경우의 산란선량은 평균 0.58 μSv 로서 조사야 크기를 최대화할 경우 최적화할 때보다 약 7.3배 이상 더 많은 산란선량이 발생하는 것으로 나타났다. 아울러 t 검정 통계값도 -1256.06으로 나타나 두 그룹간에 매우 유의한 차이가 있음을 알 수 있다($P < 0.001$), [Table 4].

1.2 성인촬영의 경우

성인의 손에 대한 X선 촬영 시 조사야 크기를 최적화하였을 때와 최대화하였을 때 피사체로부터 30cm 지점에서의 산란선량을 측정하였다. 조사야 크기를 최적화하였을 경우의 산란선량은 평균 0.40 μSv 였고 최대화하였을 경우의 산란선량은 평균 2.78 μSv 로서 조사야 크기를 최대화할 경우 최적화할 때보다 약 5.7배 이상 더 많은 산란선량이 발생하는 것으로 나타났다. 아울러 t 검정 통계값도 -3702.76으로 나타나 두 그룹간에 매우 유의한 차이가 있음을 알 수 있다($P < 0.001$), [Table 4].

Table 4. Scattered dose by sizes of X-ray field on hand

Groups	N	mean±S.D. (μSv)	r	t
소인	최적	0.08±0.001	.24	-1256.06***
	최대	0.58±0.002		
성인	최적	0.40±0.002	.20	-3702.76***
	최대	2.78±0.003		

***P<0.001

2. 머리(Skull) X선 촬영에서의 조사야 크기별 산란선량

2.1 소인촬영의 경우

소인의 머리에 대한 X선 촬영 시 조사야 크기를 최적화하였을 때와 최대화하였을 때 피사체로부터 30cm 지점에서의 산란선량을 측정하였다. 조사야 크기를 최적화하였을 경우의 산란선량은 평균 4.39 μSv였고 최대화하였을 경우의 산란선량은 평균 33.47 μSv로서 조사야 크기를 최대화할 경우 최적화할 때보다 약 7.6배 이상 더 많은 산란선량이 발생하는 것으로 나타났다. 아울러 t 검정 통계값도 -2619.28로 나타나 두 그룹간에 매우 유의한 차이가 있음을 알 수 있다(P<0.001), [Table 5].

2.2 성인촬영의 경우

성인의 머리에 대한 X선 촬영 시 조사야 크기를 최적화하였을 때와 최대화하였을 때 피사체로부터 30cm 지점에서의 산란선량을 측정하였다. 조사야 크기를 최적화하였을 경우의 산란선량은 평균 14.51 μSv였고 최대화하였을 경우의 산란선량은 평균 107.40 μSv로서 조사야 크기를 최대화할 경우 최적화할 때보다 약 7.4배 이상 더 많은 산란선량이 발생하는 것으로 나타났다.

Table 5. Scattered dose by sizes of X-ray field on skull

Groups	N	mean±S.D. (μSv)	r	t
소인	최적	4.39±0.01	.17	-2619.28***
	최대	33.47±0.06		
성인	최적	14.51±0.01	.12	-12069.3***
	최대	107.40±0.04		

***P<0.001

아울러 t 검정 통계값도 -12069.3으로 나타나 두 그룹간에 매우 유의한 차이가 있음을 알 수 있다(P<0.001), [Table 5].

3. 복부(Abdomen) X선 촬영에서의 조사야 크기별 산란선량

3.1 소인촬영의 경우

소인의 복부에 대한 X선 촬영 시 조사야 크기를 최적화하였을 때와 최대화하였을 때 피사체로부터 30cm 지점에서의 산란선량을 측정하였다. 조사야 크기를 최적화하였을 경우의 산란선량은 평균 5.56 μSv였고 최대화하였을 경우의 산란선량은 평균 35.93 μSv로서 조사야 크기를 최대화할 경우 최적화할 때보다 약 6.5배 이상 더 많은 산란선량이 발생하는 것으로 나타났다. 아울러 t 검정 통계값도 -1941.82로 나타나 두 그룹간에 매우 유의한 차이가 있음을 알 수 있다(P<0.001), [Table 6].

3.2 성인촬영의 경우

성인의 복부에 대한 X선 촬영 시 조사야 크기를 최적화하였을 때와 최대화하였을 때 피사체로부터 30cm 지점에서의 산란선량을 측정하였다. 조사야 크기를 최적화하였을 경우의 산란선량은 평균 18.86 μSv였고 최대화하였을 경우의 산란선량은 평균 117.52 μSv로서 조사야 크기를 최대화할 경우 최적화할 때보다 약 6.2배 이상 더 많은 산란선량이 발생하는 것으로 나타났다. 아울러 t 검정 통계값도 -2669.89로 나타나 두 그룹간에 매우 유의한 차이가 있음을 알 수 있다(P<0.001), [Table 6].

Table 6. Scattered dose by sizes of X-ray field on abdomen

Groups	N	mean±S.D. (μSv)	r	t
소인	최적	5.56±0.01	-.39	-1941.82***
	최대	35.93±0.08		
성인	최적	18.86±0.02	-.29	-2669.89***
	최대	117.52±0.20		

***P<0.001

IV. 고 찰

X선 촬영 시 촬영실내 공간에서 발생한 산란선의 공간분포는 환자는 물론이고 병원에 근무하는 의료인과 방사선작업종사자에 있어 방사선피폭 정도를 인지하는데 중요한 지표가 된다[4].

안봉선(2005)은 X선 일반촬영 시 산란선량에 관한 연구에서 X선 촬영대로부터 40cm 지점에서의 산란선량은 머리(Skull)는 3.25 μSv 이고, 복부(Abdomen)는 34.3 μSv 이며, 발목관절(Ankle joint)은 2.88 μSv 라고 보고했다[5-6]. 전민철 등(2011)은 일반촬영 시 거리역자승 법칙에 따른 산란선 감약에 관한 연구에서 촬영대 위에 척추뼈 phantom을 올려놓고 이로부터 42.5cm 지점에서 70 kVp, 20 mA 촬영조건으로 X선을 조사하였을 때에 0.068 mR의 산란선량이 발생하였다고 보고하였다[7]. 나수경 등(2009)은 엑스선 촬영실의 공간산란선 발생 인자에 관한 연구에서 촬영대 위에 아크릴팬텀($36 \times 36 \times 18 \text{ cm}^3$)을 올려놓고 이로부터 1m 지점에서 100 kVp, 40 mA 촬영조건으로 X선을 조사하였을 때에 1.51 mR의 산란선량이 발생하였다고 보고하였다[8]. 박창희(2009)는 이동형 X선 장치를 이용한 흉부촬영 시 공간선량률에 관한 연구에서 흉부팬텀을 테이블 위에 올려놓고 이로부터 50cm와 1m 지점에서 66 kVp, 6.4 mA, 조사야크기 $45 \times 45 \text{ cm}^2$ 촬영조건으로 공간산란선량률을 측정한 결과 각각 4.5 mSv와 1.22 mSv의 산란선량이 발생하였다고 보고하였다[9].

조평곤(2011)은 X선 투시촬영에서 조사야 크기를 25%로 줄였을 때에 선원으로부터 50cm 지점에서의 산란선량은 0.78 mGy/min에서 0.16 mGy/min 으로 나타나 약 4.9배 감소하였다[10].

본 연구에서는 손, 머리, 복부 등에 대한 X선 촬영 시 피사체로부터 30cm 거리에서의 산란선량은 첫째, 소인 촬영의 경우 조사야 크기를 최적화하였을 때 각각 0.08 μSv , 4.39 μSv , 5.56 μSv 로 나타났고, 조사야 크기를 최대화하였을 때 각각 0.58 μSv , 33.47 μSv , 35.93 μSv 로 나타났으며, 둘째, 성인촬영의 경우 조사야 크기를 최적화하였을 때 각각 0.40 μSv , 14.51 μSv , 18.86 μSv 로 나타났고, 조사야 크기를 최대화하였을 때 각각 2.78 μSv ,

107.40 μSv , 117.52 μSv 로 나타났다($P < 0.001$). 이는 X선 촬영 시 조사야 크기를 필요한 만큼만으로 최대한 줄여주었을 때에 피사체 주변의 산란선 발생량은 약 6~7배 정도 감소하게 되고, 아울러 이 같은 조치는 촬영실 내에 부득이하게 머물러 있는 환자보호자나 방사선관계종사자의 방사선피폭을 상당부분 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

V. 결론 및 제언

지금까지 손, 머리, 복부 등에 대한 X선 촬영 시행 시 조사야 크기를 최적화할 경우와 최대화할 경우 피사체로부터 30cm 거리에서의 산란선량이 각각 어느 정도인지를 알아보았다.

실험 결과, 손이나 머리 및 복부 어느 부위에서나 조사야를 최대화하지 않고 최적화하였을 경우 X선 산란선은 무려 6~7배나 적게 발생하는 것으로 나타났다. 이는 대부분의 의료기관에서 X선 촬영을 시행할 때 X선 장치 운영자의 단순한 조작 편리성을 위해 조사야 크기를 최대로 열어둔 채 검사할 경우 X선 촬영실 내에 머물고 있는 환자나 환자보호자 등에게 얼마나 많은 불필요 방사선피폭을 유발시키고 있는지를 보여주는 결과이다.

따라서, 앞으로 X선 장치 운영자는 X선 촬영을 시행할 경우 매 촬영마다 각각 검사 목적부위만으로 최적화된 조사야를 설정해줌으로써 불필요한 방사선피폭을 상당부분 경감시켜주어야 할 것으로 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 신귀순, *방사선물리학*, 신광출판사, 2005.
- [2] 박수성, 김건상, 이관세, 오용호, 이용철, 박경진, 김건중, *진단방사선원리*, 대학서림, 2000.
- [3] 나수경, 한상효, “엑스선 촬영실의 공간산란선 발생 인자에 관한 연구”, *방사선기술과학*, 제32권, 제4호, p.397, 2009.

- [4] 조평근, 이준협, 김윤식, 이창엽, “전산화 단층촬영실의 산란선 측정에 대한 연구”, 대한방사선기술학회지, 제26권, 제2호, p.38, 2003.
- [5] 안봉선, “X선 일반촬영 시 산란선량에 관한 연구”, 대한의료영상기술연구학회지, 제4권, 제1호, pp.35-36, 2005.
- [6] Faiz M. Khan, *The Physics of Radiation Therapy*, Williams & Wilkins, 1994.
- [7] 전민철, 임현수, 한만석, “일반촬영 시 거리역자승 법칙에 따른 산란선 감약에 관한 연구”, 대한방사선기술과학, 제34권, 제3호, pp.186-187, 2011.
- [8] 나수경, 한상효, “엑스선 촬영실의 공간산란선 발생 인자에 관한 연구”, 대한방사선기술과학, 제32권, 제4호, pp.394-397, 2009.
- [9] 박창희, “이동형 X선 장치를 이용한 흉부촬영 시 공간선량률에 관한 연구”, 대한의료영상기술연구학회지, 제8권, 제1호, p.74, 2009.
- [10] 조평근, “투시 검사실 내 공간산란선 분포 측정”, 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제10호, pp.349-353, 2011.

저 자 소 개

최 성 관(Seong-Kwan Choi)

정회원



- 1998년 8월 : 순천대학교 행정대학원(행정학석사)
- 2007년 2월 : 조선대학교 대학원 보건학과(보건학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 광주보건대학교 방사선과 교수

<관심분야> : 방사선과학기술, 방사선보건