

투시 검사실 내 공간산란선 분포 측정

Distribution of the Scatter Ray in Fluoroscopy X-ray Room

조평곤

대구가톨릭대학교 방사선학과

Pyong-Kon Cho(jjjpkcho@cu.ac.kr)

요약

투시검사실내 공간산란선 분포에 대한 정확한 정보와 환자, 검사 자 등에 대한 피폭을 줄이고자 투시용 방사선 발생장치를 이용한 실험결과는 다음과 같았다. 테이블과 동일한 높이의 경우 산란선은 50 cm지점과 250 cm 지점에서 0.78 mGy/min ~ 0.04 mGy/min (95 %), 테이블 하 방향 50 cm의 경우 0.17 mGy/min ~ 0.02 mGy/min (86 %), 테이블 상 방향 50 cm 의 경우 1.37 mGy/min ~ 0.05 mGy/min (96 %) 로 감소하였고 상 방향 50 cm 보다 수평지점에서 50 ~ 60% 선량 감소를 나타냈고 하 방향 50 cm 지점에서는 90 ~ 95%정도의 감소율을 나타냈다. 조사야 조절장치의 경우 25%로 줄였을 때 50 cm 지점에서 0.78 mGy/min 에서 0.16 mGy/min 으로, 250 cm 지점에서 0.04 mGy/min 에서 0.01 mGy/min 으로 평균 80% 정도 감소하였다. 피사체의 유무의 경우 피사체가 없는 경우 모든 측정지점에서 평균 96.7% 공간 산란선량이 감소하였다.

■ 중심어 : | 투시검사실 | 공간산란선 | 방사선피폭 | 조사야 조절장치 |

Abstract

The results of the scatterly distribution in the fluoroscopy X-ray room were as follows. When the measurement was done at the same height with the table, measured value was 0.78 mGy/min ~ 0.04 mGy/min (95%) within 50 cm and 250 cm. At 50 cm below the table, it was 0.17 mGy/min ~ 0.02mGy/min (86%) and at 50 cm above the table was 1.37 mGy/min ~ 0.05 mGy/min (96%), displaying a decrease. At the same time, the amount of rays were reduced in 50 ~ 60% at the same height with the table than the location 50 cm above the table, 90~95% of reduction rate was observed at 50 cm below the table. For the collimator, comparing to the case when it was completely open, the amount of ray was reduced from 0.78 mGy/min to 0.16 mGy/min at 50cm away and 0.04 mGy/min to 0.01 mGy/min at 250cm away thus approximately 80% on average was reduced when the collimator was reduced to 25%. Comparing with the case when there was a object on the table, the amount of scatter ray was reduced by 96.7% at every location when there is not a object on the table.

■ keywords : | Fluoroscopic X-ray Room | Scatter Ray | Radiation Dose | Collimator |

* 본 연구는 2011학년도 대구가톨릭대학교 연구비 지원에 의한 것임.

접수번호 : #110530-001

접수일자 : 2011년 05월 30일

심사완료일 : 2011년 09월 21일

교신저자 : 조평곤, e-mail : jjjpkcho@cu.ac.kr

I. 서 론

방사선에 의한 장해를 가능한 감소시키기 위한 방법 중에는 피검자에 대한 방어와 방사선작업종사자에 대한 방어로 구분할 수 있다. 그러나 대부분의 방어 수단과 방법들이 피검자를 위한 방향으로 주로 연구되었고 방사선작업종사자에 대한 방어 문제는 상대적으로 경시되어 온 경향이 있었다[1]. 1년에 자연방사선으로 인한 피폭은 2.5 mSv ~ 3 mSv로 단순흉부촬영을 150번 시행 했을 때의 선량과 같으며, 단순흉부촬영 1회 선량은 자연방사선에 2.4일 노출되었을 경우와 같고 국내에서는 인구 1인당 진단용 의료피폭은 2.15 mSv (핵의학 포함)로 ICRP 60의 공중피폭 선량한도 1.0 mSv보다 높은 결과를 나타내고 있다[2]. 이러한 일반인의 피폭과는 다른 일반적인 대상이 아닌 방사선 관계종사자의 경우 장시간 동안 지속적으로 저 선량 방사선에의 노출은 방사선 피폭에 의한 장해가 문제시 될 수 있다[3]. 또 다른 연구보고에 의하면 만성적인 방사선 피폭자에는 대조군에 비해 염색체 이상이 2.1배 높았다고 하였다. 방사선으로 인한 만성장해로는 유전적 장해를 볼 수 있고, 신체적 장해는 피부암, 백혈병, 백내장 등을 일으킬 수 있으므로 방사선 관계 종사자의 경우 최소한의 선량이라도 방사선에 대한 노출을 줄이는 것이 절대적으로 필요하다[4]. 국내 식품의약품안전청에서 2004년 발표된 방사선 관계종사자 피폭선량 분석자료 결과를 보면 방사선전문의는 평균 0.87 mSv (\pm 0.13), 간호사 1.06 mSv (\pm 0.24), 방사선사 1.87 mSv (\pm 0.15)로 나타나 있다. 이는 캐나다의 방사선 관계종사자 연간누적선량 0.09 mSv, 일본의 0.26 mSv보다 월등히 높은 선량을 받고 있다[5]. 일반 X-ray 촬영 장치와 다르게 투시조영촬영장치의 경우 장시간 동안 검사가 진행되는 경우가 많아 환자는 물론 작업 종사자의 경우도 방사선 피폭으로부터 안전하지 않고 특히, 중재적시술시 작업 종사자의 수정체에 대한 방사선피폭은 이미 오래 전에 보고 된 바가 있고 2004년 RSNA (Radiological Society of North America) 에서 Haskal 의 보고에 의하면 방사선으로 인한 백내장도 약 8% 정도 증가된 것으로 보고 되고 있다[6]. 이와 같은 현실로 볼 때 X 선 촬영실 내

에서 공간산란선 분포에 대한 정보는 환자나 검사자의 피폭 정도를 인지하는데 매우 중요하다. 본 연구는 투시검사 시 촬영실내 공간산란선 분포에 대한 현황과 검사 하는 동안 환자 및 검사자에 대한 방사선 피폭을 줄이고자 수행하였다.

II. 대상 및 방법

1. 실험 장치

본 연구는 일반 X-ray촬영과 투시가 가능한 X-ray 발생장치 (Hitachi medix 3000, Japan)와 교정을 완료한 산란선 측정용 Ionization Chamber (Model 20 × 5 - 1,800 cc, Monrovia, California, USA), Electrometer (Radiation Monitor Controller Model 2026)를 이용하였고[그림 1], 피사체는 아크릴 팬텀 (30 cm × 30 cm × 18 cm)을 이용 하였다.



그림 1. Ionization Chamber and Electrometer

2. 투시 검사 시 공간산란선량 측정 방법

X-ray 발생장치의 테이블은 수평으로 하였고 X-ray 튜브와 테이블까지의 거리는 120 cm, X-ray 튜브의 위치는 테이블의 중앙에 위치하였다[그림 2].

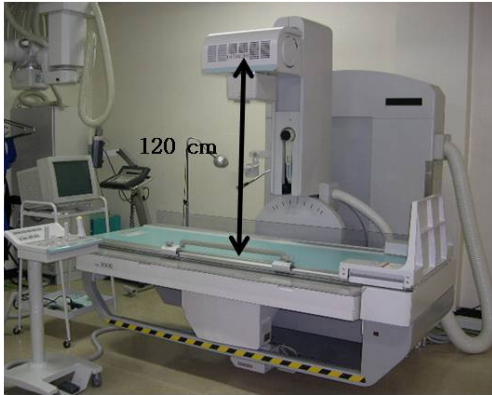


그림 2. Overview of Experimental Equipment

투시 촬영 시 촬영조건은 AEC Mode (Automatic Exposure Control) 를 사용하여 피사체가 없는 경우 (40 kVp, 0.1 mA)와 피사체가 있는 경우로 구분하여 실험하였고, 피사체가 있는 경우는 다시 조사야를 완전히 열어 놓은 경우 (68 kVp, 0.6 mA)와 25%만 열어 놓은 경우 (73 kVp, 0.8 mA)로 구분하여 실험하였다. 검사실 내에서 공간산란선의 분포를 알아보기 위한 Ionization Chamber의 위치는 테이블의 중앙으로부터 50 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm, 측정 지점 [그림 3] A ~ G까지 45도 간격으로 X-ray 튜브, 테이블을 지지하고 있는 장비의 지지대와 검사실 내벽으로 인한 측정 불가 방향 한 곳을 제외한 7곳 방향에서 측정하였다. 이 때 방향 D의 250 cm 지점은 X-ray Generator가 위치하고 있어서 측정할 수 없었다[그림 3]. 위와 같은 거리와 방향에서 높이에 대한 공간 산란선 분포를 알아보기 위해 테이블을 중심으로 수평높이, 테이블 상 방향 50 cm, 테이블 하 방향 50 cm 지점에서 각각 측정하였다. 측정 시 측정값에 대한 신뢰도를 높이기 위해 각 측정 지점에서 3회 측정 후 평균값을 이용하여 자료를 분석하였다.

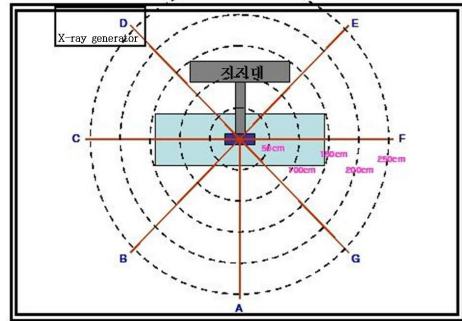


그림 3. Schematics of Measurement Points

III. 결 과

테이블 위에 피사체가 없는 경우와 있는 경우 공간 산란선량은 피사체가 없을 경우 0.00 mGy/min ~ 0.05 mGy/min로 모든 측정 지점에서 매우 낮게 측정되어 피사체가 있을 경우와 비교하면 평균 96.7%의 산란선량이 감소함을 알 수 있었다. 그러므로 본 연구에서는 테이블 위에 피사체가 위치하고 있을 경우 측정값을 분석하였다.

1. 거리 변화에 따른 공간산란선량 분포

조사야를 완전히 열고 측정 했을 때 테이블 상 방향 50cm 높이에서 50cm 떨어진 거리에서 각 방향에 대한 평균값은 1.37 mGy/min 이었고 100 cm 에서 0.37 mGy/min, 150 cm 에서 0.16 mGy/min, 200 cm 0.09 mGy/min, 250 cm 에서 0.05 mGy/min였다[그림 4].

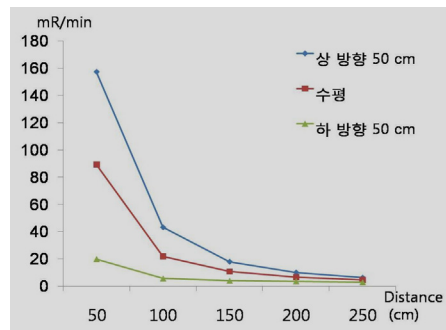


그림 4. The distribution of scatter ray on the distance

또한, 테이블과 수평지점, 상 방향 50 cm 및 하 방향 50 cm 의 모든 측정 지점의 거리에 따른 평균값은 50cm 에서 0.77 mGy/min, 100 cm 에서 0.20 mGy/min, 150 cm 에서 0.09 mGy/min, 200 cm 에서 0.06 mGy/min, 250 cm 에서 0.02 mGy/min였다. 한편 조사야를 25% 열고 측정 했을 경우 특히 하 방향 50 cm 위치에서 0.01 mGy/min, 100 cm 에서 0.01 mGy/min, 150 cm 에서 0.01 mGy/min, 200 cm 에서 0.01 mGy/min, 250 cm 에서 0.01 mGy/min 으로 적은 양이 측정 되었다[그림 5].

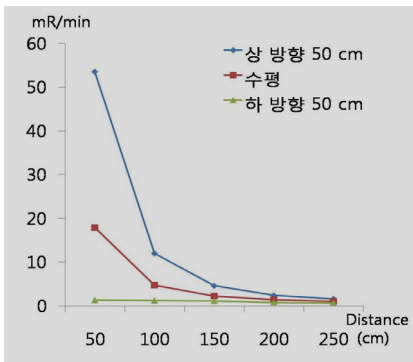


그림 5. The distribution of scatter ray on the distance (25%)

2. 측정 높이 변화에 따른 공간산란선량의 분포

조사야를 완전히 열었을 경우 거리 50 cm 위치에서 테이블과 동일한 높이의 모든 방향 측정지점의 평균값이 0.78 mGy/min, 상 방향 50 cm 지점에서는 1.37 mGy/min, 하 방향 50 cm 위치에서는 0.17 mGy/min 였다. 모든 측정지점의 평균값은 수평지점을 기준으로 상 방향 50 cm 에서 163 % 증가하였고 하 방향 50 cm 지점에서 39 % 감소한 것으로 나타났다.

3. 조사야 변화에 따른 공간산란선량의 분포

조사야를 완전히 열었을 경우 거리 50 cm 떨어진 곳의 모든 측정 지점에서 측정된 평균값은 0.77 mGy/min 였고, 조사야를 25% 열었을 경우는 0.21 mGy/min으로 27.3% 감소되는 것을 알 수 있었다. 또한 모든 측정지점의 평균값으로 보았을 때 조사야를 완전히 열었을 경

우, 조사야를 25% 열었을 경우와 비교해 24.5% 감소된 선량이 측정되는 것을 확인하였고, 따라서 모든 검사시 관심부위 이외의 부위에 대한 조사야의 적절한 사용은 불필요한 산란선을 줄이는데 기여할 것으로 생각된다.

4. 측정 방향에 따른 공간산란선량의 분포

[그림 3]의 각 방향 별 평균값은 F 방향에서 0.17 mGy/min로 다른 방향보다 다소 높게 측정 되었다[표 1].

표 1. The distribution of scatter ray on the measurement points

측정 방향	A	B	C	D	E	F	G
측정값 (mGy/min)	0.15	0.15	0.16	0.14	0.17	0.17	0.14

IV. 고 찰

인간이 생활하면서 받는 방사선은 자연방사선과 인공방사선으로 나눌 수 있으며 의료기관이나 산업체 등에서 방사선을 이용하는 경우 허용된 범위의 피폭이라 하더라도 방사선 피폭으로 인한 이익이 손실보다 클 경우에만 피폭을 허용하며, 가능한 방사선 피폭을 줄임으로써 방사선 피폭으로 인한 확률적 영향과 결정적 영향의 발생을 감소시킬 수 있다[7]. 진단용으로 시행되는 방사선 검사 중에서 개략적으로 100만 명이 흉부 X-ray (0.1 mSv)를 촬영한 경우 한 명, 일시에 10 mSv 씩 조사를 받았을 때 약 300명이 후에 암이 발생되어 이중 150명이 암으로 사망하며 방사선을 받지 않은 사람은 33만 명이 암에 걸려 이중 16.5만 명이 암으로 사망 한다는 보고가 있다[8]. 이와 같이 선행 연구에서 보여주는 자료들을 바탕으로 보더라도 검사 중 환자뿐만 아니라 시술자에 대한 방사선 방어, 특히 방사선에 민감한 수정체와 갑상선 등에 대한 보호를 위해 납 안경과 갑상선 보호대의 착용을 적극 권고하고 있고[9], 검사 중 시술자는 가능한 환자와의 접촉시간을 짧게 하고 거리를 멀리하여 대화할 수 있도록 하며 이동 가능한

방어 차폐 벽 등을 최대한 활용하여 개인에 대한 피폭 선량을 줄일 필요가 있다[10]. 따라서 본 연구에서는 투시촬영실내 산란선 분포 즉 거리, 높이 및 조사야의 변화에 따라 어떤 변화가 있는지 연구하였다. 거리 변화에 따른 분포의 경우 피사체가 있을 때 조사야를 완전히 열고 테이블 중앙으로부터 거리가 50 cm, 250 cm 일 경우 테이블과 동일한 높이에서의 공간산란선량 분포는 각각 0.78 mGy/min, 0.04 mGy/min으로 95 % 이상 감소하였고, 테이블 하 방향 50 cm의 경우 0.17 mGy/min, 0.02 mGy/min 으로 86 % 감소하였다. 또한 테이블 상 방향 50 cm 의 경우 1.37 mGy/min, 0.05 mGy/min 으로 96 % 감소하였다. 이와 같은 결과는 테이블 중앙으로부터 거리가 멀어질수록 산란선 으로부터 안전하다는 것을 확인할 수 있는 결과라고 볼 수 있다. 조사야를 완전히 열고 실험했을 경우 테이블의 정 중앙으로부터 50 cm 떨어진 지점의 상 방향50cm, 테이블과 수평높이, 테이블 하 방향 50 cm 지점에서의 측정값은 각각 1.37 mGy/min, 0.78 mGy/min, 0.17 mGy/min으로 테이블과 수평높이를 기준으로 상 방향의 경우 176% 선량 증가를 보였고, 하 방향은 22% 감소되는 경향을 관찰할 수 있었다. 또한 모든 측정지점의 평균값을 보면 테이블과 수평지점을 기준으로 상 방향 50 cm 에서는 163 % 증가하였고, 하 방향 50 cm 지점에서 39 % 감소한 것으로 관찰되어 상 방향 즉, X-ray tube 측으로 가까워질수록 더 많은 산란선량이 측정되는 것을 확인할 수 있었다. 조사야 변화에 따른 공간산란선량 변화는 조사야를 완전히 열었을 때와 비교했을 때 25% 만 열었을 때 거리 50 cm 지점에서 평균 0.77 mGy/min 에서 0.21 mGy/min 으로 약 27.3% 감소 되었고 250 cm 지점에서는 평균 0.04 mGy/min 에서 0.01 mGy/min 으로 약 23.9 % 감소되는 것으로 나타나 조사야를 줄이게 되면 산란선도 비례하여 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 이 전에 연구되어진 연구결과에서도 확인 할 수 있었다[11-13].

V. 결 론

피사체가 없을 경우와 비교해서 피사체가 있는 경우

산란선이 증가함을 확인 하였고, 거리에 따른 산란선 분포는 피사체로부터 약 150 cm 거리를 유지할 경우 90 % 이상 산란선이 감소되었다. 높이에 따른 산란선 분포는 X-ray tube 와 가까워질수록 높게 측정되어 시술하는 동안 시술자는 X-ray tube 와 거리를 충분히 함으로써 최대한의 방어 효과를 유지하도록 하여야 한다. 특히 일정한 거리를 유지할 수 없는 검사를 하여야 할 경우 상 방향으로 갈수록 많은 양의 산란선량이 측정되므로 Goggle 이나 thyroid protector 를 반드시 착용하여 불필요한 방사선 피폭으로부터 시술자를 보호 하여야 한다. 또한 조사야조절장치(Collimator)를 효과적으로 사용할 경우 불필요한 부위에 대한 피폭뿐 아니라 산란선 발생량도 감소하기 때문에 시술자에 대한 방사선 피폭감소에 중요한 역할을 할 것으로 기대 된다.

참 고 문 헌

- [1] 김창균, 허 준, 방사선 차폐물질에 대한 산란선발생에 관한 연구, 대한방사선기술학회지, 제3권, 제1호, pp.67-72, 1980.
- [2] Dieter F. Regulla and Heinrich Eder. Patient Exposure in Medical X-ray Imaging in Europe. Radiation Protection Dosimetry, Vol.114, No.1, pp.11-25, 2005.
- [3] 고신관, 강병삼, 임청환, 중재적 방사선 분야 방호용구 차폐효과. 대한방사선기술학회지, 제30권, 제3호, pp.213-218, 2007.
- [4] S. H. Stern, S. A. Tucker, R. M. Gagne, and T. B. Shope Jr, Estimated Benefits of Proposed Amendments to the FDA Radiation-Safety Standard for Diagnostic X-Ray Equipment. FDA Science Forum, 2001.
- [5] 식품의약품안전청, 의료기관방사선종사자의 개인 피폭선량 백서, 2004.
- [6] L. Brateman, Radiation safety considerations for diagnostic radiology personnel. Radiographics, Vol.19, pp.1037-1055, 1999.

- [7] International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26: *Recommendation of the International Commission on Radiological Protection*. Oxford: Pergamon Press, 1977.
- [8] Paul and Juhl's, *Essentials of Radiologic Imaging*, pp.17-18, 1997.
- [9] 이규택, Setting the ERCP Room: For the Efficacy and Safety, *대한소화기내시경학회지*, Vol.32(Suppl. 1), pp.254-257, 2006.
- [10] 유광열, 양광자방출핵종의 사용에 따른 핵의학 검사실에서의 방사선안전관리, *핵의학기술*, 제5권, 제2호, pp.280-287, 2000.
- [11] 오현주, 김성수, 김영일, 임한영, 김홍태, 이후민, 김학성, 이상석, X-선 촬영실 내에서의 공간산란선량 변동에 관한연구, *방사선기술과학*, 제17권, 제2호, pp.21-27, 1994.
- [12] 안봉선, 이환형, portable 흉부촬영시 공간산란선량에 관한 연구, *방사선기술과학*, 제23권, 제2호, pp.63-67, 2000.
- [13] 권덕문, 박명환, 남효덕, 이동형 X-선 촬영에서 공간산란선량분포측정. *방사선기술과학*, 제24권, 제1호, pp.23-26, 2001.

저 자 소 개

조 평 곤(Pyong-Kon Cho)

정회원



• 2011년 3월 ~ 현재 : 대구가톨릭대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 의료용 X-ray 피폭