

흉부 X선 촬영 시 산란선 분포 연구

Distribution of the Scatter Ray on Chest X-ray Examinations

조평곤

대구가톨릭대학교 방사선학과

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

요약

흉부 X-선 촬영 시 피사체의 유무, 촬영실내 X선관과 수광계 (image receptor), 환자 보기창 앞, 환자대 기실 출입문 외측, 출입문 개폐여부, 방사선 관계 종사자 출입문 외측, 방사선 관계 종사자 출입문 개폐여 부 등으로 구분하여 공간산란선발생을 알아보기 위한 연구로 공간산란선발생에 대한 연구 결과 피사체가 있을 때 수광계 (image receptor) 위치; Chest PA: 663 ± 3.4 mR/h, Chest Lateral: 2,067 ± 3.7 mR/h, X선관 위치; Chest PA: 293 ± 2.1 mR/h, Chest Lateral: 927 ± 1.9 mR/h, 환자대기실 출입문 외측 열고; Chest PA: 17 ± 1.6 mR/h, Chest Lateral: 88 ± 2.6 mR/h, 방사선 관계 종사자 출입문 외측 열고; Chest PA: 3 ± 1.6 mR/h, Chest Lateral: 19 ± 1.6 mR/h), 피사체의 두께가 두꺼울수록 각 각의 측정지점에서 산란선 발생이 많았고, 출입문을 닫고 측정한 경우 산란선이 더 적었다. 그러므로 방사선 관계종사자는 촬영실내 산란선 분포에 대한 정확한 정보를 인지하여 불필요한 방사선 피폭을 줄일 수 있도록 노력해야 한다.

■ 중심어 : | 흉부 X-선 | 피사체 | 공간산란선 | 방사선 관계종사자 |

Abstract

This study aims to examine the generation of scatter rays by dividing it into the presence of the subject at the chest X-ray examination, the X-ray tube and detector in the X-ray room, the front of the patient window, the outside of the entrance door of the patient waiting room, opening of the entrance door, the outside of the radiological technologist's entrance door, and the opening of the radiological technologist's entrance door, etc. When there is a subject, as the subject is thicker, more scatter rays occur at each of the spots for measurement. And when the entrance door is closed at the measurement, fewer scatter rays are generated.

■ keyword : | Chest X-ray | Subject | Scatter Ray | Radiological Technologist |

I. 서 론

방사선은 우주가 생겨날 때부터 존재하였으며 지구 의 역사와 함께 존재하여 왔고 현재에도 공기나 물과

같이 이 환경을 구성하고 있는 수많은 필수요건 중의 하나로 앞으로도 계속 우리와 더불어 존재할 것이다. 이와 같이 인간의 생활에 직, 간접적으로 영향을 미치는 방사선에는 자연 방사선과 인공방사선으로 구분할

* 본 연구는 2012학년도 대구가톨릭대학교 연구비 지원에 의한 것임.

접수번호 : #120507-002

접수일자 : 2012년 05월 07일

심사완료일 : 2012년 06월 14일

교신저자 : 조평곤, e-mail : jjpkcho@cu.ac.kr

수 있다. 자연방사선에는 우주선(cosmic rays), 지각방사선(radiation from soil and rocks), 인체내부의 자연방사선 등이 있으며 인공방사선으로는 의료 방사선, 방사선낙진(fall out) 원자력 시설에서의 방사선 등이 있다[1]. 인류는 끊임없이 자연방사선 피폭을 받고 있으며 또 한편으로는 인간, 그리고 인간사회는 여러 가지 형태로 방사선을 이용해서 이익을 얻고 있다. 그러나 방사선은 인류에게 항상 이익만 주는 것은 아니다. 방사선은 그 특성에 의해 장해의 부담을 주게 되는데 방사선 장해의 위험성이 문제가 되기 시작한 것은 인공방사선을 적극적으로 이용하기 시작하면서부터이다. 방사선을 사용하는 경우 허용된 범위의 피폭이라 하더라도 방사선피폭으로 인한 이익이 손실보다 클 경우에만 피폭을 허용하며, 가능한 방사선 피폭을 줄임으로서 방사선 피폭으로 인한 확률적 영향과 비확률적 영향의 발생을 감소시킬 수 있다.

X선 촬영 시 촬영실 내 공간에서 산란 X선의 공간분포는 환자는 물론이고 병원에 근무하는 의료인과 방사선 관계 종사자에 있어 피폭정도를 인지하는데 중요한 지표가 될 수 있음에도 불구하고 지금까지 이 분야의 연구가 미흡하여 막연히 촬영실 내에는 산란선이 존재하고 이로 인한 피폭을 받는다고만 생각해 온 것이 보편화 된 사실이다[2][3]. 이에 본 연구에서는 병원에서 가장 많이 촬영되고 있는 검사 중 한가지인 흉부 X선 후전방향 (Chest posteroanterior, 이하 Chest PA), 측방향 (Left lateral Chest, 왼쪽 측면 흉부촬영) 촬영 시 산란선 측정용 전리함 (survey meter)을 이용하여, 촬영실 내 검출기 또는 수광계 (image receptor) 옆, X선관 (X-ray tube) 옆, 촬영실 밖 환자 대기실 출입문, 출입문 개폐여부, 환자 보기 창 앞, 방사선 관계 종사자 출입문, 종사자 출입문 개폐 여부 등에 따라 각각 산란선을 측정하여, 흉부 촬영 시 산란선이 어느 정도 발생하는지 알아보고, 또한 불필요한 피폭을 최소화할 수 있는 방법을 연구하여 방사선 검사 시 안전하고 편안한 검사를 할 수 있도록 도움이 되기를 기대하며 본 연구 주제를 설정하였다.

II. 대상 및 방법

1. 실험 장치

본 연구는 서울시내 모 대학병원 흉부전용 X-ray 촬영장치 (DR 1000C, HOLOGIC, USA)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 흉부모의피폭체 (lung/chest phantom, RS-310, FLUKE, USA)를 이용하였다.



그림 1. Ionization Chamber and Electrometer

2. 흉부전용 X-ray 촬영실 산란선량 측정 방법

흉부전용 X-ray 촬영실의 산란선 발생을 알아보기 위한 연구로 실험 당시 흉부전용 촬영실의 실험 조건은 피사체의 유무에 따른 촬영실내 X선관과 수광계 (image receptor, X선관으로부터 거리 180 cm), 환자 보기창 앞 (X선관으로부터 거리 270 cm), 환자대기실 출입문 외측 (X선관으로부터 거리 445 cm), 출입문 개폐여부, 방사선 관계 종사자 출입문 외측 (X선관으로부터 거리 200 cm), 방사선 관계 종사자 출입문 개폐여부 등으로 구분하여 각각에 대해 산란선을 측정하였고, 측정지점까지의 거리는 흉부전용 촬영장치가 설치되어 있는 촬영실의 공간에 대한 정보를 제공하기 위하여 표시하였다[그림 2].

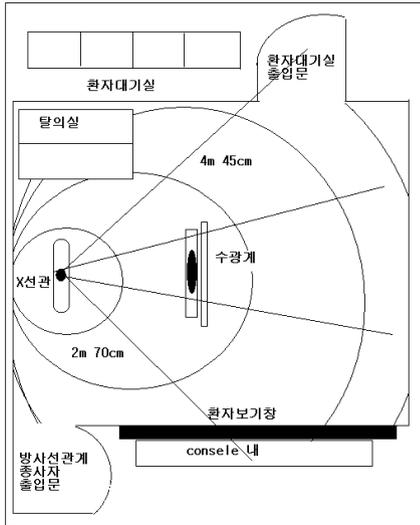


그림 2. 흉부촬영실 도해

3. 흉부전용 X-ray 촬영실내 피사체가 없을 때 산란선 측정 방법

촬영조건은 평소 흉부 촬영 시 조사조건인 관전압 120 kVp로 설정하고 자동노출장치 (Automatic Exposure Control)를 이용하여 X선관과 수광계 (image receptor), 환자 보기창 앞, 환자대기실 출입문 개폐여부, 방사선 관계 종사자 출입문 개폐여부에 따라 전리함 (survey meter)을 이용하여 측정하였다. 이때 X선관과 수광계 (image receptor)까지의 거리는 180 cm 이었고 아래의 [그림 3]는 수광계 (image receptor)에서 산란선 측정 모습으로 각 각의 측정위치에서 동일한 방법으로 산란선을 측정하였다.

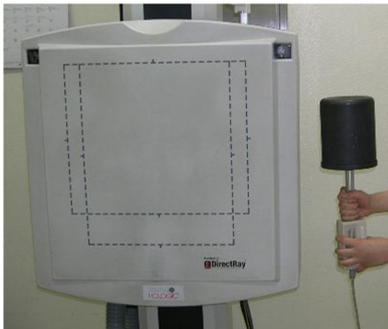


그림 3. 수광계에서 산란선 측정 방법

4. 흉부전용 X-ray 촬영실내 피사체가 있을 때 산란선 측정 방법

4.1 Chest PA 촬영 시 산란선 측정

촬영조건은 촬영실내 피사체가 없을 때와 동일한 조건으로 설정한 후 흉부모의피복체 (lung/chest phantom)를 Chest PA촬영 자세로 수광계 (image receptor)에 최대한 가깝게 위치시킨 후 X선을 조사 (Exposure) 시킨다. 이때 전리함 (survey meter)을 이용하여 X선관과 수광계 (image receptor), 환자 보기창 앞, 환자대기실 출입문 개폐여부, 방사선 관계 종사자 출입문 개폐여부에 따라 산란선을 측정하였다. 아래의 [그림 4]는 수광계 (image receptor)에서의 산란선 측정 모습으로 각 각의 측정위치에서 동일한 방법으로 산란선을 측정하였다.



그림 4. 흉부 후전방향 촬영 시 수광계에서 산란선 측정모습

4.2 왼쪽 측면 흉부촬영 시 산란선 측정

촬영조건은 촬영실내 피사체가 없을 때와 동일한 조건으로 설정한 후 흉부모의피복체 (lung/chest phantom)를 왼쪽 측면 흉부촬영시의 자세로 수광계 (image receptor)에 최대한 가깝게 위치시킨 후 X선을 조사 (Exposure) 시킨다. 이때 전리함 (survey meter)을 이용하여 X선관과 수광계 (image receptor), 환자 보기창 앞, 환자대기실 출입문 개폐여부, 방사선 관계 종사자 출입문 개폐여부에 따라 산란선을 측정하였다. 아래의 [그림 5]는 수광계 (image receptor)에서의 산란선 측정 모습으로 각 각의 측정위치에서 동일한 방법으로 산란선을 측정하였다.



그림 5. 왼쪽 측면 흉부촬영 시 수광계에서 산란선 측정모습

III. 결 과

공간 산란선량은 조사조건에 따라 크게 변화하며 촬영실 내 물건 배치 등에 따라서도 달라질 수 있기 때문에 결과 값은 본 실험조건 및 상황에서 5회 반복 측정 한 평균값이며 (소수 첫째 자리에서 반올림) 측정하는 동안 물건의 위치에 변동 없이 실시하여 공간 산란선량에 대한 신뢰도를 높였다. 측정값에 대한 통계 분석은 SPSS version 18.0을 사용하였고 피사체가 없는 경우와 있을 경우 유의성 검정은 paired two samples T-test로 검정하였다. 또한, X선 촬영 시 산란 X선량을 여러 지점에서 동시에 측정할 수 없으므로 각 측정 지점에서 산란X선의 측정은 동일한 촬영조건을 설정한 후 측정하였다. 각 측정 지점에서 측정 결과는 다음과 같았다.

1. 흉부전용 X-ray 촬영실내 피사체가 없을 때

피사체가 없을 때 수광계 (image receptor) 위치에서는 167 ± 3.7 mR/h, X선관 위치에서는 35 ± 1.6 mR/h, 환자보기창 앞에서는 0 mR/h, 환자대기실 출입문을 열고 측정했을 때 출입문 외측에서의 산란선은 2 ± 1 mR/h, 닫았을 때는 0 mR/h, 방사선 관계 작업 종사자 출입문을 열고 측정했을 때 출입문 외측에서의 산란선은 2 ± 1 mR/h, 닫았을 때는 0 mR/h이었다.

2. 흉부 후전방향 촬영 시

피사체를 흉부 후전방향으로 촬영할 경우 수광계 (image receptor) 위치에서는 663 ± 3.4 mR/h, X선관 위치에서는 293 ± 2.1 mR/h, 환자보기창 앞에서는 0 mR/h, 환자대기실 출입문을 열었을 경우 출입문 외측에서의 산란선은 17 ± 1.6 mR/h, 닫았을 때 0 mR/h이었다. 또한 방사선 관계 작업종사자 출입문을 열었을 때 출입문 외측에서의 산란선은 3 mR/h, 닫았을 때는 0 mR/h이었다.

3. 왼쪽 측면 흉부촬영 촬영 시

피사체를 Chest Lateral로 촬영할 경우 수광계 (image receptor) 위치에서는 $2,067 \pm 3.7$ mR/h, X선관 위치에서는 927 ± 1.9 mR/h, 환자 보기창 앞에서는 0 mR/h, 환자대기실 출입문을 열었을 경우 출입문 외측에서의 산란선은 88 ± 2.6 mR/h, 닫았을 때는 0 mR/h이었다. 또한 방사선 관계 작업종사자 출입문을 열었을 경우 출입문 외측에서의 산란선은 19 ± 1.6 mR/h, 닫았을 때는 0 mR/h이다[표 1].

표 1. 각 위치에서의 산란선 측정결과

단위: mR/h

	피사체 없을 때	피사체 있을 때	
		Chest PA	Chest Lat.
수광계 위치	167 ± 3.7	663 ± 3.4	$2,067 \pm 3.7$
X선관위치	35 ± 1.6	293 ± 2.1	927 ± 1.9
환자보기창 앞	0	0	0
환자대기실출입문 외측 열고	2 ± 1	17 ± 1.6	88 ± 2.6
환자대기실출입문 외측 닫고	0	0	0
방사선 관계 종사자 출입문 외측 열고	2 ± 1	3 ± 1.6	19 ± 1.6
방사선 관계 종사자 출입문 외측 닫고	0	0	0

IV. 고 찰

인간이 생활하면서 받는 방사선은 자연방사선과 인공방사선으로 나눌 수 있으며 의료기관이나 산업체 등

에서 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[4]. 의료영역에서의 방사선의 이용은 1895년 W.C. Rontgen이 X선을 발견한 이후 110여 년 동안 의학에 이용되어 환자의 진단과 치료에 크게 공헌해왔고 최근에는 첨단 방사선의료기기 등이 개발되어 임상에 크게 기여하고 있으나 이에 따른 방사선 피폭환경이 변화하고 있다. 의료 선진국의 경우 진단 방사선 검사를 실시하는 횟수가 연간 1인당 1회에 접근 하는 것으로 보고되고 있고 국내에서도 국민의 삶의 질 향상과 더불어 건강 증진에 대한 관심이 높아짐에 따라 진단 방사선분야에서도 건강검진 등 X-선 검사의 횟수가 증가 추세에 있다[5]. 검사 횟수의 증가는 곧 방사선 피폭의 증가를 야기 시키고 이와 함께 방사선 발생장치가 설치되어있는 작업 환경 등에 대한 관심도 높아지게 되었다. 병원에서 X-선을 이용한 진단 검사 중에서 가장 많이 촬영되고 있는 검사 중의 하나가 흉부 X-선 검사이다. 흉부 X-선 검사 시 환자에게 피폭되는 방사선량에 대한 연구들은 지금까지 많이 이루어졌으나 상대적으로 흉부 X-선 검사 시 촬영실내 공간 산란선의 분포에 대한 연구는 많지 않았다. 이번 연구는 흉부 X-선 촬영 시 다양한 요소를 적용시켜 촬영실내 산란선 분포에 대해 연구한 자료로 피사체의 유무, 두께변화에 따른 산란선 발생은 각각의 측정위치에서 피사체가 있을 때, 피사체가 두꺼워 질수록 산란선 발생이 많은 것을 확인 할 수 있었다. 그리고 환자 대기실 출입문을 닫고 촬영했을 경우 출입문 외측에서의 산란선은 측정되지 않았다. 이는 촬영 시 출입문을 닫고 촬영하는 것이 불필요한 피폭을 감소시키는데 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있게 해 준 결과이다. 또한, 환자 보기 창 앞에서의 산란선은 측정되지 않았음을 알 수 있는데 이것으로 방사선 방어시설의 방호상태가 양호하다는 것을 간접적으로 알 수 있었다.

촬영실내 X선관과 수광계 (image receptor) 위치에서 측정값은 피사체가 없을 때보다 있을 때, 수광계 (image receptor) 위치에서 보다 X선관 위치에서 그리

고 Chest PA 보다 Chest Lateral촬영 시 더 많은 양이 측정되었다.

환자 대기실, 방사선 관계 종사자 출입문에서의 측정값은 출입문을 열고 측정했을 때 산란선 발생이 많았고, Chest PA 보다 Chest Lateral 촬영 시 더 많은 산란선이 발생하였다. 이는 출입문을 닫고 촬영 하는 것의 중요성을 다시 한 번 확인할 수 있는 자료라 생각 된다.

Chest PA 와 Chest Lateral 촬영 시 각각의 측정위치에 대해서 산란선 발생은 Chest Lateral이 Chest PA 보다 4 ~ 5배정도 많이 관찰 되었다. 이는 피사체의 두께와 촬영조건의 상승 등이 원인으로 작용한 것으로 판단된다.

진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙에서 규정하고 있는 방사선 방어시설의 검사기준 (제 4조 제 3항 관련)에 의하면 방어벽의 외측에서 측정한 방사선 누설선량 및 산란선량의 합계는 주당 2.58×10^{-5} C/kg (주당 100mR)이어야 한다[6]. 그리고 KS A 4021에 의하면 초점으로부터 1 m거리에서 1시간당 100 mR 이하가 되도록 하는 규정하고 있는데[7] 본 실험에서는 X선관 위치에서 측정한 Chest PA, Chest Lateral값을 제외하고 100 mR 이하인 결과가 나왔다. 산란선의 영향인자로는 입사 X선의 에너지, 검사에 사용되는 조사야의 면적과 형태, 피사체의 두께 등과 관련이 있는데 조사야가 클수록, 두꺼운 부위일수록, 고관전압일수록 산란선이 많이 나오게 된다. Chest PA 보다 Chest Lateral에서 산란선이 많이 측정되는 것도 이와 같은 산란선의 영향인자에서 기인한 것으로 생각할 수 있다. 그리고 환자대기실 출입문, 방사선 관계 종사자 출입문을 열고, 닫았을 때의 경우 출입문을 닫았을 때 산란선이 측정되지 않음(0 mR/h)을 확인할 수 있어 X선 촬영 시 출입문을 닫으면 불필요한 피폭을 줄일 수 있음을 확인 하였다. 의료기관에서 환자의 진단 목적으로 조사되는 방사선은 주 조사대상이 환자이고 이에 수반하여 방사선 관계 종사자가 피폭을 받게 되므로 가능한 방사선 피폭을 최대한 줄이기 위한 노력을 게을리 하지 말아야 한다. 또한 촬영실내 공간산란선 분포에 관한 선행연구[6-9] 자료의 경우도 이번 연구 자료의 결과와 유사함을 확인할 수 있다. 그러나 이 번 연구의 제한점

으로는 산란선 측정 시 피사체로 흉부모의피복체 (lung/chest phantom, RS-310, FLUKE, USA)을 이용해 Chest PA와 Chest Lateral에 대한 산란선 만을 측정 하였기 때문에 다양한 피사체 두께에 대한 산란선 발생 실험이 이루어지지 않았고, 조사야의 넓이, 촬영조건의 다양한 변화 등에 대한 연구가 같이 진행되지 못해 향후 추가적인 연구가 진행되면 더 좋은 자료가 될 것으로 생각된다.

V. 결 론

흉부 X-선 촬영 시 공간산란선발생에 대한 연구 결과 피사체가 있을 때 수광계 (image receptor) 위치; Chest PA: 663 ± 3.4 mR/h, Chest Lateral: $2,067 \pm 3.7$ mR/h, X선관 위치; Chest PA: 293 ± 2.1 mR/h, Chest Lateral: 927 ± 1.9 mR/h, 환자대기실 출입문 외측 열고; Chest PA: 17 ± 1.6 mR/h, Chest Lateral: 88 ± 2.6 mR/h, 방사선 관계 종사자 출입문 외측 열고; Chest PA: 3 ± 1.6 mR/h, Chest Lateral: 19 ± 1.6 mR/h) 피사체의 두께가 두꺼울수록 각 각의 측정지점에서 산란선 발생이 많았고, 출입문을 닫고 측정한 경우 산란선이 더 적었다. 방사선 관계종사자는 촬영실내 산란선 분포에 대한 정확한 정보를 인지해야하고 촬영하는 동안 촬영실내에 머무를 경우 반드시 방어용 앞치마를 착용해야한다. 그리고 환자 대기실, 방사선 관계 종사자 출입문은 항상 닫고 촬영 하는 등 불필요한 피폭을 줄이기 위해 노력해야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김창균, 허 준, “방사선 차폐물질에 대한 산란선발생에 관한 연구”, 대한방사선기술학회지, 제3권, 제1호, pp.67-72, 1980.
- [2] D. 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] International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26: *Recommendation of the International Commission on Radiological Protection*. Oxford; Pergamon Press, 1977.
- [5] 보건복지부, 식품의약품안전청, 환자선량측정가이드라인, 방사선안전관리시리즈, No.14, 2007.
- [6] 식품의약품안전평가원, 의료용방사선안전관리편람, 방사선안전관리시리즈, No.23, 2010.
- [7] 지식경제부 기술표준원 KSA 4021, 2007.
- [8] 조평근, “투시 검사실 내 공간산란선 분포 측정. 한국콘텐츠학회논문지”, 제11권, 제10호, pp.349-354, 2011.
- [9] 오현주, 김성수, 김영일, 임한영, 김홍태, 이후민, 김학성, 이상석, “X-선 촬영실 내에서의 공간산란선량 변동에 관한연구”, 방사선기술과학, 제17권, 제2호, pp.21-27, 1994.
- [10] 안봉선, 이환형, “portable 흉부촬영시 공간산란선량에 관한 연구”, 방사선기술과학, 제23권, 제2호, pp.63-67, 2000.
- [11] 권덕문, 박명환, 남효덕, “이동형 X-선 촬영에서 공간산란선량분포측정”, 방사선기술과학, 제24권, 제1호, pp.23-26, 2001.

저 자 소 개

조 평 근(Pyong-Kon Cho)

정회원



• 2011년 3월 ~ 현재 : 대구가톨릭대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 의료용 X-ray 피폭