

<원저>

건강검진 차량 내 흉부 방사선검사 시 공간산란선 분포 연구

- A Study on the Distribution of Scatter Ray in Chest Radiography of a Health Examination Bus -

¹⁾인제대학교 부산백병원·²⁾인제대학교 해운대백병원·³⁾인제대학교 원자력응용공학부조지환¹⁾·진성진²⁾·민병인³⁾

— 국문초록 —

건강검진의 증가와 함께 검진 차량을 이용한 건강검진의 수요 또한 증가하는 추세로, 검진 차량에서의 흉부 방사선검사 시 피폭선량에 대해서도 간과할 수 없다. 실제 피사체가 있을 때 피사체의 체질량지수(BMI), 관전류량(mAs)과의 비교를 통해 산란선 발생량을 측정하여 불필요한 피폭을 최소화할 수 있는 방법을 찾고자 한다. 본 연구의 결과 대상자 BMI 전체 평균은 23.31 ± 3.12 으로 남자가 여자보다 BMI 값이 높게 나타났다. 전체 평균 mAs 값은 2.92 ± 1.19 으로 남자가 여자에 비하여 높게 나타났다. 검사실 내부 위치 1의 산란선 전체 평균값은 $771.81 \pm 151.15 \mu\text{Sv/hr}$ 로 나타났다. 검사실 출입문 외부 위치 2의 산란선 전체 평균값은 $53.86 \pm 25.66 \mu\text{Sv/hr}$ 로 측정되었다. 이에 BMI나 mAs가 증가할수록 검사실 내부 위치 1과 외부 위치 2에서의 공간산란선량은 증가하는 것으로 나타났다. 건강검진 차량에서의 피폭선량은 거리역사승법칙을 적용하기에 매우 좁은 공간으로 공간산란선의 피폭을 최대한 줄이기 위해 방사선 관계종사자는 영상의 품질을 저해하지 않는 범위 내에서 가능한 낮은 조사조건으로 검사하고, 검사실 출입문 근처에 검사자가 대기하지 않도록 하는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

중심 단어: 건강검진, 검진차량, 체질량지수, 관전류량, 공간산란선량

I. 서 론

현대 의료분야에서 방사선검사를 이용한 의료영상검사는 환자의 정확한 진단과 치료를 위해 필수 불가결한 중요한 검사로 그 중 흉부(Chest) 방사선검사는 다양한 임상 진료 시 진단, 치료의 후속 절차 수립 시 추가단계 결정을 위한 검사이다[1]. 흉부 방사선검사는 건강검진에서 기본적으로 시행되며, 입원 또는 외래 환자에서 가장 흔한 X선을 이용한 방사선검사로 호흡기 증상이 심한 환자에서는 매일 수회의 검사를 실시하기도 한다[2].

건강검진은 1940년대에 공공보건 영역의 인구집단을 대상으로 X선 검사를 통한 결핵환자의 선별검사가 시작되어

미국과 영국을 포함한 많은 나라에 확산되었다. 우리나라 집단 건강검진 프로그램은 1953년 '근로기준법'에 따른 근로자 건강진단이 기원이며, 1980년대 이후 공무원 및 사립학교 교직원을 대상으로 건강보험 건강검진이 시작되면서 조직화된 건강검진 사업이 본격적으로 시작되었다고 할 수 있다. 민간 건강검진은 1990년대부터 확대되기 시작하여 2000년대부터 경쟁적으로 검사항목 수를 늘려 고가의 최신 검사를 실시하고 있다[3].

의료기관들은 국민건강보험공단에서 주관하는 건강검진의 시행을 위해 현대인들의 바쁜 일상에 찾아가는 서비스의 일환으로 이동검진 차량을 제작하여 적극적으로 사업장을 방문하여 건강검진을 시행하고 있다. 집단 건강검진에서의

X선 검사 시스템 또한 발전하여 간접촬영 방식에서 디지털 방사선영상(Digital Radiography)을 이용한 직접촬영 방식으로 기술력이 향상되었다[4].

영상 진단분야에서 사용되는 전체 X선 검사의 30~40%가 흉부 방사선검사로 보고되고 있다[5-7]. 흉부 방사선 1회 검사 시 노출되는 방사선 피폭선량은 0.1~0.2 mSv로 연간 피폭 허용선량인 1 mSv보다 매우 적다. Berrington 등[8]의 연구에 의하면 흉부방사선검사에 의한 암의 발생 빈도는 1,000,000예의 검사 중 1예로 복부나 골반검사의 30예, 요추검사의 40예 등 다른 X선 검사에 비하여 그 빈도가 월등히 낮다.

그러나 최근에는 진단검사의 증가로 때로는 필요이상으로 이전보다 X선 검사의 빈도가 높아져 방사선 피폭선량이 점차 증가하는 경향을 보인다. 또한, 평균수명의 증가로 방사선의 누적 피폭선량도 증가하게 되었다[9]. 이러한 피폭선량 중 직접적인 피폭선량에 의해 피사체를 통과하거나 부딪친 후 간접적으로 발생하는 공간 산란 X선의 피폭선량 또한 문제가 된다. 검사실 내 공간에서 산란 X선의 공간분포는 환자는 물론이고 병원에 근무하는 의료인과 방사선 관계 종사자에 있어 피폭정도를 인지하는데 중요한 지표가 될 수 있음에도 불구하고 막연히 산란선이 존재하고 이로 인한 피폭을 받는다고만 생각해 온 것이 보편화 된 사실이다[10,11]. 연간 자연방사선으로 인한 피폭은 2.5~3 mSv로 단순흉부 방사선검사를 150번 시행 했을 때의 선량과 같으며, 단순흉부 방사선검사 1회 선량은 자연방사선에 2.4일 노출되었을 경우와 같고, 국내에서는 인구 1인당 진단용 의료피폭은 2.15 mSv (핵의학포함)로 ICRP 60의 공중피폭 선량한도 1.0 mSv보다 높은 것으로 나타나고 있다[12].

이러한 일반인의 방사선피폭과는 달리 방사선 관계종사자의 경우 장시간 동안 지속적으로 저 선량 방사선에의 노출은 방사선피폭에 의한 장애가 문제 시 될 수 있다[11]. Yi 등 연구보고에 의하면 만성적인 방사선 피폭자에는 대조군에 비해 염색체 이상이 2.1배 높았다고 하였다[13]. 방사선으로 인한 만성장애로는 유전적 장애를 볼 수 있고, 신체적 장애는 피부암, 백혈병, 백내장 등을 일으킬 수 있으므로 방사선 관계종사자의 경우 최소한의 선량이라도 방사선에 대한 노출을 줄이는 것이 절대적으로 필요하다[14].

이에 본 연구에서는 의료기관에서 가장 많이 시행되고 있는 검사 중 한가지인 흉부 방사선 후전방향(Chest postero-anterior; Chest PA) 검사 중 이동 검진용 차량 내에서 산란선 측정용 계측기(Survey meter)를 이용하여 피사체가 있을 때 검사실 내 검출기 또는 수광계(image receptor)옆, 검사실 밖 환자 대기실 출입문, 환자 보기 창

앞, 검사실 뒷면의 위치에서 각각 공간산란선을 측정하여 피사체의 체질량지수(body mass index; BMI), 관전류량(mAs)과의 비교를 통해 어느 정도 산란선이 발생하는지 확인하고, 또한 불필요한 피폭을 최소화할 수 있는 방법의 기초 자료로 연구하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상 및 방법

1) 실험장치 및 대상

본 연구는 부산소재 일개 병원 건강검진 차량의 흉부전용 디지털 X선 장비(Innovision, DongKang, Korea)를 이용하여 흉부 방사선검사 시 교정을 완료한 [Fig. 1]의 전리함식 서베이메터(Ionization Chamber Surveyrometer) OD-01 (STEP, Germany) 2대를 각각 영상획득 검출기 옆과 출입문 바깥쪽에 설치하여 흉부 방사선검사 시 동시에 측정하였다.

흉부 방사선검사는 성인 남자 54명, 성인 여자 34명 총 88명을 대상으로 시행하였다. 대상자의 BMI 지수는 대한비만학회 기준에 따라 18.5 미만(저체중), 18.5~22.9(정상), 23~24.9(과체중), 25~29.9(경도비만), 30~34.9(중등도비만), 35이상(고도비만)으로 구분하였으며, 본 연구에서는 고도비만인 대상자가 없어 저체중~중등도비만 대상자를 BMI 1~5 그룹으로 구분하였다. 흉부 방사선검사 조건은 검사자의 판단에 의하여 mAs 값(1.0~4.0 mAs)을 변화시켜 검사를 시행하였으며, 전체 대상의 성별, 연령대, BMI, mAs 등의 자료와 위치 1, 2의 공간 산란선 값을 비교·분석하였다.



[Fig. 1] OD-01 Ionization Chamber surveymeter

2) 건강검진 차량 내 흉부 방사선검사실 산란선량 측정 및 분석

X선관에서 측정지점까지의 거리와 계측기 위치는 검진버스 내부 도면에서 검사실 공간으로 [Fig. 2]에 표시하였다. 실제 산란선량 측정 전 환자가 없는 상태에서 X선관과 수광계(Image Receptor)의 거리는 180 cm, X선관과 검진자 보기 창까지 거리는 11 cm, X선관과 검진자 출입문 거리는 66 cm, X선관과 수광계 뒷 벽면 거리는 36 cm의 조건에서 위치 1, 2, 3, 4 각각에서 125 kVp, 200 mA, 0.005~0.02 sec의 조건(1.0~4.0 mAs)으로 산란선 측정을 시행하였고, 계측기 3과 4 위치에서의 측정값은 자연방사선량 수준 이하 값으로 측정되어 본 연구의 측정 대상에서 제외하였다. 실제 흉부 방사선검사 시 위치 1, 2의 산란선 측정은 피사체가 서있을 때 하복부 근처, 즉 바닥에서 1m 높이의 수광계 오른쪽 측면의 위치 1로 전리함형 서베이에미터를 부착하였고, 검사실 출입문 앞 외부 바닥에서 1m 높이를 위치 2로 동시에 직접 측정하였다.

연구대상 자료는 통계 처리 프로그램 Medcalc (Ver 16.4.3) 프로그램을 사용하여 t-test, ANOVA test로 모든 통계의 유의수준을 5%로 하였다.

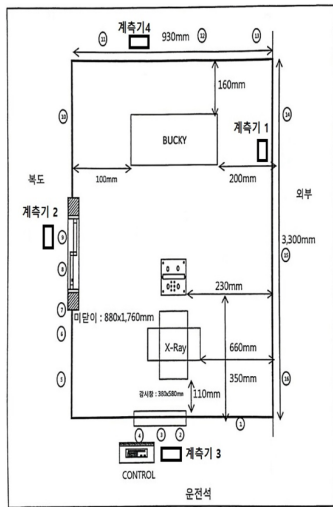


Fig. 2] Diagram of Chest X-ray room

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구는 건강검진 차량에서의 흉부 방사선검사를 실시한 남자 54명, 여자 34명 총 88명을 대상으로 자료를 수집하였다.

대상자의 평균 연령은 남자 39.22±6.91세(27~55), 여자 35.26±10.75세(22~63)이다. BMI 평균값은 남자 24.86±2.72, 여자 22.56±3.25이고, 전체 평균은 23.31±3.12(16.63~32.49)으로 전체 대상 중 남자가 여자보다 BMI 값이 높았으며, 통계적으로 유의하였다($p < .05$). BMI 그룹1(저체중) 2명, 그룹2(정상) 34명, 그룹3(과체중) 22명, 그룹4(경도비만) 25명, 그룹5(중등비만) 5명으로 나타났다. mAs 그룹1(1.0~1.6 mAs) 20명, 그룹2(2.0 mAs) 30명, 그룹3(2.5~3.2 mAs) 29명, 그룹4(4.0 mAs) 9명으로 구분하였다. 그리고 BMI와 mAs의 정규성 검증결과, mAs는 정규분포를 나타내었고, BMI는 정규분포를 나타내지 않았다. 검사 조건에서 남자의 평균 mAs 값은 3.22±1.33, 여자의 평균 mAs 값은 3.09±0.95이고, 전체 평균 mAs 값은 2.92±1.19(1.60~10.00)으로 남자가 여자에 비하여 높게 나타났다. 검사실 내부 위치 1의 산란선 값은 남자는 평균 799.31±130.18 μ Sv/hr, 여자는 평균 728.13±172.65 μ Sv/hr, 전체 평균값은 771.81±151.15 μ Sv/hr로 나타났다. 검사실 외부 출입문 위치 2의 산란선 값은 남자는 평균 63.10±24.21 μ Sv/hr, 여자는 평균 39.19±20.80 μ Sv/hr, 전체 평균값은 53.86±25.66 μ Sv/hr로 측정되었다 (Table 1).

2. BMI 그룹에 따른 분석

[Fig. 3]의 (a)는 BMI 그룹에 따른 mAs 값으로 그룹1 1.10±0.14, 그룹2 1.90±0.54, 그룹3 2.10±0.51, 그룹4 2.90±0.63, 그룹5는 4.00±0.00로 BMI 지수가 높을수록 mAs량이 증가하였으며, 통계적으로 유의하였다($p < .05$). [Fig. 3]의 (b)는 BMI 그룹에 따른 위치 1의 산란선 값으로 그룹1은 619.05±49.43, 그룹2는 742.24±152.81, 그룹3은 737.60±154.10, 그룹4는 823.76±127.84, 그룹5는 924.81± 96.23로 BMI지수가 높을수록 산란선량이 증가하였다. [Fig. 3]의 (c)는 BMI 그룹에 따른 위치 2의 산란선 값으로 그룹1은 21.50±2.40, 그룹2는 38.12±15.07, 그룹3은 46.91±17.35, 그룹4는 76.08±19.92, 그룹5는 93.36±23.47로 BMI지수가 높을수록 외부산란선량이 증가하였으며, 통계적으로 유의하게 나타났다($p < .05$), (Table 2).

3. mAs 그룹에 따른 분석

[Fig. 4]의 (a)는 mAs 그룹에 따른 BMI 값으로 그룹1은 21.42±2.03, 그룹2는 22.78±1.65, 그룹3은 25.28±2.20, 그룹4는 29.47±2.78로 BMI가 높아짐에 따라 mAs 값도 높은 것으로 나타났으며, 통계적으로 유의하였다($p < .05$). [Fig. 4]의 (b)는 mAs 그룹에 따른 위치 1의 산란선 측정값

〈Table 1〉 General characteristics and mean value of subject [mean±Sd]

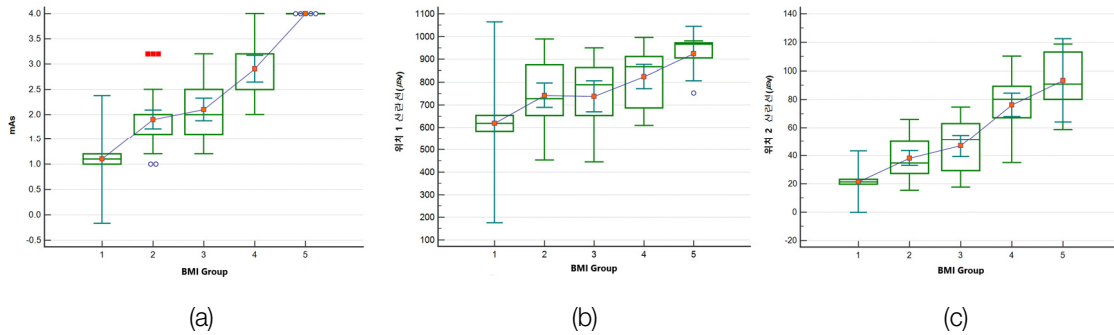
Gender(n)	Age	BMI	mAs	scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) Location 1	scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) Location 2
Male(54)	39.22±6.91	24.86±2.72†	3.22±1.33	799.31±130.18	63.10±24.21
Female(34)	35.26±10.75	22.56±3.25	3.09±0.95	728.13±172.65	39.19±20.80
Total(88)	37.69±8.77	23.31±3.12	2.92±1.19	771.81±151.15	53.86±25.66

† significant ($p < .05$) (ANOVA)

〈Table 2〉 mAs and scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) according to BMI group [mean±Sd]

BMI Group (n)	Group 1 (2)	Group 2 (34)	Group 3 (22)	Group 4 (25)	Group 5 (5)
mAs	1.10±0.14†	1.90±0.54†	2.10±0.51†	2.90±0.63†	4.00±0.00†
scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) Location 1	619.05±49.43	742.24±152.81	737.60±154.10	823.76±127.84	924.81±96.23
scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) Location 2	21.50±2.40†	38.12±15.07†	46.91±17.35†	76.08±19.92†	93.36±23.47†

† significant ($p < .05$) (ANOVA)

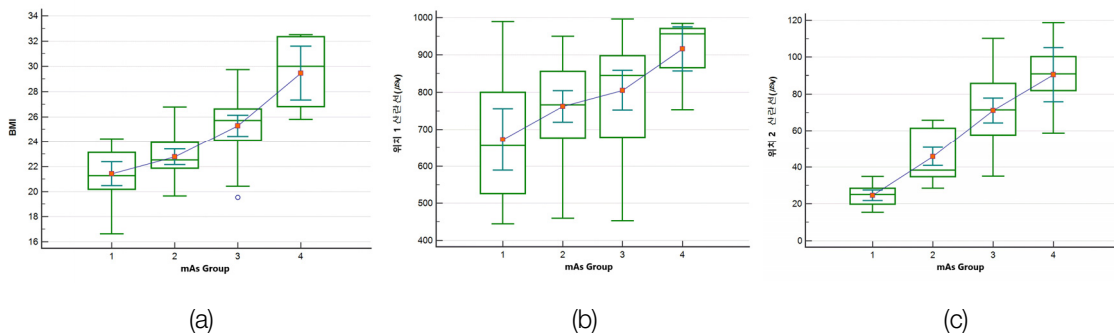


〔Fig. 3〕 Composition of mAs and scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) according to BMI group

〈Table 3〉 BMI and scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) according to mAs group [mean±Sd]

mAs Group (n)	Group 1 (20)	Group 2 (30)	Group 3 (29)	Group 4 (9)
BMI	21.42±2.03†	22.78±1.65†	25.28±2.20†	29.47±2.78†
scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) Location 1	672.73±178.06†	762.12±112.91†	805.36±140.01†	916.22±76.78†
scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) Location 2	24.63±6.01†	45.73±13.19†	71.06±17.82†	90.51±19.09†

† significant ($p < .05$) (ANOVA)



〔Fig. 4〕 Composition of BMI and scatter ray ($\mu\text{Sv/hr}$) according to mAs group

이다. 그룹1은 672.73 ± 178.06 $\mu\text{Sv/hr}$, 그룹2는 762.12 ± 112.91 $\mu\text{Sv/hr}$, 그룹3은 805.36 ± 140.01 $\mu\text{Sv/hr}$, 그룹4는 916.22 ± 76.78 $\mu\text{Sv/hr}$ 로 mAs가 높을수록 위치 1의 산란선량이 증가하며, 통계적으로 유의하였다($p < .05$). [Fig. 4]의 (c)는 mAs 그룹에 따른 위치 2의 산란선 값으로 그룹1은 24.63 ± 6.01 $\mu\text{Sv/hr}$, 그룹2는 45.73 ± 13.19 $\mu\text{Sv/hr}$, 그룹3은 71.06 ± 17.82 $\mu\text{Sv/hr}$, 그룹4는 90.51 ± 19.09 $\mu\text{Sv/hr}$ 로 mAs가 높을수록 산란선량이 증가하였으며, 통계적으로 유의하였다($p < .05$), (Table 3).

IV. 고 찰

국민건강보험공단에서 실시하는 건강검진은 크게 지역가입자 검진과 사업장의 직장인 검진으로 구분할 수 있다. 현재 지역 검진은 도서 산간벽지나 읍·면 소재지를 제외하고는 병원을 직접 방문하여 검진을 시행하고 있으며, 사업장을 대상으로 하는 직장인 검진은 이동검진 차량을 이용한 출장검진을 시행하고 있다. 과거 주로 사용했던 100 mm 필름크기의 간접촬영 방식은 피폭선량($11.6 \mu\text{Sv}$)이 116 mrem으로 직접촬영($3.5 \mu\text{Sv}$)에 비하여 약 3배 정도 높게 나타나며, 해상도 및 진단능도 직접촬영에 비해 현저히 낮아 직접촬영방식의 사용이 증가하였으며, 2010년 이후 간접촬영 방식은 법적으로 폐지되었다[15].

본 연구와는 달리 조평근(2012)의 병원 내 넓은 공간(X선관에서 환자 보기창(거리 270 cm), 환자출입문(거리 445 cm)의 검사실에서 흉부 방사선검사 시 산란선 분포 연구에서 피사체의 두께가 두꺼울수록 각각의 측정지점에서 산란선 발생이 많았고, 피사체가 있을 때 산란선 측정 시 출입문 열고 17 ± 1.6 mR/h, 출입문 닫고 0 mR/h [16], 한범희 외(2015) 이동 건강검진 차량에서 외부의 누설선량 측정에서 67.48 ± 97.03 mR/h[17], 김성규 외(2009) 영상의학과 이동검사 영역의 공간선량 분포에 대한 측정 및 분석에서 공간 선량분포는 거리역자승법칙에 의해서 거리가 증가할수록 선량이 감소되었고, 200 cm 이상에서 공간선량 수준은 환경 방사선 수준이라고 하였다[18].

이에 좁은 공간의 이동차량에서의 건강검진 시 직접촬영이라 할지라도 피폭선량에 대한 주의가 필요할 것으로 생각되어 mAs와 BMI에 관계한 산란선 발생량을 알아보기 위해 본 연구를 진행하였으며, 그 결과 BMI 평균값은 남자 24.86, 여자 22.56로 남자가 여자보다 BMI 값이 높고, 평균 mAs 값은 남자 3.22, 여자 3.09로 남자가 여자에 비하여 높게 나타났다. BMI 그룹에 따른 위치 1에서 산란선 값

($\mu\text{Sv/hr}$)은 그룹1 619.05, 그룹2 742.24, 그룹3 737.60, 그룹4 823.76, 그룹5 924.81로 BMI 지수가 높을수록 위치 1에서의 산란선량이 증가하였다.

위치 2에서 산란선 값($\mu\text{Sv/hr}$)은 그룹1 21.50, 그룹2 38.12, 그룹3 46.91, 그룹4 76.08, 그룹5 93.36로 BMI 지수가 높을수록 산란선량이 증가하였고 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. mAs 그룹에 따른 위치 1에서 산란선($\mu\text{Sv/hr}$)은 그룹1 672.73, 그룹2 762.12, 그룹3 805.36, 그룹4 916.22, 위치 2에서의 산란선($\mu\text{Sv/hr}$)은 그룹1 24.63, 그룹2 45.73, 그룹3 71.06, 그룹4 90.51로 mAs가 높을수록 BMI 그룹과 마찬가지로 산란선량이 증가하였고, 통계적으로도 유의하였다($p < .05$).

이전의 흉부 방사선검사실의 산란선 연구와 비교하면 넓은 공간에서 공간산란선량을 측정하는 것과는 달리 버스 내 좁은 공간에서의 흉부 방사선검사 시 공간산란선량은 다소 높은 것으로 나타났다. 이것은 검사위치와 측정위치의 거리가 아주 가깝고, 좁은 검사실 구조상 문을 슬라이딩 도어로 선택한 관계로 도어와 벽면사이 약간의 틈새에도 방사선검사 시 내부에서의 산란선이 외부로 유출될 것이라 사료되며 구조상 거리역자승법칙을 적용하기 어려운 점이 있는 것으로 본다.

V. 결 론

건강검진 차량 내 흉부 방사선검사 시 공간 산란선 분포 연구의 결과, 대상자의 BMI 전체 평균은 23.31 ± 3.12 (16.63 ~ 32.49)으로 남자가 여자보다 BMI 값이 높게 나타났다. 검사조건에서 전체 평균 mAs 값은 2.92 ± 1.19 (1.60 ~ 10.00)으로 남자가 여자에 비하여 높게 나타났다. 검사실 내부 위치 1의 산란선 전체 평균값은 771.81 ± 151.15 $\mu\text{Sv/hr}$ 로 나타났다. 외부 출입문 위치 2의 산란선 전체 평균값은 53.86 ± 25.66 $\mu\text{Sv/hr}$ 로 측정되었다. 이에 BMI나 mAs가 증가할수록 위치 1과 위치 2에서의 공간산란선량은 증가하는 것으로 나타났고, 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 검사실 내에서 검진자와 대기자 또한 방사선 관계종사자의 불필요한 방사선 피폭을 방지하기 위하여 방사선 관계종사자는 영상의 화질에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 가능한 검사조건을 낮게 설정하고, 검사실 문 주변에 대기자가 서 있지 않도록 하여 불필요한 피폭을 줄이고, 향후 검진차량의 방사선 차폐시설을 제작하는데 있어 각별히 주의해야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] Veldkamp, W. J., Kroft, L. J., & Geleijns J., "Dose and perceived image quality in chest radiography", *European Journal of Radiology*, Vol. 72, No. 2, pp. 209–217, 2009.
- [2] Joo, Y. C., Lim, C. H., You, I. G., et. al., "Adequacy of Source to Image Receptor Distance with Chest Postero–Anterior Projection in Digital Radiology System", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 39, No. 2, pp. 35–142, 2016.
- [3] Na, D. J., Kim, T. J., Kim, N. Y., "A Study on the Operation of the General Health Examination Centers of Hospital", *Annual Bulletin of Institute of Hospital Management*, Vol. 4, No. 2, pp. 97–117, 1999.
- [4] Kim, J. M., Kim, S. C., "The thickness of Cu Filter to reduce 1/2 of the patient dose", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 24, No. 1, pp. 17–22, 2001.
- [5] Teeuwisse, W., Geleijns, J., & Veldkamp, W. J., "An inter–hospital comparison of patient dose based on clinical indications, *European Radiology*, Vol. 17, No. 7, pp. 1795–1805, 2007.
- [6] McAdams, H. P., Samei E, Dobbins J., et al., "Recent advances in chest radiography, *Radiology*, Vol. 241, No. 3, pp. 663–683, 2006.
- [7] Daffner R. H., *Clinical radiology: The Essentials Second*, Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
- [8] Brenner, D. J., & Hall, E. J., "Risk of cancer from diagnostic X–rays", estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* Vol. 363, No. 9427, pp. 2192, 2004.
- [9] Park, B. R., & Sung, D. W., "A Comparative Study of Image Quality and Radiation Dose with Changes in Tube Voltage and Current for a Digital Chest Radiography", *J Korean Soc Radiol*, Vol. 62, No. 2, pp. 131–137, 2010.
- [10] Regulla, D. F., & Eder, H. R., "Patient Exposure in Medical X–ray Imaging in Europe", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 114, No. 1, pp. 11–25, 2005.
- [11] Ko, S. K., Kang B. S., & Lim, C. H., "Shielding Effect of Radiation Protector for Interventional Procedure", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 30, No. 3, pp. 213–218, 2007.
- [12] Oh, H. J., Kim, S. S., Kim, Y. L., et. al., "A Study on the Variation of Spatial Scattering Dose in the X–ray Room", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 17, No. 2, pp. 21–27, 1994.
- [13] Yi, C. J., Ha, S. W., & Jung, H. W. "Chromosome Aberration inPeripheral Lymphocyte of Radiation Workers in Hospital", *Journal of the Korean Association for Radiation Protection* Vol. 22, No. 4, pp. 227–235, 1997.
- [14] Stern, S. H., Tucker, S. A., Gagne, R. M., et al., "Estimated Benefits of Proposed Amendments to the FDA Radiation–Safety Standard for Diagnostic X–Ray Equipment", *FDA Science Forum*, 2001.
- [15] Sung, D. W., "Research on Actual Condition and Efficient Estimation of Thoracic Radiological Equipment", *Ministry of Food and Drug Safety*, 2004.
- [16] Cho, P. K., "Distribution of the Scatter Ray on Chest X–ray Examinations", *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 12, No. 7, pp. 255–260, 2012.
- [17] Han, B. H., Han, S. H., Mo, E. H., et al., "Measurement from Moving Vehicle Health Screening Outside of The Leakage Dose", Vol. 15, No. 3, pp. 192–198, 2015.
- [18] Kim, S. K., & Son, S. H., "The Measurement and Analysis by Free Space Scatter Dose Distribution of Diagnostic Radiology Mobile Examination Area", Vol. 11, No. 1, pp. 5–13, 2009.

•Abstract

A Study on the Distribution of Scatter Ray in Chest Radiography of a Health Examination Bus

Ji-Hwan Cho¹⁾·Seong-jin Jin²⁾·Byeong-In Min³⁾

¹⁾*Department of Health Care Clinic, Inje University Busan Paik Hospital*

²⁾*Gammaknife center, Inje University Haeundae Paik Hospital*

³⁾*Department of Nuclear Applied Engineering, Inje University*

The purpose of this study was to evaluate the distribution of spatial scatter ray on the chest radiographs of patients on health examination bus. In this paper, we propose a method for minimize unnecessary exposure by measuring the scattered dose after exposure the actual subject and comparing the body mass index (BMI) with the tube current amount mAs,

The results of this study showed that the mean BMI of the subjects was 23.31 ± 3.12 . The mean mAs value was 2.92 ± 1.19 , which males was higher than females. The mean value of the scatter ray at position 1 in the radiography room was $771.81 \pm 151.15 \mu\text{Sv/hr}$. The mean value of the scatter rays at the position 2 outside the entrance of the radiography room was measured as $53.86 \pm 25.66 \mu\text{Sv/hr}$. As the BMI and mAs was increase the spatial scatter dose was increased at position 1 and position 2 in the photographing room,

In order to minimize the exposure dose of scatter ray, radiation workers should shoot the radiation as low as possible within the range that does not impair the quality of the image. It will be necessary to make efforts to not wait for a waiting person near the entrance door of the photographing room.

Key Words : spatial scatter ray, health examination bus, body mass index (BMI), mAs, chest radiograph