

흉부 X선촬영조건의 변화에 따른 산란선 함유율과 피부선량에 관한 연구

대전보건전문대학 방사선과
박영선 · 안봉선

Abstract

An Experiment on Scattered-ray Content Ratio and Skin Dose according to the Exposure Condition for Chest Radiography

Young Sun Park, Bong Seon Ahn

Dept. of Radiotechnology, Dae Jon Health Junior College

In an experiment using chest radiography, the authors measured the scattered ray content ratio and exposed skin dose giving varieties to the object thickness, tube voltage, additional filters and grid.

The result was as follows,

In the 80 kV the required mAs for the density 1.8 was 10~20 times as much as in the 140 kV, and when 10 : 1 grid was used the required mAs was 3~5 times as much as when grid was not used.

Under the same tube voltage the scattered ray content ratios were increased as the additional filter thickness became thicker. And when 10 : 1 grid was used the ratio could be decreased 2~5 times as much as when grid was not used.

Skin doses exposed to the patients were increasing as the thickness of the object became thicker, and were decreasing as filters became thicker while showing slow the decreasing effects above the 1/8 VL. And when the grid was used skin doses were increased 2~4 times as much as when not used.

In order to improve the image qualities while reducing the exposures in the chest radiography, the authors suggest followings.

The additional filters up to the 1/2 VL will be suitable according to the thickness of the objects in the 80kv, while the 10 : 1 grid and additional filter of 1/8 VL will be suitable in the 140 kV.

I. 서 론

X선촬영기술은 진단영역 전반에 걸쳐 고도화되어 피폭선량은 물론 목적하는 장기와 그 주변의 영상과의 상호관계까지 추구하여야 하며, 특히 흉부촬영은 일반촬영 중 가장 많이 시행되는 촬영¹⁾으로 피폭선량을 최소한으로 경감시키면서 진단가치가 높은 사진을 만들 수 있는 조건으로 촬영되어야 한다²⁾.

흉부 X선촬영조건은 시설에 따라 다르며, 질환에 따라 저관전압에서부터 고관전압까지 폭넓게 사용되고 있으며³⁾ 이와 같은 촬영조건의 변화는 화질에 영향을 미치는 산란선 함유율과 환자에게 피폭되는 피부선량에 큰 변화를 가져온다.

흉부 단순촬영에 있어서 화질을 향상시키고 피폭선량을 감소시키기 위한 연구는 많이 보고되었으나⁴⁻⁷⁾ 본 실험에서는 피사체두께에 따라 관전압, 부가여과판 및 격자사용 유무를 변화시키면서 산란선 함유율과 피부선량의 변화를 실험하여 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험기기 및 재료

- X선 발생장치 : Shimadzu XHD 150B-30 ED150L
- 자동현상기 : Konica SRX 501
- 농도계 : Sakura PDA-81
- 측정기 : Kyokko Optonix TLD 1500, MSO 소자
- 증감지 : Konica Ko-750
- 필름 : Konica SRH
- 여과판 : Al, Cu
- Phantom : acryl 30×30×1 cm
- 격자 : Mitaya 10 : 1(40 line/cm)

III. 실험방법

1. 산란선 함유율 측정

흉부 X선촬영시 화질에 영향을 미치는 산란

선 함유율을 측정하기 위하여 감도가 높은 희토류증감지 Konica Ko-750에 Konica SRH 필름을 사용하고 초점-필름간 거리는 200cm, 조사야는 14"×14"로 일정하게 한 후

- 1) 피사체 두께 : 15 cm, 20 cm, 25 cm
 - 2) 관전압 : 80 kV, 140 kV
 - 3) 부가여과판 : no filter, 1/2 VL, 1/4 VL, 1/8 VL, 1/16 VL(140 kV에서는 1/32 VL까지)
- (표 1)

Table 1. The relation between additional filter and tube voltage

	80 kV	
	Additional filter	
	Without	HVL
	Al 3.0 mm	Al 3.0 mm
1/ 2 VL	Al 3.0 mm	4.2
1/ 4 VL	Cu 0.25 + Al 0.5 mm	5.2
1/ 8 VL	Cu 0.45 + Al 1.0 mm	6.2
1/16 VL	Cu 0.75 mm	7.3

	140 kV	
	Additional filter	
	Without	HVL
		Al 4.8 mm
1/ 2 VL	Cu 0.2 + Al 0.4 mm	5.8
1/ 4 VL	cu 0.5 + Al 0.2 mm	7.2
1/ 8 VL	Cu 0.8 + Al 1.4 mm	8.8
12/16 VL	Cu 1.3 + Al 1.0 mm	10.6
1/32 VL	Cu 1.8 + Al 1.5 mm	11.4

4) 격자 : non grid, 10 : 1을 그림 1과 같이 각각 조합하여 time scale법으로 H-D curve를 작성하였다. 각 조건의 H-D curve에서 1차선 + 산란선(ID+IS)에 의해 폐야의 농도에 해당하는 D=1.8을 내는데 필요한 관전류량을 구하였으며, 아울러 산란선(Is)에 의해 농도 D=1.8을 내는 관전류량도 구하였다. 이 두 가지의 관전류량에 의해 각각의 산란선 함유율을 측정하였다.

2. 피부선량 측정

환자가 받는 피부선량을 측정하기 위하여 피

사체로 사용한 acryl phantom 표면에 MSO TLD소자를 부착하여 산란선 함유율 측정시 산출된 각각의 촬영조건에서 피부선량을 측정하였다.

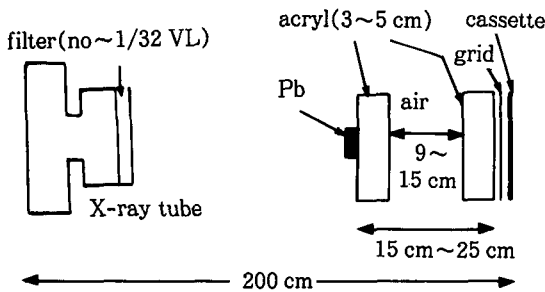


Fig 1. The schematic illustration on experimental method

IV. 실험결과

1. 산란선 함유율

폐야의 농도 $D=1.8$ 을 내기 위한 관전류량과 산란선 함유율은 표 2, 표 3과 같다.

관전압 80 kV로서 부가여과판과 격자를 사용하지 않을 경우, 농도 $D=1.8$ 을 내는데 필요한 관전류량과 산란선 함유율은 피사체 두께 15 cm 일 때 0.76 mAs와 40%, 20 cm 일 때 1.08 mAs와 46.2%, 25 cm 일 때 1.51 mAs와 50.2%이었으며, 동일한 조건에서 격자를 사용할 경우는 두께에 따라 각각 2.5 mAs와 8.1%, 3.4 mAs와 10.3%, 5.5 mAs와 14.6%로 나타났다. 동일한 관전압에서 부가여과판 1/2 VL을 사용하고 격자를 사용하지 않을 경우, 농도 $D=1.8$ 을 내는데 필요한 관전류량과 산란선 함유량은 15 cm에서 1.03 mAs와 41.2%, 20 cm에서 1.4 mAs와 47.6%, 25 cm에서 1.9 mAs와 51.5%이었으며 격자를 사용할 경우 각각 3.6 mAs와 8.2%, 4.9 mAs와 10.5%, 7.8 mAs와 14.9%이었으며 부가여과판 두께의 증가에 따

Table 2-1. In the 80 kV the required mAs for the density 1.8

Thickness(cm)	Filter	Grid	
		no	10 : 1
15	no	0.76	2.5
	1/ 2 VL	1.03	3.6
	1/ 4 VL	1.45	5.3
	1/ 8 VL	2.2	7.4
	1/16 VL	3.7	11
20	no	1.08	3.4
	1/ 2 VL	1.4	4.9
	1/ 4 VL	2.05	6.9
	1/ 8 VL	3.2	9.2
	1/16 VL	5.6	14
25	no	1.51	5.5
	1/ 2 VL	1.9	7.8
	1/ 4 VL	2.7	10.8
	1/ 8 VL	4.2	14.5
	1/16 VL	7.2	20

Table 2-2. In the 140 kV the required mAs for the density 1.8

Thickness(cm)	Filter	Grid	
		no	10 : 1
15	no	0.038	0.26
	1/ 2 VL	0.07	0.4
	1/ 4 VL	0.14	0.6
	1/ 8 VL	0.26	0.9
	1/16 VL	0.44	1.35
	1/32 VL	0.7	2.0
20	no	0.06	0.42
	1/2 VL	0.12	0.62
	1/4 VL	0.23	0.92
	1/8 VL	0.4	1.35
	1/16 VL	0.66	2.0
	1/32 VL	1.0	3.0
25	no	0.11	0.67
	1/2 VL	0.19	0.94
	1/4 VL	0.34	1.32
	1/8 VL	0.55	1.9
	1/16 VL	0.89	2.7
	1/32 VL	1.3	3.8

Table 3-1. The scattered ray content ratio(%) giving varieties to the object thickness, additional filters and grid (80 kV)

Thickness(cm)	Filter	Grid	
		no	10 : 1
15	no	40	8.1
	1/2 VL	41.2	8.2
	1/4 VL	42.1	8.4
	1/8 VL	42.6	8.8
	1/16 VL	42.9	9.8
20	no	46.2	10.3
	1/ 2 VL	47.6	10.5
	1/ 4 VL	48.6	10.8
	1/ 8 VL	49.2	11.5
	1/16 VL	49.5	12.7
25	no	50.2	14.6
	1/ 2 VL	51.5	14.9
	1/ 4 VL	52.8	15.6
	1/ 8 VL	54.3	15.8
	1/16 VL	55.6	15.9

라 관전류량과 산란선 함유율은 약간 증가하였다. 격자를 사용한 경우에 사용하지 않을 때에 비해 약 3배의 관전류량이 필요하며 그때 산란선 함유율은 약 1/3~1/5로 감소하였다.

또한 관전압 140 kV로서 부가여과판과 격자를 사용하지 않을 경우, 농도 D=1.8을 내는데 필요한 관전류량과 산란선 함유율은 피사체 두께 15 cm일 때 0.038 mAs와 27.2%, 20 cm일 때 0.06 mAs와 40.5%, 25 cm일 때 0.11 mAs와 44.5%이었으며 동일한 조건에서 격자를 사용할 경우는 두께에 따라 각각 0.26 mAs와 9%, 0.42 mAs와 13.7%, 0.67 mAs와 18.6%이었다. 동일한 관전압에서 부가여과판 1/8 VL을 사용하고 격자를 사용하지 않을 경우, 농도 D =1.8을 나타내는데 필요한 관전류량과 산란선 함유율은 피사체 두께 15 cm일 때 0.26 mAs와 36.6%, 20 cm일 때 0.4 mAs와 48.7%, 25 cm

Table 3-2. The scattered ray content ratio(%) giving varieties to the object thickness, additional filters and grid (140 kV)

Thickness(cm)	Filter	Grid	
		no	10 : 1
15	no	27.2	9
	1/2 VL	30.4	11.4
	1/4 VL	33.5	13.6
	1/8 VL	36.6	15.9
	1/16 VL	39.8	18.2
	1/32 VL	43	20.5
20	no	40.5	13.7
	1/ 2 VL	43.3	15.9
	1/ 4 VL	46	17.9
	1/ 8 VL	48.7	20
	1/16 VL	51.4	22
	1/32 VL	54.1	24
25	no	44.5	18.6
	1/ 2 VL	47.9	21.2
	1/ 4 VL	51.5	23.7
	1/ 8 VL	55	26.4
	1/16 VL	58.5	27.5
	1/32 VL	61.9	28.4

일 때 0.55 mAs와 55%이었으며 동일한 조건에서 격자를 사용할 경우 두께에 따라 각각 0.9 mAs와 15.9%, 1.35 mAs와 20%, 1.9 mAs와 26.4%이었다.

관전압 80 kV에 비해 140 kV를 사용할 경우 농도 D=1.8을 내는데 필요한 관전류량은 약 1/6~1/20로 감소하였고 산란선 함유율은 약 0.9%~11.6% 증가하였다.

2. 피부선량

이미 작성된 촬영조건에서 측정된 피부선량은 그림 2와 같다.

관전압 80 kV로서 부가여과판과 격자를 사용하지 않을 경우 피사체 두께에 따라 20.9~45.6 μ Gy이었으며 격자를 사용할 경우 61.8~167.2 μ Gy로 격자 사용에 따라 약 3배의 피부

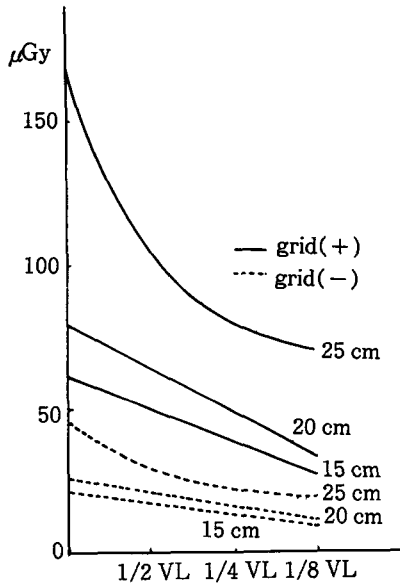


Fig 2 - 1. Comparison of skin dose to the additional filter(80 kV)

선량 증가를 나타내었다. 동일한 관전압에서 1/8 VL 부가여과판을 사용할 경우 부가여과판을 사용하지 않을 때에 비해 피부선량은 약 60% 감소하였다.

관전압 140 kV에서 1/2 VL의 부가여과판과 격자를 사용한 경우 피사체 두께 15 cm에서 24.8 μ Gy, 20 cm에서 34.2 μ Gy, 25 cm에서 50.4 μ Gy로서 관전압 80 kV에서의 피부선량에 비해 1/2 이하로 감소하였다. 부가여과판을 1/8 VL을 사용할 경우 1/2 VL을 사용할 때에 비해 피부선량은 30% 정도 감소하며 1/8 VL 이상의 중여과에서는 피부선량 감소효과가 둔화되는 것으로 나타났다.

V. 고 찰

X선 촬영을 시행할 때에 촬영조건을 설정한다는 것은 X선상의 품질을 형상과 내용의 양면에서 결정하는 것으로⁹⁾ 흉부X선 사진은 심장이나 종격동, 대혈관, 폐구조 및 그것을 포함하는 폐야 전체를 광범위하게 진단하는 일반검

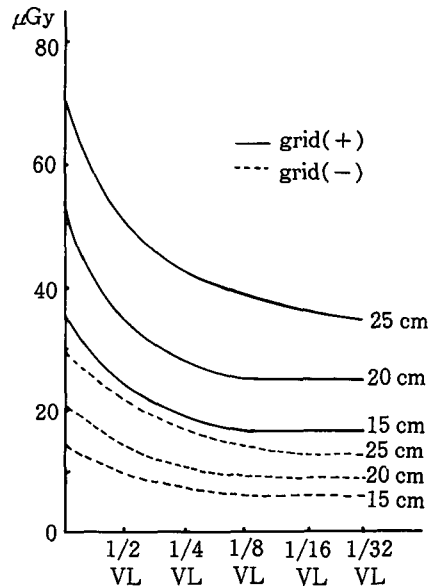


Fig 2 - 2. Comparison of skin dose to the additional filter(140 kV)

사가 이루어지기 때문에 선질의 선택은 질병의 종류에 따라 결정하는 것이 바람직하다. 결핵 등의 염증성 질환과 같이 물과 공기의 대조를 중요시 하는 병소의 촬영에는 70~80 kV의 관전압을 이용하는 것이 바람직하며 폐암과 같이 종양과 폐조직의 경계를 촬영할 필요가 있을 경우는 늑골 등의 대조를 감소시키는 고관전압의 경선질을 이용하는 것이 바람직하다³⁾. 고관전압은 저관전압보다 투과성이 좋기 때문에 심장후방과 종격동 구조가 잘 보이게 되며 아울러 격자를 사용함으로써 심장뒤의 혈관음영이 잘 보이게 된다⁹⁾. 같은 고관전압촬영이라도 고압촬영에 있어서는 반드시 부가여과판을 쓰도록 하여야 한다⁴⁾. 진단용 X선 촬영에서 부가여과판은 관전압 60~90 kV 정도의 흉부촬영에서는 2~4 mmAl, 120~150 kV의 고관전압 촬영에서는 4 mmAl+0.1~0.2 mmCu를 부착하도록 권고하고 있다¹⁰⁾. 흉부고관전압 촬영으로 350 kVp를 사용하여 진단영역을 넓히고 피폭선량을 경감시킨다는 보고도 있으나 일반적으로 140 kV가 많이 이용되고 있다¹¹⁾.

화질은 선질에 따라 크게 변화되며 특히 산란선은 그 영향이 심하다. 산란선은 사진상에 대해서 필요한 정보전달을 저해시키는 방향으로 영향을 미친다. 산란선 발생을 좌우하는 인자는 여러 가지로써 관전압, 피사체의 조성과 두께, 조사야 등에 의해 변화되나 관전압 변화에 따르는 산란선 함유율은 별 관계가 없다^{12,13)}.

본 실험에서 표 3과 같이 피사체의 두께와 부가여과판의 두께가 증가함에 따라 산란선 함유율이 증가되고 있어 일치하고 있으나 관전압 80 kV에서 보다 140 kV에서 산란선 함유율은 감소를 보여 尹¹²⁾, 金¹³⁾의 보고와 차이를 보이고 있는데 이는 산란선 함유율의 산출방법의 차이에서 나타난 현상이라 사료된다. 산란선이 적은 얇은 두께 흉부의 경우 격자를 사용하지 않고 촬영함으로써 10 : 1 격자를 사용하였을 때보다 林⁴⁾과 같이 약 1/3의 노출조건으로서 촬영이 가능하나 격자를 사용할 때 산란선 함유율은 격자를 사용하지 않을 때에 비해 林⁴⁾의 34~44%보다 많은 약 1/5로 줄어들기 때문에 증례에 맞는 노출조건으로서 촬영을 하는 것에 따라 더욱 더 낮은 선량으로서 촬영이 가능할 수 있다.

방사선에 의한 피폭을 인위적으로 경감시키기 위한 방법을 강구하는 것은 방사선사의 가장 큰 책무라 할 수 있다¹⁴⁾. 환자에 대한 피폭선량을 좌우하는 요소는 관전압, 관전류량, X선의 질을 조절할 수 있는 여과량의 크기와 감광재료의 선택 등이 있다¹⁵⁾. 동일한 1회의 방사선 조사를 하더라도 사용하는 촬영조건에 따라 환자가 받는 피폭선량은 2~10배까지 심한 차이가 있으며, 촬영조건을 구성하는 인자의 선정방법에 의해 화질과 아울러 피폭선량이 크게 좌우된다¹⁶⁾.

본 연구에서 피사체 두께 20 cm에서 관전압 80 kV로 격자와 부가여과판을 사용하지 않을 경우 피부선량은 25.7 μ Gy이며 140 kV에서는 20.9 μ Gy로 나타나 관전압의 증가로 19% 감소를 보였으며, 동일한 관전압에서도 1/8 VL을 부가여과판으로 사용하면 피부선량은 80 kV에

서 兪⁶⁾의 46%보다 약간 낮은 41%, 140 kV에서 43%로 감소하였으나 일반적으로 관전압은 높고 부가여과판의 두께는 두꺼울수록 피폭선량의 감소면에서는 이상적이라는 許¹⁷⁾의 보고와 일치하고 있다. 또한 화질의 향상을 위하여는 격자를 사용하여야 하나 격자사용의 큰 단점은 환자가 받는 방사선량이 증가되는 것으로¹⁶⁾ 본 실험에서도 격자를 사용할 경우 사용하지 않을 때에 비해 피부선량이 약 2~4배로 증가하였다. 따라서 흉부X선촬영을 할 경우에 화질을 향상시키면서 피폭선량을 경감시키기 위해서는 고감도의 증감지와 필름을 사용하고 장치의 성능을 고려하면서 가능한 고관전압으로 적절한 부가여과판과 격자를 선정함으로써 현재 조사된 피폭선량 평균치 288 μ Sv¹⁸⁾보다 1/7까지도 경감시킬 수 있을 것이라 사료된다.

VI. 결 론

흉부X선촬영시 피사체의 두께별로 산란선 함유율과 환자에게 피폭되는 피부선량을 측정 한 결과, 농도 D=1.8을 내기 위한 관전류량은 관전압 80 kV인 경우에 140 kV의 약 10~20배가 필요하며, 격자를 사용하지 않을 때에 비해 10 : 1 격자를 사용하면 약 3~5배의 노출조건이 필요하다.

산란선 함유율은 피사체의 두께와 부가여과판의 두께 증가에 따라 증가하였으며 격자를 사용하지 않을 경우에 비해 10 : 1 격자를 사용함으로써 약 1/2~1/5까지 감소하였다.

환자에 피폭되는 피부선량은 피사체의 두께가 두꺼울수록 증가하였으며, 부가여과판의 두께 증가에 따라 감소하였으나 1/8 VL 이상에서는 감소효과가 둔화되었으며 격자를 사용하면 격자를 사용하지 않을 때에 비해 약 2~4배 증가되었다.

따라서 흉부X선촬영을 할 경우 화질을 향상시키고 아울러 환자의 피폭선량을 경감시키기 위해서는 관전압 80 kV에는 피사체 두께에 따라 1/2 VL까지의 부가여과판이 적당하며, 관전

압 140 kV에는 격자를 사용하고 1/8 VL의 부가여과판이 적당하다고 사료된다.

본 실험을 하는데 여러모로 협력을 해주신 日本化研病院 右野義文 院長, 岩岐望彦 副院長, 戸松信康 先生, 林太郎 先生, 그외 化研病院 放射線技師 여러분께 감사드리며, 대한 방사선기술학회 許俊 회장님께 심심한 사의를 표시한다.

참 고 문 헌

1. 李海龍 外：醫療用 放射線에 의한 國民被曝線量測定(Ⅳ), 국립보건원보, 제23권, 783, 1986.
2. 許俊：放射線像情報學, 新光出版社, 1991.
3. 林太郎 外：Patient careと cost benefitを考慮した胸部X線撮影について, 化研紀要, Vol.26, 1990.
4. 林太郎・石田有治：filter效果を利用した chest radiographyの研究, 化研資料, No.63, 1985.
5. 許俊 外：胸部X線検査에 있어서 被曝線量の 輕減에 대한 檢討. 韓放技研誌, 2(1)：15, 1979.
6. 兪炳憲 外：胸部X線撮影時 附加濾過使用에 따른 線量과 線質에 관한 研究, 韓放技學誌, 10(1)：13, 1987.
7. 林太郎 外：胸部硬線質撮影における被曝線量の低減に關する研究, 化研紀要, 27：45, 1991.
8. 山田勝 外：放射線技術者のための畫像工學, 通商産業研究社, 99 100, 1979.
9. 陳秀一：胸部X線撮影과 診斷, 韓放技研誌, 2(1)：11, 1979.
10. ICRP Publ. 16：Protection of the patient in X-ray diagnosis, ICRP. Adopted by the Commission in November 1969.
11. Michel M. Ter-Dogossian：The physical aspects of diagnostic radiology, Hoeber Medical Division, 176, 1976.
12. 尹哲鎬 外：X線撮影時 被寫體 두께에 따른 格子比選定에 관한 研究, 韓放技研誌, 5(1)：21, 1982.
13. 金昌均・許俊：散亂線含有率에 관한 研究, 韓放技學誌, 6(1)：81, 1983.
14. 許俊 外：胸部X線撮影에 있어서 稀土類增感紙 使用에 따른 被曝線量輕減에 관한 檢討, 韓放技學誌, 4(1)：23, 1981.
15. 金昌均：胸部X線検査時 患者의 被曝線量에 대한 研究, 韓放技學誌, 13(1)：3, 1990.
16. 遠藤幸一・石坂正綱：醫療被曝の最適化に關する研究, 日放技學誌, 39(5)：624, 1983.
17. 許俊：放射線障礙와 被曝線量の 輕減, 高麗醫技大雜誌, 6(1)：7, 1975.
18. 許俊 外：흉부X선촬영조건에 따르는 의료 피폭에 관한 조사연구, 한방기학지, 15(1)：79, 1992.