

胸部X線撮影에 있어서 被曝線量の 低減에 관한 研究

圓光保健專門大學 放射線科

李晚求 · 尹漢植 · 李宗碩

東亞X線機械 放射線技術研究所

李善淑

日本 化學療法研究所附屬病院 放射線室

林 太郎 · 石田有治 · 前田美香 · 櫻井達也

Abstract

A Study on the Chest Radiography for Reducing Exposure Dose

Man Koo Lee, Han Sik Yoon, Jong Seok Lee

Dept. of Radiotechnology, Wonkwang Public Health College

Sun Sook Lee

Institute of Radiological Technology, Dong A X-ray Co., Ltd.

Taro Hayashi, Yuji Ishida, Mika Maeda, Tatsuya Sakurai

Dept. of Radiotechnology, The Chemotherapy Insititute Hospital, Japan

We have been used super sensitive screen/film system which is thought to be the limit of sensitivity, however, we think this method is not satisfactory.

As a general radiographic rule, reduction of exposure is inconsistent with improvement of image quality, but it is necessary to challenge this rule to get better method. We tried air gap method for minimal diffuse lung shadow which is difficult to find out by our routine method.

As a result, air gap method with super sensitive screen/film system(SRO 1000/TMH) showed lower exposure dose, 50% of our routine system(SRO 750/SRH with grid), and better image quality for pulmonary pattern in the lower lung field.

I. 서 론

흉부X선촬영에 관한 연구는 지금까지 많이 시행되었다. 저자들도 현재까지 저전압촬영^{1,2,3,4)}, 고압경선질촬영^{6,7,11,13)}과 특수 증례에 대한 촬영법^{5,8,9,10,12)} 등에 대한 연구를 보고하여 왔으나 나날이 진보하는 요즈음 새로운 기기나 감광재료의 개발은 매년 급진적으로 이루어지고 있으며 특히 감광재료에 관하여는 의료피폭이 직접 피검자의 피폭선량의 증감에 영향을 주기 때문에 새로운 감광재료가 개발되면 그 이용방법을 연구하여 시행할 필요가 있다. 저자들은 감도의 한계라고 생각되는 초고감도증감지(System 감도 1600)의 이용방법을 착안하여 피폭선량을 더욱더 감소시키기 위하여 현재 별로 이용되지 않고 있는 air gap method를 이용한 피폭과 화질의 점점을 추구하고 일반 흉부촬영에서는 그 판독이 곤란한 미만성음영의 판독이 가능하도록 노출조건을 변화시켜 좋은 성과를 얻었기에 보고하고자 한다.

II. 사용기기 및 재료

사용장치 : Shimadzu XHD 150B-30
자동현상기 : Konica SRX-502, 31.8°C, 90 sec
증감지/필름 : Konica SRO750/SRH, SRO 1000/TMH
측정기 : Kyokko TLD/500, MSO Holder-F
회전계 : 직접 제작한 10 rpm, 20 rpm, 30 rpm, 40 rpm, Free
농도계 : Eastman Kodak NDD 400
격자 : Grid ratio 10 : 1, 12 : 1, Grid density 34 lines/cm
팬텀 : Acrylite phantom, 제작 chart
제작 chart : Read beans, rice grain, millet grain, sesame, vinyl tubes, glass tubes, fishing lines, styrofoam

III. 실험방법 및 결과

1. 불선예도와 노출시간과의 관계

미만성 음영의 판독을 용이하게 하기 위해서는 폐 말초혈관음영의 묘출이 중요하다. 이렇게 하기 위하여는 심장박동의 영향과 호흡운동, 기타 운동에 의한 불선예의 영향을 해소하여야 한다. 그리고 먼저 운동에 의한 불선예의 영향을 알기 위하여 직접 제작한 회전계를 사용자의 성인의 심장주기의 박출기(0.2 sec/cm)에 상당하는 회전수의 속도가 반경 10 cm에서 약 10 rpm이기 때문에 회전수 10, 20, 40 rpm에서 노출시간 3, 6, 10, 13, 16 msec에 대하여 반경 10 cm의 위치에서의 길이를 측정하였다. Fig. 1은 회전계의 모양과 측정을 위해 설치한 사진이다. Fig. 2의 A, B, C, D는 노출시간 3 msec에서 A는 10 rpm, B는 40 rpm, 6 msec에서 C는 10 rpm, D는 40 rpm의 차트화상의 일예이다. 또한 Table 1은 그 측정결과이다. 이 표로부터 알 수 있듯이 10 rpm 3 msec에서는 불선예의 영향을 볼 수 없으나 10 msec로 되면 8.6 mm, 13 msec에서 8.8 mm, 16 msec에서 9.2 mm로 불선예가 증가함을 알 수 있다. 또한 40 rpm에서 관찰하면 3 msec에서 8.6 mm, 6 msec에서 10.2 mm로 운동에 의한 움직임은 불선예 인자로서 크게 영향을 미침을 알 수 있다.

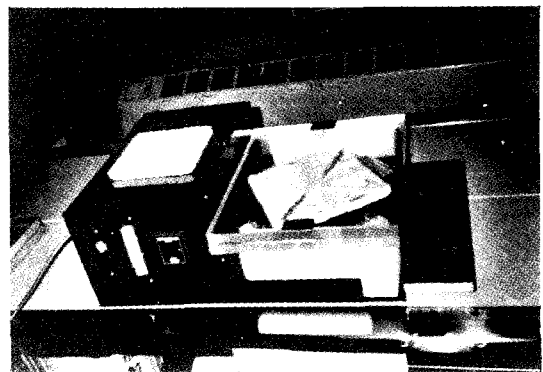
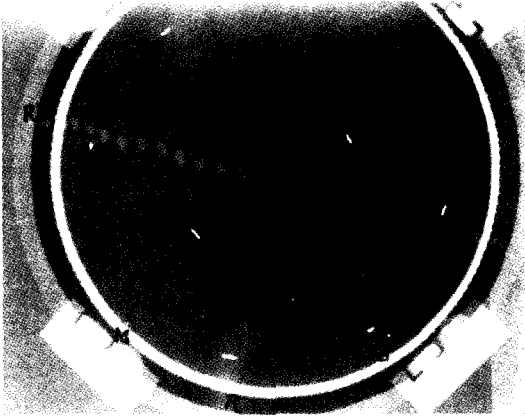
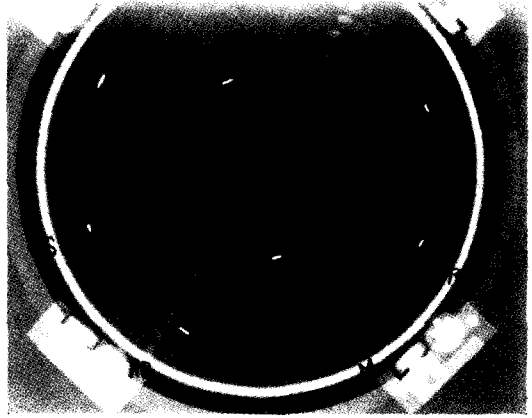


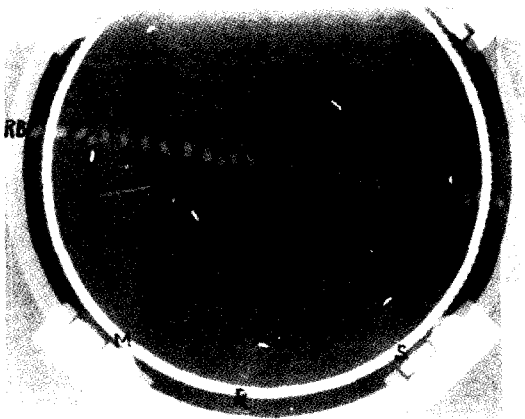
Fig. 1. The rotating meter of our's own making.



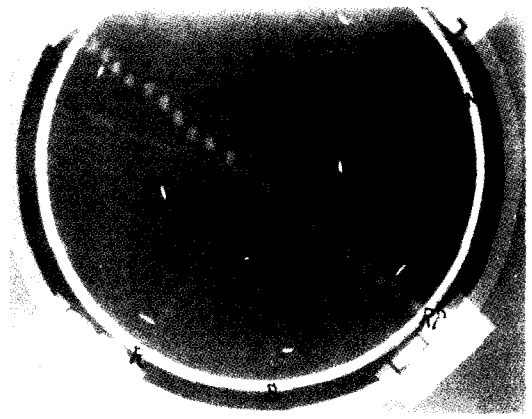
[A] revolution : 10 rpm
exposure time : 3 msec
film : TMH
screen : SRO1000



[B] revolution : 40 rpm
exposure time : 3 msec
film : TMH
screen : SRO1000



[C] revolution : 10 rpm
exposure time : 6 msec
film : SRH
screen : SRO750



[D] revolution : 40 rpm
exposure time : 6 msec
film : SRH
screen : SRO750

Fig. 2. The image of chart on each revolution by using a rotation meter of our's own making(A, B, C, D).

Table 1. Measurement of unsharpness by using a rotating meter. unit : mm

Exposure Time rpm	3 msec	6 msec	10 msec	13 msec	16 msec
	Static image	8	8	8	8
10 rpm	8	8	8.6	8.8	9.2
20 rpm	8	9.2	9.4	9.6	9.8
40 rpm	8.6	10.2	10.6	11.0	11.5

2. Grid 방법과 Air gap법의 비교

Styrofoam 위에 glass tube : 외경 1.3 mm, 내경 1.1 mm, 0.02 mm, vinyl tube : 외경 1.7 mm, 내경 1.19 mm, 0.02 mm, fishing line : 외경 0.02 mm, rice grain, millet grain, sesame를 배열한다. 차트를 사용하여 Grid법(Fig. 3)과 Air gap법(Fig. 4)으로 촬영을 시행하였다. Fig. 5의 A는 증감지 SRO750과 필름 SRH를 조합하여

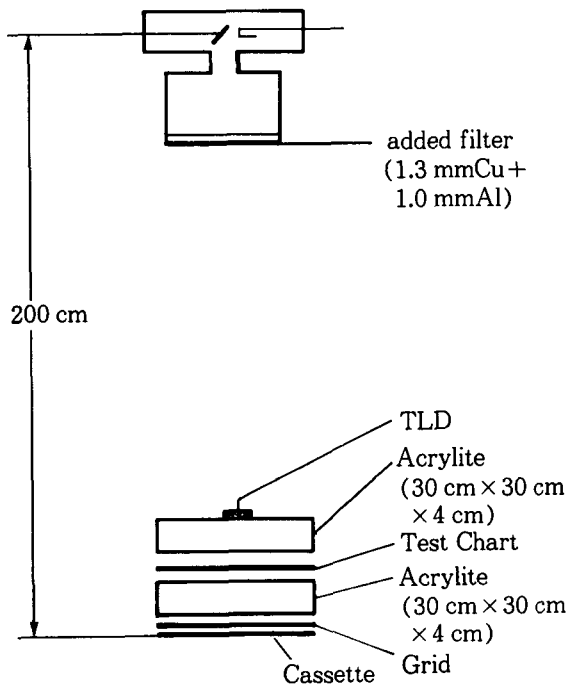


Fig. 3. Schematic diagram of experimental method for measurement of surface dose in Grid method.

Grid법에 의한 차트화상이고 B는 동일한 증감지-필름 조합의 Air gap법에 의한 차트화상이다. 한편 C는 증감지 SRO1000과 필름 TMH 조합의 Grid법에 의한 차트화상이고 D는 동일한 증감지-필름 조합의 Air gap법에 의한 차트화상이다. Table 2는 이 차트화상의 식별 판정 결과이다. 이 표로부터 알 수 있듯이 millet grain의 관찰에 있어서 Air gap법이 Grid법에 비해 다소 우수하였다.

3. 임상증례의 비교

Fig. 6은 Grid법을 적용한 흉부X선사진이며, Fig. 7은 Air gap법을 적용한 동일한 피검자의 증례이다. 이를 비교한 경우 좌우 중폐야에 분포하여 있는 이상음영에 관하여는 콘트라스트가 양호한 Grid법이 우수하였으나, 좌우 폐야 아래에 분포한 혈관음영에 관하여는 말초부까지 잘 묘출되어 Air gap법의 예가 우수하였다.

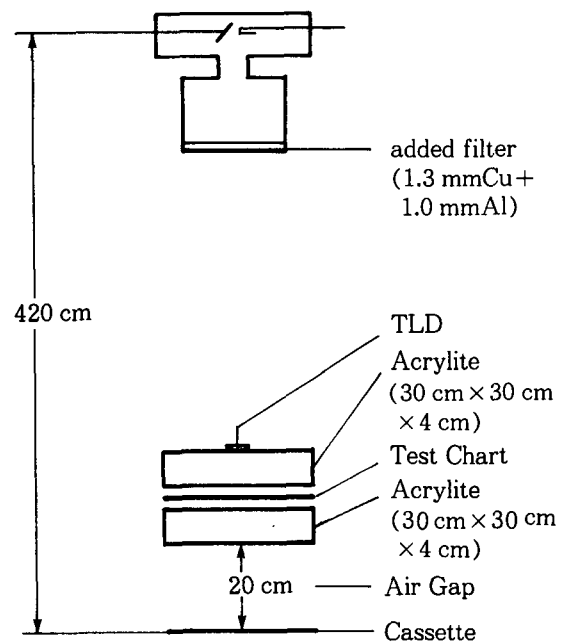
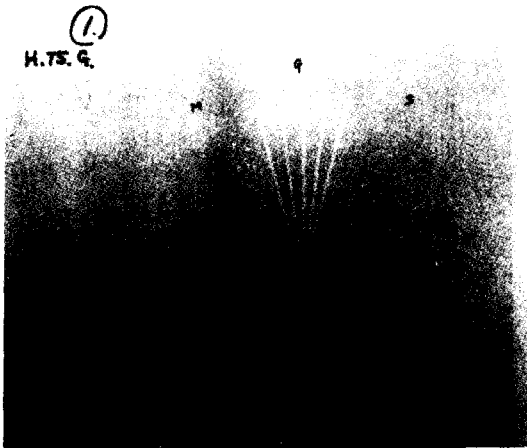


Fig. 4. Schematic diagram of experimental method for measurement of surface dose in Air gap method.

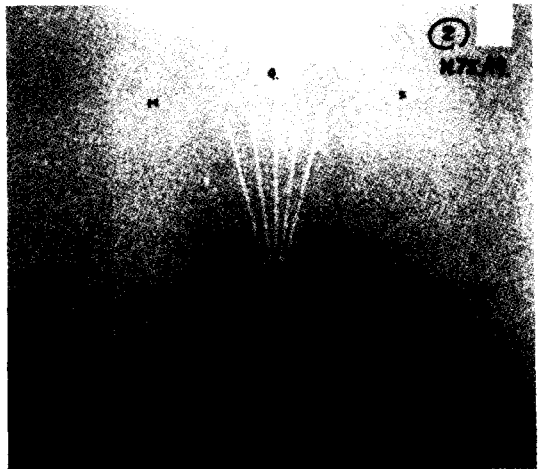
Table 2. Discrimination of each materials on the film by Grid and Air-gap method

Screen-Film Method	SRO750 + SRH		SRO1000 + TMH	
	Grid(10 : 1)	Air gap(30 cm)	Grid(10 : 1)	Air gap(30 cm)
Materials				
Glass tube	+	+	+	+
Rice grain	+	+	+	+
Vinyl tube	+	+	+	+
Millet grain	±	+	±	+
Sesame	-	±	-	±
Fishing line	-	-	-	-

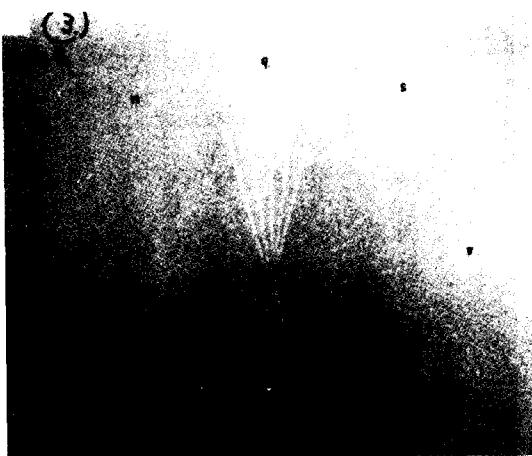
(+) : visible, (±) : indistinct, (-) : invisible



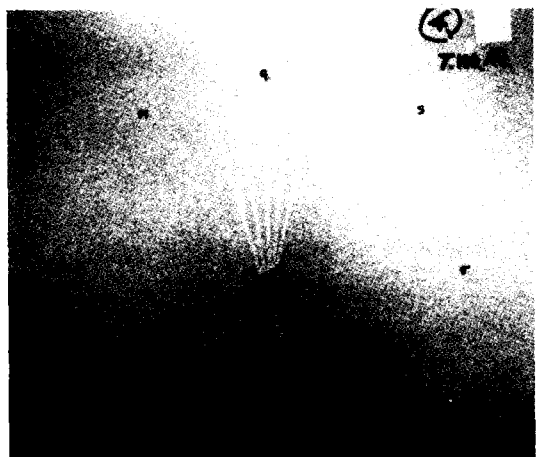
[A] With Grid SRO750/SRH



[B] Air Gap method SRO750/SRH



[C] With Grid SRO1000/TMH



[D] Air Gap method SRO1000/TMH

Fig. 5. The image of chart of our's own making for screen-film system SRO750/SRH and SRO1000/TMH by the Grid(A, B) and Air gap method(B, D).



Fig. 6. The case of SRO750/SRH with grid.

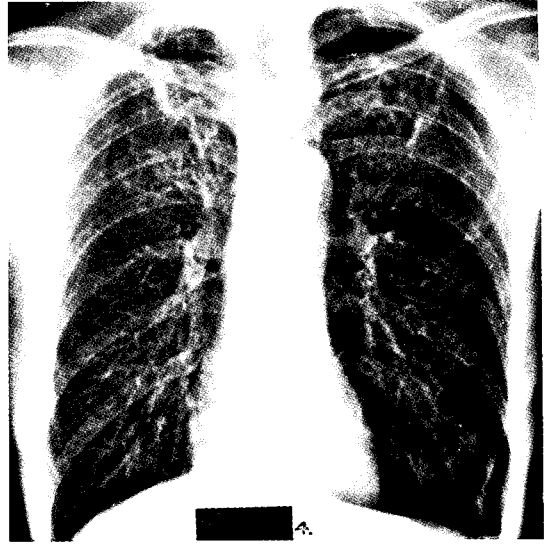


Fig. 7. The case of SRO1000/TMH by the Air gap method.

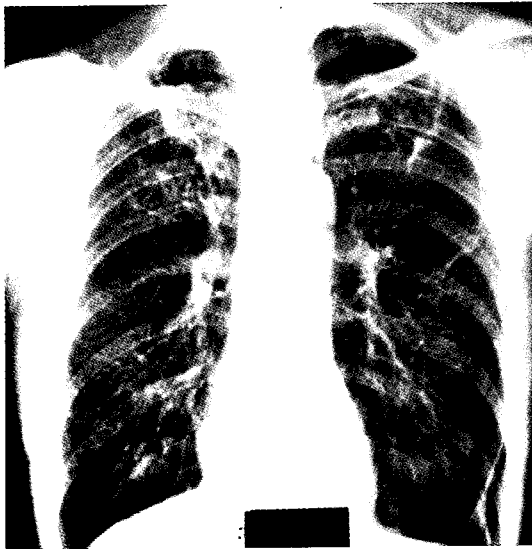


Fig. 8. The case of SRO750/SRH with grid.



Fig. 9. The case of SRO1000/TMH by the Air gap method.

Fig. 8의 Grid법의 적용 예와 Fig. 9의 Air gap법 적용 예에 있어서도 앞의 증례와 마찬가지로 비교하였는데 폐야 전역에 걸쳐 콘트라

스트의 조화와 혈관음영이 폐문부로부터 말초부까지 선예하게 묘출되는 Air gap법의 적용 예가 우수하였다.

Table 3. Surface dose in conventional and Air-gap chest radiography

Screens -Films	Tube Voltage (kV)	Tube Current (mA)	Exposure Time (sec)	FFD (cm)	Dose (μ Sv)	Remarks
SRO750+SRH	150	200	0.006	200	28	Grid 10 : 1
SRO750+SRH	150	200	0.013	365	20	Air gap 20 cm
SRO1000+TMH	150	200	0.006	365	14	Air gap 20 cm
SRO750+SRH	150	200	0.01	200	32.7	Grid 10 : 1
SRO750+SRH	150	200	0.02	420	18.8	Air gap 20 cm
SRO1000+TMH	150	200	0.01	420	14.4	Air gap 20 cm

Filter : 1.3 mmCu + 1.0 mmAl

Filter : 0.8 mmCu

4. 피폭선량의 측정

Fig. 3는 Grid법 적용시 피폭선량의 측정방법을 나타낸 실험모형도이며, Fig. 4은 Air gap법 적용시의 실험모형을 나타낸 것이다. 그림에서 TLD소자 3개를 1조로 하여 아크릴 위에 놓고 Grid법 SRO750/SRH조합으로 흉부 20cm의 피검자의 필름농도 2.0 ± 0.2 를 얻는데 필요로 하는 노출조건을 설정하고 또한 Air gap법 SRO1000/TMH조합으로 동일한 조건으로 피폭선량을 측정하였다. Table 3은 그 측정 결과이며 이 표로부터 알 수 있듯이 사용장치, 선질이 다소 다르나 동일한 SRO750/SRH에서 Air gap법은 Grid법의 71.4% ~57.5%의 선량으로 한장의 필름을 얻을 수 있으며, 이 연구에서 주 목적인 Air gap법에서 SRO1000/TMH조합에서는 Grid법의 SRO750/SRH의 50~44%로 피폭선량을 경감할 수 있었다.

V. 총괄 및 고찰

흉부X선화상의 화질저하에 가장 영향을 미치는 인자는 피검자의 움직임, 호흡, 심장박동에 의한 불선예이기 때문에 이러한 운동에 의한 불선예를 최대한으로 적게 하는 것이 양호한 화질의 화상을 얻는 필수조건이다. 그래서 의식적으로 정지가 불가능한 심장의 박동에 의한 영향에 대하여 실험을 시행하였다. 심장의

수축, 확장에 의한 움직임을 1 cm로 하고 회전계의 회전수와 반경을 산출하면 10 rpm, 반경 10 cm의 위치의 움직임이 수축, 확장을 반복하는 심장주기 박출기의 움직임에 상당하므로 회전계의 속도 10 rpm, 반경 10 cm의 위치에 회전계 상에 납 조각을 놓고 노출시간 3 msec~16 msec까지 그 불선예의 길이를 측정하였다.

Table 1은 그 측정결과이며 이 표에서 알 수 있듯이 납 조각 8 mm의 정지상을 실제화상으로 하여 관찰할 수 있는 조건은 20 rpm에서 3 msec, 10 rpm에서 6 msec가 한계이며 이 조건 이하로 되면 심장주기의 박출기에 촬영하여도 정지상으로서의 관찰이 불가능하다. 또한 확장기, 충실기, 긴장기의 비교적 심장의 움직임이 적은 시기에 촬영하면 Fig. 2 B, D의 반경 5 cm 이하의 rice grain, red beans의 음영으로부터 알 수 있듯이 16 msec에서도 불선예도의 최대치 0.2 mm^{14} 를 만족시킬 수 있으므로 체외로부터 이 시기를 알 수 있으면 20 msec 정도까지는 충분히 이용할 수 있다고 생각된다. 흉부X선검사는 대부분의 질환에 대하여 이루어지며 그 중에서 Parkinson질환이나 호흡정지가 곤란한 피검자도 포함되기 때문에 이와 같은 피검자는 sharpness type의 저감도계 증감지-필름을 사용하는 것보다 최저 노출시간의 사용이 가능한 초고감도계의 증감지-필름을 사용하는 쪽이 결과적으로 양호한 화질의 화상을 얻을 수 있다고 생각된다.

일반 흉부X선사진에서는 판정이 곤란하다고 하는 병소음영 즉, 미만성음영의 뚜렷한 묘출에는 수 msec의 사용이 가능한 감광재료 SRO 1000/TMH에 Air gap법을 이용하여 직접 제작한 차트를 Fig. 2, 3과 같이 설치하고 Grid법과 비교 실험하였다. Table 2는 Fig. 5, A, B, C, D의 각 물질에 대한 화상의 식별 판정결과이다. 이 표에서 보듯이 glass tubes, vinyl tubes, rice grain은 Grid법이나 Air gap법에서는 모두 식별이 가능하나 millet grains, sesame에 대하여는 Air gap법이 다소 우수하였다. 한편 불선예의 식별한계¹⁶⁾인 fishing lines 0.2 mm는 두 방법 모두 식별할 수 없었다. Grid 법과 Air gap법에서 이와 같은 약간의 차이를 일으키는 것은 콘트라스트의 조화¹⁵⁾를 고려한 경우 화질을 좌우하는 조사야 내의 직접X선과 산란선의 비에 있다고 생각된다. 즉 grid는 연박을 X선속에 따라 배열한 것으로 규격대로 사용하여도 수광부분의 근소한 경사로 좌우 농도가 비대칭 상으로 되어 농도차를 일으키며 이 근소한 농도변화가 식별결과에 영향을 미친다고 할 수 있다. 이 차트로 식별판정 결과를 임상예에서 검토하였다. Fig. 6은 Grid법의 증례이고, Fig. 7은 Air gap법의 증례이다. 둘다 비교한 경우 병소주변의 영상에 관하여는 산란선의 영향이 적은 Grid법의 증례가 우수하였으나, 좌우폐야 아래에 묘출되는 혈관음영에 관하여는 말초부까지의 추구가 가능한 Air gap법의 증례가 우수하게 관찰되었다. 또한 Fig. 8 Grid 법과 Fig. 9 Air gap법의 증례에 대해서도 앞에서와 마찬가지로 비교하였는데 본 증례에서는 폐혈관음영이 말초부까지 선예하게 묘출되는 Air gap법이 우수하였다. 이상 두 증례에서도 폐문부로부터 폐야 아래 주변부까지 혈관음영의 묘출은 Grid법보다 Air gap법의 증례가 우수하였으며 이들은 호흡시 횡격막의 움직임에 다소의 차이를 일으키기 때문이 아닌가 생각된다. 즉 Grid법에서는 피검자가 카세트에 밀착되기 때문에 흡기시에 복부가 압박되어 횡격막의 아래쪽으로 이동이 불충분하게 되어 혈관음영이 약간 blurring되어 관찰되는 것으로 생각된다. 이에 반하여 Air gap법은 위치잡이

시 피검자는 양손으로 촬영대를 잡기 때문에 복부의 압박없이 흡기시에 횡격막의 이동이 원활하게 이루어지기 때문에 혈관음영이 끝 부분까지 선예하게 묘출된다.

초고감도 증감지-필름계인 SRO1000/TMH의 사용과 Air gap법의 이용은 의료피폭의 저감에도 이어지기 때문에 흉부두께 20 cm, 최대농도 2.0 ± 0.2 를 얻기 위한 촬영조건으로 Grid 법과 Air gap법의 피폭선량을 측정⁷⁾하였다.

Table 3은 그 측정결과이며, 이 표로부터 알 수 있듯이 SRO1000/TMH로 Air gap법을 이용하면 SRO750/SRH로 Grid법의 1/2의 선량으로 검사할 수 있다. 또한 동일한 계의 감광재료에 있어서도 Air gap법을 적용함으로써 3상장치에서 38.6%, 단상장치에서 42.5%로 피폭선량을 감소시킬 수 있다. 따라서 최소의 피폭과 최대의 화질을 추구하려면 적용증례에 따라 다르나 가능한한 Air gap법을 사용하는 것이 바람직하다고 생각된다.

VI. 결 론

흉부X선촬영에 적합하지 않다고 하는 초고감도계인 SRO750/SRH를 사용한 Grid법의 50%로 피폭선량을 감소시킬 수 있었다.

두 화질을 종합하여 관찰한 경우 양자 사이에 일장일단이 있으나 전체적으로는 큰 차가 없음을 알 수 있으며, FFD와 OFD의 관계(17)를 만족하는 X선촬영실이 구조되어 있으면 흉부 두께에 따라 적절한 노출조건 선정으로 미만성음영의 선예한 묘출도 용이하고 적용증례도 증가하기 때문이 아닌가 생각된다. 앞으로 노출인자를 구명하여 일반 촬영에서도 미세한 음영의 판독이 가능한 기술을 확립하고자 한다.

參 考 文 獻

1. 林太郎: 胸部係數撮影法の統計學的檢討, 化學療法研究所彙報 Vol. 16: 56-60, 1962.
2. 林太郎 他: 胸部係數撮影法の研究, 化學療法研究所彙報 Vol. 18: 41-66, 1964.

3. 林太郎 他：胸部係數撮影法の研究，化學療法研究所彙報 Vol. 19：17-27, 1965.
4. 林太郎 他：胸部係數撮影法の研究，化學療法研究所彙報 Vol. 23：40-51, 1970.
5. 林太郎 他：胸部係數撮影法の研究，日放技學誌抄録集，p. 40-41, 1973.
6. 林太郎：Filter 効果を利用した Chest Radiographyの研究，化研資料 No. 63, 1985.
7. Taro Hayashi：A study on filter effect on improvement of chest radiography, Journal of the KSRT, Vol. 7：24-31, 1984.
8. 林太郎：症例による胸部撮影条件の検討，化研資料 No. 74, 1986.
9. 林太郎 他：同時二線質による Chest Radiographyの研究，化學療法研究所紀要 Vol. 25：57-67, 1989.
10. 林太郎 他：Patient Careと Cost benefit を考慮した胸部X線撮影について，化學療法研究所紀要 Vol. 26：52-71, 1990.
11. 林太郎 他：胸部硬線質撮影法における被曝線量の低減に關する研究，化學療法研究所紀要 Vol. 27：45-52, 1991.
12. Taro Hayashi：A study on the chest radiography by simultaneous double radiation quality. Journal of the KSRT, Vol. 12：17-23, 1989.
13. 林太郎 他：胸部X線撮影法の研究，化學療法研究所紀要 Vol. 28：70-75, 1992.
14. 林太郎 他：胸部X線撮影法の研究，-散亂線が畫質と被曝線量に及ぼす影響-，化學療法研究所紀要 Vol. 29：51-60, 1994.
15. 高橋信次：X線撮影に検査の手引き，南山堂，p. 12-16, 1961.
16. 田坂清一：胸部X線撮影技術，結核豫防協會，1959.
17. 林太郎：X線寫眞の畫質と被曝線量の關係，化研資料 No. 52：4-5, 1982.