

胸部 高電圧 撮影에 있어 Air Gap Technique 를 이용한 散乱線 輕減에 關한 研究

高麗大學校 保健專門大學 放射線科

許 俊 · 金昌均 · 姜弘錫 · 尹哲鎬* · 李相奭* · 林韓榮** · 宋在寬***

Abstract

Reduction of Scattered Radiation by Air Gap Technique for High Kilovoltage Chest Roentgenography

Joon Huh, Chang Kyun Kim, Hong Seok Kang, Chul Ho Youn*
Sang Suk Lee*, Han Young Lim**, Jae Kwan Song***

*Dept. of Radiotechnology, Junior College of Public Health and Medical Technology,
Korea Univenity, Seoul, Korea.*

X-ray grid is the most important means to reduce the scattered ray from patients, but alternative way is air gap technique that is another name of Groedel technique.

This technique is mainly used in chest radiography.

Authors performed an experimental study on the air gap technique for chest radiography and obtained the results as follows;

1. In using the high voltage air technique, scattered ray could be reduced effectively, while the percentage of scattered ray was slightly increased than conventional grid technique.
2. In film contrast, 30cm air gap technique was inferior to 12:1 grid technique and contrast improvement was increased when the object was thicker and higher voltage was used.
3. The patient exposure dose was reduced about 25~45% compared with conventional grid technique by air gap technique used.

* 東南保健專門大學 放射線科

Dept. of Radiotechnology, Dong Nam Junior Health College

** 圓光保健專門大學 放射線科

Dept. of Radiotechnology, Won Kwang Public Health Junior College

*** 大邱保健專門大學 放射線科

Dept. of Radiotechnology, Tai Gu Junior Health College

I. 서 론

X선사진의 화질을 향상시킬 수 있는 인자는 여러 가지가 있으나 그 중에서도 화면에 작용하는 산란선량을 경감시키는 것은 매우 중요하다¹⁾

산란선량을 경감시키는 방법으로서 산란선의 발생을 억제시키기 위해서 관전압을 떨어뜨리고 조사야를 최소한으로 작게 하여 산란선 발생을 억제시키는 방법과 일단 발생된 산란선이 화면에 작용되는 것을 제거 또는 경감시키는 방법으로서 격자를 사용하는 방법과 피사체로부터 화면을 떨어뜨리는 Air Gap Technique (이하 AGT라 함)등이 있다^{2,3)}. 이 방법은 Groedel (1925)에 의해 시도된 것으로서 고관전압 촬영이 널리 보급됨에 따라 많이 이용되게 되었다⁴⁾. 이것은 흉부 고관전압촬영에서 피사체와 화면간 거리를 떨어뜨림으로써 화면에 도달하는 산란선량을 경감시킬 수 있고, 이에 따라 fog의 발생을 억제할 수 있어 좋은 대조도의 화상을 얻을 수 있다. 그러나 피사체와 화면간거리가 멀어지게 되므로 상이 확대되고 선예도가 저하되는 경향이 있어 일반적으로 많이 이용되지 못하는 실정이다. 따라서 그에 대한 연구 또한 부진한 상태에 있다.

이에 저자는 X선 검사에서 진단능률을 향상시키는 데 다소라도 도움이 되기를 바라는 마음으로 AGT에 대해서 기초 실험을 시도하였다. 그 결과 고관전압 촬영이 구비한 제 조건, 즉 진단 영역을 확대시키면서 환자 피폭선량의 경감등을 충족시킬 수 있어 보고하는 바이다.

II. 실험 방법

AGT의 효과를 실험하기 위해 피사체로는 Acryl 판 30cm × 30cm의 두께 5~15cm와 관전압 80, 100, 120 kV를 공통으로 사용하고, AGT에서는 초점-화면간거리를 120 inches로 하여 Air Gap의 거리를 0~40cm 변화시켰으며, 격자 사용법에서는 초점-화면간 거리를 72 inches로 하여, 8:1과 12:1 격자를 사용하였고, 조사야는 각 방법에서 모두 14 × 14 inch로 하였다. 이때 사용된 장치는 Siemens 제 TRIDOROS 5S 800 mA이다.

1. 산란선 함유율은 형광량계로 피사체를 투과하는 총 선량과 산란선량을 각각 1초당 발생하는 형광량, 즉 F/S로 측정하여 총 선량에 포함되어 있는 산란선량의 비율로서 구하였다. 피사체의 두께 5, 10,

15cm와 관전압 80, 100, 120 kV에서 Air Gap은 10~40cm 사이에서 10cm 간격으로 변화시켰으며, 격자는 사용하지 않을 때, 8:1, 12:1을 각각 사용하였다. 이때 사용된 형광량계는 Yokogawa type 2141이었다.

2. 사진상의 대조도를 비교하기 위해 피사체 위에 두께 1~12mm의 Aluminium 계단으로 된 베노아(Benoist) 경도계를 올려놓고 적정한 필름 농도를 낼 수 있는 각각의 관전류로 촬영하여 Aluminium 1mm와 6mm 두께에서의 대조도를 구하였다. 이때는 피사체 10, 15cm, 관전압 100, 120 kV에서 Air Gap은 10, 20, 30cm, 격자는 8:1, 12:1을 사용하였다. 이때 증감지는 Superspeed Screen을 사용했으며 현상은 Sakura New QX 1200 자동현상 장치로 동시 현상을 하였다.

3. 환자 피폭 선량을 구하기 위해 Toshiba pocket chamber를 써서 10cm 두께의 Acryl 피사체를 두께 20cm의 흉부로 가정하여 10cm 간격으로 각각 5cm씩 띄어놓고 초점-피사체간 거리 변화에 따라 각각의 피사체 표면에서의 조사량을 측정하였다.

이때 관전압 100, 120 kV에서는 AGT에서의 조사량을 격자사용법에 비해 1.8배 증가시켰다. 이 수치는 거리변화에 따르는 조사량의 증가분과 격자에 의한 대략적인 1차선의 흡수율 35%를 고려하여 각 방법에서 필름상에 같은 양이 도달될 수 있도록 조정 한 것이다. 관전압 80 kV에서는 격자를 사용하지 않은 것으로 하였으므로 거리 변화에 의한 증가분만 고려하여 AGT에서의 조사량은 격자 사용법의 2.78배로 하였다.

III. 실험 결과

1. 산란선 함유율

AGT에서 Air Gap을 10~40cm 사이로 변화시킬 때 관전압 80 kV에서의 산란선 함유율은 그림 1과 같이 피사체 5cm일 때 37.3~17.8%, 두께 10cm일 때 58.3~32%, 두께 15cm일 때 80.6~47.1%로 나타났으며, 관전압 100 kV에서는 그림 2와 같이 이보다 증가하여 두께 5cm일 때 41.9~27.1%, 두께 10cm일 때 59.6~33.3%, 두께 15cm일 때 78.9~43.5%이며, 관전압 120 kV에서는 그림 3과 같이 5cm 두께에서 40.5~18.7%, 10cm 두께일 때 55.6~30%, 15cm 두께일 때 61.8~50

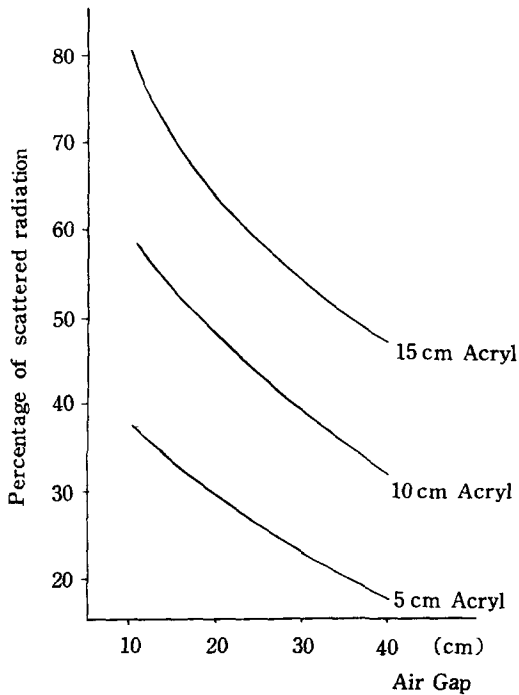


Fig. 1. Percentage of scattered radiation for various air gaps and absorbers at 80 kVp

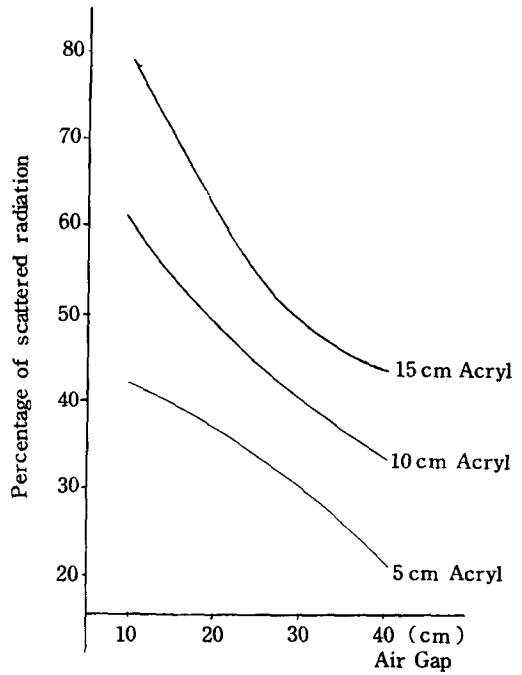


Fig. 2. Percentage of scattered radiation for various air gaps and absorbers at 100 kVp

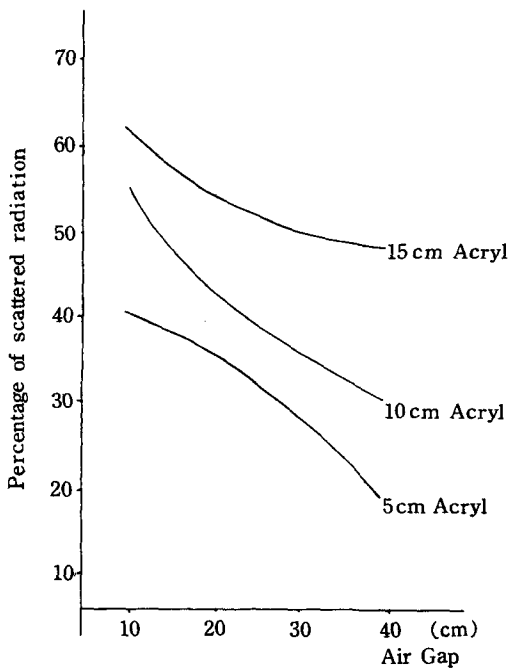


Fig. 3. Percentage of scattered radiation for various air gaps and absorbers at 120 kVp

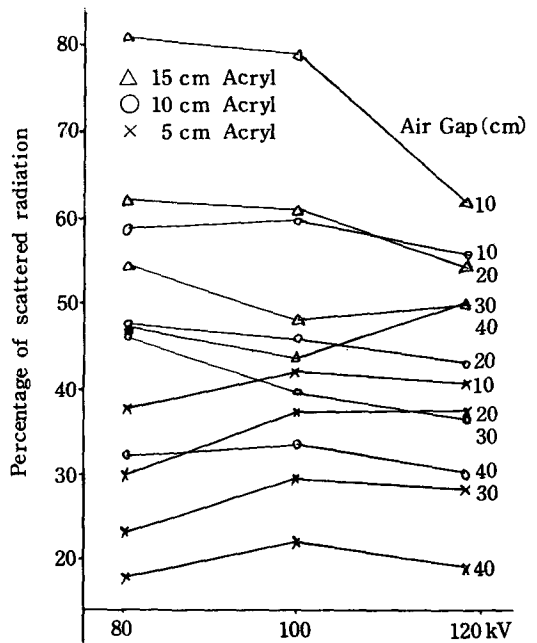


Fig. 4. Percentage of scattered radiation for different air gaps and tube potential

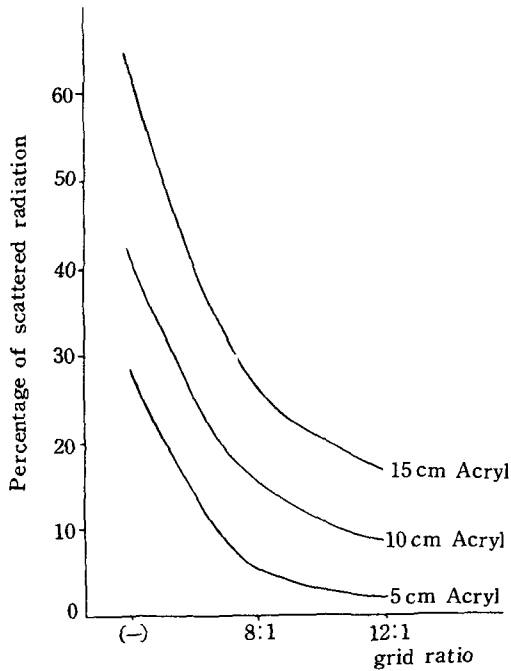


Fig. 5. Percentage of scattered radiation for various grid ratio and absorbers at 80 kVp

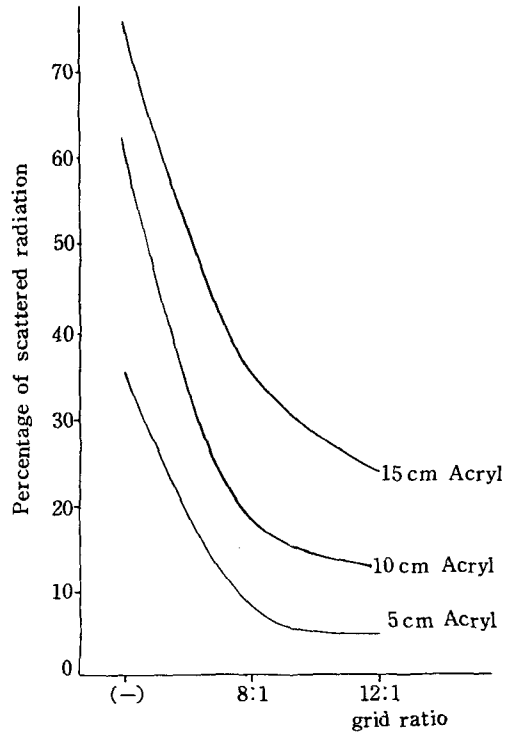


Fig. 6. Percentage of scattered radiation for various grid ratio and absorbers at 100 kVp

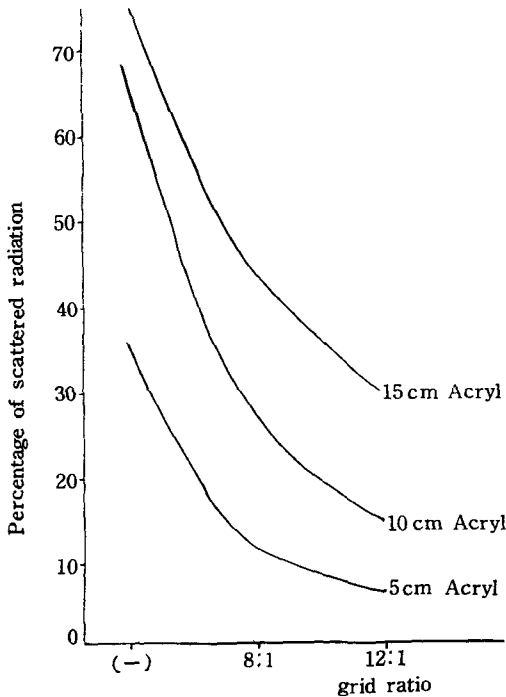


Fig. 7. Percentage of scattered radiation for various grid ratio and absorbers at 120 kVp

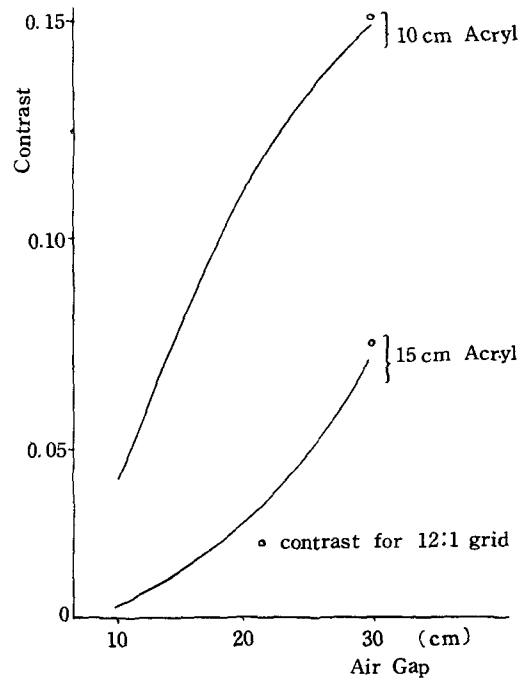


Fig. 8. Contrast improvement for various air gaps and absorbers at 100 kVp

%로 나타나고 있어서 각 관전압에서 Air Gap이 커질수록 함유율이 저하되고, 피사체 두께가 두꺼워질수록 증가하고 있다. 그러나 관전압과 산란선함유율 관계는 그림 4와 같이 별 상관 관계가 없는 것으로 나타났다.

격자 사용법에서는 격자가 없는 것과 8:1, 12:1 격자를 각각 사용하였을 때, 관전압 80 kV에서는 그림 5와 같이 피사체 두께 5 cm 일때 28.8~2.5%, 두께 10 cm 일때 42.2~9.1%, 15 cm 일때 64.7~16.7%로 나타났으며, 관전압 100 kV에서는 그림 6과 같이 5 cm에서 35.6~5.4%, 10 cm 두께에서 62.5~12.3%, 15 cm 두께일때 75~23.7%이고, 관전압 120 kV에서는 그림 7과 같이 두께 5 cm 일때 36.5~6.5%, 10 cm 일때 68.2~14.6%, 15 cm 일때 76.5~30.0%를 나타내어 AGT와 같은 경향으로 나타났으나 관전압 상승에 따라 함유율이 차츰 증가되어 갔다.

위의 두가지 방법을 비교하여 볼때 AGT에서는 격자사용시에 비해 산란선 제거능이 감소되거나 고관전압이 될수록 그 차이가 줄어드는 것으로 나타났다.

2. 대조도 및 확대도

1) 대조도

사진상의 대조도는 Air Gap을 10, 20, 30 cm 떼어뜨렸을 때, 관전압 100 kV에서 그림 8과 같이 피사체 두께 10 cm 일때 0.044~0.149, 15 cm에서 0.013~0.071이며, 관전압 120 kV에서는 그림 9와 같이 10 cm 두께일때 0.036~0.122, 15 cm 두께에서 0.005~0.062로 나타나 관전압, 피사체의 두께가 각각 증가할수록 감소되며, Air Gap이 커질수록 대조도가 증가하고 있다.

격자사용법에서는 12:1 격자를 사용할 때, 관전압 100 kV 일때는 그림 8에서 표시된 바와같이 피사체 10 cm에서 0.150, 15 cm에서 0.080으로 Air Gap 30 cm에서와 비슷한 치를 나타내었으며, 관전압 120 kV 일때는 그림 9에서 표시된 바와 같이 피사체 10 cm에서 0.130, 15 cm에서 0.092로 Air Gap 30 cm에서보다 다소 높은 치로서 12:1 격자 사용시의 대조도가 Air Gap 30 cm에 비해 약간 증가됨을 나타내고 있다.

AGT에서 관전압과 피사체 두께 변화에 따르는 대조도의 비는 Air Gap 10 cm에서의 대조도를 각각 1.0으로 할 때 Air Gap 30 cm에서의 대조도를 비

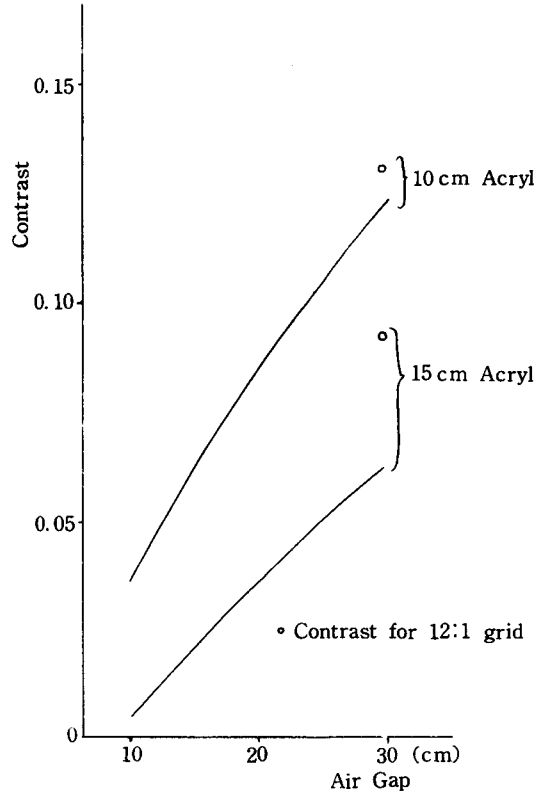


Fig. 9. Contrast improvement for various air gaps and absorbers at 120 kVp

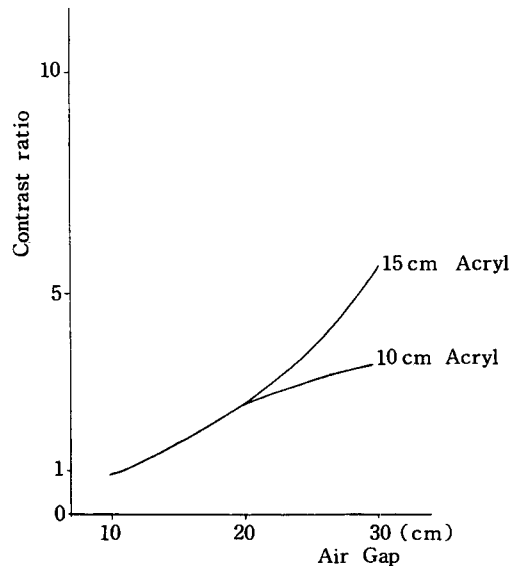


Fig. 10. Contrast improvement ratio at 100 kVp

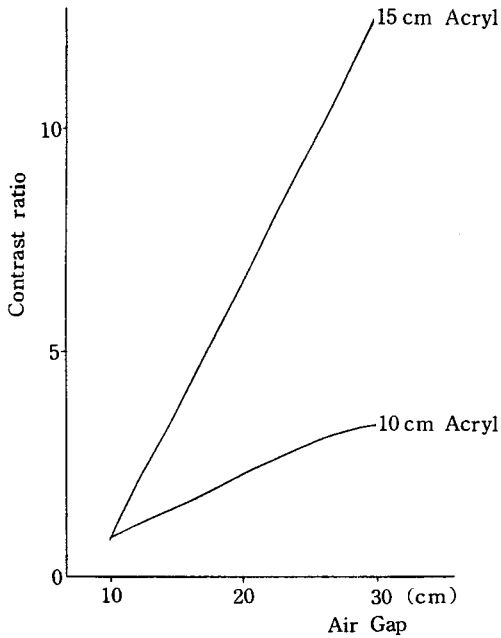


Fig. 11. Contrast improvement ratio at 120 kVp

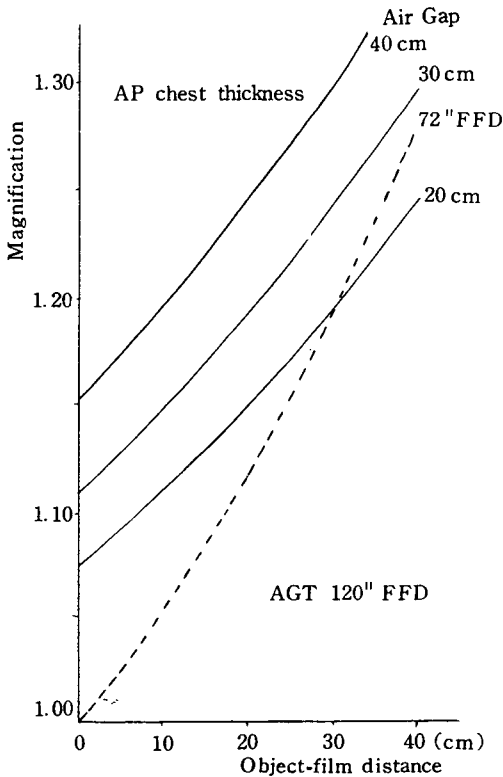


Fig. 12. Magnification at focal film distances 72 inches and 120 inches

교해 보면 관전압 100 kV 일때 그림 10 과 같이 피사체 두께 10 cm 에서 3.39, 15 cm 에서 5.46 으로 피사체 두께가 두꺼울수록 대조도의 증가폭이 큰 것으로 나타났다. 한편 관전압 120 kV 일때는 그림 11 과 같이 10 cm-에서는 3.39 로서 관전압 100kV 와 같은 증가폭을 가지나 15 cm 일때는 12.40 의 매우 큰 증가폭으로서 AGT 에서는 관전압과 피사체의 두께가 각각 커질수록 Air Gap 의 거리 증가에 따르는 대조도의 증가효과가 좋은 것으로 나타났다.

2) 확대도

확대도는 그림 12 와 같이 피사체 두께에 의하여 벌어지는 피사체-화면간 거리 0 ~ 40 cm 로 잡을 때 초점-화면간거리 72 inch 촬영시는 1.00 ~ 1.280, 초점-화면간 거리 120 inch AGT 의 Air Gap 20 cm 에서는 1.070 ~ 1.245, Air Gap 30 cm 에서는 1.109 ~ 1.298, Air Gap 40 cm 에서는 1.151 ~ 1.356 이고, 이중 피사체 두께 20 cm 에서 1.151, Air Gap 30 cm 에서 1.196, Air Gap 40 cm 에서 1.245 로서 AGT 에서의 확대도가 더 큰 것으로 나타났다. 또한 피사체-화면간거리 증가에 따라 초점-화면간거리 72 inch 촬영시와 초점-화면간거리 120 inch

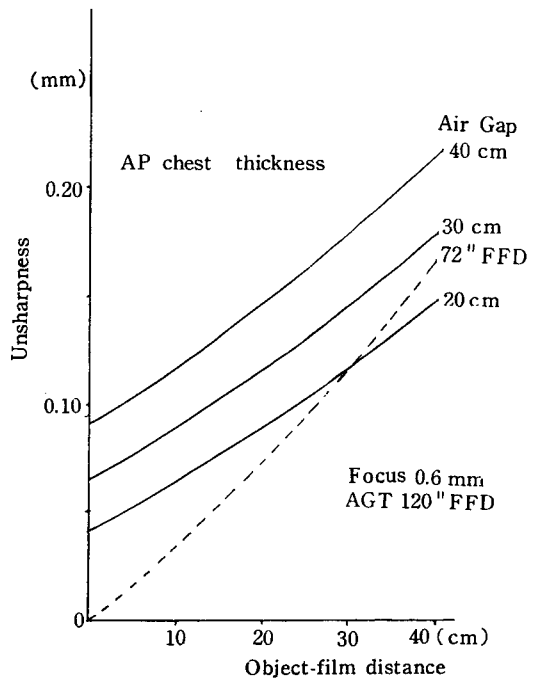


Fig. 13. Unsharpness at focal film distances 72 inches and 120 inches

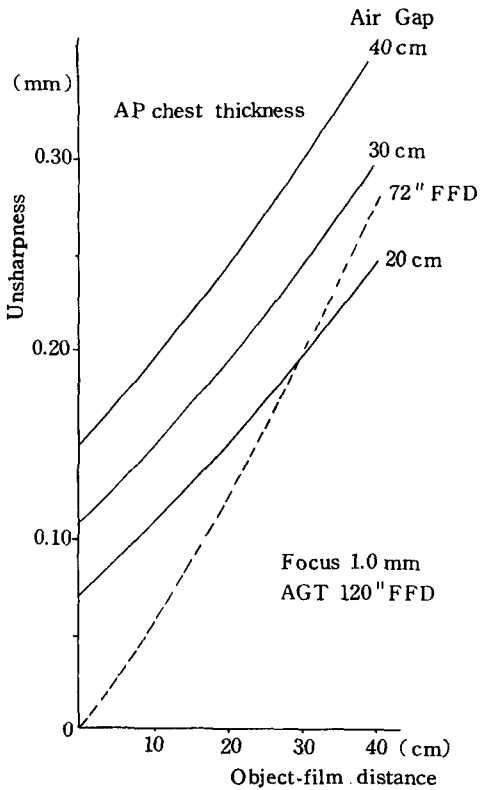


Fig. 14. Unsharpness at focal film distances 72 inches and 120 inches

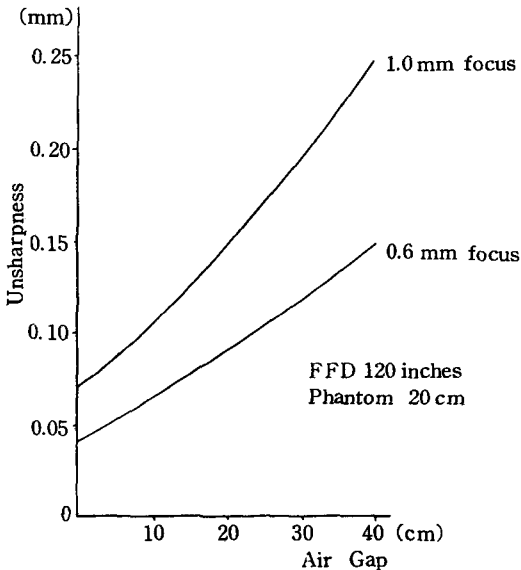


Fig. 15. Unsharpness for various focal spots and air gaps

AGT과의 확대도의 차이는 점점 줄어들고 있으며, Air Gap 20 cm에서는 피사체-화면간거리가 30 cm 이상이 되면 초점-화면간거리 72 inch 촬영시의 확대도에 비해 오히려 줄어드는 것으로 나타났다.

한편 불선예도를 같은 방법으로 비교해보면 그림 13, 14에서와 같이 확대도와 똑같은 경향을 나타내고, 단지 초점의 크기에 따르는 변화를 첨가하면 그림 15와 같이 피사체 두께를 20 cm로 하고 Air Gap을 0~40 cm 사이로 했을 때 0.6 mm 초점에서는 불선예도의 치가 0.042~0.147 mm, 1.0 초점에서는 0.070~0.245 mm 로써 초점크기가 작을수록 그 치가 작아졌다. 그러나 이 두가지 경우 모두 우리 눈에서의 식별치인 0.2~0.3 mm 이하가 되므로 AGT에서의 사진상의 불선예도는 별 문제가 되지 않는 것으로 나타났다.

3. 환자피폭선량

Table 1. Patient Exposure Dose

KV	Grid	FFD (inch)	mAs	Air Gap (cm)	Exposure (mR)
80	No	72	3	0	8.93 (1.0)
				0	8.09 (0.91)
		120	8.34	10	8.69 (0.97)
				20	9.35 (1.05)
				30	10.11 (1.13)
				40	10.94 (1.23)
100	8:1	72	3.5	5	16.94 (1.0)
				10	9.39 (0.55)
	No	120	6.3	20	10.10 (0.60)
				30	10.86 (0.64)
				40	11.76 (0.69)
				50	12.71 (0.75)
120	8:1	72	1.6	5	11.10 (1.0)
				10	6.17 (0.55)
	No	120	2.88	20	6.62 (0.60)
				30	7.13 (0.64)
				40	7.71 (0.69)
				50	8.33 (0.75)

환자 피폭선량은 초점-화면간거리 120 inch AGT에서 Air Gap이 10~40 cm로 변화할 때와 초점-화면간거리 72 inch의 격자 사용법에서 두께 20 cm의

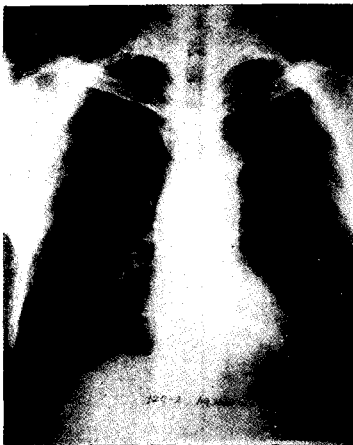
흉부후전투영촬영시에 입사되는 표면 선량을 각각 비교하여 표 1과 같이 나타내었다.

초점-화면간거리 72inch 에서 관전압 80 kV, 관전류 3 mAs 로 격자를 사용하지 않고 촬영할 때의 표면 선량은 8.93mR 이고, AGT 에서는 같은 관전압에서 거리 증가에 따르는 선량의 감소를 고려하여 관전류를 8.34 mAs 로 하고 Air Gap 을 0~40 cm 로 변화시킬때 선량이 8.09~10.94 mR 이었다. 이것에

서 8.93 mR 을 1.0 으로 할때 Air Gap 30 cm 에서의 선량인 10.11mR 은 1.13 이 되어 13 % 증가되는 것으로 나타났다. 또한 관전압 100 kV 와 120 kV 에서는 8:1 격자를 사용하였으므로 격자에서 흡수되는 1 차선을 35 %로 가정하여 AGT 에서의 mAs 증가를 1.8 배로 하였다. 따라서 이때에는 관전압 100 kV, 관전류 3.5 mAs 로 촬영시 16.94 mR, AGT 6.3 mAs 로 촬영할 때 0~40 cm Air Gap 에서 9.39~12.71 mR 이 되었고, 120 kV 에서는 1.6 mAs 로 촬영시 11.10 mR, AGT 2.88 mAs 로 촬영할 때 6.17~8.33 mR 이 되어 각 관전압에서 격자사용법에서의 선량을 1.0 으로 할때 Air Gap 0~40 cm 에 따라 0.55~0.75 가 되어 45~25 %의 선량 감소를 나타내었다.



72inches F. F. D.
Grid ratio 8:1
120kV, 1.2mAs.



120inches F. F. D.
Air Gap 30cm
120.kV, 2mAs

임상에

그림 16 은 일반적으로 많이 이용되는 관전압 80 kV 에서 격자없이 촬영한 흉부 X선사진과 120 kV 의 고관전압으로 Air Gap 을 30 cm 떨어뜨려 촬영한 흉부 X선사진을 비교한 것이다. AGT 은 그 상이 약간 확대되고 있으나 대조도와 선예도의 저하를 육안으로 식별할 수 없으며 또한 고관전압 촬영법이 지니고 있는 기관지의 추구, 폐문리의 상태, 심장음영에 가린 부분의 출현등 모든 요건을 갖추고 있어서 임상적으로 좋은 진단가치를 나타내고 있다.

Ⅳ. 고 안

X선촬영에서 증감지와 필름에 작용하여 사진을 만드는 X선은 X선관조점에서 직진하여 피사체를 투과하고 필름에 작용되는 직접 투과 X선을 위시하여 X선관의 초점의 부분에서 발생하여 피사체를 투과 필름에 도달되는 초점의 X선, X선관에서 발생된 X선이 피사체내부에서 산란되어 산란선으로써 필름에 도달되는 소위 말하는 협의의 산란선과 cassette 의 재질, 촬영대등에 작용된 X선이 산란되어 필름에 도달되는 배후 산란선등 여러가지가 있다.

이중에서 X선사진에 필요한 것은 직접 투과 X선이며 기타는 될 수 있는대로 제거시킬 필요가 있다. 그중에서도 양적으로 가장 문제가 되는 것은 피사체 내부에서 산란되는 협의의 산란선이라 하겠다.

피사체에 작용하여 발생하는 산란선량은 X선이 조사되는 피사체의 두께와 X선속의 크기에 관계가 있

Fig. 16. High kilovoltage air gap technique

어 피사체와 X선속을 각각 작게 하여 산란선을 감소시키는 방법이 많이 이용되고 있다.

그러나 이 방법은 진단되는 부위와 목적에 따라 이용할 수도 있으나 특별한 경우를 제외하고는 불가능하며 산란선의 경감에 한도가 있다. 따라서 산란선을 제거시키는 것이 필요하게 되었으며, 그 방법으로써 격자를 이용하는 방법과 Groedel 에 의해 고안된 AGT가 있으나 격자방법이 그 대부분을 차지하고 있으며 AGT의 이용은 별로 없는 실정이다.

AGT는 흉부 고관전압촬영에 많이 이용되고 있으며⁵⁾ 때에 따라서는 뇌혈관조영법의 2방향 동시 촬영시 직교되어 필름의측단에 생기는 fog 를 제거하기 위해 사용하기도 한다.^{6,7)} 이때에는 격자비가 높은 격자를 쓰고 조사야는 가급적 줄이고 필름-피사체간거리를 종전보다 5~10 cm 멀어뜨려 촬영거리를 50~60 inches 로 촬영한다.

AGT는 X선이 거리의 자승에 비례하여 감약되는 것을 이용하여 상면에 도달되는 산란선을 감소시키는 방법으로서, 이때 산란X선은 발생하는 장소에서 멀어뜨리면 상형성에 필요한 X선에 비해 심하게 감약된다.^{8,10)}

산란선 함유율은 Air Gap 의 거리, 피사체의 두께 및 조사야에 따라 많은 차이가 있으며 특히 Air Gap 의 거리를 10~15 inches 멀어뜨리면 많은 경감이 있다. 또한 어떤 각도 이상의 산란선은 필름 밖으로 방출되는 수도 있다. 본 실험에서 관전압 120 kV, 두께 10cm 의 Acryl 판을 피사체로 할 경우 산란선 함유율은 Air Gap 40cm 에서는 30%인데 대해서 8:1 격자는 25.9%, 12:1 격자를 사용하면 14.6%로 경감되고 있어 Air Gap 40cm에서의 효과는 8:1 격자를 쓸 때에 비해약 4%의 차이를 나

타내고 있다.

조사야가 AGT 에 미치는 효과에 관해서는 본 실험에서 다루지 못하였으나 그림 17에서와 같이⁹⁾ 대단히 크다. 이것은 조사야 8×10 inches 에 해당되는 516 cm² 를 기준으로 조사야가 확대됨에 따라 증가되는 산란선 함유율의 비를 나타낸 것으로 많은 증가를 나타내고 있으며 따라서 조사야는 가급적 작게 하는 것이 효과적이다.

관전압과 AGT 효과는 별 상관관계가 없으며 본 실험에서도 그림 4 와 같이 관전압 상승에 따르는 산란선 함유율의 증가는 찾아볼 수 없었다.

대조도의 개선은 Air Gap 의 거리를 멀어뜨림에 따라 차차 좋아지고 있으며 14~15 inches Gap 에서 좋은 효과를 나타내고 있다는 보고가 있다.^{2,9)} 본 실험에서는 관전압 100kV에서 두께 10 cm 의 Acryl 판을 피사체로 하고 Air Gap 30cm 로 했을 때 12:1 격자의 효과와 같은 대조도를 나타내고 있다.

AGT는 피사체와 화면간 거리를 멀어뜨리게 되므로 기하학적 불선에도와 확대도가 증가된다. 따라서 X선관조점과 피사체간 거리를 멀리할 필요가 있다. X선관 조점과 화면간 거리를 72 inches 로 하고 피사체와 화면간 거리 4 cm 가 되는 격자를 사용한 것과 X선관 조점-화면간거리 120 inches, 피사체-화면간거리 18cm 의 AGT 를 실시한 것을 비교하면 Air Gap 15cm 에서 MTF 가 역전되고 있었으며 그 원인은 기하학적 원인이라 사료된다. 본 실험에서는 MTF 측정용 하지 못한 판제로 확대도와 불선에도를 각각 산출 비교하였다. 그 결과는 피사체-화면간 거리가 30 cm 이상이 되면 72 inches 촬영에 비해 역시 역전되고 있다¹⁰⁾. 따라서 격자 사용법과 AGT 효과를 거의 같게 하기 위해서는 AGT에서 피사체와 X선관조점의 거리를 멀리할 필요가 있어 X선관용량, 촬영실의 크기등 시설면에서 많은 규제가 있게 된다.

AGT에서 조사선량은 X선관 조점-화면간 거리가 멀어지므로 거리에 따라서는 증대되나 격자를 사용하지 않는 까닭에 한편으로는 경감된다. X선관조점-화면간거리에 의해서 증가되는 것은 거리 역자승에 따라 2.8 배($120^2 \div 72^2 = 2.78$)로 하고, 격자에 의한 1 차선투과율은 관전압과 격자비에 따라 차이가 있으나 許¹¹⁾에 따르면 37~67%로서 관전압의 상승에 따라 증가되고 있어 본 실험에서는 투과율을 65%로 가정하여 격자 사용법에 비해 1.8 배($2.8 \times 0.65 = 1.8$)의 노광을 주었다. 그 결과 관전압 120 kV, Air Gap 30cm 에서의 표면 선량은 7.71 mR 으로

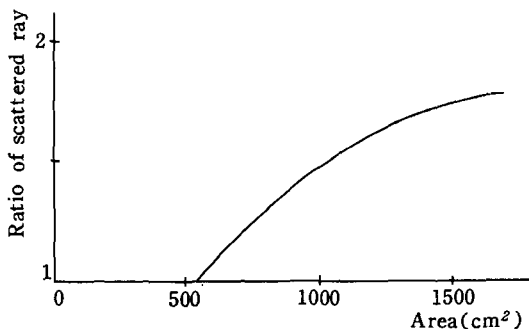


Fig. 17. The ratio of scattered radiation as a function of field size normalized to the value of the ratio of 516cm² (8×10inches)

격자법에 비해 31%의 경감을 나타내고 있다.

V. 결 론

AGT 효과에 관한 실험에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 산란선 함유율은 격자 사용시에 비해 증가되거나 고관전압이 될수록 그 차가 줄고 있다. 한편 피사체의 두께증가와 Air Gap의 감소에 따라 산란선 함유율이 많아지나, 관전압과는 별 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

2. 사진 대조도는 Air Gap을 30 cm로 했을 때가 12:1 격자를 사용했을 때에 비하여 약간 저하되며, 피사체가 두껍고 관전압이 높을 때에 대조도 증가효과가 좋은 것으로 나타났다.

또한 확대도는 피사체-화면간거리가 30 cm 이상이 되면 Air Gap 20 cm를 사용할 때 그 치가 오히려 줄어들며, 불선예도는 0.6 mm 초점을 사용할 때 Air Gap 0~40 cm 사이에서 0.042 ~ 0.147 mm가 되어 사진상에 별 지장을 초래하지 않는 것으로 나타났다.

3. 환자피폭선량은 격자 사용시에 비해 Air Gap 0~40 cm 사이에서 45~25%가 감소되는 것으로 나타났다.

参考文献

1. Michel M. Ter-pogossian; The Physical Aspects

of Diagnostic Radiology, Hoeber & Publishers, 258, 1969

2. Edward E. Christensen, Thomas S. Curry, James E. Dowdey: An Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology, Lea & Febiger, 104-109, 1978

3. Leonard Stanton: Basic Medical Radiation Physics, Appleton-Century-Crofts, 297, 1969

4. Groedel, F.: Lungen-Fern und Abstrand aufnahme, Fortschr, Röntgenstr, 33:99, 1925

5. Ardran, G. M., Crooks, H. E.: Reduction of Scatter fog in Chest Radiography, Brit. J. Radiol., 37: 417, 1964

6. Hale, J., Mishkin, M. M.: Serial Direct Magnification Cerebral Angiography: Theoretical Aspects, Am. J. Roentgenol., 107: 616, 1969

7. Hand Book of Technological for Radiology, 東京都放射線技術會, 171, 1974

8. 許 俊: 放射線畫像情報技術, 新光出版社, 131, 1979

9. Robert G. Goued, John Hele: Control of Scattered Radiation on by Air Gap Technique: Applications to Chest Radiography, Am. J. Roentgenol., 122: 109, 1974

10. 許 俊: 放射線畫像技術實驗, 大學書林, 327-322, 1980

11. 許俊·金昌均: 散亂線除去用 X線格子的 特性에 關한 實驗研究, 高麗醫技大雜誌, 6(1): 33, 1975