

胸部 X線撮影에 있어서 稀土類増感紙 使用에 따른 被曝線量 輕減에 관한 檢討

高麗大學校 保健專門大學 放射線科

許 俊 · 金昌均 · 姜弘錫 · 李善淑 · 宋在寬* · 李相奭**

Abstract

X-Ray Exposure Reduction using Rare Earth Intensifying Screen for Chest Roentgenology

Joon Huh, Chang Kyun Kim, Hong Seok Kang, Sun Sook Lee,
Jae Kwan Song*, Sang Suk Lee**

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

In chest x-ray radiography, intensifying screen is used to the exposed dose of patients.

Recently, newer materials - rare earth elements - are used in intensifying screen.

Authors studied the aspects of chest x-ray radiogram and obtained the results that rare earth element intensifying screen did not harm in detail and could reduce the exposed dose of patient by 1/24 and below.

목 차

- I. 서 론
- II. 실험기재 및 방법
- III. 실험결과
- IV. 고 찰
- V. 결 론
- 참고문헌

I. 서 론

임상의학은 방사선없이 성립할 수 없을 정도로 그 이

용도가 격증함에 따라 환자 질병의 진단에 관한 정보를 제공하고 있다

그러나 방사선은 의학상 많은 이익을 주는데 반해, 방사선장해라는 탈감지 않은 효과가 나타날 위험이 있다 특히 의료외복에서 문제가 되는 위험은 확률적영향으로서 발암과 유전적 영향이다¹⁾

이에 따라 방사선에 의한 장해의 방지나 피폭선량을 저감시키는 것은 여러가지 방향에서 이루어지지 않으면 안될 것이다 그 중에서도 방사선진단 부분에서 가능한 사항은 고감도 증감지와 고감도의 필름을 사용하고 X 선촬영조건을 적절하게 조정하는 것이다^{2,3)}

이와같은 관점에서 최근에는 고감도로서 보다 많은

* 大邱保健專門大學 放射線科

Dept. of Radiotechnology, Tai Gu Junior Health College

** 東南保健專門大學 放射線科

Dept. of Radiotechnology, Dong Nam Junior Health College

정보를 추출, 충족시킬 수 있는 방향으로 각종 증감지와 필름이 개발되고 있다

그러나 피폭선량의 저감이 달성되더라도 완성된 X선상의 진단가치가 결여되는 일이 있다면 그 자체는 의의를 상실하게 될 것이다

최근에는 화질의 열화가 없는 범위내에서 감도가 종전 증감지에 비해 10배정도가 되는 희토류 증감지가 출현하여 구미 각국과 일본등에서 많이 보급되고 있다. 이에 저자는 희토류 증감지와 텅스텐산칼슘 증감지에 정색성필름을 연결시켜 감도와 화질 및 피폭선량에 대해서 검토하고 임상응용의 가능성을 실험한 바 있어 보고하는 바이다

Ⅰ. 실험기재 및 방법

1. 실험기재

X선장치 : Siemens TRIDOROS 5 S 800 mA

피사체 : Acryl 판 30 cm × 30 cm × 10 cm

Aluminium Step 1 mm간격 10계단

증감지 : Kyokko Medium Speed

Kodak Lanex-Regular

Fuji Grenex

Toshiba LM-6

필름 : Fuji Rx.

Kodak OH-1

검출기 : Toshiba Pocket Dosimeter

농도계 : Sakura densitometer PDA-81

격자 : Mitaya MS 8:1

여과판 : Aluminium (3~10 mm)

Copper 0.3 mm

현상장치 : Sakura New Qx. 1200

2. 실험방법

1) 각 관전압에서 반가총, 증감지의 종류에 따라 일정한 사진 농도를 얻을 수 있는 mAs 치를 구하기 위해 이것들을 각각 다르게 연결시키고 Time scale method로 노광하여 각각의 특성곡선을 작성하였다

이때의 관전압은 80kV와 120kV이고, 반가총은 알루미늄 3 mm와 6 mm, 증감지는 Kyokko medium speed와 희토류계통으로서 Kodak의 Lanex-Regular, Fuji의 Grenex, Toshiba의 LM-6이며, 필름은 일반 CaWO₄ 증감지용인 비정색성의 Fuji Rx와 희토류증감지용인 정색성 필름으로서 kodak의 OH-1을 각각 사용하였다

노광은 정상 성인의 흉부와 거의 동등하도록 두께 10 cm의 Acryl 판을 피사체로 사용하고 72 inch 거리에서 Time scale method로 1~128 mAs 사이에서 mAs 치를 변경시켰다. 이때 자동현상장치의 현상온도는 31°C로 하고, 관전압 120kV에서는 발생된 산란선의 계거를 위해 Grid ratio 8:1의 격자를 사용하였다

2) 대조도를 비교하기 위하여, Acryl 피사체 위에 두께 1 mm간격으로 된 1~10 mm의 알루미늄 계단을 놓고, 1)에서 구하여진 일정한 사진 농도를 얻을 수 있는 증감지가 각각 노광, 현상된 필름에서 각각의 Contrast를 구하였다

3) 피폭선량을 비교하기 위하여, Toshiba pocket dosimeter로써 각 관전압에서 반가총별로 mR/mAs을 측정하고 1)에서 구하여진 mAs와 연결시켜 각각의 표면 선량을 mR으로 산출하였다

Table 1. Comparative Exposure Value for Same Density using Various Intensifying Screens

kv-HVL	Screen film characteristics	Medium		Lanex-Regular		LM-6		Grenex	
		RX	OH	RX	OH	RX	OH	RX	OH
80kv-3mmAl	mAs	8.13	12.30	2.19	1.02	6.03	2.04	3.39	2.57
	Relative Speed	100	66	371	797	135	399	240	316
80kv-6mmAl	mAs	33.11	47.86	14.79	6.76	13.80	10.23	24.55	9.33
	Relative Speed	100	69	224	490	2.40	324	135	355
120kv-3mmAl	mAs	7.24	9.55	2.09	1.12	2.51	1.95	3.63	1.41
	Relative Speed	100	76	346	646	288	371	199	513
120kv-6mmAl	mAs	16.22	23.99	5.62	2.04	6.61	5.13	8.51	3.09
	Relative Speed	100	68	289	795	245	316	191	525

III. 실험결과

1. 일정한 사진 농도를 얻을 수 있는 mAs 치는 흉부 폐야의 적정 농도를 1.5로 기준하여 이 농도를 낼 수 있는 mAs 치를 특성곡선상에서 구하였으며 그 결과는 표 1과 같다

관전압 80kV에서 3mmAl 반가층일때 일반 증감지용 Rx 필름을 사용한 경우에는 증감지가 Medium 일때 8.13 mAs, Lanex 일때 2.19 mAs, LM-6 일때 6.03 mAs, Grenex 일때 3.39 mAs 로서 Medium 증감지를 100으로 기준할 때 각각의 감도비는 371, 135, 240 이 되며 회토류 증감지용 필름인 OH를 사용하면 증감지가 Medium 일때 12.30 mAs, Lanex 일때 1.02 mAs, LM-6 일때 2.04 mAs, Grenex 일때 2.57 mAs 로서 Medium 증감지와 RX 필름에서 필요한 8.13 mAs 를 다시 100으로 기준할 때 각각의 감도비가 66, 797, 399, 316, 으로서 그림 1-A에서와 같이 나타나고 있다

관전압 80 kV에서 반가층을 6 mm Al 으로 증가시켜 RX 필름을 연결한 경우 mAs 치로 Medium 일때 33.11 mAs, Lanex 일때 14.79 mAs, LM-6 일때 13.80 mAs, Grenex 일때 24.55 mAs 로서 Medium 증감지의 33.11 mAs 를 100으로 기준할 때 각각의 감도비는 224, 240, 135 가 되고 OH 필름을 사용하면 Medium에서 47.86 mAs, Lanex에서 6.76 mAs, LM-6에서 10.23 mAs, Grenex에서 9.33 mAs로 Medium 증감지와 RX 필름을 100으로 기준할 때 각각의 감도비가 69, 490, 324, 355 로써 그림 1-B와 같이 나타난다

관전압을 120 kV로 올려 8:1 Grid 를 사용하고 3 mm Al 반가층일때 RX 필름을 이용하면 증감지가 Medium 일때 7.24 mAs, Lanex 일때 2.09 mAs, LM-6 일때 2.51 mAs, Grenex 일때 3.63 mAs 로서 Medium의 감도를 100으로 기준할 때 각각 346, 288, 199 가 되고, 회토류용의 OH 필름을 사용하면 증감지가 Medium 일 때 9.55 mAs, Lanex 일때 1.12

mAs, LM-6 일때 1.95 mAs, Grenex 일 때 1.41 mAs 로 Medium 증감지에서 RX 필름을 100으로 기준할 때 각각의 감도비는 76, 646, 371, 513 으로서 그림 1-C와 같이 나타나고 있다

관전압 120 kV에서 반가층을 6 mm Al 으로 증가시켜 RX 필름을 이용하면 증감지가 Medium 일 때 16.22 mAs, Lanex 일 때 5.62 mAs, LM-6 일 때 6.61 mAs, Grenex 일 때 8.51 mAs 로 Medium 증감지에서 감도를 100으로 기준할 때 각각 289, 245, 191 이 되며 OH 필름을 사용하면 Medium 증감지에서 23.99 mAs, Lanex 일때 2.04 mAs, LM-6 일때 5.13 mAs, Grenex 일때 3.09 mAs 로써 Medium 증감지 Rx 필름을 기준 100으로할때의 감도비가 각각 68, 795, 316, 525 로써 그림 1-D와 같이 나타난다

이상의 실험 결과에서 볼 때 $CaWO_4$ 형광체인 Medium 증감지에 정색성의 OH 필름을 연결시켜 사용하면 비정색성 필름인 Rx를 사용할 때에 비해 감도가 0.66~0.36 배로 저하되고 있는 반면, 회토류형광체를 사용한 증감지에 비정색성 필름을 연결시켜 사용하면 Medium 증감지를 사용하는 것에 비해 1.35~3.71 배로 감도가 증가되고 있다 또한 회토류증감지에 정색성의 OH 필름을 연결시켜 사용하면 $CaWO_4$ 의 Medium 증감지에 비정색성의 Rx 필름을 사용하는 것에 비하여 감도가 3.16~7.97 배로 급격히 증가되고 있다

2. 화상의 Contrast 는 Medium 증감지에 Rx 필름을 사용한 것과 회토류 증감지에 OH 필름을 사용한 것을 각각 비교하여 표 2와 같은 결과를 얻었다 증감지를 Medium, Lanex, LM-6, Grenex 의 순으로 비교해보면 관전압 80 kV에서 3 mm Al 반가층일 때 0.39, 0.27, 0.26, 0.30 이고, 반가층을 6 mm Al 으로 증가시키면 0.28, 0.26, 0.19, 0.30 으로 나타난다 관전압을 120 kV로 증가시켜 8:1 Grid 를 사용하면 3 mm Al 반가층일때 0.53, 0.43, 0.50, 0.42 로 나타나고, 6 mm Al 반가층에서는 0.45, 0.38, 0.43, 0.29 로 나타났다.

이상의 결과에서 보면 80 kV에서 보다 120 kV에서

Table 2. Contrast

screen - film kv - HVL	Medium /RX	Lanex /OH	LM6 /OH	Grenex /OH
80 kv - 3 mm Al	0.39	0.27	0.26	0.30
80 kv - 6 mm Al	0.28	0.26	0.19	0.30
120 kv - 3 mm Al	0.53	0.43	0.50	0.42
120 kv - 6 mm Al	0.45	0.38	0.43	0.29

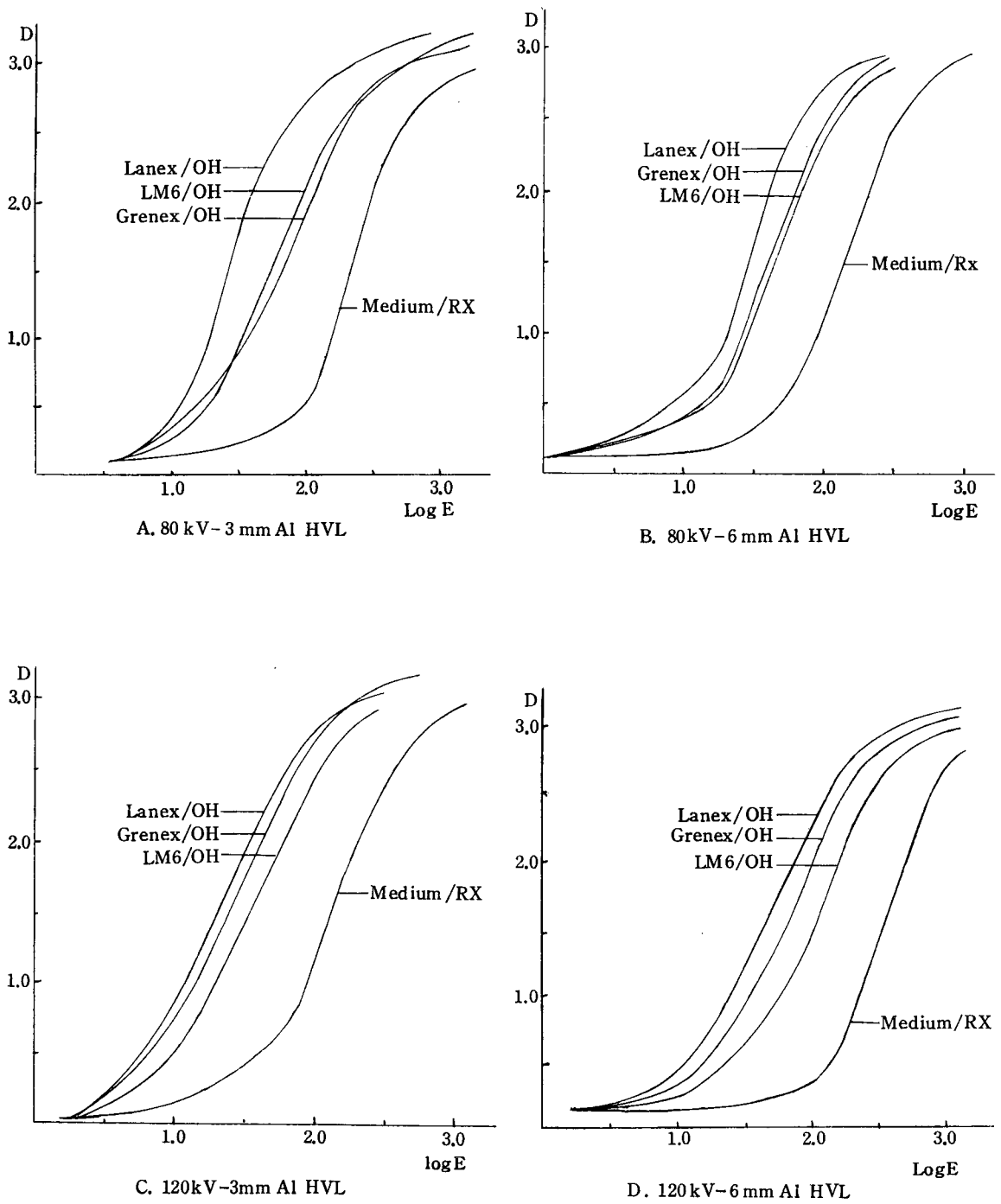


Fig. 1. Characteristic curves for Medium/RX, Lanex/OH, LM6/OH, Grenex/OH

Table 3. Surface Dose

kv-HVL screen film	Medium		Lanex-Regular		LM6		Grenex	
	RX	OH	RX	OH	RX	OH	RX	OH
80 kv- 3 mm Al	7.15	10.82	1.93	0.90	5.31	1.80	2.98	2.26
80 kv- 6 mm Al	4.30	6.22	1.92	0.88	1.79	1.33	3.19	1.21
120 kv- 3 mm Al	20.92	27.60	6.04	3.24	7.25	5.64	10.49	4.07
120 kv- 6 mm Al	14.60	21.59	5.06	1.84	5.95	4.62	7.66	2.78

8:1 격자를 사용한 것이 Contrast가 증가되었고, 반가층이 큰 것에서 약간 저하되고 있으며 증감지 별로 보면 Medium 증감지에 Rx 필름을 사용한 것이 다른 것들에 비해 약간 증가 되었으나 큰 차이는 없는 것으로 나타나고 있다

3. 필름 농도 1.50을 내기 위한 표면선량은 표 3과 같다

관전압 80kV, 3 mmAl 반가층에서 Rx 필름을 사용하면 증감지가 Medium일 때 7.15mR, Lanex일 때 1.93 mR, LM-6일 때 5.31mR, Grenex일 때 2.98 mR 이고, OH 필름을 사용하면 증감지가 Medium 일 때 10.82mR, Lanex일 때 0.90mR, LM-6일 때 1.80mR, Grenex 일때 2.26 mR으로 나타났다

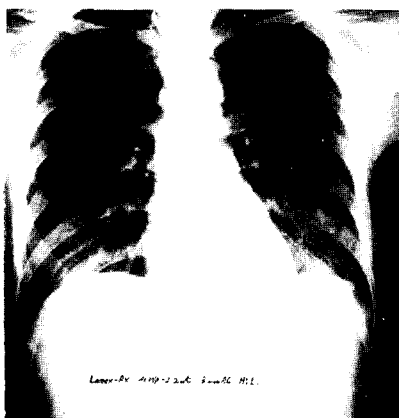
반가층을 6 mmAl으로 증가시켜 Rx 필름을 사용하면 증감지가 Medium일 때 4.30mR, Lanex일 때 1.92 mR, LM-6일 때 1.79mR, Grenex일 때 3.19mR 이고, OH 필름을 사용하면 Medium일 때 6.22mR, Lanex일 때 0.88mR, LM-6일 때 1.33mR, Grenex일 때 1.21 mR로 나타났다

관전압을 120kV로 증가시켜 8:1 Grid를 사용하고

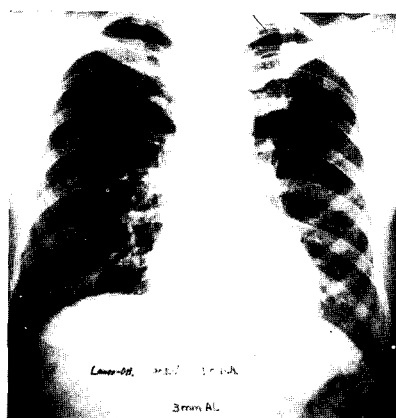
반가층 3 mmAl에서 Rx 필름을 사용할 때 Medium 증감지에서 20.92 mR, Lanex일 때 6.04 mR, LM-6일 때 7.25 mR, Grenex일 때 10.4 mR 이고, Lanex에서 3.42mR, LM-6에서 5.64 mR, Grenex에서 4.07 mR로 나타내고 있다

반가층을 6 mmAl으로 올리고 Rx 필름을 사용하면 Medium 증감지에서 14.6mR, Lanex 5.06mR, LM-6에서 5.95 mR, Grenex에서 7.66 mR 이고, OH 필름을 사용하면 Medium 증감지에서 21.5mR, Lanex에서 1.84 mR, LM-6에서 4.62mR, Grenex에서 2.78mR으로 나타났다

이상의 결과에서 볼 때 반가층이 높아짐에 따라 선량이 감소 되었고, 표면선량이 가장 낮은것은 관전압 80 kV, 6 mmAl 반가층에서 Lanex 증감지에 OH 필름을 사용한 것으로 0.88 mR 이고, 가장 높은것은 관전압 120kV, 3 mmAl 반가층으로 8:1 Grid를 쓰고 Medium 증감지와 Rx 필름을 연결시킨 것으로 20.92 mR이 되어 선량이 1 / 24로 대폭 감소되는 것을 나타내고 있다



3 mmAl Half Value Layer, Lanex/RX, 80kvp, 22 mAs



3 mmAl Half Value Layer Lanex/OH 80 kvp, 1.0 mAs



6 mmAl. Half Value Layer, Lanex/OH
80 kVp, 9 mAs



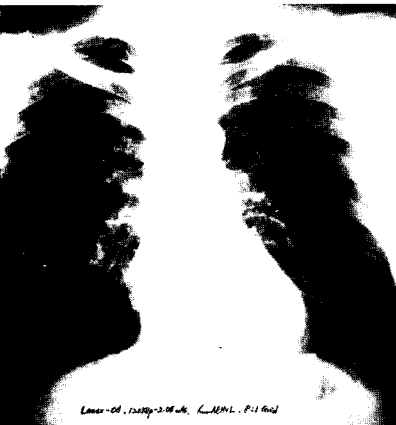
6 mmAl Half Value Layer, Grenex/OH
80 kVp, 12 mAs



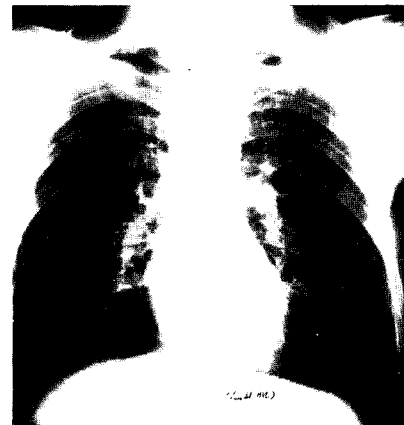
3mmAl. Half Value Layer, Lanex/OH
8:1 Grid, 120 kVp, 1.2 mAs



3 mmAl Half Value Layer, Grenex/OH,
8:1 Grid, 12 kVp, 1.4 mAs



6 mmAl Half Value Layer, Lanex/OH,
8:1 Grid, 120 kVp, 2.04 mAs



6mmAl Half Value Layer, Grenex/OH,
8:1 Grid, 120 kVp, 3.0 mAs

Fig. 2. Radiographs of the chest on various screen and half value layer

4. 임상응용에

그림 2는 관전압 80kV, 120kV에서 자기 반가층 3mm Al와 6mm Al에 대해서 회토류 증감지를 사용하여 실제 임상에 응용한 사진이다

다같이 균등한 농도와 대조도를 나타내고 있어 임상적으로 가치가 있는 X선상을 얻을 수 있었다

특히 관전압 80kV, 반가층 6mm Al에서 나타난 X선상은 관전압 120kV보다 선예한 X선상을 나타내고 있어 화질의 향상과 피폭선량을 경감시킨다는 점에서 그 이용은 바람직하다

IV. 고찰

임상 생활에서 건강하고 명량한 생애를 영위하기 위해서 의료는 필요 불가결한 것으로 특히 방사선에 의한 검사와 치료없이 의료를 시행하는 것은 불가능하게 되었다

한편 방사선에 의한 유전유의 선량과 골수선량을 생각할 때에 의료 피폭은 가능한 한 최소로 경감시키면서 충분한 효과를 올리기 위해서 노력하지 않으면 안된다

방사선에 의한 피폭을 인위적으로 경감시키기 위한 방법을 강구한다는 것은 방사선사의 가장 큰 책무라 하겠다

환자에 대한 피폭선량을 대폭 경감시키는 시책으로 초고감도 기록계가 사용되고 있으나 종전의 CaWO_4 형광체 증감지와 비정색성 필름을 연결시킨 방법에서는 고감도화는 한계점에 도달하여 감도를 올리면 심한 선예도의 저하가 있으며 화질의 열화를 방지할 길이 없다

회토류형광체 증감지와 정색성 필름을 연결시킨 초고감도 시스템에서는 감도의 비약적인 증가에 비해서 심한 선예도의 저하는 없다

회토류증감지의 특징은 발광영역이 종전의 CaWO_4 증감지에 비해서 장파장측에 있는 것으로서 그 발광피크는 5440\AA 의 녹색부에 있고 CaWO_4 형광체는 4220\AA 의 청색부에 있다

X선흡수능력은 진단영역에서 쓰여지고 있는 X선에너지 범위내에서 회토류증감지가 약간 상향하고 있으며 발광효율은 4.5배의 높은 효율을 가지고 있다⁴⁾

회토류증감지는 정색성 필름을 사용하지 않으면 CaWO_4 계 증감지보다 높은 감도를 낼 수 없으며 또한 정색성 필름과 동일한 암실 조명을 할 수 없어 취급하는데 많은 불편이 있다

그러나 같은 회토류증감지에서도 발광피크가 4400\AA 부근에 있는 LaOBr 형광체를 이용한 증감지가 개발

되어 비정색성 필름을 그대로 사용할 수 있으므로 암실 조명에 대해서 고려하지 않아도 된다^{5,6)}

본 실험에서는 $\text{La}_2\text{O}_3\text{S}:\text{Tb}$, $\text{Gd}_2\text{O}_3\text{S}:\text{Tb}$ 를 주재료한 회토류증감지와 정색성 필름을 연결한 흥부촬영에 대해서 검토를 하였다

흥부 투과후의 관전압과 선질관계는⁷⁾에 따르면 관전압에 따라 차이가 있으며 알루미늄의 반가층이 약 2.5~6.0mm이었으며 中村⁸⁾은 부위에 따라 차이가 있으나 아르헨펜툼 투과후의 알루미늄 반가층이 5.6~7.0mm이었다 따라서 본 실험에서는 관전압을 80kV와 120kV로 하고 자기 반가층을 3.0mm, 6.0mm 알루미늄으로 하여 몇가지 회토류계 증감지와 CaWO_4 계 증감지에 대해서 그 감도 특성을 실험하였다

Lanex 증감지에 정색성 필름을 연결시키면 CaWO_4 계 증감지에 비정색성 필름을 사용한 것에 비해서 관전압을 약 1/5~1/8로 감소시킬 수 있었으며 이 비감도에 따라 알루미늄 계단을 놓고 대조도를 관찰한 결과 도 거의 같은 경향은 나타내고 있었다 같은 관전압과 같은 반가층에서 대조도를 비교하면 선질에 따르는 차이가 있으며 회토류증감지를 사용한 것이 CaWO_4 계 증감지보다 약간 저하되고 있다

그러나 장치의 성능에 따르는 직선성과 재현성 및 기초 농도의 차이와 농도계의 오차등을 생각하면 큰 차이는 없다고 사료된다

반가층이 같아도 관전압이 틀리면 한계파장이 틀리는 고로 단파장측의 광자수는 관전압 80kV보다 120kV에서 많아지고, 또한 반가층이 두꺼워지면 투과 광자량 수가 많아지는 고로 농도가 증가되고 이에따라 대조도는 관전압이 높은 측이 약간이나마 저하되는 것이 일반적이다

그러나 본 실험에서는 관전압 120kV에서는 산란선 제거용격자를 사용한 관제로 대조도는 약간 증대되었다 회토류증감지는 기록계의 고감도화와 함께 조사선량을 크게 감소시키는데 효과가 있다 竹下⁹⁾는 1/7~1/14로 감소시키고 許³⁾는 Kyokko Special Speed 증감지를 사용하고 1/10로 저감시킨 바 있으나 본 실험에서는 1/24로 경감되었으며 그 선량은 1.0mR이하로서 획기적인 성과를 나타내고 있다

V. 결론

이상과 같은 실험을 통해서 회토류증감지는 일반 CaWO_4 계 증감지에 비해서 선예도 위주로 되고 있는 흥부 X선사진에 별로 지장을 초래하지 않고 피폭 선량을 1/24 이하로 경감시킬수가 있는 결론을 얻었다

参 考 文 献

1. 許 俊：放射線障害の被曝線量の軽減，高麗醫技大雑誌，6(1)：7，1975.
2. 許 俊・金昌均：稀土類増感紙에 관한 研究，韓放技研誌，1(1)：15，1978.
3. 許 俊・金昌均・姜弘錫：胸部 X 線検査에 있어서 被曝線量の 軽減에 대한 検査，韓放技研誌，2(1)：15，1979.
4. 日向浩・田中孝・大越幸和：稀土類 増感紙による 患者被曝軽減，サクラXレイ写真研究，27(3)：8，1976.
5. 飯塚芳郎：FUJI Grenex System 消化管への應用，日本放射線技師會雜誌，281：11，1977.
6. 林太郎・酒井尙信・坂野康昌：胸部 X 線撮影における 稀土類増感紙と CaWO_4 系 増感紙との 比較 検討，サクラXレイ写真研究，29(3)：36，1978.
7. 姜弘錫・金昌均・許 俊：胸部高電壓撮影條件에 관한 検討，韓放技研究，2(1)：37，1979.
8. 中村實：人體透過による X 線質の變化と その X 線写真への影響，日本放射線技術學會雜誌，13(3)：152，1957.
9. 竹下亨：稀土類増感紙を使ついの低線量化について，サクラXレイ写真研究，28(4)：14，1977.