

Kyokko Series-L 増感紙에 관한 實驗

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

The Clinical Observation of the Kyokko Series-L Intensifying Screens

Joon Huh, Chang Kyun Kim, Hong Seok Kang, Sun Sook Lee

Dept. of Radio-technology, Junior College of Public Health and Medical
Technology, Korea University, Seoul, Korea

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험결과
- IV. 고 안
- V. 결 론
- 참고문헌

저자는 먼저 Kyokko series-L 각종 증감지의 상대적 감도와 phantom에 의한 대조도의 비교 및 일반적으로 많이 사용되고 있는 필름과의 복합시스템에 의한 특성곡선을 비교하고, 임상에 직접 응용하여 그 결과를 검토·보고한다.

I. 서 론

X선촬영업무 중에서 촬영된 환자에 관한 충분한 진단 정보를 얻기 위해서 적절한 촬영조건의 설정과 체위 및 X선의 입사 방향 등의 기술이 관여되고 있으나, 기록계통으로서의 증감지와 필름의 선택은 업무상 번잡한 점이 있어 확실적인 사용이 습관화되고 있는 실정이다.

X선촬영에는 일반감광재료와는 달리 증감지와 필름을 다각도로 연결하여 사용 할 수 있다. 따라서 촬영목적과 진단 목적에 따라 그 특성을 고려하여 선택해야 할 것이다¹⁾.

지금까지 일반적으로 많이 사용하고 있는 증감지에 대하여 감도측정을 시행한 결과 고감도증감지가 대부분이고²⁾그나마도 노화에 의해 그 성능이 저하된 것이 많이 있어 이에 대한 대책이 요망되는 차체에 Kyokko series-L 증감지를 입수하여 이에대한 실험을 할 수 있게 된 것은 방사선 진단영역에 크게 기여할 것으로 사료되어 다행한 일이라 하겠다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

증감지는 Kyokko series-L로서 LF-II, LT-II, LH-II 및 SH (super high speed) 의 4 종류를 선택 하였다. X선발생장치는 Toshiba KB-15, 자동현상기는 Sakura New QX1200 (90 sec), 필름은 Fuji Rx, Sakura A, Dupont Cronex 4, Gevaert RP1으로, 감광제는 Cronex Model ELS (Dupont), 농도측정은 PDA-81 (Sakura) 을 사용하고 phantom 으로서는 두께 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm의 아크릴판을 쓰고 겨자는 Mitaya MS 5 : 1, 8 : 1의 두 5 종류를 이용했다.

2. 실험방법

1) 특성곡선 작성방법

증감지에 대한 특성을 알기 위해서 관전압 60 KVP, 80 KVP, 120 KVP에서 관전류를 50 mA로 고정하고 초점필름간거리 200 cm, 조사야는 30 cm x 30 cm 로하

고 관전압 60 KVP에서는 흡수체를 쓰지않고, 80 KVP에서 흡수체로 1.5 mm aluminium, 100 KVP에서 0.3 mm Cu + 1.0 mm Al, 120 KVP에서는 0.3 mm Cu + 4 mm Al 판을 collimator 앞에 부착시켜 time scale method에 따라 특성곡선을 작성하였다.

이때 각종 증감지는 폭 5 cm로 절단하여 동일 cassette에 모두 부착시키고 동시 노광을 하였다.

각 촬영부위에 따르는 특성을 알기위해 피사체로서 두께 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm의 아크릴판을 사용했으며, 이때 격자는 관전압 80 KVP에서 5 : 1, 100 KVP와 120 KVP에서 8 : 1을 썼고, 여과판은 관전압 100 KVP와 120 KVP에서 0.3 mm Cu + 1.0 mm Al 판을 부가시키고 노광 하였다.

2) 상대적 감도비 산출방법

각 증감지의 관전압별 특성곡선상에서의 농도 1.5를 내기위해 필요한 상대적 노광량을 구하고, 각 시스템의 상대적 노광량의 역수를 산출 하였다. 이때 LT-II의 역수를 100으로하고 각종 증감지에 대해서 그 비를 구하였다.

3) 대조도비 산출방법

임상응용에서 실제로 피사체를 촬영할 경우의 대조도 변화를 알기 위해서 두께 1 ~ 20 cm의 아크릴 계단을 각종 증감지와 각 관전압에서 두께 10 cm의 사진농도가 1.2 정도가 되도록 촬영하여 이때 나타난 농도와 아크릴 두께에 따르는 곡선의 경사도를 각 관전압별로 비교하였다.

또한 피사체가 없을때 각 증감지의 대조도를 특성곡선상에서 관전압별로 비교 하였다.

4) 증감지별 필름특성 및 촬영조건표 작성방법.

각종 필름과 본 시스템을 연결시킬 경우 그 특성이 변화되는 것을 알기 위해서 일반적으로 많이 사용되는 4개 회사제품의 필름을 감광제로 노광하고 특성곡선을 작성 하였다.

그다음 각 필름을 폭 5 cm로 절단하고 동일한 증감지가 부착된 cassette에 삽입시키고 노광하여 특성곡선을 작성하고 fog, r , \bar{G} 및 비감도를 구하였다.

또한 실제 임상응용시에 일어나는 촬영조건의 변화를 알기위해 피사체로서 두께 10 cm의 아크릴판을 쓰고 관전압 80 KVP, 초점필름거리 100 cm에서 농도 1.5를 내는데 필요한 노광량과 대조도를 특성곡선상에서 구하고, 관전압과 아크릴두께를 변화시켜가며 같은 방법으로 각 부위별 노광조건을 작성, 실제 임상에 응용할 수 있도록 하였다.

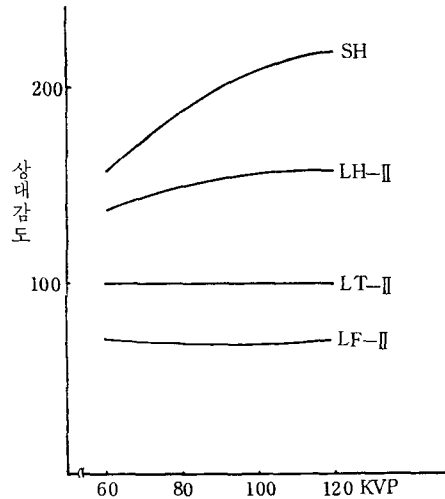


그림 1. 각 증감지의 관전압별 상대감도

III. 실험결과

1. 상대적 감도비

각 관전압에서 LT-II의 감도를 100으로 기준했을 때 LF-II, LH-II, SH증감지의 상대적 감도를 그림 1과 2에 나타난 바와 같이 관전압 60 KVP에서 72, 138, 158, 80 KVP에서 71, 141, 234, 100 KVP에서 69, 166, 209, 120 KVP에서 72, 158, 219로서 관전압이 상승함에 따라 각 증감지의 상대감도의 차이가 커지고 있었다.

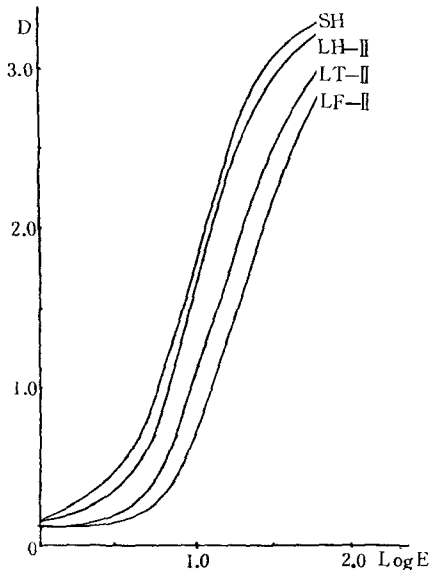
2. 대조도비

아크릴피사체 1 ~ 20 cm간의 대조도는 그림 3에서와 같이 관전압이 상승함에 따라 곡선의 경사도가 줄어들고있어 대조도의 저하를 나타내고 있으나, 각 관전압에서 증감지 종류별로는 거의 일정한 경사를 유지하여 별다른 차이를 찾을 수 없었다.

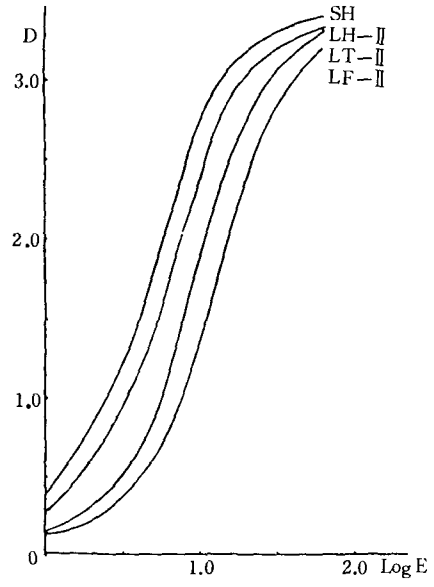
또한 피사체가 없을 때의 대조도는 각 관전압에서 증감지별 특성곡선을 직선부인 농도 1.5에서 교차시켜 곡선의 경사도차이를 그림 4에서와 같이 비교 하였다. 그림에 나타난 바와 같이 직선부를 벗어남에 따라 약간의 농도차가 생기나 곡선 전체의 경사도는 별 차이가 없었다.

3. 증감지별 필름 특성 및 촬영조건표

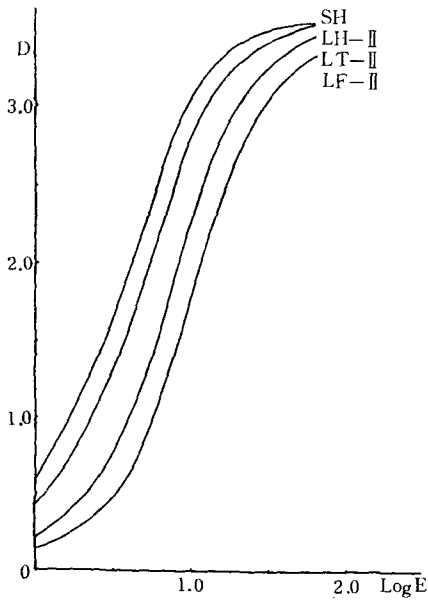
감광제에 의해 노광한 4종류필름의 각 특성은 그림 5와 표 1에 나타내고 있으며, 각 증감지와 필름을 연결



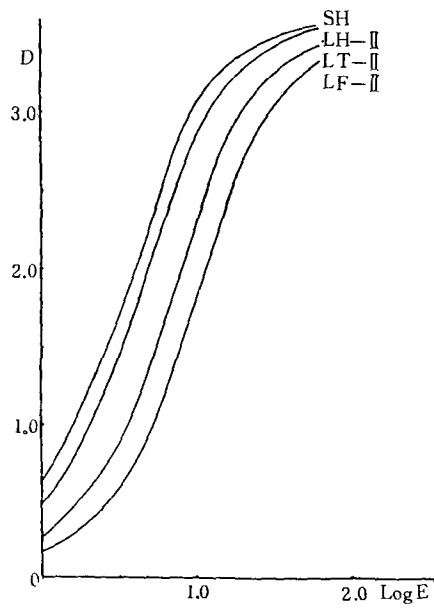
A. 60 KVP



B. 80 KVP (added filtration 1.5 mm Al)

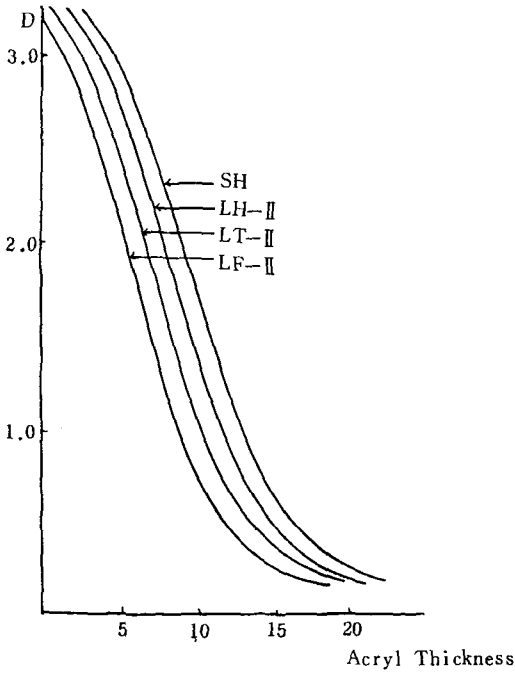


C. 100 KVP (added filtration 4 mm Al)

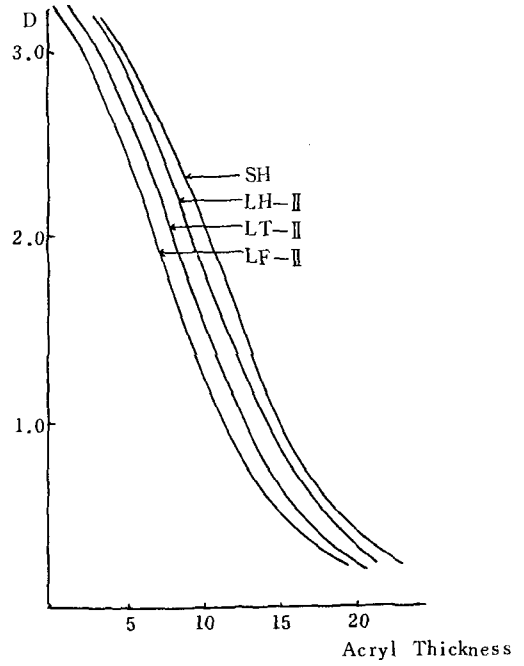


D. 120 KVP (added filtration 4 mm Al + 0.3 mm Cu)

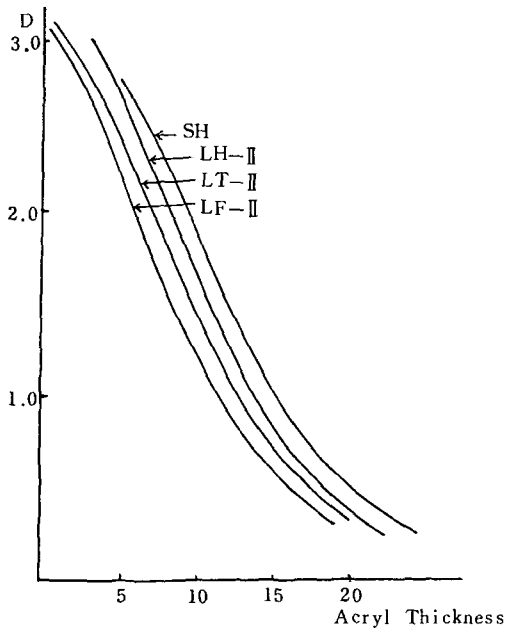
그림 2. 각 증감저별 특성곡선



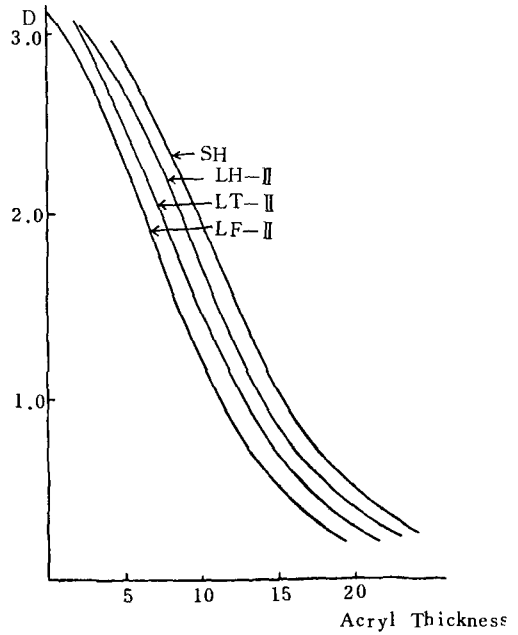
A. 60 KVP



B. 80 KVP

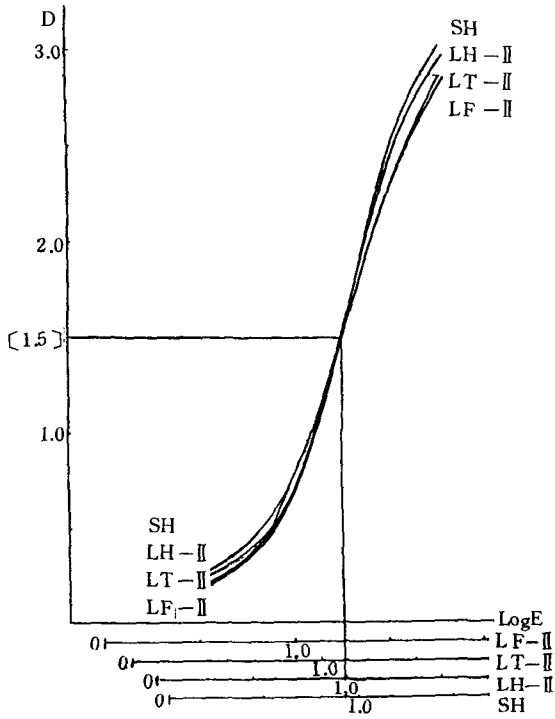


C. 100 KVP

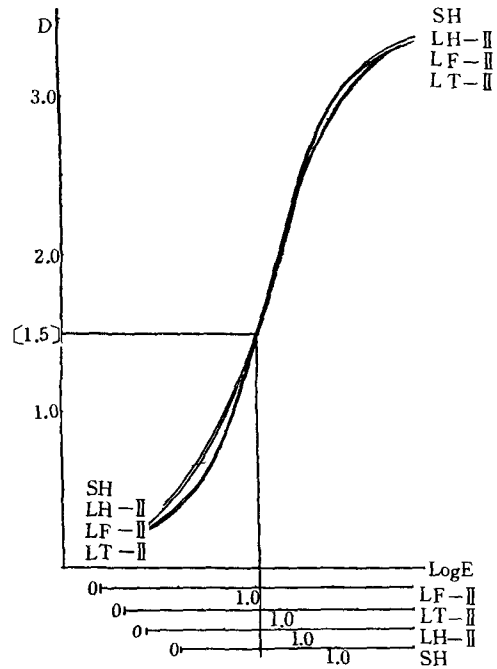


D. 120 KVP

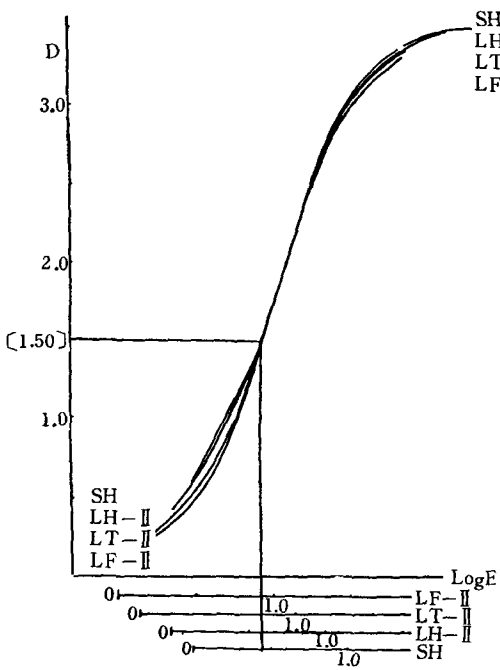
그림 3. 각 증감지별 대조도



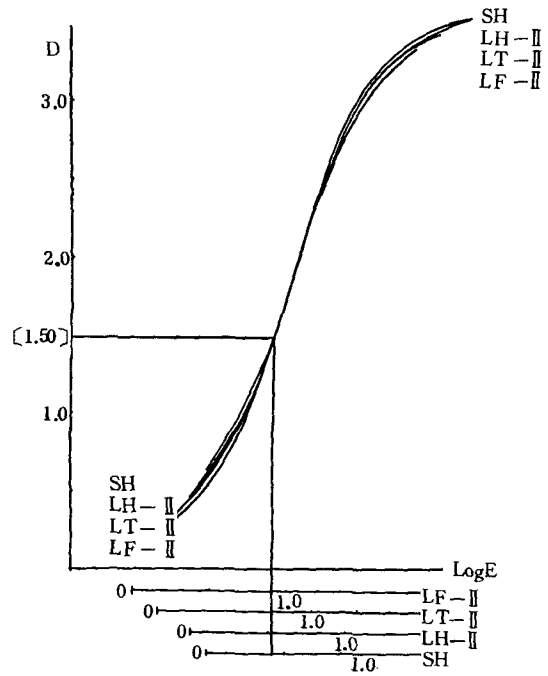
A. 60 KVP



B. 80 KVP



C. 100 KVP



D. 120 KVP

그림 4. 각 증감지별 대조도

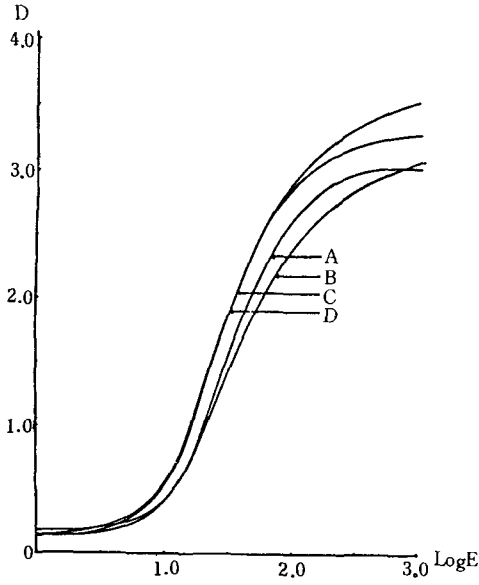


그림 5. 감광계에 의한 각 필름의 특성곡선

C) LH-II

특성 필름	fog	r	\bar{G}	감도비
A	0.18	3.64	3.10	100
B	0.14	3.33	2.50	105
C	0.12	3.33	2.86	114
D	0.14	3.33	2.86	106

D) SH

특성 필름	fog	r	\bar{G}	감도비
A	0.18	3.64	3.33	100
B	0.14	3.33	2.50	101
C	0.12	3.33	2.86	114
D	0.14	3.33	2.86	114

표 1. 필름 특성 (감광계노광)

특성 필름	fog	r	\bar{G}	감도비
A	0.17	2.90	2.50	100
B	0.13	2.50	2.00	87
C	0.12	2.90	2.50	131
D	0.14	2.90	2.50	132

표 2. 필름 특성 (X선노광)

A) LF-II

특성 필름	fog	r	\bar{G}	감도비
A	0.18	3.33	2.67	100
B	0.14	2.86	2.50	105
C	0.12	3.10	2.86	123
D	0.14	3.33	2.86	120

B) LT-II

특성 필름	fog	r	\bar{G}	감도비
A	0.18	3.64	2.67	100
B	0.14	3.33	2.50	102
C	0.12	3.33	2.86	110
D	0.14	3.33	2.86	110

표 3. 증감지 및 필름 종류별 노광량

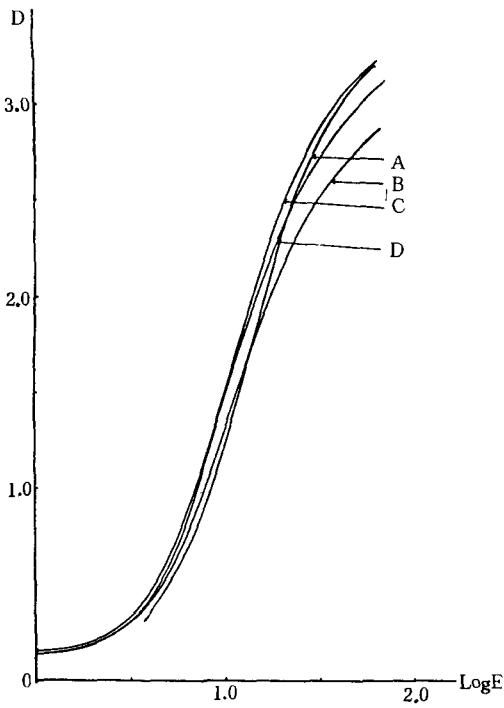
(단위 : mAs)

필름 증감지	A	B	C	D
LF-II	4.06	3.87	3.30	3.38
	100	100	100	100
LT-II	2.24	2.20	2.04	2.04
	181	176	162	166
LH-II	1.57	1.50	1.38	1.48
	259	258	239	228
SH	1.28	1.26	1.12	1.12
	317	307	295	302

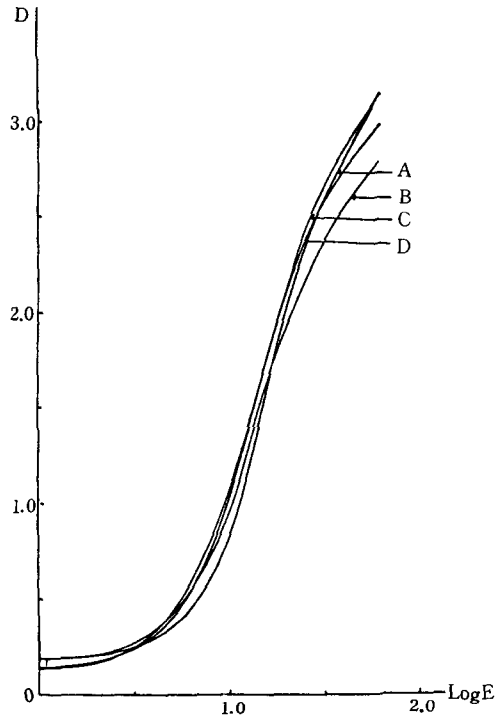
(관전압 80 KVP, 촬영거리 100 cm, 피사체 아크릴 10 cm, 사진농도 1.5 기준)

표 4. 증감지 및 필름 종류별 대조도

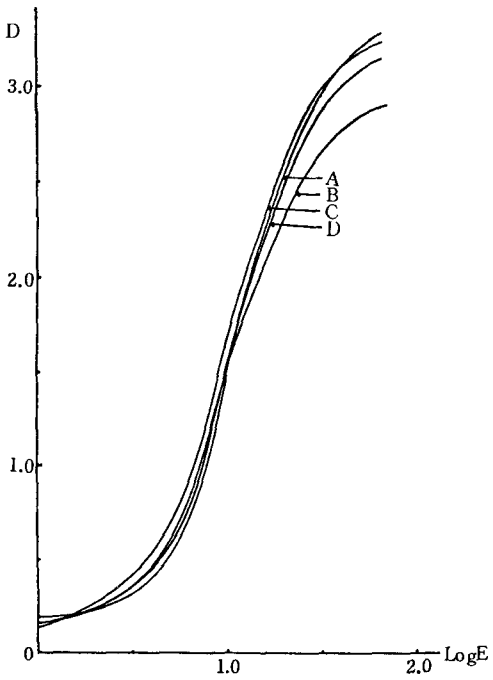
증감지 필름	LF-II	LT-II	LH-II	SH
A	0.74	0.72	0.74	0.74
B	0.73	0.74	0.72	0.72
C	0.76	0.74	0.73	0.77
D	0.76	0.76	0.76	0.76



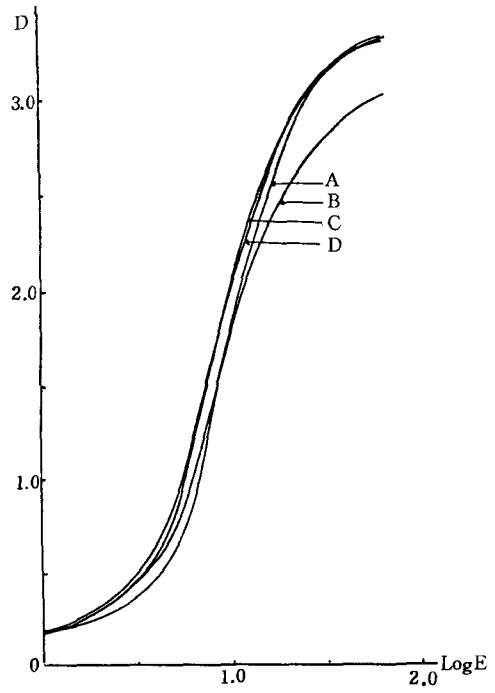
A. LF-II



B. LT-II



C. LH-II



D. SH

그림 6. X선노광에 의한 각 필름별 특성곡선

표 5. 노광조건표

촬영부위	관전압 (KVP)	촬영거리 (cm)	격자비	부가여과 (mm)	두께 (cm)	노 광 량 (mAs)			
						LF-II	LT-II	LH-II	SH
상·하지	60	100	—	—	5	7.8	4.7	3.0	2.8
흉 부	80	180	—	—	20	10.7	6.6	4.5	3.6
흉 부	120	180	8:1	0.3Cu+1.0Al	20	18.2	12.3	7.6	6.2
두 부	90	100	8:1	—	18	27.5	17.3	9.5	7.4
복 부	80	100	5:1	—	18	33.0	20.8	12.9	10.7
요 추	85	100	5:1 8:1	—	18	30.0	18.5	10.6	8.5

시켜 얻어진 특성은 그림 6 과 표 2 에 표시하였다.

이에 따르면 감광제의 빛에 의한 노광에 비해 증감지를 사용하여 X선으로 노광시킨 것이 fog 는 약간 증가하거나 거의 같은 경향을 나타내고, r 치는 2.50 ~ 2.90 에서 2.86 ~ 3.64 로, \bar{G} 치는 2.00 ~ 2.50 이 2.50 ~ 3.33 으로 증감지를 사용함에 따라 약간 증가하고 있으니 증감지 감도에 따라서는 별 변화가 없었다.

또한 각 필름의 비감도는 감광제에 의한 노광시 87 ~ 132 로서 그 변동폭이 45 이나, 증감지를 사용함에 따라 그 폭이 10 ~ 23 이어서 필름 상호간의 감도차이가 둔화되고 있었다.

관전압 80 KVP 에서 두께 10 cm 의 아크릴판을 쓰고 농도 1.5 를 내는데 필요한 노광량은 각 증감지와 필름을 연결시켰을 때 표 3 과같이 나타나고 있다. 증감지를 LF-II, LT-II, LH-II, SH 감도순으로 사용할 때 A film 은 4.06 ~ 1.24 mAs, B film 은 3.87 ~ 1.26 mAs C film 은 3.30 ~ 1.12 mAs, D film 은 3.38 ~ 1.12 mAs 로서 증감지감도 상승에 따르는 선량의 감소율은 66.1 ~ 68.5 % 로 거의 일정하였다.

대조도는 두께 5 ~ 35 mm 의 알루미늄 계단을 촬영하여 11 mm 와 29 mm 에서 $D_1 - D_2 / D_1 + D_2$ (단, $D_1 > D_2$) 의 식에 의해 구한 결과 표 4 에 나타난 바와같이 각 필름간에는 약간의 차이가 있으나, 감도별 증감지 상호간에는 별 차이가 없었다.

또한 관전압과 아크릴판두께 변경시 동일한 농도를 얻을 수 있는 mAs 를 산출하여 작성한 각 부위별 노광조건표는 표 5 와 같다.

—입상응용 예—

표 5 의 노광조건에 따라 실제 흉부 X선 촬영을 각 증감지별로 관전압 60 KVP, 80 KVP, 100 KVP, 120 KVP 에서 응용한 결과 LF-II 의 초고선에도형에서는 미세한 조직구조를 식별할 수 있었으며 특히 120 KVP 의 고

관전압에서는 말초부순의 肺紋理는 물론 심장 및 종격 음영을 위시하여 횡격막에 가려진 肺紋理까지 선명하게 식별할 수 있어 좋은 화질을 보이고 있다 (사진 1 참조)

사진 2 는 두부측면을 각종 증감지별로 촬영한 것으로 터어기안, 각종용합, 유양돌기 및 골조직의 미세부를 식별할 수 있는 능력이 LF-II 가 가장 좋았으며 LT-II 는 이에 미치지 못했다.

LH-II 는 노광량의 경감은 있으나 두부 촬영에서 선명한 영상을 묘사시키는 면에서는 적당치 못함을 알 수 있었다.

이에 대해서 초고감도 및 고감도의 저주파형에서는 감도증가에 따라 노광량이 현저하게 감소되고 있으나 초고선에도형의 LF-II 나 LT-II 의 일반용저주파형에 비하면 선예도는 현저하게 저하되고 있었다.

IV. 고 안

증감지의 특성은 형광입자가 미세하고 균일하며 X선 발광효율이 좋아야하는 것은 말할 나위도 없으나 그 색깔이 X선필름의 분광감도와 일치되어야 한다. 그러나 더욱 중요한 것은 형광막중의 광학적 손실과 불선에도를 최소한도로 억제시키는 것과 증감지의 구조에 따르는 반점과 균일발광에 의한 입상성의 상승에 있다.

증감지는 환자의 피폭선량을 경감하고 선명한 X선사진을 촬영하기 위해서 고감도로 선예도가 높은 것이 선택되고 있다.

증감지의 성능평가의 규격을 岡村³⁾은 감도와 선예도 및 입상성에 두고 있으며, 약 70 %가 표준감도이며, 증감지 선정시 성인흉부촬영의 경우 선예도 우선이 81.3 %, 감도 우선은 8.8 %에 불과하였다.

특히 고감도증감지가 요구되는 입상부의 복부 및 자궁난관촬영에는 자기 81.4 %, 61.8 %, 소아흉부에서는 51.5 %, 복부에서 53.0 %가 감도 우선이었다.

이에 대해서 우리나라의 사용현황은 許⁵⁾의 조사에 따라

면 약 80%가 일본제품이며 그중에서도 Kyokko Series-S가 대부분을 차지하고 있고, 70% 이상이 고감도 증감지를 사용하고 있었다.

증감지 종류에 따르는 촬영부위의 선정은 표 6과같이 6) 하는 것이 가장 이상적이라 하겠으나 우리나라에서는 무조건 감도가 빠른 고감도형의 증감지가 주로 사용되고 있어 X선사진의 선예도 및 입상성의 저하를 초래하고 있다⁷⁾. 또한 사용되고 있는 증감지는 그 과반수가 사용년한에 따라 그 성능이 저하되고 있어 동일 농도를 내기위해서 노광량을 2배 이상 증가시켜야하는 실정이다.

본 실험에 사용된 Series-L 증감지는 지금까지 이용되던 Series-S에 비해 그림 7, 8에서와 같이 감도 및 선예도가 증가되고 있다. 고선예도형 LF-II 증감지에서는 종전의 FS와 동일감도를 유지하면서 선예도를 15% 이상 증가시키고 있다. 따라서 상·하지부는 물론 흉부, 두부까지 피폭선량의 큰 증가없이 선명한 화상을 낼수있어 폐암 등의 흉부질환의 조기진단에 효과적이라 하겠다.

일반표준용 증감지 LT-II는 종전의 FS와 비슷한 선예도를 유지하면서 감도를 약 1.6 배정도 올릴 수 있어 피폭선량의 대폭 경감은 물론 노출시간의 단축과 미

소조점 X선관의 사용에 따라 화상의 흐림이나 기하학적 불선예도를 억제할 수 있으며 기존 X선장치의 용량을 FS사용시에 비해 약 60% 향상시킬수 있게 된다.

고감도증감지 LH-II는 종전의 MS와 비슷한 선예도를 유지하면서 감도는 FS의 약 2.4 배가 향상된다. 따라서 피폭선량은 MS에 비해서 약 30% 저감시킬 수 있다. X선흡수량이 많은 복부나 요추부 그리고 피폭선량 경감이 요구되는 생식선 등의 촬영에 적당하다.

특히 고감도 증감지를 이용하여 노출시간 단축과 소조점 X선관 사용에 따르는 기하학적 불선예도를 감소시키는 것은 X선발생장치의 고출력화에 비할때 매우 경제 적이라는 것을 인정하지 않으면 안될 것이다.

V. 결 론

이번에 실시한 각종 증감지의 성능 실험결과, 각 검사 부위에 따라 적합한 증감지를 연결 이용하는 것이 무엇보다 필요하다는 것을 알았다.

특히 Kyokko Series-L 증감지는 종전 것에 비해서 고감도화 시킨 동시에 선예도가 대폭 향상되어 보다 작은 선량으로 풍부한 정보량과 질이 좋은 X선사진을 얻을 수 있어 미세한 병변의 조기진단에 적용함으로써 효

표 6. 증감지 종류 및 촬영부위

종 류	감 도	선예도 2.0사이클/mm	촬영 부 위						
			상·하지	흉부	두부	복부	요추	생식선	
LF-II	초고선예도형	100	115	최적	최적	최적	적당		
LT-II	일반용 저주파형	160	96	적당	최적	최적	최적	적당	
LH-II	고감도 저주파형	240	80		적당	적당	최적	최적	최적

(단, 감도 및 선예도는 FS의 상대치를 100으로 함)

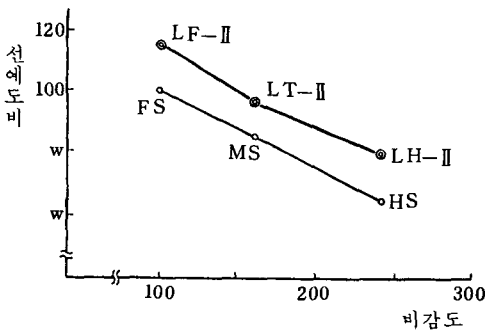


그림 7. 2.0 사이클/mm를 기준으로 한 선예도와 비감도

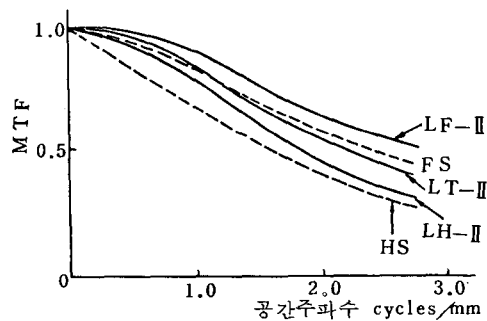


그림 8. 레스폰스함수

과를 증대시킬 수 있다고 사료된다.

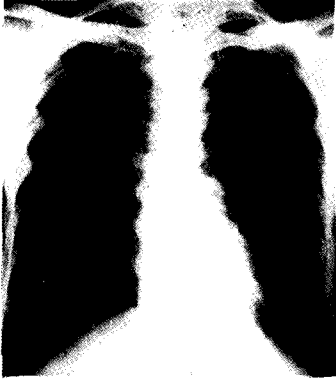
더욱 각종 필름을 연결 사용할 경우에 증감지 고유의 특성에 따라 나타나는 변화는 전연없어 특성을 고려한 필름의 선택은 개의치 않아도 되겠다.

(끝으로 본 실험을 완성하는데 있어서 실험재료와 많은 자료를 제공해주신 新起社 李炳源사장에게 심심한 사의를 표시하는 바이다)

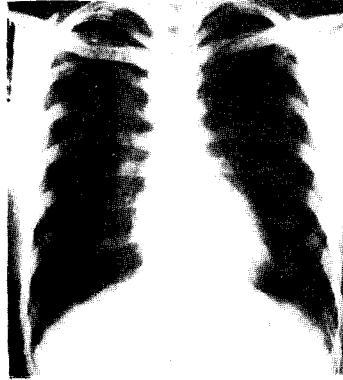
參 考 文 獻

1. 栗田達夫・横山英彦：各種X-레이 필름의特性
について, 日本放射線技師會雜誌, 22(6) : 2, 1975
2. 許 俊・李相爽・慶光顯・金和坤・田萬鎮・崔鍾學
：X線檢査時 撮影條件에 關한 調査, 韓放技研誌,
5(1) : 49, 1982
3. 岡村裕之：増感紙・フィルムについての アンケート
集約, 日本放射線技術學會雜誌, 38(2) : 219, 1982
4. 佐藤貞男：撮影技術委員會増感紙 檢討班報告, 日本
放射線技術學會雜誌., 38(6) : 891, 1982
5. 許 俊・金昌均・姜弘錫・金成勳・尹漢植・金正敏
：増感紙 感度の 実態에 對한 調査, 韓放技研誌 5
(1) : 45, 1982
6. Kyokko : X-ray system, intensifying screens
Series -L, Dai Nippon Tippon Topyo Co. LTD.
7. 許 俊：放射線畫像情報技術, 新光出版社, 1979

許 俊 · 金昌均 · 姜弘錫 · 李善淑 論文寫真附圖 ①



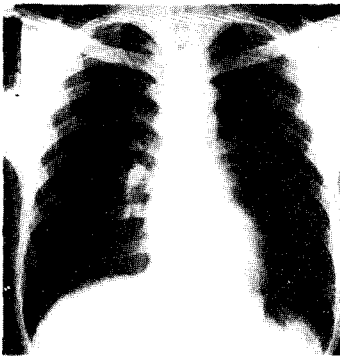
LF-Ⅱ 60KVP 25mAs



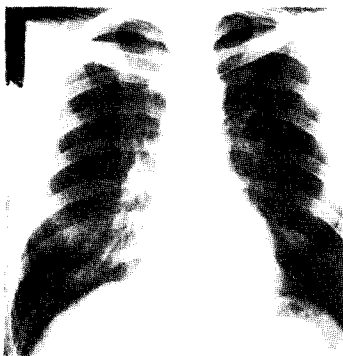
LT-Ⅱ 60KVP 15mAs



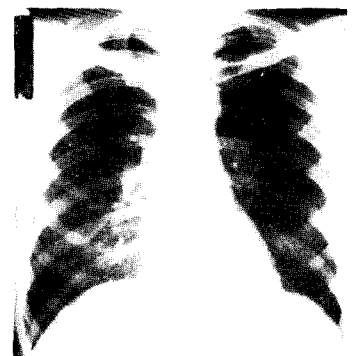
LH-Ⅱ 60KVP 10mAs



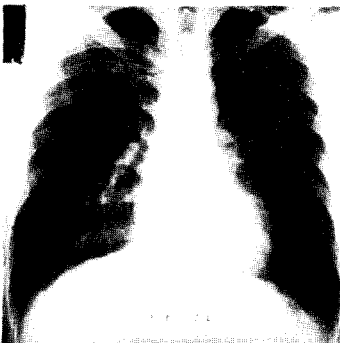
LF-Ⅱ 80KVP 7.5mAs



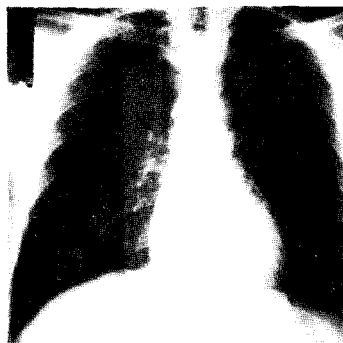
LT-Ⅱ 80KVP 5mAs



LH-Ⅱ 80KVP 3.3mAs



LF-Ⅱ 100KVP 30mAs
필터 0.3mmCu+1.0mmAl
격자 8:1



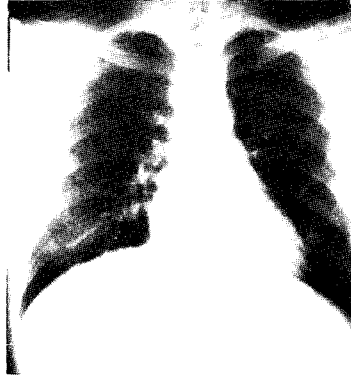
LT-Ⅱ 100KVP 20mAs
필터 0.3mmCu+1.0mmAl
격자 8:1



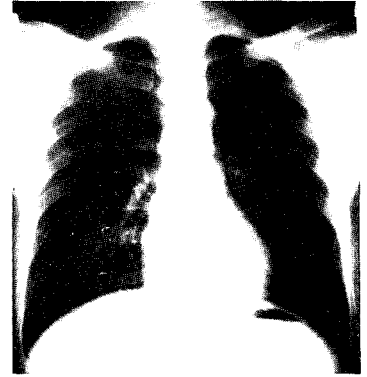
LH-Ⅱ 80KVP 10mAs
필터 0.3mmCu+1.0mmAl
격자 8:1



LF-II 120KVP 10mAs
필터 0.3mmCu + 1.0mmAl
격자 8 : 1

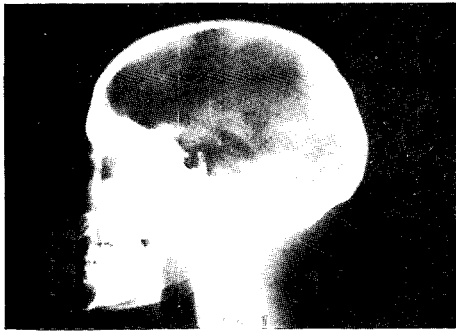


LT-II 120KVP 8mAs
필터 0.3mmCu + 1.0mmAl
격자 8 : 1

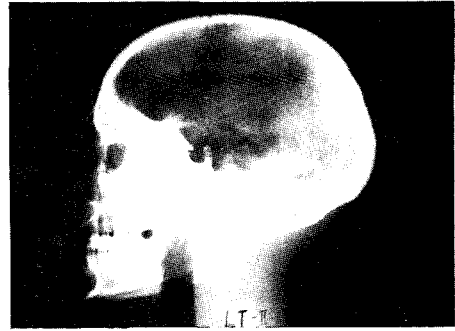


LH-II 120KVP 5mAs
필터 0.3mmCu + 1.0mmAl
격자 8 : 1

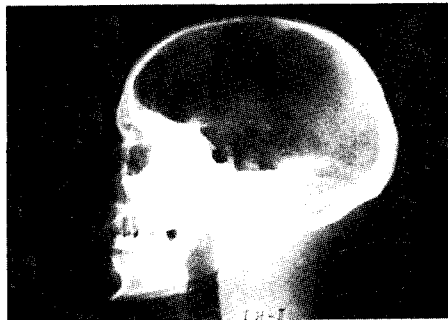
사진 1 . 각 증감지로 촬영한 흉부 X선 정면상



LF-II 80KVP 35mAs



LT-II 80KVP 28mAs



LH-II 80KVP 21mAs

사진 2 . 각 증감지로 촬영한 두개골 측면상