

Insight film을 이용한 농도측정 평가

서울대학교병원 진단방사선과
권이선 · 박장환 · 임오수 · 정경모 · 정 환

Abstract

Evaluation of Chest Density in Insight Film

Lee Seon Kwon, Jang Hwan Park, Oh Soo Lim

Kyong Mo Jung, Hwan Cheung

Dept. of Diagnostic Radiology, Seoul National University Hospital

Simple chest radiography is the most frequently performed examination in radiologic practice. However, with transmitted dose through chest which has the problem of wide variations in absorption, conventional Film/Screen Combinations Method make it difficult to delineate lung field mediastinum & cardia portion and subdiaphragmatic structures.

In order to overcome this problem, we have been tried several methods as follows.

High Kilovoltage Technique, Rare Earth Screen/Wide Latitude Film, Use of Compensating Filter and Digital Beam Attenuator and recently Inshg System has been developed.

In this paper, we'd like to discuss Insight film through appercciation by measuring the difference of contrast.

Inorder to evaluate insight film.

We have done experiments using Insight System with Simple Phase, Picker 550.

We could get an result which was able to overcome the limited dynamic range of conventional Film/Screen System remarkably.

I. 서 론

흉부촬영은 진단 영상의 가장 기본적인 검사 방법으로서, 기존의 스크린/필름 시스템이 dynamic range로서는 밀도의 차이가 현저한 중격동과 폐부분을 통과한 X-ray 변화량을 충분히 기록할 수 없는 단점을 보완하기 위해 다각적인 노력이 진행되어져 왔다.

흉부에 닿는 X-ray의 양을 필터를 이용하여 보상하여 줄 수 있는 실험을 비롯하여, 희토류 증감지와 관용도가 넓은 필름을 조합하여 기록 가능 한계 범위를 넓혀 주려는 노력과, 고관전압 촬영기법을 적용하여 투과 선량의 커다란 차이를 줄일 수 있었다는 보고가 발표되기도 했다^{1~6)}. 최근 들어 첨단 전자 장비를 이용한 디지털 영상의 적용은 다양한 흉곽의 두께 차

이를 극복할 수 있는 균등한 농도의 영상획득이 가능한 반면, 이용되기까지는 시간을 요하고 있다⁷⁾.

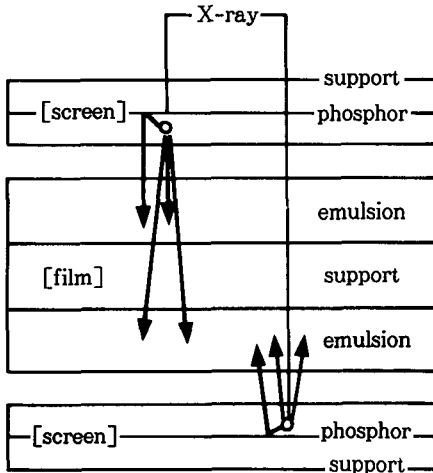
기존의 장비에 쉽게 적용할 수 있으며 종래 사용하던 스크린/필름 시스템의 형식을 그대로 유지하면서, 흉부영상의 이러한 단점을 충분히 보완할 수 있는 Insight 시스템(kodak)의 개발은 앞서 언급한 모든 노력들의 집합적인 결과로서 특히 전후면이 다른 이중구조의 스크린/필름 조합은 필름과 베이스 사이의 anti-cross over 층으로 실현될 수 있으며, 흉곽을 통과한 다양한 에너지 분포를 전후면의 이중 구조를 통해 각각 수용하여, 전면은 폐부분을, 후면은 종격동 부분을 통과한 X-ray 정보를 한 장의 필름에 기록할 수 있어, 기존의 dynamic range 한계를 보다 넓게 보완할 수 있다^{8,9)}.

본 실험에서는 이러한 insight 흉부 시스템을 기존의 방사선 장비에 적용한 결과에 대하여 평가 하고자 한다.

II. 이 론

1. Insight system의 원리

1) Conventional screen/film system



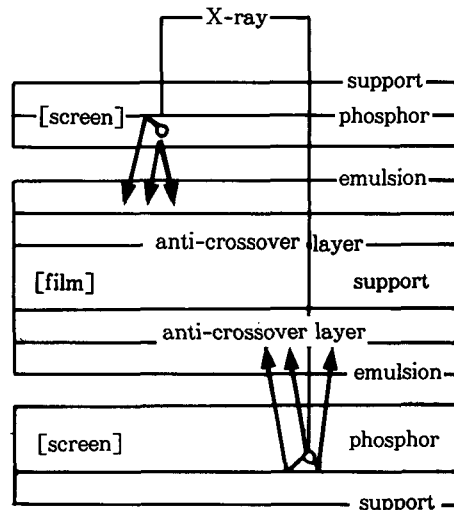
(a) Conventional system

(Duplicate Image)

대부분 양면 유제의 스크린/필름 시스템은 대칭구조를 가지고 있으며 전후면 스크린의 두께는 거의 같으며 수용체(receptor)의 감도(speed)와 대조도(contrast)도 기본적으로 같다. 스크린에서 나온 빛은 필름 지지체를 통하여 동시에 맞은편 유제를 감광시키는 비영상 농도를 제공하기 때문에 이로 인하여 영상의 선예도(sharpness)가 저하된다. 이렇게 투과된 빛은 일반적인 방사선 사진 농도의 50%를 차지한다(Fig. 1a).

2) Unique-Dual Receptor System(2 Distinct Images)

Insight 시스템의 구조는 양면수용체(dual-receptor) 방식이다. 필름 지지체와 각 유제 사이에 있는 강력한 anti-crossover 염료층(dye layer)은 반대편의 유제를 감광시킬 수 있는 빛의 차단이 가능하여, 투과 감광 작용으로 생기는 영상의 흐려짐(blurring)을 방지하여 영상의 선예도가 크게 향상된다. 이러한 zero-crossover technology는 하나의 영상을 광학적으로 두 가지로 분리시킬 수 있어, X-ray가 조사되는 동안 전후면의 수용체를 효과적으로 격리시킨다.



(b) Insight system

Fig 1. Comparison of systematic configuration

전면 수용체는 폐야부분을 완만하게 투과한 X-ray 정보를 기록한다. 즉, 낮은 감도와 고분해능의 성능을 가진 얇은 형광체층으로 제조된 스크린과 조화를 이룬 유제는 대조도가 높은 T-grain 재제로 구성되어 있다. 이에 비하여, 후면 수용체는 고감도 표준 분해능의 두꺼운 형광체층으로 만들어진 스크린과 보통 대조도의 유제 특성을 지닌 필름으로 구성되어 있어 mediastinal, retrocardiac 그리고 subdiaphragmatic 부분 등을 투과한 고밀도 흉부 영역의 X-ray 정보를 기록한다(Fig. 1b).

이러한 두 수용체를 하나의 사진에 합성하여 흉부 전체에 걸쳐 높은 해상력을 가진 고화질의 영상을 획득할 수 있다. 그 결과 폐부분은 물론 mediastinal, retrocardiac 그리고 subdiaphragmatic 구조 등을 보다 넓게 판독할 수 있게 한다. Insight system의 속도는 종래의 스크린/필름 조합(Lanex Fine/T-Mat G:100)과 비교하면 약 250의 상대감도를 가지고 있다. 또한 anti-crossover 층과 함께 green 파장의 감광영역을 가진 희토류(Gd_2O_2S) 형광체의 스크린은 anti-crossover 효과를 얻기 위해 첨가된 염료 및 기하학적으로 평편하게 제조된 T-grain 유제와 조화를 이루어 crossover 현상을 99% 이상 소멸시킬 수 있다^{8,9)}.

III. 실험 재료 및 방법

흉부촬영용 방사선 장비는 단상의 Picker GX-500 기종이며, 0.25 mmAl 필터를 사용하였다(Table 1).

Green 파장 영역의 감도를 가지고 있는 Insight 흉부용 스크린/필름 시스템(Kodak) (1) 과 기존의 blue 파장영역의 Curix Blue Cl/ MR4(Agfa) (2)의 물리적인 특성 비교를 위해 sensitometry를 하였다. 조사시간과 X-ray 노광량을 일정하게 하면서 X-ray의 강도를 변화시키는 방법으로 농도 변화에 대응되는 상대노광량의 로그 함수를 얻을 수 있는 Intensity

Table 1. Operating specification of X-ray unit

Size of field	14×17	(inch)
Focal spots	1.0×2.0	(mm)
Maximum voltage	150	(kVp)
Speed	60	(Hz)
Phase	single	—
Target		
storage capacity	300,000	(H.U)
angle	15	(°)
Grid ratio	12 : 1	
lines	60~70	(1/inch)
Focal range	180	(cm)
Generator rating	500,000(max)	(mA, kVp)

Scale Method¹⁰⁾를 적용, 두 종류의 스크린/필름 조합의 특성곡선을 도식화하였다(Fig. 2). 단, X-ray 노광 조건으로 54 kVp, 300 mA, 그리고 1/15 sec를 적용하였다.

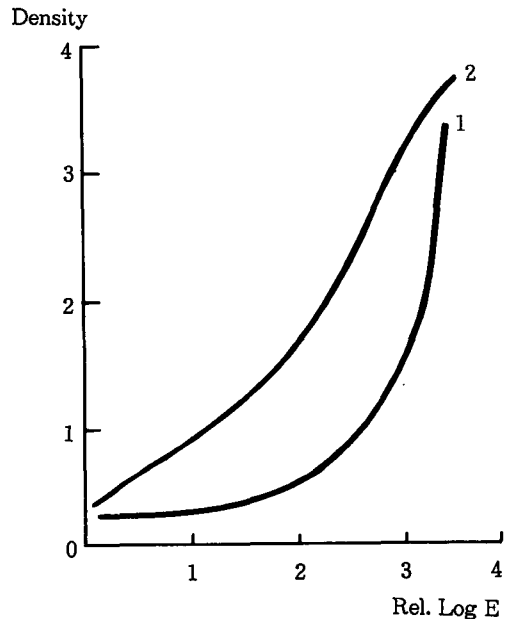


Fig. 2. Comparison of H & D curve of Insight (1) with conventional chest image(2).

Insight 흉부용 필름/스크린 시스템으로 15 명의 지원자에게 촬영을 실시하였다. 촬영조건은 PA의 경우 평균 124 kVp, 4 mAs이다. Densitometry 시행을 위해, 좌측 4번째와 5번째 늑골 사이의 폐음영 농도를 A로, 10번째 흉추

근처의 좌측 척추와 심장이 겹쳐진 음영부분을 B로, 나머지 C 부분은 심장음영의 부위(Fig. 3)로 정하여 세 부분의 농도를 측정하여 기록하였다(Table 2).

Table 2. Density and quality of image in insight chest

No.	kVp	mA	mAs	Optical Density			Image Quality
				A	B	C	
1	130	200	3.3	1.4	0.4	3.3	acceptable
2	130	200	3.3	1.8	0.7	1.0	over density
3	130	300	5.0	2.0	0.6	0.9	iver density
4	130	200	3.3	2.4	0.7	1.4	—
5	130	100	5.0	1.2	0.4	0.7	acceptable, bad contrast
6	130	100	5.0	1.4	0.5	0.7	acceptable
7	130	100	2.5	1.3	0.4	0.7	acceptable, bad contrast
8	120	200	5.0	2.2	0.4	0.6	—
9	120	200	5.0	2.0	0.5	0.8	acceptable
10	120	200	5.0	1.8	0.5	0.9	—
11	120	200	5.0	2.3	0.6	1.1	—
12	116	200	3.3	2.4	0.6	1.1	—
13	116	200	3.3	2.0	0.5	0.8	acceptable
14	120	200	3.3	1.4	0.4	0.8	acceptable
15	114	200	3.3	1.7	0.4	0.9	—
16*	130	200	13.3	—	—	—	acceptable

* lateral image

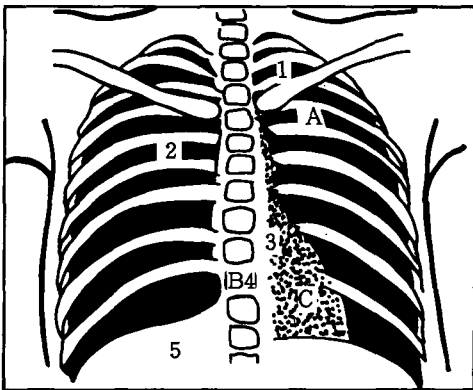


Fig. 3. pots to be measured the optical density

Table 3. Comparison of experimental insight density with the standard insight density

	A	B	C
Standard density	1.8	0.5	0.7
	(2.0~2.1)		
Average experimental density	1.6	0.49	0.8

Table 4. Comparison of experimental insight density with Kyoto University standard density

	1	2	3	4	5
Kyoto University standard density	1.35 (1.2~1.5)	0.4~0.8	0.3~0.35	0.24~0.26	0.3~0.35
Average experimental density	1.37	1.11	0.63	0.45	0.69

한 명의 방사선 전문의가 농도, 콘트라스트 그리고 선예도 등을 조합한 전체적인 화질에 대한 수용 여부를 판정하여 선별한 9개의 흉부 PA 사진과 1개의 lateral 사진을 Insight 흉부 시스템에서 제공되어진 표준 농도 기준값과 각각 비교하였으며(Table 3), Kyoto 대학에서 실험한 흉부 사진의 5개 지점(1-좌측 2번째와 3번째 늑골 사이, 2-우폐동맥부, 3-심장부 중심에서 4cm 떨어진 8번째와 9번째 늑골 사이, 4-10번째 흉추, 5-우측 횡격막하 2cm 지점 : Fig. 3)의 표준농도 실험값과 비교 하였다(Table 4).

IV. 결과 및 고찰

1) Green 파장 영역의 Insight 흉부용 스크린/필름 시스템(kodak)과 기존의 blue 파장 영역의 Curix Blue CI/MR4(Agfa)의 H & D 곡선비교는 Fig. 2와 결과를 보였으며, 기본특성 비교는 Table 5와 같다.

2) Insight 시스템은 기존의 Curix blue CI/

Table 5. Comparison of insight system(1) with conventional system(2)

	Insight	Conventional (Blue CI/MR4)
Average G	1.19	1.31
Relative speed	2.28	1.0
Latitude	29.31	6.03

MR4에 비하여 감도가 2배 이상 빠른 것을 알 수 있으며, 평균 계조도는 약 0.2 정도 낮으며, 관용도에 있어 약 5배의 높은 수치를 나타내었다. 이러한 큰 차이는 스크린/필름 조합에 있어서 dynamic range를 보다 크게 보상할 수 있는 기본 인자로서 영상 평가에 있어서도 확인할 수 있었다(Fig. 4). Fig. 4의 (a)와 (b)에서 보면 기존의 스크린/필름 시스템은 retrocardiac 부분을 거이 그려내지 못한 반면 insight 흉부 시스템은 이에 비하여 선예하게 묘사하고 있다.

3) Table 2에서 No.5의 경우 단상의 흉부 전용기기(Picker GX-550 auto film changer)에서 종래의 시스템인 Blue CI/MR4 조합으로 102 kVp, 300 mA 그리고 30 mAs의 X-ray 노광량으로 영상이 가능했으며 이것은 insight 시스템에 비하여 약 30 kVp 낮은 관전압인 반면, 6배 증가된 mAs 양인 것을 알 수 있었다. 두 흉부 영상의 필름 농도 분포 차이를 비교해 보았을 때, 밀도가 높은 부분인 종격동 구조물(A 부분)과 가장 희박한 폐부분(B 부분)의 농도 측정값이 insight 시스템의 경우 1.24~0.4로서 0.84의 차이를 보인 반면, 기존인 Blue CI/MR4 시스템의 경우 2.5~0.3로 측정되어 2.2의 차이를 보여, Insight 시스템에 비하여 기존의 Blue CI/MR4 시스템이 농도 분포 차이에 있어 약 2.5배 높은 것을 확인할 수 있었다. 특히 lateral 영상의 경우 기존 시스템이 약 240 mAs의 조건으로 촬영이 시행되는데 비하여, insight 시스템은 약 13.3 mAs로 약 18배의 선량 감소 효과를 얻을 수 있었다.



(a) Curix blue C1/MR4(Agfa)

(b) Insight system(Kodak)

(c) FG4/HR-C(Fuji)

Fig. 4. Variations of chest images

4) Table 3에서 볼 수 있듯이, Insight 흉부용 영상의 표준 농도 기준값과 비교할 때 이러한 편차를 보인 이유는, 실험한 X-ray 기기 및 제반조건이 제조사에서 제시된 조건과 일치하지 않았던 것이 주된 이유로서 120~140 kVp의 고관전압, 12:1 grid 사용 조건은 그대로 적용하였으나, 삼상의 phototimer와 0.6 mm focal spot size 사용 등의 조건은 현재 운용하고 있는 X-ray 임상 기기로서는 적용 불가능하였기 때문이다. 그러나 영상의 질 및 측정 농도 편차가 보여준 바와 같이 기존의 오래된 방식의 기기에서도 쉽게 적용할 수 있으며 좋은 영상 획득이 가능하다는 결과를 확인할 수 있었다.

5) Kyoto 대학 흉부 영상 표준 실험 농도치와의 5부위 비교(Table 4)에 있어서도 실험한 Insight 시스템과 근소한 차이를 보인 이유는 아마도 서로 다른 실험 환경과 기타 인자로 인한 오차로 생각되며, 동일한 실험 기자재와 분석 환경이 실현될 수만 있다면 이러한 근소한 차이도 더욱더 좁힐 수 있을 것으로 사료된다. 특히 Kyoto 대학의 경우는 기존 흉부 시스템의 dynamic range를 확장시키려는 노력의 일환으로 관용도가 넓은 HR-C 필름과 FG-4 스크린(Fuji)의 green 감광 영역의 조합을 적용하고 있어 흉부 영상의 질을 향상시켜 나가고 있다(Fig. 4c).

V. 결 론

단상의 Picker-550 X-ray 기종에 green 파장영역의 Insight 흉부용 스크린/필름 시스템을 적용하여 얻은 흉부 영상의 질과 농도 분포 측정은 기존의 blue 파장영역의 blue C1/MR4 조합에 비하여 약 5배 감소된 조사 선량으로도 우수한 화질과 균등한 흉부 농도 분포를 얻을 수 있어 스크린/필름 시스템의 단점인 dynamic range의 한계를 충분히 보완하는 결과를 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 정경모, 신재철 : 흉부 촬영에 있어서 보상 Filter 활용 효과. 방사선사 춘계학술대회 연제집, pp.63~68, 1989.
2. 허준, 김건중 외 : 관용도가 넓은 X-선 필름으로 촬영한 흉부 X-선사진의 진단정보 향상에 관한 검토, 대한방사선기술학회지, 14(2) : 27~31, 1992.
3. B.A. Arnold et al : Measurement of Reciprocity Law Failure in Green-Sensitive X-Ray Films, Radiology, 126 : 493~498, 1978.
4. G. S. Hallenbeck : Clinical Evaluation of the 350 kV Chest Radiography, Radiology, 117

- : 1~4, 1975.
5. 허준, 최권규 외 : 흉부 고관전압 촬영에 있어서의 노출음영과 폐문리의 시각적 평가, 대한방사선기술학회지, 15(1) : 99~105, 1992.
 6. C. E. Ravin : Technical Consideration in Chest Radiology, Eighteenth Annual Symposium on Chest Disease Syllabus, pp.219~226, Montreal, May 16~18, 1988.
 7. H. Vlasblom and L. J. S. Kool, AMBER : A Scanning Multiple-Beam Equalization System for Chest Radiography, Radiology, 169 : 29~34, 1988.
 8. K. Doi, LN. Loo, et al : Effect of Crossover Exposure on Radiographic Image Quality of Screen-Film Systems, Radiology, 139 : 707~714, 1981.
 9. A. G. Haus and R. E. Dickerson, Problems Associated with Simulated Light Sensitometry for Low-Crossover Medical X-Ray Films, Med. Phys, 17(4) : 691~695, 1990.
 10. A. G. Haus and K. Rossmann : X-Ray Sensitometer for Screen-Film Combination Used in Medical Radiology, Radiology, 94 : 673~678, 1970.