

胸部斷層撮影時 被曝線量の 低減에 關한 研究

日本 化學療法研究所

飯野 裕

日本 化學療法研究所 附屬病院 放射線室

李晚求 · 林 太郎 · 石田有治 · 前田美香 · 櫻井達也 · 朴映姬 · 金昌南 · 申東植

Abstract

A Study on Reduction of Exposure Dose in Tomography of the Chest

Yu lino

Institute of Chemotherapy, Japan

Man Koo Lee, Taro Hayashi, Yuji Ishida, Mika Maeda,

Tatsuya Sakurai, Yong Hee Park,

Chang Nam Kim, Tong Sik Shin.

Dept. of Radiotechnology, The Chemotherapy Institute Hospital, Japan

Tomographic examination requires several times of exposure usually, therefore, reduction of radiation dose per exposure without loss of image quality proves of great benefit to patient.

We compared the exposure doses under the following experimental conditions, A and B. A is the combination of SRO 380(rare earth screen) and SRH(high contrast film) with additional Cu filters or without. B is the widely used combination which is BH-III and Cronex-4 without additional filter.

As a result, comparing with the condition B, the condition A with additional filter of Cu 0.15 mm+Al 0.7 mm, Cu 0.4 mm+Al 0.4 mm and Cu 0.8 mm showed better image quality and lower surface dose, 44 %, 31 % and 24 % of the condition B, respectively.

I. 서 론

단층촬영에 관한 연구는 지금까지 많이 이루어지고 있으나 이들 대부분은 기기, 정도에 관한 보고이거나 보상필터를 포함한 화상에 관한 보고가 대부분이며, 피폭선량에 관한 보고¹⁾는

별로 그 예를 볼 수 없었다. 최근에 화상의 디지털화가 이루어지면서 대부분 시설에서 종래의 단층촬영 대신 Computed Tomography를 중요시하고 있어 단층촬영의 대부분은 X선 CT 쪽으로 이행하고 있다. 그러나 일본에서는 대부분의 병원에서 아직도 단층촬영은 질적진단

의 한 분야로서 중요한 위치를 차지하고 있다.

CT, CR의 대표적인 디지털 화상은 아나로그 화상으로는 얻을 수 없는 많은 이점을 지니고 있어 대학병원, 종합병원, 검진센터 등 매일 많은 양의 필름을 소비하는 시설에서는 데이터 관리(filing system, 반송시스템, 공유성 등)를 고려하면 화상의 디지털화는 당연히 추진되어야 하나, 반면에 아나로그화상의 장점을 최대한으로 살려 그 기술을 디지털화상의 연구와 함께 병행하여 이루어지지 않으면 안된다.

저자들은 지금까지 아나로그화상의 화질양상을 피폭선량의 감소와 함께 그 점점을 계속 추구하여 감광재료의 선택과 선질의 선정에 의해 피폭선량을 크게 감소시킬 수 있었다²⁻⁴⁾.

따라서 본 연구는 화상진단에 있어 중요한 위치를 차지하고 있는 조사회수가 많은 단층촬영에 있어서 1회조사시 요하는 피폭선량을 감소시킬 수 있으면 피검자의 이익을 향상시킬 수 있으므로 화질과 피폭을 고려한 촬영조건에 대하여 실험한 결과를 검토하여 그 결과를 보고하고자 한다.

II. 사용기기 및 재료

X선장치 : Shimadzu ED-150 L, HL-5

자동현상기 : Konica SRX-501

농도계 : Eastman, Kodak NDD 400

선량계 : Victoreen 660, Digital type, America

Phantom : Burger's Phantom, 직접제작한 팬텀

증감지 : 化成 Optonics BH-III, Konica SRO-380

필름 : Dupont Cronex 4, Konica SRH

기타 : Acrylite plate, Cu plate, Styrofoam

III. 실험방법 및 결과

경선질을 사용하여 피폭선량을 감소시키기 위하여는 low line contrast일지라도 높은 사진 콘트라스트를 얻을 수 있는 high contrast film이 필요⁵⁾하므로 흉부 routine촬영에 사용되고 있는 SRH film과 SRO 380 screen의 조합(이하 SRH) 및 현재까지 사용해 온 regular 감광재

료인 BH-III와 Cronex 4의 조합(이하 BH)의 양자에 대한 특성곡선을 구하였다.

Fig. 1은 SRC film(흉부측면촬영에 이용)을 포함한 3가지의 특성곡선이다. 이 특성곡선에서 보는 바와 같이 BH의 평균계조도 2.50에 대하여 SRH는 3.57로 높은 값을 나타내기 때문에 line contrast가 저하하여도 BH 이상의 콘트라스트를 얻을 수 있었다. 또한 BH no filter와 SRH no filter, with filter CU 0.15 mm + Al 0.7 mm, Cu 0.4 mm + Al 0.4 mm, Cu 0.8 mm의 각각에 대하여 Al곡선을 구하였다. Fig. 2는 그

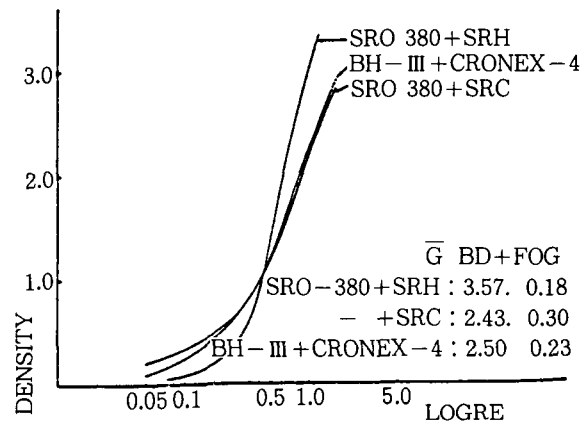


Fig. 1. The characteristic curves of rare earth screen SRO 380+SHR, SRC and CaWO₄ screen BH-III+Cronex No 4.

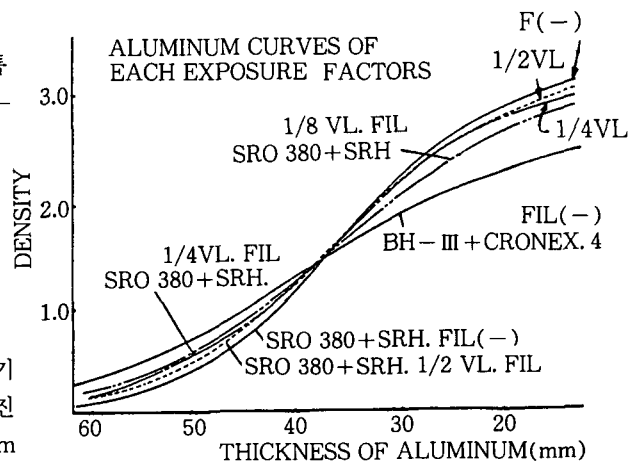


Fig. 2. The aluminum curves of combination of each sensitive materials used each additional filter.

Al곡선으로 이 곡선에서 알 수 있듯이 SRH에 1/8VL, 1/4VL, 1/2VL의 필터를 부가하여 low line contrast의 선질을 사용하여도 BH 곡선보다 횡축과 이루는 각도가 크기 때문에, 단층촬영에서 Cu판을 부가필터로 사용하여도 BH 이상으로 contrast가 유지됨을 알 수 있었다.

1) Burger's phantom image와 Grain chart image의 시각평가

Fig. 3은 시각평가를 하기 위한 실험방법을 나타낸 것이다. Table top에 필름면으로부터 acrylite 4 cm, styrofoam 5 cm, Burger's phantom, styrofoam 5.5 cm, acrylite 4 cm 순으로 놓고 피사체의 두께를 20 cm로 하여 table top으로부터 10 cm 위에 놓은 Burger's phantom을 촬영단면으로 하고 X선관 운동각을 50°로 단층촬영을 실시하였다.

Fig. 4. A, B, C는 그 촬영상의 일례로 A는 BH, B는 SRH, Cu 0.4 mm + Al 0.4 mm filter, C는 SRH Cu 0.8 mm filter의 사진이다.

Fig. 5는 BH, SRH의 각 노출조건에 따른 식별곡선이다. 이 곡선으로부터 알 수 있듯이 BH, SRH Cu 0.8 mm는 높이, 직경이 모두 2.5 mm의 식별에 대해, SRH no filter, CU 0.15 mm + Al 0.7 mm, Cu 0.4 mm + Al 0.4 mm 3가지는 2.0 mm로 그 차는 겨우 0.5 mm 식별치가 향상하였다.

Fig. 6은 Fig. 3의 방법으로 Burger's phantom 위에 rice grain, millet grain을 놓고 촬영

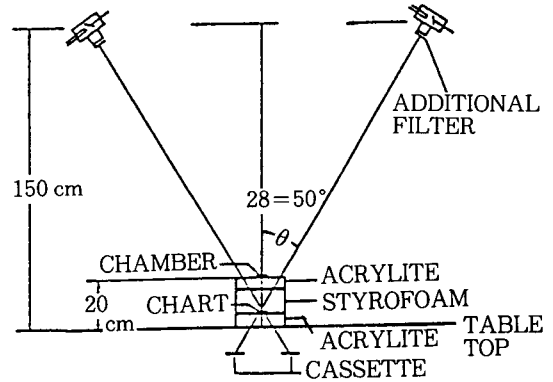


Fig. 3. The schematic illustration of experimental method.

한 단층상이다. 또한 이 단층상의 rice grain, millet grain의 식별을 3단계로 나타낸 것이 Table 1이다. rice grain은 모든 조건에서 식별되었으나, millet grain은 BH에서 식별할 수 없었으며, SRH Cu 0.8 mm에서도 식별이 약간 곤란하였다. 그러나 다른 3가지에 대하여는 뚜렷하게 식별할 수 있었다.

2) 임상예에서의 비교평가

Case 1~5는 피사체 두께 20 cm, 촬영단면 10 cm에서의 BH, SRH에 대한 단층상이다. BH에서는 화면전체의 콘트라스트와 혈관말초부의 음영을 볼 수 있으나, SRH Cu 0.8 mm에서는 혈관말초부의 음영이 다른 3가지에 비해 떨어짐을 알 수 있다.

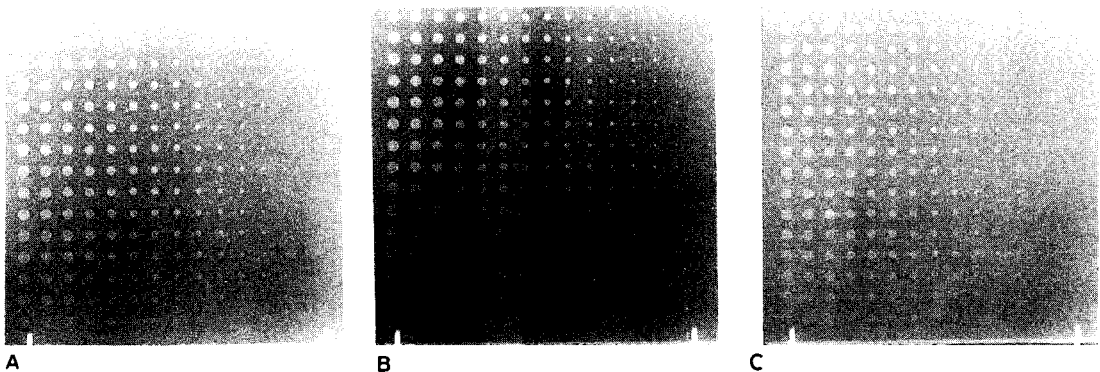


Fig. 4. Tomograms of Burger's phantom

A : BH, B : SRH with Cu 0.4 mm + Al 0.4 mm filter, C : SRH with CU 0.8 mm filter.

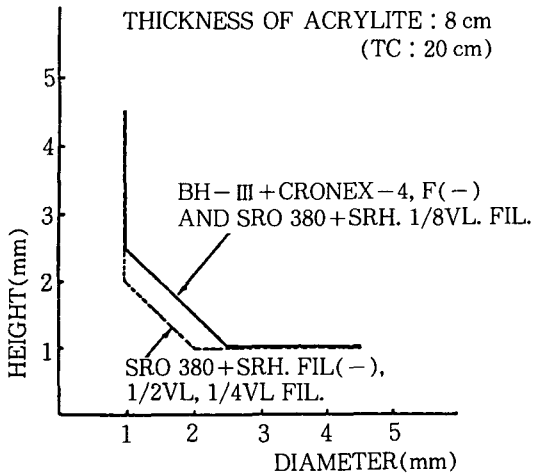


Fig. 5. Discrimination curve of the Burger's phantom by each exposure factors.

3) 각 촬영조건의 표면선량

단층촬영과 같은 피폭선량이 많은 검사는 화질을 일정 수준으로 유지하고 또한 1회조사시 조사 선량을 감소하는 것이 중요하다. 따라서 폐야의 최고농도 1.8이 되는 촬영조건으로 촬영단면 5 cm, 8 cm, 10 cm, 15 cm에 대하여 1회 조사시 표면선량을 측정하였다.

Table 2는 그 측정결과로서 이 표에서 알 수 있듯이 Cu 0.8 mm의 부가필터를 사용하면 BH의 약 24%의 선량으로 BH에 상당하는 이상의 화질을 갖는 사진을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

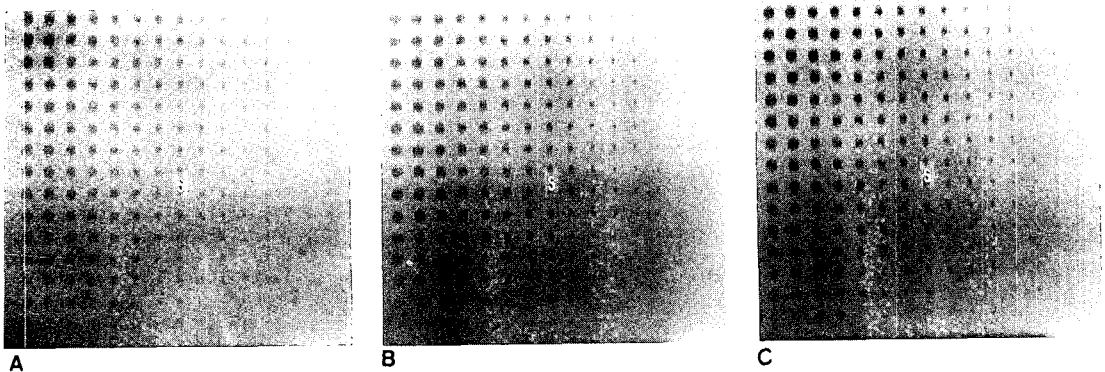


Fig. 6. Tomograms of rice grain and millet grain on the Burger's phantom.

A : BH, B : SRH with Cu 0.4 mm + Al 0.4 mm filter. C : SRH with Cu 0.8 mm filter.

Table 1. Discrimination of rice grain and millet grain on the Burger's phantom.

Thickness of acrylicite : 8 cm (TC : 20 cm)					
Tube voltage	115 kV	86 kV	103 kV	111 kV	121 kV
Additional filter	(-)	(-)	1/2VL	1/4VL	1/8VL
Screen type	BH-III	SRO 380	SRO 380	SRO 380	SRO 380
Film type	Cronex 4	SRH	SRH	SRH	SRH
Rice grain	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Millet grain	(-)	(+)	(+)	(+)	(±)

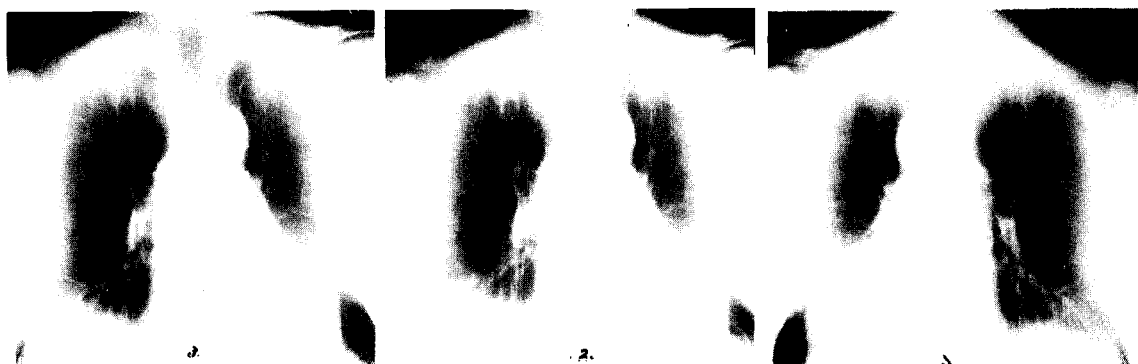
Indication : (+) Be visible 1/2 VL : Cu 0.15 mm + Al 0.7 mm
 (±) Indistinct 1/4 VL : Cu 0.4 mm + Al 0.4 mm
 (-) Be invisible 1/8 VL : Cu 0.8 mm

Table 2. Surface dose in chest tomography for the each exposure factors.

Sensitive materials	Tube voltage(kV)	Additional filter(mm)	Depth from table top			
			5 cm	8 cm	10 cm	15 cm
			μSv	μSv	μSv	μSv
			%	%	%	%
BH- III +Cronex 4	105	Non	903	883	874	839.5
			100	100	100	100
SRO 380 +SRH	95	Non	686	682.5	656.5	645.5
			76	77.3	75	76.8
SRO 380 +SRH	102	Cu 0.15 Al 0.7	400.5	395	381.5	363.5
			44.4	44.7	44	43.3
SRO 380 +SRH	109	Cu 0.4 Al 0.4	287.5	279	271	255
			31.8	31.6	31	30.4
SRO 380 +SRH	120	Cu 0.8	219	212.5	207.5	193
			24	24	24	23

Phantom : acrylite 4 cm + 4 cm + styrofoam 8 cm Thickness of phantom : 20 cm

Maximum density : 1.5~1.8



Case 1. Bh without additional filter.

Case 2. SRH without additional filter.

Case 3. SRH with additional filter of Cu 0.15 mm and Al 0.7 mm.



Case 4. SRH with additional filter of Cu 0.4 mm and Al 0.4 mm.

Case 5. SRH with additional filter of Cu 0.8 mm.

Fig. 7.

IV. 총괄 및 고찰

임상예의 최적농도는 다소의 농도차는 있어도 대부분의 경우가 정해져 있으며, view box의 조도 환경에도 의존하지만 흉부사진에서는 view box의 조도를 약 8000 Lux로 하면 폐야의 최고농도는 1.8 전후로 된다. 필름농도를 1.8로 유지하고 피폭선량을 감소시키기 위하여는 피사체에 입사하는 선량과 필름에 도달하는 선량의 비를 작게하지 않으면 안된다. 즉 선흡수계수치를 작게하기 위하여는 투과력이 큰 경선질(당 병원에서는 HVL Al 8.8 mm 이상)의 X선을 사용하여야 한다. 따라서 경선질의 X선을 사용하므로써 line contrast의 저하를 보충하기 위하여는 high contrast film이 필요하다.

통상, 흉부 routine 촬영에 사용하고 있는 SRH와 단층촬영에 사용하고 있는 BH의 특성곡선을 구하고 Al step을 이용하여 실험하였다. 둘다 평균계조도는 SRH는 3.57인 반면에 BH에서는 2.50으로 낮기 때문에 SRH 사용시에 3 종류의 부가필터를 사용하여 구한 Al curve가 Fig. 2이며, 모든 곡선이 BH 이상의 콘트라스트를 유지하고 있음을 알 수 있다. 이것은 low contrast의 필름을 사용하여 line contrast가 큰 연선으로 촬영하여도 좋은 콘트라스트의 필름은 얻을 수 없으나, high contrast의 필름을 사용하면 line contrast가 낮은 경선질의 X선을 사용하여도 조화된 콘트라스트의 사진을 얻을 수 있는 좋은 예이다⁵⁾.

따라서 Burger's phantom, rice grain, millet grain을 table top으로부터 10 cm 거리에 놓고 단층촬영을 한 사진이 Fig. 4, 6이며, 이에 대한 시각식별 및 평가결과가 fig. 5, Table 1이다. Burger's phantom은 식별곡선에서는 BH, SRH Cu 0.8 mm가 높이 2.5 mm, 직경 2.5 mm로 같은 곡선이었으나 그 밖의 SRH는 높이 2.0 mm, 직경 2.0 mm까지 식별할 수 있으며 BH보다 우수하였다. 또한 rice grain, millet grain의 식별은 rice grain과 같이 큰 입자에 있어서는 전부 식별할 수 있으나, millet grain처럼 작은 입자는 콘트라스트가 낮은 BH에서 식별할 수 없었고, SRH Cu 0.8 mm도 식별이 어려워

졌다. 따라서 Burger's chart 2.5×2.5 mm나 rice grain 정도의 병소인 경우 피폭선량면에서 유리한 SRH Cu 0.8 mm를 사용하는 것이 바람직하다. 한편 2.0×2.0 mm 또한 millet grain과 같은 미세한 음영을 묘출하기 위하여는 SRH no filter나 Cu 0.15 mm+Al 0.7 mm, Cu 0.4 mm+Al 0.4 mm를 사용하는 것이 바람직하다고 생각된다. 여기서 고려해야 할 것은 단층촬영과 같은 정밀검사에서는 목적으로 하는 병소음영을 정확히 묘출시킬 필요가 있으므로 저감도 screen에 저 contrast film을 조합시켜 사용하는 것 보다 고감도 screen에 콘트라스트가 좋은 필름을 병소의 크기나 종류에 맞춰 묘출에 유리한 촬영조건으로 촬영해야 된다고 생각된다.

따라서 phantom 실험결과를 임상예로 실증하기 위하여 피사체 두께 20 cm, 촬영단면 10 cm로 하고 BH, SRH에 대하여 각 조건에서 촬영하였다. Case 1~5는 그 임상예이다. Phantom 실험결과와 마찬가지로 Case 1에서 콘트라스트의 저하가 뚜렷하였으며 Case 5에서는 혈관음영의 말초부의 노출이 다른 3가지에 비해 약간 떨어지고 있음을 알 수 있었다.

Table 2는 일상적으로 당 병원에서 시행하고 있는 단층촬영조건으로 측정한 흉부 두께 20 cm, 촬영단면 5 cm, 8 cm, 15cm에서 1회조사시 표면선량이다. 이 표로부터 알 수 있듯이 사용하는 감광재료, 부가필터의 유무와 두께에서 피검자의 표면선량을 BH를 100 %로 하였을 경우 SRH Cu 0.8 mm는 10 cm에서 24 %, 즉 약 1/4로 감소하기 때문에 피검자의 피폭선량을 고려하면 어느 정도는 정밀한 단층촬영이라고 할 수 있다. 화질우선의 저감도 선에도 type의 증감지를 선정하기 전에 피검자의 연령이나 목적으로 하는 병소의 정도를 고려하여 촬영조건⁷⁾을 결정하여야 한다고 생각된다.

한편 당 병원에서는 평행이동방식의 X선관 운동각 50°의 planigraphy를 사용하고 있기 때문에 촬영단면 5 cm에서 1.34 sec, 8 cm에서 1.32 sec, 10 cm에서 1.30 sec, 15 cm에서 1.22 sec로 촬영단면이 table top으로부터 떨어지므로서 노출이 단축된다. 이와같은 약간의 노출시간 단축은 관전류 조정이 불가능한 본 장치에서는

2~4 kV의 범위로 관전압에 따라 농도조정을 하고 있으나 불선예상의 단층상에 있어서는 육안으로 느낄 정도의 화질의 변화를 미친다고는 생각되지 않으며, 당 병원에서는 오차범위로 처리를 하고 있다.

V. 결 론

단층촬영과 같이 한사람의 피검자에 대하여 조사회수가 많은 검사에서는 1회조사시 피폭선량의 감소를 피하하므로써 피폭선량을 크게 감소시킬 수 있으므로 BH-III+Cronex 4 이상의 화질을 얻을 수 있다. High contrast film과 SRH의 이용은 부가필터의 사용으로 피검자의 이익에 크게 공헌한다.

또한 앞으로 고감도의 감광재료의 조합과 선질에 대해서도 검토하여 피검자 우선의 이익을 추구하고자 한다.

(본 연구에 많은 지도와 협력을 해주신 古野義文 院長, 岩崎望彦 副院長을 비롯하여 醫局의 여러 선생님께 심심한 감사의 뜻을 표합니다)

參 考 文 獻

1. 長畑弘, 山下 - 外: 軟X線斷層撮影法, 日放射學誌, Vol. 28, No.1, 1972.
2. 林太郎 外: 胸部硬線質撮影における 被曝線量の 低減に 關する 研究, Vol. 27, 46~52, 1991.
3. 林太郎 外: 胸部X線撮影の 研究, 化研紀要, Vol. 28, 70~75, 1992.
4. T. Hayashi: A study on filter effect on improvement of chest radiography, Journal of the KSRT, Vol. 7, 24~31, 1984.
5. 高橋信次: X線撮影と 検査の 手びき, p.13, 南山堂, 1961.
6. 總合精度管理事業講義 TEXT, p.27, 全局勞動衛生團體聯合會, 1990.
7. T. Hayashi: Effects of the scattered radiation on image quality and exposure dose in chest radiography, Journal of the KSRT, Vol. 16 (2), 27~38, 1993.