

흉부촬영시 피폭선량과 화질에 관한 조사연구*

(주)동아엑스선기계 방사선기술연구소
이선숙·허준

Abstract

The Study on the Image Quality and Patient Exposure Dose of Chest Radiography in Korea

Sun Sook Lee · Joon Huh

Institute of Radiological Technology, Dong-A X-ray Co., L.T.D.

Recently, general radiography became to variety because of the continuous development of Inverter type generator and ortho chromatic system.

Therefore, we must re-evaluate about patient exposure dose and image quality.

I studied about chest radiography which has frequency among general radiography being used during FEB. to AUG., 1994 over 151 medical facilities from medical facilities that are located in Seoul area.

The result obtained were as follows ;

- 1) The rectification method of the generator were employing mainly single phase full wave in 82.8 %, three phase full wave in 11.26 % and Inverter type in 4.64 % and condenser type is 1.32 %.
- 2) Exposure kV was used below 80 kV in most medical facilities and 21.8 % of the medical facilities was using high tube voltage higher than 120 kV.
- 3) The exposure time was used below the 0.05 sec in 28.4 %, in 29.8 % of the medical facilities used above 0.1 sec.
- 4) The usage frequency of the added filter is 15.3 %, and among them compound filter was used only 4 %.
- 5) Rare earth screen was used in 37.7 %.
- 6) The average skin entrance dose was 0.25 mSv, the range of dose is 0.05~0.79 mSv in each medical facilities.
- 7) The average density of the lung field is 1.76, 0.49 in lung side, 0.30 in mediastinum and 0.37 in heart shadow.

Therefore it is required to improve all of these for increasing image quality and reducing patient exposure dose as soon as possible.

* 1995년 4월 나고야에서 개최된 일본방사선기술학회 학술대회에서 발표되었음.

I. 서 론

방사선 진단 기기의 발전에 따라 의료에서 방사선의 이용은 매년 증가하고 있어 연간 의료피폭선량이 인공 방사선원 중에서 가장 많이 차지하고 있다는 것은 주지의 사실이며 국민의 대부분이 의료방사선에 피폭되고 있다¹⁻³⁾. ICRP(국제방사선방어위원회) 권고 26에서는 “모든 피폭은 경제적·사회적 요인을 고려하면서 합리적으로 달성할 수 있는 데까지 유지하지 않으면 안된다”로 기술되고 있으며 동시에 “기술에 신중한 주의를 기함으로서 의료행위의 가치를 손실하지 않고 선량을 현저하게 경감시킬 수 있다.”고 지적하고 있다⁴⁾. 진단영역에서 X선 피폭에 중추 역할을 하는 기술은 방사선사가 담당하는 촬영기술로서 구체적으로 2개 분야, 즉 촬영방법과 촬영조건이다. 이 중에서도 촬영조건은 인체의 정보를 적정한 사진화상으로 묘사시키기 위한 전제조건으로 관전압과 X선 여과, 관전류, 촬영시간 등의 물리적 제조조건과 촬영거리, 감광재료 등의 화질에 영향을 미치는 기하학적 제조조건이 있다^{5,6)}. 따라서 의료피폭의 저감을 위해서 의료영역의 피폭을 관리하고자 하면 먼저 촬영조건에 관한 기술 확립이 필요하다. 진단촬영 분야에서 환자가 조사 받는 선량은 똑같은 촬영방법에서도 2배로부터 10배, 심지어는 30배 이상의 차이가 있는 것이 보고되고 있다⁷⁻¹⁰⁾. 흉부촬영법은 진단상 그 이용도가 가장 많고 화상의 독영평가 또한 높은 수준에 있다. 의료피폭을 논할 때에는 진단정보가 풍부한 사진이 어떤 조건으로 촬영되고 있는지를 조사하지 않으면 문제해결을 위한 길을 모색할 수 없다고 사료된다.

본 연구는 눈부시게 발전하는 의료방사선 기술분야에서 실시되고 있는 흉부X선 촬영 조건과 피폭선량 및 화질 평가에 관해서 조사검토한 바 있어 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 조사대상 및 방법

1. 조사대상

최근 X선장비의 개발과 감광재료의 발전에

따른 흉부촬영시의 system과 촬영조건, 피폭선량, 화질 등에 대한 실태조사를 위해 1994년 2월부터 9월까지 8개월간에 걸쳐 직접 방문하는 방법으로 조사하였다. 조사대상은 서울시와 경기일원 그리고 대전시와 인접시군에 있는 의료시설 중 151개 의료기관을 대상으로 조사하였으며 대상의료기관의 분포는 Table 1.과 같다.

Table 1. Distribution of studied medical facilities.

Division	No. of medical facilities(%)
General hospital	47 (31.0)
Private clinic	77 (51.0)
Health center	27 (18.0)
Total	151 (100.0)

2. 조사방법

1) 흉부X선 촬영 장치에 대한 조사

흉부 X선 촬영의 전반적인 시스템에 대한 실태를 조사하기 위해 X선발생장치에 대한 전원방식, 장치의 최고 정격, 용량, X선관 초점크기 등에 대해 조사하였다.

2) 흉부X선 촬영 조건에 대한 조사

정상 성인두께 20 cm인 환자의 흉부X선촬영시 사용되는 촬영조건, 즉 관전압과 관전류, 조사시간, 촬영거리 등에 대해 조사하였다. 이때 촬영시 사용한 부가여과판, 격자비, 사용되는 증감지의 종류 및 Film-Screen System의 감도 등에 대해서 조사하였다.

3) 흉부X선 촬영시의 입사선량 측정

흉부X선 촬영시 환자 피부 표면에 입사되는 선량을 측정하기 위해 성인 흉부 두께 20 cm를 기준으로 한 흉부X선촬영조건으로 Rad-check선량계(Model 06-526, Victoreen Inc.)를 놓고 피부면에 입사되는 선량을 3회 반복측정하여 평균치 값으로 하였다. 이때 측정기는 동일 측정기로 151개 의료시설에서 측정하였다 (Fig. 1).

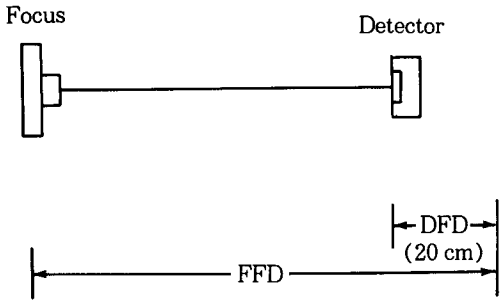


Fig. 1. Measurement of skin entrance dose in chest radiography.

- Focus : X-ray tube
- Detector : Rad-check (Model 06-526, Victoreen Inc.)
- FFD : Focus-Film-Distance
- DFD : Detector-Film-Distance

4) 흉부X선사진의 화질평가

각 의료기관에서 촬영된 흉부X선 사진의 화질을 평가하기 위해 정상 성인의 흉부 두께 20 cm의 촬영 조건으로 촬영된 X선 사진을 의료기관별로 1매씩 수거하여 151개 흉부 X선 사진을 일본결핵협회에서 권장하는 물리적 평가법으로 평가하였다^{11,12)}. 폐야부는 우측 후방 늑골 5번째와 6번째 늑골간의 최고농도부를 측정하였고, 폐 주변부 농도는 우측 전방늑골 4번째와 후방늑골 6번째의 늑골이 중복된 부분의 농도를 측정하였고, 종격부 농도는 기관분기부 바로 밑 부분의 농도, 심음영부 농도는 늑골간의 하행동맥 측근에서 굵은 폐혈관과 겹치지 않는 부분의 농도를 측정하였다. 이 때 농도계는 Konica PDA-81를 사용하였다(Fig. 2).

III. 결 과

1. 흉부X선 촬영장치

1) 정류방식

X선 장치의 정류방식은 X선 출력과 선질에 많은 영향을 미친다. 흉부X선 촬영장치의 정류

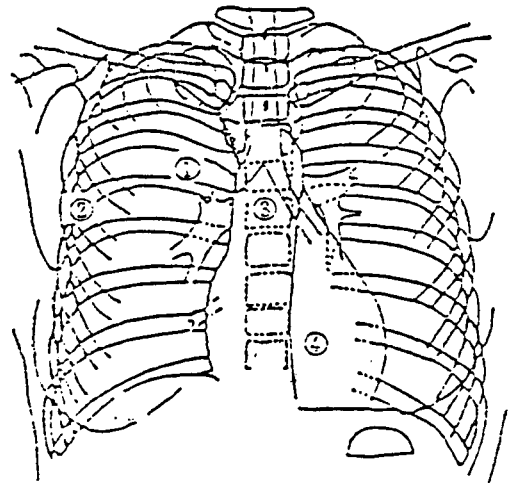


Fig. 2. Measurement point of density in chest radiography.

- ① Lung field : Maximum density region of Rt. lung field of posterior 5~6th rib.
- ② Lung side : Overlapping region of Rt. lung side anterior 4th and posterior 6th rib.
- ③ Mediastinum : Under the region of branch of the bronchus.
- ④ Heart area : Not overlapping region of posterior 10~11th rib by inferior vena cava and artery.

방식을 조사한 결과 단상전파정류 장치가 82.78%, 3상전파정류 장치는 11.26%, Inverter 식 장치는 4.64%를 차지하였으며 Condenser 식 장치는 1.32%로 나타나, 아직은 단상전파정류방식 장치가 많은 비중을 차지하고 있었다(Fig. 3, Table 2).

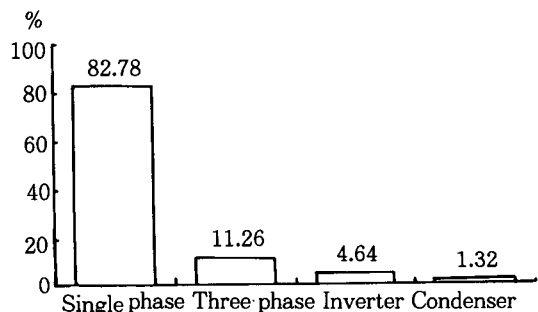


Fig. 3. The distribution of apparatus used for chest radiography

2) 최대관전류

최대관전류정격은 500 mA의 장치가 60.9 %로 가장 많은 비중을 차지하였고, 300 mA의 장치는 9.9 %, 600 mA 장치는 10.6 %, 600 mA 이상은 24.4 %, 300 mA 이하는 14.5 %로 나타났다(Table 2).

3) X선관 초점

X선 발생장치의 초점은 X선관 부하와 선예도에 영향을 미친다. 사용장치의 초점크기를 조사한 결과 소초점은 0.5~1.0 mm, 대초점은 1.0~2.0 mm로 나타났으며, 소초점 1.0 mm 대 초점 2.0 mm를 장착한 장치가 81.5 %이고, 1.0

/2.0 mm 이하의 초점을 장착한 장치는 18.5 %로 나타났다(Table 2).

2. 흉부X선 촬영조건

1) 관전압(kVp)

151개 전체 의료시설에서 흉부X선 촬영시 사용하는 관전압은 70~79 kV가 33.11 %로 가장 많이 사용되고 있었으며, 120 kV 이상의 관전압을 사용하는 시설은 21.85 %에 불과하였고 아직도 80 kV 이하의 관전압을 사용하는 의료시설도 45.04 %로 나타났다(Fig. 4.).

Table 2. The distribution of apparatus used for chest radiography.

Type of X-ray system		No. of medical facilities(%)	
Rectification method and Max. rating of X-ray tube voltage(kV)	Single phase	100 kV	15 (10.0)
		125 kV	55 (36.4)
		150 kV	55 (36.4)
	Three phase	125 kV	3 (2.0)
		150 kV	14 (9.3)
	Inverter		7 (4.6)
	Condenser		2 (1.3)
Max. of tube current(mA)	100		4 (2.6)
	200		1 (0.7)
	250		2 (1.3)
	300		15 (9.9)
	500		92 (60.9)
	600		16 (10.6)
	640		5 (3.3)
	650		2 (1.3)
	800		4 (2.6)
	850		2 (1.3)
	Unknown		8 (5.3)
		계	151 (100.0)
Size of focus(mm)	< 1.0 / 2.0		28 (18.5)
	= 1.0 / 2.0		123 (81.5)
			151 (100.0)

2) 관전류량(mAs)

흉부X선 촬영시 관전류량은 20~29.5 mAs를 사용하는 곳이 23.18 %로 가장 많은 비중을

차지하였고, 1~4.5 mAs를 사용하는 의료시설은 15.23 %에 불과하였으며, 50 mAs 이상을 사용하는 시설도 3.97 %로 나타났다(Fig. 5).

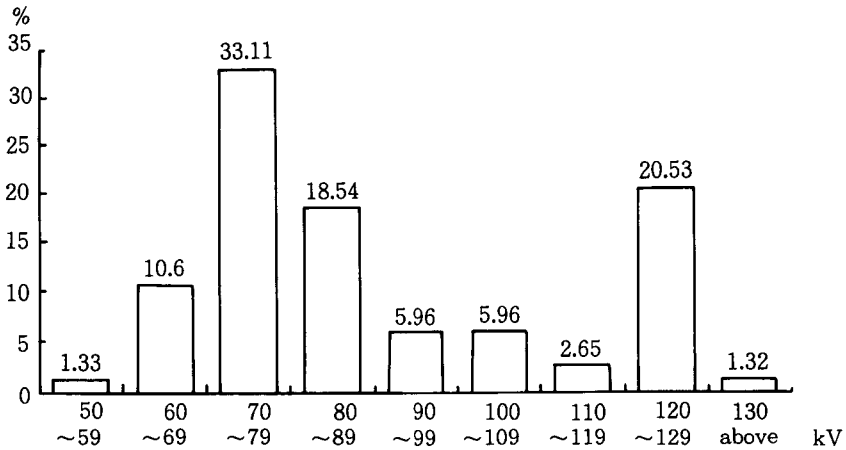


Fig. 4. The distribution of kV used for chest radiography

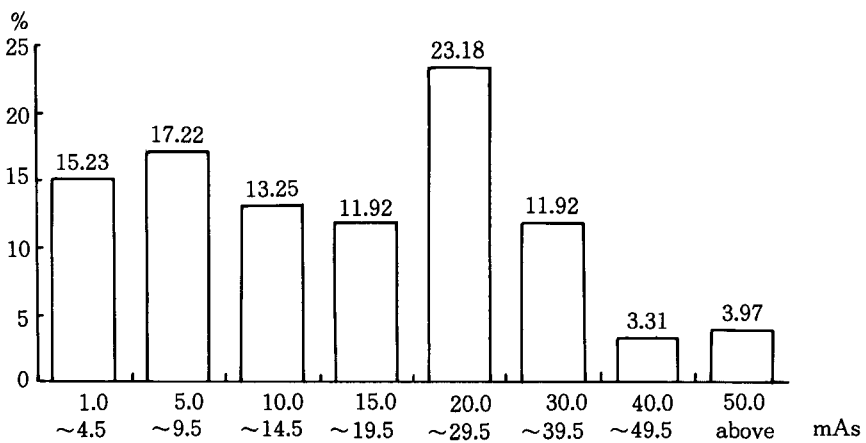


Fig. 5. The distribution of mAs used for chest radiography

3) 조사시간(time)

흉부X선 촬영시 조사시간은 0.05 sec 이하의 단시간을 사용하는 시설이 28.48 %를 나타냈으며 0.05~0.099 sec의 사용이 33.1 %, 0.10 sec 이상으로 촬영하는 곳은 29.8 %로 나타났으며 phototimer를 사용하는 시설은 8.61 %로 나타났다(Fig. 6).

4) 부가여과(Added filter)

X선촬영시 피부입사선량을 줄이고 X선질을 경(硬)하게 하기 위해 사용되는 부가여과판의 사용에 대해 조사한 결과 부가여과판을 사용하는 의료시설은 15.3 %에 불과하였고, 부가여과판의 사용중 Cu 여과판의 사용은 약 3.97 %에 불과하였다(Fig. 7).

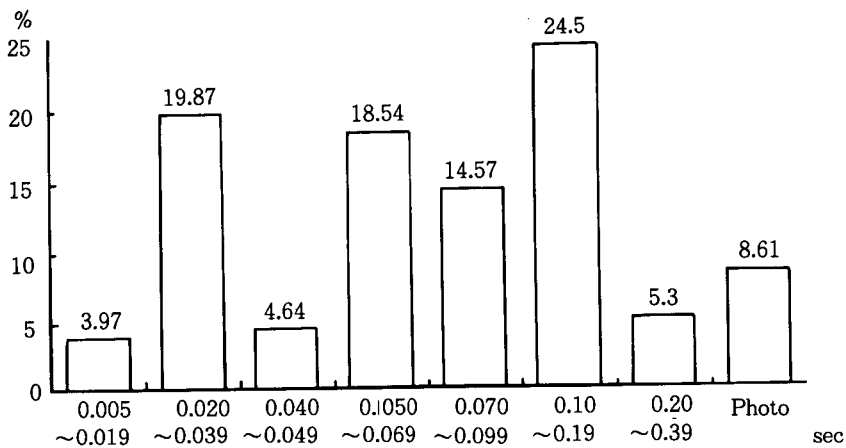


Fig. 6. The distribution of exposure time used for chest radiography

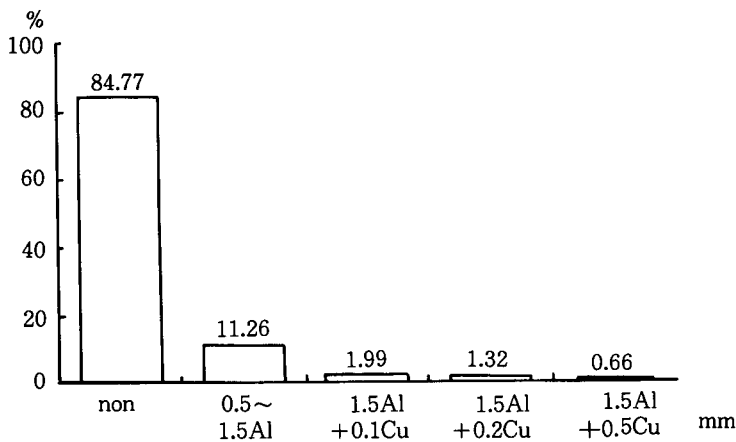


Fig. 7. The distribution of added filter

5) 격자비(Grid Ratio)

흉부X선촬영에 사용되는 격자에 대해 조사한 결과 고정형격자를 사용하는 의료시설이 14.57 %로 나타났고, 이동형격자(Bucky)를 사용하는 시설은 64.90 %, 격자를 사용하지 않고 촬영하는 시설은 20.53 %로 조사되었다. 격자비는 8 : 1 사용이 55.63 %로 가장 많은 비중을 차지하였고 10 : 1 격자는 15.23 %, 12 : 1 격자는 3.97 %를 나타냈다(Table 3).

6) 수광체(受光體)

(1) 증감지(Screen)

증감지는 발광 스펙트럼에 따라 청자색 빛(430 nm)을 발하는 CaWO₄계 증감지와 녹색빛(540 nm)을 발하는 희토류계 증감지로 구분된다. X선사진 감도와 X선사진의 선예도에 영향을 미치는 증감지의 사용실태를 조사한 결과 CaWO₄계를 사용하는 의료시설은 61.59 %이고, 희토류계 증감지를 사용하는 시설은 37.75 %로 나타났으며 미상도 0.66 %로 나타났다(Fig. 8).

Table 3. The distribution of using by grid.

Grid		No. of medical facilities(%)	
Grid type	Bucky	98	(64.90)
	Stationary	22	(14.57)
	Non-grid	31	(20.53)
Grid ratio	6 : 1	3	(1.99)
	8 : 1	84	(55.63)
	10 : 1	23	(15.23)
	12 : 1	6	(3.97)
	Not find	4	(2.65)
	Non-grid	31	(20.53)
	Grid density	23	1
(Lines/cm)	28	1	(0.66)
	34	76	(50.33)
	40	35	(23.18)
	Not find	7	(4.64)
	Non-grid	31	(20.53)
Total		151	(100)

Bucky : moving grid
 Stationary : stationary grid
 Grid ratio : R = h/D(h : height of lead plate, D : distance of lead plate)
 Grid density : Lines/cm

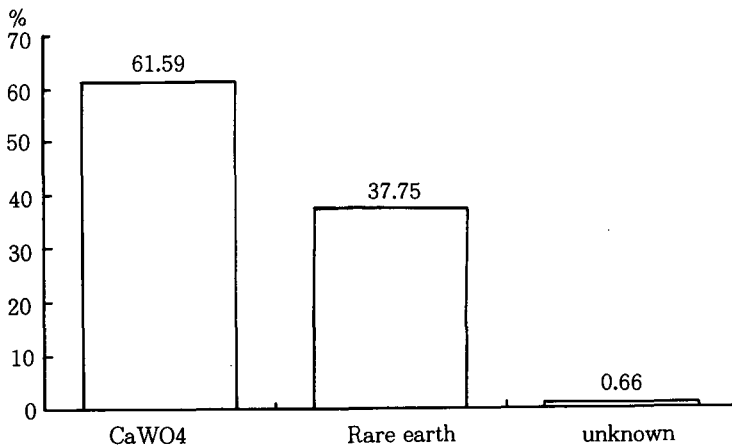


Fig. 8. The distribution of screen used for chest radiography

(2) 필름/증감지 system감도

증감지와 필름연결시 system 감도를 알기 위해 BM-III 증감지와 New-Rx 필름연결시의 감도를 100으로 기준하여 각 의료시설에서 사용되는 system 감도를 산출한 결과 system 감도 200을 사용하는 의료기관은 52.32%로 가장 많은 비중을 차지하였고, system 감도 100을 사용하는 의료시설도 11.26%, system 감도 560의 고감도 system을 사용하는 의료시설은 12.58%로 나타났다(Fig. 9).

3. 환자피부 입사선량

성인 흉부두께 20cm의 촬영조건에서 환자 피부입사선량을 측정한 결과 평균 0.25 mSv로 나타났고 최저 0.05 mSv, 최고 0.79 mSv로 나타나 시설간의 차는 약 16배로 나타났다. 이들 입사선량의 분포는 0.05~0.09 mSv로 나타난 시설은 10.6%, 0.1~0.19 mSv로 나타난 기관은 17.22%, 0.20~0.29 mSv로 나타난 기관은 20.53%, 0.30~0.39 mSv로 나타난 기관은 35.1%, 0.40~0.49 mSv로 나타난 기관은 17.22%, 0.50 mSv 이상도 6.62%였다(Fig. 10).

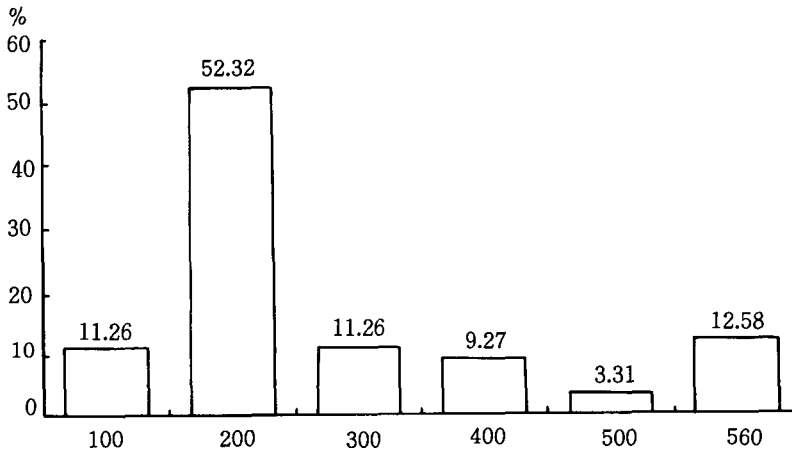


Fig. 9. The distribution of screen and film system

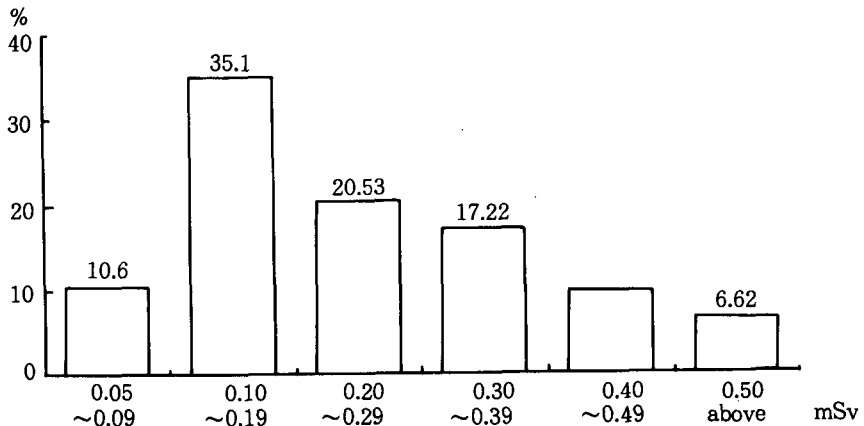


Fig. 10. The distribution of skin entrance dose in chest radiography

Table 4. The density of chest radiograph

Density \ Part	Lung field	Lung side	Mediastinum	Heart shadow
Average	1.76	0.49	0.30	0.37
Min.~Max.	0.85~2.50	0.31~1.10	0.15~0.70	0.18~0.55

4. 흉부X선사진의 화질평가

일본 결핵예방협회에서 권장하는 물리적인 평가법을 이용하여 의료기관별로 임의 추출된 흉부 필름에서 폐야부, 폐야주변부, 종격부, 심장음영부에 대해 농도를 측정한 결과 폐야부의 최고 농도는 평균 1.76, 폐주변부는 0.49, 종격부 그리고 심장부의 평균농도는 각기 0.30, 0.37로 나타나고 있다(Table 4).

V. 고 찰

X선 촬영에서 피폭선량의 경감과 화질 즉 진단정보량의 향상 등은 촬영조건의 선정기술에 따라 크게 변화된다. 흉부의 촬영조건을 결정할 때에 가장 먼저 대두되는 것은 촬영되는 관전압이다. 폐혈관이나 세기관지, 폐야와 심장, 대동맥, 정맥이나 흉부 등이 중복되는 종격부 또는 흉벽이나 횡격막하 등 X선 투과율이 틀리는 흉부 전체 영역을 단 1회의 조사로서 적절한 대조도와 선예도의 화상으로 묘사시켜야 하는 것이 흉부 단순X선 촬영의 가장 큰 과제이다^{7,11,13}. 흉부전용의 필름을 사용하거나 또는 관전압을 130~140 kV로 올려 촬영함으로써 농도범위를 압축시킬 수 있어 논의의 대상이 될 수 있으나 실제로 폐야내 미세구조의 선예도가 저하될 수 있고 종격부에서는 폐나 종격 경계선이 불분명할 때도 있다. 따라서 양자를 병용하는 것도 합리적이라 하겠다¹⁴. 그렇게 함으로써 흉부 전체의 유효 가검영역 농도가 되는 0.4~1.8까지로 압축시킬 수 있다. 실지 흉부전용의 C-type 필름을 사용하면 관전압을 80 kV, 관용도형의 L-type 필름을 사용하면 120 kV, G-type을 사용하면 140 kV 정

도의 관전압을 사용해야 폐야와 종격부간의 적절한 대조도를 유지할 수 있다^{11,15,16}. 그러나 실지 C-type 필름은 극히 일부에서 사용되고 있으며 촬영되고 있는 관전압 또한 80 kV 이하가 대부분이고 관전압 120 kV 이상은 약 22%에 불과하였다. 그 성적은 몇년 전의 보고에 비하면 많이 개선되고 있었으나 일본 등에서는 거의 대부분이 관전압 120~140 kV를 사용하고 있다. 필름은 Ortho type의 보급으로 화질을 향상시키고 있으며 각 회사마다 보통감도에서 특성곡선이 틀리는 4종류의 필름이 판매되고 있으나 흉부용에 대해서는 앞으로 급격한 변화가 있을 것으로 사료된다^{17,18}. 흉부 X선 사진의 농도 평가는 Table 4와 같이 폐야 농도는 1.6~1.8 사이를 유지하고 있으나 종격부와 심장음영의 농도가 각각 0.3과 0.37로서 식별할 수 있는 인지능에 달하지 못하고 있어 전체적으로 진단능이 저하되고 있었다. 김¹¹ 등에 의하면 진단가치가 높은 사진일수록 폐야의 농도를 유지하면서 종격부와 심장음영의 농도는 상승되어 관용도가 크게 나타났다. 이를 개선하기 위한 조치로서 부가여과판의 사용이 요구되나 이것 역시 부진한 상태이며 특히 구리판을 부가시키고 있는 곳은 4%에 불과하였으며 대부분이 고유여과판만으로 사용하고 있었다. 심장박동에 의한 불선예도를 피하기 위해서 단시간 촬영이 요망된다. 폐야내에서는 그리 크게 문제되지 않으나 조사시간이 길어지면 심장 주변부에서는 심장박동에 따라 화질이 저하된다. 불선예도를 육안의 시력으로 인식할 수 있는 한계인 0.2~0.3 mm 이하로 억제하기 위해서는 1/250 sec 이하의 촬영시간이 필요하다⁹ 실지 단시간촬영은 0.05 sec 이하가 요구되며 의식이 없는 상태에서는 0.001 sec가 요구된다. X선장치의 전원방식에 따라 X선출력이 증대되므로

단시간 촬영을 하기 위해서는 3상 장치와 Inverter장치를 사용해야 한다. 이 두 장치는 단상장치보다 단시간 조사가 가능하며 10 msec 이하의 단시간 영역에서의 신뢰성은 3상보다도 Inverter장치가 큰 관계로 그 이용도는 증대되고 있으나 아직은 부진한 상태에 있다^{20, 21)}. 그러나 실지 이에 합당한 촬영시간으로 촬영되는 의료시설은 약 30%에 불과하였으며 0.1 sec 이상의 긴 시간으로 촬영되고 있는 의료시설도 약 30%나 있어 선예도의 저하는 면할 길이 없었다. 사용되는 X선관 초점은 미소화되어 1.0 mm 이하를 사용하고 있는 경향이아 아직 이에 따르지 못하고 있었다. 본 조사에서 가장 많이 이용되고 있는 2.0 mm 초점은 점차 소초점으로 감소되고 있다. 피폭선량에 관계되는 인자들은 관전압, 격자, 증감지, 여과판 등 많이 있다. 흉부는 골수선량에 기여하는 흉골, 늑골 등이 포함되고 있어 선량경감을 위해 노력해야 한다. 관전압은 50 kV부터 150 kV까지 광범위하게 이용되고 있으며, 피폭선량영역도 현재까지 광범위하게 나타나 0.05~0.79 mSv로 나타났으며 0.1~0.29 mSv가 가장 많이 차지하고 있었다. 그러나 0.05~0.09 mSv인 저피폭선량영역도 1991년 許 등 조사에 비하면 현저하게 개선되고 있는 것을 알 수 있었다. 그러나 병·의원군은 종합병원이나 보건소군에 따르지 못하고 있어 개선이 요구된다. 흉부촬영에서 산란선은 대조도를 저하시키는 원인이 되기 때문에 피사체 두께와 관전압에 따라 적절한 격자를 연결하여 사용하지 않으면 산란선 함유율이 증가되어 화질이 저하된다^{14, 22)}. 그러나 격자를 사용하면 촬영조건은 증대되고 피사체의 피폭선량은 증가된다. 일반적으로 격자에 의해서 노출량이 증가되는 것을 나타내는 지표로서 노출배수가 쓰여지고 있다. 노출배수는 격자비가 높고 조사야가 크고 저관전압일수록 크게 되는 여러 가지 인자가 있어 그 선정에 신중을 기해야 한다. 격자의 이용실태는 고관전압촬영이 일반화됨에 따라 선진 각국에서의 사용은 98%로 되고 있으며 이동식에서 고정식으로 변화되고²³⁾ 주로 10:1 격자가 많이 사용되고 있는데 반해서 본 조사에서는 non-grid로 촬영되

는 시설이 20.5%이고 8:1 격자의 사용이 56.6% 차지하고 있다. 이는 아직 저관전압으로 촬영하는 곳이 반수 이상 있다는 것과 연결되며 한편 저관전압 촬영에서 격자비가 높은 격자를 연결시켜 촬영하고 있어 피폭선량만 증대시키는 결과를 초래하고 있다. 피폭선량을 경감하기 위해서 증감지의 선택은 중요한 역할을 한다¹⁸⁾. 증감지는 희토류계 형광체가 이용되기 시작한 1974년 경부터 급격하게 발전보급되어 CaWO₄계 system에서 Rare earth system으로 변환되고 있으며 1984년에 이미 미국에서 60%, 유럽 10~40%, 일본에서는 약 40%를 차지하고 있으나 石川^{17, 18)}의 조사에 따르면 67%로 그 이용도는 증가되고 있었다²³⁾. 본 연구에서도 종합병원에서의 이용도는 56.6%로 많이 증대되고 있으나 전체적으로는 37.7%에 불과하다. Screen-film system 감도의 사용실태는 대부분이 200으로 감도보다는 선예도에 중점을 두고 있다는 것을 알 수 있다. 특히 희토류계 증감지는 관전압특성이 있어 관전압이 높아지면 그 효율은 증대되어 피폭선량경감에 기여하고 있을 뿐 아니라 crossover cut 기술의 발달로 선예도 향상뿐만 아니라 입상성을 증시하는 방향으로 발전되고 있어 그 이용은 증대될 것으로 기대된다. 실지 관전압을 120 kV 이상으로 촬영하고 있는 시설은 21.5%를 차지하고 있으나 구리여과판을 부가하는 시설은 4%에 불과하여 부과여과판의 이용에 따르는 화질의 향상과 피폭선량경감에 대한 재 인식이 요망된다. 피폭선량 경감에 key point를 가지고 있는 것은 방사선사로 기술적 인자를 구사하는 데는 화상에 관한 지식이 필요하며 화질에 관한 사고방식을 확립함으로써 촬영기술의 최적화와 선량 경감을 이룰 수 있을 것이다. 따라서 방사선사는 화상의 지식과 평가시스템을 정착화하여 진단정보량이 보다 풍부하면서 환자 피폭의 저하에 기여하여야 할 것이다.

V. 결 론

흉부 X선 촬영실태를 조사한 결과 아직까지 단상전과정류장치가 주류를 차지하고 있으며

촬영되는 관전압은 대부분의 시설에서 저관전압을 사용하고 있어 촬영시간이 길어져서 화질을 저하시키고 환자 피폭선량을 증대시키고 있었다. 이를 개선시키기 위해서 수광계의 개선을 위시하여 촬영조건외 합리적인 설정 방법과 화질 및 피폭선량의 평가제도를 도입, 실시해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 日本保健物理學會, 日本アイソトープ協會 編: 新 放射線の人體への影響. 日本アイソトープ協會, 1993.
2. 伸尾次 政剛: 醫療被曝と放射線防護. 財團法人 結核豫防會, 1992.
3. 허 준: 올바르게 이용할 수 있는 방사선의 기초지식. 신광출판사, 1990.
4. 日本アイソトープ協會 編: ICRP Publ. 26 國際放射線防護 委員會 勸告, 1977.
5. 田中文也, 小林 守, 近藤 榮, 桶野伸一, 岡一彦, 松崎千佐子, 加藤三千夫, 福良二: 醫療被曝の管理・低減はなぜ必要か—診斷領域における被曝低減の研究. コニカ X-レイ寫眞研究, 192: 166~169, 1989.
6. 許 俊: 放射線像情報學, 新光出版社, 1993.
7. 石坂正綱, 遠藤莘一: 胸部X線直接撮影條建における調査研究. 日本放射線技術學會雜誌, 31(11): 25~31, 1984.
8. 허 준: X선 진단에 있어서 환자피폭선량의 경감에 대한 연구. 고려의기대잡지, 5(1): 25~31, 1974.
9. 허 준, 김성수, 박준철: 흉부 X선 촬영조건에 따르는 의료 피폭에 관한 조사연구. 대한방사선기술학회지, 15(1): 79~87, 1992.
10. 김창균: 복부단순 X선 검사시 피검자의 피폭선량에 대한 연구. 대한방사선기술학회지, 17(1): 49~54, 1994.
11. 김성수, 황종선, 이강복, 최정원, 이인자, 이선숙, 허 준: 시각평가법과 농도측정법에 따른 흉부 X선 사진의 검토. 대한방사선기술학회지, 16(1): 81~87, 1993.
12. 神奈川縣 放射線技師會: 胸部X線 寫眞 最的化. (社)神奈川縣 放射線技師會, 1992.
13. 허 준: 흉부의 단순 X선 촬영기술. 화상연구, 2(1), 1994.
14. 大塚昭義: X線検査における患者被曝低減の技術的研究. 日本放射線技術學會雜誌, 39(5): 760~780, 1980.
15. 허 준, 김창균, 강홍석, 이인자: Fuji 희토류증감지와 정색성필름에 관한 검토. 대한방사선기술학회지, 9(1): 83~87, 1986.
16. 유병현: 흉부 X선 촬영시 부가여과 사용에 따른 선량과 선질에 관한 연구. 연세대 보건대학원 석사논문, 1986.
17. 허 준: 희토류증감지와 필름에 대한 평가. 한국방사선기술연구회지, 4(1): 3~7, 1981.
18. 허 준: 필름-증감지계의 현황과 미래. 대한방사선기술학회지, 13(2): 67~75, 1990.
19. 허 준: 흉부의 단순 X선 촬영기술, 화상연구 2(1): 38~47, 1994.
20. 김학성, 허 준 外: Inverter식 X선 장치의 성능실험, 화상연구 2(3): 27~35, 1994.
21. 李善淑, 許 俊 外: Inverter X線裝置의 臨床應用, 대한방사선기술학회지, 15(1): 107~113, 1992.
22. 윤철호: X선촬영시 피사체 두께에 따른 격자비 선정에 관한 연구. 연세대 보건대학원 석사논문, 1982.
23. 石川光雄, 神宮司 公二, 江川 俊莘: 小兒 X線 撮影實態 調査. 日本放射線技術學會雜誌, 50(7): 806~816, 1994.
24. 日本放射線技術學會 東京剖會 X線裝置 研究會: 진단용 X선 장치 アンケート調査報告. 日本放射線技術學會雜誌, 50(7): 817~842, 1994.