

흉부 디지털 방사선 촬영 시 C-D phantom을 이용한 촬영조건에 따른 영상 평가

— Evaluation of Image According to Exposure Conditions using Contrast-Detail Phantom for Chest Digital Radiography —

동남보건대학 방사선과 · 고려대학교 보건과학대학 방사선학과¹⁾ · 고려대학교 구로병원 영상의학과²⁾

이인자 · 김유현¹⁾ · 김창남²⁾ · 이창엽²⁾ · 박계연²⁾

— 국문초록 —

흉부 DR 촬영 시 적당한 촬영조건을 알아보기 위해 C-D phantom을 이용한 영상의 평가를 식별능과 입상성 및 선량의 관계로 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 환자 입사선량(ESE)은 관전압이 증가됨에 따라 감소되었다.
2. 노출조건 중 관전압 변화에 따른 C-D phantom의 식별능은 110 kVp에서 가장 잘 보이는 것으로 나타났다.
3. 노출비(mAs) 변화에 따른 식별능은 낮은 노출비(0.5배)에서는 90 kVp에서 가장 잘 보였으며, 노출비가 (1.5배)인 경우 110 kVp에서 가장 잘 보임을 알 수 있었고, 노출을 많이 했을 때가 식별이 잘 됨을 알 수 있었다.
4. 관전압 110 kVp에서 노출비에 따른 입상성은 1.5배일 때가 가장 좋으며, 노출비 1.5배일 때 관전압 변화 시 입상성은 110 kVp일 때가 가장 좋다.

따라서 환자의 피폭선량(Detector에 입사되는 선량은 동일)은 kVp 증가 시 작으며, 적당한 kVp는 110, 선량비는 1.0배에 비해 1.5배로 양을 많이 주었을 때가 식별이 잘 되었고, 입상성 또한 노출비가 1.5배일 때 좋으며 관전압은 110 kVp일 때가 좋았다. 그러나 노출비를 많이 주면 환자가 받는 선량이 증가됨으로 본 연구에 의하면, 노출조건을 신중히 설정하여야 할 것이다.

중심 단어: C-D phantom, ESE, EDD, 노출비, 식별능, 입상성

I. 서 론

1895년 X선이 발견된 이후 약 100여 년이 지나면서 방사선은 의학발전에 큰 공헌을 하였다. 최근에는 첨단방사선의료기기의 사용인 Digital Radiography 등 새로운 영상기술의 도입으로 방사선 피폭환경도 급격히 변화되고 있다. 현대 의료 사회의 가장 큰 변화는 국민의 삶의 질 향상에 따라 노령인구의 증가와 5대암 검진이라는 변화로

*접수일(2009년 1월 29일), 심사일(2009년 2월 6일), 확정일(2009년 2월 26일)

- 본 연구는 2008년도 교육과학기술부 특성화프로그램의 국고재정지원 연구비에 의하여 수행된 것임.

책임저자: 이인자, (440-714) 경기도 수원시 장안구 정자동 937번지
동남보건대학 방사선과
TEL: 031-249-6405, FAX: 031-249-6400
E-mail: ijlee@dongnam.ac.kr

건강검진의 횟수가 증가되고 있으므로 영상의학과와 촬영 검사횟수가 증가된다는 것이다. 또한 대학종합병원을 비롯한 준 종합병원까지 DR system으로 바뀌어 지고 있으며 유방촬영조차도 S/F System 보다 DR System으로 바뀌는 율이 증가되고 있는 실태이다¹⁾. 그로인해 환자의 촬영검사횟수는 증가되는 추세이며, 또한 촬영환자수당 조사되는 방사선의 양 또한 증가되고 있다.

UN방사선영향과학위원회의 보고에 의하면 전 세계적으로 X선 검사횟수가 1990-1995년에는 19억 회이며, 그러나 환자가 받는 방사선의 선량은 X선 검사종류, 각 국가 및 각 의료기관에 따라 10-20배의 큰 차이를 보인다고 보고하였다²⁾. 인공 방사선에 의한 피폭은 약 15% 정도, 이중 80-90%가 의료피폭이며, 흉부X선 검사는 일반 X선 검사 중 가장 횟수가 많은 검사로서 전체 방사선검사의 30-60%를 차지하고 있다고 한다. 특히 흉부 촬영시 의료기관별 환자표면 방사선의 양을 보면, 전문종합병원은 0.37 mGy, 종합병원 0.28 mGy, 병원 0.26 mGy, 의원 0.27 mGy이며, 영상획득방법에 의한 환자선량을 보면, DR 0.32 mGy, CR 0.37 mGy, Film/screen 0.18 mGy으로 보고하고 있다³⁾. 따라서 국내에서도 피폭선량경감을 위해서 많은 연구와 보고가 되고 있다^{4,5)}. 본 연구에서는 흉부 DR 촬영장치를 이용하여 120 kVp가 적당하다는 보고도 있지만⁶⁾, 전문종합병원이나 종합병원에서 사용되고 있는 DR System의 chest에 사용되고 있는 에너지는 114 kVp 또는 117 kVp라고 보고된 결과도 있어서 방사선사 측면에서 육안으로 식별이 잘되는 가장 적당한 관전압 및 노출량을 알아보기 위해 관전압(kVp)와 노출조건(mAs)을 변화시키면서 Detector에 입사되는 선량을 1.1~1.3 mR으로 고정시키며⁵⁾ Contrast - Detail phantom을 이용하여 영상의 화질을 평가(식별능 및 입상성)하였고, 선량과의 관계도 ESE(Entrance Skin Exposure)와 EDD(Entrance Detector Dose)를 측정하였기에 보고하는 바이다.

II. 사용기기 및 재료

1. X선 발생장치 : Verocity : DHF-155H II (HITACHI Co.)

- 필터 : 2.5 mmAl+0.5 mmAl+0.05 mmCu
- Grid : 12:1
- Detector : BaFx : Eu²⁺

2. 선량계 : Fluke Victoreen NERO mAx

3. phantom :

- ① Contrast - Detail phantom (Model 05041)
- ② Acryl phantom : 8 cm

4. 판독용 Monitor : Model MFG5421 BarCo Co, (밝기 : 500 cd/m²)

III. 실험방법

1. 입사되는 선량측정

C-D phantom에 의한 식별능을 노출조건에 따라 식별능을 위해 관전압을 80, 90, 100, 110, 120 kVp로 변화시키고 각 kVp에서 노출비 1.0시 Detector에 입사되는 선량의 범위는 1.1~1.3 mR이 되는 mAs을 찾았으며, 환자표면에 입사되는 선량(Fluke)도 측정하였다. 환자 대용 phantom은 8 cm Acryl을 사용하였으며 Acryl phantom의 중앙에 C-D phantom을 삽입하여 사용하였다.

2. 노출조건에 따른 C-D phantom의 식별능 변화

Detector에 입사되는 선량(1.1~1.3 mR)을 기준 1.0으로 하여 80~120 kVp에서 mAs량을 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0배로 변화시키면서 C-D phantom을 촬영하여 현재 5년 이상 영상의학과에 근무 중인 7명의 방사선사가 판독용 Monitor(BaCo Co.)의 밝기를 500 cd/m², 판독실의 밝기를 5.0 lux로 하여 동일 조건으로 판독하였다.

모든 관전압에서 노출비 변화에 따른 식별능과 노출비 0.5, 1.0, 1.5배에서 관전압별 식별능을 보았다.

3. 입상성 변화 관찰

1) 관전압 변화에 따른 입상성을 알아보기 위해 노출비 1.5에서 80~120 kVp까지 관전압 변화에 따른 C-D phantom을 촬영한 영상을 1,500배 확대하여 경계면에서의 입상성을 관찰하였다.

2) 관전압 110 kVp에서 노출비를 0.5, 1.0, 1.5배에서 1,500배 확대한 영상의 입상성을 시각적으로 관찰하였다.

IV. 결 과

1. 선량측정

관전압 변화에 따른 영상의 농도를 균일하게 하기위해 Detector에 입사되는 선량을 1.1~1.3 mR으로 고정 했을 때 환자 입사선량은 80 kVp시 18.1 mR에서 120 kVp 10.5 mR으로 관전압이 증가하면 ESE(Entrance Skin Exposure)는 줄어들고 있었으나, EDD(Entrance Detector Dose)는 Table 1에서와 같이 큰 차이가 없었다(Table 1 참조).

2. 노출비에 따른 C-D phantom의 식별능 변화

1) 관전압에 따른 식별능 변화

관전압 변화에 따른 C-D phantom 영상의 식별능은 Table 2와 같으며, 그 경향 Fig. 1에서와 같다. 각 관전

Table 1. Measurement of ESE and EDD

Exposure Ratio	kVp	Entrance Skin Exposure (mR)	Entrance Detector Dose(mR)
1.0	80	18.1	1.2(12.0mAs)
	90	16.3	1.3(8.0mAs)
	100	13.8	1.2(5.0mAs)
	110	12.9	1.3(4.0mAs)
	120	10.5	1.2(2.5mAs)

압에서 노출비가 0.5배에서 2.0배로 mAs량을 증가시킬 때 식별이 잘되며, 특히 1.5배, 2.0배일 때 식별이 잘 되는 것을 알 수 있다. 특히 80 kVp시에는 노출비가 2.0배일 때 월등히 식별이 잘 되었으며, 노출비가 작을수록 모든 kVp에서 식별이 잘 안되었다. 특히 110 kVp와 120 kVp에서 노출비 1.5배일 때 식별이 잘 되는 것으로 나타났다.

Table 2. Evaluation of C-D phantom Image according to Exposure Condition.

(unit ; mm)

kVp	Depth(mm) Ratio	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	2.0	2.5	3.2	4.0	5.0	6.3	8.0
		80	0.50			8.0	4.0	3.2	2.0	1.3	1.0	1.0	0.8	0.8	0.6	0.6
	0.75	8.0	8.0	6.3	4.0	3.2	2.5	1.6	1.3	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	1.00		8.0	6.3	5.0	3.2	2.0	1.6	1.3	1.0	1.0	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4
	1.50	8.0	8.0	6.3	4.0	3.2	2.5	1.3	1.3	1.0	1.0	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4
	2.00	8.0	5.0	3.2	2.5	1.6	1.3	1.0	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
90	0.50			8.0	5.0	2.5	2.0	1.3	1.3	1.0	1.0	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4
	0.75			6.3	3.2	2.5	1.6	1.6	1.0	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	1.00		8.0	6.3	3.2	2.5	2.0	1.6	1.0	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	1.50			6.3	4.0	2.5	2.0	1.3	1.3	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	2.00		8.0	6.3	4.0	2.5	2.0	1.3	1.0	0.8	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3
100	0.50			8.0	5.0	4.0	2.5	1.6	1.3	1.3	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4
	0.75			8.0	6.3	2.5	1.6	1.3	1.3	1.0	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4
	1.00			8.0	5.0	3.2	2.5	1.6	1.3	1.3	0.8	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4
	1.50		8.0	6.3	4.0	2.0	1.3	1.3	1.3	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3
	2.00			5.0	5.0	1.6	1.3	1.3	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
110	0.50			8.0	6.3	4.0	2.0	1.6	1.6	1.0	1.0	0.8	0.8	0.6	0.4	0.4
	0.75			8.0	4.0	2.5	2.0	1.3	1.3	1.0	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4
	1.00		8.0	6.3	5.0	2.5	2.0	1.3	1.0	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	1.50		8.0	6.3	3.2	1.6	1.3	1.3	1.0	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3
	2.00		8.0	6.3	3.2	2.5	1.6	1.3	1.0	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
120	0.50			8.0	6.3	5.0	4.0	2.5	1.6	1.3	1.0	1.0	0.6	0.6	0.5	0.4
	0.75			8.0	5.0	4.0	2.5	1.6	1.3	1.3	1.0	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4
	1.00		8.0	6.3	5.0	3.2	2.0	1.3	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4
	1.50		8.0	6.3	3.2	2.0	2.0	1.3	1.0	0.8	0.8	0.5	0.6	0.5	0.4	0.4
	2.00		8.0	6.3	4.0	3.2	2.0	1.3	1.3	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4

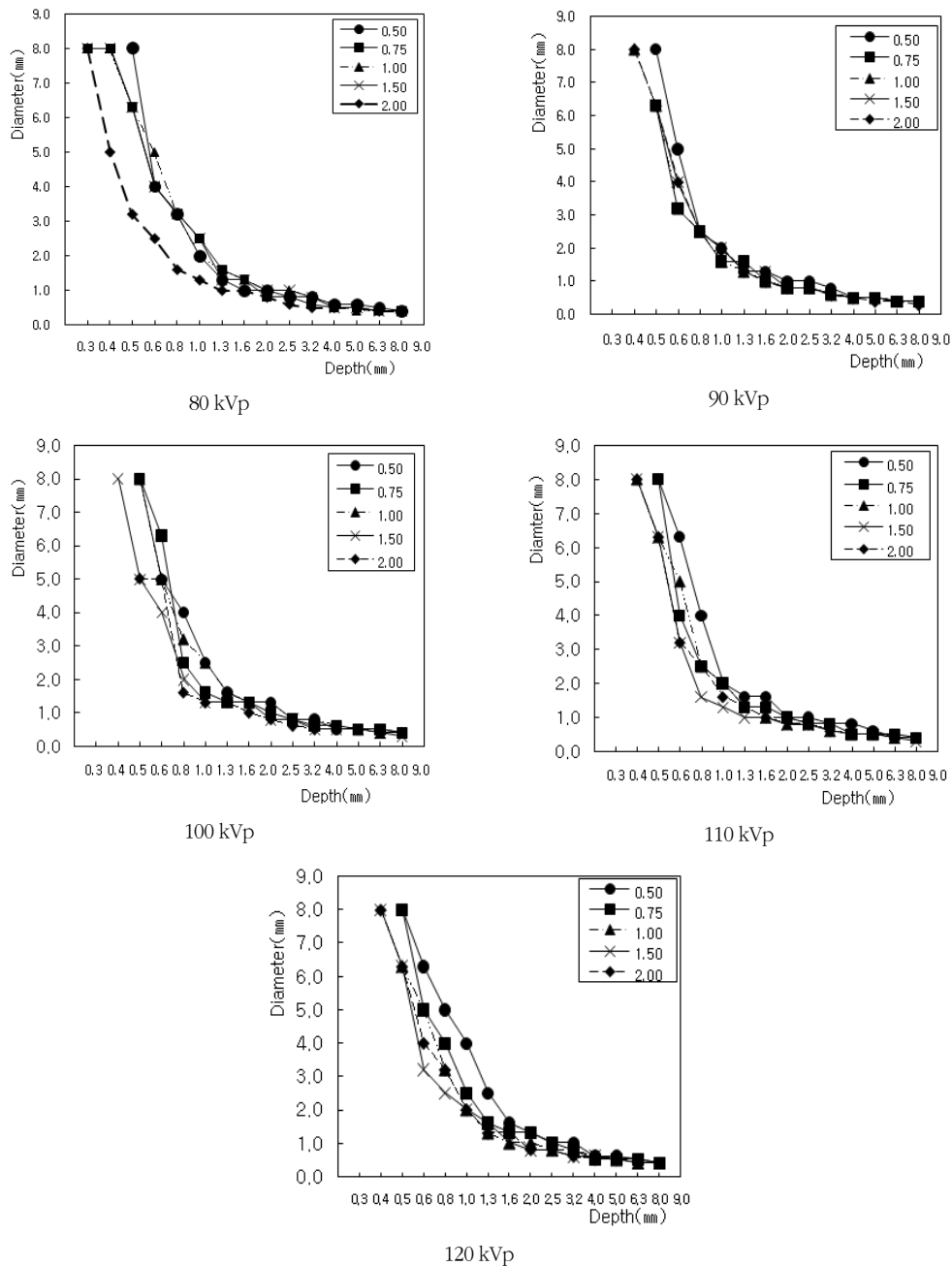


Fig. 1. C-D Curve of according to tube voltage

2) 노출비에 따른 식별능 변화

노출비 변화 시 C-D phantom의 식별능을 그래프로 그려보면 Fig. 2와 같다. 노출비가 0.5배일 때 가장 식별이 잘되는 관전압은 80~90 kVp이며 노출비가 1.0배일 때와 노출비 1.5배일 때 식별이 잘되는 관전압은 110 kVp로 나타났다(Fig. 2 참조).

3. 입상성의 변화

1) 관전압 변화에 따른 입상성 변화관찰

노출배수 1.5배일 때 관전압 별 영상을 동일한 monitor에서 확대율 1,500배로 확대하여 보았더니 Fig. 3과 같다. Fig. 3에 의하면 큰 차이는 아니지만 110 kVp 또는 120 kVp의 영상이 입상성이 좋은 것으로 나타났다(Fig. 3 참조).

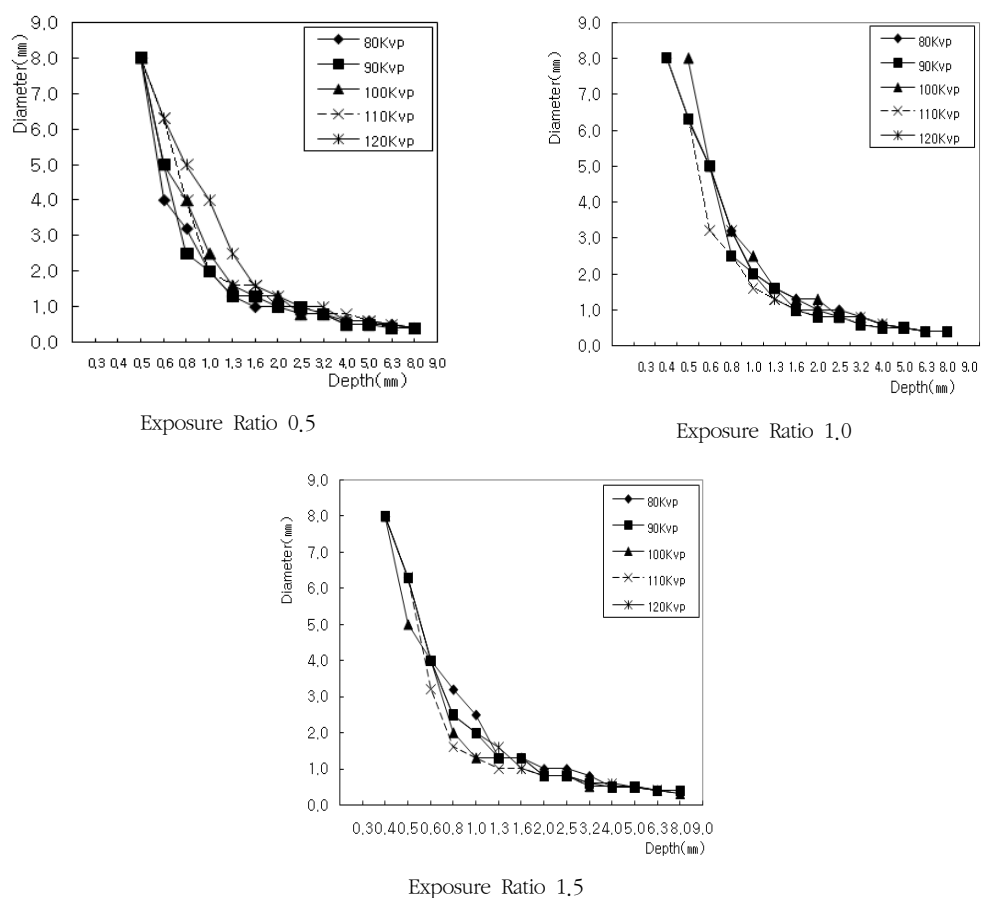


Fig. 2. C-D Curve of according to Exposure Ratio

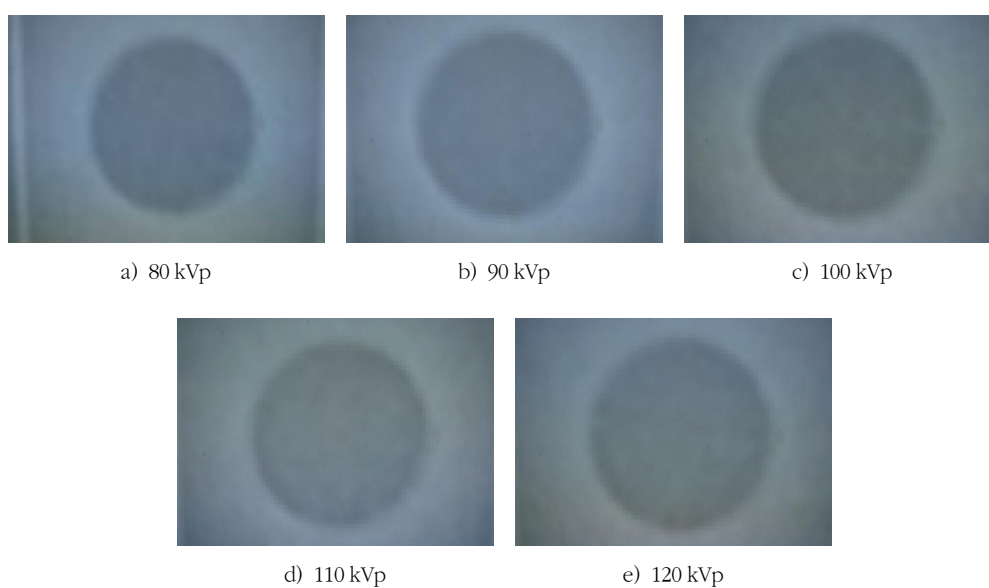


Fig. 3. Graininess according to tube voltage (fixed exposure ratio 1.5)

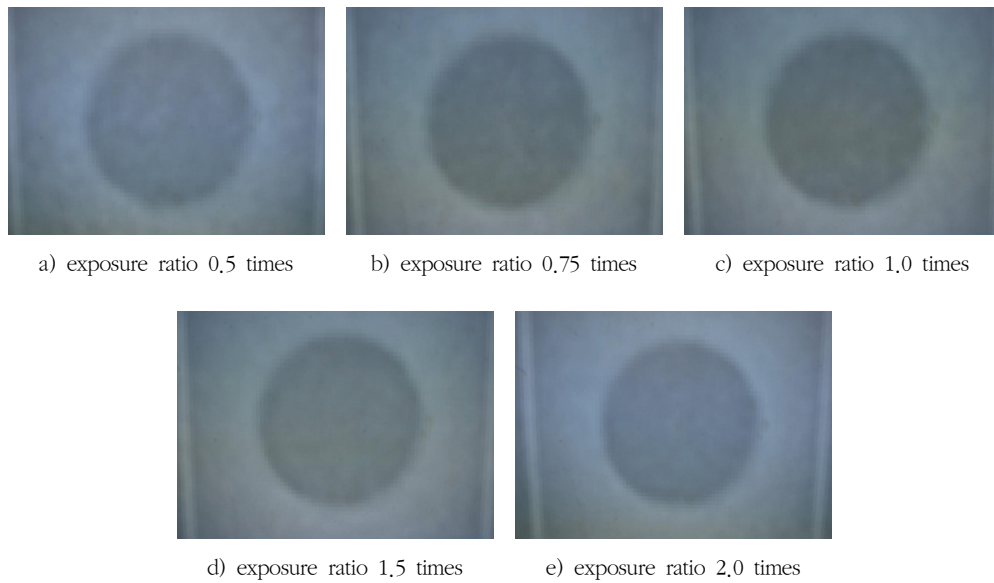


Fig. 4. Graininess according to exposure ratio (fixed tube voltage 110)

2) 노출비에 따른 입상성 관찰

식별이 좋은 110 kVp에서 노출비 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0배로 변화시켰을 때의 영상을 1,500배로 확대하여 관찰한 결과 Fig. 4와 같다. Fig. 4에 의하면 큰 차이는 아니지만 노출비 1.5배에서 입상성이 가장 좋게 나타났다.

V. 고 찰

의료시장의 환경이 바뀌므로 해서 피폭이 증가됨은 물론이나 특히 흉부촬영의 횡수가 증가되고 있는³⁾ 현대 의학에서 환자가 받는 피폭선량은 감소되어야 한다. 이와 같이 흉부촬영의 피폭선량을 경감시키기 위한 연구^{7,8)}들은 활발히 이루어지고 있다. 흉부촬영에서 관전압을 증가시켜야 영상의 관용도가 증가되어 영상의 정보량이 많아지는 것뿐만 아니라 환자의 피폭선량을 경감시킬 수 있는 것과 마찬가지로 본 연구에서도 Detector에 입사되는 선량이 1.1~1.3 mR으로 같을 때 환자가 받는 피폭선량은 18.1 mR에서 10.5 mR으로 감소됨을 알 수 있었다. 이는 kVp가 증가 할수록 ESD가 감소한다는 보고와 일치 한다⁹⁾. 그러나 DR 촬영장치를 사용하면 detector의 반응범위가 S/F System보다 넓어짐으로 조사조건의 설정이 신중히 되지 않음으로 하여 환자가 받는 피폭선량은 증가한다는 보고도 있다¹⁰⁾. 또한 환자가 많으면 근무 중인 방사선사

의 피폭선량도 증가한다는 보고¹¹⁾와 개인피폭선량은 해마다 증가되고 있다는 보고도 있다¹²⁾. 또한 흉부 DR영상에서 비정질평판형 측정기를 이용한 효과적인 관전압이 120 kVp라는 보고⁶⁾에 비해 본 연구에서는 관전압 변화 시 C-D phantom에 의한 식별능은 120 kVp보다는 110 kVp에서 약간 증가되었으며, 노출비(mAs)의 변화에서는 1.0배보다는 1.5배 또는 2.0배로 노출을 많이 했을 때가 식별이 잘되는 것으로 나타났다. 또한 관전압 변화 시 입상성은 110 kVp와 120 kVp에서 다소 좋았으며, 110 kVp시 노출 배수를 변화 시켰을 때에는 노출비 1.5배일 때 가장 좋았다. 특히 관전압을 고정하고 노출비를 증가시키면 식별능이 증가한다는 보고¹³⁾와 일치하였다.

따라서 어떤 한가지만을 위해서 조건을 설정한다는 것은 위험한 일이며, 노출비를 많이 주었을 때 식별이 잘 된다하여 조건을 많이 준다면, 환자가 받는 선량은 증가하기 마련이다.

특히 환자가 받는 피폭선량이 권장량 이하라 하여 또는 식별이 잘 된다고 하여 노출량을 많이 준다면 우리나라의 국민유전유해선량이나 방사선의 장해는 커질 것이 당연하다 하겠다.

더욱이 DR system에서는 검출기의 반응영역이 넓으므로 다소 많은 양의 방사선이 입사되어도 detector processing과정에서 농도가 동일하게 식별이 됨으로 방사선사들의 피폭선량에 대한 의식이 없이 이용되고 있다는 점에서 주의를 해야 할 것으로 사료 된다.

VI. 결 론

흉부 DR 촬영 시 적당한 촬영조건을 알아보기 위해 C-D phantom을 이용한 영상의 평가를 식별능과 입상성 및 선량의 관계로 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 환자 입상선량(ESE)은 관전압이 증가됨에 따라 감소되었다.
2. 노출조건 중 관전압 변화에 따른 C-D phantom의 식별능은 110 kVp에서 가장 잘 보이는 것으로 나타났다.
3. 노출비(mAs) 변화에 따른 식별능은 낮은 노출비(0.5배)에서는 90 kVp에서 가장 잘 보였으며, 노출비가 (1.5배)인 경우 110 kVp에서 가장 잘 보임을 알 수 있었고, 노출을 많이 했을 때가 식별이 잘 됨을 알 수 있었다.
4. 관전압 110 kVp에서 노출비에 따른 입상성은 1.5배일 때가 가장 좋으며, 노출비 1.5배일 때 관전압 변화 시 입상성은 110 kVp일 때가 가장 좋다.

따라서 환자의 피폭선량(Detector에 입사되는 선량은 동일)은 kVp 증가 시 작으며, 적당한 kVp는 110, 선량비는 1.0배에 비해 1.5배로 양을 많이 주었을 때가 식별이 잘 되었고, 입상성 또한 노출비가 1.5배일 때 좋으며 관전압은 110 kVp일 때가 좋았다. 그러나 노출비를 증가시키면 환자가 받는 선량이 증가됨으로 본 연구에 의하면, 노출조건을 신중히 설정하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 이인자, 김성수, 허준 : 유방X선 촬영 실태에 관한 조사연구, 대한방사선기술학회지, 23(1), 55-61, 2001
2. UNSCEAR 2000 Report Vol. I Sources and Effects of Ionization Radiation, Annex D Medical radiation exposure, UNSCEAR(2000)
3. 흉부 엑스선 검사에서의 환자 선량 권고량 가이드라인, 식품의약품안전청, 2008
4. 김정민, 김성철 ; X선 진단 시 피폭선량을 반으로 줄이기 위한 Cu filter의 두께, 대한방사선기술학회지, 24(1), 17-22, 2001
5. 신수인, 김종일, 김성철 ; 디지털 흉부 촬영에서 구리필터 사용에 따른 환자 표면선량 감소효과에 관한 연구, 방사선기술과학, 31(3), 223~228, 2008
6. 김정민, 정회원, 임은경 : 비정질평판형 측정기를 이용한 디지털 흉부 방사선영상에서의 효과적인 관전압 선택, 방사선기술과학, 28(4), 273-277, 2005
7. 최강목, 신성일, 윤종민, 김성철, 이선숙, 허준 : 흉부 X선 촬영 시 key-filter를 사용한 방사선 피폭선량 경감에 관한보고, 대한방사선기술학회지, 19(2), 67-70, 1996
8. 김영근 : X선 진단영역에서 중원소(Ho) 여과판사용에 따른 피폭선량 감소와 대조도 개선에 관한 연구, 대한방사선기술학회지, 23(1), 91-96, 2000
9. J.H. Launders, A.R. Cowen, R.F. Bury, P. Hawkrige ; Towards image quality, beam energy and effective dose optimization in digital thoracic radiography, Eur. Radiol. 11, 870~87, 2001
10. 조광호, 강영한, 김부순 ; 디지털 방사선의학에서의 조사선량 설정과 인지에 대한 실태 - 대구 경북지역을 중심으로 - 방사선기술과학, 31(2), 177~182, 2008
11. 윤철호, 윤석환, 최준구 ; 방사선종사자 근무분야별 피폭에 관한 검토, 방사선기술과학, 31(3), 217~222, 2008
12. 임봉식 ; 한국에서 방사선 관련 종사자들의 개인피폭선량 실태에 관한 연구, 방사선기술과학, 29(3), 185~195, 2006
13. 木下繪美, 梅津芳幸, 小用和久, 加藤豊幸, 有村壽男, 吉用英樹, 東田善治, 大喜雅文, 豊福不可依 ; 胸部用デジタル撮影装置の C-D フェントムたよる 比較と胸部撮影條件の最適化, 日本放射線技術學會雜誌, 60(7), 969~974, 2004

• Abstract

Evaluation of Image According to Exposure Conditions using Contrast-Detail Phantom for Chest Digital Radiography

In-Ja Lee · You-Hyun Kim¹⁾ · Chang-Nam Kim²⁾ · Chang-Yeob Lee²⁾ · Kye-Yeon Park²⁾

Dept. of Radiologic Technology, Dongnam Health college

¹⁾*Dept. of Radiologic Science, College of Health Science, Korea University*

²⁾*Dept. of Diagnostic Radiology, Korea University Guro Hospital*

To find out proper photographing conditions in the chest DR imaging, the evaluation of images using the C-D phantom was carried out on relationship of identification capability, graininess, and exposure ratio. The conclusions were obtained as follows.

1. The patient's entrance skin Exposure (ESE) was decreased as tube voltage was increased.
2. According to the tube voltage change, the C-D phantom's identification capability of the exposure conditions was most visible at 110 kVp.
3. The identification capability according to the exposure ratio (mAs) change was most visible at 90 kVp for 0.5 times of low exposure ratio and at 110 kVp for 1.5 times. Therefore, it is known that the images were able to be better identified at a high exposure than a low exposure.
4. The graininess according to the exposure ratio at tube voltage of 110 kVp resulted in the best thing at 1.5 times of ratio when the exposure ratio was 1.5 times increased and the tube voltage was changed, the graininess showed the best result at 110 kVp.

Therefore, the patient's exposure dose was low when kVp was increased and the adequate kVp was found to be 110. The image was better identified when exposure ratio was 1.5 times compared to 1.0 times. The graininess was also good when the exposure ratio became 1.5 times. The tube voltage was good at 110 kVp. However, once the exposure ratio is increased, the amount of radiation dose that the patients received get increased, so that the exposure condition has to be thoroughly considered.

Key Words : Identification, Entrance Skin Exposure, Contrast-Detail Phantom, Exposure Ratio, Graininess