

흉부 팬텀 CR 영상의 화질평가 및 피폭선량 경감에 관한 연구

김홍태* · 권수일** · 박일영* · 정 환***
*신홍대학 · **경기대학교 · ***삼성의료원

Abstract

..... With this experiment we have
conclusion as follows.

- Total FCR-9501 are 8 units.
- All hospitals under study are conducting the high kvp radiographing with 115-120kvp and 4~10mAs.
- The mean value of the chest exposure was 0.524~0.301mGy.
- The percentage of the absorber finding from phantom was more the 85% with a range of 100~136 kvp.
- The mean dose from phantom was 0.990mGy with 124 kvp and 16 mAs.
- There is no difference in the amount of information due to the change of kvp and mAs, but some coarseness of images can be seen in the magnified images.
- The resolving power was about 1.5/mm.
- The increase and decrease of 10~30 kvp from common kvp has not influenced on the amount of information.
- The exposure could be reduced by 0.170~0.570mGy.

1. 서론

의료 환경은 90년대로 접어들면서 급속하게 디지털화 되어 왔다.

이와 같은 현상은 전자산업분야나 매스미디어 분야의 발전과 그 축을 같이 하고 있다. 그 중에서도 방사선 분야는 1973년 컴퓨터 단층 촬영의 도입이 출발점이 되어 80년대 이후 초음파나 자기공명 영상 장치 및 PET 등 전 의료분야의 영상의 디지털화가 이루어져 왔음은 주지의 사실이다. 최근에는 의료 정보화의 추세에 따라 의료영상분야 뿐 아니라 입·퇴원, 수술이나 투약 등에 관한 모든 병원 업무를 자동화하고 있으며, 규모의 크고 작음은 있을 지라도 병원정보시스템(hospital information system)을 통해 ADT(admission, discharge, transfer)로 약칭되는 원무관리를 비롯하여 인사, 회계, 자산관리 등의 행정관리, 진료업무를 지원하는 OCS(order communication system) 기능, 그리고 검사 및 간호, 급식, 약제, 의무기록 등의 진료 지원업무를 하고 있으며, 방사선 정보시스템(radiological information system)을 통해 조사록이나 필름의 대출관리 및 검사예약 등 방사선 부분에 있어서의 의료정보를 수행하고 있다.

이와 같은 시스템들은 궁극적으로 의료 전 분야의 전산화 및 의료영상의 종합관리 시스템인 PACS(picture archiving and communication system)를 구현하고자 하는데 있다.

PACS는 다량의 영상데이터를 저장, 관리 전송할 수 있으며, 다량의 영상데이터를 수집 저장하고 다수의 사용자에게 신속하게 전송하므로 고속의 네트워크를 필요로 하게 되었다. 현재 국내의 몇몇 병원에서도 병원의 전산화를 완료하고 full PACS로 운영하고 있는 중에 있다.

진단 방사선분야에서 영상디지털화의 본격적인 적용은 Fuji사에서 개발한 FCR(Fuji computed radiography)이다. 이 장비는 기존의 시설을 그대로 이용하면서 컴퓨터로 영상처리(image processing)가 가능한 편리성 이외에도 많은 경제적 이득과 작업능률을 올릴 수 있다는 면에서 큰 관심을 갖게 되었다.

FCR이 우리나라에 처음 도입된 것은 1985년도의 일이었으며 그 후 지금까지 20여개의 병원에서 운영되고 있다. FCR의 여러 분야중 가장 중요한 한 분야가 휘진성 형광판(image plate) 연구이며, 이것은 영상의 질을 좌우하는 중요한 요소이다. FCR의 또다른 장점중 하나는 환자가 받는 방사선 피폭의 양을 줄일 수 있다는 점이다. 그러나 피폭량의 감소에 관련한 사실과 다르며 몇몇 계측 실험을 통하여 이 사실이 밝혀지고 있다. 본 실험 또한 촬영의 제요소를 개선 하므로써 환자가 받는 방사선 피폭선량 경감화 방안을 연구하고자 하는데 있다.

2. 목적

진단 방사선 분야에서 최근 대두되고 있는 가장 큰 이슈중 하나는 최소한의 방사선으로 촬영하여 피폭선량을 줄이면서 진단양을 최대화하는 방안에 관해서 있다.

이미 일본에서는 80년대 초부터 전국을 대상으로 촬영조건을 조사하여 조건표를 만들었으며 그때 피폭량을 기록하였다. 이 사업은 지금도 매년 반복 실시되고 있으며, 이 조사를 통해 알게된 놀라운 사실은 매년 측정된 피폭선량이 예외 없이 감소하고 있다는데 있다.

피폭선량 감소의 요인중에는 새로운 감도의 증감지를 개발한다거나 필름을 개발하는 등의 연구는 물론 최근에는 FCR을 개발 적용하므로써 피폭선량을 대폭 경감할 수 있었다고 하였다. 그러나 최근의 여러 논문에서는 FCR로 촬영할 경우 종전의 촬영기법의 촬영때보다

피폭선량이 오히려 증가하고 있음을 지적하고 있다. 이 사실에 착안하여 본연구는 FCR 촬영이 실제로 적절하게 암상에 적용되고 있는지의 여부와 FCR에서 피폭선량 경감화 방안에 관한 요소의 일환으로 현재 FCR을 이용하는 병원에서의 촬영조건을 조사하고, 그 조건의 타당성 여부와 개선방향에 관하여 제시하고자 수행하였다.

3. FCR의 보급현황

국내의 FCR 장치가 처음 도입된 것은 1985년 필동중앙대부속병원에 FCR501 타입 한대가 도입된 이래 1998년 현재 국내에 총 20대가 가동중이다.

이중에는 흉부전용 FCR 9501 타입 8대도 포함되고 있다. FCR과 PACS를 연결해서 운영하는 곳은 3개 병원이며 Full PACS로 가동중인 병원은 1곳이었다. FCR의 모델은 그동안 여러 차례 바뀌었으며 여러 기능이 향상된 FCR-9000이 최신고급기종으로 보급되고 있다.

4. FCR의 흉부 촬영조건

FCR의 촬영조건을 조사한 결과 Table 1.과 같은 결과를 얻었다. 관전압은 최저 110kvp에서 최고 130kvp 사이의 고관전압 촬영을 하였으며, 평균 118kvp로 촬영

Table 1. The mean value of the chest radiographic technique witch hospitals are using FCR-9501.

	lowest	highest	mean
kvp	110	130	118
mAs	5	12	6.5
L	1.6	2.1	1.8
S	150	380	280

하고 있었다. 관전류에 있어서도 최저 5mAs 에서 최대 12mAs에서 촬영하였고 관전류는 평균 6.5mAs 였다.

이때의 관용도의 평균이 1.8이었고 감도의 평균은 280이었다. 이조건은 FCR-9501 흉부전용 촬영장치에서의 조건이다.

5. 사용기기 및 재료

본 실험에 사용된 기기 및 재료는 다음과(table 2) 같다.

Table 2. Equipment and Material

- X-ray high voltage generator : GE MPG 65, 3phase-12peak
- X-ray tube : GE · Y · 1B2B2 · 240
- Focus : 0.6~1.2mm
- CR system : FCR 9000, Fujix
- IP : ST-V, 14×17 inch
- PACS : GE PACS system
- phantom : chest phantom, Model III, RMI
- Dosimeter : PMX-III
- Grid : 12:1, 103 lines
- precision test patterns : RMI 07-523
- Absorber : Beam, 7×6×4mm

6. 실험방법

본 실험에는 GE MPG65의 3상 12피크 장치가 이용되었다. CR system을 FCR-9000, Fuji사 제품으로 하였으며 출력된 영상을 GE PACS system에 전송하였다. 촬영조건은 현재 병원에서 사용되고 있는 조건으로 하였다. 관전압은 100~136kvp 범위내에서 변화시켰으며

때 측정 때마다 피폭선량과 S(sensitivity)값과 L(latitude)값을 구하였다.

관전류는 6.4에서 20mAs 범위내에서 변화시켰으며 이때 관전압을 124kvp로 고정하였다.

PACS로 전송된 영상은 5년 이상 근무한 화질 전담 관리팀에게 평가하게 하였으며, 평가내용은 흉부팬텀 10곳에 부착한 콩(bean)을 영상에서 찾아내게 하였다. 촬영과 함께 피폭선량을 측정하기 위하여 흉부 중앙 입사점에 PMX-Ⅲ 디텍터를 부착하였다. 해상력을 측정하기 위해서는 해상력차트를 흉부측면에 부착한 후 촬영하였다.

7. 결 과

7.1. 관전류를 고정하고 관전압을 변화시켜 촬영했을때의 피폭선량과 S 및 L값 (Table 3)

Table 3. The amount of information from variable kvp with fixed mAs. (Chest phantom)

No	kvp	mAs	exp.dose(mGy)	S	L
1	100	16	0.666	515	1.7
2	106	16	0.744	419	1.6
3	112	16	0.825	365	1.6
4	118	16	0.908	303	1.6
5	124	16	0.990	270	1.6
6	130	16	1.076	200	1.6
7	136	16	1.163	200	1.6

표3에서와 같이 관전압의 평균값 118kvp를 중심으로 4kvp씩 변화시켜 아래로는 100kvp에서 부터 위로는 136kvp까지 단계별로 조사하였으며, 관전류는 16mAs로

고정하고 촬영 했을때의 결과이다. 118kvp일때의 피폭선량이 0.908mGy였으며 100kvp일때 0.666mGy, 136kvp일때 1.163mGy로서 가장 낮은 관전압과 높은 관전압일때의 피폭선량의 차이는 약 2배 정도의 차이로 나타났다. 이때의 L 값은 100kvp를 제외한 모든 관전압에서 1.6으로 나타났으며 S값은 가장 낮을 때 515와 높을때 200으로 두배 이상의 차이를 나타냈다.

7.2. 관전압을 고정하고 관전류를 변화시켰을 때의 피폭선량과 S 및 L값 (Table 4)

Table 4. The amount of information from variable tube current with fixed tube voltage(Chest phantom)

No	kvp	mAs	exp.dose(mGy)	S	L
1	124	6.4	0.397	634	1.6
2	124	8	0.496	675	1.6
3	124	10	0.618	419	1.6
4	124	12.5	0.775	333	1.6
5	124	16	0.990	270	1.6
6	124	20	1.239	210	1.6

표 4에서와 같이 관전압을 124kvp로 고정하고 관전류는 가장 낮을 때를 6.4mAs에서 가장 높을때 20mAs 사이에서 약 2~4mAs 씩 변화시켰을 때의 피폭선량 및 S 및 L값으로 관전류 12.5에서 20mAs 일때의 S값은 333에서 210 사이였다.

이때의 피폭선량은 평균 0.23mGy였다. 조사선량률을 관전압 변화때 보다 20배 이상 크게 나타났다.

7.3. 흉부 팬텀 CR영상 전송시의 평가

1) 콩(bean) 부착 평가부위

흉부팬텀 영상 평가를 위해 팬텀뒤(등)에 충분히 물에 불린 콩 반쪽(1/2)을 스카치테이프로 영상평가의 기준점인 10곳에 부착하여 촬영하였다. 그림 1은 흉부팬텀 10곳에 콩을 부착한 사진이다.

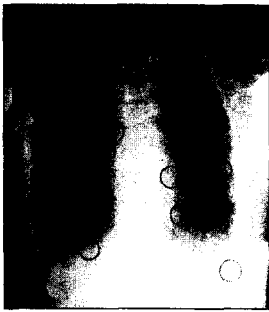


Fig 1. Ten beans were placed on the back of the chest phantom to evaluate the image. The place to put on ㉠ part of bronchus branching, ㉡ heart area, ㉢ lower of diaphragm, ㉣ apex and lung field.



Fig 2. This film has been exposed with a technique which had been estimated as the most appropriate phantom used the experiment.

2) 필름 평가를 위한 팬텀 영상 적응

영상 평가자들에게 영상평가에 앞서 콩을 부착하지 않은 흉부팬텀으로만 촬영한 필름을 제공하여 임상필름

과 팬텀필름에 대한 차이를 충분히 인지 할 수 있도록 적응 기간을 주었다. 이것은 관찰자로 하여금 평가의 오류를 최소한 방지하기 위한 조치이다.

3) 표준조건으로 촬영한 흉부팬텀영상

그림 2는 실험에 사용된 팬텀에 가장 적합하다고 추정된 촬영조건으로 촬영 한 영상이다. 이때의 조건은 124kvp, 16mAs이고 S와 L값은 270과 1이었다. 이 필름에서의 콩(bean)발견을 평균은 90%이었다.

4) 118, 130kvp에 16mAs로 촬영한 필름

Fig 3은 118kvp에 16mAs로 촬영한 필름이고 Fig4)는 130kvp에 16mAs로 촬영한 필름이다. 두 필름의 관전압 차이는 12kvp이고 조사선량의 차이는 0.166mGy 이지만 콩의 발견율은 모두 90%이상으로 발견율의 차이를 보이지 않았다.



(Fig 3)



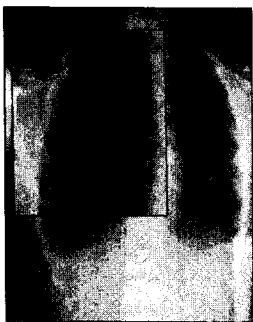
(Fig 4)

Fig 3,4. The left film(Fig 3) is the one which has been exposed with 118kvp and 16mAs. The right(Fig 4) one is the film with 130kvp and 16mAs. The difference between two films was 12kvp in tube voltage and 0.166hGy in exposure, but there is no difference to find beans.

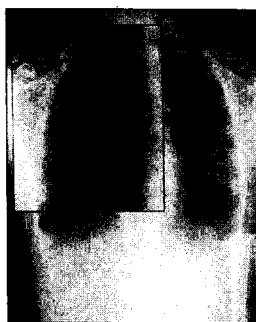
5) 가장 낮은 관전압과 높은 관전압에서의 콩발견율

Fig 5는 이 실험에서 가장 낮은 조건인 100kvp,

16mAs로 촬영한 필름이고 Fig6은 가장 높은 조건인 136kvp, 16mAs로 촬영한 필름이다. 두 필름에서의 콩 발견율은 모두 90%이상이었으며 콩 발견율의 차이는 없었다. 그림에서 PACS의 확대기능으로 특정부위를 확대해보면 화살표로 표시된 부위와 같이 콩음영을 선명히 볼 수 있다. 확대영상에서는 거칠기(mottle)현상의 차이가 나타난다.



(Fig 5)



(Fig 6)

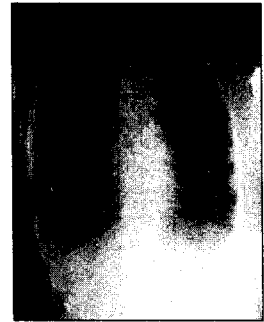
Fig 5,6. Left film(Fig 5) is with 100kvp and 16mAs which are the lowest tube voltage and tube current. Right film(Fig 6) is with 136kvp and 16mAs, the highest tube voltage and tube current.

6) 관전압을 고정하고 관전류를 변화시켰을 때의 영상
관전압을 고정하고 관전류를 변화시켰을 때의 영상에서 콩을 발견율의 차이는 없었다. 그림 7은 124kvp, 12.5mAs로 촬영한 영상이고 그림 8은 124kvp, 20mAs로 촬영한 영상이다. 피폭선량의 진폭차이는 관전압을 변화시켰을 때 보다 관전류를 변화시켰을 때 더 크지만 팬텀영상에서의 콩 발견율은 두 필름 모두 90% 이상으로 차이가 없었다.

그림 7,8번과 같은 발견율은 관전압을 가장 낮게한 80kvp 영상과 관전류를 6.4mAs로 가장 낮춘 경우에도 차이 없이 같았으며, 여러 film을 서로 교차 평가했을 경우에도 같은 결과로 나타났다.



(Fig 7)



(Fig 8)

Fig 7,8. The result was almost same in case of the change of tube current with fixed tube voltage. The left film(Fig 7) is with 124kvp and 12.5mAs and the right film(Fig 8) is 124kvp and 20mAs. There is also no difference to find beans as same as in other films.

7) 해상력 측정

본 실험에서 해상력을 측정하기 위하여 흉부팬텀 왼쪽 가슴하단에 해상력 차트를 부착하고 촬영하였으며 조건변화에 따른 해상력 차이를 측정된 결과 모든 경우에 1.5lines/mm 로 나타났다.

8. 논 의

흉부촬영은 진단방사선과에서 가장 빈번히 촬영되는 부위중 하나이다. 그동안 일반흉부촬영에서의 피폭선량 경감에 관한 많은 연구와 진전이 있어왔다. 또한 흉부 촬영기법에 있어서도 증감지의 개발분야뿐 아니라 최근에 개발된 AMBER는 매우 우수한 진단 능력을 갖춘 촬영기기를 평가되고 있다.

계속하여 90년대에 들어와서도 흉부촬영을 디지털 영상으로 전환하려는 시도가 매우 활발히 진행되고 있다. 그 일환으로 Fuji에서는 흉부전용 컴퓨터 촬영기(FCR-9501)를 보급하였으며, 이 장비가 기지는 여러가지 장

점들이 많이 소개되고 있다. FCR의 장점에 관하여는 이미 언급한바 있지만 그 중에서도 병원환경을 PACS로 전환하려 할때는 FCR이 디지털영상을 지원해 줌으로 필수적이라 하겠다. 그러나 최근에는 한 단계 더 발전하여 DDR(direct digital radiography)의 도입이 추진되고 있고 이미 한두 병원에서 임상에 적용하고 있다. 의료 현장의 현실은 우리가 생각하는 이상으로 앞서가고 있으며 더욱 우리는 디지털 영상에 관심과 연구가 따라야 겠다.

본 연구를 수행 할 때에 먼저 임상현장의 촬영조건을 조사하고도 실험에 그 조건을 적용 못한 것은 실험대상으로 흉부팬텀을 사용했기 때문이다. 임상 촬영조건외의 평균과 팬텀의 조건평균이 다르기 때문이다. Sensitivity를 200~300으로하고 기본 촬영조건을 124kvp, 16mAs로 정한 것은 그 이유 때문이다. 관전압 조건을 정할 때 고관전압 영역에서 기본 관전압을 중심으로 위, 아래로 6kvp씩 설정한 것도 이 때문이다. 관전압 변화에서 식별능력에 크게 영향을 미치지 못한 이유는 FCR의 자동 보상 능력 때문이며, 본 실험에서는 FCR영상을 다시 한번 PACS를 통해 자동 보상해주므로 최대 약조건이 아닌 경우를 제외하고는 결과가 같을 수밖에 없을 것으로 생각된다. 육안으로 식별하는 능력의 차이가 있으므로 특정 부위를 확대해서 보았을 때는 물론 이물 (beam)이 확대되어 선명히 보이고 있으나 기본조건이 부족할 때에는 영상의 거칠기가 눈에 뜨이게 확실히 구별되고 있었다. 영상속에서 이물질을 찾아내고자 할때 팬텀이 제공해 주는 제한점 때문에 실제 흉부영상에서의 발견율간에 차이가 있을 것으로 예상할 수 있다.

이 실험을 통한 일차 실험결과 촬영조건외의 변화는 관전압 36kvp의 변화에서는 이물 발견율의 차이가 없으므로 낮은 관전압(100kvp)에서 촬영해도 상관없으며 그만큼 피폭량을 감소할 수 있다. 그러나 관전압 저하로 인하여 화질변화의 미세한 변화는 있을 것으로 인정

된다. 관전류의 변화폭에 따른 선량차이는 관전압 변화 때 보다 상대적으로 더 많기 때문에 피폭선량을 감소하기 위한 촬영조건외의 변화 요인중 관전류를 조절하는 것이 더욱 효과적일 것으로 생각된다. 우선적으로 현재 임상에서 적용하는 촬영조건 설정은 논문에서 제시한대로 선량 감소요인을 파악 적용하여 감소 조절할 필요가 있으며, 국내 환자와 여건에 맞는 조건표를 작성하여 피폭선량 감소가 실제적으로 이루어지도록 하여야 할 것이다.

9. 결 론

흉부 팬텀 CR 영상의 화질 평가 및 피폭선량 경감에 관한 연구를 수행한 결과 다음의 결론을 얻었다.

- FCR-9501 장치의 국내 총보급은 8대이다.
- 모든 병원에서 흉부 고관전압 촬영을 하고 있었으며, 조사조건은 115~120kvp, 4~10mAs 범위였다.
- 조사선량의 평균의 0.524~0.301mGy였다.
- 100~136kvp 범위에서 팬텀에 부착된 흡수체 (beam) 발견율 평균은 모든 경우 90%이상이었다.
- 팬텀으로 조사된 평균선량은 124kvp, 16mAs에서 0.990mGy였다.
- kv 및 mAs 변동에 따라 정보량의 차이는 없으나 확대영상의 거칠기의 차이가 있다.
- Resolving power 값은 약 1.5정도였다.
- 현재 사용하고 있는 촬영조건중 관전압에서 10~30kvp의 증감의 정보량에 큰 차이가 없다.
- 피폭선량은 0.170~0.570mGy의 감소 요인이 있다.

참고문헌

1. 김홍태 등: 의료영상정보학, 대학서림, P293~386, 1996
2. J. Antony Parker: Image reconstruction in radiology, CRC press, 1990.
3. Oda N, Nakata H: Optimal beam quality for chest computed radiography, Investigative Radiology Vol 31, No. 3, 126~131, 1996.
4. Slone RM, Metter RV.: Effect of exposure variation on the clinical utility of chest radiographs, Radiology, Vol. 199, No. 2, 497~504, 1996.
5. Weiser Jc, Carter: Relationship between entrance exposure and S number for chest radiographs acquired with computed radiography, Radiology, 189(P)129, 1993.
6. 김홍태 등: CR 장치와 일반촬영장치에서 피폭선량 측정과 촬영조건표 작성에 관한 연구, 대한디지털영상기술학회지, Vol. 3, P76~84, 1997.
7. 대한디지털영상기술학회, 의료영상 산학협동 연수 교재, 대한디지털영상기술학회, 1997.