

F/S시스템과 DR시스템의 화질과 피폭선량 비교에 관한 검토

— Study on image quality and dosage comparison of F/S system and DR system —

대구보건대학 방사선과, 서울 위생병원

김선철 · 정재은*

— 국문요약 —

방사선과에 도입된 새로운 디지털 의료 영상 시스템은 많은 변화를 요구하고 있다. 기존의 F/S 시스템에서 부족하거나, 예측하지 못하는 일부분을 대체로 만족하는 수준에 이르렀다. 하지만, 영상의 질과 환자의 피폭선량에서는 아직도 구체적인 자료가 제시되지 않고 있는 것이 현실이다. 이에 본 연구는 기존의 F/S 시스템의 의료 영상과 디지털 의료 영상을 비교하는데 있어서 환자의 피폭선량의 관점에서 실험을 하였으며, 실험결과 값을 이용하여 보다 우수한 환자 서비스 개선을 위한 DR 시스템의 영상의 질과 피폭선량의 측면에서 자료를 제시하고자 연구하였다.

I. 서 론

현재 방사선과에서는 PACS가 일반화되어 가면서 디지털 의료장비의 도입을 서둘고 있다.

하지만, 디지털 의료 시스템의 교육 정도는 공급업체에서 행하고 있는 일반적인 사용자 교육과 디지털 장비의 관리 교육정도로 아직 많은 부분이 부족한 것이 현실이다. 이러한 현실을 극복하기 위해 많은 방사선사들이 재교육을 통해 기존의 F/S시스템에서 사용했던 영상의 질 평가 방법이나, 새로운 Q.C방법을 디지털에 응용하고자 지속적인 노력을 하고 있다¹⁾. 본 실험은 F/S 시스템을 이용하여 획득한 영상과 Computed radiography, Indirect digital radiography, Direct digital radiography에서 동일한 조건으로 획득한 영상의 질을 평가하였으며, 방사선과 전문의가 만족하는 영상의 질 수준에서 팬텀을 이용하여 피폭선량을 구해 상관관계를 조사하였다.

II. 실험 기기 및 재료

· X선 발생장치 : DXT-500(Hitachi)

- PMX-Ⅲ X-ray(19224 X-ray Muti-meter)
- 해상력 차트(Nr 66693, 45663, 1.0~2.0, 4.0~5.0 Lp/mm)
- 판독용 Monior Barco사(MGD521)
- 인체 상반신 등가 물질 팬텀(Rando)
- TLD, TLD reader(Harshaw/QS TLD system 4000)
- Film HRG-30, Screen HR-regular 현상기 FPM 3500
- CR FCR-5000 Mutil
- IDR GE Advantx - Revolution XQ/i
- DDR Hologic EPEX DirectRay - DR1000

III. 실험 방법

1. 임상 실험 대상 및 촬영 조건

F/S 시스템과 DR 시스템을 비교하기 위해서 서울시내와 경기도지역 5개 병원급을 대상으로 방사선과 주 촬영부위 4부분(Chest, Abdomen, Skull, Upper-extremity)의 조건을 3개월간 체격조건이 비슷한 성인 남녀 검사자를 추출 조사하여 가장 빈도가 높은 것을 F/S 시스템과

Table 1. Examination of exposure dose

| | Chest AP | | Abdomen AP | | Skull AP | | Elbow AP | |
|------------|----------|-----|------------|-----|----------|-----|----------|-----|
| | Kvp | mAs | Kvp | mAs | Kvp | mAs | Kvp | mAs |
| F/S system | 110 | 5 | 75 | 40 | 68 | 40 | 40 | 5 |
| CR | 120 | 4.5 | 75 | 25 | 72 | 25 | 45 | 5.5 |
| IDR(AEC) | 120 | 3.2 | 80 | 80 | 72 | 22 | 45 | 5 |
| DDR(AEC) | 120 | 8 | 60 | 75 | 72 | 22 | 45 | 5 |

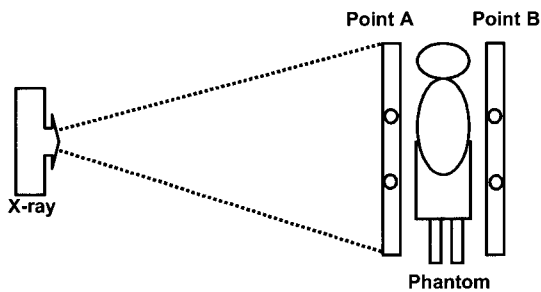


Fig. 1. Measurement exposure dose using PMX-III muti-meter

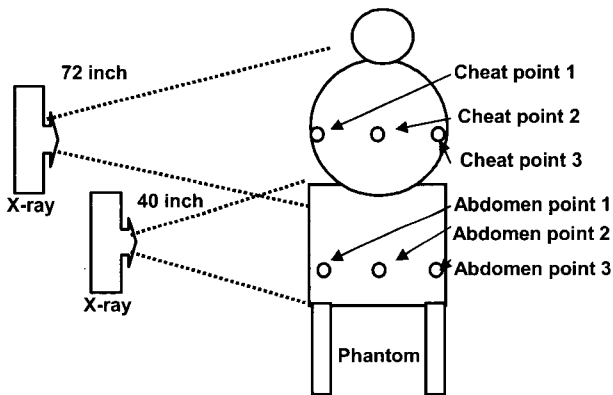


Fig. 2. Interposition TLD point

CR에 적용하였으며, IDR과 DDR은 AEC를 이용하였다. 또한 Upper-extremity Non-grid, 40 inch로 시행했으며, Skull, Abdomen은 Supine position, Grid, 40 inch를 이용하였으며, Chest는 Erect position, Grid, 72 inch를 이용하여 촬영하였다. 피폭선량을 측정하기 위해 사용한 신체 촬영부위별 촬영조건은 Table 1과 같다.

2. 해상력 측정

해상력 차트를 이용하여 40 inch의 거리를 두고 촬영한 뒤, F/S 시스템은 Film에서 CR, IDR, DDR은 APAX V 1.2 PACS program을 이용하여 판독용 2K CRT Mon-

itor를 통해 관측하였다. 이때 획득된 영상의 후처리를 하지 않은 Low data를 이용하였다²⁾.

3. 피폭선량 측정

Table 1과 같은 조건으로 Human Phantom을 이용하여 Phantom의 앞과 뒤에서 Fig. 1과 Fig. 2와 같이 선량을 측정하였다. 측정거리와 촬영환경 조건은 모두가 임상조건과 동일하게 하여 측정하였다. 한 Point에 TLD 3개씩 삽입하여 오차범위를 벗어나는 측정값은 제외시켜 실험에서 일어날 수 있는 오차를 최대한으로 줄였다³⁾.

4. 영상의 질 평가

3개월 간 Table 1과 같은 조건을 이용하여 촬영한 환자 89명의 영상을 각각 장비별로 분류하여 방사선과 판독의 4명에게 관찰하여 평가하였다. 또한 동일한 검사자 3명을 선택하여 각 장비별의 조건에 의해 동일한 영상을 얻은 다음에 평가를 하는 방법도 추가하여 주관적 방법으로 평가하였다. 평가 방법은 5단계로 하였으며, F/S을 제외하고는 모두 장비를 알려주지 않은 채 평가하였다. 또한 Monitor 관찰에 익숙한 2명과 F/S에 익숙한 전문의 2명을 선택하여 평가하여 조금이라도 주관적 평가에 의한 선입견을 배제하려고 노력하였다.

IV. 실험 결과 및 고찰

1. 해상력 측정

해상력 측정의 실험 결과는 Table 2와 같이 나왔으며, 공급업체가 주장하는 공간 분해능과는 차이가 있었다. 주로 IDR, DR에서 이러한 결과가 나왔는데 이는 영상처리 과정에서 일부 그 차이를 시각적으로 보상해 주는 것도 생각할 수가 있었다. 하지만, 본 실험에서는 Low data를 이용하여 이러한 부분을 제외하려고 노력하였다.

2. 피폭선량

X-ray가 Phantom을 투과 전과 투과 후에 각 선량을 측정 한 결과는 Chest와 Abdomen모두 F/S에서 크게 나타났는데, 이는 전방산란과 관련이 있었고, F/S 시스템은 Screen 뒤쪽에 있는 0.2~0.3 mmPb에 전적으로 의존하고 있었으며, DR시스템은 일단 측정장비와 Detector와의 거리가 있었기에 이러한 결과를 초래하였다. 실험에 사용된 조건은 실험 대상의 병원에서 가장 많이 촬영하는 조건을 나타낸 것으로 촬영조건에 대한 편차가 클수록 측정값의 변동은 크게 나타났다. DR시스템은 아주 미미한 차이를 나타내어 대조적인 결과를 가져왔다. 그 결과치는 Table 3과 같다.

또한, Phantom내부에 삽입하여 인체 내부에서 받는 피폭선량을 측정하였는데, 결과로는 복부에서는 DR 시스템이 높게 나타났고, 흉부에서는 F/S 시스템이 높게 나

타났다. 여러 가지 방향에서 몇 가지 이유를 분석하였다. 첫째 흉부 촬영은 모든 DR 시스템에서 공통적인 알고리즘을 가지고 있었다. 이는 촬영자가 생각하는 Low data와 DR 장비에서 획득되는 영상이미지와는 차이가 있었다. 이미 픽셀단위의 영상획득과정에 있어서 계조도와 대조도비가 생성되어 알고리즘에 의해 처리되는 영상처리 과정이 일어났다. 이를 수동적으로 처리하기에는 너무 어려운 것이 현실이었다. 둘째는 산란선 처리 문제였다. 기본적인 산란선 제거로는 Grid를 말할 수 있는데 이는 F/S와 DR시스템의 차이가 분명했다⁴⁾. 물론 CR 시스템에는 F/S시스템과 동일한 방법으로 처리 할 수 있으나, DR시스템인 경우에는 Detector의 구조적인 문제로 Grid와 산란선 제거율이 높았기 때문에 입사선량이 증가한 문제도 있었다. 즉, 피사체가 두꺼운 부위나, 산란선이 많이 발생하는 부위에서는 다른 시스템 보다 입사선량이 높았던 이유를 들 수 있다. Phantom 내부의 TLD로 측정 한 결과는 Table 4, Table 5와 같이 측정되었다.

Table 2. Spatial frequency [lp/mm]

| Distance | Focus | F/S | CR | IDR | DDR |
|----------|-------|-----|-----|-----|-----|
| 40 inch | 0,6 | 5,0 | 2,5 | 2,5 | 3,4 |

Table 3. Measurement exposure dose using PMX-III multi-meter value[mR]

| Insert point | System | Point A | Point B | A-B | B/A× 100(%) |
|--------------|--------|---------|---------|---------|-------------|
| Chest | F/S | 230,7 | 20,96 | 209,74 | 9,085 |
| | CR | 185,1 | 5,50 | 179,60 | 2,971 |
| | IDR | 201,5 | 5,43 | 197,07 | 2,198 |
| | DR | 279,9 | 6,52 | 273,38 | 2,325 |
| Abdomen | F/S | 2144 | 45,78 | 2098,22 | 2,135 |
| | CR | 1235 | 13,84 | 1221,16 | 1,121 |
| | IDR | 1845 | 18,56 | 1826,44 | 1,006 |
| | DDR | 1967 | 20,75 | 1946,25 | 1,054 |

3. 영상의 질 평가

영상의 질 평가에서는 Table 1과 같은 조건으로 촬영한 89명의 영상을 모아서 판독의사 4명에게 5점 만점의 주관적인 평가로 하였으며, 각 영상은 촬영장비와 부위별로 분리하여 통계를 내었다. 그 결과는 Table 6과 같다.

또한 평가의 객관성을 두기 위해 동일한 검사자를 각 시스템 장비에서 촬영한 영상을 평가하였다. 평가 결과는 Table 7과 같았다. 평가과정에서 Film 판독 시스템에 익숙한 판독의 2명은 Monitor판독에 익숙한 다른 판독의 보다 Skull, Hand부분의 많은 만족감을 나타내었으나, 특히 Abdomen의 영상에서 지나치게 산란선이 많이 발생된 영상에서는 부정적인 반응을 나타내었다. 이러한 결과는 피사체가 두꺼운 부위의 촬영에서는 대체로 DR시스템을 만족하지 않는 결과를 나타내어 F/S시스템과는 대조적인 결과를 나타내었다.

Table 4. Measurement exposure dose using TLD value - Chest[mR]

| | P1-1 | P1-2 | P1-3 | P2-1 | P2-2 | P2-3 | P3-1 | P3-2 | P3-3 | Mean |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| F/S | 280,5 | 281,8 | 280,9 | 253,4 | 254,5 | 253,3 | 289,7 | 288,5 | 2800,4 | 173,67 |
| CR | 184,2 | 179,4 | 180,2 | 175,4 | 176,2 | 175,6 | 182,5 | 183,4 | 185,2 | 180,23 |
| IDR | 195,2 | 199,7 | 193,3 | 183,1 | 189,4 | 187,2 | 200,5 | 199,4 | 198,7 | 194,05 |
| DDR | 228,1 | 232,2 | 229,7 | 212,1 | 210,3 | 211,5 | 227,4 | 225,9 | 226,4 | 222,62 |

Table 5. Measurement exposure dose using TLD value - Abdomen[mR]

| | P1-1 | P1-2 | P1-3 | P2-1 | P2-2 | P2-3 | P3-1 | P3-2 | P3-3 | Mean |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| F/S | 302.9 | 306.4 | 306.2 | 290.6 | 294.1 | 291.6 | 303.7 | 308.6 | 306.7 | 309.20 |
| CR | 274.3 | 270.8 | 271.4 | 264.3 | 262.1 | 262.4 | 272.9 | 278.6 | 276.8 | 270.40 |
| IDR | 370.5 | 378.1 | 370.3 | 350.5 | 351.2 | 353.4 | 371.6 | 372.8 | 371.4 | 365.53 |
| DDR | 356.8 | 354.1 | 359.9 | 346.6 | 347.3 | 338.7 | 352.2 | 357.9 | 358.1 | 352.40 |

Table 6. Comparison of image quality by radiologist opinion

| | Chest | Abdomen | Skull | Hand | Mean |
|-----|-------|---------|-------|------|------|
| F/S | 4 | 4 | 3 | 4 | 3.75 |
| CR | 5 | 2 | 4 | 5 | 4.00 |
| IDR | 4 | 3 | 5 | 5 | 4.25 |
| DDR | 4 | 4 | 5 | 5 | 4.50 |

Table 7. Comparison of identity patient image quality by radiologist opinion

| | Chest | Abdomen | Skull | Hand | Mean |
|-----|-------|---------|-------|------|------|
| F/S | 4 | 5 | 3 | 4 | 4.00 |
| CR | 5 | 4 | 4 | 5 | 4.50 |
| IDR | 4 | 3 | 5 | 5 | 4.25 |
| DDR | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.75 |

V. 결 론

현재 많은 병원들이 DR시스템을 서둘러 도입하고 있다. 이는 의료서비스 개선목적과 함께 방사선과 정보 시스템의 디지털화에 대한 결과이며, 또한 의료영상기술의 발전이기도 하다. F/S시스템은 긴 역사 동안 많은 분들이 화질과 피폭선량에 대해 연구하였고, 그 결과 환자의 피폭선량은 많은 개선을 가져왔다. 이와 마찬가지로 DR 시스템에서도 동일한 노력을 필요로 하는 것 같다. 물론 화질을 무시한 피폭선량 감소는 생각할 수 없다. 5개 병원을 대상으로 3개월간의 실험 결과는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. F/S시스템과 DR시스템의 촬영조건에 관한 비교 및 조사에서는 대체로 피사체의 두께가 두꺼운 부위일수록 급격히 DR의 촬영조건이 높은 것으로 나타났다.

2. 해상력 측정에 있어서는 DR시스템이 아직 F/S시스

템 보다는 부족한 결과를 초래하였다. 이 부분은 DR의 영상처리부분이 많은 기여를 한 것으로 나타났다.

3. 피폭선량의 측정에서는 대체로 부위에 관련 없이 임상에서 사용하는 조건을 이용했을 때 DR시스템이 조금 더 증가한 것으로 나타났다.

4. 영상의 질 평가에서는 두께가 얇은 부위일수록 DR 시스템의 만족도가 커졌다.

이상에서와 같이 F/S 시스템과 DR 시스템과의 피폭선량과 영상의 질의 상호관계 실험에서 DR 시스템의 만족도를 높이는 많은 연구가 있어야겠다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. D. L. Lee, L. K. Cheung, E. F. Palecki, and L. S. Jeromin, "A discussion on resolution and dynamic range of Se-TFT direct digital radiographic detector," Proc. SPIE 2708, pp.511-522,1996.
2. E. Samei, M. J. Flynn, "Physical Measure of image Quality in Photostimulable Phosphor Radiographic System," Proc. SPIE Vol. 3032, pp. 328-338, 1997.
3. 지의규, 박석원, 강위생, 김일한, "인체 및 인형 팬텀에서 전신방사선조사시 열형광선량계(TLD)를 이용한 선량분포 균일성 확인," 대한방사선종양학회지, pp.323, 1999.
4. C. Chaussat, J. Chabbal, T. Ducouant, V. Spinler, G. Vieux, and R. Neynet, "New CsI/a-Si 17×17 inch X-ray flat panel detector provides superior detectability & immediate direct digital output for general radiography system," Medical Imaging 1998 : Physics of Medical Imaging. Proc. SPIE 3336, pp. 45-55, 1998.

• Abstract

Study on image quality and dosage comparison of F/S system and DR system

Sun Chil Kim · Jae Eun Jung*

Dept. of Radiological Technology Tea Gu College

*Dept. of Diagnostic Seoul Adventist Hospital**

Currently, many hospitals are hastening to introduce digital radiography systems. This is a direct result of the intentions to improve medical services and to digitalize radiology information systems, and is also leading to the improvement of medical imaging technology. Throughout F/S system's long history, many people have researched the image quality and dosage concerning these systems, and as a result, huge improvements in the dosage of patients were possible. Similarly, I believe that DR systems need the same kind of effort. Of course, decreases in dosage that ignore image quality are unthinkable. The results of experiments conducted by five hospitals during a period of 3 months brought to us the conclusions listed below.

1. Based on the comparison and analysis of the exposure control of F/S systems and DR systems, DR systems generally showed higher exposure control for parts of the phantom that became thicker, and the exposure control improved rapidly as the thickness increased.
2. DR systems still proved to be somewhat deficient in resolution measurements compared to existing F/S systems. The image processing part of DR systems contributed much to these result.
3. Under conditions used clinically, the dosage measurements of DR systems were generally higher regardless of region.
4. According to the evaluation of image quality, DR systems showed a higher degree of satisfaction as the thickness of the region became thinner.

As mentioned above and based on the mutual relationship experiments between the dosage and image quality of F/S systems and DR systems, research to increase the satisfaction of DR systems must be considered.

Key words : Dosage, image quality, DR system