

◆ 원 저 ◆

## 디지털 방사선에서 조사선량과 관전압조절에 의한 원본영상과 처리영상 분석

김보라 · 류신영 · 석진영 · 최준구

극동대학교 방사선학과

## Analysis of Original and Processing Image by Control of Exposure Dose, kVp in Digital Radiography

Bo Ra Kim · Sin Young Ryu · Jin Young Seok · Jun Gu Choi

Department of Radiological Science, Far East University

## Abstract

Dynamic range on the digital detector can be a representation to the ratio of maximum and minimum of pixel value. Wide dynamic range and post processing ability of the digital detector made difficult to recognize visually to high or low dose images. We were evaluated a change of mean pixel value on the original and processed image, when we controlled the kVp, mA, exposure time on the digital detector. On the kVp of a constant condition, we were acquired an original and processed image by changes of mA, exposure time. According to the thickness of the subject under the same conditions, to determine a relation of pixel value and X-ray intensity, we used an aluminum step wedge. When mA and exposure times were changed under the kVp of a constant condition, the X-ray intensity was decreased by the reduction of the mean pixel value. In addition when kVp was increased in a constant condition of mAs, the mean pixel value was increased according to the increment of the X-ray intensity. Therefore, low kVp, high mA and short exposure time were a way to reduce a patient dose.

**Key Words** : Mean pixel value, mA, kVp, Step wedge

## I. 서 론

디지털 시스템이 가지는 장점인 영상판 검출기의 반응 범위(dynamic range)가 상당히 넓다는 것은 필름/증감지 시스템보다 더 높은 수준의 노광 관용도를 갖기

에 재촬영이 줄어들고 영상관리에 효율적이지만, 조사 조건의 설정범위가 상당히 넓어 필름/증감지 시스템의 엄격한 조사조건보다 더 많은 조사선량이 환자에게 노출 될 수도 있다.<sup>1</sup> 디지털 검출기에서의 역동범위란 픽셀값의 최대치와 최소치의 비로 나타낼 수 있다. 디지털 검출기의 넓은 역동범위와 후처리 능력은 검사자 또는 판독자가 선량과다 또는 부족 영상들을 시각적으로 인지하는데 어렵게 만들었다.<sup>2-3</sup> 본 연구는 디지털방사선 검출기에서 관전압, 관전류, 조사시간을 변화시켰을 때 원본영상과 처리영상 데이터에서 영상의 평균 픽셀 값의 변화를 비교분석하여 환자 선량을 감소시킬 수 있

Received February 02, 2011, 1st Revised February 19, 2011/ 2nd Revised March 05, 2011/ Accepted for Publication March 17, 2011

Corresponding Author: 최준구

(369-700) 충북 음성군 감곡면 왕장리

극동대학교 방사선학과

Tel: 043) 879-3786 Fax: 043) 879-3730

E-mail: rslaser@hanmail.net

는 방법을 제시하는데 있다. 디지털 방사선 시스템에서 근무 중인 방사선사의 조사조건 설정과 환자피폭선량 인지 실태를 파악해 본 결과 환자의 체형이나 상태, 촬영부위에 따라 최적의 조사선량을 적용하기 보다는 영상의 농도와 업무의 편의성에 따라 조사조건이 설정되고 있었다. 디지털 시스템이 도입되며 검출기의 반응범위가 필름/스크린 시스템보다 넓어짐에 따라 조사조건 설정에 대해 관심이 소홀한 경향이 있었다.<sup>4</sup> 따라서 디지털 방사선 시스템에서 환자 피폭선량의 감소를 위해 최적의 조사조건으로 영상을 얻어야 할 것이다.<sup>5~6</sup> 또한 조사선량을 최소로 하고 환자 피폭선량을 줄이기 위해 업무 습관과 인식을 새롭게 할 필요성이 있고, 지속적인 관심과 주기적인 교육 및 점검, 다양한 교육 기회제공 등이 필요하다고 본다.<sup>7~9</sup>

## II. 연구재료 및 방법

본 실험에서 사용된 디지털 검사장비는 X-선 발생장치는 TOSHIBA E7252X 이고, 디지털 검출기는 CCD TYPE COMED TITAM 2000이다. 해당 디지털 방사선장치(DR : digital radiography)는 필름 없이 X-선 촬영영상을 디지털로 확인할 수 있도록 한다.<sup>10~11</sup> 방사선 촬영 장치로 의료영상저장전송(PACS) 시스템을 갖추고 있다. 실험에 사용된 조사야는 20 cm × 20 cm이다. 실험은 두 가지 방법을 이용하여 비교하였다. 첫 번째 실험은 관전압을 60 kVp로 고정하고 관전류를 50 mA, 100 mA, 150 mA, 200 mA로 차례로 증가시키고 조사시간은 0.2 sec, 0.1 sec, 0.66 sec, 0.05 sec로 각각 적용하여 측정된 평균 픽셀 값의 원본영상과 처리영상을 비교 분석하였다. 실험에서 얻어진 영상은 피사체 없이 촬영하였는데 피사체가 있을 때와 비교하기 위

해 10 mAs에서 step wedge를 놓고 촬영하였다. X-선 감약이 적은 투과가 많은 검은색 부분의 픽셀 값이 크게 나타나야 하지만 본 실험에 사용된 장비는 픽셀 값과 반응선량과의 관계를 역으로 나타내는 특성이 있었다. 두 번째 실험은 관전류와 조사시간을 10 mAs로 고정하고 관전압을 40~100 kVp로 10씩 변화하여 측정된 평균 픽셀 값의 원본영상과 처리영상을 비교 분석 하였다. 앞에서 실험하여 얻은 전처리영상과 후처리 영상을 Image J(영상처리 프로그램)를 이용하여 전체 범위에서의 픽셀 값을 구했다.

## III. 결 과

디지털 검출기를 이용하여 영상검사를 시행할 때 환자선량을 감소시키고 진단에 유용한 영상을 획득하기 위해서는 관전압(kVp), 관전류(mAs), 조사선량(sec) 조절에 의한 원본 영상과 처리영상의 픽셀값 특성을 이해할 수 있어야 한다. Image J(영상처리 프로그램)를 이용하여 픽셀 값을 구한 결과 관전압(kVp)은 고정하고, 동일한 관전류량(mAs)에서 관전류(mA)가 증가하고 조사시간(sec)이 감소하였을 때 전처리영상과 후처리영상 모두 증가했다. 이는 실험장비의 픽셀 값 표현이 반전되어 있어 반응선량이 감소한 것으로 생각할 수 있었다 (Table 1, 2, 3).

상반법칙에 의하면 다른 관전류와 조사시간을 가지더라도 관전류량이 같으면 평균 픽셀 값이 동일하게 나와야 하지만 그래프처럼 10 mAs, 20 mAs, 40 mAs 모두 평균 픽셀값이 증가하여 반응선량이 감소하는 것을 알 수 있었다(Fig. 1, 2, 3).

실험 시 피사체 없이 촬영하였는데 피사체가 있을 때와 비교하기 위해 10 mAs에서 step wedge를 놓고 촬

Table 1. Pixel value of RAW data and DICOM data at the experiment 1 : 60 kVp, 10 mAs(sec was changed)

구 분	50 mA(0.2s)	100 mA(0.1s)	150 mA(0.66s)	200 mA(0.05s)
10 mAs(RAW)	48780.353	49050.592	49407.613	49791.946
10 mAs(step wedge RAW)	50863.784	51450.506	51895.101	52526.952
10 mAs(DCM)	2835.258	2864.079	2881.717	2896.609
10 mAs(step wedge DCM)	2909.941	2950.753	2971.76	3003.387

Table 2. Pixel value of RAW data and DICOM data at the experiment 2 : 60 kVp, 20 mAs(sec was changed)

구 분	50 mA(0.4 s)	100 mA(0.2 s)	150 mA(0.13 s)	200 mA(0.1s )
20 mAs(RAW)	47875.665	48312.129	48643.112	48812.643
20 mAs(DCM)	2729.456	2781.698	2820.497	2837.214

Table 3. Pixel value of RAW data and DICOM data at the experiment 3 : 60 kVp, 40 mAs(sec was changed)

구 분	50 mA(1.25 s)	100 mA(2.5 s)	150 mA(3.75 s)	200 mA(5 s)
40 mAs(RAW)	46246.307	47089.719	47297.131	47890.666
40 mAs(DCM)	2545.261	2637.972	2671.491	2739.397

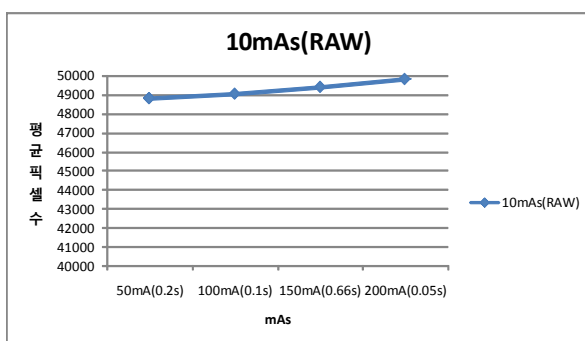


Fig. 1. Pixel value curve of RAW data at the experiment 1 : 60 kVp, 10 mAs(sec was changed)

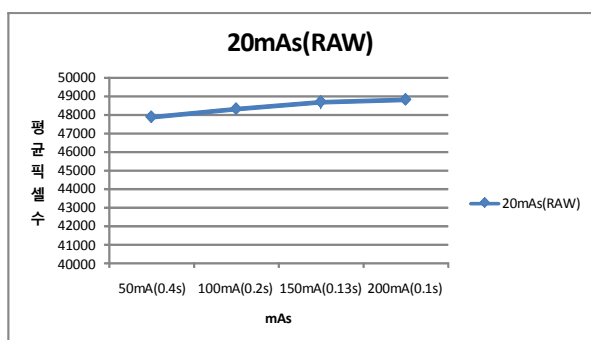


Fig. 2. Pixel value curve of RAW data at the experiment 1 : 60 kVp, 20 mAs(sec was changed)

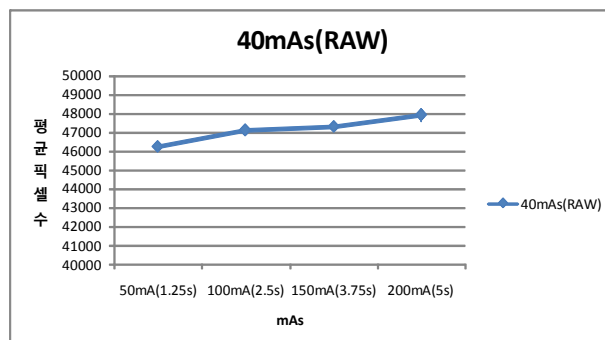


Fig. 3. Pixel value curve of RAW data at the experiment 1 : 60 kVp, 40 mAs(sec was changed)

영하고 image J의 plot profile을 이용하여 픽셀값을 확인한 결과 step wedge의 2에서 10으로 갈수록 픽셀 값이 높게 나타났다. 투과가 많은 검은색 부분의 픽셀

값이 크게 나타나야 하지만 본교에 있는 장비는 역으로 나타내는 것을 확인 할 수 있었다(Fig. 4).

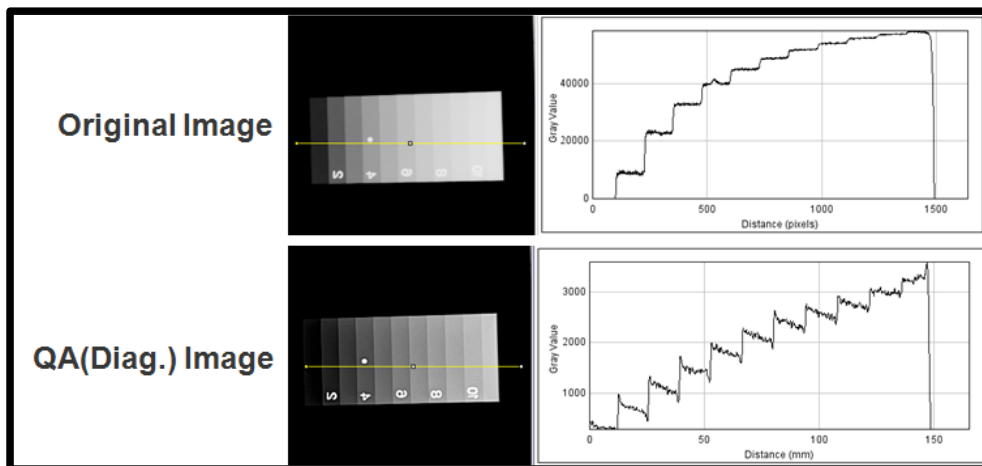


Fig. 4. Representation of pixel value according to X-ray transmission intensity

Table 4. Pixel value of RAW data and DICOM data at the experiment 2 : 40~100 kVp((Increased by 10), 10 mAs

구분	40 kVp	50 kVp	60 kVp	70 kVp	80 kVp	90 kVp	100 kVp
10 mAs (RAW)	61535.702	57792.031	50071.733	49055.579	48476.035	47919.734	47252.267
10 mAs (DCM)	3279.866	3056.322	2905.884	2865.342	2800.99	2734.991	2656.737

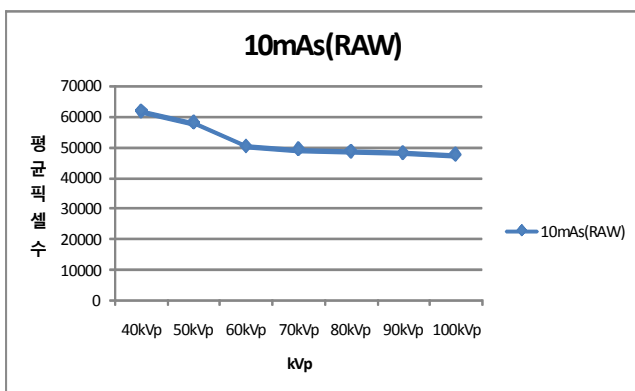


Fig. 5. Pixel value curve of RAW data at the experiment 2 : 40 - 100 kVp((Increased by 10), 10 mAs

첫 번째 실험 결과 조사시간이 짧고 관전류가 증가할수록 평균 픽셀 값이 증가하고 픽셀 값에 반응하는 선량은 줄어드는 것을 확인하였다. 두 번째 실험 결과에서는 관전류(mA)와 조사선량(sec)은 고정하고 40~100

kVp로 변화 주었을 때 평균 픽셀 값이 줄어드는 것을 알 수 있었다. 이는 반응선량이 동일한 관전류량(mAs)에서 관전압(kVp)가 증가하면 선량이 증가한다는 것을 확인할 수 있었다(Table 4)(Fig. 5).

#### IV. 고찰 및 결론

첫 번째 실험에서는 원본영상보다 처리영상의 픽셀범위가 적다는 사실을 알 수 있었는데 이는 영상 저장 시 계조수 변화에 따라 압축하여 저장되기 때문으로 원본영상과 처리영상 모두 mA가 높고, 조사시간이 짧아질수록 평균 픽셀 값은 증가하여 검출기에 반응하는 선량이 적어지는 것으로 이해할 수 있었다. 두 번째 실험에서는 평균 픽셀 값이 점차 적어져 검출기에 반응한 선량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이번 실험에서는 관전압(kVp)을 고정하고, 동일한 관전류량(mAs)에서 관전류(mA)와 조사시간(sec) 변화에 따른 일반적인 이론적인 상반법칙이 적용되지 않았음을 알 수 있었다. 따라서 관전류가 높고 조사시간이 짧을수록 관전류가 낮

고 조사시간이 긴 조사방법 보다 검출기에 반응하는 선량이 적어짐을 알 수 있었다. 또한 관전류량(mAs)을 고정하고, 관전압(kVp) 증가시킬 경우 검출기에 반응하는 선량이 증가한다는 것을 알 수 있었다.

연구 결과를 토대로 관전압, 관전류, 조사시간 변화에 따른 픽셀값 특성을 제시하고, 이해한다면 디지털 검출기를 이용한 X-선 촬영분야에서 환자선량을 상당량 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 또한 조사선량을 최소로 하고 환자 피폭선량을 줄이기 위해 업무 습관과 인식을 새롭게 할 필요성이 있고, 지속적인 관심과 주기적인 교육 및 점검, 다양한 교육 기회제공 등이 필요하다고 본다.

## 참고문헌

1. Shin SI, Kim CY, Kim SC. The Study on the Reduction of Patient Surface Dose Through the use of Copper Filter in a Digital Chest Radiography. *Journal of Korean Society of radiological technology* 2008; 31: 223-8.
2. ICRP publication 93. Managing Patient Dose in Digital Radiology 2003; 20-1.
3. Busch HP. Digital radiography for clinical applications. *Eur Radiol* 1997; 7: 66-72.
4. Doyle P, Martin C, Gentle D. Dose-image quality optimisation in digital chest radiography. *Radiation Protection Dosimetry* 2005; 114: 269-72.
5. Ehsan S, James TD, Joseph YL, Martin PT, Tornai: A Framework for optimising the radiographic technique in digital x-ray imaging. *Radiation Protection Dosimetry* 2005; 114: 220-9.
6. Bergh B, Pietsch M, Vogl TJ. Internet technology for clinical applications in a digital radiography department. *Radiology* 2000; 40: 371-87.
7. Busch HP, Busch S, Decker C, Schilz C. Image quality and exposure dose in digital projection radiography. *Rofo* 2003; 175: 32-7.
8. Hamer OW, Sirlin CB, Strotzer M, Borisch I, Zorger N, Feuerbach S, et al. Chest radiography with a Flat-Panel detector: Image quality with Dose Reduction after Copper Filtration. *Radiology* 2005; 237: 691-700.
9. Jo GH, Kang YH, Kim BS. A Study on the Exposure Parameter and the Patient Dose for Digital Radiography System in Dae Goo. *Journal of Korean Society of radiological technology* 2008; 31: 177-82.
10. Veno E, Faulkner KA, Colin GO. Major advantage of medical imaging for general radiography is the potential for reduced patient dose so film/screen systems should be phased out as unnecessarily hazardous. *Med Phys* 2006; 33: 1529-31.
11. Kim SC, Jung JE. Study on image quality and dosage comparison of F/S system and DR system. *Journal of Korean Society of radiological technology* 2003; 26: 7-11.