

Evaluation of Area Dose Product and Image Density according to the Variable Tube Current

YoungWoo Yun,¹ Jaeyong Je^{2,*}

¹Department of Radiologic Technology, Choonhae College of Health Sciences

¹Department of LED Convergence Engineering, Pukyong National University

²Department of Radiological Technology, Dong-Eui Institute of Technology

Received: September 13, 2018. Revised: October 25, 2018. Accepted: October 31, 2018

ABSTRACT

This research aims at measuring images density of according to DAP(dose area product), and suggesting the need to quality control of exposure dose. When tube voltage was fixed as 80 kVp and tube current was set as 1, 25, 50, 80, and 100 mAs, with the increase of DAP from 25 mAs to 50 mAs, the dose also rose 1.88 times as much as before, and with the increase from 50 mAs to 100 mAs, it got 2.05 time higher than before. However, the images density obtained as film grew as much as 48% with the increase from 25 mAs to 50 mAs, and 29% with the increase from 50 mAs to 100 mAs. In addition, it has been found out that the higher the DR images density got from 25 mAs to 50 mAs, the bigger it became by 12%, and that it got bigger by 30% with the increase from 50 mAs to 100 mAs. In other words, the differences in the image density by the increase of the dose with the digital imaging equipment in a proper condition was proved to be less than in the film images. Based on the results of this research, medical institutions using a digital imaging equipment are expected to be able to reduce exposure dose of each region of interest than now through the quality control of radiation dose.

Keyword: tube current, film, digital image, density, dose area product

I. INTRODUCTION

의료 방사선은 전리 방사선을 이용하여 환자의 의학적 진단이나 치료를 위하여 사용되어졌다. 환자가 진단을 위하여 받는 방사선 선량이 의료기관 방문 시 받는 방사선 선량의 대부분을 차지하며, 현재 생활수준의 향상과 질병의 조기진단을 목적으로 이용이 증가하고 있다. 통계적으로 국내 의료 방사선 사용빈도의 경우 2007년 1억6천만 건, 2008년 1억8천만 건, 2009년 1억9천만 건, 2010년 2억1천만 건으로 증가하고 있으며 방사선 피폭량도 2007년부터 0.93 mSv, 1.06 mSv, 1.28 mSv, 1.4 mSv로 증가하고 있다. 이 중 2011년 방사선 검사 2억2

천만 건 중 일반 엑스선 검사는 1억7천만 건으로 78%를 차지한다고 보고되고 있기 때문에 일반 엑스선 검사로 인한 방사선 피폭은 무시할 수 없는 부분이다.^[1] 질병의 진단을 위한 전리방사선 중 엑스선을 이용한 영상진단은 아날로그 방식의 촬영 장치에서 디지털 촬영 장치로 발전하였다. 디지털 영상(DR, Digital Radiography) 영상은 빛에 민감한 작은 입자 즉, 픽셀에 의해 형성되며 넓은 동적 범위의 특징으로 방사선 노출량을 감소하면서 우수한 화질의 영상을 제공하게 된다.^[2] 환자의 의료영상 획득에 있어서 필름을 이용한 아날로그 방식에서 DR 획득이 이루어지면서 영상획득과정에서 환자의 피폭선량에 대한 관심도는 촬영 조건에 따라 영상의 화질에 크게 영향을 주지 않으므로 낮아지

* Corresponding Author: Jaeyong Je

E-mail: jjy04@dit.ac.kr

Tel: +82-51-860-3533

Address: Department of Radiological Technology, Dong-Eui Institute of Technology

게 되었다. 즉, 방사선 조사선량이 영상의 선예도와 대조도에 크게 영향을 주지 않으므로 아날로그 장치보다는 더 많은 방사선량을 조사하여 영상을 처리하게 되었다. 본 연구는 국제방사선방어위원회에서 권고하는 ALARA(As Low As Reasonably Achievable) 권고에 따라 최적의 영상을 얻으면서 환자가 받는 선량을 최소화하고 방사선 조사선량에 따른 DR과 필름의 농도를 측정하여 영상획득의 적정 촬영조건에 따른 환자가 받는 면적선량을 제시하고자 하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

영상을 획득하기 위하여 초점과 촬영 테이블의 거리를 100 cm로 설정하고 조사야의 크기는 골반부위가 모두 포함될 수 있도록 35×45 cm²으로 하였다. 엑스선이 조사되는 면적선량을 측정하기 위하여 fig. 1의 면적선량계(VacuDAP, VacuTec, Germany)와 fig. 2의 골반부위 인체모형(RS113T, 다올팬텀, Korea)을 사용하였다.



Fig. 1. Dose area product(DAP) meter.

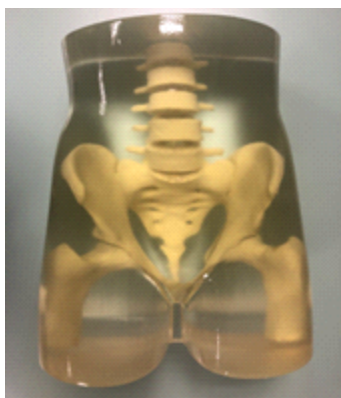


Fig. 2. Pelvis phantom.

실험에 사용한 방사선 발생장치(REX-R, Listem ore)는 고주파 인버터 방식으로 초점의 크기는 0.6 mm × 1.2 mm이며, 고유여과는 1.5 mmAl 당량이다. 엑스선 조사 조건은 관전압은 80 kVp로 고정하고 관전류를 1, 25, 50, 80, 100 mAs로 변화시켜 각각 동일한 조건에서 3회 촬영 하였다. 동일 조건에서 획득한 필름은 농도계(07-443, Fluke, USA)를 이용하여 꼬리뼈 농도를 3회 측정하고, DR영상은 영상전송시스템(Infinit PACS, Infinit Healthcare, Korea)으로 전송하여 전송된 영상의 꼬리뼈 농도를 3회 측정하여 평균값을 구하였다.

III. RESULT

촬영 조건별 필름과 DR 획득영상은 fig. 3, 4와 같이 나타났다. 필름을 이용한 영상획득은 동일한 조건에서 관전류가 25 mAs 조건일 때 진단적 가치가 높은 적정 영상의 농도가 나타났으며, DR영상은 1 mAs를 제외한 나머지 영상에서 진단에 필요한 충분한 영상의 농도를 가지는 것으로 나타났다.

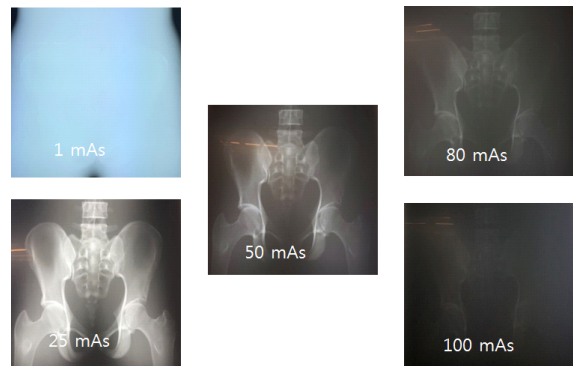


Fig. 3. Comparative of image density with changes in tube current for a film-screen system.

촬영조건별 3회의 측정 후 평균한 농도와 면적선량 결과는 Table 1에 나타내었다. 동일한 관전압에서 영상획득을 위한 적정 관전류인 25 mAs 일 때 필름의 농도는 1.27이고 100 mAs 일 때 필름의 농도는 2.43 이었다. 위의 필름 촬영 조건의 영상 농도 차이는 약 1.9배 차이가 나타났다. 그러나 DR을 이용한 획득 영상에서는 25 mAs 일 때 1266이고 100 mAs 일 때 1859의 농도를 나타내었다. 이들 DR영상 비교에서는 약 1.46배 차이를 나타내었다. 즉, 필름과 DR 영상을 비교한 결과 필름에서 촬영조건별 영상의 농도차이가

DR 영상보다 크게 나타났다.

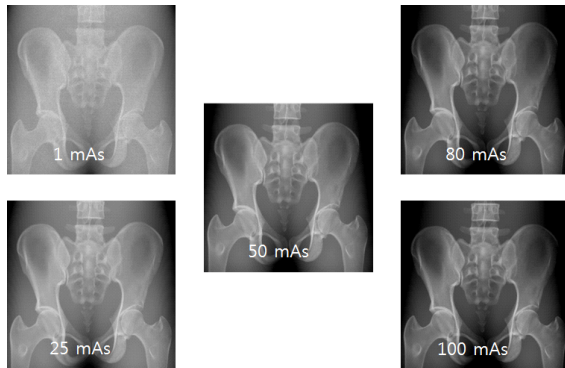


Fig. 4. Comparative of image density with changes in tube current for a digital radiography.

또한 촬영조건별 면적선량의 비교에서 관전류가 25 mAs일 때 골반부위의 적정 농도 촬영조건으로 판단하면 50 mAs로 관전류를 2배 증가시켜 촬영한 영상에서는 약 1.88배의 추가 선량이 조사되는 것으로 나타났다.

Table 1. Result of Area Dose and Image Density

Tube Current[mAs]	Film Density [a. u.]	DR Density [a. u.]	Area Dose [$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$]
1	0.5	1130	8.7
25	1.27	1266	280
50	1.88	1420	528
80	2.29	1723	845
100	2.43	1859	1087

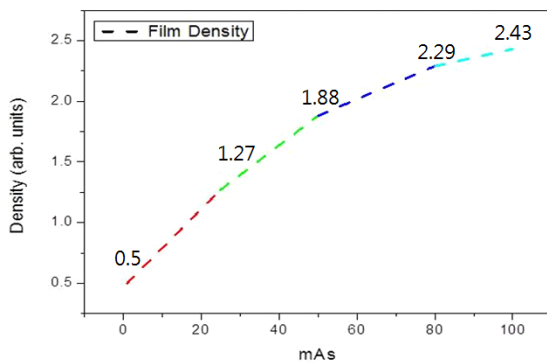


Fig. 5. Measurement of film image density with increasing tube current.

fig. 5에서 영상진단에 적절한 필름의 농도는 25 mAs와 50 mAs일 때 1.27과 1.88이 적당하다고 할 수 있다. 25 mAs를 기준으로 50 mAs는 48%의 농도증가

를 나타내었다.

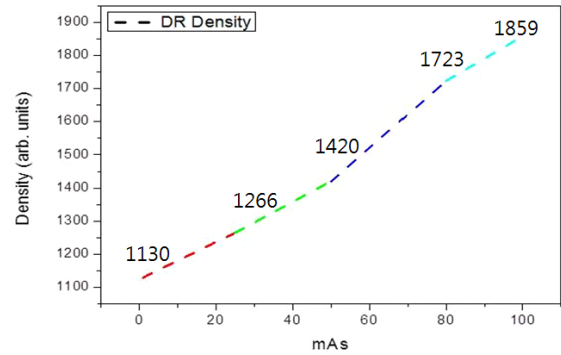


Fig. 6. Measurement of digital radiography image density with increasing tube current.

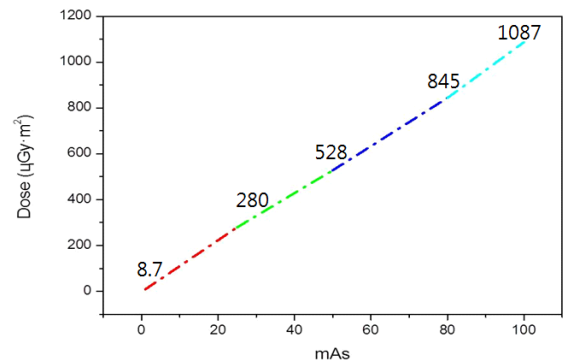


Fig. 7. Measurement of area dose with increasing tube current.

fig. 6에서 DR의 적정 농도인 25 mAs를 기준으로 50 mAs는 12%의 농도 증가가 나타났으며, fig. 7은 촬영 조건별 면적선량을 나타내었다. 필름 영상의 농도는 관전류의 증가에 따라 영상의 농도가 포화되는 경향을 나타내었고 DR 영상의 농도는 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 관전류 증가에 따른 면적선량 또한 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다.

IV. DISCUSSION

진단에 사용하는 엑스선은 질병의 진단을 목적으로 최소한의 선량을 조사하여 진단적 가치가 높은 영상을 획득하는데 목적이 있다. 또한 생활수준의 향상과 건강에 대한 관심도가 높아지면서 의료기관 방문 횟수 증가와 함께 의료 방사선 피폭은 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 방사선 이용 증가와

함께 방사선사는 최소한의 방사선량으로 최적의 진단적 가치가 높은 영상을 획득하는 노력이 필요하다. 현재까지 방사선 피폭선량이 엑스선 촬영에 비하여 많은 CT와 유방촬영술에 대해서는 피폭선량을 줄이기 위한 촬영 조건에 대한 연구가 계속 시도되었으며, 다양한 종류의 영상으로 확대되고 있다.^[3-6] 흉부 엑스선 촬영에 대한 연구도 있으나^[7-9] 본 연구는 생식선이 포함된 골반부위 촬영에서 면적선량과 영상의 농도를 평가하였다. 현재 대부분의 의료기관들은 필름-스크린 방식이 사라지고 DR 영상을 획득하여 질병의 진단에 활용하고 있으므로 조사선량에 따른 영상의 관독에서 큰 영향을 미치지 않으므로 영상 획득과정에서 조사선량에 대한 관심이 낮아졌다고 볼 수 있다. 이러한 이유로서 엑스선 촬영 시 방사선 노출을 감소시킬수록 영상이 선명하지 않고 잡음이 증가하므로 방사선사와 영상의학과 의사들은 엑스선 촬영을 할 때 상대적으로 과도노출은 선호하기 때문이다.^[4] 의료기관에서 1회의 일반촬영 엑스선 검사로 환자에게 결정적 영향을 나타내지는 않지만 흡수선량에 비례하여 증가하는 확률적 영향을 줄일 필요성이 있다. 또한 각 방사선 촬영 장비와 촬영 부위별 최적의 영상획득과 면적선량 획득을 통하여 동일 촬영 부위별 각각의 다른 의료기관과의 피폭선량을 평준화 할 필요성이 요구되어진다.

V. CONCLUSION

본 실험에서는 골반부위의 필름 영상과 DR영상을 관전류 조건별 획득하고 획득과정에서의 면적선량을 측정하였으며, 각 영상에 대한 동일한 지점에서 영상의 농도를 측정하였다. 필름-스크린 방식에서는 최적의 영상 농도를 구현하기 위한 많은 노력이 필요하지만 DR 영상은 영상처리과정에서 영상의 농도조절이 자유롭기 때문에 과도노출을 통하여 영상을 획득하는 것이 일반화 되었다. 대부분의 의료기관에서의 일반촬영 장비는 면적선량 또는 조사선량이 표시되는 엑스선 촬영장비가 아니므로 각 부위별 1회의 피폭선량을 인지하지 못하고 있는 것으로 판단되어진다. 그러므로 환자가 영상의학과 방문 시 받는 피폭선량을 최대한 줄이고 최적의 영상을 구현하기 위한 각 의료기관별 영상의학과

규모와 상관없이 정기적인 방사선 선량에 관한 정도관리 체계가 마련되면 현재보다 촬영 부위별 피폭선량을 조금이나마 더 줄일 수 있을 것으로 판단되어진다.

Reference

- [1] <http://www.nifds.go.kr>.
- [2] M. Körner, C. H. Weber, S. Wirth, K. J. Pfeifer, M. F. Reiser, and M. Treitl, "Advances in Digital Radiography: Physical Principles and System Overview1," *Radiographics*, Vol. 27, No. 3 pp. 675-686, 2007.
- [3] S. E. Peters, P. C. Brennan, "Digital radiography: are the manufacturers' settings too high? Optimization of the Kodak digital radiography system with aid of the computed radiography dose index," *Eur. Radiol*, Vol. 12, No. 9, pp. 2381-2387, 2002.
- [4] W. Huda, A. M. Sajewicz, K. M. Ogden, D. R. Dance, "Experimental investigation of the dose and image quality characteristics of a digital mammography imaging system," *Med. Phys*, Vol. 30, No. 3, pp. 442-448, 2003.
- [5] N. A. Gkanatsios, W. Huda, K. R. Peters, "Effect of radiographic techniques(kVp and mAs) on image quality and patient doses in digital subtraction angiography," *Med. Phys*, Vol. 29, NO. 8, pp. 1643-1650, 2002.
- [6] A. A. Bankier, C. Schaefer-Prokop, V. D. Maertelaer, D. Tack, P. Jaksch, W. Klepetko, P. A. Gevenois, "Air Trapping: Comparison of Standard-Dose and Simulated Low-Dose Thin-Section CT Techniques," *Radiology*, Vol. 242, No. 3, pp. 898-906, 2007.
- [7] V. Neofotistou, V. Tsapaki, S. Kottou, A. Schreiner-Karoussou, E. Vano, "Does digital imaging decrease patient dose? A pilot study and review of the literature," *Radiat Prot Dosimetry*, Vol. 117, No. 1-3, pp. 204-210, 2005.
- [8] K. Bacher, P. Smeets, K. Bonnarens, A. De Hauwere, Verstraete K, H. Thierens, "Dose reduction in patients undergoing chest imaging: digital amorphous silicon flat-panel detector radiography versus conventional film-screen radiography and

phosphor-based computed radiography," *AJR. Am. J. Roentgenol*, Vol. 181, No. 4, pp. 923-929, 2003.

- [9] L. J. Kroft, W. J. Veldkamp, B. J. Mertens, J. P. Van Delft, J. Geleijns, "Detection of simulated nodules on clinical radiographs: dose reduction at digital posteroanterior chest radiography," *Radiology*, Vol. 241, No. 2, pp. 392-398, 2006.

관전류 변화에 따른 면적선량과 영상 농도 평가

윤영우¹ 제재용^{2,*}

¹춘해보건대학교 방사선과

¹부경대학교 LED융합공학과

²동의과학대학교 방사선과

요약

본 연구는 면적선량에 따른 영상의 농도를 측정하여 피폭선량에 대한 정도관리 필요성을 제시하고자 하였다. 관전압을 80 kVp로 고정하고 관전류를 1, 25, 50, 80, 100 mAs로 조사한 결과 면적선량은 25 mAs에서 50 mAs로 증가하면 1.88배의 선량이 증가하고 50 mAs에서 100 mAs로 증가하면 2.05배 증가하였다. 하지만 필름으로 획득한 영상의 농도는 25 mAs에서 50 mAs로 증가하면 48% 증가하고, 50 mAs에서 100 mAs로 증가하면 29% 증가하였다. 또한 DR 영상의 농도는 25 mAs에서 50 mAs로 증가하면 12% 증가하고, 50 mAs에서 100 mAs로 증가하면 30% 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 디지털 영상촬영 장비는 적정 촬영 조건에서 선량 증가에 따른 영상의 농도차이가 필름 영상보다는 적게 나타났다. 본 연구의 결과에서 디지털 영상 촬영 장비를 사용하는 의료기관에서는 방사선 선량에 대한 정도관리를 통하여 현재보다 촬영 부위별 피폭 선량을 조금이나마 더 줄일 수 있을 것으로 판단되어진다.

중심단어: 관전류, 필름, 디지털 영상, 농도, 면적선량

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	윤영우	춘해보건대학교 방사선과	교수
(교신)	제재용	동의과학대학교 방사선과	교수