

Effects of Field Configuration Shielding Area and Changing of Density and Sensitivity on Tube Current and Image Quality in Automatic Exposure Control System

Min-Gyu Jeong^{1,2}, Youl-Hun Seoung^{2,*}

¹Department Of Radiology, ChungBuk National University Hospital

²Department of Radiological Science, Graduate School of Health Sciences, Cheongju University

Received: July 27, 2020. Revised: October 20, 2020. Accepted: October 31, 2020

ABSTRACT

The purpose of this study was to analysis the effects of shielding area of field configuration with changing of sensitivity and density on tube current (milliampere-seconds, mAs) and image quality in automatic exposure control (AEC) system. The equipment used a digital radiography device (Digital Diagnost, Philips, Netherlands), which has a integral type with an X-ray tube and an indirect digital detector. The AEC system conditions were consisted of 9 setting environments, that mode changing of the sensitivity (S200, S400, S800) and the density (+2.5, 0, -2.5). The tube current evaluated automatically exposed mAs under 81 combination conditions crossed by AEC conditions in fixed at 40 kVp. The image quality evaluated the radiographic images that selected valid images by visual assessment the radiographic images of the self-produced conical pyramid phantom and then measured their signal to noise ratio (SNR). As a result, the maximum tube current was 60.0 mAs that automatically exposed conditions were the 100% of shielding area and the sensitivity of S200 and the density of +2.5. The minimum tube current was 0.9 mAs with non-shielding area and the sensitivity of S800 and the density of -2.5. When the shielded area 0% with the sensitivity of S200 and the density of +2.5, the maximum SNR was the highest as 25.2. But when the shielded area 25% with the sensitivity of S800 and the density of -2.5, the minimum SNR was the lowest as 4.7.

Keywords: Automatic exposure control system, Field configuration, Sensitivity, Density, Tube current, Image quality

I . INTRODUCTION

1895년 엑스선이 발견된 이후, 엑스선은 영상의학의 태동적인 역할과 진단 및 예방 분야의 발전을 이끌면서 인류 삶의 질 향상에 이바지를 하고 있다. 그러나 엑스선의 과다노출은 인간에 유해한 영향을 끼칠 수 있다. 영상의학적 검사에서는 최소한의 선량으로 최상의 진단적 가치를 갖는 영상 검출체의 획득이 중요하다. 엑스선을 이용하는 검사는 피사체에 따른 검사 두께와 엑스선 흡수정도를 파악하여 적정 엑스선 조사조건을 설정해야 한다.^[1,2]

그러나 환자들 마다 인체 두께와 병리학적 조건 등이 상이하기 때문에 방사선사들은 항상 엑스선 노출조건 수립에 어려움을 겪고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 1942년 Morgan은 자동노출제어장치(Automatic Exposure Control, AEC)를 개발하였다. AEC는 미리 설정한 영상의 농도에 필요한 엑스선량을 조사시간으로 자동 노출될 수 있도록 해주는 제어장치이다. 이때 AEC의 조절인자로는 채광창(Field configuration), 감도(Sensitivity), 농도(Density) 등이 있다. 채광창은 검출기 내 삽입된 이온 전리조(Ion Chamber)가 위치한 곳을 말하며 검

* Corresponding Author: Youl-Hun Seoung E-mail: radimage@cju.ac.kr Tel: +82-43-229-7993
Address: Cheongju University, 298, Daesung-ro, Cheongwon-gu, Cheongju-si, 363-764, Republic of Korea

사목적에 따라 모양과 개수 그리고 활성화 위치가 상이하다.^[3-5] 일반적으로 엑스선 검사 시 주요 관심해부학 영역이 있는데 이를 지배역(Dominant zone)이라고 하며 채광창과 일치되도록 환자검사자세를 설정해야 한다. 예를 들면 흉부 전후 엑스선 검사인 경우 보통 3개의 이온 전리조 중 상단 2개의 전리조를 활성화하여 관심부위의 지배역인 폐야에 이온 전리조를 위치시켜야 한다.^[6-8] 그러나 채광창과 인체 내부의 지배역을 육안적으로 일치시키는 일은 쉬운 일이 아니기 때문에 자동노출제어를 정확하게 구현하는 것은 많은 훈련이 필요하다.

감도는 이온 전리조가 방사선을 얼마만큼 민감하게 인식하는 정도를 의미하고 감도 변화는 흡수선량의 변화로 이어지게 된다.^[9,10] 따라서 소아인 경우는 고감도로 설정하여 조사선량을 최소화할 수 있다.

농도조절은 엑스선의 강도(I)와 조사시간(T)의 곱으로 정의할 수 있다. 환자의 두께가 변화되어도 일정한 농도를 묘출하기 위해서는 엑스선의 강도와 조사시간을 조절하면 가능하다. 이는 이온 전리조에서 엑스선에 의해 검출된 전리전류를 이온타이머를 이용하여 농도 값을 설정할 수 있다. 즉, 적분컨터서에 일정한 값을 설정하고 엑스선 조사 동안에 충전전하량이 설정 값에 도달하면 엑스선 조사를 멈추게 하는 것이다. 따라서 농도 값은 피사체의 감약 값에 의존적으로 엑스선이 조사된다. 예를 들어 전방 척추체 유합술(Anterior Lumbar Interbody Fusion, ALIF), 후방 척추체 유합술(Posterior Lumbar Interbody Fusion, PLIF) 등과 같이 엑스선 감약 값이 큰 금속물 등이 인체 안으로 삽입된 경우에는 설정된 농도 값에 영향을 주기 때문에 환자들에게 많은 선량이 조사된다.^[9]

이처럼 AEC의 활용은 엑스선 조사조건을 자동화하여 단순하게 사용하기 전에 특성을 정확하게 파악해야 엑스선의 과다 조사를 예방하고 우수한 영상품질을 획득할 수 있다. 또한 디지털 검출기를 사용하는 경우에는 필름/증감지 방식보다 영상의 관용도가 넓기 때문에 AEC의 조절인자를 최적화한다면 의료방사선 저감화 기술로써 주목할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 AEC 사용 시 채광창과 지배역이 일치하지 않을 때를 가정하여 채광창의 차폐정도를 물리적으로 변화시켜 이에 따른 감도와 농도가 관전류량과 영상품질에 미치는 영향을 조사하였다.

II. MATERIALS AND METHODS

1. 실험 장비

본 실험에 사용된 장비는 엑스선관과 간접방식의 디지털검출기가 일체형인 디지털 방사선발생장치(Digital Diagnost, Philips, Netherlands)를 사용하였다. 디지털검출기는 간접방식의 Amorphous Silicon 사용하였고, 크기는 17×17 inch, 2840×2874 pixels, pixel depth는 16 bit이었다. 디지털검출기 내에는 이온 전리조가 지름 7.5 cm 크기와 원형 형태로 3개가 내장되어 있다. 또한 검출기 상단에는 이동 그리드(40 lines/cm)가 설치되어 있다.

2. 엑스선 조사 조건

엑스선관과 디지털검출기의 거리는 100 cm로 고정하였고 관전압은 40 kVp, 소초점으로 고정하였다. 디지털검출기를 충분히 포함시키기 위해 실험의 조사야 크기는 44×45 cm로 설정하였다. 이온전리조의 위치는 Coin Test를 응용하여 엑스선이 조사된 영역의 모서리를 각각 대각선으로 연결하였고 두 선이 만나는 지점을 중앙점으로 정하고 가상의 지름 7.5 cm 원형의 범위로 정하였다.

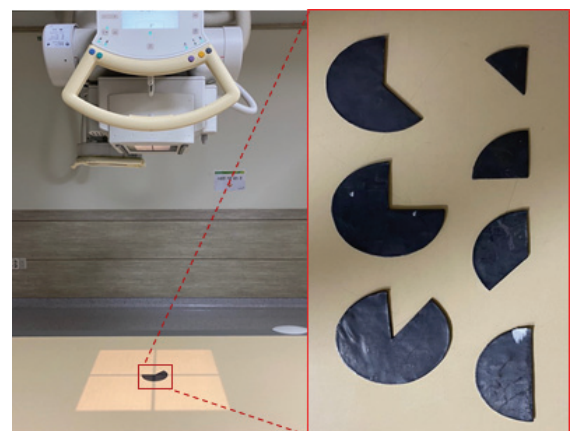


Fig. 1. Partially shielding by using leads on field configuration in digital detector.

3. 채광장의 부분차폐와 지배역의 모델링

본 실험에서는 채광장의 부분차폐정도를 모델링하기 위해서 Fig. 1과 같이 이온 전리조를 충분히 차폐할 수 있도록 지름 8 cm, 3 mm 두께의 원형 납 차폐체를 제작하였다. 이때 차폐체는 이온 전리조가 모두 개방된 0%에서부터 이온 전리조가 모두 차폐된 100%까지 12.5%씩 점진적으로 증가시키기 위해 8등분하여 총 9단계의 차폐정도로 구분하였다.

지배역의 영상품질을 평가하기 위해 Fig. 2와 같이 총 13계단으로 이루어진 원뿔형 피라미드 팬텀을 3D 프린터로 자체 제작하였다. 팬텀의 재료는 PLA (Poly Lactic Acid)를 사용하였으며 내부 밀도는 100%로 충전하였다. 원형 이온 전리조의 지름이 7.5 cm이기 때문에 팬텀의 지름도 동일하게 제작하였다. 감약 정도를 최대한으로 나타내기 위한 조건과 일정한 각 계단의 폭을 고려하여 좌, 우 0.3 cm의 간격으로 유지하도록 하였다. 그 결과, 높이가 3.6 cm인 총 13단계의 원뿔형 피라미드 팬텀이 모델링되었다.

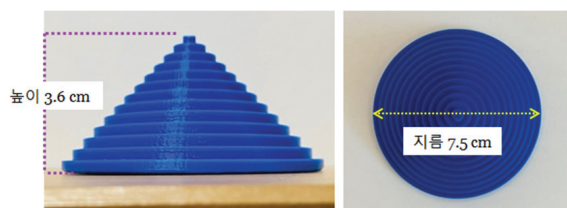


Fig. 2. Specifications of cone pyramid phantom.

4. 감도 및 농도 조절

AEC 조절 인자인 감도는 장비에서 설정된 S200, S400, S800의 3단계와 -2.5, 0, 2.5로 구분된 농도 3 단계로 나누어 실험하였다. 최종 AEC의 조절인자의 조합은 감도와 농도를 교차로 조절하여 9개 (=3×3)의 조합으로 실험을 실시하였다.

5. 선량 측정 및 영상평가

선량은 AEC 조절인자에 의해서 자동 노출된 mAs를 측정하였다. 이때 감도 단계별로 채광장의 차폐정도와 농도조절 단계를 교차한 81가지의 조합에 대해서 엑스선 조사하였고 설정된 조합 별로 3번씩 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 영상평가

는 원뿔형 계단의 형태가 모두 보이는 유효한 영상을 선택하였고, 그들 중에서 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR) 값을 측정하였다. 영상분석은 미국 국립 건강 보건원(National Institutes of Health, NIH)에서 만들어 제공하고 있는 JAVA 기반의 이미지 처리 및 분석 프로그램인 Image J 프로그램을 사용하였다.^[10]

SNR은 공식(1) 같이 동일한 크기의 영상 (nx, ny)에서 참조영상 r(x, y)과 측정영상 t(x, y)을 비교하여 SNR 값을 도출하였다. 이때 참조영상은 도출된 영상 중 가장 우수한 영상을 선정하였다.

$$SNR = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{\sum_0^{n_x-1} \sum_0^{n_y-1} [r(x,y)]^2}{\sum_0^{n_x-1} \sum_0^{n_y-1} [r(x,y) - t(x,y)]^2} \right] \quad (1)$$

6. 통계적 분석

획득된 데이터는 SPSS 프로그램(SPSS 24.0 for Windows, SPSS, USA)을 이용하여 통계 분석하였다. 선량평가와 SNR의 유의성을 평가하기 위해 감도별로 일원분산분석(One-way analysis of variance, ANOVA)을 시행하여 농도 변수 간의 분산검정을 시행하였다. 이 때 p 값이 0.05보다 작을 경우 변수들 간의 유의성이 있다고 정의하였다.

III. RESULTS

1. 선량 측정결과

Fig. 3(a)과 같이 감도 S200에서 농도 -2.5일 때 차폐정도에 따라 최소 평균 3.3 mAs와 최대 평균 9.0 mAs가 도출되었다. 농도 0.0에서는 최소 평균 5.7 mAs와 최대 평균 44.5 mAs가 도출되었다. 농도 2.5에서는 최소 평균 10.1 mAs와 최대 평균 60.0 mAs가 도출되었다. 이때 ANOVA 검정을 한 결과 p-value가 0.001로 변수 간의 유의한 차이를 보였다.

Fig. 3(b)과 같이 감도 S400에서 농도 -2.5일 때 차폐정도에 따라 최소 평균 1.7 mAs와 최대 평균 12.4 mAs가 도출되었다. 농도 0.0에서는 최소 평균 2.9 mAs와 최대 평균 22.5 mAs가 도출되었다.

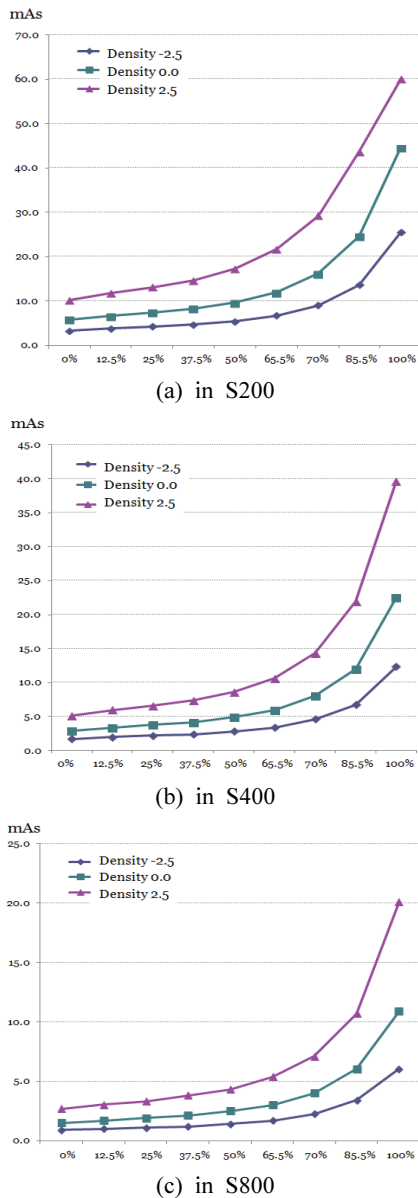


Fig. 3. The mAs measurements according to density changes.

농도 2.5에서는 최소 평균 5.2 mAs와 최대 평균 39.6 mAs가 도출되었다. 이때 ANOVA 검정을 한 결과 p -value가 0.001로 변수 간의 유의한 차이를 보였다.

Fig. 3(c)과 같이 감도 S800에서 농도 -2.5일 때 차폐정도에 따라 최소 평균 0.9 mAs와 최대 평균 6.0 mAs가 도출되었다. 농도 0.0에서는 최소 평균 1.5 mAs와 최대 평균 10.9 mAs가 도출되었다. 농도 2.5에서는 최소 평균 2.7 mAs와 최대 평균 20.1

mAs가 도출되었다. 이때 ANOVA 검정을 한 결과 p -value가 0.001로 변수 간의 유의한 차이를 보였다.

%	Sensitivity		
	S200	S400	S800
100			
85.5			
70.0			
65.5			
50.0			
37.5			
25.0			
12.5			
0.0			

Fig. 4 Radiographic images of cone pyramid phantom which changed sensitivities with partial shielding by using leads on field configuration in density 0.0

따라서 조절인자가 채광창 차폐정도가 100%, 감도 S200, 농도 2.5일 때 선량이 60.0 mAs로 가장 많이 조사되었으며, 채광창 차폐정도가 0%, 감도

S800, 농도 -2.5일 때 선량이 0.9 mAs로 가장 적게 조사되었다.

2. 영상평가 결과

획득된 영상 중 AEC의 농도 0.0을 기준으로 육안 평가한 결과 Fig. 4와 같이 채광량의 차폐정도가 0%에서 25%까지의 노출결과에서 팬텀의 전체 계단 대조도가 형성되었다.

SNR을 이용한 영상품질 평가는 육안평가에서 유효한 영상을 대상으로 하였다. 그 결과 Fig. 4(a)과 같이 감도 S200에서는 농도 -2.5, 차폐정도가 25%일 때 SNR이 5.3로 최소값이었으며, 농도 2.5, 차폐정도가 0.0%일 때 SNR이 25.2로 최대값을 보였다. 이때 ANOVA 검정을 한 결과 *p*-value가 0.001로 차폐정도 변수 간의 유의한 차이가 있었다. 감도 S400에서는 Fig. 4(b)와 같이 농도 -2.5, 차폐정도가 25%일 때 SNR이 5.0으로 최소값이었으며, 농도 2.5, 차폐정도가 0.0%일 때 SNR이 23.5로 최대값을 보였다. 이때 ANOVA 검정을 한 결과 *p*-value가 0.001로 차폐정도 변수 간의 유의한 차이가 있었다. 감도 S800에서는 Fig. 4(c)와 같이 농도 -2.5, 차폐정도가 25%일 때 SNR이 4.7로 최소값이었으며, 농도 2.5, 차폐정도가 0.0%일 때 SNR이 21.1로 최대값을 보였다. 이때 ANOVA 검정을 한 결과 *p*-value가 0.001로 차폐정도 변수 간의 유의한 차이가 있었다.

따라서 조절인자가 채광량 차폐정도가 0%, 감도 S200, 농도 2.5일 때 SNR이 25.2로 가장 우수하였고, 채광량 차폐정도가 25%, 감도 S800, 농도 -2.5일 때 SNR이 4.7로 가장 낮았다.

IV. DISCUSSIONS

본 연구에서는 AEC에서 채광량의 차폐정도와 농도, 감도의 변화가 관전류량과 영상품질에 미치는 영향을 조사하였다. 임상에서의 일반 엑스선 검사는 환자의 체형 및 두께 그리고 기타 병적 기질 차이를 고려하여 적절한 엑스선 조사조건을 설정하여 검사해야 한다. 그러나 이러한 엑스선 조사조건 설정은 많은 훈련과 경험이 필요하기 때문에

AEC를 이용하여 엑스선 조사조건의 항시성을 유지하고자 하였다. 그러나 채광량과 지배역이 일치해야 AEC에서 이상적인 엑스선량을 조사할 수 있다. 만약 채광량에 관심부위가 아닌 그 외의 영역이 포함되어 농도의 변화가 초래된다면 기존 설정 농도를 유지하기 위해 선량이 과도 또는 과소하게 조사될 수 있다. 선행연구에서는 조사야에 투명 AEC 표지자를 설치하여 채광량과 관심 해부학적 부위에 지배역을 일치시키는 노력으로 환자의 피폭선량을 줄였다고 보고하였다.^[8]

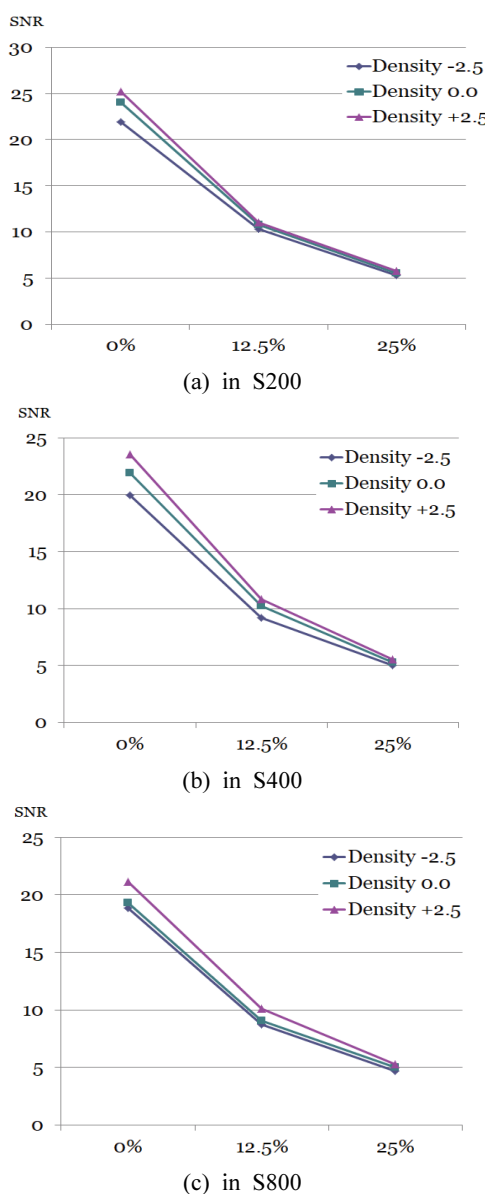


Fig. 4 SNR measurements according to density changes.

그러나 임상적인 채광창과 지배역간의 일치성 연구로서 채광창에 대한 실험적인 물리적 증명으로는 한계가 있었다. 따라서 본 연구에서는 채광창과 지배역이 일치하지 않을 때를 가정하여 채광창의 차폐정도를 물리적으로 1차 엑스선을 차폐시켰다. 그 결과 채광창의 차폐정도를 0%에서 100%까지 12.5%씩 점진적으로 증가시켰을 때 자동 조사된 mAs 값은 증가하였다. 특히, AEC의 농도조절을 (-)에서 (+)로 증가시켰을 때와 감도가 저감도일수록 mAs 값은 더 가파르게 증가하였다. 본 실험에서는 채광창의 차폐정도에 따라 자동 조사된 mAs 값이 약 50배의 차이를 보여 채광창의 차폐정도가 중요함을 알 수 있었다. 따라서 채광창이 온전히 1차 엑스선에 노출되고 고감도와 저농도일때 mAs는 최소한으로 조사됨을 확인할 수 있었다. 선행연구에서 흉부팬텀을 이용한 엑스선 검사 시에 AEC 조절인자인 감도와 농도를 조절한 결과 선량측면에서 감도는 높게 농도는 낮게 설정하였을 때 선량이 감소하였다고 보고하였다.^[11] 본 실험에서도 선량의 감소 효과는 선행연구와 유사한 결과가 나타났지만 영상품질 평가에서는 농도의 변화에 따라 SNR 값의 차이가 현저하게 나타났다.

영상품질 평가에서는 기존 원뿔형 피라미드 팬텀을 이온 전리조 크기에 맞게 자체 제작하여 육안적 평가를 정량화할 수 있는 차별적 실험방법을 사용하였다.^[12] 그 결과 채광창을 37.5%까지 차폐했을 때 모든 팬텀 계단의 대조도가 유효하지 않게 형성된 엑스선 영상이 획득되었다. 이는 채광창을 차폐한 남이 1차 엑스선을 흡수하여 이온 전리조에 충분한 전리전류가 생성되지 못했기 때문이며 설정된 농도값에 도달하지 못했기 때문이다. 그러나 채광창이 25% 이하로 차폐되었을 때는 유효한 대조도 영상을 획득할 수 있었다. 이러한 결과는 지배역에 주요 관심 해부학 영역이 적절하게 포함이 안 된다면 과도한 엑스선의 노출과 불량한 영상을 획득할 수 있다는 점을 시사한다. 따라서 선행연구에서 소아검사 시 AEC를 사용할 경우 생식선을 남으로 차폐할 경우 오히려 엑스선이 과도하게 조사될 수 있다고 보고한 결과와 일치하였다.^[13,14]

또한 본 연구에서는 유효한 엑스선 영상을 대상

으로 SNR를 구하였다. 그 결과 채광창의 차폐가 없는 상태에서 저감도, 고농도일 때 SNR이 가장 우수하였다. 반면 채광창 차폐정도가 25%, 고감도 S800, 저농도일 때 SNR이 4.7로 가장 낮았다. 이는 Rose가 제시한 SNR의 5보다 작은 값으로 거의 신호를 인식할 수 없을 정도의 수준이다.^[15] 이처럼 AEC는 조절인자에 따라 조사선량과 영상의 품질에 영향을 줄 수 있기 때문에 전문적인 엑스선 조사조건을 무시한 습관적인 AEC의 사용은 자제해야하고 많은 경험과 전문적인 지식을 갖춘 방사선사의 역량이 필요하다.

본 연구는 AEC 사용 시 중앙의 일개 이온 전리조를 대상으로 실험한 제한점과 차폐체의 납과 팬텀에 의한 2차 산란선을 허용한 한계점이 있다.

V. CONCLUSION

본 연구에서는 AEC 사용 시 채광창의 차폐도와 농도, 감도가 관전류량과 영상품질에 미치는 영향을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

채광창의 차폐정도가 증가할수록 관전류량은 증가하였지만 영상품질은 저하되었다. 따라서 채광창에 온전히 관심영역의 지배역을 위치시켜야 적정 선량의 노출로 최적의 영상을 획득할 수 있다.

AEC의 조절인자를 고감도와 저농도로 설정할 때 적은 관전류량이 노출되었다. 따라서 소아 검사 등에 적용하여 선량을 저감화할 수 있다.

Reference

- [1] G. Ullman, M. Sandborg, D. Dance, R. Hunt, G. A. Carlsson, "The influence of patient thickness and imaging system on patient dose and physical image quality in digital chest imaging", *Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 114, No. 1, pp. 294-297, 2005. <https://doi.org/10.1093/rpd/nch542>
- [2] J. S. Lee, S. J. Ko, S. S. Kang, et al., "Quantitative Evaluation of Image Quality using Automatic Exposure Control & Sensitivity in the Digital Chest Image", *The Korea Contents Association*, Vol. 13, No. 8, pp. 275-283, 2013.
- [3] K. H. Kim, A Study on Effects of Automatic

- Exposure Control for the Radiation Dose and Image Quality, Master thesis, Graduate School of Industry and Engineering, Seoul National University of Technology, 2003.
- [4] N. Hawking, A. Elmore. "Effects of AEC Chamber Selection On Patient Dose and Image Quality", *Radiological Technology*, Vol. 80, No. 5, pp. 411-420, 2009.
- [5] S. C. Kim, H. K. Lee, Y. S. Lee, J. H. Cho, "Evaluation of Automatic exposure control system chamber for the dose optimization when examining pelvic in digital radiography", *Journal of X-Ray Science and Technology*; Vol. 23, No. 3, pp. 321-330, 2015. <http://dx.doi.org/10.3233/XST-150492>
- [6] J. S. Lee, S. J. Ko, S. S. Kang, et al, "Evaluation of Image Quality for Diagnostic Digital Chest Image Using Ion Chamber in the Total Mastectomy", *The Korea Contents Association*, Vol. 13, No. 3, pp. 204-210, 2013. <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2013.13.03.204>
- [7] J. S. Lee, C. S. Kim, "The Additional Filter and Ion Chamber Sensor Combination for Reducing Patient Dose in Digital Chest X-ray Projection", *The Korean Society of Radiology*, Vol. 9, No. 3, pp. 175-181, 2015. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2015.9.3.175>
- [8] J. S. Jung, B. W. Choi, S. H. Kim, et al, "Effect of Automatic Exposure Control Marker with Chest Radiography in Radiation Reduction", *Korean Society of Radiological Science*, Vol. 37, No. 3, pp. 177-185, 2014.
- [9] K. W. Kim, Y. R. Kwon, "Comparison of Exposure Dose by Using AEC Mode of Abdomen AP Study in Radiography", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 38, No. 3, pp. 205-211, 2015. <http://dx.doi.org/10.17946/JRST.2015.38.3.03>
- [10] D. Sage, M. Unser, "Teaching Image-Processing Programming in Java", *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol. 20, No. 6, pp. 43-52, 2003. <http://dx.doi.org/10.1109/MSP.2003.1253553>
- [11] B. Y. Choi, M. J. Jung, J. W. Cha, J. H. Ha, S. H. Kim, J. S. Nho, "Study on Radiation Dose and Image Density according to the Auto Exposure and Sensitivity settings using the test method in the Chest PA chest Phantom", *The Korean Society of Radiological Imaging Technology*, Vol. 13, No. 1, pp. 73-80, 2016.
- [12] Y. H. Seoung, "Effects of Tube Voltage and Tube Current on Exposure Index: Focused on Radiographic Images of Cone Pyramid Phantom", *Journal of the Korean Society of Radiology*, Vol. 13, No. 5, pp. 749-755, 2019. <http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2019.13.5.749>
- [13] M. J. Frantzen, S. Robben, A. A. Postm, J. Zoetelief, J. E. Wildberger, G. J. Kemerink, "Gonad shielding in paediatric Pelvic radiography: disadvantages prevail over benefit", *Insights into Imaging*, Vol. 3, No. 1, pp. 23-32, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s13244-011-0130-3>
- [14] Jeukens et al., "Gonad shielding in pelvic radiography: Modern optimised X-ray systems might allow its discontinuation", *Insight into Imaging*, 2020. <http://dx.doi.org/10.1186/s13244-019-0828-1>
- [15] A. Rose, "The Sensitivity Performance of the Human Eye on an Absolute Scale", *Journal of the Optical Society of America*, Vol. 38, No. 2, pp. 196-208, 1948. <http://dx.doi.org/10.1364/JOSA.38.000196>

자동노출제어장치의 채광창 차폐정도와 농도, 감도의 변화가 관전류량과 영상품질에 미치는 영향

정민규,^{1,2} 성열훈^{2,*}

¹충북대학교병원 영상의학과

²청주대학교 보건의료대학원 방사선학과

요 약

본 연구에서는 자동노출제어장치(automatic exposure control, AEC)의 채광창 차폐정도와 농도, 감도가 관전류량과 영상품질에 미치는 영향을 분석하였다. 실험에 사용된 장비는 X선관과 간접방식의 디지털검출기가 일체형인 디지털방사선발생장치(Digital Diagnost, Philips, Netherlands)를 사용하였다. 채광창 차폐정도는 3 mm 두께의 납을 이용하여 0%부터 100%까지 12.5%씩 순차적으로 누적 차폐하여 9단계로 구분하였다. 농도는 제조사에서 제시한 3단계(+2.5, 0, -2.5)와 감도 3단계(S200, S400, S800)를 대상으로 하였다. 관전류량 평가는 관전압을 40 kVp로 고정하고 AEC 조절인자들이 교차한 81가지의 조합조건에서 자동 노출된 관전류량을 측정하였다. 영상품질평가는 자체 제작한 원뿔형 피라미드 팬텀의 방사선영상을 육안 평가하여 유효한 영상을 선별하였고 이들의 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 측정하였다. 그 결과 관전류량은 채광창 차폐정도가 100%, 감도 S200, 농도 2.5일 때 60.0 mAs로 가장 많이 조사되었으며, 채광창 차폐정도가 0%, 감도 S800, 농도 -2.5일 때 0.9 mAs로 가장 적게 조사되었다. SNR은 채광창 차폐정도가 0%, 감도 S200, 농도 2.5일 때 25.2로 가장 우수하였고, 채광창 차폐정도가 25%, 감도 S800, 농도 -2.5일 때 SNR이 4.7로 가장 낮았다.

중심단어: 자동노출제어장치, 채광창, 감도, 농도, 관전류량, 영상품질

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	정민규	청주대학교 보건의료대학원 방사선학과	대학원생
(교신저자)	성열훈	청주대학교 보건의료대학원 방사선학과	교수