

<원저>

흉부 방사선검사에서 자동노출제어 사용에 관한 연구

최성식^{1,3)}·임청환¹⁾·정성훈^{1,2)}¹⁾한서대학교 방사선학과·²⁾서산중앙병원 영상의학과·³⁾아주대학교병원 영상의학과

A Study on the Using of Automatic Exposure Control in the Chest Radiography

Sung-Sik Choi^{1,3)}·Cheong-Hwan Lim¹⁾·Sung-Hoon Jung³⁾¹⁾Dept. of Radiological Science, Hanseo University,²⁾Dept. of Radiology, Seosan Jung-Ang Jeneral Hospital³⁾Dept. of Radiology, Ajou University Hospital

Abstract For general radiological examinations, even in the same area and the same test, the test conditions must be set differently according to the patient. However, since it is impossible to consider the body shape and conditions of patients every time in medical institutions where various patients visit, the tests are conducted by setting the AEC which automatically sets the test conditions. AEC is most commonly used in chest radiography. Therefore, the purpose of this study is to propose the improvement plans for using AEC by measuring the exposure dose and evaluating the image quality according to whether the AEC is used or not, and to provide basic data for AEC research. In the present study, images were acquired while varying tube voltage and test distance according to the use of AEC in chest radiography. The radiation dose was measured by placing the dosimeter in front of the chest phantom, and the CNR and SNR of acquired images were analyzed using Image J. The t-test was conducted for the statistical analysis and the significance was determined at the level of 95% ($p < .05$). As a result of this study, in the inspection distance (100cm, 140cm, 180cm) according to the use of AEC, high doses were observed when the AEC was used and there was statistically significant difference ($p < .05$). In the t-test to determine the difference between CNR and SNR depending on whether AEC was used or not, there was no significant difference according to the use of AEC ($p > .05$). Therefore, when performing chest radiography, if the radiologist establishes the appropriate examination conditions and conducts the examination by not just relying solely on AEC, it may be possible to reduce unnecessary radiation exposure to the patient.

Key Words: AEC(Automatic exposure control), Chest radiography, Exposure doses, CNR, SNR

중심 단어: 자동노출제어, 흉부방사선, 조사선량, 대조도 대 잡음비, 신호 대 잡음비

I. 서 론

의료분야에서 영상의학 장치 및 시설은 과학의 진보에 의해 상당히 빠른 속도로 발전 하고 있으며[1-3], 컴퓨터 기술의 발달과 더불어 환자의 검사부위, 체형, 성인과 소아 등 많은 요소를 가지고 방사선 조사선량을 결정하게 된다. 환자에게 가장 적절한 검사조건을 설정하여 검사하기란 현실

적으로 불가능하다. 이를 보완하고자 많은 의료기관에서 1942년 Morgan에 의해서 소개된 자동노출제어(Automatic Exposure Control; AEC)를 사용하게 되었다. 이는 이온 전리조(Ion Chamber)를 사용하여 영상의 농도에 필요한 적절한 방사선량이 자동으로 조사될 수 있도록 해주는 장치이다[4]. 일반적인 방사선검사에서 동일한 검사, 같은 부위라고 할지라도 환자에 따라서 검사조건은 다르게 설정하여야

Corresponding author: Cheong-Hwan Lim, Department of Health Care, Hanseo University, 46, Hanseo1-ro, Haemi-myun, Seosan-si, Chungcheongnam-do, 31962, Republic of Korea / E-mail: lch116@hanseo.ac.kr

Received 30 January 2019; Revised 26 February 2019; Accepted 26 February 2019

Copyright ©2019 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

한다. 그러나 많은 환자들이 다녀가는 병원에서는 검사할 때마다 환자의 체형과 상태를 고려하기는 불가능하기 때문에 검사 조건이 자동으로 설정이 되는 AEC를 사용하여 검사한다. AEC의 기능은 흉부방사선검사에서 가장 많이 이용되고 있다[5-9]. AEC의 사용은 아날로그 시스템에서는 볼 수 없었던 종격동 부위의 검사가 가능하여 진단의 영역이 확대되는 장점이 있지만, AEC를 무조건 신뢰할 수 있는 것은 아니다[4,8]. AEC는 대부분 3개의 이온 전리조로 구성되어 사용하게 되는데, 이온 전리조 위치와 환자의 위치가 일치하지 않으면 방사선 선량의 계산에 오차가 발생하여 피폭선량이 많아지게 된다. 그러므로 장비 회사에서는 영상 검출기(Table Detector, Stand Buck)에 AEC를 설치하여 공급하지만 사용하지 않는 의료기관도 많이 있다[4]. 이에 본 연구는 흉부방사선검사에서 AEC 사용여부에 따른 피폭 선량을 분석하여 AEC 사용에 관한 개선방향을 제시하고, AEC연구에 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

II. 대상 및 방법

1. 실험장비

연구에 사용되는 측정 기구는 S시 A병원의 디지털 진단용 방사선발생장치 Global 1 Platform(R-150-800, GE Healthcare, USA), FDR AcSelerate(R-150-1000, Fuji film, Japan), DRX-Evolution(R-150-800, Carestream, USA)를 사용하였다(Fig. 1, 2, 3). 영상획득과 선량 측정용

팬텀으로는 인체 모형의 Mulfi purpose, Chest Phantom N1 “LUNGMAN”(KYOTO Kagaku, Japan)을 사용하였으며(Fig. 4), 선량 측정을 위해 Unforce Thin X RAD선량계(Raysafe, Sweden)를 사용하여 측정하였다(Fig. 5). 본 연구에서 수집된 자료의 분석은 통계 분석 패키지 프로그램 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Chicago, USA) 24.0 버전을 사용하였으며, 각 측정값, 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR)와 대조도 대 잡음비(Contrast to Noise Ratio; CNR)의 평균차이를 비교 분석하기 위하여 *t*검증을 실시하였고, 각각의 분석의 결과는 95%($p < .05$)이면 통계학적으로 유의성이 있다고 판단하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 2018년 6월부터 7월까지 대한방사선사협회 회원 132명을 대상으로 흉부 방사선검사 시 사용하는 관전압(kVp)과 관전류(mAs)를 설문 조사를 실시하였다. 설문조사 결과에서 관전압의 평균이 113.93 kVp로 나타났으며, 관전류의 평균은 6.49 mAs로 분석되어 본 연구에서는 115 kVp를 기준으로 사용하였다. 115 kVp를 기준으로 진단용 방사선발생장치의 Stand Detector 앞에 Chest Phantom을 위치시키고 실험을 실시하였다(Fig 6).

영상측정을 위해 SID(source to image-receptor distance)는 흉부 방사선검사에서 가장 많이 사용되는 180 cm을 기준으로 140 cm, 100 cm으로 변화하였으며, AEC 사용에 따른 피폭선량을 비교하기 위하여 AEC mode를 사용 전과 후를



Fig. 1. Golbal 1 Platform



Fig. 2. FDR AcSelerate



Fig. 3. DRX-Evolution



Fig. 4. Chest Phantom N1 LUNG MAN



Fig. 5. Unforce Thin X RAD

선택하여 영상을 획득하면서 선량을 분석하였다. 조사선량은 선량계를 Chest Phantom 앞에 위치시켜 방사선 선량을 측정하였다(Fig. 7).



Fig. 6. Chest Phantom point



Fig. 7. Dosimeter point

3. 영상 평가

영상 평가는 Chest Phantom을 이용하여 획득한 영상에서 'Image J' 프로그램을 이용하여 폐야(Lung)부분을 Signal로 설정하고, 관심영역(Region of Interest; ROI) 5곳을 설정하였으며, 종격동(Media Sternum) 5곳을 noise로 설정하여 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio; SNR)과 대조도 대 잡음비(Contrast to Noise Ratio; CNR)를 측정하였다(Fig. 8). AEC 사용유무와 SID의 변화에 따라 획득한 영상을 평가하였다.

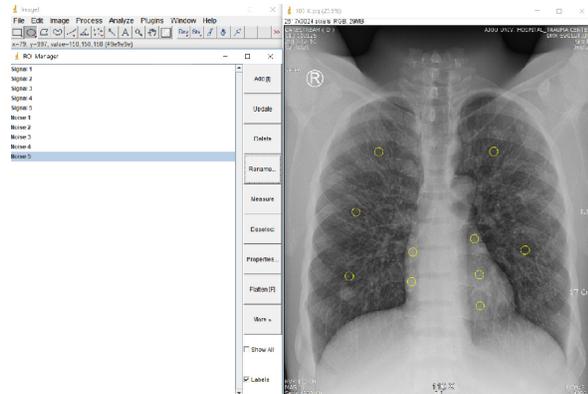


Fig. 8. Image J Program & Image evaluatio point

ROI의 측정값은 각각 최소값, 최대값, 평균, 표준편차를 구하였으며, 측정값을 바탕으로 CNR과 SNR을 분석하였다(식1, 2).

$$CNR = \frac{(Noise\ Avg. - Signal\ Avg.)}{\sqrt{(0.5(Noise\ S.D.)^2 + (Signal\ S.D.)^2)}} \dots\dots\dots (식\ 1)$$

$$SNR = \frac{(Noise\ Avg. - Signal\ Avg.)}{Signal\ S.D.} \dots\dots\dots (식\ 2)$$

III. 결 과

1. 검사거리 변화에서 AEC 사용에 따른 선량

검사거리 변화에 따라 AEC 사용 유·무에 따른 선량 차이를 알아보기 위하여 독립표본 *t*-검증을 실시한 결과는 다음과 같이 나타났다. AEC를 사용하였을 때에 SID가 100 cm에서 선량의 평균은 184.07 μ Gy, 140 cm에서는 144.67 μ Gy, 180cm에서는 129.27 μ Gy로 측정되었다. AEC를 사용하지 않았을 때에 SID가 100 cm에서 선량의 평균은 164.87 μ Gy, 140 cm에서는 133.40 μ Gy, 180 cm에서는 121.47 μ Gy로 측정되었다.

SID 100 cm에서 AEC를 사용하였을 때에 11.65%의 높은 선량이 나타났으며, 통계적으로 유의하게 나타났다(*p*<.001). SID 140 cm에서는 AEC를 사용하였을 때에 8.45%의 높은 선량이 나타났으며, 통계적으로 유의하게 나타났다(*p*<.0001). SID 180 cm에서 6.42%의 높은 선량이 나타났으며, 통계적으로 유의하게 나타났다(*p*<.05), (Table 1).

2. 검사거리 변화에서 AEC 사용에 따른 CNR

검사거리 변화에 따라 AEC 사용 유·무에 따른 CNR 차이를 알아보기 위하여 독립표본 *t*-검증을 실시한 결과는 다음과 같이 나타났다. SID 100 cm에서 CNR은 AEC를 사용하였을 때 5.75, AEC를 사용하지 않았을 때 5.73로 측정되었으며, 통계적으로는 유의하게 나타나지 않았다(*p*>.05). SID 140 cm에서 CNR은 AEC를 사용하였을 때 5.73, AEC를 사용하지 않았을 때 5.78로 측정되었으며, 통계적으로는 유의하게 나타나지 않았다(*p*>.05). SID 180 cm에서 CNR은 AEC를 사용하였을 때 6.43, AEC를 사용하지 않았을 때 6.40로 측정되었으며, 통계적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다(*p*>.05), (Table 2).

3. 검사거리 변화에서 AEC 사용에 따른 SNR

검사거리 변화에 따라 AEC 사용 유·무에 따른 SNR 차이를 알아보기 위하여 독립표본 *t*-검증을 실시한 결과는 다음과 같이 나타났다. SID 100 cm에서 SNR은 AEC를 사용하였을 때 7.49, AEC를 사용하지 않았을 때 7.47로 측정되었으며, 통계학적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다(*p*>.05). SID 140 cm에서 SNR은 AEC를 사용하였을 때 7.91, AEC를 사용하지 않았을 때 7.91로 측정되었으며, 통계학적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다(*p*>.05). SID 180cm에서 SNR은 AEC를 사용하였을 때 8.47, AEC를 사

Table 1. Dose based on AEC Use

Distance(cm)	AEC	M(SD)	tvalue	P
100	Use	184.07(60.41)	4.259***	.001
	Not Use	164.87(46.37)		
140	Use	144.67(55.29)	4.851***	.000
	Not Use	133.40(51.74)		
180	Use	129.27(52.48)	2.843*	.013
	Not Use	121.47(46.18)		

Table 2. CNR Based on AEC Use

Distance(cm)	AEC	M(SD)	tvalue	P
100	Use	5.75(.15)	1.471	.164
	Not Use	5.73(.17)		
140	Use	5.73(.26)	-1.182	.257
	Not Use	5.78(.27)		
180	Use	6.43(.10)	.582	.570
	Not Use	6.40(.21)		

Table 3. SNR Based on AEC Use

Distance(cm)	AEC	M(SD)	tvalue	P
100	Use	7.49(.12)	1.295	.216
	Not Use	7.47(.13)		
140	Use	7.91(.25)	.581	.570
	Not Use	7.91(.25)		
180	Use	8.47(.17)	.720	.484
	Not Use	8.44(.15)		

용하지 않았을 때 8.44로 측정되었으며, 통계학적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$), (Table 3).

IV. 고 찰

국제 방사선 방호위원회에서는 모든 의료피폭은 직무피폭과 마찬가지로 정당화 되어야 하며, 최적화의 원칙에 따라 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)을 확보하여야 한다. 정당화의 원칙은 개인의 방사선피폭, 방사선 피폭자의 수, 개인 및 집단의 경제적, 사회적 인자들을 고려할 때 합리적으로 달성할 수 있는 한 낮게 유지되어야 한다 [11]. 의료피폭이 많아지면서 최적화의 원칙은 더욱더 강조되고 있다. 의료방사선의 경우 환자에게 적정한 검사조건을 설정하여 검사가 이루어져야 하며, 적정한 검사를 설정하기 위해서는 환자의 체형과 상태를 살펴야 한다. 정지상 등의

“자동노출제어를 사용한 X선 흉부촬영에서 AEC 표지자 사용에 따른 환자의 피폭선량 감소효과”에서는 AEC의 센서(Sensor)인 이온전리조의 위치에 따라서 환자의 선량이 변한다고 보고하고 있다[4]. 또한 흉부검사에서 많이 사용되고 있는 AEC의 기능을 무조건 의존해서는 안 되며, 전리조의 센서 위치와 검사부위의 위치가 일치해야 정확한 검사조건으로 환자의 피폭선량의 최소화 및 최적화를 이룰 수 있다고 보고하고 있다. 본 연구 결과, 흉부 방사선검사 시 AEC 사용 유·무에 따른 선량은 검사거리 변화에 따라서 AEC 사용 유·무에 따른 선량의 차이는 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다 ($p<.05$), (Table 1). 그러므로 AEC를 사용하였을 때의 선량은 AEC를 사용하지 않았을 때의 선량보다 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다.

이진수 등은 감도가 증가함에 따라 피폭선량은 감소하였으며, 영상품질 측면에서도 보다 우수한 영상을 얻을 수 있다고 보고하고 있다[7]. 이에 본 연구에서 AEC 사용 유·무에

다른 영상평가에서 검사거리 변화에 따라서 AEC 사용 유무에 따른 CNR의 차이는 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$), (Table 2). 또한 SNR도 검사거리 변화에 따른 AEC 사용 유무의 영상평가에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$), (Table 3). 따라서 CNR과 SNR은 AEC 사용 유무와 관계없이 영상은 비슷하게 형성되므로 영상의 질적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 연구의 제한점으로는 AEC를 사용하였을 때의 검사조건과 AEC를 사용하지 않았을 때의 검사조건을 방사선발생장치의 특성상 정확히 일치할 수 없어서 AEC를 사용하지 않았을 때의 검사조건을 AEC를 사용하였을 때의 검사조건에서 낮은 근사치 조건을 사용하여 연구를 실시하였으며, Phantom을 이용한 실험으로 제한점이 있다.

따라서 본 연구를 바탕으로 각 의료기관의 AEC가 설치되어 있는 진단용 방사선발생장치는 환자의 특성에 맞게 AEC의 사용 여부를 결정하는데 도움이 될 것으로 사료가 되며, 이는 최적의 질 좋은 영상 정보를 제공하고, 적정 선량을 제시함으로써 환자의 피폭선량 감소와 방사선 작업 종사자의 피폭선량 감소에도 큰 도움이 될 것으로 기대한다. 이는 궁극적으로 국민의료피폭의 저감화에 이바지할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 의료기관에서 일반 방사선검사서에서 가장 많은 비중을 차지하는 흉부 방사선검사서에서 검사조건과 검사거리를 변화하며, AEC를 사용할 때와 사용하지 않았을 때의 선량과 영상을 평가한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 검사거리 변화에 따른 AEC 사용에 따른 선량 차이는 AEC를 사용하였을 때 SID 100 cm에서 11.65%, 140 cm 8.45%, 180 cm에서 6.42%의 AEC를 사용하였을 때에 높은 선량이 나타났으며, 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.05$),

둘째, 검사거리 변화에 따라 AEC 사용에 따른 CNR은 SID가 100 cm에서 AEC를 사용하였을 때 5.75, 사용하지 않았을 때 5.73로 측정되었으며, 140 cm에서는 AEC를 사용하였을 때 5.73, 사용하지 않았을 때 5.78, 180 cm에서 AEC를 사용하였을 때 6.43, 사용하지 않았을 때 6.40로 측정되었으며, 통계학적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$).

셋째, 검사거리 변화에 따라 AEC 사용에 따른 SNR은

SID가 100 cm에서 AEC를 사용하였을 때 7.49, 사용하지 않았을 때 7.47로 측정되었으며, 140 cm에서는 AEC를 사용하였을 때 7.91, 사용하지 않았을 때 7.91로 측정되었으며, SID 180 cm에서 AEC를 사용하였을 때 8.47, 사용하지 않았을 때 8.44로 측정되었으며, 통계학적으로는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$).

따라서 흉부 방사선검사서에서는 AEC 사용에 관계없이 영상의 CNR과 SNR은 동일하므로 AEC에만 의존하지 말고 방사선사가 적절한 검사조건을 설정하여 검사거리 180 cm에서 검사를 시행하면 환자에게 불필요한 방사선 피폭을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

※ 이 논문은 2019년 한서대학교 석사학위논문에서 일부 발췌되어 작성되었음.

REFERENCES

- [1] Kim CS. Image Quality Evaluation of Medical Image Enhancement Parameters in the Digital Radiography System. The Korea Contents Association, 2010; 10(6):330-32.
- [2] Ministry of Food and Drug Safety. Guidelines for Standard Techniques in Imaging(general radiography); 2017.
- [3] Sund P, Bâth, M, Kheddache, S, Månsson, LG. Comparison of visual grading analysis and determination of detective quantum efficiency for evaluating system performance in digital chest radiography. European Radiology. 2004;14(1):48-58.
- [4] Jung JS. Effect of Automatic Exposure Control Marker with Chest Radiography in Radiation Reduction. Korea Society of Radiological Science, 2014;37(3):177-85.
- [5] Veldkamp WJH, Kroft LJM, Geleijns J. Dose and Perceived image quality in chest radiography. European Journal of Radiology. 2009;72(2):209-17.
- [6] Sin SK. Reducing Methods of Patient's Exposed Dose Using Auto Exposure Control System in Digital Radiography. Korea Society of Radiological Science, 2013;36(2):111-22.
- [7] Lee JS. Quantitative Evaluation of Image Quality using Automatic Exposure Control & Sensitivity in

- the Digital Chest Image. The Korea Contents Association, 2013;13(8):275–83.
- [8] Kim KH. A Study on Effects of Automatic Exposure Control for the Radiation Dose and Image Quality [Masters dissertation]. Seoul National University of Technology, Seoul, Korea; 2003.
- [9] Kim EY. A Study on the State of Setting Irradiation Conditions and Awareness of Dose and Quality Control of Diagnostic Digital Radiography [Masters dissertation]. Korea University, Seoul, Korea; 2010.
- [10] Kim HI. X-ray Absorptiometry Image Enhancement using Sparse Representation. Journal of Korea Multimedia Society. 2012;15(10):1205–11.
- [11] Ko SJ, Lim CH, Koo HK, et al. Introduction to Radiologic Science. Chungkoomoonwasa, Seoul, Korea; 2013.