

AEC 사용 유무에 따른 영상의 화질평가

김광호, 유관주, 강지원, 고봉주, 김경란, 김민희, 윤영우*, 예수영, 최석윤

부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과

Quantitative Evaluation of Image Quality using Automatic Exposure Control

Gwang-ho Kim · Gwan-ju Yoo · Ji-won Kang · Bong-joo Ko · Kyoun-lan Kim · Min-hee Kim

Young-woo Yoon · Soo-young Ye · Seok-yoon Choi

Dept. of Radiology Science, College of Health sciences, Catholic University of Pusan

*Wallace Memorial Baptist Hospital

E-mail : dbrhksw@naver.com

요 약

자동노출제어장치 (AEC : Auto Exposure Control)를 사용하는 경우와 사용하지 않았을 경우, 관전압과 관전류 설정에 따른 영상의 정량적인 평가를 통하여 최적의 영상을 찾고자 한다. 이를 통해 AEC 사용유무 및 촬영조건의 조절과 영상간의 관계를 파악하여, DR의 올바른 사용방법을 제안하고자 한다. 흉부팬텀으로 조건변화에 따른 Chest PA 영상을 획득한 뒤 영상평가인자인 신호 대 잡음비 (SNR), 대조도 대 잡음비 (CNR), 최대신호 대 잡음비 (PSNR), 평균 제곱근 (RMS)을 이용하여 영상평가를 실시한다. 관전압이 감소, 관전류가 증가함에 따라 SNR, CNR, PSNR은 증가하는 경향을 보였으며, RMS는 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 고관전압, 저관전류 영역에서는 AEC를 사용하지 않았을 경우가 AEC를 사용하는 경우에 비해 SNR, PSNR이 높게 나타났으며, RMS는 낮게 나타났다. 그리고 저관전압, 고관전류영역에서는 AEC가 SNR, PSNR이 높게 나타났으며, RMS는 낮게 나타났다. 촬영조건의 변화와 AEC의 사용유무에 따라 영상의 질에서 차이를 확인할 수 있었다. 전체적인 상황과 방사선 종사자의 효율적인 업무를 위해 AEC 사용이 더 적합함을 알 수 있었다. 그러나 종사자의 무조건적인 AEC의 사용보다는 환자의 상태 및 촬영 자세 등 여러 조건을 고려한 능동적인 AEC 사용자제로 최적의 영상의 질을 얻도록 권장한다.

ABSTRACT

Quantitative Evaluation of Image Quality using Automatic Exposure Control This it leads, the relationship of control and image between of photographing condition, DR proper use method proposing. Chest phantom acquires Chest PA images which it follows in conditional change, Image evaluation factor (SNR (Signal to Noise Ratio), CNR (Contrast to Noise Ratio), PSNR (Peak Signal to Ratio), RMS (Root Mean Square)). It excepted RMS price, SNR, CNR, PSNR the case which uses AEC it came out being high. The fact that the quality of image is better there was a case which does not use AEC. but Price it was slight. Image qualitative it was deficient in AEC use presence. Through this, the overall situation and most efficient use of radiation workers is better suited. But Passive AEC use would be appropriate for use rather than proactive AEC.

키워드

자동노출제어장치, 신호 대 잡음비, 대조도 대 잡음비, 최대 신호 대 잡음비, 평균 제곱근

1. 서 론

DR에서 사용되는 디지털 검출기는 일정 선량 범위에서 선량이 높을수록 영상품질이 향상되고, 선량이 증가하면 신호 대 잡음비 (SNR, Signal to Noise Ratio)가 개선된다[1]. 하지만 이러한 장점에도 불구하고 방사선은 인체에 유해한 영

향을 끼칠 수 있는 위험성을 가지고 있으므로 방사선 위해에 대한 요소를 최소화해야한다. 이를 보완하고자 1942년 Morgan에 의해 소개된 자동노출제어장치 (Auto Exposure Control; AEC)를 사용하게 되었다. 자동노출제어장치는 이온 전리조를 이용하여 영상의 농도에 필요한 적절한 방사선량이 자동으로 조사될 수 있도록

해주는 제어장치이다[2].

본 논문에서는 AEC를 사용하는 경우와 사용하지 않은 경우(Non AEC) 영상의 차이를 알고, 관전압과 관전류 설정에 따른 최적의 영상을 찾고자 한다. 따라서, SNR을 포함한 대조도 대 잡음비 (Contrast to Noise Ratio; CNR), 최대신호 대 잡음비 (Peak Signal to Ratio; PSNR), 평균제곱근(Root mean square; RMS)을 이용하여 영상의 정량적인 평가를 수행한다. 이를 통해 AEC 사용유무 및 촬영조건의 조절과 영상간의 관계를 파악하며, DR의 올바른 사용방법을 제안하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

흉부 후전촬영 (Chest PA) 검사에서 AEC 선택모드와 감도에 따른 영상품질 평가를 위해 사용된 실험재료는 디지털 방사선 장비 (Indico 100 Rad, Communications & Power Industries, UK), 팬텀 (RS-111 Rrando phantom, Alderson Research Laboratories Inc, USA)을 사용하였으며, 영상평가는 영상분석프로그램 (Image J Ver. 1.46r, National Institutes of Health, USA)을 이용하였다.

2. 영상의 획득 및 평가

AEC 사용유무에 따른 영상 평가를 위해 흉부 팬텀을 Chest PA검사와 같은 자세로 검출기 앞에 위치시킨다. 초점-필름 간 거리 (Focus-Film Distance; FFD)180 cm, Field size 17 × 17로 하고 T6 높이에 선속 중심을 맞춘 후 조건변화에 따른 영상을 획득하였다. 획득한 영상은 Image J를 이용하여 5회 촬영에 대한 평균값을 이용하였다. 이를 통해 PSNR, SNR, CNR, RMS에 대한 정보를 도출하였다. PSNR이란 신호가 가질 수 있는 최대전력에 대한 잡음의 전력을 나타낸 것이다. PSNR은 영상평가 및 화질측정 시에 있어서 많이 사용 되고 있는 객관적인 측정방법으로 원본영상과 각종 압축방법을 이용하여 압축한 영상과의 화질 손실의 차이를 측정하여 평가할 때 사용된다. 기준영상은 110 kVp, 8 mAs의 영상으로 하여 PSNR과 MSE를 구한다(식1, 2).

$$PSNR = 10\log_{10} \frac{MAX^2}{MSE} \quad (1)$$

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \{I(i,j) - K(i,j)\}^2 \quad (2)$$

MAX : Maximum possible pixel of the image

MSE : Mean Square Error

m : 영상의 X resolution

n : 영상의 Y resolution

I (i,j) : 좌표 (i,j)의 비교영상 픽셀값

K (i,j) : 좌표 (i,j)의 원본영상 픽셀값

SNR은 노이즈 신호 대비 관심영역의 신호의 세기를 봄으로써 상대적인 신호의 크기를 나타내기 위함이다[3]. 실험에는 선량 평가 시와 동일한 조건으로 촬영된 Chest PA영상이 사용되었다. Image J를 사용하여 관심영역을 DROI (Desired region of interest)와 UROI (Undesired ROI)로 설정하여 SNR을 구한다(식3).

$$SNR = \frac{Mean(DROI)}{S.D(UROI)} \quad (3)$$

S.D (UROI) : Background의 표준편차

Mean (DROI) : 관심영역의 평균

CNR은 배경를 UROI로 설정하고, 폐영역을 DROI로 설정하여 산출한다(식4).

$$CNR = \frac{Mean(DROI) - Mean(UROI)}{\sqrt{\frac{1}{2}(S.D(DROI)^2 + S.D(UROI)^2)}} \quad (4)$$

S.D (DROI) : 관심영역의 표준편차

S.D (UROI) : Background의 표준편차

Mean (DROI) : 관심영역의 평균

Mean (UROI) : Background의 평균

그림 1은 획득한 영상에서 Image J를 통해 CNR을 도출하기 위해 관심영역과 배경영역을 설정한 것이다. 그림에서 보이는 (A)은 관심영역이며, (B)는 배경영역을 나타낸다.

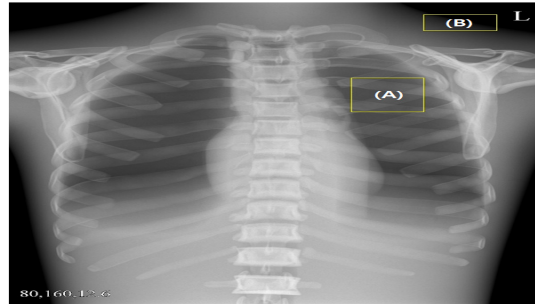


그림 1. CNR의 관심영역
(A) DROI, (B) UROI

RMS는 품질관리, 통계학으로 편차의 크기를 나타내며, 표준편차를 나타낸다(식5).

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

x_i : 영상의 픽셀값

\bar{x} : 영상의 평균 픽셀값

1) AEC 사용 시 관전압 변화에 따른 영상평가 및 비교

AEC 사용 시 관전압의 변화에 따른 영상 평가

를 위해 80 ~ 120 kVp 범위에서 5 kVp씩 증가시켜 영상을 획득하였다. 관전류는 AEC에 따라 자동적으로 산정되었다. 다음 표 1은 관전압 설정과 함께 AEC에 따라 자동적으로 산정된 관전류 값을 제시한 것이다.

표 1. AEC 사용 시 관전압 변화에 따른 관전류

관전압 (kVp)	관전류 (mAs)	관전압 (kVp)	관전류 (mAs)
80	12.1	105	3.3
85	8.3	110	2.7
90	6.2	115	2.2
95	4.8	120	1.9
100	4		

2) AEC 미사용 시 관전압 및 관전류 변화에 따른 영상평가

AEC 미사용 시 관전압 및 관전류 변화에 따른 영상 평가를 위해 관전압은 80 ~ 120 kVp 범위에서 5 kVp씩 증가시켰으며, 관전류는 1.6, 2, 2.5, 3.2, 4, 5.1, 6.4, 8, 12.8 mAs의 영상을 획득하였다.

3) AEC 사용 유무에 따른 영상평가 비교

AEC와 Non AEC의 촬영조건은 유사한 값을 사용하였다. 이를 통해 얻은 영상으로 PSNR, SNR, CNR, RMS를 구하여 그래프를 통해 비교하였다.

III. 결 과

1. AEC 사용 시 관전압 변화에 따른 영상평가 및 비교

표 2는 AEC 사용 시 관전압과 관전류 변화에 따라 획득한 영상을 바탕으로 구한 각 영상평가의 평균값이다.

표 2. AEC 사용 시 조건 변화에 따른 영상평가

조건	PSNR	SNR	CNR	RMS
80, 12.1	36.207	5.807	3.153	1014.235
85, 8.3	36.070	5.670	3.172	1030.349
90, 6.2	36.045	5.645	3.079	1033.35
95, 4.8	35.941	5.541	2.996	1045.785
100, 4	35.910	5.510	2.943	1049.528
105, 3.3	35.998	5.598	2.901	1039.066
110, 2.7	35.922	5.521	2.846	1048.303
115, 2.2	35.749	5.349	2.762	1069.179
120, 1.9	35.845	5.445	2.691	1057.69

[Unit : dB]

PSNR, SNR, CNR은 관전압이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, RMS는 감소하는 경향을 보였다.

2. AEC 미사용 시 관전압 및 관전류 변화에 따른 영상평가

표 3은 AEC 미사용 시 관전압과 관전류 변화에 따라 획득한 영상을 바탕으로 구한 각 영상평가의 평균값이다.

표 3. AEC 미사용 시 조건 변화에 따른 영상평가

조건	PSNR	SNR	CNR	RMS
80, 12.8	36.183	5.783	3.781	1016.961
85, 8	36.080	5.679	3.432	1029.322
90, 6.4	36.140	5.740	3.443	1022.191
95, 5.1	35.943	5.539	3.363	1045.933
100, 4	36.048	5.648	3.261	1033.050
105, 3.2	36.018	5.621	3.178	1036.235
110, 2.5	35.976	5.579	3.007	1040.476
115, 2	35.910	5.523	2.796	1044.136
120, 1.6	35.922	5.534	2.693	1039.152

[Unit : dB]

관전압이 증가, 관전류가 감소함에 따라 PSNR, SNR, CNR은 증가하는 경향을 보였으며, RMS는 감소하는 경향을 보였다.

3. AEC 사용 유무에 따른 영상평가 비교

그림 2는 AEC와 Non AEC로 하였을 때, 각 조건의 변화에 따른 SNR이다. x축은 관전압과 관전류를 나타내며, y축은 각 조건에 따른 SNR을 나타낸다.

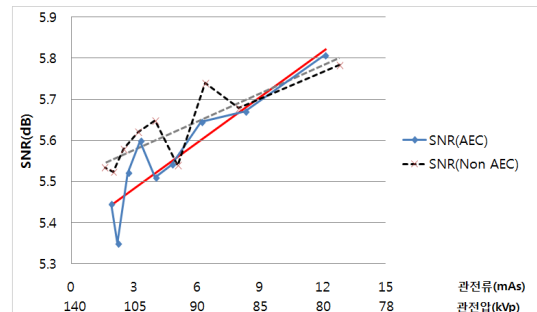


그림 2. AEC 사용 유무에 따른 SNR

관전압 감소, 관전류가 증가함에 따라 SNR이 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 교점을 기준으로 고관전압, 저관전류 영역에서는 Non AEC가 AEC에 비해 높았던 반면, 저관전압, 고관전류 영역에서는 AEC를 사용한 경우가 더 높게 나온 것을 확인할 수 있다.

그림 3은 AEC와 Non AEC로 하였을 때, 각 조건의 변화에 따른 CNR을 나타낸 것이다.

관전압 감소, 관전류가 증가함에 따라 CNR이 증가하는 것을 관찰할 수 있다. 또한 Non AEC가 AEC에 비해 더 높게 나온 것을 확인할 수 있다. 그림 4는 AEC와 Non AEC로 하였을 때, 각 조건의 변화에 따른 PSNR을 나타낸 것이다.

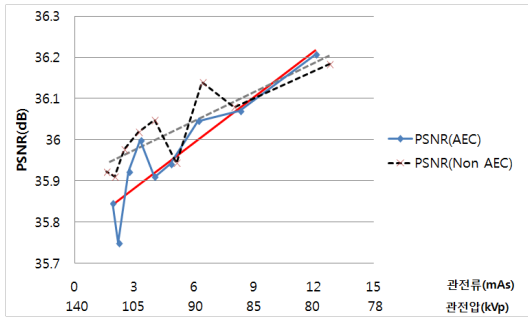


그림 3. AEC 사용 유무에 따른 PSNR

관전압 감소, 관전류가 증가함에 따라 PSNR이 증가하는 것을 관찰할 수 있다. 또한 교점을 기준으로 고관전압, 저관전류 영역에서는 Non AEC가 AEC에 비해 높았던 반면, 저관전압, 고관전류 영역에서는 AEC를 사용한 경우가 더 높게 나온 것을 확인할 수 있다.

그림 4는 AEC를 사용할 때와 사용하지 않을 때 각각 촬영조건의 변화에 따른 RMS를 나타낸 것이다.

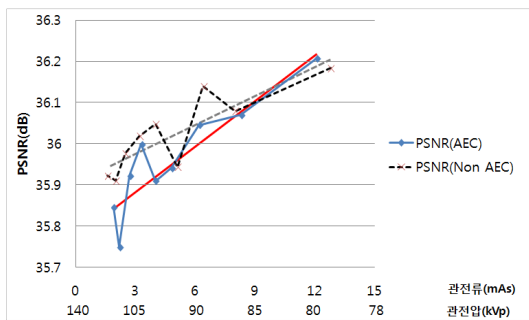


그림 4. AEC 사용 유무에 따른 RMS

관전압 감소, 관전류가 증가함에 따라 RMS가 감소하는 것을 관찰할 수 있다. 또한 교점을 기준으로 고관전압, 저관전류 영역에서는 Non AEC가 AEC에 비해 낮았던 반면, 저관전압, 고관전류 영역에서는 AEC를 사용한 경우가 더 낮게 나온 것을 확인할 수 있다.

관전압 감소, 관전류가 증가함에 따라 SNR, CNR, PSNR은 증가함을 관찰하였다. SNR과 PSNR에서는 고관전압, 저관전류 영역에서는 Non AEC가 높게 나타났으며, 저관전압, 고관전류 영역에서는 AEC가 높게 나타났다. 또한 CNR에서는 전체적으로 Non AEC가 높게 나타남을 알 수 있었다. RMS의 경우 고관전압, 저관전류 영역에서는 AEC가 높게 나타났으며, 저관전압, 고관전류 영역에서는 Non AEC가 높게 나타났다.

IV. 고찰

영상의 질을 유지하고 선량감소를 줄이는 것은 임상에서 해결해야할 과제이다. 임상에서는 특히 흉부촬영 시 AEC를 사용해 촬영하며 주로 상단 2개의 센서를 사용한다. 하지만 동일한 흉부 촬영 검사라 할지라도 병원이나 장비 또는 방사선사에 따라서 영상의 질과 선량이 다르다는 것은 많은 논문에서 지적되고 검토되는 부분이다[4].

본 논문 실험에서 관전압이 감소, 관전류가 증가함에 따라 SNR, CNR, PSNR은 증가하는 경향을 보였으며, RMS는 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 고관전압, 저관전류 영역에서는 Non AEC가 AEC에 비해 SNR, PSNR이 높게 나타났으며, RMS는 낮게 나타났다. 그리고 저관전압, 고관전류영역에서는 AEC가 SNR, PSNR이 높게 나타났으며, RMS는 낮게 나타났다.

SNR, CNR, PSNR은 결과값이 높을수록 우수한 영상이며, RMS는 결과값이 낮을수록 우수한 영상이다. 따라서 촬영부위와 대상 등에 따른 촬영조건을 고려하여 AEC의 사용유무를 판단하는 것이 필요로 한다.

V. 결론

본 연구를 통해 촬영조건의 변화와 AEC의 사용유무에 따라 영상의 질에서 차이를 확인할 수 있었다. 따라서 고관전압, 저관전류 촬영이 요구되는 상황에서는 Non AEC를 사용하고, 저관전압, 고관전류 촬영이 요구되는 상황에서는 AEC를 사용하는 것이 더 좋은 영상을 얻을 수 있다.

임상에서의 촬영 환경과 방사선 종사자의 업무를 고려한다면 AEC 사용이 더 효율적이다. 그러나 종사자의 무조건적인 AEC의 사용보다는 환자의 상태 및 촬영 자세 등 여러 조건을 고려한 능동적인 AEC 사용으로 최적의 영상을 얻도록 권장한다.

참고 문헌

- [1] 김상태, 한범희 : 표준영상의학검사를 대상으로 한 CR과 DR에서의 환자선량평가, 방사선 기술과학, Vol. 33, No. 3, pp. 173-177, 2010
- [2] 김기홍, 방사선 자동 노출제어장치에 의한 피폭선량 변화 및 이미지 개선 효과에 관한 연구, 서울산업대학교, pp. 1-31, 2003
- [3] 김영일, 권덕문, 김성수 외 2명 : 의료영상정보학, 대학서림
- [4] 정지상 최병욱 외 7명 : 자동노출제어를 사용한 X선 흉부촬영에서 AEC 표지자 사용에 따른 환자피폭선량 감소 효과, 방사선기술과학, Vol. 37, No. 3, 2014