

DR(Digital Radiography)에서 자동노출제어장치의 감도변화에 따른 검출기 성능평가 시 흡수선량과 히스토그램을 통한 정량적 분석방법에 관한 연구

A Study on the Quantitative Analysis Method through the Absorbed Dose and the Histogram in the Performance Evaluation of the Detector according to the Sensitivity Change of Auto Exposure Control(AEC) in DR(Digital Radiography)

황준호*, 이경배**

경희대학교병원 영상의학과/고려대학교 의용과학대학원 의학물리학과*, 경희대학교병원 영상의학과**

Jun-Ho Hwang(kleenex0004@naver.com)*, Kyung-Bae Lee(yly7@hanmail.net)**

요약

본 연구는 자동노출제어장치의 감도변화에 따른 흡수선량의 변화와 히스토그램을 이용하여 검출기 성능평가 방법을 제안하고자 하였다. 실험방법은 두개부, 복부, 골반부위 별로 검출기 감도 S200, S400, S800, S1000의 흡수선량을 측정하여 검출기의 정확성을 평가하였다. 또한 영상의 히스토그램 분석을 통하여 검출기의 감도별 동적범위를 평가하였다. 그 결과 부위 별 흡수선량은 감도가 S200에서 S1000으로 높게 설정될수록 흡수선량이 단계적으로 감소하였다. 감도 별 히스토그램을 분석한 결과 두개부는 감도가 높게 설정될수록 히스토그램의 양단의 정보량이 상실되는 결과를 보였다. 복부와 골반부는 감도가 높게 설정될수록 히스토그램의 첫부분의 정보량이 상실되는 언더플로우 현상을 보였다. 결론적으로 검출기가 감도의 변화는 정확하게 구현해 내었으나 검출기 성능저하로 인한 자동노출제어장치의 감도변화에 따른 영상의 동적범위는 제대로 구현해내지 못한다는 것을 알 수 있었고 검출기의 성능평가 시 흡수선량과 히스토그램을 통한 평가가 유용하다는 것을 알 수 있었다.

■ 중심어 : | 자동노출제어장치 | 감도 | 검출기 | 흡수선량 | 히스토그램 |

Abstract

This study is to suggest a method to evaluate the detector performance using change of absorbed dose and histogram according to sensitivity change of Auto Exposure Control(AEC). The experiment site is skull, abdomen pelvis and the accuracy of the detector was evaluated by measuring the absorbed dose of the detector sensitivity S200, S400, S800, S1000. Also the dynamic range of the detector was evaluated through the histogram analysis. As a result, the absorbed dose decreased gradually as the sensitivity was set higher from S200 to S1000. And through the sensitivity histogram analysis, as the sensitivity of the skull is set higher, the amount of information at both ends of the histogram is lost. Abdomen and pelvis areas showed underflow phenomena in which the amount of information in the first part of the histogram was lost as the sensitivity was set higher. In conclusion, the detector accurately implemented the sensitivity change, but the dynamic range of the image due to the sensitivity change of the AEC due to the deterioration of the detector performance can not be realized properly and it was found that the evaluation through the absorbed dose and the histogram is useful when evaluating the performance of the detector.

■ keyword : | Auto Exposure Control(AEC) | Sensitivity | Detector | Absorbed Dose | Histogram |

I. 서론

영상의학 분야에서 엑스선을 사용하는 검사 중 일반 촬영은 인체의 영상정보를 얻는데 사용되는 가장 보편적인 방법이다[1]. TFT (Thin Film Transistor) 방식의 평판형 검출기에 비정질 실리콘(amorphous Silicon, a-Si), 비정질 셀레늄(amorphous Selenium, a-Se) 등을 도포시키는 디지털 방사선 시스템(Digital Radiography, DR)이 보급된 이래로 일반촬영검사는 넓은 동적범위를 가지는 영상의 실시간 획득과 가시광선 및 전기적 신호의 효율적인 변환을 통해 해상력의 손실을 최소화한 영상의 획득이 가능하게 되었다[2-5].

이는 검사의 증가로 이어지게 되었으며, 방사선 건수의 증가는 사전에 합의된 의료피폭이기 때문에 검사의 필요성을 바탕으로 정당성을 인정받고 있다[6][7]. 보건 의료 빅데이터 개방시스템의 청구 통계에 따르면 일반 X선 검사건수는 2013년부터 2015년까지 1억5천2백만, 1억5천8백만, 1억6천5백만 건으로 증가하는 추세이다[8].

검사 건수 증가는 환자의 피폭선량과 장비의 성능 저하라는 문제를 가지게 된다. 국내에서는 환자의 피폭을 줄이기 위해 선량과 관련된 다양한 연구를 진행하고 있고[9-11], 장비의 성능 저하를 막기 위해 주기적인 장비 점검을 시행하고 방사선 발생장치의 정도관리를 연구하고 있다[12-16]. 특히 X선 조사와 관련된 연구는 보건복지부령에 주기적인 정도관리를 시행함으로써 장비의 노후화를 방지하고 있다[12].

그럼에도 불구하고 검출기는 X선 조사와 관련된 사항들처럼 정형화된 관리항목과 기준이 마련되어 있지 않다. 그렇기 때문에 검출기와 관련된 기존연구는 감도와 이온챔버의 위치를 변화시켜 영상화질을 평가하는 방식으로 한정될 수 밖에 없었다[17-19]. 그에 따른 자동노출제어장치가 검출기의 감도와 영상의 동적범위를 제대로 표현하고 있는지에 대한 연구가 필요한 실정이다. 검출기의 감도는 선량과 직접적으로 영향이 있기 때문에 저하된 검출기의 지속적인 사용은 환자의 피폭 선량에 악영향을 미치게 되고 영상의 화질에서도 중요한 정보를 상실할 수 있기 때문에 검출기의 평가항목을 마련하는 것이 시급하다[20][21].

따라서 본 연구는 자동노출제어장치 사용 시 흡수선량의 변화를 측정하여 검출기 감도의 정확성을 평가하고, 히스토그램으로 검출기의 동적범위를 평가하여 검출기의 성능을 평가하는 방법을 제안하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 조사대상 및 실험기기

실험은 2017년 9월 1일부터 10월까지 총 10차례에 걸쳐서 진행하였다. 실험에 사용된 방사선 발생장치는 A 대학병원의 Philips 사의 모델명 OPTIMUS이며 장비의 규격은 800 mA, 150 kVp 이었다. 팬텀은 인체조직 등가물질로 구성된 Rando Phantom(alderman research laboratories, USA)을 사용하였고 실험부위는 병원에서 자주 검사하는 두개부, 복부, 골반부로 하였다[그림 1].



그림 1. 인체조직등가물질로 구성된 Rando Phantom

자동노출제어장치의 감도변화에 따른 검출기의 성능은 흡수선량의 평균과 표준편차로 평가하였다. 감도는 검출기가 방사선을 얼마만큼 민감하게 인식하는 정도를 의미하기 때문에 감도변화는 흡수선량의 변화로 이어지게 된다. 부위 별 감도 S200, S400, S800, S1000에 해당하는 흡수선량을 측정하였고 이온챔버는 두개부는 중앙, 복부는 좌상단과 우상단, 골반부는 좌상단, 중앙, 우상단으로 설정하였다[그림 2].

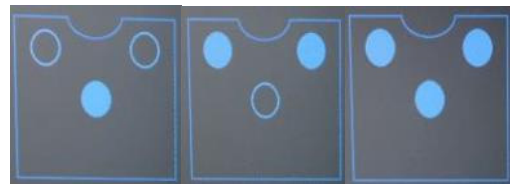


그림 2. 부위 별 이온챔버의 위치

감도변화에 따른 흡수선량을 평가하기 위해 입사표면선량과 후면선량을 측정하였다. 입사표면선량에는 Unfors Raysafe ThinX RAD (Unfors, Sweden), 후면선량은 Unfors Xi meter (Unfors, Sweden)을 사용하였다. 각각의 선량계는 2017년 6월 21일에 교정을 받았다 [그림 3].



그림 3. 다목적 선량계 Unfors Raysafe ThinX RAD와 Unfors Xi meter

검출기 동적범위는 Image J로 부위 별 S200, S400, S800, S1000에 해당하는 DICOM 영상의 히스토그램 분석을 통하여 평가하였다. 영상을 구성하는 모든 부위의 pixel size는 145 μm 이고 해상력은 3.5 lp/mm 이었다 [그림 4].

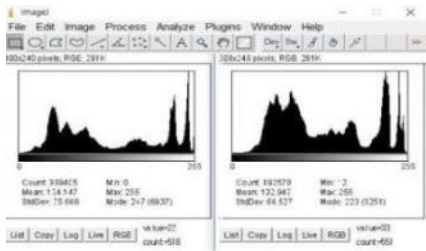


그림 4. Image J의 히스토그램

2. 실험방법

2.1 감도변화에 따른 두개부의 흡수선량과 히스토그램 측정

두개부의 흡수선량은 자동노출제어장치의 각 감도별로 30번 촬영한 영상의 평균과 표준편차로 구하였다. Wall 검출기에서 팬텀을 전후방향으로 위치시켰으며 팬텀3번 전면에 Unfors Raysafe ThinX RAD 부착하여 얻은 입사표면선량의 평균과 표준편차, 동일한 위치의

후면에 Unfors Xi meter를 부착하여 얻은 후면선량의 평균과 표준편차의 차이를 통해 흡수선량을 측정하였다[그림 5].



그림 5. 두개부의 흡수선량측정

두개부의 관전압은 장비의 기본 설정 값인 73 kVp였고 자동노출을 사용하였으며 챔버의 위치는 정중앙이었다. Field Size는 30 × 35 cm으로 SID는 100 cm으로 고정하였다. 이때 총 여과는 3.4 mmAl이었다[표 1].

표 1. 실험에 사용된 부위 별 촬영조건의 설정

부위	조건 (kVp)	챔버 위치	Field Size와 SID (cm)	총여과 (mmAl + mmCu)
두개부	73	중앙	30 × 35, 100	3.4
복부	80	좌상단 우상단	43 × 43, 100	3.4
골반부	81	좌상단 중앙 우상단	43 × 43, 100	3.4 + 0.1

또한 Image J를 사용해서 감도 S200, S400, S800, S1000에 따른 두개부의 히스토그램을 측정하였다. 마찬가지로 복부와 골반부의 히스토그램도 Image J를 통해 분석하였다.

2.2 감도변화에 따른 복부의 흡수선량과 히스토그램 측정

복부의 흡수선량은 각 감도별로 30번 촬영한 영상의 평균과 표준편차로 구하였고 Wall 검출기에서 팬텀을 전후방향으로 위치시켰으며 팬텀3번 전면에 Unfors

Raysafe ThinX RAD 부착하여 얻은 입사표면선량의 평균과 표준편차, 동일한 위치의 후면에 Unfors Xi meter를 부착하여 얻은 후면선량의 평균과 표준편차의 차이를 통해 흡수선량을 측정하였다[그림 6].



그림 6. 복부의 흡수선량측정

복부의 관전압은 장비의 기본 설정 값인 80 kVp 였고 자동노출을 사용하였으며 챔버의 위치는 좌상단과 우상단 이었다. Field Size는 43 × 43 cm으로 SID는 100 cm으로 고정하였다. 이때 총 여과는 3.4 mmAl이었다 [표 1].

2.3 감도변화에 따른 골반부의 흡수선량과 히스토그램 측정

골반부의 흡수선량은 각 감도별로 30번 촬영한 영상의 평균과 표준편차로 구하였고 Wall 검출기에서 팬텀을 전후방향으로 위치시켰으며 팬텀31번 전면에 Unfors Raysafe ThinX RAD 부착하여 얻은 입사표면선량의 평균과 표준편차, 동일한 위치의 후면에 Unfors Xi meter를 부착하여 얻은 후면선량의 평균과 표준편차의 차이를 통해 흡수선량을 측정하였다[그림 7].



그림 7. 골반부의 흡수선량측정

골반부의 관전압은 장비의 기본 설정 값인 81 kVp 였고 자동노출을 사용하였으며 챔버의 위치는 우상단, 중앙, 좌상단 이었다. Field Size는 43 × 43 cm으로 SID는 100 cm으로 고정하였다. 이때 총 여과는 3.4 mmAl + 0.1 mmCu 이었다[표 1]. 산출한 데이터의 모든 평균 값은 SPSS program으로 paired *t*-test 시행하였고 $p < 0.05$ 로 통계적 유의성을 분석하였다.

III. 결과

1. 감도변화에 따른 두개부의 흡수선량과 히스토그램의 측정결과

감도별 선량을 측정한 결과 S200의 입사표면선량의 평균과 표준편차는 0.476 ± 0.009 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.012 ± 0.002 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.464 ± 0.0092 mGy 이었다. S400의 입사표면선량의 평균과 표준편차는 0.224 ± 0.007 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.009 ± 0.001 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.215 ± 0.0071 mGy 이었다. S800의 입사표면선량의 평균과 표준편차는 0.124 ± 0.005 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.005 ± 0.001 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.119 ± 0.0051 mGy 이었다. S1000의 입사표면선량의 평균과 표준편차는 0.101 ± 0.002 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.002 ± 0 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.099 ± 0.002 mGy 이었다. 데이터는 SPSS로 paired *t*-test 시행하였고 $p < 0.05$ 로 유의한 차이가 있었다[표 2].

표 2. 감도변화에 따른 부위별 흡수선량과 표준편차

부위	감도	입사표면선량 (mGy)		후면선량 (mGy)		흡수선량 (mGy)	
		평균 ± 표준편차	표준편차	평균 ± 표준편차	표준편차	평균 ± 표준편차	표준편차
두개부	200	0.476	0.009	0.012	0.002	0.464	0.0092
	400	0.224	0.007	0.009	0.001	0.215	0.0071
	800	0.124	0.005	0.005	0.001	0.119	0.0051

	1000	0.101	0.002	0.002	0	0.099	0.002
	200	0.493	0.005	0.021	0.003	0.472	0.0058
복부	400	0.251	0.006	0.016	0.003	0.235	0.0067
	800	0.137	0.004	0.004	0.001	0.133	0.0041
	1000	0.111	0.002	0.002	0.001	0.109	0.0022
골반	200	0.592	0.021	0.013	0.003	0.579	0.021
	400	0.312	0.015	0.012	0.002	0.3	0.015
	800	0.155	0.003	0.005	0.001	0.15	0.0031
	1000	0.122	0.002	0.001	0	0.121	0.002

또한 두개부의 감도에 따른 히스토그램은 아래의 그림과 같이 나타났대[그림 8].

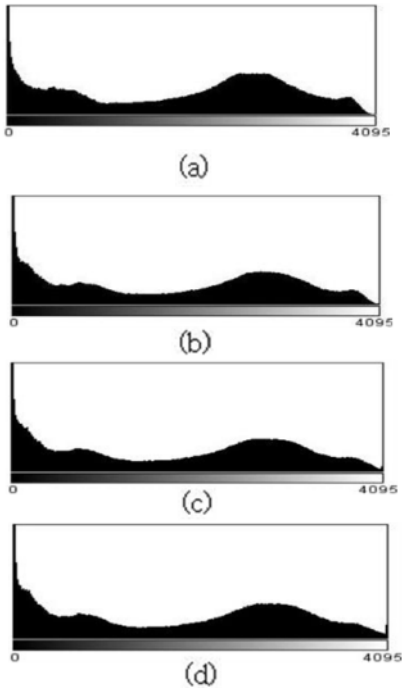


그림 8. 두개부의 감도변화에 따른 히스토그램
(a) S200 (b) S400 (c) S800 (d) S1000

2. 감도변화에 따른 복부의 흡수선량과 히스토그램의 측정결과

복부의 감도별 선량을 측정된 결과 S200의 입사표면 선량의 평균과 표준편차는 0.493 ± 0.005 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.021 ± 0.003 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.472 ± 0.0058 mGy 이었다. S400의 입사표면선량의 평균과 표

준편차는 0.251 ± 0.006 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.016 ± 0.003 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.235 ± 0.0067 mGy 이었다. S800의 입사표면선량의 평균과 표준편차는 0.137 ± 0.004 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.004 ± 0.001 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.133 ± 0.0041 mGy 이었다. S1000의 입사표면선량의 평균과 표준편차는 0.111 ± 0.002 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.002 ± 0.001 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.109 ± 0.0022 mGy 이었다. 데이터는 SPSS로 paired *t*-test 시행하였고 $p < 0.05$ 로 유의한 차이가 있었다[표 2]. 또한 복부의 감도에 따른 히스토그램은 아래의 그림과 같이 나타났대[그림 9].

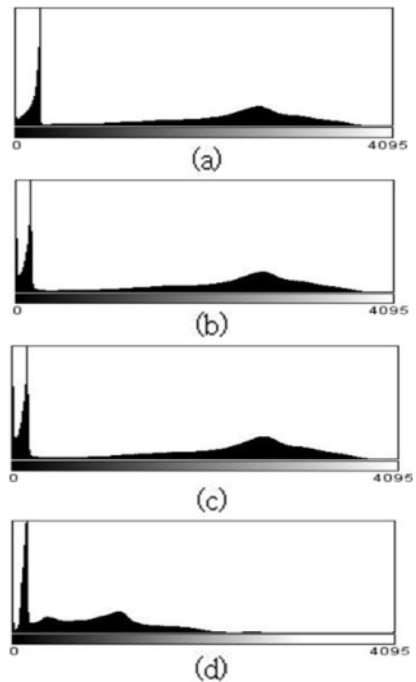


그림 9. 복부의 감도변화에 따른 히스토그램
(a) S200 (b) S400 (c) S800 (d) S1000

3. 감도변화에 따른 골반부의 흡수선량과 히스토그램의 측정결과

골반부의 감도별 선량을 측정된 결과 S200의 입사표

면선량의 평균과 표준편차는 0.592 ± 0.021 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.013 ± 0.003 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.579 ± 0.021 mGy 이었다. S400의 입사표면선량의 평균과 표준편차는 0.312 ± 0.015 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.012 ± 0.002 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.3 ± 0.015 mGy 이었다. S800의 입사표면선량의 평균과 표준편차는 0.155 ± 0.003 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.005 ± 0.001 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.15 ± 0.0031 mGy 이었다. S1000의 입사표면선량의 평균과 표준편차는 0.122 ± 0.002 mGy 이었고, 후면선량의 평균과 표준편차는 0.001 ± 0 mGy 이었다. 두 선량의 평균과 표준편차의 차이는 0.121 ± 0.002 mGy 이었다. 데이터는 SPSS로 paired *t*-test 시행하였고 $p < 0.05$ 로 유의한 차이가 있었다[표 2]. 또한 골반부의 감도에 따른 히스토그램은 아래의 그림과 같이 나타났다[그림 10].

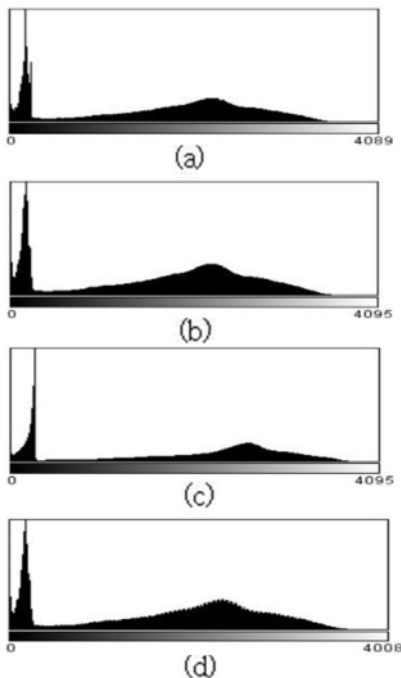


그림 10. 골반부의 감도변화에 따른 히스토그램
(a) S200 (b) S400 (c) S800 (d) S1000

IV. 고찰 및 결론

미국의학물리협회(AAPM)는 검출기가 받는 신호량에 직접적인 영향을 미치는 다양한 인자를 보고하고 있다[22]. 이들 중 관전압과 관전류는 객관적인 수치로 표현이 가능하다는 특징 때문에 정도관리 분야에서 주기적인 품질관리가 이루어지고 있다[12].

이를 토대로 국내에서는 X선 조사와 직접적으로 관련된 연구와[13][17-19] 영상을 받아 처리하는 검출부의 연구가 대표적으로 이루어지고 있다[20][21]. X선 조사와 관련된 연구는 보건복지부령에 따라 3년 주기로 주기적인 정도관리를 시행함으로써 장비의 노후화를 방지하고 있다[12]. 검출부와 관련된 연구는 검출기 양자 효율(Detective Quantum Efficiency, DQE), 히스토그램, 자동노출제어장치(Auto Exposure Control, AEC) 등의 연구가 이루어지고 있다[18-21]. 이 중 대표적으로 자동노출제어장치와 히스토그램은 현재 임상에서 가장 보편적으로 사용하고 있는 방식으로써 두 항목 중 특히 자동노출제어장치와 관련된 검출기의 연구가 이루어지고 있다[18][19].

자동노출제어장치는 흡수선량에 영향을 미치는 검출기 감도와 영상형성의 동적범위에도 또한 직접적인 영향을 미치는 인자이기 때문에 임상에서 그 중요성은 더욱 강조되고 있다[18][19]. 관전압과 관전류에 의해 X선이 발생하면 검출기는 방사선을 그에 비례하는 신호량으로 표현하게 된다[22][23]. 그만큼 의료영상을 표현하는데 검출기는 중요한 부분을 차지하고 있다.

검출기의 성능 평가 시 정형화된 대표적인 방법 중 하나는 노출지수(Exposure Index, EI)를 이용한 방법이다[22-24]. 디지털 방사선 시스템이 도입된 이후로 넓은 동적범위를 가진 영상의 획득이 가능하게 되었는데[22][23], 넓은 동적범위에 대해 적절한 방사선 노출이 이루어졌는지를 알 수 없는 문제점을 가지게 되었다. 대안 중 하나로 넓은 동적범위에 대해 적절한 방사선 노출이 이루어지는 것을 객관적으로 표현한 지표를 산출하게 되었다. 이를 노출지수라고 한다[22][23]. 노출지수는 관전압과 관전류의 변화에 따른 검출기 성능을 객관적으로 표현해낼 수 있는 지표로써 사용되고 있다

며 조사선량과 관련하여 검출기가 나타내는 넓은 신호량을 정량적으로 제시할 수 있다는 점에서 유용한 장점을 가지게 된다[22-24].

또한 노출지수는 감도와도 관련이 있다. 감도란 검출기가 방사선을 얼마만큼 민감하게 인식하는지에 대한 정도를 나타낸다. 이는 노출지수가 우수한 검출기 응답 효율을 가지는 경우 선량 변화를 안정화된 감도로 표현하는 것이 가능하다는 것을 의미한다[22]. 그렇기 때문에 감도가 변화하면 검출기가 인식하는 방사선량이 변화하므로 노출지수로 감도변화에 따른 검출기의 방사선 인식정도를 재현해낼 수 있게 된다[22][23]. 검출기가 받아들이는 선량은 인체가 받아들이는 선량과 비례하기 때문에[25], 본 연구는 흡수선량을 통해 선량변화를 측정하였다. 흡수선량은 일정한 질량을 가진 물체에 흡수되는 방사선의 평균 에너지를 의미한다[26][27]. 하지만 노출지수를 이용하는 경우에는 장비회사별로 노출지수산출방식이 다르기 때문에 고려해야 할 변수가 많아지게 되고[24], 동적범위 자체를 평가하는 것은 아니기 때문에 검출기의 동적범위를 평가하는데 있어서 한계를 가진다[28].

따라서 본 연구는 영상을 직접적으로 표현해내는 검출기 성능을 평가하는 것은 중요하다는 점에 착안하여 자동노출제어장치의 감도변화에 따른 선량과 히스토그램의 변화를 비교분석하여 검출기의 성능을 평가하는 객관적인 방법을 제시하고자 하였다.

일반적으로 자동노출제어장치의 사용은 영상화질을 일정하게 유지하고 노출조건을 적정하게 유지하여 피폭선량을 감소시키기 위해 사용된다. 두개부, 복부, 골반부의 자동노출제어장치의 감도변화에 따른 흡수선량을 평가한 결과 각각의 감도에서 흡수선량은 일정한 수치로 관찰이 되었고 감도가 S200에서 S1000으로 설정될수록 흡수선량은 단계적으로 감소하였다. 이는 검출기가 자동노출제어장치의 감도 변화를 정확하게 인식한다는 것을 의미하며 검출기는 자동노출제어장치의 감도변화를 정확하게 구현해낸다는 것을 알 수 있었다.

이를 토대로 감도변화에 따른 부위 별 히스토그램을 분석한 결과는 다양한 반응성을 보였다. 히스토그램은 방사선에 의해 생성된 영상을 구성하는 모든 pixel의

강도를 표현하는 손쉬운 기법 중 하나이며 Image J로 분석한 히스토그램은 방사선에 의해 생성된 정보량의 동적범위를 의미한다고 할 수 있다[28]. 두개부의 히스토그램은 전체적으로 방사선의 동적범위와 검출기의 동적범위가 유사하게 관찰되었다. 이는 방사선에 의해 생성된 신호량을 검출기가 모두 표현해낸다는 점을 의미한다. 그럼에도 불구하고 두개부의 히스토그램은 모든 감도에서 히스토그램의 낮은 정보량을 의미하는 0 부분에서 허용된 범위에 들어가지 않고 마이너스 부분으로 정보량이 밀려나는 언더플로우(Underflow)가 발생하여 첫부분의 정보량이 상실되었음을 알 수 있었다. 또한 두개부는 S400에서 S1000까지 히스토그램의 높은 정보량을 의미하는 4095 부분에서 허용된 범위에 들어가지 않고 플러스 부분으로 정보량이 밀려나는 오버플로우(Overflow)가 일어나 정보량의 상실이 두드러지게 나타났다. 두개부의 경우에는 전체적으로 검출기가 방사선의 동적범위를 잘 표현했음에도 불구하고 감도가 높게 설정될수록 언더플로우와 오버플로우가 일어나서 양단 끝부분의 정보가 상실되어 회복이 불가능하다는 것을 알 수 있었다.

복부의 히스토그램은 전체적으로 모든 감도에서 검출기의 동적범위가 방사선의 동적범위를 모두 포함하는 형상을 보였다. 이는 복부검사에서 자동노출제어장치를 사용하는 경우에는 검출기와 방사선의 동적범위가 일치하지 않았음을 의미하며 적절한 방사선 노출이 이루어지지 않았다는 것을 나타낸다. 또한 복부는 S400에서 S1000까지 히스토그램의 낮은 부분의 정보량이 상실되는 언더플로우가 두드러지게 나타나서 첫부분의 정보량이 상실되는 결과를 보였다. 또한 복부에서 S1000의 경우에는 방사선의 동적범위가 검출기의 동적범위보다 현저하게 좁은 범위를 보였다.

골반부의 히스토그램 또한 복부와 마찬가지로 모든 감도에서 검출기의 동적범위가 방사선의 동적범위보다 넓어서 적절한 방사선 노출이 이루어지지 않았음을 알 수 있었다. 마찬가지로 S400에서 S1000으로 갈수록 언더플로우가 두드러지게 발생하여 끝부분의 정보량이 상실되어 회복이 불가능한 형상을 보였다. 또한 골반부의 S1000의 경우에는 다른 부위의 S1000과는 다르게

픽셀의 양자화 이격이 관찰되는 포스테리제이션 현상이 두드러지게 나타나 영상의 연결이 규칙적이지 못함을 보였다.

본 연구는 실험장비가 1대에 불과하고 실험부위가 두개부, 복부, 골반부로 한정되어 있다는 한계점을 가진다. 그럼에도 임상에서 자주 사용되는 자동노출제어장치의 감도변화에 따른 흡수선량과 히스토그램 분석을 통하여 최초로 저하된 검출기 성능을 평가하는 방법을 제시했다는 것은 학술적으로 큰 의의가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김정수, 김정민, 이영한, 서덕남, 최인석, 남소라, 윤용수, 김현지, 민혜림, 허재, 한성규, “영상의학 검사 일반촬영 분야의 촬영기법에 대한 분석,” 방사선기술과학, 제37권, 제3호, pp.169-175, 2014.
- [2] 권덕문, 김성수, 김영근, 김영일, 김화근, 김홍태, 박영순, 박일영, 신영순, 양한준, 오현주, 유병규, 유장수, 이경성, 이덕규, 이만구, 이후민, 임청환, 임한영, 장영일, 홍찬규, *의료영상정보학*, 대학서림, 2011.
- [3] 김영일, 김기홍, 김성철, 김정민, 김창규, 박병태, 선종률, 손진현, 신정섭, 여진동, 윤철호, 이성길, 이종석, 임창신, 제재용, 지태정, 천권수, 최준구, *진단용 X선장치와 QC*, 신광출판사, 2015.
- [4] 김선철, *디지털 의료영상학*, 정담미디어, 2014.
- [5] 홍선숙, 김호철, “Digital Radiography System에서 X선 광자 검출 방식에 따른 선량 및 화질 특성에 관한 연구,” 전자공학회논문지, 제50권, 제12호, pp.247-253, 2013.
- [6] 식품의약품안전처, *영상의학 검사(일반촬영)에서의 표준 촬영기법*, 2014.
- [7] 식품의약품안전처, 복부, 골반, 요추 영상의학 검사에서의 환자선량 권고, 2011.
- [8] <http://opendata.hira.or.kr/home.do>
- [9] 강인석, 안성민, “방사선 개인피폭선량계를 이용한 피폭선량 측정 및 유용성 평가,” 한국콘텐츠학회논문지, 제14권, 제11호, pp.864-870, 2014.
- [10] 박주훈, 임인철, 동경래, 강세식, “병원 규모별 진단용 X선 발생장치의 성능평가,” 방사선방어학회지, 제34권, 제1호, pp.31-36, 2009.
- [11] 신성규, “골반촬영 시 내장된 필터를 이용한 환자선량 감소,” 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제8호, pp.233-239, 2012.
- [12] 보건복지부령 제349호, 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙, 2007.
- [13] 박정규, “경북 지역 의원급의 X선 발생장치의 정도관리 실태,” 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제9호, pp.267-275, 2010.
- [14] 허예지, 김교태, 노시철, 남상희, 박지군, “진단용 방사선 발생장치의 수시 정도관리 항목 및 기준에 관한 기초 연구,” 한국방사선학회논문지, 제8권, 제3호, pp.105-110, 2014.
- [15] 황준호, 이경호, 최윤봉, 강병삼, “부가필터를 이용한 kVp 측정의 실효성 평가,” 방사선기술과학, 제38권, 제4호, pp.355-363, 2015.
- [16] 동경래, 이선주, 권대철, 구은희, 정재은, 이규수, “1차 의료기관의 엑스선 발생장치 정도관리에 관한 현황조사: 광주광역시 지역을 중심으로,” 방사선방어학회지, 제35권, 제1호, pp.34-42, 2010.
- [17] 이진수, 고성진, 강세식, 김정훈, 김동현, 김창수, “디지털 흉부영상에서 자동노출제어장치 및 감도변화를 이용한 영상품질의 정량적인 평가,” 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제8호, pp.275-283, 2013.
- [18] 이진수, 고성진, 강세식, 김정훈, 박형후, 김동현, 김창수, “변형근치유방절제술 환자의 Ion chamber 변화에 따른 디지털 흉부 영상의 화질 평가,” 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제3호, pp.204-210, 2013.
- [19] 이진수, 박형후, “디지털 흉부 측와위 후전방향 검사 시 Ion chamber조합 설정과 관전압 변화에 따른 장기선량 및 화질 평가,” 한국콘텐츠학회논문지, 제15권, 제1호, pp.316-323, 2015.
- [20] 최일홍, 노성진, 박정은, 박지군, 강상식, “고에너지

지 X선 선량계 작용을 위한 TiO₂ 첨가된 요오드 화수는 반도체 검출기 제작 및 평가,” 한국방사선 학회논문지, 제8권, 제7호, pp.383-387, 2014.

- [21] 신영훈, 배석환, 강경환, 최은정, 김용권, “Digital Radiography용 X선 검출기의 Bad pixel 검출,” CICS 2015 정보 및 제어 학술대회 논문집, pp.164-165, 2015.
- [22] S. Jeff Shepard, Michael Flynn, Eric Gingold, Lee Goldman, Kerry Krugh, David L. Leong, Eugene Mah, Kent Ogden, Donald Peck, Ehsan Samei, Jihong Wang, and Charles E. Willis, “An exposure indicator for digital radiography: AAPM Task Group 116 (Executive Summary),” J. of Medical Physics, Vol.36, No.7, pp.2898-2914, 2009.
- [23] J. Anthony Seibert and Richard L. Morin, “The standardized exposure index for digital radiography: an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population,” J. of Pediatric Radiology, Vol.41, No.5, pp.573-581, 2011.
- [24] 양숙, 한재복, 최남길, 이성길, “디지털 영상에서 화질관리에 관한 노출지수(ED)의 유용성 연구,” 방사선방어학회지, 제38권, 제1호, pp.29-36, 2013.
- [25] 황준호, 정재호, 김현수, 이경배, “Digital Radiography(DR)에서 검출기의 X선 조건에 따른 흡수 선량 및 영상화질 변화에 관한 연구,” 한국콘텐츠 학회논문지, 제17권, 제9호, pp.292-200, 2017.
- [26] 김현기, 박태진, 백민, 이재성, 이화형, 장재권, 장한기, 조건우, 한은옥, 방사선 이론과 실제(개정 7판), 2015.
- [27] ICRP, ICRP Report 103, 2007.
- [28] Geoff dougherty, Digital image processing for medical applications, Cambridge, 2009.

저 자 소 개

황 준 호(Jun-Ho Hwang)

준회원



- 2016년 2월 : 신구대학교 방사선학과(방사선학사)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 의용과학대학원 의학물리과(석사과정 중)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 경희대학교

병원 영상의학과

<관심분야> : 방사선학, 의료기기, 영상정보학

이 경 배(Kyung-Bae Lee)

정회원



- 2011년 8월 : 가톨릭대학교 생명 의과학과(이학석사)
- 2014년 8월 : 가톨릭대학교 생명 의과학과(이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 경희대학교병원 영상의학과

<관심분야> : 자기공명영상학, 방사선학, 영상정보학