

An Effect to the Exposure Index and Entrance Surface Dose according to the Sub-ROI in Chest PA Radiography

Yong-Hui Jang, Ho-Chan An, Han-Yong Kim, Dong-Hwan Kim, Young-Cheol Joo*

Department of Radiology, Samsung Medical Center

Received: August 01, 2023. Revised: October 20, 2023. Accepted: October 31, 2023.

ABSTRACT

This study aims to raise awareness of the exposure index according to the Sub-ROI in clinical use by studying the effect of Sub-ROI's change on exposure index and dose during Chest PA examination. In this study, to examine the changes in EI and ESD according to the Sub-ROI setting, the irradiation conditions were set to 120 kVp, 200 mA, 2 mAs, and the SID was fixed to 180cm. Five types of Sub-ROI were used. The average value of EI according to the Sub-ROI's change was 135.58 ± 0.89 in AEC, 100.80 ± 0.80 in VR, 143.43 ± 0.76 in HR, 103.22 ± 0.68 in LS, and 102.79 ± 0.84 in SS. The mean value of ESD was 30.28 ± 0.50 μ Gy in AEC, 30.16 ± 0.44 μ Gy in VR, 30.30 ± 0.46 μ Gy in HR, 30.23 ± 0.46 μ Gy in LS, and 30.28 ± 0.51 μ Gy in SS. As a result of this study, based on the AEC mode recommended by the manufacturer, the VR (25.7%), LS (23.9%), and SS (24.2%) modes decreased, and the HR mode increased by 5.7%. However, ESD was not affected by the Sub-ROI's change. Therefore, Sub-ROI may change EI during the Chest PA examination, it is considered that Sub-ROI should be used appropriately when setting protocols in clinical use.

Keywords: Chest PA radiography, Exposure index, Entrance surface dose, Sub-ROI, Automatic exposure control

I. INTRODUCTION

X선을 이용한 방사선 검사는 타 검사 대비 적은 시간이 소요됨과 동시에 그 결과를 즉각적으로 확인할 수 있어 현대 의학에 필수적인 요소이다. 연간 3억건을 상회하며 점차 증가되고 있는 검사 건수는 그만큼 방사선검사가 많은 국민들에게 이용되고 있음을 나타낸다^[1]. 그 중에서도 특히 높은 빈도 수의 방사선검사는 흉부 방사선검사(chest radiography; CXR)이다^[2,3]. CXR은 폐와 심장을 1차적으로 판단하는 가장 기본적인 검사로서 염증 및 질환의 유무 판단, 수술 전 검사, 건강검진 등 다양한 목적에 활용된다^[4,5].

일반적으로 방사선검사는 방사선사가 환자의 상태를 육안으로 판단하고, 의사가 처방한 임상소견을 바탕으로 검사를 진행한다. 방사선사는 진단적

가치가 높은 영상을 만들고자 적절한 조사조건으로 검사를 진행하는데, 이때 조사되는 방사선의 양은 장비에서 발생하는 방사선의 양으로, 실제 환자가 받은 방사선의 양은 알 수 없다. 그래서 장비 제조사마다 명칭의 차이는 있지만, X선이 피사체를 통과 후 영상수용체(detector)에 도달한 정도를 수치화 하기 위해 노력하였고, 이를 노출지수(exposure index; EI)라는 개념으로 정의하고 있다^[6,7]. EI는 X선이 환자를 투과 후 영상 형성에 영향을 주는 전자의 양을 의미한다. 영상 검사 시 환자에게 동일한 조사조건으로 조사하더라도 피사체의 두께와 밀도 등에 따라 EI 값이 달라질 수 있어 디지털 방사선 검사(digital radiography; DR)에서 중요한 지표로 이용된다.

일반적으로 조사선량이 높으면 환자에게 도달하는 입사표면선량(entrance surface dose; ESD)도 비례

* Corresponding Author: Young-Cheol Joo E-mail: skulljoo@naver.com Tel: +82-2-2148-7499 Address: Department of Radiology, Samsung Medical Center, 81, Irwon-ro, Gangnam-gu, Seoul, Republic of Korea

적으로 증가한다. 방사선사는 환자의 비만도와 검사부위의 밀도가 높다고 판단되는 경우 조사조건을 높여서 검사하게 된다^{8,9)}. 이 경우 ESD가 높아지게 되고 영상수용체에 도달하는 방사선의 양이 증가하여 EI도 높아지게 된다. 방사선 검사 시 환자의 표면에 적합한 선량이 입사되었는지를 ESD 수치 비교를 통해 알 수 있다. 하지만, 인체는 다양한 밀도의 해부학적 구조물이 존재하기에 적절한 양의 방사선량이 투과로 이루어지지 못한다면, 진단에 적합한 영상을 얻을 수 없다. 그래서 장비사에서는 ESD가 같더라도 EI를 이용하여 실제 두께 등에 따라 변할 수 있는 노출의 정도가 어떠한지를 표시하고 있다. 그로 인해 선량 조건에 따라 환자에게 적절한 노출이 가해졌는가를 알 수가 있고, 방사선사로 하여금 좀 더 진단에 적합한 영상을 만들어 내는데에 도움을 준다.

EI는 영상수용체에서 보조관심영역(sub region of interest; Sub-ROI)이라는 가상의 공간에서 측정된다. Sub-ROI는 말 그대로 관심영역을 뜻하는 ROI의 부차적인 개념이다. 방사선 검사 시 EI를 계산하기 위해 ROI 전체 영역을 측정 기준으로 설정하면, 인체 부위별 감약도가 다르기 때문에 EI 측정에 있어 오차 범위가 상당히 커지게 된다. 그렇기 때문에 장비제조사에서는 특정부위에 적합한 Sub-ROI를 권고하고 있다. 부위마다 EI 측정에 적합한 Sub-ROI를 선정하여 실제 노출의 정도를 적절히 파악할 수 있도록 하는 것이다.

흉부는 다양한 밀도의 해부학적 구조물이 같은 공간에 위치해 있으며, 연령과 체형에 따라 해부학적 구조물의 크기와 감약이 달라진다. 특히, 여성은 유방이라는 해부학적 구조물을 가지고 있고 이 또한 영상 형성에 영향을 줄 수 있다. 그렇기 때문에 흉부 방사선 검사 시 임상에서는 고 관전압의 조사조건을 이용하고 있으며, 다양한 신체구조를 가진 환자에게서 표준화된 영상품질의 영상 구현을 위해 자동노출조절장치(auto exposure control; AEC)와 같은 기능이 이용된다. 고관전압과 AEC 사용에 따른 영상품질에 대해서는 많은 선행연구가 진행되고 있다¹⁰⁾.

관전압과 AEC와 관련된 인자들은 방사선사가

검사 전 조절이 가능하다. 하지만 Sub-ROI는 검사 조건 설정 단계에서 고려되는 부분이기 때문에 검사 전 즉각적인 조절이 불가능하다. 또한 디지털 방사선장비의 보급이 증가하고 있음에도 불구하고, 검사를 진행하는 방사선사의 Sub-ROI에 대한 인식이 부족하며, Sub-ROI 변화가 영상에 미치는 영향에 대한 선행연구도 미비한 상태이다.

이에 본 연구에서는 검사빈도가 높은 흉부 후·전 방향 검사(chest posteroanterior projection; chest PA) 시 Sub-ROI의 변화가 ESD와 EI에 미치는 영향을 알아보고, 적절한 Sub-ROI 적용의 중요성에 대해 제시하고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구대상

본 연구는 흉부 모형 팬텀 RS-330(FLUKE biomedical, Cleveland, OH, USA)을 대상으로 하였고, X선 발생 장치는 GC 85A(Samsung electronics, KOREA)를 사용하였다.

2. 연구방법

2.1. 실험방법

본 연구에서는 Sub-ROI 설정에 따른 EI와 ESD의 변화를 살펴보기 위해, 조사조건은 120 kVp, 200 mA, 2 mAs로 설정하였으며, 선원 영상수용체간 거리(source to image receptor distance: SID)는 180 cm로 고정하였고, 조사야 크기는 영상수용체 전체를 포함하는 크기(17 X 17")를 적용했으며, 흉부 모형 팬텀은 Fig. 1과 같이 Chest PA 자세로 위치시켰다.



Fig. 1. The phantom was placed in front of the detector.

2.2. Sub-ROI의 종류 및 설정방법

Sub-ROI는 장비 제조사에서 제공하는 다섯 가지를 이용하였다. 각 Sub-ROI에 대한 아래와 같다. Fig. 2와 같이 빨간색은 Sub-ROI를 나타내었으며, 회색 영역은 영상수용체이다.

(1) Auto Exposure Control (AEC)

AEC는 영상수용체 전방에 위치한 3개의 AEC 이온 챔버 중 상부 2개와 같은 위치에서의 Sub-ROI 영역을 의미한다.

(2) Vertical Rectangle (VR)

VR은 영상수용체의 중앙 부분을 기준으로 수직

영역을 포함하는 Sub-ROI 영역을 말한다.

(3) Horizontal Rectangle (HR)

HR은 영상수용체의 중앙 부분에서 수평 영역을 기준으로 설정하는 포함하는 Sub-ROI 영역이다.

(4) Large square (LS)

LS는 큰 사각형 형태의 Sub-ROI 영역으로 Sub-ROI 형태중 가장 큰 넓은 영역을 포함하는 모드이다.

(5) Small Square (SS)

SS는 영상수용체의 중심을 기준으로 가장 작은 사각형 형태의 Sub-ROI 형태이다.

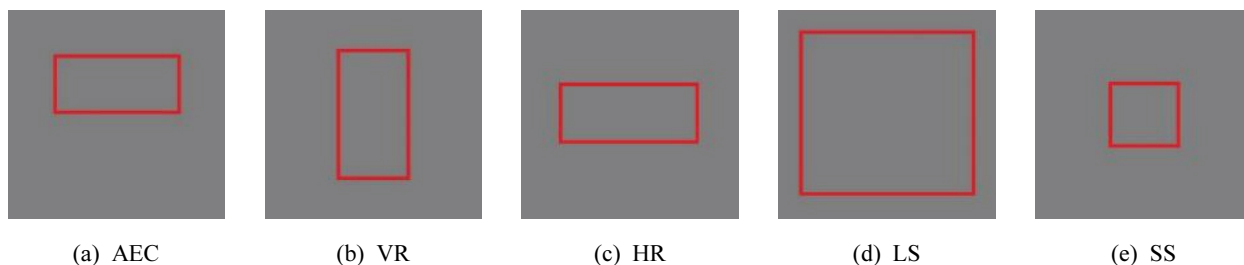


Fig. 2. The images above depict five different types of sub-ROI.

3. 선량 측정 방법

선량 측정은 방사선 조사 시 장비에 표시되는 ESD를 이용하였는데, 본 연구에서 이용한 방사선 발생장치에서는 조사 면적 선량(dose area product; DAP)과 조사거리를 이용하여 ESD를 계산하는 방식을 사용하고 있다.

4. 자료수집방법

자료수집은 위의 동일한 조건에서 각각의 Sub-ROI를 적용했을 때 장비에서 나타나는 EI와 ESD를 수집하여 비교 분석하였으며, 각 조건 별 30회의 영상을 획득하였다.

5. 자료분석방법

본 연구에서 획득된 자료는 Shapiro-Wilk 방법을 통해 정규성을 검정하였다. Fig. 3과 같이 EI에 대한 자료는 정규성을 보였으며($p>0.05$), ESD는 정규성에 위배되었다($p<0.05$). 이를 근거로 EI는 일원배

치분산분석(one-way ANOVA, 사후분석으로 Duncan적용), ESD는 Kruskal-Wallis 검정을 통해 각 그룹별 평균을 비교분석하였다. 통계프로그램은 SPSS(version 22.0, SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하였고, 유의수준(α)은 0.05, 유의확률(p)은 0.05이하를 유의한 것으로 설정하였다.

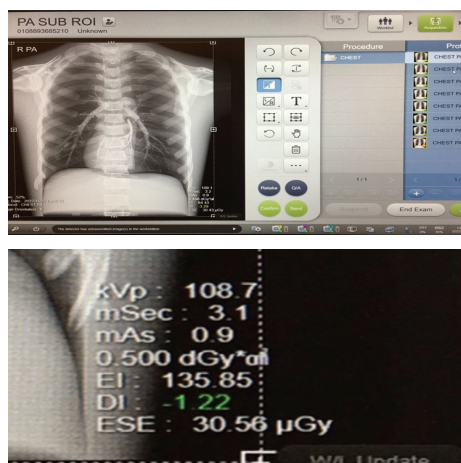


Fig. 3. The numbers in the picture show EI & ESD.

III. RESULT

1. Sub-ROI 변화에 따른 EI의 기술통계 및 평균비교 결과

Sub-ROI 변화에 따른 EI의 평균값은 Table 1과 같다. AEC의 경우 135.58 ± 0.89 , VR은 100.80 ± 0.80 , HR은 143.43 ± 0.76 , LS는 103.22 ± 0.68 , SS는 102.79 ± 0.84 로 나타났다. 각 그룹별 평균값의 차이는 통계적으로 유의하였으며, 모든 그룹은 개별

적 그룹으로 분류되었다($p < 0.01$).

2. Sub-ROI 변화에 따른 ESD의 기술통계 및 평균비교 결과

ESD의 평균값은 Table 2와 같다. AEC의 경우 $30.28 \pm 0.50 \mu\text{Gy}$, VR은 $30.16 \pm 0.44 \mu\text{Gy}$, HR은 $30.30 \pm 0.46 \mu\text{Gy}$, LS는 $30.23 \pm 0.46 \mu\text{Gy}$, SS는 $30.28 \pm 0.51 \mu\text{Gy}$ 으로 측정되었으며, 각 그룹별 평균값의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다 ($p > 0.644$).

Table 1. Comparison of exposure index according to sub-ROI types

Sub-ROI type	n	mean \pm SD	min	max	F	p
AEC	30	135.58 ± 0.89^d	133.96	137.26	19696	0.01
VR		100.80 ± 0.80^a	99.06	102.36		
HR		143.43 ± 0.76^e	142.45	145.75		
LS		103.22 ± 0.68^c	101.42	104.25		
SS		102.79 ± 0.84^b	100.94	104.25		

Table 2. Comparison of entrance surface dose according to sub-ROI types

Sub-ROI type	n	mean \pm SD	min	max	χ^2	p
AEC	30	30.28 ± 0.50	29.59	31.06	2.505	0.644
VR		30.16 ± 0.44	29.54	31.00		
HR		30.30 ± 0.46	29.77	31.00		
LS		30.23 ± 0.46	29.77	31.00		
SS		30.28 ± 0.51	29.54	31.34		

IV. DISCUSSION

국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission; IEC)에서는 IEC 62494-1을 통해 입사선량과 비례한 EI를 정의하고 있으며^[6], 실제로 방사선 검사 장치 제조사에서는 영상 정보를 제공할 때 EI를 포함하여 제공하고 있다. 선행 연구에 따르면, 디지털 방사선 장치에서는 넓은 노출지수로 인해 더 많은 환자 선량의 차이가 발생하고, 그에 따라 유효선량 값도 4배 이상 차이가 난다고 주장하였다^[11]. 지금까지의 선행연구들은 ESD가 EI에 미치는 영향에 대한 연구와 이러한 변화가 CXR에 미치는 영향에 대해 진행했을 뿐, Sub-ROI 변화가 EI와 ESD에 미치는 영향에 대한 연구는 미비하였다.

연구 결과 Sub-ROI 변화에 따른 EI는 HR에서 가장 높았고, LS, SS와 같이 Sub-ROI을 일정한 형태의 사각형으로 설정하는 그룹은 비슷한 결과를 보여주었으며, VR이 가장 낮게 나타났다. HR과 VR은 동일한 선량임에도 불구하고, Sub-ROI의 차이에 따라 EI가 약 42% 차이가 났다.

Sub-ROI 변화에 따른 ESD는 근소하지만 HR에서 가장 높았고, VR에서 가장 낮은 것으로 나타났다. 그러나 전반적으로 Sub-ROI에 따른 차이가 모두 0.5% 미만으로 고르게 나와 유의한 차이는 없었다. ESD가 거의 동일함에도 불구하고 HR에서 가장 높은 EI가 나타난 것은 Sub-ROI가 상당부분 폐야 중앙부에 위치하였기에 낮은 밀도로 인해 방사선의 감약이 적었기 때문으로 사료된다. 이와 반대로, 가

장 낮은 EI가 검출된 VR은 Sub-ROI가 흉추와 상당 부분 겹쳐 있었기 때문에 흉추의 높은 밀도로 인해 방사선의 감약이 강하게 일어나 EI가 낮게 검출된 것으로 보인다.

양 등의 연구에 따르면 DR 시스템에서 흉부 팬텀을 이용하여 촬영하였을 때, ESD가 증가할수록 EI 또한 선형적으로 비례하여 증가하였다. 선량이 증가할수록 검출기에서 받아들이는 신호량이 증가하고 EI는 이를 반영한다는 것이다^[12].

본 연구를 계획하며, 장비사에서 권고한 Sub-ROI를 AEC로 설정하였을 때 목표 선량에 도달할 때까지 지속적인 노출을 가하는 특성으로 인하여 Sub-ROI를 AEC로 설정하였을 때 EI가 가장 클 것으로 예상되었다^[13]. 허나, 실제 실험을 바탕으로 도출한 결과 Sub-ROI를 HR로 설정하였을 때 EI가 가장 높은 것으로 밝혀졌다. 장비사에서는 검사부위가 흉부이기 때문에 Sub-ROI를 AEC로 설정함으로써 폐야의 EI를 기준으로 노출 정도를 파악하였다. 하지만, Chest PA 검사는 폐야뿐만이 아닌 심장과 흉추, 간 등 다양한 장기 또한 함께 조사가 이루어지기에 흉부를 전반적으로 포함하는 Sub-ROI로 LS를 사용하는 것이 적합한 설정으로 판단된다.

EI의 고저는 후처리 프로그램을 통해 그 차이를 상쇄시킬 수 있다. 따라서 진단에 있어 크게 상관관계가 있는 것은 아니다. 오히려 항상 동일한 EI가 나오는 것이, 동일하게 영상의 질에 영향을 주기 때문에 더 중요하다고 할 수 있다. 단, 잘못된 Sub-ROI는 EI에 영향을 미친다는 것이다. 하지만 Sub-ROI는 ESD에는 차이가 없었기에 Sub-ROI와 ESD의 영향을 연결 짓는 건 문제가 있다고 판단된다.

그러므로 본 연구에서는 디지털 방사선발생장치의 보급이 증가하고 있고, CXR의 검사 건수가 증가하는 추세에 흉부의 해부학적 구조에 맞는 EI를 제시했다는 점과 흉부에서 Sub-ROI 변경에 따라 EI가 얼마만큼 변화되는지를 제시한 점, Sub-ROI가 ESD에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 제시했다는 점에 임상적으로 의의가 있다고 사료된다.

본 연구의 제한점은 한 종류의 흉부 팬텀으로만 실험하였다는 점과 한 가지 장비 제조사의 장비만

을 토대로 실험하였다는 점이다. 추후 여러 제조사에서 제공하는 Sub-ROI의 형태를 이용하여 Chest PA에 맞는 추가 연구가 필요하다고 생각된다.

V. CONCLUSION

본 연구는 Chest PA 검사 시 Sub-ROI의 변화에 따라 실제 EI와 ESD에 미치는 영향에 대해서 알아보려고 진행하였다.

본 연구 결과, EI는 Sub-ROI의 변화에 따라 증감의 영향을 받았으나, ESD는 Sub-ROI 변화에 영향을 받지 않았다. 그러므로 임상에서 Chest PA 검사 시 Sub-ROI에 따라서 EI가 변경될 수 있으므로, 임상에서는 이점을 유의하여 검사조건 설정 시 해부학적 구조 전체를 포함하는 LS를 쓰는 것이 Chest PA에 맞는 올바른 Sub-ROI 설정이라고 사료된다.

Reference

- [1] K. P. Kim, "Assessment of Radiation Exposure of Korean Population by medical radiation", The Korean Association for Radiation Protection, 2020.
- [2] S. S. Choi, "A Study on the Dose and Image Evaluation According to the use of Automatic Exposure Control in Chest Radiography", Department of Radiological Science, The Graduate School of Hanseo University, 2019.
- [3] S. J. Jin, I. C. Im, J. H. Cho, "Analysis of image quality according to BMI of digital chest radiography: Focusing on bureau of radiological health evaluation", Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 40, No. 1, pp. 1-6, 2017. <http://dx.doi.org/10.17946/JRST.2017.40.1.01>
- [4] Y. C. Joo, C. H. Lim, Y. M. Kim, H. R. Jung, D. H. Hong, "Rate of Transformation and Normal Range about Cardiac Size and Cardiothoracic Ratio According to Patient Position and Age at Chest Radiography of Korean Adult Man", Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 40, No. 2, pp. 179-186, 2017. <http://dx.doi.org/10.17946/JRST.2017.40.2.01>
- [5] D. H. Kim, S. J. Ko, S. S. Kang, J. H. Kim, C. S. Kim, "Computer-Aided Diagnosis for Pulmonary Tuberculosis using Texture Features Analysis in

- Digital Chest Radiography", Journal of the Korea Contents Association, Vol. 11, No. 11, pp. 187-193, 2011. <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2011.11.11.185>
- [6] IEC 62494-1, Ed 1.0, "Medical electrical equipment – Exposure index of digital X-ray imaging system-Part 1: Definitions and requirements for general radiography", Geneva: International Electrotechnical Commission, 2008.
- [7] H. Heo, Y. B. Hwang, "Object-based Exposure Index Measurement Method in X-ray Image", Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, Vol. 24, No. 9, pp. 861-866, 2018. <http://dx.doi.org/10.5302/J.ICROS.2018.18.0114>
- [8] M. D. Cohen, M. L. Cooper, K. Piersall, B. K. Apgar, "Quality assurance: Using the exposure index and the deviation index to monitor radiation exposure for portable chest radiographs in neonates", Pediatric radiology, Vol. 41, No. 5, pp. 592-601, 2011. <https://doi.org/10.1007/s00247-010-1951-9>
- [9] D. N. Seo, S. G. Jang, J. M. Kim, J. S. Kim, D. W. Sung, H. J. Kim, Y. S. Yoon, "A comparative assessment of entrance surface doses in analogue and digital radiography during common radiographic examinations", Radiation Protection Dosimetry, Vol. 158, No. 1, pp. 22-27, 2014. <https://doi.org/10.1093/rpd/nct189>
- [10] G. H. Kim, G. J. Yoo, Y. W. Yoon et al., "Quantitative Evaluation of Image Quality using Automatic Exposure Control", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 19, No. 2, pp. 86-89, 2015.
- [11] H. S. Kim, J. H. Jeong, J. W. Lee, "Research on Image Quality and Effective dose by Exposure Index Variation", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 7, No. 1, pp. 63-69, 2013. <http://doi.org/10.7742/jksr.2013.7.1.063>
- [12] S. Yang, J. B. Han, N. G. Choi, S. G. Lee, "The Review of Exposure Index in Digital Radiography and Image Quality", Journal of Radiation Protection, Vol. 38, No. 1, pp. 29-36, 2013. <https://doi.org/10.14407/jrp.2013.38.1.029>
- [13] H. Murazaki, Y. Funama, Y. Sugaya, O. Miyazaki, S. Tomiguchi, K. Awai, "Optimal setting of automatic exposure control based on image noise and contrast on iodine-enhanced CT", Academic Radiology, Vol. 19, No. 4, pp. 478-484, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2011.11.011>

흉부 후·전방향 검사 시 보조관심영역의 변화가 노출지수와 입사표면선량에 미치는 영향

장용희, 안호찬, 김한용, 김동환, 주영철*

삼성서울병원 영상의학과

요 약

본 연구는 흉부 후·전방향 검사 시 보조관심영역의 변화가 노출지수와 선량에 미치는 영향에 대한 연구를 통해, 임상에서 적절한 보조관심영역 적용에 대한 인식을 제고하고자 한다. 본 연구는 흉부 모형 팬텀을 대상으로 하였고, 조사조건은 120 kVp, 200 mA, 2 mAs로 설정하였으며, 조사야 크기는 영상수용체 전체를 포함하는 크기(17 X 17")를 적용했다. Sub-ROI는 장비 제조사에서 제공하는 다섯 가지 방식(AEC, VR, HR, LS, SS)를 이용하였다. Sub-ROI 변화에 따른 EI의 평균값은 AEC의 경우 135.58 ± 0.89 , VR은 100.80 ± 0.80 , HR은 143.43 ± 0.76 , LS는 103.22 ± 0.68 , SS는 102.79 ± 0.84 로 나타났으며, ESD의 평균값은 AEC의 경우 $30.28 \pm 0.50 \mu\text{Gy}$, VR은 $30.16 \pm 0.44 \mu\text{Gy}$, HR은 $30.30 \pm 0.46 \mu\text{Gy}$, LS는 $30.23 \pm 0.46 \mu\text{Gy}$, SS는 $30.28 \pm 0.51 \mu\text{Gy}$ 으로 측정되었다. 본 연구 결과, EI는 제조사에서 권고하는 AEC 모드를 기준으로 VR (25.7%)과 LS (23.9%), SS (24.2%)모드는 감소하였으며, HR 모드는 5.7% 증가하였다. 하지만, ESD는 Sub-ROI 변화에 영향을 받지 않았다. 그러므로 임상에서 Chest PA 검사 시 Sub-ROI에 따라서 EI가 변경될 수 있으니, 임상에서는 이점을 유의하여 검사조건 설정 시 Sub-ROI를 적절하게 사용해야 한다고 사료된다.

중심단어: 흉부 후·전 방사선검사, 노출 지수, 보조관심영역, 입사표면선량, 자동노출제어장치

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	장용희	삼성서울병원 영상의학과	방사선사
(공동저자)	안호찬	삼성서울병원 영상의학과	방사선사
	김한용	삼성서울병원 영상의학과	방사선사
	김동환	삼성서울병원 영상의학과	방사선사
(교신저자)	주영철	삼성서울병원 영상의학과	방사선사