

&lt;원저&gt;

## S-align 기능을 이용한 흉부 전·후 방향 검사 시 적절한 X선관 각도에 관한 연구

박명주·주영철·김민석·육정원·김한용·김동환

삼성서울병원 영상의학과

### The Study of Appropriate X-ray Tube Angle for the Anterior-posterior Chest Radiography Using S-align Function

Myeong-Ju Park·Young-Cheol Joo·Min-Suk Kim·Jeong-Won Yuk·Han-Yong Kim·Dong-Hwan Kim

Department of Radiology, Samsung Medical Center

**Abstract** This study uses the 'S-align' function to present a reference value of the X-ray tube angle for the realization of an image similar to that of the chest PA image during chest AP radiography. This study targeted dummy phantom and used a 17"×17" DR image receptor. The irradiation conditions were 110 kVp, 160 mA, 50 ms, and the distance between the central X-ray and the image receptor was set to 180 cm and 110 cm, respectively. The end of the catheter was placed at the 11th thoracic height to indicate the nasogastric tube. In the case of lung apex length measurement, the mean value of measurement was 30.53±0.47 in PA, T 0°, TCA 5~25°, TCE 5~15° were 21.07±0.29, 27.60±0.21, 34.13±0.44, 39.86±0.31, 45.96±0.61 mm, 54.13±0.37 mm, 16.16±0.46 mm, 9.81±0.35 mm, 2.75±0.30 mm, respectively. For the depth of the catheter end, the average value measured at PA was 6.70±0.31 mm, T 0°, TCA 5~25°, TCE 5~15° were 15.72±0.38 mm, 24.10±0.50 mm, 29.24±0.86 mm, 34.35±0.35 mm, 41.06±1.08 mm, 48.07±0.38 mm, 12.85±0.25 mm, 7.92±0.36 mm, 3.01±0.39 mm, respectively. The length of the lung apex was similar to that of chest PA when the angle of incidence was adjusted from 5° to 10° in the leg direction, and the depth of the catheter tip was most similar when the X-ray tube angle was incident at 10° in the head direction. Therefore, To change the X-ray tube angle according to the purpose of the examination during the chest AP radiography using 'S-align' function is considered necessary.

**Key Words:** Chest anteroposterior projection, Chest posteroanterior projection, Mobile X-ray, X-ray tube angle, 'S-align'

**중심 단어:** 흉부 전·후 방향 검사, 흉부 후·전 방향 검사, 이동형 방사선 검사, X선관 각도, 'S-align'

## 1. 서론

흉부 방사선 검사(Chest radiography; CXR)는 종격동, 기도, 폐, 심장 등의 흉부 질환을 빠르고 간편하면서 적은 방사선 선량으로 검사할 수 있어[1] 수술 전·후의 폐 기능 평가, 질병의 조기 진단을 위한 정기 검진 등에 활발하게 이용되며, CXR의 검사 건수는 2019년 기준으로 의료 방사선 검사 건수의 23.3%(62,483,749건)를 차지했다[2]. CXR의

검사방법은 일반적으로 X선의 입사 방향에 따라 후·전 방향 검사(Posteroanterior projection; PA), 전·후 방향 검사(Anteroposterior projection; AP), 측면 검사(Lateral projection)로 구분되고, 검사 자세에 따라 폐첨 검사(Apicography), 측횡와 검사(Lateral decubitus) 등으로 나뉜다[3]. Chest PA는 선 자세에서 영상수용체(Image Receptor; IR)에 흉부를 밀착시키고 검사한다. Chest AP는 chest PA가 불가능한 경우 앉거나 누운 자세로 IR을 등 뒤

Corresponding author: Young-Cheol Joo, Department of Radiology, Samsung Medical Center, 81, Irwon-ro, Gangnam-gu, Seoul, 06351, Republic of Korea / Tel: +82-2-3410-2530 / E-mail: jumyself.joo@samsung.com

Received 26 July 2022; Revised 4 August 2022; Accepted 13 August 2022

Copyright ©2022 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

에 위치시켜서 검사한다.

Chest PA는 IR과 X선관이 수직으로 정렬되어 있어, 환자 자세 불량으로 인한 영상 왜곡이 발생할 수 있는 확률이 낮지만, chest AP는 움직임이 제한적인 환자를 대상으로 이동형 방사선 검사장비(Mobile X-ray)를 이용하여 검사하는 경우가 일반적이다. 이때 환자 자세가 기울어져 있는 정도에 따라 detector의 각도가 변하게 되고, 중심 X선의 입사각 또한 다양하게 조절되어야 한다. X선관과 detector의 정렬이 어긋나는 경우 영상의 왜곡이 발생하게 되는데, 이를 극복하기 위해 국내 한 업체에서는 ‘S-align’이라는 기능을 개발하여, 방사선사가 X선관과 detector의 각도를 수직으로 조절하는 데 도움을 주고 있다.

Chest AP는 Chest PA보다 심장이 확대되고 견갑골이 폐야와 중첩되는 단점이 있으며[4], 빗장뼈와 폐 첨부의 중첩 정도가 크고 횡격막의 높이가 높게 나타나 폐의 크기가 작게 표현된다[5-6]. 이와 같은 영상의 왜곡은 비위관(Levin tube; L tube), 중심정맥카테터(Central venous catheter), 히크만 카테터(Hickman catheter) 등이 영상에 묘사되었을 때, 그 위치를 Chest PA 영상과 동일하게 나타내지 못해 삽입된 관의 위치 추적 관찰에 혼란을 줄 수 있다[7-10].

이에 본 연구는 ‘S-align’ 기능을 이용하여 Chest AP 검사 시 Chest PA 검사를 통해 획득한 영상과 유사한 해부학 구조물 묘사 및 인공적으로 삽입된 기구의 위치 구현을 위한 X선관 각도의 기준치를 제시하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 인체모형 팬텀(Alderson Radiation Therapy

Phantom[radiology support device,inc])을 대상으로 진행하였으며, 두개부 6번에서부터 복부 21번까지를 이용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 실험장비

방사선 발생장치는 XGEO GC 85A(Samsung Electronics, Korea)를 이용하였고, 영상 분석은 Centricity Radiology RA 1000(General Electronic, USA) PACS system을 사용하였다.

#### 2) 영상획득 방법

본 연구에서는 L-tube가 삽입된 상태 구현을 위해 팬텀의 내부에 catheter를 위치(Fundus of stomach[제11번째 흉추 높이])에 위치시켰다. Detector는 17"×17"를 사용하였고, 조사 조건은 110 kVp, 320 mA, 50 ms로 고정하였으며, Chest PA와 AP에서 영상획득 방법은 다음과 같다.

##### (1) Chest PA 영상 획득 방법

Chest PA 영상은 중심 X선과 영상 수용체 간 거리(Source to Image receptor Distance; SID)를 180 cm로 고정하고, 중심 X선은 흉추 6번에 수직으로 입사하였다(Fig. 1. a).

##### (2) Chest AP 영상 획득 방법

Chest AP 영상은 detector와 phantom을 45° 거상 시킨 자세로 고정하고, SID는 110 cm로 설정하였다. X선관의 각도 변화에 따른 영상의 차이 관찰을 위해, X선관과 detector가 수직인 경우는 ‘T 0°’, X선관 각도가 다리 방향

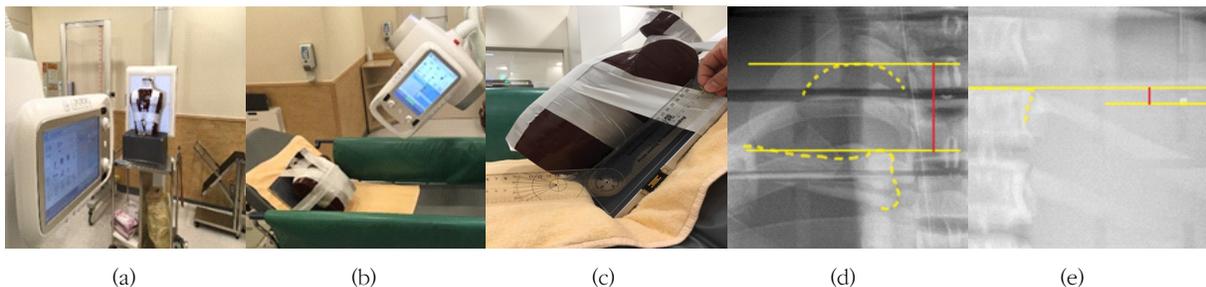


Fig. 1. Description of the experimental method and measurement method

(a) shows the acquisition of chest PA images. The SID is set to 180 cm, and the center X-ray is irradiated vertically. (b) shows Chest AP image acquisition with a 45° tilt. The SID is set to 110 cm, and the center X-ray changes at 5° intervals and irradiates. (c) is the image of a phantom lying on its back at 45°. (d) is a measurement of RLAL. RLAL was measured the height from the right lung attachment to the highest part of the sternal end of the clavicle. (e) is a measurement of CTD. CTD was measured based on the height of the upper edge of the 11th thoracic spine body.

인 경우는 'TCA', 머리 방향인 경우는 'TCE'라고 명명하였으며, X선관 각도는 TCA의 경우 0°~25°, TCE는 0°~15°까지 5° 간격으로 영상을 획득하였다(Fig. 1. b-c).

### 3. 영상측정방법

영상 측정은 방사선사 3명(임상 경력 10년 이상 1명, 3년 이하 2명)이 PACS system에서 개별적으로 하루 이상의 시간 간격을 두고 총 6회 측정하였다.

1) 오른쪽 폐 첨부 길이(Right Lung Apex Length; RLAL): RLAL은 오른쪽 폐 첨부부터 빗장뼈의 복장 끝(Sternal end)의 가장 높은 부분까지의 높이로 설정하였다(Fig. 1. d).

2) 카테터 끝의 깊이(Catheter Tip's Depth; CTD): CTD는 제11번 흉추의 척추뼈 몸통 윗 가장자리 높이를 기준으로 카테터 팁의 끝까지의 깊이를 측정하였다(Fig. 1. e).

### 4. 자료분석방법

본 연구에서는 연구자들이 개별적으로 측정한 데이터에 대한 기술통계를 제시하였다.

중심 X선 각도 변화에 따른 각 그룹의 평균값 비교는 일원 배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용해 비교하였으며, 사후검정은 Duncan을 적용하였다. 통계프로그램은 SPSS (version 22.0, SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하였고, 유의수준( $\alpha$ )은 0.05, 유의확률(p-value)은 0.05 이

하를 유의한 것으로 설정하였다.

## III. 결과

### 1. 중심 X선 각도 변화에 따른 오른쪽 폐 첨부 길이의 평균 비교 결과

기준 영상의 RLAL 측정 평균값은  $30.53 \pm 0.47$  mm이었고, T 0° AP 영상은  $21.07 \pm 0.29$  mm, TCA 5°는  $27.60 \pm 0.21$  mm, TCA 10°는  $34.13 \pm 0.44$  mm, TCA 15°는  $39.86 \pm 0.31$  mm, TCA 20°는  $45.96 \pm 0.61$  mm, TCA 25°는  $54.13 \pm 0.37$  mm, TCE 5°는  $16.16 \pm 0.46$  mm, TCE 10°는  $9.81 \pm 0.35$  mm, TCE 15°는  $2.75 \pm 0.30$  mm로 측정되었다(Fig. 2).

각 그룹 간 평균값의 차이는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 사후분석 결과에서도 모두 개별적인 그룹으로 나타났다( $p$ -value < 0.01), (Table 1).

### 2. 중심 X선 각도 변화에 따른 카테터 끝 길이의 평균 비교 결과

Chest PA CTD 측정 평균값은  $6.70 \pm 0.31$  mm이고, T 0° AP 영상은  $15.72 \pm 0.38$  mm, TCA 5°는  $24.10 \pm 0.50$  mm, TCA 10°는  $29.24 \pm 0.86$  mm, TCA 15°는  $34.35 \pm 0.35$  mm, TCA 20°는  $41.06 \pm 1.08$  mm, TCA 25°는  $48.07 \pm 0.48$  mm, TCE 5°는  $12.85 \pm 0.25$  mm, TCE 10°는  $7.92 \pm 0.36$  mm,

**Table 1.** Results of the average comparison of RLAL according to the center X-ray angle change

Group	N	Mean $\pm$ SD (mm)	Min	Max	F	$p$ -value
PA		$30.53 \pm 0.47^f$	29.8	31.2		
T 0°		$21.07 \pm 0.29^d$	20.6	21.6		
TCA 5°		$27.60 \pm 0.21^c$	27.3	28.0		
TCA 10°		$34.13 \pm 0.44^b$	33.6	35.3		
TCA 15°	18	$39.86 \pm 0.31^h$	39.5	40.7	24393.78	<0.01
TCA 20°		$45.96 \pm 0.61^i$	45.0	47.7		
TCA 25°		$54.13 \pm 0.37^j$	53.5	54.9		
TCE 5°		$16.16 \pm 0.46^c$	14.8	16.9		
TCE 10°		$9.81 \pm 0.35^b$	9.2	10.6		
TCE 15°		$2.75 \pm 0.30^a$	2.1	3.2		

1. PA is Chest PA, T 0° is 45° tilting Chest AP with 0° X-ray tube angle, TCA 5° is 45° tilting Chest AP with 5° caudad tube angle, and TCE5 is 5° cephalad tube angle.

2. 'n' is the number of repeated measurements.

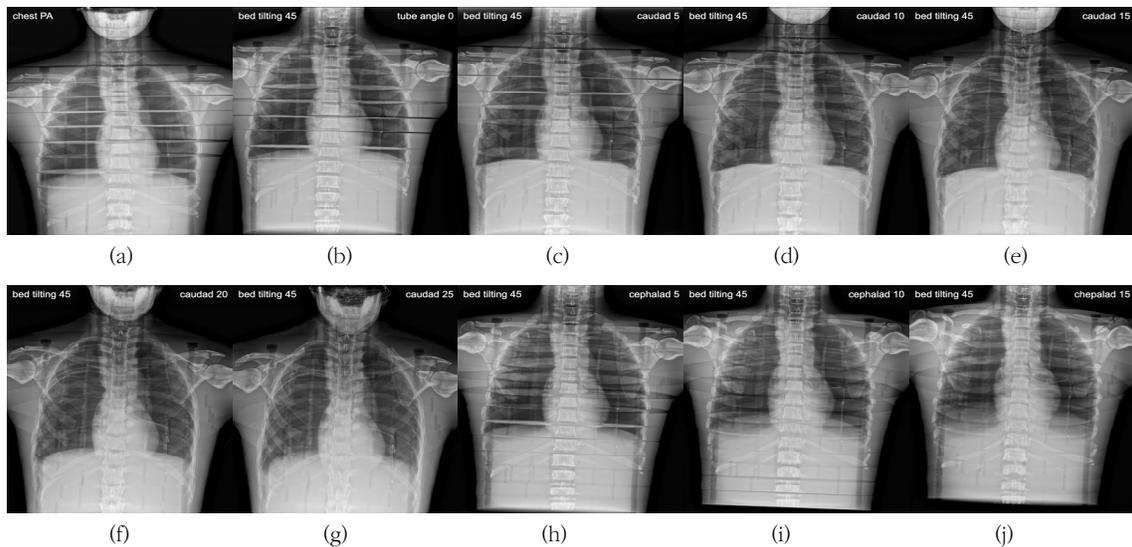
3. Mean $\pm$ SD is the mean value  $\pm$  standard deviation, min is the minimum value and max is the maximum value.

4. ' $p$ -value' is calculated by one-way ANOVA, post-hoc is used by Duncan.

**Table 2.** Results of the average comparison of CTD according to the center X-ray angle change

Group	N	Mean±SD (mm)	Min	Max	F	p-value
PA		6.70±0.31 <sup>b</sup>	6.2	7.3		
T 0°		15.72±0.38 <sup>c</sup>	15.0	16.2		
TCA 5°		24.10±0.50 <sup>f</sup>	23.0	24.9		
TCA 10°		29.24±0.86 <sup>g</sup>	28.1	30.7		
TCA 15°	18	34.35±0.35 <sup>h</sup>	33.6	34.8	24393.78	<0.01
TCA 20°		41.06±1.08 <sup>i</sup>	40.0	44.7		
TCA 25°		48.07±0.48 <sup>j</sup>	47.2	48.8		
TCE 5°		12.85±0.25 <sup>d</sup>	12.3	13.3		
TCE 10°		7.92±0.36 <sup>e</sup>	7.1	8.5		
TCE 15°		3.01±0.39 <sup>a</sup>	2.5	3.9		

1. PA is Chest PA, T 0° is 45° tilting Chest AP with 0° X-ray tube angle, TCA 5° is 45° tilting Chest AP with 5° caudad tube angle and TCE 5° is 5°cephalad tube angle.
2. 'n' is the number of repeated measurements.
3. Mean±SD is the mean value ± standard deviation, min is the minimum value and max is the maximum value.
4. 'p-value' is calculated by one-way ANOVA, post-hoc is used by Duncan.



**Fig. 2.** All experimental image

The above figure is the entire experimental image from the Chest PA image to the TCE 15° image. (a) is a Chest PA image. (b) is a T 0° image. (c), (d), (e), (f), (g) are TCA 5°, TCA 10°, TCA 15°, TCA 20° and TCA 25° images, respectively. (h), (i), (j) are TCE 5°, TCE 10°, TCE 15° images, respectively.

TCE 15°는 3.01±0.39 mm로 측정되었다(Fig. 2).

중심 X선 각도 변화에 따른 CTD의 평균값의 차이는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 사후분석에서도 모든 그룹이 독립된 그룹으로 나타났다(p-value<.01),(Table 2).

#### IV. 고찰

CXR은 적은 선량으로 흉부에서 발생할 수 있는 종양 및

염증, 흉부 내의 체액과 공기의 비정상적인 축적 상태 감별 및 심장 질환 진단에 유용하기 때문에 국가에서 시행하는 일반적인 건강검진 시 필수적인 항목으로 시행되는 영상의학적 검사이며, 임상에서 입원 환자의 호흡기 질환 추적 관찰 및 흉부에 삽입된 관의 상태 파악이나 식도를 통해 위 장관에 삽입된 튜브의 진입 위치 확인에도 진단에 매우 유용하게 이용되며, Mobile X-ray는 환자가 입원 기간 내 지속적으로 추적 검사를 가능하게 해준다는 점에서 매우 중요하고 필수적인 검사라고 할 수 있다[11].

‘S’사에서는 detector와 X선관의 각도를 표시하는 ‘S-align’ 기능을 개발함으로써, Mobile X-ray 검사 시 방사선사가 중심선과 detector의 정렬 상태에 대한 정보를 확인 및 조정할 수 있게 되어 X선관과 detector의 불일치로 인해 발생했던 영상의 왜곡을 예방할 수 있게 되었다. 하지만, 이 기능을 이용해 Chest AP 검사 시 Chest PA와 유사한 해부학적 구조 및 인공적으로 삽입된 기구의 정확한 위치 확인을 위한 가이드 라인은 제시된 바가 없어 본 연구를 진행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

오른쪽 폐 첨부 길이의 평균값은 Chest PA(30.53 mm)를 기준으로 T 0°(21.07 mm)와 TCA 5°(27.60 mm)는 각각 30.98%, 9.59% 감소하였고, TCA 10~25°로 각도 변화 시 각각 기준치로부터 34.13 mm(11.79%), 39.86 mm(30.56%), 45.96 mm(50.54%), 54.13 mm(77.3%)로 증가하였다. TCE 5~15°로 각도 변화 시 각각 기준치로부터 16.16 mm(47.06%), 9.81 mm(67.86%), 2.75 mm(90.99%)로 감소하였다. Chest PA와 가장 유사한 오른쪽 폐 첨부 길이를 구현하기 위해서는 TCA 5°와 10°로 X선관 각도를 조정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

Chest AP에서 X선관 각도 변화에 따른 카테터 끝 길이 변화 결과, chest PA에서 CTD의 평균값(6.70 mm)을 기준으로 T 0°의 CTD 평균값은 15.72 mm(134.62%)로 증가하였고, TCA 5~25°로 변화 시 각각 기준치로부터 24.10 mm(259.7%), 29.24 mm(336.41%), 34.35 mm(412.68%), 41.06 mm(512.83%), 48.07 mm(617.46%)로 증가하였다. TCE 5°와 15°에서는 12.85 mm(91.79%), 7.92 mm(18.2%)로 증가하였으나, TCE 15°의 경우에는 3.01 mm(55.07%)로 감소하였으며, TCE 10°가 표준 영상인 PA의 경우와 가장 유사한 평균값으로 평가되었다.

이진수의 연구[11]에 의하면 환자의 체위가 45°이고, 중심 X선이 detector에 수직으로 입사되었을 때, 제 11 흉추 추체에 부착한 L tube tip의 깊이가 머리 쪽으로 각도 변화 시 각 단계마다 15.62%, 17.11%, 26.92% 증가하였고, 다리 쪽으로 변화 시에는 31.25%, 50%, 90.90% 감소하는 것으로 보고하였는데, 이 연구에서는 L tube tip을 phantom 외부에 부착하여 카테터 끝의 깊이는 본 연구와 차이가 있지만 각도 변화에 대한 증가, 감소 형태는 본 연구 결과와 유사하게 나타났다.

일반적으로 chest AP 검사 시 발 쪽 방향으로 각도를 주었을 경우 빗장뼈가 폐 첨부와 겹치는 것을 예방하고, chest PA 영상과 유사한 영상을 구현할 수 있다고 알려져 있다. 그러나 본 연구를 통해 인체 내부에 삽입된 카테터의 위치 추적과 같은 특수한 목적의 경우에는 기존의 이론과 다른 X

선 입사 방향을 고려해야 한다는 것을 알 수 있었으며, ‘S-align’이라는 기능을 이용하는 경우 검사 목적에 따른 입사 방향과 각도를 제시하였다는 점이 본 연구의 의의라 할 수 있다.

하지만, 본 연구는 Phantom을 대상으로 하였기 때문에 추후 인체를 대상으로 추가 연구가 진행될 필요가 있다고 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 Chest AP 검사 시 ‘S-align’ 기능을 이용하여 Chest PA 영상과 유사한 해부학적 구조 구현 및 인체 내 삽입된 카테터 팁의 위치에 대한 왜곡을 최소화할 수 있는 중심 X선의 입사 방향과 각도에 관한 기준치를 제시하고자 하였다.

본 연구 결과, ‘S-align’ 기능을 사용하여 Chest AP 검사 시 폐 첨부의 질환 관찰을 위해서는 ‘S-align’에서 제시하는 각도보다 X선관의 각도를 발 방향으로 5~10°로 조정하고, 위저 내 카테터 팁 위치 확인을 위해서는 머리 방향으로 10°로 입사각을 조절하는 것이 Chest PA 영상과 가장 유사한 영상을 구현할 수 있었다

## REFERENCES

- [1] Momoshima S. Imaging Medicine (Diagnosis), Korea, Commission for the Compilation of Radiomedical Diagnosis, Book Publishing Medicine Education; 2018.
- [2] KDCA. Assessment of Radiation Exposure of Korean Population by medical radiation. 2021.03.02.
- [3] CKPub. TEXTBOOK of Radiographic positioning and Clinical Diagnosis, 3rd ed. vol. 2, Medical Imaging Technology Research Association; 2008.
- [4] Joo YC, Lim CH, Lim WT, Kim HJ, Lee SH. Consideration of Patient Position on Posteroanterior Chest Projection, The Korea Contents Association 2015 A Collection of Papers from the Spring Conference. 2015:161-2.
- [5] Joo YC. Analysis of Normal Range of Heart Size and Cardiothoracic Ratio [dissertation]. Chungcheongnam-do, Korea: The Graduate School

- of Hanseo University; 2016.
- [6] Joo YC, Lim C, Kim YM, Jung HR, Hong DH. 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*. 2017;40(2):179–86.
- [7] Bae JI. Insertion and Management of Central Venous Catheters. *Hanyang Medical Review*. 2011;31(1).
- [8] Kim JS, Kim SH, Lee NW, Kwon WC, Choi H, Beon JW, et al. A Case of Pleural Effusion after Malposition of Central Venous Catheter. *Tuberculosis and Respiratory Diseases*. 2006;60(6).
- [9] Seo EH, Kim SR, Kim YJ. Statistical significance of complication according to the Central Venous Catheter Tip position. *Journal of Korean Society of Cardio-Vascular Interventional Technology*. 2010; 13(1):133–43.
- [10] [https://www.kmcric.com/community/free/view\\_free/42042ep=cGFnZT01JnN3PSZzYz0mc19kYXRlPSZlX2RhdGU9JmJvdW5kX2RyYWZ0PSZib3VuZF9tZWliZXI9](https://www.kmcric.com/community/free/view_free/42042ep=cGFnZT01JnN3PSZzYz0mc19kYXRlPSZlX2RhdGU9JmJvdW5kX2RyYWZ0PSZib3VuZF9tZWliZXI9). KMCRIC. 2020.03.26.
- [11] Lee JS, Park HH. The Image Distortion Analysis of Levin-tube tip by Patient position and Incidence Angle when taking Mobile Chest AP Projection. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2015; 9(7):467–71.
- [12] Choi GR. Utility Comparison of Chest Lateral Decubitus Projection with AP and PA Position. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2013;7(3):223–38.
- [13] Joo YC, Lim CH, You IG, Jung HR, Lee SH. Adequacy of Source to Image Receptor Distance with Chest Postero–Anterior Projection in Digital Radiology System. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2016;39(2):135–42.
- [14] Park YJ, Joo YC, Lee IS. Radiological Measurements of Lung Field Size in Normal Korean using Digital Chest Posteroanterior Radiography. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2018;41(1): 1–6.
- [15] Park JK, Jung BJ, Park HH, Noh SC, Kang SS. The Study for Optimal Exposure Condition of Chest Examination of Digital Radiography System. *The Korean Society of Radiology Thesis Paper*. 2016; 10(2):109–15.
- [16] Lee IJ, Kim YH, Kim CN, Lee CY, Park KY. Evaluation of Image According to Exposure Conditions using Contrast–Detail Phantom for Chest Digital Radiography. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2009;32(1):25–32.
- [17] Kim MS, Joo YC, Lee SK. A Study on the Usefulness of the New Foot Oblique Projection. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2021;44(5): 443–9.
- [18] Choi JH. *Analog Radiographic imaging*, Korea, Shinkwangpub; 2013.

구분	성명	소속	직위
제1저자	박명주	삼성서울병원 영상의학과	방사선사
공동저자	김민석	삼성서울병원 영상의학과	방사선사
공동저자	육정원	삼성서울병원 영상의학과	방사선사
공동저자	김한용	삼성서울병원 영상의학과	파트장
공동저자	김동환	삼성서울병원 영상의학과	검사실장
교신저자	주영철	삼성서울병원 영상의학과	방사선사/박사