

&lt;원저&gt;

## 복부 방사선검사 자세가 유방선량에 미치는 영향

주영철·김승혁

삼성서울병원 영상의학과

## Effects of Breast Dose on Plain Abdominal Position

Joo Young-Cheol·Kim Sheung-Hyuk

Department of Radiology, Samsung Medical Center

**Abstract** The purpose of this study is to investigate the effect of posture changes (Anteroposterior projection, Posteroanterior projection) in the plain abdominal examination on breast dose and to examine its clinical usefulness. This study was used a human body phantom and a glass dosimeter. Glass dosimeters were directly inserted from the center and outside of medial and lateral. In this study, the deep dose was measured in the right breast and the surface dose in the left breast. During the abdominal examination, the central X-ray incident point was perpendicularly incident to the image receptor 5 cm above the iliac crest. The exposure parameters were 82 kVp, 320 mA, 50 ms, x-ray field size 14×17 inch. The distance between the center X-ray and the detector was fixed at 110 cm, and only the top two AEC chambers were used. As a result of this study, the medial and lateral side doses of the right breast were  $535.73 \pm 30.68 \mu\text{Gy}$  and  $414.46 \pm 33.52 \mu\text{Gy}$  for erect AP, and  $145.80 \pm 18.52 \mu\text{Gy}$  and  $148.76 \pm 12.92 \mu\text{Gy}$  in erect PA. The superficial breast dose was  $754.00 \pm 68.36 \mu\text{Gy}$  on the medial side and  $674.06 \pm 45.58 \mu\text{Gy}$  on the lateral side in the erect AP,  $70.66 \pm 7.98 \mu\text{Gy}$  on the medial side, and  $86.46 \pm 15.35 \mu\text{Gy}$  on the lateral side in the erect PA. There was a statistically significant difference in the difference between the mean values of the medial and lateral side doses in the deep and superficial areas of the breast according to the postural change ( $p < 0.01$ ). As a result of this study, if the abdominal radiography was examined in the PA position, the dose reduction effect was 72.78% on the medial side, 64.10% on the lateral side of the deep breast, 90.62% on the medial side, and 87.17% on the lateral side of the superficial breast compared to the AP position.

**Key Words:** Breast dose, Plain abdomen radiography, Anteroposterior projection, Posteroanterior Projection, Human body phantom, Patient posture

**중심 단어:** 유방선량, 복부 방사선검사, 전후방향 검사, 후전방향 검사, 인체모형 팬텀, 검사자세

## 1. 서론

복부 방사선검사(plain abdominal radiography; plain AP)는 복부 통증을 호소하는 환자의 복강 내 이물질과 비정상적인 가스 등의 확인을 위해 유용하게 이용되는 검사로서[1], 전산화단층촬영(computed tomography)에 비해 적은 방사선 선량으로 복부 질환 진단 및 추적조사가 가능하다는 장

점으로 인해 흉부 방사선검사(chest radiography) 다음으로 검사 빈도가 높은 검사이다.

Plain AP는 일반적으로 선자세 전·후방향 복부 방사선검사(erect position abdomen anteroposterior projection; erect AP)와 누운자세 전·후방향 복부 방사선검사(supine position abdomen anteroposterior projection; supine AP)가 시행된다. Plain AP 검사 시 중심 X선 입사점은 erect

Corresponding author: Kim Sheung-Hyuk, Department of Radiology, Samsung Medical Center, 81, Irwon-Ro, Gangnam-gu, Seoul, 06351, Republic of Korea / Tel: 82-2-3410-2535 / E-mail: m00nkid1@naver.com

Received 20 May 2020; Revised 02 June 2020; Accepted 08 June 2020

Copyright ©2020 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

AP의 경우 장골능(iliac crest)에서 약 5~7.5 cm 위 지점이 고, supine AP는 iliac crest 지점이며, 두 검사 모두 영상 수용체(detector)에 수직으로 입사하도록 권고하고 있다 [2,3]. 두 검사방법의 중심 X선 입사점 차이는 검사 시 직접 X선이 조사되는 범위내에 포함되는 해부학적 구조물의 차이가 있음을 시사한다. Erect AP에서는 종양, 염증, 외상 등으로 발생하거나 수술 후 복강내에 잔류하는 유리가스(free air)관찰을 위해 횡격막(diaphragm)을 포함해서 검사한다. 그렇기 때문에 여성의 유방은 직·간접적으로 방사선에 노출될 수밖에 없다. 여성의 유방은 방사선 민감도가 일반적인 장기에 비해 높다. 그럼에도 불구하고, plain AP 관련 선행연구에서는 plain AP와 다른 방사선검사와의 선량 비교 및 골반강 내에 위치한 생식선 피폭선량 감소에 대한 연구가 대부분이었다.

이에 본 연구에서는 erect AP와 선자세 후·전방향 복부 방사선검사(erect position abdomen posteroanterior projection; erect PA) 검사 시 유방선량(breast organ dose)을 비교해 보고, 유방선량을 최소화할 수 있는 검사자세의 임상적 유용성에 대해 고찰하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 인체모형팬텀(ATOM Model 702, CIRS, Norfolk,

Virginia, USA, phantom)을 대상으로 하였다. X선 발생장치는 XGEO GC 85(Samsung Electronics, Korea)를 이용하였다. 선량 측정은 유리선량계 GD-352M(Agc techno glass)를 사용하였고, 선량측정판독기는 FDG-1000(ASAHI Techno Glass Cororation)을 이용하였다.

### 2. 연구방법

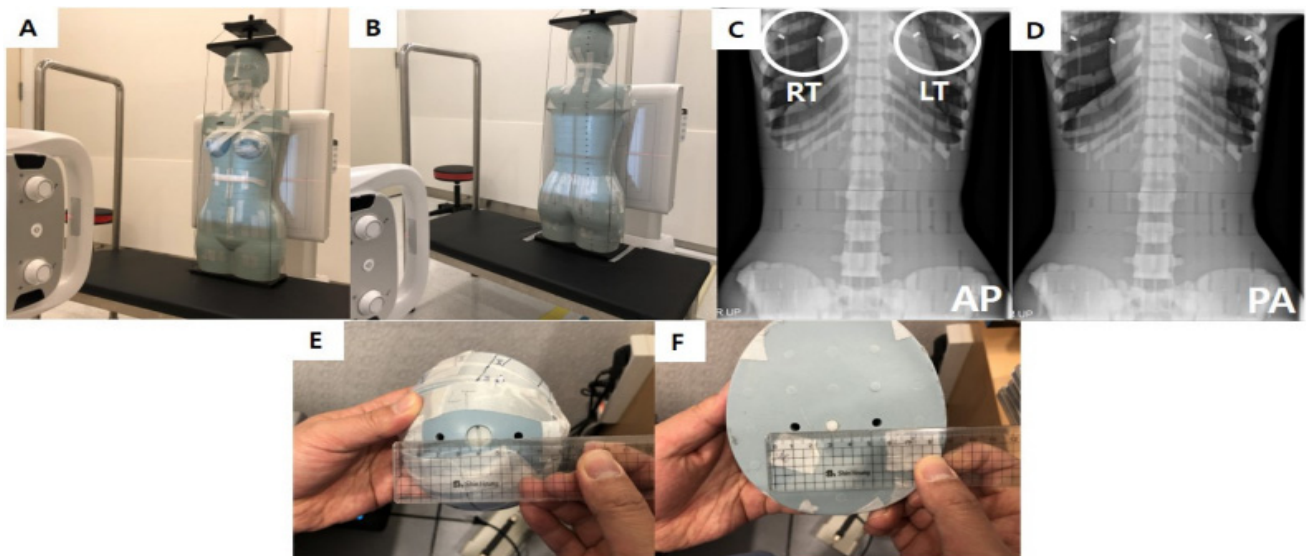
#### 1) 실험방법

실험자세는 Phantom의 등쪽면이 벽측 영상수용체(wall detector)에 밀착된 상태를 erect AP, 배쪽면이 밀착된 상태를 erect PA로 설정하였다. 조사조건은 82 kVp, 320 mA, 50 ms, 조사야 크기는 가로 14", 세로 17", 중심 X선과 detector 간 거리(source to image receptor distance; SID)는 110 cm로 고정하였으며, AEC 챔버는 상위 2개만 사용했고, 중심 X선 입사점은 장골능(iliac crest) 상방 5 cm 지점을 향해 수직 입사하였다(Fig. 1).

#### 2) 선량 측정방법

좌측 유방에서는 표재부(superficial), 우측 유방에서는 심부(deep)의 유방선량을 측정하였으며, 유리선량계는 유방 중심을 기준으로 내·외측(medial and lateral side) 2 cm 지점에 1개씩을 삽입하였다(Fig. 1).

유리선량계는 pre heating과정을 거친 후 방사선 조사 전 선량계 고유의 선량값을 측정하였고, 방사선 조사 후 선



**Fig. 1.** This is experimental process. 'A' and 'B' were abdomen AP and PA projection position, 'C' and 'D' were plain abdomen images of 'A' and 'B'. 'E' and 'F' were location of glass dosimeter to measure breast dose. The deep dose was measured in the right breast(F) and the surface dose in the left breast(E)

량계의 측정치에서 조사 전 값을 뺀 값을 이용하였다. 선량 측정은 10회 조사한 것을 1 세트(set)로 설정하였으며, erect AP와 PA에서 각각 30 세트 측정하였다.

3) 자료 분석방법

Erect AP와 PA에서 측정된 표재부와 심부의 유방선량의 평균 비교는 독립표본 *t* 검정(independent *t*-test)을 통해 비교 분석하였다. 통계프로그램은 SPSS(version 22.0, SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하였고, 통계적 유의수준  $\alpha$ 는 0.05, *p*-value 0.05 이하를 통계적으로 유의한 것으로 설정하였다.

III. 결과

1. Erect AP와 PA에서 유방 심부의 선량 측정

우측 유방에서 측정한 유방 심부 선량 중 내측에서 측정된 선량은 erect AP의 경우  $535.73 \pm 30.68 \mu\text{Gy}$ , erect PA는  $145.80 \pm 18.52 \mu\text{Gy}$ 이었으며, 외측에서 측정된 erect AP와 PA의 선량은  $414.46 \pm 33.52 \mu\text{Gy}$ 와  $148.76 \pm 12.92 \mu\text{Gy}$ 로 나타났다. 유방 내·외측 심부에서 측정된 유방선량의 평균값 차는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(Table

1), ( $p < 0.01$ ).

2. Erect AP와 PA에서 유방 표재부의 선량 측정

좌측 유방 위치에서 측정된 유방 표재부 유방선량의 경우, erect AP에서 내측은  $754.00 \pm 68.36 \mu\text{Gy}$ , 외측은  $674.06 \pm 45.58 \mu\text{Gy}$  이었고, erect PA에서 내측은  $70.66 \pm 7.98 \mu\text{Gy}$ , 외측은  $86.46 \pm 15.35 \mu\text{Gy}$ 로 측정되었다. erect AP와 PA자세에서 측정된 좌측 유방의 내측과 외측 표재부 선량의 평균값 차는 통계적으로 유의하였다(Table 2), ( $p < 0.01$ ).

IV. 고찰

Plain AP는 복부 내 기관의 형태와 소화기관 내 가스의 양상을 하나의 평면에 나타낼 수 있는 장점이 있어 임상적으로 검사빈도가 매우 높다. 하지만, 일부에서는 plain AP가 장 폐색, 요로결석, 외상 등과 같은 질환 진단을 제외하고는 진단적 가치 떨어지며, 명확한 징후가 없는 경우의 검사 결과가 비 특이적이라는 견해와 함께 응급환자에 대한 남용으로 인해 환자에게 불필요한 비용과 방사선 피폭을 발생시키는 검사라는 주장도 있다[1,4]. 그럼에도 불구하고, 이 검사는 임상에서 복부질환 진단 시 문진과 함께 가장 먼저 시행되는 검사이다. 실제로, 2011년 자료에 의하면

Table 1. Breast dose in deep site of AP and PA position of abdomen radiography

site	position	breast dose( $\mu\text{Gy}$ )			<i>t</i>	<i>p</i>
		mean $\pm$ SD	min	max		
medial	erect AP	$535.73 \pm 30.68$	495.00	575.00	59.582	0.01
	erect PA	$145.80 \pm 18.52$	124.00	172.00		
lateral	erect AP	$414.46 \pm 33.52$	388.00	463.00	40.505	0.01
	erect PA	$148.76 \pm 12.92$	129.00	160.00		

1. The erect AP is abdomen anteroposterior projection and The erect PA is abdomen posteroanterior projection
2. The breast dose was measured by glass dosimeter at right breast of phantom
3. *p* value was calculated by independent *t*-test

Table 2. Breast dose in superficial site of AP and PA position of abdomen radiography

site	position	breast dose( $\mu\text{Gy}$ )			<i>t</i>	<i>p</i>
		mean $\pm$ SD	min	max		
medial	erect AP	$754.00 \pm 68.36$	698.00	852.00	54.380	0.01
	erect PA	$70.66 \pm 7.98$	56.00	79.00		
lateral	erect AP	$674.06 \pm 45.58$	628.00	741.00	66.911	0.01
	erect PA	$86.46 \pm 15.35$	64.00	102.00		

1. The erect AP is abdomen anteroposterior projection and The erect PA is abdomen posteroanterior projection
2. The breast dose was measured by glass dosimeter at left breast of phantom
3. *p* value was calculated by independent *t*-test

국내에서 시행된 plain AP는 인구 1,000명당 연간 9.5회(2001년)에서 20.9회(2006년)로 검사 건수가 매년 증가 추세에 있다. 국내 의료기관에서 plain AP로 인해 환자가 받는 방사선 입사표면선량(entrance surface dose; ESD)은 최소 0.94 mGy에서 최대 6.19 mGy로 조사되었으며, 평균 2.31 mGy이었다. 영국의 경우 2005년 조사에서 5.6 mGy, 일본 3 mGy, 독일 10 mGy, 미국은 2002년 조사에서 2.73 mGy로 보고되었고[5], UNSCEAR 2000 보고서에 국가별 plain AP 시 선량은 1.64~11.2 mGy의 범위로 나타났다[6]. Vasileios I 등의 2018년 연구에서는 abdomen AP 검사 시 남성은 1.93 mGy, 여성은 1.96 mGy의 선량을 받았으며[7], Akbar 등은 2.01 mGy 정도의 선량을 받는 것으로 보고하고 있다[8].

흉부 후·전방향검사(chest posteroanterior projection)의 선량에 대한 국제적 권고선량이 0.2~0.3 mGy라는 점을 고려했을 때 plain AP의 선량은 결코 적은 선량이라 할 수 없다. 그리고 선행 연구에서 언급한 plain AP는 대부분 중심 X선이 supine AP를 기준으로 조사된 점을 고려해 보았을 때, 임상에서 복부 검사 시 일반적으로 AP로 검사를 진행한다는 점을 시사한다고 할 수 있다. 복부의 전방에는 방사선에 민감한 장기들이 많이 위치해 있고, X선이 직접 조사되게 된다는 점을 고려하여, plain AP 시 선량 감소를 위한 여러 선행연구들이 진행되었다. Nancy는 plain AP 시 자동노출조절장치(automatic exposure control; AEC)을 상위 2개만 사용하면 선량 감소의 효과가 있다고 보고하였다[9]. Koo 등은 plain AP에서 BMI가 높은 환자에게는 AEC를 사용할 경우 선량이 증가할 수 있기 때문에 검사 시 조건에 주의를 기울여야 한다고 주장하였다[10].

여성의 유방은 방사선에 민감한 장기로 알려져 있다. 우리나라 여성의 유방암 발생률은 빠른 추세로 증가하고 있으며, 여성에게 발생하는 전체 암중 두번째로 발생빈도가 높다. 이에 국가에서는 유방암 조기발견을 위한 정기 검진을 실시하고 있는데, 일부에서는 이때 환자가 받는 방사선이 유방암 조기 발견의 이익보다 방사선으로 인한 유해를 줄 수 있다는 보고도 있다[11]. CT에서는 유방 선량 최소화를 위해 유방이 직·간접적으로 검사 범위에 포함되는 경우 비스무스 등의 차폐체를 이용해 적극적인 방어를 실시하고 있으며, 유방 부위의 X선 조사량이 감소되는 장비가 개발되어 임상에 적용 중이다[12].

Erect AP는 중심 X선의 입사점이 높고, 횡격막(diaphragm)이 영상에 포함되기 때문에 여성 환자 검사 시 유방이 방사선에 노출될 가능성이 매우 높다. By R. Padovani 등의 연구에 의하면, plain AP 검사 시 breast의 organ dose는

0.90 mGy로 나타났는데, abdomen AP(8.08 mGy)에 비해 PA(6.56 mGy)로 검사 시 약 1.5 mGy를 감소시킬 수 있다고 보고하였다[13]. F.A. Nic an Ghearr은 supine AP와 prone PA의 선량차이에 대한 보고를 살펴보면, Phantom 실험에서 ESD는 AP의 경우 13.4 mGy, PA의 경우 11.3 mGy로 나타났으며, 환자를 대상으로 한 실험에서는 AP의 경우 7.1 mGy, PA는 4.9 mGy로 보고하였고, 이러한 원인을 복부의 장기들이 압박되어 부피가 감소되었으며, PA로 검사 시 골반이 방사선 차폐의 역할을 했기 때문이라고 주장하였는데[14], N W Marshall도 AP 보다 PA에서 3배의 유효선량을 감소시킬 수 있다고 보고하였으며[15], 척추측만증 검사 시 환자 자세에 따른 유방 선량에 관한 연구에서도 AP 보다 PA가 평균 20.56배의 선량 감소 효과가 있다고 보고하였다[16].

본 연구의 결과에서도 선행연구와 유사한 결과를 보였는데, 유방 심부의 내측에서는 AP에 비해 PA가 약 72.78%, 측면에서는 약 64.10%의 선량 감소효과가 있었고, 표재부에서는 내측은 약 90.62%, 외측은 87.17%의 선량감소 효과가 있었다. 이와 같은 결과는 유방에 직접 방사선이 미치는 영향으로 나타난 결과로 생각된다. 복부 CT는 선량과 비용 문제로 어려움이 있고, 초음파검사는 공기를 투과하지 못하는 초음파의 특성 때문에 수술 후 환자의 복강내 장기 위치 및 장의 운동상태 및 장내 가스의 움직임, 복강내 유리가스의 관찰에 어려움이 있어 erect AP는 매우 유용하다. 방사선에 민감한 유방 및 생식기 장기들은 대부분 복부의 전면에 위치한다. 이러한 점을 고려했을 때 erect PA는 복부내 장기의 선량감소에 매우 유용하다고 생각된다. 또한 등을 wall detector에 기대서서 검사하는 erect AP에 비해 erect PA는 wall detector의 손잡이를 잡고 검사할 수 있어 환자 낙상 예방에도 도움이 된다고 생각된다.

본 연구는 phantom을 이용하여 연구를 진행하였기 때문에 F.A. Nic an Ghearr가 주장하는 것처럼 체중에 눌림으로 해서 발생하는 선량 감소에 대한 부분은 확인할 수 없었다. 추후 연구에서 이러한 부분을 고려한 연구가 진행될 필요가 있을 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 복부 방사선검사 시 검사 자세 변화가 유방선량에 미치는 영향을 알아보기 위해 진행하였으며, 본 연구의 결과 erect PA는 AP에 비해 유방 심부의 경우 64~72%, 표재부는 87~90%정도의 선량 감소효과가 있었다. 그러므

로 임상에서 복부 방사선검사 시 erect PA는 여성 환자의 유방선량 감소를 위해 효과적인 검사방법으로 생각되며, 낙상 고위험군 환자의 낙상예방에도 도움이 될 수 있기 때문에, 임상에서 적극적인 홍보를 통해 적용할 필요가 있다고 사료된다.

REFERENCES

[1] Kahnzada TW, Samad A, Zulfiqar I. Abuse of plain abdominal radiographs in abdominal pain. *Rawal Med J.* 2007;32(1):48-50.

[2] Kang BS, Kim SC, Kim HS, Kim HS, Moon HS, Min JH, et al. *Radiographic Imaging.* 3rd ed. Seoul: Daihaks; 2014.

[3] The Korean Society of Medical Imaging Technology. *TEXTBOOK of Radiographic Positioning and Clinical Diagnosis.* 6th ed. Seoul: Chung-Ku; 2019.

[4] Feyler S, Williamson V, King D. Plain abdominal radiographs in acute medical emergencies: An abused investigation? *Postgraduate Medical Journal.* 2002;78(916):94-6.

[5] MFDS. Guidelines for patient dose recommendations in the abdomen, pelvis and lumbar radiography. *Radiation Safty Management Series, No.25,* 11-1470000-002660-01, 2012.

[6] UNSCEAR 2000 Report Vol. I Source and Effects of Ionization. Annex D Medical Radiation Exposure. UNSECAR: 2000.

[7] Metaxas VI, Messaris GA, Lekatou AN, Petsas TG, Panayiotakis GS. Patient doses in common diagnostic X-ray examinations. *Radiation Protection Dosimetry.* 2019;184(1):12-27.

[8] Aliasgharzadeh A, Mihandoost E, Masoumbeigi M, Salimian M, Mohseni M. Measurement of entrance skin dose and calculation of effective dose for common diagnostic X-ray examinations in Kashan, Iran. *Global Journal of Health Science.* 2015;7(5):202.

[9] Hawking N, Elmore A. Effects of AEC chamber selection on patient dose and image quality. *Radiologic Technology.* 2009;80(5):411-9.

[10] Koo NH, Yoon HS, Choi KW, Lee JE, Kim JJ. The effect of body mass index on entrance surface air kerma in abdominal X-ray radiography using automatic exposure control. *Journal of the Korean Society of Radiology.* 2018;12(5):659-67.

[11] Cho JH, Lee HY, Im IC. Monitoring on dose index analyzed in the mammography. *Journal of the Korean Society of Radiology.* 2016;10(7):477-82.

[12] Kwak YG, Kim CY, Jeong SP. Research on dose reduction during computed tomography scanning by CARE kV system and bismuth. *The Journal of the Korea Contents Association.* 2014;14(8):233-42.

[13] Padovani R, Contento G, Fabretto M, Malisan M, Barbina V, Gozzi G. Patient doses and risks from diagnostic radiology in North-east Italy. *The British Journal of Radiology.* 1987;60(710):155-65.

[14] an Ghearr FAN, Brennan PC. The PA projection of the abdomen: A dose reducing technique. *Radiography.* 1998;4(3):195-203.

[15] Marshall N, Faulkner K, Busch H, Marsh D, Pfenning H. A comparison of radiation dose in examination of the abdomen using different radiological imaging techniques. *The British Journal of Radiology.* 1994;67(797):478-84.

[16] Jin GH. Dose reduction of the adolescent female breast during scoliosis radiography. *Journal of the Korean Society of Radiology.* 2018;12(3):373-9.

구분	성명	소속	직위
제1저자	주영철	삼성서울병원 영상의학과	방사선사
교신저자	김승혁	삼성서울병원 영상의학과	방사선사