

◆ 원 저 ◆

## 흉부 촬영시 심음영 확대에 따른 유용성에 관한 연구

박은경<sup>1</sup> · 이건영<sup>1</sup> · 정용태<sup>1</sup> · 동경래<sup>2,3</sup> · 지연상<sup>2</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 영상의학과 · <sup>2</sup>광주보건대학 방사선과 · <sup>3</sup>조선대학교 원자력공학과

## The Usefulness of Magnification of the Heart Shadow in Chest Radiography

Eun Gyung Park<sup>1</sup> · Kun Young Lee<sup>1</sup> · Young Tae Jung<sup>1</sup> · Kyung Rae Dong<sup>2,3</sup> · Youn Sang Ji<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Diagnostic Radiology, Chosun University ·

<sup>2</sup>Department of Radiological Technology, Gwangju Health College University ·

<sup>3</sup>Department of Nuclear Engineering, Chosun University

### Abstract

In order to demonstrate the value of long-distance radiography, we have studied how distance affects images in chest frontal radiography and compared short-distance and long-distance images in chest lateral radiography. Cardiothoracic ratio(CTR %) of 50 patients with no disease in the chest(10 each at the age of 20~60) were evaluated in Supine AP(100 cm), Sitting AP(100 cm), Sitting AP(180 cm), and Erect PA(180 cm). In lateral radiography, we evaluated and compared left lateral radiography(100 cm and 180 cm) of the patients based on the horizontal maximum of the heart. The average value of CTR(%) were 0.48 in Erect PA(180 cm), 0.52 in Supine AP(100 cm), 0.50 in Sitting AP(100 cm), 0.49 in Sitting AP(180 cm), which were Supine AP(100 cm) > Sitting AP(100 cm) > Sitting AP(180 cm) > Erect PA(180 cm). The average value of Maximum transverse diameter of left of the cardiac(MLD), which showed how much axis of spine was slanted to the left, was 90.67 mm in Erect PA(180 cm), 103.92 mm in Supine AP(100 cm), 93.54 mm in Sitting(100 cm), 89.84 mm in Sitting AP(180 cm), 58.11 mm in the minimum value and 118.79 mm in the maximum value. The average value of Maximum transverse diameter of right side of the cardiac(MRD), which suggested how much axis of spine was slanted to the right, was 47.18 mm in Erect PA(180 cm), 48.12 mm in Supine AP(100 cm), 44.98 mm in Sitting AP(180 cm), and the minimum value 26.84 mm and the maximum value 65.30 mm. There was no standard method to calculate; therefore, the horizontal maximum of the heart was used for lateral radiography. The average value was 121.07 mm in 100 cm and 109.76 mm in 180 cm. Sitting AP(180 cm) among the types was closest to C-PA(180 cm). As a result, during C-AP radiography, long-distance radiography lessened shadow of the heart more than that of short distance, Sitting position more than Supine position.

**Key Words** : Cardiothoracic Ratio(CTR %), Short distance, Long distance, Heart shadow

Received July 27, 2010, 1st Revised August 17, 2010,

Accepted for Publication October 5, 2010

Corresponding Author: 지연상

(506-701) 광주광역시 광산구 신창동 683-3번지

광주보건대학 방사선과

Tel: 062) 958-7665 Fax: 062) 958-7669

E-mail: jiysg@mail.ghc.ac.kr

## I. 서론

X선 영상은 오래전부터 현재에 이르기까지 병변을 찾아내거나 치료 후 증거를 영상으로 남겨놓을 수 있는 수단과 방법으로 사용 되어져 왔다. 인체의 많은 부위 중에서 흉부 X선 영상은 가장 기본적이고 중요한 영상 중의 하나이며 가장 많이 촬영되는 검사로서 촬영빈도가 높은 만큼 소홀하기 쉬운 촬영법 중 하나이다. 그러므로 환자의 피폭선량 경감과 최적의 영상을 나타내기 위해 적절한 촬영조건을 선택해야 한다. 흉부는 겹쳐진 구조물을 관찰하여 질환을 진단하는 부위로서 폐결핵, 폐수종, 폐문부 확장, 무기폐, 폐렴, 진폐, 기흉 등 다양한 폐질환 외에 늑막염, 흉수, 심장질환 등의 여러 가지 질병을 흉부영상에서 볼 수 있다. 현재 임상에서 행해지는 가장 일반적인 흉부촬영법은 C-PA(후전방향) 촬영이며 중증환자, 또는 유아 등 선 자세를 취할 수 없는 환자의 경우 Supine 상태에서 C-AP(전후방향) 촬영을 시행한다. 또한 Pleural effusion 환자 중 일어나기 힘든 경우 Effusion level 확인을 위해 Sitting position을 취하여 PA나 AP를 촬영하기도 한다. 측면상은 정면상에서 심장, 횡격막, 골격에 의해 중복되어 나타난 영상의 정보를 보다 정확하게 알 수 있으며, 특히 PA 영상의 소견을 확인하는 목적으로 측면상(Lateral)이 Routine study로 사용된다. 흉부 정면촬영은 흉부 방사선 진단의 가장 기초가 되며 폐야 전체가 명확하게 나타나야 하고 심장과 폐야의 중복 부분에서도 폐 문리를 추구할 수 있으며 심장과 척추 등의 종격동이 저 농도로 촬영 되어야 한다.<sup>1~2</sup> 그 외에 심장 음영의 선명한 상을 얻기 위해 촬영시간은 0.05 sec 이하에서 촬영하고 심음영의 왜곡과 확대를 피하기 위해 필름·초점간 거리를 180~200 cm 떨어 뜨려 촬영하는 것이 바람직하다. 흉부 측면촬영은 검사측이 명확하지 않을 때는 심장음영에 의한 영향이 좌폐보다 우폐가 크기 때문에 일반적으로 심음영의 확대를 작게 하기 위해 좌측면 촬영을 실시한다. 물론 우폐에서 병변이 확인 된 경우는 우측면 촬영을 실시할 때도 있다. 측흉벽 두께는 인체에서 가장 두꺼운 곳이기 때문에 필름·초점간 거리는 180~200 cm 이상으로 해서 심음영의 왜곡과 확대를 적게 하고 좌우늑골이 절선상의 겹침으로써 나타낼 수 있으며 상폐야가 흉부 연부조직의 영향이 적은 고관전압 촬영이 바람직하다.<sup>3,10</sup> 중앙음영이나 기타에 가려서 보이지 않는 병변을 발견할 수 있으며 특히 폐

문부나 종격동의 병변이 예상되는 경우에는 꼭 실행되어야 한다. 흉부 측면상에 있어서 전·중·후 가슴세로 칸이 잘 구별되게 나타나야 하며 심음영의 전면과 흉골 후면의 접한 부위가 흉쇄관절 보다 횡격막 전흉벽으로의 부착부까지 3분의 1 이하로 나타나야 한다. 흉부 측방향에서 심음영 후면과 하행정맥 음영의 교점이나 심음영과 하대정맥의 교점을 횡격막과의 관계로 보면 알 수 있다. 그밖에 심장비대나 심실확장, 대동맥궁의 확대된 모양을 관찰할 수 있다.<sup>4~5</sup> 본 논고에서는 chest 정면 촬영 시 position과 촬영거리를 달리하여 영상을 구성하고 이에 따른 영상변화를 C-PA 촬영과 비교 분석하여 C-AP 촬영 시 position과 거리변화가 영상정보에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 특히, 병원에서 주로 측방향 촬영의 경우 DR에서는 원거리를 CR에서는 근거리 촬영을 시행하고 있는데 이상적인 흉부촬영의 주된 목적인 심음영의 확대와 왜곡을 방지하기 위해 원거리가 어느 정도 유용한지 비교 분석하고자 한다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

2009년 6월부터 10월까지 광주에 위치한 일개 종합 병원에 입원환자 중 20대, 30대, 40대, 50대, 60대로 분류하여 연령대별 10명씩 총 50명을 대상으로 하였다.

### 2. 실험기기 및 조건

사용된 장비는 CR System 이었으며 촬영조건은 C-AP Supine 기준 10 mAs, 70 kVp, Non-grid로 촬영하였다.

### 3. 연구방법

입원 중인 환자 중 흉부에는 임상적 증상이 없는 내과 환자를 추적하여 Chest 검사 시 시간을 두고 Position과 촬영거리를 달리하였다. 대상 환자 모두 첫째, 가장 기본적이고 이상적인 Erect C-PA 180 cm 둘째, Supine AP 100 cm 셋째, Sitting AP 100 cm 넷째, Sitting AP 180 cm의 조건으로 촬영한 영상을 얻었다. 흉부 측면촬영 시 동일 환자에 대하여 100 cm와 180 cm로 촬영하였으며 심음영의 왜곡과 확대를 최대한 적게 하고자 왼쪽 측면촬영을 시행하였다.

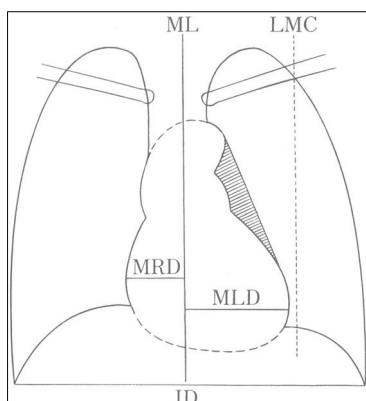


Fig 1. The calculation method of Cardiothoracic ratio

#### 4. 평가기준

1) 흉부 정면촬영 시 획득된 영상을 통해 각 유형별로 심흉비(Cardiothoracic ratio : CTR %)를 측정하여 심장의 크기를 기준으로 평가하였다. 심장의 확대를 평가할 수 있는 심흉비 측정은 1967년 Lusted와 Keats가 고안한 방법을 사용하였으며 다음과 같이 산출하였다 (Fig. 1).

- (1) 흉곽내 최대횡경(Internal diameter of thorax : ID)
- (2) 우측심장의 최대횡경(Maximum transverse diameter of right side of the cardiac : MRD)
- (3) 좌측심장의 최대횡경(Maximum transverse diameter of left of the cardiac : MLD)
- (4) 심장의 최대횡경(Total diameter of cardiac : TD) :  $TD = MRD + MLD$
- (5) 심흉비(Cardiothoracic ratio : CTR(%)) :  $CTR(\%) = \frac{MRD + MLD}{ID}$

2) 흉부 측면촬영 시 기준이 되는 산출 방법이 없어 심장의 최대횡경을 기준으로 평가 하였다.

### III. 결 과

#### 1. 각 유형별로 측정한 CTR(%) 산출

대상자중 남자는 23명, 여자는 27명으로 20대, 30대, 40대, 50대, 60대 각각 10명씩 측정하였다(Table 1, Fig. 2).

Table 1. CTR according to age groups (n=50)

Classification		N(%)
Sex	male	23(46)
	female	27(54)
Age	20~29	10(20)
	30~39	10(20)
	40~49	10(20)
	50~59	10(20)
	60~69	10(20)

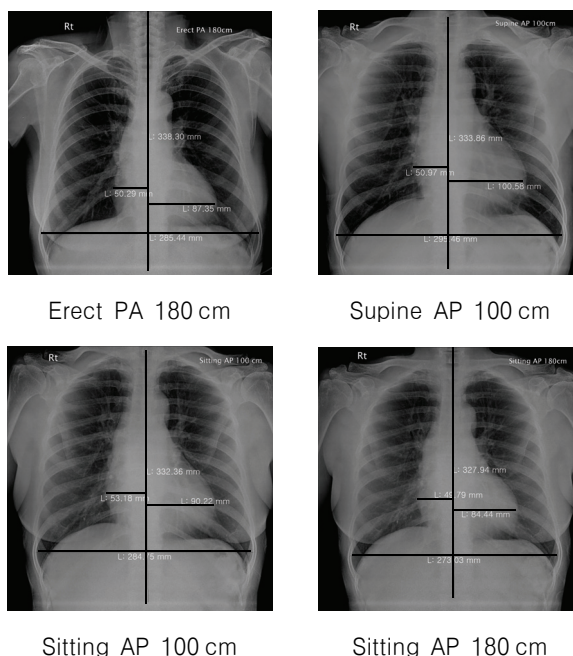


Fig 2. MLD according to Position and Distance

#### 2. 척추의 중심선을 중심으로 왼쪽으로 치우친 심장연(Left cardiac margin)의 최대 횡직경을 나타내는 MLD

척추의 중심선을 중심으로 왼쪽으로 치우친 심장연(Left cardiac margin)의 최대 횡직경을 나타내는 MLD의 경우 각 유형별로 Erect PA(180 cm)에서는 평균치가 90.67, Supine AP(100 cm)에서는 103.92, Sitting AP(100 cm)는 93.54, Sitting AP(180 cm)는 89.84였으며 최소치는 58.11 최대치는 118.79였다. 측정결과 Position과 촬영거리에 따라 같은 환자의 경우

Table 2. MLD according to Position and Distance  
(unit : mm)

	Erect PA (180 cm)	Supine AP (100 cm)	Sitting AP (100 cm)	Sitting AP (180 cm)
Mean	90.67	103.92	93.54	89.84
Min	58.11	70.85	67.45	61.16
Max	101.60	118.79	111.84	107.42
S.D.	13.8	17.4	15.7	15.2

Table 3. MRD according to Position and Distance  
(unit : mm)

	Erect PA (180 cm)	Supine AP (100 cm)	Sitting AP (100 cm)	Sitting AP (180 cm)
Mean	45.32	47.18	48.12	44.98
Min	26.84	37.56	36.36	29.57
Max	59.97	65.30	61.14	61.16
S.D.	7.5	8.4	8.7	9.6

만을 보더라도 크기 차이가 심하였으며 같은 연령대에서도 개인차가 많았다(Table 2).

### 3. 척추의 중심선을 중심으로 오른쪽으로 치우친 정도를 나타내는 MRD

척추의 중심선을 중심으로 오른쪽으로 치우친 정도를 나타내는 MRD의 경우 Erect PA(180 cm)에서는 평균치가 45.32, Supine AP(100 cm)는 47.18, Sitting AP(100 cm)는 48.12, Sitting AP(180 cm)는 44.98이었으며 최소치는 26.84 최대치는 65.30이었다. MRD 또한 MLD와 마찬가지로 크기 편차가 심하였다(Table 3).

### 4. 촬영 시 Position과 거리에 따른 CTR(%)

CTR(%)의 경우 Erect PA(180 cm)에서는 평균치가 0.48, Supine AP(100 cm)는 0.52, Sitting AP(100 cm)는 0.50, Sitting AP(180 cm)는 0.49였으며 최소치는 0.33 최대치는 0.64였다. 산출결과 Supine AP(100 cm) > Sitting AP(100 cm) > Sitting AP(180 cm) > Erect PA(180 cm)순으로 나타났다(Table 4).

Table 4. CTR according to Position and Distance  
(unit : mm)

	Erect PA (180 cm)	Supine AP (100 cm)	Sitting AP (100 cm)	Sitting AP (180 cm)
Mean	0.48	0.52	0.50	0.49
Min	0.33	0.40	0.34	0.35
Max	0.59	0.64	0.61	0.60
S.D.	0.03	0.08	0.06	0.04

Table 5. CTR calculation method at the highest standard of C-PA(180 cm) according to age group

Age	N	Mean	Min	Max	S.D.
20~29	10	0.45	0.35	0.55	0.01
30~39	10	0.46	0.32	0.60	0.04
40~49	10	0.47	0.40	0.59	0.02
50~59	10	0.49	0.47	0.59	0.07
60~69	10	0.54	0.48	0.62	0.05

### 5. 연령에 따른 CTR(%)산출방법의 가장 이상적인 기준인 C-PA(180 cm)

CTR(%)산출방법의 가장 이상적인 기준인 C-PA(180 cm)에서 연령별로 측정한 결과 전체 50명에 대한 심흉비의 평균치는 0.48이었고 20대의 평균 심흉비는 0.45, 30대는 0.46, 40대는 0.47, 50대는 0.49, 60대는 0.54의 평균 심흉비를 보였다. 또한 심흉비의 최소치는 0.32 최대치는 0.62 였다. 정상 심흉비 기준인 0.5보다 높은 20명중 20대는 1명 30대는 3명 40대는 2명 50대는 5명 60대는 9명 이었다(Table 5).

### 6. 측면 촬영시 100 cm, 180 cm 결과(Left lat. 기준)

측면촬영의 경우 기준이 되는 산출방법이 없어 심장의 최대횡경을 기준으로 측정하여 비교하였다. 측정결과 100 cm보다 180 cm에서 심음영 확대가 적었으며 육안 상으로 차이가 나타났다(Table 6).

Table 6. Results of lateral image 100 cm and 180 cm (unit : mm)

	Lt lat(100 cm)	Lt lat(180 cm)
Mean	121.07	109.76
Min	89.89	81.07
Max	153.47	143.40
S.D.	15.65	13.20

#### IV. 고찰

병원에서는 일어설 수 없는 휠체어환자의 경우나 Pleural effusion level 확인을 위해 반드시 Sitting position을 취해야 하는 이동촬영의 경우 환자를 기대고 앉힌 상태에서 카세트를 등 뒤에 위치시키고 카세트와 tube를 평행하게 하는 Sitting AP촬영을 빈번하게 시행하고 있다. 그러나 Supine AP촬영법과 마찬가지로 100 cm 근거리 촬영을 주로 시행하였으며 환자 position을 최대한 직각으로 만들지 못하는 경우가 많았다. 본 논고에서는 환자를 최대한 직각으로 위치시키고 카세트와 tube를 확실히 평행하게 하며 최대한 심흡기를 하게 하여 Sitting position으로 100 cm와 180 cm의 거리차이를 두어 촬영한 결과를 토대로 첫째, Supine AP 100 cm 영상과 심흉비 차이가 있는지를 둘째, 100 cm와 180 cm와는 확실히 차이를 보이는지 셋째, 가장 이상적인 흉부촬영조건인 C-PA 180 cm의 심흉비에 얼마나 근접한지 조사하게 되었다. 심흉비 (cardiothoracic ratio : CTR%)측정은 1967년 Lusted와 Keats가 고안한 방법을 사용하여 심장의 최대횡경을 흉곽의 최대 횡내경으로 나눈 백분율로 나타내었다. 이는 심장의 전체크기를 평가하는데 임상에서 가장 많이 이용되는 방법으로 특히 신장투석환자의 병태관리를 위해서 투석실시 전후에 CTR을 측정하는 것은 매우 중요하다.<sup>6~8</sup> CTR은 호흡위상, 횡격막의 변동, 체위, 촬영거리, 화상의 선예도 등에 따라 크게 변동되며 연령 증가, 임신 및 산욕기, 산후 심부전증, 정기적인 혈액 투석환자 등에서도 증가되는 것으로 보고되고 있다.<sup>9,11~12</sup> 심장의 확대를 평가할 수 있는 CTR은 50% 이하가 정상이지만 소아나 이동촬영, 바로누운자세촬영에서는 60% 이하를 정상범주로 간주하고 있다. 각 유형별로 CTR을 산출한 결과 평균치가 Erect PA(180 cm)

가 0.48, Supine AP(100 cm)가 0.52, Sitting AP(100 cm)가 0.50, Sitting AP(180 cm)가 0.49로 Supine AP(100 cm) > Sitting AP(100 cm) > Sitting AP(180 cm) > Erect PA(180 cm)순으로 나타났으며 Sitting AP(180 cm)가 C-PA 180 cm에 가장 근접한 것으로 확인되어 근거리보다는 원거리가 확실히 심음영의 확대를 작게 함을 알 수 있었다. 그러나 아쉬운 점은 산출하는 과정에서 측정자의 주관적인 오차범주를 무시할 수 없었으며 같은 연령이라도 개인차가 심한경우가 많았다. 또한 같은 Position이라도 이상적인 Position유지와 최대한의 심흡기 여부에 따라 심장의 모양이 변하면서 크기도 약간의 차이를 보이며 특히 Sitting position시 최대한 직각이 되게 환자자세를 유지하고 카세트와 tube를 최대한 평행하게 유지해야 Erect자세와 가장 근접한 심음영 크기를 얻을 수 있었다. 심흉비가 연령증가와 더불어 확실히 차이를 보이는지의 여부를 확증하기 위해 20대부터 60대까지 각 연령별로 10명씩 50명을 대상으로 유형별 중 가장 이상적인 산출기준인 C-PA 180 cm를 토대로 CTR을 비교해 보았다. 연령별로 산출한 결과 50명에 대한 심흉비의 평균은 0.48이었고 20대의 평균 심흉비는 0.45, 30대는 0.46, 40대는 0.47, 50대는 0.49, 60대는 0.54로 나타났으며 연령증가와 함께 심흉비도 점차 증가됨을 추측할 수 있었다. 특히 50대에서 60대로 갈수록 심흉비 격차가 다른 연령대간격에 비해 확연히 커짐을 알 수 있었다. 척추의 중심선을 중심으로 오른쪽으로 치우친 심장연(Cardiac margin)의 최대횡직경을 나타내는 MRD에서도 상당한 개인차를 보이고 있으며 왼쪽에 위치한 범위를 나타내는 MLD는 MRD에 비해 보통 2배 이상 높게 나타나고 있어 심장이 좌측으로 더 많이 치우쳐져 있음을 확인 할 수 있었다. MRD와 MLD의 경우 같은 환자라 하더라도 Position별로 심한 크기차이를 보였다. 연령이 증가할수록 심장의 음영이 명확하지 않고 MLD음영의 경계가 불분명해졌으며 연령이 높아지면서 MRD와 MLD의 비율차이가 확실히 커졌다. 따라서 판독 시 심흉비의 정상치에 대한 정의를 연령에 따라 차등 적용하는 경우가 있으며 일반적으로 60대 이상의 경우에는 성인 정상치인 0.5보다 높은 0.6까지를 정상범위로 간주하는게 현실이다. 병원에서 흉부 측면촬영 시 DR에서는 180 cm, CR에서는 대체적으로 근거리인 100 cm 촬영을 시행하는데 이때 심음영의 확대방지를 위해 180 cm가 100 cm에 비해 확대가 얼마나 줄어드는지 비교하게 되었다.

측면촬영의 경우 심음영의 왜곡과 확대를 최대한 적게 하고자 왼쪽 측면촬영을 시행하였으며 50명의 동일 환자에게 100 cm와 180 cm를 적용하였다. 측면촬영에서는 기준이 되는 산출방법이 없어 심장의 최대횡경을 기준으로 측정하여 비교하였다. 측정결과 100 cm의 평균치는 121.07 mm이었으며 180 cm는 109.76 mm였다. Lt, lat. 역시 개인차는 심한 편이지만 평균적으로 연령이 증가할수록 점차 커졌으며 40대와 60대는 확연한 차이를 보였다. 과거에는 측면촬영의 경우 100 cm인 근거리촬영을 주로 하였으나 근래에는 원거리촬영을 시행하는 추세이다.<sup>13</sup> Chest 정면이나 측면촬영 모두 이상적인 촬영조건으로 심음영의 왜곡과 확대방지를 강조하고 있는바 측면촬영 역시 근거리 100 cm보다는 원거리 180 cm에서 심음영의 확대가 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

## V. 결론

본 연구에서는 흉부에 임상적 증상이 없는 내과환자를 대상으로 Chest 검사 시 시간을 두고 Position과 촬영거리를 달리하여 심흉비(Cardiothoracic ratio : CTR%)를 측정 한 후, 심음영 확대에 따른 유용성을 알아본 결과는 다음과 같다.

1. Position에 따라 심장의 크기나 모양의 차이가 나타남.
2. MLD의 경우 Supine AP(100 cm) > Sitting AP(100 cm) > Erect PA(180 cm) > Sitting AP(180 cm)의 순으로 나타났다.
3. MRD의 경우 Sitting AP(100 cm) > Supine AP(100 cm) > Erect PA(180 cm) > Sitting AP(180 cm)의 순으로 나타났다.
4. C-PA(180 cm)에서 연령별로 CTR(%)를 측정한 결과 전체 50명에 대한 심흉비의 평균치는 0.48이었고, 60대 > 50대 > 40대 > 30대 > 20대 순으로 평균 심흉비를 보였다. 정상 심흉비 기준인 0.5보다 높은 20명 중 20대는 1명, 30대는 3명, 40대는 2명, 50대는 5명, 60대는 9명으로 나타났다.
5. 측면촬영의 경우 기준이 되는 산출방법이 없어 심장의 최대횡경을 기준으로 측정하여 비교하였다. 측정결과 100 cm보다 180 cm에서 심음영 확대가 적었으며 육안 상으로도 차이가 나타났다.

6. 심장질환환자나, 산모, 투석환자 등 심장크기에 영향을 받는 환자들에게 있어서는 촬영 시 신중을 기하여 Supine position 보다는 최대한 Erect 나 Sitting Position을 취하고 원거리촬영을 해야 최대한의 확대를 피할 수 있을 것으로 사료된다.

본 논고에서의 제한점은 연구 대상자의 선정에서 수적으로 많이 미약하였으며 같은 연령대라도 개인차가 심하여 객관적인 수치로 간주하기 어렵고 측정 시 주관적인 오차범주를 무시할 수 없었다는 점이다. 또한 측면영상에서 심장의 크기를 평가할 수 있는 산출기준의 부재로 정확한 확대율 측정이 어려웠다는 점이다. 임상적으로 환자의 과거 Film을 재조사 하는 것이 심장크기의 증가를 확인하는 가장 좋은 방법으로 여겨지며 오늘날에는 영상진단에 있어 단순가슴촬영에만 의존하지 않고 초음파, CT, MRI 등이 심실방의 크기, 심장벽의 두께, 판막기능과 구조를 가늠하는데 새로운 차원의 정확성을 부여하고 있다.

## 참고문헌

1. Kim HG. The Findings on Cardiothoracic Ratio in Simple Chest Radiography. Journal of radiological science and technology 2004; 27: 43-7.
2. 양승오, 한창열, 고신관. 최신영상의학. 서울: 한미의학, 2005. p.13-6.
3. 대한의료영상기술연구회. TEXTBOOK of Radiographic positioning AND Clinical Diagnosis. 서울: 청구문화사, 2005. p.428-35.
4. 권달관, 김정삼, 임창선, 이동명, 이성길, 최종운, 등. 방사선영상해부학. 서울: 청구문화사, 1998. p.81-82.
5. 김재국, 정순오. 임신 및 산욕기와 산후심부전증 환자에서의 cardiothoracic ratio의 변화. 대한산부인과학회지 1990; 17: 632-4.
6. 정성수. 정기적 혈액투석을 한 환자에 있어서 심변화에 대한 연구. 한양대학교 대학원 석사학위논문; 1990.
7. Krovertz LJ, Lester RG, Warden HE. The Diagnosis of patent ductus Arteriosus in Infancy. Chest 1962; 42: 241-50.

9. Graybiel A, Strieder JW, Boyer NH. An attempt to obliterate the patent ductus arteriosus in a patient with subacute bacterial endocarditis. *Am cardiac J* 1938; 15: 621-4.
10. Gross RE, Hubbard JP. Surgical ligation of a patent ductus arteriosus, Report of first successful case. *JAMA* 1984; 251: 1201-2.
11. Galal O, von Sinner W, Azhari N, Al-Fadley F, de Moor M, Bocker J, et al. Clinical results and radiographic appearance of the Rashkind double umbrella device in patients with occlusion of ductus arteriosus. *Pediatric Radiology* 1997; 27: 936-41.
12. Theodore E, & Keats P. Atlas of Roentgenographic measurement, 6th ed. Virginia: Mosby Elsevier Health Science; 1990.
13. Gala O, Nehgme R, al-Fadley F, al-Fadley F, de Moor M, Abbag Fl, et al. The role of surgical ligation of patent ductus arteriosus in the era of the Rashkind device. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: 434-7.