

개방성 동맥관 환자들의 흉부 X선사진상 전면심장면적과 우측 하행 폐동맥 측정치에 대한 수술전후의 비교 검토

고려대학교 의과대학 방사선과학교실

안경수 · 설혜영 · 서원혁 · 이민재

- Abstract -

Observation of Right Descending Pulmonary Arterial Size and Frontal Cardiac Area in Patent Ductus Arteriosus Patients

Kyung Soo Ahn, M.D., Hae Yung Seol, M.D., Won Huk Suh, M.D., Min Jae Lee, M.D.

Dept. of Radiol., College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

Frontal cardiac area, right descending pulmonary arterial size and size of the ductus arteriosus were measured on 29 patients with patent ductus arteriosus, 21 females and 8 males.

The results are as follows:

1. Frontal cardiac area in PDA patient in this series is increased in 0.63% to 100.11% and the average is 38.91 - 23.54%.
2. Central branch of the right descending pulmonary artery is dilated in 28 cases (96.55%) on pre-operative stage, and combination with dilation of central branch and constriction of peripheral branch is in 18 cases (62.1%).
3. Degree of dilation of central branch is correlated with increase of age, but it is not related with size of ductus arteriosus.
4. Increase rate of frontal cardiac area is not related with size of ductus arteriosus.

I. 서 론

일반적으로 흉부 X선상에서 심장의 크기와 폐동맥의 변화를 관찰함으로써 심장질환 진단에 많은 도움을 얻고 있다. 심장의 크기를 측정하는 방법에는 여러가지가 있으나 X선학적 방법으로는 흉부 X선 후전 평면상에서 얻는 심폐계수, 심장각경의 측정치 및 전면심장면적치등과 후전 및 측면 X선상에서 얻는 심장 용적치가 있는데 그 중에서 심장 면적치는 심장 용적치와 더불어 심장크기의 판단기준으로 상당한 정확성을 가지는 것으로 알려져 왔다¹⁾. 이에 대한 연구는 한국에서 주²⁾, 황³⁾ 등이 정상인의 심장 면적치 및 용적치를 발표했고 김⁴⁾이 개방성 동맥관 환자의 심장각경과 심장면적을 발표한 바 있다.

심장질환으로 인한 폐순환장애가 동반될 때 폐혈관 크기를 좌우하고 폐혈류량의 변화를 초래할 때가 많다. 흉부 X선상 중심부와 말초부 폐동맥의 측정은 폐혈류량의 증가와 폐고혈압을 진단하는데 중요한 정보를 제시할 수 있다고 본다. 한국에서 이미 장⁶⁾, 서⁷⁾ 등이 흉부 X선상에서 폐동맥의 크기의 정상치를 보고한 바 있어 비정상군과의 비교에 많은 도움을 주고 있다.

저자들은 선천성 심장질환 중 수술로서 완치가능한 개방성 동맥관 환자에 대하여 수술전후의 심장각경 및 전면심장면적과 중심부 및 말초부 폐동맥 크기를 측정 산출하였고 수술로서 확인된 개방성 동맥관의 구경을 얻은 바 이들간의 비교관찰에서 몇가지 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

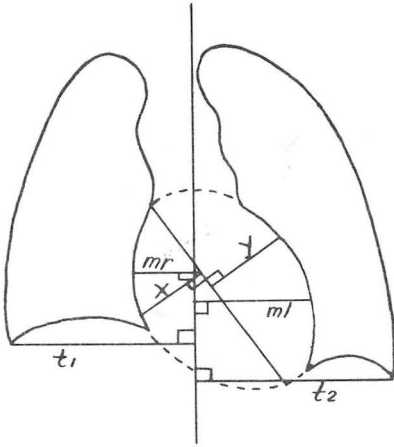
II. 측정대상 및 방법

측정대상은 고려대학교 부속병원에서 1973년~1978년까지 5년간 외과적 치료를 시행한 개방성 동맥관 환자 33예의 단순 흉부X선사진 중 전후방 사진과 측정 불가능하게 조건이 나쁜 사진을 제외하고 단순 흉부 후전방 사진을 촬영한 29예를 대상으로 하였으며 그중 남자 8예, 여자 21예였고, 연령분포는 5세~28세였다.

측정방법에 있어서 심장면적의 측정방법은 여러 학자에 따라 많은 방법이 있으나, 널리 사용되며 비교적 정확도를 인정할 수 있는 Moritz의 방법을 이용했으며²⁾(Fig. 1),

폐동맥의 크기는 Leinbach⁸⁾의 방법을 참조하여 측정하였다. 폐동맥의 크기를 측정하는 데는 우측 폐 하 2/3부분을 중심, 중간, 말초지대로 구분하여 중심지대에서 측정되는 것은 1차분지, 중간지대에서 측정되는 것은 2차분지, 그리고 말초지대에서 측정되는 것은 3차분지라고 정했다(Fig. 2).

개방성 동맥관의 구경 및 길이는 수술자에 의해서 직접 측정됐다.



$$\text{Frontal Cardiac area} = \pi/4 \times \text{Br} \times \text{L}$$

$$\text{Cardiothoracic ratio} = \frac{\text{Tr}}{t_1 + t_2} \times 100$$

Transverse diameter; Tr = Mr + Ml

Broad diameter; Br = x + y

Long diameter; L

Thoracic diameter; t₁ + t₂

Obliquity of cardiac axis; α

Fig. 1. Cardiac mensuration by Moritz.

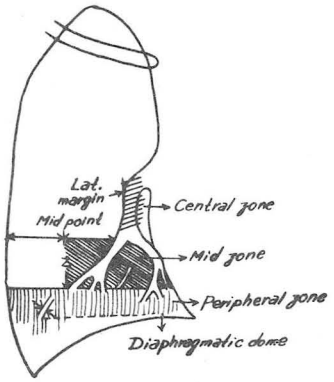


Fig. 2. Pulmonary zones. The central zone is limited laterally by the lateral border of the right descending artery, and inferiorly by the point of the middle lobe artery or just below the right hilar shadow. The mid-zone is limited laterally by a perpendicular line mid-way between the lateral margin of the central zone and rib cage and inferiorly by a horizontal line proximal two-thirds the distance from an inferior margin of the central zone to the top of the diaphragm medially. The peripheral zone is constituted of a distal one-third of remainder of the field.

III. 측정 성적

측정 성적을 보면 먼저 수술전 전면심장면적은 Table I에서 보는 바와 같이 전예에서 66.57~172.39 cm²으로 정상인의 평균보다 심장면적이 증대되어 있음을 알수 있는데, 증례에 따라 변화의 정도는 다르나 Table II에서와 같이 증대율은 0.63~100.11%를 보였으며 평균 38.91%±23.54의 증대율을 보였다. 외과적 수술후 5일 이내에 촬영한 흉부X선사진상 Table II에서 나타난 것 같이 3예를 제외한 26예에서 전면심장면적의 감소를 보였고 수술직후 심장면적의 감소가 없었던 3예에서도 10개월 이내 감소되어 정상범위가 되는 것을 볼 수 있었다. 감소율의 정도는 수술직후 감소하지 않은 3예를 제외하면 4.22~35.75% 범위로서 평균 17.76±8%로 나타났다,

중심부 폐동맥과 말초 폐동맥크기의 변화를 측정한 결과 중심부 폐동맥은 29예중 28예(96.55%)에서 확장됐으며 말초 폐동맥의 지름이 동시에 감소된 예는 29예

Table I. Frontal Cardiac Areas of The P.D.A. patient.

Case	Sex	Age(yr)	Pre-operative (cm ²)	Immediate Post-operative (cm ²)	Normal (mean) (cm ²)
1	M	5	66.57	47.10	49.80
2	F	6	107.76	90.28	54.40
3	F	6	75.61	64.27	54.40
4	F	7	79.49	—	58.30
5	F	7	84.40	67.82	58.30
6	F	8	125.47	98.70	62.70
7	F	8	71.02	52.31	62.70
8	F	8	95.71	85.35	62.70
9	F	9	87.15	75.82	62.70
10	M	9	68.45	52.56	64.50
11	M	10	92.78	79.23	66.90
12	F	10	89.02	65.64	65.30
13	F	10	107.03	—	65.30
14	F	11	101.73	95.18	72.10
15	F	11	84.97	98.91	72.10
16	M	11	97.51	84.83	72.60
17	F	12	108.62	78.47	75.90
18	F	13	108.53	92.25	75.90
19	M	14	127.74	97.92	88.20
20	F	14	113.00	97.18	88.20
21	F	15	152.27	—	89.90
22	M	16	104.14	99.75	99.30
23	F	17	117.04	95.33	93.00
24	F	18	132.66	112.76	99.00
25	M	19	117.75	121.74	99.30
26	F	19	140.81	119.69	101.30
27	F	25	111.00	123.64	110.30
28	F	26	125.35	119.32	110.70
29	M	28	172.39	110.76	110.70

Table II. Increase rate in pre-operative stage, decrease rate in immediate post-operative stage and ductus arteriosus size in the P.D.A. patient.

Case No.	Increase rate (%)	Decrease rate (%)	Diameter and Length of ductus arteriosus (mm)	
1	33.67	29.25	8	10
2	98.09	16.22	5	3
3	38.99	15.00	5	7
4	36.35	—	7	10
5	44.77	19.64	10	5
6	100.11	21.34	5	3
7	13.27	26.34	5	10

8	52.65	10.82	13	10
9	39.00	13.00	10	7
10	6.12	23.21	8	10
11	38.68	14.60	9	3
12	36.32	26.26	7	3
13	63.91	—	13	10
14	41.10	6.44	4	2
15	17.85	— 16.40	15	10
16	34.31	13.00	15	7
17	43.11	27.76	5	3
18	42.99	15.00	10	7
19	44.83	23.34	7	5
20	40.90	14.00	3	6
21	69.38	—	15	10
22	4.87	4.22	10	15
23	25.85	18.55	5	3
24	34.00	15.00	13	11
25	18.58	— 3.43	10	5
26	39.00	15.00	2	6
27	0.63	— 11.39	7	5
28	13.23	4.81	7	5
29	55.73	35.75	7	5
Mean	38.91 ± 23.54	17.76 ± 8.00		

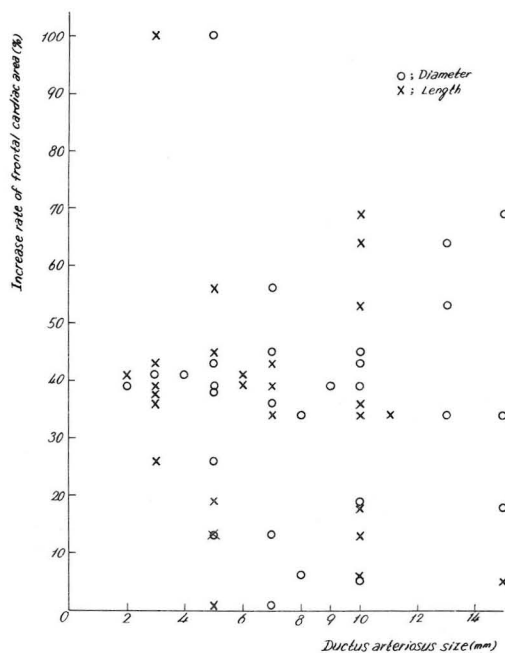
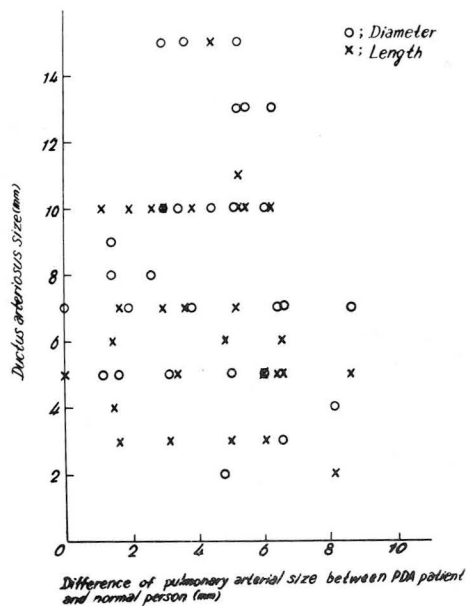


Fig. 3. Correlation between pulmonary arterial size and size of ductus arteriosus.

Fig. 4. Correlation between frontal cardiac area and size of the ductus arteriosus.

중 18 예 (62.1 %)로 나타났다 (Table III)

개방성 동맥관의 크기에 대한 중심부 폐동맥 확장 정도를 비교 관찰한 바 전반적으로 관련성을 찾아 볼 수 없었으며, 또한 개방성 동맥관의 크기에 대한 심장 면적의 크기를 비교한 바 상호 관련성이 없는 경향을 볼 수 있었다 (Fig. 3, Fig. 4).

그러나, 연령에 대한 중심부 폐동맥의 확장정도를 비교 관찰한 바에는 Fig. 5에서와 같이 연령의 증가에 따라

폐동맥의 확장정도가 증가되는 경향을 볼 수 있었다 (Fig. 5).

IV. 고 안

동맥관은 하행 대동맥의 기시부와 좌측 폐동맥의 기시부를 연결하는 혈관으로 태생기에 폐순환이 제한을 받을 때 우측 심장으로 유입된 동맥혈이 폐동맥을 거쳐 직접

Table III. Measurement of the right descending pulmonary arterial size in the pre-operative and post-operative stage of the P. D. A. patient, compared with the size of ductus arteriosus.

Case No.	Sex	Age (year)	Primary branch		Secondary branch		Tertiary branch		Diameter and Length of ductus arteriosus (mm)	
			Pre-op./ Post-op.	Normal (mm)	Pre-op./ Post-op.	Normal (mm)	Pre-op.	Normal (mm)		
1	M	5	9.8/9.4	8.4	4.2/4.2	4.4	2.5	2.5	8	10
2	F	6	10.0/9.0	8.4	4.4/4.4	4.4	2.5	2.5	5	3
3	F	6	10.0/9.0	8.4	4.6/4.5	4.4	2.5	2.5	5	7
4	F	7	10.9/9.5	9.0	4.7/4.5	4.5	2.6	2.5	7	10
5	F	7	12.4/9.5	9.0	5.3/5.3	4.5	3.4	2.5	10	5
6	F	8	12.1/11.0	9.0	5.6/5.5	4.5	2.3	2.5	5	3
7	F	8	10.1/9.8	9.0	5.2/5.6	4.5	2.4	2.5	5	10
8	F	8	15.2/10.2	9.0	5.8/4.0	4.5	2.1	2.5	13	10
9	F	9	12.3/11.0	9.4	5.1/4.0	4.6	2.0	2.7	10	7
10	M	9	12.0/10.0	9.4	6.1/5.5	4.6	3.8	2.7	8	10
11	M	10	10.8/10.0	9.4	5.3/5.0	4.6	2.9	2.7	9	3
12	F	10	13.2/10.0	9.4	7.2/5.5	4.6	3.7	2.7	7	3
13	F	10	14.8/12.0	9.4	6.8/6.0	4.6	3.1	2.7	13	10
14	F	11	18.2/11.5	10.1	5.1/5.0	5.4	2.9	3.1	4	2
15	F	11	13.0/9.5	10.1	4.2/4.0	5.4	2.1	3.1	15	10
16	M	11	13.7/10.5	10.1	5.2/4.7	5.4	2.4	3.1	15	7
17	F	12	16.1/10.4	10.1	5.7/4.6	5.4	3.0	3.1	5	3
18	F	13	15.7/13.0	10.6	6.2/5.5	5.4	3.1	3.3	10	7
19	M	14	10.6/10.3	10.6	5.0/5.0	5.7	3.2	3.3	7	5
20	F	14	17.1/15.0	10.6	6.1/5.5	5.7	3.2	3.3	3	6
21	F	15	16.0/14.5	10.8	6.0/5.8	5.7	3.3	3.4	15	10
22	M	16	15.2/11.0	10.8	7.1/5.4	5.7	3.2	3.4	10	15
23	F	17	15.8/13.5	10.8	6.8/5.6	5.7	3.0	3.4	5	3
24	F	18	17.7/17.0	10.8	7.0/6.0	5.7	2.9	3.4	13	11
25	M	19	16.8/16.7	10.8	5.7/5.5	5.7	3.0	3.4	10	5
26	F	19	15.6/14.5	10.8	6.0/5.0	5.7	2.9	3.4	2	6
27	F	25	17.3/16.0	10.8	4.3/6.7	5.7	2.7	3.4	7	5
28	F	26	17.2/11.5	10.8	6.9/6.0	5.7	3.3	3.4	7	5
29	M	28	19.4/13.0	10.8	7.1/5.0	5.7	3.4	3.4	7	5

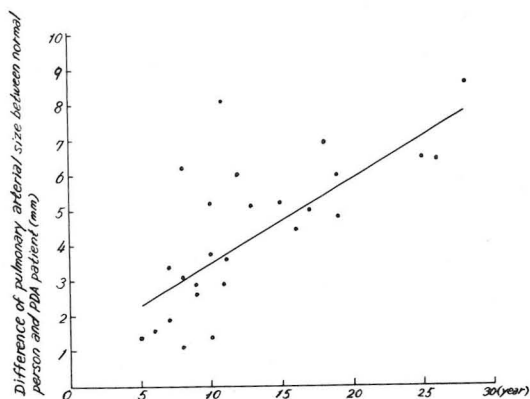


Fig. 5. Correlation between age and pulmonary arterial size.

하행 대동맥으로 유입되는 단경로로서 대동맥보다 높은 폐동맥압을 가지며, 출생 직후 첫 호흡이 시작되면 폐포 확장이 일어나며 전포세혈관의 산소분압이 높아지고 폐동맥압은 갑자기 낮아지고, 혈액내 산소분압이 높아지면서 폐동맥은 확장되고 반대로 동맥관은 수축이 일어나 폐순환이 자유롭게 된다. 동맥관의 폐쇄는 동맥관의 산소분압증가와 Bradykinins 또는 다른 물질에 의하여 기능적으로는 생후 12시간안에 완료되며, 해부학적으로는 1개월내에 완전히 폐쇄된다⁹⁾. 동맥관이 생후 2주까지 출생전 기능을 그대로 유지하고 있거나 3개월 뒤까지도 내강이 폐쇄되지 않으면 개방성 동맥관이라 말할 수 있다¹⁰⁾. 동맥관이 폐쇄되지 않고 개방성으로 남아있는 데는 여러가지 원인을 들 수 있다. 기능적으로 동맥관벽의 근육수축으로 폐쇄됐던 동맥관이 재개되는 현상은 동맥혈내 낮은 산소분압과 산혈증에서 볼 수 있다. 산소분압이 낮거나 산혈증이 되면 폐동맥은 수축되고 동맥관은 이완된다. 이런 현상은 호흡부전증이나 청색 심장기형에서 흔히 개방성 동맥관을 동반하고 산소가 부족한 고산지대 주민이 해변 주민보다 더 발생율이 높다는 사실로도 인정된다¹¹⁾.

개방성 동맥관의 진단은 이학적 소견으로서 좌측 제2늑간에서 청취되는 연속 기계성 잡음이 특징적이고, X선 소견은 좌심실, 좌심방의 확대, 폐동맥의 확장 및 폐야에서의 폐혈관 음영의 증가, 폐문무도 또는 폐문혈관의 심수축성 확장 등이 있다^{12,13)}. 그러나 상기한 X선소견은 전환자에서 다 보이는 것이 아니고 환자에 따라 그중 1개 또는 몇개를 보이는 것이 보통이다.

다른 선천성 기형에 비하여 대동맥이 커지거나 뚜렷해지는 것이 특이한 소견이고, 폐동맥압이 크게 상승하여 우심실이 커지고 여기에 폐동맥의 석회 침착이 있으면

Shunt의 방향이 역전되어 있음을 암시하는 소견이 된다^{14,15)}.

개방성 동맥관의 발생율은 저자에 따라 순위의 차이는 있으나 Wood's case 900에 중 2위¹⁶⁾, Nadas는 10624에 중 15.5%로 제 2위를 차지한다고 하였고, 국내보고로는 홍¹⁷⁾, 안¹⁸⁾ 등에 의하면 14%로 제 3위로 보고하였다. 남녀 발생비는 Benjamine et al¹⁰⁾에 의하면 개방성 동맥관환자 전 215예 중 여자가 156예(72.6%)였고 남자가 59예(27.4%)이었다. 저자의 증례 33예에서도 여자가 24예(72.7%)로서 단연 여자에게 더 호발하는 선천성 기형임을 알 수 있다. 저자의 증례 29예 중 전예에서 38.91%±23.54의 전면심장면적의 증대를 보인 것은 많은 문헌에서도 보고된 바와 같이 대부분의 개방성 동맥관 환자에서 심장면적이 커지는 것을 볼 수 있었다. 그리고 국내보고 중 김⁴⁾의 20~30%의 심장면적 증대와 비교하여 비슷한 결과를 보였다. 폐혈류량의 증가는 중심부 폐동맥이 확장되는 것으로 확인할 수 있었는데 29예중 28예(96%)에서 확장되었다.

김⁴⁾의 보고에서도 역시 21예중 19예에서 혈관음영 증가를 보여 간접적으로 폐혈류량의 증가를 확인한 것으로 나타났다. 폐동맥성 고혈압의 소견 중 하나인 중심부 폐동맥의 확장을 초래한 것중 정상보다 말초 폐동맥 크기의 감소를 동반한 경우¹²⁾는 29예중 19예(65.5%)였다. 그러나 이들에게서 임상적으로 청색증 등의 증상이나, 심전도소견에서 우심실의 증대 등 다른 Shunt의 방향이 역전된 증거¹⁴⁾는 찾을 수 없었다. 일반적으로 중심부 폐동맥의 확장은 동맥관의 크기와 관계있다¹⁹⁾고 생각되고 있으나 저자들의 경우는 오히려 연령증가에 따라 폐동맥의 확장정도가 증가되는 경향을 볼 수 있었으며, $y = 0.24x + 1.09$ 의 직선을 그릴 수 있었고 $p < 0.01$ 로서 통계학적 유의성을 인정할 수 있었다. 이는 연령증가에 따라 산소분압증가에 대한 폐동맥의 수축력이 저하되고, 폐혈류량의 증가가 장시간 계속되는데 대한 폐동맥의 저항력의 약화로 인한 결과로 추정된다.

Keith Jefferson은 Shunt 크기가 작을 때 전면 심장면적이 오히려 커지는 역현상을 볼 수 있었다고 발표했다²⁰⁾. 그러나 저자들의 경우 개방성 동맥관의 크기에 대한 비교관찰에서 폐동맥의 확장정도나, 전면심장면적 증대정도와는 Fig. 3, 4에서 보는 바와 같이 통계학적 유의성을 찾을 수 없었다. 이는 산소분압증가로 인한 폐동맥의 수축하려는 경향과, 폐혈류량의 증가로 인한 폐동맥의 확장경향이 복합적으로 작용하는 때문이 아닌가 추정된다. 개방성 동맥관은 특별한 금기사항(활동성인 심내막염, Shunt 방향의 역전)이 없는 한 수술시 사망율은 21% 이내이고 대부분 완치 가능한 질환으로 알려져 있다. 수술후 환자는 임상적 증상이 호전되고²²⁾, 심장의

크기도 차츰 감소하여 1~2년내 거의 정상 크기로 돌아오고 폐혈류량도 차츰 줄게 된다. 저자의 증례 29예 중 26예에서도 전면심장면적은 수술후 5일 이내 수술전에 비해 평균 $17.76\% \pm 8$ 의 감소를 보였고, 나머지 3예에서도 10개월내 감소하는 것을 볼 수 있었다. 김⁴⁾의 보고에서도 수술직후 12.5%의 감소를 보인 것으로 발표해 저자의 측정과 비슷한 결과를 나타냈다.

V. 결 론

1. 여자 21예, 남자 8예의 5~28세 사이의 개방성 동맥관 환자 29예중, 전면심장면적은 수술전 전예에서 정상인의 평균에 비해 약 $38.91\% \pm 23.54$ 의 증대를 보였고, 수술후 5일 이내 수술전에 비해 26예에서 $17.76\% \pm 8$ 의 감소를 보였다.

2. 중심부 폐동맥은 29예중 28예(96.55%)에서 정상인 평균보다 확장되었으며, 말초 폐동맥지름이 동시에 감소된 예는 29예중 18예(62.1%)였다.

3. 중심부 폐동맥의 확장정도는 나이에 비례해서 컸으며 개방성 동맥관의 크기와는 관련이 없었다.

4. 전면심장면적 크기의 정도는 동맥관의 크기와 관련이 없었다.

REFERENCES

1. Ungerleider H.E. and Gubner R. : *Evaluation of heart size measurements*, *Amer. Heart J.*, 24: 494-510, 1942.
2. 주동운 : 심장의 크기, 최신방사선과학, 514~520.
3. 황중숙 : 한국인 성인 심장용적에 관한 연구. 대한방사선학회잡지, 4: 1, 1967.
4. 김건상 : 개방성 동맥관 환자의 심장각경과 심장면적에 관하여, 대한방사선학회지, 8: 1, 1972.
5. Chen J. T. T., Capp M. P., Johnsrude, I. S., Goodrich J. K., Lester R. G. : *Roentgen appearance of pulmonary vascularity in the diagnosis of heart disease*, *Amer. J. Roentgenology*, 112: 559, 1971.
6. 장기완 : X-선상에 나타난 폐동맥 확장의 진단적 의의에 관하여, 수도의대잡지, Vol. 1, No. 33, 1964.
7. 서원혁 : 정상 한국 소아의 X-선상 우측 하행 폐동맥폭에 관한 연구, 수도의대잡지, Vol. 1, No. 33, 1964.
8. Leinbach L.B. : *Roentgenologic evaluation of normal pulmonary artery in children*. *Amer. J. Roentgenology*,

89: 995-998, 1963.

9. Nadas A.S. and Fyler D.C. : *Pediatric cardiology*. 3rd ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 1972.
10. Benjamine M.G., Rene A.A. and Maurice L.B.S. : *Heart disease in children*. J.B. Lippincott Co. Philadelphia and Toronto, 1966.
11. Alzamora V. and et al. : *On the possible influence of great altitudes on the determination of certain cardiovascular anomalies*. *Pediatrics*, 12: 259, 1953.
12. Meschan : *Roentgen signs in clinical diagnosis*. W.B. Saunders, Philadelphia, London, 1967.
13. Donovan M.S., Neuhauser E.B.D. and Sosman M.C. : *The roentgen signs of P.D.A., a summery of 50 surgically verified cases*. *Amer. J. roentgenology*, 50: 293, 1943.
14. Damman J.F. Jr., Berthrong M. and Bing R.J. : *Reverse shunt. A presentation of the syndrome of patency of the ductus arteriosus with pulmonary hypertension and a shunting of blood flow from pulmonary artery to artoa*. *Bull. Johns Hopkins Hospital*, 19: 128, 1953.
15. Timpanelli A.E. and Steinberg I. : *Calcification of the pulmonary artery and P.D.A. with reversal in blood flow, Report of 4 cases*. *Amer. J. Med.* 30: 405-417, 1961.
16. David Sutton : *Radiology of pulmonary circulation. Textbook of Radiology*, 2nd ed. Churchill Livingstone.
17. 홍영표 : 한국 소아의 선천성 심장 질환의 빈도, 최신의학, 10: 115, 1967.
18. 안효섭 : 소아 심장 질환의 통계적 관찰, 소아과, 16: 35, 1973.
19. 최규옥, 서정호, 최병숙 : 좌우 심전류에서 폐혈관상의 소견과 혈액학적 변화의 비교, 대한방사선학회지, 11: 3, 1975.
20. Keith J. and Simon R. : *Computer correlations. Clinical cardiac radiology*, 297-301, 1975.
21. 김형묵 : 개방성 동맥관 3자매 수술 보고, 교통의학, 8월, 1974.
22. 이영균, 정경원, 유세영, 손광현, 김중환, 서경필 : 심장 수술이 심전도에 미치는 영향, 최신의학, 8: 3, 1970.