

## 동맥관개존증의 외과적 요법\*\*

홍종완·인강진·김명인·유재현·  
임승평·홍장수·이영·

-Abstract-

### Surgical Management of Patent Ductus Arteriosus

Chong Wahn Hong, M.D.\*, Gang Jin In, M.D.\*, Myung In Kim, M.D.\*  
Jae Hyun Yu, M.D.\*, Seung Pyung Lim, M.D.\*, Jang Soo Hong, M.D.\* , Young Lee, M.D.\*

A clinical analysis was performed on 115 cases of patent ductus arteriosus treated surgically during the period of 11 years from Aug. 1977 to Jul. 1988. at the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Chungnam National University Hospital.

Among 115 cases, male was 38 and female was 77 and ages ranged 12 dyas to 27 years old with the average of 8 7/12 years.

The major clinical symptoms on admission were frequent URI attack(77.4%), dyspnea on exertion(32.2%) and palpitation(13%).

On auscultation, continuous machinery murmurs were detected in 97 cases(84.3%) and loud systolic murmurs were detected in 18 cases(15.7%).

Preoperative electrocardiographic findings were as follows: LVH 59(51.3%), RVH 12(10.4%), BVH 16(13.9%) and WNL 28(24.3%).

Radiologically, there were increased pulmonary vascularity in 104(90.4%) and cardiomegaly 62(53.9%).

Cardiac catheterization were performed in 101 cases and mean systolic pulmonary arterial pressure was  $49.84 \pm 29.7$  mmHg and mean Qp/Qs was  $2.95 \pm 1.8$ .

Methods of operation were multiple ligation in 96, division in 11 and transpulmonary arterial repair using cardiopulmonary bypass in 8.

Complication were recannalization in 2, temporary hoarseness due to left recurrent laryngeal nerve paralysis in 3 and respiratory distress in 1 and overall mortality rate was 1.7%(2 cases).

### 서 론

선천성 심혈관질환증 외과적 치료로 완치 가능한 질

- 충남대학교 의과대학 흉부외과학교실
- Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery,  
College of Medicine, Chungnam National University
- 본논문의 요지는 제 20차 흉부외과학회 학술대회에서  
구연하였음

1988년 11월 1일 접수

환의 하나인 동맥관개존증은 대개의 경우 청진소견만으로도 진단이 용이하다. 동맥관개존증에 대한 수술은 1907년 Munro에 의해 고찰되었고, 1938년 Gross<sup>1)</sup>에 의해 최초로 7년 6개월된 여아에서 성공적으로 동맥관 폐쇄술이 적용된 이래, 현재까지 비교적 안전하며, 합병증이 매우 낮은 술식으로 많이 시행되고 있다.

저자들은 1977년 8월부터 1988년 7월 말까지 만 11년 간 충남대학교 의과대학 흉부외과학교실에서 수술치 협한 115례의 동맥관개존증 환자를 대상으로 임상적

분석을 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 관찰대상 및 방법

1977년 8월부터 1988년 7월까지 충남대학교병원 흉부외과에서 수술치료한 115명의 동맥관개존증환자를 대상으로 연령 및 성별분포, 임상증상 및 이학적 소견, 흉부단순촬영, 심전도, 심도자검사 등 검사소견과 수술방법 및 결과를 비교 검토하였다. 본 논문에서는 타심기형과의 동반에는 모두 관찰대상에서 제외 하였다.

## 결과

### 1. 연령 및 성별분포

수술당시 환자들의 연령은 생후 12일부터 만 27세 까지로 평균연령은 8년 7개월 이었으며, 10세 이하가 대부분을 차지하였다. 또한 성별분포는 남자 38례, 여자 77례로 여자가 월등히 많았다(Table 1).

Table 1. Age and Sex Distribution (N=115)

Age (yrs)	Male	Female	Total
Under 5	19	36	55
6~10	9	18	27
10~15	8	9	17
Over 16	2	14	16
Total	38	77	115

### 2. 임상증상 및 이학적 소견

입원시 주증상은 잦은 상기도감염 89례(77.4%), 운동시 호흡곤란 37례(32.2%), 심계항진 15례(13%), 이외에 피로감 7례, 고열 3례, 흉벽돌출기형 3례, 흉통 2례 등의 순이었으며, 전혀 증상이 없었던 경우도 12례(10.4%)나 되었다.

이학적 소견에서 97례에서는 연속적 기계성 심잡음이, 18례에서는 수축기심잡음이 좌측 제 2 또는 제 3늑간에서 청진 되었다.

### 3. 검사소견

술전 흉부 X-선 촬영에서는 대부분이 폐혈관 음영 증가(104례, 90.4%) 및 심비대(62례, 53.9%)의 소

견을 보였으며, 특히 8례에서는 심흉비 0.65 이상의 심한 심비대소견을 보이기도 하였다.

심전도소견은 115례 모두 동성조율(sinus rhythm)로 좌심실비대 59례(51.3%), 우심실비대 12례(10.4%), 좌우양심실비대 16례(13.9%)였으며, 28례에서는 정상범위였다. 101례에서 우심도자검사를 실시한 바, 이에 따른 혈역학적 소견을 보면 수축기의 폐동맥압은 최저 14 mmHg에서 최고 165mmHg로 평균치는  $49.84 \pm 29.76$  mmHg였으며, 구역별로는 30mmHg 이하 군이 31례(30.7%), 31~50mmHg(경도의 폐동맥고혈압)군이 41례(40.6%), 51~75 mmHg(중등도 폐동맥 고혈압)군이 14례(13.8%) 그리고 76 mmHg 이상의 심한 폐동맥고혈압을 보인예도 15례(14.8%)나 있었다(Table 2).

Table 2. Systolic Pressure of Pulmonary Artery (N=101)

Pressure (mmHg)	No.	%
Below 30	31	30.7
31~50	41	40.6
51~75	14	13.8
Above 76	15	14.8
Mean $\pm$ S.D.	$49.84 \pm 29.76$	

Table 3. Ratio of Pulmonary Blood Flow to Systemic Blood Flow (N=81)

Qp / Qs	No.	%
Below 1.4	7	8.6
1.5~2.9	49	60.5
3.0~4.9	19	23.5
Above 5.0	6	7.4
Mean $\pm$ S.D.	$2.95 \pm 1.8$	

또한 81례에서는 폐혈류량과 전신혈류량의 비율(Qp/Qs)을 산출할 수 있었는데, 최저 1.2에서 최고 5.8까지로 평균치는  $2.95 \pm 1.8$ 였으며, 1.5~2.9 사이 군이 49례(60.5%)로 대부분을 차지하였다(Table 3). 그리고 혈류저항비(Rp/Rs)는 대개 0.2 이하였으나 0.4 이상된 경우도 6례나 있었다. 특히 2례에서는 0.9 이상이었으며, 이때 Qp/Qs는 1.5 이하여서 수술 후 세심한 주의를 하였다.

## 4. 수술방법 및 결과

수술은 좌측 배후측방개흉술(Posterolateral thoracotomy)로 동맥관을 노출시킨 후 96례에서는 결찰술을, 11례에서는 분리봉합술을 실시하였고, 8례에서는 심폐기를 이용하여 경폐동맥봉합술(transpulmonary arterial repair)을 실시하였다.

또한 내장완전좌우역전증(situs inversus totalis)이 동반된 1례에서는 우측 배후측방 개흉술로 동맥관을 노출, 결찰하였다. 수술시 동맥관의 크기는 외경이 5~20mm, 길이는 3~12mm였다. 따라서 대부분의례에서 결찰술을 실시하였는데, 결찰방법은 1~0 봉합사로 삼중결찰을 원칙으로 하였으며, 부득이한 경우는 이중결찰을 하였다. 그리고 폐동맥압이 높거나, 동맥관의 직경이 큰 경우에는 분리봉합술을 실시하였다.

심폐기를 이용하여 체외순환으로 경폐동맥봉합술을 실시한 8례를 보면 동맥관재개통에 의한 2차수술 3례, 술전 심실충격결손증 동반례로의 오진 2례, 동맥관의 동맥류성 팽창 1례, 심내막염에 의한 심부전증 1례 그리고 성인(27세)에서의 동맥관개존증 등이었다. 수술은 주폐동맥에 부분절개를 가하여 balloon catheter로 동맥관을 일시적으로 폐쇄시킨 후 주폐동맥 내부에서 동맥관을 봉합폐쇄시키거나 저체온하에서 일시적인 순환차단으로 폐동맥 개구부를 봉합하였다.

개흉방법에 있어서 5세 이하의 환자에서는 비교적 흉막이 두꺼우므로 흉막외 접근법(extrapleural approach)으로 동맥관을 노출시키도록 노력하였다.

수술합병증으로는 동맥관재개통, 2례, 일시적 애성(temporary hoarseness) 3례, 술후 지속적인 수축기 심장음 4례 등이 있었으며, 사망례는 2례로 이중 1례는 재태기간(gestation) 29주, 체중 1,350gm의 미숙아로 생후 12일째 심한 심부전 및 호흡기능 부전을 보였던 예로 수술 1일째 호흡부전으로 사망하였으며, 다른 1례는 9세된 여아로 폐동맥고혈압(165mmHg)이 동반된, 직경 10mm, 길이 7mm의 동맥관을 분리봉합술을 시도하였으나, 대동맥단의 동맥관을 5~0 Prolene으로 봉합하는 과정에서 선행된 동맥관염에 의한 대동맥조직의 취약으로 동맥관이 파열되었다. 동맥관 주위 하행흉부 대동맥을 분리하고 근위부와 원위부를 봉합하고 좌측 쇄골하동맥을 이용하여 하행대동맥에 end to side로 문합하였고, 직경 10mm의 인조혈관으로(Gore-Tex) 상행대동맥과 하행대동맥을 연결한 데로 술후 사망하였다. 환자들은 술후 5~7일째 퇴원하였고, 특별한 경우를 제외하고는 1회만 외래를 통하여

추적 관찰하였다.

## 고 찰

동맥관은 좌측 제 6대동맥궁 원위부의 태생기적 잔존으로 주폐동맥이나 좌폐동맥과 하행대동맥을 연결하는 한개의 큰 혈관으로 이는 모든 포유류의 태아에서 볼 수 있으며, 해부학적 위치는 주폐동맥이나 좌폐동맥과 쇄골하동맥 기시부에서 5~10mm 떨어진 곳의 하행대동맥과 연결되어 있고 비정상적인 위치는 대단히 드물다<sup>2,3)</sup>.

정상적으로 출생후 10~15시간내에 기능적 폐쇄가 일어나고 이후 2~3주 동안에 동맥관내피의 접착, 내막하층의 분리, 증식, 소량의 출혈과 괴사로 결체 조직형성 및 섬유화로 인하여 동맥관은 해부학적으로 완전폐쇄<sup>4)</sup>되고 인대만 남게되는데 그 기전은 확실치 않으나 현재까지 알려진 바로는 태생기의 동맥관은 산소포화도(PO<sub>2</sub>)가 18~20 Torr 정도 되는 혈류와 접하고 있으나 출생후 폐호흡과 함께 폐혈류의 산소포화도가 증가되어 동맥관이 수축이 일어난다는 설<sup>6,7)</sup>이 유력하다. 출생후 동맥관폐쇄와 관련되는 인자로 알려진 것은 Acetylcholine, Bradykinin, 내인성 Catecholamine과 같은 혈관수축물질<sup>4,7)</sup>들이 있으며, 최근에는 Prostaglandin의 동맥관 이완작용이 밝혀짐에 따라 Prostaglandin 생성을 억제하는<sup>9)</sup> Indomethacin이나 Aspirin의 투여로 동맥관의 폐쇄를 촉진시킬 수 있다. 이러한 약물들은 특히 호흡부전 증후군을 동반한 미숙아의 경우 매우 효과적이다.

선천성 심혈관기형 중 동맥관개존증이 차지하는 비율을 Nadas와 Fyler<sup>5)</sup>은 15.5%, Heymann<sup>7)</sup>은 5~10%로 흥<sup>8)</sup> 등은 14.4%로 보고하고 있다. 특히 미숙아에서는 발생빈도가 더 높은데 출생시 체중, 임신기간 등에 따라 15~80%까지 다양하게 나타나며, 이들 중 많은 수는 신생아 급성호흡부전 증후군을 가지고 있다<sup>7,10,12)</sup>. 또한 임신초기의 모성풍진<sup>7,13)</sup>이 동맥관개존증의 원인이 될 수 있다.

발생빈도<sup>8,18)</sup>에 있어서 여자<sup>11,14,15)</sup>에 2배 이상 높아하는 것으로 나타났으며, 저자들의 경우도 1:2로 여자에 더 많았다.

임상증상은 좌우단락정도와 심근에 미치는 과용량부하(overloading)의 정도에 따라 결정되고<sup>19)</sup>, 좌우단락의 정도는 동맥관의 내경, 대동맥압과 폐동맥압의 차이, 전신 및 폐혈관저항 등에 의해 결정<sup>14)</sup>된다.

따라서 흔히 나타날 수 있는 증상은 잦은 상기도감염, 운동시 호흡곤란, 심계항진, 전신쇠약 등이 있으며, 자각증상이 없는 경우도 Ash 등<sup>16)</sup>은 55%, Waterman 등<sup>17)</sup>은 63%, 김<sup>15)</sup> 등은 29%, 방<sup>22)</sup> 등은 16%를 보고하였다. 저자들의 경우는 10.4%였다.

동맥관개존증의 청진상 특징은 제 2 혹은 제 3득간, 좌흉골연에서 연속적 기계성 심장잡음을 들을 수 있는데 이 심장잡음 만으로도 동맥관개존증 환자의 약 95%를 진단할 수 있다. Ash<sup>16)</sup> 등, Krovetz 등<sup>20)</sup>은 각각 94%, 86%에서 연속적 기계성 심장잡음을 청진할 수 있었다고 했으며, 저자들의 경우도 김<sup>15)</sup> 등, 꽈<sup>18)</sup> 등, 방<sup>22)</sup> 등과 대략 비슷한 97례(84.3%)에서 특징적인 청진소견을 관찰할 수 있었다.

한편 수축기 심장잡음만이 청진된 18례(15.7%)는 모두 중등도 이상의 폐동맥고혈압을 동반하고 있었는데 이는 다른 문헌<sup>17, 18, 21)</sup>에도 유사하였다.

동맥관개존증의 흉부단순촬영소견<sup>11)</sup>으로는 중등도 이상의 좌우단락이 있는 경우 양측성으로 폐혈관 음영의 증가, 폐동맥구간의 음영증가, 좌심방 및 좌심실의 비대, 대동맥궁의 확대를 볼 수 있는데 조<sup>23)</sup> 등은 94%에서 폐혈관음영증가를, 69%에서는 심비대소견을 보고하였다. 저자들의 경우도 각각 90.4%, 53.9%로 나타났다.

심전도소견은 좌우단락이 적은 경우에는 대부분 정상소견을 보이지만 중등도 이상일 때는 좌심실 비대소견<sup>7)</sup>을 보인다. 김<sup>15)</sup> 등은 56.9%, 방<sup>22)</sup> 등은 43.9%에서 좌심실비대소견을 보고하였고, 저자들의 경우도 비슷한 51.3%였다.

동맥관개존증의 진단은 청진소견, 맥압, 심전도, 흉부단순촬영 소견 등으로 충분히 가능하지만 비전형적인 소견이 있을 때는 심도자검사, 심혈관조영술을 실시하여 혈역학상태나 동반심기형을 파악<sup>17, 25)</sup>하여야 한다.

동맥관개존증은 진단만되면 곧 수술적응이 되며, 수술적령기에 대해서는 학자마다 달라서 5세 이전<sup>26</sup>, 혹은 6~12세<sup>17, 27)</sup>가 적령기라고 주장하고 있으나 병이 진행됨에 따라 성장장애, 잦은 상기도 감염, 심내막염, 폐동맥고혈압, 폐혈관의 폐쇄성 질환, 동맥관의 석회화 및 동맥관류 등의 합병증을 방지하기 위해 증상이 없더라도 가급적 일찍 수술<sup>7, 41, 42)</sup>하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

수술시 환자의 평균연령에 대하여 김<sup>15)</sup> 등은 8.5세, 꽈<sup>18)</sup> 등은 9.9세, 저자들의 경우도 8년 7개월로

비교적 높은 연령을 나타냈다.

1938년 Gross와 Hubbard<sup>1)</sup>가 7년 6개월의 여아에서 동맥관결찰술을 성공함으로써 심혈관 수술의 새로운 시대를 열었으며, 이후 이분야의 눈부신 발전을 이루하였다.

수술은 대개 제 3, 4 득간을 통한 좌측후방 개흉술로 시행하는데 수술방법은 동맥관의 크기, 병변, 폐동맥고혈압의 유무, 술자의 선호도에 따라 달라진다<sup>41)</sup>. 비교적 수술이 쉽고 안전하며, 신속하다는 이점으로 일반적으로 결찰술<sup>28, 35)</sup>을 주장하나 술자에 따라 재개통의 위험성 때문에 분리봉합술<sup>36, 37)</sup>을 권장하기도 한다. 그러나 심하게 석회화된 경우는 결찰이나 분리봉합이 어렵고 위험하므로 체외순환<sup>38)</sup>이나 Shunt하에 대동맥절개로 Dacron, 또는 Teflon편을 대어 동맥관입구를 막기로 하였다.

Goncalves-Estella<sup>39)</sup> 등은 저체온하 심정지를 유도하여 주폐동맥을 통하여 수술하였다. 또한 타 심기형과의 동반례에서는 동맥관과 함께 동시에 수술<sup>40)</sup>하는 것이 보통이며, 이 경우 주폐동맥을 통하여 Fogarty catheter를 대동맥내로 삽입하여 동맥관의 입구를 막은 다음 간편하고 안전하게 수술할 수 있다. 저자들의 경우 115례 중 96례에서는 이중 또는 삼중 결찰술을, 11례에서는 분리봉합술을 실시하였고, 8례에서는 심폐기를 이용하여 체외순환하에 수술을 시행하였다. 그리고 개흉방법에 있어서도 5세 이하에서는 비교적 흉막이 두꺼우므로, 흉막의 접근(extrapleural approach)법으로 동맥관을 노출하도록 노력하였는데 이는 흉막을 열지 않음으로서 수술동안 무리한 폐조작을 피할 수 있고, 술후 배액관 삽입이 필요없게 되어 환자의 술후 관리가 용이하며 호흡기 합병증을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

술중 혹은 술후 생길 수 있는 합병증<sup>17, 20, 24, 29)</sup>으로는 수술중 동맥관 파열로 인한 출혈, 결찰후재개통, 좌측 회귀신경마비로 인한 애성, 유미흉, 결찰부위에 생기는 동맥관류 등이 있다.

Ross<sup>20)</sup> 등은 재개통 17례를 보고하였는데 대부분이 술전후 심내막염을 앓았던 예들이었다고 하였다. 저자들의 경우 2례에서 재개통이 발견되었다.

미숙아에서의 동맥관개존증 수술은 보존적 치료로 호전이 없는 심부전이나 호흡부전 그리고 Indomethacin 치료에 반응이 없는 경우에 이중결찰법을 시행한다. 이 경우 수술후 사망율<sup>31, 32)</sup>은 20~40%로 매우 높다. 저자들의 경우 사망 1례는 미숙아로서 술전후

심부전 및 호흡부전에 기인되었다.

최근에는 심도자술에 의하여 대퇴동맥을 통하여 Ivalon foam plastic plug나 umbrella plaque를 동맥관에 삽입, 개흉술 없이 동맥관을 폐쇄시키는 방법<sup>33</sup>,<sup>34)</sup>도 보고되고 있다.

## 결 론

1977년 8월부터 1988년 7월까지 충남대학교 의과대학 흉부외과학 교실에서 수술치험한 115례의 동맥관개존증 환자를 대상으로 임상적 고찰을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 115례중 남자 38례, 여자 77례로 여자에서 우위를 보였고, 연령분포는 생후 12일에서 만 27세까지로 평균 8년 7개월이었다.

2. 주된 임상증상은 잦은 상기도감염(77.4%), 운동시 호흡곤란(32.2%), 심계항진(13%) 등의 순이었다.

3. 이학적 소견에서 97례에서는 연속적 기계성 심잡음이, 18례에서는 수축기 심잡음이 좌측 제 2 또는 제 3늑간에서 청진되었다.

4. 술전 흉부단순촬영소견은 90.4%에서 폐혈관증 영증가를, 53.9%에서는 심비대소견을 보였으며, 심전도 검사에서는 전례 모두 동성조율로 좌심실비대 51.3%, 우심실비대 10.4% 그리고 양심실비대 13.9%로 나타났다.

5. 101명에서 실시한 심도자검사 결과 평균수축기 폐동맥압은  $49.84 \pm 29.76$  mmHg였으며, 평균 Qp/Qs는  $2.95 \pm 1.8$ 이었다.

6. 수술은 96례에서 결찰출을, 11례에서는 분리 봉합술을 그리고 8례에서는 임공심폐기를 이용하여 경폐동맥폐쇄술을 실시하였다.

7. 수술합병증으로 동맥관재개통 2례, 일시적인 애성 3례, 그리고 호흡부전증후군 1례가 있었으며, 사망은 2례 있었다.

## REFERENCES

1. Gorss, R.E., and Hubbard, J.P.: *Surgical ligation of a patent ductus arteriosus: Report of first successful case.* *JAMA*, 112:729, 1939.
2. Hara, M., Johnson, N.: *An anatomically atypical PDA.* *Ann. Surg.*, 143:136, 1965.
3. Park, S.C., Siewers, R.D., Neches, W.H., et al.: *Left aortic arch with right descending aorta and right ligamentum.*
4. Fay, F.S., and Cooke, P.H.: *Guinea pig ductus arteriosus: II. Irreversible closure after birth.* *Ann. J. Physiol.*, 222:841, 1972.
5. Nadas, A.S., and Filer, D.C.: *Pediatric cardiology*, 3rd ed. WB, Saunders Co., Philadelphia(1972) pp. 405-426.
6. Fay, F.S.: *Guinea pig ductus arteriosus. Cellular and metabolic basis for oxygen sensitivity.* *Am. J. Physiol.*, 221:470, 1972.
7. Heymann, M.A.: *Heart disease in infants, children and adolescents.* 3rd ed. Wilkins, Baltimore(1983) pp.158-171.
8. 홍 창의 : 소아 심질환의 현상과 대책, 대한의학회지, 27: 239, 1984.
9. Clyman, R.I.: *Ontogeny of ductus arteriosus response to prostaglandins and inhibitors of their synthesis,* *Semin. Perinatol.*, 4:115, 1980.
10. Girling, D.I., and Hallidie-Smith, K.A.: *Persistent ductus arteriosus in ill and premature babies.* *Arch Dis Child* 46:177, 1971.
11. Levinsky, S.: *PDA in the textbook of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 4th ed. p.688, Appleton-Century-Crofts/Norwalk, Connecticut, 1983.
12. Siassi, B., Blanco, C., Cabal, L.A., and Coran, A.D.: *Incidence and clinical features of patent ductus arteriosus in low-birth weight infants: A prospective analysis of 150 consecutively born infants.* *Pediatrics*, 57:347, 1976.
13. Gibson, S., and Lewis, K.C.: *Congenital heart disease following maternal rubella during pregnancy.* *Am. J. Dis. Child.* 83:317, 1952.
14. Clagett, O.T., Kirklin, J.V.V., Ellis, F.H., and Cooley, J.C.: *Surgical treatment of patent ductus arteriosus,* *Surg., Clin. North Am.*, 35:965, 1955.
15. 김응중, 안혁, 김용진 외 : 동맥관개존증의 임상적 고찰. 대한흉부외과학회지, 18:165, 1985.
16. Ash, R., Fisher, D.: *Manifestation and result of treatment of PDA in infancy and childhood. An analysis of 138 cases.* *Pediatrics*, 16:695, 1955.
17. Watermann, D.H., Samson, P.C., Bailey, C.P.: *The surgery of PDA. A report of the section on cardiovascular surgery.* *Dis. Chest*, 29:102, 1956.

18. 곽영태, 조준걸, 김범식, 노태훈, 조규석, 박주철, 유세영 : 동맥관개존증의 임상적 고찰. 대한흉부외과학회지, 17 : 593, 1984.
19. Rudolph, A.M., Scarpelli, E.M., Golinksi, R.J., and Gootman, N.: *Hemodynamic basis for clinical manifestations of patent ductus arteriosus*. Am. Heart, J., 68:447, 1964.
20. Ross, R.S., Feder, F.P., and Sprecer, F.C.: *Aneurysm of the previously ligated patent ductus arteriosus*. Circulation, 23:350, 1961.
21. Krovetz, L.J., and Warden, H.E.: *Patent ductus arteriosus: An analysis of 515 surgically proved cases*. Dis. Chest., 42:46, 1962.
22. 방종경, 김구태 : 동맥관개존증의 임상적 고찰. 대한흉부외과학회지, 20 : 309, 1987.
23. 조중구, 박전주, 김공수 : 동맥관개존증의 임상적 고찰. 대한흉부외과학회지, 18 : 574, 1985.
24. Jones, J.C.: *Twenty-five year's experience with the surgery of PDA*. J. Thoracic Cardiovasc. Surg., 50:149, 1965.
25. Adams, P., Adams, F.H., Varco, R.L., Dammann J.F., and Muller W.H.: *Diagnosis and treatment of patent ductus arteriosus in infancy*. Pediatrics, 12:664, 1953.
26. Cleveland, R.J., Nelson, R.J., Emmanouilides, G.C., et al.: *Surgical management of PDA in infancy*. Arch. Surg., 99:516, 1956.
27. Zieger R.F.: *The importance of PDA in infants*. Am. Heart, J., 43:553, 1952.
28. Stark, J.: *Surgery for congenital defects*. Grune & Stratton, London(1983) pp.203-211.
29. Elliot, L.P., Ernst, R.W., Anderson, R.C., et al.: *Silent PDA in association with ventricular septal defect. Clinical, hemodynamic, pathological and surgical observations in forty patients*. Am. J. Cardiol., 10:475, 1962.
30. Clatworthy, H.W., and McDonald, V.G.: *Optimum age for surgical closure of patent ductus arteriosus*. JAMA, 167:444, 1958.
31. Clarke, D.R., Paton, B.C., Way, G.L., et al.: *PDA*. *Ligation and respiratory distress syndrome in premature infant*. Ann. Thorac. Surg., 22:138, 1976.
32. Gittenberger-de-Groot, A.C., Eertbrugge, I., Moulaert, A.J., et al.: *The ductus arteriosus in preterm infant. Histologic and clinical observations*. J. Pediatr., 96:88, 1980.
33. Prostmann, W., Wierny, L., Warnke, H., et al.: *Catheter closure of PDA. 62 cases treated without thoracotomy*. Radiol. clin. North Am., 9:203, 1971.
34. Rashkind, W.J., Cuaso, C.C.: *Transcatheter closure of PDA. Successful use in 3.5 kilogram infant*. Pediatr. Cardiol., 1:3, 1979.
35. Wright, J.S., and Newnan, D.C.: *Ligation of the patent ductus: Technical considerations at different ages*. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 75:695, 1978.
36. Gross, R.E.: *Complete surgical division of patent ductus arteriosus: Report of 14 successful cases*. Surg., Gynecol. Obstet., 78:36, 1944.
37. Jones, J.C.: *Twenty-five years experience with surgery of patent ductus arteriosus*. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 50:149, 1965.
38. Morrow, A.C., and Clark, W.D.: *Closure of the calcified patent ductus: A new operative method utilizing cardiopulmonary bypass*. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 51:534, 1966.
39. Goncalves-Estella A, Perez-Villoria, J., Gonzalez-Reoyo, F., Gimenez-Mendez, J.P., Catro-Cels, A. and Castr-Llorens, M.: *Closure of a complicated ductus arteriosus through the transpulmonary route using hypothermia: Surgical considerations in one case*. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 69:698, 1976.
40. McGoon, D.C.: *Closure of patent ductus arteriosus during open heart surgery*. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 48:456, 1964.
41. 이영 : 개방성 동맥관의 임상적 고찰. 충남의대 잡지, 8 : 153, 1981.
42. 한균인 외 : 개방성 동맥관의 임상적 고찰. 대한흉부외과학회지, 16 : 492, 1983.