

동맥관개존증의 술후 심전도변화에 관한 임상적 연구

이 신 영* · 김 근 호*

— Abstract —

A Clinical Study on Postoperative Changes of Electrocardiographic Findings in Patients with PDA

Shin Yeong Lee, M.D.*, Kun Ho Kim, M.D.*

At the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Hanyang university, from 1976 to 1984, 102 patients operated for isolated patent ductus arteriosus were studied.

The correlation between the degree of left ventricular hypertrophy (LVH) and hemodynamic data, and postoperative changes of electrocardiographic findings were evaluated.

The following results were obtained:

- (1) Of 102 patients with isolated patent ductus arteriosus, 78 patients (76.5%) were found to have LVH by EKG, preoperatively.
- (2) The patients with LVH had higher incidence of respiratory infection (79.4%) compared to patients without LVH.
- (3) Frequent physical findings in the patients with LVH were precordial bulging and P2 accentuation on auscultation. The typical continuous machinery murmur was not different in two group with or without LVH.
- (4) 66.1% of patients with LVH showed more than 56% of cardiothoracic ratio (CTR) on simple chest X-ray. 56.5% of patients without LVH showed less than 50% of CTR.
- (5) In the patients found to have LVH by EKG, the correlation between values of Sv1+Rv6 and Qp/Qs in hemodynamic data was correlation coefficient 0.57 and between CTR and Qp/Qs was correlation coefficient 0.51.
- (6) In patent ductus arteriosus with LVH following surgery, the values of Sv1+Rv6 was changed from preoperative $153.6 \pm 42.78\%$ to $107.7 \pm 19.58\%$ within 3 months and to $80.4 \pm 12.22\%$, which is within normal range of Sv1+Rv6 on EKG, after 6 months.

I. 서 론

동맥관개존증은 태생기에 대동맥과 폐동맥 사이를 연결하고 있었던 동맥관이 출생후에 폐쇄되지 않고 개통하고 있는 선천성 심기형으로서¹⁻²⁾ 출생후에 좌항우단

락의 혈류력학으로 말미암아 심장에 대한 혈류 증가의 부하때문에 심전도상에 좌심실 비대소견이 나타난다는 것은 잘 알려진 사실이다¹²⁾.

그러나 동맥관개존증의 폐쇄수술로서 좌항우단락 혈류를 차단한 이후에 심전도상에 나타나는 좌심실비대소견이 소실하는 시기에 대하여 상세히 추적조사한 원격성적은 아직 없는 것으로 알고 있다.

본 연구에서는 단독 동맥관개존증으로 동맥관 폐쇄수술을 실시한 환자들 중에서 심전도상 좌심실비대소견이

* 한양대학교 의과대학 흉부외과학교실

* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, School of Medicine, Hanyang University
1986년 3월 8일 접수

있었고 술후 원격조사가 충분히 실시된 34명을 대상으로 술후의 심전도변화를 경시적으로 조사함과 동시에 임상소견, 흉부 X-선소견, 좌심실 비대와 혈류력학과의 관계등을 상관시켜서 분석 평가하였다.

II. 관찰대상 및 방법

1. 관찰대상

한양대학교 의과대학 부속병원 흉부외과에서 1976년부터 1984년까지 단독 동맥관개존증으로 동맥관 폐쇄 수술을 실시한 127명 중에서 임상적 기록 및 단순흉부 X-선 사진소견이 확실한 환자 102명을 관찰 대상으로 선정하였다.

102명의 수술당시 연령 및 성별의 분포는 Table 1과 같다.

남자 31명 (30.3%), 여자 71명 (69.7%), 남녀비는 1:2.2로 여자가 많았다. 1세 미만이 5명(4.9%), 1~2세가 32명(31.9%), 3~4세가 9명(8.8%), 5~9세가 45명(44.1%), 10~14세가 5명(4.9%)으로 5~9세가 가장 많았다. 전체의 평균연령은 6.12 ± 3.27세였다.

Table 1. Distribution of sex and age

Age (years)	Male	Female	Total
< 1	2	3	5 (4.9%)
1 - 2	8	24	32(31.9%)
3 - 4	1	8	9 (8.8%)
5 - 9	16	29	45(44.1%)
10 - 14	3	2	5 (4.9%)
15 <	1	5	6 (5.9%)
Total	31(30.3%)	71(69.7%)	102(100%)

Mean of age : 6.12 ± 3.27 M : F = 1 : 2.2

2. 관찰방법

심전도소견상 LVH의 판단은 Sv1 + Rv6를 Andre' Davignon의 연령에 따른 percentile Chart⁴⁾를 기준으로 Sv1 + Rv6의 정상치의 상한선인 95 percentile에 해당하는 Sv1 + Rv6를 100%로 하고 비교치가 100% 이상을 나타낼 때 LVH가 있다고 판단하였다.

동맥관개존증 환자 102명에서 심전도상 LVH소견을

보인 환자는 78에였고, LVH소견이 없는 환자는 24에였으며 이들에게서 임상증상, 이학적 소견, 혈류역학적 소견인 Qp/Qs 및 단순흉부 X-선 사진소견상 CTR을 비교 분석하였다. 그리고 이들 102명 중에서 심전도상 LVH 소견이 있고 술후 심전도의 원격추적이 가능했던 34명을 대상으로 LVH의 정도, 단순흉부 X-선 사진소견과 혈류력학과의 상관관계를 관찰했고 수술후 Sv1 + Rv6의 경시적 변화를 술후 경과에 따라 추적 관찰하였다.

단독 동맥관개존증 102명에 대한 동맥관 폐쇄술의 술법을 종합한 것이 Table 2이다. 동맥관을 절찰로써 폐쇄하는 술법을 이용한 환자가 84명(82.4%)였고, 동맥관을 절단하고 봉합폐쇄하는 술법을 이용한 환자가 13명(12.7%)이었다. 5명(4.9%)의 환자는 술전 검사에서 동맥관이 큰 것으로 판명되었기 때문에 수술의 안전성을 고려하여 심폐기 체외순환하에 경폐동맥 봉합술을 이용하여 무난히 동맥관을 폐쇄시킬 수가 있었다.

Table 2. Operation method of patients (n = 102)

Operation method	No. of patients
Ligation	84(82.4%)
Division and suture	13(12.7%)
Trans-pulmonic suture with ECC*	5(4.9%)
Total	102(100%)

*ECC : Extra-corporeal circulation

III. 관찰 성적

1. 임상증상 및 이학적 소견

LVH가 있었던 PDA환자 78명과 LVH가 없었던 PDA환자 24명에서 나타난 임상증상을 비교관찰한 성적은 Table 3과 같다. 상기도감염 증상은 LVH가 있는 환자군에서 LVH가 없는 환자군에 비하여 2배 이상의 발생비율로 나타났다. 그외 운동시 호흡곤란, 심계항진, 피로감등은 양군에서 비슷한 비율로 나타났다.

LVH가 있었던 환자군과 LVH가 없었던 환자군에서 이학적 소견을 비교 관찰한 성적은 Table 4와 같다. 연속성 기계양 잡음의 청취도는 전자군에서는 91.0%였으나 후자군에서는 100%를 나타냈고, 폐동맥 제 2음의 강도가 상승한 소견의 출현과 심장부흥벽 융기현상의 출현은 후자군에 비하면 전자군에서 약 2배 혹은 2배이

상의 발생빈도를 나타낸 것이 특징적이라고 할 수 있다. 이 결과는 PDA가 크기 때문에 좌항우단락 혈류량이 많았던 것과 LVH로 인한 심장비대가 있었기 때문이라고 사료한다.

2. 혈류역학적 소견

혈류역학적 소견중에서 폐혈류대 전신혈류(Qp/Qs)를 LVH가 있었던 환자군과 LVH가 없었던 환자군을 비교 관찰한 성적은 Table 5와 같다. Qp/Qs의 평균치는 전자군이 2.67 ± 3.12 , 후자군이 1.51 ± 7.20 으로 전자군이 높게 나타났지만 Qp/Qs치를 5단계로 구

Table 3. Comparison of symptoms between patients with LVH and without LVH

Symptoms	No. of patients	
	patients with LVH (n = 78)	patients without LVH (n = 24)
Frequent respiratory infection	61(78.2%)	8(33.3%)
Exertional dyspnea	30(38.5%)	9(37.5%)
Palpitation	12(15.4%)	3(12.5%)
Easy fatigability	3(3.8%)	1(4.2%)
Excessive sweating	3(3.8%)	1(4.2%)

Table 4. Comparison of physical findings between patients with LVH and without LVH

Physical findings	No. of patients	
	Patients with LVH (n = 78)	patients without LVH (n = 24)
Murmurs on left sternal border		
Continuous machinary	71(91.0%)	24(100%)
Pansystolic	7(9.0%)	0
P2 accentuation	25(32.0%)	4(16.7%)
Thrill	48(61.5%)	17(70.8%)
Precordial bulging	34(43.6%)	4(16.7%)
Bounding pulse	58(74.5%)	15(62.5%)

Table 5. Comparison of ratio between pulmonary and systemic blood flow (Qp/Qs) between patients with LVH and without LVH

Qp/Qs	No of patients	
	patients with LVH	patients without LVH
1.00 - 1.50	9(12.7%)	11(50.0%)
1.51 - 2.00	21(29.6%)	7(31.8%)
2.01 - 3.00	27(38.0%)	3(13.6%)
3.01 - 4.00	6(8.5%)	1(4.6%)
4.01 <	8(11.2%)	0
Total	71(100%)	22(100%)

Mean of Qp/Qs with LVH: 2.67 ± 3.12

Mean of Qp/Qs without LVH: 1.51 ± 7.20

분하여 검토한 결과 Qp/Qs 1.0~1.5는 후자군이 전자군보다 발생빈도가 높았고, Qp/Qs 1.5~2.0은 양군이 비슷하게 나타났으나, Qp/Qs 2.01~3.0은 전자군이 후자군보다 약 3배가 되는 발생빈도를 나타냈고, 그 이상 큰 수치에서도 계속 전자군에서 많이 나타났다.

이상 소견은 Qp/Qs의 높은 수치를 나타낼수록 LVH 양성 환자의 발생이 많다는 것을 시사하는 결과임을 알 수 있다.

3. 단순흉부X-선 사진소견

단순 흉부X-선 사진소견을 LVH가 있었던 환자군과 LVH가 없었던 환자군을 비교 관찰한 결과는 Table 6과 같다.

심장흉곽비율(CTR)의 평균치는 전자군은 58±6.25 후자군은 48.7±5.12로 전자군에서 큰 것으로 나타났다. 이 CTR치를 5단계로 구분하여 비교한 바 CTR 50% 이하에서 후자군이 현저하게 많은 대신 CTR 50% 이상부터는 전자군이 월등하게 많은 것으로 나타났다.

이상 성적은 LVH로 인한 심장비대로 발미암아 LVH가 있는 환자군에서 CTR치가 높게 나타난 것임을 알 수 있다.

4. 좌심실비대의 정도

LVH가 있는 PDA환자 34명에서 수술직전에 검사한 심전도상 Sv1+Rv6에 의한 좌심실비대의 정도와 환자분포를 종합한 것이 Table 7이다. Sv1+Rv6치의 평균은 153.57±42.78이었으나 Sv1+Rv6치를 11단계로 구분하고 환자분포를 상관시켰으나 특기할만한 양

상이 없이 환자가 균등히 분포되었다.

5. 좌심실비대의 정도와 Qp/Qs와의 상관관계

LVH가 있는 PDA환자 중에서 수술직전에 심전도검사 심도자 검사성적이 확실한 환자 31명에서 심전도상 좌심실비대를 Sv1+Rv6치로 나타낸 것과 혈류력학성적인 Qp/Qs치와의 상관관계를 그림으로 표시한 것이 Fig. 1이다. 이 그림에서는 Qp/Qs치가 적을수록 Sv1+Rv6치도 적게 나타났고, Qp/Qs 3.0까지에서 Sv1+Rv6치가 140%~149%인 환자 수가 가장 많이 나타났다. 그리고 Qp/Qs치가 높을수록 Sv1+Rv6치가 높아지는 경향을 나타내고 있고 상관계수도 r=0.57

Table 7. Values of Sv1 + Rv6 on E K G in patients of P D A with L V H (n = 34)

Percent	No. of Cases	%
100 - 109	3	8.8
110 - 119	2	5.9
120 - 129	5	14.7
130 - 139	3	8.8
140 - 149	8	23.6
150 - 159	1	2.9
160 - 169	0	0
170 - 179	3	8.8
180 - 189	3	8.8
190 - 199	4	11.8
200 <	2	5.9
Total	34	100

Mean of Sv1 + Rv6: 153.57±42.78

Table 6. Comparison of cardiothoracic ratio (CTR) between patients with LVH and without LVH

CTR (%)	No. of patients	
	patients with LVH	patients without LVH
< 50	5(7.4%)	13(56.5%)
51 - 55	18(26.5%)	6(26.1%)
56 - 60	22(32.4%)	4(17.4%)
61 - 65	16(23.5%)	0
66 <	7(10.2%)	0
Total	68(100%)	23(100%)

Mean of CTR with LVH: 58±6.25

Mean of CTR without LVH: 48.7±5.12

로 통계학적으로 의의가 있는 것으로 나타났다. 따라서 심전도상 Sv1+Rv6 치는 혈류역학적 상태가 반영되고 있음을 알 수 있다.

6. 심장흉곽비와 Qp/Qs와의 상관관계

LVH가 있는 PDA환자 중에서 수술직전에 실시한 단순 흉부 X-선 사진검사와 심도자 검사정적이 확실한 환자 34명에서 CTR치와 Qp/Qs 치와의 상관관계를 그림으로 표시한 것이 Fig. 2이다. 이 그림에서는 Qp/Qs 치가 커짐에도 불구하고 CTR치는 소폭으로 분포하

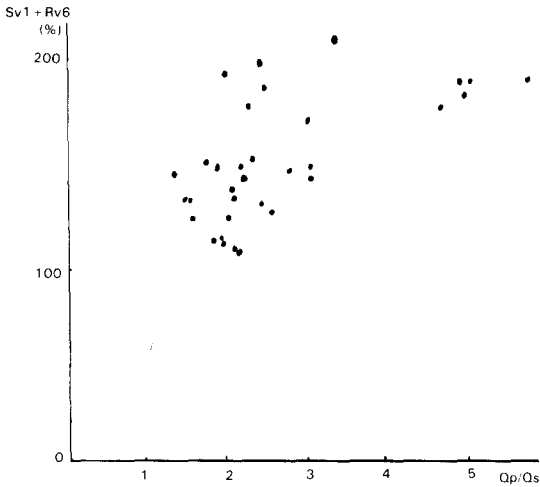


Fig. 1. Correlation between values of Sv1+Rv6 on EKG and Qp/Qs. (n=34)
Correlation coefficient $r: 0.57$, $t = 3.93 > 2.79 = t_{0.01}$

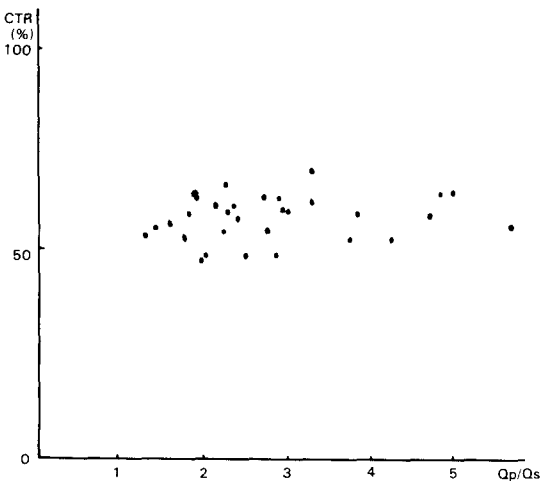


Fig. 2. Correlation between cardiothoracic ratio and Qp/Qs. (n=31) Correlation coefficient $r: 0.51$, $t = 3.12 > 2.78 = t_{0.01}$.

는 결과를 나타내기 때문에 일정한 경향을 나타내는 상관관계가 성립하지 않음을 알 수 있다(상관계수 $r = 0.51$).

7. 수술후 좌심실비대의 변화

수술전에 LVH가 있었던 PDA환자 중에서 술후 12개월까지 외래진찰에서 심전도검사가 실시된 환자 34명을 대상으로 좌향우단락을 수술로써 차단하여 정상 혈류역학으로 교정한 이후의 심전도상 LVH의 변화를 관찰하였다. 그 관찰성적을 종합한 것이 Fig. 3이다. 심전도상 LVH를 Sv1+Rv6 치(%)로 나타낸 그림인데 술전 평균치는 $153.57 \pm 42.78\%$ 였던 것이 술후 1개월에는 평균치 $126.8 \pm 51.29\%$ 로 감소하였고, 술후 3개월에는 평균치 $107.7 \pm 19.58\%$, 술후 6개월에는 평균치 $100.8 \pm 32.35\%$ 로 감소하여 환자의 대다수는 술후 6개월에서 정상치로 회복하였고, 즉 LVH가 소실되었고 소수 환자만이 약간 남아있었으며, 6개월이후 12개월까지에서는 평균치 $80.4 \pm 13.22\%$ 로 모두가 정상치로 회복하였다. PDA에서 발생한 LVH는 술후 6개월에서 대다수의 환자가 LVH가 소실되고 나머지 소수환자는 12개월 이전에 LVH가 소실되어 정상으로 회복한다는 사실을 밝혔다.

IV. 고 안

동맥관개존증은 태생기 있었던 대동맥관 폐동맥사이의 연결인 동맥관이 폐쇄되지 않고 남아 있는 선천성 심기형으로 심실중격 결손증 다음으로 많은 빈도를 차지하고⁵⁻⁶⁾ 그 빈도는 약 8~12%라 하고⁷⁾, 여아에서

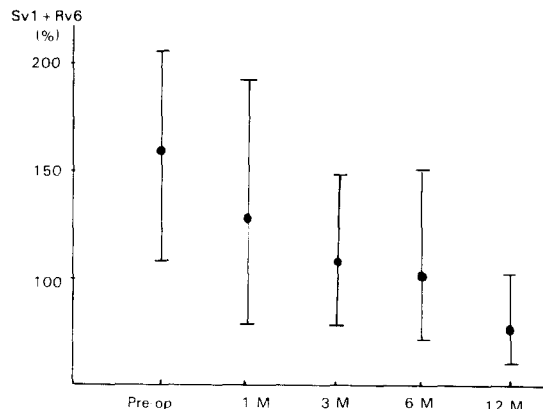


Fig. 3. Change of Sv1+Rv6 on E K G after operation

발생빈도가 높은 것으로 알려져 왔으며^{1,8-10)} 본 관찰에서도 여아가 69.7%로 많았다.

동맥관개존증 환자는 출생한 이후 6개월 사이에 폐동맥의 압력이 점차 감소하게 되고^{1,11)} 성장함에 따라 대동맥과 폐동맥의 압력차가 커지게 되어 전형적인 연속성 기계양 심잡음을 들을 수 있게 되고¹⁻²⁾ 폐로 가는 혈류량이 많게 되어 left heart의 volume overloading을 일으킨다는 것은 잘 알려진 사실이다.

동맥관개존증 환자에서 심전도 소견상의 특징은 단락혈류량이 많고 폐동맥압이 정상인 경우에는 LVH가 나타나고, 심한 폐동맥고혈압이 동반되거나 단락혈류량이 많을수록 우심실비대가 나타나며 그 중간단계에서는 대개 양심실 비대를 보인다고 보고하고 있다¹²⁾.

심전도상 precordial voltage와 밀접한 관계가 있는 것은 left ventricular wall thickness이나 또 다른 요인으로 volume overloading으로 인한 eccentric hypertrophy와 pressure overloading으로 인한 concentric hypertrophy가 있으며¹³⁻¹⁶⁾, pressure overloading으로 chamber volume은 비교적 정상으로 있으나 wall의 thickness를 증가시켜 concentric hypertrophy를 초래하고, volume의 overloading으로 인해 wall의 thickness는 뚜렷이 증가하지 않고 chamber size의 증가로 eccentric hypertrophy가 초래된다고 보고하고 있다. 그러나 chronic volume overloading에 의해서도 left ventricular mass 자체를 증가시킨다¹⁴⁻¹⁶⁾.

심전도상 LVH에 관한 criteria는 여러 사람에게 의해 보고되고^{3,14,17-18)} 있으며 이들의 sensitivity가 autopsy에 근거를 두고 관찰되고 있다¹⁹⁻²⁰⁾. 1969년 Romhilt가 autopsy에 근거를 두고 관찰한 Wolff에 의한 voltage criteria에 따른 LVH 소견, 즉 $Sv1 + Rv6 > 30mm$ ²¹⁾는 Sensitivity가 56%이고 Estes의 point score system²²⁾의 Sensitivity는 54%로 Sensitivity 면에서는 거의 비슷하다고 지적하였다³⁾. 즉 $Sv1 + Rv6$ 하나의 값이 LVH를 결정하는데 매우 중요한 것으로 인정되었으나 이 양자 모두에서 age factor가 빠져 있어 저자는 Andre Davignon의 age에 따른 percentile charts를 기준으로⁴⁾ $Sv1 + Rv6$ 의 정상치의 상한선인 95 percentile에 해당하는 수치를 100%로 하여 비교치가 100% 이상인 환자를 LVH로 판정하였다.

본 관찰에서 심전도상 LVH 소견을 보인 환자에서 임상증상으로는 빈번한 호흡기 감염이 뚜렷이 많고 이학

적 소견상에서는 심전흉부 용기와 제 2 폐동맥음의 항진 빈도가 높았고 수축기 심잡음은 이들에서만 들을 수 있었다. 단순흉부 X-선 사진소견에서 CTR은 LVH가 있는 환자는 56~60%가 32.4%, LVH가 없는 환자에서는 50% 미만인 56.5%를 보였다.

심전도상 LVH소견을 보인 환자에서 좌방우단락의 양(Qp/Qs)이 많은 것으로 보고되고 있으며²⁴⁾ 본 관찰에서도 유사한 결과를 나타냈다. LVH를 보인 환자에서 $Sv1 + Rv6$ 의 비교치와 Qp/Qs의 상관관계에서 상관관계수 $r=0.57$ 이었고, CTR과 Qp/Qs와의 상관관계에서는 상관계수 $r=0.51$ 로 LVH 소견의 $Sv1 + Rv6$ 의 비교치가 100% 이상에서 Qp/Qs와 밀접한 관계를 보여 심전도상 $Sv1 + Rv6$ 의 비교치가 단순흉부 X-선 사진소견상 CTR보다 혈류역학적 상태를 잘 반영한다고 하겠다.

Marcano와 Goldberg는 동맥관개존증에서 수술전 심장혈류역학적 변화에 의한 심전도상의 변화가 나타나기까지는 시간이 걸린다고 보고하고 있으며¹²⁾, 수술후에도 심전도소견이 정상으로 회복되기 까지에는 수개월이 걸린다고 한다²³⁻²⁴⁾. 본 관찰에서도 수술후 좌우단락의 양이 제거됨으로 좌심방과 좌심실의 혈류증가가 감소된 상태에서 심전도상 $Sv1 + Rv6$ 치가 3개월내에 정상수준에 도달하고 6~12개월에는 정상치로 감소하여 심전도상 LVH가 소실됨을 알 수 있었다.

V. 결 론

한양대학교 의과대학 흉부외과에서 1976년부터 1984년까지 단독 동맥관개존증으로 동맥관 폐쇄수술을 받은 환자 127명 중에서 임상기록이 확실한 환자 102명을 대상으로 임상증상, 이학적 소견, 단순흉부 X-선 사진소견, 심전도 검사소견, 심도자 검사성적 등을 LVH의 양성환자군과 LVH의 음성환자군을 비교관찰하였고 또 상호관련시켜 분석 검토하였으며 특히 술후 LVH의 변화를 관찰하였다.

관찰결과는 다음과 같다.

1. 술전 심전도상 LVH 양성환자는 78명(76.5%)였고 LVH 음성환자는 24명(23.5%)이었다.
2. 증상은 상기도감염이 LVH 양성환자군에서 현저하게 많았고 기타증상은 LVH의 유무와는 무관하게 발생하였다.
3. 이학적 소견은 제 2 폐동맥음의 항진과 심장부 흉벽의 음기가 LVH 양성환자군에서 2배이상의 발생을

을 나타냈다.

4. LVH 양성환자군에는 심도자검사의 Qp/Qs치가 높은 환자가 많았다.

5. LVH 양성환자군에는 심장흉곽비의 수치가 높은 환자가 많았다.

6. LVH 양성환자군의 LVH의 정도는 Sv1+Rv6의 평균치가 153.57 ± 42.78 %였다.

7. 심도자검사의 Qp/Qs치가 높아질수록 LVH의 Sv1+Rv6도 증가하는 상관관계를 나타냈다.

8. 심장흉곽비와 Qp/Qs 간에는 상관관계가 없었다.

9. 술후 심전도상 LVH의 변화는 술전 Sv1+Rv6의 평균치 153.57 ± 42.78이 술후 3개월에 107.7 ± 19.58 %로 감소하였고, 술후 6~12개월에는 80.4 ± 13.22 %로 Sv1+Rv6의 정상치로 감소하여 심전도상 LVH가 소실되었음을 나타냈다.

REFERENCES

1. Bauersfeld, S.R., Adkins, P.C. and Kent, E.M.: Patent ductus arteriosus in infancy. *J. Thoracic Surg.*, 33:123-135, 1957.
2. Ziegler, R.F.: The importance of patent ductus arteriosus in infants. *Am. Heart J.*, 43:553-572, 1952.
3. Romhilt, D.W., Bove, K.E., Norris, R.J., Conyers, E., Conradi, S., and Rowlands, D.T.: A critical appraisal of the electrocardiographic criteria for the diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Circulation*, 40:185, 1969.
4. Davignon, A., et al.: Percentile charts: ECG standards for children. *Am. J. Cardiol.*, 1:133-152, 1980.
5. Mitchell, S.C., Korones, S.B. and Berendes, H.W.: Congenital heart disease in 56, 109 births. Incidence and natural history. *Circulation*, 43:323-332, 1971.
6. Laurens, H.B.: Some epidemiological aspects of congenital heart disease in Denmark. *Acta Paediatr. Scand.*, 69:61-624, 1980.
7. Anderson, R.C.: Causative factors underlying congenital heart malformations: I. Patent ductus arteriosus. *Pediatrics*, 14:143-152, 1954.
8. Adams, P.Jr., Adams, F.H., Varco, R.L., Damman, J.F.Jr., and Muller, W.H.: Diagnosis and treatment of patent ductus arteriosus in infancy. *Pediatrics*, 12:664-673, 1980.
9. Keith, J.D., Rowe, R.D. and Vlad, P.: Heart disease in infancy and childhood, 3rd Ed. Mac Millan, 1978, p. 424.
10. Rothman, K.J. and Fyler, D.C.: Sex, birth order, and maternal age characteristics of infants with congenital heart defects. *Am. J. Epidemiology*, 104:527-534, 1976.
11. Emmanouilides, G.C., Moss, A.J., Duffie, E.R. Jr. and Adams, F.H.: Pulmonary arterial pressure changes in human newborn infants from birth to 3 days of age. *J. Pediatr.*, 65:327-33, 1964.
12. Marcano, B. and Goldberg, S.J.: Patent ductus arteriosus: A correlation of electrocardiographic and physiologic information. *Am. J. Dis. Child.*, 117:194-197, 1969.
13. Selzer, A., Naruse, D.Y., York, E., Kahn, K.A. and Matthews, H.B.: Electrographic findings in concentric and eccentric left ventricular hypertrophy. *Am. Heart J.*, 63:320-328, 1962.
14. Baxley, W.A., Dodge, H.T. and Sandler, H.: A quantitative angiocardigraphic study of left ventricular hypertrophy and the electrocardiogram. *Circulation*, 37:509, 1968.
15. Levine, N.E., Rockoff, S.D., and Braunwald, E.: Angiocardigraphic analysis of the thickness of the left ventricular wall and cavity in aortic stenosis and other valvular lesions: Hemodynamics and angiocardigraphic correlations in patients with obstruction to left ventricular outflow. *Circulation*, 28:339, 1963.
16. Grant, C., Greene, D.G., and Bennell, I.L.: Left ventricular enlargement and hypertrophy. *Am. J. Med.*, 39:895, 1965.
17. Rosenfeld, I., Goodrich, C., Kassebaum, G., Winston, A.L., and Reader, G.: The electrocardiographic recognition of left ventricular hypertrophy. *Am. Heart J.* 63:731-742, 1962.
18. Soloff, L.A., and Lawrence, J.W.: The electrocardiographic findings in left ventricular hypertrophy and dilatation. *Circulation*, 26:553-560, 1962.
19. Grief, A.H.: Pitfalls in the electrocardiographic diagnosis of left ventricular hypertrophy: A correlative study of 200 autopsied patients. *Circulation*, 20:30-34, 1959.
20. Allenstein, B.J., and Mori, H.: Evaluation of electrocardiographic diagnosis of ventricular hypertrophy based on autopsy comparison. *Circulation*, 21:401-412, 1960.
21. Wolff, L.: *Electrocardiography*, ed. 3. Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1962.
22. Romhilt, D.W., and Estes, E.H.: Point-score system for the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am. Heart J.* 75:752, 1968.
23. Gentile, R., Stevenson, G., Dooley, T., Franklin, D., Kawabori, I. and Pearlman, A.: Pulsed doppler echocardiographic determination of time of ductal closure in normal newborn infants. *J. Pediatr.*, 98:443-448, 1981.
24. 박인희, 이정희, 설인문, 이홍재 : 소아기 동맥관 개존증의 임상적 고찰 및 수술후 변동에 관한연구. 소아과학회지 28 : 683, 1985.