

활로씨 4 증후군에서의 좌심실 용적에 관한 연구*

이 철 주** · 심 봉 섭***

—Abstract—

Evaluation of Left Ventricular Volume in Tetralogy of Fallot by Biplane Cinecardiography*

C.J. Lee, M.D.,** B.S. Shim, M.D.***

There are several factors influencing post-operative mortality in Tetralogy of Fallot, such as degree of RV outflow tract obstruction, combined anomaly, and age of the patient. Another factor is preoperative left ventricular volume reported by Kirklin and Graham in 1978.

From March to September, 1984, 10 patient with Tetralogy of Fallot have been taken biplane cinecardiography (LAO and RAO projection) for measuring left ventricular volume by area-length method. The mean age of the patients was 8 ± 4.9 (S.D.) and 3 males and 7 females were there.

Mean value of left ventricle was 62.9 ml/m^2 , which was no statistically difference from normal value. (p value=0.08).

In conclusion, though this study suggests that there is some decrease of left ventricular end-diastolic volume in Tetralogy of Fallot preoperatively as compared with normal individuals, further evaluation is needed to make it confirmatory with more number of patients and lesser range of age of the patients submitted to the study.

서 론

활로씨 4 증후군의 수술 성적은 근년에 들어 많이 향상되고 있음을 여러 문헌들을 통하여 알 수 있으며, 국내의 경우로 수술 후 사망률이 현저히 줄어들고 있음을 알 수 있다.

활로씨 4 증후군의 수술 후 성적을 좌우하는 인자들로서 우심실 유출로의 협착정도, 폐동맥의 발육정도 및 기타 동반되는 타 심기형의 유무등 여러가지가 알려져 있으나, 1970년 J.B. Kirklin 등은¹⁰⁾ 활로씨 4 증후군의 수술후 사망원인의 한 가지로 좌심실의 발육 부전이 중요함을 기술한 바 있고, 그 외에도 Nagao¹³⁾, Graham⁷⁾ 등도 좌심실의 발육부전이 활로씨 4 증후군의 수술 성적에 미치는 영향을 같은 견해로 보고한 바 있다.

좌심실의 용적을 생체에서 실측하는 것은 불가능하며, 보조수단을 이용한 간접적 측정 방법들이 이용되고 있다. 즉 심장혈관 조영술을 이용하거나, 초음파 심음향도를 이용, 혹은 방사성 동위원소를 이용하는 방법들이 알려져 있으나, 방법 및 저자에 따른 계산값이 서로 상이하게 보고되어 왔다.

* 이 논문은 저자의 석사학위 논문으로 제출되었음.
** 영남대학교 의과대학 흉부외과학교실
** Department of thoracic and cardiovascular surgery,
Yeung Nam University, College of Medicine
*** 영남대학교 의과대학 내과학교실
*** Department of internal medicine, Yeung Nam
University, College of Medicine

이에 저자들은 임상적으로 활로씨 4증후군이 의심되었던 환자들을 대상으로 심장혈관 조영술에 의한 좌심실의 용적을 산출하였고, 정상치와의 비교를 시도하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1984년 3월 1일부터 1984년 10월 30일까지 연세의료원 흉부외과 및 소아과에 입원중인 선천성 청색증 심장병 환자중 활로씨 4증후군으로 진단되어 심도자술을 시행했던 10예를 대상으로 좌심실 조영술을 좌사위와 우사위에서 각각 촬영하였다.

환자의 연령분포는 최저 3세에서 최고 15세 사이였고 평균 연령은 8 ± 4.9 (표준편차)세 였다(표1참고).

표 1. 환자의 연령, 성별, 체중면적 및 심기형의 분포

환자번호	연령	성별	체표면적(m ²)	동반기형
1	14	여	1.34	없음
2	12	여	1.09	PFO
3	13	여	1.30	없음
4	6	여	0.62	PFO*
5	4	남	0.64	없음
6	3	여	0.70	PFO
7	15	여	1.30	PFO
8	6	남	0.60	PFO
9	4	남	0.57	없음
10	3	여	0.55	PFO
평균	8 ± 4.9		0.87 ± 0.34	

주) PFO: Patent Foramen Ovale

* : 3세때 Blalock-Taussig shunt 수술을 받았음

성별 분포는 남아가 3예, 여아가 7예로서 약 2배 많았다. 동반된 심기형은 개방성 난원공이 6예에서 있었으며, 증례 4의 경우는 입원 3년전에 Blalock-Taussig 수술을 받았던 경력이 있었다. 그외의 다른 심기형은 동반되지 않았으며, 환자군중 증례 6, 7을 제외하고는 연구기간 중에 완전교정술을 시행하였으며, 술후의 합병증이 잘 치유되었다.

2. 연구방법

활로씨 4증후군으로 확인된 환자에게 심장혈관 조영

술을 시행하는 과정에서 좌심실 조영술을 행했으며, 촬영기는 SIEMENS사의 CARDIOSCOPY 435897465146 일측 촬영기를 사용하였다. 좌심도자술 혹은 우심도자술을 시행한 후 TELEBRIX-38 혈관 조영제를 체중 1kg당 1ml로 좌심실이나 우심실에 주입한 후, 좌사위와 우사위에서 각각 좌심실의 영상을 연속촬영하였다.

좌심실의 용적은 이완기 말기 즉, 좌심실이 최대로 확장되었을 때의 영상을 포착하여 측정하였으며, 측정시 X선의 확대효과에 의한 측정치와 실제치와의 오차를 교정하기 위해 촬영시 환자와 X선 튜브와의 거리, 환자와 필름간의 거리를 각각 측정하였고, 또한 사방 10cm의 기하학적 살창(Geometric Grid)을 X선에 투과되지 않는 물질로 만들어 환자와 같은 위치에 놓고 촬영을 하였다(그림 1).

측정치와 실제치와의 교정은 그림 2와 같은 방법을 이용하거나, 기하학적 살창의 확대 정도를 측정하여 시행하였다.

위와 같이 하여 방사선에 의한 확대효과를 관정한 후 좌심실의 용적을 아래와 같은 방식으로 계산하였다¹⁷⁾. 즉,

$$V = \frac{\pi}{6} \times L_{\max} \times \frac{4A_{RAO}}{\pi \cdot L_{RAO}} \times \frac{4A_{LAO}}{\pi \cdot L_{LAO}}$$

V : volume

π : 상수

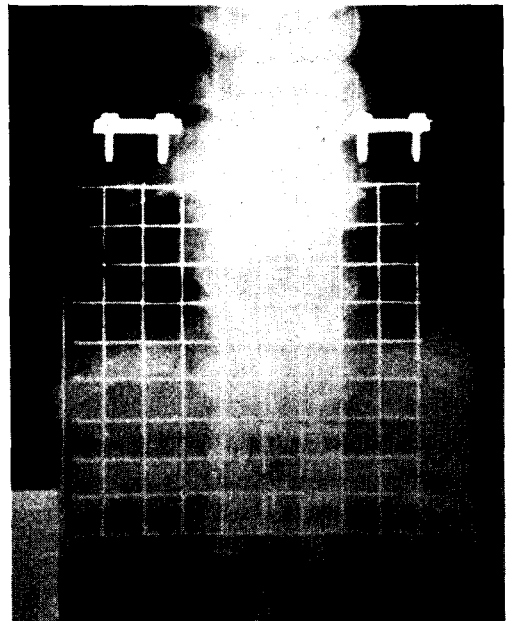
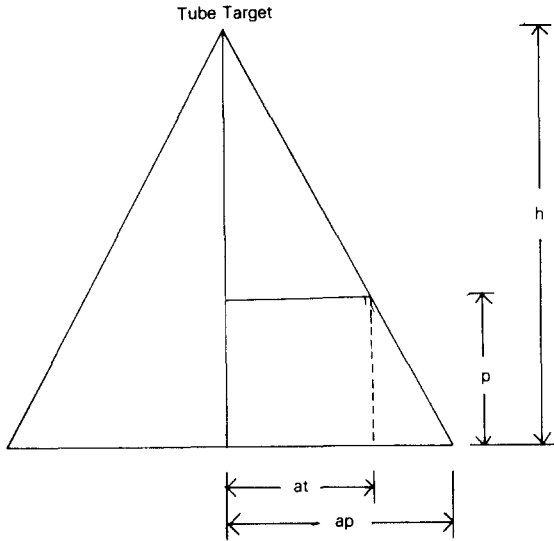


그림 1. 기하학적 살창의 촬영모습



$$at = \frac{(h-p)}{h} \times ap$$

at ; true value (geometric grid)
 ap; projected value (film)
 h ; tube to film length
 p ; grid to film length
 CF = ap/at
 CF ; correction factor

그림 2. 거리 측정에 의한 교정방법

L_{max} : 좌사위, 우사위를 통한 최대장축의 길이
 A_{RAO} , A_{LAO} : 우사위, 좌사위에서의 좌심실 영상 상의 면적
 L_{RAO} , L_{LAO} : 우사위, 좌사위에서의 최장 종축의 길이

좌심실 영상의 면적은 planimetry 를 사용하여 측정하였으며, 이상과 같은 방법으로 산출한 이완기말의 용적을 체표면적 $1 m^2$ 당으로 표준화하여 정상치와 t-test 에 의한 검정을 하였다.

결 과

좌심실 조영술을 각각 좌사위와 우사위에서 촬영한 후, 전술한 방법으로 좌심실의 용적을 계산하였던 바, 다음과 같은 결과를 얻었다(표 2).

앞서 언급한 좌심실의 용적의 생체에서의 실측이 불가능하므로 X선을 이용한 좌심실 조영술에 의해 좌심실의 용적을 계산하게 되었는데, 그 정상치가 저자에 따라 서로 조금씩 차이를 보인다. 대개 $70 ml/m^2$ 에서 $95 ml /$

m^2 에 이르고 있는데, 1978년 Joshua Wynne 등이 17세의 관상동맥 질환자를 대상으로 양측 좌심실 조영술을 시행하여 얻은 결과를 평균 $72 \pm 15 ml/m^2$ 로 발표하였는데, 최근의 여러 저자들이 이 값을 대부분 표준으로 삼고 있어 저자로 Wynne 등의¹⁷⁾ 값을 정상치로 삼았다(표 3 참고).

저자의 연구 결과를 Wynne 등의¹⁷⁾ 정상 좌심실 용적과 비교하였더니 표 4와 같은 결과를 보였고, t-test를 시행했던바 t 값은 1.37, 자유도는 25, p-value는 0.08

표 2. 환자의 좌심실 용적

환자 번호	체표면적 (m^2)	좌심실용적 (ml)	좌심실용적 (ml/m^2)
1	1.34	124.0	92.6
2	1.09	89.0	68.5
3	1.30	55.8	42.9
4	0.62	25.3	40.5
5	0.64	30.6	47.8
6	0.70	41.8	59.7
7	1.30	126.0	96.9
8	0.60	32.0	53.7
9	0.57	34.6	60.7
10	0.55	36.2	65.8

평균±표준편차 0.87 ± 0.34 59.5 ± 39.0 62.9 ± 19.2

표 3. 저자에 따른 좌심실의 정상용적

저자	정상치(ml/m^2)	측정 방법
Kennedy, 1966	70 ± 20	Biplane
Hammermeister, 1974	78 ± 15	Single Plane
Wynne, 1978	72 ± 15	Biplane

표 4. 환자군과 정상인의 좌심실 용적의 비교

환자 번호	좌심실용적(ml/m^2)	% of Normal
1	92.6	128.6
2	68.5	95.1
3	42.9	59.6
4	40.5	56.2
5	47.8	66.4
6	59.7	82.9
7	96.9	134.6
8	53.7	74.6
9	60.7	84.3
10	65.8	91.4

평균±표준편차 62.9 ± 19.2 87.4 ± 26.6

로서 대상군과 정상치와의 사이에 통계학적으로 유의한 차이는 없었으나, 환자 각각을 보면 최저 정상치의 56%에서 최고 134.6%까지로, 대체로(증례 1, 7을 제외) 좌심실의 용적이 정상치보다 작았음을 알 수 있었다.

고 안

선천성 심장병의 약 10%를 점하고 있는 활로씨 4증후군은 1888년 Fallot가 폐동맥 협착증, 대동맥의 우측기시, 심실중격 결손증, 그리고 우심실 비후의 네가지로 특성지우기 전 1671년 Stenson, 1777년 Sandifort 등이 이미 기술한 바 있는 잘 알려진 선천성 청색증 심장병이다¹⁾.

활로씨 4증후군의 치료 방침을 정할 때 완전 교정을 일차적으로 하느냐? 혹은 일시적 수술을 하느냐?는 많은 사람들에 의해 논란의 대상이 되어 왔다.

Ching 등³⁾, Kirklín과 Karp¹⁰⁾, Hallman 및 Cooley¹⁾ 등은 각기 다른 논문에서 Blalock씨 수술이나 Potts씨 수술법에 의한 일시적 수술의 사망률을 17% 내외로 발표하였고, 1973년 Starr 등¹⁶⁾은 일시적 수술의 사망률을 31%까지 보고한 바 있다. 이상과 같은 높은 사망률 때문에 어린 연령에서도 일차적인 완전 교정술을 시도하게 되었고, 그 수술 성적은 점차 향상되고 있는 추세이다.

활로씨 4증후군의 일차적 완전 교정의 성공률에 악영향을 미치는 인자들을 보면, Kirklín 등은¹¹⁾ 과거 수술했던 1,103예를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 보고하였다.

첫째, 폐동맥의 크기가 작을 수록 수술후 사망률은 높았으며, 특히 우심실 유출로가 완전히 폐쇄되어 있거나, 폐동맥의 어느 한 쪽이 없었던 경우는 그 사망률이 훨씬 높았다.

둘째, 동반된 심기형이 많을 수록 수술후 사망률이 높았다.

셋째, 완전 교정술 전에 일시적인 수술을 시행했던 환자들에서 완전 교정후의 사망률이 높았다.

넷째, 수술시의 환자 연령이 어릴 수록 수술 사망률이 높았다.

또한, 1970년 Kirklín 등은¹⁰⁾ 이미 좌심실의 발육부전이 수술 후 사망률에 미치는 영향에 대해 언급하였으며, 1977년 Graham 등은⁷⁾ 정상 좌심실 용적의 45%가 되는 좌심실 용적을 가진 활로씨 4증후군 환자를 수술한 후, 그 사망 원인을 찾아보니, 좌심실 발육부전에

의한 저 심박출증이 주된 원인이었다고 보고하였다. 그는 또한 좌심실의 용적이 정상의 몇 %를 차지하느냐에 따라 완전 교정술의 근거를 찾았는데, 정상의 55% 이하인 경우는 일시적 수술이, 정상의 65% 이상인 경우는 일차적 완전교정술의 적응이 된다고 하였으나, 이에 대한 다른 문헌의 뒷받침이 없어 정설로 받아들이기에는 문제점이 있다. 반면에 1980년 Borrow 등도¹⁴⁾ 수술전 좌심실의 용적이 비록 작더라도 수술 후의 잔존 좌우단락이 경미하거나 없으면 원격 성적은 양호하다고 보고했다.

여기서 또 한가지의 문제점은 좌심실의 용적계산을 어떤 방법으로 하느냐에 있다. 좌심실의 용적을 생체에서 실측하는 것은 불가능하므로 여러 보조 수단을 사용하고 있다. 즉 초음파 심음향도, 방사성 동위원소를 이용한 계산, 혈관 조영제를 이용한 심장혈관 조영술등의^{2,4,8)} 방법이 동원되고 있으나, 좌심실이 균일한 원추형이나 타원형이 아니므로 각기 방법중 어느 것도 정확하다고 할 수 없다. 그러나 Wynne 등은¹⁷⁾ 심장 질환이 없었던 11예의 부검심장에 양압을 주지 않고 석고를 주입한 후 산출한 좌심실의 용적, 우사위와 좌사위를 이용한 양측 좌심실 조영술에 의한 좌심실의 용적을 비교하였던 상관관계수 0.99의 높은 상관 관계를 보였음을 보고하였고, 아울러 그의 방법에 의한 수치와 Kennedy 등⁹⁾ Hammermeister 에¹⁷⁾ 의한 수치들을 비교하였더니 전후위와 측위를 이용한 방법보다는 약간 많게 나왔고, 우사위만을 이용한 방법보다는 적게 나왔다고 보고하고 있다. Hammermeister 는¹⁷⁾ 우사위 일측 촬영에 의해 계산한 결과 좌심실의 정상 용적을 $78 \pm 15 \text{ ml/m}^2$ 로 보고하였으며, Wynne 는 $72 \pm 15 \text{ ml/m}^2$ 로 보고하고 있다.

저자의 결과를 타 저자의 정상치와 비교하여 보면, 증례 1과 7을 제외하고는 전부 정상치보다 적게 나타났는데 이다 활로씨 4증후군에서 좌심실의 용적이 확실히 정상치보다는 적음을 알 수 있었으나, 전체 평균과 정상치 사이에 통계학적으로 유의한 차이는 발견할 수 없었다. ($P = 0.08$).

좌심실의 용적을 서로 비교하는 것에도 또다른 문제점이 있다. 즉 좌심실의 출생후 발육이 연령에 따라 비례적으로 이루어지는 않으므로 체표면적으로 환산한 평균치를 서로 비교하는 것 역시 문제점일 수 밖에 없다. 그러나 현재 비교할 수 있는 값이 이것밖에 밝혀지지 않았으므로, 부족하나마 체표면적으로 환산한 값을 쓸 수 밖에 없다고 하겠다.

앞으로 좌심실 용적을 정확히 계산하는 방법이 개발되

고, 각 연령군에서의 정상 용적이 산출된다면, 이 분야에서 많은 발전을 기대할 수 있으리라 생각한다.

좌심실의 용적을 수술전에 정확히 평가하는 것이 수술의 적응 및 수술 예후의 판단에 큰 지표가 될 수 있으며, 향후 이의 발전이 기대된다.

결 론

저자는 활로세 4증후군으로 확진된 10예의 환자에서 좌심실 조영술을 좌사위와 우사위에 각각 촬영한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 환자의 연령은 3세에서 15세 사이로 평균 연령은 8 ± 4.9 (표준편차)세였다.
2. 환자중 남아가 3명, 여아가 7명으로 여아가 약 2배 많았다.
3. 평균 체표면적은 0.87 m^2 였고 범위는 0.55 m^2 에서 1.34 m^2 였다.
4. 좌심실의 용적은 25.3 ml에서 126 ml 사이였고 평균은 $59.5 \pm 39.0 \text{ ml}$ (표준편차)였다.
5. 체표면적당으로 환산한 용적은 $62.9 \pm 19.2 \text{ ml/m}^2$ 에서 96.9 ml/m^2 였다.
6. 환자군의 좌심실 용적의 정상치에 대한 백분율은 56.2%에서 134.6%였고, 평균은 $87.4\% \pm 26.6\%$ (표준편차)였다.
7. 환자군의 좌심실 용적의 평균치와 정상치 사이에 t 값은 1.37, 자유도는 25, P Value는 0.08로서 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

REFERENCES

1. Adams FH, Emmanouilides GC: *Heart disease in infants, children, and adolescents, 3rd ed., Williams & Wilkins, Baltimore/London, 1983, p215.*
2. Als AV, Paulin S, Aroesty JM: *Biplane angiographic volumetry using the right anterior oblique and half axis left anterior oblique technique, Works in progress. 126:511, 1978.*
3. Ching E, Dushane JW, McGoon DC: *Total correction of cardiac anomalies in Infants using extracorporeal circulation. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 62:117, 1971.*
4. Dodge HT, Sandler H, Ballew DW, Lord JD: *The use of biplane angiography for the measurement of left*

ventricular volume in man. Am. Heart J. 60:762, 1960.

5. Falsetti HL, Mates RE, Green DG, Bunnell IL: *Vmax as an Index of contractile state in man. Circulation 43:467, 1971.*
6. Graham TP Jr., Jarmakani JM, Morrow MN: *Left ventricular volume estimations in infancy and childhood: Reevaluation of methodology and normal values. Circulation 45:895, 1971.*
7. Graham TP Jr., Faulker S, Bender H: *Hypoplasia of the left ventricle: Rare cause of postoperative mortality in Tetralogy of Fallot. Am. J. Cardiol. 40:454, 1977.*
8. Hallman GL, Cooley DA: *Cardiovascular surgery in newborn infants. Ann. Surg. 173:1007, 1971.*
9. Kennedy JW, Trentholme SE, Kasser IS: *Left ventricular volume and mass from single plane cineangiography. Am. Heart J. 80:343, 1970.*
10. Kirklin JW, Karp RB: *The Tetralogy of Fallot from a surgical viewpoint. W.B. Saunders, Philadelphia, 1970.*
11. Kirklin JW, Blackstone EH, Kirklin JK, Pacifico AD, Aradendi J, Barger LM: *Surgical results and protocols in the spectrum of Tetralogy of Fallot. Ann. Surg. 198:251, 1983.*
12. Miller GAH, Swan HJC: *Effect of chronic pressure and volume overload on left heart volumes in subjects with congenital heart disease. Circulation 30:205, 1964.*
13. Nagao GI, Daoud GI, McAdams AJ: *Cardiovascular anomalies associated with Tetralogy of Fallot. Am. J. Cardiol. 20:206, 1967.*
14. Rackley CE, Weissler AM: *Review of contemporary laboratory method, 1st ed., American Heart Association, Inc., 1980, p31.*
15. Sandler H, Doge HT: *The use of single plane angiocardigrams for the calculation of left ventricular volume in man. Am. Heart J. 75:325, 1968.*
16. Starr A, Boncheck LI, Sunderland CO: *Total correction of Tetralogy of Fallot in infancy. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 65:45, 1973.*
17. Wynne J, Green LH, Mann J, Levin D, Grossman W: *Estimation of left ventricular volumes in man from biplane cineangiogram filmed in oblique projections. Am. J. Cardiol. 41:726, 1978.*