

선천성 대동맥 협착증의 술전 및 술후 단기간의 수축말기 좌심실 내벽 스트레스의 변화

김 시 호* · 박 영 환* · 홍 유 선* · 김 도 균* · 조 범 구*

=Abstract=

Alterations in Left Ventricular End-systolic Wall Stress During Short-term Follow-up After Correction of Isolated Congenital Aortic Stenosis

Si Ho Kim, M.D.*, Young Hwan Park, M.D.*, Yoo Sun Hong, M.D.*,
Do Kyun Kim, M.D.*, Bum Koo Cho, M.D.*

Background: Congenital aortic stenosis in Children is characterized by "excessive" left ventricular hypertrophy with reduced left ventricular systolic wall stress that allows for supernormal ejection performance. We hypothesized that left ventricular wall stress was decreased immediately after surgical correction of pure congenital aortic stenosis. Also, measuring postoperative left ventricular wall stress was a useful noninvasive measurement that allowed direct assessment for oxygen consumption of myocardium than measuring the peak systolic pressure gradient between ascending aorta and left ventricle for the assessment of surgical results. **Material and Method:** Between September 1992 and August 1999, 8 patients with isolated congenital aortic stenosis who underwent surgical correction at Yonsei cardiovascular center were evaluated. There were 6 male and 2 female patients ranging in age from 2 to 11 years(mean age, 10 years). Combined Hemodynamic-Ultrasonic method was used for studying left ventricular wall stress. We compared the wall stress, peak systolic pressure gradient and ejection fraction preoperatively and postoperatively. **Result:** After surgical correction, peak aortic gradient fell from 58.4 ± 17.6 to 23.7 ± 17.7 mmHg($p=0.018$) and left ventricular ejection fraction decreased but it is not statistically significant. In the consideration of some factors that influence left ventricular end-systolic wall stress, excluding one patient who underwent reoperation for restenosis of left ventricular outflow tract, left ventricular end-systolic pressure and left ventricular end-systolic dimension were fell from 170.6 ± 24.3 to 143.7 ± 27.1 mmHg and from 1.78 ± 0.4 to 1.76 ± 0.4 cm respectively and left ventricular posterior wall thickness was increased from 1.10 ± 0.2 to 1.27 ± 0.3 cm but it was not statistically significant whereas left ventricular end-systolic wall stress fell from 79.2 ± 24.9 to 57.1 ± 27.6 kdynes/cm²($p=0.018$) in 7 patients. For one patient who underwent reoperation, peak aortic gradient fell from 83.0 to 59.7 mmHg whereas left ventricular

*연세대학교 심장혈관센터 심장혈관외과

Division of Cardiovascular Surgery, Yonsei Cardiovascular Center, Yonsei University College of Medicine

†본 논문은 1999년도 제31차 대한흉부외과 추계학술대회에서 구연되었음

논문접수일 : 2000년 5월 29일 심사통과일 : 2000년 9월 3일

책임저자 : 김시호(120-140) 서울시 서대문구 신촌동 134, 신촌세브란스의료원 심장혈관센터 심장혈관외과. (Tel) 02-361-7280,
(Fax) 02-313-2992

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

end-systolic wall stress increased from 67.2 to 97.0 kdynes/cm². The QT intervals did not change significantly. **Conclusion:** We believe that probably some factors that are related to left ventricular geometry influenced the decreased left ventricular wall stress immediately after surgical correction of isolated congenital aortic stenosis. Left ventricular wall stress is a noninvasive measurement and can allow for more direct assessment than measuring peak aortic gradient particularly in consideration of the stress and oxygen consumption of the myocardium therefor, we can conclude it is a useful measurement for postoperative assessment of congenital aortic stenosis.

(Korean Thorac Cardiovasc Surg 2000;33:777-84)

서 론

선천성 대동맥 협착증은 선천성 심장질환중 3~10%에 해당하는 심질환으로서¹⁾ 협착부위에 따라 판막상부협착, 판막협착, 판막하부협착 및 두 가지 이상이 공존하는 경우로 분류할 수 있다. 이중 대동맥 판막하 협착증은 다른 선천성 심기형을 동반하는 경우가 많으며(10~50%)²⁾, 병변자체가 진행성이고 재발하는 경우가 많다.

대동맥 협착증을 가진 환자는 성인이나 소아나 할 것 없이 오랜 동안의 압력부하로 인해 심한 좌심실의 동심 비대를 특징적으로 보인다³⁾. 그러나 소아에서의 선천적 대동맥 협착증은 비정상적으로 감소되어있는 좌심실 수축말기 내벽 스트레스(Left Ventricular End-systolic Wall Stress; LVEWS)로 인해 정상인 혹은 후천적 대동맥협착증보다 높은 심구출율을 보이는⁴⁾특징적인 좌심실의 3차원적 구조(Geometry)를 가지고 있는 질환이다. 따라서 술후 대동맥협착증을 교정해 주면 장기적으로는 좌심실 재구축(Remodeling)에 의해 좌심실 수축말기 내벽 스트레스가 오히려 증가하며 심구출율이 정상에 기깝게 감소한다고 여러 문헌등에서 보고되고 있다^{3,4,7,12)}.

본 연구에서는 좌심실의 내벽스트레스에 영향을 줄 수 있는 다른 기형을 동반하지 않은 순수 선천성 대동맥 협착증(Isolated or pure congenital Aortic stenosis) 환자에 있어서 1) 술후 장기적인 좌심실 재구축 이 일어나기 전 비교적 단기 간동안의 좌심실 수축말기 내벽 스트레스의 감소를 관찰하고자 하였고, 2) 좌심실 내벽 스트레스는 통상적인 심도자찰 영술을 이용해서 얻어지는 원주의 좌심실 내벽 스트레스가 아닌, 혈액학적-초음파활영술을 이용하여 보다 더 비침습적이면서도 원주(circumferential) 좌심실 내벽스트레스에 못지 않게 정확하고 유용한 종적(meridional) 좌심실 내벽 스트레스⁵⁾를 적용하여, 후자가 본 연구에서도 의미있는 평가방법이 될 수 있는 지를 알고자 하였고, 따라서, 좌심실 기능평가에

더 직접적이고, 심근의 산소요구량을 밀접하게 반영하는 지수인 좌심실 수축말기 내벽 스트레스가, 수술직후의 평가에 있어서, 통상적인 평가방법인 상행대동맥과 좌심실과의 수축기 혈압경사치(이하 혈압경 사치)와 함께 유용한 측정방법이 될 수 있는지를 확인하고자 하였다. 3) 아울러 좌심실 비후를 동반하는 대동맥 협착증 환자의 급사의 원인징후로 의심되고있는 심전도상의 QT 간격이⁶⁾ 술후 안정시에도 감소되어 있는지도 관찰하였다.

대상 및 방법

1. 대상

연세의료원 심장혈관센터에서는 92년 9월부터 99년 8월까지 22명(남자: 12, 여자: 10)의 선천성 대동맥 협착을 동반한 환아를 수술 시행했다. 나이는 1개월부터 17세까지 평균 5.9세의 분포를 보였으며 남녀 성비 12:10 이었다. 이 중 순수 선천성 대동맥 협착증 환자는 12명이었으며 이 중 심초음파로 종적 좌심실 수축말기 내벽 스트레스 측정이 가능했던 8명의 환자를 연구대상으로 하였으며 유형별 분포는 대동맥 판상부 협착이 4명(50.0%), 대동맥판막협착이 1명(12.5%), 대동맥판막하부 협착이 3명(37.5%) 이었다. 2명의 환자는 Williams 증후군으로 진단되었다(Table 1).

연구의 대상이 된 환자들은 다음과 같은 조건을 만족하는 환자들을 대상으로 하였다.

- 1) 술전 심도자검사나 심초음파 검사상 의미있는 대동맥폐쇄 부전이 없고,
- 2) 좌심실면적과 두께가 정확히 측정될수 있어야 하며,
- 3) 검사당시에 환자는 심장에 영향을 주는 약을 사용하지 않아야 하고
- 4) 술후 추적 심초음파 기간이 1년 이내여야 한다.

8명의 전 환자는 본원에서 술전에 심도자검사와 심초음파 검사를 시행하여 좌심실 수축말기 내벽 스트레스를 측정,

Table 1. Profile of Study Population

Patient	Age	Sex	Operation date (yy.m)	Follow-up duration(day)	Type	Re-operation	Williams' syndrom
1	5yr7m	M	99.4	7	supravalvular		
2	23yr	F	95.10	5	supravalvular		O
3	1yr11m	M	95.6	3	supravalvular		
4	3yr	M	95.5	5	valvular		
5	7yr2m	M	97.4	14	subvalvular		
6	26yr	M	99.8	6	supravalvular		O
7	11yr10m	M	99.9	4	subvalvular		
8	5yr7m	F	93.6	1551	subvalvular	O	
Mean	10yr			196.4			

비교하였고, 모든 환자에서 술후 심초음파 검사로 추적검사를 시행했다. 이 8명의 환자중 1명은 술후 4년 3개월후 심초음파 검사상 잔존하는 대동맥협착증으로 인해 재수술을 요하였고, 이 환자를 제외한 술후 평균 추적 검사기간은 6.29±3.64일 이었다.

또한 심장 재분극(Cardiac Repolarization)의 변화여부를 심전도의 교정된QT 간격(QTc; QT Corrected) 을 측정하여 비교하여 보았으며, 술전이나 술후 우각차단이나 좌각차단이 동반된 환자는 이에 제외하였다.

모든 환자는 술전 심도자 및 심초음파 검사와 수술 그리고 술후 심도자 및 심초음파 검사를 시행하였다. 검사시 울혈성 심부전이나 저심박출 소견을 보인 환자는 없었다.

2 방법

순수 선천성 대동맥협착증을 가진 모든 환자는 대퇴동맥을 통한 술전 심도자 검사와 동시에 심초음파 검사를 시행하였고, 술후 추적검사는 모두 심초음파 검사를 이용했다.

동기 좌심실 압력, 고주파 심음계 그리고 M 모드 초음파를 심전도와 함께 측정하였다.

심초음파 검사시 좌심실의 초음파 영상은 승모판막의 전엽의 끝의 유두근 직상방에서 얻었고, 좌심실 벽 운동이상이나 심도자상 관상동맥 질환이 있는 환자는 대상에서 제외하였다. 좌심실 말기 확장기 내경과 내벽의 두께는 심전도상의 Q wave 시작시에, 그리고 수축말기 내경과 심실내벽두께는 대동맥 제 2심음의 첫 고주파요소(High frequency component) 시에 측정하였다. 좌심실 압력은 수동식 혈압계로 측정된 값을 압력차를 반영해 구했고, 이 값은 수축 말기 좌심실 압력과 같다고 간주하였다⁹.

좌심실 종적 내벽 스트레스는 다음의 심도자술적 validated

formula를 이용하여 구하였다.

$$\text{Meriodional Wall Stress} = \frac{Px Dx \times 1.35}{hx(1 + \frac{h}{D}) \times \pi}$$

P = LV pressure(mmHg), D = LV dimension(cm), h = LV wall Thickness(cm)

1.35 = factor used to convert mmHg to g/cm²

교정된 QT 간격은 아래의 Bazett's formula에 따랐고,

$$QTc = QT / \sqrt{R-R}$$

QT ; QT interval measured from the initial downward deflection of the QRS complex to the end of T wave

R-R ; Interval bewteen R waves

3 수술

수술은 모든 환자가 본원에서 시행받았으며, 한 명의 술자에 의해서 행해졌다. 술중에 특별한 합병증은 없었으며, 술후 심전도상이나 혈액검사상 심근손상의 증거는 없었다. 모든 환자는 술중에 냉혈심정지액을 사용했고, 수술내용은 Table 2(술후 재수술한 것도 같이 표시)과 같다.

결 과

대동맥협착증을 동반한 심질환자중 수술 받은 22명의 환자에 있어서 혈압경사치는 술전(52.4±16.4 mmHg)에 비해서 술후(25.7±14.9mmHg) 유의하게 감소했으며(p<0.001), 심 구출율은 술전(78.83±5.96 %)과 술후(75.92±6.69 %)에 차이는 없었다(p=0.15). 이 중 3명(13.6%)는 술후 잔존하는 대동맥협착증으로 재수술 및 풍선혈관성형술에 의한 재시술을 요하였다. 수술사망은 없었다.

Table 2. Operative procedures

Patient	Type	Procedures
1	supravalvular	Patch enlargement*
2	supravalvular	Patch enlargement, Excision of fibrous ridge
3	supravalvular	Patch enlargement
4	valvular	Commissurotomy, Valvuloplasty
5	subvalvular	Resection of subaortic memb., Closure of PFO**
6	supravalvular	Patch enlargement
7	subvalvular	Resection of subaortic memb. & septum
8***	subvalvular	Resection of subaortic memb
Mean		

*, Patchenlargement of Ascending Aorta; **, Patent Foramen Ovale; ***, 술후 재수술을 요했던 환자

본 연구의 대상인 순수 선천성 대동맥 협착증환자 8명에 있어서 술전과 술후의 심 구출율, 혈압경사치 및 교정된 QT 간격은 Table 3 과 같다.

심 구출율은 술전과 술후에 의미있는 변화는 없었으며, 우리가 술후 추적검사에 흔히 사용하는 혈압경사치는 술전 58.4 ± 17.6 mmHg에서 술후 23.7 ± 17.7 mmHg 로 유의하게 감소한 것을 볼 수 있다. 나중에 재수술을 요했던 1명의 환자에서도 혈압경사치는 술전 83 mmHg에서 술후 15 mmHg로 감소하였다. 재수술을 시행 하기전의 혈압경사치는 59.7 mmHg로 역시 첫 수술 전보다는 감소되어있는 상태였다.

술후 안정시의 교정된 QT 간격은 술전과 비교했을때 의미있는 감소는 확인 할 수 없었다.

8명의 환자의 술전과 술후의 좌심실 수축말기 내벽스트레스의 변화와 내벽 스트레스를 규정하는 요인들의 변화를 재수술을 요하지 않은 7명의 환자와 재수술을 요했던 1명을 구분해서 비교하여 Table 4에 나타내었다.

재수술을 시행하지 않은 환자 7명에서, 좌심실 수축기 혈압은 술전(170.6 ± 24.3 mmHg)에 비해서 술후(143.7 ± 27.1 mmHg)로 감소는 했으나 통계학적 유의성은 없었으며($p=0.07$), 좌심실수축말기 내경은 술전(1.78 ± 0.4 cm)에 비해서 술후(1.76 ± 0.4 cm) 감소는 했으나 통계학적 유의성은 없었으며($p=0.3$), 좌심실수축말기의 후벽의 두께는 술전(1.1 ± 0.2 cm)에 비해서 술후(1.27 ± 0.3 cm)에 증가되었으나 통계학적 유의성은 없었다($p=0.06$). 그러나 좌심실 수축말기 내벽 스트레스는 술전(79.2 ± 24.9 kdynes/cm²)에 비해서 술후(57.1 ± 27.6

Table 3. Hemodynamic Data

Patient	EF(%)		PG(mmHg)		QT interval corrected	
	Preop.	Postop.	Preop.	Postop.	Preop.	Postop.
1	82	85	24	20	0.43	0.43
2	76	80	60	5	0.41	0.36
3	80	80	65	26	0.39	0.42
4	80	73	65	18	0.41	0.43
5	75	72	47	15	0.58	0.56
6	84	74	53	27	0.41	0.40
7	83	74	70	14	LBBB	LBBB
8*	78	**	83	15	0.31	0.33
Mean	79.8 ± 3.3	75.9 ± 6.5	58.4 ± 17.6	23.7 ± 17.7	0.42 ± 0.1	0.42 ± 0.1
P-value	0.115		0.018		1.0	

EF, left ventricular ejection fraction; PG, peak systolic pressure gradient; *, 술후 재수술한 환자로 Mean 과 P value 계산시에는 제외

kdynes/cm²) 유의하게 감소했다($p=0.018$)(Fig. 2).

반면 재수술을 요한 1명의 환자에 있어서는 대상의 수가 적어 통계학적인 의의를 구할 수는 없으나 좌심실 수축기 혈압은 술전에 비해서 술후 감소했고, 좌심실수축말기 내경은 술전에 비해서 술후 증가했으며, 좌심실수축말기의 후벽의 두께는 변화가 없었다.

그리고 혈압경사치는 술전(83 mmHg)에 비해 술후(15.0 mmHg)로(Table 3) 감소되었고 재수술 직전에도 59.7 mmHg로 역시 첫 수술 전보다는 감소되어있는 상태임에도 불구하고 좌심실 수축말기 내벽 스트레스는 술전 67.2 kdynes/cm²에 비해 재수술 직전에는 97.0 kdynes/cm²로 증가된 결과를 나타내었다.

고 찰

후천성 대동맥 협착증에 비해서, 선천성 대동맥 협착증은 수축시 내벽 스트레스가 감소되어 있으면서 이로인해 구출 성능은 증가되어 있는 양상을 보인다. 감소된 내벽 스트레스는 정상 내벽스트레스 때에 비해 필요한 이상으로 두꺼워져 있는 내벽의 두께에 기인한다⁴⁾.

어떤 원인이든지 선천성 대동맥 협착에서 낮은 내벽 스트레스를 야기하는 비후의 양태는 좌심실유출로 협착이 수술적으로 해소되지 않는한 성인까지 지속하게 된다⁴⁾. 따라서

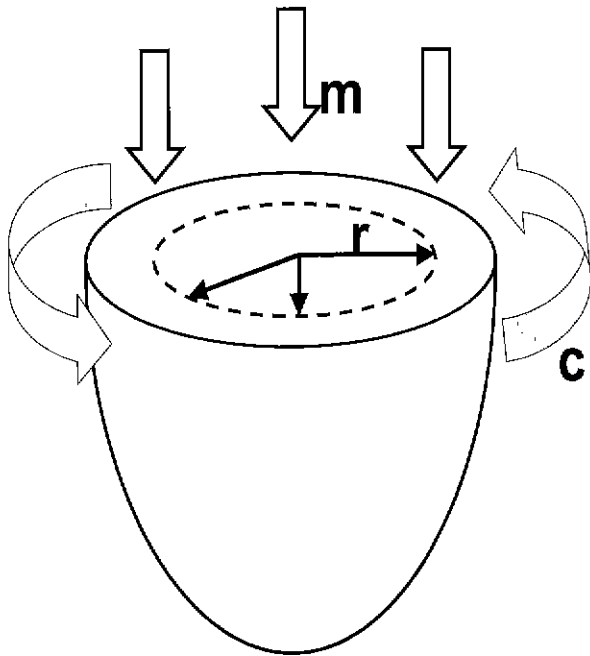


Fig. 1. Circumferential(c), Meridional(m), and Radial(r) components of left ventricular wall stress(m, Meridional Wall Stress; c, Circumferential Wall Stress; r, Radial Wall Stress).

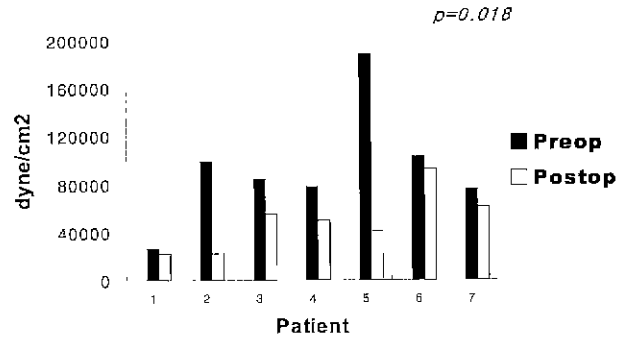


Fig. 2. Preop and postop Left Ventricular Wall Stress change

선천성 대동맥 협착증을 가진 환자에서 대동맥 판막 치환술 및 수술적 교정후에는 내벽 스트레스는 증가하면서 구출 성능(Ejection performance)은 정상수준으로 감소한다⁸⁾.

이러한 대동맥 판막 치환 및 수술적 교정 후의 구출 성능의 감소는 수축력의 감소에 의한 것이 아니다⁸⁾. La Place's 법칙에 의하면 내벽 스트레스는 생성된 압력에 의해서만이 아니라, 심실 내경과 내벽의 두께에 의해서도 결정된다. 재미있게도 다른 연구에 의하면 평균 80 mmHg의 혈압경사치가 수술로 인해 제거되어도 심실 내벽 스트레스는 증가된 것을 보여준다⁹⁾. 이는 좌심실 압력 최고치는 약 33%정도 떨어지면 이는 내벽 스트레스를 감소시킬 수 있는 요인이 되지만 내벽의 두께에 대한 심실 내경 반지름의 비($t/2h$) 약 70%정도 커져있다면 내벽 스트레스는 좌심실 압력의 감소에도 불구하고 증가될 수 있는 것이다. 즉 좌심실의 3차원적 구조의 변화가 내벽 스트레스의 증가에 끼치는 영향이 더 큰 것이다.

이 변화는 단순히 좌심실 비후의 이전상태로의 회귀를 나타내는 것이 아니다. 왜냐하면 좌심실의 질량 지수(Mass index)는 대동맥 판막의 치환후에도 변하지 않기 때문이다. 오히려 내벽 스트레스의 증가는 압력 부하의 감소후에 일어나는 좌심실의 재구축에 의한 것으로 보인다. 이 재구축이 일어나는 것은 심실 내경 반지름에 대한 내벽 두께의(h/r) 감소로 나타나며 이는 동심비후의 감소와 편심비후의 증가

를 의미한다⁸⁾.

이러한 심실 내벽스트레스는 심근의 산소소모량에 관여하는 중요한 인자이며⁹⁾, 아울러 심실의 후부하를 반영하면서 비교적 전부하에 영향을 받지않고 독립적으로 작용하여, 좌심실의 수축력에 대한 민감한 지표가 될 수 있다¹⁰⁾. 따라서 술전이나, 술후 환자의 평가에 통상적인 혈압경사치 못지않게 유용한 지표가 될 수 있다고 생각된다.

이 심실 내벽스트레스의 요소는 측정방법에 따라 3가지로 나누어 지는데, 이는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 심도자촬영술로 얻을 수 있는 원주(Circumferential) 내벽스트레스와 본 연구에서 이용한 혈역학적-초음파촬영술로 측정된 종적(Meridional) 내벽스트레스, 그리고 반경(Radial) 내벽스트레스로 나눌 수 있으며, 이 3가지는 서로에 대해 상호 직립하게 된다¹⁰⁾.

하지만, 통상적으로 사용되는 심도자촬영술을 이용한 원주 내벽스트레스의 측정에는 최소한 2가지의 단점이 있는데, 우선 첫째로는 심도자촬영술 자체의 침습성 때문에 한 환자에 있어서 여러 가지 요건하(술전, 술후 그리고 운동시, 투약시 등)의 다중 결과치를 얻기가 어렵고, 둘째로는 심도자술 자체가 기외수축이나, 심근의 저하등을 야기시키면서 생리학적인 변화를 유발하고 시술중 전부하나 후부하의 변화를 가져올 수 있다⁹⁾. 따라서 검사 결과치가 심도자 촬영술을 이용한 원주 내벽스트레스와 밀접한 관계가 유지되면서도, 정확하며 비 침습적이어서 그 타당성이 확인된 혈역학적- 초음파술을 이용한 종적 내벽스트레스가⁵⁾ 술후 지속적인 평가에 유용하다고 생각되어 본 연구에 사용하였다.

나이가 심실내벽스트레스는, 선천성 대동맥 협착증의 통상적인 평가방법인, 상행대동맥과 좌심실과의 수축기 혈압경사치보다 좌심실 기능평가에 더 직접적이고, 심근의 산소요구량을 보다 더 밀접하게 반영하는 측정방법이라 생각되었고, 아울러 혈역학적- 초음파술을 이용한 종적 내벽스트레스는,

Table 4. Left Ventricular End-systolic Wall Stress and Variables

Patient	LVP(mmHg)		LVESD(cm)		LVPW(cm)		LVEWS(kdyne/cm ²)	
	Preop.	Postop.	Preop.	Postop.	Preop.	Postop.	Preop.	Postop.
1	123	134	1.3	1.2	1.3	1.6	26.4	22.2
2	175	109	2.1	1.5	1.1	1.6	98.6	22.2
3	155	181	1.4	1.3	0.7	1.0	84.7	55.5
4	176	117	1.6	1.5	1.0	1.0	77.9	49.8
5	166	134	2.0	2.0	1.0	0.9	103.0	92.3
6	173	147	2.1	2.3	1.3	1.5	75.9	61.3
7	197	143	2.3	2.2	1.3	1.5	100.1	56.2
8*	200	184	1.5	2.0	1.1	1.1	67.2	97.0
Mean	170.6±24.3	143.7±27.1	1.78±0.4	1.76±0.4	1.1±0.2	1.27±0.3	79.2±24.9	57.1±27.6
P value	0.07		0.3		0.06		0.018	

LVP, left ventricular end-systolic pressure; LVESD, left ventricular end-systolic dimension, LVPW, left ventricular posterior wall thickness; LVEWS, leftventricular end-systolic wall stress; *, 술후 재 수술한 환자로 Mean 과 P value 계산시에는 제외.

혈압경사치를 측정하기 위해서 시행하는 심초음파 검사중에 심실내벽스트레스를 구할 수 있는 인자들의 값을 동시에 얻을 수 있어서 심실내벽스트레스를 측정하기 위한 부가적인 시술이나 검사가 필요 없는 장점이 있다. 특히 선천성 대동맥 협착증의 판막하부 협착증은 혈압 경사치를 이용한 수술 시기의 적응증에도 아직까지 논란이 있으며^{2,11}, 최근 들어서는 혈압경사치가 수술적응의 절대지표가 될 수 없다는 주장이 설득력을 얻고 있다^{12,13}.

본 연구에서 재수술을 시행하지 않아도 될 정도의 양호한 경과를 보인 7명의 환자에서, 술전에 비해서 수술직후 혈압 경사치도 물론 감소했지만, 술후 내벽스트레스도 통계학적으로 의미있게 감소한 것을 보여주고 있다(Table 4). 여기에는 통계학적인 의의는 구하지 못했지만, 단순히 좌심실 압력의 변화뿐만 아니라 그에 못지않게 심초음파상 좌심실 내벽 두께의 변화등 좌심실의 3차원적 구조에 관여하는 복합적인 인자들이 좌심실 내벽 스트레스의 감소에 관여하는 것으로 추정된다.

재수술을 요했던 1명의 환자에 있어서는, 혈압경사치는 술전(83 mmHg)에 비해 술후(15.0 mmHg)로(Table 3), 감소되었고 재수술 직전에도 59.7 mmHg로 역시 첫 수술 전보다는 감소되어있는 상태임에도 불구하고 좌심실 수축말기 내벽 스트레스는 술전 67.2kdynes/cm²에 비해 재수술 직전에는 97.0 kdynes/cm²로 증가된 결과를 보였다.

그러나 이는, 재수술을 시행한 환자의 단기간의 좌심실 수

축말기 내벽 스트레스의 값을 확인 할 수가 없었기 때문에, 술후 비교기간이 다른 환자와 같지 않아서(Table 1), 이 환자의 좌심실 내벽 스트레스의 증가가 효과적이지 못한 협착의 교정에 의한 것인지, 아니면 술후 장기적으로 보았을 때의 정상적인 좌심실 재구축에 의한 증가인지는 알 수가 없다. 단 선천성 대동맥 협착증 수술후 장기적으로 정상 내벽 스트레스 증가에는 좌심실 내벽 두께의 감소가 결정적인 영향을 미친다는 것을 감안 할 때^{8,13} 이 환자의 내벽 두께의 변화가 없는 좌심실 내벽 스트레스의 증가(Table 4)는 효과적이지 못한 협착의 교정에 의한 것이 아닌가 추정된다.

Bastianoni 등⁵이 이미 보고 한 바와 같이, 선천성 대동맥 협착증은 4~20%에서 급사를 일으킬 수 있고^{16,17} 이에는 늘어난 QT 간격이 관여하는 것으로 알려져 있다¹⁸.

그러나 안정시에는 선천성 대동맥 협착증 환자도 정상 QT 간격을 보이며 운동시나 감정의 극심한 변화시 맥박수가 증가하면서 늘어나는 QT 간격을 보인다¹⁵.

저자는 수술적으로 교정된 선천성 대동맥 협착증 환자의 안정시의 QT 간격이 술전 안정시의 QT 간격에 비해서 증가되어 있을 것이라하는 가정하에 연구해 보았으나 별 다른 차이를 발견할 수 없었다(Table 3). 이는 순수 선천성 대동맥 협착증뿐만 아니라, 위에서 언급했듯이 본원에서 수술했던 선천성 대동맥 협착증을 동반한 심질환자 22명에 대한 비교에서도 통계학적으로 의미있는 차이를 얻을 수 없었다.

제 한 점

본 연구가 후향적으로 이루어진 것이니 만큼, 술후 단기 간외에 중,장기간의 지속적인 추적관찰의 결과를 얻기가 어려웠고, 대상의 수가 제한적이라, 통계학적 의의를 구하기가 힘든 점도 있었다. 특히 심폐바이패스후 단기간에 발생 할 수 있는 심근의 부종이 심실 내벽의 두께에 미치는 영향이 고려되지 못한 점도 제한점이라고 하겠다.

아울러, 재수술을 요했던 환자들에 대한 좀 더 많은 대상의 추적관찰을 통해서, 좌심실 수축말기 내벽 스트레스가 술후 수술적 교정에 대한 평가 및 예측에 기여하는 정도에 대한 면밀한 고찰이 필요하겠다.

또한 대동맥 협착증 환자의 급사의 원인징후로 의심되고 있는 QT 간격에 대해서는 술후 안정시가 아닌 운동부하시의 심장 재분극에 대한 장기간의 관찰 및 평가가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

선천성 대동맥 협착증 특히 순수 선천성 대동맥 협착증 환자의 수술 후 평가에 있어서 좌심실 수축말기 내벽 스트레스는, 통상적인 상행대동맥과 좌심실과의 수축기 혈압경사 측정정에 비해서, 비 침습적이면서도 신뢰할만 하며, 특히 심근에 대한 스트레스를 더 직접적으로 평가할 수 있는 유용한 검사라고 할 수 있겠다. 특히 수술직후의 좌심실 수축말기 내벽 스트레스의 감소에는 좌심실 3차원적 구조에 관여하는 요인들의 변화가 복합적으로 작용하는 것으로 추정된다.

아울러 대동맥 협착증 환자의 급사의 원인징후로 의심되고 있는 QT 간격의 변화는 안정시에는 술전과 술후에 의미있는 차이는 보이지 않았고, 수술적 교정후 운동부하시의 심장 재분극에 대한 장기간의 관찰 및 평가가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Hoffman JE, Christianson R *Congenital heart disease in a cohort of 19,502 birth with long-term follow up.* Am J Cardiol 1978;42:642
2. Newfeld EA, Muster AJ, Paul MH, et al. *Discrete subvalvular aortic stenosis in childhood. Study of 51 patients.* Am J Cardiol 1976;38:53-61.

3. Spann JF, Bove AA, Natarajan G, Kreulen T *Ventricular performance, pump function and compensatory mechanisms in patients with aortic stenosis.* Circulation 1980;60:576-82.
4. Assey ME, Wisenbaugh T, Spann JF Jr, et al. *Unexpected persistence into adulthood of low wall stress in patients with congenital aortic stenosis : Is there a fundamental difference in the hypertrophic response to a pressure overload present from birth?* Circulation 1987;75:973-9.
5. Druce RB, Lambert PM, William G *Combined hemodynamic-ultrasonic method for studying left ventricular wall stress.* Am J Cardiol 1976;37:864-70.
6. Weyman AE. *Principles and practice of echocardiography.* 2nd Ed. Philadelphia: Lea & Febiger 1994
7. Schwartz PI, Wolf S. *QT interval as a predictor of sudden death in patients with myocardial infarction.* Circulation 1978;57:1074-7
8. Dom GW, Donner R, Assey ME, Spann JF Jr, et al *Alterations in left ventricular geometry, wall stress, and ejection performance after correction of congenital aortic stenosis.* Circulation 1988;78:1358-64.
9. Graham TP Jr, Covell JW, Sonnenblick EH, et al. *Control of myocardial oxygen consumption.* J Clin Invest 1968;47:375-85.
10. Grossman W. *Cardiac catheterization and Angiography.* 3rd Ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 1986.
11. Wright GB, Keane JF, Nadas AS, et al. *Fixed subaortic stenosis in the young : medical and surgical course in 83 patients.* Am J Cardiol 1982;52:830-5.
12. Somerville J, Stone S, Ross D *Fate of patients with fixed subaortic stenosis after surgical removal.* Br Heart J 1980, 43:629-47.
13. Shem-Tov A, Newfeld HN. *Clinical presentation and natural history of mild discrete subaortic stenosis. Follow up of 17 years.* Circulation 1982;66:509-12
14. Borow KM, Colan SD, Neumann A. *Altered left ventricular mechanics in patients with valvular aortic stenosis and coarctation of the aorta: effects on systolic performance and late outcome.* Circulation 1985;72(3):515-22.
15. Basuanon V, Del Bolgia F, Boscioni M, et al. *Altered cardiac repolarization during exercise in congenital aortic stenosis.* Ped Cardiol 1993;14:23-7
16. Kiely B. *Sudden death in young patients with congenital aortic stenosis.* Pediatrics 1974;53:481-9.
17. Lambert E, Menon VA, Wagner HR, Vlad P. *Sudden unexpected death from cardiovascular disease in children.* Am J Cardiol 1974;34:89-6.
18. Jewell A, Lange Nielsen F *Congenital deaf-mutism and functional heart disease with prolongation of the QT interval and sudden cardiac death.* Am Heart J 1957;54: 59-60.

=국문초록=

배경: 본 연구에서는 순수(Isolated or pure) 선천성 대동맥 협착 환자의 술후 장기적인 좌심실 구조의 재편성이 일어나기 전, 비교적 단기간동안의 수축말기 좌심실 내벽 스트레스의 감소를 관찰하고자 하였다. **대상 및 방법:** 본원에서는 92년 9월부터 99년 8월까지 수술한 순수 선천성 대동맥 협착 환자중 8명의 환자가 연구 관찰되었으며 이중 남자 환자는 6명 여자 환자는 2명이었고 연령분포는 2세에서 11세였다(평균나이는 10세). 혈액학적·심초음파술로 술전과 술후의 수축말기 좌심실 내벽 스트레스를 측정하여 비교하였다. **결과:** 본 연구의 대상인 순수 선천성 대동맥 협착 환자 8명에 있어서 상행대동맥과 좌심실과의 수축기 혈압경사치는 술전(58.4±17.6mmHg)에 비해서 술후(23.7±17.7mmHg) 유의하게 감소했으며(p=0.018), 심 구출율은 술전과 술후에 의미있는 변화는 없었다(p=0.12). 수축말기 좌심실 내벽 스트레스를 결정하는 인자들을, 제수술을 요하지 않은 7명의 순수 선천성 대동맥 협착과, 제수술을 시행한 1명의 환자를 구분해서 비교해보면, 전자의 7명 환자에서 좌심실 수축기 혈압은 술전(170.6±24.3 mmHg)에 비해서 술후(143.7±27.1 mmHg)로 감소는 했으나 통계학적 유의성은 없었으며(p=0.07), 좌심실수축말기 내경은술전(1.78±0.4 cm)에 비해서 술후(1.76±0.4 cm) 감소는 했으나 통계학적 유의성은 없었으며(p=0.3), 좌심실 수축말기의 후벽의 두께는 술전(1.1±0.2 cm)에 비해서 술후(1.27±0.3 cm)에 증가되었으나 통계학적 유의성은 없었다(p=0.06). 그러나 수축말기 좌심실 내벽 스트레스는 술전(79.2±24.9 kdynes/cm²)에 비해서 술후(57.1±27.6 kdynes/cm²) 유의하게 감소했다(p=0.018). 반면 제수술을 요한 1명의 환자에 있어서는 대상의 수가 적어 통계학적인 의의를 구할 수는 없으나 상행대동맥과 좌심실과의 수축기 혈압경사치는 술전(83 mmHg)에 비해 술후(59.7 mmHg)로 감소되었음에도 불구하고 수축말기 좌심실 내벽 스트레스는 술전(67.2 kdynes/cm²)에 비해 술후(97.0 kdynes/cm²)에 상당히 증가된 결과를 나타내었다. 아울러 대상 환자 8명의 안정시의 QT 간격은 술전과 술후에 통계학적으로 의미있는 차이는 보이지 않았다. **결론:** 수술직후의 수축말기 좌심실 내벽 스트레스의 감소에는 좌심실 3차원적 구조에 관여하는 요인들의 변화가 복합적으로 작용하는 것으로 추정된다. 선천성 대동맥 협착 특히 순수 선천성 대동맥 협착 환자의 수술후 평가에 있어서, 혈액학적·심초음파술을 이용한 수축말기 좌심실 내벽 스트레스는 통상적인 상행대동맥과 좌심실과의 수축기 혈압 경사치 측정에 비해서 비침습적이면서도 특히 심근에 대한 스트레스 및 산소요구량에 대한 보다 더 직접적인 평가가 가능하므로 유용한 검사라고 할 수 있겠다.