

조직 도플러 영상을 이용한 선천성 심장병 수술 전후의 단기 심기능 평가

마산삼성병원 소아과, 계명대학교 의과대학 소아과학교실*, 경북대학교 의과대학 소아과학교실†

이준화 · 김여향* · 현명철† · 이상범†

Evaluation of short-term cardiac function by tissue Doppler imaging in pre and postoperative period of congenital heart disease

Jun-Hwa Lee, M.D., Ph.D., Yeo-Hyang Kim, M.D., Ph.D.*
Myung-Chul Hyun, M.D., Ph.D.†, and Sang-Bum Lee, MD., Ph.D.†

Department of Pediatrics, School of Medicine, Sungkyunkwan University,
Masan Samsung Hospital, Masan, Korea

Department of Pediatrics*, School of Medicine, Keimyung University,
Department of Pediatrics†, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Purpose : The objective of this study was to assess ventricular function by tissue Doppler imaging (TDI) in children with congenital heart disease (CHD) who have been undergoing open heart surgery (OHS) using cardiopulmonary bypass. We tried to compare the parameters of tissue Doppler imaging before and after OHS in patients with congenital heart disease.

Methods : This study was conducted on 32 patients with CHD after OHS from January 2005 to December 2005 at Kyungpook National University hospital. Patients who underwent 2-D echocardiography before and after their OHS. All patients were divided into three groups, left ventricular volume overloading group (group 1), and right ventricular volume overloading group (group 2), and right ventricular pressure overloading group (group 3). The TDIs were examined before and 1 to 3 months after OHS. Peak early diastolic (E), and peak late diastolic (A) velocity of transmitral flow were measured by pulsed wave Doppler examination. Peak systolic (Sm), peak early diastolic (Em), and peak late diastolic (Am) velocity in apical 4-chamber and 2-chamber views were measured by TDI. The author calculated E/Em ratio.

Results : The patients were 14 boys and 18 girls and the average age of patients was 2 years and 3 months. The congenital heart diseases which have to get OHS were ventricular septal defect (13 cases), atrial septal defect (7), atrioventricular septal defect (3), isolated pulmonary stenosis (2) and tetralogy of Fallot (7). There were significant decrease of Sm, Em, Am measured on tricuspid annulus and E/Em measured on mitral annulus in apical 4 chamber view ($P<0.05$).

Conclusion : This study showed significant decrease of Sm, Em, Am measured on tricuspid annulus and E/Em measured on mitral annulus in apical 4 chamber view after OHS. These changes might be due to the effects of cardiopulmonary bypass in OHS and/or hemodynamic changes after correction of congenital heart disease. To clarify these changes, further study on more patients is needed. (Korean J Pediatr 2007;50:476-483)

Key Words : Congenital heart disease, Heart surgery, Doppler echocardiography, Ventricular function

서 론

접수 : 2007년 4월 5일, 승인 : 2007년 4월 15일
책임저자 : 현명철, 경북대학교 의과대학 소아과학교실
Correspondence : Myung-Chul Hyun, M.D., Ph.D.
Tel : 053)420-5704 Fax : 053)425-6683
E-mail : mchyun@mail.knu.ac.kr

소아의 선천성 심장병은 출생 1,000명당 4명에서 50명 정도의 빈도로 발생하는데¹⁾ 최근 개심술의 발달과 수술 전후의 관리가 잘 됨으로써 수술 후 생존율이 많이 높아졌다. 개심술을 받은 많

은 환자들은 수술 후 심장의 수축기와 이완기 기능에 대해 평가를 받게 되고, 그 평가 방법으로 도플러 심초음파가 많이 쓰이고 있다. 심초음파를 이용한 심실 기능 측정에는 전반적인 수축 기능을 평가하는 단축 분획(fractional shortening)이나 구혈률(ejection fraction), 또는 도플러 심초음파 검사로 이완 기능을 평가하는 승모판 혈류(transmitral flow), 폐정맥 혈류(pulmonary venous flow) 측정이 많이 쓰인다.

그러나 이들 방법은 비교적 전부하(preload)나 후부하(afterload)의 영향을 받는 단점이 있다^{2,3)}. 최근 새로 개발된 조직 도플러 영상(tissue Doppler imaging)을 이용하게 되면 심근이 움직이는 속도를 측정함으로써 기존의 방법들보다 전부하나 후부하의 심각한 변화에도 영향을 받지 않고 좀 더 객관적이고 정량적으로 평가할 수 있다⁴⁻⁶⁾.

조직 도플러 영상을 이용한 심실 수축기와 이완기 측정값은 성인과 소아에서 각각 그 정상치에 대한 연구가 이루어졌고^{4,7)}, 심근경색, 심근염, 대동맥판 협착, 심장 이식 이후 거부 반응 시에 그 값의 감소를 보였다^{8,9)}. 그러나 아직 소아의 선천성 심장병에 있어서의 심실 기능과, 심장 수술 전·후의 심실 기능 비교에 대한 연구는 많지 않은 실정이다¹⁰⁻¹²⁾.

이 연구에서는 선천성 심장병을 가진 소아에서 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술을 시행한 후, 심주기에 따른 좌·우심실의 심기능의 변화를 조직 도플러 영상을 이용하여 측정하고 이를 개심술 이전과 비교함으로써 수술 이후의 심실 기능 변화를 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

2005년 1월부터 2005년 12월까지 선천성 심장병으로 경북대학교병원 소아과에 입원하여 심초음파 및 진단적 심도자술 검사 후 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술을 받은 환자 총 78명 중, 수술 전과 수술 후 1개월에서 3개월 사이에 심초음파를 시행하고 두 번 모두 조직 도플러 영상이 기록된 환자 32명을 대상으로 하였다. 전체 환자군은 다시 3군으로 나누었는데, 심실 중격 결손(ventricular septal defect)을 가진 환자는 좌심실 용적 과부하 군으로 1군, 심방 중격 결손(atrial septal defect)과 심방 간의 단락만 존재한 방실 중격 결손(atrioventricular septal defect)을 가진 환자는 우심실 용적 과부하 군으로 2군, 단순 폐동맥 협착(isolated pulmonary stenosis) 또는 활로씨 4징(tetralogy of Fallot)을 가진 환자는 우심실 압력 과부하 군으로 3군으로 분류하였다.

2. 방 법

1) 심초음파 검사

심초음파 검사는 Aloka사의 ProSound SSD-5500 기기(Tokyo,

Japan)로 3.5 혹은 5 MHz 탐촉자를 사용하여 시행하였다. 시행된 모든 검사는 super-VHS 비디오 테이프에 저장하였고, 이 연구를 위해 모든 환자의 저장된 영상을 재검토하고 적절한 영상을 선택하여 초음파 기계 안에 내장된 프로그램을 이용하여 계측치들을 측정하였다.

2) 단축 분획

전반적인 좌심실 수축 기능은 흉골연 장축상(parasternal long axis view)의 M-mode를 이용하여 단축 분획과 구혈률을 측정하였고 각각 29%, 55% 이상을 정상으로 간주하였다.

3) 승모판 및 삼첨판 혈류

수술 전과 수술 후 두 번의 심초음파 검사에서 간헐파 도플러(pulsed wave Doppler)를 이용하여, 열린 승모판 및 삼첨판 판막의 끝에 표본 양(sample volume)을 설정하고 최고 조기 이완기 혈류 속도(E)와 최고 후기 이완기 혈류 속도(A)를 측정하였다. 세 번의 심장 박동에서 전 값의 평균을 환자의 E, A 값으로 하였다(Fig. 1).

4) 조직 도플러 영상을 이용한 심실 기능 평가

수술 전과 수술 후 두 번의 심초음파 검사에서 심초음파 기기의 프로그램을 조직 도플러 영상 프로그램으로 바꾼 후 심첨 4

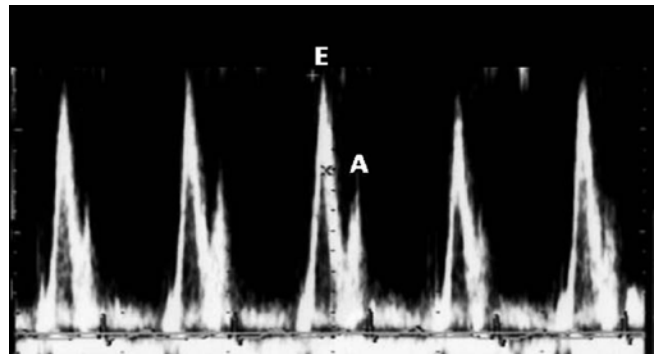


Fig. 1. Pulsed wave Doppler velocity from mitral valve. Abbreviations: E, peak early diastolic velocity; A, peak late diastolic velocity.

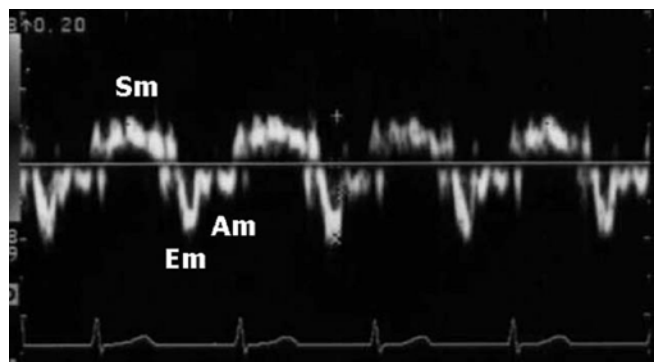


Fig. 2. Pulsed wave tissue Doppler velocity curves. Abbreviations: Sm, peak systolic velocity; Em, peak early diastolic velocity; Am, peak late diastolic velocity.

방도(apical 4 chamber view)와 심첨 2방도에서 심실 중격, 승모 판류와 삼첨판류의 외벽(lateral wall), 좌심실 후벽(inferior wall) 과 전벽(anterior wall) 기저부에 표본 양을 위치시키고, 최고 수축기 심근 속도(Sm)와 최고 조기 및 후기 이완기 심근 속도(Em, Am)를 측정하였다. 이 때 표본 양은 3 mm 크기로 하였다(Fig. 2).

3. 통계 처리

측정한 각각의 지표들에 대하여 먼저 SPSS 12.0(SPSS for windows, version 12.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용한 paired t-test로 각 군의 수술 전과 수술 후의 Sm, Em, Am, E/Em ratio를 비교하였다. 1, 2, 3군에서는 ANOVA 검정 후 유의한 변수에 대한 사후 검정은 Scheffe's test를 이용하였으며, 심실의 부하 정도에 따라 수술 전과 수술 후에도 변화가 있는지

서로 비교하였다. $P < 0.05$ 일때 통계학적으로 유의한 차이가 있다고 보았다.

결 과

1. 임상 특징

개심술 당시 대상 환자군의 평균 나이는 27개월(1개월-156개월)이었고, 남자 14명, 여자 18명이었다. 개심술을 시행한 심장병으로는 심실 중격 결손 13명, 심방 중격 결손 7명, 방실 중격 결손 3명, 단순 폐동맥 협착 2명, 활로씨 4명 7명이었다(Table 1). 전체 환자는 32명, 좌심실 용적 과부하 군인 1군은 13명, 우심실 용적 과부하 군인 2군은 10명, 우심실 압력 과부하 군인 3군은 9명이었다. 조직 도플러 영상 측정 부위와 약자(Abbreviation)는 Table 2에 정리하였다.

2. 단축 분획과 구혈률

홍골연 장축상의 M-mode를 이용하여 측정한 단축 분획과 구혈률은 모든 환자에서 수술 전과 수술 후 29%, 55% 이상으로 정상 범위에 들었고, 수술 전과 후의 의미 있는 차이가 없었다.

3. 조직 영상 측정값

전체 대상 환자의 수술 전과 수술 후 조직 도플러 영상 측정값의 비교는 Table 3과 같다. 수술 전과 비교하여 수술 후에 E/Em 값은 의미 있는 변화가 없었으나, 심첨 4방도에서 삼첨판류

Table 1. Data of Patients Characteristics

Mean age (month) (range)	27 (1-156)
Sex (M/F)	14/18
Congenital Heart Disease	total 32
VSD	13
ASD	7
AVSD	3
PS	2
TOF	7

Abbreviations : VSD, ventricular septal defect; ASD, atrial septal defect; AVSD, atrioventricular septal defect; PS, isolated pulmonary stenosis; TOF, tetralogy of Fallot

Table 2. Measuring Points and Abbreviations

View	Measuring point	Measurement	Abbreviation
apical 4 chamber	Tricuspid annulus	TDI systolic wave	tri-Sm
		TDI early diastolic wave	tri-Em
		TDI late diastolic wave	tri-Am
		TDI E/Em ratio	tri-E/Em
	Septum	TDI systolic wave	sep-Sm
		TDI early diastolic wave	sep-Em
		TDI late diastolic wave	sep-Am
		TDI E/Em ratio	sep-E/Em
	Mitral annulus	TDI systolic wave	lat-Sm
		TDI early diastolic wave	lat-Em
		TDI late diastolic wave	lat-Am
		TDI E/Em ratio	lat-E/Em
apical 2 chamber	anterior wall	TDI systolic wave	ant-Sm
		TDI early diastolic wave	ant-Em
		TDI late diastolic wave	ant-Am
		TDI E/Em ratio	ant-E/Em
	inferior wall	TDI systolic wave	inf-Sm
		TDI early diastolic wave	inf-Em
		TDI late diastolic wave	inf-Am
		TDI E/Em ratio	inf-E/Em

Abbreviations : TDI, tissue Doppler imaging

Table 3. Comparisons of the TDI Parameters between before and after Open Heart Surgery in Total Patients

Measurement (cm/sec)	All patients	
	before OHS Mean (±SD)	after OHS Mean (±SD)
tri-Sm	12.00 (4.26)	8.84* (2.31)
tri-Em	16.90 (5.41)	11.42* (3.36)
tri-Am	13.15 (4.44)	8.67* (2.25)
tri-E/Em	5.33 (2.00)	6.01 (2.26)
sep-Sm	6.34 (2.22)	6.12 (1.99)
sep-Em	10.06 (2.78)	8.78* (2.25)
sep-Am	8.19 (3.04)	7.42 (2.08)
sep-E/Em	10.68 (4.84)	9.61 (2.70)
lat-Sm	7.37 (2.22)	6.97 (2.04)
lat-Em	12.30 (4.64)	11.53 (3.10)
lat-Am	7.43 (2.54)	7.50 (2.57)
lat-E/Em	9.08 (3.44)	7.69 (2.44)
ant-Sm	5.77 (1.99)	4.84* (1.27)
ant-Em	9.65 (3.58)	7.45* (1.71)
ant-Am	6.77 (3.27)	4.83* (1.64)
ant-E/Em	11.43 (4.07)	11.57 (3.13)
inf-Sm	7.68 (2.01)	7.03 (1.91)
inf-Em	12.58 (4.08)	11.13 (3.22)
inf-Am	8.93 (3.24)	7.66* (2.48)
inf-E/Em	8.73 (3.16)	8.11 (2.52)

Abbreviations : TDI, tissue Doppler imaging; OHS, open heart surgery; SD, standard deviation
*P<0.05

외벽의 Sm, Em, Am, 심실 중격의 Em, 심첨 2방도에서 심실 전벽의 Sm, Em, Am, 심실 후벽의 Am 값들은 수술 전에 비해 수술 후에 통계학적으로 의미있는 감소가 있었다(P<0.05, Table 3, Fig. 3).

좌심실 용적 과부하 군인 1군의 수술 전과 수술 후 조직 도플러 영상 측정값은 Table 4와 같다. 수술 전과 비교하여 수술 후에 승모판륜 외벽의 E/Em, 삼첨판륜 외벽의 Sm, Em, Am, 심실 전벽의 Em, Am 값에서 통계학적으로 의미있는 감소가 있었다(P<0.05, Table 4, Fig. 3).

우심실 용적 과부하 군인 2군의 수술 전과 수술 후 조직 도플러 영상 측정값은 Table 4와 같다. 수술 전과 비교하여 수술 후에 삼첨판륜 외벽의 Sm, Em(이상 P<0.01, P<0.01), Am(P<0.05), 심실 전벽의 Sm, Em(이상 P<0.01), 심실 중격과 후벽의 Em(P<0.05, P<0.01) 값에서 통계학적으로 의미있는 감소가 있었다 (Table 4, Fig. 3).

우심실 압력 과부하 군인 3군의 수술 전과 수술 후 조직 도플러 영상 측정값은 Table 4와 같다. 수술 전과 비교하여 수술 후에 삼첨판륜 외벽의 Sm(P<0.05), Em(P<0.01), Am(P<0.05), 심실 전벽의 Am(P<0.05) 값에서 통계학적으로 의미있는 감소가 있었다(Table 4, Fig. 3).

Table 4. Comparisons of the TDI Parameters between before and after Open Heart Surgery in Group 1, 2, 3

Measurement (cm/sec)	Group 1		Group 2		Group 3	
	before Mean (±SD)	after Mean (±SD)	before Mean (±SD)	after Mean (±SD)	before Mean (±SD)	after Mean (±SD)
tri-Sm	14.60 (5.79)	10.4 (2.88)*	11.62 (2.79)	8.69 (1.55) [†]	9.38 (1.85)	7.13 (1.13)*
tri-Em	20.20 (7.39)	12.70 (4.37)*	15.85 (3.99)	11.62 (2.72) [†]	14.50 (1.85)	9.50 (2.14) [†]
tri-Am	14.0 (4.50)	9.25 (2.19)*	12.58 (4.12)	8.92 (2.19)*	13.14 (5.39)	7.57 (2.37)*
tri-E/Em	5.27 (1.39)	4.34 (1.19)	5.52 (2.79)	5.64 (1.47)	5.10 (0.79)	7.47 (2.89)
sep-Sm	7.40 (2.67)	6.60 (1.71)	6.23 (2.05)	6.23 (2.65)	5.33 (1.50)	5.44 (0.88)
sep-Em	10.80 (3.36)	9.20 (2.39)	10.54 (2.44)	8.85 (2.34)*	8.56 (2.19)	8.22 (2.11)
sep-Am	9.44 (3.09)	8.00 (2.65)	7.77 (2.77)	7.46 (1.81)	7.56 (3.32)	6.78 (1.86)
sep-E/Em	10.03 (4.11)	9.53 (3.34)	10.23 (5.09)	9.42 (3.15)	11.87 (5.39)	9.96 (1.62)
lat-Sm	7.89 (2.98)	7.67 (2.50)	7.38 (1.61)	6.54 (1.13)	6.75 (2.25)	6.86 (2.64)
lat-Em	12.78 (5.09)	12.89 (3.95)	13.15 (4.84)	11.46 (2.79)	10.38 (3.66)	10.13 (2.03)
lat-Am	8.57 (3.15)	9.71 (3.59)	7.31 (2.46)	7.00 (1.87)	6.63 (1.99)	6.38 (1.30)
lat-E/Em	10.28 (3.19)	6.58 (1.10)*	8.87 (4.29)	7.21 (2.43)	8.47 (1.66)	9.48 (2.59)
ant-Sm	6.20 (2.49)	5.30 (1.34)	5.92 (1.49)	4.54 (1.13) [†]	5.00 (2.07)	4.75 (1.39)
ant-Em	10.70 (4.83)	7.20 (2.04)	10.15 (3.02)	7.69 (1.65) [†]	7.50 (1.41)	7.38 (1.51)
ant-Am	9.00 (4.82)	5.22 (1.64)*	5.62 (1.45)	5.00 (1.53)	6.13 (2.17)	4.13 (1.81)*
ant-E/Em	10.65 (2.86)	12.73 (2.72)	10.59 (4.53)	10.54 (2.99)	13.65 (3.76)	12.49 (3.56)
inf-Sm	8.30 (2.11)	8.50 (2.32)	7.54 (1.89)	6.62 (1.39)	7.13 (2.10)	5.88 (0.64)
inf-Em	13.50 (3.95)	13.30 (4.11)	13.38 (4.07)	10.23 (2.20) [†]	10.13 (3.68)	9.88 (2.10)
inf-Am	11.00 (4.00)	9.38 (3.42)	8.85 (2.41)	7.62 (1.39)	7.00 (2.62)	6.00 (1.77)
inf-E/Em	8.94 (3.87)	6.59 (2.54)	8.33 (3.29)	8.18 (2.65)	9.31 (2.72)	9.28 (1.85)

Abbreviations : TDI, tissue Doppler imaging; OHS, open heart surgery; SD, standard deviation
*P<0.05, [†]P<0.01

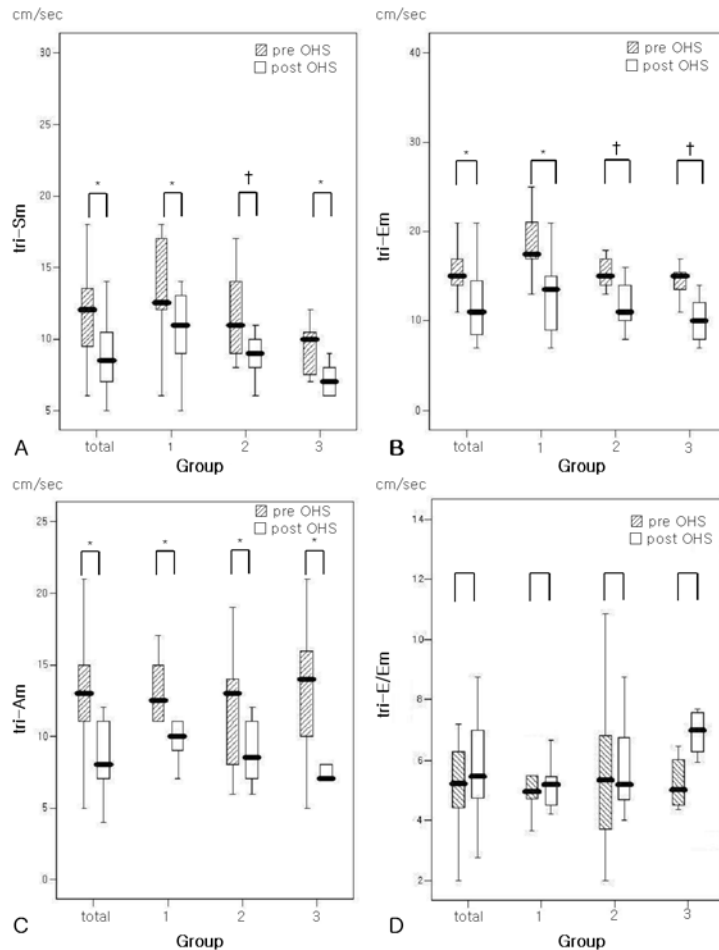


Fig 3. Tissue Doppler imaging measurements in tricuspid annulus (cm/sec) before and after surgery. The patient groups were total patients, group 1 (left ventricle volume overloading), group 2 (right ventricle volume overloading), and group 3 (right ventricle pressure overloading).
* $P < 0.05$, † $P < 0.01$

고 찰

심초음파 검사는 심장의 수축기 및 이완기 기능을 평가하는 데 있어 많이 사용되는 비침습적인 방법이다. M-mode와 Simpson 방법을 사용하여 단축 분획과 구혈률을 측정함으로써 심실의 수축기 기능을 평가하고, 도플러 심초음파 방법을 사용하여 승모판 유입 혈류, 폐정맥 유입 혈류를 측정함으로써 이완기 기능을 평가할 수 있다. 전통적인 도플러 심초음파 검사는 승모판 유입 혈류를 측정하여 심근염, 관상동맥 질환 등에서 좌심실 이완기 기능을 평가하고^{13, 14)}, 삼첨판 유입 혈류를 측정하여 선천성 심장병 환자들의 우심실 이완기 기능 평가^{15, 16)}, 활로씨 4징 수술 후 심실 이완기 기능을 평가하는 데 이용되었다^{17, 18)}. 그러나 이들 대부분의 심초음파 측정치는 심실의 전·후부하의 변화에 영향을 많이 받고, 높은 심실 충만압을 가진 환

자에서는 가상 정상(pseudonormal) 승모판 유입 혈류 양상을 보이기도 한다^{2, 3)}.

최근에 쓰이는 조직 도플러 영상은 심근으로부터 직접 수축기와 이완기 움직임의 속도를 양적으로 평가함으로써, 기존의 방법들보다 전부하나 후부하의 변화에도 영향을 덜 받아 심근 기능을 좀 더 객관적이고 정량적으로 측정할 수 있다⁴⁻⁶⁾. 그러나 성인을 대상으로 한 연구에서는 이러한 효과가 입증되어 있으나¹⁹⁾ 소아에서는 아직 연구가 많이 되어있지 않은데, 최근에는 장기간의 후부하 증가 상태에서 조직 도플러 영상값의 변화가 초래될 수 있음이 보고되었다. 이들은 전부하가 높은 군으로는 단순 심실 중격 결손을 가진 환자들을, 후부하가 높은 군으로는 단순 대동맥판 협착이 있는 환자들을 대상으로 하여 심실 중격과 승모판륜 및 삼첨판륜 외벽의 조직 도플러 영상값을 측정하였을 때, 전자는 정상 대조군에 비해 승모판륜에서만 약간의 측정값의 변화를 보였으나 후자에서는 승모판륜 뿐만 아니라 심실 중격에

서도 의미 있는 변화를 보임으로써 장기간의 후부하 증가 상태에서는 뚜렷한 심실 기능 저하가 인지되지 않는 상태에서도 조직 도플러 영상값의 변화를 보일 수 있다고 하였다¹²⁾.

심방 중격 결손의 경우, 수술 전에는 우심실 용적 과부하를 일으켜 우심실이 커지고 우심실 박출량이 증가하기는 하지만 우심실과 좌심실의 구혈률은 정상상을 유지하는 반면에, 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술을 시행하고 나면 심실 수축 기능에 변화가 생긴다고 보고하고 있다^{20, 21)}. 이에 관한 Iwasaki 등⁸⁾의 조직 도플러 영상을 이용한 연구에 의하면 가장 큰 변화를 보이는 곳이 심실 중격과 삼첨판륜 부위라고 하였다. 선천성 심장병에서의 심실 기능에 대한 그 외 다른 연구들로는 승모판륜에서의 조직 도플러 영상 값을 이용하여 심방 중격 결손과 같은 우심실 용적 과부하, 심실 중격 결손과 같은 좌심실 용적 과부하, 대동맥판 협착과 같은 좌심실 압력 과부하 환자를 대상으로 연구된 바가 있고,^{19, 21, 22)} 삼첨판륜에서의 조직 도플러 영상 값을 이용하여 우심실 용적 및 압력 과부하 환자를 대상으로 연구된 바가 있다²³⁻²⁵⁾.

이번 연구에서는 좌심실 용적 과부하, 우심실 용적 과부하 및 우심실 압력 과부하 환자 등 전체 환자를 대상으로 개심술 전·후를 비교하였을 때 단축 분획이나 구혈률에는 의미있는 변화가 없었으나, 조직 도플러 영상은 측정한 부위에 따라서 Sm, Em, Am 값에서 통계학적으로 의미있는 변화를 보였다. 또한 환자군을 심실의 용적과 압력 부하 정도에 따라 좌심실 용적 과부하군(1군), 우심실 용적 과부하군(2군), 우심실 압력 과부하군(3군)으로 나누어 이들 각 군에서 개심술 전·후를 비교해 보면 수술 후에 특히 삼첨판륜 외벽에서 Sm, Em, Am 값의 유의한 감소를 보여 모든 환자에서 우심실 기능의 변화를 가져왔다. 이러한 결과는 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술 자체가 모든 종류의 심장병 수술 후 심장 기능에 영향을 미칠 가능성 및 선천성 심장병 교정 후 용적, 압력 부하의 변화에 의한 영향을 모두 반영할 수 있다^{10, 26, 27)}. 심장병 교정 후의 영향으로 우심실 용적과 압력 과부하군에서의 변화는 수술 전에 비해 수술 후에 용적과 압력이 변화했기 때문일 가능성이 추정되고, 좌심실 용적 과부하군에서는 수술 전에 좌우 단락으로 인한 폐동맥 고혈압이 수술 후에 좌우 단락이 없어지면서 호전을 보이는 것과 연관이 있을 가능성을 생각해 볼 수 있겠으나 실제 좌심실 용적 과부하군에서 심초음파상 좌·우심실 간의 압력 차이가 적어 폐동맥 고혈압이 있다고 생각되거나 심도자술에서 폐동맥 고혈압이 확인된 환자는 없어 이에 대해서는 좀 더 많은 연구가 필요할 것이다.

심방 압력 즉 심실의 이완기압을 반영하는 E/Em 값은 1군의 승모판륜 외벽에서 의미있는 값의 감소를 보여 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술이 수술 후 심장 기능에 영향을 미칠 가능성 및 선천성 심장병 교정 후의 영향 즉 심실 중격 결손 수술 후 좌우 단락이 없어짐으로써 심실의 용적 부하 감소와 관련된 가능성을 시사한다.

기전은 아직 분명히 밝혀져 있지 않지만 개심술 시의 체외

심폐 순환기에 의해서 심실 중격의 기이성 운동(paradoxical motion)이 생긴다는 보고가 있다²⁸⁾. 과거 연구들에서는 심실 중격의 기이성 운동이 수축기말 용적, 이완기말 용적, 구혈률 등에는 영향을 미치지 않고, 임상적으로도 거의 의미가 없다고 하였다²⁹⁾. 실제 이번 연구에서도 개심술 전·후에 단축 분획이나 구혈률에서는 변화가 없었고, 중격 부위의 조직 도플러 영상값인 Sm, Am, E/Em 에서도 의미있는 변화가 없었으나, Em 값에서만 의미있는 변화가 있었다. 이것은 체외 심폐 순환기를 사용하는 개심술 시에 심실 수축기 기능은 잘 보존되는데 반해 심실 이완기 기능에만 일부 변화가 생기는 것으로 생각된다. 이들 값의 변화가 수술 후 수개월이 지난 후 수술 자체에 의한 영향이 없어졌다고 생각이 되는 시기에 다시 수술 전과 유사한 상태로 되는지 혹은 다른 변화가 생기는데 대해서는 추적 관찰 기간이 짧아 본 연구에서는 시행하지 않았다.

본 연구의 제한점은 각 군의 표본수가 적어서 통계학적 분석에 어려움이 있었고, 수술 후 3개월까지의 비교적 단기 관찰 결과이며, Doppler 측정시 일정한 규칙을 정함에도 불구하고 관찰자들 사이에 있을 수 있는 오차를 고려하지 않았다는 것이다.

결론적으로 선천성 심장병 환자의 수술 전과 수술 후의 조직 도플러 영상 측정값을 비교하였을 때 모든 환자 군에서 삼첨판륜 외벽의 Sm, Em, Am 값의 감소를 보여 우심실 기능의 변화를 가져왔고, 좌심실 용적 과부하군에서는 좌심실 이완기압을 반영한다고 할 수 있는 승모판륜 외벽의 E/Em 값이 수술 전에 비해 수술 후에 통계학적으로 유의한 감소를 보였다. 이들은 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술의 심장에 대한 영향 및 선천성 심장병의 교정 후의 용적, 압력의 변화 영향을 모두 반영하는 것으로 생각된다. 그러나 이러한 결과가 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술에 의한 영향을 어느 정도 까지 반영하는지에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

목적: 선천성 심장병을 가진 소아에서 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술을 시행한 후 좌·우심실의 기능의 변화를 조직 도플러 영상을 이용하여 측정하고, 이를 개심술 이전과 비교함으로써 수술 이후의 심실 기능 변화를 살펴 보고자 하였다.

방법: 2005년 1월부터 2005년 12월까지 선천성 심장병으로 경북대학교병원 소아과에 입원하여 심초음파 및 진단적 심도자술 검사를 받은 후 개심술을 시행한 환자 총 78명 중 수술 전과 수술 후 1개월에서 3개월 사이에 심초음파를 시행하고, 두 번 모두 조직 도플러 영상이 기록된 환자 32명을 대상으로 하였다. 전체 환자군은 다시 3군으로 나누었는데, 좌심실 용적 과부하를 가지는 1군, 우심실 용적 과부하를 가지는 2군, 우심실 압력 과부하를 가지는 3군으로 분류하였다. 간헐파 도플러를 이용하여 승모판과 삼첨판 유입 혈류의 E, A 최대 속도를 측정하고, 조직 도플러 영상을 이용하여 심첨 4방도와 2방도에서 심실 중격, 승

모관륵 및 삼첨판륵 외벽, 좌심실 후벽과 전벽의 기저부에서 Sm, Em, Am을 측정하였으며, E/Em을 구하였다.

결 과 : 개심술 당시 대상 환자 군의 평균 나이는 27개월(1개월-156개월)이었고, 남자 14명, 여자 18명이었다. 개심술을 시행한 심장병으로는 심실 중격 결손 13명, 심방 중격 결손 7명, 방실 중격 결손 3명, 단순 폐동맥 협착 2명, 및 활로씨 4명 7명이었다. 좌심실 용적 파부하 군인 1군의 승모판륵 외벽의 E/Em, 삼첨판륵 외벽의 Sm, Em, Am, 심실 전벽의 Em, Am, 우심실 용적 파부하 군인 2군의 삼첨판륵 외벽의 Sm, Em, Am, 심실 전벽의 Sm, Em, 심실 중격과 후벽의 Em, 우심실 압력 파부하 군인 3군의 삼첨판륵 외벽의 Sm, Em, Am, 심실 전벽의 Am 값들도 수술 전과 비교하여 수술 후에 통계학적으로 의미있는 감소가 있었다.

결 론 : 선천성 심장병 환자의 수술 전과 수술 후의 조직 도플러 영상 측정값을 비교하였을 때 모든 환자 군에서 삼첨판륵 외벽의 Sm, Em, Am 값의 감소를 보이고, 좌심실 용적 파부하 군에서는 좌심실 이완기압을 반영한다고 할 수 있는 승모판륵 외벽의 E/Em 값이 수술 전에 비해 수술 후에 통계학적으로 유의한 감소를 보였다. 이들은 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술의 심장에 대한 영향 및 선천성 심장병의 교정 후의 용적, 압력의 변화 영향을 모두 반영하는 것으로 생각된다. 그러나 이러한 결과가 어느 정도까지 체외 심폐 순환기를 이용한 개심술에 의한 영향을 반영하는지에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

- Hoffman JL, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1890-900.
- Choong CY, Herrmann HC, Weyman AE, Fiffer MA. Preload dependence of Doppler-derived indexes of left ventricular diastolic function in humans. *J Am Coll Cardiol* 1987;10:800-8.
- Stoddard MF, Pearson AC, Kern MJ, Ratcliff J, Mrosek DG, Labovitz AJ. Influence of alteration in preload on the pattern of left ventricular diastolic filling as assessed by Doppler echocardiography in humans. *Circulation* 1989;79:1226-36.
- Rychik J, Tian ZY. Quantitative assessment of myocardial tissue velocities in normal children with Doppler tissue imaging. *Am J Cardiol* 1996;77:1254-7.
- Frommelt PC, Ballweg JA, Whitstone BN, Frommelt MA. Usefulness of Doppler tissue imaging analysis of tricuspid annular motion for determination of right ventricular function in normal infants and children. *Am J Cardiol* 2002;89:610-3.
- Mori K, Hayabuchi Y, Kuroda Y, Nii M, Manabe T. Left ventricular wall motion velocities in healthy children measured by pulsed wave Doppler tissue echocardiography: normal values and relation to age and heart rate. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13:1002-11.
- Garcia MJ, Rodrigues L, Ares M, Griffin BP, Klein AL, Stewart WJ, et al. Myocardial wall velocity assessment by pulsed Doppler tissue imaging: characteristic findings in normal subjects. *Am Heart J* 1996;132:648-56.
- Iwasaki Y, Satomi G, Yasukochi S. Analysis of ventricular septal motion by Doppler tissue imaging in atrial septal defect and normal heart. *Am J Cardiol* 1999;83:206-10.
- Zamorano J, Wallbridge DR, Ge J, Drozd J, Nesser J, Erbel R. Non-invasive assessment of cardiac physiology by tissue Doppler echocardiography. A comparison with invasive haemodynamics. *Eur Heart J* 1997;18:330-9.
- Oliver M, O'Leary PW, Pankratz VS, Lohse CM, Walsh BE, Tajik AJ, et al. Serial Doppler assessment of diastolic function before and after the Fontan operation. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:1136-43.
- Vitarelli A, Conde Y, Cimino E, D'Angeli I, D'Orazio S, Ventriglia F, et al. Quantitative assessment of systolic and diastolic ventricular function with tissue Doppler imaging after Fontan type of operation. *Int J Cardiol* 2005;102:61-9.
- Eidem BW, McMahon CJ, Ayres NA, Kovalchin JP, Denfield SW, Altman CA, et al. Impact of chronic left ventricular preload and afterload on Doppler tissue imaging velocities: a study in congenital heart disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:830-8.
- Alam M, Hoglund C, Thorstrand C, Hellekant C. Haemodynamic significance of the atrioventricular plane displacement in patients with coronary disease. *Eur Heart J* 1992;13:194-200.
- Alam M, Hoglund C, Thorstrand C, Philip A. Atrioventricular plane displacement in severe congestive heart failure following dilated cardiomyopathy or myocardial infarction. *J Internal Med* 1990;228:569-75.
- Tei C, Ling LH, Hodge DO, Bailey KR, Oh JK, Rodeheffer RJ, et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function—a study in normals and dilated cardiomyopathy. *J Cardiol* 1995;26:357-66.
- Ishii M, Eto G, Tei C, Tsutsumi T, Hashino K, Sugahara Y, et al. Quantitation of the global right ventricular function in children with normal heart and congenital heart disease: a right ventricular myocardial performance index. *Pediatr Cardiol* 2000;21:416-21.
- Gatzoulis MA, Norgard G, Redington AN. Biventricular long-axis function after repair of tetralogy of Fallot. *Pediatr Cardiol* 1998;19:128-32.
- Munkhammar P, Cullen S, Jogi P, de Leval M, Elliott M, Norgard G. Early age at repair prevents restrictive right ventricular (RV) physiology after surgery for tetralogy of Fallot (TOF): diastolic RV function after TOF repair in infancy. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1083-7.
- Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, Kim HC, Oh BH, Oh BH, et al. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in evaluation of left ventricular diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:474-80.
- Pinto FJ, Wranne B, St Goar FG, Siegel LC, Haddow G, Schnittger I, et al. Systemic venous flow during cardiac surgery examined by intraoperative transesophageal echocardiography. *Am J Cardiol* 1992;69:387-93.

- 21) Wranne B, Pinto FJ, Siegel LC, Miller DC, Schnittger I. Abnormal postoperative interventricular motion: new intraoperative transesophageal echocardiographic evidence supports a novel hypothesis. *Am Heart J* 1993;126:161-7.
- 22) Oki T, Tabata T, Yamada H, Wakatsuki T, Shinohara H, Nishikado A, et al. Clinical application of pulsed Doppler tissue imaging for assessing abnormal left ventricular relaxation. *Am J Cardiol* 1997;79:921-8.
- 23) Harada K, Toyono M, Yamamoto F. Assessment of right ventricular function during exercise with quantitative Doppler tissue imaging in children late after repair of tetralogy of Fallot. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:863-9.
- 24) Toyono M, Harada K, Tamura M, Yamamoto F, Takada G. Myocardial acceleration during isovolumic contraction as a new index of right ventricular contractile function and its relation to pulmonary regurgitation in patients after repair of tetralogy of Fallot. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:332-7.
- 25) Lytrivi ID, Lai WW, Ko HH, Nielsen JC, Parness IA, Srivastava S. Color Doppler tissue imaging for evaluation of right ventricular systolic function in patients with congenital heart disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:1099-104.
- 26) Malouf PJ, Madani M, Gurudevan S, Waltman TJ, Raisinghani AB, DeMaria AN, et al. Assessment of diastolic function with Doppler tissue imaging after cardiac surgery: effect of the "postoperative septum" in on-pump and off-pump procedures. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:464-7.
- 27) Giorgi D, Bello VD, Talini E, Palagi C, Donne MGD, Nardi C, et al. Myocardial function in severe aortic stenosis before and after aortic valve replacement: a doppler tissue imaging study. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:8-14.
- 28) Lehman KG, Lee FA, McKenzie WB, Barash PG, Prokop EK, Durkin MA, et al. Onset of altered interventricular septal motion during cardiac surgery. Assessment by continuous intraoperative transesophageal echocardiography. *Circulation* 1990;82:1325-34.
- 29) Righetti A, Crawford MH, O'Rourke RA, Schelbert H, Daily PO, Ross J Jr. Interventricular septal motion and left ventricular function after coronary bypass surgery: evaluation with echocardiography and radionuclide angiography. *Am J Cardiol* 1977;39:372-7.