

소아에서 도플러 조직영상을 이용한 최대 심근 속도의 계측 : 정상 추정치 및 성장 및 심박동수에 따른 변화

대구가톨릭대학교 의과대학 소아과학교실, 경북대학교 의과대학 소아과학교실*

김세영 · 현명철* · 이상범*

Quantitative Assessment of Myocardial Tissue Velocity in Normal Children with Doppler Tissue Imaging : Reference Values, Growth and Heart Rate Related Change

Se Young Kim, M.D., Myung Chul Hyun, M.D.* and Sang Bum Lee, M.D.*

Department of Pediatrics, College of Medicine, Daegu Catholic University,
Department of Pediatrics*, College of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Purpose : To measure the peak myocardial tissue velocities and patterns of longitudinal motion of atrioventricular(AV) annuli and assess body weight and heart rates-related changes in normal children.

Methods : Using pulsed wave Tissue Doppler Imaging(TDI), we measured peak systolic, early and late diastolic myocardial velocities in 72 normal children at six different sites in apical-4 chamber (A4C) view and at four different sites in apical-2 chamber(A2C) view and compared those values with each other, also observing effects with body weights and heart rates. Longitudinal motions of the AV annuli were measured at three different sites in A4C.

Results : There were no significant differences of the TDI parameters between gender, ECHO-machines and among the three Doctors performing TDI. Peak myocardial velocities were significantly higher at the base of the heart than in the mid-ventricular region and in the right lateral ventricular wall than in the left lateral ventricular wall or IVS. The TDI parameters showed no significant correlation with fractional shortening(%). Peak systolic and early diastolic myocardial velocities had no correlation with heart rates, but peak late diastolic velocities and A/E ratio correlated positively with heart rates. Correlations between the TDI parameters and body weight were inconsistent. Absolute longitudinal displacement and % displacement were not differ between gender and not correlated with the TDI parameters.

Conclusion : We measured the peak myocardial velocities with TDI and the longitudinal motion of the AV annuli using M-mode echocardiography in normal children. With more large scale evaluation, we may establish reference values in normal children and broaden clinical applicabilities in congenital and acquired heart diseases. (Korean J Pediatr 2005;48:846-856)

Key Words : Tissue Doppler Imaging, Myocardial velocity, Pediatrics, Reference value

서론

최근 심장의 기능을 평가하기 위해 도플러 조직 영상(tissue Doppler imaging, TDI)을 이용한 방법이 많이 소개되고 있다.

그러나 우리나라에서 정상 소아에 대한 TDI의 각종 지표들에 대한 연구가 아직 미흡한 실정이다. 이에 저자들은 선천성 심질환이 없고, 심장에 영향을 미칠 수 있는 기타 질환이 없는 건강한 소아를 대상으로 하여 심첨 4방도(apical-4 chamber view) 및 심첨 2방도(apical-2 chamber view)에서 간헐과 TDI(pulsed-wave TDI, PW-TDI)를 이용한 심근 속도의 범위를 알아보려고 하였으며, 측정 부위에 따른 계측치의 차이 및 몸무게, 심박동수, 분획단축률[fractional shortening(%), FS(%)] 등이 이러한 계측치에 미치는 영향에 대해서 관찰하였다.

접수 : 2005년 3월 9일, 승인 : 2005년 5월 6일
책임저자 : 김세영, 대구가톨릭대학교병원 소아과
Correspondence : Se Young Kim, M.D.
Tel : 053)650-4240 Fax : 053)422-4240
E-mail : ksy8879@cu.ac.kr

또한 심첨 4방도에서 각각의 판막륵에서 M-형 심초음파 검사를 시행하여 각 부위에서의 단축률을 측정하였으며, 이 계측치들이 몸무게 및 심박동수와 관계가 있는지 알아보았다. 또한 M-형 심초음파 검사에서 측정된 이동률과 TDI에서 측정된 계측치들과의 관계에 대해서도 연구하였다.

대상 및 방법

1. 대상 환자

2004년 3월부터 2004년 10월까지 경북대학교병원 소아심장 클리닉에 심잡음을 주소로 내원하여 심초음파 검사를 시행한 모든 환아를 대상으로 하여 TDI를 시행하였으며, 이 중에서 선천성 심장병으로 경과 관찰 중인 환아, 선천성 심장병으로 개심술을 시행하였거나 기구를 이용한 폐쇄술을 시행한 환아, 판막 폐쇄부전(1단계 이상)이 있는 경우, 심전도에 이상이 있는 경우, FS(%)로 판정하여 심실 기능이 저하되어 있는 경우, 비대칭 증격 비대가 있는 경우, 심근염 환아, 심장에 영향을 미칠 수 있는 급만성 질환이 있는 경우 및 정상 신생아 4례 등을 제외한 72례를 대상으로 하여 이 연구를 시행하였다.

2. 검사 기기

심초음파는 ALOKA 심초음파 기기(SSD-5500, Ver. 4.1 및 SSD-4000, ver. 2.1, ALOKA® Corp., Tokyo, Japan)를 사용하여 시행하였으며, 5 MHz 혹은 7 MHz 탐촉자를 이용하였다.

3. TDI 검사방법

기본적인 심초음파를 시행한 후에 같은 기기 및 탐촉자를 이용하여 TDI 모드로 전환시킨 후에 PW-TDI를 실시간으로 측정하였다. PW-TDI를 시행할 때 표본용적은 3 mm로 설정하였으며, low-velocity, high-amplitude를 가지는 심근속도를 측정하기 위해서 필터 설정은 가장 낮은 값으로 하였다. 소아 중 협력력이 되지 않는 경우 chloral hydrate 50-100 mg/kg(최대용량: 1 g)를 경구 복용하여 진정 시킨 후에 초음파 검사를 시행하였다. 호흡에 의한 영향을 줄이기 위해서 모든 측정치들은 3 심장 주기 동안 측정하여 평균값을 적용하였으며, 심초음파 검사는 소아 심장 초음파 검사에 경험이 풍부한 3명의 소아심장 전문의에 의해서 시행되었다.

심첨 4방도에서 초음파 빔의 각도에 의한 오차를 줄이고, 각각의 소아에서 일정한 위치를 유지하기 위해서 심실 증격이 부채꼴 스캔(sector scan)의 정 중앙에 위치하도록 한 후에, 표본용적(sample volume)을 삼첨판과 우심실 측벽이 만나는 부위, 승모판과 심실 증격이 만나는 부위, 승모판과 좌심실 측벽이 만나는 부위의 심내막하에 위치 시킨 후에 각각의 위치에서 PW-TDI를 측정하였으며, 다음으로 판막륵과 심첨부의 중간지점의 심내막하에 표본용적을 위치 시킨 후에 PW-TDI를 측정하여 심첨 4방도에서 총 6곳에서 PW-TDI를 측정하였다(Fig. 1).

심첨 2방도에서 승모판과 좌심실 후벽이 만나는 부위의 심내막하 및 대동맥 판막륵과 심실 증격이 접하는 지점의 심내막하에 표본용적을 위치 시킨 후에 PW-TDI를 측정하였으며, 그 다음 판막륵과 심첨부의 중간부위에 표본용적을 위치 시킨 후에 PW-TDI를 측정하여 총 4곳에서 측정하였다(Fig. 2).

각각의 위치에서의 PW-TDI를 측정하면 수축기에 기저선의 상방에 양의 값을 보이는 S-파형(즉, 탐촉자를 향하는 심근의 움직임)을 볼 수 있으며, 이완기에는 기저선의 하방으로 음의 값을 보이는 2개의 극파를 볼 수 있는데, 처음 보이는 파형이 심실로의 초기유입 때문에 나타나는 초기 이완기 심근 속도를 나타내는 E-파형이며, 뒤에 보이는 파형이 심방수축 때문에 나타나는 후기 이완기 심근 속도를 나타내는 A-파형이다(Fig. 3). 소아의 경우 심박동수가 빨라서 E-파형과 A-파형이 구분이 되지 않을 경우 기록속도를 증가시켜서 두 파형을 구분하였으며, 심근 속도의 측정값은 cm/sec의 단위로 기록하였다. 각각의 위치에서 S, E, A-파형의 최고치를 계측하였다.

최대 심근 속도를 계측 할 때 주의해야 할 점은 환아에 따라 S- 또는 E-파형이 보이기 전에 작은 파형이 하나 더 보이는 경우가 있는데, 이는 심장의 이행(translation) 때문에 나타나는 파

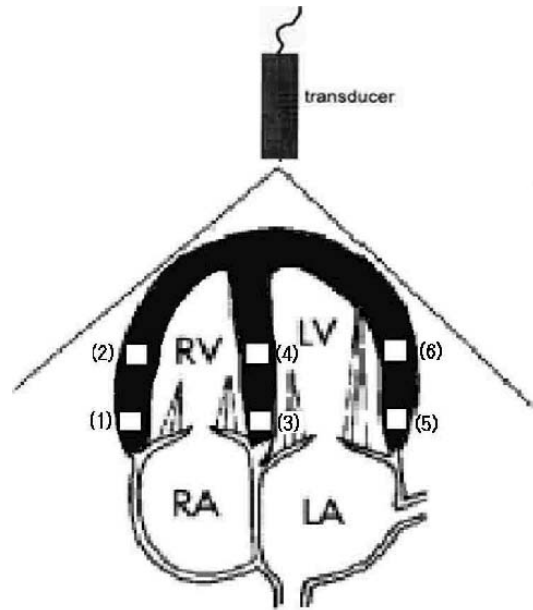


Fig. 1. Location of sample volume of pulsed-wave tissue Doppler imaging in apical-4 chamber view (1) A4C RV valve level: subendocardium at junction of right ventricular free-wall and tricuspid valve annulus (2) A4C RV mid-wall level: subendocardium at right ventricular free-wall between cardiac apex and tricuspid valve annulus (3) A4C IVS valve level: subendocardium at junction of interventricular septum and mitral valve annulus (4) A4C IVS mid-septum level: subendocardium at interventricular septum between cardiac apex and mitral valve annulus (5) A4C LV valve level: subendocardium at junction of left ventricular free wall and mitral valve annulus (6) A4C LV mid-wall level: subendocardium at left ventricular free-wall between cardiac apex and mitral valve annulus.

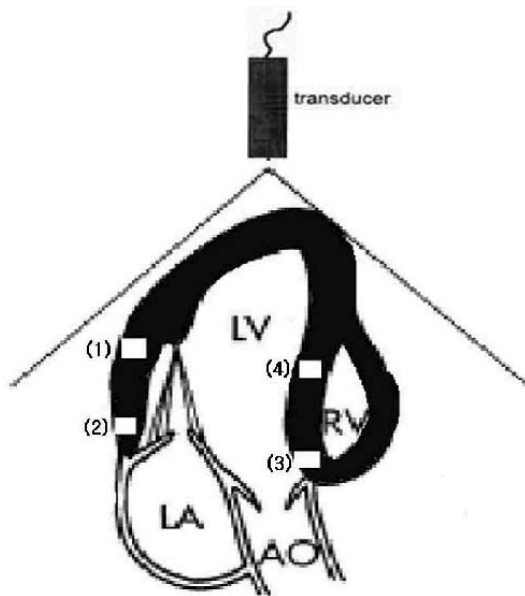


Fig. 2. Location of sample volume of pulsed-wave tissue Doppler imaging in apical-2chamber view (1) A2C LV valve level: subendocardium at junction of left ventricular posterior wall and mitral valve annulus (2) A2C LV mid-wall level: subendocardium at left ventricular posterior wall between cardiac apex and mitral valve annulus (3) A2C IVS valve level: subendocardium at junction of interventricular septum and aortic valve annulus (4) A2C IVS mid-septum level: subendocardium at interventricular septum between cardiac apex and aortic valve annulus.

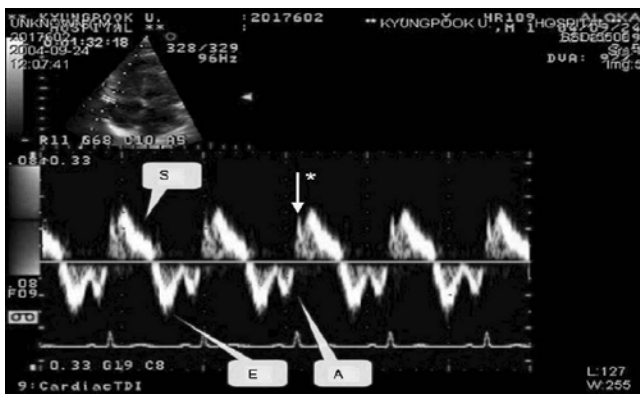


Fig. 3. Three wave form of pulsed-wave tissue Doppler imaging S: systolic wave form, E: early diastolic wave form, A: late diastolic wave form, Very low velocity waveforms were frequently present during isovolumic contraction and relaxation, likely representing cardiac translational motion.

형¹⁾으로 생각되며, 경우에 따라 이 값이 S- 또는 E-파형보다 큰 경우도 있어, 계측값이 비정상적으로 크거나 S- 또는 E-파형이 두 개처럼 보일 경우 기록속도를 증가시켜 두 파형을 구분하여 측정 시에 생길 수 있는 오차를 줄였다. 각각의 위치에서의 값을 나타내는 약어는 Table 1과 같다.

Table 1. Abbreviations of Various Variables at Different Sites

Apical-4 chamber view		
A4C* RV [†] -valve level : S(cm/sec)		4Stv
A4C RV-valve level : E(cm/sec)		4Etv
A4C RV-valve level : A(cm/sec)		4Atv
A4C RV-midwall : S(cm/sec)		4Stm
A4C RV-midwall : E(cm/sec)		4Etm
A4C RV-midwall : A(cm/sec)		4Atm
A4C IVS [‡] -valve level : S(cm/sec)		4Siv
A4C IVS-valve level : E(cm/sec)		4Eiv
A4C IVS-valve level : A(cm/sec)		4Aiv
A4C IVS-midseptum : S(cm/sec)		4Sim
A4C IVS-midseptum : E(cm/sec)		4Eim
A4C IVS-midseptum : A(cm/sec)		4Aim
A4C LV-valve level : S(cm/sec)		4Smv
A4C LV-valve level : E(cm/sec)		4Emv
A4C LV-valve level : A(cm/sec)		4Amv
A4C LV-midwall : S(cm/sec)		4Smm
A4C LV-midwall : E(cm/sec)		4Emm
A4C LV-midwall : A(cm/sec)		4Amm
Apical-2 chamber view		
A2C [§] LV-valve level : S(cm/sec)		2SLv
A2C LV-valve level : E(cm/sec)		2ELv
A2C LV-valve level : A(cm/sec)		2ALv
A2C LV-midwall : S(cm/sec)		2SLm
A2C LV-midwall : E(cm/sec)		2ELm
A2C LV-midwall : A(cm/sec)		2ALm
A2C IVS valve level : S(cm/sec)		2Siv
A2C IVS valve level : E(cm/sec)		2Eiv
A2C IVS valve level : A(cm/sec)		2Aiv
A2C IVS midseptum : S(cm/sec)		2Sim
A2C IVS midseptum : E(cm/sec)		2Eim
A2C IVS midseptum : A(cm/sec)		2Aim

*A4C: Apical-4 chamber, [†]RV: right ventricle, [‡]IVS: interventricular septum, [§]A2C: Apical-2 chamber

4. 판막륜 움직임의 크기 측정을 위한 M-형 심초음파 검사 방법

심첨 4방도에서 심실 중격이 부채꼴 스캔의 정중앙에 위치하도록 한 후에 cursor line을 승모판과 좌심실 측벽이 만나는 지점, 승모판과 심실 중격이 만나는 지점, 삼첨판과 우심실 측벽이 만나는 심내막하 지점에 위치 시킨 후에 M-형 심초음파 검사를 시행하였다(Fig. 4). M-형 심초음파 검사 시행 후 탐촉자가 시작하는 위치에서 이완기 때 판막륜이 가장 뒤쪽으로 위치하는 지점까지의 거리를 측정하여 이 길이를 D로 표시하였으며, 수축기 때 판막륜이 가장 앞으로 위치할 때의 길이를 S로 표시하였다. 실제로 심장 장축을 따라 이동한 길이(absolute longitudinal displacement, ALD)는 D-S의 길이(cm)로 계산하였다. ALD를 비교하기 위해서 판막륜이 이동한 거리(ALD)를 이완기 때 판막륜까지의 거리(D)로 나누어서 이동률(% displacement=(D-S)/D×100)을 계산하여 구하였다. M-형 심초음파 검사 72례 중에서 31례에서만 시행하였다.

5. 통계분석

통계분석은 SPSS version 11.5를 이용하여 시행하였으며, 심첨 4방도에서 삼첨판의 심실 측벽부위, 승모판의 심실 중격 부위, 승모판의 심실 측벽부위 및 각각의 위치에서 판류과 심첨부의 중간지점의 심내막하에서 측정된 각각의 S, E, A-파형의 비

교분석에는 일원 ANOVA 분석(사후 검정으로 Scheffe 방법)을 시행하였으며, 초음파를 시행한 3명의 의사간의 비교에서도 같은 방법을 사용하였다. 같은 쪽의 판막류 및 심첨과 판막류의 중간 지점에서 측정된 S, E, A-파형의 비교(예, 4Stv와 4Stm의 비교)는 two-sample t-test를 이용하여 비교 분석하였으며, 심첨 2방도에서 각각의 위치에서의 파형의 비교분석에도 같은 방법을 사용하였다. 남녀 그룹간의 비교, 초음파 기종간의 비교 등은 χ^2 -test 및 two-sample t-test를 이용하였다. S, E, A-파형의 최대 심근 속도와 심박동수와의 관계는 환아의 나이를 제어한 편상관(partial correlation)을 시행하였으며, $P < 0.05$ 를 통계적으로 유의하다고 보았다.

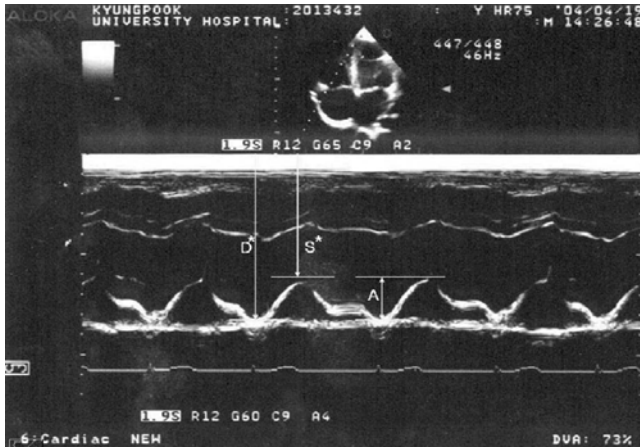


Fig. 4. M-mode trace of annular motion showing \uparrow absolute longitudinal displacement and $\uparrow\%$ displacement. \uparrow relative anatomic position of the annulus in diastole (D)(cm) and systole (S)(cm), \uparrow Absolute Longitudinal Displacement(A)=D-S(cm), $\uparrow\%$ Displacement=(D-S)/D \times 100(%)

결 과

정상 소아 72례를 대상으로 자료를 분석하였다. 남아 42례, 여아 30례였으며, 환아의 평균 몸무게는 22.6 \pm 16.8 kg(4-82 kg), 평균나이는 64 \pm 54개월(1-177개월)이었다. 남녀 두 그룹간의 비교 및 심초음파 기종(ALOKA-5500 vs. ALOKA-4000)간의 비교에서 환아의 분포는 몸무게, FS(%), 나이 및 남녀 성비에서 차이가 나지 않는 동일한 집단이었으며, 측정된 최대 심근 속도도 남녀 그룹간 및 심초음파 기기간에 통계적인 유의한 차이는 없었다. 심초음파를 시행한 3명의 의사를 기준으로 한 세 그룹간의 환아의 분포 또한 몸무게, 나이 및 남녀 성 비에서 차

Table 2. Mean and Range of Peak Tissue Doppler Velocities in Apical-4 Chamber View

Apical-4 chamber view	Abbr.*	Case	Mean \pm SD
A4C RV-valve level : S(cm/sec)	4Stv	71	12.96 \pm 2.25(8.0-18.0)
A4C RV-valve level : E(cm/sec)	4Etv	71	16.38 \pm 3.15(10.0-25.0)
A4C RV-valve level : A(cm/sec)	4Atv	71	11.39 \pm 3.37(6.0-22.0)
A4C RV-valve A/E ratio		71	0.70 \pm 0.26(0.33-1.40)
A4C RV-midseptum : S(cm/sec)	4Stm	65	9.66 \pm 2.05(6.0-15.0)
A4C RV-midseptum : E(cm/sec)	4Etm	65	13.19 \pm 2.07(8.0-19.0)
A4C RV-midseptum : A(cm/sec)	4Atm	65	8.91 \pm 2.95(3.0-15.0)
A4C RV-midseptum A/E ratio		65	0.70 \pm 0.26(0.28-1.40)
A4C IVS-valve level : S(cm/sec)	4Siv	71	7.89 \pm 1.76(6.0-15.0)
A4C IVS-valve level : E(cm/sec)	4Eiv	71	12.83 \pm 2.45(6.0-19.0)
A4C IVS-valve level : A(cm/sec)	4Aiv	71	6.89 \pm 1.94(4.0-13.0)
A4C IVS-valve A/E ratio		71	0.56 \pm 0.21(0.26-1.38)
A4C IVS-midseptum : S(cm/sec)	4Sim	65	5.05 \pm 1.19(3.0-11.0)
A4C IVS-midseptum : E(cm/sec)	4Eim	65	10.82 \pm 2.45(4.0-18.0)
A4C IVS-midseptum : A(cm/sec)	4Aim	65	4.65 \pm 1.02(3.0-8.0)
A4C IVS-midseptum A/E ratio		65	0.46 \pm 0.17(0.21-1.00)
A4C LV-valve level : S(cm/sec)	4Smv	71	7.07 \pm 1.46(4.0-11.0)
A4C LV-valve level : E(cm/sec)	4Emv	71	16.14 \pm 4.53(7.0-27.0)
A4C LV-valve level : A(cm/sec)	4Amv	71	6.85 \pm 2.08(4.0-15.0)
A4C LV-valve A/E ratio		71	0.46 \pm 0.20(0.19-1.00)
A4C LV-midseptum : S(cm/sec)	4Smm	63	5.21 \pm 1.58(3.0-11.0)
A4C LV-midseptum : E(cm/sec)	4Emm	63	14.00 \pm 3.11(8.0-21.0)
A4C LV-midseptum : A(cm/sec)	4Amm	63	4.67 \pm 0.98(3.0-8.0)
A4C LV-midseptum A/E ratio		63	0.35 \pm 0.10(0.18-0.67)

*Abbreviations as mentioned at Table 1

Table 3. Mean and Range of Peak Tissue Doppler Velocities in Apical-2 Chamber View

Apical-2 chamber view	Abbr.*	Case	Mean±SD
A2C LV-valve level : S(cm/sec)	2SLv	71	7.92±1.62(4.0-13.0)
A2C LV-valve level : E(cm/sec)	2ELv	71	15.59±4.69(5.0-27.0)
A2C LV-valve level : A(cm/sec)	2ALv	71	7.21±2.43(3.0-16.0)
A2C LV-valve A/E ratio		71	0.51±0.26(0.22-1.60)
A2C LV-midseptum : S(cm/sec)	2SLm	65	5.77±1.81(3.0-14.0)
A2C LV-midseptum : E(cm/sec)	2ELm	65	14.88±3.69(7.0-25.0)
A2C LV-midseptum : A(cm/sec)	2ALm	65	5.23±1.41(3.0-9.0)
A2C LV-midseptum A/E ratio		65	0.37±0.12(0.14-0.71)
A2C LV-IVS valve level : S(cm/sec)	2Siv	71	6.61±1.76(4.0-12.0)
A2C LV-IVS valve level : E(cm/sec)	2Eiv	71	11.56±2.53(5.0-18.0)
A2C LV-IVS valve level : A(cm/sec)	2Aiv	71	5.54±1.34(4.0-10.0)
A2C LV-IVS valve A/E ratio		71	0.50±0.16(0.22-1.00)
A2C LV-IVS midseptum : S(cm/sec)	2Sim	67	4.46±1.12(3.0-9.0)
A2C LV-IVS midseptum : E(cm/sec)	2Eim	67	10.72±2.55(4.0-20.0)
A2C LV-IVS midseptum : A(cm/sec)	2Aim	67	4.51±0.91(3.0-7.0)
A2C LV-IVS midseptum A/E ratio		67	0.45±0.17(0.15-1.00)

*Abbreviations as mentioned at Table 1

이가 나지 않는(각각의 $P=0.453, 0.212, 0.380$) 동일한 집단이었으며, 계측된 최대 심근속도에서도 통계적인 유의한 차이를 보이지 않았다. 심첨 4방도 및 심첨 2방도에서 각각의 위치에서의 PW-TDI(S, E, A 및 A/E 비) 계측치는 Table 2, 3과 같다.

1. 판막륜에서 측정된 PW-TDI의 횡적 비교

심첨 4방도의 판막륜에서 측정된 PW-TDI의 세 가지 파형(S, E, A-파형) 및 A/E 비를 우심실측벽 부위, 심실중격부위 및 좌심실측벽 부위에서 서로 비교해 보았을 때 S-파형은 우심실부위, 심실중격부위(승도판쪽), 좌심실부위의 순으로 측정치가 작아지는 경향을 보였으며($P<0.05$), E-파형은 우심실부위와 좌심실부위의 값이 유사하였으며, 심실중격부위 보다는 의미 있게 값이 높았다($P<0.05$). A-파형은 심실중격부위와 좌심실 부위와 비슷한 값을 보였으며, 우심실 부위에서 유의하게 값이 높았다($P<0.05$). A/E 비는 값을 측정된 세 곳에서 모두 통계적인 차이($P<0.001$)를 보였으며, 우심실측벽, 심실중격, 좌심실측벽의 순으로 그 값이 작아지는 경향이였다(Table 4).

2. 판막륜과 심첨의 중간지점에서 측정된 PW-TDI의 횡적 비교

심첨 4방도의 판막륜과 심첨의 중간지점에서 측정된 PW-TDI(S, E, A 및 A/E 비)를 우심실부위, 심실중격부위 및 좌심실부위로 나누어 서로 비교해 보았을 때 S-파형은 우심실 부위에서 E-파형은 우심실과 좌심실부위에서, A-파형은 우심실 부위에서 유의하게 값이 높았다($P<0.05$). A/E 비는 우심실부위, 심실중격, 좌심실 순으로 그 값이 작아졌다($P<0.001$)(Table 4).

심첨2방도에서 A2C LV-midwall level과 A2C IVS-midseptum level에서 측정된 PW-TDI 계측치들을 비교하면, S-파형의 최대심근속도는 두 위치에서 차이가 나지 않았으나($P=0.076$),

Table 4. Comparison of Peak Doppler Velocities of Each Walls of the Same Waveform at Apical-4 Chamber View

Wave form	Comparison of peak Doppler velocities of each walls
Subendocardium between cardiac apex and annular portion(sites 2, 4, 6 of Fig. 1)	
S-wave	RV [*] >IVS [*] =LV [*]
E-wave	RV=LV>IVS
A-wave	RV>IVS=LV
A/E ratio	RV>IVS>LV
Subendocardium of Annular portion(sites 1, 3, 5 of Fig. 1)	
S-wave	RV>IVS>LV
E-wave	RV=LV>IVS
A-wave	RV>IVS=LV
A/E ratio	RV>IVS>LV

*Abbreviations as mentioned at Table 1

E-, A-파형은 좌심실후벽에서 의미있게 값이 높았으며(각각 $P=0.001, 0.002$), A/E 비는 심실중격에서 높게 측정되었다($P=0.002$), 심첨 2방도에서 A2C LV-valve level과 A2C IVS-valve level에서 측정된 최대 심근 속도를 각각 비교해 보면 두 위치간에 S-파형 및 A/E비는 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않았으나(각각 $P=0.170, P=0.755$), E- 및 A-파형은 심실 중격보다 좌심실 후벽에서 통계적으로 의미있게 높은 것으로 분석되었다(각각 $P=0.000$).

3. 각각의 측정부위에서의 종적인 비교

심첨 4방도에서 A4C RV valve level과 A4C RV mid-wall level(Fig. 1)에서 측정된 각각의 측정치들을 비교해보면 S, E,

A-파형 모두 판막륵에서 측정된 값이 판막륵과 심첨의 중간지점에서 측정된 값보다 통계적으로 유의하게 그 값이 크게 측정되었다($P=0.000$). 이와 마찬가지로 심실 중격의 두 부위(A4C IVS valve level vs. A4C IVS mid-septum level)간의 비교에서도 판막륵에서 측정된 값들이 통계적으로 유의하게 높게 측정되었으며($P=0.000$), 좌심실 측벽에서도 판막륵(A4C LV valve level) 부위에서 유의하게 높은 수치를 보였다($P=0.000$, 4Emm과 4Emv 사이에서는 $P=0.002$). 그러나 여섯 위치에서의 A/E

비는 위치간에 차이가 없었다(Fig. 5).

심첨 2방도에서 A2C IVS-valve level과 A2C IVS-midseptum level에서 측정된 최대 속도를 비교해 보면 S, A-파형은 판막륵에서 유의하게 높았다($P=0.000$). 역시 A2C LV-valve level과 A2C LV-midwall level에서 측정된 최대 속도들의 비교에서도 S, A-파형은 판막 부위에서 유의하게 높았다($P=0.000$). 그러나 A/E 비는 측정된 네 부위에서 차이가 없는 것으로 조사되었다(Fig. 6).

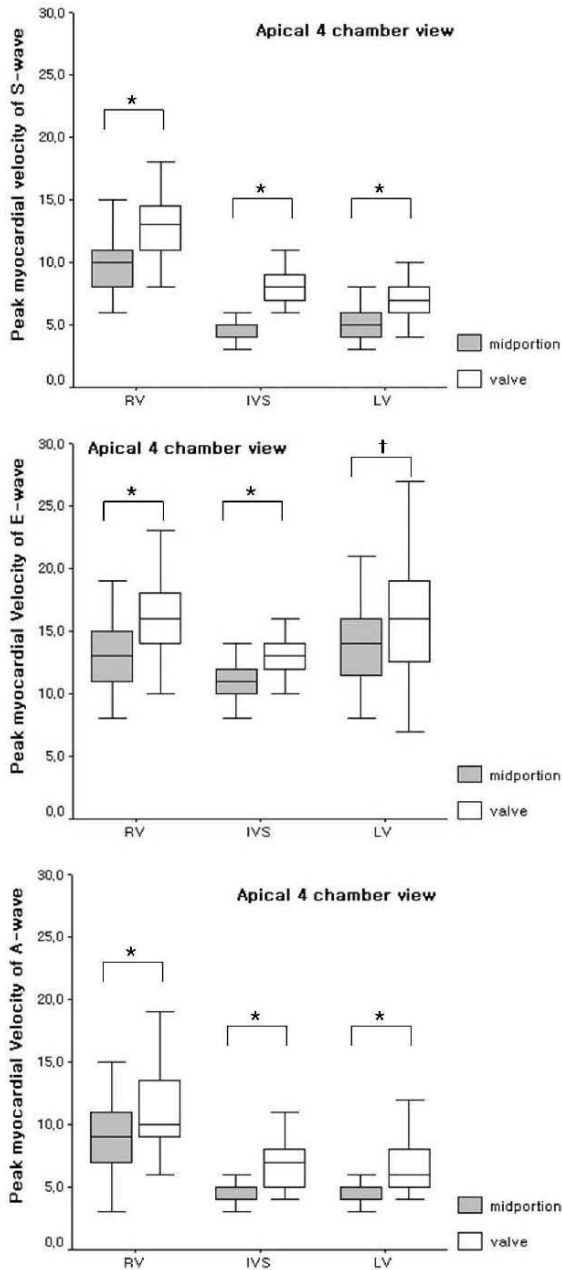


Fig. 5. Box plots of three peak tissue Doppler velocities of valve and midwall-level at apical-4 chamber view. * $P<0.000$, † $P<0.002$.

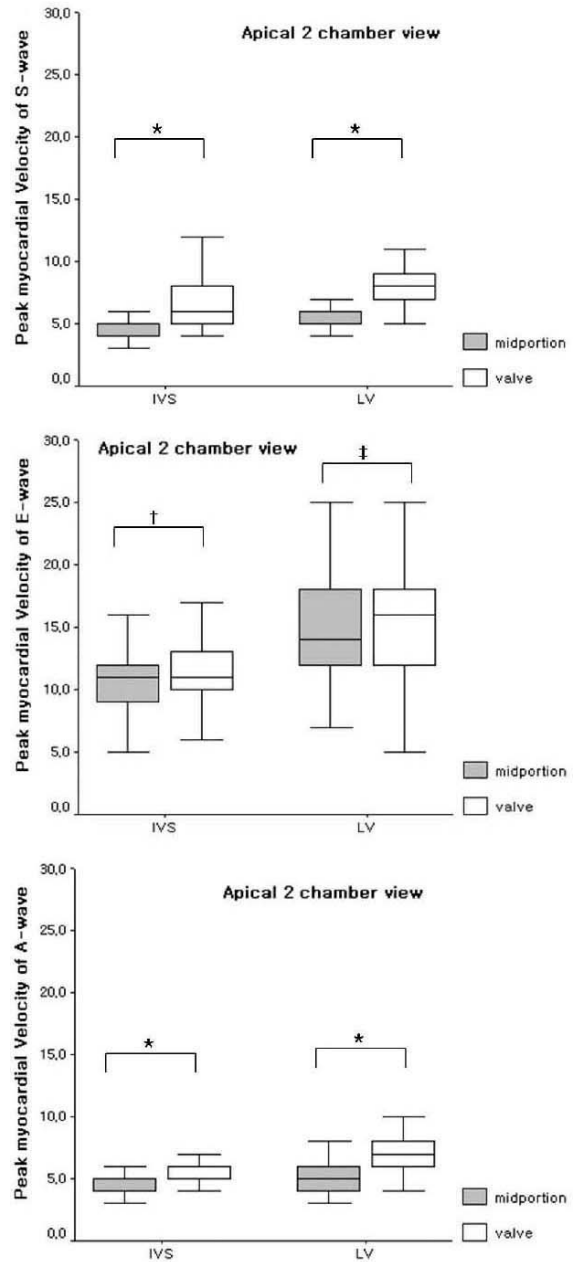


Fig. 6. Box plots of three peak tissue Doppler velocities of valve and midwall-level at apical-2 chamber view. * $P<0.000$, † $P<0.052$, ‡ $P<0.328$.

Table 5. Comparisons of Peak Tissue Doppler Velocities of S, E, A-Wave Form at Each Wall

Apical 4-chamber view	Peak myocardial velocity*	Apical 2-chamber view	Peak myocardial velocity†
A4C* RV-valve level	E>S>A	A2C LV-valve level	E>S>A
A4C RV-midseptum level	E>S>A	A2C LV-midseptum level	E>S>A
A4C IVS-valve level	E>S>A	A2C IVS-valve level	E>S>A
A4C IVS-midseptum level	E>S>A	A2C IVS-midseptum level	E>S>A
A4C LV-valve level	E>S>A		
A4C LV-midseptum level	E>S>A		

*Abbreviations as mentioned at Table 1, †P<0.001

Table 6. Correlation between Pulsed Wave Doppler Tissue Parameters in Apical-4 Chamber View and Heart Rate

Wave form and region of PW-TDI	Case	r†	P-value	
RV-midwall level	4Stm* vs. HR	65	-0.0689	0.588
	4Etm* vs. HR	65	0.1399	0.270
	4Atm* vs. HR	65	0.3855	0.002
	A/E ratio vs. HR	65	0.3138	0.012
RV-valve level	4Stv* vs. HR	71	-0.1943	0.107
	4Etv* vs. HR	71	0.2475	0.039
	4Atv* vs. HR	71	0.4553	0.000
	A/E ratio vs. HR	71	0.2857	0.016
IVS-midseptum level	4Sim* vs. HR	65	0.0546	0.668
	4Eim* vs. HR	65	-0.2597	0.038
	4Aim* vs. HR	65	0.4083	0.001
	A/E ratio vs. HR	65	0.4341	0.000
IVS-valve level	4Siv* vs. HR	71	0.0999	0.410
	4Eiv* vs. HR	71	-0.1586	0.190
	4Aiv* vs. HR	71	0.4895	0.000
	A/E ratio vs. HR	71	0.5012	0.000
LV-midwall level	4Smm* vs. HR	63	0.1243	0.336
	4Emm* vs. HR	63	-0.3751	0.003
	4Amm* vs. HR	63	0.2326	0.069
	A/E ratio vs. HR	63	0.5019	0.000
LV-valve level	4Smv* vs. HR	71	-0.1069	0.378
	4Emv* vs. HR	71	-0.2047	0.089
	4Amv* vs. HR	71	0.3051	0.089
	A/E ratio vs. HR	71	0.3990	0.001

*Abbreviations as mentioned at Table 1, †Partial correlation

4. 각각의 측정부위에서의 S, E, A-파형의 최대 심근속도 간의 비교

심첨 4방도의 6부위에서 측정한 S, E, A-파형의 최대심근속도를 비교해 보았을 때 E-파형이 가장 큰 값을 보였으며, S-파형이 두 번째, A-파형이 가장 작은 값을 보였다(P<0.001)(Table 5).

5. FS(%)와 4Smv와의 관계

FS(%)과 4Smv와의 관계를 보면 통계적으로 의미있는 상관관계를 보여주지 못하였다(P=0.390, r=0.104).

Table 7. Correlation between Pulsed Wave Doppler Tissue Parameters in Apical-2 Chamber View and Heart Rate

Wave form and region of PW-TDI	Case	r†	P-value	
IVS-midseptum level	2Sim* vs. HR	67	0.0418	0.739
	2Eim* vs. HR	67	-0.3270	0.007
	2Aim* vs. HR	67	0.2315	0.061
	A/E ratio vs. HR	67	0.3613	0.003
IVS-valve level	2Siv* vs. HR	72	0.0248	0.839
	2Eiv* vs. HR	72	-0.2260	0.060
	2Aiv* vs. HR	72	0.2731	0.022
	A/E ratio vs. HR	72	0.4130	0.000
LV-midwall level	2SLm* vs. HR	65	0.2565	0.041
	2Elm* vs. HR	65	-0.4202	0.001
	2ALm* vs. HR	65	0.2312	0.066
	A/E ratio vs. HR	65	0.5496	0.000
LV-valve level	2SLv* vs. HR	70	-0.1623	0.179
	2ELv* vs. HR	70	-0.2682	0.025
	2ALv* vs. HR	70	0.3584	0.002
	A/E ratio vs. HR	70	0.3739	0.001

*Abbreviations as mentioned at Table 1, †partial correlation

6. 최대 심근속도와 심박동수와의 관계

심첨 4방도의 6부위에서 측정한 최대 심근 속도와 심박동수와의 상관 관계에 대해서 나이의 영향을 배제한 편상관 방법을 통해서 알아보았다(Table 6). S- 및 E-파형의 최대 심근 속도는 심박동수와 상관 관계를 보이지 않았으나, A-파형의 최대 심근 속도는 4Amv(P=0.089, r=0.3051) 및 4Amm(P=0.069, r=0.2326)을 제외하고 심박동수가 증가함에 따라 그 값이 증가하는 양상을 보여 주었다. 그러나, A/E 비의 경우 측정한 부위에 관계없이 박동수가 증가함에 따라 그 값이 증가하는 양의 상관관계를 보였다.

심첨 2방도 네 부위에서 측정한 최대 심근 속도와 심박동수의 상관 관계는 나이의 영향을 배제한 편상관 방법으로 분석하였다(Table 7). 심박동수와의 관계는 심첨 4방도에서 처럼 일정한 상관 관계를 보이지는 못하였지만, A-파형은 심박동수가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보이며, E-파형은 감소하는 경향을 보여 주었다. 그러나 A/E 비는 심박동수가 증가함에 따라 측정한 부위에 관계없이 유의하게 증가하는 양상을 보여 주었다.

7. 최대 심근속도와 몸무게와의 관계

심첨 4방도에서 측정된 최대 심근 속도와 몸무게의 상관 관계에 대해서 알아보았다(Table 8). 4Stm은 몸무게가 증가함에 따라 증가($P=0.01$, $r=0.317$)하고, 4Atm은 몸무게가 증가함에 따라 그 값이 감소하는 것으로 분석되었다($P=0.03$, $r=-0.258$). 4Sim과 4Eim은 몸무게가 늘어남에 따라 최대 조직 속도가 증가하는 것으로 나타났으며($P=0.001$, $r=0.393/P=0.004$, $r=0.350$), 4Aim은 몸무게가 증가함에 따라 감소($P=0.047$, $r=-0.247$)하는 것으로 분석되었다. 4Emm은 몸무게와 양의 상관 관계($P=0.005$, $r=0.350$)를, 4Emv도 몸무게와 유의한 양의 상관 관계($P=0.003$, $r=0.353$)를 보였다. 그 이외의 계측치들은 몸무게와 유의한 상관 관계를 보이지 않았다.

8. M-형 심초음파를 이용한 ALD 및 이동률

M-형 심초음파 검사 방법을 이용해서 우심실 측벽과 삼첨판이 만나는 지점, 심실 중격과 승모판이 만나는 지점 및 좌심실 측벽과 승모판이 만나는 지점에서 측정된 판막륜의 이동한 길이(ALD) 및 이동률은 Table 9와 같다.

ALD 및 이동률은 남녀 두 그룹간에 유의한 통계적인 차이는 없었다. 몸무게와의 관계는 몸무게가 늘어남에 따라서 ALD도 증가하는 것으로 나타났다(좌심실 측벽의 승모판 부위: $P=0.031$,

$r=0.388$, 심실 중격의 승모판 부위: $P=0.000$, $r=0.648$, 우심실 측벽의 삼첨판 부위: $P=0.006$, $r=0.485$). 그러나 심실 중격의 승모판 부위에서 측정된 이동률은 몸무게와 상관 관계가 없었으며($P=0.512$, $r=-0.122$), 좌심실 측벽의 승모판 부위에서는 음의 상관 관계($P=0.046$, $r=-0.361$)를 보이고, 우심실 측벽과 삼첨판이 만나는 부위에서는 유의한 음의 상관 관계($P=0.006$, $r=-0.480$)를 보이는 등 일정한 관련성을 찾을 수 없었다. 이동률과 동일 지점에서 시행한 최대 심근 속도간의 비교에서도 유의한 상관 관계를 찾을 수 없었다($P>0.05$).

고 찰

TDI는 혈류에서 반사되는 high-velocity, low-amplitude signal은 필터로 걸러내고, 심근에서 반사되는 low-velocity, high-amplitude signal을 선택적으로 화면에 보이게 함으로써 심근의 수축기 및 이완기의 움직이는 속도를 정성, 정량적으로 계측하는 비교적 최근의 기술이다. 이 기술의 임상적용은 1989년 Isaza 등²⁾에 의해서 간헐과 TDI를 이용한 국소 심근 운동 평가에 사용된 이래 많은 연구가 진행되었으며, 이후 색 TDI 기술이 1992년 McDicken 등³⁾에 의해서 제시되었으며, Miyatake 등⁴⁾과 Sutherland 등⁵⁾에 의해서 심근의 운동을 평가하는 방법으로 사용이 가능하다는 사실이 증명되면서, 현재는 성인에서 심장의 수축기 및 이완기 기능을 평가하는 중요한 방법으로 사용되고 있다.

성인에서는 TDI 방법을 사용한 정상치⁶⁻⁸⁾, 좌심실의 기능평가⁹⁾ 및 이완기 심실기능 평가의 유용성¹⁰⁻¹²⁾에 대해서 연구되었으며, TDI의 계측치들은 전부하와 무관한 것으로 보고되어 있다^{11, 13, 14)}. 특히 좌심실의 이완기 기능이 떨어져 있는 경우 승모판의 이완기 초기 최대 심근 속도(E)가 떨어지고¹¹⁾, 이완기 기능 저하를 보상하기 위한 전부하의 증가와 관계없이 수축기 최대 심근 속도(S), 이완기 초기 최대 심근 속도(E)가 감소하는 것으로 보고되었다¹⁴⁾. 또한 비록 수축기능이 유지되더라도 TDI로 측정된 이완기 초기 최대 심근 속도(E)가 감소하며, 이완기 후기/이완기 초기 최대 심근 속도 비(A/E ratio)가 증가함이 보고되었으며, Oki 등¹⁵⁾은 PW-TDI로 측정된 이완기 초기 심근 속도(E-파형)가 좌심실 이완의 정도와 관계가 있으며 이 정도를 Tau 상수로 표시하기도 하였다. 이러한 이완기 기능뿐만 아니라 좌심실의 전반적인 수축기 기능 또한 TDI로 측정된 S-파와 밀접한 관계가 있는 것으로 연구되었다¹⁶⁾. 우심실의 기능평가를 위해서 삼첨판에서 도플러 심초음파를 이용한 방법이 제시되어 있지만^{17, 18)}, 우심실의 기하학적이지 않은 모양 및 호흡에 따른 변화(흉강 내 압력 및 체 정맥 환류의 영향) 때문에 기능평가에 한계가 있다. 이러한 이유 때문에 선천성 심 질환을 가진 환자에서 우심실의 기능을 평가할 수 있는 비침습적인 방법이 필요한 실정이며, TDI의 이용이 하나의 대안이 될 수 있을 것이다. 실제로 성인에서 TDI를 이용한 우심실 기능의 평가에 사용된 여러 방법^{7, 10-12, 15, 19, 20)}들이 소개되고 있으며, 소아 영역에서도

Table 8. Correlation between Pulsed Wave Doppler Tissue Parameters in Apical-4 Chamber View and Body Weight

Sites of PW-TDI	Wave form	P-value	r†
A4C* RV*-midseptum level	S	0.01	0.317
A4C RV-valve level	A	0.03	-0.258
A4C IVS*-midseptum level	S	0.001	0.393
	E	0.004	0.350
	A	0.047	-0.247
A4C IVS-valve level	S	0.001	0.391
A4C LV*-midseptum level	E	0.005	0.350
A4C LV-valve level	E	0.003	0.353

*Abbreviations as mentioned at Table 1

†Pearson correlation

Table 9. Values of Absolute Longitudinal Displacement and % Displacement with M-mode Trace of Annular Motion

Apical 4 chamber view	Case	Mean ± SD
Absolute displacement in RV* (cm)	31	1.93 ± 0.29(1.43-2.79)
% Displacement in RV(%)	31	24.98 ± 4.92(15.79-35.80)
Absolute displacement in IVS* (cm)	31	1.09 ± 0.26(0.54-1.62)
% Displacement in IVS(%)	31	15.07 ± 2.34(7.99-19.31)
Absolute displacement in LV* (cm)	31	1.30 ± 0.25(0.78-1.76)
% Displacement in LV(%)	31	16.98 ± 3.20(10.82-24.06)

*Abbreviations as mentioned at Table 1

Frommelt 등¹⁾의 연구가 보고되고 있다.

1996년부터 비록 증례수가 많지는 않지만 소아들을 대상으로 하여 TDI의 정상치가 보고되어 왔으나²⁰⁻²³⁾, 우리나라에서는 아직 정상 소아들을 대상으로 한 연구가 초기 단계에 있는 실정이다. 이에 저자는 정상 소아들을 대상으로 하여 좌심실 측벽, 심실 중격, 우심실 측벽의 판막륜 및 판막륜과 심첨의 중간 지점에서 TDI를 이용한 최대 심근 속도들을 계측하고 이를 다양한 방법으로 분석하였다.

이번 연구에서 남녀 두 그룹의 비교에서는 2Aiv만 남아에서 평균 0.83 cm/sec 정도 높게 측정되었으며, 그 이외의 모든 측정지점들은 차이를 보이지 않았다. 이는 S, E, A-파형의 최대 심근 속도에서 남녀간에 차이가 없다는 다른 연구 결과²¹⁾와도 일치한다. 다만, 2Aiv에서 차이가 나는 점은 심첨 2방도에서의 TDI 계측방법에 따른 문제점 및 남아 42례, 여아 30례로 비교적 적은 증례수 때문일 수도 있을 것이다.

계측된 최대심근속도는 사용된 심초음파 기기간 및 심초음파를 시행한 의사간에 통계적으로 의미있는 차이를 보이지 않아서, 최대 심근속도의 표준치가 정립되면 기기간 및 검사를 시행하는 의사의 오차는 고려하지 않아도 될 것으로 여겨진다.

동일한 초음파 빔의 각도에서 판막륜 부위와 판막륜과 심첨의 중간 부위에서의 계측치들간의 비교를 보면, 2ELv와 2ELm이 차이가 없었던 것을 제외하고 S, E, A-파형의 최대 심근 속도는 모두 판막륜 부위에서 측정된 값이 판막륜과 심첨 사이에서 측정된 값보다 의미 있게 크게 나타났다. 이는 심 기저부에서 심첨부로 이동할수록 계측치들이 작아진다는 Kapusta 등²¹⁾이 소아에서 시행한 연구 결과와 성인에서의 연구결과 등^{8, 22, 24)}과 유사함을 보여주고 있다. 이에 비해서 A/E 비의 경우 모든 부위에서 의미 있는 차이를 보이지 않았다²¹⁾.

S, E, A-파형 각각의 최대 심근 속도를 우심실 측벽부위, 심실 중격 부위, 좌심실 측벽부위로 나누어 서로 비교한 결과를 보면 Galiuto 등⁸⁾, Mori 등²³⁾의 연구 결과와 유사한 결과를 보여준다. E-파형의 경우 심실 측벽에서 측정된 값이 심실 중격에서 측정된 값보다 높다고 보고되었으며²³⁾, 심실 측벽 중에서도 우심실 측벽에서 측정된 값이 좌심실 측벽에서 측정된 값보다 높은 것으로 보고되었다²²⁾. 이번 연구에서도 심첨 4방도에서의 E-파형은 우심실 측벽과 좌심실 측벽에서 측정된 값은 유사하고, 심실중격에서 측정된 값보다는 유의하게 그 값이 큰 결과를 보여 주었으며, 그 외의 파형도 우심실 측벽에서 측정된 값이 심실 중격이나 좌심실 측벽에서 측정된 값보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과를 보이는 이유는 심실의 심근은 원주섬유 및 세로섬유로 구성되어 있으며, 심실의 각 부위별로 이러한 두 종류의 심근 섬유의 구성비율이 다르기 때문일 것으로 생각된다²⁵⁾.

동일 부위에서 측정된 S, E, A-파형의 최대 심근 속도간의 비교를 보면 E, S, A 파형의 순으로 값이 작아지는 것을 보여 다른 보고들^{21, 23)}과 동일한 결과를 보여주고 있다. A-파형의 최대 심근 속도가 가장 작은 이유로 TDI는 심근의 움직임이 능동

적으로 일어날 때(수축기 및 이완기 초기의 S 및 E-파형) 그 값이 크게 나오는데, 이완기 후기의 경우 심실은 능동적인 이완이 아니라 심방의 수축에 의해 수동적으로 혈류를 받는 역할만을 하기 때문인 것으로 생각한다. 이러한 이유로 A-파형은 능동적인 심근의 이완보다는 심방의 수축력 및 이완기 초기가 끝나는 시점에 심실에 있는 혈류량에 영향을 받게 된다. 특히 심첨 4방도에서 좌심실의 판막륜에서 측정하게 될 때 승모판의 섬유성 기질(fibrous makeup) 때문에 심방의 수축에 더 영향을 받게 되며, 이러한 영향을 없애기 위해서는 오히려 흉골연 단축 단면도의 좌심실 후벽(섬유성 기질이 없는 근육 부분)에서 측정하게 되면 A-파형의 경우 심근 자체의 실제 값에 더 근접하게 될 것이라고 생각된다. 실제로 Rychik 등²⁰⁾에 의한 연구에서 보면 심첨 4방도에서 좌심실 판막륜에서 측정된 A-파형이 흉골연 단축 단면도에서 좌심실 후벽에서 측정된 A-파형보다 큰 것으로 보고되었으며, 이는 심첨 4방도에서 측정된 값일 경우 심방 수축에 의한 영향이 흉골연 단축 단면도 보다 크기 때문이라고 하였다. 심박동수가 증가함에 따라 A-파형의 값이 증가하는 양상을 보인 이유도, 심박동수가 증가함에 따라 이완기 초기가 끝나는 시점에 심실 및 심방에 혈류가 저류됨에 따라 심방 수축력이 더 증가하기 때문으로 생각된다.

E-파형이 S-파형보다 높은 이유는 S-파형은 심실 수축기에 높은 체혈관 저항 때문에 심실근의 움직임이 약해지는 반면, E-파형은 심실의 능동적인 이완에 의한 심실 근의 움직임 뿐만 아니라, 방실판이 열린 후에 심방에서 심실로 흐르는 혈류에 의해서 그 움직임이 배가 되기 때문으로 여겨진다.

FS(%)와 4Smv의 최대 심근 속도와와의 상관 관계에 대해서 아직 이견이 있으나^{21, 26)}, 이번 연구에서는 의미 있는 상관 관계를 볼 수 없었다. 이는 S-파형은 장축 방향 심근의 움직임을 잘 반영하는 반면에 FS(%)는 심장의 장축의 기능보다는 횡축의 기능을 반영하기 때문으로 생각된다.

여러 파형의 최대 심근 속도와 심박동수와의 상관 관계를 살펴보면 S- 및 E-파형의 최대 심근 속도는 심박동수와 상관 관계가 없었으나, A-파형은 2Amm을 제외하고는 전부 양의 상관 관계를 보여 심박동수가 증가함에 따라 그 값이 증가하는 경향을 보였다. E-파형의 경우 일정한 패턴을 보이지는 않았는데, 상관 관계가 성립될 때에는 음의 상관관계를 보여, 심박동수가 증가함에 따라 그 값이 감소하는 경향이 있었다. 이러한 결과는 최대 심근 속도와 심박동수 사이에 상관 관계가 없다는 보고^{21, 22)}와 부분적으로 상반되는 결과이며, S 및 E-파형의 최대심근속도는 나이 및 심박동수와 상관 관계에 있으나 심박동수보다는 나이와 상관관계가 더 크다는 보고²³⁾와도 부분적으로 상반되는 결과이다. Mori 등²³⁾에 의하면 E-파형의 최대 심근 속도는 심박동수가 증가함에 따라 줄어드는 경향을 보인다고 보고하여 이번 연구에서의 심박동수와 E-파형의 음의 상관관계와 어느 정도 부합되는 결과를 보였다. 그러나 A/E 비는 모든 측정 부위에서 심박동수가 증가함에 따라 그 값이 증가하는 양의 상관 관계를 보였다.

몸무게 또는 나이와 최대 심근 속도와의 관계에 대해서는 관계가 없다는 보고²¹⁾부터 부위별로, 파형별로 관계가 있다 또는 없다는 여러 보고^{22, 23, 27, 28)}가 있는 실정이다. 이번 연구에서는 S-파형의 경우 4Stm, 4Sim, 4Siv가 몸무게 증가함에 따라 양의 상관 관계를 보였으며, E-파형의 경우 4Eim, 4Emm, 4Emv가 몸무게와 유의한 양의 상관 관계를 보여주었다. A-파형의 경우 4Atm, 4Aim에서 음의 상관 관계를 보였으나, 상관계수가 낮았다.

M-형 심초음파 검사를 통한 판막륜의 종적인 움직임에 대한 연구는 아직 소아에서 정상치가 확립되어 있지 않으며, 2002년에 Arce 등²⁹⁾이 40례를 대상으로 정상치를 보고한 바가 있다. 이번 연구에서는 TDI를 시행한 환자 중 31례를 대상으로 이 연구를 시행하였다. 남녀 두 그룹간의 측정치에 유의한 차이는 없었으며, 몸무게와 판막륜의 ALD는 유의한 양의 상관 관계를 보여 주었다. 이는 체중이 증가함에 따라 심장 크기 및 흉곽의 크기가 증가하기 때문인 것으로 생각되어진다. 이동률의 경우 우심실 부위와 심실 중격 부위에서는 체중이 증가함에 따라 유의한 음의 상관 관계를 보였으며, 좌심실 부위의 경우 통계적으로 의미는 없으나, 음의 상관 관계를 보이는 경향이 있었다. 즉 이동률은 체중이 증가함에 따라 그 값이 작아지는 경향을 보였으며, 값이 작아지는 정도는 우심실, 심실 중격, 좌심실의 순을 보이는 경향이 있었다. 이러한 결과는 Arce 등²⁹⁾ 및 Kukulski 등³⁰⁾의 연구결과와 유사하며, 나이가 증가함에 따라 장축을 따른 우심실 기능이 점차적으로 감소함을 의미한다. 그러나, 이번 연구에서 4Stv는 체중증가와 상관 관계를 보여주지 못하여, 다른 여러 논문들과는 다른 결과를 보여 주어 더욱 많은 예에 대한 연구가 필요하다고 하겠다. 성인에서의 연구 결과에 의하면 우심실의 수축은 우심실 측벽의 횡축의 움직임보다 장축의 움직임에 의해서 일어난다고 하며^{31, 32)}, 삼첨판의 움직임의 정도가 심초음파 검사 및 방사선 핵종 심장혈관 조영술로 측정된 우심실 박출률과 상관 관계가 있음^{33, 34)}과, TDI로 측정된 최대 심근 속도와도 상관 관계가 있음이 보고되었다³⁰⁾.

저자들은 정상소아 72례를 대상으로 TDI를 이용하여 최대심근속도를 측정하고 지금까지의 연구 결과들과 비교 분석하였다. 이러한 계측치를 토대로 하여 선천성, 후천성 심장병을 가진 소아들의 TDI의 이상소견 및 심장 수술 후 TDI의 변화 등에 대한 연구가 계속 되어야 하겠다.

요 약

목적 : 최근 심장 기능 평가에 많이 사용되는 TDI 지표들에 대해서 우리나라의 정상 소아에 대한 연구가 아직 미흡한 실정이다. 이에 정상 소아 72례(남아:42례, 여아:30례)를 대상으로 한 TDI 및 31례를 대상으로 한 M-형 심초음파 검사를 이용한 지표들에 대한 계측치를 확인하고, 이러한 계측치에 여러 변수들(몸무게, 심박동수, 측정된 위치 등)이 미치는 영향에 대해서 관찰하였다.

방법 : 선천성 심질환이나 심장에 영향을 미칠 수 있는 질환이 없는 건강한 소아를 대상으로 하여, 심첨 4방도, 심첨 2방도의 여러 부위에서 PW-TDI를 이용하여 최대 심근 속도를 측정하고, 측정 부위에 따른 계측치의 차이, 나이, 몸무게 및 심박동수 등이 이러한 측정치들에 미치는 영향에 대해서 연구하였다. 또한 심첨 4방도에서 각각의 판막륜 방향으로 M-형 심초음파 검사를 시행하여 나이, 몸무게 및 심박동수와 연관 관계가 있는지 알아보았다. 또한 M-형 심초음파 검사에서 측정된 값들과 TDI 계측치들과의 관계에 대해서도 연구하였다.

결과 : TDI로 측정된 여러 변수들은 남녀, 심초음파 기기간 및 검사를 시행한 의사간에는 의미있는 차이를 보이지 않았다. 판막륜과 판막륜 및 심첨의 중간 부위에서 측정된 값간에는 판막륜에서 측정된 값들이 의미있게 높게 측정되었으며, 우심실 측벽의 측정치가 심실 중격 및 좌심실 부위에서 측정된 값보다 높았다. 심근 단축률과 TDI 측정치간에는 상관 관계를 보이지 않았다. 심박동수와의 상관 관계를 보면 S-및 E-파형의 경우 심박동수와 상관 관계가 없었으나, A-파형 및 A/E 비는 심박동수와 양의 상관 관계를 보였다. 몸무게와의 상관 관계도 측정된 부위 및 계측치 들마다 일정한 상관 관계를 보여 주지는 못하였다. M-형 심초음파 검사로 측정된 판막륜의 움직임은 성별간에 유의한 차이를 보이지 않았으며, ALD는 몸무게와 양의 상관 관계를, 이동률은 음의 상관 관계를 보이는 경향이 있었다. 그러나 이동률과 TDI 계측치들 간에는 유의한 상관 관계를 발견할 수 없었다.

결론 : 정상 소아들에서 TDI를 이용하여 최대 심근 속도를 측정하고, 또한 M-형 심초음파 검사를 이용한 판막륜의 움직임을 관찰해 보았다. 이러한 계측치들을 토대로 좀더 많은 례를 통한 한국 소아들의 TDI 및 M-형 심초음파 검사를 이용한 판막륜의 움직임에 대한 정상치를 확립하여야 하겠으며, 선천성 및 후천성 심질환을 가진 환자들에서의 임상 적용을 기대해 본다.

References

- 1) 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.
- 2) Isaaz K, Thompson A, Ethevenot G, Cloez JL, Brembilla B, Pernot C. Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of the left ventricular posterior wall. *Am J Cardiol* 1989;64:66-75.
- 3) McDicken WN, Sutherland GR, Moran CM, Gordon LN. Colour Doppler velocity imaging of the myocardium. *Ultrasound Med Biol* 1992;18:651-4.
- 4) Miyatake K, Yamagishi M, Tanaka N, Uematsu M, Yamazaki N, Mine Y, et al. New method for evaluating left ventricular wall motion by color-coded tissue Doppler imaging: in vitro and in vivo studies. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:717-24.
- 5) Sutherland GR, Stewart MJ, Groundstroem KW, Moran

- CM, Fleming A, Guell-Peris FJ, et al. Color Doppler myocardial imaging: a new technique for the assessment of myocardial function. *J Am Soc Echocardiogr* 1994;7:441-58.
- 6) Donovan CL, Armstrong WF, Bach DS. Quantitative Doppler tissue imaging of the left ventricular myocardium: validation in normal subjects. *Am Heart J* 1995;130:100-4.
 - 7) Palka P, Lange A, Fleming AD, Sutherland GR, Fenn LN, McDicken WN. Doppler tissue imaging: myocardial wall motion velocities in normal subjects. *J Am Soc Echocardiogr* 1995;8:659-68.
 - 8) Galiuto L, Ignone G, DeMaria AN. Contraction and relaxation velocities of the normal left ventricle using pulsed-wave tissue Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 1998;81:609-14.
 - 9) Ohte N, Narita H, Hashimoto T, Akita S, Kurokawa K, Fujinami T. Evaluation of left ventricular early diastolic performance by color tissue Doppler imaging of the mitral annulus. *Am J Cardiol* 1998;82:1414-7.
 - 10) Rodriguez L, Garcia M, Ares M, Griffin BP, Nakatani S, Thomas JD. Assessment of mitral annular dynamics during diastole by Doppler tissue imaging: comparison with mitral Doppler inflow in subjects without heart disease and in patients with left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1996;131:982-7.
 - 11) Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, Kim HC, Kim HS, Oh BH, et al. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in the evaluation of left ventricular diastolic function. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:474-80.
 - 12) Pai RG, Gill KS. Amplitudes, durations, and timings of apically directed left ventricular myocardial velocities: II. Systolic and diastolic asynchrony in patients with left ventricular hypertrophy. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:112-8.
 - 13) Bruch C, Marin D, Kuntz S, Schmermund A, Bartel T, Schaar J, et al. Analysis of mitral annulus excursion with tissue Doppler echocardiography (tissue Doppler echocardiography=TDE). Noninvasive assessment of left ventricular diastolic dysfunction. *Z Kardiol* 1999;88:353-62.
 - 14) Farias CA, Rodriguez L, Garcia MJ, Sun JP, Klein AL, Thomas JD. Assessment of diastolic function by tissue Doppler echocardiography: comparison with standard transmitral and pulmonary venous flow. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:609-17.
 - 15) 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.
 - 16) Gulati VK, Katz WE, Follansbee WP, Gorcsan J 3rd. Mitral annular descent velocity by tissue Doppler echocardiography as an index of global left ventricular function. *Am J Cardiol* 1996;77:979-84.
 - 17) Riggs TW, Rodriguez R, Snider AR, Batton D. Doppler echocardiographic evaluation of right and left ventricular diastolic function in normal neonates. *J Am Coll Cardiol* 1989;13:700-5.
 - 18) Riggs TW, Snider AR. Respiratory influence on right and left ventricular diastolic function in normal children. *Am J Cardiol* 1989;63:858-61.
 - 19) Garcia MJ, Rodriguez 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.
 - 20) Rychik J, Tian ZY. Quantitative assessment of myocardial tissue velocities in normal children with Doppler tissue imaging. *Am J Cardiol* 1996;77:1254-7.
 - 21) Kapusta L, Thijssen JM, Cuypers MH, Peer PG, Daniels O. Assessment of myocardial velocities in healthy children using tissue Doppler imaging. *Ultrasound Med Biol* 2000;26:229-37.
 - 22) Swaminathan S, Ferrer PL, Wolff GS, Gomez-Marin O, Rusconi PG. Usefulness of tissue Doppler echocardiography for evaluating ventricular function in children without heart disease. *Am J Cardiol* 2003;91:570-4.
 - 23) 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.
 - 24) Sohn DW, Kim YJ, Kim HC, Chun HG, Park YB, Choi YS. Evaluation of left ventricular diastolic function when mitral E and A waves are completely fused: role of assessing mitral annulus velocity. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:203-8.
 - 25) Greenbaum RA, Ho SY, Gibson DG, Becker AE, Anderson RH. Left ventricular fibre architecture in man. *Br Heart J* 1981;45:248-63.
 - 26) Emilsson K, Alam M, Wandt B. The relation between mitral annulus motion and ejection fraction: a nonlinear function. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13:896-901.
 - 27) Hiarada K, Orino T, Yasuoka K, Tamura M, Takada G. Tissue doppler imaging of left and right ventricles in normal children. *Tohoku J Exp Med* 2000;191:21-9.
 - 28) Yasuoka K, Harada K, Orino T, Takada G. Right ventricular diastolic filling assessed by conventional doppler and tissue Doppler imaging in normal children. *Tohoku J Exp Med* 1999;189:283-94.
 - 29) Arce OX, Knudson OA, Ellison MC, Baselga P, Ivy DD, Degroff C, et al. Longitudinal motion of the atrioventricular annuli in children: reference values, growth related changes, and effects of right ventricular volume and pressure overload. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:906-16.
 - 30) Kukulski T, Hubbert L, Arnold M, Wranne B, Hatle L, Sutherland GR. Normal regional right ventricular function and its change with age: a Doppler myocardial imaging study. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13:194-204.
 - 31) Zoghbi WA, Habib GB, Quinones MA. Doppler assessment of right ventricular filling in a normal population. Comparison with left ventricular filling dynamics. *Circulation* 1990;82:1316-24.
 - 32) Iwase M, Nagata K, Izawa H, Yokota M, Kamihara S, Inagaki H, et al. Age-related changes in left and right ventricular filling velocity profiles and their relationship in normal subjects. *Am Heart J* 1993;126:419-26.
 - 33) Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah PM. Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1984;107:526-31.
 - 34) Hammarstrom E, Wranne B, Pinto FJ, Puryear J, Popp RL. Tricuspid annular motion. *J Am Soc Echocardiogr* 1991;4:131-9.