

## 소아에서 심근 수행 지수 측정 방법간의 차이

울산대학교 의과대학 소아과학교실

정재일 · 이창현 · 김재광 · 박기영 · 김봉성 · 이정주 · 한명기

### The difference between the two methods for myocardial performance index in children

Jae-Il Joung M.D., Chang-Hyun Lee M.D., Jae-Kwang Kim M.D., Kie-Young Park M.D.  
Bong-Sung Kim M.D., Jung-Ju Lee M.D. and Myung-Ki Han M.D.

Department of Pediatrics, Gangneung Asan Hospital  
College of Medicine, Ulsan University, Gangneung, Korea

**Purpose :** The object of this study was to determine the difference between two methods for myocardial performance index(MPI) in children, using the conventional and pulsed Doppler echocardiography.

**Methods :** A total of 27 children with anatomically normal hearts were enrolled for the study. all were examined by conventional and pulsed Doppler echocardiography at Gangneung Asan Hospital between December, 2005 and February, 2006. First, we measured the time interval(a1) between the mitral inflows from apical 4-chamber view, and the ejection time(ET1) from apical 5-chamber view. And then, we calculated MPI1, isovolumic contraction time(ICT1) and isovolumic relaxation time (IRT1). Secondly, we measured ICT2, ET2 and IRT2 from apical 5-chamber view with a Doppler signal placed at just below junction between mitral and aortic valve at the same cardiac cycle. And then, we calculated MPI2. We compared MPI1 to MPI2. All MPIs were calculated by using the formula,  $MPI=(ICT+IRT)/ET$ .

**Results :** The mean age was  $5.7 \pm 2.2$  years old(M:F=15:12). The MPI2 was higher than MPI1:  $0.277 \pm 0.083$  vs.  $0.428 \pm 0.081$ (MPI1 vs MPI2,  $P=0.000$ ). Also, the ICT2 was higher than ICT1:  $56 \pm 15$  msec vs  $97 \pm 18$  msec(ICT1 vs ICT2,  $P=0.000$ ) and the IRT2 was higher than IRT1:  $42 \pm 8$  msec vs  $53 \pm 9$  msec(IRT1 vs IRT2,  $P=0.000$ ). But, the ET2 was lower than ET1:  $260 \pm 16$  msec vs  $254 \pm 14$  msec (ET1 vs ET2,  $P=0.01$ ). There was, as well, positive linear correlation between MPI1 and MPI2.

**Conclusion :** This study showed that there is a difference between MPI1 and MPI2 in connection with estimating methods. However, the two MPIs had a positive linear correlation. Judging from our results, the MPI of the new method might be a useful index of ventricular global function in children.

(Korean J Pediatr 2006;49:1324-1328)

**Key Words :** Myocardial performance index, Child, Echocardiography

## 서 론

심근 수행 지수(myocardial performance index, MPI)는 등용적성 수축시간(isovolumic contraction time, ICT)과 등용적성 이완 시간(isovolumic relaxation time, IRT)의 합을 구출 시간(ejection time, ET)으로 나눈 값으로 정의된다<sup>1)</sup>.

접수 : 2006년 8월 7일, 승인 : 2006년 9월 14일

책임저자 : 한명기, 울산의대 강릉아산병원 소아과학교실

Correspondence : Myung-Ki Han, M.D.

Tel : 033)610-3179 Fax : 033)641-8148

E-mail : hjh1052@gnah.co.kr

MPI는 시간의 비로 구해지므로, 심실의 모양에 영향을 받지 않는다. 또한, 이 지수는 도플러를 사용하여 쉽게 측정되며, 좌심실 및 우심실의 기능을 정량적으로 측정하는데 이용될 수 있다. 이 지수에는 수축기 및 이완기 간격 즉, ICT, IRT, 그리고, ET 등이 포함되어 있다. 그러므로 MPI는 심실의 전체적인 기능을 알 수 있도록 제안되었다.

최근 연구에서 좌심실 MPI는 확장성 심근증 및 심장아밀로이드증 환자에서 그 값의 증가가 좋지 않은 예후와 관련되어 있음이 알려졌다<sup>2,3)</sup>. 성인뿐 아니라, 선천성 심장병을 가진 소아에서도 MPI는 심장기능을 정량적으로 평가하는데 유용하게 이용되고 있다<sup>4-6)</sup>. 하지만, MPI는 서로 다른 심장주기에서 측정된

방실판막 유입 혈류 도플러와 심실 유출로 도플러에서 계산되므로, 심박 수에 따른 변화가 크며, 심박 수가 빠른 소아에서 측정하기에 어려움이 있다.

최근 태아를 대상으로 같은 심장주기에 심실 구출 시간과 등용적성 시간들을 측정하는 시도들이 있었다.<sup>7,8)</sup> 이들 연구에서는 태아 심장 초음파를 이용 심실 유입부와 유출부의 중간에 도플러 샘플 볼륨(Doppler sample volume)을 위치시켜 동시에 유입 혈류와 유출 혈류를 측정하였다. 이에 저자들은 이와 같은 방법으로 소아에서도 같은 심장주기에 MPI를 측정할 수 있으리라 추정하며, 이렇게 측정된 MPI와 고전적인 방법으로 측정한 MPI와 차이를 평가하고자 이 연구를 시작하였다.

**대상 및 방법**

**1. 대상**

2005년 12월부터 2006년 2월까지 강릉아산병원을 방문하는 부모들에게 이 연구의 설명과 동의를 구하고 자녀의 과거 경력상 심장병의 병력이 없고 무증상의 건강한 자녀를 가진 부모들을 모집을 후 이 연구에 대해 동의를서를 작성한 36명의 소아를 대상으로 연구를 시행하였다. 이 중 고식적인 심초음파상 난원공 개존이 있었던 1인, 동맥관 개존이 있었던 1인, 그리고 경한 승모판 역류를 보인 5인을 제외하였으며, 비만아 2인을 추가로 제외하고 27명을 대상으로 연구를 시행하였다.

**2. 방법**

**1) 신체계측**

모든 대상아들은 신장과 체중을 측정하였고, 5분-10분간 안정 후 앉은 자세에서 수축기 혈압(systolic blood pressure, BPs) 및 이완기 혈압(diastolic blood pressure, BPD), 맥박수(heart rate, HR)를 측정하였다. 혈압측정에 사용된 기기는 DUXEO BX-10(COLIN, Japan)을 사용하였고, 가압대는 7 cm, 9 cm, 12 cm 3종류를 대상아의 상완둘레에 맞추어 사용하였으며, 1회만 측정하였다. 그 후 이면상 심초음파(2D-echocardiography)를 시행하여 선천성 심장병의 이상 유무를 확인한 후에 MPI측정을 위한 Doppler혈류 측정을 시행하였다.

**2) MPI1(Classic method)**

검사에 사용된 심초음파 기종은 Sonos 5500(Hewlett-Packard, Andover, MA, USA)이었고, 모든 심초음파는 저자들 중 1인에 의해 시행되었으며, 3 MHz의 탐촉자를 이용하여 통상적인 이면상 초음파와 color 도플러를 시행해 선천성 심장병의 유무를 확인하였다. 좌측와위 상태로 심첨 4방 단면도(Apical four-chamber view)상 승모판첨부 사이에서 승모판 유입 혈류 Doppler를 얻었으며, 이완 후기 승모판 유입 혈류(A)의 끝과 그 다음 심장주기의 이완 초기 승모판 유입 혈류(E)의 시작 사이의 시간(a)을 측정하였다. 또한 동시에 기록된 심전도의 R과 첨부

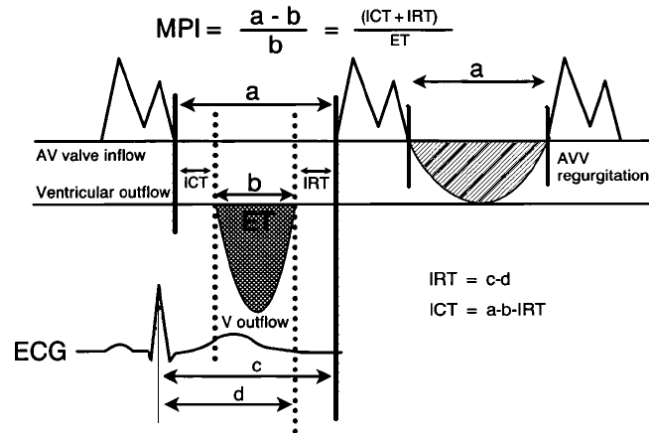
에서 그 다음 심장 주기의 E시작 사이의 시간(c)을 측정하였고 심부기 시간 기록을 위해 각 심장 주기의 R과 첨부 사이의 시간(MPI1-HR1)을 측정하였다. 심첨 5방 단면도(apical five-chamber view)에서 대동맥판막 바로 밑에서 좌심실 유출 혈류를 얻었고, Doppler 영상의 혈류 시작과 끝의 시간을 측정하였다(ejection time, ET1, b). 또한 동시에 기록된 심전도의 R과 첨부에서 좌심실 유출 혈류 끝의 시간을 측정하였다(d). 심부기 시간의 비교를 위하여 동시에 기록된 각 심장주기의 R과 첨부 사이의 시간(MPI1-HR2)을 측정하였다. MPI1은 (a-b)/b의 식을 이용하여 구하였고, IRT1는 c-d로 구하였으며, ICT1는 a-(b+IRT1)로 구하였다(Fig. 1).

**3) MPI2(new method)**

심첨 5방 단면도에서 승모판 내측 판막과 대동맥 판막사이의 접점 바로 아래에서 같은 심장 주기의 승모판 유입혈류와 좌심실 유출혈류의 도플러 영상을 얻었다(Fig. 2A). 승모판 유입혈류 끝과 좌심실 유출혈류 시작 사이의 시간을 ICT2, 좌심실 유출 혈류 시작과 끝사이의 시간을 ET2, 좌심실 유출혈류 끝과 그 다음 이어지는 승모판 유입혈류 E의 시작사이의 시간을 IRT2로 정의하였다(Fig. 2B). 위와 마찬가지로, 각 심장주기의 R과 첨부사이의 시간(MPI2-HR) 역시 측정하였다.

**3. 통계적 방법**

모든 측정은 연속된 다섯 번의 심장주기에서 측정하였고, 그 평균값을 구하였다. 다만 호흡 등의 영향으로 연속된 다섯 번의 심장주기를 구할 수 없는 경우에 연속되지는 않지만 인접한 다섯 번의 심장주기에서 측정하여 그 평균값으로 대신하였다. 모든 값은 평균±표준편차로 나타내었다. 통계분석은 SPSS 12.0을 이용하여 paired T-test를 사용하여 비교 분석하였으며, 연관성 검사는 선형 회귀 분석을 이용하였다. P값은 0.05 미만일 경우 통계학적인 의의를 두었다.



**Fig. 1.** The classic method for myocardial performance index (MPI) measurement. Abbreviations: ICT, Isovolumic Contraction Time; IRT, Isovolumic Relaxation Time; ET, Ejection Time; AV, Aortic Valve.

**결 과**

**1. 대상군의 임상적 특징**

총 대상아는 27명으로 남아가 15명, 여아가 12명이었으며, 나이는 평균 5.7세(최대 9.8세, 최소 2.5세)이었다(Table 1).

**2. MPI의 비교**

MPI1은  $0.277 \pm 0.083$ 으로 MPI2  $0.428 \pm 0.081$ 보다 낮았고 ( $P=0.000$ ), IRT1은  $42 \pm 8$  msec로 IRT2  $53 \pm 9$  msec보다 작았으며( $P=0.000$ ), ICT1은  $29 \pm 18$  msec로 ICT2  $56 \pm 15$  msec보다 작았다( $P=0.000$ ). 반면에 ET1은  $260 \pm 16$  msec로 ET2  $254 \pm 14$  msec보다 높았다( $P=0.01$ , Table 2).

**Table 1.** Demographic and Echocardiographic Data of Study Population

Parameters	Values
Age(year)	$5.7 \pm 2.2$
Sex(Male:Female)	15:12
Height(cm)	$113.2 \pm 13.9$
Weight(kg)	$21.1 \pm 5.8$
Systolic blood pressure(mmHg)	$111 \pm 11$
Diastolic blood pressure(mmHg)	$60 \pm 10$
Peak early diastolic inflow velocity E(cm/s)	$105 \pm 15$
Peak late diastolic inflow velocity A(cm/s)	$50 \pm 7$
Fractional shortening(%)	$35 \pm 4$
Ejection fraction(%)	$72 \pm 5$

**Table 2.** Comparison of Time Intervals and Myocardial Performance Index between Classic Method and New Method

Classic method		New method		P-value
MPI1	$0.277 \pm 0.083$	MPI2	$0.428 \pm 0.081$	0.000*
ICT1(msec)	$29 \pm 18$	ICT2(msec)	$56 \pm 15$	0.000*
IRT1(msec)	$42 \pm 8$	IRT2(msec)	$53 \pm 9$	0.000*
ET1(msec)	$260 \pm 16$	ET2(msec)	$254 \pm 14$	0.01*

\* $P < 0.05$ . Abbreviations : MPI, Myocardial performance index; ICT, Isovolumic contraction time; IRT, Isovolumic relaxation time; ET, Ejection time.

**Table 3.** Comparison of Heart Rate between Classic Method and New Method

Parameters	One cycle length(msec)	P-value
MPI1-HR1 vs. MPI1-HR2	$670 \pm 64$ vs. $667 \pm 74$	0.767
MPI1-HR1 vs. MPI2-HR	$670 \pm 64$ vs. $677 \pm 66$	0.344
MPI1-HR2 vs. MPI2-HR	$667 \pm 74$ vs. $677 \pm 66$	0.325

MPI1-HR1, Cycle length from mitral inflow measurement of classic method; MPI1-HR2, Cycle length from ventricular outflow measurement of classic method; MPI2-HR, Cycle length from new method.

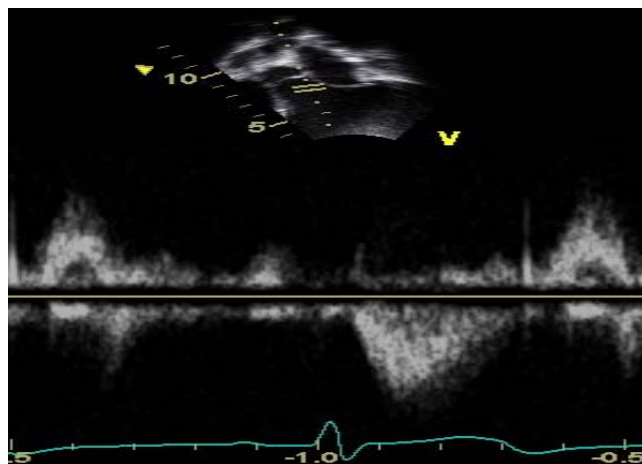
심주기 시간 비교에서 MPI1-HR1, MPI1-HR2, MPI2-HR은 모두 통계학적으로 차이를 보이지 않았다(Table 3).

**3. 상관관계**

MPI1과 MPI2, ICT1과 ICT2, IRT1과 IRT2 그리고 ET1과 ET2 모두 양의 상관관계를 보였다(Fig. 1-4).

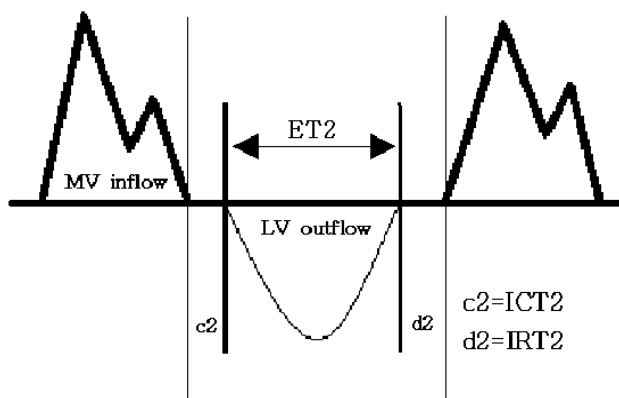
**고 찰**

MPI는 심실의 모양에 상관없이 심실의 수축기 및 이완기 기능을 평가할 수 있는 유용한 인자이다. MPI는 시간인자들의 비로 표현되어지며, 침습적인 검사로 얻어진 dP/dt, Tau등과 연관



**Fig. 2A.** The Doppler image of new method for myocardial performance index.

$$MPI2 = (ICT2 + IRT2) / ET2$$



**Fig. 2B.** The new method for myocardial performance index (MPI) measurement. Abbreviations : ICT, Isovolumic Contraction Time; IRT, Isovolumic Relaxation Time; ET, Ejection Time; MV, Mitral Valve; LV, Left Ventricle.

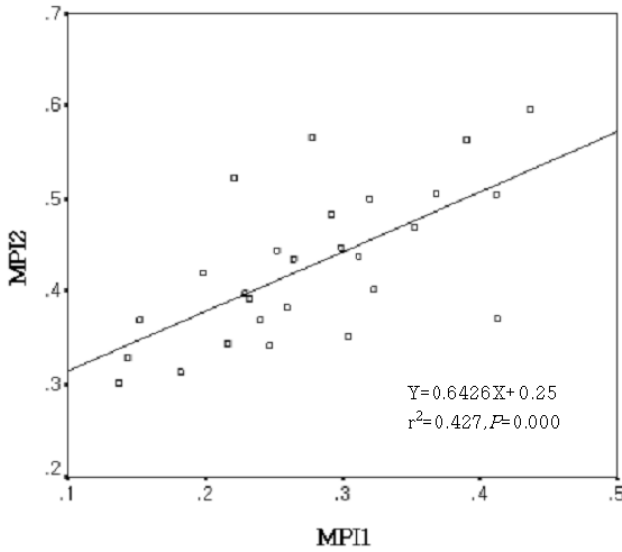


Fig. 3. Linear correlation between MPI1 of classic method and MPI2 of new method. MPI, Myocardial performance index.

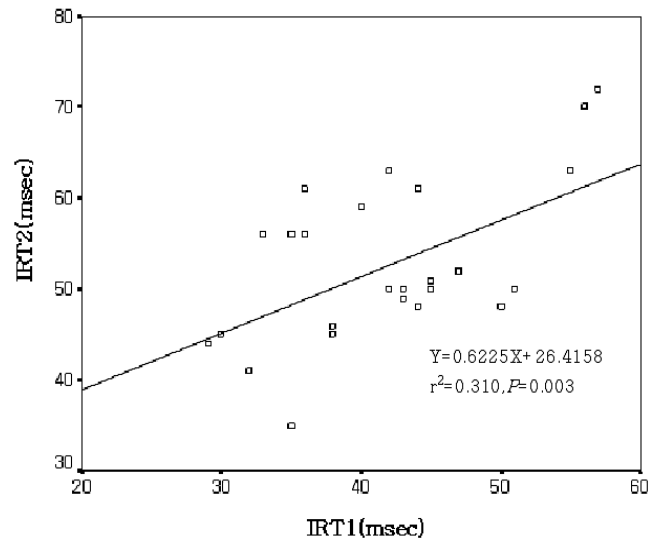


Fig. 5. Linear correlation between IRT1 of classic method and IRT2 of new method. Abbreviation : IRT, Isovolumic relaxation time.

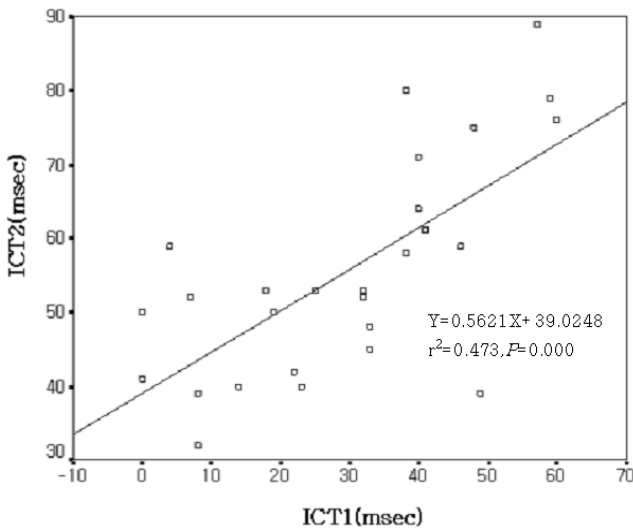


Fig. 4. Linear correlation between ICT1 of classic method and ICT2 of new method. Abbreviation : ICT, Isovolumic contraction time.

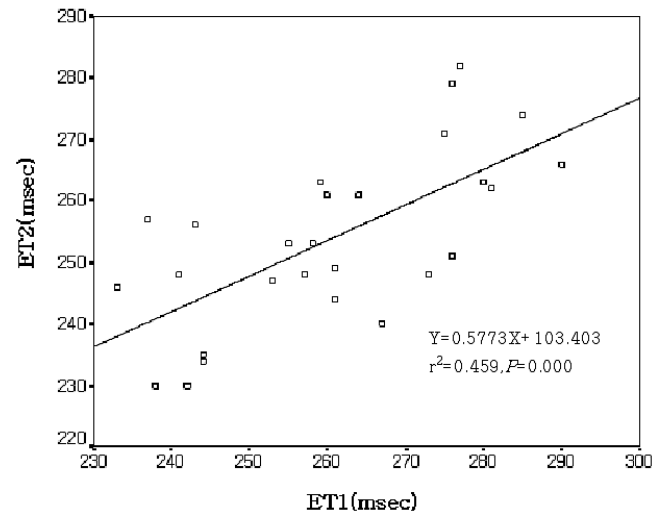


Fig. 6. Linear correlation between ET1 of classic method and ET2 of new method. Abbreviation : ET, Ejection time.

성이 좋다<sup>1-3)</sup>. 최근 성인에서 뿐 아니라 소아에서도 많은 유용성에 관한 연구가 있었다. Eidem 등<sup>4)</sup>은 엡슈타인 기형(Ebstein anomaly)을 가진 소아를 대상으로 한 연구에서 좌심실 및 우심실의 기능을 쉽고, 정량적으로 평가하는데, MPI가 아주 유용하며, 좌 및 우심실의 기능이상 정도가 증가할수록 MPI 값이 증가한다고 하였다. 또한 Prakash 등<sup>5)</sup>은 심장이식을 받은 소아환자에서 거부반응이 없음에도 증가된 MPI 값을 보이는 것은 이완기 기능장애와 관련 있다고 하였다.

하지만, 고전적인 방법으로 MPI를 소아에서 측정하는데 변화가 많은 심박수 때문에 어려움이 있으며, 같은 심장주기에서 측

정할 수 없다는 단점이 있다. 이에 Raboisson 등<sup>7)</sup>과 Hernandez-Andrade 등<sup>8)</sup>은 태아 심초음파에서 태아의 심장이 작아 승모판 유입혈류와 심실 유출혈류를 동시에 측정할 수 있어, 이를 이용하여 MPI를 구하였고 이를 고전적인 방법으로 측정된 MPI와 비교하여 좋은 연관성을 보고하였다.

저자들의 연구에서는 고전적인 방법으로 측정된 MPI와 새로운 방법으로 측정된 MPI의 값 및 각각의 시간인자들의 값이 서로 달랐으나, 모두 좋은 양의 상관관계를 이루고 있어 새로운 방법으로 측정된 값들이 유용할 수 있음을 보여주고 있다. 새로운 방법에서는 MPI의 값이 기존의 값보다 증가되어 있는데 이는 ICT와 IRT가 기존보다 증가하고, ET가 감소된 값으로 측정

되기 때문임을 알 수 있다. 이는 좌심실 유출 혈류의 측정이 기존의 방법보다 짧게 측정되기 때문으로 생각된다.

본 연구는 적은 수의 소아를 대상으로 수행되어 졌으며, 저자들 중 1인에 의하여 모든 심초음파적 측정이 이루어졌기에 오류의 가능성이 있고, 멍김이 시행되지 않았으며, 도플러 영상에서 각 혈류의 시작과 끝을 명확히 정하기가 힘든 단점도 있었다. 향후 새로운 방법으로 측정된 MPI가 심실 기능 저하가 있는 경우에도 본 연구와 같은 연관성을 나타내는데에 관한 연구가 필요하며, 이러한 방법으로 측정된 여러 시간인자들이 임상적으로 어떠한 의미를 갖는지에 대한 보다 자세한 연구도 필요하리라 사료된다.

### 요 약

**목적 :** 소아를 대상으로 고식적인 심초음파와 도플러 초음파를 이용하여 서로 다른 두 방법으로 측정된 심근 수행 지수의 차이를 알아보는 것이다.

**방법 :** 2005년 12월부터 2006년 2월까지 강릉 아산 병원을 방문한 정상 심장을 가진 27명의 소아를 대상으로 하였다. 우선 심첨 4방 단면도에서 승모판 유입 혈류 도플러로부터 a1간격을 측정하고, 심첨 5방 단면도에서 ET1을 측정하였다. 그런 이후, MPI1, ICT1 그리고 IRT1을 계산하였다. 두 번째로, 심첨 5방 단면도에서 승모판막과 대동맥판막 연결 부위 바로 아래에서 같은 심장 주기의 도플러영상으로부터 ICT2, ET2, IRT2를 측정하였다. 그런 이후, MPI2를 계산하였다. MPI1과 MPI2를 비교 분석하였다. MPI는  $MPI = (ICT + IRT) / ET$ 의 공식을 이용하여 계산하였다.

**결과 :** 평균 나이는  $5.7 \pm 2.2$ 세이다(남:여=15:12). MPI2가  $0.482 \pm 0.081$ 로 MPI1  $0.277 \pm 0.083$ 보다 높았다( $P=0.000$ ). 또한 ICT2가  $97 \pm 18$  msec로 ICT1  $56 \pm 15$  msec보다 높았고( $P=0.000$ ), IRT2가  $53 \pm 9$  msec로 IRT1  $42 \pm 8$  msec보다 높았다( $P=0.000$ ). 그러나, ET2는  $254 \pm 14$  msec로 ET1  $260 \pm 16$  msec보다 낮았다( $P=0.01$ ). MPI1과 MPI2는 좋은 양의 상관관계를 보였다.

**결론 :** 이 연구에서는 측정 방법에 따라 MPI1과 MPI2의 값

이 다름을 보여 주었다. 반면에 두 MPI는 좋은 양의 상관관계를 보였다. 이 결과로부터 소아에서 전체적인 심실 기능을 나타내는 지수로서 새로운 방법으로 측정된 MPI가 유용하리라 사료된다.

### References

- 1) Tei C. New non-invasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol* 1995;26:135-6.
- 2) 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.
- 3) Tei C, Dujardin KS, Hodge D, Kyle RA, Tajik AJ, Seward JB, et al. Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:658-64.
- 4) Eidem BW, Tei C, O'Leary PW, Cetta F, Seward JB. Nongeometric quantitative assessment of right and left ventricular function: myocardial performance index in normal children and patients with Ebstein anomaly. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:849-56.
- 5) Eidem BW, O'Leary PW, Tei C, Seward JB. Usefulness of the myocardial performance index for assessing right ventricular function in congenital heart disease. *Am J Cardiol* 2000;86:654-8.
- 6) Prakash A, Printz BF, Lamour JM, Addonizio LJ, Glickstein JS. Myocardial performance index in pediatric patients after cardiac transplantation. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:439-42.
- 7) Raboisson MJ, Bourdages M, Fouron JC. Measuring left ventricular myocardial performance index in fetuses. *Am J Cardiol* 2003;91:919-21.
- 8) Hernandez-Andrade E., Lopez-Tenorio J, Figueroa-Diesel H, Sanin-Blair J, Carreras E, Cabero L, et al. A modified myocardial performance(Tei) index based on the use of valve clicks improves reproducibility of fetal left cardiac function assessment. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005;26:227-32.