

소아의 심방중격결손증에서 심근수행지수를 이용한 심실기능의 평가

아주대학교 의과대학 소아과학교실

이 지 연 · 정 조 원

Assessment of Ventricular Function Using Myocardial Performance Index in Patients with Atrial Septal Defect

Ji-Yon Lee, M.D. and Jo-Won Jung, M.D.

Department of Pediatrics, School of Medicine, Ajou University, Suwon, Korea

Purpose : This study was designed to define normal values for a nongeometric MPI in children and evaluate the utility of mycoMPI in congenital heart disease with distorted ventricular geometry.

Methods : The study population consisted of 44 normal patients and 28 patients with atrial septal defect(ASD) with dilated right ventricle and paradoxical septal motion. Right ventricular(RV) and left ventricular(LV) isovolumic contraction time, isovolumic relaxation time, ejection time, ejection fraction and pre-ejection period/ejection time(PEP/ET) were measured using conventional echo-Doppler methods. The MPI measures the ratio of total time spent in isovolumic activity(isovolumic contraction time and isovolumic relaxation time) to ejection time.

Results : In normal children, the RV MPI was 0.33 ± 0.09 and the LV MPI was 0.36 ± 0.04 . In the ASD group, LV function seemed grossly normal but LV EF was significantly lower than normal children($57 \pm 3\%$ vs $67 \pm 4\%$, $P < 0.05$), but both LV and RV MPI had no statistically significant difference. After correction of ASD, RV MPI was increased and LV EF($57 \pm 3\%$ vs $64 \pm 3\%$, $P < 0.05$) as well as the RV PEP/ET(0.27 ± 0.05 vs 0.38 ± 0.06 , $P < 0.05$) were significantly greater than the normal or the preoperation group.

Conclusion : Components of the MPI are easily measured with conventional Doppler technique using standard echocardiographic examination. These results suggest that the MPI is useful as a means of quantitative assessment of ventricular performance in patients with complex ventricular geometry, particularly RV. (J Korean Pediatr Soc 2000;43:1192-1199)

Key Words : Cardiac function, Myocardial performance index, Atrial septal defect

서 론

심장 질환에 있어 정확한 심실 기능의 평가는 임상적으로 대단히 중요하며, 기존 치료의 적절성 여부 판단과 향후 치료 방침 설정에 기초가 된다. 최근에 눈

부시게 발전된 영상기술들을 이용하여 여러 연구자에 의하여 실제에 더 근접된 심실 기능 평가 방법이 많이 연구, 개발되어 왔으나 개개가 가지는 장단점과 영상이므로 가지는 취약점에 대한 상호보완이 아직도 필요하다. 기존에 많이 사용된 방법 중에서 혈관조영술을 이용한 구혈률의 측정이 가장 정확한 것으로 알려져 있으나 이 방법은 시술의 침습성에 따른 위험성이 있고 특히 소아에서 간편하게 적용하기에는 임상적 응용

접수 : 2000년 1월 13일, 승인 : 2000년 4월 10일

책임저자 : 정조원, 아주대학교 의과대학 소아과학교실

Tel : (031)219-5160 Fax : (031)219-5169

에 제한이 따른다. 근래에 급격하게 진보된 심초음파에 의한 구혈률은 좌심실 기능의 좋은 지표이고 수축기와 이완기에 각각 심실의 크기와 용적변화에 의해 산출되는데, 이는 심실이 대칭적인 모양을 하고 있다는 가정에 기초하므로 주로 좌심실에 국한되고 우심실에서는 극히 제한되어 측정하고 있다. 우심실은 좌심실과 달리 그 형태가 비대칭형으로 단순한 하나의 기하학적 형태로 표현하기 어려워 우심실의 크기나 용적의 정확한 정량적 계측을 위한 여러 방법이 고안되고 있으나, 동위원소, 자기공명영상 등 어떠한 영상검사기법을 사용하여도 표현이 매우 어렵다¹⁻⁵⁾. 뿐만 아니라 선천성 심장질환에서의 심실의 모양은 각 심장 분획에서 받는 압력과 용적의 과부하에 따라 불규칙한 경우가 많아 심실기능의 평가가 더 어려울 수 있다. 이에 따라 심초음파 기기를 이용하되 적용이 용이하면서도 간편하고 상호보완적인 기능평가를 위해 여러 방법들이 고안되었고, Doppler 시간간격의 측정과 이를 더 보완한 심근수행지수(myocardial performance index : MPI)가 개발되었다⁶⁾.

심근수행지수는 주로 성인을 대상으로 Tei 등⁶⁾에 의하여 연구되었고, 등용수축시간과 등용이완시간의 합에 대한 심실 구출시간의 비로써 산출된다. 이는 심실의 모양에 영향을 받지 않으면서, 수축기와 이완기 시간간격을 조합하여 총체적인 심실 운동 능력을 나타낼 수 있고, 확장성 심근병증과 같이 좌심실의 심근수축 기능에 장애가 있거나, 심근에 아밀로이드와 같은 물질의 침착으로 이완기능장애가 있을 때 유의하게 커진다^{6, 7)}. Eidem 등⁸⁾은 그 대상군을 선천성 심질환을 가진 환자로 확대시켜 연구하였으며, 소아에서는 정상치를 비롯하여 아직 구체적으로 연구 단계에 있다.

이에 저자는 소아에서 좌심실과 우심실 심근수행지수의 정상치 및 그 유용성을 알아보고자, 정상 소아와 우심실이 커져있고 비정상적인 심실중격의 운동 때문에 일반적인 방법으로는 그 기능을 평가하기 어려웠던 심방 중격 결손증 환아를 대상으로 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

대상환아는 1999년 2월부터 1999년 8월까지 본 아주대학교 병원을 내원한 72명이며, 이중 정상소아가 44명, 심방 중격 결손증 환아가 28명이었다. 정상군의 평균연령은 3.0 ± 1.6 세, 성별은 남 24명, 여 20명이었으며, 이들은 모두 증상이 없었고, 이학적 검사, 흉부 방사선 촬영, 심전도 및 심초음파 검사상 정상소견을 보였다. 28명의 심방 중격 결손증 환자 중 수술 전 환아가 15명(평균연령 2.8 ± 3.5 세, 남 6명, 여 9명)으로 모두 심초음파상 우심실이 커져있었고 심실중격의 비정상적인 운동을 보였다. 수술 후 환아는 13명(평균연령 5.1 ± 2.8 세, 남 7명, 여 6명)이었으며 수술 후 1주에서 3개월 사이에 시행한 심초음파 검사에서도 우심실이 커져있었고 심실중격은 비정상적인 운동을 보였다. 모든 환아는 정상동율동을 나타내었고 기질적인 판막성 질환은 없었다.

2. 심초음파 검사

모든 대상에서 심초음파 검사가 시행되었고, 2면성 및 간헐파, 연속파 Doppler, color flow Doppler와 M형 초음파를 검사하였다. 심초음파 기기는 Hewlett-Packard사의 Sonos 5500(Hewlett-Packard Co, Andover, Mass, USA)을 이용하였고, 이면성 초음파검사를 시행하여 다른 병변이 있는지 확인하였다. 좌심실의 크기는 2면성 심초음파로 유도된 M형 초음파로 흉골연 단축면(parasternal short axis view)에서 직각 방향으로 심실중간부위(mid-ventricular level)에서 측정하였다. 각각 대상군에서 구혈률(ejection fraction)은 변형된 Quinones법에 의하여 측정하였다.

3. Doppler 검사

승모판과 삼첨판을 통해 심실로 유입되는 혈류속도는 심첨부(apical 4-chamber view)에서 판막 끝에 Doppler beam을 맞추어 간헐파 Doppler로 측정하였다. 좌심실에서 유출되는 혈류속도는 apical 5-chamber view에서, 우심실로부터 유출되는 혈류의 속도는 흉골연 단축면(parasternal short axis view)에서 판막 직하부에 Doppler beam을 맞추어 간헐파 Doppler로 Doppler로 측정하였다. Doppler 검사의 기록은 3/

4inch video tape과 100mm/sec의 strip속도로 strip-chart recorder로 하였다.

4. 심근수행지수의 측정 : 심초음파/Doppler 측정

모든 심초음파/Doppler 측정은 strip chart에서 측정하였다. Fig. 1은 Doppler 시간간격의 측정을 도식적으로 나타낸 그림이다. 각각의 기준척도는 3개의 연속되는 심박동수에서 측정, 평균하여 구하였다. 심근수행지수(MPI)는 등용수축시간(ICT: isovolumic contraction time)과 등용이완시간(IRT: isovolumic relaxation time)의 합에 대한 심실 구출시간(ET: ejection time)의 비로써 정의된다⁹⁾. 등용수축시간과 등용이완시간과의 합(ICT+IRT)은 방실판막을 통해 유입되는 혈류가 끝나는 시점부터 다음 혈류가 시작될 때까지의 시간(a)에서 심실 구출시간(b)을 뺀으로써 얻을 수 있다. $MPI = (ICT + IRT) / ET = (a - b) / b$ 이 심근수행지수와 비교하기 위해 등용수축시간, 등용이완시간, 심실구혈전기(PEP: pre-ejection period)를 측정하였다. 등용이완시간은 심전도의 R파부터 방실판으로 유입되는 혈류의 시작까지인 c로부터 심전도의 R파부터 심실구출시간의 끝까지인 d를 빼서 구하였다($IRT = c - d$).

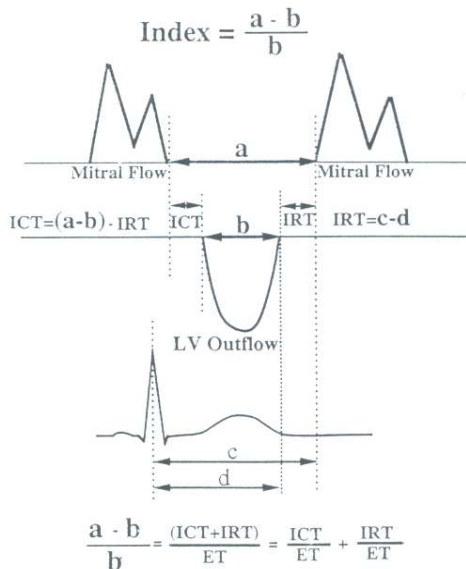


Fig 1. Schema of Doppler Time Intervals. MPI, myocardial performance index; ICT, isovolumic contraction time; IRT, isovolumic relaxation time; AV, atrioventricular; AVV, atrioventricular valve; ET, ejection time; PEP, pre-ejection period; V, ventricle.

등용수축시간(ICT)은 a에서 등용이완시간과 심실구출시간을 빼서 구하였다($ICT = a - b - IRT$). 심실구혈전기는 QRS파의 시작부터 심실구출의 시작까지를 측정하였다.

5. 통계적 검정

SPSS version 8.0을 이용하여 통계적 검정을 하였다. 측정된 수치는 모두 평균값±표준편차로 표기하였고 신뢰도를 95%로 하여 Student t-test를 이용하여 통계적 의의를 구하였다. 상관관계 분석을 위한 통계적 기법으로는 단순회귀분석을 적용하였다.

결 과

1. 대상 분석

정상 소아군, 수술 전 및 수술 후 심방 중격 결손증 환자군 간에 성별이나, 나이는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 또한 심박동수도 세 군간에 통계적으로 의미 있는 차이는 없었다.

2. Doppler 시간간격과 심근수행지수

1) 소아에서 정상 심근 수행지수

정상군에서 우측심근수행지수는 0.33 ± 0.09 였고 좌측심근수행지수는 0.36 ± 0.04 였다. 정상군에서 좌심실의 구혈률은 $67 \pm 4\%$ 로 정상범위였다.

2) 심방 중격 결손증 환자에서 심근 수행 지수

(1) 좌심실 기능평가

심방 중격 결손군에서 좌심실의 기능은 육안으로 보았을 때 정상 범주내에 속하는 것으로 보였고, M형 초음파에 의한 좌심실의 구혈률은 심실중격의 비정상적인 운동으로 인해 정확하게 측정하기 어려웠으나 위에서 서술한 방법에 의하여 측정하였으며, 측정된 구혈률은 정상군에 비해 유의하게 감소($57 \pm 3\%$ vs $67 \pm 4\%$, $P < 0.05$)되어 있었고, 수술 후의 심방 중격 결손군에서는 수술 전에 비하여 유의하게 증가되었다($64 \pm 3\%$ vs $57 \pm 3\%$, $P < 0.05$). 그러나 좌측심근수행지수, 심실구혈전기/심실 구출시간, 등용수축시간과 등용이완시간은 정상군과 비교하여 유의한 차이가 없었다 (Table 1).

(2) 우심실 기능평가

우심실의 구혈률은 비침습적인 방법으로는 의미있는 결과를 얻기 어려워 측정하지 않았으며, 우심실의 심

Table 1. Summary of Doppler Time Intervals-Left Ventricle

	Normal children	ASD, preop	ASD, postop
Heart rate(/min)	102±17	114±22	99±20
EF (%)	67±4	57±3*	64±3*
MPI	0.36±0.04	0.32±0.05	0.35±0.05
PEP/ET	0.30±0.04	0.28±0.05	0.32±0.04
IRT (ms)	46±1	44±2	46±2
ICT (ms)	42±1	34±1	41±2

ASD, strial septal defect; MPI, myocardial performance index, PEP/ET, pre-ejection period/ejection time; IRT, isovolumic relaxation time; ICT, isovolumic contraction time * $P<0.05$

Table 2. Summary of Doppler Time Intervals- Right Ventricle

	Normal children	ASD, preop	ASD, postop
Heart rate(/min)	102±17	114±22	99±20
MPI	0.33±0.09	0.30±0.06	0.45±0.09
PEP/ET	0.28±0.07	0.27±0.05	0.38±0.06*
IRT (ms)	55±2	41±2	39±1*
ICT (ms)	29±2	35±2	69±3*

ASD, strial septal defect; MPI, myocardial performance index, PEP/ET, pre-ejection period/ejection time; IRT, isovolumic relaxation time; ICT, isovolumic contraction time * $P<0.05$

근수행지수는 정상군과 수술전 심방 중격 결손군에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, 수술 후 심방 중격 결손군에서는 정상군이나 수술 전과 비교하여 증가하는 경향을 보였으나 의미 있는 차이는 없었다. 우심실 구혈 전기/우심실 구출시간(0.38 ± 0.06 vs 0.28 ± 0.07 , 0.27 ± 0.05 , $P<0.05$), 등용수축시간과 등용이완시간은 정상과 수술 전 심방 중격 결손군에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, 수술 후 심방 중격 결손군에서는 정상군이나 수술 전과 비교하여 유의하게 증가하였다(Table 2).

3. 심박동수에 따른 변화

Doppler 시간간격은 심박동수의 변화에 따라 영향을 받으므로, 심박동수가 증가함에 따라 등용수축시간, 등용이완시간과 심실 구출시간은 짧아졌다. 그러나, 이 시간간격들의 비율인 심근수행지수는 심박동수의 변화에 영향을 받지 않았다(Fig. 2).

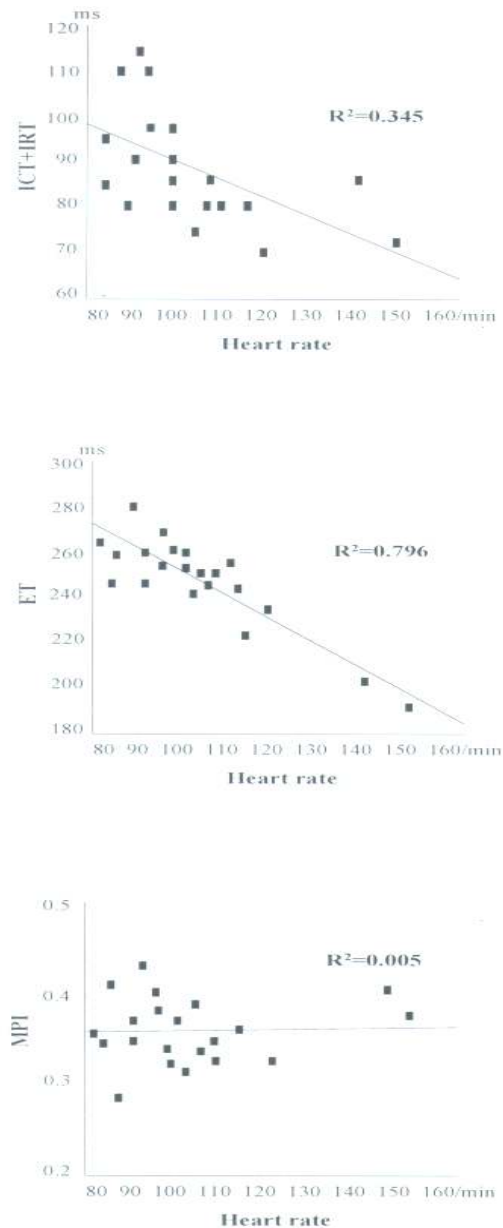


Fig. 2. Correlation between (ICT+IRT), ET, (ICT+IRT)/ET and heart rate in normal subjects.

고 찰

정확한 심실 기능의 평가는 환자의 상태 파악, 치료의 결정, 예후의 예측에 대단히 중요한 부분으로서 심실의 이완기능과 수축기능 모두를 포함하여야 한다. 그러나 심실의 기능을 평가하는 일반적인 방법은 심박출량을 측정하거나, 심장내 압력이나 심실의 크기와

용적 측정을 통해 주로 좌심실의 수축기능을 측정하는 것이었다. 심박출량은 심장의 구혈능력을 평가하는 좋은 방법이나 심장에 대한 전부하와 후부하에 의해 지대한 영향을 받으며, 좌심실 확장기말 압력은 확장기말 용적뿐 아니라 심실벽의 순응도나 판막질환 등에 의해 영향을 받는다. 구혈률은 심실의 크기와 용적변화에 의해 산출되고 혈관조영을 이용하여 심실용적을 측정이 하는 것이 유용한 것으로 알려져 있으나 시술의 침습성 때문에 제한을 받는다. 따라서 심초음파, 방사성 동위원소를 이용한 혈관 조영술, 전산화 단층촬영, 자기공명영상 등 비침습적으로 구혈률을 측정할 수 있는 방법들이 연구되었다. 심초음파에 의한 구혈률의 측정은 좌심실 기능의 좋은 지표로서 임상적으로 널리 사용되고 있으며 심실이 특정한 기하학적인 모양을 하고있다는 가정에 기초한다. 그러나 우심실은 좌심실과 달리 그 형태가 복잡하여 단순한 하나의 기하학적 형태로 표현하기 어려워 적용에 어려움이 있었다¹⁻⁵. 뿐만 아니라 선천성 심장질환에서의 심실의 모양은 부하에 따라 불규칙한 경우가 많으며, 우심실과 좌심실은 하나의 심낭강 안에 있고 표면의 외부 근육층(superficial external muscle bundle)이 두심실을 가로질러 함께 감싸고 있으며 중격을 공유하므로 어느 한쪽 심실에 혈액학적 변동이 있을 때 다른 쪽 심실도 그 영향을 받아 그 기능에 대한 정확한 양적 평가를 더욱 어렵게 한다. 따라서 2면성, 입체 단면성, 3면성 심초음파 및 방사성 동위원소를 이용한 혈관조영술, 초고속 전산화 단층촬영, 자기공명영상 등 비침습적으로 우심실의 기능을 평가할 수 있는 방법들이 제안되었으나 우심실 용적의 정확한 정량적 계측은 어떠한 영상검사기법을 사용하여도 어려워 임상적으로는 숙련된 검사자에 의한 심실의 크기나 심실벽 운동에 대한 육안적 평가에 의존해 왔다^{1, 9, 10}. 심실수축기능의 지표로서 심초음파가 도입되기 전부터 수축기 시간간격이 사용되어 왔다. 심실구혈전기와 심실 구출시간은 심박수의 변화에 따라 절대치가 다르므로 오차를 줄이기 위해 흔히 심실구혈전기/심실 구출시간으로 나타내며, 심근의 수축력이 저하되면 심실구혈전기는 길어지고 심실 구출시간은 짧아져 심실구혈전기/심실 구출시간은 증가한다^{11, 12}. 이는 임상양상, 심박출량, 구혈률, peak dP/dt의 변화와도 밀접하게 연관되고 심박동수에는 영향을 받지 않으나, 주로 좌심실의 수축기능을 반영하고 심첨부나 경동맥파, 심전도, 심음도를

동시에 기록하여야 하는 방법상의 어려움이 있다. 또한 심실 부하나 일회 박출량의 변화, 좌심 유출에 대한 저항(대동맥 협착 등) 및 심실내 전도장애가 있을 때 결과에 영향을 받게된다¹³⁻¹⁸. Mancini 등^{19, 20}은 isovolumic index를 제안하였는데 이는 등용수축시간과 등용이완시간의 합에 대한 심실 구출시간의 비로써 정의되고 심실기능에 장애가 있을 때 증가하며, 역시 심박동수의 변화에 영향을 받지 않지만 심전도, 경동맥파와 M-mode 심초음파를 동시에 기록하여야 얻을 수 있었고 측정방법상 심전도의 R 파로부터 M형 초음파의 승모판이 열릴때까지를 측정하였기 때문에 electromechanical delay가 등용수축시간과 등용이완시간에 포함되었다.

최근에는 Doppler 심초음파의 발달로 실제 판막들이 열리고 닫히는 순간을 직접 기록할 수 있기 때문에 시간간격을 보다 쉽고 정확하게 측정할 수 있게 되었다. 그리고 등용수축시간이 수축기 시간간격보다 다른 수축기능의 지표와 밀접한 관련을 가지며 더욱 민감한 지표로 알려졌다. 이에 성인에서 고안된 심근수행지수는 등용수축시간과 등용이완시간의 합에 대한 심실 구출시간의 비로써 정의되며 다른 심실기능의 지표, 특히 구혈률보다 임상적으로 유용한 것으로 알려졌다⁶. 등용수축시간과 등용이완시간은 심실의 능동적인 수축과 이완기능을 반영하여^{21, 22} 심실의 수축기능에 장애가 있을 때 등용수축시간이 길어지고 이완기능에 장애가 있을 때 등용이완시간이 길어지며 심실구출시간은 심실기능에 심한 장애가 있을 때 짧아진다. 따라서 이 시간들의 비인 심근수행지수는 심실의 모양에 영향을 받지 않고 심실의 전반적인 기능을 양적으로 나타낼 수 있다^{6-8, 23-26}. Tei 등^{6, 7}은 성인 확장형 심근병증 환자와 심장을 침범한 유전분증 환자에서 심실기능이 떨어짐에 따라 좌심실의 심근수행지수가 증가했으며 다른 지표보다 변별력이 높았고 예후와도 밀접한 관련이 있음을 보고하였고, 원발성 폐고혈압 환자에서 우심실 기능 평가에도 유용함을 보고하였다²³⁻²⁵. 이 심근수행지수는 심도자술로써 측정된 peak dP/dt 및 tau와도 유의한 상관관계를 갖는 것이 증명되었다²⁶. Eidem 등⁸은 정상소아와 Ebstein 기형환자에서 좌심실과 우심실의 심근수행지수를 측정하여 MPI가 소아에서도 유용하며 우심실 및 불규칙한 모양의 심실기능평가에 좋은 지표임을 보고하였다.

본 연구에서도 심근수행지수는 종래의 지표들과 종

은 상관성을 보였고, 육안으로 보았을 때 좌심실의 기능은 비교적 정상적으로 보였지만 심실 중격의 비정상적인 운동으로 인하여 정확한 좌심실의 구혈률을 측정하기 어려운 심방 중격 결손 환자에서 좌심실의 구혈률은 떨어진 것으로 측정되었으나 심근수행지수 및 심실구혈전기/심실 구출시간, 등용수축시간과 등용이완시간은 정상소견을 보여 실제 좌심실의 기능은 떨어져 있지 않다는 것을 알 수 있었다. 심방 중격 결손에 대한 폐쇄수술 전후의 혈액학적 변화에 대한 Meyer 등²⁷⁾의 연구에 의하면 좌심실의 심실구혈전기/심실 구출시간은 수술 전후에 모두 정상범주에 있었고, 우심실의 심실구혈전기/심실 구출시간은 수술 전에는 정상보다 감소되어 있었으나 수술 후 의미있게 증가하였다. 이는 우심근 자체의 기능저하 때문이라기보다는 수술 후 폐혈관 저항의 변화, 우심실의 전부하 감소에 따른 우심박출량의 감소 등에 기인하는 것으로 생각된다. 본 연구에서도 우심실의 심실구혈전기/심실 구출시간, 등용수축시간이 수술 후에 의미있게 증가되었으나 심근수행지수는 정상과 의미있는 차이가 없어 심근수행지수가 기존의 지표들에 비해 심근 외적인 요소에 영향을 덜 받는 민감한 지표라고 할 수 있겠다. 이 상에서 심근수행지수는 일반적인 심초음파의 Doppler 검사로써 쉽게 측정할 수 있으며, 불규칙한 모양의 심실 기능을 양적으로 평가할 수 있는 좋은 지표이고, 수축기와 이완기의 중요한 시간을 포함하므로 전체적인 심실기능 평가에 유용한 지표임을 알 수 있었다. 그러나 이 심근수행지수는 심실에 대한 부하 정도에 따른 영향이라든지, 부정맥 또는 심실내 전도 장애에 의해서도 변화할 가능성을 아직 배제할 수 없어 이를 규명하기 위한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

목 적 : 정확한 심실 기능의 평가는 환자의 상태, 치료와 예후 결정에 매우 중요하다. 가장 정확한 혈관조영에서의 구출분획은 침습성때문에 제한이 있고, 심초음파에 의한 구출분획은 심실의 크기와 용적변화에 의해 산출되며 좌심기능의 좋은 지표이나 심실이 대칭적인 모양이라는 가정에 기초한다. 그러나 우심실뿐 아니라 선천성 심장질환에서의 심실은 대체로 불규칙한 경우가 많으며, 중격의 비정상적인 운동으로 인하여

그 기능에 대한 정확한 양적평가가 어려우므로, 이에 성인에서는 심실의 모양에 영향을 받지않는 심근수행지수가 고안되었고 이는 등용수축시간과 등용이완시간의 합에 대한 심실 구출시간의 비로써 산출되며, 심근의 수축기능이나 이완기능 장애가 있을 때 유의하게 커지나, 소아에서 아직 연구단계에 있다. 이에 본 연구에서는 정상심장 및 중격의 비정상적인 운동을 보이는 심방중격결손증을 가진 소아에서 각각 심근수행지수를 측정, 비교하여 그 유용성을 알아보고자 한다.

방 법 : 본원에 내원한 22명의 정상소아와 24명의 심방 중격 결손환아(수술 전 11명, 수술 후 13명)에서 Doppler 및 M mode 심초음파를 통해 등용수축시간, 등용이완시간, 심실구출시간을 측정하여 우측심근수행지수와 좌측심근수행지수를 구하였고, 구출분획, 심실구혈전기를 측정하여 심근수행지수와 비교하였다.

결 과 :

1) 정상군에서 우측심근수행지수는 0.33 ± 0.09 였고 좌측심근수행지수는 0.36 ± 0.04 였다.

2) 심방 중격 결손군에서 좌심실의 구혈률은 정상군에 비해 유의하게 감소($57 \pm 3\%$ vs $67 \pm 4\%$, $P < 0.05$)되어 있었고, 수술 후의 심방 중격 결손군에서는 수술 전에 비하여 유의하게 증가되었다($64 \pm 3\%$ vs $57 \pm 3\%$, $P < 0.05$). 그러나 좌측심근수행지수, 심실구혈전기/심실 구출시간, 등용수축시간과 등용이완시간은 정상군과 비교하여 유의한 차이가 없었다.

3) 우심실의 구혈률은 측정하지 않았으며, 우심실의 심근수행지수는 정상군과 수술 전 심방 중격 결손군에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, 수술 후 심방 중격 결손군에서는 정상군이나 수술 전과 비교하여 증가하는 경향을 보였다. 우심실 구혈 전기/우심실 구출시간(0.38 ± 0.06 vs 0.28 ± 0.07 , 0.27 ± 0.05 , $P < 0.05$), 등용수축시간과 등용이완시간은 정상과 수술 전 심방 중격 결손군에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, 수술 후 심방 중격 결손군에서는 정상군이나 수술 전과 비교하여 유의하게 증가하였다.

4) 심박동수가 증가함에 따라 등용수축시간, 등용이완시간과 심실 구출시간은 짧아졌으나 심근수행지수는 심박동수의 변화에 영향을 받지 않았다.

결 론 : 근수행지수는 심초음파로 쉽게 측정할 수 있으며, 심실의 모양이나 이상중격운동에 영향을 받지 않고 심실의 수축과 이완능에 대한 총체적으로 평가가 가능하므로, 특히 구출분획측정이 어려운 우심실기능평

가에 도움을 주고자 한다.

참 고 문 헌

- 1) Braunwald E. Assessment of cardiac function. In: Braunwald E, editors. Heart disease: a text book of cardiovascular medicine. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders Co, 1992:419-43.
- 2) Ferlinz J. Measurements of right ventricular volumes in man from single plane cineangiograms: a comparison to the biplane approach. Am Heart J 1997;94:87-90.
- 3) Folland ED, Parisi AF, Moynihan PF, Jones DR, Feldman CL, Tow DE. Assessment of left ventricular ejection fraction and volumes by real-time, two-dimensional echocardiography: a comparison of cineangiographic and radionuclide techniques. Circulation 1979;60:760-6.
- 4) Cohn PF, Gorlin R, Cohn LH, Collins JJ Jr. Left ventricular ejection fraction as a guide in surgical treatment of coronary and valvular heart disease. Am J Cardiol 1974;34:136-41.
- 5) Rihal CS, Nishimura RA, Hatle LK, Bailey KR, Tajik AJ. Systolic and diastolic dysfunction in patients with clinical diagnosis of dilated cardiomyopathy: relation to symptoms and prognosis. Circulation 1994;90:2772-9.
- 6) 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.
- 7) Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, Kyle RA, Tajik AJ, Seward JB. Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. J Am Coll Cardiol 1996;28:658-64.
- 8) Eidem BW, Tei C, O'Leary PW, Cetta F, Seward JB. Nongeometric quantitative assessment of right and left ventricular function: myocardial performance index in normals and patients with Ebstein anomaly. J Am Soc Echocardiogr 1998; 11:849-56.
- 9) Helbing WA, Bosch HG, Maliepaard C, Zwinderman KH, Rebergen SA, Ottenkamp J, et al. On-line automated border detection for echocardiographic quantification of right ventricular size and function in children. Pediatr Cardiol 1997; 18:261-9.
- 10) Printz BF, Gersony WM, Boxt LM, Apfel HD. Quantitation of right ventricular function in children. In: Imai Y, Momma K, editors. Proceedings of the second world congress of pediatric cardiology and cardiac surgery. Armonk: Futura Pub Co, 1997:404-6.
- 11) Weissler AM, Harris WS, Schoenfeld CD. Systolic time intervals in heart failure in man. Circulation 1968;37:149-59.
- 12) Weissler AM, Peeler RG, Roehll WH Jr. Relationships between left ventricular ejection time, stroke volume, and heart rate in normal individuals and patients with cardiovascular disease. Am Heart J 1961;62:367-78.
- 13) Ahmed SS, Levinson GE, Schwartz CJ, Ettinger PO. Systolic time intervals as measures of the contractile state of the left ventricular myocardium in man. Circulation 1972;46:559-71.
- 14) Curtiss EI, Reddy PS, O'Toole JD, Shaver JA. Alterations of right ventricular systolic time intervals by chronic pressure and volume overloading. Circulation 1976;53:997-1003.
- 15) Garrard CL Jr, Weissler AM, Dodge HT. The relationship of alterations in systolic time intervals to ejection fraction in patients with cardiac disease. Circulation 1970;42:455-62.
- 16) Hodge M, Halpern BL, Friesinger GC, Dagenais GR. Left ventricular preejection period and ejection time in patients with acute myocardial infarction. Circulation 1972;45:933-42.
- 17) 홍창의. 심에코도를 이용한 간단한 심기능 검사. 홍창의 편. 소아심에코도 해설. 제 2판. 고려의학, 1996: 217-32.
- 18) McDonald IG, Hobson ER. A comparison of the relative value of noninvasive techniques-echocardiography, systolic time intervals, and apexcardiography-in the diagnosis of primary myocardial disease. Am Heart J 1974;88:454-62.
- 19) Mancini GB, Costello D, Bhargava V, Lew W, LeWinter M, Karliner JS. The isovolumic index: A new noninvasive approach to the assessment of left ventricular function in man. Am J Cardiol 1982;50:1401-8.
- 20) Mancini GB, Friedman HZ, Hramiec JE, DeBoe SF. The hemodynamic determinants of the isovolumic index. Am Heart J 1986;112:791-9.
- 21) Wolk MJ, Keefe JF, Bing OHL, Finkelstein LJ, Levine HJ. Estimation of Vmax in auxotonic systoles from the rate of relative increase of isovolumic pressure:(dP/dt)kP. J Clin Invest 1971; 50:1276-85.
- 22) Alpert NR, Muller LA. Heat, mechanics, and myosin ATPase in normal and hypertrophied heart muscle. Fed Proc 1982;42:192-8.

- 23) Tei C, Dujardin KS, Hodge DO, Bailey KR, McGoon MD, Tajik AJ, et al. Doppler echocardiographic index for assessment of global right ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr* 1996;9: 838-47.
 - 24) Yeo TC, Dujardin KS, Tei C, Mahoney DW, McGoon MD, Seward JB. Value of a Doppler-derived index combining systolic and diastolic time intervals in predicting outcome in primary pulmonary hypertension. *Am J Cardiol* 1998;81: 1157-61.
 - 25) Dujardin KS, Tei C, Yeo TC, Hodge DO, Rossi A, Seward JB. Prognostic value of a Doppler index combining systolic and diastolic performance in idiopathic-dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1998;82:1071-6.
 - 26) Tei C, Nishimura RA, Seward JB, Tajik AJ. Noninvasive Doppler-derived myocardial performance index: Correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:169-78.
 - 27) Meyer RA, Korfhagen JC, Covitz W, Kaplan S. Long-term follow-up study after closure of secundum atrial septal defect in children: An echocardiographic study. *Am J Cardiol* 1982;50:143-8.
-