

심방중격결손증 환자에서의 삼첨판역류에 관한 고찰

서울대학교 의과대학 소아과학교실

한혜경 · 손재일 · 윤용수 · 홍창의

= Abstract =

Tricuspid Regurgitation in Patients with Atrial Septal Defect

Hye Kyung Han, M.D., Jae Il Sohn, M.D.,
Yong Soo Yun, M.D. and Chang Yee Hong, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Seoul National University

We evaluated the accuracy of a noninvasive method for estimating right ventricular systolic pressures in patients with atrial septal defect and tricuspid regurgitation detected by two-dimensional and Doppler ultrasound. Of 54 patients with atrial septal defect, 24(44%) had jets of tricuspid regurgitation. By use of the maximum velocity(V) of the regurgitant jet recorded by continuous wave Doppler ultrasound and the Bernoulli equation, we predicted right ventricular systolic pressure(RVP) calculated by the equation of $RVP=4V^2+10$ proposed by Tei et al. The values correlated well with catheterization values($r=0.851$, standard error of estimate = 4 mmHg).

In addition the relation between the Lt to Rt shunt amount and the severity of tricuspid regurgitation was assessed. The severity of tricuspid regurgitation graded on a four-point scale by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography correlated with the Qp/Qs ratio calculated by the Fick's method($p<0.05$).

KEY WORDS : Atrial septal defect · Tricuspid regurgitation.

서 론

최근 심에코검사법의 눈부신 발전에 힘입어 심방중격결손증 환자에 침습적인 심도자술을 시행하지 않고, 대부분의 경우에 있어서는 단층심에코도(2-D echo), color Doppler 심에코도등을 이용하여 심방중격결손증을 확진할 수 있게 되었다¹⁻⁴⁾. 그러나 폐성고혈압등이 의심되거나, 심에코검사 결과와 임상상간에 차이가 큰 경우등은 좌우단락량 및 우

심실압, 폐혈관저항성등을 측정하기 위해 심도자를 시행하게 된다. Skjaerpe⁵⁾, Yock⁶⁾, Tei⁷⁾ 등은 삼첨판역류가 있을때 그 최대속도를 Doppler심에코로 측정하여 Bernoulli공식에 적용하면 비관혈적 방법으로 우심실압력을 추정할 수 있다고 보고하였다. 심방중격결손증에서는 비교적 삼첨판역류가 흔하며, 기질적인 원인보다는 폐성고혈압등에 의한 우심실압력의 증가에 따라 우심실과 삼첨판환이 확장되어 기능적으로 생긴다는 보고가 있다. 저자들은 아직 폐성고혈압이 생길 연령이 아닌 소아기의

심방중격결손 환아에서도 삼첨판 폐쇄부전이 많이 관찰되는데 착안하여 실제 그 빈도와 정도를 조사하고 우심실압력과 관계가 있는지, 좌우단락량과 관계가 있는지에 대해 규명하고자 본연구를 시행하였다.

관찰대상 및 방법

1. 대 상

1987년 1월 27일부터 1987년 7월 18일 사이에 서울대학교 소아병원 소아과를 방문하여 2-D 및 Doppler심에코를 실시하여 심방중격결손증으로 진단받은 56례를 대상으로 하였으며 이중 27명에 심에코 실시 2일 이내에 심도자 및 심혈관조영술을 시행하였다. 부분적폐정맥환류이상(PAPVR) 이외의 심장기형이 동반된 경우는 대상에서 제외하였다.

2. 심에코검사

Aloka color Doppler model SSD-880 검사기기를 사용하여 2-D와 Doppler심에코도로 심방중격결손증을 진단하였으며, apical 4 chamber view에서 삼첨판막면에 수직이 되도록 transducer를 놓고 pulsed Doppler로 판막면에서 우심방의 후벽면쪽으로 sample volume을 이동하여 Doppler signal을 보낸후

되돌아오는 Doppler signal component들을 관찰하여 고음의 음향신호 및 기저선 아래로 기록되는 흐름을 삼첨판역류로 규정하였다. 삼첨판역류가 관찰되면 continuous wave Doppler를 사용하여 기록한후 수축기를 3등분하여 삼첨판역류의 지속시간을 측정하였으며(Fig. 1) 그중 전수축기(full systole)동안 역류가 관찰된것을 진정한의미의 삼첨판역류라 정의하고, 역류의 최대속도(V)를 구하여 Tei등이⁷⁾ Bernoulli공식을 이용하여 만든 $RVP=4V^2+10$ (RVP=우심실압, V=삼첨판역류의 최대속도)의 공식에 적용하여 우심실압을 추정하였고 심도자에 의해 측정된 값과 비교하였다(Fig. 2). 마지막으로 apical 4 chamber view에서 우심방을 잡아, 삼첨판막면에서 우심방의 후벽면까지의 거리를 4등분하여, 삼첨판역류의 수축기 난류가 감지되는 최대지점을 pulsed Doppler를 사용하여 측정하였고(Fig. 3), 이결과와 삼첨판역류의 지속시간을, 심도자에 의해 측정된 Qp/Qs비와 각각 비교하여 상관관계를 구하였다

3. 통계처리

심에코도와 심도자법에 의해 측정된 우심실압의 비교에는 linear regression analysis를 사용했고, Qp/Qs비와 역류지속시간 및 우심방내 역류감지

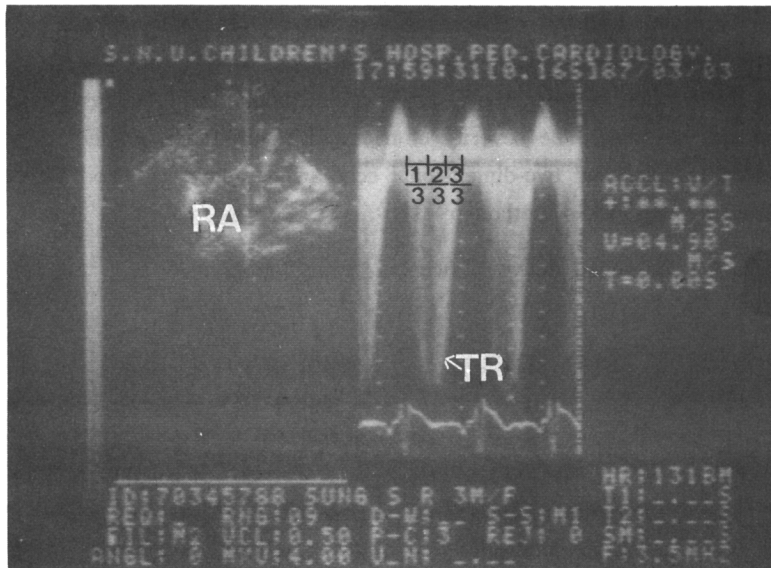


Fig. 1. Representative Doppler full systolic regurgitation(TR). Systolic period was divided into 3 parts and duration of tricuspid regurgitation was checked as 1/3, 2/3, or 3/3(full) systolic tricuspid regurgitation.

RA : right atrium TR : tricuspid regurgitation.

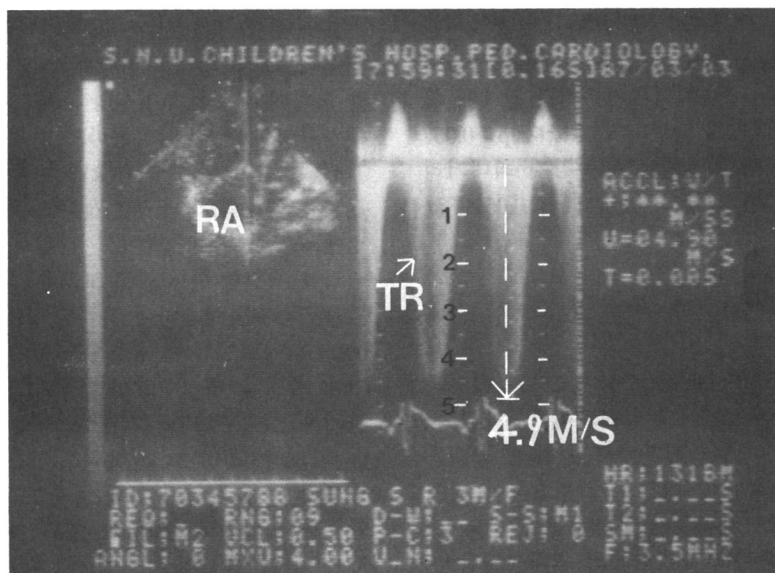


Fig. 2. Maximum velocities of tricuspid regurgitation (TR) are indicated for one beat along with the calibration scale in meters per second.
RA : right atrium TR : tricuspid regurgitation

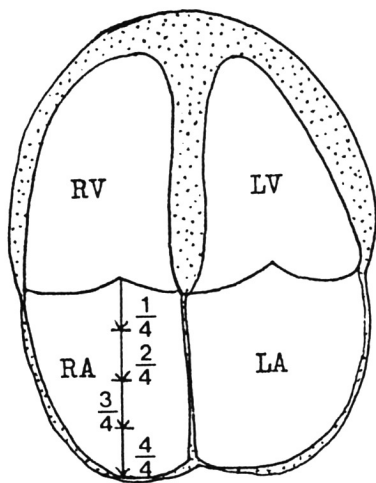


Fig. 3. Grading the severity of tricuspid regurgitation on a four-point scale by the Doppler technique. Grading based on the maximal distance from the tricuspid orifice reached by the regurgitant flow within right atrium.
RV : right ventricle, RA : right atrium
LV : left ventricle. LA : left atrium

최대지점간의 관계 추정에는 Kruscal-Wallis test를 사용하였다.

결 과

총 54명의 심방중격결손증 환자중 Doppler심에 코도에 의해 역류가 전수측기동안 관찰되는, 진정한 의미의 삼첨판역류는 44%인 24명에서 관찰되었으며, 전수측기중 일시라도 역류가 관찰되는경우를 포함하면 74%인 40명에서 삼첨판역류가 관찰되었다. 환자 27명에 심도자 및 심혈관 조영술이 시행되었는데 부분적폐정맥환류이상(PAPVR)이 2례에서 동반되어 있었으며 Qp/Qs비의 범위는 1.14~3.70이었다. 전수측기동안 역류가 관찰된 환자 24명중에서 심도자가 실시된 20명의 우심실압을 비교해보면, Doppler심에코에 의해 추정된 우심실압의 범위는 26~59 mmHg사이였으며 심도자에 의해 측정된 우심실압은 30~60 mmHg사이였고 각각의 평균압력은 36.75 ± 7.73 mmHg, 39.80 ± 7.94 mmHg였다. 두압력간의 최대차이는 13이었고 최소차이는 0이었다. 측정치의 표준오차는 4 mmHg였고 두압력이 정확히 일치하지는 않았으나 통계적으로 유의한 관계를 가지고 있음을 알수 있었다($r=0.851$, $p<0.01$) (Fig. 4).

Qp/Qs비를 산출해낼 수 있었던 22명의 환아들의

우심실압 범위는, 중등도로 증가되어 있는 2예를 제외하면 (53mmHg, 60mmHg), 30-48mmHg사이였으며, Qp/Qs비와 수축기역류지속시간 간에는 통계적으로 유의한 관계가 발견되지 않았다($p>0.05$) (Fig. 5). Qp/Qs비와 우심방내 역류감지 최대거리 간에는 서로 유의한 관계가 있었다($p<0.05$) (Fig. 6).

고 안

1976년 Holen등이⁸⁾ Doppler 심에코도를 이용하여 승모판협착증에 있어서의 압력차이를 추정하여 보고한 이래, 각종 심혈관질환에서 혈류의 최대속도를 이용한 압력측정에 대한 여러보고들이 발표되고 있다. 1981년 Skjaerpe, Hatle등은 Doppler 심에코도를 이용하여 삼첨판역류의 최대속도를 구하여 Bernoulli공식($\Delta p=4V^2$)에 적용하면 삼첨판 막횡단 압력경사를 추정할 수 있다고 보고하였으며

5) 1984년 Yock PG등은 삼첨판막횡단 압력경사에, 임상적으로 구해낸 우심방압(경정맥압력 더하기 5)을 더하여 추정한 우심실압과 심도자에 의해 측정된 우심실압이 거의 일치한다고 보고하였다⁶⁾. 1984년 Tei등은 $RVP=4V^2+10$ (RVP=우심실압, V=삼첨판역류 최대속도)의 공식을 사용하면, CW Doppler 심에코도로 비침습적이고 간단하게, 근사한 우심실압을 추정할 수 있다고 보고하고 있다⁶⁾. 저자들은 Tei의 공식을 이용하여 연구를 시행한 결과 CW Doppler 심에코도에 의해 측정된 우심실압과 심도자에 의해 측정된 우심실압이 통계적으로 유의한 상관관계를 보였고, 비교적 높은 상관계수를 나타냈다($r=0.851$, $p<0.01$). 전체적으로 CW Doppler 심에코도에 의해 추정된 압력이 심도자에 의해 측정된 압력보다 평균 2.25 mmHg정도 낮게 나타났다. 오차가 생긴 원인들로는 첫째, 대부분의 환아에서 심에코실시 48시간 이내에 심도자가 실시되었지만, 동시에 시행되지는 않았다는 점에서 환자의 상태

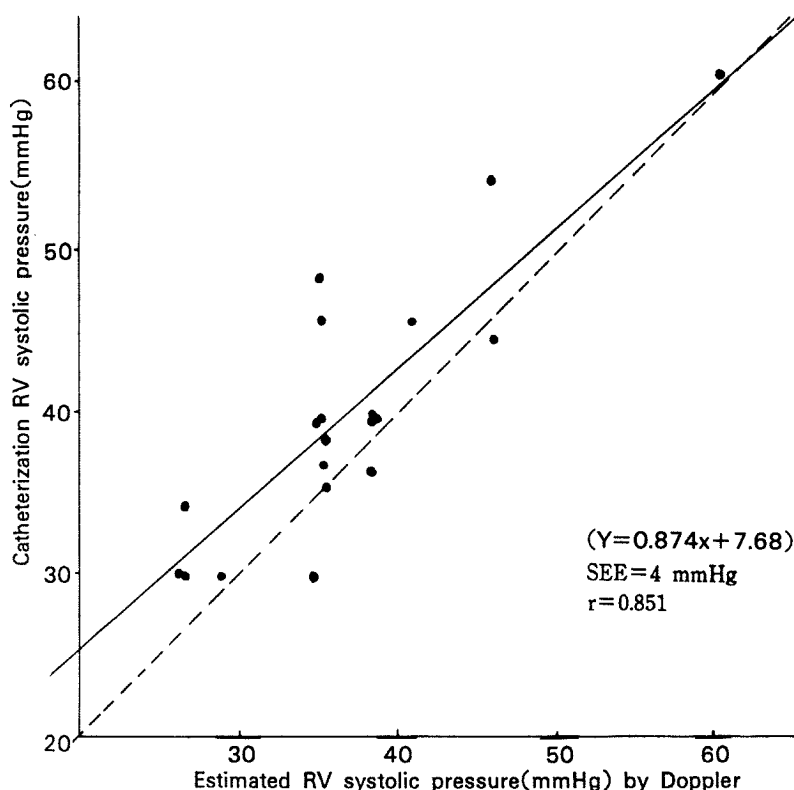


Fig. 4. Correlation of Doppler-predicted and catheterization-measured right ventricular systolic pressures (N=20). The regression functions plotted as a solid line that is superimposed on the identity function(dashed line). RV : right ventricle, SEE : standard error of estimate).

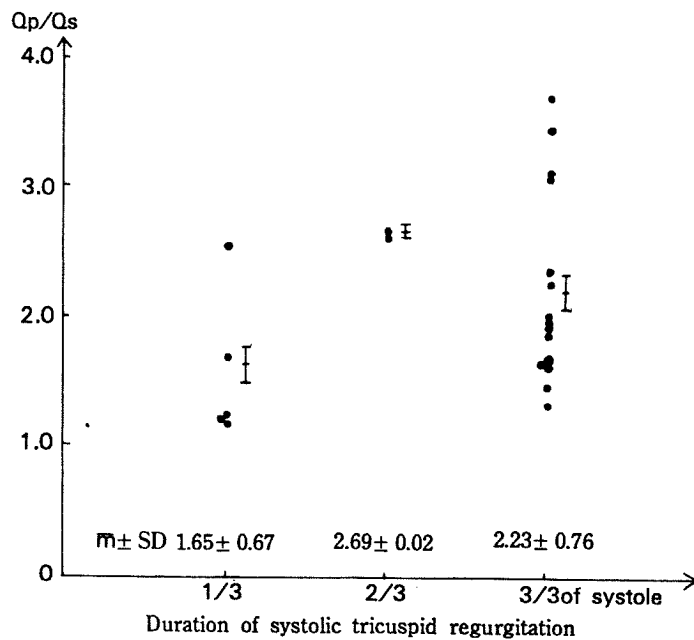


Fig. 5. Qp/Qs VS duration of systolic tricuspid regurgitation Qp/Qs : pulmonary-to-systemic flow ratio, $\bar{m} \pm SD$: mean \pm standard deviation ($p > 0.05$, $n = 22$)

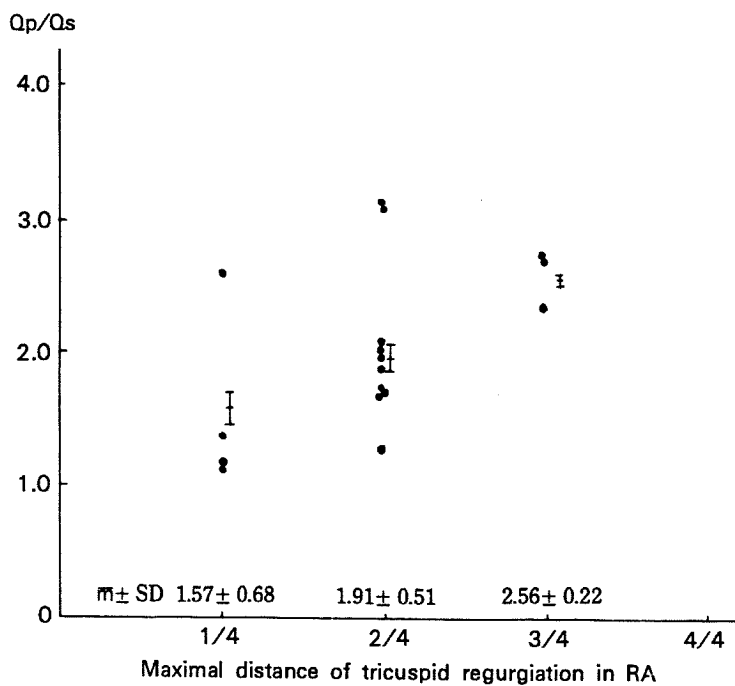


Fig. 6. Qp/Qs VS maximal distance of tricuspid regurgitation within right atrium. Qp/Qs : pulmonary-to-systemic flow ratio, RA : right atrium ($p < 0.05$, $n = 17$)

변화에 민감한 우심장의 혈력학적 상태가 변화했을 가능성을 들 수 있으며 둘째, 환아에 따라 다를 수 있는 우심방의 압력을 일률적으로 10으로 정했다는 점을 들 수 있다. 하지만 우심방의 압력변화가, 삼첨판막횡단 압력경사보다는 경미하고 절대수치도 작으므로 오차에 기여하는 바는 줄어들 수 있고 임상적으로 우심방압을 재는 번거로움에 비해 간단히 계산할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 셋째, Doppler심에코도 시행에 따른 오차로서, beam-to-flow angle이 항상 변화할 수 있고, 호흡상태등에 따라 순간적으로 역류의 최대속도가 변할 수 있으며, 측정자가 바뀔 때 따라 다른 결과가 나타날 수 있다는 점이다. 저자들은 4주기의 수축기동안 일어나는 삼첨판역류를 기록하여 그중에서 가장 빠른 속도를 취하였으나 측정자가 3인으로, 측정자에 의한 오차를 제거할 수 없었다. 이런 모든 난점들에도 불구하고 저자들은 심방중격결손증 환아에 삼첨판역류가 동반된 경우, 심에코도 시행시 Tei의 공식으로 간단히 우심실압을 추정해 보고 추정된 우심실압이 높은 경우, 선별적으로 심도자를 실시하면 될 것으로 확신한다.

1984년 Mikami등은 pulsed Doppler와 2-D심에코도를 이용한 연구에서 우심실과 삼첨판환의 확장으로 인한 삼첨판막편(leaflet)의 전방전이 및 접합(coaptation)부전이 기능적 삼첨판역류를 일으키는 기전이라고 보고하고 알려진대로 폐성고혈압 등에 의한 우심실압의 상승이 우심실의 확장을 일으키는 원인으로 작용할 것이라고 보고하고 있다⁹⁻¹⁴⁾. 그러나 본 연구의 결과, Miyatake등에 의해 역류의 정도와 잘 일치한다고 보고되고 있는 우심방내 수축기역류감지 최대거리와¹⁵⁾ 우심방으로의 좌우단락량을 나타내주는 Qp/Qs비간에 통계적으로 유의한 관계가 있었으며, 환아들의 우심실압이 예외적으로 높았던 2명을 제외하면 30-48 mmHg사이에 있어 우심실압의 상승이 그리 현저하지 않았는데도 불구하고 조사대상이된 순수한 심방중격결손증 환아의 44%에서 삼첨판역류가 관찰되고 있었다. 이에 저자들은 우심실의 volume overload가 우심실압의 상승 없이, 우심실의 확장 및 기능적 삼첨판역류의 원인으로 작용할 수 있으리라는 가정을 할 수 있었다. 즉 우심실의 volume overload에 의해 우심실이 확장(dilatation)되고 이에따라 삼첨판막환의 확장, 전방전이등의 형태변화, 접합(coaptation)부

전등이 일어나 기능적 삼첨판역류가 발생할 것이라고 가정하는 것이다. 이 가정을 뒷받침하기 위해서 우심실압이 좀더 정상범위에 가까운 환아를 선택하여 volume overload와 삼첨판역류가 있을 때 우심실의 내경 및 삼첨판막환이 확장되어 있음을 확인해야 할 것이며, 수술후 좌우단락량의 감소에 따라 우심실의 확장이 감소되고, 역류도 감소됨을 보여주는 추적 연구조사가 있어야 하겠다. 또한 Yock PG¹⁶⁾ 등이 CW Doppler 심에코도를 이용하여 정상인의 96%에서 삼첨판역류의 Doppler signal을 감지할 수 있었고, 우심장으로의 혈류가 증가할 때 더욱 두드러진 Doppler signal을 감지할 수 있었다고 보고하고 있는바, 정상심장을 가진 소아들의 삼첨판역류 가능성과 그 빈도에 대한 추적 연구도 필요하리라 생각되어진다.

결 론

심방중격결손증으로 확진된 54명의 환아에서 Doppler심에코 및 심도자검사를 비교하여 다음의 결과를 얻었다.

- 1) 심방중격결손증 환아 54명중 44%(24명)에서 의미있는 삼첨판역류가 Doppler심에코검사로 관찰되었다. 이들중 2명만이 우심실압이 중등도로 높아 있었고 나머지는 정상범위였다.
- 2) 이들중 20명에서 CW Doppler심에코검사로 측정된 삼첨판역류의 혈류속도에서 추정된 우심실압력과 심도자검사시 직접측정한 값간에 높은 상관관계($r=0.85$, $p<0.01$)가 있었다.
- 3) 좌우단락비와 심에코도 검사와의 관계는 수축기시 우심방내 역류 최대거리와 상관관계가 있었다($p<0.05$).
- 4) 상기 결과로 보아 우심실압이 정상이라도 우심실의 volume overload가 있는 경우 기능적인 삼첨판역류가 생길 수 있으며, 수술적 교정으로 우심실의 volume overload가 없어지면 삼첨판역류도 소실되는지는 추적관찰이 필요하다.

References

- 1) DiSeassa TG, Friedman WF : *Echocardiographic evaluation of cardiac performance ; in Friedman WF, Higgins CB(Eds) : Pediatric cardiac*

- imaging, Philadelphia, WB Saunders Co, 1984, p219
- 2) Shub C, Tajik AJ, Seward JB, Hagler DJ, Castaneda AR : *Surgical repair of uncomplicated atrial septal defect without "routine" preoperative cardiac catheterization.* *J Am Coll Cardiol* 6 : 49, 1985
 - 3) Freed MD, Nadas AS, Norwood WI, Castaneda AR : *Is routine preoperative cardiac catheterization necessary before repair of secundum and sinus venosus atrial septal defects ?* *J Am Coll Cardiol* 4 : 333, 1984
 - 4) Suzuki Y, Kambara H, Kadota K, Tamaki S, Yamazato A, Nohara R, Osakada G, Kawai C, Kubo S, Karaguchi T : *Detection of intracardiac shunt flow in atrial septal defect using a real-time, two-dimensional, color-coded Doppler flow imaging system and comparison with contrast two-dimensional echocardiography.* *Am J Cardiol* 56 : 347, 1985
 - 5) Skjaerpe T, Hatle L : *Diagnosis and assessment of tricuspid regurgitation with Doppler ultrasound ; in Resterborgh H(Eds) : Echocardiology, The Hague, 1981, Martinus Nijoff, p299*
 - 6) Yock PG, Popp RL : *Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by Doppler ultrasound in patients with tricuspid regurgitation.* *Circulation* 70(4) : 657-662, 1984
 - 7) Tei C : *Noninvasive assessment of right ventricular pressure in patients with tricuspid regurgitation by continuous wave Doppler echocardiogram.* *Circulation* 70(Supp. II-116) : 1984
 - 8) Holen J, Aaslid R, Landmark K, Simonsen S : *Determination of pressure gradient in mitral stenosis with noninvasive ultrasound Doppler technique.* *Acta Med Scand* 199 : 455-460, 1976
 - 9) Mikami T, Kudo T, Sakurai N, Sakamoto S, Tanabe Y, Yasuda H : *Mechanisms for development of functional tricuspid regurgitation determined by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography.* *Am J Cardiol* 53 : 160-163, 1984
 - 10) Carpentier A, Deloche A, Hanania G, Forman J, Sellier P, Piwnica A, Dubost C : *Surgical management of acquired tricuspid valve disease.* *J Thoracic Cardiovasc Surg* 67 : 53-65, 1974
 - 11) Kuwako K, Tohda E, Ino T, Umeda T, Furuta S, Machii K : *Echocardiographic evaluation of the tricuspid valve and ring.* *J Cardiogr* 10 : 947-966, 1980
 - 12) Tei C, Pilgrim JP, Shah PM, Ormiston JA, Wong M : *The tricuspid valve annulus : study of size and motion in normal subjects and in patients with tricuspid regurgitation.* *Circulation* 66 : 665-671, 1982
 - 13) Ubago JL, Figueroa A, Ochoteco A, Colman T, Duran RM, Duran CG : *Analysis of the amount of tricuspid valve annular dilatation required to produce functional tricuspid regurgitation.* *Am J Cardiol* 53 : 155-158, 1983
 - 14) Waggoner A, Quinones M, Young J, Brandon T, Shah A, Verani M, Miller R : *Pulsed Doppler echocardiographic detection of right sided valve regurgitation.* *Am J Cardiol* 47 : 279, 1981
 - 15) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Ohta M, Kozuka T, Sakakibara H, Nimura Y : *Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography.* *Circulation* 66(4) : 777-784, 1982
 - 16) Yock PG, Naasz Corrie, Schnittger Ingela, Popp RL : *Doppler tricuspid and pulmonic regurgitation in normals : Is it real ?* *Circulation* 70 (Supp. II-40) : 1984