

Color Doppler 심초음파 검사에 의한 삼첨판 폐쇄부전의 평가

고신대학 의학부 내과학교실

박상은·이재우

Assessment of Tricuspid Regurgitation by Color Doppler Echocardiography

Sang Eun Park. Jae Woo Lee

*Department of Internal Medicine
Kosin Medical College, Pusan 602-702, Korea*

= Abstract =

Color Doppler echocardiographic examination was performed to detect and evaluate semiquantitatively the severity of tricuspid regurgitation in 40 patients who underwent right ventriculography, and the results obtained by 2 methods were compared

The sensitivity and specificity of the color Doppler echocardiographic examination in the detection of tricuspid regurgitation was 94% and 100% respectively, as compared with right ventriculography. False negative cases by echocardiography were only in 2 cases and the degree of regurgitation was mild by angiography.

On the bases of the maximal distance by the regurgitant flow from the tricuspid orifice, the severity of regurgitation was graded on a four point scale and these results were compared with those of right ventriculography.

There was a significant correlation($r=0.701$) between Doppler imaging and angiography in the evaluation of the severity of tricuspid regurgitation. Also results were obtained for the evaluation based on the area covered by the regurgitant flow in the right atrial cavity($r=0.562$), and the ratio of maximum regurgitant jet area to right atrial area($r=0.704$).

In conclusion, color Doppler echocardiography is a useful non-invasive technique that is not sensitive and specific in the

detection of tricuspid regurgitation, but also provides reliable estimation of its severity.

서 론

삼첨판폐쇄부전때 폐쇄부전으로 인한 역류의 정도를 평가하는 것은 치료방법을 결정하며 예후를 예측하는데 매우 중요하다¹⁶⁾. 이를 위해서 일반적으로 관혈적 심혈관조영술이 표준검사법으로 이용되어 왔으나, 최근 비관혈적 영상진단술의 괄목할 만한 발달로, 안전성이 높고 반복검사가 손쉬운 이들 비관혈적 검사법이 임상에 점차 널리 이용되고 있다.

대표적인 심장의 비관혈적 검사법으로는 방사선 동위원소를 이용한 심혈관촬영법, 심초음파 검사법 및 Doppler 심초음파 검사법을 들 수 있는데, 특히 Color Doppler 심초음파 검사는 역류하는 혈류를 직접 색채로 쉽게 확인할 수 있고, 역류의 정도 또한 일목요연하게 파악할 수 있는 매우 탁월한 진단방법이다^{7,12,14)}. 삼첨판폐쇄부전의 평가에 있어, 비관혈적 Color Doppler 심초음파 검사법이 관혈적 인 우심실 혈관조영술에 필적할 만한 검사방법인지를 알아보기 위해, 우심실 조영술을 함

께 시행했던 40예를 대상으로 그 소견을 서로 비교해 보았다.

대상 및 방법

Color Doppler 심초음파 검사와 우심실 조영술을 함께 시행하였던 40예를 대상으로 하였으며, 이중 32예에서 우심실 조영술상 삼첨판폐쇄부전이 확인되었다.

이 32예의 평균연령은 39세(19~57세)였고, 성별은 남자가 9예, 여자가 23예였으며(Table 1) 이들의 원인질환은 류마티스성 심질환이 25예로 가장 많았고, 선천성 심질환이 5예(심방중격결손증이 2예, 동맥관개존증, 대혈관전위, 팔로 3정이 각 1예)였으며, 그외 폐성심 1예, 갑상선중독성 심질환이 1예였다(Table 2).

심초음파 검사때 사용된 기계는 Aloka SSD-880 2D Color Doppler 심초음파기였으며 2.5MHz의 탐촉자를 사용하여 송신반복주파수 6KHz에서 검사를 시행하였다. Color Doppler 심초음파 검사상 삼첨판폐쇄부전에

Table 1. Age and sex distribution of subjects with tricuspid regurgitation proved by ventriculography

Age	Tricuspid Regurgitation				Total
	Present		Absent		
	Male	Female	Male	Female	
15—24	3	2	—	3	8
25—34	3	5	1	—	9
35—44	3	5	2	—	10
45—54	—	8	—	2	10
55—64	—	3	—	—	3
Total	9	23	3	5	40

Table 2. Underlying heart disease of tricuspid regurgitation

Cause	Sex		Total
	Male	Female	
Rheumatic heart disease	6	19	25
Congenital heart disease	2	3	5
ASD *	1	1	2
PDA *	—	1	1
TGA *	—	1	1
Trilogy	1	—	1
Cor pulmonale	1	—	1
Thyrotoxic heart disease	—	1	1
Total	9	23	32

* ASD : Atrial Septal Defect

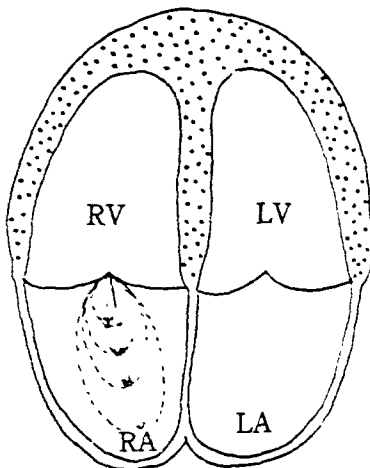
* PDA : Patent Ductus Arteriosus

* TGA : Transposition of Great Arteries

기인한 역류는 수축기때 삼첨판판막으로부터 우심방으로 향하는 푸른색 혹은 푸른색과 붉은색이 뒤섞인 혈류상으로 인지되었으며, 대부분 예에서 수축기 전체에 걸쳐 삼첨판구로부터 우심방의 내측벽을 향해 역류영상이 형성되었다^{7, 8, 10, 12, 13, 20}. 각 예는 심첨4방단면도와 흉골연단축단면도로 각각 역류영상을 평가한

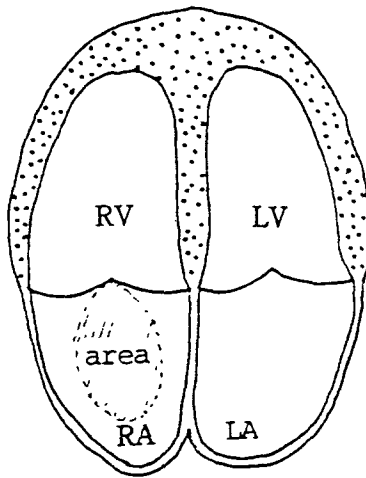
후, 이중 역류영상이 가장 크고 선명한 view를 선택하였는데, 대부분의 예에서 심첨4방단면도에서 역류영상이 가장 뚜렷하였다.

역류도는 다음의 3가지 방법으로 평가했는데, 첫째는 삼첨판구로부터 역류영상이 도달하는 최장거리^{2, 4, 6, 8, 10, 18, 20}(Fig. 1), 둘째는 우심방에서 역류영상이 차지하는 면적⁸⁻¹⁰(Fig.



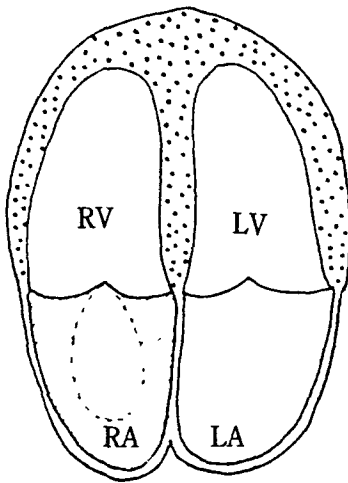
- 1 + TR : < 1.5cm
- 2 + TR : 1.5 ~ 3.0 cm
- 3 + TR : 3.0 ~ 4.5 cm
- 4 + TR : > 4.5 cm

Fig. 1. Schema of the four point scale for grading the severity of tricuspid regurgitation by the Doppler technique. Grading based on the maximal distance from the tricuspid orifice reached by the regurgitant flow



- 1 + TR : $< 1.5\text{cm}^2$
- 2 + TR : $1.5 \sim 3.0 \text{ cm}^2$
- 3 + TR : $3.0 \sim 4.5 \text{ cm}^2$
- 4 + TR : $> 4.5 \text{ cm}^2$

Fig. 2. Grading based on the area of the region covered by the regurgitant flow



- 1 + TR : $< 10\%$
- 2 + TR : $10 \sim 20\%$
- 3 + TR : $20 \sim 30\%$
- 4 + TR : $> 30\%$

Fig. 3. Grading based on the ratio(percent) of maximum regurgitant jet area to right atrial area

2), 셋째는 우심방에서 역류영상이 차지하는 면적의 비를 측정하여^{4,8)}(Fig. 3) 이들을 각각 1도에서 4도까지로 분류하였다.

우심방과 역류영상의 면적은 Aloka SSD-880에 내장된 면적계측기를 이용하여 측정하였으며, 우심실 조영술상 삼첨판폐쇄부전 여부 및 역류의 정도는 심장 내과의 1명과 방사선과 전문의 1명이 함께 Seller 등¹⁹⁾의 분류에 따라 4등급으로 분류하였다. 우심실 조영술은 심초음파 시행후 평균 4일째 시행하였으며, 통계처리는 피어슨 상관계수를 이용하

여 Color Doppler 심초음파도와 우심실 조영술간의 역류도를 비교하였다.

성적

우심실 조영술상 삼첨판폐쇄부전이 확인된 32예중, Color Doppler 심초음파법으로는 30예에서 역류영상이 인지되었고(민감도 94%), 우심실 조영술상 삼첨판 폐쇄부전이 없었던 8예는, 심초음파 검사에서도 전 예에서 역류영상이 관찰되지 않았으며(특이도 100%), Co-

lor Doppler 심초음파 검사상 위음성으로 나타난 2예(6%)는 우심실 조영술상 각각 1도와 2도의 역류를 보였다.

Color Doppler 심초음파법으로 삼첨판폐쇄부전의 역류정도를 역류영상의 최장거리로 분류한 결과, 1.5cm의 등간격으로 4등급으로 분류해 볼 때 1도가 9예, 2도가 9예, 3도가 11예, 4도가 1예였으며, 이중 19예가 우심실 조영술상의 분류와 일치했으며 서로 유의한 상관관계($r=0.701$, $p<0.001$)임을 보여주었다 (Fig. 4).

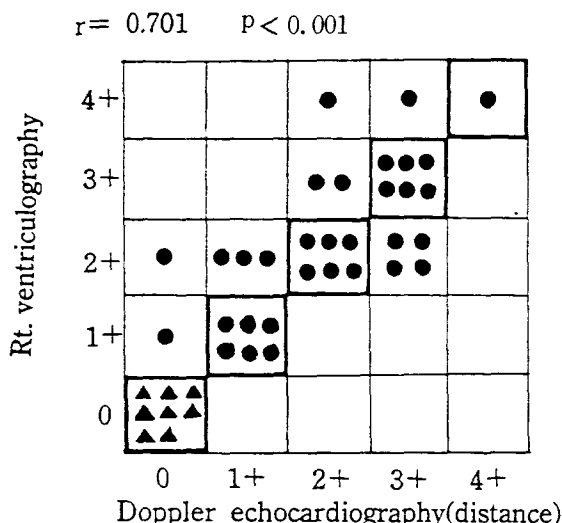


Fig. 4. Severity of tricuspid regurgitation graded by Doppler distance compared with that obtained by right ventriculography

Circles represent patients with tricuspid regurgitation and triangles represent control subjects

우심방내의 역류영상의 면적을 측정해서 이를 4등급으로 분류한 경우는 1도가 8예, 2도가 8예, 3도가 6예, 4도가 6예였으며 이중 15예에서 우심실 조영술상의 분류와 일치했고, 역시 심초음파의 분류와 Seller 등의 분류가 유의한 상관관계($r=0.562$, $p<0.005$)이긴 했으나, 다른 두 분류방법보다는 통계적 유의성이 적었다(Fig. 5).

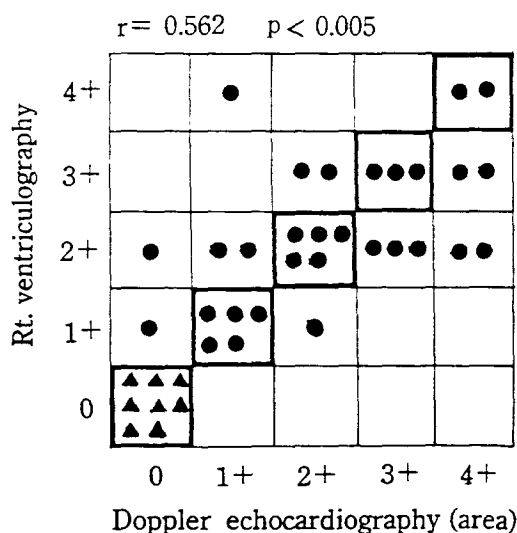


Fig. 5. Severity of tricuspid regurgitation graded by Doppler area compared with that obtained by right ventriculography

그리고 역류영상이 우심방내에서 차지하는 면적비에 의한 분류는 10%의 등간격으로 4등급으로 분류해 볼 때, 1도가 7예, 2도가 13예, 3도가 7예, 4도가 2예였으며, 이중 19예에서

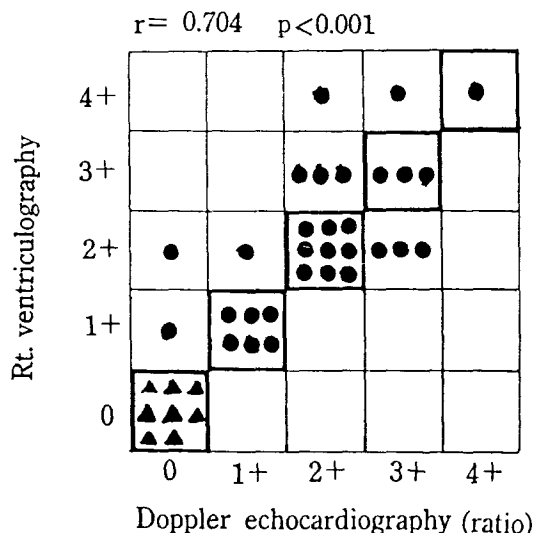


Fig. 6. Severity of tricuspid regurgitation graded by the ratio(%) of maximum regurgitant jet area to right atrial area compared with that obtained by right ventriculography

우심실 조영술상의 분류와 일치했고, 역시 두 검사간에 유의한 상관관계($r=0.704$, $p<0.001$)를 보여주었다(Fig. 6).

고 찰

삼첨판폐쇄부전을 진단함에 있어 폐쇄부전으로 인한 역류의 정도를 평가하는 것은 치료방법을 결정하고 예후를 예측하는데 매우 중요하며, 보편적으로 관혈적 심혈관조영술이 그 표준검사법으로 이용되어 왔다. 관혈적 심혈관조영술은 심장질환의 진단에 중요하고 확실한 진단방법임에는 틀림이 없으나 고도의 기술이 필요하며, 방대한 시설과 경비부담 및 침습적인 검사방법에 따른 위험부담, 그리고 자주 반복해서 검사할 수 없다는 단점이 있고, 간혹 역류영상이 카테터의 위치, 심실성조기수축 및 주입하는 조영제의 양 등에 영향을 받을 수 있으며, 동일 예에서도 촬영의 방향에 따라 역류평가에 차이가 날 수 있다고 한다^{1,19,21}).

그래서 최근 안전성이 높고 반복검사가 가능한 비관혈적 영상진단술의 개발에 많은 발전이 있었는데, 방사선 동위원소를 이용한 심혈관촬영법은 혈관조영술과 좋은 상관관계를 보이나, 부정맥이나 심한 심부전시는 검사결과에 상당한 차이를 나타낸다고 한다⁵).

Doppler 초음파는 변환기에서 발사된 초음파의 주파수가 움직이는 물체에 의해서 반사될 때 변화되는 것을 이용해서 심장내 또는 대혈관내에 흐르는 적혈구에 의해 반사되는 것을 이용한 것으로, 초음파의 주파수는 혈류의 속도와 비례해 변하기 때문에 이를 이용하여 혈류의 방향과 속도를 측정할 수 있다^{3,11}).

Pulsed Doppler법을 이용하면 역류를 확인하여 진단할 수 있고 또 역류의 범위를 측정함으로써 역류도도 판정할 수 있지만, 경한 역류의 경우에는 예민도가 높지않고 또 기록에 상당한 숙련과 함께 많은 시간을 요한다고 한다^{15,17}).

한편 최근에 개발된 Color Doppler 심초음

파법은 심장의 해부학적 단층영상에다 혈류정보를 색채로 중첩시켜 시간의 경과에 따라 혈류의 해부학적, 공간적 관계를 쉽게 파악할 수 있게 만든 것으로 혈류의 방향이나 역류도를 일목요연하게 파악할 수 있는 장점을 갖고 있다^{7,13}. 삼첨판폐쇄부전은 이 Color Doppler 심초음파 검사를 이용하면 심첨 4방 단면도와 흉골연 단축 단면도에서 수축기시 삼첨판구로부터 우심방으로 향하는 푸른색 혹은 푸른색과 붉은색이 뒤섞인 mosaic양의 혈류영상으로 인지된다^{8,10,20}. 이는 Color Doppler 심초음파 검사에서는 탐촉자를 향하여 오는 혈류는 붉은색, 탐촉자에서 멀어지는 혈류는 푸른색으로 나타나며, mosaic양의 혈류영상은 역류하는 혈류가 여러 방향의 와류이거나, 두 chamber간의 압차가 크기 때문에 aliasing에 의하여 나타나게 된다^{7,9,13}).

혈류영상법으로 삼첨판폐쇄부전의 정도를 평가하고 이를 심혈관 조영술과 비교한 보고가 다수 있는 바, Suzuki 등²⁰, Miyatake⁸, Nimura 등¹⁰에 의하면 혈류영상법으로 각각 100%, 94%, 94%의 민감도와 모두 100%의 특이도를 보였다고 하며, 또한 본 연구에서도 민감도 94%와 특이도 100%로 이들과 거의 일치하는 성적을 나타냈고, 본 연구에 나타난 위음성 2예 역시 타 보고와 같이 각각 Seller 분류의 1도, 2도로 경한 역류를 보인 경우였다^{8,10}).

역류도의 평가는 보고자마다 달라 Suzuki 등은 Omoto의 분류²⁰를 이용해 역류영상의 최장거리를 측정해 평가하였으며, Miyatake 등⁸과 Nimura 등¹⁰은 역류영상의 최장거리와 함께 역류면적을 측정해 분류하였다. 그러나, 이 두가지 분류법 외에도 승도판폐쇄부전의 역류정도를 평가하는데 있어 좌심방에서 역류영상의 면적비가 역류도를 잘 반영한다는 보고⁴가 있어, 본 연구에서는 역류영상의 최장거리, 역류면적 및 우심방에서의 역류면적의 비를 각각 4등급으로 분류해 역류도를 평가하였다.

Miyatake 등⁵과 Nimura 등¹⁰⁾의 보고에서는 역류영상의 최장거리로 분류한 경우와 역류면적으로 분류한 경우 모두 우심실 조영술과의 상관관계가 거의 같은데 반해($r=0.75$, $r=0.74$), 본 연구에서는 최장거리로 분류한 경우보다($r=0.701$) 역류면적으로 분류한 결과 상관관계가 다소 떨어졌다($r=0.562$). 그러나 우심방에서의 역류면적의 비로 분류해 비교해 본 결과 최장거리로 분류한 경우 못지않게 좋은 상관관계를 보여주었다($r=0.704$).

따라서, 본 연구에 의하면 역류영상의 최장거리, 역류면적 및 우심방에서의 역류면적의 비 모두가 우심실 조영술의 역류도와 유의한 상관관계를 나타내었으나($p<0.005$), 이중 역류영상의 최장거리와 우심방에서의 역류면적의 비로 역류도를 평가하는 것이 더욱 우심실 조영술에 가까운 분류방법임을 보여주었다($P<0.001$).

그러나, 임상에 사용하기에는 기록과 예측이 보다 용이한 역류혈류상의 최장거리에 의한 평가가 가장 편리하다고 생각되며, 실제로 역류면적 측정시 면적계측기를 이용하는데 있어 경제설정의 어려움이 있었다. 또한 Color Doppler 심초음파도와 우심실 조영술로 평가한 역류도가 간혹 차이를 보인 것은 아마도 이 두 방법에 있어 검사일시가 동일하지 않고 view가 다르며, 우심실 조영술때는 catheter로 인위적 삼첨판폐쇄부전이 있을 수 있기 때문이라 생각된다^{20, 21)}.

본 연구에서 드러난 Color Doppler 심초음파 검사의 한계점은 적절한 gain setting의 문제점과, 역류정도를 정확히 평가하기 위해 초음파의 주사방향이 역류혈류와 평행이 되어야 하는데 환자에 따라 힘든 경우가 있다는 점, 그리고 정상인에게도 나타날 수 있는 역류의 혈액학적 변화와의 차이를 구별해 내기 어려운 점이다^{24 ~ 26)}.

이상의 성적으로 미루어 볼 때, Color Doppler 심초음파 검사는 삼첨판폐쇄부전의 역류정도를 평가함에 있어 우심실 조영술에 필적

할 만하며, 더우기 반복검사가 가능하고 안전해 임상적으로 널리 유용될 수 있는 비침습적인 검사법이라 생각된다.

결 론

Color Doppler 심초음파 검사로 평가한 삼첨판폐쇄부전의 역류정도를 역류영상의 최장거리, 역류영상의 면적 및 우심방에서 역류면적이 차지하는 비로 분류하고 이들이 우심실 조영술의 분류와 어떤 상관관계가 있는지 알아보기 위해 두 검사를 함께 시행하였던 40예에서 얻은 소견을 비교하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

1) 삼첨판폐쇄부전이 확인된 32예중, Color Doppler 심초음파 검사로는 30예에서 역류영상이 관찰되었고(민감도 94%), 삼첨판폐쇄부전이 없는 8예는 모두 역류영상을 볼 수 없었다(특이도 100%).

2) Color Doppler 심초음파 검사로 삼첨판폐쇄부전의 역류정도를 역류영상의 최장거리로 분류한 경우, 우심실 조영술의 역류도와 유의한 상관관계를 보였다($r=0.701$, $p<0.001$).

3) 또한, 역류영상의 면적으로 역류정도를 분류한 경우, 우심실 조영술의 역류도와 유의한 상관관계를 보였으나 다른 두 분류방법보다는 낮았다($r=0.562$, $p<0.005$).

4) 역류정도를 우심방 내의 역류영상의 면적비로 분류한 경우, 우심실 조영술의 역류도와 좋은 상관관계를 보였다($r=0.704$, $p<0.001$).

이상의 성적으로 미루어 Color Doppler 심초음파 검사법은 삼첨판폐쇄부전의 진단 및 역류도를 평가하는데 유용하며, 특히 비침습적이고 반복검사가 용이해 임상적으로 매우 편리하고도 안전한 영상진단법이라 생각된다.

REFERENCES

1. Corft CH, Lipscomb K, Mathis K, Firth BG, Nicord P, Tilton G, Winniford MD and Hillis LD : Limitation of quantitative angiographic grading in aortic or mitral regurgitation : *Am J Cardiol* 53 : 1593~1598, 1984
2. Czer LSC, Maurer G, Bolger AF, Robertis MD, Resser K, Kass RM, Lee ME, Blanche C, Chaux A, Gray RJ and Matloff JM : Intraoperative evaluation of mitral regurgitation by Doppler color flow mapping. *Circulation* 76(suppl III) : 108~116, 1987
3. Hatle L, Angelsen B : *Doppler Ultrasound in Cardiology : Physical Principles and Clinical Applications* 2nd ed Philadelphia, Lea and Febiger, 1985, pp32~54
4. Helmcke F, Nanda NC, Hsing MC, Soto B, Adey CK, Goyal RG and Gatewood RP : Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthogonal plans *Circulation* 75 : 175~183, 1987
5. Hurwitz RA, Treves S, Freed M, Girod DA and Caldwell RL : Quantitation of aortic or mitral regurgitation : *Am J Cardiol* 52 : 252~255, 1983
6. Izumi S, Miyatake K, Beppu S, Park YD, Nagata S, Kinoshita N, Sakakibara H and Nimura Y : Mechanism of mitral regurgitation in patients with myocardial infarction : a study using real-time two-dimensional Doppler flow imaging and echocardiography, *Circulation* 76 : 777~785, 1987.
7. Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Izumi S, Owa M, Takao S, Sakakibara H and Nimura Y : Clinical applications of a new type of real-time two-dimensional Doppler flow imaging system. *Am J Cardiol* 54 : 857~868, 1984
8. 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 : 777~783, 1982
9. Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, Kinoshita N, Asonuma H, Nakagawa H, Yamamoto K, Takamiya M, Sakakibara H, Nimura Y : Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique, *J Am Coll Cardiol* 7 : 82~88, 1986
10. Nimura Y, Miyatake K, Okamoto M, Beppu S, Kinoshita N, Sakakibara H : Pulsed Doppler echocardiography in the assessment of tricuspid regurgitation. *Ultrasound in Med & Biol* : 239~247, 1984
11. Nanda N : *Doppler Echocardiography*. 1st ed. New York, Igaku shoin, 1985, pp31~41
12. Omoto R, Kasai C, Namekawa K, Kondo Y, Yoshikawa Y, Koyano A, Kyo S, Takamoto S, Yokoto Y : *Color atlas of real-time two-dimensional Doppler echocardiography*. Tokyo, Shindan-to-chiryo Co, 1984, pp55~58
13. Omoto R, Yokoto Y, Takamoto S, Kyo S, Ueda K, Asano H, Namekawa K, Kasai C, Kondo Y, Koyano A : The development of real-time two-dimensional Doppler echocardiography and its clinical significance in acquired valvular diseases, with special reference to the evaluation of valvular regurgitation. *Japanes Heart*

- J 25 : 325~340, 1984
14. Pearlman AS, Stevenson FJG and Baker DW : Doppler echocardiography : Application, limitation and future directions. Am J Cardiol 48 : 1256~1262, 1980
 15. Quinones MA, Young JB, Waggoner AD, Ostojic MC, Ribeiro LGT, Miller RR : Assessment of pulsed Doppler echocardiography in detection and quantification of aortic and mitral regurgitation Br Heart J 44 : 612~620, 1980
 16. Robert O, Valentin F, Emilio RG, Dwight CM : Cardiology : Fundamentals and Practice 1st ed, Chicago, Mayo Foundation, 1987, pp1359~1361
 17. Rokey R, Sterling LL, Zoghbi WA, Sartori MP, Limacher MC, Kuo LC, Quinones MA : Determination of regurgitation by pulsed Doppler two-dimensional echocardiography J Am Coll Cardiol 7 : 1273~1278, 1986
 18. Saenz CB, Deumite NJ, Roitman DI, Moos S, Manda NC, Soto B : Limitations of color Doppler in quantitative assessment of mitral regurgitation Circulation 72(suppl III) : 99, 1985(abst)
 19. Sellers RD, Levy MJ, Amplatz K, Lillehei CW : Left retrograde cardioangiography in acquired cardiac diseases. Technique, indication and interpretation in 700 cases, Am J Cardiol 14 : 437~447, 1964
 20. Suzuki Y, Kambara H, Kadota K, Tamaki S, Yamazato A, Nohara R, Osakada G, Kawai C : Detection and evaluation of tricuspid regurgitation using a real-time, two dimensional, color-coded, Doppler flow imaging system : comparison with contrast two-dimensional echocardiography and right ventriculography. Am J Cardiol 57 : 811~815, 1986
 21. William G : Cardiac Catheterization and Angiography. 3rd ed Philadelphia, Lea and Febiger, 1986, pp364~378