

Color Doppler법에 의한 대동맥판 폐쇄부전의 평가에 심박출량이 미치는 영향에 대한 연구*

부산대학교 의과대학 내과학교실

신 영 우

= Abstract =

Effect of Cardiac Output on Color Doppler Flow Mapping Measurement for Aortic Regurgitation

Yung Woo Shin, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Pusan National University

Assessment of aortic regurgitation(AR) by means of color Doppler echocardiography is known to be a reliable noninvasive measure of regurgitation, and the most laboratories grade AR primarily on the basis of the maximal length of the regurgitant jet of color Doppler flow mapping. This paper describes the influence of the cardiac output upon the regurgitant jet length.

Twenty seven adult patients with AR were examined. In 17 with mild AR of 27 patients, the perioperative color Doppler control studies of AR were done because mitral valve was replaced only. The regurgitant fraction and volume obtained by the thermodilution and pulse Doppler method were compared with angiographic and color Doppler estimates of severity of AR.

The results show that the length of the regurgitant jet of AR by color Doppler study became larger with increasing cardiac output in the same patient and correlated well with regurgitant volume rather than regurgitant fraction. Therefore the regurgitant jet length appeared to be influenced by regurgitant volume which was altered by changing cardiac output.

In conclusion, a color Doppler study allows noninvasive quantitative estimation of severity of AR, and its use should take into account the cardiac output.

KEY WORDS : Aortic regurgitation, Color Doppler mapping · Cardiac output.

서 론

대동맥판 폐쇄부전의 중증도 평가에 color Doppler법이 임상에서 널리 받아들여진 후¹⁻⁴⁾, 지금은 이

비침습적 방법에 의한 중증도 평가의 유용성 및 신뢰성에 영향을 줄 수 있는 인자들에 대한 연구가 진행되고 있는 터이다^{2,5,6)}. Color Doppler법에 의한 대동맥판 폐쇄부전의 중증도 평가에는 여러가지 방법이 제안되고 있지만 대부분의 검사실에서는

* 본 논문은 1988년도 부산대학교병원 임상 연구비의 일부 보조로 이루어진 것임.

간편성 및 재현성이 높은 역류 혈류상의 최장 길이를 기준으로 하는 방법을 사용하고 있는 실정인 것이다^{1,2,6,7)}. 본 연구는 역류 혈류상의 길이가 흔히 임상에서 중증도의 기준이 되는 역류비 보다는 역류량의 영향을 받고 있음을 확인하고, 역류량은 심박출량에 따름으로, color Doppler법으로 대동맥판 폐쇄부전의 중증도를 평가할 때에는 심박출량의 영향을 고려할 필요가 있음을 강조하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

연구대상은 중한 심장판막증을 가진 27예였으며, 이중 17예에는 대동맥판 치환없이 승모판만 치환한 대동맥판 폐쇄부전증이 비교적 경한 경우였다. 연구대상에는 열회석법에 따른 혈류량 측정에 오차를 유발할 수 있는 폐동맥판 폐쇄부전증은 제외하였다. 연구대상의 평균 심박출량은 $1.8\ell/\text{min}/\text{m}^2$ 이고, 그 범위는 $1.0\sim 4.5\ell/\text{min}/\text{m}^2$ 이었으며, 27예중 23예에서 $2.5\ell/\text{min}/\text{m}^2$ 이하의 저심박출량을 가지고 있었다.

2. 방 법

Color Doppler검사는 관혈적 검사가 시행되기 전날 Aloka SSD-880 장치를 사용하여 2.5MHz 탐촉자로 송신조반 주파수 6KHz에서 실시되었다. 이 검사를 위한 환자의 체위는 앙와위였고 필요에 따라 좌측와위로 조절하였다. 승모판 치환 수술 후 대조검사를 시행한 경우는 수술 후 상태가 안정된 후, 대부분에서 수술 7-10일째에 실시되었다. Color Doppler법에 의한 중증도는 장축 단층도에서 묘출되는 역류 혈류상의 최장 길이를 기준하여, 이미 저자가 제안한 방법에 의거하여 결정하였다⁸⁾.

대동맥 혈류량은 간혈파 Doppler법에 따라 대동맥 기부를 포함하는 심첨사강 단층도에서 혈류의 방향과 Doppler beam의 각도를 최소한으로 유지하면서 대동맥판륜 위치에서 혈류의 중심에 sample volume을 놓고 혈류속파를 기록하여 얻은 이 파의 면적에서 혈류 속도의 시간 적분을 구하고, 또 M-mode 기록에서 수축초기 대동맥판륜의 내면에서 내면까지를 측정하여 얻은 내경에서 대동맥판륜의 면적을 구하여, 이미 저자가 제안한 방법에 의거하여 산출하였다⁹⁾.

폐동맥 혈류량은 열회석법에 따라 관혈적 검사시 중간 폐동맥에 Swan-Ganz 도자를 삽입하여 0°C 생리식염수 10ml 를 급속히 주입한 후 cardiac output computer 9520을 사용해서 3회 반복 측정한 후 얻은 값의 평균치로 정하였다. 혈관 조영상에 따른 중증도는 좌전 사위에서 대동맥 조영을 시행하여 얻은 상을 Grossman¹⁰⁾이 제안한 기준에 따라 판정하였다.

결 과

1. 승모판막 치환이 color Doppler법에 의한 역류 혈류상의 최장 길이에 미치는 영향

승모판막 질환으로 승모판막을 치환한 예에서 합병한 대동맥판 폐쇄부전의 color Doppler법에 의한 역류 혈류상의 최장길이를 시술전후 대비 측

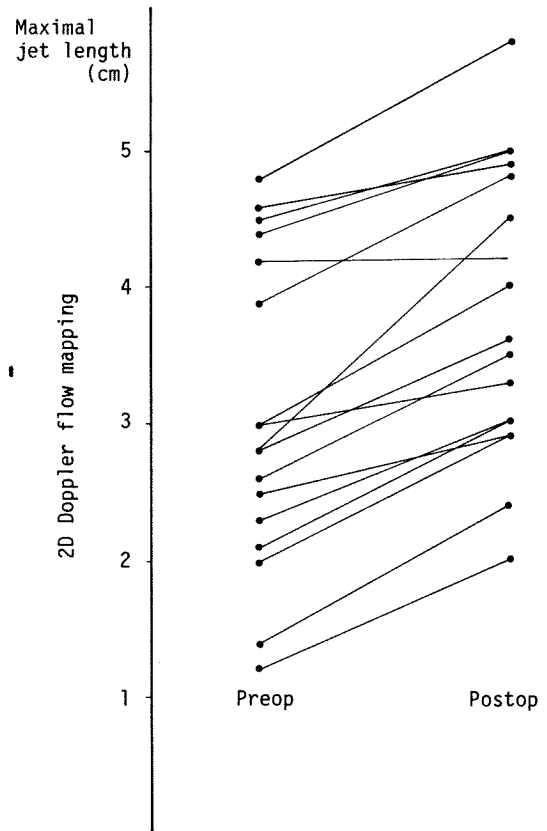


Fig. 1. Comparison of the maximal jet length of aortic regurgitation by the Doppler technique in preoperative and postoperative state.

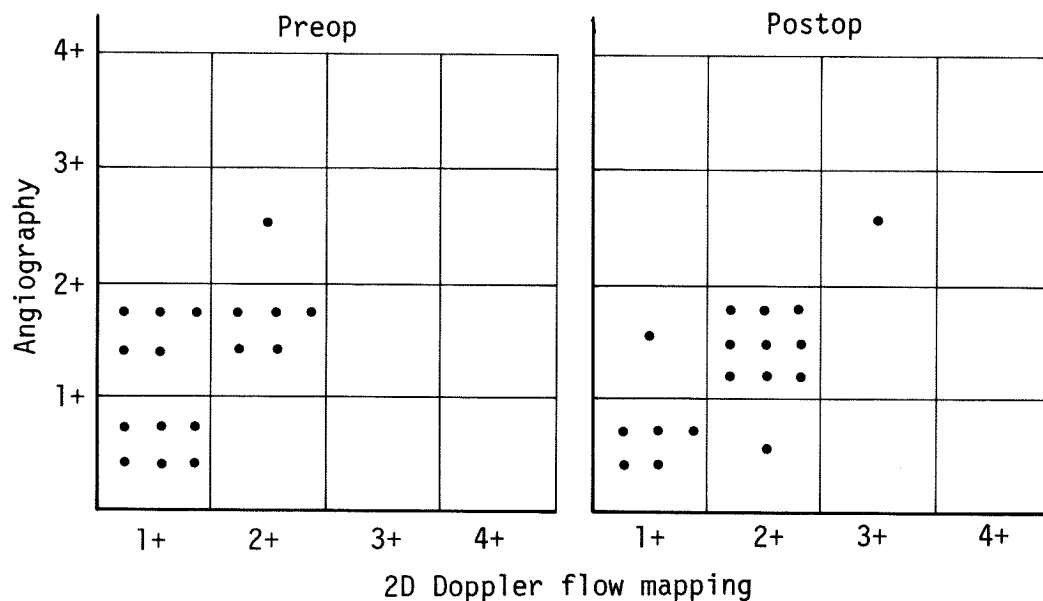


Fig. 2. Comparison of the grade of aortic regurgitation as judged from the maximal jet length by Doppler technique and angiography.

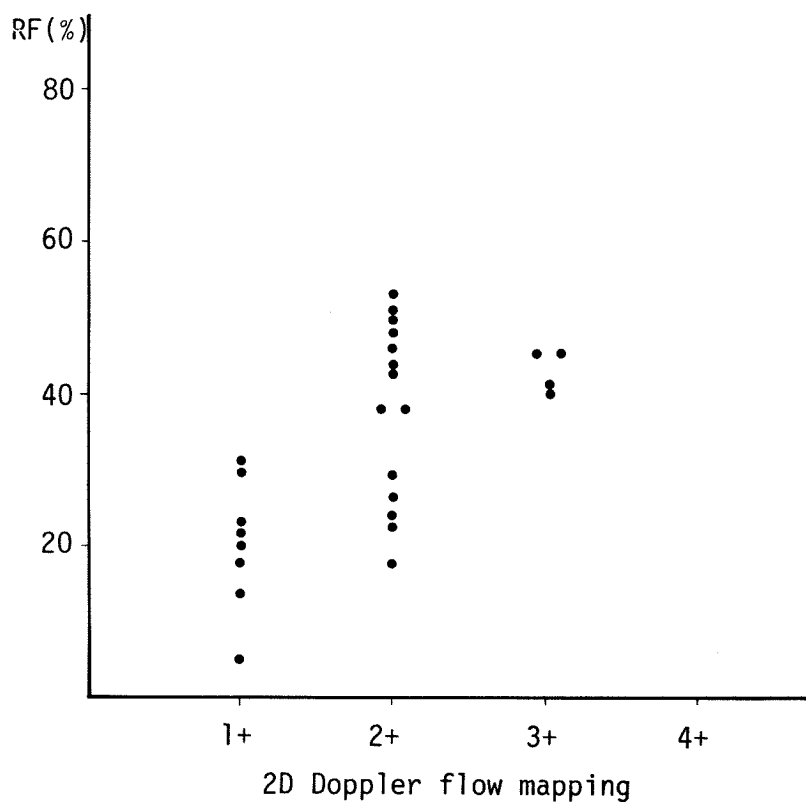


Fig. 3. Scatter diagram illustrating regurgitant fraction(RF) according to the grade of aortic regurgitation judged from the maximal jet length by Doppler technique.

정할 수 있었던 17예 중에서, 시술전후 변화가 없었던 1예를 제외한 나머지 16예에서는 시술 후에 역류 혈류상의 최장길이와 길이점을 관찰할 수 있었으며, 그 정도는 시술전에 비해 평균 30.8%가 길어진 것이었다(Fig. 1). 또 시술전에 시행한 혈관 조영법에 따른 대동맥판 폐쇄부전의 중증도를 시술 전후에 color Doppler법으로 결정한 중증도와 비교했을 때, 시술후의 중증도와 보다 잘 부합함을 관찰할 수 있었다(Fig. 2).

2. Color Doppler법 및 혈관 조영법에 의한 대동맥판 폐쇄부전의 중증도와 역류비와의 관계

대동맥 혈류량을 폐동맥 혈류량으로 뺀 값에다 대동맥 혈류량을 나누어 얻은 대동맥판 폐쇄부전의 역류비가 20% 이내인 5예 중 color Doppler법으로는 4예가 혈관 조영법으로는 5예 전부가 I/IV도의 역류도를 보였으며, 역류비가 21~40%인 11예 중

에서는 각각 6예 및 8예가 II/IV도의 역류도를, 역류비가 41~60%인 10예 중에서는 각각 3예 및 7예가 III/IV도의 역류도를, 그리고 역류비가 61% 이상인 1예에서는 각각 1예가 IV/IV도의 역류도를 보였다(Fig. 3, Fig. 4). 이와같은 소견에서 본 연구대상과 같은 저심박출 상태에서는 혈관 조영법에 따른 중증도 판정이 color Doppler법에 의한 것보다 역류비를 추정하는데 보다 신뢰성이 높다는 것을 알 수 있었다.

3. Color Doppler법에 의한 역류 혈류상의 최장 길이와 역류량의 관계

폐동맥 혈류량을 대동맥 혈류량에다 뺀 값으로 결정한 대동맥판 폐쇄부전에 따른 역류량과 color Doppler법에 따른 역류 혈류상의 최장 길이와의 관계는 역류량을 y, 역류 혈류상의 최장 길이를 x로 표시했을 때 $y=0.8x-1.6$ ($r=0.94$, $p<0.01$)으로 표시될 수 있어 서로 잘 비례함을 알 수 있었다(Fig. 5).

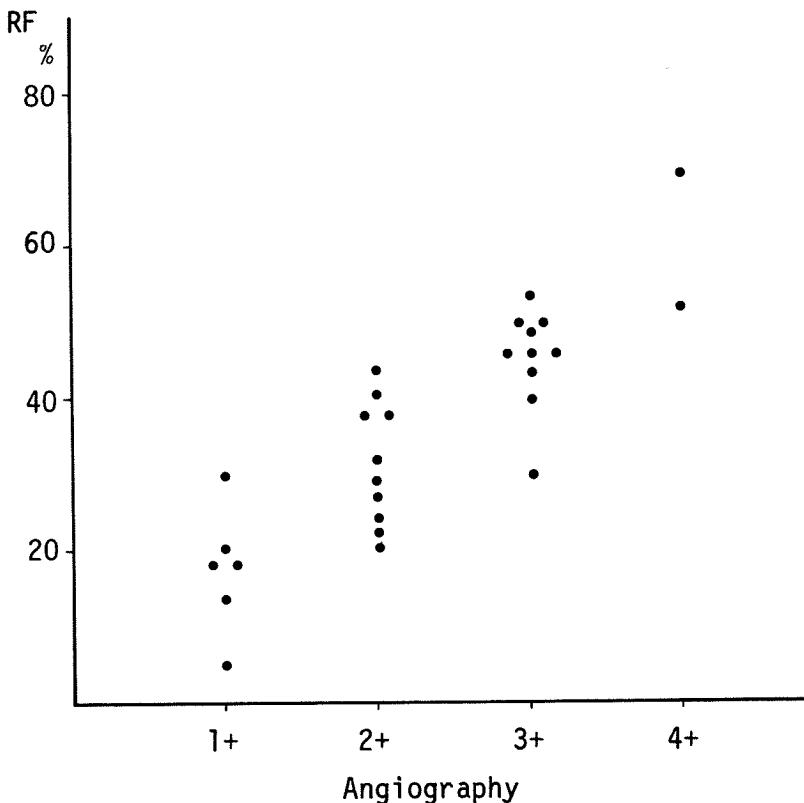


Fig. 4. Scatter diagram illustrating regurgitant fraction(RF) in the cases of aortic regurgitation according to angiographic severity.

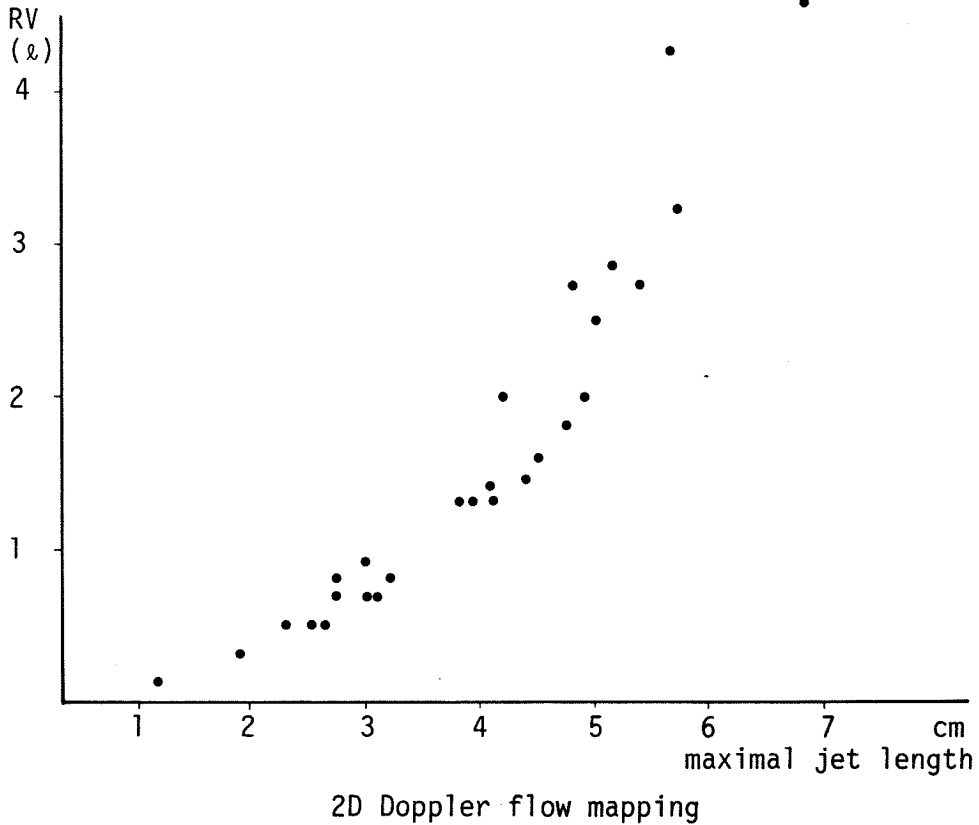


Fig. 5. Scatter diagram illustrating regurgitant volume(RV) according to the maximal regurgitant jet length by Doppler technique in the cases of aortic regurgitation.

고 안

Color Doppler법에 의한 대동맥판 폐쇄부전의 비관혈적 중증도 평가는 관혈적인 심도자 및 혈관 조영법을 많은 경우에서 대체할 수 있는 유용한 평가 방법으로 받아들여지고 있는 추세라고 하겠다^{1-4,8,11)}. 또한 아울러 이 평가법이 가지는 문제점, 제한성에 대한 관심이 높아지고 있는 실정인 것이다^{1,2,5,6,12,13)}.

역류 혈류상의 크기를 기준하여 대동맥판 폐쇄부전의 중증도를 평가하는 color Doppler법에서는 역류 혈류상의 크기에 영향을 미치는 인자들에 대한 폭 넓은 지견이 올바른 중증도 평가에 있어 요건이라고 지적할 수 있을 것이다¹⁴⁾.

이런 관점에서 관심이 되고 있는 인자들로는 시행자, 사용된 장치, 조정 및 검사방법, 좌실경, 저

심박출량, 심기능, 승모판 질환 합병의 유무등이 열거되고 있는 터이다^{2,5,6,13,15)}. 본 연구에서 동일 예의 승모판 치환 후 대동맥판 폐쇄부전에 따른 역류 혈류상의 길이가 치환 전보다 길어져 관찰된 것은, 이들 검사를 동일인이 동일 장치로 조정 및 검사 방법을 같게하여 시행한 결과 임으로 이들 인자의 영향 때문일 가능성은 배제할 수 있을 것이다.

Color Doppler법에 따른 대동맥판 폐쇄부전의 역류 혈류상의 크기는 주로 결손 부위의 크기, 결손 부위를 통한 압교차 및 일회 심박출량에 따르는 것으로 주장되어지고 있는 터이다^{1-3,16)}. 동일 예에서는 승모판 치환을 전후하여 결손 부위의 크기나 결손 부위를 통한 압교차에 별다른 변동이 없을 것임으로, 술후 심박출량의 증가가 역류 혈류상을 길어지게 하는 것으로 미루어 생각할 수 있겠다. 실제 본 연구대상 예는 저심박출 상태에서 승모판 치환 기술을 받았으며, 술후 심박출량의 현저한

개선이 관찰되었다. 또 승모판 치환 전에 시행된 혈관 조영법에 따른 대동맥관 폐쇄부전의 중증도를 승모판 치환 전후에 시행된 color Doppler법에 의한 역류 혈류상의 최장 길이에 따른 중증도와 대비했을 때, 혈관 조영법에 따른 중증도가 승모판 치환으로 심박출량이 개선된 후의 color Doppler법에 의한 중증도와 더 잘 부합되는 것을 관찰할 수 있었다. 이와 같은 결과는 혈관 조영시 주입되는 50cc 전후의 조영제가 순간적으로 저심박출 상태를 개선시키는 효과를 초래했기 때문으로 믿어진다.

본 연구에서 color Doppler법에 의한 대동맥관 폐쇄부전의 역류 혈류상의 최장 길이가 역류비보다는 역류량에 더 잘 비례하는 것은, 역류 혈류상의 크기가 역류비보다는 역류량을 반영하는 것으로 믿어지게 하는 소견이라고 하겠다. 이는 역류 혈류상의 길이가 역류비를 신뢰성 있게 반영하지 못함을 지적한 보고나¹⁾, 역류량과 역류 혈류상의 크기가 잘 비례 한다는 보고와^{2,11,16,17)} 부합되는 소견이기도 한 것이다. 즉 color Doppler법에 의한 대동맥관 폐쇄부전에 따른 역류 혈류상은 대동맥관 폐쇄부전의 역류도를 정량적으로 평가할 수 있게 하는 비관혈적 평가법이라고 말할 수 있겠다. 반면 임상에서 주로 사용되는 혈관 조영법은 대동맥관 폐쇄부전의 중증도를 단지 정성적으로 평가하는 방법으로 이에 따른 문제점들이 지적되어 오고 있는 터인 것이다^{14,17-19)}.

대동맥관 폐쇄부전에 따른 역류량은 결손부위의 크기, 결손 부위를 통한 압교차, 역류시간 즉 심박수 및 심박출량에 주로 영향을 받는 것으로 믿어지고 있는 터이다^{20,21)}. 따라서 동일 예의 대조 검사에서는 결손 부위의 크기, 결손 부위를 통한 압교차, 또는 심박수에 따른 영향이 대부분에서 간과될 수 있으므로, 역류량의 변화는 주로 심박출량의 영향을 받을 것으로 기대된다. 이로써 승모판 치환 후 심박출량의 증가가 대동맥관 폐쇄부전의 역류량을 증가시키고, 나아가 color Doppler법에 의한 역류 혈류상의 길이를 길어지게 하는 결과를 가져온 것으로 추정할 수 있는 것이다.

결론적으로 color Doppler법에 의한 대동맥관 폐쇄부전에 따른 역류 혈류상은 역류비보다는 역류량에 비례함을 알 수 있었다. 따라서 정성적인 혈관 조영법과는 달리 color Doppler법은 대동맥관 폐쇄부전의 중증도를 정량적으로 평가하는 방법이

라고 하겠다. 또한 역류량은 결손 부위의 크기 외에도 결손 부위를 통한 압교차, 심박수에 따르는 역류시간 및 심박출량에 영향을 받고 있으므로, color Doppler법에 의한 역류 혈류상으로 대동맥관 폐쇄부전의 중증도를 판정하고자 할 때에는, 이와 같은 인자를 특히 심박출량에 따른 영향을 고려할 필요가 있는 것으로 사료된다.

요 약

Color Doppler법은 대동맥관 폐쇄부전의 중증도를 비침습적으로 평가할 수 있는 유용한 방법으로, 역류 혈류상의 길이를 기준하여 평가하는 방법이 주로 사용되고 있는 실정이다. 본 연구는 이 역류 혈류상의 길이에 미치는 심박출량의 영향에 대해서 검토하였다.

연구 방법은 대동맥관 폐쇄부전을 가진 27예의 중한 심장판막증을 대상으로 하였고, 이 중 17예는 대동맥관 폐쇄부전이 경하여 승모판만 치환한 경우로 시술 전후에 color Doppler 검사를 대비 시행하였다. 또 열회석법 및 간헐파 Doppler법에 의해 역류비 및 역류량을 측정하여 color Doppler법 및 혈관 조영법에 따른 역류도와 비교하였다.

연구 결과는 color Doppler법에 의한 대동맥관 폐쇄부전에 따른 역류 혈류상은 동일 예에서 심박출량의 증가로 길어지고, 또 이 역류 혈류상은 역류비보다는 역류량에 비례함을 알 수 있었다. 따라서 심박출량의 변화가 역류량에 반영되어 color Doppler법에 의한 역류 혈류상의 길이에 영향함을 추정할 수 있었다.

결론적으로 color Doppler법에 의한 대동맥관 폐쇄부전의 중증도 평가는 정량적인 방법으로, 심박출량의 영향을 고려해 넣어야 함을 알 수 있었다.

References

- 1) Switzer D, Yoganathan P, Nanda NC, Woo Y-R and Ridgway A J : *Calibration of color Doppler flow mapping during extreme hemodynamic conditions in vitro : a foundation for a reliable quantitative grading system for aortic incompetence. Circulation* 75 : 837-46, 1987
- 2) Perry GJ, Helmcke F, Nanda, NC, Byard C

- and Soto B : *Evaluation of aortic insufficiency by Doppler color flow mapping*. *J Am Coll Cardiol* 9 : 952-9, 1987
- 3) 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 : 857-68, 1984
 - 4) Omoto R : *Acquired valvular disease*. In *Color Atlas of Real-time Two-Dimensional Doppler Echocardiography*. 2nd Ed. p70, Tokyo, Shindan-To-Chiryo Co 1987
 - 5) Wong M, Matsumura M, Suzuki K and Omoto R : *Technical and biologic sources of variability in the mapping of aortic, mitral and tricuspid color flow jets*. *Am J Cardiol* 60 : 847-51, 1987
 - 6) Yoshikawa J, Yoshida K, Akasaka T, Shakudo M and Kato H : *Value and limitations of color Doppler flow mapping in the detection and semi-quantification of valvular regurgitation*. *Int J Cardiol Imaging* 2 : 85-91, 1987
 - 7) Goldberg SJ and Allen HD : *Quantitative assessment by Doppler echocardiography of pulmonary or aortic regurgitation*. *Am J Cardiol* 56 : 131-5, 1985
 - 8) 문진호 · 신영우 · 신영기 : 실시 2차원 Doppler 혈류 영상법에 의한 대동맥판 폐쇄부전의 평가에 대한 연구. *순환기* 15 : 615-23, 1985
 - 9) 홍택중 · 하철봉 · 신영우 · 신영기 : 도플러 심초음파법에 의한 심박출량의 계측에 관한 연구. *순환기* 17 : 689-95, 1987
 - 10) Grossman W : *Profiles in valvular heart disease*. In *Cardiac Catheterization and Angiography*. Grossman W 3rd Ed. p376, Philadelphia, Lea & Febiger 1986
 - 11) Sahn DJ, Valdes-Cruz L, Scagnelli S, Tomizuka F, Elias W and Covell J : *Two-dimensional Doppler color flow mapping for spatial localization and quantitation of aortic insufficiency : Validation of a new diagnostic modality using an open chest animal model*. *Circulation* 70(Supp II) : II-38, 1984
 - 12) Bommer WJ, Mucci L and Fehrenbacher G : *Non-linearity of Doppler color-flow mapping measurements for valvular regurgitation*. *Circulation* 76(Supp IV) : IV-139, 1987
 - 13) 尾本良三 · 許俊銳 · 高本眞一 · 横手祐二 : ドップラー断層心エコー法による大動脈瓣閉鎖不全の重症度評価に影響を及ぼす因子の検討. 第50回 日本循環器學會學術集會 抄録集 p137, 1986
 - 14) Kitabatake A, Ito H, Inoue M, Tanouchi J, Ishihara K, Morita T, Fujii K, Yoshida Y, Masuyama T, Yoshima H, Hori M and Kamada T : *A new approach to noninvasive evaluation of aortic regurgitant fraction by two-dimensional Doppler echocardiography*. *Circulation* 72 : 523-9, 1985
 - 15) Labovitz A, Ferrara RP, Kern MJ, Bryg R, Mrosek DG and Williams GA : *Quantitative evaluation of aortic insufficiency by continuous wave Doppler echocardiography*. *J Am Coll Cardiol* 8 : 1341-7, 1986
 - 16) Bouchard A, Yock PG, Schiller NB, Newlands JS, Massie BM, Botvinick EH, Greenberg B and Cheitlin M D : *Quantitation of chronic aortic insufficiency using color Doppler flow mapping*. *Circulation* 72(Supp III) : III-100, 1985
 - 17) Miyatake K, Asonuma H, Nagata S, Beppu S, Yamagishi M, Tamai J and Nimura Y : *Accuracy of color Doppler flow imaging in quantitating valve regurgitant volume : Experimental phantom study*. *Circulation* 76(Supp IV) : IV-139, 1987
 - 18) Bowman LK, Cranney GB and Walsh W F : *Quantitation of valvular regurgitation by Doppler echocardiography*. *Circulation* 74(Supp II) : II-217, 1986
 - 19) Michel PL, Vahanian A, Besnainou F and Acar J : *Value of qualitative angiographic grading in aortic regurgitation*. *European Heart J* 8(Supp

C) : 11-4, 1987

- 20) Croft CH, Lipscomb K, Mathis, K, Firth BG, Nicod P, Tilton G, Winniford MD and Hillis D : *Limitations of qualitative angiographic grading in aortic or mitral regurgitation. Am J Cardiol* 53 : 1593-8, 1984

- 21) Perry GJ, Helmcke F, Kan MN, Tracy W, Kirklin JK, Moos S and Nanda NC : *Determination of regurgitant volume by continuous wave Doppler in a dog model of aortic insufficiency. Circulation* 76(Supp IV) : IV-139, 1987