

경피적 승모판막성형술 후 발생한 좌우 단락의 평가*

서울대학교 의과대학 내과학교실

박선수 · 최영진 · 박승우 · 김효수 · 손대원 · 오병희 · 이명묵
박영배 · 최윤식 · 서정돈 · 이영우

= Abstract =

Evaluation of the Left-to-Right Shunt After Percutaneous Mitral Valvuloplasty

Sun Soo Park, M.D., Young Jin Choi, M.D., Seung Woo Park, M.D.,
Hyo Soo Kim, M.D., Dae Won Sohn, M.D., Byung Hee Oh, M.D.,
Myoung Mook Lee, M.D., Young Bae Park, M.D., Yun Shik Choi, M.D.,
Jung Don Seo, M.D., Young Woo Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

Background : A left to right shunt through an iatrogenic atrial septal defect(ASD) is known to occur after percutaneous mitral valvuloplasty(PMV), however, its hemodynamic significance as well as methods for the quantitation and follow-up evaluation have not been well established.

Subjects and Methods : In order to compare the feasibilities of noninvasive diagnostic methods for the detection and quantitation of the left-to-right shunt after PMV, 35 patients(age 37 ± 10 years) undertook either radionuclide angiography or transesophageal echocardiography or both within a week after PMV. Qp/Qs was calculated by Fick's oxygen method during cardiac catheterization and by indicator dilution method during radionuclide angiography. The left-to-right shunt was also quantified with transesophageal echocardiography(TEE) by calculating shunt flow rate($Q = 2 \pi r^2 V_r$) using isovelocity surface area.

Results : TEE was the most sensitive to detect ASD(16 among 27 patients, 59%) compared to either RI angiography(5 among 27 patients, 18%, $Qp/Qs > 1.5$) or cardiac catheterization(4 among 35 patients, 11%, oxygen step-up $> 7\%$). Calculated shunt flow rate by TEE showed significant linear correlation to the Qp/Qs by cardiac catheterization($r = 0.73$, $p < 0.001$). Also there was a significant correlation between Qp/Qs by radionuclide angiography and by cardiac catheterization($r = 0.49$, $p < 0.01$).

Conclusion : Both radionuclide angiography and TEE appear useful for the detection and quantitation of the left to right shunt after PMV. Since TEE seems to be not only more sensitive to detect the presence of the ASD than either radionuclide angiography or cardiac catheterization but useful to quantify the left-to-right shunt, it appears to be useful method for the follow-up evaluation after PMV.

*본 연구는 1990년도 서울대학교병원 임상 연구비의 일부 보조로 이루어진 것임.

KEY WORDS : Percutaneous mitral valvuloplasty · Left-to-right shunt · Transesophageal echocardiography · Radionuclide angiography.

서 론

경피적 승모판막 성형술(Percutaneous Mitral Valvuloplasty) 후 발생한 심방중격결손을 통한 좌우 단락은 보고자에 따라 차이가 있긴 하나, 경피적 승모판막 성형술 직후 심도자술의 oxymetry법으로는 전체 환자의 6~35%에서, 경흉부 심초음파도로는 5~7%, 경식도 심초음파도에 의해서는 24~87%, indicator dilution법으로 62~76%에서 발견된다고 다양하게 보고되고 있으나, 대부분의 경우 Qp/Qs는 2.0 이내로 단락의 정도는 크지 않다고 알려져 있다¹⁻⁷⁾.

그러나 경피적 승모판막 성형술 후 상당한 좌우 단락이 발생하면 오랜 승모판막 협착증에 의한 폐고혈압에 좌우 단락에 의한 부하 등이 복합적으로 작용하게 되어 congenital Lutembach syndrome과는 달리 우측 심부전이 급격하게 나타나게 되어⁸⁾ 임상적으로 중요하나, 경피적 승모판막 성형술 직후의 oxymetry에 의한 측정 방법에 오차가 많아⁹⁾, 단락의 발견이나 정량이 곤란하고 추적관찰에도 어려움이 있어 왔다. 또한 단락을 발견할 수 있는 각 방법들의 예민도가 매우 다양하며, 한가지 방법을 사용하여도 연구자에 따라 다양한 예민도를 보이고, 시술직후의 유의한 단락을 발견할 수 있는 검사법이나 예측 지도도 확실치 않을 뿐만 아니라 단락의 장기적 추적 관찰에 대한 보고도 혼치 않다. 최근 경식도 심초음파도는 단락의 발견 및 추적관찰에 유용함이 알려지고 있으며^{6,7)}, color flow mapping법을 이용하여 심방중격결손의 구멍을 통한 proximal isovelocity surface area 측정이 단락혈류량의 정량에 유용함이 밝혀지고 있다^{10-13,18)}.

이에 저자들은 심도자술의 oxymetry법, 경식도 심초음파도 및 방사성 동위원소 혈관조영술을 이용하여 경피적 승모판막 성형술 후에 발생하는 심방중격을 통한 좌우 단락을 발견하고 단락을 정량해 보고자 하였으며, 또한 비관혈적인 검사법이 향후 추적검사에 유용하게 사용되어 질 수 있는지 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1992년 3월부터 10월까지 서울대학교병원 내과에 입원하여 경피적 승모판막성형술을 시행한 환자 35명(남자 8명, 여자 27명, 평균연령 37 ± 10 세)을 대상으로 시술후 full oxymetry를 시행하여 좌우 단락 여부를 평가하고 Fick氏 oxygen method를 이용하여 Qp/Qs를 구하였다. 경피적 승모판막성형술은 transseptal approach로 15, 18, 20mm balloon 두개를 이용한 double balloon technique을 사용하였고 transseptal left heart catheterization은 8 F transseptal Mullin sheath and dilator를 이용하였다. 시술후 가능한 빠른 시일내에 방사성 동위원소 혈관조영술과 경식도 심초음파도를 시행하도록 하였다. 방사성 동위원소 혈관조영술로 Qp/Qs를 구하였다. 경식도 심초음파도에 이용한 기종은 Aloka SSD-870 이었고 5 MHz의 transducer를 사용하였다. Color Doppler flow mapping을 시행하여 심방중격결손의 유무를 평가하고, hemispherical model에 근거하여 좌심방내에 생기는 isovelocity surface area를 측정하고 aliasing velocity(V_r , 32cm/sec)를 이용하여 심방중격결손을 통한 flow rate($Q = 2\pi r^2 V_r$)를 구하였다¹⁰⁾. 경식도 심초음파도를 시행하면서 videotape에 녹화를 하여 모든 측정을 시행하였다.

모든 자료는 평균과 표준편차로 표시하였으며, 두가지 인자의 상관관계 분석에는 회귀분석(regression analysis)를 이용하였다. P value는 0.05 미만일 때 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

1) 경피적 승모판막 성형술을 시행한 35명의 환자중 시술 직후 심도자술로 측정된 혼합정맥산소포화도와 폐동맥 산소포화도간에 유의한 차이(7% 이상)⁶⁾를 보인 환자는 4명(11%)이었다. 이들 중 1명은 Qp/Qs가 2.0 이상(Qp/Qs=2.43)이었다. Fick oxygen method를 이용한 평균 Qp/Qs는 1.08 ± 0.34 이었다.

2) 27명의 환자에서 시술후 평균 7일(1~14일)내 방사성 동위원소 혈관조영술을 시행하였으며 Qp/Qs가 1.5 이상인 환자는 5명(18%)이었고, 평균

Qp/Qs는 1.39 ± 0.34 로 시술 당시 심도자술로 구한 값과 유의한 상관관계를 보였다($r=0.49$, $p<0.01$) (Fig. 1). 심도자술상 유의한 O₂ step-up을 보인 4

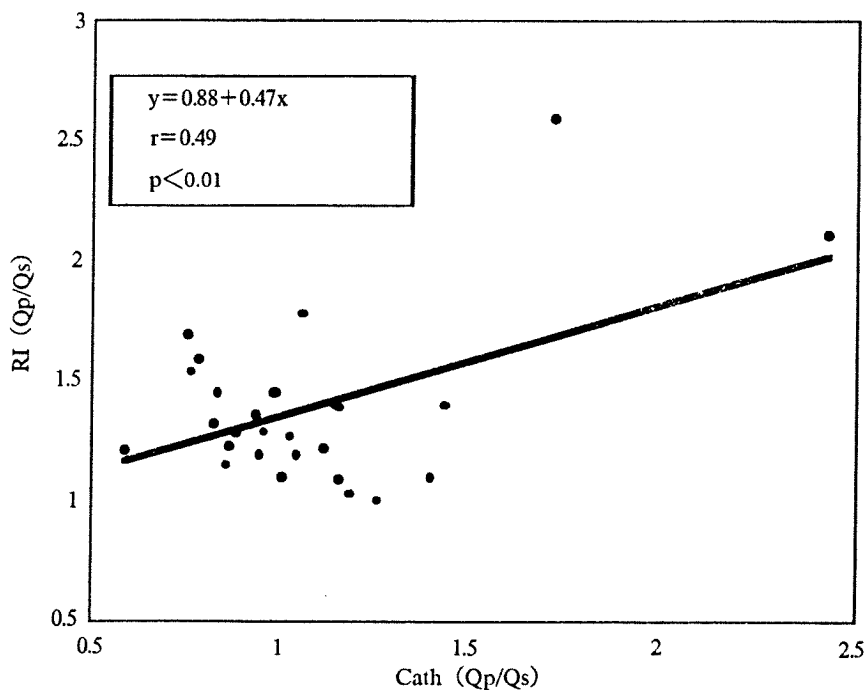


Fig. 1. Correlation between Qp/Qs from catheterization and Qp/Qs from radionuclide angiography.

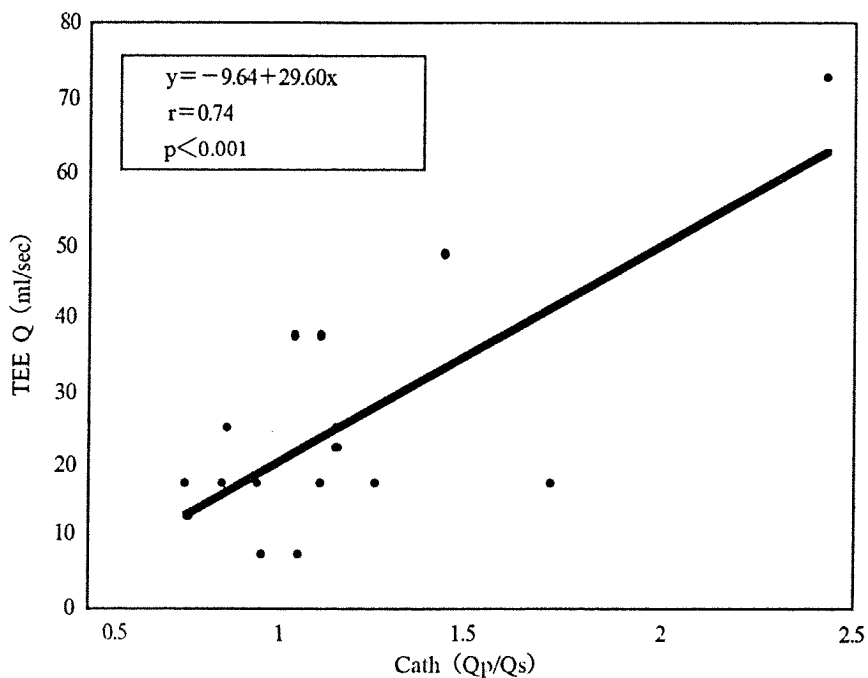


Fig. 2. Correlation between Qp/Qs from catheterization and flow rate from transesophageal echocardiography.

명중 3명이 방사성 동위원소 혈관조영술을 시행하였는데, 이들 모두 방사성 동위원소 혈관조영술상의 Qp/Qs가 1.5 이상으로 나타났다. 또한 심도자술상 Qp/Qs가 2.0 이상이던 한명은 방사성동위원소 혈관조영술상 Qp/Qs도 2.0 이상(2.11)이었다.

3) 27명의 환자에서 평균 6일(2~3일)내 경식도 심초음파도를 시행하였는데, 16명(59%)에서 심방 중격결손을 통한 좌우단락이 관찰되었으며, proximal isovelocity surface area를 이용하여 구한 좌우단락의 flow rate는 $24.66 \pm 16.86 \text{ ml/sec}$ 였고 심도자술상의 Qp/Qs값과 유의한 상관관계를 보였다($r=0.73$, $p<0.001$)(Fig. 2). 또 심도자술상 Qp/Qs가 2.0 이상이었던 환자의 flow rate는 72.35 ml/sec 로 가장 높은 수치를 보였다.

고 안

승모판 협착증의 치료에 있어 경피적 승모판막 성형술이 점차 널리 이용됨에 따라 시술시에 발생하는 심방중격결손 및 이를 통한 좌우단락에 대한 자연경과에 대해 여러 연구와 함께 관심이 높아지고

있다. 최근 여러 연구들에서 일부의 환자들에서 좌우단락이 발견되었으며, 단락을 발견하는데 가장 예민한 것으로 알려진 경식도 심초음파도와 indicator dilution법을 사용하여 6개월이상 추적한 경우 심방중격결손의 크기와 그를 통한 단락의 양도 의미있게 감소하는 것으로 보고되어 있으나^{6,7,15}, 아직은 확실한 자연경과에 대해선 알려지지 않고 있다.

본 연구에서는 경피적 승모판막 성형술 후 oximetry를 시행하여 11%의 환자에서 좌우단락이 의심되는 결과를 보였다. 이는 같은 방법을 사용한 다른 보고들의 10~25%와 비슷한 결과이긴 하나, 좌우단락을 발견하는 데 있어서 oximetric method는 비교적 예민성이 낮은 방법으로 알려지고 있으며 Cequier등은 25%⁶), McKay등은 25%, Come등은 24%, Palacios and Block은 19%¹⁵)로 보고한 바 있다.

이에 비해 경식도 심초음파도는 본 연구에서 59%에서 좌우단락을 발견하여 예민도가 높은 검사로 평가되었고, 이는 Cequier등이 경피적 승모판막 성형술을 시행한 68명의 환자를 대상으로 indicator

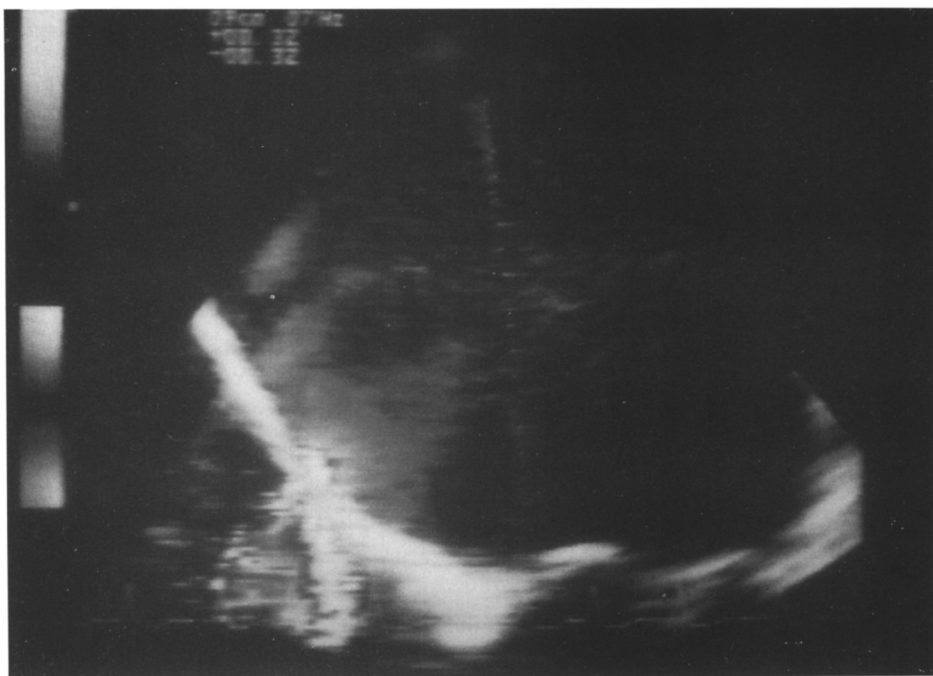


Fig. 3. This photograph is TEE finding that shows the left-to-right shunt through ASD. We can see the proximal isovelocity surface area in the LA chamber and distal jet flow in the RA chamber.

dilution curve를 시행하여 42명(62%)의 환자에서 좌우단락을 보고한 것과 비슷한 결과를 보이는 것이다⁶⁾. Color Doppler를 이용한 다른 보고들을 살펴보면, Yoshida등은 15명의 환자에서 경피적 승모판막 성형술 후 하루만에 시행한 경식도 color Doppler 심초음파도상 13명(87%)의 환자에서 좌우단락을 발견하였고, 6개월후 검사에서 3명(20%)의 환자에서 좌우단락이 계속 있는 것을 보고하였다⁷⁾. 단, Parro등은 color Doppler로 중격결손의 지름이 0.7cm보다 작을 때는 6개월내에 결손이 없어진다고 보고하였다¹⁴⁾. Yoshida 등은 경식도 초음파도가 경흉부 검사에 비해서 좌우단락의 발견에 있어서의 잇점은 1) 초음파 극자와 심방중격사이에 해부학적 방해물이 없고 2) 결손을 통한 단락혈류와 초음파가 평행한 배열을 할 수 있고 3) 높은 주파수(5 MHz)로 더 나은 해상도를 가질 수 있는 것이라고 하였다. 따라서 결손을 통한 좌우단락의 발견과 혈류측정에 있어 예민도가 높고 경흉부 심초음파도나 oximetry법으로는 발견이 어려운 작은 심방중격결손도 경식도 심초음파도로는 발견이 가능하다⁷⁾.

최근 여러 연구들에 따르면 좁은 구멍(orifice)를 통한 혈류(flow)의 평가에 있어서 color Doppler mapping으로 proximal isovelocity surface area (PISA)를 측정하는 것이 상당히 유용하다고 한다^{10-13,18)}. 이 방법은 hypertrophic obstructive cardiomyopathy 환자에서 좌심실 유출로에서의 최대 압력 경사를 추정하는데 이용될 수 있을 뿐만 아니라²¹⁾, 대동맥 부전의 정도 평가에도 유용하여²²⁾ 혈류의 속도와 양을 평가할 수 있는 방법이다. 특히 Bargigia 등은 승모판막 부전증 환자에서 color flow mapping으로 승모판막에서 좌심실 쪽에 형성된 최소 속도의 hemispheric surface가 혈관조영술상의 승모판막 부전의 정도와 상관관계가 있음을 보고하였고¹²⁾, Moises등은 심실중격결손증 환자에서 PISA를 이용해서 단락의 양을 계산할 수 있을 것이라고 보고한 바 있다¹⁸⁾. 또, Utsunomiya등의 연구에 의하면 aliasing velocity가 낮을 수록 aliasing radius는 커지며 hemispheric model과 hemielliptic model을 비교하였을 때 hemielliptic model이 더 정확하며 hemispheric model에서는 실제 volume flow rate보다 20% 정도 적게 측정이 된다고 보고

하였으나¹⁰⁾, hemielliptic model에서는 three orthogonal axes가 필요하고 computer의 도움을 받아야 하지만 hemispheric model은 간단하게 계산할 수 있어 임상적용이 용이하다²⁰⁾. 한편 color flow mapping으로 심방단락의 원위분사혈류(distal jet flow)를 측정하는 것은 압력의 차이, 결손의 크기, 우심방의 유순도(compliance), 삼첨판막의 부전, 기계 등의 요인에 영향을 받으나 PISA는 그런 요인에 영향을 받지 않고 측정할 수 있는 장점이 있다²⁰⁾.

본 연구에서 color Doppler flow mapping상 이용한 aliasing velocity는 32cm/sec 로 다소 높은 값으로 사료되며 이는 근위등속표면적을 작게 하여 측정에 오차를 크게 할 수도 있는 것이다. Rittoo 등은 aliasing velocity를 11cm/sec까지 낮추어 근위등속표면적의 측정을 용이하게 하여 심방중격결손을 통한 단락의 flow rate를 측정한 바 있다²⁰⁾. 또한 본 연구에서는 경식도 심초음파도의 상을 대부분 horizontal image로 얻었으며, vertical image에서 보일 수 있는 단락의 정량과는 비교하지 않았다.

좌우단락을 정량하는데 좀더 정확한 방법이 되려면, 이런 단점들을 보완하고 경피적 승모판막 성형술과 경식도 심초음파도의 시행간격을 더 줄이는 것이 필요할 것으로 사료된다. 그리고 비관혈적으로 좌우단락의 자연경과를 밝히는 데에도 유용한 방법으로 이용될 수 있을 것이다.

요 약

연구배경 :

경피적 승모판막성형술때 생기는 인위적 심방중격 결손의 발생빈도, 정량방법, 추적, 그리고 혈액학적 의미에 대해 확실히 알려진 바가 없다. 이에 저자들은 경피적 승모판막 성형술 후 발생한 심방중격 결손을 통한 좌우 단락의 유무, 정도의 평가 등에 유용한 비관혈적인 방법을 고찰하여 향후 추적 관찰에 지표로 삼고자 하였다.

대상 및 방법 :

경피적 승모판막 성형술을 시행받은 환자 35명(남자 8명, 여자 27명, 평균연령 37±10세)을 대상으로 시술 후 7일 이내 방사성 동위원소 혈관조영술과 경식도 심초음파도를 시행하였다. 방사성 동위원소 혈관조영술로 Qp/Qs를 구하고, 경식도

심초음파도로는 color flow mapping을 이용하여 심방중격결손의 유무를 평가하고 isovelocity surface area를 측정하여 심방중격결손을 통한 flow rate($Q = 2\pi r^2 V_r$)를 구하였으며, 두 방법을 서로 비교하였다.

결 과 :

경피적 승모판막 성형술 시행후 심도자술로 산소포화도법을 이용한 방법으로는 11%, 방사성 동위원소 혈관조영술로는 18%에서, 경식도 심초음파도로는 59%에서 심방중격 결손이 발견되어 경피적 승모판막 성형술후 심방중격결손의 발견에 있어 경식도 심초음파도가 가장 예민하였다. 방사성 동위원소 혈관조영술로 측정한 Q_p/Q_s ($r=0.49$, $p<0.01$)와 경식도 심초음파도로 측정한 shunt flow rate ($r=0.73$, $p<0.001$)는 모두 통계적으로 유의하게 심도자술로 측정한 Q_p/Q_s 와 상관관계를 보였다.

결 론 :

방사성 동위원소 혈관조영술이나 경식도 심초음파도가 모두 경피적 승모판막성형술 후 좌우 단락의 발견에 유용한 방법으로 사료되나, 경식도 심초음파도가 방사성 동위원소 혈관조영술이나 심도자술에 비해 더 예민한 경향을 보여 경피적 승모판막 성형술후 발생한 심방중격결손을 통한 좌우 단락의 정량과 추적평가에 유용한 방법으로 생각된다.

References

- 1) Rocha P, Berland J, Mechmeche R, Gamra H, Boussaidia H, Gerber L, Grigera F, Letac B : *Per-cutaneous mitral valvuloplasty using balloon catheterization. Immediate results in 80 cases*(Abstract). *Arq Bras Cardiol* 52 : 253-258, 1990
- 2) Laraudogoitia E, Meina A, Goicolea J, Hernandez E, Peraza C, Yetano J, Morales J, Ortega JR : *Transesophageal Doppler color echocardiography in the evaluation of patients after percutaneous mitral valvuloplasty. An analysis of immediate results*(Abstract). *Rev Esp Cardiol* 43 : 544-548, 1990
- 3) Serra A, Bonan R, Lefevre T, Cequier A, Petitclerc Y, Crepeau J, Dyrda I : *Percutaneous mitral valvuloplasty. An analysis of immediate results*(Abstract). *Rev Esp Cardiol* 44 : 174-183, 1991
- 4) Tuzcu EM, Block PC, Palacios IF : *Comparison of early versus late experience of percutaneous mitral balloon valvuloplasty. J Am Coll Cardiol* 17 : 1221-1224, 1991
- 5) Vahanian A, Michel PL, Cormier B : *Percutaneous mitral valvuloplasty. Rev Prat* 40 : 2413-2418, 1990
- 6) Cequire A, Bonan R, Serra A, Dyrda I, Crepeau A, Dethy M, Waters D : *Left to right shunting after percutaneous mitral valvuloplasty. Incidence and long term hemodynamic follow-up. Circulation* 81 : 1190-1197, 1990
- 7) Yoshida K, Yoshikaya J, Akasaka T, Yamaura Y, Shakudo M, Hozumi T, Fukaya T : *Assessment of left to right shunting after percutaneous mitral valvuloplasty by transesophageal color Doppler flow mapping. Circulation* 80 : 1521-1526, 1989
- 8) Sadaniantz A, Luttman C, Shulman RS, Block PC, Schachne J, Thompson PD : *Acquired Lutembach syndrome or mitral stenosis and acquired atrial septal defect after transseptal mitral valvuloplasty. Cathet Cardiovasc Diagn* 21 : 7-9, 1990
- 9) Reid CL, Mackay CR, Chandraratona PAN, Kayanishi DT, Rahimtoola SH : *Mechanism of increase in mitral valve area and influence of anatomic features in double balloon valvuloplasty in adults with mitral stenosis : A Doppler and two-dimensional echocardiographic study. Circulation* 76 : 628-636, 1987
- 10) Utsunomiya T, Ogawa T, Tang HA, Doshi R, Patel D, Quan M, Henry W, Gardin JM : *Doppler color flow mapping of the proximal isovelocity surface area : A new method for measuring volume flow rate across a narrowed orifice. J Am Soc Echocardiogra* 4 : 338-348, 1991
- 11) Recusani F, Bargiggia GS, Yoganathan AP, Raisaro A, Valdes-Cruz LM, Sung HW, Bertucci C, Gallati M, Moises VA, Simpson IA, Tronconi L, Sahn DJ : *A new method for quantitation of regurgitant flow rate using color flow imaging of the flow convergence region proximal to a discrete orifice, an in vitro study. Circulation* 83 : 594-604, 1991
- 12) Bargiggia GS, Tronconi L, Sahn DJ, Recusani F, Raisaro A, Servi S, Valdes-Cruz LM, Montemartini : *A new method for quantitation of mitral regurgitation based on color flow Doppler imaging of flow convergence proximal to regurgitant orifice. Circulation* 84 : 1481-1489, 1991

- 13) Yoshida K, Yoshikawa J, Akasaka T, Nishigami K, Minagoe S : *Value of acceleration flow signals proximal to the leaking orifice in assessing the severity of prosthetic mitral valve regurgitation.* *J Am Coll Cardiol* 19 : 333-338, 1992
- 14) Parro Jr A, Helmcke F, Mahan EF, Nanda NC, Kandath D, Dean LS : *Value and limitations of color Doppler echocardiography in the evaluation of percutaneous balloon mitral valvuloplasty for isolated mitral stenosis.* *Am J Cardiol* 67 : 1261-1267, 1991
- 15) Casale P, Block PC, O'Shea JP, Palacios IF : *Atrial septal defect after percutaneous mitral balloon valvuloplasty : immediate results and follow-up.* *J Am Coll Cardiol* 15 : 1300-1304, 1990
- 16) Tuzcu EM, Block PC, Griffin BP, Newwll JB, Palacios IF : *Immediate and long-term outcome of percutaneous mitral valvotomy in patients 65 years and older.* *Circulation* 85 : 963-971, 1992
- 17) Watson KR, Chisholm RJ, Azpiri JR, Armstrong PW : *Elevated left atrial pressure does not cause left-to-right shunting after mitral balloon valvuloplasty.* *Cathet Cardiovasc Diagn* 24 : 173-175, 1991
- 18) Moises VA, Maciel BC, Hornberger LK, Murillo-Olivas A, Valdes-Cruz LM, Sahn DJ, Weintraub RG : *A new method for noninvasive estimation of ventricular septal defect shunt flow by Doppler color flow mapping : imaging of the laminar flow convergence region on the left septal surface.* *J Am Coll Cardiol* 18 : 824-832, 1991
- 19) Cohen DJ, Kuntz RE, Gordon SPF, Piana RN, Saffian RD, McKay RG, Baim DS, Grossman W, Diver DJ : *Predictors of long-term outcome after percutaneous balloon mitral valvuloplasty.* *NEJM* 327 : 1329-1335, 1992
- 20) Rittoo D, Sutherland GR, Shaw TRD : *Quantification of left-to-right atrial shunting and defect size after balloon mitral commissurotomy using biplane transesophageal echocardiography, color flow Doppler mapping, and the principle of proximal flow convergence.* *Circulation* 87 : 1591-1603, 1993
- 21) Hoit B, Sahn DJ, Dalton N, Smith S : *Acceleration of blood flow proximal to the point of systolic anterior motion in hypertrophic obstructive cardiomyopathy [abstract].* *Circulation* 74(suppl II) : II-130, 1986
- 22) Okamoto M, Tsubokura T, Nakagawa H, et al : *The suction signal detected by color Doppler echocardiography in patients with mitral regurgitation : its clinical significance.* *J Cardiol* 18 : 739-746, 1988