

승모판 협착증에서 혈역학적 지표로서 승모판구저항에 관한 고찰

부산대학교 의과대학 내과학교실

고우석 · 김준홍 · 김부웅 · 황성윤 · 홍택종 · 신영우 · 신영기

= Abstract =

Evaluation of the Mitral Valve Resistance as a Hemodynamic Parameter in Mitral Stenosis

Woo Seog Ko, M.D.,** Jun Hong Kim, M.D., Bu Woung Kim, M.D.,
Seong Yoon Hwang, M.D., Taek Jong Hong, M.D.,
Young Woo Shin, M.D., Yeong Kee Shin, M.D.,

Department of Internal Medicine, Pusan National University, Korea

Background : Mitral stenosis is characterized by decrease in mitral valve area anatomically and increase in transmitral pressure gradient hemodynamically. And these changes have been used to quantify the severity of mitral stenosis clinically. To evaluate the clinical usefulness of mitral valve resistance as a hemodynamic parameter in patients with mitral stenosis, we compared the mitral valve resistance to the clinical status of the patient with mitral stenosis, the other hemodynamic parameters and static parameter.

Method : We analyzed and reviewed the data obtained from the consecutive 27 patients with mitral stenosis(7 male, 20 female : mean age 38 ± 9 years) who had been underwent percutaneous mitral valvuloplasty(PMV).

Result : Before PMV, the mitral valve resistance was significantly correlated with exercise capacity on treadmill test($r = -0.37, p < 0.05$), mitral valve area($r = -0.72, p < 0.01$), transmitral mean pressure gradient($r = 0.83, p < 0.01$), not with cardiac output, mixed venous oxygen saturation. After PMV, the mitral valve resistance was significantly correlated with mitral valve area($r = -0.72, p < 0.01$), transmitral mean pressure gradient($r = 0.90, p < 0.01$). According to the results summerizing and comparing the values of before and after percutaneous mitral valvuloplasty, the mitral valve resistance had good relationship with preexisting parameters of severity such as mitral valve area($r = -0.82, p < 0.01$), transmitral mean pressure gradient($r = 0.92, p < 0.01$).

Conclusion : This results indicate that the mitral valve resistance is a useful hemodynamic parameter in patients with mitral valve stenosis and reflects the exercise capacity during the treadmill test which was the objective parameter of practical and clinical status of the patient well than the other hemodynamic parameters in case of remarkably reduced transmitral valve

blood flow due to severe mitral valve stenosis, because the degree of change in the mitral valve resistance in relation to the degree of change in transmitral valve blood flow is relatively more constant than the other hemodynamic parameters.

KEY WORDS : Mitral stenosis · Mitral valve resistance.

서 론

임상적으로 승모판 협착증의 중증도 평가시 지표로서 심초음파 검사법에 의해 측정된 승모판구 면적, 경승모판 평균 압교차등이 사용되어져 왔다. 그러나 승모판구 면적은 협착의 정적이고 해부학적인 지표이며 협착으로 인한 혈액학적 장애를 정량화할수 없는 단점이 있으며, 평균 압교차 등은 동적이고 역동학적인 반면 승모판 협착증 환자들의 실제 운동능력이나 기타의 임상적 중증도와는 잘 부합하지 않는 단점이 있어 온 터이다^{1,2)}. 좌심방과 좌심실의 압력을 직접 측정할수 있게 됨에 따라 판막협착의 지표로서 판구 저항(valvular resistance)의 개념이 도입되었는데, 지금까지의 판구 저항에 대한 연구들은 주로 폐동맥판막 협착증이나^{3,4)} 대동맥판막 협착증⁵⁾을 대상으로 이루어져 왔으며, 승모판막 협착증에서의 유용성에 대한 연구는 Gorlin식에 의한 승모판구 면적과의 비교⁶⁾ 등 일부가 있어온 정도이다. 이에 저자들은 경피적 승

모판막 성형술을 시행받은 승모판 협착증 환자들을 대상으로 하여 승모판막 협착증에 있어 혈액학적 장애 정도의 지표로서 승모판구 저항의 유용성을 시술 전후 환자의 임상적 상태 및 검사실적 지표들과 비교연구를 통해 추구하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1992년 6월부터 1993년 8월까지 부산대학병원 내과에 입원하여 경피적 승모판막 성형을 시술받은 27명의 승모판 협착증 환자들을 연구대상으로 하였다. 대상환자 27명중 남자는 7명 여자는 20명이었으며 연령은 범위가 21세에서 57세로 평균은 38 ± 9 세였다. 대상환자는 NYHA 기능분류상 class I 8명, class II 13명, class III 3명, class IV 3명이었다. 심전도상 정상 동조율이 19명, 심방세동을 보인예가 8명이었으며, 시술전 심초음파를 이용한 Wilkins의 승모판막 심초음파 점수⁷⁾는 7점에서 11점으로 평균은 8.6 ± 1.0 였다

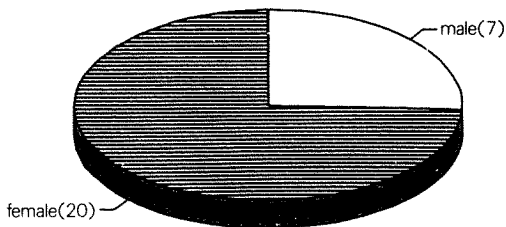


Fig. 1. Sex Distribution.

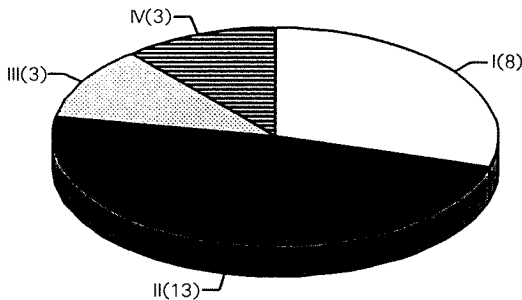


Fig. 2. NYHA Functional Class Distribution.

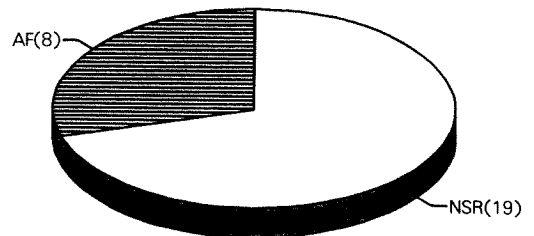


Fig. 3. Rhythm Distribution.

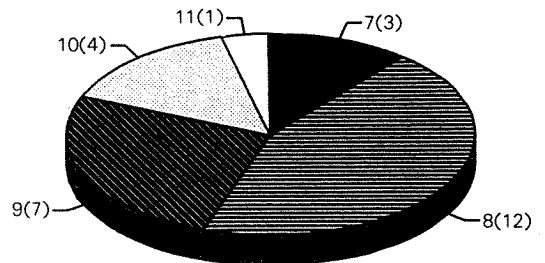


Fig. 4. Echoscroe Distribution.

(Fig 1, 2, 3, 4).

2. 연구 방법

1) 심초음파 검사

대상환자는 모두 경피적 승모판막 성형 시술전날 ALOKA 870 심초음파 검사기에 2.5MHz 탐촉자를 사용하여 심초음파 검사를 실시하였다. 승모판구 면적은 좌심실의 단축단층상에서 확장기 중기에 심전도를 gating하여 P파 직전에 전후 승모판막 소엽이 뚜렷이 잡히는 영상에서 면적계(planimetry)를 사용하여 3회 계측한후 그 평균값을 구하여 결정하였다⁶⁾ 9). 경승모판 압교차는 심첨 사강 단층상에서 연속파 도플러를 이용하여 sample volume을 승모판구 혈류상에 나란하게 놓고 경승모판 혈류속도를 기록하였으며 심초음파 검사기에 내장된 computer를 이용하여 이 혈류속도를 Bernoulli공식을 이용해서 압력으로 환산하여 구하였으며, 동시에 이 혈류상에서 이완기 좌심실 충만시간도 측정하였다. 대상환자 27명 모두 경피적 승모판막 성형술후 심초음파 검사를 반복 시행하여 동일한 방법으로 승모판구 면적, 경승모판 압교차, 이완기 좌심실 충만시간을 측정하였다.

2) 답차 운동부하 검사

대상환자 전원에서 시술전후에 Cambridge model 3038/2S, 3044C, 3049를 사용하여 Chung's protocol⁸⁾에 따라 답차 운동부하검사를 실시하였다.

3) 경피적 승모판막 성형술

좌측 쇄골하 정맥을 통하여 Swan-Ganz 도자를 넣어 우측 심장 심도자술을 시행하고, 주간 폐동맥에서 혼합 정맥혈의 산소포화도, 열회석법에 의한 심박출량, 우측 심장의 압력을 계측 기록하였다. 승모판 폐쇄부전의 정도및 좌측심장의 압력을 알기 위하여 pig-tail 도자를 사용하여 좌측심장 심도자술및 좌심실 조영술을 시행하였다. 경피적 승모판 성형술은 Inoue 풍선도자를 사용하였으며 심등¹⁰⁾의 제안에 따라 시행되었다.

4) 승모판구 저항

승모판구 저항은

$$\text{승모판구 저항}(\text{dyne} \times \text{s/cm}^5) = 1,333 \times \frac{\text{경승모판 평균 압교차(mmHg)}}{\text{이완기 평균 혈류량(ml)}}$$

공식을 사용하여 산출하였다.

5) 통계처리

결과는 평균±표준분포(mean±STD)로 표시하였으며 수집된 자료는 SSPS/PC⁺ 통계 package를 이용하여 정리 분석하였으며 자료간의 관련성을 검정하기 위하여 Pearson's correlation coefficient를 계산하여 $P < 0.05$ 인 경우 통계학적 유의성이 있는것으로 받아들였다.

결 과

연구대상 27명 모두에서 성공적인 경피적 승모판막 성형술이 시행되어 시술전후 승모판구 면적, 승모판구 저항, 경승모판 평균 압교차, 심박출량, 혼합정맥 산소포화도, 답차 운동부하검사 결과를 얻을수 있었다. 시술전 대상예의 승모판구 면적은 $1.0 \pm 0.2 \text{cm}^2$, 경승모판 이완기 평균 압교차는 $10.8 \pm 4.4 \text{mmHg}$, 심

Table 1. Changes of parameters before and after PMV

| | Pre-PMV | Post-PMV | P value |
|------------------|-----------------|-----------------|------------|
| MPG | 10.8 ± 4.4 | 4.5 ± 2.7 | $p < 0.01$ |
| MVA | 1.0 ± 0.2 | 2.0 ± 0.3 | $p < 0.01$ |
| MVR | 94.0 ± 40.0 | 34.9 ± 19.6 | $p < 0.01$ |
| CO | 5.4 ± 1.1 | 5.1 ± 1.2 | $p > 0.05$ |
| SvO ₂ | 72.6 ± 11.0 | 68.8 ± 11.7 | $p > 0.05$ |
| TMT | 5.1 ± 2.4 | 8.8 ± 2.3 | $p < 0.01$ |

MPG : Mean mitral pressure gradient(mmHg)

MVA : Mitral valve area(cm^2)

MVR : Mitral valve resistance($\text{dyne} \times \text{sec/cm}^5$)

CO : Cardiac output(L/min)

SvO₂ : Mixed venous oxygen saturation(%)

TMT : Treadmill test(METs units)

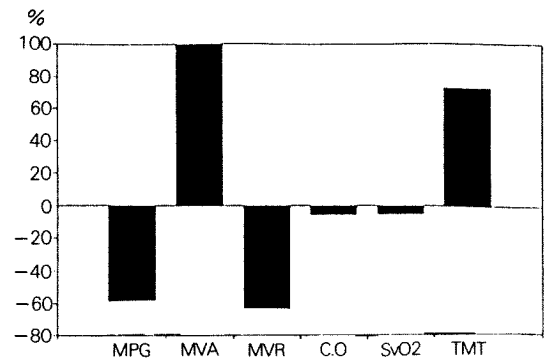


Fig. 5. Changes of Parameters.

Table 2. Correlation coefficient among the parameters before PMV

| | MVA | MVR | TMT | MPG | CO | SvO ₂ |
|------------------|---------|---------|--------|---------|-------|------------------|
| MVA | | -0.72** | 0.29 | -0.64** | 0.25 | -0.14 |
| MVR | -0.72** | | -0.37* | 0.83** | -0.26 | -0.07 |
| TMT | 0.29 | -0.37* | | -0.19 | 0.28 | 0.14 |
| MPG | -0.64** | 0.83** | -0.19 | | 0.21 | 0.04 |
| CO | 0.25 | -0.26 | 0.28 | 0.21 | | 0.37* |
| SvO ₂ | -0.14 | -0.07 | 0.14 | 0.04 | 0.37* | |

Abbreviations as in Table 1

* : P<0.05

** : P<0.01

Table 3. Correlation coefficient among the parameters after PMV

| | MVA | MVR | TMT | MPG |
|-----|---------|---------|-------|---------|
| MVA | | -0.72** | 0.37* | -0.64** |
| MVR | -0.72** | | -0.22 | 0.90** |
| TMT | 0.37* | -0.22 | | -0.07 |
| MPG | -0.64** | 0.90** | -0.07 | |

Abbreviations as in Table 1

* : P<0.05

** : P<0.01

Table 4. Correlation coefficient among the parameters in mitral stenosis

| | MVA | MVR | TMT | MPG |
|-----|---------|---------|---------|---------|
| MVA | | -0.82** | 0.57** | -0.79** |
| MVR | -0.82** | | -0.53** | 0.92** |
| TMT | 0.57** | -0.53** | | -0.42** |
| MPG | -0.79** | 0.92** | -0.42** | |

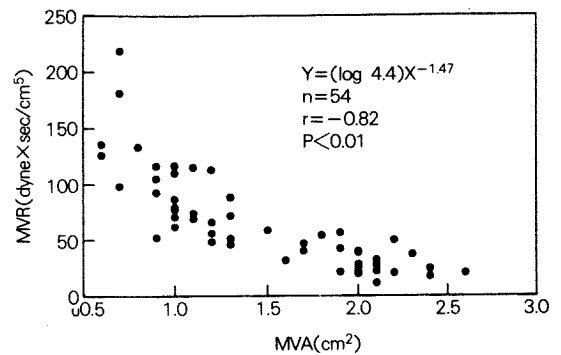
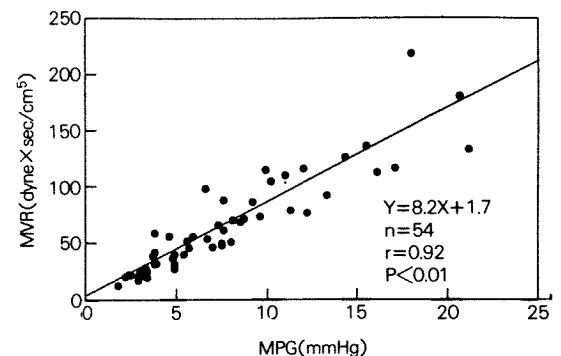
Abbreviations as in Table 1

* : P<0.05

** : P<0.01

박출량은 5.4 ± 1.1 L/min, 운동부하검사 결과의 MET 단위는 5.1 ± 2.4 units, 혼합 정맥 산소 포화도는 $72.6 \pm 11.0\%$, 승모판구 저항은 94.0 ± 40.0 dyne \times s/cm⁵였으며 시술후에는 각각 2.0 ± 0.3 cm², 4.5 ± 2.7 mmHg, 5.1 ± 1.2 units, $68.8 \pm 11.7\%$, 34.9 ± 19.6 dyne \times s/cm⁵이었다(Table 1, Fig. 5).

시술전 평가에서 개체 운동 능력의 객관적 지표인 운동부하검사 결과는 승모판구 저항과 유의한 상관관계를 보였으며, 반면 승모판구 면적, 경승모판 평균압교차, 심박출량 및 혼합정맥 산소포화도와는 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 또 승모판구 저항은 경승모판 평균압교차($r=0.83$) 및 승모판구 면적($r=-0.72$)과 높은 상관관계를 가짐을 관찰할 수 있

**Fig. 6.** Relationship between MVR and MVA.**Fig. 7.** Relationship between MVR and MPG.

었다. 승모판구 면적은 승모판구 저항 및 경승모판 평균 압교차와 유의한 상관관계를 보인 반면 운동부하검사 결과, 심박출량 및 혼합정맥 산소 포화도와는 유의한 상관관계를 관찰할 수 없었다. 경승모판 평균 압교차는 승모판구 면적, 승모판구 저항과 유의한 상관관계를 보인 반면 운동부하 검사결과, 심박출량 및 혼합정맥 산소 포화도와는 유의한 상관관계를 관찰할 수 없었다(Table 2).

시술후 평가에서는 승모판구 저항은 승모판구 면

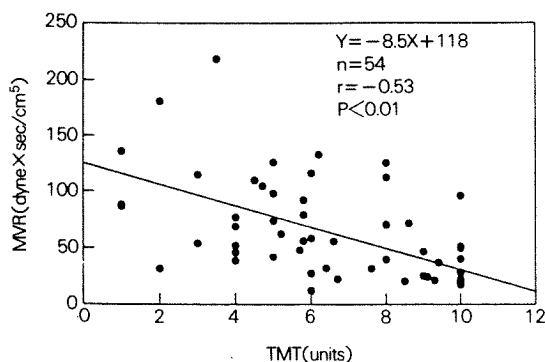


Fig. 8. Relationship between MVR and TMT.

적과 경승모판 압교차와 유의한 상관관계를 보인 반면 운동부하검사 결과와는 유의한 상관관계를 관찰할 수 없었다(Table 3). 27명의 시술 전 수치와 동일인의 시술 후 수치를 한꺼번에 종합한 총 54종류의 수치들을 비교한 결과는 운동부하검사 결과와 승모판구 면적($r=0.57$), 승모판구 저항($r=-0.53$), 경승모판 평균 압교차($r=-0.42$)가 유의한 상관관계를 보였다(Table 4, Fig 6, Fig 7, Fig 8).

고 안

승모판 협착증은 해부학적으로는 승모판구 면적이 좁아지는 해부학적인 변화와 아울러 혈액역동학적으로는 경승모판 압교차가 상승하여 임상증세를 유발하는 질환이다. 따라서 이러한 해부학적, 혈액역동학적 변화로써 이 질환의 중증도를 평가하려는 경향이 있어왔고 수술여부의 결정시 중요한 역할을 해온 바이다. 1951년 Gorlin등이 혈액역동학적 지표들로부터 협착된 승모판막의 판구 면적을 계산할 수 있는 공식을 발표¹²⁾ 하고 1972년 한차례의 수정¹³⁾을 거친 이래 승모판 협착으로 인한 승모판구 면적의 계산시 이 공식은 표준화된 방법으로 받아들여지고 있으며 이후 여러 가지 방법¹⁴⁻¹⁸⁾에 의해 승모판구 면적이 계산되었고 오랫동안 승모판구 면적은 승모판 협착의 중증도의 평가시 유용한 지표로 사용되어져 왔다. 그러나 승모판구의 면적은 그것을 측정하는 여러 가지 방법들의 각종 제한점으로 인하여 승모판 협착의 중증도의 평가시 단점이 지적되어 오고 있다¹⁴⁻¹⁸⁾. 평면 환형구를 통한 비와류형태의 혈액흐름에 기초한 Gorlin식은 실제 판막 협착부위를 지나는 혈류흐름 상태가 와류 형태이므로 혈류가 감소되면 실제의 판막면적보다

작게 측정된다. 승모판구 면적은 심초음파검사로 측정시 심박출량이 감소된 환자들에서는 실제보다 감소하는 것으로 알려져 있다. 심초음파검사시의 외측 해상력이 실제보다 감소함으로 인하여 승모판 외측, 내측으로부터의 echo는 실제보다 넓어져 실면적보다 심초음파검사시의 면적은 크게 나타날 수 있어 실제로는 심한 협착이 있다 하더라도 승모판구 면적이 크게 감소하지 않는 경우가 있다⁶⁾. 또한 협착이 있는 경우에는 승모판구 모양의 변형이 초래되어 심초음파검사시 각도에 따라 서로 다른 승모판구 면적결과가 얻어질 수도 있다. 한편, 경승모판 평균 압교차는 확장기의 장단, 심방의 실제 수축여부, 좌심실의 확장기 탄성, 혈류량 등에 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다¹⁴⁻¹⁵⁾¹⁹⁾. 경승모판 압교차를 측정시 제일 정확한 방법은 관혈적으로 경증격술(transseptal technique)에 의해 좌심방압을 측정하고 동시에 좌심실의 역행적 도자에 의해 좌심실압을 구하는 방법이지만 심초음파검사시 승모판을 통한 혈류량으로부터 계산된 경승모판 평균 압교차는 확장기의 장단, 심방의 실제 수축여부, 좌심실의 확장기 탄성, 혈류량의 예도 여러 다른 변수들에 의해 상당한 영향을 받아 중증도의 평가 기준으로 여러 가지 제한이 있어온 터이다. 승모판 협착증에서 가능한 또 다른 혈액역동학적 변수로는 심박출량이 있으나 이는 체표면적, 나이, 체중에 따라 개체의 필요량이 다르고¹¹⁾²⁰⁾ 진행된 승모판 협착증과 같이 심박출량의 제한이 있는 경우는 개체의 심박출량의 요구량이 줄어들고 실제로 비슷한 정도의 임상증세가 있어도 심박출량 사이에는 상당한 차이가 있으며²¹⁾ 열회석법에 의해 측정시의 심박출량은 실제의 심박출량과 일치하지 않음이 지적되어²²⁾ 이 역시 유용한 지표로서 곤란한 면이 있다. 이처럼 중심순환상태의 지표인 승모판구 면적, 경승모판 평균 압교차, 심박출량 등이 협착증의 중증도를 평가하는 인자로서 제한이 있어온 터이므로 환자의 임상증세와 실제적 관련이 있는 지표에 대한 연구가 요구되고 있는 실정이다. Hammermeister등²³⁾의 보고에 의하면 승모판막 질환에서는 혼합 정맥혈의 산소포화도가 심박출량의 제한 정도, 이에 따른 개체의 대상기전으로 인하여 환자들의 전신 병리 상태가 총체적이고 동적으로 반영되므로 혼합 정맥 산소 포화도가 제일 중요한 생존예측인자라고 보고하였으나 이는 환자의 실제 임상증세보다는 폐혈관 저항, 폐동맥압과 같은

예후 예측인자와의 상관관계를 통한 비교일 뿐인 것이다. Silber등⁴⁾이 Poiseuille 법칙에 의해 유도한 판구 저항(valvular resistance)의 개념을 도입한 이래 승모판 협착증 환자에서 혈액학적 지표로서 승모판구 저항이 사용되었는데 연구들은 주로 Gorlin formula에 의해 계산된 승모판구 면적과 승모판구 저항의 상호 상관관계에 대한 연구들이었다⁵⁾. 그러나 이 비교연구는 판구 면적의 계산시 Gorlin 식이 혈액의 점도, 농도, 와류 현상등에 대한 일정한 상수를 필요로 하고 이 상수가 혈류량의 변화에 따라 일정하지 않는다는 단점때문에 혈액동학적 지표로서 판구 저항을 이러한 단순비교를 통해 평가하는데는 문제점이 있으며 실제 환자들의 임상증세, 특히 운동부하시 운동능력등과의 비교는 부족한 점이 있어온 터이다. Gorlin등이 처음에 판구 면적에 대한 공식을 유도하기 전 일부에서 이미 혈액학적 지표로서 판구 저항의 사용을 제안하였으나^{3,4)} Gorlin등에 의해 이론적인 측면에서 서로 다른 혈류흐름 상태에서는 일정하지 않다고 하여 사용되지 않고 있었는데 Gorlin 판구 면적에 필요한 가설이 필요하지 않고 이후 여러 결과들을 토대로 분석했을때 혈류량 변화에 따른 판구 저항의 변화 정도는 심하지 않으며 오히려 상당히 일정하게 변화하게 된다는 사실이 입증되었다³⁾. 본 연구에서는 이러한 기존의 혈액학적 지표들과의 비교외에도 운동부하시 환자들의 운동부하시 운동능력과의 관련성에 대해 연구도 함께하였는데 운동부하시 환자들의 운동량은 연령, 성, 이전의 환자의 운동 능력, 환자의 기존질환의 정도, 환자의 병에 대한 인식 여부, 환자의 협조여부 등에 의해 영향을 받게 되어 환자의 임상증세를 평가함에 있어 절대적이고 완전히 객관적인 기준은 아니다. 본 연구에서 승모판구 면적은 심초음파검사를 통해 간단히 측정가능하였으며, 승모판구 저항은 경피적 승모판 성형술시에 심박출량을 계산하고 심초음파검사로 경승모판 평균압교차, 이완기충만시간을 측정하여 전산화하는 과정을 거쳤다. 따라서 본 연구에서의 승모판구 저항은 심박출량과 경승모판 평균압교차 측정시 나타날 수 있는 문제점을 어느정도 가지게 되며 또한 시술후 환자의 운동능력을 평가함에 있어서는 시술후 일정한 시간이 경과하였음에 비하여 심박출량, 기타 심초음파검사적 지표들은 시술후 조기에 측정되었다는 점등도 승모판구 저항을 승모판 협착증 환자에서 임상증세의 지표로 평가함에

있어 본 연구에서의 제한점이라 할 수 있다. 따라서 경피적 승모판 성형술을 시행받은 승모판 협착증 환자에서 임상증세와 관련된 지표들의 평가시에는 시술전 후 지표들의 측정시기도 고려하여야 할 것이다. 또한 각각의 혈액학적 지표들의 측정방법들도 고려해야 하는데 일반적으로 승모판구 면적은 심초음파검사로써 간단히 측정되는 단일 지표이고 임상적으로 오랫동안 익숙한 반면, 승모판구 저항은 몇개의 다른 혈액학적 지표들을 통해 구하여지며 그만큼 승모판구 저항에 영향을 미칠수 있는 요소들이 많이 있을수 있다. 승모판 협착으로 인하여 승모판구 면적이 좁아져 경승모판 혈류량이 감소된 상태에서 승모판구 면적이나 경승모판 평균 압교차뿐 아니라 승모판구 저항도 환자의 임상상태를 잘 반영하는 혈액동학적 지표임을 알 수 있었으며, 특히 중증 승모판 협착증으로 인하여 경승모판 혈류량이 크게 감소되어 있는 경우 경승모판 혈류량 변화에 따른 변화의 정도가 다른 혈액학적 지표들보다 상대적으로 일정한 승모판구 저항이 환자들의 실제 임상상태의 객관적 지표인 운동부하시의 운동능력을 다른 혈액학적 지표보다 더 잘 반영하는 혈액학적 지표임을 알 수 있었으며 이 지표의 임상적인 정확성과 제한성에 대한 앞으로의 연구가 더 필요하리라 생각된다.

요 약

연구배경 :

승모판 협착증은 해부학적으로는 승모판구 면적이 감소하고 혈액동학적으로는 경승모판 압교차가 상승하는 것을 특징으로 하는 질환이며 승모판 협착의 중증도를 정량화하기 위해서 이러한 변화의 정도가 임상적으로 흔히 사용되어져왔다. 승모판 협착증을 가진 환자에서 혈액학적 지표로서의 승모판구 저항의 임상적 유용성을 평가하기 위하여 승모판구 저항과 환자의 임상 상태 그리고 다른 혈액동학적, 정적인 지표들과 비교하였다.

방 법 :

승모판 협착을 가지고 있고 경피적 승모판 성형술을 시행받은 일련의 27명의 환자(남 7, 여 20명 : 평균 연령 38 ± 9 세)에서 얻은 자료들은 재고, 분석하였다.

결 과 :

이 결과로 시술전 환자에서 승모판구 저항은 답차

운동부하시의 운동능력과 $r = -0.37 (P < 0.05)$, 승모판구 면적과 $r = -0.72 (P < 0.01)$, 경승모판 평균 압교차와는 $r = 0.83 (P < 0.01)$ 로 유의한 상관관계가 있었으며 심박출량, 혼합 정맥혈 산소 포화도와는 무관하였고 시술후에는 승모판구 면적과 $r = -0.72 (P < 0.01)$, 경승모판 평균 압교차와 $r = 0.90 (P < 0.01)$ 으로 유의한 상관관계를 보여주었다. 경피적 승모판 성형술 시술전후 평가값들을 종합하여 비교한 결과로는 승모판구 저항은 기존의 승모판막 협착의 중증도의 지표들인 승모판구 면적과는 $r = -0.82 (P < 0.01)$, 경승모판 평균 압교차와는 $r = 0.92 (P < 0.01)$ 로 좋은 상관관계를 보여주었으며 담차 운동부하검사시 운동능력과도 $r = -0.53 (P < 0.01)$ 으로 유의한 상관관계가 있었다.

결론 :

이상의 결과에서 승모판구 저항은 승모판 협착증 환자에서 유용한 혈액동학적 지표임을 알 수 있었으며, 특히 중증 승모판 협착증으로 인하여 경승모판 혈류량이 크게 감소되어 있는 상태에서 경승모판 혈류량 변화에 따른 변화의 정도가 다른 혈액학적 지표들보다 상대적으로 일정한 승모판구 저항이 환자들의 실제 임상상태의 객관적 지표인 운동부하시의 운동능력을 다른 혈액학적 지표보다 더 잘 반영하는 혈액학적 지표임을 알 수 있었다.

References

- 1) Effron MK, Alderman EL and Popp RL : *Preoperative invasive testing in mitral stenosis. Indications based on assessment of diagnostic yield. Am J Cardiol* 51 : 1116, 1983
- 2) Ford LE, Feldman T, Chiu C, Carroll JD : *Hemodynamic resistance as a measure of functional impairment in aortic valvular stenosis. Circ Res* 66 : 1, 1990
- 3) Dow JW, Levine HD, Elkin M, Haynes FW : *Studies of congenital heart disease. IV. Uncomplicated pulmonic stenosis. Circulation* 1 : 267, 1950
- 4) Silber EN, Prec O, Grossman N, Katz LN : *Dynamics of isolated pulmonic stenosis. Am J Med* 10 : 21, 1951
- 5) Reinaldo W, Beyer MD, Alfonso Olmos MD, Ruben F. Bermudez, MD, and H. Elizabeth Noll, MD : *Mitral valve resistance as a hemodynamic indicator in mitral stenosis. Am J Cardiol* 69 : 775, 1992
- 6) Martin, RP., Rakowski, H., Kleiman, J.H., Beaver, W., London, E., and Popp, R.L. : *Reliability and reproducibility of two-dimensional echocardiographic measurement of stenotic mitral valve orifice area. Am J Cardiol* 43 : 560, 1979
- 7) Wilkins Weyman AE, Abascal VM, Block PC, Palacios IF : *Percutaneous mitral valvotomy : An analysis of echocardiographic variables related to outcome and the mechanism of dilatation. Br Heart J* 60 : 299, 1988
- 8) Edward K. Chung, MD : *Quick reference to cardiovascular diseases* 33 : 1987
- 9) Henry, W.L., Griffith, J.M., Michaelis, L.L., McIntosh, C.L., Morrow, A.G., and Epstein, S.E. : *Measurements of mitral orifice area in patients with mitral valve disease by real-time, two dimensional echocardiography. Circulation* 51 : 827, 1975
- 10) 심원홍 : 경피적 풍선 승모판 확장술 : 순환기 22(4) 521, 1992
- 11) Haites NE, McLennan FM, Mowat DH and Rawles JM : *How far is the cardiac output ? Lancet* ii : 1025, 1984
- 12) Gorlin R, Gorlin SG : *Hydraulic formula for calculation of the area of the stenotic mitral valve, other cardiac valves, and central circulatory shunts. Am Heart J* 41 : 1, 1951
- 13) Cohen MV, Gorlin R : *Modified orifice equation for the calculation of mitral valve area. Am Heart J* 84 : 839, 1972
- 14) Flachskampf FA, Weyman AE, Guerrero JL and Thomas JD : *Influence of orifice geometry and flow rate on effective valve area : An in vitro study. J Am Coll Cardiol* 15 : 1173, 1990
- 15) Come PC, Riley MF, Diver DJ, Morgan JP, Safian RD and McKay RG : *Noninvasive assessment of mitral stenosis before and after percutaneous balloon mitral valvuloplasty. Am J Cardiol* 61 : 817, 1988
- 16) Salinger M, Talano JV and Mehlmán DJ : *Using Doppler ultrasound to quantify mitral valvular disease. Arch Intern Med* 144 : 2223, 1984
- 17) Warnne B, Ask P and Loyd D : *Analysis of different methods of assessing the stenotic mitral valve area with emphasis on the pressure gradient halftime concept. Am J Cardiol* 66 : 614, 1990
- 18) Gonzalez MA, Child, JS and Krivokapich J : *Comparison of two dimensional and Doppler echocardiography and intracardiac hemodynamics for quantification of mitral stenosis. Am J Cardiol* 60 : 327, 1987
- 19) Bryg RJ, Gordon PR, Kudesia VS and Bhatia RK

- : *Effect of pregnancy on pressure gradient in mitral stenosis. Am J Cardiol* 63 : 384, 1989
- 20) Neisco PF, Iskondrian AS, Hakki A, Kimbiris D, Bemis CE and Segal BL : *Relation of the body habitus to the severity of mitral stenosis in women. Am J Cardiol* 55 : 857, 1985
- 21) Engel PJ : *Effort intolerance in chronic heart failure. What are we treating ? J Am Coll Cardiol* 15 : 995, 1990
- 22) Blase A Carabello, MD, FACC : *Advances in the hemodynamic assessment of stenotic cardiac valves. J Am Coll Cardiol* 10 : 912, 1987
- 23) Hammermeister KE, Fisher L, Kennedy W, Samuels S and Dodge HT : *Prediction of the late survival in patients with mitral valve disease from clinical, hemodynamic, and quantitative angiographic variables. Circulation* 57 : 341, 1978