

대동맥판막 협착의 평가에 경식도 심초음파도의 유용성 : 다면상 경식도 심초음파도와 양면상 경식도 심초음파도 검사의 비교 분석

계명대학교 의과대학 내과학교실

김 기 식 · Navin C. Nanda*

= Abstract =

Transesophageal Echocardiographic Estimation of Aortic Valve Area in Aortic Stenosis : A Comparison of Multiplane and Biplane Transesophageal Approach

Kee Sik Kim, M.D., Navin C. Nanda, M.D.*

Department of Internal Medicine, School of Medicine, Keimyung University, Taegu, Korea

Division of Cardiovascular Disease, University of Alabama at Birmingham, Alabama, USA*

Background : There have been few reports in the literature evaluating aortic valve area by multiplane transesophageal echocardiography(M-TEE) as well as Biplane TEE(B-TEE) in comparison with transthoracic echocardiography(TTE) and cardiac catheterization(CC) estimated aortic valve area. The purpose of this study was to evaluate assessment of aortic valve area in patients with aortic stenosis by M-TEE compared to B-TEE and TTE.

Method : 145 patients with known aortic valve stenosis underwent TTE, CC, and intraoperative TEE assessment of the aortic valve area. 81 were done with multiplane only, 64 were done with biplane only. Results were compared with valve areas determined invasively by Gorlin formula and noninvasively by TTE using simplified continuity equation, TEE using direct planimetry and TEE proximal stenotic jet width. Aortic valve areas were also compared in surgically confirmed bicuspid and tricuspid aortic valves separately.

Results : The feasibility of TTE, M-TEE, B-TEE and JW were 95.2%, 100%, 87.5% and 95.9%, respectively. Correlation between valve areas determined by Gorlin equation and M-TEE was the highest($r=0.89$, $n=81$). This was higher for bicuspid valves($r=0.93$, $n=32$) than tricuspid aortic valves($r=0.87$, $n=48$). Correlations between the area determined by the Gorlin equation and that determined by B-TEE($r=0.74$, $n=56$) and TTE($r=0.66$, $n=138$) were lower. Correlation for bicuspid and tricuspid were also lower($r=0.77$, $n=23$, and $r=0.75$, $n=30$, respectively in biplane assessment, and $r=0.71$, $n=61$, and $r=0.65$, $n=73$, respectively in TTE assessment). Correlation of invasively determined valve areas with JW was lowest($r=0.57$, $n=139$) though bicuspid valve area correlated better($r=0.64$, $n=60$) than tricuspid aortic valves($r=0.53$, $n=75$).

Conclusion : M-TEE is superior to B-TEE in the assessment of aortic valve stenosis. Bicuspid

aortic valve areas were accurately measured more consistently than tricuspid aortic valve areas. M-TEE can be used additional method to evaluate aortic valve area with conventional TEE and cardiac catheterization.

KEY WORDS : Aortic stenosis · Multiplane transesophageal echocardiography.

서 론

대동맥 판막협착증에서 심초음파도는 이미 수년 전부터 협착의 정도를 판정하는데 가장 중요한 비관혈적인 방법으로 사용되어 왔으며 그 정확도도 상당히 높은 것으로 알려져 있다. 그러나 초기의 M-mode 심초음파도¹⁾나 이면성 심초음파도²⁾는 대동맥 판막의 협착 정도를 정확히 아는데 한계가 많으며, 도플러 심초음파도에 의한 판막 사이의 압력차를 측정하여 대동맥 판막의 협착 정도를 평가하는 방법은 관혈적 방법과 비교해볼 때 좋은 상관 관계를 보인다³⁻⁷⁾ 하나 이 또한 판막 사이의 혈류량에 영향을 받을 수 있는 것으로 보고⁸⁾되고 있어 이런 방법보다는 continuity equation에 의한 방법이 판막의 협착 정도를 아는데 더 믿을 수 있는 검사 법으로 알려져⁹⁻¹²⁾ 있고 실제 가장 보편화된 방법이다. 그러나 경흉심초음파도는 일부 환자에서는 초음파의 투과장애로 인해 적절한 영상을 얻지 못하거나 측정방법이 간접적인 방법으로 판막의 협착 정도를 판정해야하는 단점이 있어 왔다. 최근에 사용되기 시작한 경식도 심초음파도는 Hofman 등^{13,14)}에 의해 협착이 있는 대동맥 판막의 넓이를 측정하는데 그 유용성이 처음 보고된 이래 양면상 탐촉자¹⁵⁾, 다면상 탐촉자를 이용한 연구 결과^{16,17)}들이 보고된 바 있다. 경식도 심초음파도는 협착 부위 전후의 압력차를 알기는 어려우나 경흉심초음파도에 비해 명확한 판막의 영상을 얻을 수 있어 심주기에 따른 판막의 개폐를 잘 볼 수 있다는 장점이 있다. 특히 최근의 다면상 경식도 심초음파도(multiplane transesophageal echocardiography : M-TEE)는 단면(monoplane) 혹은 양면상(biplane) 경식도 심초음파도에 비해 여러각도에서 대동맥판막의 단면을 얻을 수 있어 가장 정확한 판막 개구부의 넓이를 알아낼 수 있다.

이 연구의 목적은 다면상 경식도심초음파도를 이용하여 대동맥 판막 협착증 환자에서 판막의 넓이를 측정하는데 있어 그 정확도를 평가 해보고, 또한 더 고식적인 방법인 경흉심초음파도 양면상 경흉심초음

파도와 비교 분석하는데 있다.

대상 및 방법

연구 기간은 18개월이었으며 총 145명의 환자를 연구 대상으로 하였다. 연구 대상이 된 모든 환자는 대동맥 판막협착증으로 판막대치술을 시행한 환자로서 수술전 경흉 심초음파도, 심도자 검사를 시행하였고 수술중 경식도 심초음파도를 시행하여 대동맥 판막의 넓이를 구했던 환자를 대상으로 하였다. 대상 환자의 연령은 19세에서 91세(평균 65.3 ± 15.7 세)였고 86명은 남자이며 59명이 여자였다. 연구 기간중 첫 6개월은 양면상 심초음파도를 사용하였고 이후 12 개월은 다면상 경식도심초음파도를 사용하였으며, 이 기간중 일부의 환자에서는 다면상 경식도심초음파도의 사용이 불가능하여 양면상 심초음파도를 사용하였다. 대상군중 64예는 양면상 탐촉자를, 81예에서는 다면상 탐촉자를 사용하였다. 대상군중 대동맥 판막 폐쇄 부전증은 Perry 등¹⁸⁾의 보고에 따라 경식도 심초음파도상에서 근위부 역류 혈류의 넓이가 좌심실 유출로 넓이의 75% 이상 시 4도(severe AR), 50%에서 75% 사이일 때 3도(moderately severe AR), 39%에서 49% 사이일 때 2도(moderate AR), 39% 이하 시 1도(mild AR)의 대동맥 판막 폐쇄 부전으로 판정하였으며 이 연구에서는 4도의 대동맥 판막 폐쇄 부전증 환자는 대상에서 제외 하였으며, 대상군중 36예에서는 폐쇄 부전이 없었고, 78예에서 1도, 19예에서도 2도, 12예에서 3도의 대동맥 판막 폐쇄 부전이 동반되어 있었다. 대상군에 합병된 다른 질환으로는 57 예에서 승모판 폐쇄 부전증이 동반되었고, 5예에서 승모판 협착증, 66예에서는 관동맥 질환이 동반되어 있었다.

1. 경흉 심초음파도(Transthoracic Echocardiography)

이면성 및 도플러, 색도플러 심초음파도는 Hewlette-Packard사의 Sonos 1,000 혹은 1,500을 이용 하

였고 2.5mHz의 탐촉자를 사용하였다. 대동맥 판막의 넓이를 구하기 위하여 좌심실 유출로의 내경은 Parasternal long axis view에서 좌심실의 수축기시 대동맥 판막의 바로 직하방에서 가장 큰 내경을 선택하여 좌심실 유출로의 단면적을 구하였다. 대동맥판막 혈류는 Apical view, Right Parasternal view, %은 Suprasternal view에서 색도플러 심초음파도를 적용시킨후 continuous wave Doppler를 이용하여 가장 빠른 혈류 속도를 구하였고 pulsed wave Doppler를 이용하여 좌심실 유출로의 혈류 속도를 구한후 simplified continuity equation을 이용하여 대동맥 판막의 넓이를 구하였다.

$$AVA = LVOT \text{ area} \times LVOT \text{ peak velocity} / \text{peak transaortic velocity}$$

AVA : Aortic Valve Area

LVOT : Left Ventricular Outflow Tract

2. 경식도 심초음파도

경식도 심초음파도는 Hewlett-Packard사의 Sonos 1,000 혹은 1,500을 사용하였고 5mHz의 탐촉자를 주로 사용하였다. 양면상 탐촉자를 사용시에는 탐촉자를 수평면 혹은 수직면에서 적절히 상하, 좌우로 이동시키거나 굴절시켜 대동맥 기시부의 모양이 등근 모양이 되도록 하여 적어도 5회 이상의 심주기에서 대동맥 판막의 개구부 넓이를 심초음파 기기에 내장된 소프트웨어를 이용하여 직접 측정하였다. 대동맥 기시부의 모양이 원형으로 나타나지 않는 환자에서는 여러 단면상을 얻어 가장 원형에 가까운 단면상에서 넓이를 측정하였다. 다면상 탐촉자의 사용시에는 양면상 탐촉자의 사용시와 같이 하였으며 단지 초음파 영상 단면을 0도에서 180도 회전 시키며 가장 정확한 단면상 얻어 판막의 넓이를 측정하였다. 다면상 탐촉자를 사용한 환자에서는 0도에서 80도 사이에 대동맥근의 단면을 얻을 수 있었고 평균은 47도였다.

대동맥 판막의 stenotic jet은 이미 Fan등^[19]이 시행한 방법과 같이 색도플러를 이용하여 좌심실 유출로의 long-axis view를 만든후 가능한 한 여러 영상에서 stenotic jet의 시작점에서 가장 짧은 jet의 폭을 측정하여 구하였다. 색도플러를 적용시 Nyquist limit는 30에서 49cm/sec 사이에 맞추었으며, 기타 color gain, 2-D gain은 환자에 따라 적절히 조절하였다.

경식도 심초음파도로 대동맥 판막의 넓이, stenotic

jet width를 구한 환자중 20예를 무작위로 추출하여 그 비데오 테이프를 심도자 검사의 결과를 모르는 두명의 심초음파 전문가에 의해 각각 측정 되었고 다시 한달후 재측정을 실시하여 inter-observer, intra-observer variability를 각각 구하였다. Intraobserver variability는 $6.58 \pm 2.8\%$ 였고, inter-observer variability는 $9.84 \pm 2.45\%$ 였다.

3. 심도자 검사

대상이 된 모든 환자에서 심도자 검사가 시행 되었으며 검사는 적어도 개심술전 4주 이내에 시행되었다(평균 : 12.5일). 심박출량은 thermodilution method로 구하였고 대동맥 판막 사이의 압교차는 pull-back tracing한 좌심실 및 상행 대동맥의 압력 곡선을 동시에 포개어 압교차를 구하였다. 대동맥 판막의 넓이는 Gorlin 공식을 이용하여 계산 하였다.

4. 수술

대상이 된 모든 환자에서 수술이 시행 되었고 술 후 수술 기록지를 검토하여 판막의 형태, 협착 정도, 판막의 석회화 정도를 분석 하였다. 수술 소견상 80 예에서는 삼첨판 판막, 61예에서 이첨판 판막을 보였고 4예에서는 분명한 판막의 종류를 구분할 수 없었다.

5. 통계처리

통계처리는 Student t-test, linear regression analysis, chi-square test를 이용 하였으며 상관계수, p값을 산출하였고 p값이 0.05 이하시 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결과

1. 심도자 소견

전 대상군에서 최고 압교차는 15mmHg에서 140 mmHg($\text{mean} = 60.6 \pm 28.1 \text{mmHg}$) 사이였고, 평균 압교차는 11mmHg에서 110mmHg($\text{mean} = 46.2 \pm 22.8 \text{mmHg}$) 사이에 있었다. Gorlin 공식에 의한 대동맥 판막의 넓이는 0.3cm^2 에서 2.0cm^2 ($\text{mean} = 0.73 \pm 0.29 \text{cm}^2$) 였으며, 이첨판 대동맥판막 협착증에서는 판막의 넓이가 0.4cm^2 에서 2.0cm^2 ($\text{mean} = 0.72 \pm 0.31 \text{cm}^2$) 였고, 삼첨판 대동맥 판막 협착증에서는 0.3cm^2 에서 1.78cm^2 ($\text{mean} = 0.74 \pm 0.32 \text{cm}^2$) 였다. 이 두군간에서

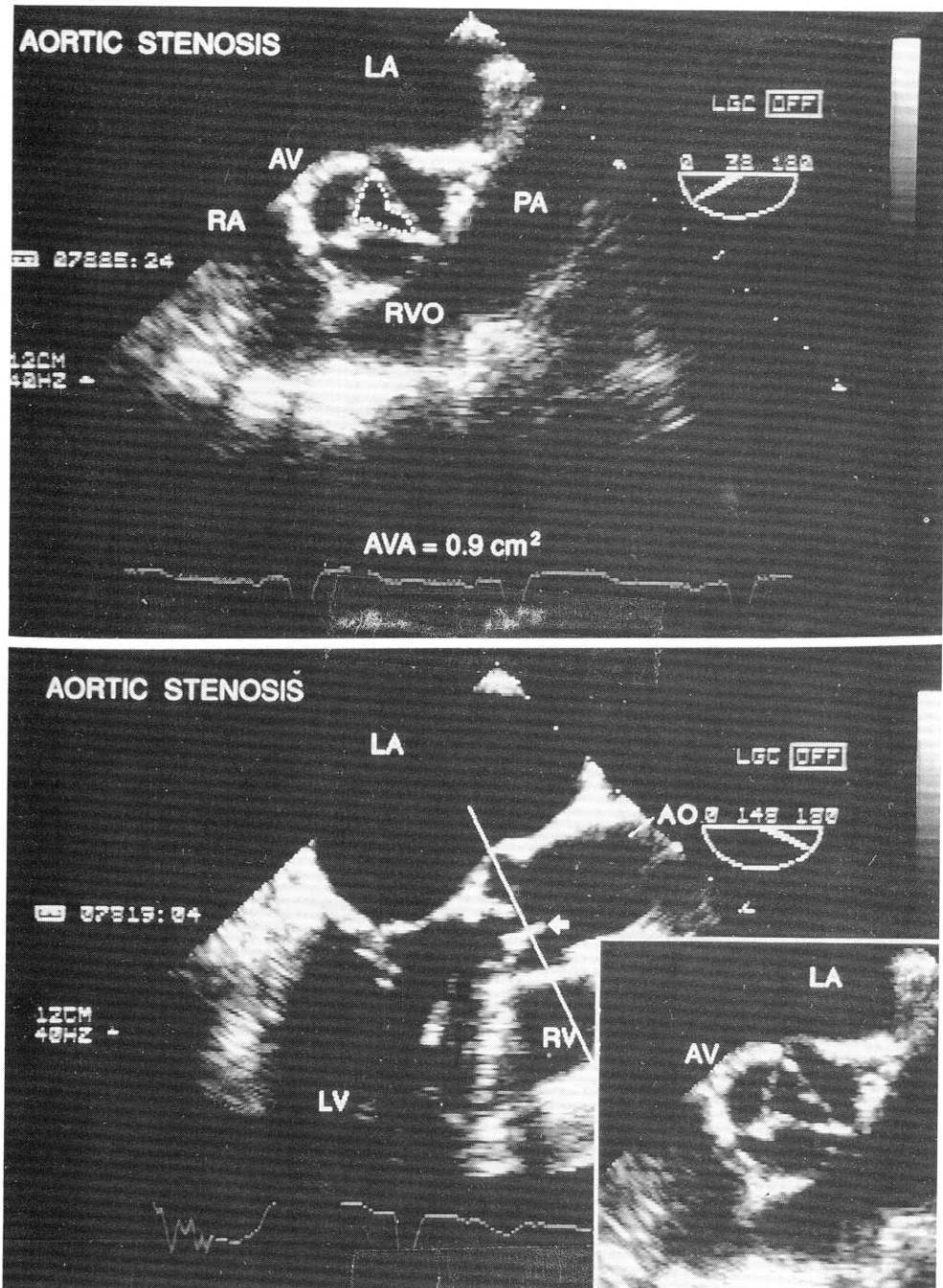


Fig. 1. Aortic valve area measured by direct planimetric method using multiplane transesophageal echocardiography. The scanning plane was 38 degree and valve area was 0.9cm².

대동맥 판막의 넓이에는 통계적 유의한 차이가 없었다.

2. 심초음파 소견

경홍심초음파도에서 판막 넓이를 구할 수 있었던

예는 138예(95.2%)였고, 양면상 경식도 심초음파도에서는 이를 시행한 64예중 56예(87.5%)에서 적절한 판막의 넓이를 구할 수 있었으며, 8예(6 bicuspid, 2 tricuspid valve)에서는 대동맥 기시부의 적절한 단면

상을 얻을 수 없었다. 다면상 경식도 심초음파도를 시행한 81예에서는 전예(100%)에서 판막 넓이를 구할 수 있었다. Stenotic jet width는 145예 중 139예(95.9%)에서 출점이 가능하였다.

1) 경흉심초음파도(Fig. 2)

Simplified continuity equation법에 의한 대동맥 판막 넓이는 0.26cm^2 에서 2.0cm^2 (mean = $0.67 \pm 0.23\text{cm}^2$)였고, 심도자 검사로 구한 판막 넓이와 상관관계는 $r=0.66$ ($n=138$, $\text{see}=0.05\text{cm}^2$, $p=0.0001$, $y=0.5X+0.3$: $x=\text{AVA}$ by cardiac catheterization, $y=\text{AVA}$ by echocardiography)이었다. 이첨판 판막과 삼첨판 판막을 분리하여 비교 해보았을 때 이첨판 판막에서는 $r=0.71$ ($n=61$, $\text{see}=0.09\text{cm}^2$, $p=0.0001$, $y=0.72X+$

0.19)이었고 삼첨판 판막에서는 $r=0.65$ ($n=73$, $see=0.05\text{cm}^2$, $p=0.0001$, $y=0.35X+0.39$)로서 이첨판 대동맥 판막 협착증에서 다소 강한 상관 관계를 보였다

2) 양면상 경식도 심초을파도(Fig. 3)

양면상 경식도 심초음파도를 시행한 56예의 AVA는 0.3cm^2 에서 1.67cm^2 (mean = $0.7 \pm 0.24\text{cm}^2$)으로서 심도자검사로 구한 AVA와 상관계수는 $r=0.74$ (n = 56, $\text{see} = 0.06\text{cm}^2$, $p = 0.0001$, $y = 0.5X + 0.31$)로서 경홍심초음파도보다 좋은 상관관계를 보였다. 이첨판 판막군에서는 $r=0.77$ (n = 23, $\text{see} = 0.12\text{cm}^2$, $p = 0.0001$, $y = 0.66X + 0.22$)이었고, 삼첨판 판막에서는 $r=0.76$ (n = 30, $\text{see} = 0.07\text{cm}^2$, $p = 0.0001$, $y = 0.42X + 0.35$)으로 양군에서 유사한 상관관계를 보였다.

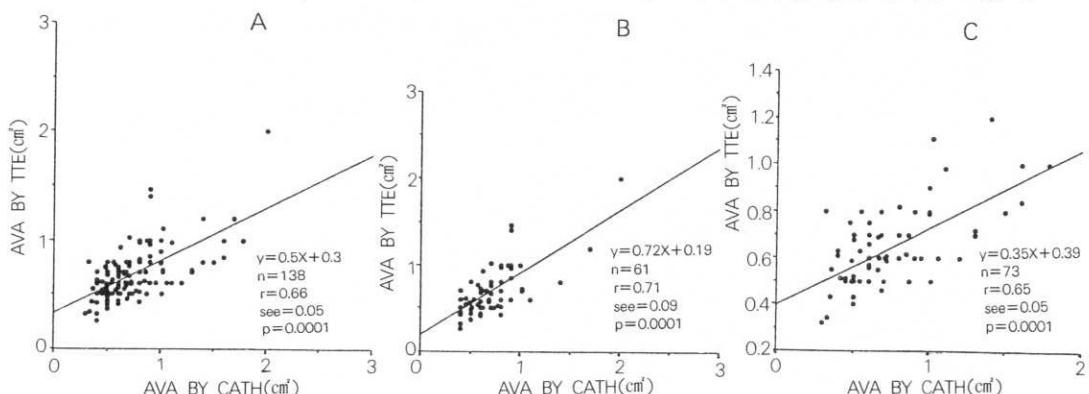


Fig. 2. Linear regression analysis of aortic valve areas (AVA) determined by simplified continuity equation and determined by Gorlin equation.

A : Comparision of AVA in total patients

B : Comparision of AVA in bicuspid aortic valve stenosis

C : Comparision of AVA in tricuspid aortic valve stenosis.

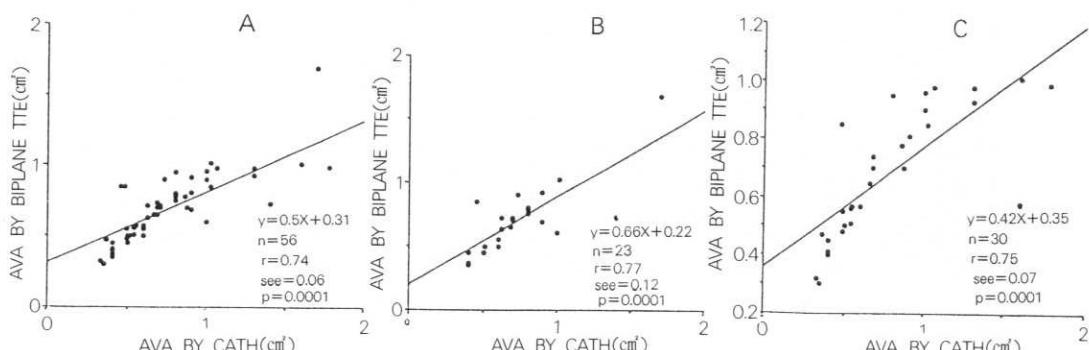


Fig. 3. Linear regression analysis of aortic valve areas determined by biplane transesophageal echocardiography and determined by Gorlin equation

A : Comparison of AVA in total patients

B : Comparision of AVA in bicuspid aortic valve stenosis

C : Comparision of AVA in tricuspid aortic valve stenosis.

3) 다면상 경식도 심초음파도(Fig. 4)

다면상 경식도 심초음파도를 시행한 81예의 대동맥 판막의 넓이는 0.3cm^2 에서 1.24cm^2 (mean = $0.64 \pm 0.18\text{cm}^2$) 사이에 있었으며 심도자검사에 의한 대동맥 판막 넓이와 상관계수는 $r=0.89(n=81, \text{see}=-0.04\text{cm}^2, p=0.0001, y=71x+0.16)$ 로서 타검사에 비해 강한 상관 관계를 보였다. 이첨판 판막군에서는 상관계수 $r=0.93(n=32, \text{see}=0.06\text{cm}^2, p=0.0001, y=0.81x+0.1)$, 삼첨판 판막군에서는 $r=0.87(n=48, \text{see}=0.05\text{cm}^2, p=0.0001, y=0.67x+0.17)$ 로 이첨판 판막군에서 심도자 검사 소견과 좋은 상관관계를 보였다.

4) Stenotic jet width(Fig. 5)

경식도 심초음파도상 139예에서 측정이 가능 하였고 6예에서는 심한 판막의 석회화로 색도플라저를

정확히 관찰할 수 없었다. Stenotic jet width와 심도자 검사와의 상관계수는 $r=0.57(n=139, \text{see}=0.03\text{cm}^2, p=0.0001, y=0.28X+0.31)$ 로서 가장 약한 상관 관계를 보였고, 이첨판 판막군에서는 $r=0.64(n=60, \text{see}=0.05\text{cm}^2, p=0.0001, y=0.34X+0.28)$, 삼첨판 판막군에서는 $r=0.53(n=75, \text{see}=0.05\text{cm}^2, p=0.0001, y=0.23X+0.32)$ 으로 이첨판 판막군에서 보다 좋은 상관 관계를 보였다.

3. 이첨판 대동맥 판막군과 삼첨판 대동맥 판막군의 차이

이첨판 판막군에서 삼첨판 판막군과의 비교에서 심도자 검사에서 판막의 넓이는 각각 $0.73 \pm 0.29, 0.73 \pm 0.32\text{cm}^2$ 로서 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, 각군의 연령은 각각 $58 \pm 17.6, 70 \pm 12.2$ 세로 삼첨판

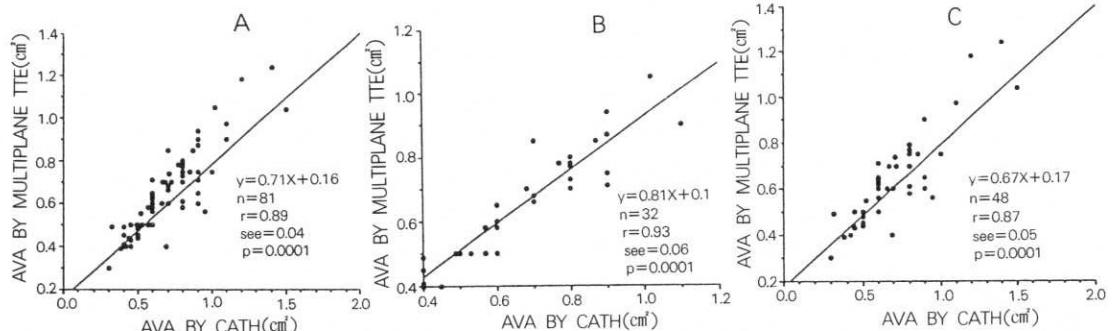


Fig. 4. Linear regression analysis of aortic valve areas determined by multiplane transesophageal echocardiography and determined by Gorlin equation.

A : Comparision of AVA in total patients.

B : Comparision of AVA in bicuspid aortic valve stenosis.

C : Comparision of AVA in tricuspid aortic valve stenosis.

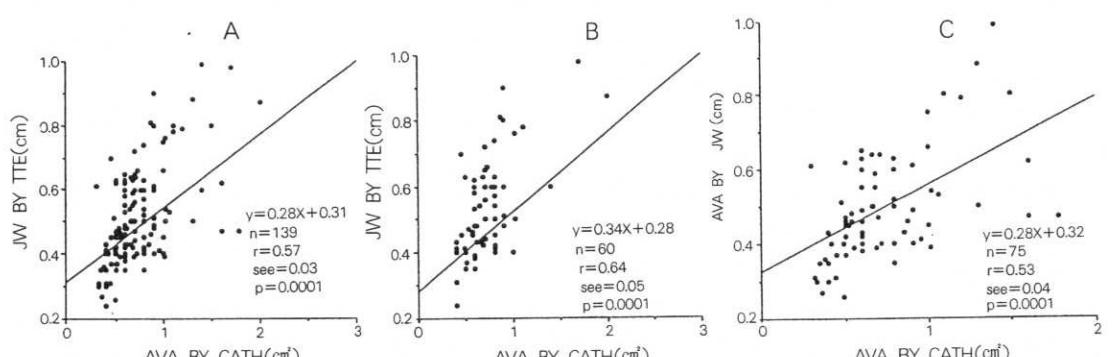


Fig. 5. Linear regression analysis of aortic valve areas determined by stenotic jet width and determined by Gorlin equation.

A : Comparision of AVA in total patients.

B : Comparision of AVA in bicuspid aortic valve stenosis.

C : Comparision of AVA in tricuspid aortic valve stenosis.

군에서 높게 나타났다($p<0.01$), 또한 수술 소견상 보인 판막의 석회화 유무도 이첨판군에서는 80%(49/61), 삼첨판군에서는 95%(76/80)으로 삼첨판군에서 유의하게 높았다($p<0.05$).

고 안

종래의 경흉 심초음파도를 이용한 continuity equation은 이미 여러 보고⁹⁻¹²⁾에서 그 정확도가 암증 되어왔으며 비관혈적 방법으로 대동맥 판막의 협착을 판정하는 가장 보편적인 방법으로 사용 되어왔다. 그러나 이 방법의 문제점으로 stenotic jet의 방향과 도플러 커서의 방향을 정확하게 일치 시키기가 어렵고 좌심실 유출로의 내경을 측정시 작은 오차라도 이를 제곱하여 계산하므로 실제 판막의 넓이를 계산하는데 영향을 줄 수 있는 것으로 알려져^{20,21)} 있다. 또한 도플러 심초음파도를 이용하여 대동맥 판막 사이의 암교차를 측정시에도 판막 사이의 혈류량에 영향을 받을 수 있으며 특히 심박출량이 낮은 경우에는 혈역학적으로 측정한 값과 많은 차이가 나는 것으로 보고^{21,22)} 되고 있다. 본 연구에서 continuity equation으로 측정한 판막의 넓이가 심도자 검사에 의한 결과와 상관 계수가 0.66으로 다른이의 보고에 비해 다소 낮게 나타났다. 그러나 이는 대부분의 환자에서 수술을 요할 정도로 심한 판막 협착과 판막의 석회화가 있었으며, 경한 대동맥 판막 협착증의 예수가 적었고, 또한 다수의 환자에서 대동맥 판막 폐쇄 부전이 동반되어 있어 심도자 검사로 구한 판막의 넓이에 약간의 영향을 주었을 가능성이 있다. 최근에 Burwash 등²³⁾의 보고에 따르면 continuity equation에서도 Gorlin equation에서와 같이 대동맥 판막 사이를 지나는 혈류량에 따라 판막의 넓이를 계산하는데 영향을 줄 수 있다고 보고하였다.

이제까지의 경식도 심초음파도를 이용한 대동맥 판막 협착을 평가한 연구들을 보면 단면상 탐촉자를 이용하여 Langer 등²⁴⁾은 심도자 검사와 상관 계수가 0.71로 보고한 바 있고, Hoffman 등¹³⁾은 이보다 좋은 상관관계에 있다($r=0.92$)고 보고한 바 있다. 양면상 탐촉자를 사용해서는 Chanrrasekaran 등¹⁵⁾이 경식도 심초음파도와 심도자 검사 사이에 $r=0.76$ 정도의 상관 관계에 있으며 실제 판막의 넓이를 구한 예도 89%로 보고 한 바 있어 저자들의 연구 결과와 유사한

성적을 보여 주었다. 그러나 최근의 Hoffman 등¹⁶⁾과 Tribouilloy 등¹⁷⁾의 단면상 탐촉자를 사용한 연구에서는 이보다 좋은 성적들을 보고하고 있으며 판막의 넓이를 구할 수 있었던 예도 단면상 경식도 심초음파도에 비해 좋은 것으로 보고한 바 있다. 본 연구에서도 경식도 심초음파도에 의한 대동맥 판막의 넓이가 경흉 심초음파도에 비해 심도자 검사와 좋은 상관 관계를 보였는데 이는 탐촉자를 대동맥 판막과 가까이 접촉시킬 수 있고 또한 고주파의 초음파를 사용할 수 있어 좋은 대동맥 판막의 영상을 얻을 수 있기 때문으로 볼 수 있다. 이는 직접 판막의 넓이를 측정 하는 것이므로 경흉 심초음파도에서와 같이 여러 인자들을 측정하여 이를 간접적인 방법으로 계산 하는것 보다 정확히 판막의 넓이를 구할 수 있을 것으로 생각된다.

단면상 경식도 심초음파도에 의한 측정이 양면상 심초음파도에 비해 정확하였는데 이는 식도의 장축과 대동맥 판막의 단면이 비스듬하게 있는 해부학적 위치에 기인 한다. 그러므로 양면상 경식도 심초음파도를 이용하여 탐촉자를 좌우로 굴절 시키더라도 10도 내지 15도 정도 굴절 시킬 수 있어 대동맥 판막의 정확한 단면상을 만드는데 한계가 있다. 이 연구에서 단면상 탐촉자를 사용한 전례(100%)에서 판막의 넓이를 구할 수 있었으나 양면상 탐촉자의 사용시는 87.5%에서 판막의 넓이를 구할 수 있었고 단면상 탐촉자를 사용한 경우에 평균 47도 주위에서 정확한 단면상을 얻을 수 있었다. 단면상 경식도 심초음파도는 탐촉자의 좌우 굴절 없이 영상면을 회전시킬 수 있어 비교적 쉽게 대동맥 기시부의 단면상을 만들 수 있었다. 최근의 Tribouilloy 등¹⁷⁾의 보고에 의하면 양면상 탐촉자를 사용시 94%에서 판막의 넓이를 얻을 수 있었고 단면상 탐촉자 사용시 39%에서만 적절한 판막의 넓이를 구할 수 있었다 한다.

이첨판 대동맥 판막 협착과 삼첨판 대동맥 판막 협착에서 심도자 검사와의 비교시 이첨판 대동맥 판막에서 모든 심초음파도적 방법이 심도자 검사와 좋은 상관을 보였는데 아직 여기에 대한 이전의 연구는 없는듯 하나, 본 연구에서는 이첨판 대동맥 판막군에서 나이가 유의하게 적었고 수술 소견상 판막의 석회화 빈도가 낮아 판막의 넓이를 측정시 초음파의 단점인 투과 장애를 덜 받을 수 있었던 것으로 생각된다.

다면상 경식도 심초음파도의 이러한 장점에도 불구하고 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 판막이 수축 기시 'doming'을 형성하는 대동맥 판막 협착증에서 판막의 기저부나 중간 부위를 잘못 측정시 실제 넓이보다 많이 나올 수 있으며, 심한 석회화가 있는 판막에서는 그 측정이 더욱 어렵기 때문에 탐촉자를 상하로 조금씩 이동시키며 심주기에 따른 가장 작은 판막의 개구부를 찾기 위해 세심한 주의가 요한다. 또한 탐촉자를 식도에 삽입해야 하는 'semi-invasive' 한 방법이므로 시술시 약간의 어려움과 주의가 요하며, 경흉 심초음파도와 같이 모든 환자에서 다 시행할 수 없는 제한점을 가지고 있다. 그러므로 경흉 심초음파도나 심도자검사를 완전히 대치할 수 있는 것보다는 보편화된 이 검사법이 완전한 정보를 주지 못하는 경우에 이차적으로 판막 협착을 평가하는 방법으로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 다면상 경식도 심초음파도는 대동맥 판막의 협착 정도를 판정하는데 종래의 경흉 심초음파도나 양면상 경식도 심초음파도보다 더 정확히 협착이 있는 대동맥 판막의 상태를 확인할 수 있는 방법으로 사료되며 앞으로 더 많은 예에서 이에 대한 연구가 있어야 할 것으로 생각한다.

요 약

연구배경 :

이 연구의 목적은 대동맥 판막 협착증에서 판막의 넓이를 평가하는데 다면상 경식도 심초음파도(M-TEE)의 유용성을 알아보고 이를 경흉(TTE), 양면상 경식도 심초음파도(B-TEE)와 비교해 보는데 있다.

방 법 :

145명의 대동맥 판막 협착증 환자에서 수술 전 경흉심초음파도, 술중 경식도 심초음파도검사를 시행하여 각 대동맥 판막의 넓이를 측정한 후 이를 심도자 소견과 수술 소견과 비교하였다. 경흉 심초음파도시에는 continuity equation법을 이용하였고, 경식도 심초음파도시는 판막의 단면상에서 직접 판막의 넓이를 측정하였으며 수축기시 판막 개구부의 끝에서 색도플러를 이용하여 stenotic jet width(JW)를 측정하였다. 대상군중 64예에서 양면상 탐촉자를 81예에서 다면상 탐촉자를 사용하였다.

결 과 :

수술 소견상 80예에서 삼첨판 판막, 61예에서 이첨판 판막 소견을 보였고 4예에서는 판막의 형태를 정확히 알 수 없었다. TTE에서는 138예(95.2%), B-TEE에서는 56예(87.5%), M-TEE에서 81예(100%), Stenotic jet width는 139예(95.9%)에서 측정이 가능하였다. 심도자 검사 소견과 상관 관계에서 M-TEE 사용시 가장 상관이 좋았고($r=0.89$, $n=81$), 이첨판 판막($r=0.93$, $n=32$)에서 삼첨판 판막($r=0.87$, $n=48$)보다 상관 관계가 좋았다. B-TEE 사용시 심도자 검사와 비교에서 $r=0.74$ ($n=56$)였으며 TTE에서는 $r=0.66$ ($n=138$), JW는 $r=0.57$ ($n=139$)로 가장 낮은 상관 관계를 보였다. 모든 검사에서 이첨판 판막에서 삼첨판 대동맥 판막 협착증보다 좋은 상관 관계를 보였다.

결 론 :

다면상 경식도 심초음파도가 대동맥 판막의 협착을 평가하는데 경흉심초음파도, 양면상 경식도 심초음파도에 비해 더 정확한 방법임을 알 수 있었으며 삼첨판 판막에 비해 이첨판 판막에서 좀 더 정확히 판막의 협착 평가가 가능하였다. 다면상 심초음파도는 아직 약간의 한계가 있으나 경흉심초음파도, 심도자 검사의 보조적인 방법으로 대동맥 판막의 넓이를 정확히 평가하는데 도움이 되는 검사임을 알 수 있었다.

References

- Godley RW, Green D, Dillon JC, Rogers EW, Feigenbaum H : Reliability of two-dimensional echocardiography in assessing the severity of valvular aortic stenosis. *Chest* 79 : 657, 1981
- DeMaria AN, Bommer W, Joye J, Lee G, Bouteller J, Mason DT : Value and limitation of cross-sectional echocardiography of the aortic valve in the diagnosis and quantification of valvular aortic stenosis. *Circulation* 62 : 304, 1980
- Teirstein P, Yearger M, Yock PG : Doppler echocardiographic measurement of aortic valve area in aortic stenosis : A noninvasive application of the Gorlin formula. *J Am Coll Cardiol* 8 : 1059, 1986
- Stamm RB, Martin R : Quantification of pressure gradients across stenotic valves by Doppler ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2 : 707, 1983

- 5) Galan A, Zoghbi WA, Quinones MA : *Determination of severity of valvular aortic stenosis by Doppler echocardiography and relation of findings to clinical outcome and assessment with hemodynamic measurements determined at cardiac catheterization*. Am J Cardiol 67 : 1007, 1991
- 6) Currie PJ, Seward JB, Reeder GS, Vlietstra RE, Bresnahan DR, Bresnahan JF, Smith HC, Hagler DJ, Tajik AJ : *Continuous-wave Doppler echocardiographic assessment of severity of calcific aortic stenosis : a simultaneous Doppler-catheterization correlative study in 100 adult patients*. Circulation 71 : 1162, 1985
- 7) Smith MD, Dawson PL, Elion JL, Booth DC, Handshoe R, Kwan OL, Earle GF, DeMaria AN : *Correlation of continuity wave Doppler velocity with cardiac catheterization gradients : an experimental model of aortic stenosis* : J Am Coll Cardiol 6 : 1306, 1985
- 8) Danielsen R, Nordrehaug JE, Stangel L, Vik-Mo H : *Limitation in assessing the severity of aortic stenosis by Doppler gradients*. Br Heart J 59 : 551, 1988
- 9) Skjaerpe T, Hegrenæs L, Hatle L : *Noninvasive estimation of valve area in patients with aortic stenosis by Doppler ultrasound and two-dimensional echocardiography*. Circulation 72 : 810, 1985
- 10) Zoghbi WA, Farmer KL, Soto JG, Nelson JG, Quinones MA : *Accurate noninvasive quantification of stenotic aortic valve area by Doppler echocardiography*. Circulation 73 : 452, 1986
- 11) Richards KL, Cannon SR, Miller JF, Crawford MH : *Calculation of aortic valve area by Doppler echocardiography : a direct application of the continuity equation*. Circulation 73 : 964, 1986
- 12) Oh JK, Taliercio CP, Holmes DR, Reeder GS, Bailey KB, Seward JB, Tajik AJ : *Prediction of the severity of aortic stenosis by Doppler aortic valve area determination : Prospective Doppler-catheterization correlation in 100 patients*. J Am Coll Cardiol 11 : 1227, 1988
- 13) Hofman T, Kasper W, Meinertz T, Spillner G, Schlosser V, Just H : *Determination of aortic valve area in aortic stenosis by two-dimensional transesophageal echocardiography*. Am J Cardiol 59 : 330, 1987
- 14) Stoddard MF, Arce J, Liddel NE, Peters G, Dillon S, Kupersmith J : *Two-dimensional transesophageal echocardiographic determination of aortic valve area in adults with aortic stenosis*. Am Heart J 122 : 1415, 1991
- 15) Chandrasekaran K, Foley R, Weintraub A : *Evidence that transesophageal echocardiography can reliably and directly measure the aortic valve area in patients with aortic stenosis-a new application that is independent of LV function and does not require Doppler data(abst)*. J Am Coll Cardiol 17 : (supp A) : 20A, 1991
- 16) Hoffman R, Flachskampf F, Hanrath P : *Planimetry of orifice area in aortic stenosis using multiplane transesophageal echocardiography*. J Am Coll Cardiol 22y529-1993
- 17) Tribouilloy C, Shen WF, Peltier M, Mirode A, Rey JL, Lesbre JP : *Quantification of aortic valve area in aortic stenosis with multiplane transesophageal echocardiography : Comparison with monoplane transesophageal approach*. Am Heart J 128 : 525, 1994
- 18) Perry GJ, Helmcke F, Nanda NC, Byard C, Soto B : *Evaluation of aortic insufficiency by Doppler color flow mapping*. J Am Coll Cardiol 9 : 952, 1987
- 19) Fan P, Kapur K, Nanda NC : *Color-guided echocardiographic assessment of aortic valve stenosis*. J Am Coll Cardiol 12 : 441, 1988
- 20) Baumgartner H, Kratzer H, Helmreich G, Kuehn P : *Determination of aortic valve area by Doppler echocardiography using the continuity equation : A critical evaluation*. Cardiology 71 : 101, 1990
- 21) Judge KW, Otto CM : *Doppler echocardiographic evaluation of aortic stenosis*. Cardiol Clinics 8 : 203, 1990
- 22) Otto CM, Pearlman AS : *Doppler echocardiography in adults with symptomatic aortic stenosis*. Arch Intern Med 148 : 2553, 1988
- 23) Burwash IG, Thomas DD, Sadahiro M, Pearlman AS, Verrier ED, Thomas R, Kraft CD, Otto CM : *Dependence of Gorlin Formula and continuity equation valve area on transvalvular volume flow rate in valvular aortic stenosis*. Circulation 89 : 827, 1994
- 24) Lange H, Hasbrouck K, Olson J et al : *Comparison of transesophageal and transthoracic echocardiography for the assessment of the elderly*. International symposium : Cardiovascular ultrasound application of new technique. Mayo Clinic, September 1989