Korean Society for
Clinical Laboratory ScienceKorean Journal of
CLINICAL LABORATORY SCIENCE **CASE REPORT****Assessment of the Severity of Degenerative Aortic Stenosis: Three Case Reports**

Sung-Hee Kim

Department of Cardiology, Cheongju St. Mary's Hospital, Cheongju, Korea

퇴행성 대동맥판 협착증의 중증도 평가: 증례보고 3례

김성희

청주성모병원 심장내과

ARTICLE INFO

Received April 2, 2019
 Revised 1st April 11, 2019
 Revised 2nd April 11, 2019
 Revised 3rd April 13, 2019
 Accepted April 13, 2019

Key words

Aortic stenosis
 Degenerative aortic stenosis
 Echocardiography

ABSTRACT

The incidence of degenerative valve disease also increasing with the increasing life expectancy of the elderly population. Rheumatic valve disease is decreasing gradually and the incidence of calcified degenerative aortic stenosis (AS) is growing. Echocardiography is a very important tool for evaluating the prognosis and treatment method as well as the time of operation and diagnosis of heart valve disease. When evaluating valvular heart disease, 2-dimensional echocardiography, which observes all heart valves in detail, should take precedence. Understanding the clinical findings of degenerative valve disease and performing precise echocardiography are extremely important. In addition, an assessment of the severity of aortic stenosis is necessary to determine the surgical indications. An assessment of the severity by echocardiography was explained with three cases of degenerative aortic stenosis. To perform echocardiography accurately, it is necessary to understand degenerative valve disease and its clinical findings accurately.

Copyright © 2019 The Korean Society for Clinical Laboratory Science. All rights reserved.

서론

과거 50여 년 동안 심장판막질환의 원인에 많은 변화가 있었다. 1950년대에는 류마티스성 판막질환이 주된 원인이었으나, 현재는 노인성 변화와 관련된 “퇴행성” 판막질환이 점점 늘어나고 있다. 이는 류마티스열(rheumatic fever)에 대한 진단과 치료가 발전하였고, 재발에 대한 폐니실린 예방요법이 보편화된 것이 류마티스성 판막질환(rheumatic valve disease) 감소의 주된 원인이다[1, 2]. 평균 수명이 연장됨에 따라 노인인구가 증가하면서 퇴행성 판막질환이 증가한 것으로 보이며[3], 류마티스성 판막질환인 승모판 협착증(mitral stenosis)과 대동맥판

역류증(aortic regurgitation)은 점차 줄고, 석회화된 퇴행성 대동맥판 협착증(degenerative aortic stenosis, AS)과 승모판 탈출증(mitral valve prolapse) 및 허혈성 심장질환(ischemic heart disease)으로 인한 승모판 역류증(mitral regurgitation)의 빈도가 점점 증가하고 있다[4].

이에 심장판막질환에서 심초음파의 역할은 아무리 강조하여도 지나치지 않다. 흔히 사용하고 있는 경흉부 심장초음파 뿐만 아니라 경식도 심장초음파, 3차원 입체 심장초음파, 부하 심장초음파 및 조직 도플러 등 많은 장비와 소프트웨어의 발전으로 심장판막질환의 진단은 물론, 치료방법 및 수술 시기와 더불어 예후 평가에서도 심장초음파는 매우 중요한 자리를 차지하고 있다. 나이가 들어감에 따라 심장의 모든 판막들은 닳고 헤지는 현상(wear and tear)이 반복되면서 정상 판막 구조에서 조금씩 변화가 나타난다[5, 6]. 판막이 섬유화로 두꺼워지면서 불투명해지고, 판막이 닫힐 때 만나는 가장자리가 우물두돌해지는 것

* Corresponding author: Sung-Hee Kim
 Department of Cardiology, Cheongju St. Mary's Hospital, 173-19 Juseong-ro,
 Cheongwon-gu, Cheongju 28323, Korea
 E-mail: swankim0916@naver.com
 * ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8287-1939>

이 보통이다. 병리학적으로는 지질 침착, 석회화 등이 보이게 되며 대동맥판막 협착증을 설명하기 위해서는 반드시 대동맥판 경화증과 대동맥판 협착증을 비교해 볼 필요가 있다.

대동맥판 경화증은 대동맥 판엽이 불규칙하게 부분적으로 두꺼워져 있는 것을 말하며 조직학적으로 칼슘 침착이 판막의 섬유층에 있으면서 판막 구조는 보존되어 있다. 초기에 이러한 섬유화와 경도의 석회화를 보이는 경우 대동맥판 경화증이라 하며, 점차 섬유화 및 석회화가 심해져서 판막 모양이 변형되고 더욱 심해지면 본래의 판막 구조를 알아보기 힘들 정도가 되기도 한다. 이러한 대동맥판 협착증의 경우에는 대동맥 판엽에 칼슘이 침착하여 덩어리 모양으로 발살바동(sinus of valsalva)에서 관찰되며, 일반적으로 판엽의 가장자리를 침범하지 않고 교련부 융합이 없다.

여기에서는 심장초음파를 수행하여 경험한 퇴행성 대동맥판 협착증 환자 3례를 통해 심장초음파의 중증도 평가를 손쉽게 이해할 수 있도록 보고하고자 한다.

중 례

1. 심장초음파 검사법

1) M형 및 이면성 심초음파도

M형 심초음파에서는 판막의 비후와 석회침착을 볼 수 있고 수축기에 판막이 작게 열리는 소견을 볼 수 있다. 선천성 대동맥판 협착증은 석회침착이 없는 경우도 있고, 판막의 원위부에 열림의 제한이 있기 때문에 근위부의 M형 심초음파도 소견은 정상으로 보일 수 있다.

이면성 심초음파에서는 판막의 비후와 석회침착이 있으며, 수축기에 작게 열려 원개형을 형성한다. 복장뼈 가장자리 단축 단면도에서 판막의 개수를 확인할 수 있으며, 판막의 두께, 석회 침착의 정도, 교련의 융합 정도를 관찰할 수 있다. 또한 판막륜의 크기, 대동맥 기시부의 크기, 좌심실비대의 정도, 좌심방 크기, 좌심실기능 및 다른 판막의 이상 여부 등도 알 수 있다.

2) 도플러 심초음파도

수축기에 좌심실의 최고압은 대동맥의 최고압보다 먼저 나타나기 때문에 도플러 심초음파에서 얻은 압력차는 심도자로 얻은 압력차보다 크다. 그러나 이 두 방법으로 구한 평균 압력차는 동일하다[7, 8]. 색도플러 심초음파검사로 초음파 음속의 방향을 선정한 후 연속파도플러로 혈류의 속도를 구하고 압력차를 구한다. 가능한 여러 초음파창을 이용하여 가장 높은 압력차를 구하여야 한다.

3) 판구면적의 계산

판막 면적은 복장뼈 가장자리 단축 단면도에서 면적계 방법으로 측정할 수 있으나 주로 도플러 심초음파에서 연속성 공식을 이용하여 계측한다. 대동맥판 혈류의 TVI (time velocity integral), 좌심실유출로의 TVI, 좌심실 유출로의 면적을 얻으면 연속성 공식에서 대동맥판의 면적을 구할 수 있다[9, 10]. 좌심실 유출로의 면적을 구하기 위해서는 복장뼈 가장자리 장축 단면도에서 좌심실 유출로 부위를 확대하여 측정한다. 수축기 중 가장 넓은 시기에 대동맥판이 심실 중격과 승모판을 만나는 부위에서 직경을 측정한다. 좌심실 유출로의 TVI는 심장꼭대기 5장 단면도에서 대동맥판막의 3~5 mm 아래에 표본용적(sample volume)을 위치시키고 간헐파 도플러로 혈류를 측정한다.

$$\begin{aligned} \text{AVA (대동맥판 면적)} &= r^2 \times 3.14 \times \text{TVI}_{\text{LVOT}} / \text{TVI}_{\text{AV}} \\ &= \text{SV} (1 \text{회 심박출량}) / \text{TVI}_{\text{AV}} \\ \text{SV} &= r^2 \times 3.14 \times \text{TVI}_{\text{LVOT}} = D^2 \times 0.785 \times \text{TVI}_{\text{LVOT}} \\ r &= D/2 \quad (D = \text{LVOT의 직경}) \end{aligned}$$

4) 판막협착 중증도의 평가(Table 1)

판막협착의 혈액학적인 중증도는 다음의 지표로 평가할 수 있다[11, 12].

- (1) Peak aortic valve velocity
- (2) Mean pressure gradient
- (3) Aortic valve area (AVA)
- (4) LVOT/AV TVI ratio
(left ventricular outflow tract/ aortic valve time velocity integral ratio)

2. 경도의 퇴행성 대동맥판 협착증(Mild degenerative aortic stenosis)

환자는 72세 된 남자로 고혈압을 가진 무증상환자로 이학적 소견은 혈압은 내원 당시 133/69 mmHg, 맥박수 분당 73회, 호

Table 1. Classification of severity of aortic valve stenosis

Indicator	Mild	Moderate	Severe
Peak AV velocity (m/sec)	<3.0	3.0~4.0	>4.0
Mean pressure gradient (mmHg)	<25	25~40	>40
Valve area (cm ²)	>1.5	1.0~1.5	<1.0
LVOT/AV TVI ratio	>0.5	0.25~0.5	<0.25

Abbreviations: LVOT/AV TVI ratio, left ventricular outflow tract/ aortic valve time velocity integral ratio.

Figure 1. (A) Initial chest PA showed normal finding on both lung field, no cardiomegaly. (B) ECG demonstrated normal sinus rhythm, no abnormal finding. (C) 2D echocardiography showed a thickened aortic valve and calcification, which restricted the movement of the LCC (parasternal short axis view-aortic valve level). (D) The maximal AV peak velocity of 2.7 m/s, maximum gradient of 29 mmHg, and mean gradient of 14 mmHg indicate mild aortic stenosis (apical 5 chamber view).

Figure 2. (A) Initial chest PA showed normal finding on both lung field, no cardiomegaly. (B) ECG demonstrated normal sinus rhythm with LVH by voltage. (C) 2D echocardiography showed a thickened aortic valve and calcification, which restricted the movement of the NCC and commissures (parasternal short axis view-aortic valve level). (D) The maximal AV peak velocity of 3.4 m/s, maximum gradient of 46 mmHg, and mean gradient of 26 mmHg indicate moderate aortic stenosis (apical 5 chamber view).

흡 분당 22회, 체온 36.6°C였다. 단순흉부X-선 사진 상 심비대(cardiomegaly)는 관찰되지 않았다(Figure 1A). 심전도 소견 상 정상 동조율이었으며 특히 비정상소견은 관찰되지 않았다(Figure 1B). 이면성 심장초음파상 대동맥판막이 두꺼워졌고 석회침착이 있었으며 이로 인해 좌관첨(left coronary cusp, LCC) 일부의 움직임이 제한적이었다(Figure 1C). 경흉부 심초음파 상 최고 대동맥판막 속도(maximal aortic valve velocity)는 2.7 m/s, 최대 압력 29 mmHg, 평균 압력 14 mmHg로 측정되었고 대동맥판막 판구면적은 1.75 cm²으로 분석되었으며 좌심실 구혈률(left ventricular ejection fraction, LVEF)은 65%로 정상적인 좌심실 수축기능을 보였다(Figure 1D).

3. 중등도의 퇴행성 대동맥판 협착증 (Moderate degenerative aortic stenosis)

환자는 80세 된 남자로 고혈압을 가진 무증상 환자로 이학적 소견은 혈압은 내원 당시 107/62 mmHg, 맥박수 분당 61회, 호흡 분당 20회, 체온 36.5°C였다. 단순흉부X-선 사진 상 심비대(cardiomegaly)는 관찰되지 않았다(Figure 2A). 심전도 소견 상 정상 동조율이었으며 좌심실비대 소견이 관찰되었다(Figure 2B). 심장초음파상 대동맥판막이 두꺼워졌고 석회침착

이 있었으며 교련부 일부 및 무관첨(non-coronary cusp, NCC)의 움직임이 제한적이었다(Figure 2C). 경흉부 심초음파 상 최고 대동맥판막 속도(maximal aortic valve velocity)는 3.4 m/s, 최대 압력 46 mmHg, 평균 압력 26 mmHg로 측정되었고 대동맥판 판구면적은 1.24 cm²으로 분석되었으며 좌심실 구혈률(left ventricular ejection fraction, LVEF)은 62%로 정상적인 좌심실 수축기능을 보였다(Figure 2D).

4. 중증의 퇴행성 대동맥판 협착증(Severe degenerative aortic stenosis)

환자는 87세 된 남자로 호흡곤란을 주소로 내원한 환자로 이학적 소견은 혈압은 내원 당시 126/79 mmHg, 맥박수 분당 96회, 호흡 분당 34회, 체온 36.1°C였다. 단순흉부X-선 사진상 양쪽 흉막 삼출(both pleural effusion), 우하엽 침윤(RLL infiltration) 및 심비대 소견이 관찰되었다(Figure 3A). 심전도 소견 상 정상 동조율이었으며 완전우각차단(complete right bundle branch block) 소견이 관찰되었다(Figure 3B). 심장초음파상 대동맥판막이 두꺼워졌고 심한 석회침착이 있었으며 모든 관첨의 움직임이 제한적이었다(Figure 3C). 경흉부 심초음파 상 최고 대동맥판막 속도(maximal aortic valve velocity)는

Figure 3. (A) Initial chest PA showed both pleural effusion, RLL infiltration, and cardiomegaly. (B) ECG demonstrated normal sinus rhythm with CRBBB. (C) 2D echocardiography showed a thickened aortic valve and heavily calcification, which restricted the movement of all cusps (parasternal short axis view-aortic valve level). (D) The maximal AV peak velocity of 6.2 m/s, maximum gradient of 155 mmHg, and mean gradient of 92 mmHg indicate severe aortic stenosis (apical 5 chamber view).

6.2 m/s, 최대 압력 155 mmHg, 평균 압력 92 mmHg로 측정되었고 대동맥판막 판구면적은 0.42 cm^2 으로 분석되었으며 좌심실 구혈률(left ventricular ejection fraction, LVEF)은 66%로 정상적인 좌심실 수축기능을 보였다. 이로 인해 중증의 대동맥판막 협착증 진단이 이루어졌다(Figure 3D).

고 찰

지난 50여 년 동안 심장판막질환은 류마티스성 판막질환이 주된 원인이었으나, 현재는 노인성 변화와 관련된 “퇴행성” 판막질환이 많아지고 있다. 따라서 대표적인 류마티스성 판막질환인 승모판 협착증과 대동맥판 역류증은 점차 줄고, 석회화된 퇴행성 대동맥판 협착증의 비율이 증가하고 있다. 대동맥판 협착증의 임상소견은 흔히 판막 협착의 증가에 비례하여 나타나며 좌심실과 대동맥 사이의 압력차가 증가하면 판막 면적은 감소한다. 판막구조의 진행성 변화와 더불어 좌심실 유출로의 저항이 증가함에 따라 좌심실은 보상기전으로 동심성 비대를 일으켜 좌심실벽 두께와 심근 질량을 증가시키면서 수축기 심근 기능을 유지한다[13, 14]. 결국에는 좌심실의 만성 압력 과부하로 인해 보상기능은 불충분해지고 “후부하 불균형”이 발생하게 되어 좌심실 기능은 악화되게 되는데, 특징적으로 이는 심박출량과 구혈율의 감소 및 흉통, 실신, 호흡곤란 등과 같은 증상의 발생과 관련이 있다[15].

대동맥판 협착증의 중증도 평가가 심장초음파검사에서 중요한 요소로 작용하며 수술적 적응증을 판단하는 데 꼭 필요한 검사인만큼 정확한 판단 기준에 따라 평가하여 환자의 정확한 진단 및 치료가 이루어지도록 해야 한다. 이를 위해서는 정상적인 대동맥판막의 두께와 움직임의 정확히 인지하고 검사를 시행해야 하며 심첨 5강도에서 대동맥판막 유속 및 압력을 정확히 인지하여 대동맥판막 유속 1.8 m/s 초과되거나 복장뼈 가장자리 단축 단면도 대동맥판막 레벨에서 보여 지는 대동맥판막의 어느 한 부분의 움직임이 둔화되는 경우 반드시 판막도플러검사(valvular doppler study)를 추가적으로 시행해야 한다. 심장초음파는 심장판막질환의 진단은 물론, 치료방법 및 수술 시기와 더불어 예후 평가에서도 매우 중요한 도구이며, 판막질환을 평가할 때 모든 판막을 자세하게 관찰하는 이면성 심장초음파가 우선해야 한다. 흔히 접하는 퇴행성 판막질환에 대한 이해와 함께 임상적 특성을 파악하여 심장초음파를 정확하게 시행하는 것이 가장 중요할 것이다.

본 연구에서는 평균 수명의 연장으로 늘어나고 있는 노인성 변화, 즉 “퇴행성” 대동맥판 협착증이 증가될 것으로 사료되는

만큼 드물게 나오는 증례를 통해 대동맥판막 협착증의 중증도 평가를 쉽게 이해하고, 수십 년 후에는 증상이 있을 때 시행되는 특수심장검사가 아닌 기본 검사로서의 심장초음파의 중요성이 더욱 부각되어 임상에서 일반적으로 활용되어질 것으로 사료된다.

요 약

노령 인구의 기대 수명이 증가함에 따라 퇴행성 판막 질환이 많아지고 있다. 류마티스성 판막 질환인 승모판 협착증과 대동맥판 역류가 점차적으로 감소하고 석회화된 퇴행성 대동맥판 협착증, 승모판 탈출증 및 허혈성 심장 질환으로 인한 승모판막 폐쇄 부전의 빈도가 증가하고 있다. 심장초음파는 심장판막질환의 진단은 물론, 치료방법 및 수술 시기와 더불어 예후 평가에서도 매우 중요한 도구이며, 판막질환을 평가할 때 모든 판막을 자세하게 관찰하는 이면성 심장초음파가 우선해야 한다. 흔히 접하는 퇴행성 판막질환에 대한 이해와 함께 임상적 특성을 파악하여 심장초음파를 정확하게 시행하는 것이 가장 중요하다. 아울러 대동맥판 협착증의 중증도 평가가 수술적 적응증을 판단하는 데 꼭 필요한 검사인만큼 정확한 판단 기준에 따라 평가하여 환자의 정확한 진단 및 치료가 이루어지도록 해야 한다.

퇴행성 대동맥판 협착증 환자 3례를 통해 심장초음파 검사의 중증도 평가를 쉽게 이해할 수 있기를 바라며 퇴행성 판막 질환의 심초음파 소견을 숙지하는 것이 심장초음파검사를 정확하게 수행하는 것에 수반되어야 할 것으로 사료된다.

Acknowledgements: None

Conflict of interest: None

Author's information (Position): Kim SH, M.T.

REFERENCES

1. Carapetis JR, McDonald M, Wilson NJ. Acute rheumatic fever. *Lancet*. 2005;366:155-168.
2. Bonow RO, Carabello BA, Kanu C, de Leon AC Jr, Faxon DP, Freed MD, et al. ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines for the management of patients with valvular heart disease): developed in collaboration with the Society of cardiovascular anesthesiologists: endorsed by the society for cardiovascular angiography and interventions and the society of thoracic surgeons. *Circulation*. 2006;114:E84-231.
3. Vahnian A, Baumgartner H, Bax J, Butchat E, Dion R, Filippatos G, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease: the task force on the management of valvular heart dis-

- ease of the European society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2007;28:230-268.
4. Quinn A, Kosanke S, Fischetti VA, Factor SM, Cunningham MW. Induction of autoimmune valvular heart disease by recombinant streptococcal m protein. *Infect Immun*. 2001;69:4072-4078.
 5. Hemed EI, Hassan SA, Paul OD, Julius OG, Jameela HA. Age changes in the structure of human atrioventricular annuli. *Anatomy J Afr*. 2012;1:31-39.
 6. Bloor CM. Valvular heart disease in the elderly. *J Am Geriatr Soc*. 1982;30:466-472.
 7. Currie PJ, Seward JB, Reeder GS, Vlietstra RE, Bresnahan DR, Bresnahan JF, et al. Continuous-wave Doppler echocardiographic assessment of severity of calcific aortic stenosis: a simultaneous Doppler-catheter correlative study in 100 adult patients. *Circulation*. 1985;71:1162-1169.
 8. Hegrenaes L, Hatle L. Aortic stenosis in adults: non-invasive estimation of pressure differences by continuous wave doppler echocardiography. *Br Heart J*. 1985;54:396-404.
 9. Otto IG, Burwash ME, Legget BI, Munt MF, Nancy L, Healy CD, et al. Prospective study of asymptomatic valvular aortic stenosis. *Circulation*. 1997;95:2262-2270.
 10. Oh JK, Taliercio CP, Holmes DR Jr, Reeder GS, Bailey KR, Seward JB, et al. Prediction of the severity of aortic stenosis by doppler aortic valve area determination: prospective Doppler-catheterization correlation in 100 patients. *J Am Coll Cardiol*. 1988;11:1227-1234.
 11. Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. *The echo manual*. 3rd ed. Philadelphia, PA; Lippincott Williams and Wilkins; 2006. p189-121.
 12. Park SM. Diagnosis of common valve disease: aortic stenosis, mitral regurgitation. *Korean J Inter Med*. 2018;2:550-558.
 13. Borer JS, Jeffrey S, Sharma AB. Drug therapy for heart valve diseases. *Circulation*. 2015;132:1038-1045.
 14. Lee OK, Bae HJ, et al. *Ultrasonography: abnormal finding of echocardiography*. Korea Medical Book Publishing. 2017. p214-221.
 15. Hinton RB. Advances in the treatment of aortic valve disease: is it time for companion diagnostics? *Curr Opin Pediatr*. 2014; 26:546-552.