

2차원 심초음파와 3차원 심초음파로 측정된 좌심방의 크기

김현수

고신대학교 의과대학 내과학교실 순환기내과

2-dimensional Echocardiographic Methods and 3-Dimensional Echocardiographic Methods in Measurement of Left Atrial Size

Hyun-Su Kim

Department of Internal medicine, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

Abstract

Background : Left atrial(LA) size is important prognostic factor at various cardiovascular conditions. Various methods are used in assessment of LA size. Among those, ellipsoidal method is widely used in clinical practice, but it's accuracy is not confirmed. Thus we prospectively measured LA size with various methods and evaluate superiority

Methods : This prospective study include 49 patients (23 male, mean age 60.6 ± 13 years) without history of atrial fibrillation, valvular heart disease, pacemaker implantation, congenital heart disease. All patients underwent echocardiography, and LA volume was measured by linear dimension, ellipsoidal methods, modified Simpson's methods and 3-dimensional echocardiography.

Results : Mean LA volume was 28.03 ± 12 ml/m³ by ellipsoidal method, 34.98 ± 14 ml/m³ by modified Simpson's method and 30.37 ± 12 ml/m³ by 3 dimensional echocardiographic measurement. The 3D echocardiographic and 2D echocardiographic methods were correlated. Pearson correlation coefficient were 0.84 for 3 dimensional measure versus ellipsoidal method and 0.76 for 3 dimensional measure versus modified Simpson's method 0.59 for 3D measure versus anterior-posterior(AP) diameter(all p values < 0.001). Ellipsoidal method and modified Simpson's method showed good correlation, but 3D versus AP diameter showed poor correlation. 2D echocardiographic measurements showed trend of overestimation of LA volume especially enlarged LA size. Ellipsoidal method have trend to underestimate LA volume than modified Simpson's method compared to 3D echocardiographic measurement, but they didn't showed any significance(p=0.918).

Conclusion : To measurement of LA volume, various methods were used. Both 2D echocardiographic methods (Ellipsoidal methods, modified Simpson's methods) have good correlation compared to 3D echocardiographic measurement. But there was trend to overestimate at larger LA size with 2D echocardiographic measurement.

Key words : left atrial size, 3 dimensional echocardiography

서 론

좌심방은 심장 주기에 따라 reservoir, conduit, contractor로서의 기능을 하면서 좌심실의 기능과 혈액동학적 변화에 큰 영향을 미치는 요소로 알려져 있다. 이런 좌심방의 크기를 측정하는 것은 심방 세동, 뇌졸중, 좌심실 수축기능 부전, 확장기 부전, 승모판 폐쇄 부전, 심근경색, 비후성 심근병증 등의 다양한 질병을 평가하는 데

중요한 의미를 가진다. 특히 이런 질병 들에서 좌심방의 크기는 임상 양상이나 예후와 큰 연관관계를 가지는 것으로 알려져 있다.

좌심방의 크기를 측정하는 방법으로, 2차원(2D) 심초음파를 이용한 직경 측정, 면적, 용적을 구하여 계산하는 방법이 실제 임상이나 연구에서 많이 사용하고 있는데, 아직 많은 가정을 필요로 하고 제한점도 많은 것으로 알려져 있다.

최근 연구에 따르면 그 중에서 좌심방의 용적으로 크기를 평가하는 것이 M 모드에 의한 좌심방의 직경으로 평가하는 것 보다 좌심방 크기를 구하는 데 더 정확한 것으로 알려지고 있다.¹⁾ 좌심방의 용적을 구하

교신저자 : 김 현 수
주소 : 602-702 부산광역시 서구 압남동 34번지
고신대학교 의과대학 내과학교실 순환기내과
TEL : 051-990-6727, FAX : 051-990-3047

는 방법으로 cube, ellipsoidal, area-length,²⁾ biplane method 등 여러 가지가 개발, 사용되고 있는데 실제 임상에서는 아직 표준화되어 적용되고 있지는 않다. 최근에 개발된 3차원(3D) 초음파는 좌심실, 우심실, 좌심방의 용적을 정량화하는 데 있어서 앞서 나온 방법들보다 더 정확한 방법으로 알려지고 있다.³⁻⁶⁾

이 연구는 구조적인 심질환의 병력이 없는 정상 심장을 가진 환자들을 대상으로 좌심방의 크기를 평가하는 데 있어, 3D 초음파를 기준으로 실제 임상에서 가장 많이 사용되었던 좌심방의 직경과 2D 초음파의 여러 방법들, ellipsoid, modified Simpson 방법들을 비교하여, 2D 초음파의 방법들 중 어떤 방법이 가장 좌심방의 용적을 잘 반영하는지를 연구하고자 하였다.

연구대상과 방법

1. 연구대상 및 기간

2006년부터 2007년 까지 외래를 방문한 환자 중 흉통이나 호흡곤란, 두근거림 등 경흉부 심초음파가 필요한 환자를 대상으로 기초 경흉부 심초음파를 실시하였다. 그 환자 중 구조적 심질환을 가지지 않은 환자를 대상으로 좌심방의 용적을 2D와 3D 심초음파로 기록하였다. 구조적인 심장 질환 즉, 확장성 심근병증, 심장 판막질환, 비후성 심근병증, 심방 세동, 영구심박동기 삽입, 선천성 심질환, 심근 경색으로 인한 국소 벽운동 장애를 가진 환자는 분석에서 제외하였다. 또한 경흉부 심초음파의 영상이 좋지 않거나 좌심방을 측정하는 데 기술적인 문제가 있는 경우도 역시 제외하였다.

2. 경흉부 심초음파

1) 2D 심초음파

3-MHz phased-array transducer (Sonos 7500, Phillips Medical Systems)를 사용하여 좌심방의 우측 부흉골 장축 영상(parasternal long axis view)과 심첨부 영상(apical view)을 얻었다. 좌심방의 용적은 초음파 기계에 내장된 소프트웨어를 사용하여, 승모판이 열리기 직전, 즉 심실 수축기 말에 측정되었다. 직경은 우측 부흉골 장축 영상에서 전후 직경을, 심첨부 4방 영상에서 좌우 직경, 상하 직경을 얻었다. 좌심방 용적은 ellipsoid 방법과 modified Simpson 방법을 사용하여 계

산하였다. Ellipsoid 방법은 3개의 축을 측정하여 계산하였는데 우측 부흉골 장축 영상에서 전후 직경을 D1, 심첨부 4방 영상에서 좌우 직경을 D2, 상하 직경을 D3로 정의하였다(Fig. 1). 그 값 들을 얻은 후 $0.523 \times D1 \times D2 \times D3$ 로 계산하여 용적을 얻었다. Modified Simpson 방법은 심첨부 4방 영상과 2방 영상에서 modified Simpson's disc summation method를 사용하는 컴퓨터 소프트웨어를 사용하여 계산하였다(Fig. 2, LA volume = $4I(h) \Sigma(D1)(D2)$, h; 디스크의 높이, D; 디스크의 직경). 좌심방의 심내막을 기록할 때 좌심방이나 폐정맥 개구부를 포함하지 않게 주의하였다.

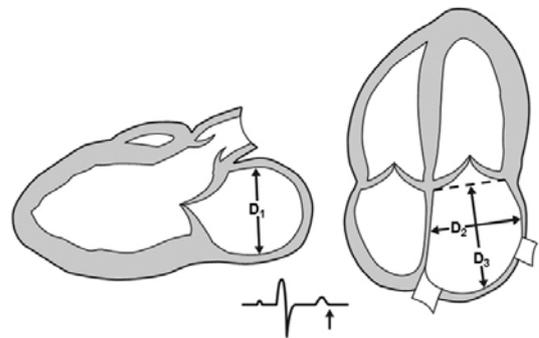


Fig. 1. Left atrial volume measurement by ellipsoid method. D1 : anteroposterior dimension measured at parasternal long axis view, D2 : medial-lateral diameter(width) of 4 chamber view, D3 : superio-inferior diameter of 4-chamber view.

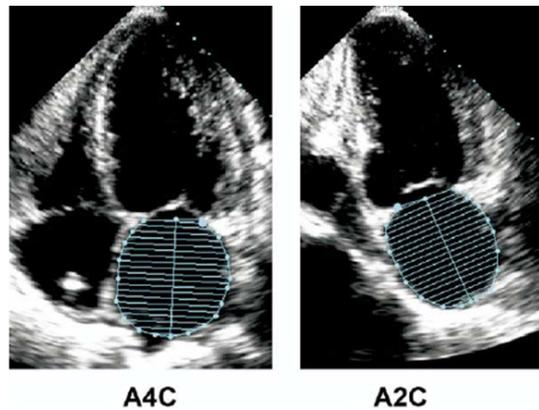


Fig. 2. Left atrial volume measurement by Simpson's method of disc summation.

2) 3D 심초음파

3D 초음파 영상은 심첨부 영상으로부터 matrix-array ultrasonographic transducer (GE systems)를 사용하여 다섯 번의 심장 박동 주기에 걸쳐 얻어졌다. 3차원 좌심방 용적의 계산은 추후 작업으로 이루어졌다(4D

analysis, Tomtec GmbH, Germany). Contour tracing은 심실의 수축기 말에 실시되었다.

3. 자료 분석 방법

데이터는 SPSS (ver 13.0)을 사용하여 분석하였으며 연속 변수들은 평균값 ± 표준편차로 표현되었다. 2D 심초음파로 측정된 값들은 Pearson correlation coefficients(r)와 Bland-Altman analysis를 이용하여 3D 심초음파의 결과들과 비교되었다. 통계적 유의성은 p<0.05로 정의하였다.

결 과

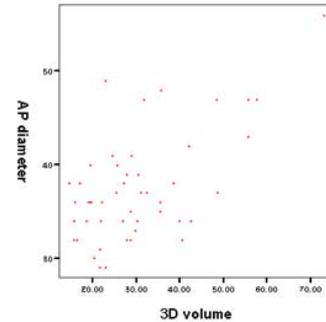
심방 세동이나 국소벽 운동 장애 등의 구조적 심질환을 가진 환자를 제외하고 모두 49명의 환자를 대상으로 2D 심초음파와 3D 심초음파로 좌심방의 용적을 계산하였다. 환자의 평균 나이는 60.6±13세이었고 남성 23명 여성 26명 이었다. 평균 체표 면적은 1.7m² 이었고, 좌심실 구혈률은 67±11%로 좌심실 수축기능은 대부분 보존되어 있었다(Table 1). 2D 심초음파로 계산한 좌심방의 용적은 ellipsoid 방법에선 28.03±12 ml, modified Simpson 방법에선 34.98±14 ml 이었고 3D 심초음파로 측정된 용적은 30.37±12 ml 이었다.

Table 1. Baseline characteristics and echocardiographic parameters

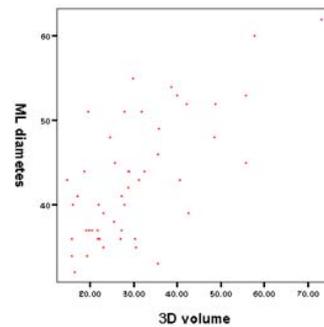
	Results
patients	49
Age, years	60.6±13
Sex, male	23
body surface area (m ²)	1.7
ejection fraction (%)	67
Anterior-posterior diameter(mm)	37.55±5.71
Superior-inferior diameter(mm)	52.3±7.58
Medial-lateral diameter(mm)	43.0±7.36

2D 심초음파에서 측정된 좌심방의 직경과 3D 초음파의 용적과 연관성을 보았을 때 Pearson correlation coefficient 값은 전후 직경 0.59, 좌우 직경 0.68, 상하 직경 0.74로 상하 직경이 가장 높게 나타났다(p<0.001, Fig. 3). 2D 심초음파로 좌심방의 용적을 구하는 방법들과 3D 심초음파의 좌심방의 용적을 비교하여 보았을 때 ellipsoid 방법의 경우 Pearson correlation coefficient가 0.84이었고 modified Simpson 방법은 0.76

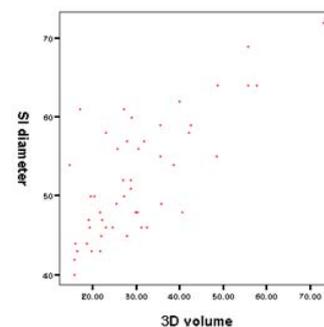
이었다(p<0.001, Fig. 4). Ellipsoid 방법으로 용적을 계산하였을 경우 3D 초음파로 계산한 용적에 비해 작게 측정하는 경향이 있었고 modified Simpson's 방법은 크게 측정하는 경향을 보였으나 의미 있는 차이는 없었다(p=0.918, Fig. 5).



R = 0.59



R = 0.68



R = 0.74

Fig. 3. Correlation between unidimensional left atral measurement and 3 dimensional measurement.(p<0.001) (AP diameter; anterior-posterior diameter(mm), ML diameter; Medial-lateral diameter(mm), SI diameter; superior-inferior diameter(mm), 3D; 3 dimensional(mL))

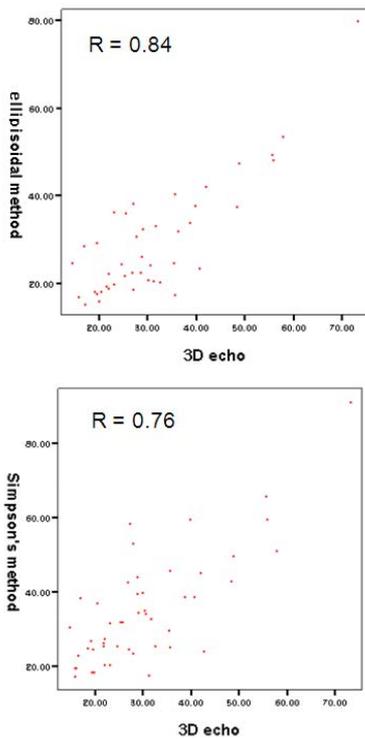


Fig. 4. Correlation of left atrial volume between 2-dimensional echocardiographic measurement and 3-dimensional(3D) measurement. ($p < 0.001$)

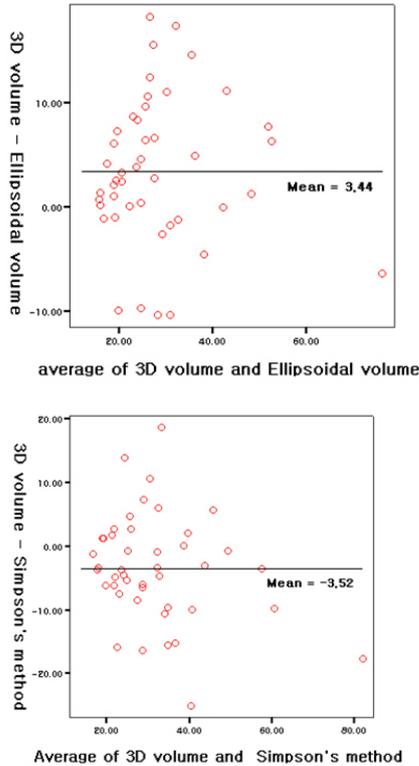


Fig. 5. Bland-Altman analysis of 2-dimensional and 3-dimensional echocardiographic left atrial volume.

고찰

좌심방의 크기와 기능을 평가하는 것은 임상양상과 예후를 평가하는 데 있어 중요하다고 알려져 있다. 하지만 실제 임상에서 많이 사용되고 있는 M 모드에서 측정된 좌심방의 전후 직경은 간단하고 편한 방법이나^{7,8)} 실제로는 그 정확도가 낮은 것으로 알려져 있다. 좌심방 자체가 대칭적으로 생긴 3차원적 구조가 아니기 때문에 부정확한 경우가 많고,⁹⁾ 더구나 좌심방의 확장은 같은 방향으로 일어나지 않기 때문에 1차원적 측정은 좌심방 크기의 변화를 평가하는데 민감도가 떨어진다고 알려져 있다. 그래서 최근에는 2D와 Doppler를 이용한 평가 방법이 점차적으로 많이 사용되어 오고 있다. 좌심방의 직경으로 유추한 좌심방의 크기에 비해 2D, 특히 3D 초음파는 MRI와 CT와 비교해 보았을 때 좌심방의 크기를 측정하는 데 더 정확하고 높은 재현성을 제공하고,³⁾ 심혈관 질환의 경과에 강한 연관성을 보인다는 결과들이 최근 많이 보고되고 있다.^{10,11)}

Tsang 등은 좌심방의 직경에 비해 좌심방의 용적은 심방 세동의 발병에 더 강한 연관성을 보인다고 보고하였고,¹²⁾ Pritchett 등은 2042명을 대상으로 한 연구에서 체표면적에 환산한 좌심방의 용적이 좌심방의 직경보다 심혈관 질환에 더 강한 연관성을 보인다고 하였다.¹³⁾

본 연구에서도 ellipsoid, modified Simpson 방법 등의 2D 심초음파로 계산한 결과들은 3D 심초음파와 좋은 연관관계를 보였으나($p < 0.001$), 좌심방의 직경과 비교해 보았을 때 그 연관성은 중등도 정도로 감소되는 것으로 나타나고 특히 3D 용적과 비교를 해 보았을 때 데이터 자체가 많이 분산되어 있는 양상을 보였다. 3-4 cm 사이에 주로 몰려있는 전후 직경의 경우 3D 초음파의 용적은 20에서 50 ml/m²으로 다양하게 나타나서 좌심방의 확장을 평가하는 데 있어 전후 직경은 도움이 되지 않는다는 것을 알 수 있다(Fig. 3). 따라서 실제 임상에서 많이 사용하는 우측 부흉골 장축 영상의 전후 직경은 좌심방의 크기를 유추하는 데 있어 그 의미와 정확도가 감소할 것으로 생각되고 여러 가지 2D 방법들로 좌심방의 용적을 구하는 것이 좀 더 도움이 될 것으로 생각된다.

본 연구에서 ellipsoid 방법과 modified Simpson 방법으로 측정된 좌심방의 용적은 모두 3D 초음파의 좌심방 용적과 좋은 상관관계를 보였다(Fig. 4). 본 연구에

서는 ellipsoid 방법이 modified Simpson 방법보다 조금 더 좋은 상관관계를 보였으나 연구의 대상 환자 수 자체가 적어 좀 더 많은 데이터가 필요할 것으로 생각된다. Bland-Altman 분석에서는 ellipsoidal 방법은 3D 용적보다 작게 평가하고, Simpson 방법은 좀 더 크게 평가하는 경향을 보였으나 의미 있는 차이는 보이지 않았다. Kircher 등에 따르면 biplane 방법으로 좌심방의 용적을 계산하는 것은 CT와 비교하여 좋은 상관 관계를 보이지만 약 23% 정도의 과소 평가를 보인다고 하였다.¹⁴⁾ 2D 심초음파로 좌심방의 크기를 적게 측정하는 것은 영상 각도로 인한 좌심방 크기의 단축이나 프레임 선택에 있어서 가장 큰 순간을 확보하지 못한 경우 등으로 인해 일어나는 것으로 생각된다.

이 연구에서는 기준을 3D 초음파로 계산한 좌심방의 용적을 기준으로 하여 여러 가지 선상 직경이나 2D 초음파 방법들을 비교하였고, 그 기준이 되는 MRI는 시행하지 못하였다. 좌심방의 내부를 따라서 그리는 방법으로 좌심방의 용적을 계산할 때 검사자 사이의 변수가 있을 것으로 생각되고 보다 많은 수의 데이터가 필요할 것으로 생각된다. 대부분의 환자의 용적이 정상 범위에 있었고 증가된 용적의 데이터에 대한 분석이 더 필요할 것으로 생각된다.

결 론

좌심방의 크기를 측정하는 것은 임상경과나 예후를 유추하는 데 있어 중요하다. 그 크기를 측정하는 방법으로 2D 심초음파를 이용한 ellipsoid 방법과 modified Simpson 방법은 3D 초음파로 계산한 좌심방의 용적과 좋은 상관관계를 보여 임상에서 이용할 수 있는 좋은 방법으로 생각된다. 최근까지 임상에서 많이 측정되었던 우측 부흉골 장축 영상의 전후 직경은 그 정확도가 실제 보다 적을 것으로 생각되며 다른 방법들의 보충이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1) Lester SJ, Ryan EW, Schiller NB, Foster E : Best method in clinical practice and in research studies to determine left atrial size. Am J Cardiol 84:829-832, 1999
 2) Phang R, Isserman S, Karia D, Pandian NG, Homoud M, Link

M : Echocardiographic evidence of left atrial abnormality in young patients with lone paroxysmal atrial fibrillation. Am J Cardiol 94:511-513, 2004
 3) Keller AM, Gopal AS, King DL : Left and right atrial volumes by free hand three-dimensional echocardiography: in vivo validation using magnetic resonance imaging Eur J Echocardiogr 1:55-65, 2000
 4) Hubka M, Bolson EL, McDonald JA, Martin RW, Munt B, Sheehan FH : Three-dimensional echocardiographic measurement of left and right ventricular mass and volume: in vitro validation. Int J Cardiovasc Imaging 18:111-118, 2002
 5) Hanrath P, Franke A : High-resolution transthoracic real-time three-dimensional echocardiography. J Am Coll Cardiol 43:2083-90, 2004
 6) Jenkins C, Bricknell K, Hanekom L, Marwick TH : Reproducibility and accuracy of echocardiographic measurements of left ventricular parameters using real-time three-dimensional echocardiography. J Am Coll Cardiol 44:878-886, 2004
 7) Hirata T, Wolfe SB, Popp RL, Helmen CH, Feigenbaum H : Estimation of left atrial size using ultrasound. Am Heart J 78:43-52, 1969
 8) Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A : Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. Circulation 58:1072-1083, 1978
 9) Schabelman S, Schiller N, Anschuetz R, Silverman N, Glantz S : Comparison of four two-dimensional echocardiographic views for measuring left atrial size. Am J Cardiol 41:391, 1978
 10) Pritchett AM, Jacobsen SJ, Mahoney DW, Rodeheffer RJ, Bailey KR, Redfield MM : Left atrial volume as an index of left atrial size: a population-based study. J Am Coll Cardiol 41:1036-1043, 2003.
 11) Tsang TS, Barnes ME, Gersh BJ, Bailey KR, Seward JB : Left atrial volume as a morphophysiologic expression of left ventricular diastolic dysfunction and relation to cardiovascular risk burden. Am J Cardiol 90:1284 -1289, 2002
 12) Tsang TS, Barnes ME, Bailey KR : Left atrial volume: important risk marker of incident atrial fibrillation in 1655 older men and women. Mayo Clin Proc 6:467-475, 2001
 13) Pritchett AL, Jackobsen SJ, Mahoney DW, Rodeheffer RJ, Bailey KR, Redfield MM : Left atrial volume as an index of left atrial size: a population based study. J Am Coll Cardiol 41:1036-1043, 2003
 14) Kircher B, Abbott JA, Pau S : Left atrial volume determination by biplane two-dimensional echocardiography: validation by cine computed tomography. Am Heart J 121:864-871, 1991