

급성 심근경색증 환자에서 심초음파에 의한 좌심실 심근벽운동의 정량적 측정에 관한 연구

경희대학교 의과대학 내과학교실

조정휘 · 김권삼 · 김명식 · 송정상 · 배종화

=ABSTRACT=

Quantitative Two-dimensional Echocardiographic Analysis of Left Ventricular Wall Motion in Patients with Acute Myocardial Infarction

Chung Whee Choue, M.D., Kwon Sam Kim, M.D., Myung Sik Kim, M.D.,
Jung Sang Song, M.D., Jong Hoa Bae, M.D.

Department of Internal Medicine, Kyung Hee University Hospital

Regional left ventricular wall motion was evaluated by two-dimensional echocardiographic technique with floating-axis (internal frame of reference) system in three groups of subject; normal subject (n=12), patients with acute anterior myocardial infarction (n=16), and patients with acute inferior myocardial infarction (n=10).

Significant hypokinetic wall motion were detected in apical portion (Mean Percent Shortening; 0.27 - 5.84% in anterior infarction group and 9.64 - 13.17% in controls) and apicoanterior portion (MPS; 2.86% in anterior infarction group and 14.13% in controls) in patients with acute anterior myocardial infarction ($P < 0.01$), and inferior portion (MPS; 3.56-6.93% in inferior infarction group and 18.26-19.8% in controls) and apical portion (MPS; 4.04% in inferior infarction group and 9.64% in controls) in patients with acute inferior myocardial infarction ($P < 0.01$) in apical long-axis views.

We conclude that echocardiographic wall motion analysis by floating axis system is an accurate non-invasive method for detecting abnormal wall motion in patients with acute anterior and inferior myocardial infarction.

Key Words: Myocardial infarction. Echocardiography. Regional wall motion. Floating-axis system.

서 론

심초음파도는 급성 심근경색증후 유발되는 심근

벽의 운동장애를 관찰할수 있는 비관혈적 방법으로, 심근경색증의 부위나 정도를 추정하는데, 시
각적 방법만으로는 객관성이 적어 근간에는 새로

은 정량적 측정방법이 연구발전되고 있다¹⁻⁹.

심초음파도에 의한 심근벽운동의 정량적 분석은, 중심점의 설정에 따라 고정된 fixed-axis 방법과, 심장의 움직임에 따라 중심점을 이동시키는 floating-axis 방법으로 구별할수있는데 근자에는 floating-axis 방법이 보다 정확히 반영할수 있다고 알려져있다³⁻⁴.

저자들은 급성 심근경색증 환자에서 심근벽운동의 정량적분석을 위해 심초음파 apical long-axis view에서 심첨부와 승모판륜을 landmarks로 하여, 심첨이방상(apical two-chamber view)과 심첨사방상(apical four-chamber view)에서 floating axis system을 이용하여 심근벽운동을 분석하였고 정상인과 비교관찰하였다.

대상 및 방법

대상은 1985년 1월 부터 1986년 1월 까지 경희 대학 부속병원 내과에 입원한 급성심근경색증 환자중, 급성전벽심근경색증 환자 16명과, 급성하벽심근경색증 10명을 두군으로 구분하였고, 유사한 연령군으로 심혈관 질환이 없는 정상대조군 12명을 비교 관찰 하였다. 심전도상 심근경색증이 전벽과 중벽에 병발된 전벽경색증군에 포함하였으나 old infarction 이 있거나 기타의 부위에서 두군데

이상 침범된 경우는 대상에서 제외하였다.

표 1은 대상환자의 임상적 특징을 나타낸 것으로 3군간에 연령과, 초기의 수축기 및 이완기 혈압은 차이를 보이지 않았으며, 심근경색증 군간에도 심근효소의 최고치에 차이가 없었다.

1) 검사방법

심근벽운동의 분석을 위한 심초음파검사는 급성전벽심근경색증은 급성전벽심근경색증 군에서는 흉통발생후 평균 2.6일후에, 급성하벽경색증 군에서는 평균 3.6일 후에 실시하였으며, 3.0MHz phased array transducer 와 Meridian (Johnson & Johnson, U.S.A.)을 이용하여 심첨사방단면도와 심첨이방단면도를 심첨부에서 구하여 녹화하였다. 심초음파도에 의한 심근벽 운동의 분석은 녹화된 video tape를 재생한 후 CAD-886 program (Microsonics, U.S.A.)을 이용하여 end-diastole은 ECG 상 R wave peak에, end-systole은 T wave상에서 좌심실 용적이 가장 작을시로 하였으며, 정지화면을 digitize하여 심내막을 따라 tracing하였다.

2) 중심점 및 방향선의 설정

Digitize 된 end-diastolic 및 end-systolic화면에서, 심첨사방면도에서는 심첨부에서 승모판륜(mitral annulus) 중앙부에, 심첨이방단면도에서는 심

Table 1. Clinical characteristics

	Controls	Anterior group	Inferior group
Number	12	16	10
M : F	7 : 5	11 : 5	6 : 4
Age (years)	52.4 ± 10.1	63.4 ± 10.5	59.0 ± 9.1
Interval from attack (days)		2.6 ± 1.1	3.6 ± 2.2
BP (mmHg)			
Systolic		132 ± 26	120 ± 17
Diastolic		87 ± 20	85 ± 9
Peak enzyme			
CPK (unit)		390 ± 168	389 ± 167
GOT (unit)		151 ± 87	147 ± 57
LDH (unit)		1183 ± 484	1291 ± 408

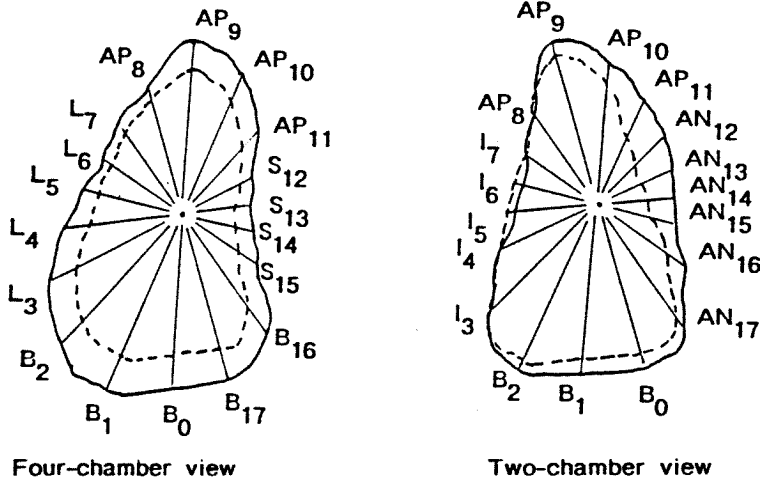


Fig. 1. Floating-axis (internal reference of frame) system and mean percent shortening.

첨부에서 anterior mitral junction에 각각 직선을 구하고, 이 직선을 장축으로 2분하여 중심점을 설정하였으며, end-diastolic outline과 end-systolic outline이 장축 및 중심점이 일치되도록 하여 overlay 위에 복사하였다. 이와같이 그려진 enddiastolic과 endsystolic outline의 중심점에서 장축을 따라 심저부를 0도, 심첨부를 180도로 기본방향을 설정하였고, 20도 각도로 18개의 방향선을 구하였다.

3) Mean percent shortening의 측정

중심점에서 각 방향선을 따라 enddiastolic outline까지의 거리를 구하였고, enddiastolic outline에서 endsystolic outline까지의 거리를 측정하여 다음식과 같이 Fractional shortening을 방향선에 따라 계산하였으며, 각 방향선에 따른 심근벽의 구분은 그림1과 같다. Fractional shortening = (enddiastolic radius - endsystolic radius) / enddiastolic radius × 100.

그림 1은 급성하벽경색증 환자에서 상기 방법에 의해 그려진 심첨사방상의 복사도를 중심점과

장축을 일치시킨 그림으로 심저부와 장축이 만나는 점을 BO, 장축과 심첨부의 교차점을 AP9으로 하였고, 심근벽과 각 방향선과의 교차점인 측정 위치들의 분류를 도식한 것이다.

각 방향선에서 구한 mean percent shortening은 같은 방법으로 측정한 정상대조군과 비교하였고, Student t-test를 이용하여 통계적 유의성을 판정하였다.

연구결과

정상대조군 12예와 급성심근경색증 26예에서 관찰한 mean percent shortening (MPS)은 표 2와 같다. 전벽심근경색증군에서 MPS(9.9-17.45%)은 정상대조군(14.86-19.8%)과 유사하나 심첨부(전벽 경색증군; 0.27-5.48%, 정상대조군; 9.64-13.17%)에서부터 전벽(전벽경색증군; 2.86%, 정상대조군; 14.13%)에 걸쳐 저운동성(hypokinesia)을 보였으며, 하벽경색증군은 하벽부(3.56-6.93%)와 심첨부(4.04%)에서 정상대조군(하벽부; 18.26-19.8%, 심첨부; 9.64%)에 비해 저운동성을 보였다($p < 0.01$). 즉 심첨부에서는 전벽 및 하벽경색증군 모두에서,

Table 2. Meanpercent fractional shortening of 18 radii two - chamber

Radii	Control	Anterior	Inferior
B ₀	10.35	4.51*	7.88
B ₁	11.57	5.29*	9.23
B ₂	11.87	7.25	9.62
I ₃	18.26	17.45	6.93*
I ₄	19.80	16.79	3.77*
I ₅	18.73	19.25	3.56*
I ₆	16.12	13.40	6.43
L ₇	14.86	9.90	4.14
AP ₈	12.16	5.48*	6.33
AP ₉	9.64	2.68*	4.04*
AP ₁₀	12.08	1.24*	8.13
AP ₁₁	13.17	0.27*	17.65
AN ₁₂	14.13	2.86*	20.37
AN ₁₃	14.64	5.15	21.61
AN ₁₄	13.95	6.35	18.21
AN ₁₅	13.66	6.94	16.35
AN ₁₆	11.80	11.95	17.92
AN ₁₇	13.30	9.02	12.2

* p < 0.01

Mean percent fractional shortening of 18 radii four - chamber

Radii	Control	Anterior	Inferior
B ₀	12.20	6.47*	7.26*
B ₁	13.31	8.18*	9.03
B ₂	15.46	11.05	12.78
L ₃	20.11	14.99	12.48
L ₄	20.11	12.98	13.29
L ₅	17.87	11.98	13.71
L ₆	17.04	9.08	11.59
L ₇	18.73	10.43	11.93
AP ₈	13.87	8.38*	8.4*
AP ₉	10.07	5.85*	6.03*
AP ₁₀	10.70	7.81	8.69
AP ₁₁	16.66	10.39	9.82
S ₁₂	18.93	9.40	16.57
S ₁₃	21.57	15.85	16.19
S ₁₄	18.51	17.14	14.86
S ₁₅	16.96	17.56	17.21
B ₁₆	14.76	13.5	11.55
B ₁₇	9.63	7.57	8.75

* p < 0.01.

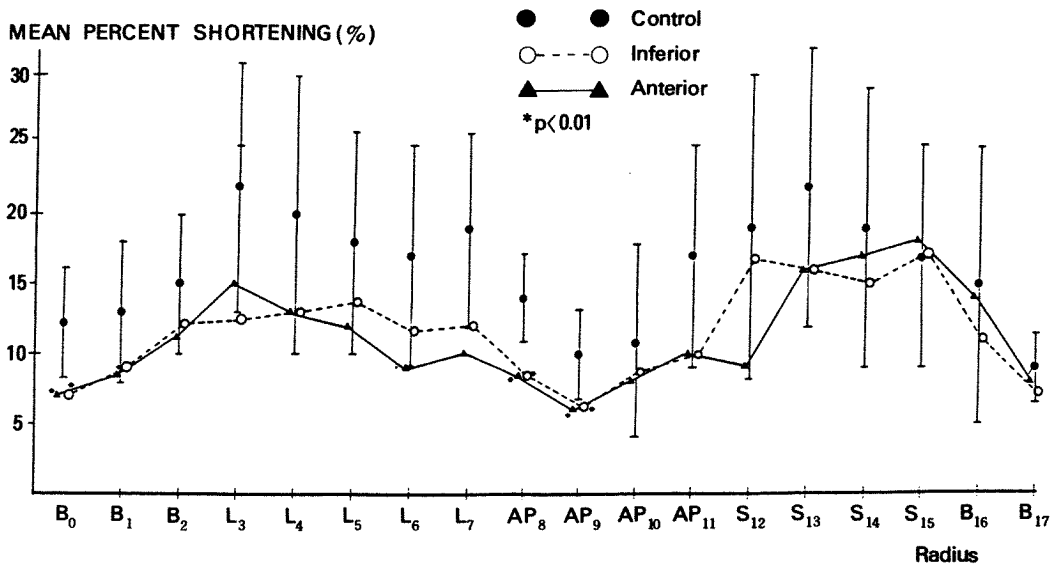


Fig. 2. Mean percent shortening of four chamber view.

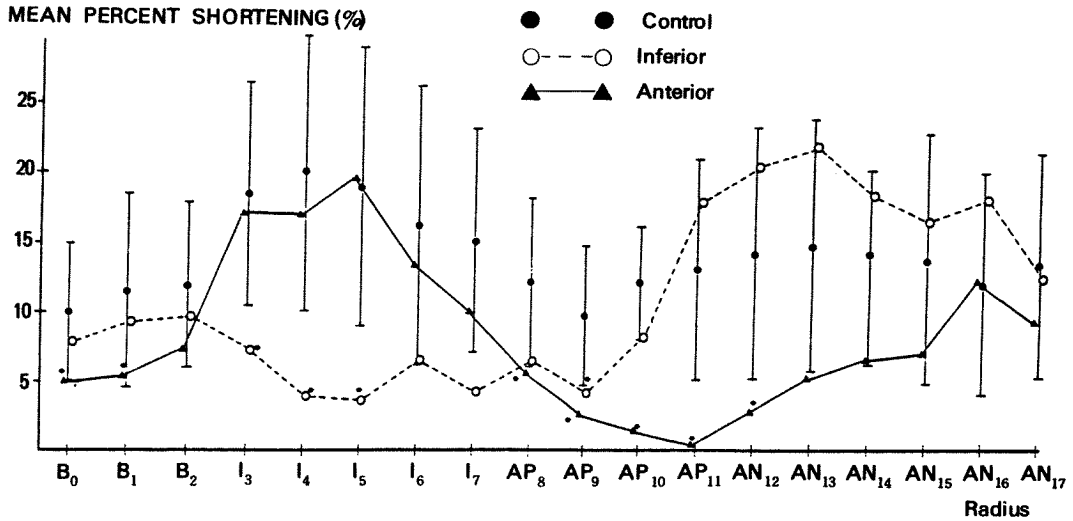


Fig. 3. Mean percent shortening of two-chamber view.

심저부에서는 전벽심근경색증군이 정상대조군에 비해 의미있는 운동장애를 보여, 급성심근경색증시 국소부위의 운동장애 외에도 심첨부와 심저부를 잇는 장축상의 운동이 감소됨을 관찰할수 있었다 (그림 2).

심첨사방단면도 (apical four-chamber view)에서도 측벽과 중격운동의 MPS를 측정하였는데 두군 모두에서 전반적인 심근벽 운동의 감소를 보였으며 특히 심저부 (전벽경색증군; 6.47-8.18%, 하벽경색증군; 7.26%)와 심첨부 (전벽경색증군; 5.85-8.38%, 하벽경색증군; 6.03-8.4%)의 mean percent shortening은 정상대조군 (심첨부; 10.07-13.87%, 심저부; 12.2-13.31%)에 비해 유의한 운동량의 감소를 관찰할 수 있었다 ($p<0.01$).

고 안

급성심근경색증에서 심근벽 운동의 관찰은 심근경색의 부위나 정도를 측정하는데 신뢰성 있는 방법으로 알려져 있으며 심근벽운동의 정량적분석은 1973년 Harries 등의 혈관영화조영술 (cinangiogram)을 이용한 심근벽운동의 관찰이후 연구발전되어 왔다⁸⁾.

좌심실 심근벽 운동의 관찰은 크게 방사성핵종 심혈관조영술 (radionuclide scans)을 포함한 심혈관조영술 (angiocardiography)과 심초음파도 (echocardiography)등으로 구분되는데, 전자의 경우 silhouette perimeter 상의 국소부위만 측정할 수 있는 제한이 있는 반면 후자는 여러 단면 (sectional levels)에서 관찰할 수 있음으로 보다 광범위한 측정이 가능하다¹⁸⁾. 또한 심초음파에 의한 심근벽 운동의 관찰은 급성심근경색증의 초기에 비관혈적 방법으로 심근경색의 위치나 정도를 판단하거나 허혈성 심질환의 진단등 여러 방면에서 활용되고 있으며, 객관성 있는 심근벽운동의 판단을 위해 보다 정량적 분석방법이 연구 발전되고 있다⁹⁾. 즉 심초음파도를 digitize하여 automatic edge detection이나 analysing methods등 과거 많은 시간과 노력이 필요했던 방법들이 computerization 되어 임상적으로 많이 응용되고 있다.

본 연구에서는 심초음파도에서 급성심근경색증의 위치와 정도를 추정하는 정량적 측정방법의 유용성과 임상적 응용가치를 판단하고자 하였다. 심초음파도에 의한 심근벽 운동의 정량적 분석은 저자마다 다른 견해를 보여 아직 보편적인 방법이

없으며, 아직 해결해야 할 문제점이 많다.

첫째, 심초음파도의 어느 단면에서 심근벽 운동을 관찰하느냐 이다. 심초음파에 의한 심근벽 운동의 관찰시 흉골연 단면도 (parasternal view)는 한단면에서 여러 부위의 운동을 같이 측정할 수 있어 많이 사용되나, land mark가 적어 기준점의 설정이 어렵고 심첨부의 관찰이 어려우며 흉부질환에 의해 장애되는 경우가 많다²²⁾. 반면 심첨장 축단면도(apical long axis view)는 폐질환 등에 의한 장애가 비교적 적고, 심첨사방단면도(apical four-chamber view)와 심첨이방단면도(apical two-chamber view)를 같이 이용하면 심첨사방단면도에서는 측벽과 중격을, 심첨이방단면도에서는 전벽과 하벽을 각각 관찰하고 심첨부와 승모판막등 land mark가 쉬운 장점이 있으나, 여러부위를 동시에 측정할 수 없고 심근벽 운동장애에 의한 심첨부의 이동이 심한경우 정확한 측정이 어려운 단점들이 있다.

둘째로 심초음파도에서 관찰되는 심근벽 운동의 기준점을 어떻게 설정할 것인가 이다. 이는 3차원적인 심장의 운동을 고정된 한 단면에서 측정하기 어려우며, 심장이 수축시 장축이 약간 전방 이동하며 전체적으로 회전함으로써 정확한 기준점을 설정하기 곤란하다³⁾. 근래 많이 사용되는 심근벽 운동의 정량적 분석시 중심점의 설정 방법에 따라 고정된 fixed axis 방법과 심장의 움직임에 따라 중심점 및 장축을 이동시키는 floating axis 방법으로 구분할 수 있다. 대부분의 경우 심장의 수축시 전반이동은 미소하나 국소적인 심근벽의 운동장애가 있는 경우 이런 심장의 이동은 더욱 커진다. Force 등⁵⁾은 coronary artery bypass graft 후 심근벽 운동의 관찰시 floating axis method가 fixed axis method에 비해 더욱 정확히 측정할 수 있다고 보고하였고, Grube 등⁹⁾은 심첨사방단면도에서 심근벽 운동의 관찰시 floating method가 fixed external method에 비해 정확하다고 보고 하였으나 Parisi 등¹⁸⁾은 fixed method가 더 우월하다 하여 아직 확실치 않으나 근간에는 floating axis method가 많이 사용된다.

Schnittger 등¹⁹⁾은 허혈성 심질환과 idiopathic dilated cardiomyopathy 환자 31명의 심근벽 운동을 44가지 방법으로 mean percent shortening을 측정해 20명의 정상인과 비교하였는데 유두근 부위의 short axis view에서는 fixed external reference system 이, 심첨사방상에서는 translating 을 포함한 floating reference system 이 가장 적절하다고 보고하였다. 이는 Ingels 등¹²⁾의 보고에서 처럼 심첨부는 반시계 방향으로, 심저부는 시계방향으로 회전함에 비해 중심부(middle segment)의 움직임이 비교적 적음에 의한 것으로 추정할 수 있다.

이외에도 심근벽 운동의 직각적 분석시 방향선의 각도를 설정하는 문제가 있는데, Schnittger 등이 5, 10, 20, 30, 45도 간격으로 각각 측정하여 비교하였는데, 심근벽 운동의 이상을 발견하는데 차이가 없다고 보고하였다. 또한 Gelberg 등⁶⁾도 심혈관조영술에 의한 좌심실 심근벽 운동의 분석시 radial method 보다 각 방향에서 면적을 측정하여 비교하는 area method가 더욱 민감하다 보고하였으나, Parisi 는¹⁸⁾ 반대의 견해를 보였고, Schnittger 등은 두 방법에 차이를 보이지 않는다고 보고하여 상기 두방법의 차이는 현재 큰 의미가 없는 것으로 추정된다.

본 연구에서는 심첨사방단면도에서 관찰한 심근벽운동을 floating axis 방법을 이용하여 mean percent shortening을 구하여 급성 심근경색증 환자와 정상대조군과 비교하였다. Mean percent shortening의 평균치는 Force⁴⁾등과 Schnittger 등의 보고와 유사하였고, 전벽경색증에서는 전벽에, 하벽경색증군은 하벽에 의미있는 심근벽 운동의 저하를 관찰할 수 있었는데 두군 모두에서 심첨부와 심저부의 운동이 감소되어 있는것은, 본 연구에서 중심점의 설정시 심첨부와 승모판막의 이분점으로 하였기 때문에 심첨부의 심근벽운동 저하가 반영된것으로 추정할 수 있다.

결 론

급성 심근경색증 환자에서 심초음파도를 이용하

용 좌심실 심근벽 운동의 정량적분석을 위해 심첨 사방단면도 및 심첨이방단면도에서, 심첨부와 승모판륜 중앙점을 연결하는 선을 장축으로 하고, 이 선의 이분점을 중심점으로 설정하였으며, translation과 rotation의 교정을 포함하는 floating axis system으로 mean percent shortening을 구하였다.

대상은 급성전벽경색증 16명과 급성하벽경색증 10명 및 정상대조군 12명으로 하였는데, 전벽경색증군은 전벽에 하벽경색증군은 하벽에 각각 심근벽저운동증을 보였으며, 심첨부와 심저부를 잇는 장축상의 운동도 저하됨은 관찰할 수 있었다.

심초음파도의 심첨사방 및 이방단면도를 이용한 좌심실의 심근벽 운동의 정량적분석은 객관성있는 유의한 검사로 추정되며, 임상적 활용을 위해 연구 및 개발이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCE

- 1) 박정의 · 김영훈 · 서순규 : 左心室 壁運動의 定量的 分析. 대한내과학회잡지 30:490, 1986
- 2) 金永大 · 吳東眞 · 曹明燦 · 李命默 · 李明哲 · 徐正燾 · 李迎雨 : 급성 심근 경색증에서의 국소 심박출계수 및 국소 심근벽운동에 관한 임상적 고찰. 순환기 15:27, 1985
- 3) Falsetti HL, Marcus ML, Kerber RE, Skorton DJ: Quantification of myocardial ischemia and infarction by left ventricular imaging. *Circulation* 63:747, 1981
- 4) Force T, Bloomfield P, O'Boyle JE, Pietro DA, Dunlap RW, Khuri SF, Parisi AF: Quatitative two-dimensional echocardiographic analysis of motion and thickening of the interventricular septum after cardiac surgery. *Circulation* 68:1013 1983
- 5) Force T, Bloofield P, O'Boyle JE, Khuri SF, Josa M, Parisi AF: Quatitative two-dimensional echocardiographic analysis of regional wall motion in patients with perioperative myocardial infarction. *Circulation* 70:233, 1984
- 6) Gelberg HJ, Brundage BH, Glantz S, Parmley WW: Quantitative left ventricular wall motion analysis: a comparision of area chord and radial methods, *Circulation* 59:992, 1979
- 7) Gibson RS, Bishop HL, Stamm RB, Cramp-ton RS, Beller GA, Martin RP: Value of early two dimensional echocardiography in patients with acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 49:1110, 1982
- 8) Gillam LD, Hogan RD, Foale RA, Franklin TD, Newell JB, Guyer DE, Weyman AE: A comparision of quantitative echocardiographic methods for delineating infarct-induced abnormal wall motion, *Circulation* 70:113, 1984
- 9) Grube E, Hanisch H, Neumann G, Simon H: Quantitative evaluation of LV-wall motion by two-dimensional echocardiography *J Am Coll Cardiol* 1: 581, 1983 (abst)
- 10) Heger JJ, Weyman AE, Wann LS, Dillon JC, Feigenbaum H: Cross-sectional echocardiography in acute myocardial infarction: Detection and localization of regional left ventricular asynergy. *Circulation* 60:531, 1979
- 11) Heger JJ, Weyman AE, WAnn LS, Rogers EW, Dillon JC, Feigenbaum H: Cross sectional echocardiographic analysis of the extent of left ventricular asynergy in acute myocardial infarction. *Circulation* 61: 1113, 1980
- 12) Ingels NB, Daughters GT II, Stinston EB, Alderman EL: Measurement of mid-wall myocardial dynamics in intact man by radiography of surgically implanted markers. *Circulation* 52: 859, 1975
- 13) Kemper AJ, O'Boyle JE, Sharma S, Cohen CA, Kloner RA, Khuri SF, Parisi AF: Hydrogen peroxide contrast-enhanced two-dimensional echocardiography: real-time in vivo delineation of regional myocardial perfusion. *Circulation* 68: 603, 1983
- 14) Lieberman AN, Weiss JL, Jugdutt BI, Becker LC, Bulkley BH, Garrison JG, Hutochins GM, Kallman CA, Weisfeldt ML: Two-dimensional echocardiography and infarct size:

- Relationship of regional wall motion and thickening to the extent of myocardial infarction in the dog. Circulation 63: 739, 1981*
- 15) Medina R, Panidis IP, Morganroth J, Kotler MN, Mintz GS: *The value of echocardiographic regional wall motion abnormalities in detecting coronary artery disease in patients with or without dilated left ventricle. Am Heart J 109: 799, 1985*
 - 16) Nixon JV, Narahara KA, Smitherman TC: *Estimation of myocardial involvement in patients with acute myocardial infarction by two-dimensional echocardiography. Circulation 62: 1248, 1980*
 - 17) Pandian NG, Koyanagi S, Skorton DJ, Collins SM, Eastham CL, Kieso RA, Marcus ML, Kerber RE: *Relation between 2-dimensional infarct size and coronary risk area in normal and hypertrophied myocardium in dogs. Am J Cardiol 52: 1318, 1983*
 - 18) Parisi AF, Moynihan PF, Folland ED, Feldman CL: *Quantitative detection of regional left ventricular contraction abnormalities by two-dimensional echocardiography. Circulation 63: 761, 1981*
 - 19) Schnittger I, Fitzgerald PJ, Gordon EP, Alderman EL, Popp RL: *computerized quantitative analysis of left ventricular wall motion by two-dimensional echocardiography. Circulation 70: 242, 1984*
 - 20) Tanaka M, Nitta S, Nitta K, Sogo Y, Yamamoto A, Katahira Y, Sato N, Ohkawai H, Tezuka F: *Non-invasive estimation by cross sectional echocardiography of myocardial damage in cardiomyopathy. Br Heart J 53: 137, 1985*
 - 21) Visser CA, Lie KI, Kan G, Meltzer R, Durrer D: *Detection and quantification of acute, isolated myocardial infarction by two dimensional echocardiography. Am J Cardiol 47: 1020, 1981*
 - 22) Visser CA, Kan G, Lie KI, Becker AE, Durrer D: *Apex two dimensional echocardiography: Alternative approach to quantification of acute myocardial infarction. Br Heart J 47: 461, 1982*
 - 23) Wyatt HL, Heng MK, Meerbaum S, Hestenes JD, Cobo JM, Davidson RM, Corday E: *Cross-sectional echocardiography: I. Analysis of Mathematic models for quantifying mass of the left ventricle in dogs. Circulation 60: 1104, 1979*
 - 24) Wyatt JL, Meerbaum S, Heng MK, Rit J, Gueret P, Corday E: *Experimental evaluation of the extent of myocardial dyssynergy and infarct size by two-dimensional echocardiography. Circulation 63: 607, 1981*