

ECG Gated Blood Pool Scan을 이용한 심실벽 역행성 운동의 평가

— Cine Loop, Phase Analysis, Paradox Image의 비교 —

경북대학교 의과대학 핵의학교실

이재태 · 김광원 · 정병천 · 이규보 · 황기석

내과학교실

채 성 철 · 전 재 은 · 박 의 현

영남대학교 의과대학 내과학교실

이 형 우 · 정 진 홍

— Abstract —

Identification and Assessment of Paradoxical Ventricular Wall Motion Using ECG Gated Blood Pool Scan

— Comparison of Cine Loop, Phase Analysis and Paradox Image —

Jae Tae Lee, M.D., Gwang Weon Kim, M.D., Kyu Bo Lee, M.D. and Kee Suk Whang, M.D.

Department of Nuclear Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University, Taegu, Korea

Sung Chul Chae, M.D. and Wee Hyun Park, M.D.

Department of Internal Medicine

Hyong Woo Lee, M.D. and Jin Hong Chung, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Yeoungnam National University, Taegu, Korea

Sixty-four patients with paradoxical ventricular wall motion noticed both in angiocardiology or 2-dimensional echocardiography were assessed by ECG gated blood pool scan (GBPS). Endless cine loop image, phase and amplitude images and paradox image obtained by visual inspection of each cardiac beat or Fourier transformation of acquired raw data were investigated to determine the incremental value of GBPS with these processing methods for identification of paradoxical ventricular wall motion. The results were as follows:

1) Paradoxical wall motions were observed on interventricular septum in 34 cases, left ventricular free wall in 26 and right ventricular wall in 24. Underlying heart diseases were ischemic (23 cases) valvular(9), congenital heart disease (12), cardiomyopathy (5), pericardial effusion(5), post cardiac surgery(3), cor pulmonale (2), endocarditis(1) and right ventricular tumor(1).

2) Left ventricular ejection fractions of patients with paradoxical left ventricular wall motion were significantly lower than those with paradoxical septal motion($p < 0.005$).

3) The sensitivity of each processing methods for detecting paradoxical wall motion was 76.9% by phase analysis, 74.6% by endless cine loop mapping and 68.4% by paradox image manipulation respectively. Paradoxial motions visualized only in phase, paradox or both images were appeared as hypokinesia or akinesia in cine loop image.

4) All events could be identified by at least one of above three processing methods, however only 34 cases (48.4%) showed the paradoxical motios in all of the three images. By these findings, we concluded that simultaneous inspection of all above three processing methods-endless cine loop, phase analysis and paradox image-is necessary for accurate identification and assessment of paradoxical ventricular wall motion when performing GBPS.

서 론

심실은 전기적인 신호에 의해 대칭적인 수축이 일어나게 되나, 심근이나 판막에 이상이 있거나 전도장애, 혈액의 역류가 있으면 국소적인 심실벽 운동의 저하나 역행성 운동이 발생하게 된다. 역행성 심벽운동이 있는 부위는 심실류에서와 같이 심부전증과 흉통을 야기하고 치명적인 부정맥 발생의 원인이 될 수 있는데, 외과적인 절제술로 치료가 가능한 경우도 있으므로 저운동증이나 무동증이 있는 부위와는 명백한 구분이 필요하다¹⁾. 1970년 Zaret등²⁻³⁾이 심실 기능을 평가하는데 방사성핵종 심혈관 촬영술을 이용한 이래, 많은 연구자들⁴⁻¹⁰⁾이 Gated Blood Pool Scan(이하 GBPS)을 이용하면 심실 기능과 함께 심벽운동을 비침습적으로 평가할 수 있다고 보고하였다. 특히 GBPS 시행 후 수학적인 Fourier 변환을 이용한 위상분석법(phase analysis)이나 여러가지의 기능적인 영상을 모출하면 심벽의 국소적인 운동을 보다 정확하게 진단할 수가 있다¹¹⁻¹⁴⁾.

저자들은 X-선 심혈관조영술과 심초음파도에서 심실벽의 역행성 운동이 관찰된 환자에서 GBPS를 시행하여 심실의 기능을 평가하고, cine loop영상과 위상분석영상, paradox 영상에서 나타난 소견을 비교하여, 역행성 심실운동의 진단에 대한 기능적 영상의 실제 임상에서의 이용에 관하여 연구하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

1989년 6월에서 1990년 4월 사이에 경북대학교 병원 에서 X-선 심혈관촬영술이나 심초음파도 검사를 받은 환자중 심실중격이나 심실벽이 역행성 운동이 관찰된 61

명에서 64회의 GBPS를 실시하였다. 이들의 성별은 남자 42명 여자 19명이었으며, 연령의 평균은 52세였고 21세에서 81세의 분포를 보였다 역행성 심벽운동의 판단은 X-선 심혈관촬영상이나 심초음파도에서 국소적이거나 전체적인 이상운동이 있으면서 수축기 동안에 심벽의 일부분이 확장기보다 돌출되었거나 심실중격 운동의 방향이 수축기 동안 우심실로 향하는 경우로 하였다. 이들의 임상적인 진단은 Table 1에 표시 한 바와 같이 허혈성 심질환이 23명, 판막 질환이 9명, 선천성 심장병 12명, 심근병증 5명, 폐성심 2명, 우심실 종양과 세균성 심내막염이 각각 1명이었다.

2. 방 법

pyrophosphate를 주사후에 20 mCi ^{99m}Tc-pertecnetate를 전주정맥에 주사하여 적혈구를 표지하는 체내 적혈구표지법으로 GBPS를 시행하였는데, 방사성핵

Table 1. Summary of Patients with Paradoxical Wall Motion

Diagnosis	No. of Cases
Ischemic heart disease	23
Valvular heart disease	9
Congenital heart disease	12
ASD	11
VSD	1
Cardiomyopathy	5
Pericardial effusion	5
Open heart surgery	3
Bacterial endocarditis	1
Cor pulmonale	2
Right ventricular tumor	1
Total	61

중이 전신에서 평형상태가 된 이후에 gamma camera detector를 좌심실과 우심실, 심방과 심실의 분리가 잘 되도록 10° caudal tilt시킨 45°좌전사위에서의 심장부위 scintiimage를 심진도에 연결된 Microdelta computer (Siemens Co)에 수록하였고 필요시에는 전위와 좌측위를 보충하여 촬영하였다. 한 심주기는 20화면으로 나누어 화면당 40만 count를 얻었으며 최빈맥박수의 +10%내의 심박만 수록하여 박동의 차이에 의한 오차를 최소화하였다. 수록된 영상에서 좌심실에 관심영역을 정하여 1심박 동안의 시간방사능곡선을 얻었고 배후방사능을 보정한 구혈계수를 구하였는데, 좌심실의 구혈계수는 50~80%를 정상범위로 간주하였다. 이어 endless cine-loop를 만들어 심벽운동을 관찰하여, 수축기 동안 심벽이 이완기보다 돌출하는가를 보았는데, 육안적으로 구별이 어려운 의심스러운 부분은 역행성 운동이 없는 것으로 간주하였다. 이어 Siemens사의 phase analysis program으로 심장의 운동에 따른 방사능 활성치의 변화를 수학적인 Fourier 변환을 한 영상을 만들어 심장 수축의 진폭과 위상각의 분포를 통하여 이상위상각이 나타난 부위를 관찰하였다. 그리고 stroke count image, ejection fraction image와, 수축기말 화면에서 확장기말 화면을 뺀 paradox영상에서 심실부위에서 나타나는 방사성 활성치의 분포를 관찰하였다. 위상분석영상과 paradox 영상은 심장구조의 분석이 잘되고 운동부하 검사시에 기준이 되는 45° 전사위를 사용하여 묘출하였다.

결 과

1. 질병 분포

역행성 운동이 관찰된 부위는 심실중격이 34예, 좌심실벽이 26예, 우심실벽이 4예였다. 중격의 역행성운동에 관련된 임상상태는 우심의 확장이 있었던 선천성 심장병이 가장 많았고, 승모판막질환과 심근경색이 각 7예, 그의 심낭 삼출, 개심술후, 폐성심등에서 볼 수 있었다. 그러나 좌심벽에서 관찰된 26예 중에는 심근경색에 의한 심실류가 16예로 가장 많았고 판막질환, 심근병증, 심내막염등에 의한 경우도 있었다. 우심실벽의 운동에 관련된 질환은 우심실의 심근경색증, 심근병증, 우심실 증양, 갑상선 기능저하에 동반된 심낭 삼출등이었다 (Table 2).

Table 2. Conditions Associated with Paradoxical Wall Motion

Location	Condition	No. of Cases
Septum (34)	valvular heart disease	7
	congenital heart disease	12
	myocardial infarction	7
	pericardial effusion	3
	open heart surgery	3
	cor pulmonale	2
LV wall (26)	myocardial infarction	18
	valvular heart disease	4
	cardiomyopathy	3
	bacterial endocarditis	1
RV wall (4)	myocardial infarction	1
	cardiomyopathy	1
	RV tumor	1
	pericardial effusion	1

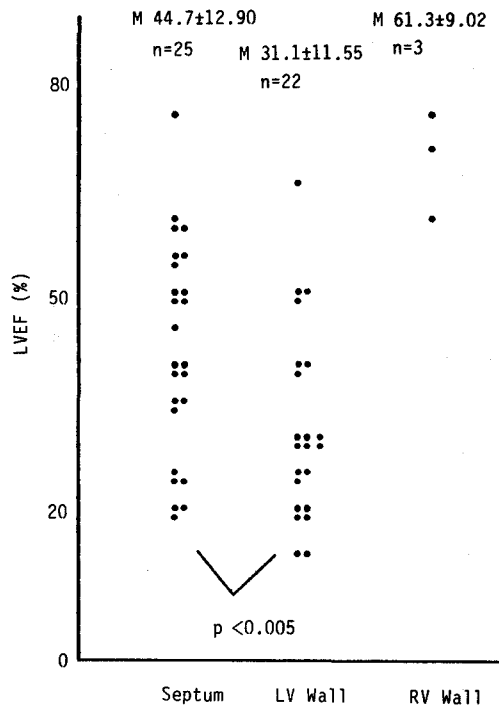


Fig. 1. Distribution LVEF in Patients with Paradoxical Ventricular Wall Motion.

2. 좌심실 구혈계수

좌심실의 구혈계수는 중격에 역행성 운동이 있었던 25예에서는 44.9 ± 12.9% (Mean ± SD), 좌심실벽에 있었

던 22예에서는 31.1+11.5%로, 좌심실벽에 이상운동이 있었던 예가 유의하게 낮았으나 ($p < 0.005$) 우심실벽의 경우에는 61.3±9.0%의 정상범위로 나타났다(Fig. 1).

3. 발생부위에 따른 진단율

심실중격의 역행성 운동이 있었던 34예중 cine-loop 영상에서 관찰된 것은 26예(76.5%)였고, 위상분석 영상에서 이상 위상각의 분포로 나타난 것은 22예(64.7%)였으며 paradox 영상에서 양성으로 나타난 것은 21예(55.9%)였다. cine-loop에서만 나타났던 경우는 12예(35.5%)였음에 비해 3가지 방법에 모두 볼 수 있었던 경우도 12예였다. 좌심실의 역행성 운동이 있었던 26예에서는 cine-loop에서 양성인 경우는 18예(69.2%)였고, paradox 영상에서 양성인 것이 22예(84.6%)였는데 비하여, 위상분석 영상상에서는 전예에서 이상 위상각의 분포가 나타났고 3가지 방법 모두에서 양성인 경우는 16예(61.5%)였다. 우심실벽의 역행성 운동이 있었

던 4예에서는 cine-loop에만 나타난 것이 1예 있었으나 3예에서는 3가지 방법 모두에서 관찰할 수 있었다(Fig. 2).

4. 전체적인 예민도

전체 64예의 역행성 심실벽 운동에 대한 예민도는 45° 전사위를 기준으로 하였을 때 cine-loop영상이 75%(48예), 위상분석 영상이 79.7%(51예), paradox 영상이 68.3%(43예)였으며 3가지 영상 모두에서 양성으로 나타난 것은 31예(48.4%)였다(Fig. 3).

고 찰

우리나라에서도 관상동맥 질환의 빈도가 증가함에 따라서 심근경색의 합병증인 심벽의 이상운동이 동반된 심실류를 빈번하게 볼 수 있다. 또한 심장병에 대한 진단 수기가 발달하고 개입술이 널리 시행됨에 따라 여러 심질환에서 심벽의 이상 운동이 발생한다고 알려지게 되었다. 심실 중격의 역행성 운동은 좌전하행 관상동맥질환, 좌각차단에 의한 전도장애, 우심실의 과부하, 심낭 삼출, 심장 수술후의 상태등에서 나타난다고 보고¹⁵⁻¹⁹⁾되고 있는데 저자의 대상에서는 우심확장이 동반된 선천성 심장병에서 관찰된 경우가 가장 많았고, 판막 질환, 중격이

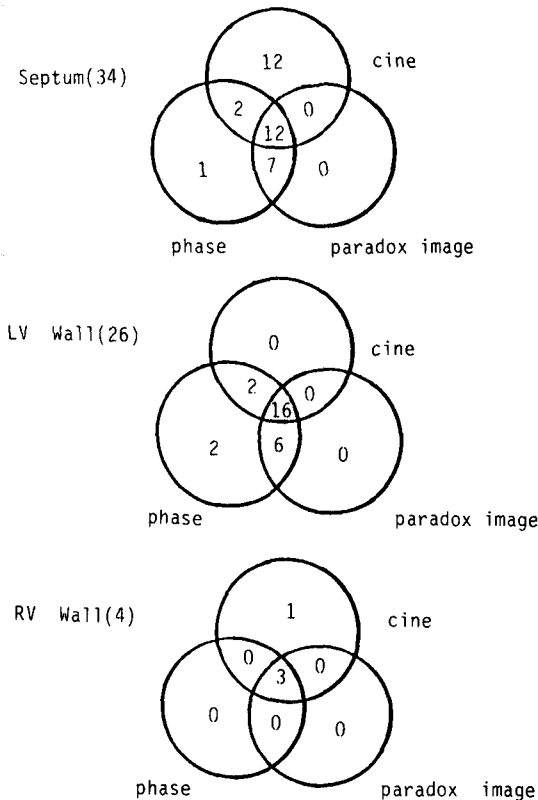


Fig. 2. Sensitivity of Various Processing Modes in the Detection of Individual Paradoxical Wall Motion.

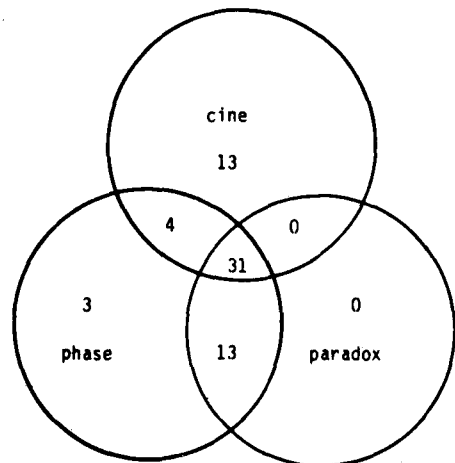


Fig. 3. Sensitivity of Various Processing Modes in the Detection of Overall Paradoxical Wall Motion.
 sensitivity of cine loop: 48/64 (75%)
 sensitivity of phase analysis: 51/64 (79.4%)
 sensitivity of paradox image: 44/64 (68.3%)
 **positive in all above modes: 31/64 (48.4%)

심근경색등도 주요한 원인 질환이었다. 좌심실벽의 역행성 운동은 심실류와 심근병증등에서 보인다고 하는데^{21~25)}. 저자들의 26예에서도 심근경색에 의한 심실류가 가장 많은 원인 질환이었다. 본 연구에서 역행성 운동이 관찰된 부위에 따라 좌심실의 구혈계수를 비교한 결과 좌심실벽에 있었던 경우가 중격에서보다 낮았는데 Table 2에 나타난 바와 같이 좌심실의 이상운동의 원인 질환에는 심실의 기능 장애를 야기하는 심근경색이나 심근병증이 많았음과 관련이 있으리라 추측된다.

역행성 심벽 운동이 있는 부위를 확인하고 이상운동의 정도를 평가하는 것은 원인 질환의 추적과 치료를 위한 필수적인 단계로 알려져 있다. 심벽의 역행성 운동은 심첨부나 심연부에서 심장 수축시에 이중적이 팽창을 감지

하거나, 동맥 부위에서의 pulsus bisferiens의 촉진과 같은 이학적 검사와 심전도 검사상 ST 분절의 지속적인 상승, 흉부 X-선 촬영상 심연부 팽창이 동반된 심비대등의 소견을 통한 간접적인 진단방법이 있으나 X-선 심혈관 촬영술과 심 초음파도를 이용한 진단 방법이 가장 정확하다고 알려져 왔다. X-선심혈관 촬영술은 해상력이 양호하고 좌우단락과 산소 포화도의 측정과 같은 혈액학적인 변화를 규명할 수 있으나 침습적인 검사로서 시행시에 일시적인 심근 억제와 심각한 부정맥이 발생할 위험이 있어 추적검사로는 적당하지가 않다. 그러므로 수술을 할때나 치료적인 시술을 시행하기 전에 확진을 위한 검사로 실시하는 것이 좋다고 한다. 또한 심초음파도 검사는 비침습적인 방법이고 중격이나 좌심실벽 운동은

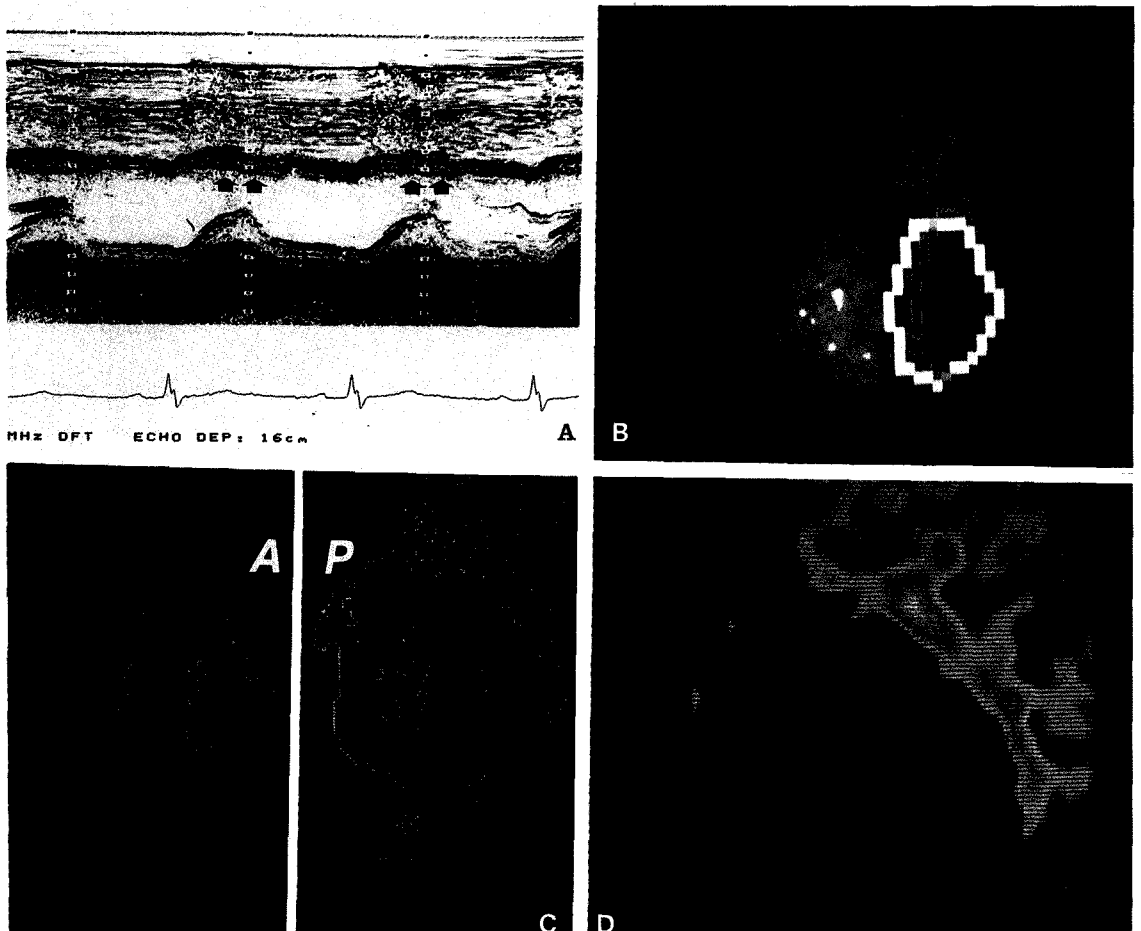


Photo 1. Paradoxical septal motion documented in patient with atrial septal defect. Paradoxical motion (arrow head) was detected in echocardiogram and cine loop image, but not in phase and paradox image. (A: echocardiogram B: cine loop image C: amplitude and phase image D: paradox image)

비교적 관찰이 용이하나 심실의 모든 부분은 볼 수는 없어 관상동맥 질환에서 발생하는 심벽의 국소적인 이상운동을 평가하는데는 어려움이 있다고 알려져 있다²⁶⁾. 방사성 동위원소 심혈관 촬영술은 Zaret등²⁻³⁾에 의해 처음 심벽운동의 평가에 이용되었는데 Zaret등은 수축기

말의 화면과 확장기말의 화면을 중첩시켜 수축기 동안에 심벽운동이 적거나, 이상운동이 있는 부위를 평가할 수 있다고 보고하였다. 이후 많은 연구자들이 심실류나 이상운동증의 평가에 대한 GBPS의 유용성을 보고한 바가 있는데, Friedman등⁴⁾은 고해상 콜리메타의 40° 우전사

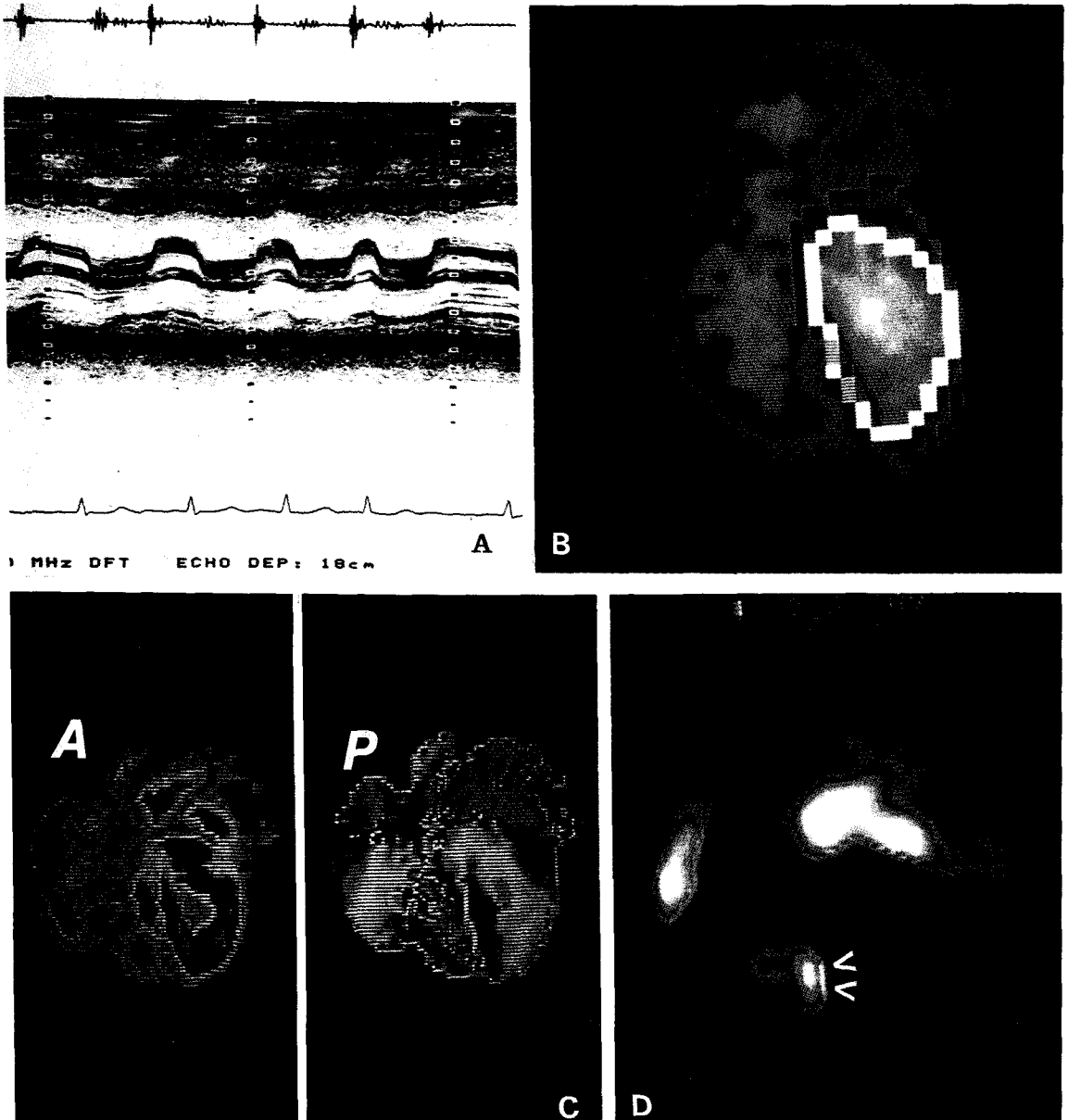


Photo 2. Paradoxical septal motion documented in patient with rheumatic mitral stenosis. Paradoxical motion (arrow head) was detected in phase and paradox image, but appeared as septal hypokinesia in cine loop image. Echocardiogram showed typical mitral stenosis picture.

위, 40° 좌전사위, 전위로 촬영하여 역행성 운동이 있는 심실류의 진단에서 감수성은 95%였고 전체적인 정확도는 96%였다고 하였고, Barady등¹⁰⁾은 운동전후의 10° 우전사위의 GBPS를 실시하여 X-선 심혈관촬영술과 78~86%의 일치율을 보였다고 보고하였다. 또한 Hopkins등⁹⁾은 30° 우전사위와 좌전사위로 검사한 전예에서 무동증과 역행성 운동을 구별할 수 있었다고 하였고, Rigo등⁸⁾은 우전사위와 좌전사위로 200~400 심박을 기록한 GBPS로 95.4%에서 역행성 심벽운동과 무동증을 감별할 수가 있었으므로 심근경색 후 심실류가 의심되면 GPBS를 실시하고 여기에서 국소적인 이상이 있고 수술의 적응이 되면 관상동맥촬영술과 X-선 심혈관촬영술을 실시하라고 권하였다. 국내에서도 안등⁸⁾이 GBPS가 좌심실벽 운동의 평가에 유용하다고 보고하였고, 개심술 후에 발생하는 역행성 중격운동의 관찰에도

사용된 바가 있다⁹⁾. 그러나 80년대 이후에 GBPS를 실시 후에 얻어진 자료를 Fourier 변환시켜 재구성한 위상 분석 영상과 여러 종류의 기능적인 영상이 임상에 도입되어 심장 핵의학 영역을 확대 시켰으나^{11~13)}, 심벽운동의 평가에는 널리 쓰이지는 못하고 있는 형편이다. 이에 저자들은 기능적인 영상들을 동시에 도출하여 심벽운동을 평가하여 지금까지 널리 사용되어온 cine-loop영상에서 얻은 소견과 비교하였다. 저자들의 역행성 심벽운동에 대한 cine-loop영상에서의 발견율은 74.6%로서 앞에서 언급한 보고들^{4~10)}의 성적인 78~96%보다는 낮았는데, 이는 저자의 경우 운동부하 검사의 기준이되며 기능적인 영상에서 양심실의 경계를 분리하기가 용이한 좌전사위를 중심으로 하고 X-선 심혈관촬영술이나 심초음파도로 역행성 운동이 있는 부위를 추측하여 보충적인 촬영을 하였으므로 여러 자세에서의 많은 영상을 얻었을

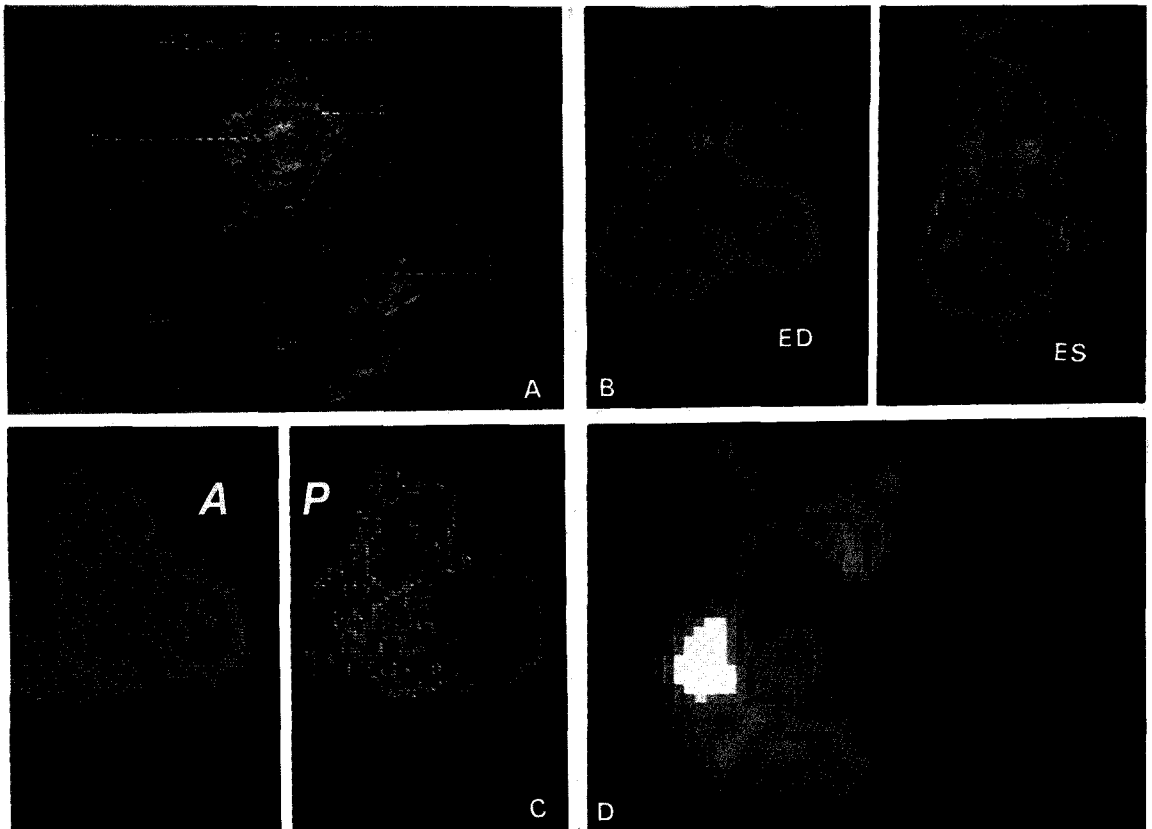


Photo 3. Paradoxical motion of the left ventricle documented in patient with ventricular aneurysm due to extensive myocardial infarction. Paradoxical motion was detected in all of the three methods and 2-D echocardiography.

때도다 양성율이 낮았다고 생각되며, 또한 cine-loop에서 역행성 운동과 무동증의 명확한 구분이 곤란한 경우는 무동증으로 판단하였음에도 원인 있으리라 생각된다. Friedman등⁴⁾과 Kelly등⁷⁾도 이러한 문제를 극복하기 위해서는 좌측위를 항상 시행하라고 추천하였으나 심방과 경계를 지우기 어려운 기저부는 아직도 사각으로 남는다고 하였다. 그러나 심낭 삼출이 있거나 우심의 과부하에 의해 중격의 역행성 운동이 발생한 경우에는 cine-loop영상에서만 관찰할 수 있는 경우가 많았는데 이는 심낭대의 액체에 떠있는 상태에서 심장의 요동(swinging)이 있거나 확장된 우심실의 과도한 운동에 따라 중격이 역행성 운동을 나타내나 심실의 다른 부위

와 수축이 일어나는 시간의 차이는 없으므로 위상분석영상이나 paradox 영상에는 중격이 정상 위상각의 분포를 나타내었음에 기인하였을 것이다. 좌심실의 경우에는 cine-loop에서만 발견된 예는 없었고 cine-loop에서의 양성율도 낮았는데 반해, 전예에서 위상분석화면에서 이상 위상각의 분포를 볼 수가 있었는데 특히 후벽 기저부에 심실류가 있었던 1예에서 cine-loop에는 저운동증으로 보였으나 위상분석화면에는 명확한 구별이 가능하였다. 그러나 위상분석화면 단독으로 이상 위상각의 범위를 결정하면 관찰자에 따른 편견과 오차가 발생할 수 있고, 판막의 폐쇄부전이나 단락에 의한 혈류의 역류시에도 역행성 심벽운동은 없으나 이상 위상각으로 나타나

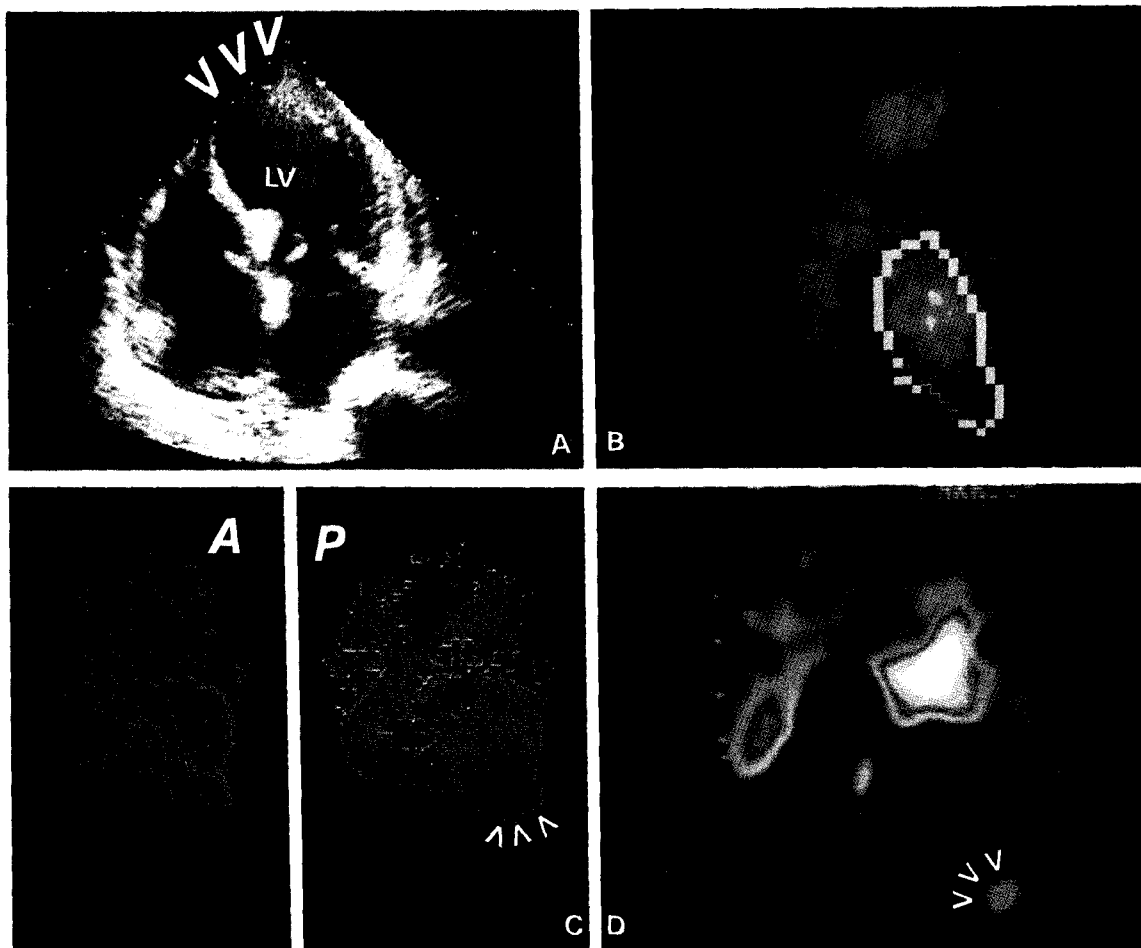


Photo 4. Paradoxical motion of the right ventricle documented in the patient with right ventricular tumor. 2-D echocardiogram showed hyperechoic mass in right ventricle, and paradoxical motion could be detected in all of the three methods. (A:2-D echocardiogram B: end diastole and end systole image C: amplitude and phase image D: paradox image)

므로 임상적인 소견을 충분히 고려하여야 할 것이다. 수축기말 화면에서 확장기말 화면을 뺀 paradox 영상의 진단율은 68.3%였고 역행성 운동이 경미하게 있는 경우에는 폐야의 배후 방사능치와 구분이 되지 않거나 나타나지 않은 경우가 있었고 역행성 운동이 수축기말에 일어나지 않고 조직에 발생할 시에는 진단할 수가 없었다. 우심실벽의 역행성 운동이 관찰된 4예는 심한 심낭삼출환자 1예외에는 3방법 모두에서 진단할 수 있었는데, 우심실의 이상운동증은 초음파도로 접근하기가 쉽지않고 우심실은 수축력이 낮아 X-선 심혈관 촬영술에서도 역행성운동부위를 진단하기가 어렵기 때문에 Shaffer등²⁷⁾과 Lisbona등²⁸⁾이 보고한 바와 같이 위상분석영상이나 paradox 영상을 이용한다면 우심실의 운동을 보다 정확하게 평가할 수 있으리라 판단된다. 한편 전체적으로 3방법 모두에 양성인 경우는 48.6%에 불과하였으나 전예에서 1가지 방법이상에서 이상 운동부위를 관찰할 수 있었다.

저자들은 본 연구를 통하여 GBPS는 심벽운동을 정확하게 평가할 수 있는 검사라는 것을 알 수 있었으나 GBPS를 이용하여 심벽의 이상운동을 평가할 시에는 심벽 기저부와 하부의 운동을 관찰하기 위해 시간이 허용하는 한 여러 자세에서의 촬영을 하여야 할 뿐만 아니라 위상분석영상, paradox 영상등을 동시에 관찰하여야 진단율을 높이고 심기능을 보다 정밀하게 분석할 수가 있으므로 원인 질환의 치료에 도움을 주리라 생각하는 바이다.

결 론

X-선 심혈관촬영술이나 심초음파도에서 역행성 심벽 운동이 관찰된 64예에서 GBPS를 시행하여 endless cine-loop영상과 위상분석영상, paradox 영상을 만들어 각각 방법에서 나타난 소견과 진단율을 비교하였다.

1) 역행성 운동이 관찰된 부위는 심실중격이 34예, 좌심실벽이 26예, 우심실 벽이 4예였고, 원인질환은 허혈성심질환, 선천성심질환, 판막질환, 심근병증, 폐성심, 심실종양, 심내막염 등이었다.

2) 중격과 좌심실벽에서 역행성 운동이 있는 47예의 좌심실 구혈계수는 정상범위보다 낮았고 좌심실의 경우가 중격에서보다 더 낮았다($p < 0.005$).

3) 역행성 운동 부위는 위상분석영상에서 이상 위상

각으로 보인 것이 79.9%로 가장 많았고, cine-loop와 paradox영상에서의 양성율은 74.6%와 68.4%였는데 좌심실벽의 경우는 전예에서 위상분석영상으로 관찰할 수 있었다. cine-loop영상에만 이상운동을 볼 수 있었던 예는 우심의 과부하 상태나 심낭삼출에 의한 심장의 요동(swinging)에 의해 발생한 것이 대부분이었고, paradox 영상에서 이상소견을 볼 수 없었던 예에서는 역행성 운동이 경미하였거나 심 수축기의 조기에 역행성 운동이 있었던 경우였다. 그리고 위상 분석과 paradox 영상에서만 볼 수 있었던 예의 대부분은 cine-loop영상에서 저운동증이나 무동증으로 나타났다.

4) 3방법 모두에서 관찰할 수 있었던 경우는 31예(48.4%)였으며 어느 방법에도 나타나지 않은 경우는 없었다.

이상으로 보아 GBPS를 시행할 시에는 cine-loop영상, 위상분석영상, paradox 영상을 동시에 관찰한다면 심벽의 역행성 운동을 정확하게 진단할 수 있으므로 원인 질환의 치료와 추적검사에 도움이 되리라 생각된다.

REFERENCES

- 1) Schimert G, Falsetti HL, Bunnell IL, et al: *Excision of akietic left ventricular wall for intractable heart failure. Ann Intern Med* 70:437, 1969
- 2) Zaret BL, Strauss HW, Hurley PJ, et al: *Left ventricular ejection fraction and regional myocardial performance in man without cardiac catheterization. Circulation* 42:supp 13:120, 1970
- 3) Zaret BL, Strauss HW, Hurley PJ, et al: *A noninvasive scintiphotographic method for detecting regional ventricular dysfunction in man. NEJM* 284: 1165, 1971
- 4) Friedman ML, Cantor RE: *Reliability of gated heart scintigraphy for detection of left ventricular aneurysm: concise communication. J Nucl Med* 20:720, 1979
- 5) Hopkins GB, Kan MK, Salel AF: *Scintigraphic assessment of left ventricular aneurysm. JAMA* 240: 2162, 1978
- 6) Rigo P, Murray M, Strauss HW, Pitt B: *Scintigraphic evaluation of patients with suspected left ventricular aneurysm. Circulation* 50:985, 1974
- 7) Kelly MJ, Giles RW, Simon TR, et al: *Multigated equilibrium radionuclide angiocardigraphy: im-*

- proved detection of left ventricular wall motion abnormalities and aneurysm by the addition of the lateral views. Radiology 139:167, 1981*
- 8) 안용태, 김영태, 박영배 외 : 방사성 동위원소 gated cardiac blood pool scan을 이용한 좌심실벽 운동에 관한 연구. 대한핵의학회지 17:25, 1983
 - 9) Okada RD, Pohost GM, Nichols AB, et al: *Left ventricular regional wall motion assessment by multigated and end-diastolic, end-systolic gated radionuclide ventriculography. Am J Cardiol 45: 1211, 1980*
 - 10) Brady TJ, Thrall JH, Keyes JW, et al: *Segmental wall motion analysis in the right anterior oblique projection: comparison of exercise radionuclide ventriculography and exercise contrast ventriculography. J Nucl Med 21:617, 1980*
 - 11) Maddox DE, Holman BL, Wynne J, et al: *A noninvasive index of regional left ventricular wall motion. Am J Cardiol 41:1230, 1978*
 - 12) Bacharach SL, Green MV, Bonow RO, et al: *A method for objective evaluation of functional evaluation images. J Nucl Med 23:285, 1982*
 - 13) Goris ML: *Functional or parametric images. J Nucl Med 23:360, 1982*
 - 14) Starling MR, Walsh RA, Lasher JC, et al: *Quantification of left ventricular regional dyssynergia by radionuclide angiography. J Nucl Med 28: 1725, 1987*
 - 15) Kolibash AJ, Beaver BM, Fulkerson PK, et al: *The relationship between abnormal echocardiographic septal motion and myocardial perfusion in patients with significant obstruction of the left anterior descending artery. Circulation 56:780, 1977*
 - 16) Kerber RE, Dipple GM, Abboud FM: *Abnormal motion of the interventricular septum in right ventricular volume overload. Circulation 48:86, 1973*
 - 17) Vignola PA, Pohost GM, Curfman GD, et al: *Correlation of echocardiographic and clinical findings in patients with pericardial effusion. Am J Cardiol 37: 701, 1976*
 - 18) 신성해, 정준기, 이명철 외 : 방사성 동위원소 심혈관 촬영술을 이용한 개심술 전후의 역행성 심실중격운동에 관한 연구. 대한핵의학회지 19:67, 1985
 - 19) Abbasi AS, Eber LM, MacAlpin RN, Kattus AA: *Paradoxical motion of interventricular septum in left bundle branch block. Circulation 50:985, 1974*
 - 20) Vignola PA, Boucher CA, Curfman GD, et al: *Abnormal interventricular septal motion following cardiac surgery: clinical, surgical, echocardiographic and radiouclide correlates. Am Heart J 97:27, 1979*
 - 21) Dubnow MH, Burchell HB, Titus JL, et al: *Postinfarction ventricular aneurysm: A clinicomorphologic and electrocardiographic study of 80 cases. Am Heart J 70:753, 1965*
 - 22) Cabin HS, Robert WC: *True left ventricular aneurysm and healed myocardial infarction: clinical and necropsy observations including quantification of degree of coronary artery narrowing. Am J Cardiol 46:754, 1980*
 - 23) Morton KA, Alazraki NP, Taylor AT, et al: *SPECT thallium-201 scintigraphy for the detection of left ventricular aneurysm. J Nucl Med 28:168, 1987*
 - 24) Eaton JL, Weiss JL, Bulkley M, et al: *Regional cardiac dilatation after acute myocardial infarction: recognition by two-dimensional echocardiography. NEJM 300:57, 1979*
 - 25) Meizlich JL, Berger HJ, Plankey M, et al: *Functional left ventricular infarction: incidence, natural history, and prognostic implications. NEJM 311: 1001, 1984*
 - 26) Visser CA, Kan G, David GK, et al: *Echocardiographic-cineangiographic correlation in detecting left ventricular aneurysm: a prospective study of 422 patients. Am J Cardiol 50:337, 1982*
 - 27) Shaffer PB, Bashore TM, Moto AM, et al: *Right ventricular aneurysm due to ischemic disease: diagnosis by radionuclide angiography with location of the site of PVC origin by phase analysis. Clin Nucl Med 12:103, 1987*
 - 28) Lisbona R, Sniderman A, Derbekyan V, et al: *Phase and amplitude imaging in the diagnosis of acute right ventricular damage in inferior infarction. Clin Nucl Med 8:517, 1983*