

放射性同位元素 gated cardiac blood pool scan을 利用한 左心室壁 運動에 關한 研究

서울大學校 醫科大學 內科學敎室

안용태 · 김병태 · 박영배 · 이명철 · 조보연
서정돈 · 이영우 · 고창순 · 이문호

= Abstract =

A Study on the Left Ventricular Wall Motion with EKG Gated Cardiac Blood Pool Scan

Yong Tae Ahn, M.D., Byung Tae Kim, M.D., Young Bae Park, M.D.
Myung Chul Lee, M.D., Bo Youn Cho, M.D., Jungdon Seo, M.D., Young Woo Lee, M.D.
Chang-Soon Koh, M.D. and Munho Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University

Left ventricular wall motion was observed with EKG gated cardiac blood pool scan in 71 various cardiac diseases and 10 normal controls to evaluate its diagnostic and clinical significance in them.

1) In the presence of left ventricular dysfunction, visual evaluation of the left ventricular wall motion was useful to determine whether it was due to localized or diffuse abnormalities.

In cardiomyopathy, marked left ventricular dilatation and severe hypokinesia were noted.

2) In myocardial infarction, regional wall motion abnormalities well represented the location of infarcted areas in majority of cases. Patients with inferior wall infarction had smaller decrease of the left ventricular ejection fraction and wall motion grade than anterior or combined groups.

In whom persistent left ventricular failure was present, wall motion analysis with gated cardiac scan provided valuable information for the detection of ventricular aneurysms.

3) Evaluation of the left ventricular wall motion and its grading provided a reliable estimate of the left ventricular function.

In conclusion, visual evaluation of left ventricular wall motion and its grading provided valuable information for analyzing the characteristics of regional and global left ventricular dysfunction.

I. 서 론

좌심실 기능의 평가는 각종 심질환에 있어서 그 진단 및 치료후의 경과 관찰에 중요하다. 좌심실의 수축 기능은 심실근의 동시적인 수축에 의하여 이루어지며

* 본 연구는 1983년도 서울대학교병원 특진연구비의 보조로 이루어진 것임.

좌심실 기능저하가 있는 경우 좌심실벽의 운동을 관찰함으로써 이것이 좌심실의 국소적 병변에 의한 것인지 또는 전반적인 병변에 의한 것인지를 알 수 있다. 좌심실벽 운동상태를 평가할 수 있는 검사로는 X선심혈관영화조영술과 초음파 심음향도가 있으나 전자는 시술의 어려움과 위험이 있고 후자는 비관혈적이나 단편적이며 부정확한 단점이 있다.

1971¹⁾년부터 gated cardiac blood pool scan이 임

상에서 심기능평가에 이용되고서부터 심박출계수 측정
은 물론 좌심실용적 측정등에 간편하고 정확하며 반복
검사할 수 있는 비관혈적인 검사법으로 임상에서의 유
용도가 증가하게 되었다. 뿐만 아니라 computer 를 이
용한 gated cardiac blood pool scan은 좌심실벽의 전
반 및 극소적 운동상태를 반복적으로 관찰할 수 있어
관상동맥질환을 위시한 각종 심질환에서 좌심실기능
평가의 한 방법으로도 널리 이용되고 있다.

심장질환에서 gated cardiac blood pool scan에 의
한 좌심실벽운동평가의 진단적 가치 및 임상적 의의를
고찰하고자 저자들은 1979년 7월부터 1982년 4월까지
서울대학교병원 내과에 내원하여 gated cardiac blood
pool scan을 시행한 정상대조군 10명과 각종 심질환
환자 71명을 대상으로 좌심실벽의 운동을 관찰하고 다
른 검사 및 임상소견과 비교관찰 및 분석하여 다음과
같은 성적을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 대상 및 방법

1) 대 상

대상환자는 Table 1과 같이 정상대조군 10명, 심근
경색증 환자 23명, 심근병증 환자 16명 및 심장 판막
질환자 32명으로 총 81명이었다.

정상대조군은 이학적 및 검사소견상 심장질환이나
기타 심장기능에 영향을 미칠 수 있는 질환을 발견할
수 없는 건강인으로 하였고 또한 심실벽운동에 영향을
줄 수 있는 약물을 투여한 환자는 대상에서 제외하
였다.

심근경색증은 특징적인 임상증상, 심전도 및 혈청효
소의 변화로 확진된 예에 한하였고 심근병증은 임상소
견, 흉부 X선, 심전도, 초음파 심음향도 등에서 다른
심질환의 가능성을 모두 배제할 수 있었던 예들이었고
대부분 울혈성 심근병증 환자이었다. 심장판막질환자
는 심도자법 또는 개심술로 판막질환이 확인된 예들이
었다.

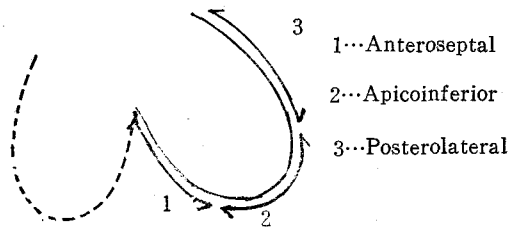
2) 검사방법

와위에서 ^{99m}Tc-Human Serum Albumin 20 mCi
를 전주정맥(antecubital vein) 또는 경정맥(jugular
vein)에 주사하고 5~10분후 방사성핵종(radionuclide)
이 심혈관내에 균일하게 퍼진 후에 gamma camera
(Ohio Nuclear Model Sigma 410) detector를 좌심실
과 우심실 및 심방과 심실의 분리가 잘 되도록 좌전사

위 40~50° 및 5~10° caudal angulation으로 하고 심
전도에 연결시켜 GAMMA-11 computer(DEC 회사)에
64×64 byte mode로 수록하였다. 그리고 한 심박동
기를 20화면으로 나누어 500주기를 모아 분석하였고

Table 1. Material

Diseases	Number(M/F)	Average age(years)
Normal control	10(5/5)	39 (19~71)
Myocardial infarction	23(23/0)	57.3(37~79)
Cardiomyopathy	16(10/6)	44.6(22~71)
Valvular heart diseases	32(24/8)	32.9(16~60)



Grading of Wall Motion

- 3: Normokinesia
- 2: Mild hypokinesia
- 1: Moderate, severe hypokinesia
- 0: Akinesia
- 1: Dyskinesia

Fig. 1. Schematic drawing of segments of LV wall.

부정맥이 있는 경우에는 심전도에 연결시켜 각 심박동
에서 확장기말과 수축기말을 찾아 총 500,000 counts
까지 모아 분석하였다.

3) 분석방법

Computer에서 한 심박동기의 각 순간에서의 화면
을 연결시켜 영화형성(Cine format)으로 만들어 좌심
실벽의 운동을 관찰하였다. 또 computer의 확장기말
과 수축기말 화면에서 좌심실벽의 등방사능 선을 정한
후 smoothing시켜 심장의 윤곽을 구하고 이것을 pola-
roid film에 증첩시켜 좌심실벽의 운동상을 분석하였
다. 위에 얻은 좌심실벽 운동상에서 심실벽을 Fig. 1
과 같이 전중격벽, 심첨하부벽 및 후측부벽의 3분절
(segment)로 구분하고 각 분절에서의 심실벽 운동정
도를 정상운동(Normokinesia)=3, 경한 운동저하증

(Mild hypokinesia)=2, 심한 운동저하증(Moderate or severe hypokinesia)=1, 무동증(akinesia)=0 및 운동곤란증(dyskinesia)=-1등의 5등급으로 구분하여 평가하였다. 이렇게 나눈 각 분절에서의 운동등급의 수치를 합산하여 이것을 전체 좌심실벽 운동지수로써 평가하였다. 좌심실 박출계수(ejection fraction: EF)는 computer 화면의 좌심실에 관심영역(Region of Interest: ROI)을 그려 좌심실의 한 심박동기에서 시간-방사능 곡선을 그리고 수축기말과 확장기말 방사능치를 구한 다음 주위의 배후방사능치로 교정하여 다음 공식에 의해 심박출계수를 산출하였다.

$$\text{심박출 계수} = \frac{C_{ED} - C_{ES}}{C_{ED} - C_{BKG}}$$

C_{ED} =확장기말 방사능치

C_{ES} =수축기말 방사능치

C_{BKG} =배후방사능치

이렇게 하여 심실벽운동상과 지수 및 심박출계수를 하기와 같이 각종 심질환의 임상소견 및 검사소견과 비교판찰하였다.

가. 심질환별 좌심실벽 운동상과 심박출계수의 변화
나. 심근경색증에서 심전도상의 경색부위에 따른 좌심실벽운동지수와 심박출계수의 변화

다. 심전도상의 경색부위와 좌심실벽운동상에 나타난 국소적 운동이상 부위의 일치성

라. 심근경색후 좌심실류(ventricular aneurysm)가 의심된 예에서 gated cardiac scan과 기타 검사 및 임상소견과의 관계

마. 심박출계수와 심실벽운동지수와와의 관계

또한 심근경색증에서 심전도상 병변의 위치와 gated cardiac scan상 국소적 운동이상의 상호 일치성은

첫째, 전중격부 경색의 경우 심실벽운동상에서 전중격부 분절에 운동저하증 또는 무동증이 있거나

둘째, 하벽부 경색의 경우 심첨하부 분절에 운동저하증, 무동증 또는 운동곤란증이 있거나

셋째, 측벽부 또는 전측벽부 경색의 경우 후측벽 분절에 운동저하증, 무동증 또는 운동곤란증이 있을 때 서로 일치하는 것으로 간주하였고

경색이 나타난 부위에 심실벽 운동이상이 없거나, 있

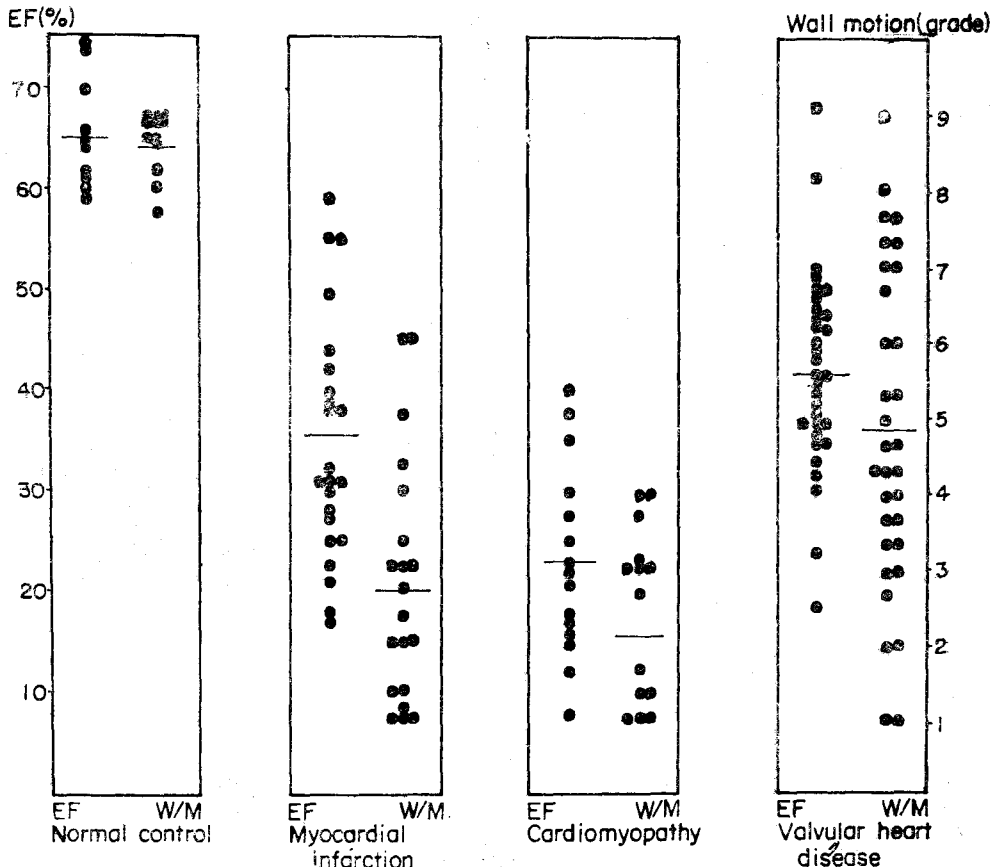


Fig. 2. EF and wall motion in various cardiac diseases and normal control.

Table 2. Intraobserver and Interobserver Variances (kappa analysis)

	Po(%)	k-value*	z**
Intraobserver	91.3	0.852	6.98
	95.6	0.916	6.73
	95.6	0.915	6.32
Interobserver	12.6	0.669	4.77
	86.0	0.781	6.14
	69.5	0.457	2.96

* significant agreement

$$** z = \frac{k}{S.E.(k)}$$

Table 3. Agreement in Location of Infarction by Regional Wall Motion and E.K.G.

Location	Agreement	Disagreement
Anterior	6	3
Inferior	5	1
Combined	7	1
Total	18	5

어도 상대적으로 현저한 운동저하를 나타내지 않을 때는 일치하지 않는 것으로 간주하였다.

또한 좌심실벽운동지수 관찰의 객관화를 위해 동일 관찰자가 3회 반복 관찰하여 매회 관찰사이의 관찰자내 변화도를 구하였고, 3명의 관찰자 사이의 관찰자간 변화도를 구하여 kappa 분석법¹⁰⁾을 이용하여 관찰의 타당성을 검정하였다.

III. 성 적

1) Kappa 분석법을 이용한 관찰자내 및 관찰자간 변

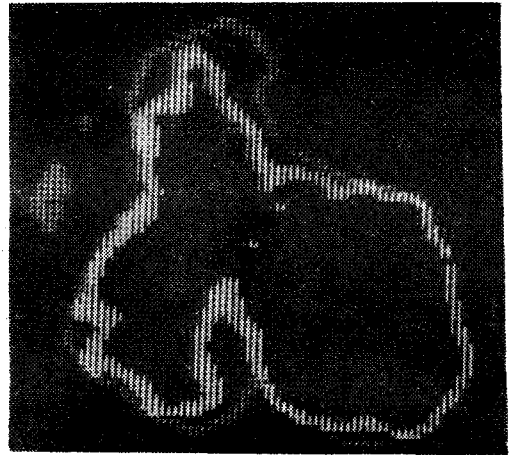


Fig. 3. Case 1. Wall motion in cardiomyopathy; marked left ventricular dilatation and diffuse hypokinesia are noted.

화도는 Table 2와 같이 서로 유의한 차를 보이지 않았다.

2) 각종 심질환별 심실벽운동지수와 심박출계수의 분포는 Fig. 2와 같다. 즉 세질환군 모두 정상대조군에 비해 판막질환, 심근경색증, 심근병증의 순으로 좌심실박출계수 및 좌심실벽 운동지수의 평균치가 감소됨을 알 수 있고 특히 심근병증 환자군에서 좌심실박출계수 및 좌심실벽 운동지수의 평균치가 제일 감소되어 있으며 심실벽운동상에 심한 전반적 운동저하를 관찰할 수 있었다(참고: Fig. 3, 증례 1).

3) 심근경색증에서 심전도상에 나타난 병변의 부위에 따른 심박출계수 및 심실벽운동지수의 분포는 Fig. 4와 같다. 즉, 하벽, 전벽, 혼합형의 순으로 심박출계수 및 심실벽운동지수가 감소하여 병변부위의 위치 및 크기가 좌심실 기능에 영향을 미치는 것을 관찰할 수 있었다.

4) 심전도상의 경색의 부위와 심실벽운동상의 국소

Table 4. Cases of Dyskinesia

Name	Sex/Age	Clinical Diagnosis	EKG	Echo CG	Wall Motion
Kim M.Y	M/58	Actue Extensive Anterior	ST elevation V2-5	Ventricular Aneurysm Apex	Dyskinesia Apex
Han C.H	M/47	Old Anteroseptal Inferior	ST elevation V2-4	Ventricular Aneurysm Apex	Dyskinesia Apex
Ma J.Y	M/58	Old Inferior Anterior	ST elevation V1-3	Poor septal & LVPW motion	Dyskinesia Infero-apical segment
Suk K.H	M/65	Acute Inferior	—	Good Wall Motion	Dyskinesia Infero-apical segment

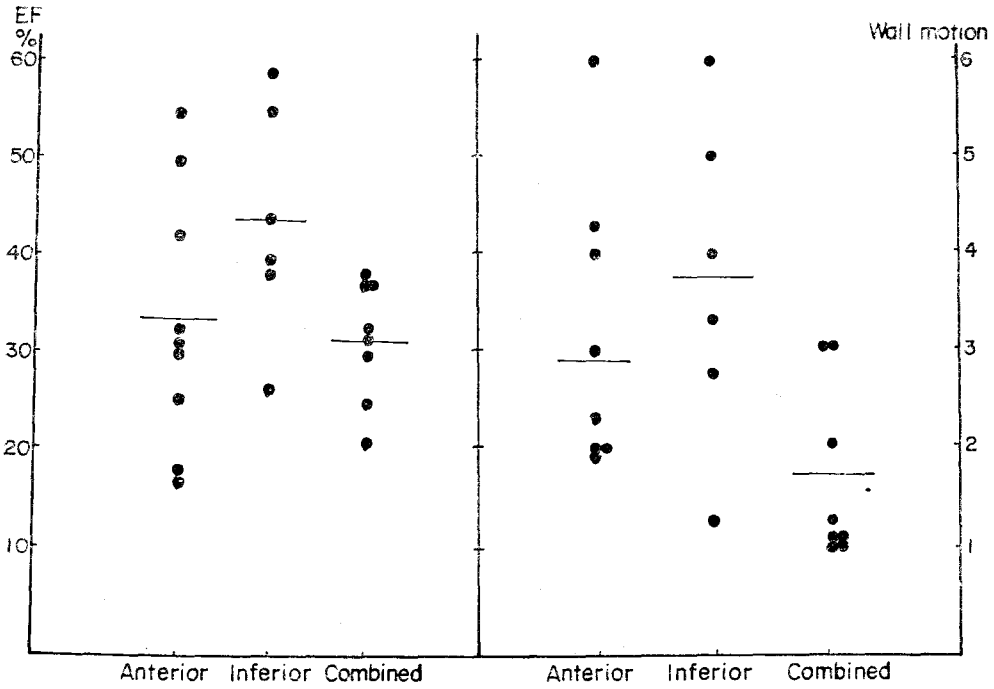


Fig. 4. EF and Wall motion in relation to location of infarction.



Fig. 5. Case 2. Wall motion in inferior myocardial infarction; dyskinesia is seen on the apico-inferior segment.

부위와의 일치도는 Table 3과 같다.

전체적으로 총 23명중 18명(78%)에서 심전도와 극소벽운동상 병변의 부위가 서로 일치하였으며 병변의 위치가 서로 일치하지 않았던 예는 전벽 경색인 경우에

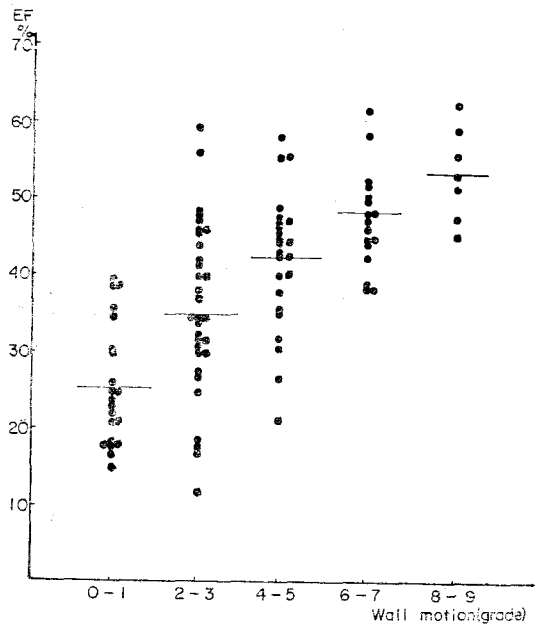


Fig. 6. Relation between EF and wall motion.

많았다.

5) 심실벽 운동상에 운동곤란증이 관찰되었던 4명의 임상적 및 검사소견은 Table 4와 같다.

전에 모두 심근경색증의 발병후 또는 회복기에 지속적으로 좌심실부전의 임상적 소견이 있었던 예로서 심전도상 3예에서 지속적인 ST-절의 상승이 관찰되었고

또한 2예에서는 초음파 심음향도 검사로 좌심실류를 발견할 수 있었으며 gated cardiac scan으로 경색이 나타난 부위와 상응하여 심실벽운동의 운동곤란증 소견이 관찰되어 심실류를 강력히 뒷받침하였다(참고 Fig. 5, 중례 2).

6) 각종 심질환에서 심실벽운동지수 변화에 따른 심박출계수와의 관계는 Fig. 6에 도시된 바와 같다. 즉, 심실벽 운동지수가 증감함에 따라 심박출계수도 상응하는 변화를 보여 심실벽운동의 정도가 좌심실의 기능을 반영해 주는 좋은 지표가 됨을 알 수 있다.

IV. 고 안

심장질환 환자에서 좌심실 기능의 평가는 그 환자의 진단, 치료 및 예후판정에 중요하다. 이러한 좌심실 기능분석의 지표로는 심박출량, 1회심박동량, 박출압, 좌심실의 확장기말압 또는 확장기말 용적 및 심박출계수등²³⁾이 있으며 이중 심박출계수가 가장 흔히 이용되는 지표이다. 그러나 이들은 모두 좌심실의 전반적인 기능상태를 측정하는 방법으로 좌심실의 기능 저하가 있을 때 이것이 좌심실 전체적인 혹은 부분적인 기능 저하에 의한 것인지 밝혀 주지 못한다. 이때에 좌심실벽의 운동을 관찰함으로써 이러한 좌심실의 기능저하가 좌심실 전반적인 수축기능의 저하에 의한 것인지 또는 국소적인 병변에 의한 것인지 알 수 있다^{6,7)}. 이러한 검사법으로는 X선심장영화조영술³⁾과 초음파 심음향도²⁷⁾가 있으나 앞서 지적한 바와 같이 여러가지 시행상의 어려운 점과 불완전성등의 단점이 있다. 이에 반해 gated cardiac blood pool scan은 1971년 Strauss¹⁾등의 보고이래 좌심실의 기능을 비관혈적으로 검사할 수 있는 간편한 방법으로 알려져 널리 이용되고 있으며 또한 여러가지 좌심실의 박출능력의 측정뿐 아니라 computer를 이용하여 심실벽의 운동상을 얻음으로 좌심실벽의 국소적인 또는 전체적인 운동상태를 관찰할 수 있다^{8,9)}.

이러한 gated cardiac blood pool scan을 이용한 좌심실벽 운동 관찰의 의의는 크게 두가지로 대별할 수 있다. 즉 좌심실부전의 임상소견을 보인 환자에게 이것이 전반적인 또는 국소적인 좌심실병변에 기인함인지 알아냄으로써 심부전 환자의 감별진단⁷⁾에 중요한 정보를 제공할 수 있고, 또한 이미 의심된 또는 알려진 관상동맥질환^{4,22)}과 같은 국소적 병변을 가진 환자에서 병변의 범위와 이것의 전체 좌심실기능에 기여하는 바를 알아 봄으로써 환자의 예후 및 치료 방침 결정에 유

용한 지침을 제공할 수 있으며^{25,26)}, 특별히 최근에는 운동부하 방사성동위원소 혈관조영술에 의한 허혈성 심질환의 진단^{5,28)} 및 nitroglycerin 등의 약물 투여후 국소적 운동이상의 가역성²⁹⁾을 보는 등의 여러가지 검사가 활발히 연구되고 있다.

본래 심근병증은 타 심질환을 배제하여 얻어지는 진단으로 본 연구에서는 심근병증으로 최종 진단된 16명의 경우 초진시 주산기(peripartum) 심근병증과 같이 심근병증을 의심할 만한 특별한 병력이 없어 다른 심질환으로 의심되었던 예는 승모판막질환으로 의심되었던 예가 5예, 허혈성심질환으로 의심되었던 예가 3예, 심낭질환으로 의심되었던 예가 2예 등이었다. 이들은 심전도와 생화학적효소 검사, 초음파 심음향도등으로 상기 질환등의 가능성을 다수 배제할 수 있었으나 특별히 gated cardiac scan을 통하여 좌심실의 확장 및 좌심실벽의 전반적인 극심한 운동저하와 또한 부수적으로 산출되는 폐상하엽 혈류비나 역혈류량 측정²⁷⁾등의 다른 parameter의 분석을 통하여 울혈성 심근병증으로 진단하는데 큰 도움을 주었다. 본래 심근병증에는 이러한 울혈성 심근병증 외에도 비대성 심근병증 및 제한성 심근병증이 있으며 특히 비대성 심근병증에서는 gated cardiac scan을 이용한 심실벽운동관찰상 심실중격 상, 하부 사이에 중격두께차이의 파다²⁴⁾등의 특징적 소견이 나타난다고 하나 본 연구중에는 이러한 예들을 발견할 수 없었다.

두번째로 국소적 병변에 의한 좌심실기능 저하의 대표적 예인 심근경색증환자군에서 심실벽운동의 관찰은 다음과 같은 여러가지 의의를 찾을 수 있었다.

1) 먼저 경색의 부위에 따른 심실벽 운동지수와 심박출계수의 변화를 보면 Fig. 4와 같이 하벽 경색군에서 두 지수가 덜 감소되어 있으며 혼합형군에서 제일 낮아 알려진 바와 같이 하벽경색에서 비교적 좌심실기능 손실이 적고 또한 경색의 부위가 넓을수록 좌심실기능저하가 현저한 것을 나타내었고 이는 Reduto¹⁴⁾등의 관찰과 같은 소견이었다. 또한 전벽 경색군의 경우 두 지수의 분포가 매우 넓은 것을 볼 수 있는데 이것은 이들 중에는 비교적 범위가 적은 전중격부 경색 또는 측벽부 경색등이 팽범위한 전벽 경색과 같이 혼합돼 있는 때문으로 생각된다.

2) 심전도와 심실벽운동상에 나타난 병변 부위의 일치도를 본 것은 본 검사의 병소를 지적하는 민감도를 보고자한 것인데 전벽경색의 3명, 하벽경색의 1명, 혼합형의 1명을 제외한 나머지 18명에서 좋은 일치율을 보이고 있다. 병변의 위치가 서로 일치하지 않은 예들을

살펴 보면 전벽 경색의 경우 2예는 전벽의 비교적 국한된 범위에 경색이 있어 심실 중격이나 측벽부 분절에 이상을 나타내지 않았던 예로 본 검사 좌전사위로는 병변을 포착하기 어렵고 이를 위해서는 우전사위등의 이중 화면이 필요한 것으로 생각된다. 그의 나머지 11예는 전벽과 측벽 전체에 광범위한 경색이 있었으나 측벽부분절에 운동 이상이 관찰되지 않았던 예이었다. 하벽부 경색 1예는 좌심실 심박출계수 55%로서 정상 범위내에 있어 이는 좌심실벽손상이 비교적 적어 심실 기능 및 심실벽운동에 별 장애를 미치지 못한 때문으로 생각되며 이 경우도 좌전사위 70°²⁰⁾나 좌의측면²¹⁾등의 다른 화면을 사용하면 더 감지할 수 있을 것으로 생각된다. 혼합형 1예는 하벽과 측벽에 걸쳐 경색이 있었으나 본 검사가 이를 잘 나타내지 못한 것은 좌심실 전반적인 심실벽 운동의 감소가 있어 아마도 경색, 비경색 부위가 모두 심한 운동저하에 빠져 있었던 때문으로 생각된다. 따라서 이러한 경우를 제외하면 본 검사가 심근경색증에서 경색의 부위를 잘 검출할 수 있다고 할 수 있으나 보다 더 나은 검사를 위해서는 앞서 지적한 바와같이 여러가지 이중화면의 다각적 접근이 필요하며 또한 경색부위의 정확한 국소화를 위해서는 Thallium-201 심근스캔⁴⁾을 병용해야 할 것으로 생각된다.

3) 심근경색후 지속적으로 NYHA functional class III 이상의 심한 좌심실부전을 보인 예는 6명에서 있었다. 이들 경, 중증의 울혈성 심부전의 임상증상과 흉부 X선상에 심비대를 보였으나 심전도에 지속적인 ST 절의 상승을 나타낸 것은 3예에서 있었고 초음파 심음향도 검사로 2예에서 심실류가 의심되었다. 그런데 Tab. 4와 같이 상기 초음파 심음향도 검사로 발견되지 않은 2예를 포함하여 4예에서 심실벽 운동상에 경색의 부위와 상응하여 운동곤란증 소견이 관찰되어 심실류로 생각할 수 있었다. 본래 좌심실류의 최종 확진은 심도자법을 통한 좌심실영화조영술을 요한다. 그러나 이는 시행상의 여러가지 난점 및 위험이 있어 왔다. 최근 gated cardiac blood pool scan 이 보편화되면서 이에 의한 좌심실류 발견이 저효하여 90~96%의 높은 발견율이 보고되고 있다^{17~19)}. 본 연구에서는 심도자 심실영화조영술을 시행한 예가 없기 때문에 심실류의 존재를 확인할 수는 없었으나 위에 나타난 검사의 민감도에 비추어 향후 더욱 많은 예에서 추적 시행되어져야 할 것으로 생각된다.

마지막으로 전체 심질환 환자에서 심실벽운동지수와 심박출계수와의 상호관계를 보았는데 Fig. 6과 같이

심실벽의 운동정도가 좌심실기능을 잘 대변해 주는 또 하나의 지표가 될 수 있음을 보여 주었다.

V. 결 론

심장질환에서 gated cardiac blood pool scan 에 의한 좌심실벽운동 평가의 진단적 가치 및 임상적 의의를 관찰하고자 정상대조군 및 각종 심장질환환자를 대상으로 gated cardiac blood pool scan 을 시행하고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) Gated cardiac blood pool scan 을 이용한 좌심실벽운동의 관찰은 좌심실부전의 환자에서 이것이 심실근의 국소적 또는 전반적인 병변에 의한 것인지 평가할 수 있었고 특별히 심근병증의 진단에 매우 유용한 보조적 검사가 됨을 알 수 있었다.

2) 심근경색증에서 심실벽운동의 국소적 이상은 심전도상의 병변의 위치와 잘 일치하였다.

하벽 경색의 환자군은 전벽 또는 혼합형의 환자군보다 심실벽운동저하 및 심박출계수의 감소가 덜 현저하였다.

좌심실류가 의심된 예에서 gated cardiac scan 에 의한 심실벽운동의 관찰은 이 질환의 발견에 예민함을 나타내었다.

3) 좌심실벽운동의 관찰과 벽운동의 지수화는 좌심실의 수축기능을 평가할 수 있는 좋은 지표가 됨을 알 수 있었다.

REFERENCES

- 1) Strauss, H.W., Zaret, B.L., Hurley, P.J., Natarajan, T.K. and Pitt, B.: *A scintiphographic method for measuring left ventricular ejection fraction in man without cardiac catheterization. Am. J. Med., 28:575-580, 1971.*
- 2) Zaret, B.L., Strauss, H.W., Hurley, P.J., Natarajan, T.K. and Pitt, B.: *A noninvasive scintiphographic method for detecting regional ventricular dysfunction in man. N. Engl. J. Med., 284:1165-1170, 1971.*
- 3) Burow, R.D., Strauss, H.W., Singleton, R., Pond, M., Rehn, T., Bailey, I.K., Griffithi, L.C., Nickoloff, E. and Pitt, B.: *Analysis of left ventricular function from multiple gated acquisition cardiac blood pool imaging. Circulation, 56:1024-1028, 1977.*

- 4) Maddox, D.E., Holman, B.L., Wynne, J., Idoine, J., Parker, J.A., Roger, U., Neill, J.M. and Peter, F. Cohn.: *Ejection fraction image: A noninvasive index of regional left ventricular wall motion. Am. J. Cardiol.*, 41:1230-1238, 1978.
- 5) Dehmer, G.J., Lewis, S.E., Hillis, L.D., Tweig, D., Falkoff, M., Parkey, R.W. and Willerson, J.T.: *Nongeometric determination of left ventricular volumes from equilibrium blood pool scans. Am. J. Cardiol.*, 45:293-300, 1980.
- 6) Herman, M.V., Heinle, R.A., Klein, M.D. and Gorlin, R.: *Localized disorders in myocardial contraction. N. Engl. J. Med.*, 277:222-232, 1967.
- 7) Nichols, A.B., McKusick, K.A., Strauss, H.W., Dinsmore, R.E., Block, P.C. and Pohost, G.M.: *Clinical utility of gated cardiac blood pool imaging in congestive left heart failure. Am. J. Med.*, 65:785-793, 1978.
- 8) Freeman, M.R., Berman, D.S., Staniloff, H., Elkayam, U., Maddahi, J., Swan, H.J.C. and Forrester, J.: *Comparison of upright and supine bicycle exercise in the detection and evaluation of extent of coronary artery disease by equilibrium radionuclide ventriculography. Am. Heart J.*, 102:1082-1089, 1981.
- 9) Okada, R.D., Pohost, G.M., Nichols, A.B., McKusick, K.A., Strauss, H.W., Baucher, C.A., Block, P.C., Rosenthal, S.V. and Dinsmore, R.E.: *Left ventricular regional wall motion assessment by multigated and end-diastolic, end-systolic gated radionuclide left ventriculography. Am. J. Cardiol.*, 45:1211-1218, 1980.
- 10) Cohen, J.: *Weighted kappa: Normal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit. Psychol. Bull.* 70:213-220, 1968.
- 11) Burkley, B.H., Hutchins, G.M., Bailey, I., Strauss, H.W. and Pitt, B.: *Tallium 201 imaging and gated cardiac blood pool scans in patients with ischemic and idiopathic congestive cardiomyopathy. Circulation*, 55:753-760, 1977.
- 12) Shah, P.K., Pichler, M., Berman, D.S., Singh, B.N. and Swan, H.J.C.: *Left ventricular ejection fraction determined by radionuclide ventriculography in early stage of first transmural myocardial infarction. Am. J. Cardiol.*, 45:542-546, 1980.
- 13) Schad, N.: *Nontraumatic assessment of left ventricular wall motion and regional stroke volume after myocardial infarction. J. Nucl. Med.*, 18:333-341, 1977.
- 14) Reduto, L.A., Berger, H.J., Cohen, L.S., Gottschalk, A. and Zaret, B.L.: *Sequential radionuclide assessment of left and right ventricular performance after acute transmural myocardial infarction. Ann. Int. Med.*, 89:441-447, 1978.
- 15) Rigo, P., Murray, M., Wtrauss, H.W. and Pitt, B.: *Scintiphotographic evaluation of patients with suspected left ventricular aneurysm. Circulation*, 50:985-991, 1974.
- 16) Bodenheimer, M.M., Banka, V.S., Trout, R.G., Herman, G.A., Pasdar, H. and Helfant, R.H.: *Local characteristics of the normal and asynergic left ventricle in man. Am. J. Med.*, 61:650-656, 1976.
- 17) Winzelberg, G.G., Strauss, H.W., Bingham, J.B. and McKusick, K.A.: *Scintigraphic evaluation of left ventricular aneurysm. Am. J. Cardiol.*, 46:1138-1143, 1980.
- 18) Friedman, M.L. and Cantor, R.E.: *Reliability of gated heart scintigrams for detection of left ventricular aneurysm. J. Nucl. Med.*, 20:720-723, 1979.
- 19) Hopkins, G.B., Kan, M.K. and Salel, A.F.: *Scintigraphic assessment of left ventricular aneurysms. J.A.M.A.*, 240:2162-2165, 1978.
- 20) Freeman, M.R., Berman, D.S., Staniloff, H.M., Waxman, A.D., Maddahi, J., Buchbinder, N.A., Forrester, J.S. and Swan, H.J.C.: *Improved assessment of inferior segmental wall motion by the addition of a 70-degree left anterior oblique view in multiple gated equilibrium scintigraphy. Am. Heart. J.*, 101:169-173, 1981.

- 1981.
- 21) Kelly, M.J., Giles, M.W., Simon, T.R., Berger, H.J., Langou, R.A., Zaret, B.L. and Wacker, F.J.: *Multigated equilibrium radionuclide angiocardigraphy: improved detection of left ventricular wall motion abnormalities and aneurysms by the addition of the left lateral view. Radiology, 139:167-173, 1981.*
 - 22) Eodenheimer, M.M., Banka, V.S., Fooshee, C.M. and Helfant, R.H.: *Comparison of wall motion and regional ejection fraction at rest and during isometric exercise: Concise communication. J. Nucl. Med., 20:724-732, 1979.*
 - 23) Wyngaarden, J.B. and Smith, L.H.: *Cecil, textbook of medicine, 16th ed. p.135-140, 1982.*
 - 24) Pohost, G.M., Vignola, P.A., McKusick, K.E., Block, F.C., Myers, G.S., Walker, H.J., Copen, D.L. and Dinsmore, R.E.: *Hypertrophic cardiomyopathy. Circulation, 55:92-99, 1977.*
 - 25) Bodenheimer, M.M., Banka, V.S. and Helfant, R.H.: *Nuclear cardiology. I. Radionuclide angiographic assessment of ventricular contraction: Uses, limitations and future directions. Am. J. Cardiol., 45:661-673, 1980.*
 - 26) Dymond, D.S., Elliott, A., Stone, D., Hendrix, G. and Spurrell, R.: *Factors that affect the reproducibility of measurement of left ventricular function from first-pass radionuclide ventriculogram. Circulation, 65:311-322, 1982.*
 - 27) Morganroth, J. and Chen, C.C.: *Noninvasive diagnosis of the Cardiomyopathy. Med. Clin. North. Am., 64:33-60, 1978.*
 - 28) Thrall, J.H., Pitt, B. and Prady, T.J.: *Radionuclide wall motion study and ejection fraction in clinical practice. Ibid., 64:99-118.*
 - 26) Perych, S.K., Scholz, P.M., Newman, G.F., Sabiston, D.C. and Jones, R.H.: *Cardiac function at rest and during exercise in normals and in patients with coronary heart disease. Ann. Surg., 449-464, May, 1978.*
 - 30) Rigo, P., Alderson, P.O., Robertson, R.M., Becker, L.C. and Wagner, H.N.: *Measurement of aortic and mitral regurgitation by gated cardiac blood pool scans. Circulation, 60:306-312, 1979.*
 - 31) Joseph, L.F.: *Statistical methods for rates and proportions. John Wiley & Sons., p.143-154, 1973.*