

관상동맥 질환 진단에 있어서 Dipyridamole 부하 이면성 심초음파도 및 ^{99m}Tc -MIBI 심근 SPECT 검사의 임상적 유용성에 관한 연구

경희대학교 의과대학 내과학교실

강흥선 · 조정휘 · 김권삼 · 김명식 · 송정상 · 배종화

= Abstract =

Usefulness of 2-Dimensional Echocardiography and Technetium-99m MIBI SPECT with High-dose Dipyridamole for Detection of Coronary Artery Disease

Heung Sun Kang, M.D., Chung Whee Choue, M.D., Kwon Sam Kim, M.D.,
Myung Shick Kim, M.D., Jung Sang Song, M.D., Jong-Hoa Bae, M.D.

Department of Cardiology and Internal Medicine, Kyung-Hee University, School of Medicine,
Seoul, Korea

Background : It is known from the extensive experimental and clinical experiences that dipyridamole infusion can provoke myocardial ischemia in the presence of coronary artery stenosis. Conversely, the decrement of regional contractile function is directly related to the regional subendocardial blood flow with acute progressive stenosis and during stress induced ischemia.

Methods : To assess the clinical usefulness of dipyridamole echocardiography test and ^{99m}Tc -methoxy-isobutyl-isonitrile(MIBI) single photon emission computed tomography(SPECT) in detecting coronary artery disease(CAD), 33 patients(21 males, 12 females, mean age : 56 years) with chest pain were studied.

Results : Dipyridamole echocardiography and MIBI SPECT identified 15(75%) and 12 (60%) out of the 20 patients with significant CAD(defined as $\geq 75\%$ diameter stenosis). The sensitivity and specificity for detecting individual diseased vessels were 67% and 83% for dipyridamole echocardiography and 46% and 91% for MIBI SPECT respectively. Dipyridamole echocardiography test had slightly higher sensitivity than SPECT in detecting isolated left anterior descending coronary stenosis(75% vs 50%, $p < 0.05$). No patients had significant side effects with dipyridamole injection.

Conclusion : Both dipyridamole echocardiography test and ^{99m}Tc -MIBI SPECT may be useful noninvasive methods for the evaluation of suspected coronary artery disease.

KEY WORDS : Dipyridamole · Stress echocardiography.

서론

운동부하 심전도 검사는 관상동맥 질환을 진단하는데 유용한 검사로 잘 알려져 있다¹⁻³⁾. 그러나 운동부하 검사는 운동에 제한을 받는 환자들에서는 실행될 수 없는 단점이 있기때문에 이런 환자들에서 운동부하 검사에 대신할 수 있는 여러 검사방법이 시도되어 왔다.

약물부하 검사중 dipyridamole은 실험적⁴⁾ 그리고 임상적⁵⁾ 보고에 의해 관상동맥 질환의 존재하에서 심근허혈을 유발하는 것으로 알려져 있다. 즉 국소적 심내막의 혈류를 감소시켜 국소적인 심벽운동의 장애를 일으킨다고 알려져 있다⁶⁾. 이런 이유로 강력한 관상동맥 확장제인 dipyridamole 부하에 의한 이면성 심초음파도^{7,8)}와 ²⁰¹Tl scintigraphy^{9,10)} 검사방법이 관상동맥 질환의 진단에 이용되고 있으며, 편리하고 안전하며 그리고 예민도와 특이도가 높은 비관혈적인 검사방법으로 보고되고 있으나 국내에서는 아직 이러한 보고가 없어 이에 저자들은 관상동맥 질환의 진단에 dipyridamole 부하 심초음파도 검사와 동위원소 ^{99m}Tc-MIBI(methoxy- isobutyl-isonitrile)를 이용한 심근 SPECT(single photon emission computed tomography)의 임상적 유용성을 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1. 대상환자

흉통을 주소로 경희대학교 의과대학 부속 병원에 내원한 33례로서 남자는 21례, 여자는 12례였으며 평균 연령은 56세로 35세에서 74세 이었다. 이들중 관상동맥 질환이 있었던 환자는 모두 20례였으며, 15례는 안정성 협심증 환자였고 5례는 진구성 심근경색증 환자였다.

2. Dipyridamole부하 심초음파도 검사

Dipyridamole을 첫 4분동안은 0.56mg/kg을 정맥 주사하였고 이후 좌심벽 운동에 이상소견이 없으면 4분후에 0.28mg/kg을 2분간 다시 정맥주사 하였다. 10분동안의 총 dipyridamole 용량은 0.84mg/kg이었다. Dipyridamole정주에 의한 부작용이 발생하면

aminophylline(250mg)을 정맥주사로 사용하였다. 이면성 심초음파도검사는 ATL(Advanced Technology Laboratories)사의 Ultramark-9의 2.25 MHz 탐촉자를 이용하여 환자를 좌와위로 눕힌 후 dipyridamole을 정맥주사 전과 주사 후 3분간격으로 21분까지 녹화테이프에 기본 심초음파도 영상(흉골연장축 및 단축 단면도와 심첨 4방 및 2방 단면도)들을 녹화하였다. 검사 기간중에는 계속 심전도를 관찰하고 임상 증상도 주시하였다. 이면성 심초음파도에 의한 좌심벽 운동 이상은 좌심벽을 각 관상동맥과 일치되는 16개의 분절로 나누어(Fig. 1) 분석하였는데 Nova Microsoic사의 PreVue System을 이용한 digitized 영상에서 시행하였다. 즉, dipyridamole 주사전 영상과 주사 후 영상들을 순서대로 하나의 영상 스크린에 4영상을 같은 속도로 움직이게하여 좌심벽운동을 비교 관찰하였다. 좌심벽 운동 이상의 양성판정은 휴식시보다 dipyridamole 부하시 일시적으로 새로운 벽운동의 감소나 기존의 이상 벽운동이 악화되는 것과 같은 수축기능이 더 나빠진 경우로 하였다(Fig. 2).

3. ^{99m}Tc-MIBI 심근 SPECT

^{99m}Tc-MIBI 20~22 mCi를 정맥내 주사한 후 휴식시 영상을 얻었으며 4시간 후 이면성 심초음파도를 시행하면서 dipyridamole 주사 후 7분에 ^{99m}Tc-MIBI 13~15mCi를 주사한 후 1시간 이내에 stress 영상을 찍기 시작하였다.

SPECT는 Toshiba GCA-602 A 감마 카메라를 사용하여 6도 간격으로 40초씩 acquisition하였다. 얻어진 영상은 computer를 이용하여 projection images에서 심장의 단축영상(short axis), 수직 장축영상(vertical long axis), 평행 장축영상(horizontal long axis)을 만들어 분석하였다. 심근주사에서 심근허혈의 양성 판정은 stress영상에서 휴식시 영상과 비교하여 의미있는 관류 결손이 있는 경우로 하였다.

4. 관상동맥 영화 조영술

모든 환자에서 Seldinger 방법¹¹⁾으로 경피적으로 심도자를 삽입하여 Sones 방법¹²⁾에 의해 좌·우 관상동맥을 35mm필름에 영화 촬영하였다. 관상동맥의 협착정도는 캘리퍼로 측정하였으며 의미있는 관상동맥 질환은 협착도가 75% 이상인 경우로

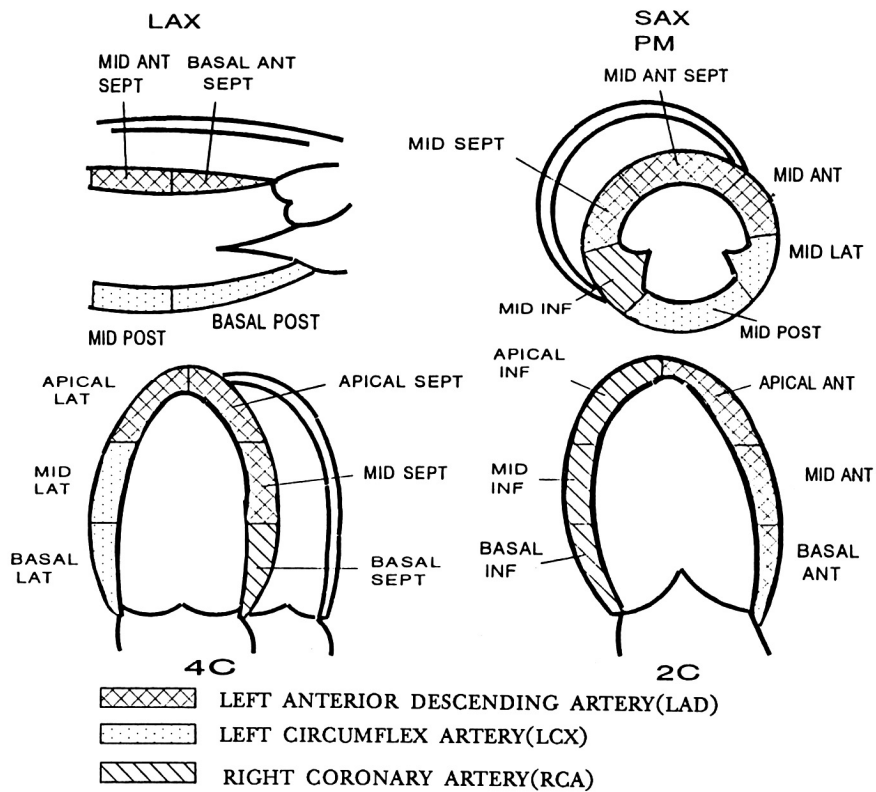


Fig. 1. Diagram of left ventricular regional wall segments and distribution of coronary perfusion.

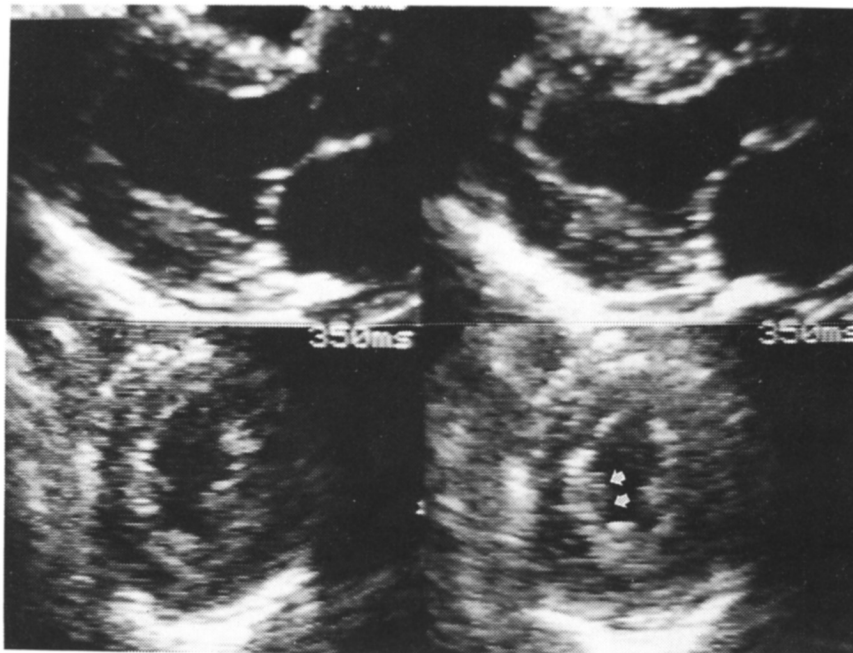


Fig. 2. End-systolic images of parasternal long- and short-axis views of the left ventricle under basal condition and after dipyridamole infusion. Regional asynergy in midinferior wall(arrows) in parasternal short-axis is detectable.

하였다.

5. 통계학적 분석

예민도는 관상동맥질환 환자에 대한 dipyridamole 부하에 양성인 환자의 백분율로 정의하였고, 특이도는 관상동맥질환이 없는 환자에 대한 dipyridamole 부하에 음성인 환자의 백분율로 정의하였다. 각 비율의 비교는 Chi square 검정을 사용하였으며 p값이 0.05 이하인 경우 통계학적으로 의미있는 것으로 하였다.

결 과

1. Dipyridamole 부하 심초음파도와 심근 SPECT의 비교

Dipyridamole 부하 심초음파도의 경우 관상동맥

Table 1. Diagnostic values for coronary artery disease (CAD) of dipyridamole echocardiography test(DET) and heart SPECT

	with CAD (n=20)	without CAD (n=13)
DET		
positive	15	2
negative	5	11
sensitivity : 75 %		
sensitivity : 85 %		
SPECT		
positive	12	2
negative	8	11
sensitivity : 60 %		
sensitivity : 85 %		

SPECT : single photon emission computed tomography

질환 환자 20례중 15례에서 양성으로 예민도가 75 %였으며, 심근 SPECT의 경우는 관상동맥 질환 환자 20례중 12례에서 양성으로 예민도가 60 %였으나 양검사 사이의 통계학적인 의미는 없었다($p < 0.05$). 또한 양검사의 특이도는 85 %이었다(Table 1).

2. Dipyridamole 부하 심초음파도와 심근 SPECT에서 개별 관상동맥의 질환 판정 비교

관상동맥 질환 환자 20례에서 24부위의 관상동맥에 협착이 있었는데 dipyridamole 부하 심초음파도의 예민도는 67 %, 특이도는 83 %였으며, 심근 SPECT의 예민도는 46 %, 특이도는 91 %였으나 양검사의 통계학적 의미는 없었다($p < 0.05$). 좌회선지와 우관상동맥의 병변은 5례와 3례로 숫자가 적어 비교는 어려웠으나, 좌전하행지동맥의 경우 심초음파도의 예민도가 75 %로 심장 SPECT의 예민도 50 % 보다 통계학적으로 의미는 없지만 높음을 알수 있었다(Table 2).

3. Dipyridamole 정맥주사의 부작용

Dipyridamole 정맥주사로 인해 검사를 중단한 경우는 없었다. Dipyridamole 정맥주사에 증상을 호소하지 않은 경우는 13례로 39 %였으며, 증상을 호소한 경우는 20례로 61 %였는데 환자가 호소하는 증상으로는 흉부불쾌감이 18례(55 %)로 가장 많았으며 흉통을 호소한 경우는 2례로 6 %였고, 기타 증상은 두통, 호흡 곤란, 복통, 현기증, 배부통 등이었다(Table 3).

고 안

관상동맥 질환은 심근경색증에 의한 심부전이나

Table 2. Detection of individual coronary artery stenoses with DET and SPECT

	DET		SPECT	
	sensitivity	specificity	sensitivity	specificity
Total	67(16/24)	83(62/75)	46(11/24)	91(68/75)
LAD	75(12/16)	76(13/17)	50(8/16)	88(15/17)
LCX	40(2/ 5)	82(23/28)	40(2/ 5)	82(23/28)
RCA	67(2/ 3)	79(26/30)	33(1/ 3)	100(30/30)

DET : dipyridamole echocardiography test

LAD : left anterior descending artery LCX : left circumflex artery

RCA : right coronary artery

SPECT : single photon emission computed tomography

Table 3. Adverse effects of dipyridamole

	n(%)
without symptoms	13(39)
with symptoms	20(61)
chest discomfort	18(55)
headache	11(33)
chest pain	2(6)
dyspnea	2(6)
abdominal pain	2(6)
dizziness	1(3)
back pain	1(3)

급사등의 합병증으로 사망하게되는 중요한 질환이 기때문에 이러한 합병증이 발생하기전에 잠재해 있는 관상동맥 질환을 진단하는 것이 중요하다.

그래서 관상동맥 질환을 진단 하는데 있어서 과거 50년전부터 널리 사용되어온 운동부하 심전도 검사는 관상동맥 질환의 진단뿐만 아니라 관상동맥 질환 환자에서 심근의 기능 및 예후의 중요성, 항협심제 사용의 필요성과 효과 등을 평가하는데 있어서 유용한 검사방법으로 잘 알려져있다^{1-3,13-15}). 그러나 일부 환자에서는 심장의 원인들때문에 운동을 할 수 없기에 운동부하 심전도 검사의 임상적 한계가 있어 다른 검사 방법들이 시도되고 있다. Wann등¹⁶⁾에의해 운동부하 심초음파도가 처음 소개되었으며, 그 후 심초음파도의 컴퓨터에 의한 양적인 분석방법이 발달함에따라 심초음파도를 이용한 관상동맥 질환의 진단방법이 활발하게 되었다.

이들 진단 방법중 약물부하 검사에 사용되는 dipyridamole은 강력한 관상동맥 확장제로서 관상동맥 질환을 진단하는데 이면성 심초음파도나 심근주사와 함께 사용되어지고 있다⁷⁻¹⁰⁾.

Dipyridamole은 adenosine이 adenosine deaminase에 의해 대사되는것을 방해하여 세포내로의 재흡수를 방해함으로써 심근이나 동맥벽 간질내에 adenosine량을 증가시키게 된다. 증가된 adenosine이 adenosine receptor에 결합함으로써 칼슘의 slow inward current를 억제하거나, adenylate cyclase를 활성화하여 근육의 이완을 일으켜 관상동맥을 확장시킨다^{17,18)}. 이 결과 관상동맥내 최대 혈류가 증가하게되어 협착부위 전후의 압력차가 증가하게 되는데 협착부위 후방의 압력이 더 떨어지게 됨으로써 심외막 동맥에 비교하여 심내막 혈관의

혈류가 현저히 감소하게된다. 이를 심내막하에서 심외막하로 혈류의 재분포에 의해 생기는 “steal phenomenon”으로 설명되어지고 있다¹⁹⁾. 그래서 dipyridamole의 정맥주사는 심근의 산소 공급 수요 및 요구량의 불균형으로 발생하는 심근허혈에 의해 일시적인 국소적 심벽운동 장애를 일으킨다^{20,21)}. 결국 의미있는 관상동맥 질환이 있는 환자에 있어서 dipyridamole부하는 심내막하의 심근허혈을 유발하여 일시적인 심근벽 운동장애를 일으키기때문에 심초음파도와 병행하여 관상동맥 질환의 진단에 이용될 수 있다²²⁾.

심근주사의 동위원소로 사용되는 Tc-99m-MIBI는 전에 사용된 Thallium-201보다 반감기가 짧고(6 시간), 높은 양자 에너지와 함께 많은 양을 사용하여 순수한 감마선을 방출하기 때문에 심근의 관류결손을 검사하는 방법으로 dipyridamole 부하와 함께 사용되고 있다²³⁻²⁶⁾.

본 연구에서 dipyridamole 부하 심초음파도의 예민도는 75%였으며 심근 SPECT의 예민도는 60%로 다른 외국 보고들의 47%~79%와 비슷한 결과를 보이고 있으나 특이도에서는 양검사가 85%로 다른 외국 보고들의 100%보다는 낮은 비율을 보이고 있다^{7,8,27-31)}. 또한 김 등³²⁾은 25례의 관상동맥 질환환자를 대상으로한 심근 SPECT에서 예민도 73.4%, 특이도 66.7%를 보고하고 있어 본 연구와 비슷한 결과를 보이고 있다. 본 연구에서 진구성 심근경색증 5례는 한개의 관상동맥만이 심근경색증과 연관된 레들이었으며, 나머지 두 관상동맥에서만 dipyridamole 부하 심초음파도와 심근 SPECT의 결과를 판정하였기 때문에 이들 레가 양검사의 결과에 영향을 미치지지는 못하였다. 또한 개별 관상동맥의 질환 유무를 판정함에 있어서 본 연구에서는 좌회선지와 우관상동맥의 경우는 숫자가 적어 비교할수는 없었지만 좌전하행지의 경우 dipyridamole부하 심초음파도의 경우 예민도가 67%, 특이도가 83%였으며, 심근 SPECT의 경우는 예민도가 46%, 특이도가 91%로 심근 주사를 시행한 Schmoller등³³⁾의 예민도 75%, Sochor등³⁴⁾의 예민도 88%, 김 등³²⁾의 예민도 66.7%보다는 낮게 나타났다.

Dipyridamole 정맥주사에 의한 부작용으로는 33예환자중 20예(61%)에서 경미한 증상들이 나타났

는데 흉부불쾌감이 55%로 가장 많았으며 기타 흉통, 두통, 호흡곤란, 복통, 현기증, 배부통등 이었다. 이러한 부작용으로 검사를 중단한 예는 없었으며, 부작용 발생시는 aminophylline을 정맥주사하였다.

결국 dipyridamole 부하 심초음파도와 심근 SPECT검사는 관상동맥 질환의 진단에 있어서 안전하고 유용한 비관혈적인 검사방법이라고 생각한다.

요 약

연구 배경 :

관상동맥 질환의 진단에 안전하고 정확한 비관혈적인 방법이 시도되고 있는데 dipyridamole을 부하하여 이면성 심초음파도나 심근 SPECT등을 이용하는 방법이 최근 널리 이용되고 있다.

방 법 :

경희의대 부속병원에 흉통을 주소로 내원한 33례(남자 : 21례, 여자 : 12례, 평균나이 : 56세)를 대상으로 dipyridamole 부하(0.86mg/kg) 심초음파도와 심근 SPECT 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

결 과 :

1) Dipyridamole 부하 심초음파도와 심근 SPECT의 예민도는 75%, 60% 였으며 특이도는 85%, 85% 였으나 통계학적으로 의미는 없었다($p < 0.05$).

2) Dipyridamole 부하 심초음파도와 심근 SPECT에서 전체 관상동맥중 관상동맥질환이 있었던 24 부위에 대한 예민도는 67%, 46% 였으며 특이도는 83%, 91% 이었다. 특히, 좌전하행지의 경우 심초음파도 검사에서 예민도가 75%로 SPECT의 50%보다 통계학적으로 의미는 없었으나 약간 높았다($p < 0.05$).

3) Dipyridamole 정맥주사에 의한 부작용으로는 흉부 불쾌감이 18례로 55%로 가장 많았고, 기타 두통, 흉통, 호흡곤란, 복통, 현기증, 배부통등 이었다.

결 론 :

이상의 결과로 dipyridamole 정맥주사로 심각한 합병증을 유발하지는 않았으며, dipyridamole 부하에 의한 이면성 심초음파도 검사나 $^{99m}\text{Tc-MIBI}$

심근 SPECT는 관상동맥 질환을 진단하는데 유용한 비관혈적인 검사방법이라고 생각되어진다.

References

- 1) McNeer JF, Margolis JR, Lee KL, Kisslo JA, Peter RH, Kong Y, Behar VS, Wallace AG, McCants CB, Rosati RA : *The role of the exercise test in the evaluation of patients for ischemic heart disease. Circulation* 57 : 64-70, 1978
- 2) Froelicher VF : *Exercise testing and training : Clinical applications. J Am Coll Cardiol* 1 : 114-125, 1983
- 3) Chaitman BR : *The changing role of the exercise electrocardiogram as a diagnostic and prognostic test for chronic ischemic heart disease. J Am Coll Cardiol* 8 : 1195-1210, 1986
- 4) Flameng W, Wusten B, Schaper W : *On the distribution of myocardial blood flow : II. Effects of arterial stenosis and vasodilation. Basic Rec Cardiol* 67 : 435-436, 1974
- 5) Osterspey A, Jansen W, Tauchert M, Eigl J, Popp H, Brhnenbeck D, Hilger HH : *Stellenwert des dipyridamol-tests in der diagnostik der koronaren herzkraheit. Dtsch Med Wochenschr* 108 : 1469-1475, 1983
- 6) Ross JR, Gallagher K, Matzusaki M, Lee JD, Guth B, Goldfarb R : *Regional myocardial blood flow and function in experimental myocardial ischemia. Can J Cardiol(suppl A)* : 9-19, 1986
- 7) Picano E, Distanto A, Masini M, Morales MA, Lattanzi F, L'Abbate A : *Dipyridamole-echocardiography test in effort angina pectoris. Am J Cardiol* 56 : 452-456, 1985
- 8) Picano E, Lattanzi F, Masini M, Distanto A, L'Abbate A : *High dose dipyridamole ehocardiographic test in effort angina pectoris. J Am Coll Cardiol* 8 : 848-854, 1986
- 9) Albro PC, Gould KL, Wescott RJ, Hamilton GW, Ritchie JL, Williams DL : *Noninvasive assessment of coronary stenosis by myocardial imaging during pharmacologic coronary vasodilation : III. Clinical trial. Am J Cardiol* 42 : 751-760, 1978
- 10) Josephson MA, Brown BG, Hecht HS, Hopkins J, Pierce CD, Peterson RB : *Noninvasive detection and localization of coronary stenosis in patients :*

- Comparison of resting dipyridamole and exercise thallium-201 myocardial perfusion imaging. Am Heart J* 103 : 1008-1018, 1982
- 11) Seldinger SI : Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography : A new technique. *Acta Radiol* 38 : 368, 1953
 - 12) Sones FM, Shirey EK : Cine coronary arteriography. *Mod Concepts Cardiovasc DIS* 31 : 735, 1962
 - 13) Weld FM : Exercise testing early after myocardial infarction. *J Cardiac Rehabil* 15 : 20-27, 1985
 - 14) Butman SM, Olson HG, Gardin JM, Piters KM, Hullett M, Butman LK : Submaximal exercise testing after stabilization of unstable angina pectoris. *J Am Coll Cardiol* 4 : 667-673, 1984
 - 15) Chaitman BR, Wagniat P, Pasternac A, Brevers G, Scholl JM, Lam J, Methe M, Ferguson RJ, Bourassa MG : Improved exercise tolerance after propranolol, dipyridamole or nifedipine in angina pectoris : Comparison at 1,3 and 8 hours correlation with plasma during concentration. *Am J Cardiol* 53 : 1-9, 1984
 - 16) Wann LS, Faris JV, Childress RH, Dillon JC, Weyman AE, Feigenbaum H : Exercise cross-sectional echocardiography in ischemic heart disease. *Circulation* 60 : 1330-1338, 1979
 - 17) Klabunde RE : Dipyridamole inhibition of adenosine metabolism in human blood. *Eur J Pharmacol* 93 : 21-26, 1983
 - 18) Knabb RM, Gidday JM, Ely SW, Rubio R, Berne RM : Effects of dipyridamole on myocardial adenosine and active hyperemia. *Am J Physiol* 247 : H804, 1984
 - 19) Goukd KL : Noninvasive assessment of coronary stenosis by myocardial coronary vasodilation. I. Physiologic basis and experimental validation. *Am J Cardiol* 267-276, 1978
 - 20) Picano E : Dipyridamole-echocardiography test : historical background and physiologic basis. *Eur Heart J* 10 : 365-376, 1989
 - 21) Henry GS, Harold LK : Evaluation of coronary artery disease in the patient unable to exercise : alternatives to exercise stress testing. *Am Heart J* 117 : 1344-1365, 1989
 - 22) Feldman RL, Nichols WW, Pepine CJ, Conti CR : Acute effect of intravenous dipyridamole on regional coronary hemodynamics and metabolism. *Circulation* 64 : 333-334, 1981
 - 23) Okada RD, Glover D, Gaffney T, Williams S : Myocardial kinetics of technetium-99m-hexakis-2-methoxy-2-methylpropyl-isonitrile. *Circulation* 77 : 491-498, 1988
 - 24) Stratmann HG, Kennedy HL : Evaluation of coronary artery disease in the patients unable to exercise : alternatives to exercise stress testing. *Am Heart J* 117 : 1344-1365, 1989
 - 25) Taillefer R : Technetium-99m sestamibi : Myocardial imaging : Same-day rest-stress studies and dipyridamole. *Am J Cardiol* 66 : 80E-84E, 1990
 - 26) Raimo K, Heikki VH, Juhani HM, Juha TT : Usefulness of technetium-99m-MIBI and thallium-201 in tomographic imaging combined with high-dose dipyridamole and handgrip exercise for detecting coronary artery disease. *Am J Cardiol* 68 : 575-579, 1991
 - 27) Ferrara N, Bonaduce D, Leosco D, Longobardi G, Abete P, Morgano G, Salvator M, Rengo F : Two-dimensional echocardiographic evaluation of ventricular asynergy induced by dipyridamole : Correlation with thallium scanning. *Clin Cardiol* 9 : 437-442, 1989
 - 28) Picano E, Simonetti I, Masini M, Marzilli M, Lattanzi F, Distanti A, DeNes M, L'Abbate A : Transient myocardial dysfunction during pharmacologic vasodilation as an index of reduced coronary reserve : a coronary hemodynamic and echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 8 : 84-90, 1986
 - 29) Margonato A, Chierchia S, Cianfalone D, Smith G, Crea F, Daies GJ, Maseri A, Foale R : Limitations of dipyridamole echocardiography in effort angina pectoris. *Am J Cardiol* 59 : 225-230, 1987
 - 30) Picano E, Lattanzi F, Masini M, Distanti A, L'Abbate A : Comparison of the high-dose dipyridamole echocardiography test and exercise two-dimensional echocardiography for diagnosis of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 59 : 539-542, 1987
 - 31) Picano E, Parodi O, Lattanzi F, Sambucetti G, Masini M, Marzullo P, Distanti A, L'Abbate A : Comparison of dipyridamole echocardiography test and exercise thallium-201 scanning for diagnosis of coronary artery disease. *Am J Noninvas Cardiol* 3 : 85-92, 1989
 - 32) 김용태 · 임정식 · 공덕경 · 최경희 · 최영식 · 정

인권 · 이재우 : 관상동맥질환의 진단에 있어서
Dipyridamole ^{99m}Tc-MIBI 심근주사의 유용성. 순
환기 20(44) : 753-762, 1990

- 33) Schmoliner R, Dudczak R, Kronik G, Hutterer B,
Kletter K, Mossbacher H, Frischauf H : *Thallium-*
201 imaging after dipyrimole in patients with coro-
nary multivessel disease. Cardiology 70 : 145-151,

1983

- 34) Socher R, Pachinger O, Ogris E, Probst P, Kaendl
F : *Radionadide imaging after coronary vasodila-*
tion : myocardial scintigraphy with thallium-201
and radionuclide angiography after administration
of dipyridamole. Eur Heart J 5 : 500-509, 1984