Original Articles Korean Circulation J 2002;32(4):322-329

정상 관상동맥 조영 소견을 보이는 흉통 환자에서 운동 부하 심전도 상 ST 분절의 변화 양상에 따른 관상동맥 혈류 예비력의 비교

가톨릭대학교 의과대학 내과학교실
박철수 · 윤호중 · 조은주 · 정해억 · 전희경 · 이종민
오용석 · 정욱성 · 채장성 · 김재형 · 최규보 · 홍순조

Comparison between Pattern of ST Change during Exercise Treadmill Test and Coronary Flow Reserve in Patients with Chest Pain and Normal Coronary Angiogram

Chul-Soo Park, MD, Ho-Joong Youn, MD, Eun-Joo Cho, MD, Hae-Ok Jung, MD, Hui-Kyung Jeon, MD, Jong-Min Lee, MD, Yong-Seok Oh, MD, Wook-Sung Chung, MD, Jang-Seong Chae, MD, Jae-Hyung Kim, MD, Kyu-Bo Choi, MD and Soon-Jo Hong, MD
Department of Internal Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : The validity of an exercise test in microvascular angina has not yet been elucidated. Therefore, in order to evaluate the usefulness of the exercise treadmill test in determining the true microvasculature induced ischemia, we compared patterns of ST depression with coronary flow reserve (CFR) using transthoracic Doppler echocardiography in patients with chest pain and normal coronary angiogram. **Subjects and Methods** : Fifty-nine subjects (M : F=21 : 38, mean age 55±9 yrs) with chest pain and normal coronary angiogram underwent maximal symptom-limited treadmill exercise according to the Bruce protocol. Coronary flow reserve (CFR) was estimated using transthoracic Doppler echocardiography and dipyridamole. Patients with a history of acute myocardial infarction, regional wall motion abnormalities, hypertrophic cardiomyopathy, an ejection fraction of less than 50% or primary valvular heart disease were excluded in this study. The patterns of ST segment depression were compared with CFR. **Results** : No ST change was observed in 20 of 59 (34%), upslope depression in 20 (34%), flat depression in 13 (22%) and downslope depression in 6 (10%). Eleven of 39 (28%) exercise positive patients demonstrated decreased CFR <2.1. CFR was 3.1±0.6 in the group with no ST change, 3.1±0.6 in the group with upslope depression, 2.1±0.6 in the group with flat depression ($p<0.05$ versus the group with no change and the upslope depression group, respectively) and 2.0 ±0.4 in the group with downslope depression ($p<0.05$ versus the group with no change and the upslope depression group , respectively). Flat to downslope depression of ST change during exercise treadmill test had a sensitivity of 58% and a specificity of 95% for predicting CFR <2.1. **Conclusion** : Flat and downslope depre-

논문접수일 : 2002년 2월 4일
심사완료일 : 2002년 3월 5일
교신저자 : 윤호중, 150 - 713 서울 영등포구 여의도동 62번지 가톨릭대학교 의과대학 내과학교실
전화 : (02) 3779 - 1325 · 전송 : (02) 3779 - 1374 · E - mail : younhj@cmc.cuk.ac.kr

ssion of the ST segment during an exercise stress test may increase the sensitivity and specificity to detect the true microvasculature-induced ischemia that is defined as CFR less than 2.1. **(Korean Circulation J 2002;32 (4):322-329)**

KEY WORDS : Regional blood flow ; Exercise test.

서 론

흉통을 주소로 내원한 환자 중 20 25% 정도에서는 관상동맥 조영술상 정상소견을 보이며[1)2)] 정상 관상동맥 조영소견이 환자나 의사들에게 어느 정도의 안도감을 줄 수 있지만 이러한 환자들은 전형적인, 때로는 비전형적인 흉통을 계속 호소함으로서 항 협심증약을 지속적으로 복용하는 경우가 대부분이고 심한 흉통으로 재입원하는 경우까지 있어 정상 관상동맥 조영 소견 자체가 환자들에게 도움을 주는 경우가 적거나 때로는 없을 수도 있다.[3)4)] 1973년 Kemp[4)]에 의하여 흉통, 정상 관상동맥 조영소견 그리고 빠른 심방 조율 시 ST 분절의 하강을 보이는 경우를 X 증후군 또는 미세 혈관 협심증으로 명명하였고 협심증의 한 형태로 분류되면서 이에 대한 관심과 연구가 있어왔지만 아직도 그 진단이 애매 모호할 때가 많다.

오랜 기간동안 운동 심전도는 관상동맥 질환의 존재 여부와 정도 그리고 예후를 예측하는데 매우 유용한 검사 방법으로서 이용되어 왔으나 미세혈관 협심증 환자에서 운동 심전도 상 양성 소견이 과연 진정한 의미에서의 심근허혈을 의미하는 것인지 아니면 위양성을 나타내는지에 대한 의견이 분분하였다. Epstein 등[5)]은 운동심전도는 미세혈관 협심증에서 심근허혈을 발견하는데 있어서 그 예민도가 매우 낮다고 보고하였지만 Camici 등[6)]은 예민도는 높으나 특이도가 매우 낮다고 상반된 보고를 하기도 하였다.

이에 저자들은 미세혈관 협심증이 의심되는 환자에서 운동 심전도 상 ST 분절의 하강 양상과 경흉부 심초음파를 이용하여 측정된 관상동맥 혈류 예비력(corornay flow reserve, CFR)을 비교해 봄으로서 미세 혈관 협심증을 진단하는데 있어서 운동 심전도의 예민도와 특이도를 높일 수 있는 진단 기준을 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

대 상

2000년 1월부터 2001년 5월 사이에 가톨릭의대 성모병원에 흉통을 주소로 내원하여 시행한 관상동맥 조영술상 정상 소견을 보이는 59명(남 : 여=20 : 39, 평균 연령=55세)을 대상으로 하였다. 대상 중에서 심근경색의 과거력, 심전도 상 심방 세동 및 좌각차단, 중등도

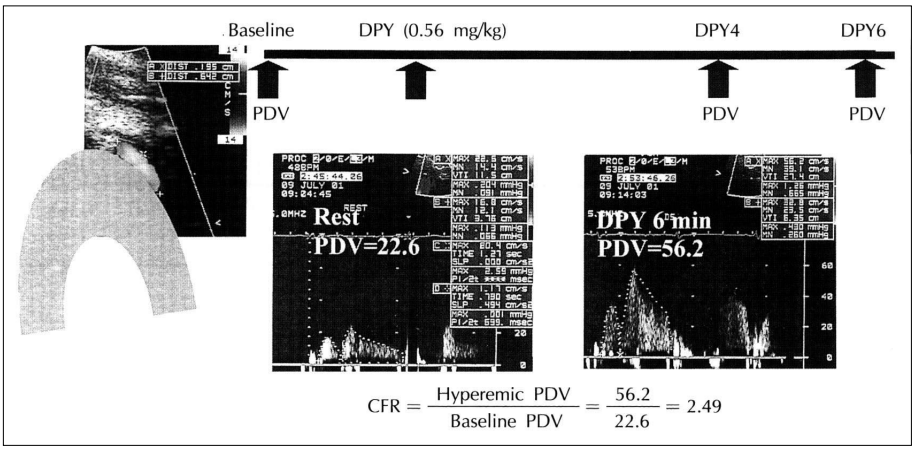

Fig. 1. Measurement of coronary flow reserve (CFR) using transthoracic Doppler echocardiography. PDV : peak diastolic velocity, DPY : dypiridamole.

이상의 심장 판막질환, 비후성 심근증, 심장 초음파 검사 상 벽운동 장애 및 좌심실 구혈률이 50% 이하, 관상동맥 조영술 중 ergonovine 또는 acetylcholine을 이용한 관상동맥 연축 검사 상 양성을 보이는 경우와 50% 이하의 중등도 및 경미한 협착을 보이는 경우도 본 대상에서는 제외시켰다.

방 법

운동 심전도 검사

Quinton 5000 model을 이용하여 Bruces protocol에 의하여 실시하였으며 심박수, 혈압 및 12-lead ECG를 운동 전, 운동 후 3분 간격으로 기록하였다. 전체 미세 혈관 협심증이 의심되는 환자를 운동 심전도 검사 상 음성군과, J-point로부터 0.08초 떨어진 부위에서 2 mm이상의 ST분절의 상행형 하강을 보이는 상행형 ST절 하강군(group with upslope ST depression), 1 mm이상 ST분절의 수평형 하강을 보이는 수평형 ST절 하강군(group with flat ST depression), 1 mm이상 ST분절의 하행형 하강을 보이는 하행형 ST절 하강군(group with down slope ST depression)으로 분류하였다.

경흉부 심초음파를 이용한 관동맥 좌전하행지 원위부 혈류의 측정 및 CFR의 평가(Fig. 1)

12 MHz의 고주파 탐촉자(Ultraband transducer, H-P Sonos 5500)를 좌측 쇄골 중앙선상의 4번째와 5번째 늑간 사이에 위치시킨 후 심첨 2방도를 변형시켜서 심첨부를 보이게 한 후 기계에 내장되어 있는 낮은 속도 범위(low velocity range)를 갖는 색 도플러를 작동시켜서, 심첨부 근처에 붉은색의 관상의 전향적 혈류가 관찰되면, 가능한 sample volume을 혈류 방향에 수평이 되도록 각도를 조절한 후 간헐 파형 도플러 상 이완기가 주를 이루는 혈류를 확인한 후 최소 3번 이상의 심주기에서 최대 이완기 혈류 속도(peak diastolic velocity, PDV, cm/sec), 평균 이완기 혈류 속도(mean diastolic velocity, MDV, cm/sec), 속도 시간 적분(velocity time integral, VTI, cm)을 측정하였고 0.56 mg/Kg의 dipyridamole을 정주한 후 매 분마다 각각 상기한 PDV, MDV, VTI를 측정하였다. CFR은 안정시의 PDV, MDV, VTI에 대한 dipyridamole 정주 후 측정한 PDV, MDV, VTI의 각각의 값중 가장 큰 값의 비로서 각각의 CFR을 구할 수 있는데 본 연구에서는 PDV를 이용한 CFR을 분석하였다.

통계 분석

모든 자료는 평균표준편차로 표시하였으며 통계분석에는 윈도우 용 SPSS 10.0(Statistical Package for Social Science) 프로그램을 이용하였고 각 군간의 관상동맥 혈류의 간헐 파형 도플러 지표의 비교는 ANOVA 검정으로 비교하였으며 사후 검정은 Tukey's b-test를 시행하였다. 통계적 유의성은 p값이 0.05미만인 경우로 하였다.

결 과

환자의 임상적 특성(Table 1)

대상 환자의 평균 연령은 55세였으며 남자의 비율은 34%, 고혈압의 유병율은 41%, 당뇨병의 유병율은 8.5%, 흡연자는 14%였다. 운동 심전도 상 ST분절의 하강형태

Table 1. Patients characteristics

	Negative (n=20)	Upslope (n=20)	Flat (n=13)	Downslope (n=6)
Age (yrs)	56±11	55±8	56±8	53±8
Male sex (%)	10 (50)	3 (15)	7 (54)	1 (17)
DM (%)	2 (10)	2 (10)	1 (8)	0
HTN (%)	6 (30)	6 (30)	9 (69)	3 (50)
Smoking (%)	5 (25)	1 (5)	2 (15)	0
TC (mg/dL)	198.1±20.8	202.3±26.9	187.6±33.7	231.6±51.6*
TG (mg/dL)	135.3±81.0	119.1±36.3	154.0±53.1	140.6±42.3
HDL (mg/dL)	44.9±13.2	48.1±11.5	43.7±11.2	45.8± 2.3

Values are mean±SD. HTN : hypertension, DM : diabetes, TC : total cholesterol, TG : triglyceride, HDL : high density lipoprotein cholesterol, * : $p<0.05$ versus negative and flat group, respectively

에 따라 나눈 네 군간에 연령, 성별, 고혈압과 당뇨병의 유병율은 차이가 없었고, 혈중 총 콜레스테롤은 하행형 ST절 하강군에서 음성군이나 수평형 ST절 하강군에 비해 유의하게 증가되어 있었으나($p<0.05$) 중성 지방이나 고 밀도 지단백 콜레스테롤은 네 군간에 유의한 차이가 없었다.

운동 심전도 결과(Fig. 2)

운동 심전도에서 양성을 보인 환자는 전체 59명중 39명으로 전체 환자의 66%였으며 20명(34%)에서 상행형 ST절 하강 소견을 보였고, 13명(22%)에서 수평형 ST절 하강 소견을 보였으며, 6명(10%)이 하행형 ST절 하강 소견을 보였다. 운동 심전도 상 양성 소견을 보인 환자중 20명(51%)에서 흉부 유도의 V_{5-6}에서 ST절의 하강을 보였고 8명(21%)은 사지 유도 II, III, aVF에서 11명(28%)은 흉부 유도 V_{5-6}와 사지 유도 II, III, aVF에서 ST절의 하강 소견을 보였다. 각 군의 평균 운동 시간은 음성군은 550±106초, 상행형 ST절 하강군은 482±118초, 수평형 ST절 하강군은 472±201초, 하행형 ST절 하강군은 473±149초로 각 군간의 유의한 차이는 없었다.

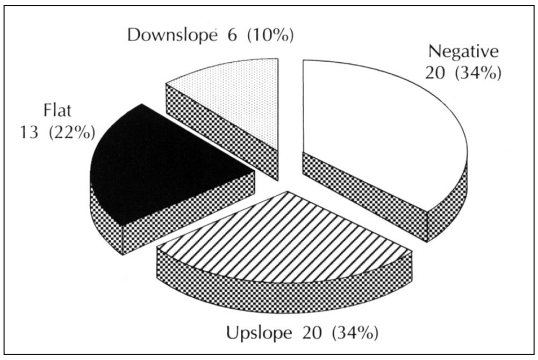

Fig. 2. The results of exercise treadmill test.

전체 대상 환자의 CFR 및 안정시 PDV와 CFR과의 관계

전체 환자의 안정시 PDV는 19.3±6.6 cm/sec, dipyridamole 정주 후 측정한 최고 PDV는 51.5±18.3 cm/sec로 이에 의한 평균 CFR은 2.8±0.8이었다. 안정시 PDV는 CFR과 약하지만 유의한 음의 상관 관계를 보였다($r=-0.20$, $p<0.05$).

운동 심전도 상 ST 변화의 양상에 따른 관상 동맥 간헐 파형 도플러 지표 및 CFR

안정시 PDV는 운동 심전도 상 음성군, 상행형 ST절 하강군, 수평형 ST절 하강군, 하행형 ST절 하강군의 네 군에서 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 2). Dipyridamole 정주 후 PDV는 음성군 및 상행형 ST절 하강군에 비해 하행형 ST절 하강군에서 유의한 감소를 보였다($p<0.05$). CFR은 음성군에서는 3.1±0.6, 상행

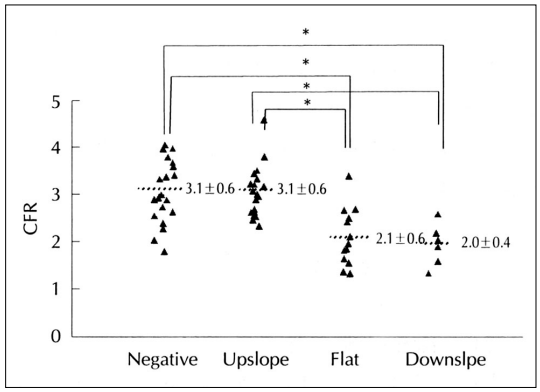

Fig. 3. Comparison of CFR according to the type of ST change during exercise treadmill test. * : $p<0.05$ versus upslope and negative group respectively. CFR : coronary flow reserve.

Table 2. Comparison of Doppler parameters and coronary flow reserve of coronary artery according to the type of ST change during exercise

	Negative (n=20)	Upslope (n=20)	Flat (n=13)	Downslope (n=6)
Baseline PDV	17.7± 5.4	19.8± 6.4	21.3± 8.8	18.3± 5.3
Hyperemic PDV	54.1±19.8	59.5±15.4	41.8±13.7*	37.1±16.4*
CFR (PDV)	3.1± 0.6	3.1± 0.6	2.1± 0.6†	2.0± 0.4†
CFR (MDV)	2.7± 0.6	2.8± 0.6	2.0± 0.5†	1.8± 0.4†
CFR (VTI)	2.3± 0.6	2.1± 0.5	1.7± 0.4‡	1.4± 0.3†

Values are mean±SD. PDV : peak diastolic velocity, MDV : mean diastolic velocity, VTI : velocity time integral, CFR : coronary flow reserve, * : $p<0.05$ versus upslope group, † : $p<0.05$ versus negative and upslope group, ‡ : $p<0.05$ versus negative group

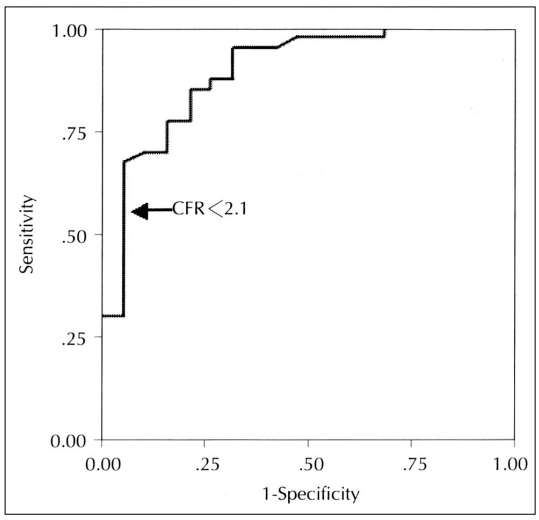

Fig. 4. ROC curve for obtaining the optimal cut off value of CFR suggesting flat or downslope ST depression in exercise treadmill test. ROC : recever operating curve, CFR : coronary flow reserve.

형 ST절 하강군에서는 3.1±0.6, 수평형 ST절 하강군에서는 2.1±0.6, 하행형 ST절 하강군에서는 2.0±0.4로 음성군과 상행형 ST절 하강군 사이에는 유의한 차이가 없었으나 음성군이나 상행형 ST절 하강군에 비해 수평형 ST절 하강군이나 하행형 ST절 하강군에서 유의한 감소의 소견을 보였다($p<0.05$)(Fig. 3).

운동 심전도 상 ST분절 하강 형태의 진단적 의미

전체 환자의 22%에서, 그리고 운동 심전도 상 양성 소견을 보인 환자의 28%에서 CFR이 2.1이하로 나타났다. 이 환자 13명 중 11명(85%)이 수평형 및 하행형 ST절 하강군이었고 2명(15%)이 음성이거나 상행형 ST절 하강군이었다. 또한 수평형 또는 하행형 ST절 하강군 19명중 11명(58%)이 그리고 상행형 ST절 하강군 및 정상군의 환자 40명중 2명(5%)이 CFR 2.1이하로 측정되었다. 즉 수평형 또는 하행형 ST절 하강은 2.1 이하의 CFR을 시사하는데 58%의 민감도와 95%의 특이도를 보였다(Fig. 4).

고 찰

1974년 Kemp[4]에 의해 흉통, 정상관상동맥 조영소견 및 빠른 심방 조율 시 ST 분절의 하강을 보이는 경우를 X 증후군 또는 미세 혈관 협심증으로 명명한 이후 협심증의 한 형태로 분류되어 왔으나 아직까지 미세혈관 협심증의 정의와 병태 생리학적 기전은 명확하지 않은 상태이다. 미세혈관 협심증의 병태 생리학적 기전으로서 CFR의 감소에 의한 심근 허혈, 전 미세동맥 혈관의 저항의 증가에 의한 adenosine의 분비 증가로 인한 흉통 유발, 흉통 감지 역치의 감소, 심근증의 초기 형태등으로 설명하고 있으며 미세혈관 협심증은 하나의 질환이 아닌 상이한 질환들의 군으로 보고 있다.[7-9]

Chillian 등[10]은 관상동맥의 저항이 심외막 관상동맥보다는 심근 내 위치해 있는 100 500 μm정도의 미세 혈관에 의해서 일어난다는 것을 밝혔고, 이러한 미세 혈관의 형태학적 및 기능상의 이상에 의한 CFR의 저하가 미세혈관 협심증 환자의 증상 및 심전도 변화에 관여한다는 연구가 있어 왔다.[11-13] 또한 고혈압에 이차적으로 동반되는 심근비대,[14][15] 대동맥 판막협착증,[16] 대동맥 판막하 협착증[17] 등에서의 흉통도 CFR의 감소에 의한 심근허혈이 중요한 원인으로 생각되고 있다.

한편 Kemp[4]가 내린 정의에서처럼 흉통, 정상 관상동맥 조영 소견과 심전도 상 ST 분절의 변화 소견 모두를 충족하는 경우에만 미세 혈관 협심증으로 진단을 내릴 수 있을 것인가 하는 문제에 대하여 그 동안 많은 논란이 있어 왔다. Epstein 등[5]은 미세 혈관 협심증을 갖는 115명의 환자중 단 10%, 즉 남자에서는 2%, 여자에서는 17%에서만이 운동심전도 상 ST 분절 변화를 보였다고 보고하여 운동 심전도가 미세혈관 협심증에 의한 심근허혈을 진단하는데 있어서 그 예민도가 매우 낮음을 강조하였다. 그러나 이러한 퍼센티지는 환자의 선별 기준에 크게 의존하고 있음이 사실이다. 한편 Camici 등[6]은 미세 혈관 협심증 환자에서 운동부하 검사 중 ST 분절의 하강을 보였던 29명의 환자중 단 12명(41%)만이 CFR의 감소를 보였으며 CFR은 흉통의 존재 여부, dypiridamole 투여 후 ST분절의 하강 사이에는 상관관계가 없으며 이들 환자에서 심근 허혈 이외의 다른 요인이 심전도 변화나 흉통을 유발하는데 관여할 것으로 추정하였다.

CFR을 측정하기 위하여 Doppler-tip catheter, Doppler-tip guide wire, Digital subtraction angiogram 및 Coronary sinus thermodilution 방법들이 사용되어 왔으나,[18][19] 모두 관혈적인 검사방법들이다. 경흉부 심초음파를 이용한 관상동맥의 형태학적인 관찰은 초기에는 주로 주좌관상동맥의 동맥 경화성 협착을 진단하는

데 이용되었으나[20-23] 6-MHz 이상의 고주파 탐촉자와 digital image, cine-loop 등이 개발되면서 경흉부 심초음파를 이용하여 주좌관상동맥 및 근위부 좌관상동맥은 물론 좌관상동맥의 원위부까지도 해부학적 관찰이 가능해졌다.[24)25)] Hozumi 등[26]에 의해 경흉부 심초음파를 이용한 CFR의 측정이 표준 검사 방법으로 알려진 Doppler guide wire를 이용한 방법과의 비교에서 상관 계수 0.94의 일치를 보이는 우수한 검사 방법임이 밝혀진 이후 비관혈적인 CFR의 측정 방법으로 이용되어 왔다.

정상인에서의 CFR의 범위와 심근 허혈을 시사하는 범위에 대한 정확한 수치는 아직까지 결정되지 못했으나 몇몇 연구에서[27-29] 정상 CFR은 3.0 이상으로 생각되고 있다. Redberg 등[30]은 심각한 심외막 관상동맥의 협착을 시사하는 CFR은 2.1미만이라고 보고한바 있고 윤 등[31]은 정상 관동맥 소견을 보인 환자에서 경식도 심초음파를 이용한 CFR의 연구에서 역시 2.1미만을 심근 허혈을 의미하는 범위로 제시한 바 있다.

본 연구에서 미세혈관 협심증이 의심되는 환자에서 운동 심전도 상 양성 소견을 보였던 환자는 66%로 미세혈관 협심증 환자에서 심근 허혈을 진단하는데 비교적 높지 않은 예민도를 보였으며 또한 운동 심전도 상 양성 소견을 보인 환자 중 실제 경흉부 심초음파로 측정한 CFR이 2.1미만으로 떨어져 있는 환자는 28%로서 역시 ST분절의 하강과 CFR의 상관관계가 미약함을 확인할 수 있었다. 이에 저자들은 운동 심전도 검사 상 양성을 보인 환자를 ST절의 하강 형태에 따라서 CFR과 비교 하고자 하였다. 연구 결과 운동 심전도 검사 상 기존의 정의에 따른 양성 소견일지라도 수평형 및 하행형 ST절 하강군의 CFR이 음성 및 상행형 ST절 하강군에 비해 유의하게 감소되어 있는 것을 알 수 있었다.

이상에서 2.1미만의 CFR을 진성 허혈을 의미하는 범위로 잡는다면 정상 관동맥 조영 소견을 보이면서 흉통을 호소하는 미세혈관 협심증이 의심되는 환자에서 운동 심전도상 수평형 혹은 하행형 ST절 하강 소견을 보였을 때 이 환자가 2.1미만의 CFR을 보이는 진성 허혈에 의한 심전도의 변화임을 민감도 58%와 특이도 95%로 예측할 수 있어 CFR의 감소에 의한 심근 허혈을 진단하는데 특이도가 높은 검사가 될 수 있음을 시사해준다. 즉 운동 심전도에서 상행형 ST절 하강을 보인 대부분의 환자는 정상 CFR을 가지고 있었기 때문에 이러한 형태의 심전도 변화는 심근 허혈에 의한 변화보다는 다른 원인에서 기인할 수 있을 것으로 사료되며 향후 더 많은 연구를 필요로 한다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, CFR이 2.1과 2.5사이에서는 정상 및 상행형 ST절 하강군과 수평형 및 하행형 ST절 하강군이 모두 관찰된다는 점이다. 이 범위에서는 ST분절의 형태가 심근 허혈을 의미하는지 아닌지가 명확하지 않을 수 있다. 둘째, 수평형 및 하행형 하강군에서도 일부분이 CFR이 2.1이상으로 측정되어 운동 심전도 검사가 심근허혈을 진단하는 데에 민감도가 떨어지는 검사임을 의미하나 이전의 Camici 등[6]의 연구에서와 같이 운동 심전도 양성 환자 모두를 대상으로 했을 때보다는 민감도를 상당히 높일 수 있었으며 상행형 ST절 하강은 직접적인 심근 허혈과 연관이 적은 변화임을 암시하고 있다.

본 연구를 통하여 운동 심전도 상 수평형과 하행형 ST절 하강군으로 양성 결과를 국한하였을 때 미세 혈관 협심증의 중요한 기전으로 보고 있는 CFR 감소와의 연관성을 높일 수 있으며 나아가 운동 심전도 상 이러한 ST 절의 변화 형태는 미세혈관 협심증의 진단에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

배경 및 목적 :

미세혈관 협심증에서 운동 부하검사의 진단적 의미에 대해서는 아직 명확하지 않다. 그래서 본 연구는 미세혈관 협심증에서 심근 허혈을 진단하는데 운동 부하검사의 유용성에 대해 알아보기 위해 운동 부하 검사상의 ST절 변화 양상과 관상 동맥 혈류 예비력과의 관계를 연구 하였다.

방 법 :

59명(남 : 여=20 : 39, 평균 연령 : 55±9)의 환자를 대상으로 하였고, 심근경색의 과거력, 심전도 상 심방 세동 및 좌각차단, 중등도 이상의 심장 판막질환, 비후성 심근증, 심장 초음파 검사 상 벽운동 장애 및 좌심실 구혈률이 50% 이하, 관상동맥 조영술 중 ergonovine 또는 acetylcholine을 이용한 관상동맥 연축 검사 상 양성을 보이는 경우와 50% 이하의 중등도 및 경미한 협착을 보이는 경우도 본 대상에서는 제외시켰다. 운동 부하검사 결과에 따라 음성군, 상행형 ST절 하강군, 수평형 ST절 하강군, 하행형 ST절 하강군으로 나누었고 경흉

부 심초음파를 이용해 안정시 그리고 dipyridamole 정주후 관상 동맥 간혈 도플러 지표들을 얻어 관동맥 혈류 예비력을 구하고 이것을 운동 부하 검사상 ST절 하강 형태에 따라 비교 연구하였다.

결 과 :

전체 환자 중 39명(66%)에서 운동 심전도 검사상 양성 반응을 보였고, 이중 11명(28%)에서 2.1미만의 관동맥 혈류 예비력을 보였다. 운동 심전도상 ST절 하강 형태에 따른 관동맥 혈류 예비력은 음성군과 상행형 ST절 하강군사이에는 유의한 차이가 없었으며, 수평형이나 하행형 ST절 하강군은 음성군이나 상행형 ST절 하강군에 비해 유의하게 관동맥 혈류 예비력이 감소되어 있었다($p<0.05$). 또한 수평형 혹은 하행형 ST절 하강은 민감도 58%, 특이도 95%로 관동맥 혈류 예비력 2.1미만을 예측할 수 있었다.

결 론 :

정상 관상 동맥 조영소견을 보이는 흉통 환자에서 운동 심전도 상 수평형과 하행형 ST절 하강으로 양성 결과를 국한하였을 때 미세 혈관 협심증의 중요한 기전으로 보고 있는 관상 동맥 혈류 예비력의 감소와의 연관성을 높일 수 있으며 특히 상행형 ST절 하강군은 직접적인 심근 허혈과 연관이 적은 변화임을 알 수 있었다. 나아가 운동 심전도 상 이러한 ST 절의 변화 형태는 미세혈관 협심증의 진단에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

중심 단어 : 관상동맥 혈류 예비력 ; 운동 부하 검사.

REFERENCES

1) Prodfit WL, Shirey EK, Sones FM Jr. *Selective cine coronary arteriography: correlation with clinical findings in 1000 patients. Circulation 1966;33:901-10.*
2) Kemp HG, Kronmal RA, Vlietstra RE, Frey RL. *Seven year survival of patients with normal or near normal coronary arteriograms: a CASS registry study. J Am Coll Cardiol 1986;7:479-83.*
3) Bemiller CR, Pepine CJ, Rogers AK. *Long term observations in patients with angina and normal coronary arteriogram. Circulation 1973;47:36-43.*
4) Kemp HG Jr. *Left ventricular function in patients with the anginal syndrome and normal coronary arteriograms. Am J Cardiol 1973;32:375-6.*
5) Epstein SE, Cannon RO 3rd, Bonow RO. *Exercise testing in patients with microvascular angina. Circulation 1991; 83(Supple III):III73-III76.*
6) Camici PG, Gistri R, Lorenzoni R, Sorace O, Michelassi C, Bongiorni MG, Salvadori PA, L'Abbate A. *Coronary reserve and exercise ECG in patients with chest pain and normal coronary angiograms. Circulation 1992;86:179-86.*
7) Operk D, Zebe H, Weihe E, Mall G, Durr C, Gravert B, Mehmel HC, Schwarz F, Kubler W. *Reduced coronary dilatory capacity and ultrastructural changes of the myocardium in patients with angina pectoris but normal coronary arteriograms. Circulation 1981;63:817-25.*
8) Turei M, Galassi AR, Glazier JJ, Kaski JC, Maseri A. *Pain threshold and tolerance in women with syndrome X and women with stable angina pectoris. Am J Cardiol 1987;60:503-7.*
9) Opherk D, Schuler G, Wetterauer K, Manthey J, Schwarz F, Kubler W. *Four year follow-up study in patients with angina pectoris and normal coronary arteriograms ("syndromw X"). Circulation 1989;80:1610-6.*
10) Chillian WM, Eastmam CL, Layne SM, Marcus ML. *Small vessel phenomena in the coronary microcirculation: phasic intramyocardial perfusion and coronary microvascular dynamics. Prog Cardiovasc Dis 1988;31:17-38.*
11) Maron BJ, Epstein SE, Roberts WC. *Hypertrophic cardiomyopathy and transmural myocardial infarction without significant atherosclerosis of the extramural coronary arteries. Am J Cardiol 1979;43:1086-102.*
12) Cannon RO 3rd, Watson RM, Rosing DR, Epstein SE. *Angina caused by reduced vasodilator reserve of the small coronary arteries. J Am Coll Cardiol 1983;1:1359-73.*
13) Mosseri M, Yarom R, Gotsman M, Hasin Y. *Histologic evidence for small-vessel coronary artery disease in patients with angina pectoris and patent large coronary arteries. Circulation 1986;74:964-72.*
14) Marcus ML, Mueller TM, Gascho JA, Kerber RE. *Effects of cardiac hypertrophy secondary to hypertension on the coronary circulation. Am J Cardiol 1979;44:1023-8.*
15) Pichard AD, Gorlin R, Smith H, Ambrose J, Meller J. *Coronary flow studies in patients with left ventricular hypertrophy of the hypertensive type. Am J Cardiol 1981; 47:547-54.*
16) Marcus ML, Doty DB, Hiratzka LF, Wright CB, Eastham CL. *Decreased coronary reserve: a mechanism for angina pectoris in patients with aortic stenosis and normal coronary arteries. N Engl J Med 1982;307:1362-6.*
17) Cannon RO 3rd, Rosing DR, Maron BJ, Leon MB, Bonow RO, Watson RM, Epstein SE. *Myocardial ischemia in patients with hypertrophic cardiomyopathy: contribution of inadequate vasodilator reserve and elevated left ventricular filling pressures. Circulation 1985;71:234-43.*
18) White CW, Wilson RF, Marcus ML. *Methods of measuring myocardial blood flow in humans. Prog Cardiovasc Dis 1988;31:79-94.*
19) Gould KL, Kirkeeide RL, Buchi M. *Coronary flow reserve as a physiologic measure of stenosis severity. J Am Coll Cardiol 1990;15:459-74.*
20) Chen CC, Morganroth J, Ogawa S, Mardelli TJ. *Detection left main coronary artery disease by apical, cross-sectional echocardiography. Circulation 1980;62:288-93.*
21) Ogawa S, Chen CC, Hubbard FE, Pauletto FJ, Mardelli TJ, Morganroth J, Dreifus LS, Akaishi M, Nakamura Y. *A new approach to visualize the left main coronary artery using by apical cross-sectional echocardiography. Am J Cardiol 1980;45:301-4.*
22) Rink LD, Feigenbaum H, Godley RW, Weyman AE,

Dillon JC, Phillips JF, Marshall JE. *Echocardiographic detection of left main coronary artery obstruction. Circulation 1982;65:719-24.*

23) Vered Z, Katz M, Rath S, Har-Zahav Y, Battler A, Benjamin P, Neufeld HN. *Two-dimensional echocardiographic analysis of proximal left main coronary artery in humans. Am Heart J 1986;112:972-6.*

24) Ross JJ Jr, Mintz GS, Chandrasekaran K. *Transthoracic two-dimensional high frequency (7.5 MHz) ultrasonic visualization of the distal left anterior descending coronary artery. J Am Coll Cadiol 1990;15:373-7.*

25) Faletra F, Cipriani M, Corno R, Cali G, Mantero A, Cantoni S, Formentini A, Danzi GB, Pezzano A. *Transthoracic high-frequency echocardiographic detection of atherosclerotic lesions in the descending portion of the left coronary artery. J Am Soc Echocardiogr 1993;6:290-8.*

26) Hozumi T, Yoshida K, Akasaka T, Asami Y, Ogata Y, Takagi T, Kaji S, Kawamoto T, Ueda Y, Morioka S. *Noninvasive assessment of coronary flow velocity and coronary flow reserve in the left anterior descending coronary artery by Doppler echocardiography: comparison with invasive technique. J Am Coll Cardiol 1998;32:1251-9.*

27) Iliceto S, Marangelli V, Memmola C, Rizzon P. *Transesophageal Doppler echocardiography evaluation of coronary blood flow velocity in baseline conditions and during dipyridamole-induced coronary vasodilation. Circulation 1991;83:61-9.*

28) White CW, Wilson RF, Marcus ML. *Methods of measuring myocardial blood flow in humans. Prog Cardiovas Dis 1988;31:79-94.*

29) Memmola C, Iliceto S, Napoli VF, Cavallari D, Santoro G, Rizzon P. *Coronary flow dynamics and reserve assessed by transesophageal echocardiography in obsructive hypertrophic cardiomyopathy. Am J Cardiol 1994;74:1147-51.*

30) Redberg RF, Sobol Y, Chou TM, Malloy M, Kumar S, Botvinick E, Kane J. *Adenosine-induced coronary vasodilation during transesophageal Doppler echocardiography: rapid and safe measurement of coronary flow reserve ratio can predict significant left anterior descending coronary stenosis. Circulation 1995;92:190-6.*

31) Youn HJ, Foster E. *Transesophageal echocardiography (TEE) in the evaluation of the coronary arteries. Cardiol Clin 2000;18:833-48.*