

## 성공적인 관동맥 풍선확장성형술후 실시한 운동부하검사상 ST절의 하강

한림대학교 의과대학 내과학교실

두영철 · 조병동 · 최호열 · 최조영 · 고순희 · 한규록  
오동진 · 유규형 · 임종윤 · 고영박 · 이 영

= Abstract =

### Exercise-Induced ST-Segment Depression in Patients after Successful Coronary Angioplasty

Young-Cheoul Doo, M.D., Byung-Dong Cho, M.D., Ho-Yeol Choi, M.D.,  
Jo-Young Choi, M.D., Soon-Hee Koh, M.D., Kyoo-Rok Han, M.D.,  
Dong-Jin Oh, M.D., Kyu-Hyung Ryu, M.D., Chong-Yun Rim, M.D.,  
Young-Bahk Koh, M.D., Young Lee, M.D

*Department of Internal Medicine, College of Medicine University of Hallym, Seoul, Korea*

**Background** : Exercise induced ST-segment depression in patients after coronary angioplasty is frequently observed but the mechanism responsible for exercise induced myocardial ischemia early after successful coronary angioplasty is poorly understood. The object of this study is to investigate potential determinants of this phenomenon by analyzing the clinical, exercise testing, and angiographic characteristics in patients with exercise induced ST-segment depression.

**Methods** : The study group comprised 13 patients with exercise induced ST-segment depression (Positive group, M : 12, mean age :  $59 \pm 9$  year) and 26 patients without exercise induced ST-segment depression (Negative group, M : 22, mean age :  $55 \pm 13$  year) after successful coronary angioplasty in single vessel disease. We compared preangioplasty clinical, angiographic, and hemodynamic variables in group with positive and negative results on exercise testing after successful PTCA.

#### **Results** :

##### 1) Clinical characteristics

The initial diagnosis were acute myocardial infarction in 5, unstable angina in 8 patients at positive group, and 16 and 10 patients at negative group, respectively. There were no significant different in initial diagnosis, risk factor for coronary artery disease, and medication used before exercise test at between two groups (Table 1).

##### 2) Coronary angiography and PTCA

The maximal ballooning size were significantly smaller in positive group than negative group ( $2.7 \pm 0.5$  vs  $3.1 \pm 0.4$  mm,  $2.9 \pm 0.4$  mm vs  $3.2 \pm 0.4$  mm, respectively ( $p < 0.05$ )) but there were no significantly different in ejection fraction, end-diastolic volume, end-systolic volume

before PTCA, degree of stenosis of lesion before and after PTCA, total ballooning time, balloon pressure, lesion site and infarction relation of lesion at between two groups(Table 2).

### 3) Exercise test

The mean time from angioplasty to the performance of exercise testing were  $9.5 \pm 4.0$  days in positive group and  $6.1 \pm 4.5$  days in negative group. The mean depression of ST-segment was  $1.5 \pm 0.5$ mm and was predominantly noted in lateral leads(V4-6)(9/13 : 69%). There were no significantly different in total exercise time, rate-pressure product, and metabolic equivalents-exercise time at positive and negative group. But positive results at follow up exercise test were significantly higher in positive group( $p < 0.05$ )(Table 3).

**Conclusions :** There were no definite determinating factors for exercise induced ST-segment depression early after successful coronary angioplasty by analyzing the clinical, angiographic, and exercise testing variables. The pathophysiologic mechanism of this finding remain to be elucidated, especially for association of microvascular functional alternation.

**KEY WORDS :** PTCA · Exercise Test · ST-segment Depression.

## 서 론

보고자 하였다.

운동부하검사는 관동맥 질환을 진단하고 약물의 반응정도를 평가하며 예후를 판정하는데 사용하는 유용한 비관혈적 검사의 하나로 알려져 있다. 따라서 운동부하검사중 ST절의 하강은 심근허혈을 반영하는 것으로 평가할 수 있다. 관동맥질환 환자를 관동맥 풍선확장성형술(이하 PTCA)후 허혈성 심전도변화의 회복, 운동능력의 증가정도 및 흉통의 소실 여부로 PTCA의 효과를 평가하기 위하여 운동부하검사를 실시하기도 하는데 성공적으로 PTCA를 실시한 한 혈관 관동맥질환 환자에서 운동부하검사에서 의미있는 ST절의 하강을 상당수의 환자(37~54%)에서<sup>1,2)</sup> 관찰할 수 있다. 이러한 현상의 기전에 대해서는 잘 알려져 있지 않으나 성공적인 PTCA가 시행된점, 1달내 재협착률이 12% 정도인점<sup>3)</sup> 그리고 PTCA를 실시한 병변에 vasomotor response에 이상과 관련이 없다는 최근 보고등을<sup>4)</sup> 고려할때 residual coronary flow reserve에 기질적인 문제보다는 small vessel의 기능적인 변화와 관련이 있는 것으로 설명하고 있다.<sup>5-8)</sup>

본 저자들은 한혈관 관동맥질환 환자에서 성공적인 PTCA후 시행한 운동부하검사중 의미있는 ST절의 하강이 관찰된 환자와 관찰되지 않은 환자를 대상으로 임상적, 운동부하검사상 그리고 관동맥 조영검사상 특성을 분석하여 이런 반응에 관련된 요인을 찾아

## 대상 및 방법

### 1. 환자군

1990년 부터 1994년 10월까지 강동성심병원에서 한혈관 관동맥환자에서 성공적인 PTCA후 실시한 운동부하검사중 의미있는 ST절의 하강이 관찰된 13명(양성환자군 : 남자 12명, 평균나이  $59 \pm 9$ 세)과 ST절의 하강이 관찰되지 않은 26명(음성환자군 : 남자 22명, 평균나이  $55 \pm 13$ 세)을 대상으로 하였다. 이 두환자군을 대상으로 PTCA전의 임상적, 관동맥 조영검사, 그리고 운동부하검사의 인자에 대하여 비교하였다.

### 2. 운동부하검사

PTCA후 2주내에 운동부하검사를 실시한 환자만을 대상으로 하였고 기본적인 운동부하검사는 Modified Bruce Protocol에 따라 시행하였으며 급성심근경색증 환자는 MI(Myocardial Infarction) Protocol에 따라 시행하였다. 휴식시, 운동시, 각단계별로 그리고 회복기 5~10분동안은 3분 간격으로 심박수, 혈압, 12 lead 심전도를 기록 하였다. J-point로 부터 0.08초 떨어진 부위에서 1mm이상 ST절의 하강을(horizontal or downsloping ST-segment depression) 관찰시 양성으로 정의하였다.

### 3. 관동맥 조영검사 및 관동맥 풍선확장성형술

관동맥 조영검사는 통상적인 방법으로 시행하였으며 관동맥 협착이 50%를 넘는 경우 의미있는 협착으로 정의하였다. 협착병변이 70% 이상이며 잔여혈의 객관적 증거가 있으며 풍선확장성형술에 적합한 경우에 통상적인 방법으로 풍선확장성형술을 시행하였다. 추적관동맥조영검사가 시행된 환자에서는 PTCA가 시행된 병변에 잔여협착이 50% 이상인 경우에 재협착이 발생한 것으로 정의하였다.

### 4. 외래 추적관찰

외래의무기록을 참조하여 운동부하검사나 추적 관동맥 조영검사를 시행하지 않은 경우에 전형적인 흉통이 발생한 경우 임상적 재협착이 발생한 것으로 정의하였다.

모든결과는 평균치  $\pm$  표준편차로 표시하였고 양성환자군과 음성환자군의 임상적, 관동맥조영 및 관동맥 풍선확장성형술 그리고 운동부하검사의 각 인자에서의 비교는 unpaired t-test, Chi-square test 그리고 Fisher's exact test를 이용하여 검정하였고 P 값이 0.05미만인 경우에 통계적 유의성을 두었다.

## 결 과

### 1. 임상적 특성

내원당시 임상진단은 양성환자군 13명과 음성환자

군 26명중 급성심근경색증이 각각 5명, 16명이었고 불안정형 협심증이 각각 8명, 10명이었다. 관상동맥 질환의 위험인자로는 고혈압이 13명(양성환자군 6명), 당뇨병 8명(양성환자군 5명), 흡연 24명(양성환자군 7명), 가족력 4명(양성환자군 1명), 총콜레스테롤이 240mg% 이상 7명(양성환자군 2명), HDL 콜레스테롤이 35mg% 미만 7명(양성환자군 1명)이 있었다. 전형적인 흉통의 발생의 유무에 따른 임상적 재협착의 발생이 13명(양성환자군 6명)에서 발생하였다. 내원당시의 임상진단, 관상동맥질환의 위험인자 그리고 임상적 재협착의 발생등에서 두 환자군간의 유의있는 차이가 없었으며 또한 운동부하검사전 사용한 약제의 종류에서도 두 환자군간에 유의있는 차이를 발견할 수 없었다(Table 1).

### 2. 관동맥 조영검사 및 관동맥 풍선확장성형술 (PTCA)

PTCA전의 좌심실의 구축률(EF; Ejection Fraction)이 양성환자군에서  $64 \pm 12\%$ , 음성환자군에서  $60 \pm 14\%$ 였다. 수축기말기, 이완기말기 좌심실용적은 양성환자군에서 각각  $42 \pm 20\text{ml}$ ,  $114 \pm 38\text{ml}$ 였으며 음성환자군에서는 각각  $51 \pm 28\text{ml}$ ,  $123 \pm 40\text{ml}$ 였다. PTCA가 시행된 부위로 좌전하행지 25명(양성환자군 8명), 우관상동맥 7명(양성환자군 1명), 좌회선동맥 7명(양성환자군 4명)이었다. PTCA전 협착정도가 양성환자군에서는  $86 \pm 11\%$ , 음성환자군에서는  $84 \pm 11\%$ 였고 PTCA후 잔여협

**Table 1.** The clinical characteristics of patients

	Positive group (n=13)	Negative group (n=26)
Age(year)	59 $\pm$ 9	55 $\pm$ 13
Sex(M/F)	12/1	22/4
Initial Diagnosis		
AMI	5	16
Unstable angina	8	10
Risk Factor for CAD		
Hypertension	6	7
Diabetes	5	3
Smoking	7	17
Hyperlipidemia		
Cholesterol $\geq 240\text{mg}\%$	2	5
HDL $< 35\text{mg}\%$	1	6

AMI: Acute myocardial infarction, \*P<0.05

CAD: Coronary artery disease

착정도는 양성환자군에서  $21 \pm 19\%$ , 음성환자군에서  $20 \pm 15\%$ 였다. PTCA전 좌심실기능, 좌심실용적, PTCA부위, PTCA전후의 협착정도에서 또한 풍선확장의 총시간및 단일 최대확장시간, 확장압력 그리고 심근경색과 관련된 혈관(Infarction related artery) 유무등에 있어서 두 환자군간에 유의있는 차이가 없었다. 그러나 PTCA가 시행된 혈관의 크기및 PTCA중 풍선도자의 최대크기가 양성환자군에서 각각  $2.7 \pm 0.5\text{mm}$ ,  $2.9 \pm 0.4\text{mm}$  였고 음성환자군에서는  $3.1 \pm 0.4\text{mm}$ ,  $3.2 \pm 0.4\text{mm}$ 로( $P < 0.05$ ) 유의있게 양성환자군에서 적었다(Table 2). 추적관동맥 조영검사가 총 15명(양성환자군 4명)에서 시행되었고 그중 3명(양성환자군 2명)에서 재협착이 발생하였다. 두 환자군간에 재협착 발생에 있어 차

이는 없었다(Table 2).

### 3. 운동부하검사

운동부하검사가 PTCA후 양성환자군에서는  $9.5 \pm 4.0$ 일에 음성환자군에서는  $6.1 \pm 4.5$ 일에 시행되었다. 양성환자군에서 평균 ST절의 하강정도는  $1.5 \pm 0.5\text{mm}$ 였으며 측벽 Leads(V4-6)에서 가장 많이(9명; 69%) 관찰 되었다. 평균 총운동부하시간은 양성환자군에서  $14.8 \pm 4.4$  min, 음성환자군에서  $15.8 \pm 2.2$  min으로 차이가 없었고 휴식시, ST절의 하강시, 그리고 최대운동시 Rate-Pressure Product 그리고 MET-Min(Metabolic Equivalents-Exercise time (Min) Product)가 양군간에 차이가 없었다(Table 3).

추적운동부하검사가 28명(양성환자군 8명)에서 PTCA후 평균 5개월후에 시행되었고 그중 6명(양성

**Table 2.** The angiographic characteristic of patients

	Positive group (n=13)	Negative group (n=26)
EF (%)	$64 \pm 12$	$60 \pm 14$
EDV(ml)	$114 \pm 38$	$123 \pm 40$
ESV(ml)	$42 \pm 20$	$51 \pm 28$
Ballooning Time(min)		
Total	$4.9 \pm 3.1$	$6.5 \pm 4.9$
Single, maximal	$1.9 \pm 1.1$	$2.1 \pm 1.0$
Pressure(atm)	$8.8 \pm 1.4$	$8.4 \pm 1.8$
Size(mm)		
Lesion site*	$2.7 \pm 0.5$	$3.1 \pm 0.4$
Balloon,maximal*	$2.9 \pm 0.4$	$3.2 \pm 0.4$
Degree of stenosis (%)		
Pre-PTCA	$86 \pm 11$	$84 \pm 11$
Post-PTCA	$21 \pm 19$	$20 \pm 15$

EF : Ejection fraction, EDV : End-diastolic volume, ESV : End-systolic volume, \* $P < 0.05$

**Table 3.** The exercise testing characteristics of patients

	Positive group (n=13)	Negative group (n=26)
Time from angioplasty to exercise test(day)	$9.5 \pm 4.0$	$6.1 \pm 4.5$
ST depression(mm)	$1.5 \pm 0.5$	
Total exercise time(min)	$14.8 \pm 4.4$	$15.8 \pm 2.2$
Rate-Pressure Product		
At rest	$7993 \pm 2244$	$7184 \pm 2388$
At ST depression	$16482 \pm 5129$	
At peak	$21349 \pm 5326$	$21036 \pm 7197$
MET-Min Product	$89 \pm 46$	$84 \pm 35$

MET : Metabolic equivalent, \* $P < 0.05$

환자군 5명)에서 양성결과가 나타나 의의있게( $P<0.005$ ) 양성환자군에서 추적운동부하검사상 양성결과가 많았다(Table 3).

## 고 안

한혈관 관동맥질환 환자에서 성공적인 PTCA후에 실시한 운동부하검사상 ST절의 하강을 드물지 않게 관찰할 수 있으며 그 기전에 대한 가능한 설명으로 운동부하검사의 위양성일 가능성<sup>8)</sup>, 심근허혈을 일으킬 수 있을 정도의 잔여협착이 있는 경우, vasomotor response의 이상, 그리고 small vessel 의 기능적인 이상일<sup>4,7)</sup> 가능성이 제시되고 있다. 그 빈도가 보고자마다 차이가 있으나 37~54%로<sup>1,2)</sup> PTCA후 1달내 재협착률 12%보다 훨씬 높은점<sup>3)</sup> 또한 성공적인 PTCA이며 증상의 재발이 없었다는점 그리고 일부 보고에서 관동맥조영검사상 의미있는 협착이 없음을 증명한 점등을 고려할 때 의미있는 잔여협착등에 의한 기질적인 혈류제한에 의한 것은 아닌것으로 생각된다. 본 연구에서도 한혈관 관동맥질환 환자로 모두 심한 합병증 없이 성공적으로 PTCA를 시행하였고 운동부하검사상 운동능력의 향상과 증상의 소실등을 고려할 때 잔여협착이나 아급성폐쇄등에 의한 것은 아니며 최근 EL-Tamimi등이<sup>4)</sup> 성공적인 PTCA후에 운동부하검사중 ST절의 하강이 관찰된 환자군과 관찰되지 않은 환자군 모두에서 vasoconstrictor에 대한 반응에 차이가 없었으며 vasomotor response의 이상과 관련이 없다는 보고등을 고려할 때 Small coronary vessel의 기능적 이상과 관련되어 있을 것으로 생각되어진다<sup>4,7)</sup>. 또한 coronary flow reserve가 PTCA 직후 resting flow의 증가로 장애가 발생하며 6개월후 coronary flow reserve의 장애가 회복된다는 Beregi의 보고등을<sup>9)</sup> 고려할 때 PTCA로 normal basal flow가 회복되면 microvascular anatomical change는 곧 회복되지만 functional change는 좀더 오래 지속되어 즉 기능적인 장애에 의한 coronary flow reserve의 제한으로 성공적인 PTCA후 운동부하검사상 ST절의 하강이 발생하는 것으로 설명할 수 있겠다<sup>5)</sup>. 그러나 본 연구에서는 PTCA후 관동맥 조영검사를 실시하지 않아 잔여협착정도를 정확히 측정하지 못하였고 coronary flow reserve에 대한 검사를 시행하지 못해 기전에 대해 정확히 언급하기가 어려우나 상기에서

언급한 여러이유로 microvascular vessel의 이상에 의한 coronary artery reserve의 이상에 의해 발생하는 것으로 생각할 수 있어 앞으로 coronary artery reserve의 변화에 대한 연구및 이러한 변화의 지속여부를 관찰하는 일이 필요할 것으로 생각된다.

동물실험에서<sup>10,12)</sup> hibernating<sup>13)</sup> 또는 stunned myocardium<sup>14)</sup>에서 anatomical or functional microvascular function에 이상이 있으며 임상적으로는 불안정형 협심증환자에서 관찰되는 것으로 알려져 있다. 또한 한 연구보고에서 운동부하검사중 ST절의 하강이 PTCA전 부분적인 심근기능에 이상이 있었던 환자군에서 많이 발생하며 추적조영검사상 심근기능이 회복되는 환자군에서 운동부하검사상 변화도 없어지는 것으로 알려져<sup>9)</sup> hibernating myocardium과 관련된 microvascular circulation의 이상이 관련되어 있을 것으로 생각되지만 본 연구에서는 국소적인 심근장애를 동반된 급성 심근경색증환자나 불안정형 협심증환자군이 두 환자군에서 차이가 없었으며 전체 좌심실기능도 두 군간(E.F:  $64 \pm 12\%$ ,  $60 \pm 14\%$ )에 차이가 없어 확인할 수는 없었다. 그러나 국소적인 심근이상의 변화에 대해서는 조사하지 않아 가능성을 완전히 배제할 수 없으며 이에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

성공적인 PTCA후에 실시한 운동부하검사상 ST절의 하강에 관여하는 인자를 찾기위한 분석에서 나이, 성별, 임상진단, 관동맥질환에 대한 위험인자들의 임상적 요인, 운동부하검사가 시행된 날짜, 총 운동부하검사시간, Heart rate-pressure product, MET-Min 등의 운동부하검사상 요인, 그리고 좌심실기능, 좌심실용적, PTCA전후의 협착정도, PTCA시간, 압력등의 혈관조영검사및 관동맥 풍선확장성형술의 요인에서 두 군간에 의의있는 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 양성환자군에서 혈관크기와 사용된 풍선도자의 실제크기가 의의있게( $P<0.05$ ) 작아서 PTCA후의 잔여협착정도에 차이가 없더라도 상대적인 혈관 크기에 차이로 실제적인 혈관크기에 차이가 나 운동부하검사중 ST절의 하강이 발생할 수도 있을 것으로 설명할 수 있으나<sup>15,16)</sup> 혈관크기가 작은 모든 환자에서 발생하지는 않아 전체적인 설명으로는 어려울 것으로 생각된다.

성공적인 PTCA후 조기에 실시한 운동부하검사상 ST절의 하강을 본 연구에서는 33%에서 발견 할 수

있었으며 그 기전으로 성공적인 PTCA가 시행된점, 1달내 재협착률이 12%로 상대적으로 낮은점, 운동부하검사상 운동능력의 향상과 증상이 소실된점등을 고려할 때 그리고 다른 연구결과를 참조할 때 기질적인 의미있는 협착의 존재 보다는 기능적인 이상 특히 Microvascular vessel의 기능 이상과 관련이 있을 것으로 생각된다. 양성환자군과 음성환자군 사이에 혈관크기를 제외하고 임상적, 혈관조영검사및 풍선확장성형술 그리고 운동부하검사상 요인에 있어 두 군을 구별할 수 있는 요인을 찾을 수 없었으며 앞으로 Microvascular vessel의 coronary artery reserve의 기능적 이상에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

### 서 론 :

운동부하검사중 ST절의 하강은 심근허혈을 의미하는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 때때로 성공적인 관동맥 풍선확장성형술후 초기에 실시한 운동부하검사상 ST절의 하강을 관찰할 수 있다. 그러나 그 기전에 대해서는 잘 알려져 있지 않으나 검사의 위양성일 가능성, 심근허혈을 일으킬 수 있을 정도의 의미있는 잔여협착의 존재, vasomotor response에 이상, 그리고 small vessel 의 기능적 이상일 가능성이 제시되고 있다. 본 저자들은 한혈관 관동맥 환자에서 성공적인 PTCA후 초기에 실시한 운동부하검사상 의미있는 ST절의 하강이 관찰된 환자와 관찰되지 않은 환자를 대상으로 임상적, 운동부하검사상, 그리고 관동맥 조영검사및 관동맥 풍선확장성형술상 특성을 분석하여 이런 반응에 관련된 요인을 찾아 보고자 하였다.

### 대상 및 방법 :

1990년부터 1994년까지 한림대부속 강동성심병원에서 한혈관 관동맥질환 환자를 대상으로 성공적인 PTCA후 실시한 운동부하검사상 의미있는 ST절의 하강이 관찰된 13명(양성환자군 : 남자 12명, 평균나이  $59 \pm 8$ 세)과 관찰되지 않은 26명(음성환자군 : 남자 22명, 평균나이  $55 \pm 13$ 세)을 대상으로 하였다. 운동부하검사는 PTCA후 2주내에 실시 하였으며 Modified Bruce protocol에 따라, 급성심근경색환자는 심근경색 protocol에 따라 시행 하였고 J-point로부터 0.08초 떨어진 부위에서 1mm이상 ST절의 하강이 관찰시 양성으로 정의 하였다.

### 결 과 :

#### 1) 임상적 특성

내원당시 임상진단은 양성환자군 13명과 양성환자군 26명중 급성심근경색증이 각각 5명, 16명 이었고 불안정형 협심증이 각각 8명, 10명 이었다. 내원당시 임상진단, 관동맥질환에 대한 위험인자, 운동부하검사전 사용한 약제의 종류등에서 두 환자군 사이에 유의있는 차이가 없었다(Table 1).

#### 2) 관동맥 조영검사및 관동맥 풍선확장 성형술

PTCA전 좌심실 수축기능, 좌심실 용적, PTCA 부위, PTCA전후의 협착정도, PTCA중의 풍선확장시간, 확장압력 그리고 심근경색과 관련된 혈관의 유무등에서는 양군간에 유의있는 차이가 없었다. 그러나 PTCA가 시행된 혈관의 크기및 PTCA중의 풍선도자의 최대크기가 양성환자군에서 각각  $2.7 \pm 0.5$ mm,  $2.9 \pm 0.4$ mm, 음성환자군에서 각각  $3.1 \pm 0.4$ mm,  $3.2 \pm 0.4$ mm로 유의있게( $P < 0.05$ ) 양성환자군에서 적었다(Table 2).

#### 3) 운동부하검사

PTCA후 평균 양성환자군에서는  $9.5 \pm 4.0$ 일에 음성환자군에서는  $6.1 \pm 4.5$ 일에 운동부하검사가 시행되었다. 양성환자군에서 평균 ST절의 하강정도는  $1.5 \pm 0.5$ mm 였으며 측벽 Leads(V4-6)에서 가장 많이(9명 ; 69%) 관찰 되었다. 평균 총운동시간, 휴식시 및 최대운동시 Rate-Pressure Product및 MET-Min(Metabolic Equivalents-Exercise time(Min))가 양군간에 차이가 없었다. 추적운동부하검사가 28명(양성환자군 8명)에서 PTCA후 평균 5개월에 시행되었고 그중 6명(양성환자군 5명)에서 양성결과가 나타나 유의있게( $P < 0.005$ ) 양성환자군에서 추적운동부하검사상 양성결과가 많았다(Table 3).

### 결 론 :

한혈관 관동맥질환의 성공적인 PTCA 후 실시한 운동부하검사상 33% (13/39)의 환자에서 ST절의 하강을 관찰할 수 있었고 PTCA가 시행된 혈관 크기와 풍선도자의 최대 크기가 유의있게 양성환자군에서 작은것을 제외하곤 성공적인 한혈관 PTCA후 실시한 운동부하검사상 ST절의 하강을 예측할 수 있는 임상적, 혈관조영검사상, 그리고 운동부하검사상 인자를 찾을 수 없었다. 앞으로 이런 현상의 기전에 대한 연구로 Microcirculation의 coronary reserve의 기능적인 이상에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## References

- 1) El-Tamimi H, Davies GJ, Hackett D, Fragasso G, Crea F, Maseri F : *Very early prediction of restenosis after successful coronary angioplasty : Anatomical and functional assessment.* *J Am Coll Cardiol* 15 : 259-264, 1990
- 2) Wijins W, Serruys PW, Reiber JHC, de Feyter PJ, Van den Barnd M, Simoons ML, Hugenholtz PG : *Early detection of restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty by exercise-redistribution thallium scintigraphy.* *Am J Cardiol* 5 : 357-361, 1985
- 3) Nobuyoshi M, Kimura T, Nosaka H, Mioka S, Ueno K, Yokoi H, Hamasaki N, Horiuchi H, Ohishi H : *Restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty : Serial angiographic follow-up of 229 patients.* *J Am Coll Cardiol* 12 : 616-623, 1988
- 4) El-Tamimi H, Davies GJ, Sritara P, Hackett D, Crea F, Maseri F : *Inappropriate constriction of small coronary vessels as a possible cause of a positive exercise test early after successful coronary angioplasty.* *Circulation* 84 : 2307-2312, 1991
- 5) Wilson RF, Johnson MR, Marcus ML, Aylward PEG, Skorton DJ, Collins S, White CW : *The effect of coronary angioplasty on coronary flow reserve.* *Circulation* 77 : 873-885, 1988
- 6) Maynari D, Knudston M, Kloiber R, Roth D : *Sequential thallium-201 myocardial perfusion studies after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. Delayed resolution of exercise-induced scintigraphic abnormalities.* *Circulation* 77 : 86-95, 1988
- 7) Pupita G, Maseri A, Kaski JC, Galassi AR, Crea F, Gavrielides S, Davies GJ : *Myocardial ischemia caused by distal coronary artery constriction in stable angina pectoris.* *N Engl J Med* 323 : 514-520, 1990
- 8) Ellestad MH : *Role of atrial repolarization in false positive exercise test.* *J Am Coll Cardiol* 18 : 136-137, 1991
- 9) Beregi JP, Bauters C, McFadden EP, Quandalle P, Bertrand ME, Lablanche JM : *Exercise induced ST-segment depression in patients without restenosis after coronary angioplasty : Relation to preprocedural impaired left ventricular function.* *Circulation* 90 : 148-155, 1994
- 10) Engler RL, Covell JW : *Granulocytes causes reperfusion ventricular dysfunction after 15 minutes ischemia in the dog.* *Cir Res* 61 : 20-28, 1987
- 11) Stahl LD, Aversano TR, Becker LC : *Selective enhancement of function of stunned myocardium by increased flow.* *Circulation* 74 : 843-851, 1986
- 12) Stahl LD, Weiss HR, Becker LC : *Myocardial oxygen consumption, oxygen supply/demand heterogeneity and microvascular patency in regionally stunned myocardium.* *Circulation* 77 : 865-872, 1988
- 13) Rahimtoola SH : *The hibernating myocardium.* *Am Heart J* 117 : 211-221, 1989
- 14) Braunwald E, Kloner RA : *The stunned myocardium : Prolonged postischemic ventricular dysfunction.* *Circulation* 66 : 1146-1149, 1982
- 15) Zijlstra F, Van Ommeren J, Reiber JHC, Serruys PW : *Does the quantitative assessment of coronary artery stenosis dimensions predict the physiologic significance of a coronary stenosis ?* *Circulation* 75 : 1154-1161, 1987
- 16) White CW, Wright CB, Doty DB, Marcus ML : *Does visual interpretation of the coronary angiogram predict the physiologic importance of a coronary stenosis ?* *N Engl J Med* 310 : 819-824, 1984