

## 급성 심근경색후 퇴원전 운동 부하검사상 예후 평가 지표로서 $\Delta$ ST/HR Index 및 Rate-Recovery Loop의 가치

원광대학교 의과대학 내과학교실

원 수 연 · 박 양 규

= Abstract =

### The Prognostic Value of $\Delta$ ST/HR Index and Rate-Recovery Loop During Predischarge Exercise Test in Acute Myocardial Infarction

Soo Yeon Won, M.D., Yang Kyu Park, M.D.

*Department of Internal Medicine, Wonkwang University School of Medicine, Iri, Korea*

**Background** : The heart rate adjusted ST segment criteria( $\Delta$  ST/HR index and rate-recovery loop or R-R loop) compared to standard ST segment criteria may improve the ability of the exercise electrocardiogram for the prediction of severe coronary artery disease and future cardiac events in patients with chronic angina pectoris, but the predictive value of these criteria for predicting these issues has not been studied in patients with acute myocardial infarction.

**Methods** : 64 patients with first uncomplicated myocardial infarction were studied. All patients performed predischarge(mean  $8 \pm 4$  days) symptom-limited exercise test and coronary angiography(mean  $11 \pm 15$  days). During the follow-up period(mean  $449 \pm 273$  days), the occurrence of the major cardiac events(death, reinfarction, coronary artery bypass surgery) and minor cardiac events(angina, heart failure) were recorded, and then univariate and multivariate analysis of several clinical and exercise variables known to be as prognostic markers were performed.

**Results** : The results are as follows :

1) The sensitivities of  $\Delta$  ST/HR index and R-R loop(92%, 83% respectively) for predicting multivessel disease showed no significant difference compared to that of standard ST segment criteria(83%).

2) Major cardiac events occurred in 12(20%) of 64 patients and only single independent predictive factor for its prediction was multivessel coronary artery disease( $p=0.0001$ ), whereas total cardiac event occurred in 32(50%) patients and the related independent predictive factors were R-R loop( $p=0.0001$ ), multivessel disease( $p=0.003$ ), and maximal workload  $< 5$  mets( $p=0.038$ ).

3) For the prediction of total cardiac event,  $\Delta$  ST/HR index and R-R loop(all 97%) were significantly more sensitive( $p<0.05$ ) than standard ST segment criteria(78%), and there was a tendency to increase in specificity in R-R loop(84%) compared to  $\Delta$  ST/HR index(59%) or standard ST segment criteria(66%).

4) The negative predictive value of all negative test of three ST segment criteria for predicting total cardiac event was 100%.

**Conclusions :** Although the heart rate-adjusted ST segment criteria have no advantage over standard ST segment criteria for the prediction of severe coronary artery disease, they can be more useful prognostic markers by enhancing the accuracy of the predischarge exercise electrocardiogram for the prediction of subsequent cardiac events after a first acute myocardial infarction.

**KEY WORDS :** Acute myocardial infarction • Exercise electrocardiogram • Prognosis.

## 서 론

급성 심근경색증 환자에서 퇴원전 운동 부하검사는 운동처방의 지침으로 이용될 뿐 아니라 다혈관 질환의 예견과 환자의 예후를 평가할 목적으로 이용된다<sup>1-7)</sup>. 만성 협심증 환자에서 다혈관 질환의 유무와 장기 예후를 예견하는데 표준 ST절 보다 심박수 조정 ST절 지표인  $\Delta$  ST/HR index나 rate-recovery loop(R-R loop)가 더 유용하다는 보고가 있으나<sup>10-15)</sup>, 급성 심근경색증 환자에서 다혈관 질환 및 장기 예후의 예견에 대한 이들 지표의 비교 연구는 아직까지 보고된 바 없다. 따라서 본 연구는 급성 심근경색증 환자에서 퇴원전 시행한 운동 부하 검사상에서 심박수 조정 ST절 지표들이 표준 ST절 지표에 비해 다혈관 질환 및 장기 예후의 예견에 더 유용할 것인가 알아 보고자 시행하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

1991년 1월부터 1992년 10월까지 첫 급성 심근경색증으로 원광대학 부속병원 CCU에 입원한 환자 145명중 입원 기간 동안 심근경색증으로 인한 합병증(사망, 재경색, 불안정성 협심증, 심부전)이 없으면서 운동 부하검사 및 관동맥 조영촬영을 시행했던 64명을 대상으로 하였다. 관동맥 조영촬영을 시행하지 않았던 9명, 응급 경피적 관동맥 성형술을 시행받았던 2명, 박리성 대동맥류 2명, 위암 1명, 심한 승모판 협착증 1명, 독성 담도염(toxic cholangitis) 1명, 급성 백혈병 1명, 갑상선 기능항진증 1명, 확장성 심근증 3명, 심방세동 4명, 만성 폐쇄성 폐질환 또는 급성 폐렴 5명, 뇌혈관

질환 4명, 하지장애 19명, 80세 이상 고령 11명, 운동검사 거부 8명, 치료 거부 6명, 심인성 속 3명 등 총 81명이 연구대상에서 제외되었다.

급성 심근경색증은 1) 전형적 흉통이 30분 이상 지속되고, 2) 심근 효소(크레아틴키나아제 MB형)의 증가 또는, 3) 심전도상 전형적인 심근경색 소견(ST절 상승, T파 역전, 새로운 Q파 출현)이 있었던 경우로 하였다.

### 2. 운동 부하 심전도

입원후 평균  $8(\pm 4SD)$ 일에 Marquette Electronics사의 CASE 15 기기를 이용하여 modified Bruce protocol로 symptom-limited 운동을 시행하였다. 검사를 위해 항협심제의 복용은 중단하지 않았으며, 운동중에 심한 협심증, 호흡곤란, 피로, 저혈압, 지속적 부정맥(상심실성 빈맥 또는 심실 빈맥), 3 mm 이상 ST절 하강, 환자의 요구등이 있을 때 운동을 중단하였다. 대상환자 64명 모두 동성 조율을 보였고, 운동 검사 판독에 영향을 줄 수 있는 디지털리제 약물 복용이나 완전 각박록, WPW 증후군은 없었다.

ST절 하강의 분석은 운동중 기록된 12 유도 심전도상 최대의 ST절 하강을 보인 유도에서 시행하였고, J점 0.08 초후 컴퓨터로 측정된 값을 이용하였다. 표준 ST절 지표의 양성 판정은 운동전에 비해 운동중 혹은 회복기에 ST절이 1mm 이상 수평성 또는 하향성 하강이 출현한 경우로 하였고, 상향성(slow upsloping) ST절 하강인 경우 1.5mm 이상 하강된 경우로 하였다<sup>13,16)</sup>.  $\Delta$  ST/HR index는 운동중 ST절 하강 정도를 심박수의 변화로 나누어  $1.6\mu V/\text{beat}/\text{min}$  이상인 경우 양성으로 판정하였으며<sup>15,17)</sup>, R-R loop는 근사한 심박수를 보인 운동중과

회복기의 심전도를 비교하여 회복기의 ST절 하강이 운동중의 ST절 하강보다 더 심한 경우 양성으로 판정하였다<sup>13,15)</sup>(Fig. 1).

### 3. 관동맥 조영 촬영술

관동맥 조영 촬영술과 좌심실 조영 촬영술은 입원후 평균 11( $\pm 15$ SD)일에 시행하였고, 좌심실 구혈율은 30° 우전사위에서 시행한 좌심실 조영 촬영 사진에서 면적-길이 방법으로 산출하였으며, 관동맥 조영 촬영 사진상 관동맥의 유의한 협착은 좌관동맥 주간부(left main coronary artery)에서는 50% 이상, 다른 주요 관동맥(major epicardial coronary artery)에서는 70% 이상 협착된 경우로 하였다.

### 4. 추적조사

본원 외래 방문시 또는 전화통화로 환자와 면담하였고, 평균 449( $\pm 273$ SD)일간 추적 조사하여 major cardiac events(사망, 재경색, 관동맥 우회로술)와 minor cardiac events(협심증, 심부전)의 발생여부를 조사하였다. Major cardiac event가 발생한 경우에는 추적조사를 중단하였으며 minor cardiac event가 발생한 경우에는 major cardiac event가 있을 때까지 추적조사를 계속하였다.

## 5. 통 계

임상 변수와 운동 검사 변수의 단일 변수 분석(univariate analysis)을 위해 대표치는 평균치 $\pm$ 표준편차 또는 백분율로 표시하였으며 군(Group)간의 비교시 평균값은 unpaired t test, 비율은 chi-square test를 이용하여 p값이 0.05 이하인 경우 유의적인 차로 인정하였고, 단일 변수 분석에서 유의적인 변수들간에 상관정도를 비교하기 위해 다단계 회귀분석(stepwise logistic regression)으로 다중 변수 분석(multivariate analysis)을 시행하였다. 무사고 생존율(cardiac event-free survival rate)의 비교는 Kaplan-Meier 분석을 이용하였다.

## 결 과

### 1. 환자 특성 및 추적조사

대상환자의 평균연령은 57 $\pm 11$ (범위 27~28)세였고, 남여비는 2.8 : 1, Q파 경색과 비Q파 경색의 비는 2 : 1, 전벽경색과 하벽경색의 비는 1.2 : 1이었으며, 구혈율은 평균 58( $\pm 13$ SD)% 였다. 협착된 관동맥 병변 갯수는 평균 1.4( $\pm 1.1$ SD)개였고 24명(38%)이 다혈관 질환 환자였으며 혈전용해제는 15명(23%)에서 투여받았다(Table 1).

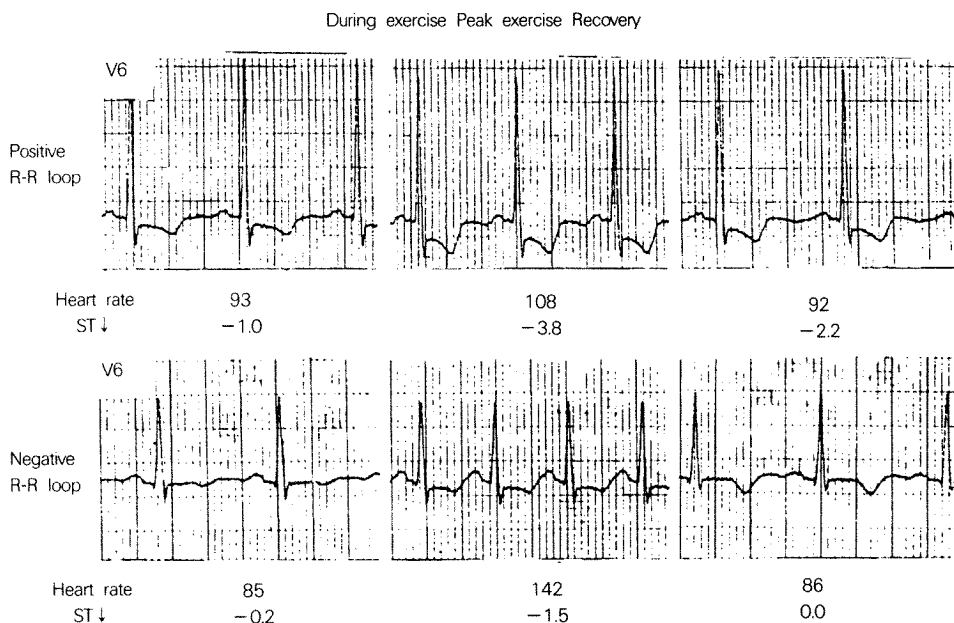


Fig. 1. An example of positive and negative rate-recovery loop.

추적조사 기간동안 12명 환자에서 major cardiac events(사망 0건, 재경색 3건, 관동맥 우회로술 10건)가 있었고, 20명의 환자에서 minor cardiac events(협심증 16건, 심부전 9건)가 있어 total cardiac events는 대상환자 64명중 32명(50%)에서 있었다(Fig. 2). 추적 조사 기간 동안 5건의 경피적 관동맥 성형술(PTCA)이 시행되었으나 모두 협심증이 있어 협심증 항목에 포함시켰다.

## 2. 운동 부하검사

운동 부하검사 당시 35명(55%)에서  $\beta$ -수용체 차단제를 복용하고 있었으며, 운동시간은 평균 751( $\pm 232$ SD)초, 최대운동량은 평균 7.9( $\pm 3.6$ SD) mets 였다. 운동중 혈압의 변화는 평균 33( $\pm 21$ SD) mmHg, 심박수의 변화는 평균 52( $\pm 19$ SD)회/분 였다. 운동 부하검사의 중단 이유는 22명(34%)에서 호흡곤란, 35명(55%)에서 피로, 22명(34%)에서

협심증, 9명(14%)에서 3mm 이상의 ST절 하강이 었으며, 운동 부하검사로 인한 합병증은 없었다 (Table 2).

## 3. 다혈관 관동맥병변 예견

유의한 관동맥 협착을 진단하는데 있어서  $\Delta$  ST/HR index 및 R-R loop의 예민도(각각 77%, 64%) 및 특이도(모두 73%)는 표준 ST절 지표의 예민도(64%) 및 특이도(82%)에 비해 유의한 차이는 보 이지 않았고, 단일혈관 질환과 다혈관 질환으로 세분하여 비교하더라도 이들의 예민도와 특이도에 는 유의한 차이가 없었다(Fig. 3).

## 4. Cardiac events의 예견

### 1) 임상 변수의 비교(Table 3)

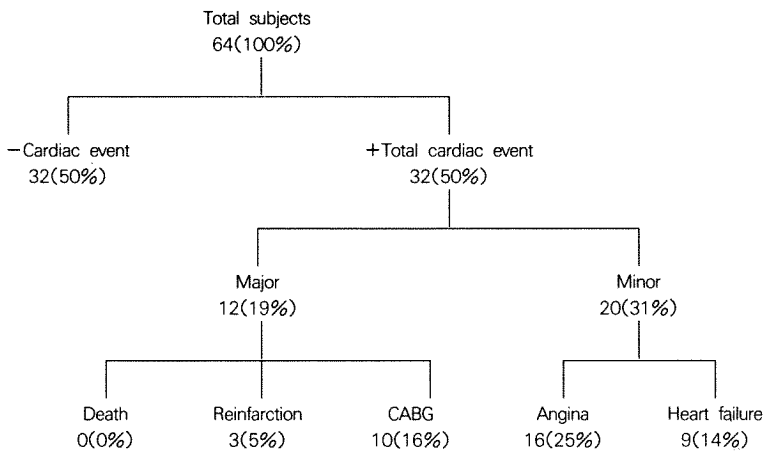
Cardiac event가 있었던 군과 없었던 군간에 평

**Table 1.** Clinical characteristics of 64 study patients

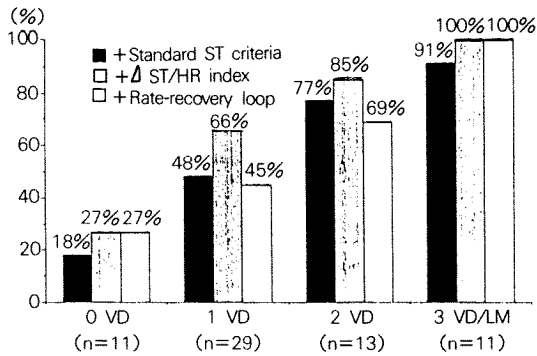
Age(year)	57 $\pm$ 11
Male : Female	47 : 17 = 2.8 : 1
Q MI : non-Q MI	43 : 21 = 2 : 1
Anterior MI : Inferior MI	35 : 29 = 1.2 : 1
Ejection fraction(%)	58 + 13 (23 - 78)
Number of vessel diseased	1.4 $\pm$ 1.1
Multivessel disease	24 (38 %)
Thrombolytic therapy	15 (23 %)
QMI : Q wave myocardial infarction	
MI : myocardial infarction	

**Table 2.** The results of early symptom-limited exercise test in 64 study patients recovering from a first acute myocardial infarction

$\beta$ -blocker	35 (55 %)
Duration of exercise(sec)	751 $\pm$ 232
Maximal workload(mets)	7.9 $\pm$ 3.6
$\Delta$ Systolic blood pressure(mmHg)	33 $\pm$ 21
$\Delta$ Heart rate(bpm)	52 $\pm$ 19
Reasons for termination	
Dyspnea	22 (34 %)
Fatigue	35 (55 %)
Angina	22 (34 %)
ST depression $\geq$ 3mm	9 (14 %)
Complications	0 ( 0 %)



**Fig. 2.** Clinical outcome of the study subjects during one-year follow-up after a first acute myocardial infarction.



**Fig. 3.** Comparison of the sensitivity of exercise test criteria for predicting angiographically significant coronary disease after a first acute myocardial infarction.

균연령, Q파경색, 하벽경색의 빈도 및 평균 구혈율에는 유의한 차이가 없었다. 여자의 빈도, 협착된 관동맥의 갯수 및 다혈관 질환의 빈도는 cardiac event가 있었던 군에서 유의하게 높았다. 혈전용해제의 투여 빈도는 cardiac event가 없었던 군에서 더 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다.

## 2) 운동 검사 변수의 비교(Table 4)

β-수용체 차단제의 복용 빈도는 cardiac event가 없었던 군에서 유의하게 높았고(69% vs 41%,  $p < 0.05$ ), 심실부정맥 및 협심증의 빈도(각각 3% vs 22%, 22% vs 47% :  $p < 0.05$ )는 cardiac event가 있었던 군에서 유의하게 높았다. 심박수, 운동중 수축기 혈압의 변화 및 최대운동량은 모두 cardiac

**Table 3.** Comparison of clinical variables in 64 study patients with and without cardiac event during one-year follow-up after a first acute myocardial infarction

	Major event		Total event	
	-(n=52)	+(n=12)	-(n=32)	+(n=32)
Age(year)	56 ± 12	58 ± 9	55 ± 12	58 ± 10
Female	11 (21%)	6 (50%)*	4 (12%)	13 (41%)*
Q MI	33 (66%)	10 (88%)	19 (59%)	24 (75%)
Inferior MI	24 (46%)	5 (42%)	14 (44%)	15 (47%)
Ejection fraction(%)	58 ± 13	57 ± 15	60 ± 12	55 ± 14
Number of vessel diseased	1.2 ± 0.9	2.5 ± 0.8***	0.8 ± 0.6	2.0 ± 1.1
Multivessel disease	13 (25%)	11 (92%)*	3 (9%)	21 (66%)*
Thrombolytic therapy	14 (27%)	1 (8%)	9 (28%)	6 (19%)

QMI : Q wave myocardial infarction ; MI : myocardial infarction

\* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$  vs event(-) group

**Table 4.** Comparison of early symptom-limited exercise test variables in patients with and without cardiac event during one-year follow-up after a first acute myocardial infarction

	Major event		Total event	
	-(n=52)	+(n=12)	-(n=32)	+(n=32)
β-blocker	31 (60%)	4 (33%)	22 (69%)	13 (41%)*
Maximal workload(mets)	8.6 ± 3.6	4.9 ± 2.2***	9.7 ± 3.3	6.1 ± 3.1***
Δ Heart rate(bpm)	54 ± 20	41 ± 14*	57 ± 21	46 ± 16*
Δ Systolic blood pressure(mmHg)	36 ± 21	21 ± 20*	39 ± 19	27 ± 22*
Ventricular arrhythmia	6 (12%)	2 (17%)	1 (3%)	7 (22%)*
Chest pain	16 (31%)	6 (50%)	7 (22%)	15 (47%)*
+ Standard ST criteria	26 (50%)	10 (83%)*	11 (34%)	25 (78%)*
+ Δ ST/HR index	33 (64%)	11 (92%)*	13 (41%)	31 (97%)*
+ Rate-recovery loop	25 (48%)	11 (92%)*	5 (16%)	31 (97%)*

\* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$  ; \*\*\* :  $p < 0.001$  vs event(-) group

event가 있었던 군에서 유의하게 낮았다. Major cardiac event가 있었던 군에서  $\Delta$  ST/HR index의 양성율은 92%로 event가 없었던 군에서의 양성율 64%에 비해 높은 경향을 보였으나 통계학적으로 유의하지 않았고, 표준 ST절지표 및 R-R loop의 양성율(각각 83%, 92%)은 모두 event가 없었던 군(각각 50%, 48%)에 비해 유의하게 높았다. 반면 total cardiac event가 있었던 군과 없었던 군간에서 ST절 지표의 양성율을 비교해 보면 모두 event가 있었던 군에서 그 빈도가 유의하게 높았다(표준 ST절 지표: 78% vs 34%;  $\Delta$  ST/HR index: 97% vs 41%; R-R loop: 97% vs 16%,  $p < 0.001$ ).

### 3) 다중 변수 분석(multivariate analysis)

임상 변수와 운동 부하검사 변수중 cardiac event 예전에 통계적 유의성을 보였던 변수들을 다단계 회귀분석(stepwise logistic regression)으로 그 상관 정도를 분석한 결과 major cardiac event 예전에는 다혈관 질환이 통계학적으로 유의한 유일한 단일 변수였고( $\chi^2=18.5$ ,  $p=0.0001$ ), 다혈관 질환을 제외했을 때는 최대운동량  $< 5$  mets( $\chi^2=7.6$ ,  $p=0.035$ ), 양성 R-R loop( $\chi^2=7.5$ ,  $p=0.037$ ) 순으로 유의한 변수였다. Total cardiac event 예전에는 양성 R-R loop( $\chi^2=42.9$ ,  $p=0.0001$ ), 다혈관 질환( $\chi^2=21.6$ ,  $p=0.003$ ), 최대운동량  $< 5$  mets( $\chi^2=13.3$ ,  $p=0.038$ ) 순으로 유의한 변수였다. 양성 R-R loop를 제외했을 때  $\Delta$  ST/HR index( $\chi^2=23.5$ ,  $p=0.0001$ )도 높은 상관 정도를 보였으며, 양성 R-R loop와  $\Delta$  ST/HR index를 제외했을 때 표준 ST절 지표( $\chi^2$

$=12.4$ ,  $p=0.037$ )도 유의한 변수였고, 이때의 상관 정도는 최대운동량  $< 5$  mets와 비슷한 수준이었다(Table 5). 다단계 회귀분석에서 total cardiac event 예전에 유의했던 변수들의 예견력을 비교해 보면 3가지 ST절 지표중 R-R loop의 양성 예측도(86%)가 가장 높았고, 양성 R-R loop의 예민도(97%)는 표준 ST절 지표(78%)에 비해 통계적으로 유의하게 높았으며( $p < 0.05$ ), 그 특이도(84%)도 표준 ST절 지표(66%)에 비해 높은 경향을 보였다. 최대운동량  $< 5$  mets의 특이도(94%) 및 양성 예측도(88%)는 가장 높았으나 그 예민도(47%)는 표준 ST절 지표의 예민도(66%) 보다 낮은 수준이었다. 세가지 ST절 지표가 모두 음성일 때 cardiac event는 전혀 없었고 이러한 소견은 cardiac event가 없었던 환자의 50%에서 관찰되었다(Table 6).

Total cardiac event 예전에 대해 Kaplan-Meier 분석법으로 세가지 ST절 지표를 비교해 보면 음성검사와 양성검사의 1년 무사고 생존율간의 차이 정도는 표준 ST절 지표(75% vs 31%,  $p < 0.001$ )에 비해  $\Delta$  ST/HR index(95% vs 30%,  $p < 0.001$ )와 R-R loop(96% vs 14%,  $p < 0.001$ )에서 보다 현저하며 특히 R-R loop에서 두 군간의 차이가 가장 현저함을 보였다(Fig. 4).

## 고 안

운동 부하검사에서 관동맥 질환 유무에 대한 표준 ST절 지표의 진단 예민도는 48~66% (단일 혈관 질환: 40~50%, 다혈관 질환: 80~90%), 특이도

**Table 5.** Multivariate analysis of cardiac event in the stepwise logistic regression

Variables	$\chi^2$	$\beta$ coefficient	p	RR
Major cardiac events				
1. Multivessel disease	18.5	0.43	0.0001	18.4
Maximal workload $< 5$ mets <sup>*</sup>	7.6	0.23	0.035	3.9
+ Rate-recovery loop <sup>§</sup>	7.5	0.20	0.037	8.6
Total cardiac events				
1. + Rate-recovery loop	42.9	0.68	0.0001	21.5
+ $\Delta$ ST/HR index <sup>§</sup>	23.5	0.46	0.0001	14.0
+ Standard ST criteria <sup>#</sup>	12.4	0.23	0.037	2.8
2. Multivessel disease	21.6	0.24	0.003	3.2
3. Maximal workload $< 5$ mets	13.3	0.17	0.038	2.4

RR: relative risk; <sup>\*</sup>: when factor 1 removed; <sup>#</sup>: when (+) R-R loop and (+)

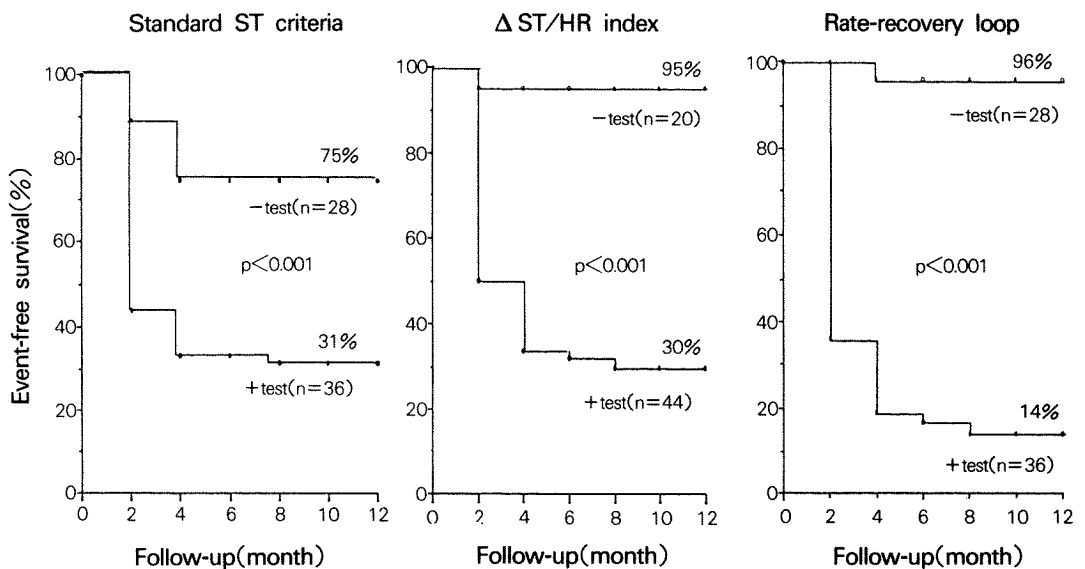
$\Delta$  ST/HR index removed

**Table 6.** Comparison of the exercise test variables for predicting total cardiac events after a first acute myocardial infarction

Criteria	Event rate				RR	Ac.(%)	Sn.(%)	Sp.(%)
	+ test		- test					
	n	%	n	%				
1) Rate-recovery loop	31 / 36	86	1 / 28	4***	21.5	91	97	84
2) Δ ST/HR index	31 / 44	70	1 / 20	5***	14.0	78	97	59
3) Standard ST criteria	25 / 36	69	7 / 28	25***	2.8	72	78	66
4) Maximal workload < 5 mets	15 / 17	88	17 / 47	36***	2.4	70	47	94
5) Δ Systolic blood pressure < 30mmHg	15 / 22	68	17 / 42	40*	1.7	63	47	78
1) + 2) + 3)								
All (+) test	25 / 26	96	7 / 38	18***			78	—
All (−) test	0 / 16	0	32 / 48	67***			—	50
3) + 4) + 5)								
All (+) test	9 / 9	100	23 / 55	42**			28	—
All (−) test	1 / 16	6	31 / 48	65***			—	53

RR : relative risk ; AC. : accuracy ; Sn. : sensitivity ; Sp. : specificity

\* :  $p < 0.05$  ; \*\*  $p < 0.01$  ; \*\*\*  $p < 0.001$  vs event rate of + test



**Fig. 4.** Kaplan-meier plots of one-year event-free survival in patients recovering from a first acute myocardial infarction according to exercise test criteria.

는 71~84%로 알려져 있고<sup>8,9,13,19,22</sup>), 심박수 조정 ST절 지표( $\Delta$  ST/HR index, R-R loop)들을 이용하면 그 진단 예민도를 높일 수 있다는 보고가 있으나<sup>13, 14,17</sup>), 이에 대해서는 상반된 견해도 있다<sup>22,23</sup>).

본 연구에서 관동맥 질환 유무에 대한 표준 ST절 지표의 진단 예민도는 64%(단일 혈관 질환 48%,

2혈관 질환 77%, 3혈관 질환 91%), 특이도는 81%로 다른 보고자들의 결과<sup>13,19</sup>)와 근사하였다. 반면  $\Delta$  ST/HR index 및 R-R loop의 진단 예민도(각각 77%, 64%) 및 특이도(모두 73%)는 표준 ST절 지표의 진단 예민도 및 특이도에 비해 유의한 차이는 없었다(Fig. 3).

급성 심근경색후 초기에 시행되는 운동검사는 cardiac event 발생 가능성이 높은군을 선별할 수 있어 이들에 적절한 진단 및 치료적 조치를 취할 수 있게 할 뿐 아니라 위험이 낮은 환자에서는 불필요한 침습적 검사를 피할 수 있게 하는데 잇점이 있다. 운동 검사에서 cardiac event 예측인자는 이미 많은 연구에서 밝혀졌고<sup>1-7)</sup>, 이러한 인자는 좌심실 부전의 정도, 관동맥 질환의 중증도, 잔류 허혈 심근의 존재, 또는 심근의 전기적 불안정성(심실 부정맥)을 간접적으로 반영하기 때문이다. 하지만 이러한 인자들중 어느 인자가 퇴원후 cardiac event를 잘 예견할 것인지는 대상 환자의 특성이나 관찰 방법에 따라 다를 수 있다. Theroux 등<sup>1)</sup>은 급성 심근경색후 평균 11일에 low level 운동 부하검사를 시행하여 1년간 추적 관찰한 결과 표준 ST절 지표가 협심증의 발생 뿐아니라 사망도 잘 예견한다고 보고하였고, 반면에 Murray등<sup>2)</sup> 및 Mickleby등<sup>20)</sup>은 표준 ST절 지표는 협심증, 재경색, 관동맥 우회로술은 예견할 수 있으나 사망의 예견에는 뚜렷한 도움을 주지 못 한다고 하였으며, Nielsen등<sup>21)</sup>도 급성 심근경색증 환자를 대상으로 평균 7.6년간 관찰한 결과 사망의 예견에 최대 운동량 및 수축기 혈압의 변화가 유용한 반면 표준 ST절 지표는 많은 도움을 주지 못한다고 보고하였다.

본 연구에서는 cardiac event가 있었던 군에서 최대 운동량 및 수축기 혈압의 변화가 유의하게 낮았으며, 반면 심실 부정맥 및 표준 ST절 지표 양성의 빈도는 유의하게 높았는데 이러한 결과는 이전에 보고된 결과<sup>1-7)</sup>와 유사하였다. Total cardiac event의 예견에 있어서 양성 표준 ST절 지표 및 다혈관 관동맥 질환의 비교 위험도는 각각 2.8, 3.2로서 심근경색증 환자들을 대상으로 연구된 Abraham등<sup>8)</sup>의 결과와 근사하였고(비교 위험도는 각각 2.5, 2.6), 무 증상인 성인을 대상으로 연구된 Okin등<sup>15)</sup>의 표준 ST절 지표의 비교위험도 1.5 보다는 높았다. 또한 본 연구는 급성 심근경색증 환자를 대상으로 심박수 조정 ST절 지표들의 cardiac event 예견력을 서로 비교해 보았는데 total cardiac event 예견에 표준 ST절 지표, 최대운동량 < 5 mets 및 다혈관 질환의 비교위험도는 각각 2.8, 2.4, 3.2로서 근사하였으며, 이들 지표보다 R-R loop 및  $\Delta$  ST/HR index의 비교위험도(각각 21.5, 14.0)가

훨씬 높아 운동 부하검사상의 다른 변수들 보다 예후의 예견에 우월함을 보였다. 이러한 결과는 무증상 혹은 만성 안정성 협심증 환자에서 심박수 조정 ST절 지표들이 표준 ST절 지표에 비해 예후의 예견에 더 유용하다는 Okin등<sup>15)</sup>의 보고와 유사하였다. 이렇게 운동 검사상에서 ST절 지표들이 다른 운동 검사 변수(최대운동량, 수축기 혈압의 변화 및 심실 부정맥등)에 비해 높은 예견력을 보인것은 cardiac event가 관찰되었던 32명중 82%인 26명(관동맥 우회로술 10명, 협심증 16명)이 전형적 협심증이 있었던 점, cardiac event가 있었던 환자의 평균 구혈율이 58%로 비교적 좋았던 점, 퇴원전 초기 운동 검사로서 평균운동량 7.9 mets의 비교적 많은 운동을 시행한 점등이 관련이 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 후향적 연구로서 대상 환자 수가 적었고, 비교적 합병증이 없이 회복한 첫 급성 심근경색증의 환자만을 대상으로 하였기 때문에 향후 많은 수의 환자로한 전향적 비교 연구가 요망되며, 아울러 다양한 임상 양상의 심근경색증 환자를 대상으로한 연구가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

### 연구배경 :

운동 부하검사에서 표준 ST절 지표는 무 증상의 성인이나 만성 협심증 환자에서 관동맥 병변의 정도와 다혈관 질환을 예견하는데 유용하며 심박수 조정 ST절 지표( $\Delta$  ST/HR index, rate-recovery loop 또는 R-R loop)를 이용하면 그 예견도를 높일 수 있다는 보고가 있으나 급성 심근경색 환자를 대상으로한 연구는 없었다. 본 연구는 급성 심근경색증 환자에서 이들 지표들이 표준 ST절 지표에 비해 다혈관 질환의 존재와 퇴원후 cardiac events(사망, 재경색, 관동맥 우회로술, 협심증, 심부전)발생을 더잘 예견할 수 있는가를 알아보고자 시행하였다.

### 방 법 :

입원중 합병증(사망, 재경색, 불안정성 협심증) 없이 회복되어, 퇴원전 초기 운동 부하검사(평균  $8 \pm 4$ 일째) 및 관동맥 조영 촬영(평균  $11 \pm 15$ 일째)을 실시한 64명의 첫 급성 심근경색증 환자를 대



상으로 평균  $449 \pm 273$ 일 추적 조사하여 major cardiac events(사망, 재경색, 관동맥 우회로술) 및 minor cardiac events(협심증, 심부전)의 발생여부를 조사하였고, cardiac events 예전에 관련있는 임상 변수 및 운동검사 변수를 비교 분석하였다.

#### 결 과 :

1) 다혈관 질환 환자에서 R-R loop와  $\Delta$  ST/HR index의 양성율(각각 83%, 92%)은 표준 ST절 지표의 양성율(83%)에 비해 유의한 차이가 없었다.

2) Major cardiac events는 12명(20%)에서 관찰되었고 이의 예전에는 다혈관 질환이 유일한 예견인자였으며, total cardiac events는 32명(50%)에서 관찰되었고 이를 예전하는 정도는 양성 R-R loop, 다혈관 질환, 최대운동량  $< 5$  mets 순이었다.

3) Total cardiac events를 예전하는 예민도는 R-R loop 및  $\Delta$  ST/HR index(모두 97%)가 표준 ST절 지표(78%)에 비해 유의하게 높았고( $p < 0.05$ ), 특이도는 R-R loop(84%)가  $\Delta$  ST/HR index(59%)나 표준 ST절 지표(66%) 보다 높은 경향을 보였다.

4) 세가지 ST절 지표가 모두 음성이었던 경우에는 cardiac event가 전혀 없었고 이러한 소견은 cardiac event가 없었던 환자의 50%에서 관찰되었다.

#### 결 론 :

첫 급성 심근경색후 퇴원전 운동 부하검사서 심박수 조정 ST절 지표는 표준 ST절 지표에 비해 다혈관 질환의 유무를 예전하는 데는 차이가 없으나 퇴원후 장기 예후를 예전에는 더 유용한 지표로 사료된다.

#### References

- 1) Theroux P, Waters DD, Halphen C, Debaisieux J-C, Mizgala HF : *Prognostic value of exercise testing soon after myocardial infarction*. *N Engl J Med* 301 : 341, 1979
- 2) Murray DP, Salih M, Tan LB, Derry S, Murray RG, Little WA : *Which exercise test variables are of prognostic importance post-myocardial infarction?* *Int J Cardiol* 20 : 353, 1988
- 3) Davidson DM, Bebusk RF : *Prognostic value of a single exercise test 3 weeks after uncomplicated myocardial infarction*. *Circulation* 61 : 236, 1980
- 4) Saunamaki KI, Andersen JD : *Prognostic significance of the ST-segment response during exercise test shortly after acute myocardial infarction. Comparison with other exercise variables*. *Eur Heart J* 4 : 752, 1983
- 5) Starling MR, Crawford MH, Kennedy GT, O'Rourke RA : *Exercise testing early after myocardial infarction : Predictive value for subsequent unstable angina and death*. *Am J Cardiol* 46 : 909, 1980
- 6) Fioretti P, Brower RW, Simoons ML, Das SK, Bos RJ, Wijns W, Reiber JHC, Lubsen J, Hugenholtz PG : *Prediction of mortality in hospital survivors of myocardial infarction. Comparison of predischARGE exercise testing and radionuclide ventriculography at rest*. *Br Heart J* 52 : 292, 1984
- 7) Waters DD, Bosch FX, Bouchard A, Moise A, Roy D, Pelletier G, Theroux P : *Comparison of clinical variables and variables from a limited predischARGE exercise test as predictors of early and late mortality after myocardial infarction*. *J Am Coll Cardiol* 5 : 1, 1985
- 8) Abraham RD, Freedman SB, Dunn RF, Newman H, Roubin GS, Harris PJ, Kelly DT : *Prediction of multivessel coronary artery disease and prognosis early after acute myocardial infarction by exercise electrocardiography and Thallium-201 myocardial perfusion scanning*. *Am J Cardiol* 58 : 423, 1986
- 9) Fuller CM, Raizner AE, Verani MS, Nahormek PA, Chahine RA, McEntee CW, Miller RR : *Early post-myocardial infarction treadmill stress testing. An accurate predictor of multivessel coronary artery disease and subsequent cardiac events*. *Ann Intern Med* 94 : 734, 1981
- 10) Giagnoni E, Secchi MB, Wu SC, Morabito A, Olt-rana L, Mancarella S, Volpin N, Fossa L, Bettazzi L, Arangio G, Sachero A, Folli G : *Prognostic value of exercise EKG in asymptomatic normotensive subjects : A matched prospective study*. *N Engl J Med* 309 : 1085, 1983
- 11) Bruce RA, Hossack KF, Rouen TA, Hofer V : *Enhanced risk assessment for primary coronary heart disease events by maximal exercise testing : 10 year's experience of Seattle Heart Watch*. *JACC* 2 : 565, 1983
- 12) Goldschlager N, Selzer A, Cohn K : *Treadmill st-*

- ress test as indicators of presence and severity of coronary artery disease. *Ann Intern Med* 85 : 277, 1976
- 13) Okin PM, Ameisen OA, Kligfield P : *Recovery-phase patterns of ST segment depression in the heart rate domain. Identification of coronary artery disease by the rate-recovery loop.* *Circulation* 80 : 533, 1989
  - 14) Okin PM, Kligfield P, Ameisen O, Goldberg HL, Borer JS : *Improved accuracy of the exercise electrocardiogram : Identification of three-vessel coronary disease in stable angina pectoris by analysis of peak rate-related changes in ST segments.* *Am J Cardiol* 55 : 271, 1985
  - 15) Okin PM, Anderson KM, Levy D, Kligfield P : *Heart rate adjustment of exercise-induced ST segment depression. Improved risk stratification in the Framingham offspring study.* *Circulation* 83 : 866, 1991
  - 16) Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. *A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the AdHoc Committee for Grading of Coronary Artery disease.* *Circulation* 51 : 5, 1975
  - 17) Okin PM, Kligfield P, Milner MR, Goldstein SA, Lindsay J, Jr : *Heart rate adjustment of ST segment depression for reduction of false positive electrocardiographic responses to exercise in asymptomatic men screened for coronary artery disease.* *Am J Cardiol* 62 : 1043, 1988
  - 18) Constant J : *Prognostic information from early post-infarction exercise testing.* *Am J Med* 81 : 655, 1986
  - 19) Fletcher GF, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML : *AHA medical/scientific statement. Special report exercise standards. A statement for health professionals from the American heart Association.* *Circulation* 82 : 2286, 1990
  - 20) Mickley HM, Pless P, Nielsen JR, Berning J, Moller M : *Transient myocardial ischemia after a first acute myocardial infarction and its relation to clinical characteristics, predischARGE exercise testing and cardiac events at one-year follow-up.* *Am J Cardiol* 71 : 139, 1993
  - 21) Nielsen JR, Mickley H, Damsgaard EM, Froland A : *PredischARGE maximal exercise test identifies risk for cardiac death in patients with acute myocardial infarction.* *Am J Cardiol* 65 : 149, 1990
  - 22) Moris AP, Duval RD : *Accuracy of ST/heart rate index in the diagnosis of coronary artery disease.* *Am J Cardiol* 69 : 603, 1992
  - 23) Lachterman B, Lehmann KG, Neutel J, Detrano R, Froelicher VF : *Comparison of the ST/heart rate index to standard ST criteria for analysis of the exercise electrocardiogram.* *Circulation* 82 : 44, 1990