

## 운동 부하 심전도 검사에서 심박수 변화의 예후 예측능

경북대학교 의과대학 내과학교실 순환기내과

김형섭 · 이주환 · 권용섭 · 이현상 · 양동헌

박헌식 · 조용근 · 채성철 · 전재은 · 박의현

### Changes in Heart Rate during and after Exercise Treadmill Test as Prognostic Factor in Cardiovascular Disease

Hyung Seop Kim, MD, Ju Hwan Lee, MD, Yong Seop Kwon, MD, Hyun Sang Lee, MD,  
Dong Hun Yang, MD, Hun Sik Park, MD, Yong Keun Jo, MD,  
Shung Chull Chae, MD, Jae Eun Jun, MD and Wee Hyun Park, MD

*Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Kyungpook University Hospital, Daegu, Korea*

#### ABSTRACT

**Background and Objectives** : Many studies have established risk factors for cardiovascular diseases. The Duke treadmill score has gained widespread acceptance for prognosis and diagnosis in cardiac diseases. Recently, changes in heart rate during and after exercise have also been studied to predict the prognosis of cardiac diseases. We examined the relationship between the incidence of cardiovascular events and exercise capacity, achievement of 85% maximal predicted heart rate (MPHR) or heart rate recovery (HRR) after a routine exercise treadmill test. **Subjects and Methods** : We studied 88 patients with chest pain who were over the age of 30. They were referred for exercise treadmill test for assessment of chest pain and underwent symptom-limited, exercise test with a cool down period of 30 seconds. HRR was defined as the difference in heart rate between peak exercise and 1 minute after exercise. Delta heart rate (DHR) was defined as the difference in heart rate between resting and peak exercise. Other parameters in the exercise test were also measured. **Results** : Cardiovascular events were found in 13 of the 88 patients. In the events group, age, peak heart rate in exercise, ST depression, maximal exercise capacity, HRR, DHR and achievement of 85% MPHR were all significant variables. There was a favorable prognosis in the patients with a value of HRR >22 beats/minute and a value of DHR >83 beats/minute. Even after adjusting for age, sex, ST depression and left ventricular hypertrophy, the parameters of maximal exercise capacity, HRR, DHR, and achievement of 85% MPHR remained predictive prognostic factors in cardiovascular events. **Conclusion** : Parameters in exercise treadmill test, such as maximal exercise capacity, HRR, DHR and achievement of 85% MPHR, appear to provide additional information and are important variables associated with the prediction of risk in cardiac events. (*Korean Circulation J* 2004;34(2):170-177)

**KEY WORDS** : Heart rate ; Exercise ; Prognosis.

논문접수일 : 2003년 8월 11일

수정논문접수일 : 2003년 9월 23일

심사완료일 : 2003년 10월 23일

교신저자 : 채성철, 700-721 대구광역시 중구 삼덕1동 50번지 경북대학교 의과대학 내과학교실 순환기내과

전화 : (053) 420-5524 · 전송 : (053) 426-2959 · E-mail : scchae@knu.ac.kr

## 서 론

운동 부하 심전도 검사는 심질환 환자에서 비용이 저렴하고 간편하게 시행할 수 있는 유용한 검사이다. Duke treadmill score<sup>1)</sup>가 심질환의 예후 예측에 중요한 변수로 작용함은 널리 알려져 있는 사실이지만 최근에는 운동중과 운동 후의 심박수 변화를 이용하여 심질환의 예후를 예측하려는 보고들이 나오고 있다.<sup>2)3)</sup> 운동 중지 후 심박수의 감소는 부교감 신경의 활성화와 관계가 있고<sup>4)</sup> 심질환 환자들에서는 이러한 부교감 신경의 활성이 감소되어 있기 때문에<sup>5)6)</sup> 이러한 운동 중지 후 심박수의 감소정도는 심질환의 예후와 관련이 있을 가능성이 있다. 저자들은 운동 부하 심전도 검사에서 얻을 수 있는 지표들인 최대 운동량(METS), 85% 최대 예측 심박수(MPHR : Maximal predicted heart rate) 도달 유무 그리고 안정시 및 운동 중 혹은 운동 중지 후의 심박수 차이와 심질환 예후의 관련성을 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 대 상

대상 환자들은 1998년 1월부터 1998년 5월 사이에 본원의 심혈관 센터에 30세 이상의 환자로서 흉통을 주소로 내원하였다. 환자들은 흉통으로 처음 내원하였거나 이전에 허혈성 심질환을 진단받은 환자들이었으며 허혈성 심질환의 진단 및 예후를 알기 위해서 심장성 흉통과 비특이적인 흉통에 대해서 운동 부하 심전도 검사를 시행하였다. 환자들의 모든 자료는 과거 입원 및 외래 병력지에 기록된 조사를 바탕으로 연구하였으며 심전도상 부정맥이 있는 경우는 제외하였다.

### 운동 부하 심전도 검사

앙와위 자세에서 안정시 심전도를 먼저 얻은 후에 Bruce 또는 Modified Bruce protocol에 따라서 답자(treadmill)에서 증상 제한성(symptom-limited) 운동 부하 검사를 시행하였다. 그리고 운동 중지 후 30초의 서행기간(cool down period)을 가지게 하였고 이후에 즉시 앙와위의 자세를 취하게 하였다. 운동의 각 단계마다 심전도, 혈압, 심박수를 측정하였다.

### 심박수 회복과 안정시 및 최대 운동시 심박수 차이

운동시 최대 예측 심박수(220-나이)의 85% 도달 유무(85% Maximal predicted heart rate)와 안정시 및 최대 운동시 심박수 차이를 추가적으로 측정하였다. 최대 운동 중지 후 환자들은 30초의 서행 기간(cool down period)을 가지게 하였고 이 후에 즉시 앙와위를 취하게 하고 운동 중지 후 1분째 심박수를 측정하였다. 최대 운동시 심박수와 운동 중지 후 1분째 심박수 차이를 운동 1분 후 심박수 회복으로 정의하였으며 심질환의 예후에 영향을 미치는 심박수 회복의 기준치를 정하기 위하여 심박수 회복 수치들 중에서 10퍼센타일과 90퍼센타일 사이에 해당되는 각각의 심박수 회복 수치를 기준으로 정하여 Kaplan-Meier 곡선을 구성하였고 이때 log-rank  $\chi^2$  통계값이 최고값을 보여주는 심박수 회복수치를 심박수 회복의 기준치로 정하였다. 안정시 및 최대 운동시의 심박수 차이의 기준치도 동일한 방법으로 정하였다.

### 조사기간 및 심혈관 질환의 발생

환자들의 입원 및 외래 병력지를 이용하여 50개월의 기간에 발생한 심혈관 사건을 조사하였다. 심혈관 사건으로는 흉통이 더 악화되어 재입원 한 후에 불안정형 협심증, 심근 경색증, 심부전, 관상동맥우회로술이식 및 사망하게 된 경우로 정하였다.

**Table 1.** Baseline characteristics of the subjects (n=88)

Variable	Total number (%)
Age (years)	53±10
Sex (M/F)	58/30 (65/35%)
Diagnosis	
Myocardial infarction	12 (13.6%)
Angina	26 (29.5%)
Atypical chest pain	48 (54.5%)
Heart failure	2 ( 2.3%)
ECG	
Normal	47 (51.6%)
ST depression	12 (13.2%)
LVH	5 ( 5.5%)
T inversion	18 (19.8%)
Abnormal Q	9 ( 9.9%)

Age is shown as means±SD. LVH: left ventricular hypertrophy

## 통 계

모든 통계 분석은 SPSS 10.0을 이용하여 처리하였으며 2군간의 평균 수치를 비교하기 위하여 t-test를 이용하거나  $\chi^2$  test를 이용하였다. 그리고 항목값이 5미만인 경우는 Fisher의 정확 검증(Fisher's exact test)을 이용하였다. 운동 부하 검사에서 얻을 수 있는 변수를 이용하여 Multivariable Cox analysis를 시행하였다. 50개월 추적 기간 동안의 심질환 발생에 대해서 운동 1분 후의 심박수 회복과 안정시 및 최대 운동시 심박수 차이, 그리고 85% 최대 예측 심박수의 도달 유무를 사용하여 Kaplan-Meier곡선을 구성하였다. 상기 분석

에서 p값이 0.05미만인 경우를 통계적으로 의미가 있는 것으로 정의하였다.

## 결 과

### 기본적인 특징과 운동 부하 심전도 검사의 특징

88명의 환자를 대상으로 한 연구에서 환자의 기본적인 특징은 Table 1과 같으며 운동 부하 심전도 검사는 Table 2와 같았다. 검사 도중에 생긴 심각한 부작용은 없었으며 50개월 기간동안 13명(14%)의 환자에서 심질환 사건이 발생하였다. 심질환 사건의 종류로는 Ta-

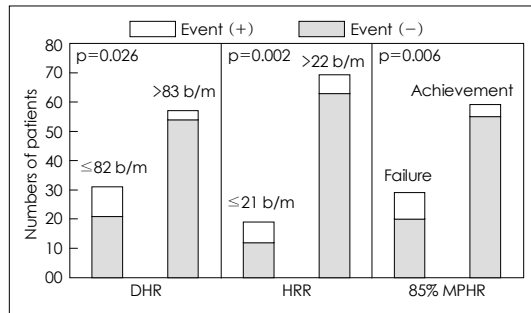
**Table 2.** Parameters obtained during exercise test by the absence or presence of cardiac events

Variable	Absence of events	Presence of events	p
No. of patients	75	13	
Age (years)	51±10	58±40	0.026
Sex (n)			
Male	48	10	
Female	27	3	
Diagnosis			
Myocardial infarction	11	1	0.685
Angina	19	7	1.000
Atypical chest pain	44	4	1.000
Heart failure	1	1	0.275
Medication			
Beta blocker use	17	7	1.000
NDHP Ca blocker use	12	6	0.516
Lipid lowering agent	6	2	1.000
Aspirin	21	11	0.139
ACE inhibitor use	9	3	1.000
Resting heart rate (bpm)	70±12	67±90	0.476
Resting systolic BP (mmHg)	126±19	134±24	0.186
Resting diastolic BP (mmHg)	78±10	80±14	0.415
Peak systolic BP (mmHg)	169±27	162±26	0.503
Peak diastolic BP (mmHg)	86±17	78±10	0.788
Peak heart rate (bpm)	161±23	144±23	0.020
Delta heart rate (bpm)	91±20	76±20	0.021
Heart rate recovery (bpm)	39±18	26±11	0.013
Failure of 85% MPRH(n)	20	9	0.003
Exercise capacities (METs)	10	8	0.006
Duke's score	11	3	0.427
ST depression (mm)	-0.37±0.93	-1.06±1.51	0.028

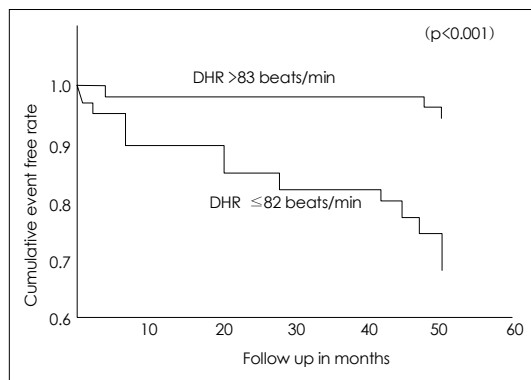
Continuous variables are shown as means±SD, whereas categorical variables are shown as number. ACE: angiotensin converting enzyme, MPRH: maximal predicted heart rate, METs: metabolic equivalents, NDHP: nondihydropyridine, Delta heart rate: differential rate between maximal heart rate during exercise and resting heart rate, Ca: calcium, BP: blood pressure

**Table 3.** Cardiac events during 50 months of follow-up

Diagnosis	No. of patients
Coronary artery bypass graft	2
New onset of myocardial infarction	2
New onset of unstable angina	1
New onset of congestive heart failure	7
Death	1



**Fig. 1.** Numbers of events by DHR, HRR and 85% MPHR. Delta heart rate (DHR): differential rate between of maximal heart rate in exercise and resting heart rate. HRR: heart rate recovery during the first recovery minute, MPHR: maximal predicted heart rate.

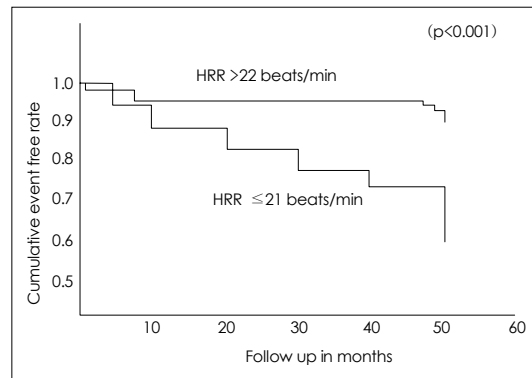


**Fig. 2.** Kaplan-Meier curves for delta heart rate. Kaplan-Meier curves for patient with delta heart rate of >83 or ≤82 beats/min after an exercise test. The estimated cumulative event free rate over 50-months period was 95% in those with DHR of >83 beats during exercise and 68% in those with DHR of ≤82 beats during exercise. Delta heart rate (DHR): differential heart rate between maximal heart rate during exercise and resting heart rate.

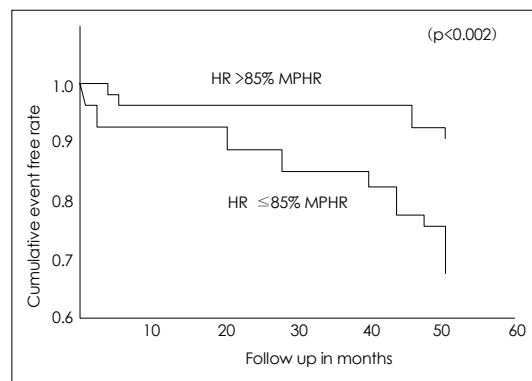
ble 3에서와 같이 관상동맥우회로술이식(2명), 심근 경색증(2명), 불안정형 협심증(1명), 심부전(7명) 및 사망(1명)이 있었다.

#### 운동 부하 심전도 검사 결과

심질환이 발생한 군과 발생하지 않은 군 사이에 있



**Fig. 3.** Kaplan-Meier curves for heart rate recovery. Kaplan-Meier curves for patient with heart rate recovery (HRR) of ≤21 or >22 beats/min after an exercise test. The estimated cumulative event free rate over 50-months period was 91% in those with HRR of >22 beats during the first recovery minute and 63% in those with HRR of ≤21 beats during the first recovery minute.



**Fig. 4.** Kaplan-Meier curves for 85% MPHR. The estimated cumulative event free rate over 50-months period was 93% in those over 85% maximal predicted heart rate (MPHR) during exercise and 68% in those below 85% MPHR.

어서 운동 당시 환자의 연령, 최대 운동시 심박수 그리고 안정시 및 최대 운동시 심박수 차이, 운동 중지 후 심박수 회복, 85% 최대 예측 심박수 도달 유무, 최대 운동량, Duke's score 그리고 운동시 ST 분절 하강이 유의한 차이가 있었다(Table 2). 심박수 회복이 분당 21회 일때와 안정시 및 최대 운동시 심박수 차이가 분당 82회 이하일때 심질환의 환자의 예후가 나빴다(Fig. 1, 2, 3, 4).

#### 다변량 분석

운동 부하 심전도 검사에서 얻을 수 있는 인자 중에서

**Table 4.** Result of multivariable analysis

Variable	B	Hazard ratio (95% CI)	p
Age	0.024	1.025 (0.957– 1.098)	0.487
Sex	-1.652	0.192 (0.033– 1.118)	0.066
ST depression	-0.250	0.779 (0.458– 1.326)	0.357
LVH	0.206	1.229 (0.103– 14.681)	0.871
Exercise capacity (METS)	-0.432	0.649 (0.482– 0.875)	0.005
Heart rate recovery	-0.079	0.924 (0.865– 0.987)	0.019
85% MPHR	2.867	17.578 (2.255–137.038)	0.006
Delta heart rate	0.082	1.085 (1.020– 1.155)	0.009

LVH : left ventricular hypertrophy. MPHR: maximal predicted heart rate, METS: metabolic equivalents, Delta heart rate: differential rate between maximal heart rate during exercise and resting heart rate

나이, 성별, 운동시 ST 분절 하강, 좌심실 비대, 최대 운동량, 심박수 회복, 85% 최대 예측 심박수 그리고 안정시 및 최대 운동시 심박수 차이를 포함한 다변량 분석에서 운동 중지 후 심박수가 늦게 회복되는 경우 ( $p=0.0019$ ), 안정시 및 최대 운동시 심박수 차이가 적은 경우 ( $p=0.009$ ), 85% 최대 예측 심박수에 도달하지 못한 경우 ( $p=0.006$ ) 그리고 최대 운동량이 낮을수록 ( $p=0.005$ ) 심질환 사건의 예후와 관련이 있었다(Table 4).

## 고 찰

심질환 환자의 예후 인자들에 대해서 많은 연구들이 있어 왔다. 심질환의 경과와 renin-angiotensin-sympathetic nervous system(RAS)의 활성화가 연관되어 있으며 이 활성화의 정도가 심부전의 사망 예후에 영향을 미친다.<sup>7,8)</sup> 자율 신경계 활성화를 반영하는 지표로써 신경 호르몬 매개체(neurohormonal mediator)의 혈중 농도 변화, 심박수 변이(heart rate variability), 압력 반사 민감도(baroreflex sensitivity) 그리고 운동 후의 심박수 변화를 살펴본 연구들이 있다.<sup>9)</sup>

운동 부하 심전도 검사의 유용성은 관상 동맥 질환을 진단하는데 있어서 많은 연구가 이루어졌으며 현재까지 관상 동맥 질환의 진단뿐만 아니라 심질환의 예후를 예측하는 중요한 검사로서 역할을 하고 있다. 운동 부하 심전도 검사에서 얻을 수 있는 Duke's score<sup>1)</sup>가 예후 예측에 많이 이용되고 있으며, 여기에서 고위험 집단에 포함되는 환자들은 심한 관상 동맥 질환을 갖고 있거나 예후가 나쁠 것으로 예측할 수 있다고 한다. Duke's score에는 3가지 요소, 즉 최대 운동량, ST분절의 하강 그리고 운동 유발성 흉통을 주요 예측인자로 간주하고 있

며 심박수에 대한 사항은 고려되어지지 않았으나 운동 부하 심전도에서 얻을 수 있는 심박수와 관련된 요소를 이용하여 예후를 예측하려는 시도들도 있다. 운동 시에는 교감 신경의 항진과 부교감 신경의 억제 그리고 휴식 시에는 반대 현상이 일어나게 된다. 휴식시에서의 심박수 감소 속도는 운동시 활성화된 교감신경에서부터의 회복과 미주신경의 활성화를 의미하며 사망 위험도를 예측하는데 도움을 준다.<sup>10)</sup> 사망 예측에 대한 운동 능력의 중요성은 건강한 사람들을 대상으로 한 Framingham Study,<sup>11)</sup> Aerobics Center Longitudinal Study,<sup>12,13)</sup> Lipid Research Clinics Trial<sup>14)</sup>과 Harvard Alumni Study<sup>15)</sup>에 보고되었다. Cole 등<sup>16)</sup>은 건강인을 대상으로 한 연구에서 휴식시에서의 심박수 회복과 사망률과의 연관성은 미주신경의 활성화와 운동 능력에 영향을 받으며 심박수 회복이 적은 집단은 규칙적인 운동을 하지 않았고 적극적인 운동에도 소홀한 것으로 보고하였다. 그리고 Iellamo 등<sup>6)</sup>은 규칙적인 운동은 압력 반사 민감도와 심박수 변이를 증가시키고 허혈성 심질환을 예방한다고 하였으며 운동 능력의 감소는<sup>14)</sup> 건강인에 있어서 다른 동맥 질환의 위험인자와는 독립적인 심혈관 질환의 높은 사망 위험 인자로 알려져 있다. 그리고 심질환이 있는 환자에서도 부적절한 심혈관계의 자율 신경 조절이 예후와 관여하고 있다는 보고들이 있다.<sup>9)</sup> 급성 심근 경색증 환자들을 대상으로 한 Nissinen 등<sup>17)</sup>의 연구를 보면 병원에서 퇴원 전 시행한 운동 부하 검사상 심박수 회복이 느린 환자들에서 사망 위험률이 더 높았으며 특히 자율 신경 반응의 지표로써 심박수 변이나 압력 반사 민감도보다 사망 예후 예측에 더욱 유용한 정보를 줄 수 있다고 하였다. 그래서 심박수 회복은 건강한 사람과 심질환 환자 모두에서 심질환의 예후 예측의

지표로써 다른 위험 요소와 더불어 중요하다.

본 연구에서 분당 21회 이하의 심박수 회복을 갖는 환자들에서는 심혈관 질환의 발생률은 36.8%이었으며 분당 21회 이상의 심박수 회복을 갖는 환자들에서는 8.6%이었다. 이러한 결과를 다른 발표와 비교하게 되면 Cole 등<sup>3)</sup>의 연구에서는 2,428명을 대상으로 비정상적 심박수 회복을 12회/분으로 정하였으며 이 수치 미만의 사망률은 19%이며, 12회/분 이상의 수치에서는 사망률이 5%로 보고하였다. 본 연구에서 심질환 발생의 예후 예측을 위한 심박수 회복의 기준치는 이전의 다른 연구 자료들보다<sup>3)16)18)19)</sup> 더 높은 수치를 보여주고 있는데 Cole 등<sup>3)</sup>의 연구를 포함하여 이전의 연구에서는 2분간의 서행 시간을 가졌고 비정상적 심박수 회복을 11회/분에서 18회/분까지 다양하게 규정하였다. 그러나 서행 시간을 갖지 않은 Shetler 등<sup>20)</sup>의 연구와 Watanabe 등<sup>21)</sup>의 연구에서는 22회/분이었고 최근의 Framingham Heart Study<sup>22)</sup>에서도 30회/분으로 높은 기준치를 보여주고 있다. 본 연구에서는 임상에서 운동 부하 검사를 실제로 시행하는 대로 30초 정도로 짧게 시행되었기 때문에 서행 시간의 차이가 심박수 회복에 영향을 미칠 수 있었을 것이라 생각되어진다.

한편 Desai 등<sup>23)</sup>에 의하면 건강인과 관상 동맥 질환의 환자 사이에서 심박수 회복 수치가 두 집단에서 차이가 나지만, 이들 두 집단의 심박수 회복수치 차이는 주로 변시성 반응(chronotropic response)과 관계가 있고 이 변시성 반응을 고려하였을 때 두 집단의 심박수 회복 수치 차이를 많이 줄일 수 있다고 하였으며 심박수 회복보다 변시성 반응이 사망률과 더 밀접하다고 주장하였다. 이러한 변시성 반응에 대한 연구는 Lauer 등<sup>2)10)</sup>의 연구와 Dresing 등<sup>24)</sup>의 연구에서도 보고되고 있다. Lauer 등<sup>2)10)</sup>에 의하면 85% 최대 예측 심박수의 도달 유무가 나이, 안정시 심박수, 그리고 활동 능력과 마찬가지로 독립적인 사망 예측 인자임을 보고하였고, Dresing 등<sup>24)</sup>의 연구에서도 최고 심박수의 85%에 도달하지 못하는 경우는 관상 동맥 질환의 정도에 독립적으로 심질환 환자의 사망 예후 예측을 할 수 있으며, 특히 변시성 부전이 더 연관성이 높다고 주장하였다. 본 연구에서 85% 최대 예측 심박수의 도달 유무를 살펴보았을 때 심박수가 최대 예측치의 85%에 도달할 수 있었던 환자들에서 최대 운동 능력과 마찬가지로 심혈관 사건의 낮은 발생을 보여주었다. 이러한 변시성 부전은 고령의

환자에서 잘 나타나서 결국 높은 사망률과도 관계가 있다.<sup>25)</sup> 그리고 심질환의 예후 예측에 있어서 심박수 변화에 관한 Sandvik 등<sup>26)</sup>의 연구에 의하면 안정시의 심박수는 심혈관 질환의 예후와 순상관 관계가, 그리고 최대 운동시의 심박수는 역상관 관계가 있으며, 안정시와 최대 운동시의 심박수 차이는 역상관 관계가 있다고 하였다. 또한 심박수 변화는 심혈관 질환뿐만 아니라 비심혈관 질환의 사망 예후에도 중요한 요인이며 안정시와 최대 운동시의 낮은 심박수 차이가 사망을 예측함에 있어서 최대 운동시의 낮은 심박수보다 더 중요한 예후 인자라고 설명하고 있다. 그리고 Cheng 등<sup>27)</sup>의 연구와 Nissinen 등<sup>17)</sup>의 연구를 보면 운동 후 심박수 회복이 빠르며 심혈관 질환의 사망 예후가 좋은 대상군에서 최대 운동시의 심박수가 높은 것을 알 수 있다. 본 연구에서도 심질환 사건이 생긴 환자들에서 최대 운동시 심박수가 낮았으며 운동 후 심박수의 느린 회복을 나타냈다. 이러한 최대 운동시 심박수와 운동 후 심박수 회복은 자율신경계 활성화를 반영하는 것으로 최대 운동시 심박수는 변시성 반응과 연관이 있을 수 있다. 그리고 안정시 및 최대 운동시의 심박수 차이 또한 연관성을 가졌으며 안정시 및 최대 운동시의 심박수 차이가 분당 83회 이상을 보이는 환자군에서는 낮은 심혈관 질환의 발생을 보여주었다.

결론적으로 흉통을 가진 환자에서 간편하게 시행할 수 있는 운동 부하 심전도 검사에서 구할 수 있는 85% 최대 예측 심박수의 도달 유무, 안정시 및 최대 운동시의 심박수 차이 그리고 운동후 심박수의 회복은 심질환의 예후를 예측하는데 유용한 지표로 생각된다.

## 요 약

### 배경 및 목적 :

심질환 환자들의 예후 인자들에 대해서 많은 연구가 있어 왔다. 운동 부하 심전도 검사에서 Duke treadmill score가 심질환의 예후 예측에 중요한 변수로 작용함은 널리 알려져 있는 사실이지만 최근에는 운동중과 운동후의 심박수 변화를 이용하여 심질환의 예후를 예측하려는 보고들이 나오고 있다. 저자들은 최대 운동량(METS), 85% 최대 예측 심박수(MPHR : Maximal predicted heart rate) 도달 유무 그리고 안정시 및 운동중 혹은 운동 중지 후의 심박수 차이와 심질환 예후의 관

런성을 알아보고자 하였다.

#### 방 법 :

흉통을 주소로 내원한 30세 이상의 환자 88명을 대상으로 운동 부하 심전도 검사를 시행하였으며 부정맥을 보이는 경우는 제외하였다. 운동 부하는 Bruce 혹은 Modified Bruce protocol에 따라서 증상 제한성 운동 부하 검사를 시행하였다. 그리고 운동 중지 후 30초의 서행기간(cool down period)을 가지게 하였고 이후에 양와위 자세를 취하게 하였다. 검사의 각 단계마다 심전도, 혈압, 심박수를 측정하였다. 심박수 회복은 운동시 최대 심박수와 운동 중지 후 1분째 심박수의 차이로 나타내었고 안정시 및 최대 운동시의 심박수 차이의 기준치도 도출하였다.

#### 결 과 :

88명의 환자들 중에서 13명에서 심혈관 질환이 발생하였다. 이들 13명 환자들에 있어서 나이, 운동시 최대 심박수, ST분절의 하강, 최대 운동 능력, 운동 후 1분째 심박수 회복, 안정시 및 운동시 심박수 차이, 그리고 최대 예측 심박수의 85% 도달 유무가 심질환의 중요 예측 인자였다. 분당 21회 이상의 심박수 회복과 분당 82회 이상의 안정시 및 최대 운동시 심박수 차이를 갖는 환자들에서는 심질환의 예측이 좋았다. 그리고 나이, 성별, ST분절 하강 그리고 좌심실 비대를 보정한 이후에도 최대 운동량, 운동 후 1분째 심박수 회복, 안정시 및 최대 운동시 심박수 차이 그리고 최대 예측 심박수의 85% 도달 유무가 의미 있는 심질환의 예측 인자였다.

#### 결 론 :

흉통을 가진 환자에서 간편하게 시행할 수 있는 운동 부하 심전도 검사에서 구할 수 있는 85% 최대 예측 심박수의 도달 유무, 안정시 및 최대 운동시의 심박수 차이 그리고 운동 후 심박수의 회복은 심질환의 예측을 예측하는데 유용한 지표로 생각된다.

**중심 단어 :** 심박수 ; 운동 ; 예측.

#### REFERENCES

- 1) Mark DB, Shaw L, Harrell FE Jr, Hlatky MA, Lee KL, Bengtson JR, McCants CB, Califf RM, Pryor DB. Prognostic value of a treadmill exercise score in outpatients with suspected coronary artery disease. *N Engl J Med* 1991;325:849-53.
- 2) Lauer MS, Okin PM, Larson MG, Evans JC, Levy D. Impaired heart rate response to graded exercise: prognostic implications of chronotropic incompetence in the Framingham Heart Study. *Circulation* 1996;93:1520-6.
- 3) Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med* 1999;341:1351-7.
- 4) Levy MN. Neural control of cardiac function. *Baillieres Clin Neurol* 1997;6:227-44.
- 5) Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, Takeda H, Inoue M, Kamada T. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:1529-35.
- 6) Iellamo F, Legramante JM, Massaro M, Raimondi G, Galante A. Effects of a residential exercise training on baroreflex sensitivity and heart rate variability in patients with coronary artery disease: a randomized, controlled study. *Circulation* 2000;102:2588-92.
- 7) Cohn JN. Plasma norepinephrine and mortality. *Clin Cardiol* 1995;18 (Suppl 1):19-112.
- 8) Schwartz PJ. The autonomic nervous system and sudden death. *Eur Heart J* 1998;19 (Suppl F):F72-80.
- 9) la Rovere MT, Bigger JT Jr, Marcus FI, Mortara A, Schwartz PJ. Baroreflex sensitivity and heart rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. *Lancet* 1998;351:478-84.
- 10) Lauer MS, Francis GS, Okin PM, Pashkow FJ, Snader CE, Marwick TH. Impaired chronotropic response to exercise stress testing as a predictor of mortality. *JAMA* 1999;281:524-9.
- 11) Kannel WB, Wilson P, Blair SN. Epidemiological assessment of the role of physical activity and fitness in development of cardiovascular disease. *Am Heart J* 1985;109:876-85.
- 12) Blair SN, Kohl HW 3rd, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989;262:2395-401.
- 13) Blair SN, Kohl HW 3rd, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW, Macera CA. Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 1995;273:1093-8.
- 14) Ekelund LG, Haskell WL, Johnson JL, Whaley FS, Criqui MH, Sheps DS. Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men. *N Engl J Med* 1988;319:1379-84.
- 15) Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 1986;314:605-13.
- 16) Cole CR, Foody JM, Blackstone EH, Lauer MS. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. *Ann Intern Med* 2000;132:552-5.
- 17) Nissinen SI, Makikallio TH, Seppanen T, Tapanainen JM, Salo M, Tulppo MP, Huikuri HV. Heart rate recovery after exercise as a predictor of mortality among survivors of acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2003;91:711-4.
- 18) Nishime EO, Cole C, Blackstone EH, Pashkow FJ, Lauer MS. Heart rate recovery and treadmill exercise score as predictors of mortality in patients referred for exercise ECG. *JAMA* 2000;284:1392-8.
- 19) Diaz LA, Brunken RC, Blackstone EH, Snader CE, Lauer

- MS. *Independent contribution of myocardial perfusion defects to exercise capacity and heart rate recovery for prediction of all-cause mortality in patients with known or suspected coronary heart disease. J Am Coll Cardiol* 2001; 37:1558-64.
- 20) Shetler K, Marcus R, Froelicher VF, Vora S, Kalisetti D, Prakash M, Do D, Myers J. *Heart rate recovery: validation and methodologic issues. J Am Coll Cardiol* 2001;38:1980-7.
  - 21) Watanabe J, Thamilarasan M, Blackstone EH, Thomas JD, Lauer MS. *Heart rate recovery immediately after treadmill exercise and left ventricular systolic dysfunction as predictors of mortality: the case of stress echocardiography. Circulation* 2001;104:1911-6.
  - 22) Morshedi-Meibedi A, Larson MG, Levy D, O'Donnell CJ, Vason RS. *Heart rate recovery after treadmill exercise testing and risk of cardiovascular disease events. Am J Cardiol* 2002;90:848-52.
  - 23) Desai MY, de la Pena-Almaguer E, Manning F. *Abnormal heart rate recovery after exercise as a reflection of an abnormal chronotropic response. Am J Cardiol* 2001;87:1164-9.
  - 24) Dresing TJ, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Marwick TH, Lauer MS. *Usefulness of impaired chronotropic response to exercise as a predictor of mortality, independent of the severity of coronary artery disease. Am J Cardiol* 2000;86:602-9.
  - 25) Spin JM, Prakash M, Froelicher VF, Partington S, Marcus R, Do D, Myers J. *The prognostic value of exercise testing in elderly men. Am J Med* 2002;112:453-9.
  - 26) Sandvik L, Erikssen J, Ellestad M, Erikssen G, Thaulow E, Mundal R, Rodal K. *Heart rate increase and maximal heart rate during exercise as predictors of cardiovascular mortality: a 16-year follow-up study of 1960 healthy men. Coron Artery Dis* 1995;6:667-79.
  - 27) Cheng YJ, Lauer MS, Earnest CP, Church TS, Kampert JB, Gibbons LW, Blair SN. *Heart rate recovery following maximal exercise testing as a predictor of cardiovascular disease and all-cause mortality in men with diabetes. Diabetes Care* 2003;26:2052-7.