

당뇨병 환자에서의 Treadmill Exercise Test의 임상적 의의*

이화여자대학교 의과대학 내과학교실

이 순 남 · 경 난 호

= ABSTRACT =

Clinical Significance of Treadmill Exercise Test in Diabetes Mellitus

Soon Nam Lee, M.D., Nan Ho Kyung, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Ewha Womans University

The maximum exercise testing using treadmill walking was performed in 36 patients of diabetes mellitus who were admitted to the Ewha Womans University Hospital from March, 1983 to August, 1983 and 30 normal control subjects to evaluate the efficacy of significance to detect latent coronary artery disease in diabetes mellitus as a chronic complication.

Among 36 patients of diabetes mellitus, ten (27.8%) were treadmill exercise test positive, of whom two had ST depression in resting electrocardiogram but eight didn't have any changes in resting electrocardiogram.

Since treadmill exercise test can be a useful sensitive diagnostic tool for early detection of latent coronary artery disease in the patients of diabetes mellitus as a chronic complication.

서 론

당뇨병의 치료방법이 개선됨에 따라 당뇨병 환자의 수명이 연장되어 당뇨병 자체나 급성합병증보다는 만성합병증이 사망의 주원인이 되고 있다¹⁾²⁾³⁾. 만성합병증중에서도 특히 심맥관계 합병증으로 인한 사망률이 점차 증가일로에 있으며 사회적인 큰 문제가 되고 있다.

우리나라에서도 당뇨병의 합병증에 관한 임상적 관찰은 많이 시도되어 왔으나 심맥관계 합병증의 조기발견을 위한 prospective study인 treadmill exercise test를

시행하여 심맥관계 합병증의 조기발견 및 지연에 기여할 수 있는지의 연구는 보고되어 있지 않아 treadmill exercise test를 시행하여 그 의의를 추구하고자 연구하였다.

연구대상 및 방법

연구대상

1983년 3월부터 1983년 8월까지 이화대학병원 내에서 당뇨병으로 진단 치료받았던 당뇨병환자 총 36예중 남자 16예, 여자 20예를 대상으로 하였으며 정

* 본 논문의 요지는 제 35차 대한내과학회 추계 학술대회석상에서 발표하였음.

Table 1. Chung's protocol for exercise (treadmill) ECG test

Stage	Speed (m. p. h.)	Grade (%)	Duration (min)	METs (units)	Total time elapsed (min)
1	1.7	0	3	2	3
2	3.0	4	3	4-5	6
3	3.0	8	3	6	9
4	3.0	12	3	8	12
5	3.0	16	3	9	15
6	3.0	20	3	10	18
7	3.0	24	3	12-13	21
8	3.0	28	3	14	24
9	3.0	32	3	16	27

m. p. h. ; mile per hour min ; minute METs ; Metabolic equivalent

Table 2. Target heart rate for exercise ECG test

Age	85-90% of maximal heart rate
20-29	175-180
30-39	170-175
40-49	165-170
50-59	160-165
60-69	155-160
70 and above	150-155

Table 3. Criteria-positive exercise ECG test

1. Horizontal or downsloping S-T segment depression ≥ 1 mm
2. Horizontal or upsloping S-T segment elevation ≥ 1 mm

상대조군으로는 심맥관계질환, 지질대사 이상, 고혈압 및 내분비질환의 병력이 없는 건강인 30예중 남자 17예, 여자 13예를 선정하였다.

연구방법

Quinton instrument 제 Model 730 ST segment computer, model 644 programmer, model 621B ECG monitoring system을 사용하여 Chung's protocol(표 1)에 의해 graded multistage continuous exercis test를 시행하였으며 운동부하는 피검자의 연령에 따른 예상 심박수를 기준으로 하였다(표 2).

운동부하중지점은 최대심박수를 기준으로 하였으며 그의 협심증흉통, 부정맥, 호흡곤란, 현기, 피로, 기진 등으로 하였고 그 결과는 양성 및 음성으로 판정하였다. 양성기준은 표 3과 같다.

Table 4. Age and sex distribution

Age	Sex	Control			Diabetes Millitus		
		M No.	F No.	Total No. (%)	M No.	F No.	Total No. (%)
20-29		1	1	2(6.7)	1	1	2(5.6)
30-39		1	3	4(13.3)	2	2	3(8.3)
40-49		8	5	13(43.3)	5	5	10(27.8)
50-59		5	4	9(30.0)	8	8	13(36.1)
60-69		2	0	2(6.7)	3	3	6(16.7)
70-79		0	0	0(0.0)	1	1	2(5.6)
Total		17	13	30(100.0)	20	20	36(100.0)

No.; Number of patient M; Male F; Female

결 과

당뇨환자군의 연령 및 성별분포는 50대 (36.1%), 40대 (27.8%)의 순이었으며 남녀비는 1:1.25, 정상대조군은 40대(43.3%), 50대(30.0%)의 순이었고 남녀비는 1:0.8이었으나 평균연령은 52±10.4세, 49±9.9세로 유의한 차이가 없었다(표 4).

당뇨환자군의 혈당치의 분포는 공복시 200-249mg% (38.9%)가 가장 많았고 식후 2시간은 300-349mg% (25.0%)가 가장 많았다(표 5).

당뇨환자의 이환기간은 3-4년이 22.2%로 가장 많

은 분포를 보이며 평균이환기간은 6.0±5.4년이었다(표 6).

당뇨병의 합병증과 이환기간과의 관계는 1-4년사이가 13예로 가장 많았으나 이환기간이 5년이상인 경우는 13예중 11예(85%)에서 합병증을 동반하였다(표 7).

환자군의 심전도는 정상이 30예(83.3%), ST절하강 2예(5.5%), 좌심실비대, 우각차단, 동성서맥, 동성빈맥이 각 1예(2.8%)였다(표 8).

Treadmill exercise test의 중지점은 양군에서 모두 최대심박수 도달이 가장 많았고 기진의 순이었으며 당뇨병환자군에서는 ST절하강에 의한 경우가 3예 있었다

Table 5. Blood sugar levels in 36 patients of diabetes mellitus

Blood Sugar (mg%)	FBS No. of pt.(%)	PPS No. of pt.(%)
100-149	3 (8.2)	0 (0.0)
150-199	6 (16.7)	0 (0.0)
200-249	14 (38.9)	6 (16.7)
250-299	9 (25.0)	5 (13.9)
300-349	2 (5.6)	9 (25.0)
350-399	1 (2.8)	7 (19.4)
400-449	0 (0.0)	5 (13.9)
450-499	0 (0.0)	3 (8.2)
500-549	0 (0.0)	0 (0.0)
550-599	1 (2.8)	1 (2.8)
Total	36 (100.0)	36 (100.0)

FBS; Fasting Blood Sugar

PPS; Postprandial 2hour Blood Sugar

Pt. ; Patient

Table 6. Durations of diabetes mellitus

Duration	No. of pts	%
< 6 mon	4	11.1
6 mon - 1 yr.	1	2.8
1 yr. - 2 yr.	2	5.6
2 yr. - 3 yr.	1	2.8
3 yr. - 4 yr.	8	22.2
4 yr. - 5 yr.	2	5.6
5 yr. - 9 yr.	5	13.8
10 yr. - 14 yr.	4	11.1
15 yr. - 19 yr.	3	8.3
20 yr. - 24 yr.	1	2.8
Unknown	5	13.9
Total	36	100.0

No. of pts.; number of patients mon; month
yr.; year

Table 7. Correlation between the number of complications and duration of diabetes mellitus

Duration No. of Cx.	1yr. No. of pts	1-4yr. No. of pts	5-9yr. No. of pts	10-14yr. No. of pts	15-19yr. No. of pts	20-24yr. No. of pts	Unkown No. of pts	Total No. of pts(%)
0	4	3	2	0	0	0	3	12(33.3)
1	0	5	1	1	0	0	2	9(25.0)
2	1	4	1	0	2	0	0	8(22.2)
3	0	0	1	0	0	0	0	1(8.3)
4	0	1	0	3	1	1	0	6(16.7)
Total	5	13	5	4	3	1	5	36(100.0)

No.; Number Cx; Complication

(표 9).

운동전후의 최대심박수 및 혈압의 변화는 전연령군에서는 양군간에 유의한 차이가 없었다 (표 10).

각연령별 심박수의 변화는 당뇨병군에서 대조군에 비해 안정시 30대, 40대, 60대에서 유의한 증가를 보이나 최대심박수는 당뇨병군에서 대조군에 비해 감소되어 있으나 유의성은 없었다 (표 11).

혈압의 변화는 당뇨병군은 60대에서 수축기혈압증강의

저하가 유의하게 있었다 (표 12).

Treadmill exercise test는 정상대조군에서는 30예 모두에서 음성이었으나 합병증을 동반하지 않은 당뇨병군 3예, 합병증을 동반한 경우는 7예로서 총 10예에서 양성율을 보였고 양성반응을 보인예의 이환기간은 1~4년이 3예, 5~9년이 3예, 10~19년이 4예였다

Table 8. Electrocardiographic findings in 36 patients of diabetes mellitus

ECG	No. of pt.	%
Normal	30	83.3
LVH	1	2.8
RBBB	1	2.8
Sinus bradycardia	1	2.8
Sinus tachycardia	1	2.8
ST depression	2	5.5

ECG ; Electrocardiogram

LVH ; Left ventricular hypertrophy

RBBB ; Right bundle branch block

Table 10. Maximal heart rate and blood pressure change before and after treadmill exercise test in 30 control and 36 patients of diabetes mellitus

		Control		Diabetes Mellitus	
		Rest	Max. Exercise	Rest	Max. Exercise
Maximal Heart Rate* (/min)	M	77±14.7	173±10.5	84±17.4	164±16.1
	F	79±10.1	171±14.3	83±12.2	164±13.4
Blood Pressure (mmHg)	M	12/80	173/84	133/87	175/94
	F	11/78	137/88	134/82	155/87

*; Mean ± Standard Deviation

Table 11. Maximal heart rate before and after treadmill exercise test

	Age	Control			Diabetes mellitus		
		No.	Rest	Max. Exercise	No.	Rest	Max. Exercise
Maximal Heart Rate (/min)	20 - 29	2	82± 4.0	172± 14.4	3	69± 2.0	183±1 .0
	30 - 39	4	68± 7.0	178± 3.7	3	81± 3.2 *	172±3 .5
	40 - 49	13	69± 88.6	173± 9.1	10	80±11.7 *	170±5 .9
	50 - 59	9	78± 10.8	164± 9.6	8	81±11.8	155±15.2
	60 - 69	2	76± 15.6	164± 8.5	6	99±10.9 *	160±2 .0
	70 - 79	0			1	100	153

No. ; Number of patient * ; p<0.05 Mean± S.D.

Table 12. Blood pressure change before and after treadmill exercise test

	Age		Control		Diabetes mellitus			
			No.	rest	Max. Exercise	No.	Rest	Max. Exercise
Blood Pressure (mmHg)	20 - 29	S	2	122± 1.7	175± 5.0	3	105±15.0	150±15.0
		D		78± 3.0	90± 0.0	3	70±10.0	85± 5.0
	30 - 39	S	4	108±13.1	143±24.8	3	125± 5.5	153± 5.0
		D		68± 5.0	66±17.5		83± 4.3	83± 4.0
	40 - 49	S	13	112±12.0	160±28.5	10	123± 7.6	158±10.1
		D		81± 7.0	87±11.1		83± 4.9	87±11.1
	50 - 59	S	9	130±10.0	163± 5.8	8	123±14.9	180± 6.5 *
		D		87± 5.8	83±11.5		76± 9.3	90±13.3
	60 - 69	S	2	134± 5.6	195± 7.1	6	139±14.5	177±11.6 *
		D		80±10.0	95± 5.8		83± 5.8	97±13.0
	70 - 79	S	0			1	110	170
		D					80	90

No. Number of patient S ; Systolic D ; Diastolic * ; p< 0.05 Mean± S.D.

Table 13. Results of the treadmill exercise test of control and 36 patients of diabetes mellitus

Treadmill test	Control		Diabetes Mellitus				Total	
	No.	%	Uncomplicated No.	%	Complicated No.	%	No.	%
Negative	30	100.0	13	36.1	13	36.1	26	72.2
Positive	0	0.0	3	8.3	7	19.4	10	27.8
Total	30	100.0	16	44.4	20	55.5	36	100.0

No. ; Number

Table 14. Duration of diabetes mellitus in treadmill test positive 10 patients of diabetes mellitus

Duration	No. of Patients	%
1 - 4years	3	30
5 - 9years	3	30
10 - 19years	4	40
Total	10	100

Table 15. Correlation between ECG and treadmill exercise test in 36 patients of diabetes mellitus

Treadmill test \ ECG	Negative No. of pt. (%)	Postive No. of pt. (%)	Total No. of pt. (%)
ST depression(-)	26(72.2)	8(22.2)	34(94.4)
ST depression(+)	0(0.0)	2(5.6)	2(5.6)
Total	26(72.2)	10(27.8)	36(100.0)

(표 13,14).

36예 당뇨병환자의 심전도와 운동부하검사 결과사이의 관계는 ST절하강이 있었던 2예는 모두 운동부하검사 양성이었다고 ST하강이 없었던 8예에서 양성을 보여 총 10예 (27.8%)에서 양성을 보였다 (표 15).

고 안

당뇨병은 최근 우리나라에서도 국민생활수준의 향상 진단방법의 개선, 평균수명의 연장등에 의해 증가하는

추세에 있다¹⁾²⁾³⁾. 당뇨병으로 인한 사망은 당뇨병자체 또는 급성 합병증이나 감염에 의한 경우는 1921년 Banting과 Best⁴⁾에 의해 Insulin이 발견되고 항생제의 발달로 감소되면서 세소혈관장애인 만성합병증이 큰 문제로 대두되고 있다. 뿐만아니라 대혈관장애인 고혈압, 관상동맥질환, 뇌혈관질환 역시 증가추세에 있으며 이로인한 사망율은 점차 증가하고 있다.

Duncan⁵⁾의 관찰에서 고혈압과 심근경색증을 포함한 심장질환이 18.2%로 가장 많은 합병증으로 보고하여 미국에서는 당뇨병의 합병증으로서 심장질환이 가장 중요함을 보여주고 있다.

관상동맥질환 및 뇌혈관장애를 포함한 대혈관합병증은 구등⁶⁾ 2.9%, 한등⁷⁾ 8.0%, 이등⁸⁾ 18.4%로 보고하고 있다. 고혈압을 포함시킨 경우는 한등⁸⁾은 8.1%, 이등⁹⁾은 28.7%, 김등¹⁰⁾은 23.6%로 보고하고 있어 빈도에 많은 차이를 보이며 모두 retrospective study뿐 prospective study는 없다. 본 연구에서는 이러한 당뇨병의 관상동맥질환의 조기발견을 위해 treadmill exercise test를 시행하였다.

Treadmill exercise test는 최대운동부하시험으로써 1929년 Master와 Oppenheimer¹¹⁾가 관상동맥부전의 발견에 Master's two step test를 도입한 이래 관상동맥질환의 비관혈적 검사방법으로 잠재적 관상동맥질환의 진단 및 심장기능, 신체작업능측정등의 목적으로 널리 이용되고 있으며¹²⁾¹³⁾ 많은 발전을 가져오고 있다.

Masters two step test는 위양성율이 높으며 경증 협심증의 조기진단에는 운동부하량이 불충분하여 작업능을 측정할 수 없다.

심장의 최대운동부하검사는 최대산소소비량까지 운동을 부여하는 방법으로 생리학적으로 더욱 합리적인 방법이라 할 수 있다. 보통 기구로는 bicycle ergometer와 treadmill이 주이며 bicycle ergometer는 최대운동량을 측정할 수 있고 비교적 간단하나 최대운동부하량을 충실히 못하는 단점이 있는 반면 treadmill test는 비교적 건강하고 운동을 잘하는 남자들에서 양성율이 높다¹⁴⁾¹⁵⁾.

심장기능의 평가목적으로 최대운동부하시험이 Taylor등¹⁶⁾, Bruce등¹⁷⁾에 의하여 연구되었고 수정사용되고 있으나 본 연구에서는 Chung's protocol¹⁸⁾에 의해 treadmill exercise test를 하였다. 운동부하시험 결과와 관상동맥조영술간의 관계는 현저한 성별차이를 발견할 수 있다고 하였다¹⁹⁾. 즉 위양성이 전체에서는 20%인데 남자에서는 8%, 여자에서는 67%의 빈도를 보였다하여 남녀간의 차이를 염두에 두어야하며 Kusumi와 Bruce²⁰⁾는 중년여자에서 혈색소치의 감소 및 총적혈구수의 감소에 의해서이며 estrogen의 작용에 의

해서도 위양성율이 증가한다고 추정하였다. 한국에서는 정상성인 남녀 및 자질환에서의 운동부하검사성적이 보고되어 있다¹²⁾²¹⁾²²⁾²³⁾.

안정시의 심전도 소견은 당뇨병자군에서 이상 심전도 소견을 보인 경우가 6예 (16.7%)로 이²⁴⁾의 35.8%에 비해서는 낮은 빈도를 보인다. 이²⁴⁾는 좌심실비대가 35.7%로 가장 많았다고 하였으나 본 연구에서는 ST절하강 2예, 좌심실비대, 우차차단, 동성빈, 서맥이 각 1예였다. 운동부하검사의 중지점은 최대심박수 도달에 의한 경우가 가장 많아 피로기진이 42%로 많았다는 이등¹⁴⁾의 보고와는 다르다. Rochmis등¹⁸⁾은 흉통이 92%로 가장 많았고 험기와 피로(82%)의 순이었다고 한다. ST절 하강에 의한 경우는 당뇨군에서 3예 있었는데 이등¹⁴⁾의 19%, Rochmis등¹⁸⁾의 70%보다는 낮은 빈도를 보이고 있다. 운동도중에 ST절상승을 보이는 경우는 Prinzmetal등²⁵⁾이 이형협심증으로 1959년 보고한이래 관상동맥협착보다는 관상동맥의 spasm에 의해오는 것으로 알려져있다. Chahine등²⁶⁾은 treadmill exercise test를 시행한 군의 3.5%에서 나타났으며 심한 관상동맥협착을 의미한다고 했다. 본 연구에서는 ST절 상승은 관찰할 수 없었다.

운동전후의 최대심박수 및 혈압의 변화는 전 연령군에서는 양군간에 유의한 차이가 없으나 최대심박수의 변화는 당뇨병자군에서 대조군에 비해 약간 낮았으나 유의성은 없었다. 이는 이등¹⁴⁾의 최대심박수의 약간의 감소만을 관찰한 보고와 일치한다. 혈압의 변화 역시 유의한 차이는 관찰할 수 없었다. 그러나 이등¹⁴⁾은 당뇨병환자에서 최대작업능의 감소를 보고하였다.

ST절하강과 관상동맥조영술 이상소견과 상관관계가 있다고 Bruce등²⁷⁾, Bartel등²⁸⁾, Martin등²⁹⁾, Kasser등³⁰⁾은 보고하고 있다. Ellestad³¹⁾³²⁾도 역시 ST 하강정도가 심할수록, ST절의 모양이 downslope인 경우 심한 관상동맥질환을 의미한다고 했다. 그러나 Kansall등³³⁾과 Cohn등³⁴⁾은 ST 하강정도와 관상동맥조영술상 관상동맥협착의 정도와는 무관하다고 했다. Treadmill exercise test의 sensitivity와 specificity는 Cumming등³⁵⁾, 58%, 90.7%, Kansall등³³⁾ 92%, 75%, Bruce²⁷⁾ 60%, 90%, Froelicher등³⁷⁾ 58.8%, 93.6%, Aronow³⁸⁾ 66%, 92%, 이등¹⁴⁾은 sensitivity를 76%로 보고하여 sensitivity는 58~92%, specificity는 75~93.6%에 달하고 있다.

본 연구에서는 관상동맥조영술을 시행하지 못하였으나 treadmill exercise test 양성율 기준으로 한 관상동맥질환의 빈도는 27.8%로 지금까지 보고된 관상동맥질환의 합병 빈도보다는 상당히 높아 관상동맥질환의 조기발견 및 이로 인한 사망률감소에 기여할 수 있을

수 것으로 사료되어 이환기간이 길고 합병증동반이 없는 경우에도 실시하여 유용한 지표로 삼을 수 있을 것으로 기대된다.

결 론

저자는 1983년 3월부터 1983년 8월까지 이화대학 병원 내과에 입원치료하였던 당뇨병환자 36예에서 당뇨병의 만성합병증 중 관상동맥질환 조기발견의 prospective study의 일환으로 treadmill exercise test를 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 연령분포는 50대 (36.1%), 40대 (27.8%)의 순이었다.

2) 혈당치는 공복시 200-249mg% (38.9%), 식후 2시간 300-349mg% (25.0%)가 가장 많은 빈도를 보였다.

3) 당뇨의 이환기간은 3-4년이 가장 많아 22.2%이었으며 5년이상인 경우는 총 13예중 11예 (85%)서 합병증을 동반하였다.

4) 심전도는 정상 (83.3%), ST 하강 (5.5%) 좌심실비대, 우각차단, 동성빈, 서맥이 각 2.8%이었다.

5) 운동부하검사의 중지점은 양군에서 모두 최대심박수 도달이 가장 많고 다음이 기진이었으며 당뇨군에서는 ST 하강에 의한 경우가 3예 있었다.

6) 운동전후의 최대심박수 및 혈압은 전 연령군에서는 유의한 차이가 없으나 최대심박수의 약간의 감소를 관찰할 수 있었다.

7) 운동부하검사결과 대조군에서는 전에 음성이었으나 당뇨환자군에서는 합병증을 동반하지 않은 3예, 합병증을 동반한 7예 총 10예 (27.8%)에서 양성을 보였으며 이환기간은 1-4년, 5-9년이 각 3예, 10년이상 4예였다.

8) 심전도상에 ST 하강이 있었던 2예는 treadmill exercise test 양성으로, ST 하강이 없었던 8예에서도 treadmill exercise test 양성을 보여 총 10예 (27.8%)에서 양성을 보였다.

이상의 결론으로 treadmill exercise test를 조기실시하여 당뇨병환자의 만성합병증중 관상동맥질환의 조기발견 및 예방의 예민한 지표로 삼을 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

1) 윤경준 · 태경희 · 김일자 · 김동수 · 이종서 · 이학중 : 당뇨병에 관한 임상적관찰. 최선의학, 1976; 20 : 108.

2) 경난호 : 당뇨병의 임상적관찰. 한국생활과학연구원 논총, 1978; 20 : 237.

3) 이문규 · 정영환 · 원암우 · 이기업 · 최수봉 · 김성연 · 이홍규 · 민현기 : 당뇨병의 합병증에 대한 관찰. 당뇨병, 1983; 7 : 77.

4) Banting, F.C. and Best, C.H. : The internal secretion of the pancreas. J. Lab. Clin. Med. 7; 251, 1922 cited from Cahill, G. F.; Physiology of insuline in man, Diabetes, 1971; 20 : 785.

5) Duncan, G.G. : Diseases of metabolism, 5th ed. 1965.

6) 구자영 · 정태훈 · 윤영길 : 당뇨병의 합병증에 대한 임상적관찰. 경북의대잡지, 1977; 18 : 105.

7) 한덕호 · 이상인 · 허갑범 · 이상용 : 당뇨병의 임상적관찰. 당뇨병, 1974; 2 : 33.

8) 한덕민 · 이세규 · 박현태 · 홍세용 · 이준석 : 당뇨병의 임상적관찰. 대한내과학회잡지, 1977; 20 : 523.

9) 이태희 · 안명섭 · 한상오 : 당뇨병 환자 779례의 합병증에 관한 고찰. 당뇨병, 1981; 6 : 35.

10) 김영건 · 김응진 · 신순현 : 한국인 당뇨병의 역학적 연구. IV. 한국인 당뇨병의 합병증 빈도, 당뇨병, 1976; 3 : 37.

11) Master, A.M., and Oppenheimer, E. T : Simple exercise tolerance test for circulatory deficiency with standard tables for normal individuals, Am. J. Med. Sci. 1929; 177 : 223.

12) Fortuin, N. J. and Weiss, J. L. : Exercise stress testing, Circulation, 1977; 56 : 699.

13) Rochmis, P. and Blackburn, H. : Exercise tests, J.A.M.A., 1971; 21 : 1061.

14) 이만호 · 서순규 : 연속적 다단계 최대 운동부하시험에 관한 연구, 순환기, 1983; 13 : 151.

15) Wicks, J.R., Sutton, J.R., Oldridge, N.B. and Jones, N. L. : Comparison of the electrocardiographic changes induced by maximum exercise testing with treadmill and cycle ergometer. Circulation, 1978; 57 : 1066.

16) Taylor, H. L., Wang, Y., Rowell, L. and Blomquist, G. : The standardization and interpretation of submaximal and maximal tests of working capacity, Pediatrics, 1963; 32 : 703.

17) Bruce, R.A., Blaokman, J.R., Jones, J.W. and Strait, G. : Exercise testing in adult normal subjects and cardiac patients, Pediatrics, 1963; 32 : 742.

- 18) Chung, E.K. : Exercise electrocardiography-practical approach, Williams and Wilkins company, Baltimore, 1979.
- 19) Sketch, M.H., Marhiuddin, S.M., Lynch, J.D., Zencka, A.E. and Runco, V. : Significant sex differences in the correlation of electrocardiographic exercise testing and coronary arteriograms, Am. J. Cardiol. 1974 ; 36 : 109.
- 20) Kusumi, F. and Bruce, R. A. : Unpublished observation, cited in Bruce, R. A. : Values and limitations of exercise electrocardiography, Circulation, 1974 ; 50 : 1.
- 21) 심완주 · 김준석 · 박순창 · 유세화 · 노영무 · 서순규 : 정상한국여자의 최대운동부하 시험에 관한 연구. 대한내과학회잡지, 1982; 25 : 373.
- 22) 서순규 · 노영무 · 강창순 · 오동주 · 박순창 : Bicycle ergometer에 의한 정상한국인 maximal exercise test의 검토. 대한내과학회잡지, 1981 ; 24 : 184
- 23) 노영무 · 박정희 · 유세화 · 서순규 : Bicycle ergometer를 이용한 한국인 최대운동부하시험에 관한 연구. 순환기, 1980 ; 12 : 1.
- 24) 이태희 : 당뇨병환자에 있어서의 심전도 변화. 전남 의대지, 1977 ; 14 : 1.
- 25) Prinzmetal, M., Kennamer, R. and Wada : Angina pectoris, I. A. variant form of angina pectoris, Am. J. Med., 1959 ; 27 : 375.
- 26) Chahine, R. A., Raizner, A.E., Ishimori, T. : The clinical significance of exercise induced ST segment elevation, Circulation, 1976 ; 54 : 209.
- 27) Bruce, R.A., and Hornsetein, T.R. : Exercise stress testing in evaluation of patients with ischemic heart disease, Prog. Cardiovasc. Dis. 1969 ; 11 : 371.
- 28) Bartel, A.G., Behar, V. S., Peter, R. H., Orgain, E.S., and Kong, Y. : Graded exercise stress test in angiographically documented coronary artery disease, Circulation, 1974 ; 49 : 348.
- 29) Martin, C.M., and McConalhay, D.R. : Maximal treadmill exercise electrocardiography, Circulation, 1972 ; 46 : 956.
- 30) Kasser, I.S. and Bruce, R.A. : Comparative effects of aging and coronary heart disease on submaximal and maximal exercise, Circulation 1969 ; 39 : 759.
- 31) Ellestad, M.H., Allen, W., Wan, M. C. K. and Kemp, G.L. : Maximal treadmill stress testing for cardiovascular evaluation, Circulation, 1969 ; 39 : 517.
- 32) Ellestad, M.H. : Can stress testing predict the severity of coronary disease?, Chest, 1971 ; 69 : 708.
- 33) Kansall, S., Roitman, D. and Sheffield, L. T. : Stress testing with ST segment depression at rest-An angiographic correlation, Circulation, 1976 ; 54 : 636.
- 34) Cohn, P.F., Vokonos, P.S., Herman, M.U. and Gorlin, R. : Postexercise electrocardiogram in patients with abnormal resting electrocardiogram, Circulation, 1976 ; 54 : 703.
- 35) Cumming, G.R., Samm, J., Borysyk, L. and Kich, L. : Electrocardiographic changes during exercise in asymptomatic men, 3 year follow up. Canad. Med. Assoc. J. 1975 ; 112 : 578.
- 36) Froelicher, V.F., Thomas, M.M., Pillow, C. and Lancaster, M.C. : Epidemiologic study of asymptomatic man screened by maximal treadmill testing for latent coronary artery disease. Am. J. Cardiol. 1974 ; 34 : 770.
- 37) Aronow, W.S. : Thirty month follow up of maximal treadmill stress test and double Master's exercise test in normal subjects, Circulation, 1973 ; 47 : 287.