

## 臨床評價와 電算化運動負荷 檢査 판독의 合致率에 관한 검토

仁濟醫大 부속 서울白病院 內科

李健周 · 李英九 · 朴晅鎭 · 劉元相

= Abstract =

### A Study on the Sensitivity of CASE(Computer-assisted System for Exercise) Analysis to Overall Clinical Assessment

Kun Joo Rhee, M.D., Young Koo Lee, M.D., Ho Jin Park, M.D. and Won Sang Yoo M.D.

*Dept. of Int. Medicine, Inje Medical College*

Many investigators have shown that computer analysis of exercise induced ST segment changes is feasible and valid. This technique should make it possible to achieve uniformity of interpretation.

Though myocardial ischemic response, arrhythmia, R wave amplitude and heart rate changes are documented by CASE exactly, blood pressure change, subjective and objective signs are assessed clinically only. Therefore, both CASE and clinical analysis are demanded for the precise interpretation of GXT.

Two hundred and ten patients, aged 22-68 y/o, were evaluated for comparative analysis between CASE and clinical assessment.

The following results were obtained;

- 1) The sensitivity of CASE to clinical analysis is 70.2%.
- 2) Among the 40 cases with ST segment-positive response, 24 cases(60%) had a less than 2 mm ST depression and 16 cases(40%) had a more than 2mm ST depression.
- 3) Among the 40 cases with ST segment-positive response, 30 cases(75%) had a increased in R wave amplitude of 2.8mm in average, while among the 153 cases with GXT-negative response, 61 cases(39.9%) had R wave increase of 1.5mm in average.
- 4) Increment of systolic blood pressure per MET was 5.6 mmHg. There was no significant difference by age.

### I. 結 論

Graded Exercise Test(이하 GXT로略함)의 결과 판정중 心電圖상의 ST 절 변화가 가장 중요하다. 이 판정을 육안으로 할 경우 상당한 주관적 편견이 있을 수 있으나 CASE(Computer Assisted System for Exercise)를 이용할 경우 ST 절 변화의 판정은 컴퓨터

에 의하여 정확히 할 수 있다. 그러나 GXT의 결과 판정은 ST 절 변화뿐만 아니라 검사중 발생하는胸痛, 呼吸困難, 下肢痛, 疲勞 등의 자각증상과 末梢循環不全(蒼白, 脈拍減弱, 皮膚濕潤, 脫氈)症狀 및 不整脈, 心搏數, 血壓 등의 이상소견도 포함되며 CASE만을 이용하여 GXT를 평가할 경우 위와같은 자각증상과 일부 이상소견을 포함한 종합판정은 현 단계의 기술로는 불가능하다.

저자들은 210명의 정상 및 환자를 대상으로 GXT를 실시하여 CASE에 의한 판독 및 종합적 판독 결과를 비교 검토함으로써 CASE의 신뢰도를 평가하는데 도움이 되는 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 觀察對象 및 方法

### 1) 觀察對象

본 연구는 1982년 5월부터 1983년 6월까지 仁濟醫科大學附屬白病院內科에 입원 및 내원한 환자 210명을 대상으로 하였으며(표 1 참조) 성별로는 남자가 136명 여자가 74명이었으며 평균 연령은 51세이었다.

### 2) 方 法

GXT는 미국 Marquette社 CASE를 이용하여 시행하였으며 대상환자들은 가급적 GXT 2週전부터 心拍數, ST 절, T파 그리고 QT 간격의 변화를 유발할 수 있는 약물(digitalis, 利尿劑)의 복용을 중단하였으며 운동점사의 금기 및 운동후 회복기와 비교할 기준을 얻기 위해 GXT 직전에 安靜心電圖, 立位心電圖 및 血管調節性無能力症(vaso regulatory asthenia)환자에서 나타나는 偽陽性反應을 배제하기 위해 30~60초간의 過換氣 후의 心電圖를 기록하였다. 그리고 心電圖 기록과 병행하여 血壓을 측정하였다. 그후 Bruce씨 방식(표 2)에 의한 GXT를 시행하였으며 운동중 환자의

Table 1. Composition of patients by purpose of test

목 적	환자수(%)
For chest pain evaluation	184(87.6%)
For hypertensive heart disease evaluation	18( 8.6%)
For post myocardial infarction evaluation	8( 3.8%)
계	210(100 %)

Table 2. Schedule of Treadmill Exercise for the GXT(Bruse protocol)

시간(분)	계단	속도(mph)	경사(%)
3	1	1.7	10
3	2	2.5	12
3	3	3.4	14
3	4	4.2	16

Table 3. Symptoms and signs of Exercise Intolerance

- 不整脈이나 症狀이 의심되는 각 個人에 해당되는 特殊要件
- 對象者에 危險可能性이 있는 狀況의 出現
  - \* 心電圖監視裝置의 故障
  - \* 運動에 의하여 透發된 狹心症樣疼痛, ST 變化가 있거나 없음
  - \* 運動中 診斷할만한 程度의 虛血性 ST 低下 또는 上昇
  - \* 異所性 心室上性頻脈, 規則的 또는 不規則的
  - \* 運動에 의하여 誘發 또는 惡化되는 心室性期外收縮(心拍의 25%이상)
  - \* 運動에 의하여 誘發되는 認定할만한 心內 불력
  - \* 心室性 頻拍을 나타내는 心電圖所見
  - \* 末梢循環不全(蒼白, 脈拍 減弱, 皮膚濕潤, 脫盡)
  - \* 運動中 收縮期血壓 降下
- ※ 過度한 疲勞 또는 呼吸困難

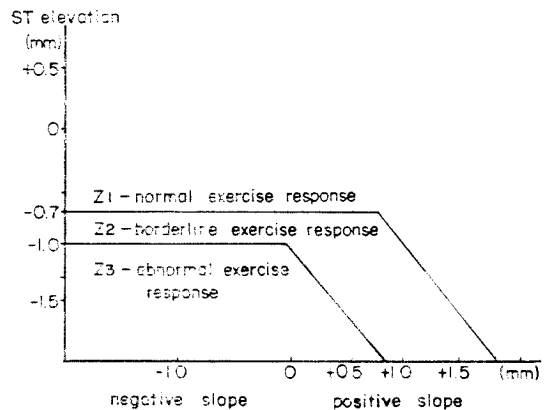


Fig. 1. Zone for Criteria Classes of ST Segment Response.

자각증상을 수시로 묻고 매 Stage마다 血壓을 측정하였고 운동종료후 8분간 安靜狀態에서 心電圖를 연속기록하면서 1분 간격으로 血壓을 측정하였고 자각증상과 타각증상을 기록하였다. 표 3과 같은 運動不容症狀이 나타나면 운동을 중단시켰다. 虛血性 ST 절 변화는 그림 1과 같은 기준에 의하여 평가하였다.

## III. 觀察 成績

210명의 환자를 胸痛(n=184), 高血壓(n=18) 및 心筋硬塞後回復期(n=8) 評價群으로 나누어 CASE에 의

Table 4. 胸痛評價群

CASE 판독 의사 판독	negative	equivocal	positive
negative	88	—	3
equivocal	—	50	—
positive	7	4	32

Table 5. 高血壓評價群

CASE 판독 의사 판독	negative	equivocal	positive
negative	6	—	1
equivocal	—	3	—
positive	3	1	4

Table 6. 心筋硬塞評價群

CASE 판독 의사 판독	negative	equivocal	positive
negative	1	—	—
equivocal	—	1	—
positive	—	2	4

Table 7. Exercise induced R-wave Increase

ST 절 양성반응 환자(n=40)	75% (30)
GXT 음성반응 환자(n=153)	39.9% (61)

Table 8. 연령에 따른 MET 당 수축기 혈압의 증가 (mmHg)

20~29세	5.3
30~39	6.2
40~49	5.4
50~59	5.8
60~69	5.5
평 균	5.6

한 평가와 임상평가의 일치율을 구해 보았다. 일치율은 70.2%이었다(표 4, 5, 6).

4예의 환자(표 4, 5)에서 CASE 양성반응이었으나 임상적으로 음성반응으로 판독되었다. 그 이유는 운동 중 ST 절 양성반응은 감지 안되었고 회복기에서만 ST 절 양성반응이 나타났기 때문이다.

ST 절 양성반응 환자 40예중 24예(60%)는 ST 절 하강이 2 mm 미만이었으며, 16예(40%)는 2 mm 이상이였다.

17예에서 CASE-negative, equivocal 반응이었으나 임상적으로 양성반응으로 해석되었다. 이중 4예에서 운동으로 인하여 ST 절 상승이 나타났고, 4예의 경우 chronotropic incompetance 가 있었으며 9예의 경우 운동으로 인하여 +3이상의 狹心症症狀이 나타났다.

운동으로 인한 R-파고의 증가는 ST 절 양성반응환자 40예중 30예(75%)에서 나타났고 GXT 음성반응인 153 예중 61예(39.9%)에서 나타났다(표 7). ST 절 양성 반응환자이면서 R-파고가 증가된 경우 R-파고가 평균 2.8 mm 증가하였으며 GXT 음성반응인 경우 1.5 mm 증가하였다.

연령에 따른 MET 당 收縮期血壓의 증가는 평균 5.6 mmHg 였으며 나이에 따른 차이는 없었다(표 8).

#### IV. 考 按

GXT 는 心肺 및 體力의 機能的 평가뿐 만 아니라 관상동맥질환의 진단 및 예후판단 등에 폭넓게 이용되어 왔다. 관상동맥질환 진단의 경우 ST 절 변화가 주로 이용된다. 이 경우 ST 절 변화는 다음 4가지가 있다. 첫째 ST 절 상승, 둘째, 서서히 up-sloping 하는 ST 절 하강, 셋째, 수평 ST 절하강, 넷째, down sloping 하는 ST 절 하강이다. 허혈성 ST 절 하강이란 여러가지 기준이 있으나 저자들은 J점후 80 msec 에서 ST 절 하강이 1.0 mm 이상이고 ST 절이 down sloping 또는 horizontal인 경우 양성으로 정하였다(그림 1).

Goldschlager<sup>1)</sup>등은 GXT 를 실시한 후 冠狀動脈造影術로 확인한 결과 위와같은 기준으로 평가할 경우 예민도 76%, 특이도 93%라 보고하였다. 특히 down sloping ST 절 하강인 경우, 수평 ST 절 하강인 경우 그리고 upsloping ST 절 하강인 경우 위양성은 각각 1%, 15%, 32%였고 운동시작후 3분간 및 회복기 8분간 지속적인 ST 절 하강이 있는 경우 2개 혈관병변, 3개 혈관병변 그리고 main left coronary disease 가 각각 91%, 86%, 90% 있었다고 하였다. ST 절 하강이 심할수록 관상동맥협착이 심하고 2 mm 이상 ST 절 하강이 있는 경우 85%에서 2~3개의 혈관에 병변이 있다<sup>2~6)</sup>. 저자들의 경우 ST 절 양성반응 환자 40명중 16명(40%)에서 ST 절 하강이 2 mm 이상 있었다.

Brody 등<sup>7)</sup>은 정상인의 경우 운동에 의하여 심장의

stroke volume 이 증가하여 좌심실 용적이 감소하고 따라서 R-파고가 감소하며, 관상동맥질환이 있는 경우 R-파고가 증가한다고 보고하였다. Bonorius 등<sup>8,9)</sup>은 정상인의 경우 R-파고가 79%에서 감소하며 17%에서 증가하고 관상동맥질환자의 경우 59%에서 증가하며 32%에서 감소한다고 보고하였다. Baltler 등<sup>10,11)</sup>은 R-파고의 변화만을 진단의 기준으로 사용하였을 경우 진단의 예민도는 상당히 떨어진다고 보고하였다. Greenberg<sup>12)</sup>등은 정상인에서 GXT 중 심박수가 분당 120~130까지 증가할 때까지는 R-파고가 증가하고 그후 감소한다고 하였다. 저자들의 경우 위와 같은 기준으로 관찰한 바 ST 절 양성변화, 자각증상등의 출현이 없는 153명의 GXT 정상 환자중 61명 (39.9%)에서 R-파고의 증가가 있었다. 그러나 ST 절의 양성변화와 R-파고의 변화를 병용하면 진단의 예민도, 특이도를 상당히 높을 수 있다<sup>13,14,15)</sup>. 김<sup>16)</sup>등은 狹心症群 61.5%에서 R-파고가 증가한다고 보고하였다. 저자들의 경우 ST 절 양성반응환자 40예중 30예(75%)에서 R-파고가 증가하였으며 평균 2.8 mm 증가하였다. 또한 GXT 음성반응 153예중 61예 (39.9%)에서 평균 1.5 mm 증가하였다. 따라서 저자들의 경우 R-파고 단독 변화만의 차이는 2群에서 의의가 없었다.

狹心症症狀은 +1에서 +4까지 분류할 수 있다<sup>17)</sup>. +1인 경우 증상이 輕度이나 분명한 경우이며, +2인 경우 中等度, +3인 경우 中高度, +4인 경우 최대로 高度이다. 본 저자들의 경우 5예에서 ST 절 음성반응이면서 +3이상의 증상이 나타나 운동을 중지시켰으며 4예에서는 ST 절 equivocal response 이면서 +3이상의 증상이 나타나 운동을 중지시켰다. 또한 ST 절 양성반응이면서 狹心症症狀이 없거나 atypical 한 경우도 있다. 이 경우 koppens 등<sup>18)</sup>은 冠狀動脈疾患이 각각 44%, 88% 존재하였다고 보고하였다. 저자들의 관찰에서는 ST 절 양성반응환자 40예중 5예 (12.5%)에서 狹心症症狀없이 ST 절 양성반응이 나타났다. 운동후 회복기때에만 ST 절 양성반응을 종종 볼 수 있는데 이 경우 누워있는 자세에서 좌심실의 compliance가 최악의 상태에서 靜脈環流가 증가되기 때문이며 이 경우 위 양성으로 진단이 된다<sup>19)</sup>. 저자들의 관찰에서도 4예에서 발견되었으며 CASE로는 양성반응으로 진단된 경우이다. Cole 등<sup>20)</sup>은 운동중 ST 절 하강이 狹心痛을 동반하였을 경우, 輕度の 作業負荷(4 METS)에서 狹心痛이 발생하였을 경우 ST 절 하강이 단독으로 나타났을 때보다 각각 Coronary events(心筋硬塞, 不安定狹心症, 冠狀動脈疾患死)가 2배 증가한다고 보고하였다.

운동으로 인한 ST 절 상승과 虛血性心疾患과의 관계에는 많은 異見이 있다. Chahine 등<sup>21)</sup>은 운동으로 인한 ST 절 상승은 虛血性心疾患보다는 左心室壁運動 이상과 관계가 깊고 左心室 dyskinesia 나 動脈瘤 때 81%에서 발생한다고 하였다. 그러나 Longhurst<sup>22)</sup>등은 冠狀動脈閉塞이 87%에서 있었고 대부분 安靜時 左心室壁運動은 정상이었다고 보고하였다. 저자들의 관찰에서는 4예에서 운동중 ST 절 상승이 있었으며 이 경우 임상적으로는 양성으로 판단되었으나 CASE는 음성반응이었다.

Ellestad<sup>23)</sup>는 conditioned subject를 제외한 사람에서 운동중 心搏數가 confidence limit의 95%미만일 때를 chronotropic incompetent라 정의하였고 이 경우 coronary evants가 15% yr 발생한다고 보고하였다. Bruce<sup>24)</sup>는 Bruce protocol stage I이 끝날 무렵 豫想最大心搏數의 59±7%미만일 경우 chronotropic incompetent라 정의하였다. 저자들의 관찰에서는 7예에서 발생하였으며 3예에서 ST 절 양성반응을 나타냈다.

정상인은 운동중 心搏出量이 증가하며 運動筋肉의 血管 확장때문에 末稍抵抗은 감소한다. 운동중 수축기 혈압은 증가하며 이완기 혈압은 감소하거나 변화가 없다<sup>24,25)</sup>. 보통 수축기 혈압은 200 mmHg 이상 증가하며 exercise termination point에 대한 정설은 없지만 보통 230~250 mmHg에서 중지시킨다. 평균 MET 당 7.5 mmHg(범위 : 5~12 mmHg) 수축기 혈압이 증가한다고 한다<sup>24,25)</sup>. 또한 고령일수록 증가폭이 심하다<sup>24)</sup>. 저자들의 관찰에서는 MET 당 평균 5.6 mmHg 수축기 혈압이 증가하였으며 연령에 따른 증가폭의 차이는 의의가 없었다. 운동중 발생하는 hypotension은 ST 절 하강, 狹心症症狀의 유무와 관계없이 冠狀動脈의 협착을 의미한다고 한다<sup>26~29)</sup>. 저자들의 관찰에서는 운동중 발생하는 hypotension은 없었다.

최근에는 急性心筋硬塞 환자는 2~6주후 통상 퇴원 전에 GXT를 실시한다. Atterhog 등<sup>30~36)</sup>은 最大心搏動數를 130/分으로 제한하여 GXT를 시행하면 의미있는 合併症(死亡, 再發, aneurysm)을 방지할 수 있다고 보고하였다. 이 경우 運動중 心室不整脈, ST 절 양성반응이 나타나면 long term mortality가 상당히 증가한다고 한다<sup>33)</sup>. 저자들의 관찰에서는 8명의 환자를 대상으로 心筋硬塞 2~3주후 GXT를 실시하여 4명(50%)의 환자에서 ST 절 양성반응이 나타났고 나머지 2명의 환자에서는 chronotropic incompetance 및 +3 狹心症症狀이 나타났다. 운동으로 인한 不整脈중 心室不整脈이 가장 많고 나이가 증가할수록 증가하며 특히

운동후 回復期에 많다고 한다<sup>37)</sup>. 운동으로 인한 心室不整脈은 정상인에서 11~40%, 冠狀動脈疾患에서 20~72% 나타나므로 별 의의가 없다고 한다<sup>37)</sup>. 운동으로 인한 交感神經緊張과 심장의 酸素要求量이 증가하므로 心室不整脈이 발생한다고 한다<sup>38)</sup>. Mc Henry 등<sup>39)</sup>은 정상인에서는 운동중 心室不整脈이 心搏數가 150/분이상 일 때 주로 나타나며 冠狀動脈疾患이 있는 경우 150/분 이하에서 주로 발생한다고 하였다. 저자들은 운동검사 중 혹은 回復期에 1례의 上室性 頻搏症과 1례의 心室性頻搏 및 3례의 多源性心室性期外收縮을 보았으나 不整脈 자체는 終止要件으로는 삼았으나 그것 자체만으로는 양성판정을 하지 않고 부가된 異常소견이 있을 때에만 양성으로 판정하였다.

以上 GXT 에 대한 CASE와 임상평가의 합치율의 검토는 두가지가 다같은 Gold Standard 즉 明白한 임상적 冠狀動脈疾患이나 冠狀動脈조영술에 의한 비교가 아니므로 통계적으로 유의한 예민도 또는 특이도를 들어 논할 수는 없겠으나 앞으로 좀더 적극적인 방법으로 신뢰도를 높여야 할 것이다.

CASE가 虛血性反應이나 不整脈, R파 증폭, 心搏數 변화를 정확히 찾아주는 반면 自他覺症狀, 血壓등은 운동검사요원이나 임의의사에 의하여 비로소 관찰되는 만큼 양자의 상호 보완으로 양자의 일치율을 높일 수 있으며 어느정도 신뢰할 수 있는 GXT를 실시할 수 있다고 생각된다.

## 結 論

CASE를 利用하여 210예의 23~68세의 환자를 대상으로 Bruce씨 방식에 의한 EXT를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) CASE의 임상평가에 대한 일치율은 70.2%였다.
- 2) ST 절 양성반응환자에서 ST 절 하강이 60%에서 2 mm 미만 나타났고 40%에서 2 mm 이상 나타났었다.
- 3) R-파고의 증가는 ST 절-양성반응 환자의 75%에서 평균 2.8 mm로 나타났으며, GXT-음성반응 환자의 39.9%에서 평균 1.5 mm로 나타났었다.
- 4) MET 당 收縮期血壓의 증가는 5.6 mmHg였으며 나이에 따른 차이는 없었다.

## REFERENCES

1) Goldschlager, N., Selzer, A. and Cohn, K.: *Treadmill stress tests as indicators of presence*

*and severity of coronary artery disease. Ann. Intern. Med.*, 85:277, 1976.

2) Bartel, A.G., Behar, V.S., Peter, R.H., et al.: *Graded exercise stress tests in angiographically documented coronary artery disease. Circulation*, 49:348, 1974.

3) Ellested, M.W.: *Can stress testing predict the severity of coronary disease? Chest*, 69:708, 1976.

4) Levites, R. and Anderson, G.J.: *Detection of critical coronary lesion with treadmill exercise-testing: fact of fiction? Am. J. Cardiol.*, 42: 533, 1978.

5) Martin, C.M. and Mcconahay, D.R.: *Maximal treadmill exercise electrocardiology. Circulation*, 46:956, 1972.

6) Tonkon, M.J., Miller, R.R., Demaria, A.N., et al.: *Multifactor evaluation of the determinants of ischemic electrocardiographic response to maximal treadmill testing in coronary disease. Am. J. Med.*, 62:339, 1977.

7) Brody, D.A.: *A theoretical analysis of intracavitary blood mass influence on the heart-lead relation. Circ. Res.*, 4:731, 1956.

8) Bonoris, P.E., Greenberg, P.S., Castellonet, M. J., et al.: *Significance of changes in R wave amplitude during treadmill stress testing: angiographic correlation. Am. J. Cardiol.*, 41: 846, 1978.

9) Bonoris, P.E., Greenberg, P.S., Christison, G. W., et al.: *Evaluation of R wave amplitude changes versus ST-segment depression in stress testing. Circulation*, 57:904, 1978.

10) Batter, A., Froelicher, V., Slutsky, R. and Ashburn, W.: *Relationship of QRS amplitude changes during exercise to left ventricular function and volumes and the diagnosis of coronary artery disease. Circulation*, 60:1004, 1979.

11) Wagner, S., Cohn, K. and Selzer, A.: *Unreliability of exercise induced R wave changes as indexes of coronary artery disease. Am. J. Cardiol*, 44:1241, 1979.

12) Greenberg, P.S. and Ellestad, M.H.: *QRS changes in coronary disease. Circulation*, 59:841,

- 1979.
- 13) Greenberg, P.S., Friscia, D.A. and Ellestad, M.H.: *Predictive accuracy of Q-Tc/Q-T ratio, Q-Tc interval, ST depressin and R wave amplitude during stress testing*, 44:18, 1979.
- 14) Uhl, G.S. and Hopkirk, J.A.C.: *Analysis of exercise induced R wave amplitude changes in detection of coronary disease in symptomatic men with left bundle branch block*. *Am. J. Cardiol.*, 44:1247, 1979.
- 15) Gillespie, J.A., Bodenheimer, M.M., Fouche, C.M., et al.: *Limitation in use of change in R wave amplitude with stress echocardiogram to improve detection of coronary heart disease (abst)*. *Circulation (Suppl)* 57.58 (II):199, 1978.
- 16) 金俊錫, 沈婉周, 朴舜昌, 劉世和, 盧英茂, 徐舜圭: 정상인과 협심증에서 최대운동 부하심전도 R-파 고변화에 관한 연구. *대한내과학회지*, 25, No. 1. :83, 1982.
- 17) Zohman, L. R., and Kattus, A.A.: *Exercise testing in the diagnosis of coronary heart disease: A prespective*, *Am. J. Cardiol.*, 40:343, 1977.
- 18) Koppes, G., Mckiernan, T., Bassan, M., et al.: *Treadmill exercise test*. *Curr. Prob. Cardiol*, 7:1, 1977.
- 19) Nandi, P.S. and Spodick, D.H.: *Recovery exercise at varying work loads. time course of response of heart rate and systolic interval*. *Br. Heart. J.*, 39:958, 1977.
- 20) Cole, J.P. and Ellested, M.H.: *Significance of chest pain during treadmill exercise: Correlation with coronary events*. *Am. J. Cardiol.*, 41 :227, 1978.
- 21) Chahine, R.A., Raizner, A.E. and Ishimori, T.: *The clinical significance of exercise-induced ST-segment elevation*. *Circulation*, 54:209 1976.
- 22) Longhurst, J.C. and Kraus, W.L.: *Exercise-induced ST elevation in patients without myocardial infarction*. *Circulation*, 60:616, 1979.
- 23) Ellestad, M.H. and Wan, M.K.C.: *Predictive implications of stress testing. Follow-up of 2700 subjects after maximum treadmill stress testing*. *Circulation*, 51:363, 1975.
- 24) Bruce, R.A., Gey, G.O.J.R., Cooper, M.N., et al.: *Seattle Heart Watch: Initial Clinical, Circulatory and electrocardiographic response to maximal exercise*. *Am. J. Cardiol.*, 33:459, 1974.
- 25) *Exercise Testing and Training of Individuals with Heart Disease or at High Risk for its Development: A Handbook for Physicians*. New York, Committee on Exercise, American Heart Association, 1975.
- 26) Irving, J.B. and Bruce, R.A.: *Exertional hypotension and postexertional ventricular fibrillation in stress-testing*. *Am. J. Cardiol.*, 39: 849, 1977.
- 27) Morris, S.N. and Mchenry, P.L.: *The incidence and significance of exercise induced hypotension(abstr)* *Am. J. Cardiol*, 39:289, 1977.
- 28) Pontius, S., Goarder, T.D. and Sanmarco, M. E.: *Abnormal blood pressure response and marked ischemic ST changes with exercise as predictors of severe coronary disease(abstr)*. *Am. J. Cardiol.*, 41:377, 1978.
- 29) Thomson, P.D. and Kelemen, M.H.: *Hypotension accompanying the onset of exertional angina*. *Circulation*, 52:28, 1975.
- 30) Atterhog, J.H., Ekelund, L.G., Kaijser, L.: *Electrocardiographic abnormalities during exercise 3 weeks to 18 months after anterior myocardial infarction*. *Br. Heart. J.*, 33: 871, 1971.
- 31) Ericsson, M., Granath, A., Ohlsen, P., et al.: *Arrhythmia and symptoms during treadmill testing three weeks after myocardial infarction in 100 patients*. *Br. Heart. J.*, 35:787, 1973.
- 32) Galbraith, J.E., Desoyza, N., Bissett, J., et al.: *The role of modified exercise testing in rehabilitation after myocardial infarction(abstr)*. *Am. J. Cardiol.*, 35:138, 1975.
- 33) Granath, A., Sodermark, T., Winge, T., et al.: *Early work load tests for evaluation of long-term prognosis of acute myocardial infarction*. *Br. Heart. J.*, 39:758, 1977.

- 34) Ibssen, H., Kjoller, E., Styperek, J., et al.: *Routine exercise ECG three weeks after acute myocardial infarction. Acta. Med. Scand, 198 :463, 1975.*
  - 35) Markiewicz, W., Houston, N. and Debusk, R. F.: *Exercise testing soon after myocardial infarction. Circulation, 56:26, 1977.*
  - 36) Smith, J.W., Dennis, C.A., Gaines, J., et al.: *Activity evaluation test with in three weeks after myocardial infarction (abstr). Circulation, 53,54(II):10, 1976.*
  - 37) Goldburg, A.N.: *Exercise stress testing in the uncovering of dysrhythmias. Med. Clin. North. Am. 60:315, 1976.*
  - 38) Demaria, A.N., Veraz, Amsterdam, E., et al.: *Disturbance of cardiac rhythm and conduction induced by exercise. Am. J. Cardiol, 33:732, 1974.*
  - 39) Mchenry, P.L., Fisch, C., Jordan, J.W., et al.: *Cardiac arrhythmia observed during maximal treadmill exercise testing in clinically normal men. Am. J. Cardiol., 29:311, 1972*
-