

運動負荷時の ECG の変化の諸問題

多段階 treadmill 運動負荷ベクトル心電図 P 環による

冠動脈疾患の左心機能評価

横田 充弘*・吉田 麗己*

都築 雅人*・稲垣 春夫*

河合 直樹*・近藤 照夫*・外畑 巖*

はじめに

冠動脈疾患 (CAD) において、左心機能は患者の予後を決定する重要な因子の1つである。しかし、本疾患患者において、安静時には心機能異常を呈さない症例も数多く存在するため、運動負荷によって惹起される心機能変化を把握することは予後を推定する上からも極めて重要である。左心機能を非観血的に推定することは、運動負荷心電図試験の目的の1つである。

すでに、冠動脈疾患において運動負荷によって惹起される著しい血行動態変化は、左室拡張終期圧 (LVEDP) の上昇および ejection fraction (EF) の変化であることが知られている。これらの変化が左房圧の上昇、左房の拡大を惹起し、心房脱分極過程に変化を生ずることは充分予想される。

本研究の目的は、CAD 症例において、運動負荷による Frank 法 P 波および P 環の変化が左心機能を非観血的に評価する上で有用であるか否かを検討することである。

I 対象および方法

健康成人 (NL) 26名 (平均年齢35歳)、主要冠動脈の1枝以上に75%以上の狭窄を認める CAD 患者78名 (平均年齢50歳) を対象とした。対象は全例正常洞調律を示した。CAD 症例を、左室造影にて安静時正常左室壁運動を示す労作性狭心症 (AP) 10例 (AP1) および hypokinesis を認める AP 26例 (AP2)、狭心症状を認めない陳旧性心筋梗塞症 (MI) 23例 (MI1)、狭心症状を認める MI 19例 (MI2) の4群に分類した。

対象全例に既報¹⁾の修正 Bruce 法トレッドミル運動負荷 (TEX) 試験を実施した。運動終点は NL 群では全例目標心拍数 (予測最大心拍数の85%) であり、AP1 群、AP2 群、MI2 群ではすべて胸痛であった。MI1 群の運動終点は19例が目標心拍数、残りの4例が息切れあるいは疲労であった。

TEX 前および終了30秒後、仰臥位にて Frank 法ベクトル心電図を記録した。本研究では TEX 前および終了後30秒の P 波および P 環を既報¹⁾の8心拍加算法により処理、解析した。スカラー心電図の極性は左・下・後を正極とした。

AP1 群および AP2 群のうち12例に運動負荷 RI angiography を施行し、EF を始めとする血行動態諸量と P 波および P 環諸量とを比較、検討した。

TEX 終了後30秒の測定値の TEX 前の値に対する百分率を変化率として用いた。

II 結 果

(1) 安静時血行動態

表1に CAD 各群の LVEDP および左室造影より求めた EF を示す。AP1 群はほかの3群に比して有意に低い LVEDP を有し ($p < 0.05$)、AP 群は MI 群に比して有意 ($p < 0.01$) に高い EF を示した。

表1 Hemodynamic variables at rest in coronary artery disease

| | LVEDP (mmHg) | EF (%) |
|-----|--------------------|---------------------|
| AP1 | 5-25 (11.7 ± 7.1) | 78-94 (85.8 ± 6.4) |
| AP2 | 3-22 (14.4 ± 3.6) | 52-90 (70.4 ± 11.4) |
| MI1 | 8-37 (15.1 ± 7.9) | 23-80 (57.6 ± 13.9) |
| MI2 | 12-30 (19.1 ± 6.9) | 23-82 (64.2 ± 17.2) |

(2) 冠動脈罹患本数

1枝病変は AP1 群 5 例, AP2 群 7 例, MI1 群 7 例, MI2 群 5 例に認められた. 2枝病変は AP1 群 4 例, AP2 群 13 例, MI1 群 9 例, MI2 群 7 例, に 3枝病変はおのこの 1 例, 6 例, 7 例, 7 例に認められた.

(3) 運動負荷持続時間 (TET)

TET は, NL 群 727 ± 174 秒, AP1 群 388 ± 240 秒, AP2 群 377 ± 149 秒, MI1 群 557 ± 189 秒, MI2 群 368 ± 107 秒であり, NL 群と CAD4 群との平均値の間には有意差を認めた ($p < 0.01$).

(4) 心拍数および収縮期血圧の変化

TEX による心拍数の変化率は, (NL) $143 \pm 17\%$, (AP1) $137 \pm 17\%$, (AP2) $142 \pm 23\%$, (MI1) $152 \pm 21\%$, (MI2) $130 \pm 20\%$ であり, MI2 群は NL 群および MI1 群との間にそれぞれ $p < 0.05$ および $p < 0.01$ の有意差を示した.

収縮期血圧の変化率は, $135 \pm 15\%$ (NL), $128 \pm 11\%$ (AP1), $118 \pm 13\%$ (AP2), $132 \pm 19\%$ (MI1), $115 \pm 12\%$ (MI2) であり, NL 群および MI1 群は AP2 群および MI2 群より有意に高値を示した ($p < 0.01$). また, AP2 群は AP1 群より高値を示した ($p < 0.05$).

(5) P波およびP環諸量の変化率

P波諸量の中で最大左方成分 (Lmax.) の変化率が NL および CAD 群間に高度の有意差 ($p < 0.01$) を示した (図1). 図2は対象5群おのこの最大左方成分の変化率を示す.

P環諸量の中で水平面最大Pベクトルの大きさ (Hmax.) の変化率のみが NL および CAD 群間に高度の有意差 ($p < 0.01$) を示した (図3). 対象5群の Hmax. の変化率を図4に示す.

(6) Hmax. と冠動脈罹患本数との関係

36例の AP において Hmax. の変化率は, 1枝病変 $113 \pm 23\%$, 2枝病変 $135 \pm 46\%$, 3枝病変 $150 \pm 22\%$ であった. 3枝病変例の Hmax. の変化率は他の群の値に比較して有意に高値を示した ($p < 0.05$). MI2 群においても3枝病変例の Hmax. の変化率は, 1枝および2枝病変例に比し有意に高値を示した ($p < 0.05$).

(7) Hmax. と EF との関係 (図5)

運動負荷 RI angiography により求めた左室 EF の変化率は Hmax. の変化率と有意な負相関を示した

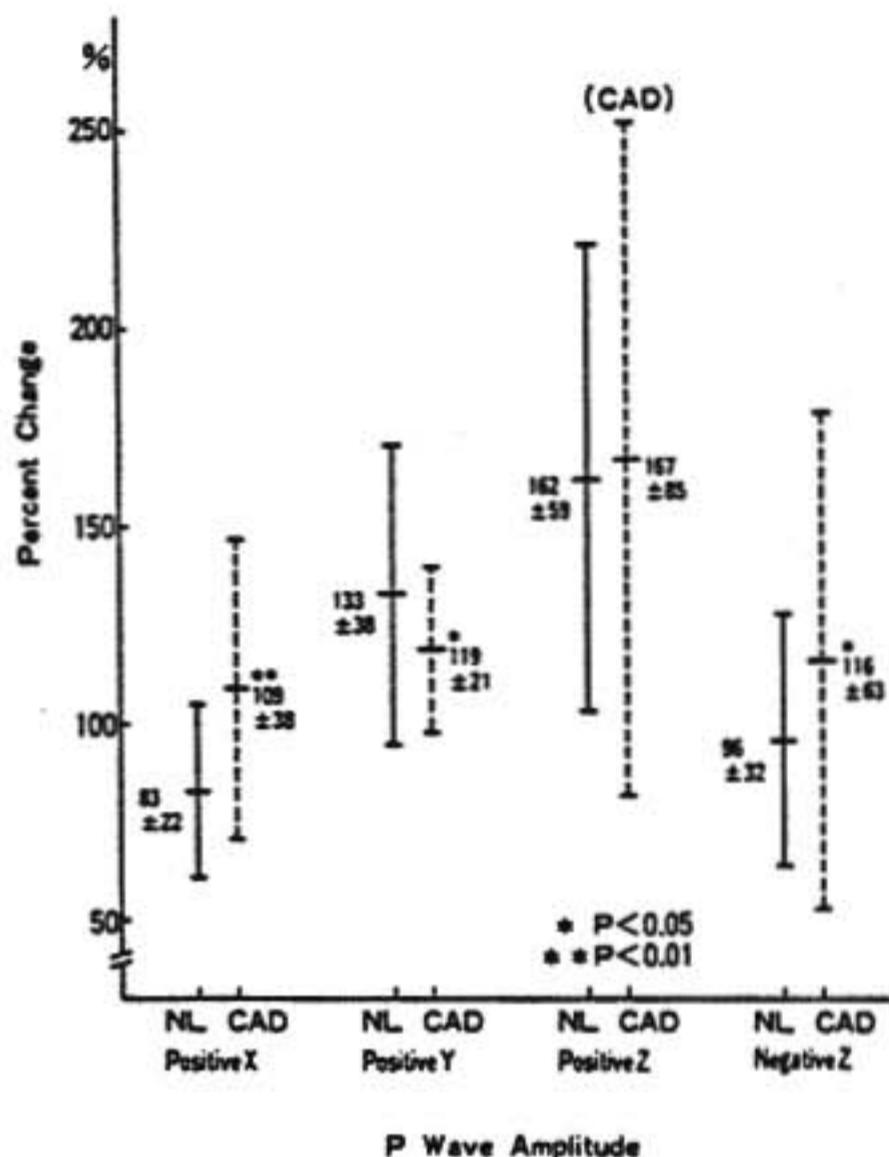


図1 Percent changes of the orthogonal P wave amplitude induced by the treadmill exercise in normals and patients with coronary artery disease

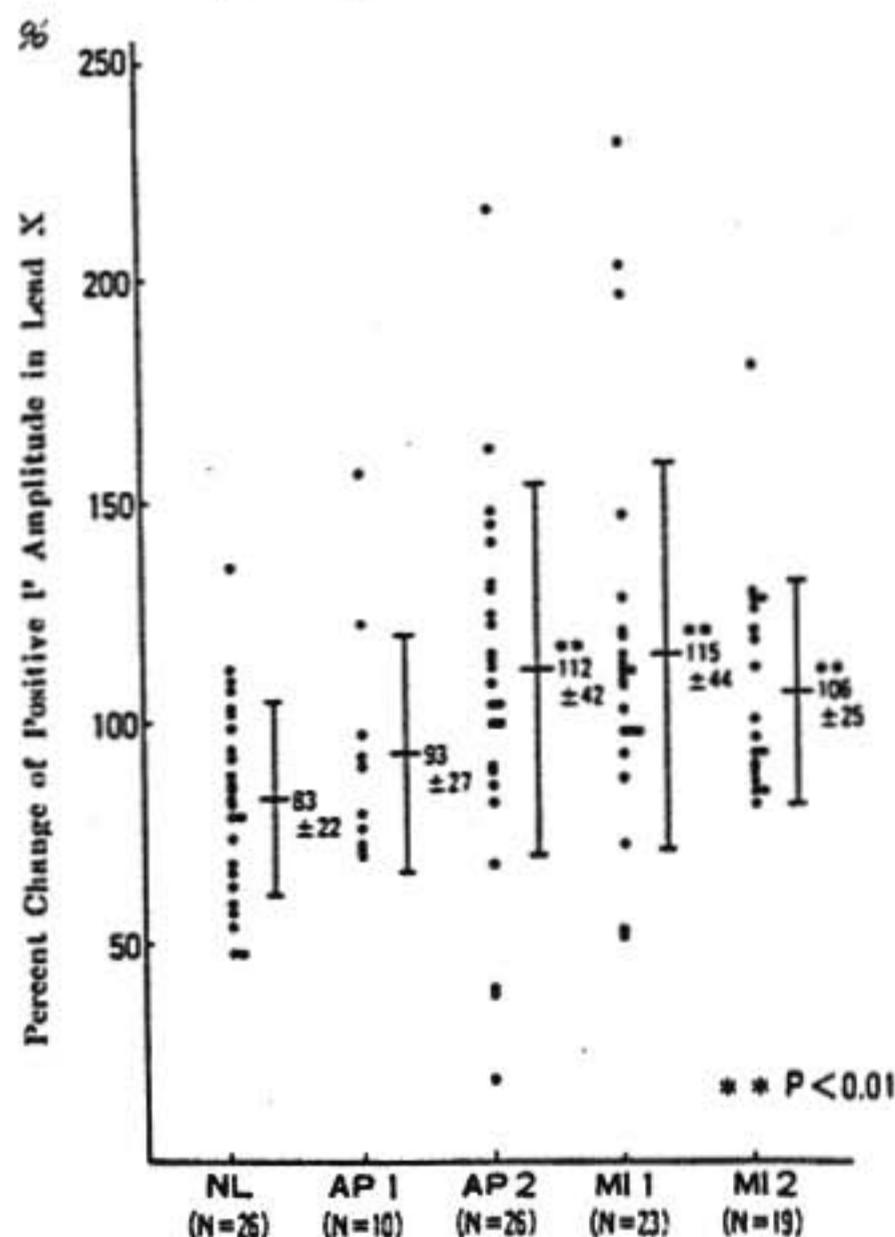


図2 Percent changes of the positive P amplitude in lead X

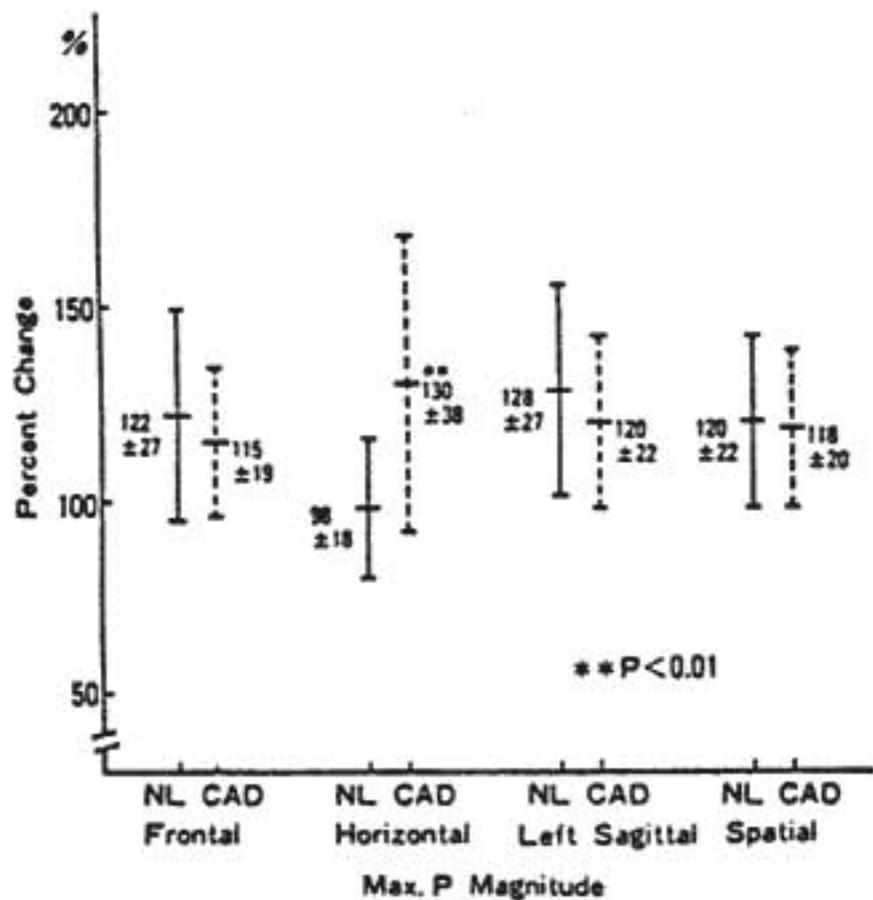


図3 Percent changes of the maximal P-vector magnitude

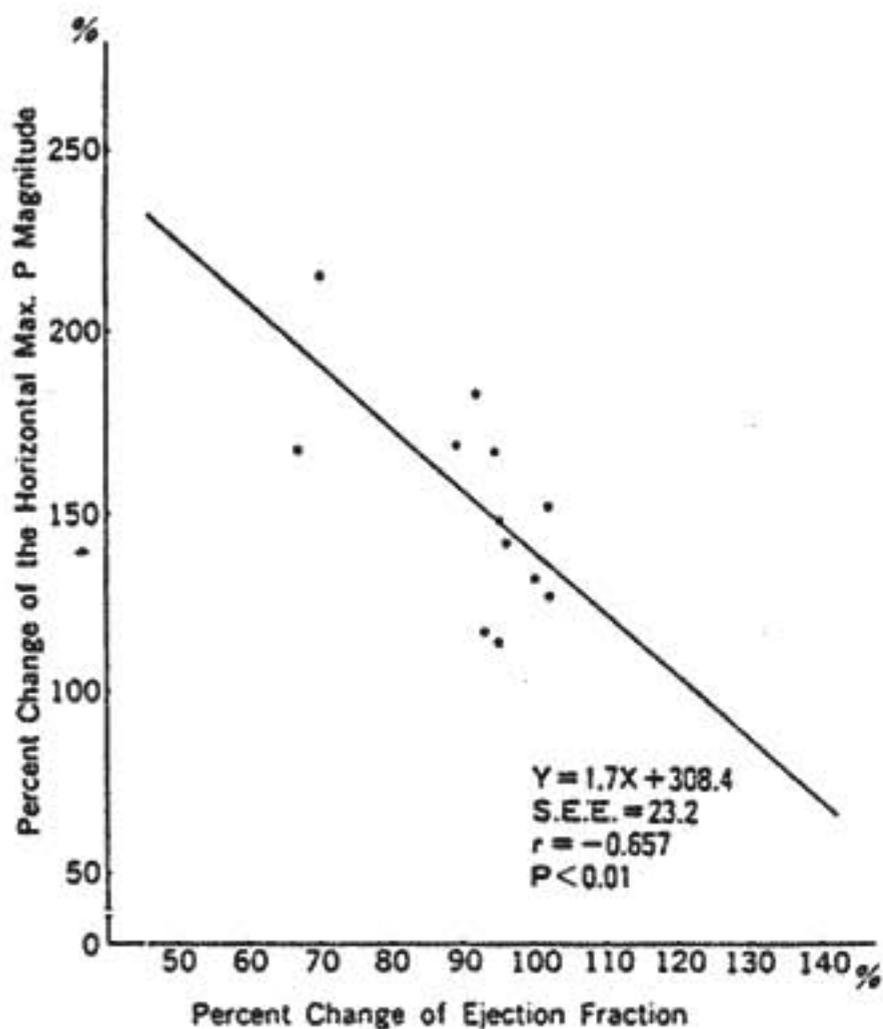


図5 Relationship between percent changes of the horizontal max. P magnitude and left ventricular ejection fraction in patients with effort angina pectoris and without prior myocardial infarction

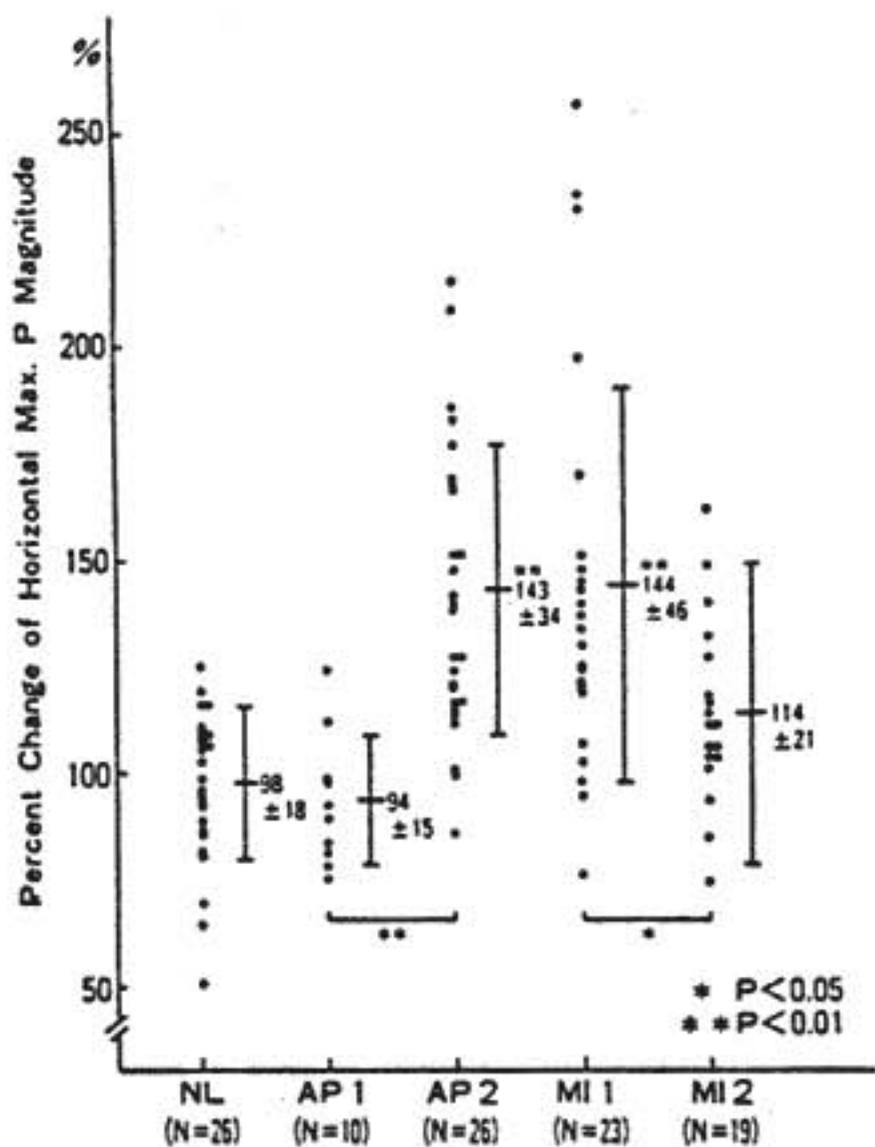


図4 Percent changes of the maximal horizontal P-vector magnitude

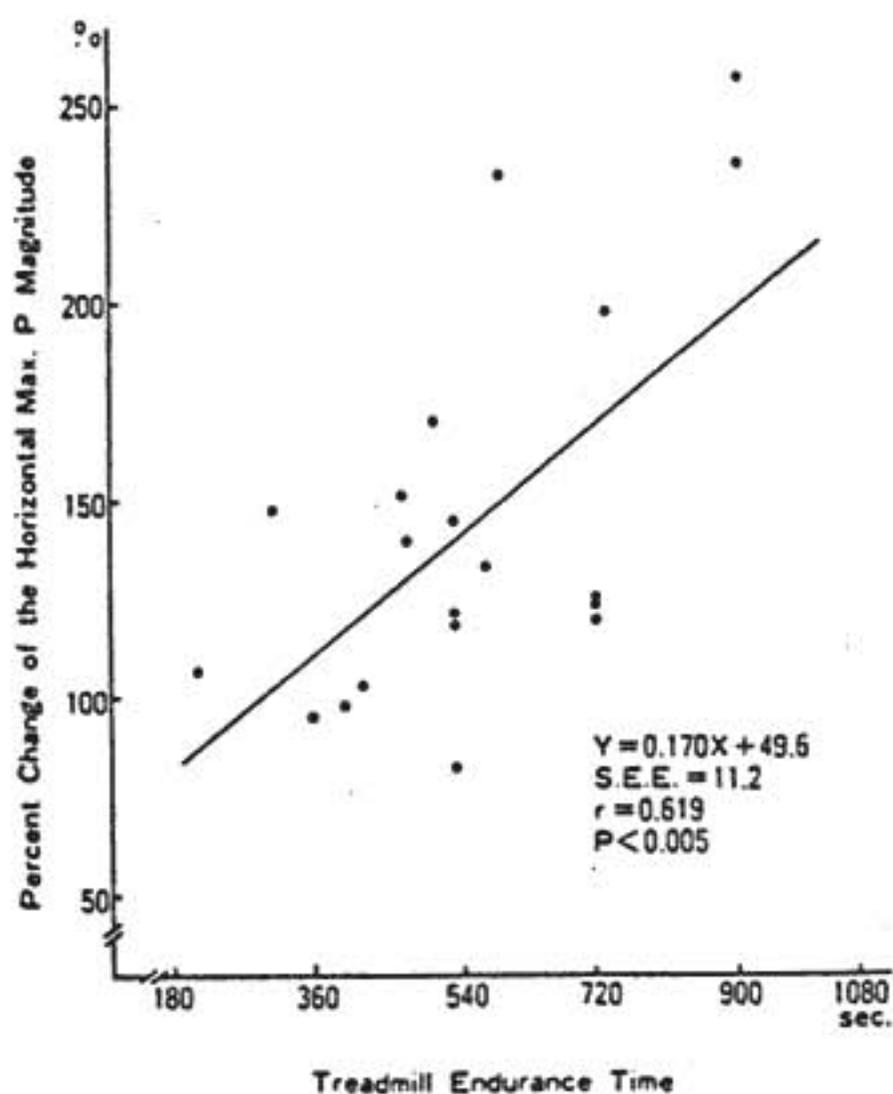


図6 Relationship between percent changes of the horizontal max. P magnitude and treadmill endurance time in patients with prior myocardial infarction and without angina pectoris

($r = -0.657, p < 0.01$).

(8) H max. と TET との相関

NL 群および AP を有する 3 群において H max. の変化率と TET とは有意な相関を示さなかったが、AP のない MI1 群においては高度に有意な正相関を

示した (図6).

III 考 察

本研究において解析されたP波およびP環諸量の中で、CAD群のLmax.およびHmax.の変化率がNL群より有意に高値を示したことは、TEXにより惹起された両者の変化が病的因子に起因することを示唆するものであろう。また、ほかの諸量の変化は、主として心拍数増加それ自体あるいはcatecholamine遊離増大による左右心房の興奮開始時期の時間的ずれの消失あるいは減少などの生理的因子に原因すると考えられる。

AP1群とNL群のHmax.の変化率にはほぼ同様の反応を認めたことは、AP1群は1枝病変例が主体であり、TEXによって心筋虚血が惹起されてもその範囲が限局されており、さらに、正常壁の代償性運動亢進により結果的にはほぼ正常のglobalな左室機能反応を示したためとも考えられる。もちろん、TEXによって惹起された異常血行動態変化のTEX終了後の持続時間とHmax.との関連性についても、今後の検討が必要である。

狭心症状を認めない心筋梗塞例にTEXを施行した場合、そのLVEDPはprogressiveに上昇することが知られている。MI1群のHmax.の変化率がTETと有意な正相関を示したことはそれを反映している可能性がある。したがって、狭心症状を有しない陳旧性心筋梗塞例においては、固定強度の運動を負荷し、Hmax.を解析した方が良いかも知れない。

AP例においてHmax.の変化率は、左室EFの変化率と密接に関係している。このことは、Hmax.

の変化率によりAP例の左心機能評価をすることの妥当性を示唆するものであろう。

MI2群のHmax.はNL群と有意差を示さなかった。この原因としてMI2群の収縮期血圧および心拍数の変化率はNL群より有意に低く、TEXによって十分な左心機能の変化を惹起しえなかったことが考えられる。

Lmax.の変化率もNL群とCAD群間に有意差を示したが、両群の分布域はかなりの重なり合いを示し、病的P反応判定のために単独のparameterとして用いるには充分でないと考えられた。

結 語

健常成人(NL)26名、冠動脈疾患患者(CAD)78名に修正Bruce法treadmill運動負荷試験を施行、その前後のFrank法P波およびP環の変化を解析し、以下の結果を得た。1. P波左方成分および水平面最大Pベクトルの大きさ(Hmax.)の変化率($\Delta H_{max.}$)は、CAD群がNL群より有意に大であった。(p<0.01)。2. 労作性狭心症(AP)患者36名において、 $\Delta H_{max.}$ は安静時左室壁運動異常群が壁運動正常群より有意に大であった(p<0.01)。3. AP患者において、運動負荷後Hmax.増大の機序として運動負荷に伴う左室ejection fractionの低下が関与していると考えられた。4. 運動負荷後Hmax.増大は、CADの左心機能評価に有用と考えられる。

文 献

- 1) Sotobata, I., et al. : Jpn. Circul J. 45 : 381, 1981.
- 2) Yokota, M., et al. : Jpn. Heart J. 18 : 1, 1977.

運動負荷時の ECG の変化の諸問題

虚血性心疾患における運動負荷前後の QRS 電位図の検討

和田正敏*・金子堅三*

近藤武*・菱山仁*・水野康*

はじめに

虚血性心疾患患者における、運動負荷による QRS 振幅の変化から、冠動脈疾患の有無を検討した報告がいくつかある¹⁾。今回、我々は運動負荷前後に体表面心臓心電図(電位図)を記録し、両者の QRS 振幅の電位図変化と冠動脈所見、運動負荷タリウム心筋シンチグラム所見、及び ST 変化との比較を行った。

I 対象及び方法

対象は、胸痛を主訴とし、虚血性心疾患を疑われ冠動脈造影法を施行された23例である。その内訳は、主たる冠動脈に50%以上の狭窄を有しない男7例女2例、平均54才の NCA 群9例、50%以上の狭窄を1枝に認める男4例女1例、平均54才の 1. V. D. 群、それを2枝に認める男4例、平均52才の 2. V. D. 群、それを3枝に認める男5例、平均53才の 3. V. D. 群である。対照群は平均22.5才の男子とした。

方法²⁾は、背臥位自転車エルゴメータ負荷を行った。負荷量は 25 watts より開始し、3分毎に 25 watts ずつ増加させ、胸痛、下肢疲労、不整脈の出現、最大予測心拍数の85%に達した時を end point としたが、モニター心電図で著明な ST 変化を生じた時も end point とした。この時点で Tl 201 2 μ Ci を静注し、更に1分間同じレベルの負荷を行い終了した。

電位図は、中日電子製 HPM 5100 を用い、胸壁上の87点より負荷前と終了直後の1心拍分記録した。201 Tl 心筋シンチグラフィ(心筋シンチ)は負荷終了直後と4時間後に正面、左右前斜位、側面の4方向から検討し、欠損像の増大又は新生の有無を視覚的に判定した。

運動負荷量は、NCA 群では、平均7分44秒、50%以上の病変を認める群では、6分12秒、対照群では平

均17分48秒であった。

なお、運動負荷前後の QRS 振幅の変化を比較するため、両者の peak voltage map と nadir voltage map を作製した。peak voltage map とは、体表面上の87点の誘導点から得た QRS 振幅の R 波の頂点の値をプロットし、等電位線で描いた。nadir voltage map とは、各誘導点の S 波の一番深い値をプロットし、等電位線で描いたものである。

II 結果

1. 各群の peak voltage map と nadir voltage map の変化について

1) 対照群

負荷前の peak voltage map では、+0.5 mV 以上の領域が胸部誘導 V₂ から V₄ を含む左側胸部を覆い、+1.0 mV の領域は V₄ V₅ の領域を覆った。負荷後は、+0.5 mV 以上の領域は map の約下 $\frac{1}{2}$ へ移動し、+1.0 mV の領域も V₄ V₅ より下方へ移動した。

負荷前の nadir voltage map では、V₁ から V₅ を中心に前胸部上方を覆い、負荷後、その領域はより広くより深くなった。

2) NCA 群

負荷前後の、peak voltage と nadir voltage map とも、対照群とほぼ類似したパターンを示した。対照群、NCA 群の全例、心筋シンチ所見は陰性であった。

3) 1. V. D. 群

対照群と NCA 群の負荷後の +0.5 mV の領域は広がるのに対し、この群のその領域は縮小した。負荷後の nadir voltage map の変化は対照群と NCA 群とほぼ同じ傾向を示した(図1)。

4) 2. V. D. 群

負荷後の peak voltage map では、対照群、NCA

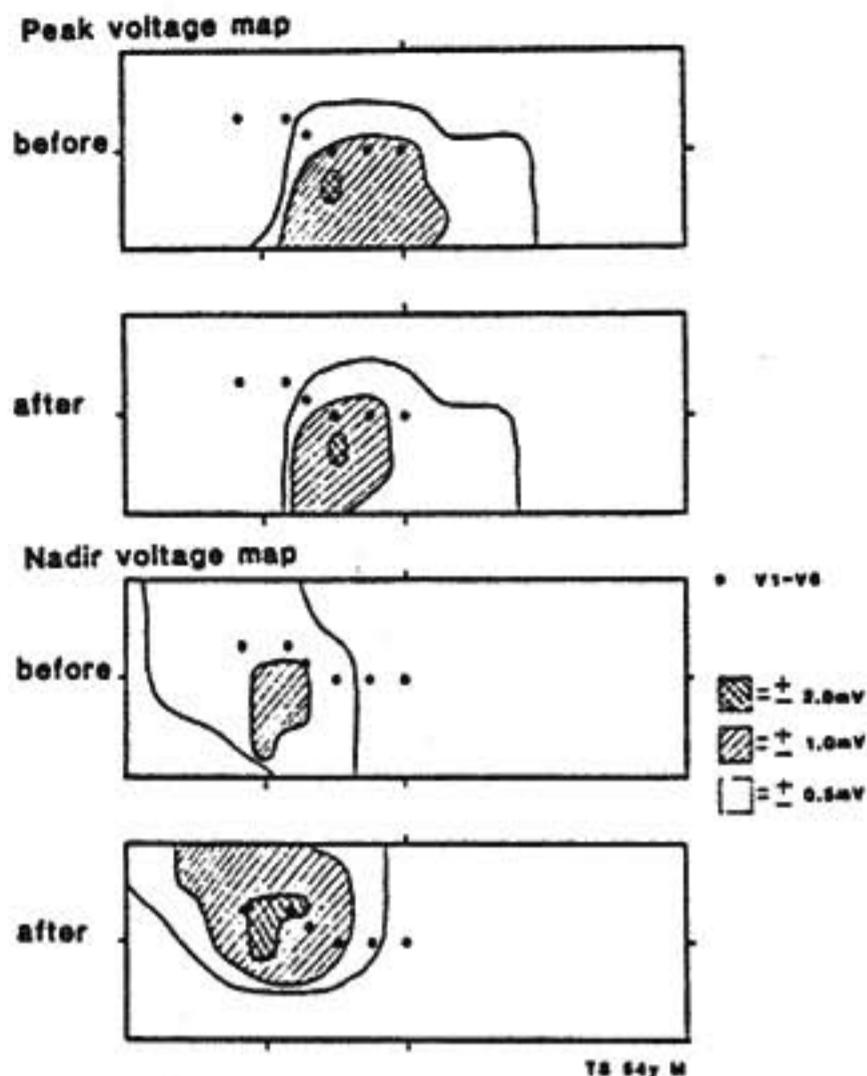


図1 Effort angine with 1 V. D.

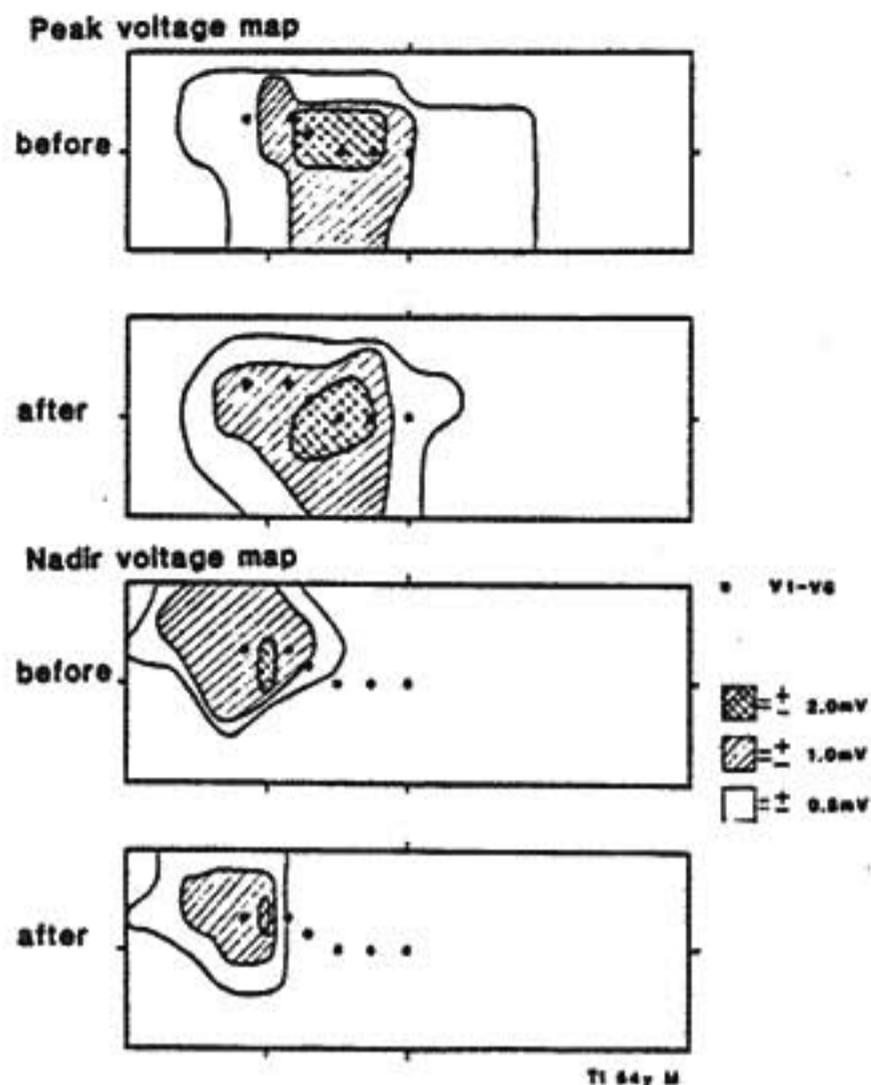


図2 Effort angina with 3 V. D.

群, 1V. D. 群と異なり, +2.0 mV 以上の領域は, その位置も範囲も大きく変化せず, 極大の値は増加した. nadir voltage map は先の3群とほぼ同じ傾向を示した (図2).

5) 3. V. D. 群

この群の peak voltage map と nadir voltage map は 2. V. D. 群とほぼ同じ傾向を示した.

2. 各群の peak voltage map の運動負荷前後の比較 (表1)

各群の運動負荷前と負荷後の peak voltage map の比較をするため, 各誘導点のR波の頂点の値が +2.0 mV, +1.0 mV, +0.5 mV 以上を示す誘導点数の比較を行った.

各群の +2.0 mV 以上の領域の変化に注目をする, 対照群では, その領域が広がる症例はなく, 縮小した症例は6例中4例であった. NCA 群でも同様に, 拡

表1 Correlation rest and stress peak voltage map

| Peak Voltage No Case | ≥ +2.0 | | ≥ +1.0 | | ≥ +0.5 (mV) | | ST change | RI defect and or hypoperfusion |
|-------------------------|--------|-----|--------|-----|-------------|-----|-----------|--------------------------------|
| | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | | |
| Control 6 | 0/6 | 4/6 | 1/6 | 3/6 | 4/6 | 0/6 | 0/6 | 0/6 |
| N.C.A. 9 | 0/9 | 5/9 | 1/9 | 5/9 | 1/9 | 8/9 | *1 5/9 | 0/9 |
| 1 V.D. 5 | 0/5 | 4/5 | 0/5 | 5/5 | 2/5 | 2/5 | *2 3/5 | 3/5 |
| 2 V.D. 4 | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 2/4 | 0/4 | 3/4 | 3/4 | 2/4 |
| 3 V.D. 5 | 0/5 | 1/5 | 1/5 | 3/5 | 1/5 | 4/5 | 3/5 | 3/5 |

□ ≥ 60%

ST change
*1 5/9 J.depression
*2 3/5 ST.elevation

がる症例はなく, 縮少した症例が9例中5例であった。1. V. D. 群でも, 拡がった症例はなく, 縮少した症例が5例中4例であった。すなわち, この3群に共通することは, $+2.0$ mV 以上の領域は運動負荷後, 縮少することであった。一方, 2. V. D. 群では, $+2.0$ mV 以上の領域が拡がる症例は4例中1例, 縮少する症例も1例, 残り2例は不変であった。3. V. D. 群では拡がる症例はなく, 縮少する症例が5例中1例で, 残り4例は不変であった。すなわち, 2枝病変, 3枝病変群では, $+2.0$ mV 以上の領域は, 拡がり, 及び体表面上の位置も変化しない傾向を示した。

各群の nadir voltage map の運動負荷前後の比較では, いずれの群でも陰性領域が広く深くなる一定の傾向を示した。

III 考 察

運動負荷による X, Y, V₃ 誘導で R 波高の低下と S 波の深さが増大することは以前から報告されている¹⁵⁻¹⁷。その QRS の振幅変化の影響すると考えられる要素には, 心臓の位置と QRS 軸の偏位, 心臓内血液容積, 心室の収縮性の変化等があると考えられている。

図1に示す NCA 群の peak voltage map と nadir voltage map より, 結果から言われているように, 運動負荷後, 右胸部誘導の S 波は深くなり, 左胸部誘導等の R 波は減高することと一致した。すなわち, 負荷後の R 波の減高は peak voltage map からみると, 高い電位を示す領域が左胸部誘導の位置より下方へ移動していることがわかる。これは, 運動負荷による心臓の位置の変化, 心臓周囲の影響等によると考えられる。

次に, 各群間の変化について比較すると, 心拍数, 負荷の持続時間等の変化が大きな因子となると考えられている。今回の対照群と NCA 群と比較すると peak voltage map と nadir voltage map の pattern とも, 両群間に大きな差は認められなかった。しかし, 表1に示すように各 voltage の領域を比較すると, 対照群では $+0.5$ mV 以上の領域が拡大するのに対し, NCA 群ではそれが減少した。又, ほかの 1. V. D. 群,

2. V. D. 群と 3. V. D. 群も, 負荷後 $+0.5$ mV 以上の領域が減少する傾向を示した。すなわち, 対照群の年齢が平均22才で, 負荷時間も11分48秒, 100 watts であるのに対し, NCA 群は7分44秒で 75 watts, 1. V. D., 2. V. D. と 3. V. D. が6分12秒であったことが, その1つの原因と考えられた。

R 波の変化と冠動脈病変群の程度との関係についての関係はいくつか報告されている¹⁸。

今回の結果では, NCA 群と 1. V. D. 群の $+2.0$ mV 以上の領域は減少するのに対し, 2. V. D. 群, 3. V. D. 群のその領域は不変であった。しかし, この違いから, 冠動脈病変群間の程度の判定を行うのは困難であると思われた。

又, 前者と後者に対する運動負荷はほぼ, 同じ程度であるが, その病変の程度は後者の方が強いと考えられる。すなわち, peak voltage map の両者間の若干の違いは, プロディー効果¹⁹, 心室の収縮性の変化が大きな影響があると考えられた。

ま と め

運動負荷による R 波の振幅の変化は, 冠動脈が重症な程, R 波の変化が少ないことが示唆された。S 波の振幅に関しては, いずれの群でも広く深くなる傾向があった。QRS 振幅から, 運動負荷による虚血性変化の程度を判定することは困難であると思われた。

文 献

- 1) Wagner, S., et al. : Am. J. Cardiol. 44 : 1241, 1979.
- 2) DeCaprio, L., et al. : Am. Heart J. 99 : 413, 1980.
- 3) M. Wada, et al. : Jpn. Circul. J. 44 : 482, 1980.
- 4) Lloyd-Thomas, H. G. : Br. Heart J. 23 : 260, 1961.
- 5) Bonoris, P. E. : Am. J. Cardiol. 41 : 846, 1978.
- 6) Gillespie, J. A. : Circulation 58 : 199, 1978.
- 7) Berman, J. L. : Circulation 58 : 199, 1978.
- 8) Bonoris, P. E. : Circulation 57 : 904, 1978.
- 9) Brody, D. A. : Circ. Res. 4 : 731, 1956.

運動負荷時のECGの変化の諸問題

狭心痛を伴わない負荷心電図ST降下の臨床的意義の検討

安藤 譲 二*・宮本 篤*・松村 尚 哉*
 児島 俊 一*・金森 勝 士*・西島 宏 隆*
 南 勝*・小林 毅*・安田 寿 一*

はじめに

虚血性心疾患のスクリーニングテストとして運動負荷を加えた心電図による診断法の有用性は高く評価されている。しかし負荷心電図ST降下の冠動脈病変診断に対する特異性や信頼性については従来から問題がなかったわけではない。とくに無症候性に負荷心電図ST降下を示す例では真陽性と偽陽性の判定が困難な場合が少なくない¹⁾²⁾。今回我々は運動負荷²⁰¹Tl心筋イメージング及び核医学的心血管造影法を用いた運動負荷中の解析によって無症候性負荷心電図ST降下の臨床的意義に関し検討を行ったので報告する。

I 対象ならびに方法

1) 対象：多くは人間ドックにおいて冠動脈疾患のスクリーニングテストとして運動負荷試験を行った症例で負荷心電図ST降下時に胸痛を伴わない27例（以下無症候群とする。男19、女8、平均年齢 53 ± 12 才）、及び臨床的に狭心症が疑われ負荷心電図ST降下時に狭心痛が誘発された32例（以下狭心痛群とする。男30、女2、平均年齢 54 ± 10 才）計59症例を対象とした。尚2群の区別は運動負荷時の自覚症に基づいているが他施設及び当科での少なくとも2度以上の運動負荷試験の結果より判定を行った。両群を比較すると性別では無症候群に女性が多い傾向がみられるが平均年齢には差は認められなかった。

尚対象例は負荷心電図上H型 (horizontal, down-sloping) ではJ点より60 msecのところでは1 mm以上、J型 (junctional, upsloping) ではJ点より80 msecのところでは1.5 mm以上のST降下を示すものとした。

2) 方法：運動負荷心筋イメージングはTreadmill

を用いる多段階運動負荷を行い先に述べた負荷心電図異常の判定基準を満足するST降下を示した時点でThallium-201 2 mCiを静注しその後1分間程度の運動を続けた後、正面、第2斜位 30° 、 45° 、 60° 、左側面の5方向より心筋画像をX線フィルムに撮影し同時にデータをコンピューターに収録した。心筋局所灌流異常の判定はコンピューターを用い心筋各部に関心領域を設定し実際に集積したアイソトープの放射活性を比較して行った。つまり最大放射活性より22%以上の低下を示す部位を異常（欠損像）とした。

運動負荷核医学的心血管造影法は仰臥位自転車エルゴメーターを用い^{99m}Tc-HSA（標識血性アルブミン）20 mCi静注後、負荷前とST降下時点で心電図同期法による連続心プールイメージングを行った。左室壁運動の解析及び左室容積曲線から左室駆出分画の算出を行った。

II 結 果

1) 核医学的検討時の負荷心電図ST降下（表1）
 核医学的検討を行った時点における負荷心電図ST

表1

| | H型 | ST降下 (mm) | J型 | ST降下 (mm) |
|---------------|---------|-----------------|---------|-----------------|
| 無症候群 (27例) | 17(63%) | $2.4 \pm 1.0^*$ | 10(37%) | $2.2 \pm 0.8^*$ |
| 狭心痛群 (32例) | 21(66%) | $2.0 \pm 0.8^*$ | 11(34%) | $2.0 \pm 0.7^*$ |

* mean \pm S D

降下の型を無症候群と狭心痛群で比較すると無症候群でH型63%、J型37%、狭心痛群でH型66%、J型34%と差はなく、一方ST降下の程度にも明らかな差は認められなかった。

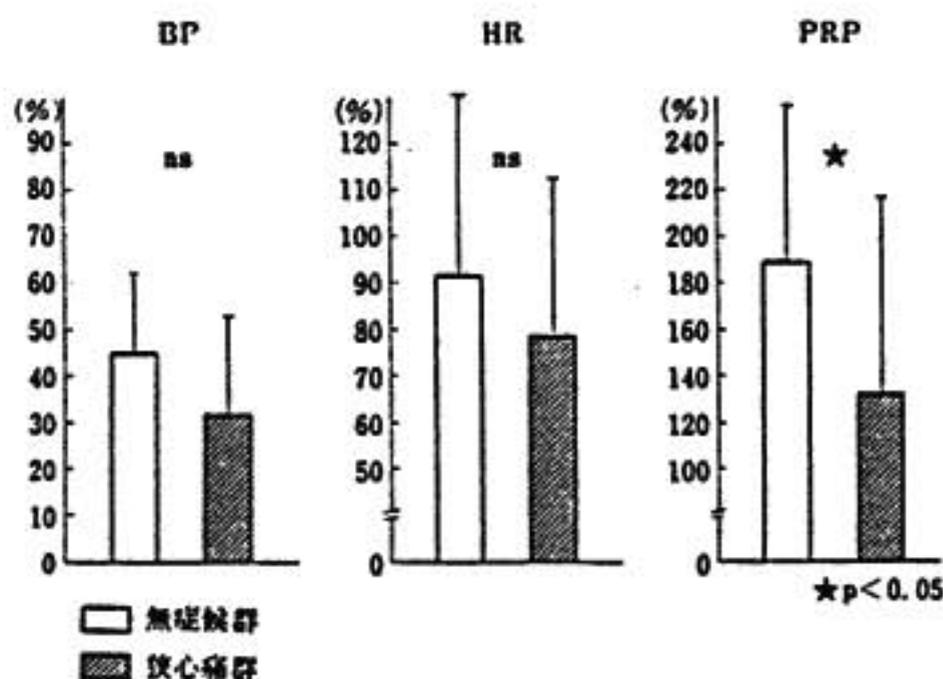


図 1

2) 心電図 ST 降下時点の血圧、心拍数、Pressure rate product の変化 (図 1)

運動負荷による心電図 ST 降下時点の血圧、心拍数、Pressure-rate-product の変化を両群で比較した。無症候群ではそれぞれ $+44.9 \pm 16.7\%$ (平均値 \pm 標準偏差), $+91.8 \pm 41.3$, $+190.7 \pm 67.9$, 狭心痛群では $+31.8 \pm 21.3$, $+79.4 \pm 32.9$, $+135 \pm 84.3$ であった。狭心痛群に比し無症候群では血圧の上昇の大きい傾向がみられ、Pressure-rate-product の増加も有意に大であった。また無症候群 27 例中 21 例 (78%) は亜最大運動負荷の年齢別目標心拍数に達しており、これらの結果から無症候群では狭心痛群に比較し運動負荷量が不十分であるため心電図上 ST 降下は出現するが胸痛は誘発されないといった可能性は否定しうらと思われる。

3) ST 降下時点における心筋局所灌流変化

図 2 は 44 才男性で運動負荷により心電図上 II 型 4 mm の ST 降下が出現したが胸部症状はなく無症候性であった。

図 3 はこの症例の ST 降下時点で ^{201}Tl を注入して

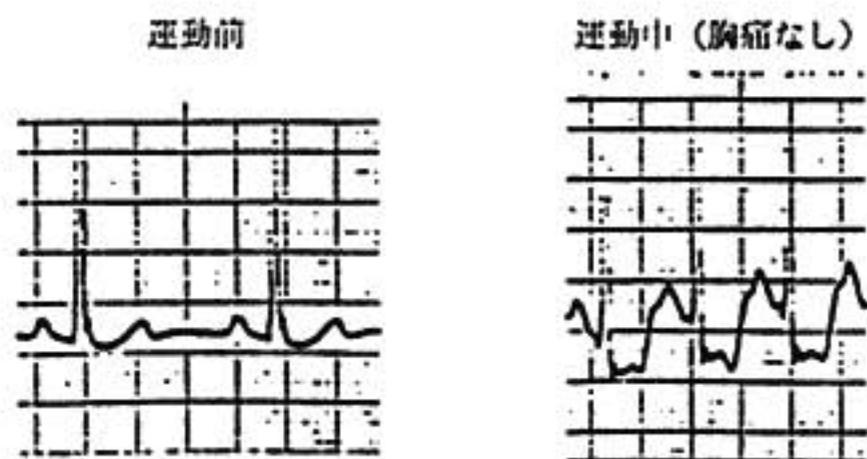
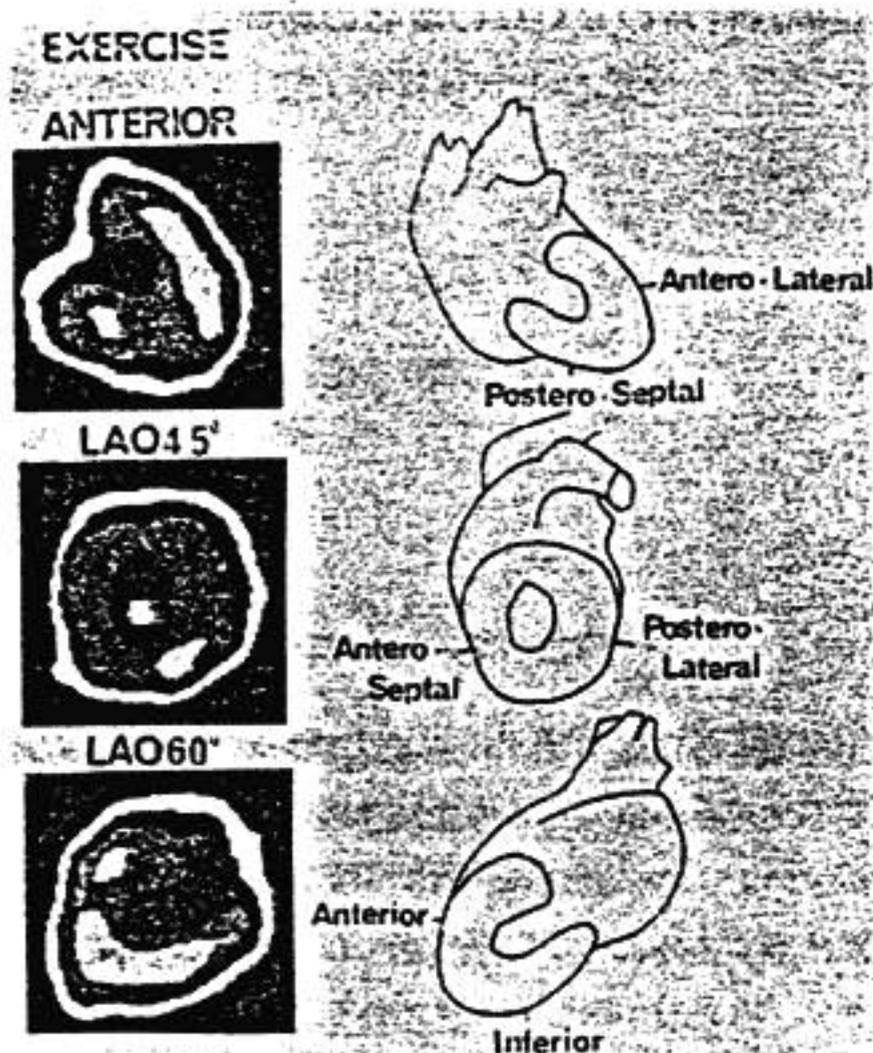
図 2 心電図 (CM₅)

図 3 狭心痛を伴わない負荷心電図 ST 降下時の ^{201}Tl 心筋イメージング

運動により無症候性の ST 降下はみられるが心筋血流分布異常は出現しない。

得た心筋画像であるが、各方向とも ^{201}Tl はほぼ均等に分布し、欠損像は認められなかった。また核医学的心血管造影法による左室壁運動の解析ではとくに dyskinesis はみられなかった。本症例の冠動脈造影所見は正常であった。

表 2 は運動負荷により ST 降下の出現した時点で

表 2

| | | 負荷心筋画像での欠損像 | |
|------|------|-------------|----------|
| | | (+) | (-) |
| 無症候群 | 27 例 | 5 (18%) | 22 (82%) |
| 狭心痛群 | 32 例 | 26 (81%) | 6 (19%) |

Thallium-201 を注入して得た心筋画像での局所灌流変化を示す欠損像の出現する頻度をまとめたものである。無症候群では 27 例中 5 例 (18%) に欠損像がみられたが大多数の 82% では欠損像は出現していない。他方狭心痛誘発群では 32 例中 26 例 (81%) に欠損像がみられ両群に明らかな差が認められた。尚狭心痛誘発群で欠損像のみられた 26 例中冠動脈造影を行った 21 例で

は全例に主要冠動脈枝に、50%以上の狭窄性病変が認められた。

4) ST降下時点における左心機能変化

表3は核医学的心血管造影法でみられた負荷心電図ST降下時点における左室壁運動異常の出現頻度を示したものである。少数例ではあるが無症候群6例で全例、異常は認められなかった。他方狭心痛群では12例中11例(92%)に左室壁運動異常がみられた。

表3

| | | 運動時核医学的心血管造影法 でみられた左室壁運動異常 | |
|------|-----|-------------------------------|----------|
| | | (+) | (-) |
| 無症候群 | 6例 | 0 (0%) | 6 (100%) |
| 狭心痛群 | 12例 | 11 (92%) | 1 (8%) |

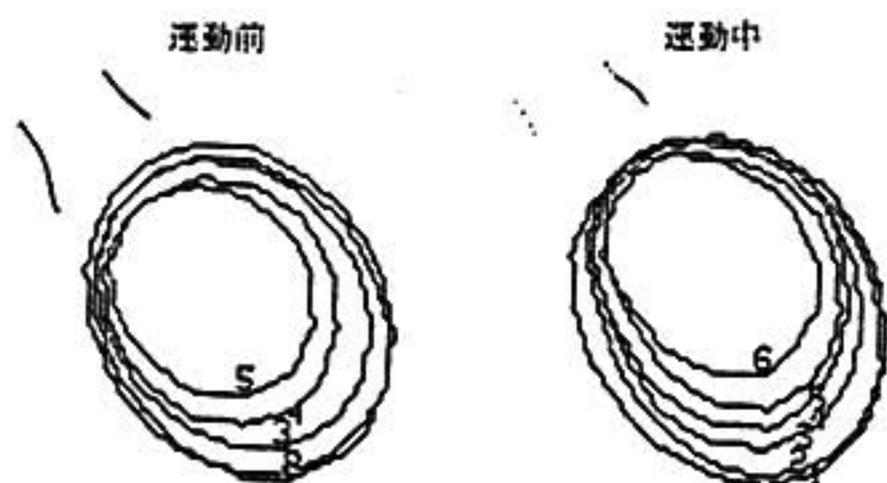


図4 狭心痛を伴わない負荷心電図ST降下時の等高線表示による左室壁運動

前述した症例であるが、運動により心電図ST降下はみられるが左室壁運動異常は出現しない。

図5は負荷前とST降下時点における駆出分画の変化を示したものである。無症候群では駆出分画の有意な変化はみられず、平均で0.71±0.07(負荷前)。

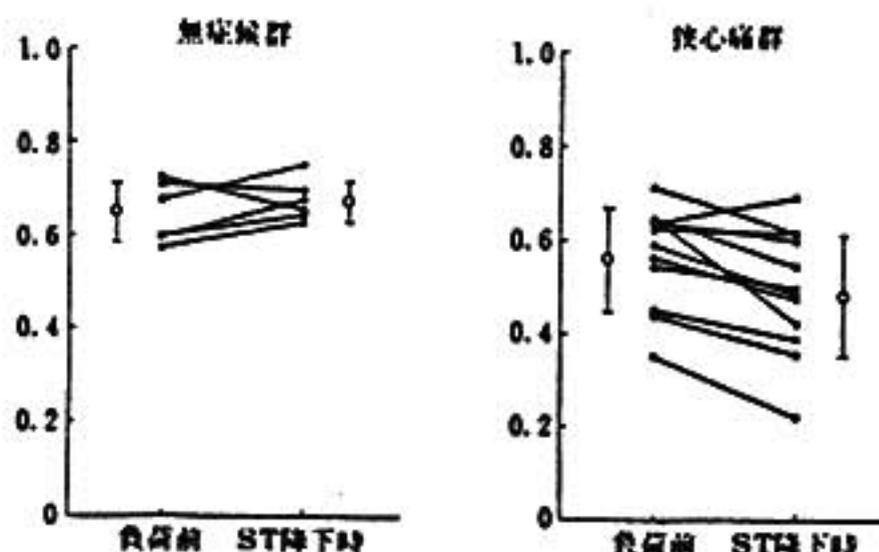


図5 駆出分画の変化

0.73±0.08 (ST降下時)であった。しかし狭心痛群では駆出分画の低下する例が多く、平均で0.57±0.11(負荷前)、0.49±0.13 (ST降下時)であった。

III 考 案

狭心痛誘発群においては冠動脈狭窄性病変が存在し運動負荷により心筋酸素需要が増加した際に病変冠血管支配領域では冠血流増加が障害され冠血流分配の異常がおこるため虚血状態となりこのため左室局所壁運動の異常及び左心機能の低下が惹起されるものと解釈される。今回の結果もこうした一連の変化を核医学的方法により間接的に示しているものと思われる。他方、無症候群においては負荷心電図上ST降下が出現しているが狭心痛誘発群と異なり局所冠血流分配の異常及び左室壁運動異常、左心機能低下等の所見が大多数において認められなかった。これらの結果より無症候性の負荷心電図ST降下は狭心痛を伴うST降下とは異なる病態を表現している可能性が示唆された。

近年、冠動脈造影法でみられる冠動脈病変と運動負荷心電図の所見との関係について対比検討がなされるようになり運動負荷心電図法が冠動脈狭窄の診断にかなり有力であることが示されてきた。しかし無症状の人や女性において冠動脈狭窄がないにもかかわらず負荷心電図が陽性となるいわゆる偽陽性例が多いことも報告されるようになりこうした無症候の人における負荷心電図ST降下の冠動脈病変診断における信頼性が問題となってきた¹²⁾。また日常生活上で症状のないものでは積極的に冠動脈造影など観血的検査が行えないことが多く負荷心電図法の真陽性の判定が困難となっている。

最近、心筋イメージングは虚血性心疾患の診断上注目されてきており、我々は冠動脈造影で確認された有意の冠動脈狭窄と運動負荷²⁰¹Tl心筋イメージングの欠損像の有無とは強い相関があることを報告してきた³⁻⁵⁾。今回の検討では無症候性負荷心電図ST降下を示した対象群では大多数が心筋イメージ上正常パターンを示した。以上から無症候性ST降下は有意の冠動脈狭窄という観点からは偽陽性の可能性が高い。したがって運動負荷試験から冠動脈狭窄を推定するうえで心電図上ST降下の際に痛みの発生を伴わない症例では慎重な判定が必要であり、こうした例においては

運動負荷 ^{201}Tl 心筋イメージングなどを非観血的検査として充令活用すべきものと考えらる。

ま と め

運動負荷試験陽性の症例を ST 降下時に狭心痛を伴う群と無症候の群とに分類し各々の ST 降下時点における心筋灌流状態, 左室収縮運動を核医学的に解析した。狭心痛を伴う例では ST 降下時に局所的低灌流所見及び左室収縮異常が高率に認められたが無症候性に ST 降下を呈する例では虚血を示唆する異常所見は大多数に認められなかった。したがって無症候性の ST 降下には心筋虚血以外の機序の存在する可能性が示唆された。

文 献

- 1) Redwood, D. R., Borer, J. S., Epstein, S. E. :
Whither the ST segment during exercise ?

- Circulation 54 : 703-706, 1976.
- 2) Mchenry, P. L. : The actual prevalence of false positive ST-segment responses to exercise in clinically normal subjects remains undefined
Circulation 55 : 683-685, 1977.
 - 3) 安藤譲二, 小林 毅, 宮本 篤, 他 : 負荷心筋シンチグラフィによる冠動脈病変の評価. 呼吸と循環 26(8) : 773-776, 1978.
 - 4) 安田寿一, 宮本 篤, 小林 毅, 他 : 虚血性心疾患における運動負荷心筋シンチグラフィの臨床的評価. 臨床成人病 8(8) : 216-220, 1978.
 - 5) Kobayashi, T., Miyamoto, A., Ando, J., et al. :
The non-invasive evaluation of regional myocardial ischemia studied by a "stress-injected" Thallium-201 myocardial imaging and a radionuclide left ventriculography. Jpn, Circul. J. 44 : 209-217, 1980.

運動負荷時の ECG の変化の諸問題

冠動脈疾患, 非冠動脈疾患における

運動負荷 ST マッピングの特徴について

川久保 清*・村山正博*

川原 貴*・内山巖雄*・大城雅也*

沈 鉄寛*・真島三郎*・村尾 覚*

はじめに

運動負荷心電図は, 虚血性心疾患における診断, 治療効果及び予後の判定に有用であるが, 心電図上の ST 偏位の意義については, 不明の点が多く, 従来より, 負荷心電図所見から, 狭窄冠動脈枝を推察することは困難とされていた¹⁾²⁾. この原因の1つとして, 記録する電極の数と位置が問題となり, 最近では多誘導心電図がとられる傾向にある³⁾. 体表面電位図は QRS 部の評価に新たな情報を与えるものとして脚光をあびているが, 運動負荷による ST 部の判定には, 連続的

記録が困難であることなど技術的に難点がある. 一方, Fox らは通常的心電計にて記録する方法で, 左前胸部16誘導による運動負荷後 ST mapping を作成し, 虚血の部位診断が可能であったとしている⁴⁻⁶⁾. 我々は, 体表面に36誘導の電極をつけて運動負荷を行い, 通常の6チャンネル心電計の波形から, ST mapping を作成する簡便な方法を用いて, 虚血性心疾患例及び, 運動負荷にて ST の下降する, いわゆる Neuro-Circulatory Asthenia (以下 NCA) 例の ST mapping 所見の経時的変化を, 冠動脈造影 (以下 CAG), 負荷心筋タリウムシンチ (以下 Ex. Tl.) 所見と対比し,

本法における、虚血の部位診断ならびに、NCA 例の ST 下降との鑑別診断上の意義について検討した。

I 対象および方法

対象は臨床的に明らかな虚血性心疾患21例（男19，女2）と、いわゆる NCA と考えられる例10例（男2，女8）であり、いずれも運動負荷にて ST 下降のみの見られる例とした。虚血性心疾患群21例は、全例 CAG を施行し、少なくとも1枝に75%以上の狭窄をみとめるものであり、うち心筋梗塞の既往のある者が7例あった。NCA 群は、胸部不快、動悸、息切れなど不定愁訴を訴えるもので、運動負荷にて ST が水平型に下降するものとした。10例中5例は、安静時のルーチン心電図で ST 下降がみられ、冠不全という診断がなされた既往があり、うち2例で、CAG を施行した。方法は Bruce のプロトコールにしたがい、トレッドミルによる多段階式負荷を行った。電極は図1のごとく、V₁ から V₆ の標準誘導点を固定してつけ、上方は第2肋間、下方は剣状突起下 10 cm、右方は胸骨右縁、背方は、胸椎左縁とし、左前胸部に26個、左背部に10個、計36個つけた。電極間上下の間隔は約6 cm である。左背部と上腹部に電極を置いた点が Fox らの方法と違う。各電極は、スイッチ・ボックスをへて、6チャンネル心電計に連結され、心電図は、前、運動中、直後、1分、2分、3分、5分、7分と

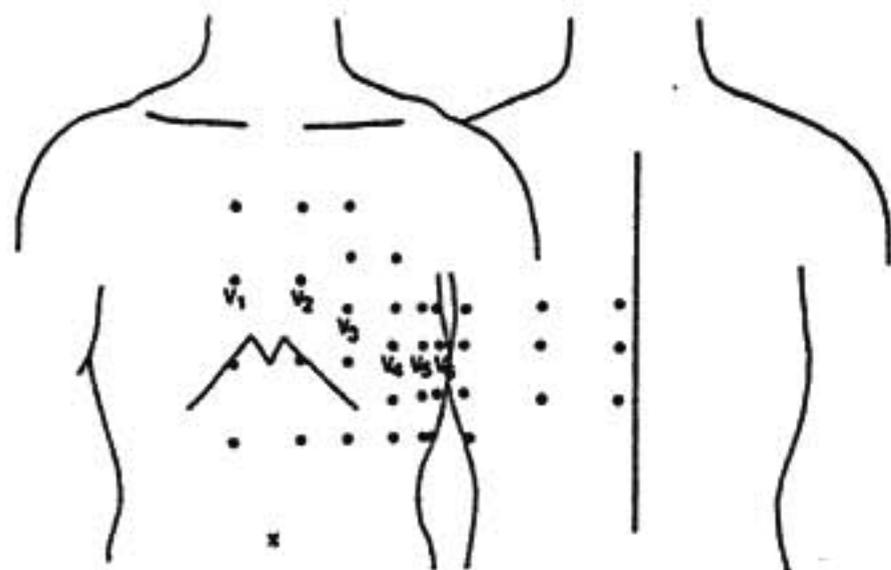


図1 体表面36誘導の電極の位置 (説明本文)

すべて立位で記録された。胸部36誘導と肢誘導1回の記録は30秒以内になされた。36誘導点について、J点より0.08秒にて ST 下降を計測し、1 mm 以上の下降を有意にとり、1 mm から、0.5 mm 毎の等高線をひいて ST mapping を作成した (図2)。Ex. Tl. は、虚血性心疾患21例中9例、NCA 例中、CAGを施行した2例に、臥位自転車エルゴメーター負荷にておこなわれた。

II 結 果

虚血性心疾患群は、ST 下降を運動負荷の end-point としたが、21例中、14例にて狭心痛をみとめた。ST 下降の分布は、心筋梗塞の有無にかかわらず、前方心尖部よりに分布し、全例 V₆ で ST 下降がみら

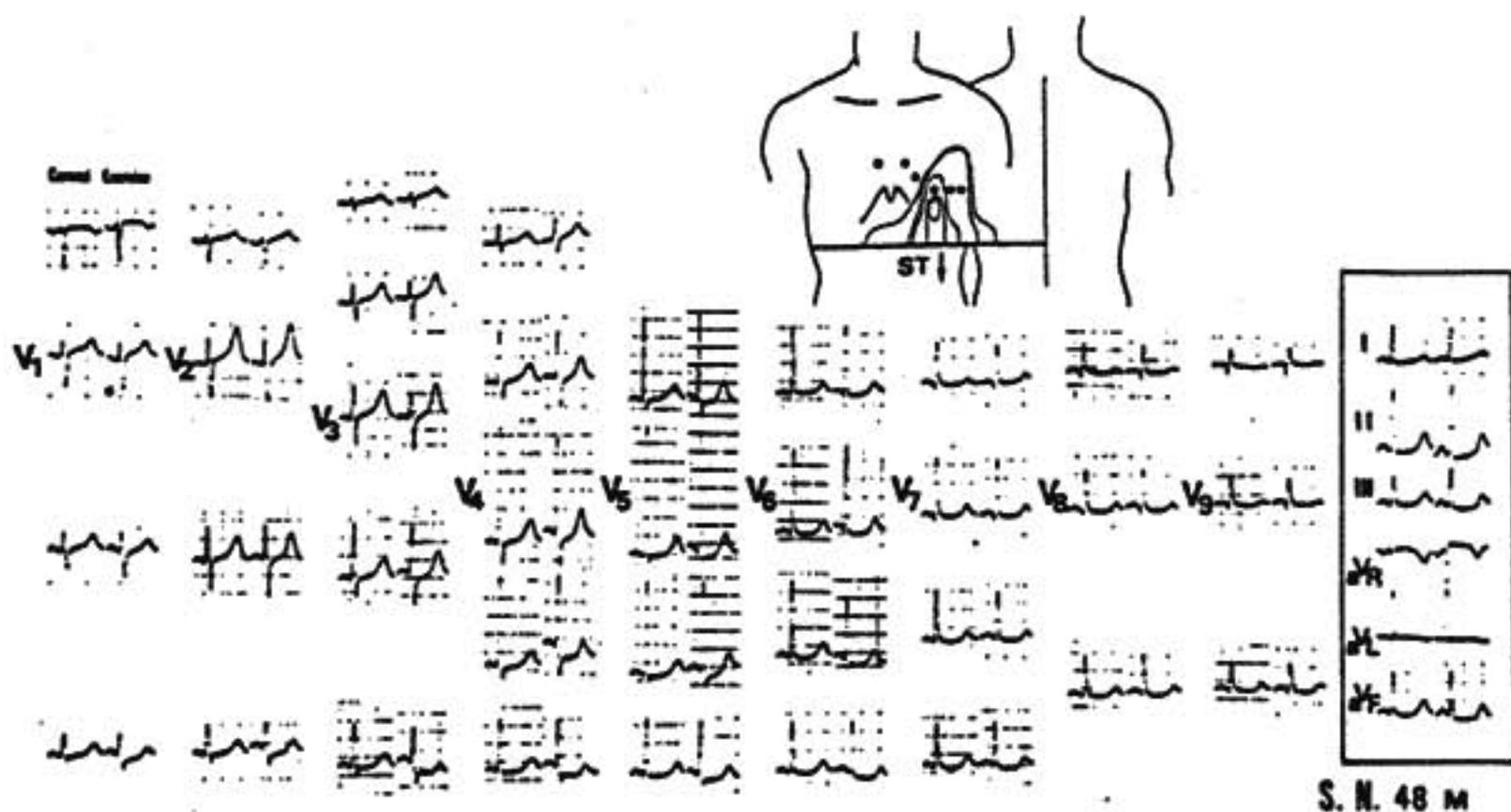


図2 体表面36誘導の運動前後の心電図記録例とそれより作成した ST mapping

下方の線は電極最下端、●印は V₁~V₆ を示す。

れたが, 症例により, 下方あるいは側方に分布の偏りがみられ, 運動後の時間的経過をみると, 更に偏りが明らかとなる傾向にあり, 分布の方向から ①前方型 (10例), ②下方型 (2例), ③側方型 (3例), ④広範囲型 (6例) の4つの型に分類することができた (図3, 4). ①前方型 (図3上段 Ant.) は, 運動直後は

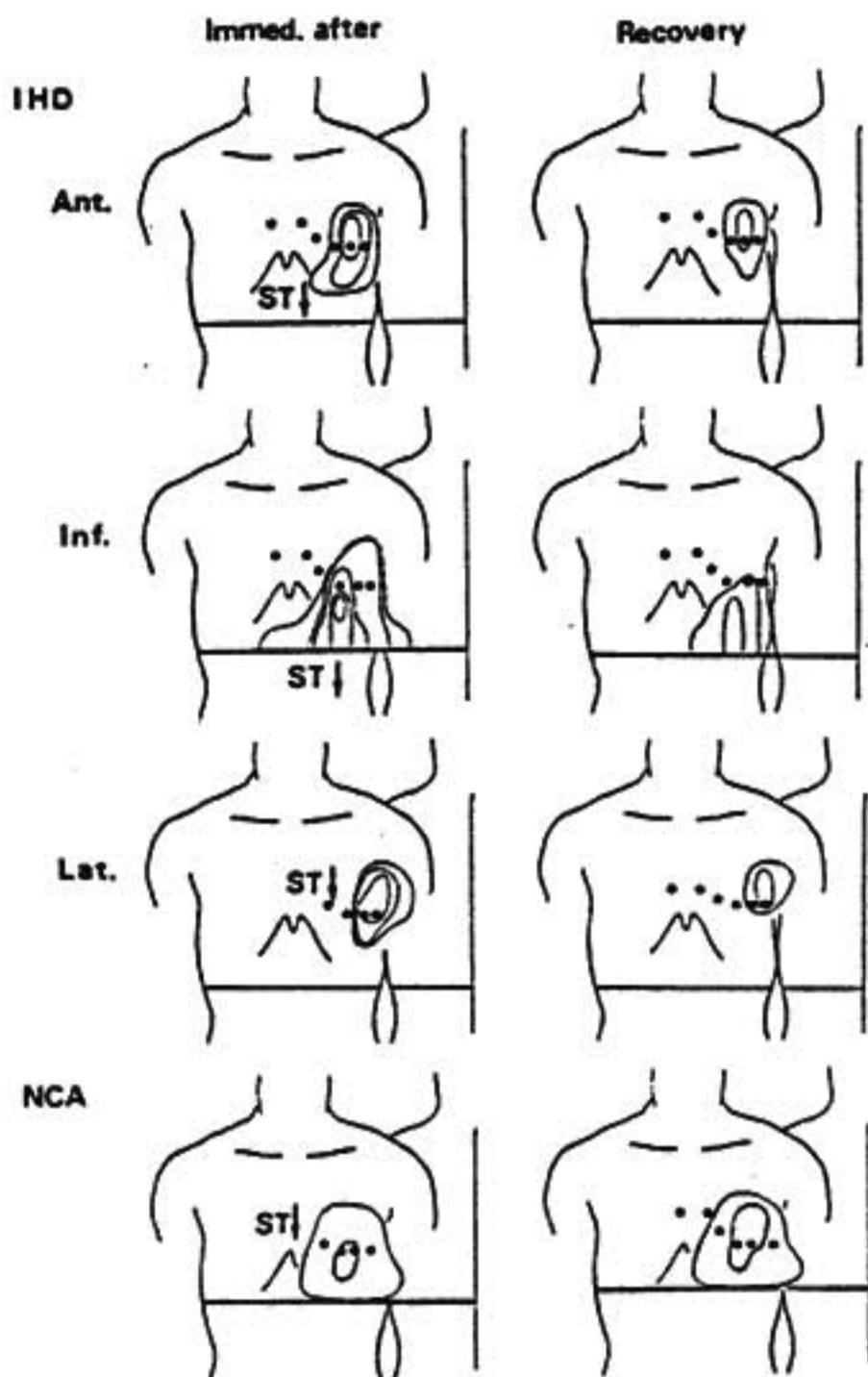


図3 虚血性心疾患 (IHD) と NCA の運動直後と回復期の ST mapping の所見

$V_1 \sim V_4$ の上下に ST 下降が広がり, 回復期には面積縮小し, 前胸壁に分布する傾向にあった. 10例中, 4例が LAD 1枝疾患で, ほかの6例も LAD に有意の狭窄をみとめた. Ex. Tl. を施行した3例中, 2例が陽性であり, 2例とも心尖部から前壁にかけての負荷後の欠損像をみとめた. ②下方型 (図3中段 Inf.) は運動直後は, V_4, V_5 から下方に末広がり分布し, 回復期には更に下方に限局する傾向をみとめた. 2例とも CAG 上, RCA の99%狭窄をみとめ, Ex. Tl. を施行した1例は, 負荷後の後下方の欠損像があり,

再分布を示した. ③側方型 (図3下段 Lat.) は, 負荷直後の ST mapping は, V_5, V_6 の上方に分布し, 回復期には, 更に側上方に限局する傾向があった. 3例の CAG 上の特徴に乏しいが, LCX の重症病変が2例にあり, Ex. Tl. を施行した2例中, 1例が陽性で, 負荷後の前側方の欠損像をみとめ, 再分布を示した. ④広範囲型 (図4) 6例は, 負荷直後の ST mapping は, 前下方に広く分布し, 密な等高線を形成し, 回復期には, 前方に限局する傾向にあった. CAG 上, 4例が左冠動脈主幹部病変, 1例が3枝疾患, 1例が LAD 99%狭窄の例であった. Ex. Tl. を施行した3例中, 2例が陽性で, 心尖部から前壁にかけての広範な欠損像がみられた.

虚血性心疾患群で, Ex. Tl. を施行した9例は, 全例検査時 ST 下降を示したが, シンチ上陽性であったのは6例であった. 又左冠動脈主幹部に有意の狭窄のあった5例中, 4例において運動負荷後の ST mapping が, 広範囲型を示した.

一方 NCA 10例中, 安静時のルーチン心電図上の ST 下降から冠不全と診断された既往のある者が5例あったが, 今回の検査時は, 全例臥位, 立位での ST 下降はみられなかった. 又運動負荷時, 狭心痛を訴えたものはなかった. 運動負荷直後の ST は, upslope 型下降で, 2~3分後より水平型に下降し, 分布は前下側方に広いが, びまん性に 1~1.5 cm 下降するにとどまり, 時間的経過を立位でみると, 7分以上分布に変わりなく続く傾向にあった (図3最下段 NCA), CAG を施行した2例は, 正常冠動脈を示し, 又 Ex. Tl. 検査時, ST 下降するもシンチ上の欠損像はなかった.

III 考 案

運動負荷 ST mapping は, ST 下降の分布と, その時間的経過がわかる点, 従来の誘導法より多くの情報を得ることができる. 従来運動負荷による ST 下降の方向は, 最大R波の方向と逆方向で, 虚血部位による差はないとされており, 我々の今回の体表面36誘導による ST mapping の検討では, 虚血性心疾患群においては, V_5 近辺を中心とした分布を示し, Foxら¹⁰⁾の示すような, V_5 からかけ離れた部分でのみ ST 下降をみる例はなかった. しかし症例によっては,

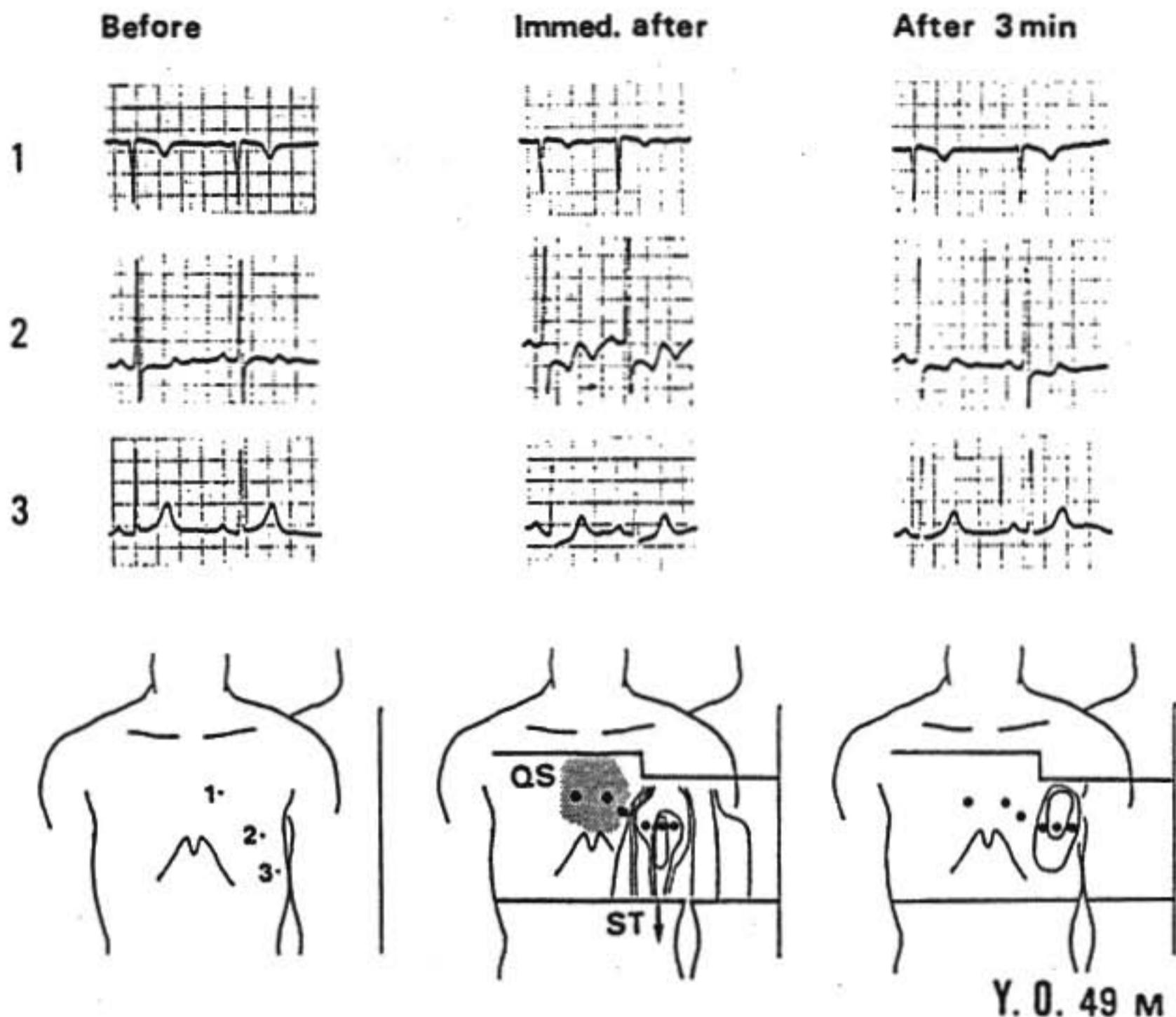


図4 広範囲型の ST mapping 例 (左冠動脈主幹部75%狭窄)

図中 1=V₁ の 6 cm 上, 2=V₁, 3=V₁ の 12 cm 下.

ST 下降の分布に偏りがみられ、4つの型に分類することができた。CAG や Ex.TL の所見から、前方型は前壁、歩方型は下後壁、側方型は前側壁の虚血を示す可能性が示唆され、特に回復期の分布の方向が重要であると考えられた。又広範囲型は、ST 下降の分布が広く、深いことが特徴的であり、左冠動脈主幹部病変などの重症冠動脈疾患であることが多く、CAG を行う前の情報として、これらの "high risk group" の検出に有用であると考えられた。心筋梗塞症においても ST 下降のみを示す場合は、異常Q波のない V₁ 周辺に分布し、狭心症例の分布と類似し、いわゆる jeopardized myocardium の存在を示唆すると考えられた¹⁾。

一方 NCA 例における運動負荷後の ST mapping は前述の広範囲型程広いが、密な等高線を形成せず、時間的経過をみても面積縮少せずにそのまま経過する特徴があり、鑑別に役立つと思われた。これらの症例

が安静時心電図で ST 下降を示すことがあるのは、労作後の ST 下降が長く続き臥位になってもそれが残るためと考えられた。

結 語

①虚血性心疾患では、ST 下降の分布は、心尖部よりに分布するが、症例により下方や側方にずれる例があり、本法は虚血の部位診断に利用できる。②広範囲に又深く ST の下降する例は、左冠動脈主幹部病変など重症冠狭窄を示唆する。③いわゆる NCA 例の ST mapping は、広いが浅く、全体に均一で、長くそのまま経過する特徴がある。

文 献

- 1) Kaplan, M. A., et al. : Circulation 47 : 250, 1973.
- 2) Borer, J. S., et al. : N. Engl. J. Med. 293 : 367, 1975.
- 3) Chaitman, B. R., et al. : Circulation 57 : 71,

1978.

4) Fox, M., et al. : Br. Heart J. 40 : 1339, 1978.

5) ibid. : Am. J. Cardiol. 43 : 541, 1979.

6) ibid. : Am. J. Cardiol. 44 : 1068, 1979.

7) Davis, K., et al. : Circulation 59 : 1105, 1979.

8) Weiner, D. A., et al. : Circulation 58 : 887, 1978.

9) Turner, J. D., et al. : Circulation 61 : 729, 1980.

運動負荷時のECGの変化の諸問題

運動負荷による陰性T波の陽性化について

村上知行*・吉田章*

神原啓文*・河合忠一*

はじめに

陰性T波が運動負荷により陽性化することは、日常よく経験することであるが、その機序は、未だ明らかにされていない。

陰性T波に限らず、T波の極性とその変化については、心筋虚血との関連において研究がなされる一方で、交感神経との関係も注目されている。

我々の施設で、運動負荷により陰性T波が陽性化した24症例について検討した。このうち12例は、心筋梗塞症であり、ほかの12例中10例は、心電図上左室肥大($Sv_1 + Rv_5 > 35$ mm)の所見が認められた。後者のうち5例は、非典型的ながら、胸痛を訴え、虚血性心疾患との鑑別上、冠動脈造影を施行したが、いずれも、有意の狭窄を認めなかった。

以下、代表例を呈示して、T波陽性化の意味を考察する。

I 症 例

症例1：前壁中隔梗塞を有する60才の男性。冠動脈造影では、左前下行枝に99%、回旋枝に75%の狭窄が認められた。安静時心電図には V_{1-3} にR波の poor progression、 V_{1-4} に陰性T波が認められた。この陰性T波は、運動負荷により陽性化した。運動負荷により陰性T波が陽性化した時期に、 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィを行うと安静時に比し、心室中隔における up-take の減少の程度が増大しており、心筋虚血の増

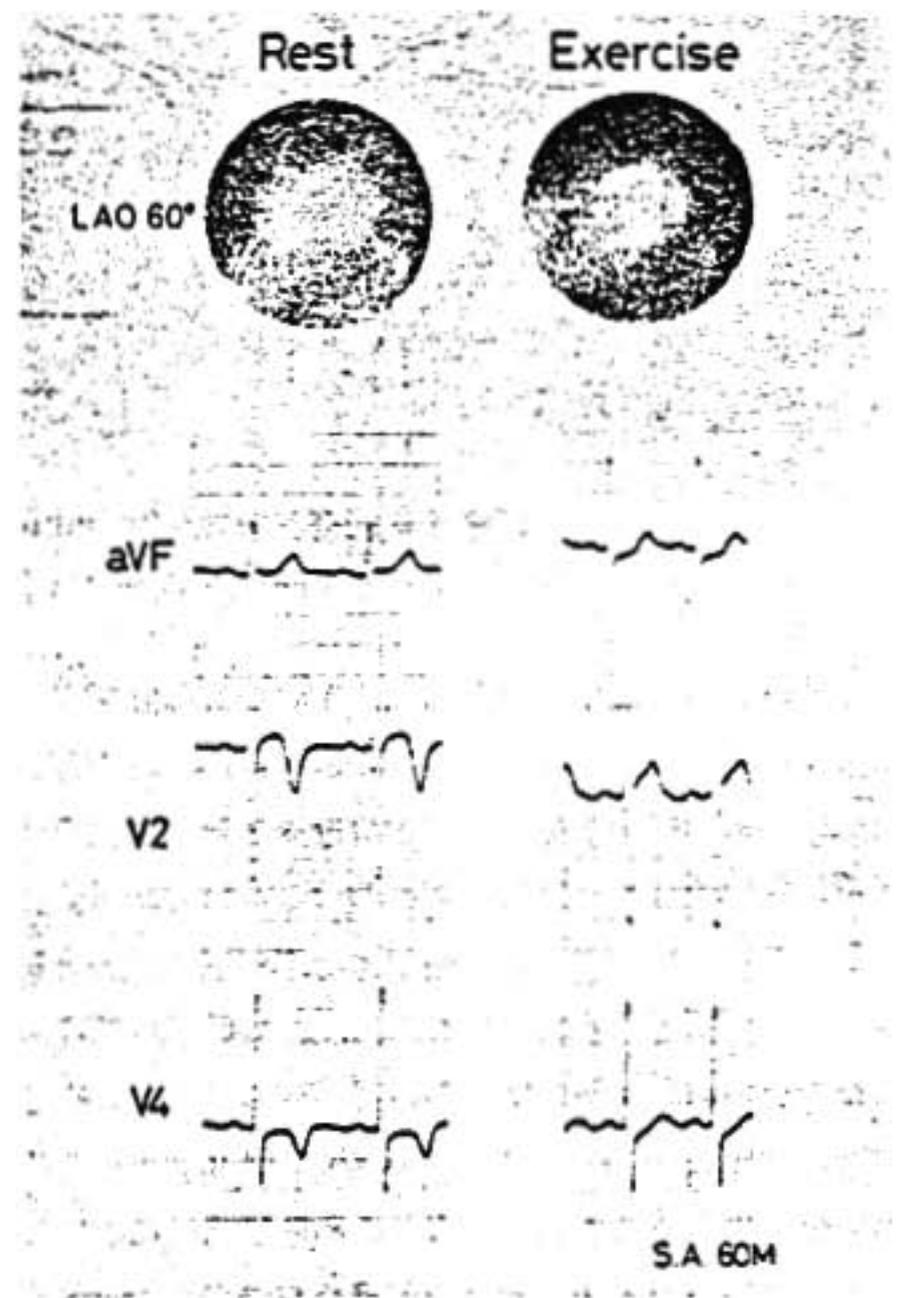


図1

強を示していた(図1)。心筋梗塞症例には全例、同様の検索を行ったが、このうち10例(83%)は運動負荷による陰性T波の陽性化時に、心筋シンチグラフィで、up-take 減少の程度が増大した。Maseriら¹⁰⁾も、異型狭心症患者の陰性T波が陽性化する際、心筋虚血

が増強していることを、同様に心筋シンチグラフィを用いて証明している。しかし、これらの症例について、心電図を注意深く観察すると、T波の陽性化は、ほとんどST部分の上昇ないし、低下を伴っている。したがって、T波の陽性化そのものが、心筋虚血の増強と対応するのか、ST部分の変化が心筋虚血の増強と対応し、T波の陽性化は、これに付随した現象なのか、あるいは、全く別の意味をもつものなのかは明らかでない。

症例2：64才女性、胸痛と動悸を主訴に来院。安静時心電図はV₂₋₅にT波の逆転をみる(図2a)。冠

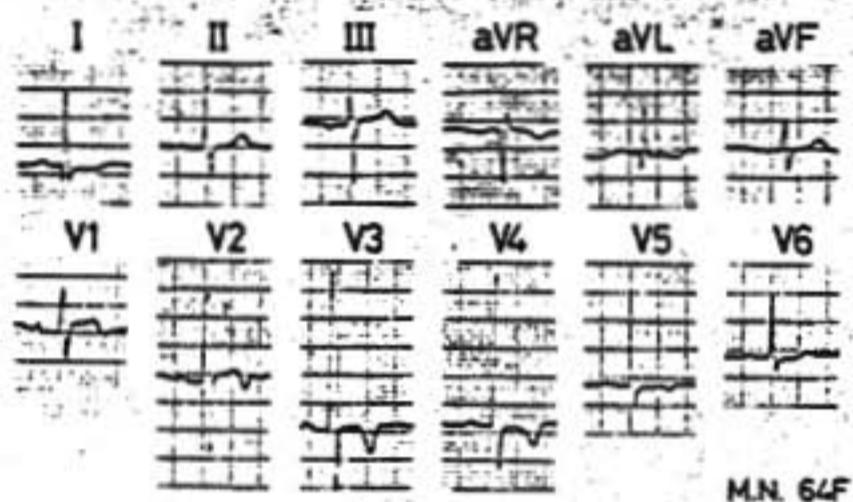


図2 a

動脈造影には有意の狭窄を認めない。24時間連続心電図を解析すると、軽度の労作によりST部分の上昇とともに陰性T波の陽性化が観察された(図2b)。この症例にイソプロテレノールを負荷すると、T波の陽性化がみられた。心臓カテーテル検査直前には、精神的興奮のためと思われるが、心拍数の増加とともに、陰性T波は減高した。しかし、アトロピン負荷による同程度の心拍数増加の際には、陰性T波の変化はほとんどみられなかった。運動負荷、寒冷昇圧試験による陰性T波の陽性化、減高の程度が、βブロッカーであるアテノロールにより抑制された(図2c)。心筋シンチグラフィは、安静時と運動負荷時に変化を認めなかった(図2d)。

症例3：65才男性、動悸を主訴として来院心電図はV₄₋₅に陰性T波をみる。イソプロテレノール負荷により、陰性T波は陽性化するが、アトロピン負荷では、同程度の心拍数増加にもかかわらず陽性化しない。臥位でみられる陰性T波は、座位をとることにより陽性化し、立位では陽性化が著明になる。これは姿勢による心臓の位置的变化が、T波の陽性化に関係していないことを示唆する。軽度の運動負荷により、陽性Tが一層明らかになる。アテノロール使用後には、これら

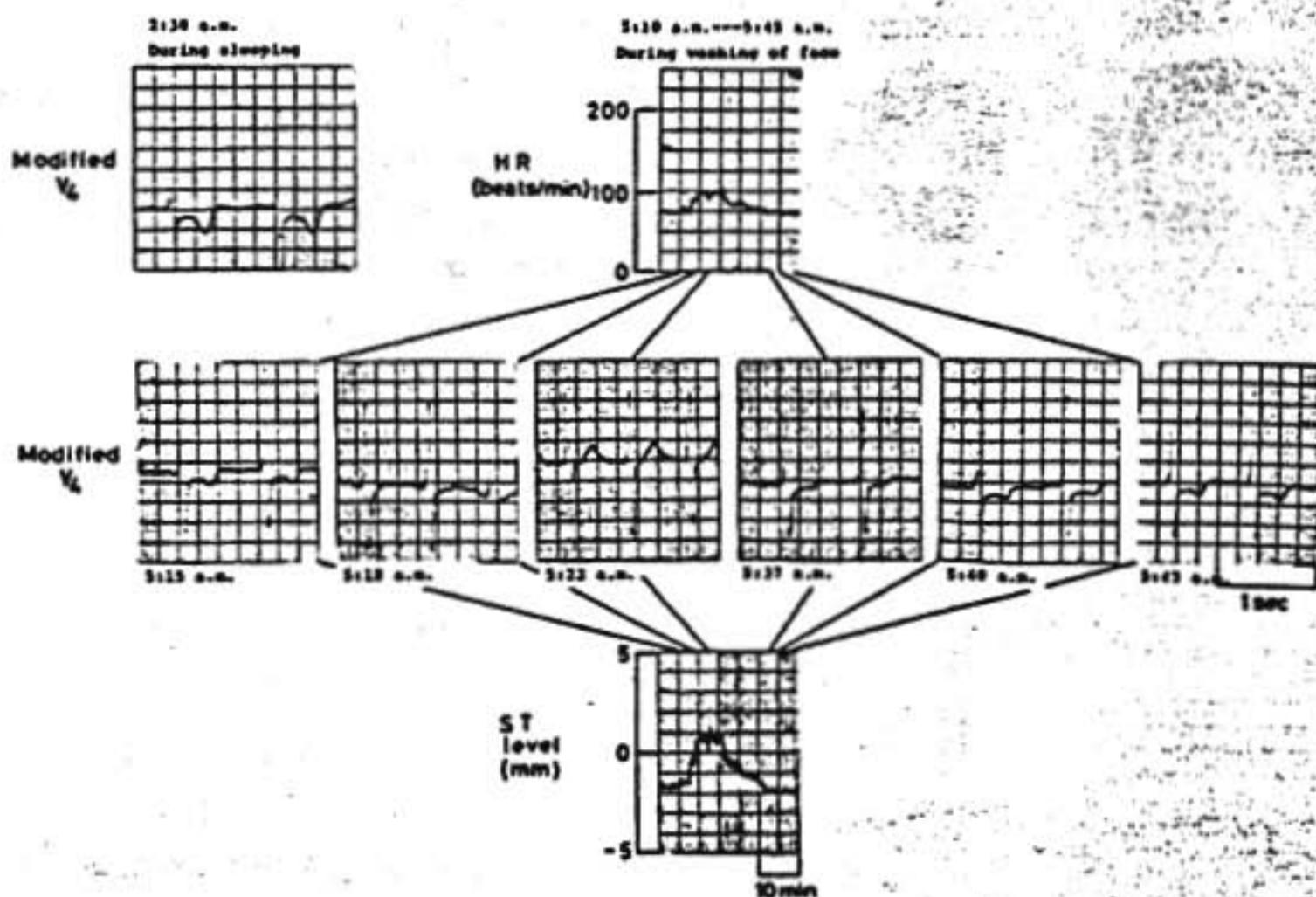


図2 b

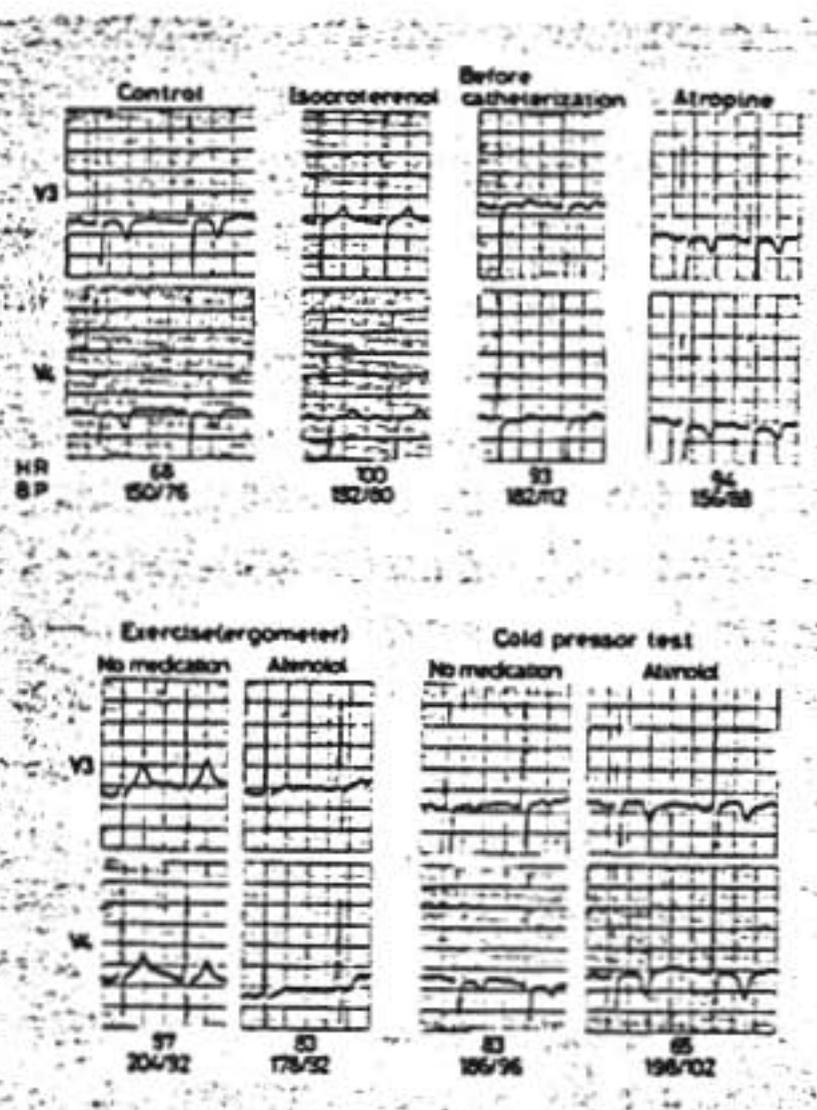


図 2 c

M.N. 64yr. female

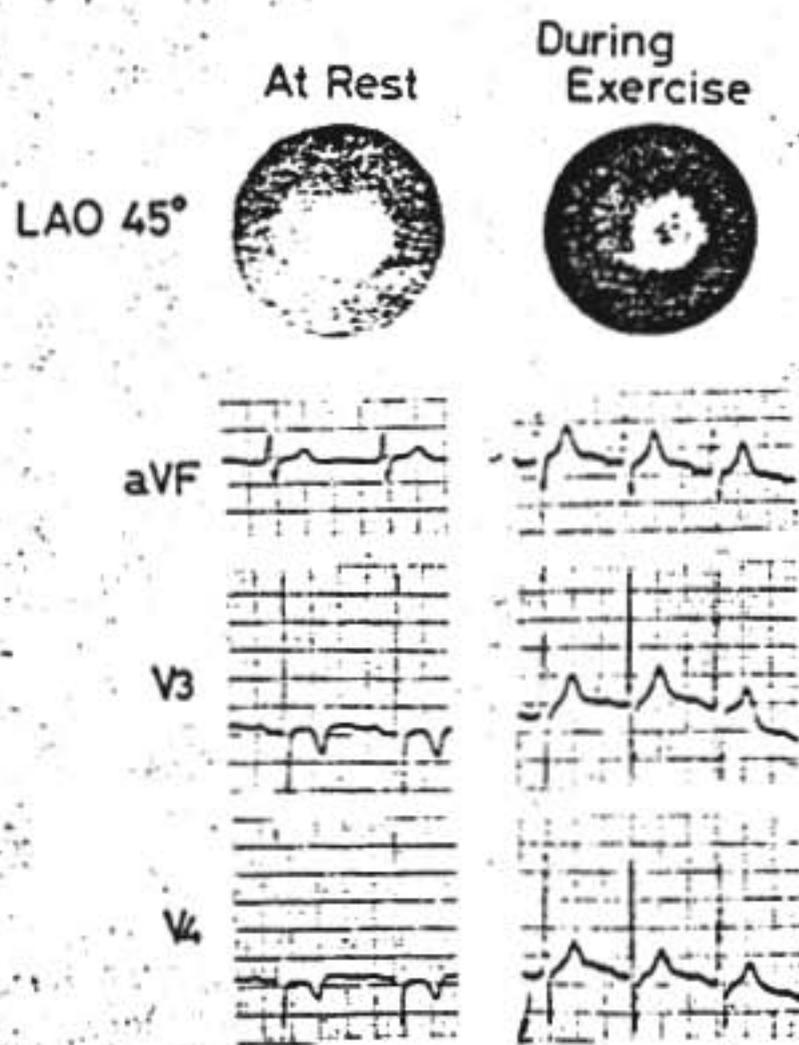


図 2 d

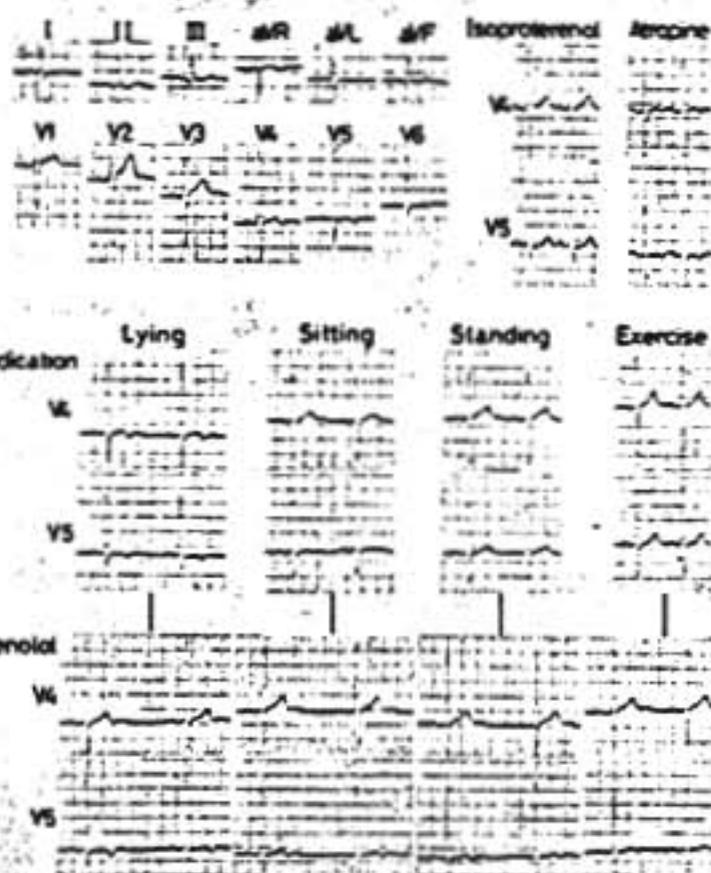


図 3

の変化が抑制される (図 3)。安静時および運動時の心筋シンチグラフィは、前者と同様、変化がみられない。

この 2 例は、血圧の動揺が著しく、いわゆる動揺性高血性 (labile hypertension)、あるいは境界高血圧 (borderline hypertension) に属する症例と思われる。この 2 例はともに、運動負荷により陰性 T 波が陽性化することのほか、1) イソプロテレノール負荷でも陽性化がみられるのに対し、同じ程度の心拍数増加でも、アトロピン負荷では、陰性 T 波の陽性化はみられない。2) 精神的興奮、姿勢の変化、寒冷昇圧試験等、交感神経緊張の亢進が予測される状態で、陰性 T 波が減高ないし陽性化し、しかも、それらの変化の一部は、β ブロッカーにより抑制される。3) 心筋シンチグラフィでは、運動負荷による T 波の陽性化に際し、心筋虚血を示唆する所見が認められない。などから、T 波の陽性化に交感神経の関与が推測される。

症例 4 : 53 才女性。胸痛、動悸を訴え、心電図は左室肥大を示す。心エコー図では、心室中隔 20 mm、左室後壁 15 mm とともに肥厚し、しかも、非対称性肥大が認められる (図 4 a)。前 2 症例と同様、血圧の動揺が著しい。冠動脈造影は正常であった。心臓カテーター直前には、著明な血圧上昇とともに、陰性 T 波が陽性化、運動負荷、イソプロテレノール負荷でも陽

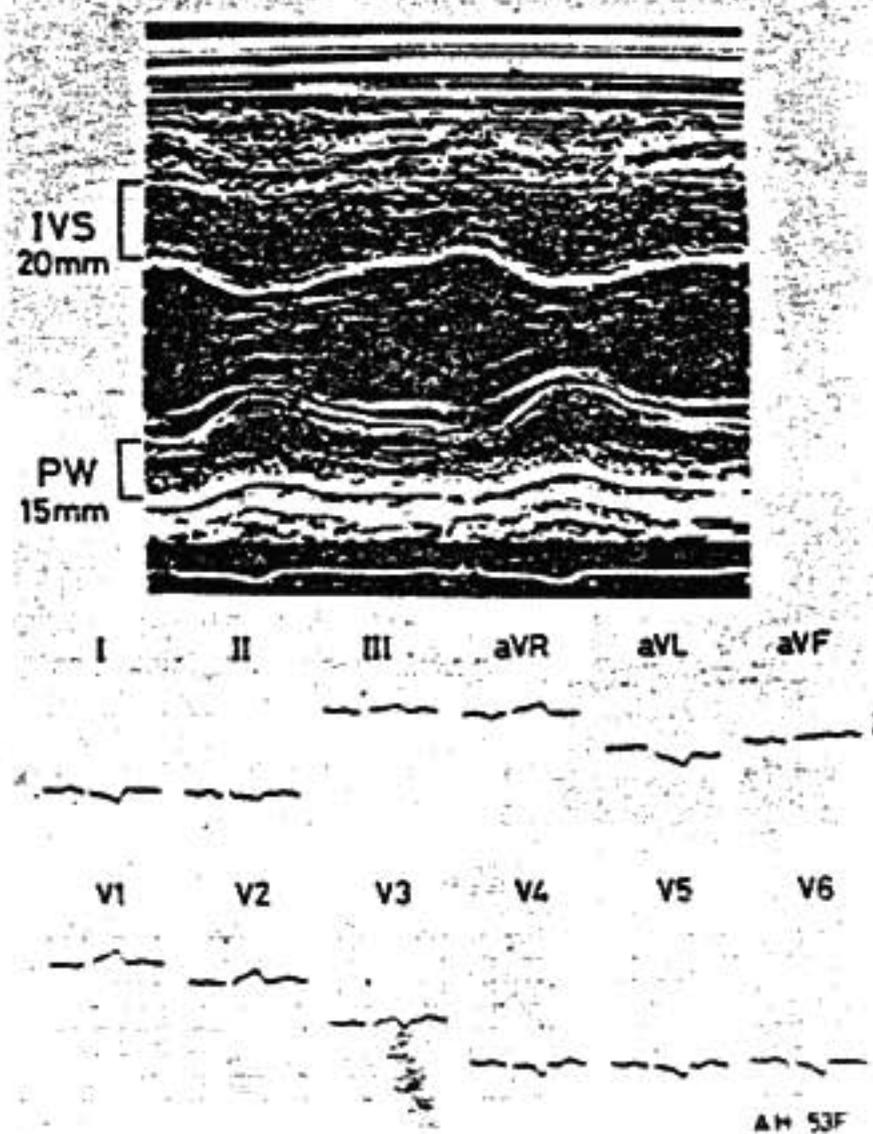


図 4 a

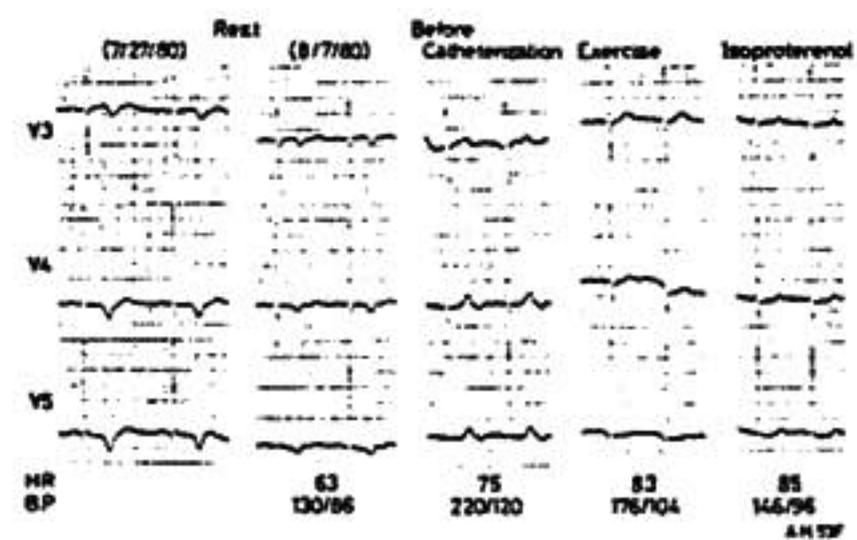


図 4 b

性化がみられた (図 4 b)。アトロピン負荷では十分な心拍数増加が得られなかった。

症例 5 : 39才男性。高血圧症。心電図は左室肥大を示し、心エコー図でも、求心性肥大が認められる (図 5 a)。イソプロテレノール負荷、運動負荷により、陰性T波が陽性化する (図 5 b)。運動負荷時の心筋シンチグラフィは安静時との変化は認められなかった。

症例 6 : 55才男性。心電図は左室肥大、心エコー図

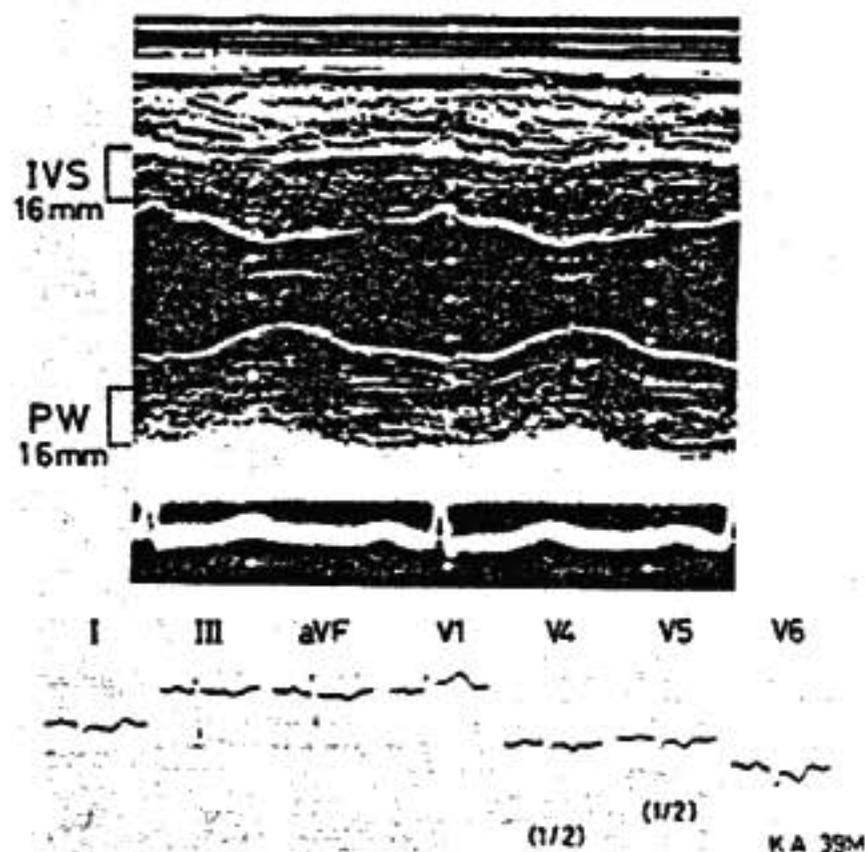


図 5 a

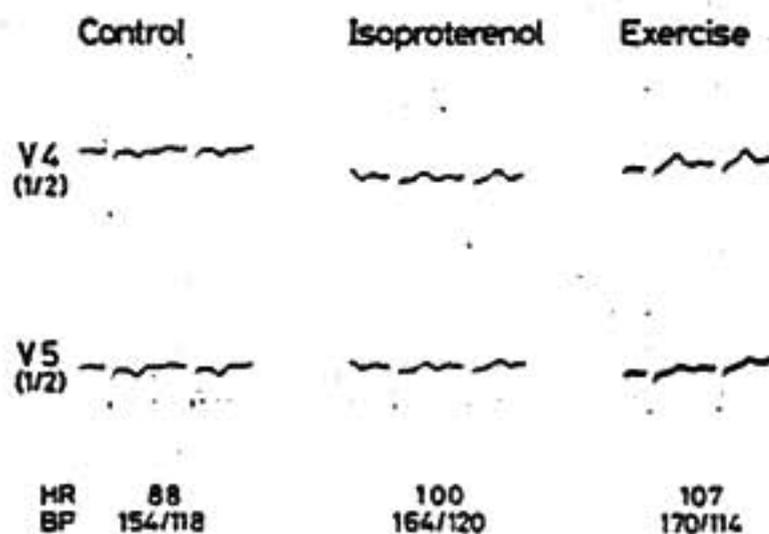


図 5 b

でも、求心性肥大を示すが、肥大の病因は不明である (図 6 a)。運動負荷により V₅ の陰性T波は陽性化する (図 6 b)。同様の変化は、イソプロテレノール負荷でみられるが、アトロピン負荷では認められない (図 6 c)。

心電図で左室肥大を認めるほかの 5 例も、上記 3 例と同様の傾向を示した。すなわち、運動負荷により陰性T波は陽性化するが、イソプロテレノール負荷でも陽性化する。アトロピン負荷により同じ程度の心拍数増加が得られた症例では、陰性T波の陽性化がみられない。心筋シンチグラフィを施行した症例では、運動負荷により心筋 up-take の減少を認めない。しかし、これらの症例では、症例 2, 3, 4 でみられたような情動や姿勢の変化、寒冷昇圧試験、あるいは比較

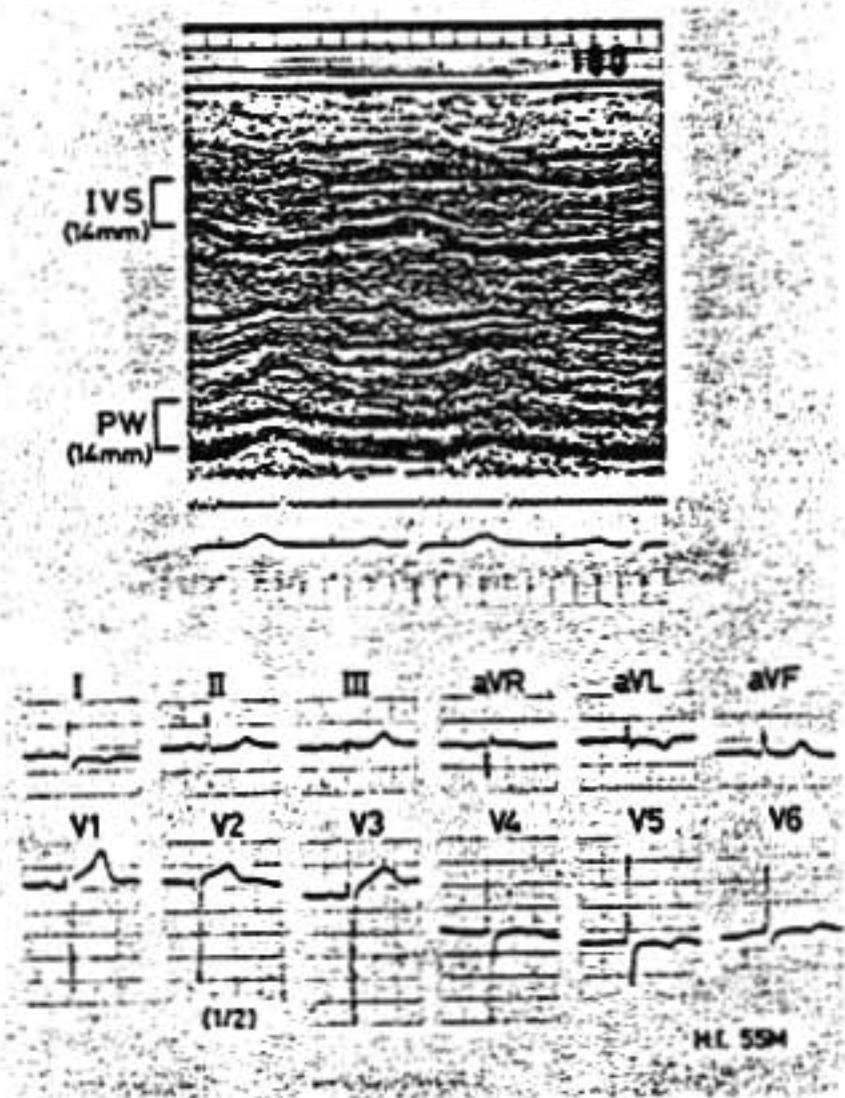


図 6 a

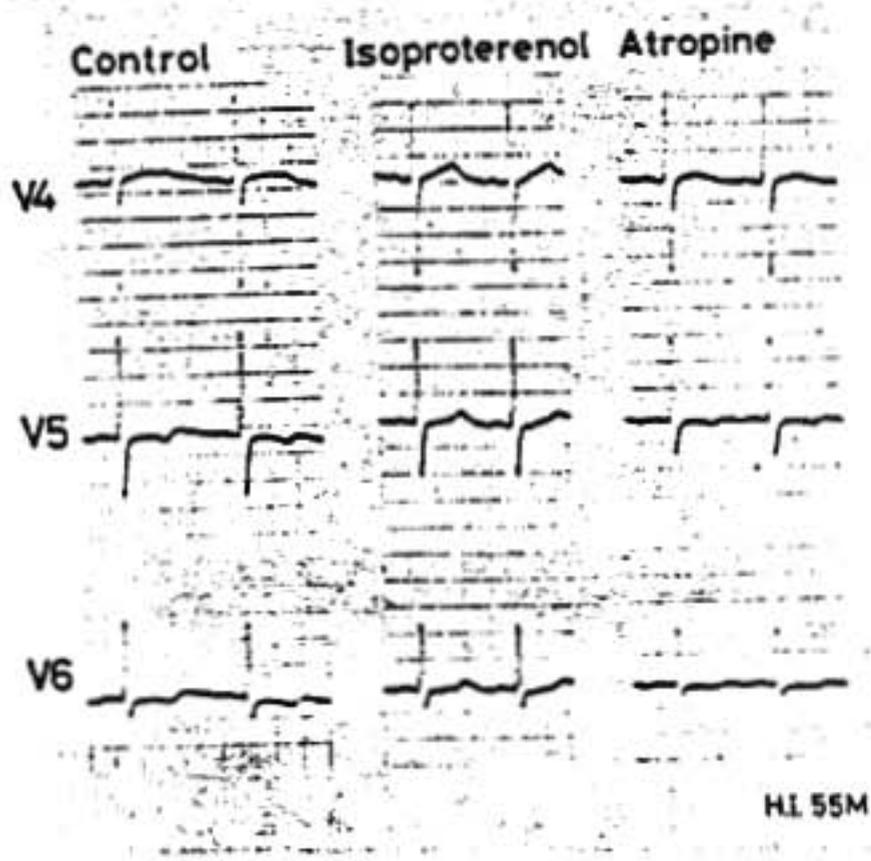


図 6 c

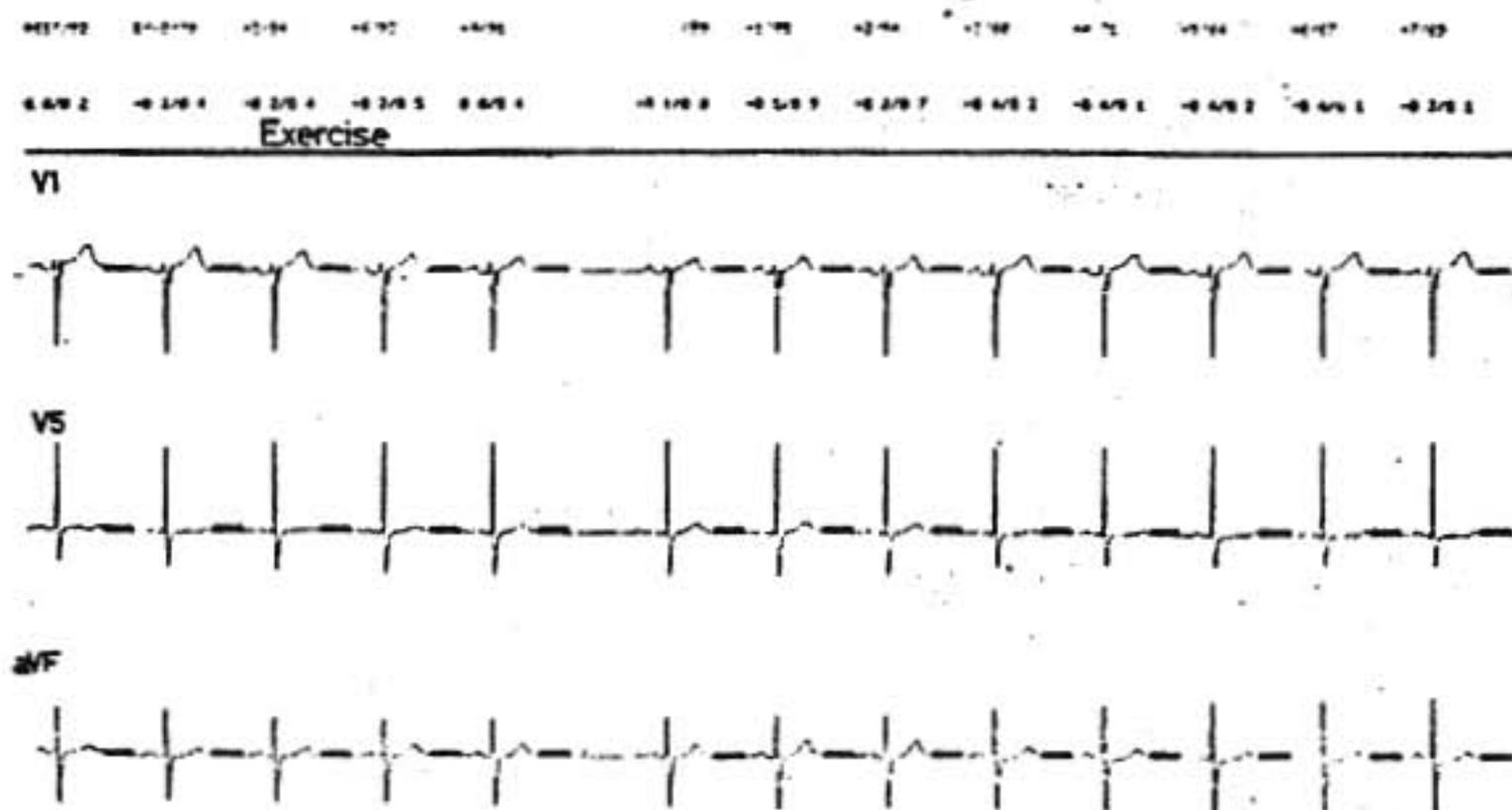


図 6 b

的軽度の運動による陰性T波の陽性化はみられない。

II 考 案

虚血性心疾患にみられる陰性T波の陽性化については、心筋虚血増強の表現とする解釈が一般的である²⁾。しかし、前述したように、多くの症例では、同時に

ST 部分の変化を伴っており、この点を無視して、T波の陽性化のみを心筋虚血に結びつけることには疑問が残る。一方、情動や姿勢の変化、過呼吸、寒冷昇圧試験などにより、T波が変動することは古くより知られ、これらの変化が、βブロッカーにより抑制されることから、交感神経の関与が注目されている⁴⁾。こ

れまでの報告の多くは、正常T波が交感神経の関与により陰性化するものが多く、既存の陰性T波の陽性化については余り触れられていない。Daoudらの研究によれば、非虚血性の陰性T波は少量のイソプロテレノール投与により陽性化するが、これは、 β 刺激に基づく再分極過程の短縮が、心筋の部位により不均一におこるからであるという⁹⁾。我々は、臨床的に陰性T波の成因が虚血によるとは考えにくい12症例で、運動負荷により陰性T波が陽性化することを認め、しかもその全例が、イソプロテレノール負荷でも陽性化することを観察した。このうち3例(症例2, 3, 4)は境界高血圧と考えられる症例である。境界高血圧では、交感神経機能亢進や β 受容体反応亢進状態が考えられており¹⁾、実際この3症例では、高血圧の治療に β ブロッカーが著効を示した。したがって、このような症例では、情動や姿勢の変化など、軽い負荷によっても陰性T波が陽性化し、交感神経機能亢進や β 受容体反応亢進状態のない例では運動負荷やイソプロテレノール負荷という、比較的強い β 刺激によってのみT波が陽性化すると推察される。一方、運動やイソプロテレノールは、同時に心筋の酸素需要を増大するので、心筋虚血による要素を完全には否定できない。運動負荷

によるT波陽性化時に心筋シンチグラフィを施行し、局所の心筋 up-take の減少は観察されなかったが、び漫性の心筋虚血によりT波が陽性化した可能性もありうるからである。

結 語

運動負荷による陰性T波の陽性化は、虚血性心疾患においては、多くの場合同時にST部分の変化を伴っており、心筋虚血の増強による可能性が大きい。一方非虚血性心疾患においては交感神経緊張の関与が大きいと思われる。

文 献

- 1) Maseric, A., et al. : Am. J. Cardiol. 42 : 1019, 1978.
- 2) Noble, R. J., et al. : Arch. Intern. Med. 136 : 391, 1976.
- 3) Haiat, R., et al. : Am. Heart. J. 94 : 390, 1977.
- 4) Guazzi, M. D., et al. : Angiology 29 : 617, 1978.
- 5) Daoud, F. S., et al. : Am. J. Cardiol. 30 : 810, 1972.
- 6) Kuo, C. S., et al. : Am. J. Cardiol. 38 : 170, 1976.
- 7) 倉持衛夫, 他 : 日本臨床 38 : 3120, 1980.

運動負荷時のECGの変化の諸問題

体表面電位図を用いた虚血性心疾患の研究

一トレッドミル運動負荷によるT波変動について一

渡 辺 佳 彦* . 久 保 田 功*
立 木 楷* . 安 井 昭 二*

はじめに

運動負荷心電図が虚血性心疾患の診断に有用であることは広く認められているが、従来の研究の多くは主としてST部の変化を扱ったものであり¹⁾、T波の変動の意義²⁾については、まだ明らかでない点が多い。今回、我々は、虚血性心疾患における運動負荷時のT

波変動に注目した。その臨床的意義を知る目的で、体表面上の87誘導点から、多段階treadmill負荷前後で心電図を同時記録し、そのT波所見と左室造影および冠動脈造影所見との対比を行った。

I 対象および方法

対象は冠動脈疾患々者男性31名(平均年齢55歳)で

あり, 正常対照として健常男子12名 (平均年齢35歳) を選んだ. 冠動脈疾患々者31名を, 左室造影所見により, 前壁に asynergy (AHA による akinesis 及び dyskinesis) を有する6例, 下壁に asynergy を有する6例, 及び asynergy を認めないが冠動脈に有意の病変 (Pujadas⁴⁾ による評価に基づく) を有する no-asynergy 群19例に分類した.

運動負荷法は Sheffield 変法にしたがった, sub-maximal treadmill 負荷とし, end-point は胸痛の出現, 3 mm 以上の ST 上昇または降下, target heart rate など従来の規準によった. 体表面電位図は, 山田らの方法により, 87誘導点から中日電子製 HPM-5100システムを用いて, 負荷直前および負荷終了後1分30秒の2回記録した.

データ処理は次のごとく施行した. T波が単相性で陽性および陰性の場合, その peak 値を, 2相性の場合はその算術和をもって, 各誘導点のT波電位とした. isopotential line は0.1 mV 間隔で引き, T map を作成した. さらに, 負荷前を基準とした負荷後の T map の変化を T difference map として表現し

た. T difference map において, 最大値が最小値の絶対値より大きいものを陽性型 (Tp), 小さいものを陰性型 (Tn) とした. 負荷によりT波の増高が優勢な場合は Tp 型, 反対にT波の減高ないし除転がみられる場合は Tn 型を示すことになる.

冠動脈病変の評価法は, 内腔の狭窄の程度と長さを考慮した Pujadas の評価法にしたがい, 主要冠動脈4枝 (右冠動脈, 左冠動脈前下行枝, 左回旋枝, 左冠動脈主幹部) に, 正常から完全閉塞まで0~5の grade を与え, これら主要4枝の grade の和を Σ grade とし, 冠動脈病変を表わす指標とした (coronary score).

II 結 果

1. 正常対照12例の T map は, 負荷前後とも, 左前胸部に極大が存在し, その上方では isopotential line が密であり, その下方では疎であり, 正領域は前胸部および左右下方に広く存在した.

T difference map では, Tp 型9例, Tn 型3例であり, Tp 型を多く認めた.

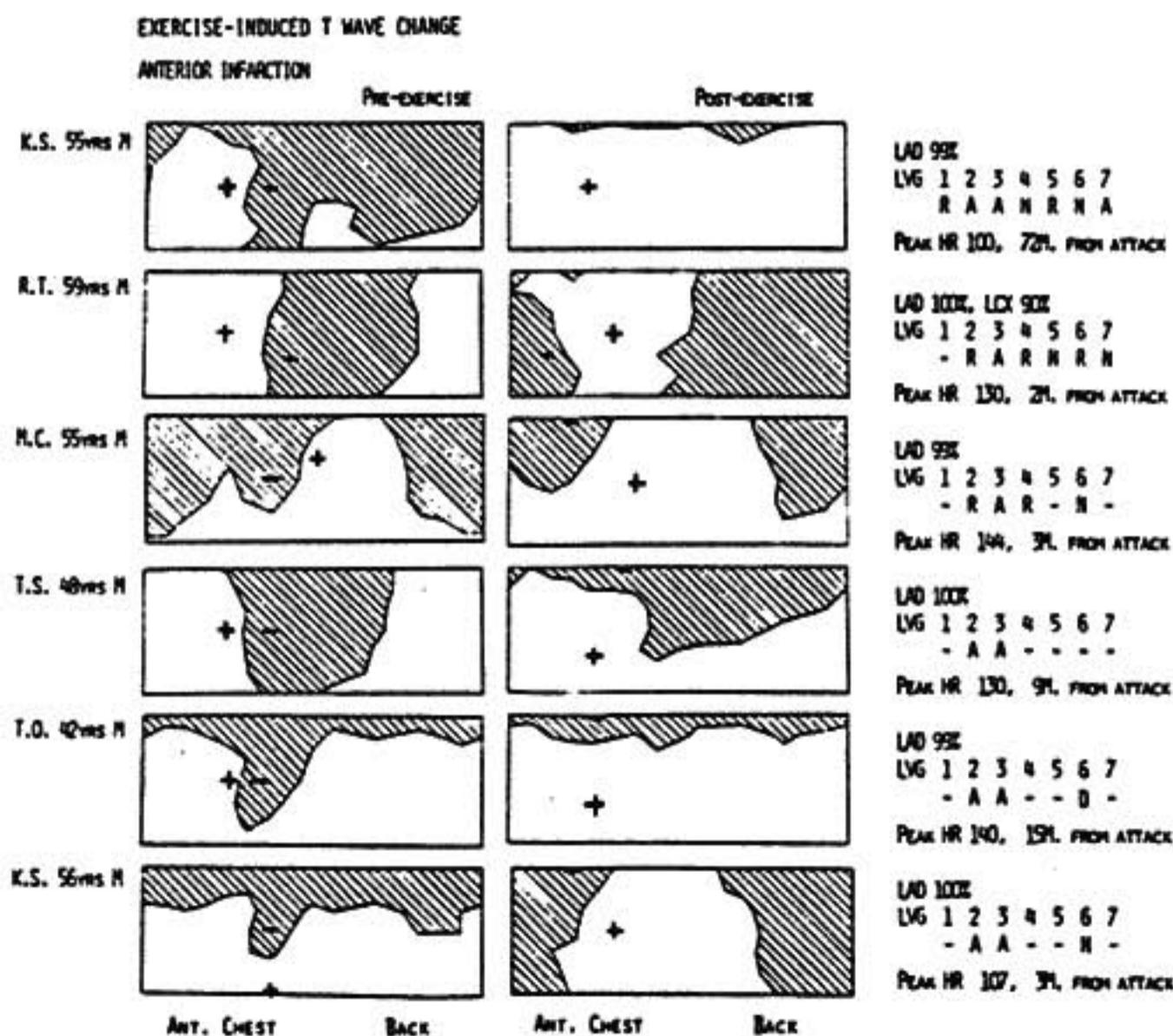


図1 前壁 asynergy 群の運動負荷前後の T map
前胸部における陽性領域の拡大を認める.

2-a. Anterior asynergy 群6例の負荷前後の T map を図1に示す. 全例において, 負荷後, Tの増高を認め陽性領域が拡大する. 図2に代表的な1例として症例 K.S.の負荷前後の T map 及び T difference map を示す. 負荷前, 前胸部に極小をもつ負領域が存在するが, 負荷後同部位に極大をもつ正領域が出現する.

2-b. Inferior asynergy 群の負荷前後の T map は, 負荷後前胸部下方に正領域の面積が増大する傾向を示すが, その極大値は減少するものが多い. したがって, T difference map では, Tn 型4例, Tp 型2例となった. Tp 型は dyskinesis の部位に一致して極大が出現するようである.

症例 S. I. : Segment 3 に dyskinesis, segment 4, 5 に akinesis を有する. 負荷後, 前胸部下方の正領域の増加を示し, T difference map では下方に極大をもつ Tp 型を示した (図3 a).

症例 K. U. : Segment 5 が akinesis を示し, RCA に grade 4 の狭窄がある. T map では負荷後下方に負領域が出現する. T difference map では背部の極大の出現と, 前胸部での広い負領域の出現を認める.

EXERCISE-INDUCED T WAVE CHANGE
K.S. 56yrs. MALE ANTERIOR ASYNERGY

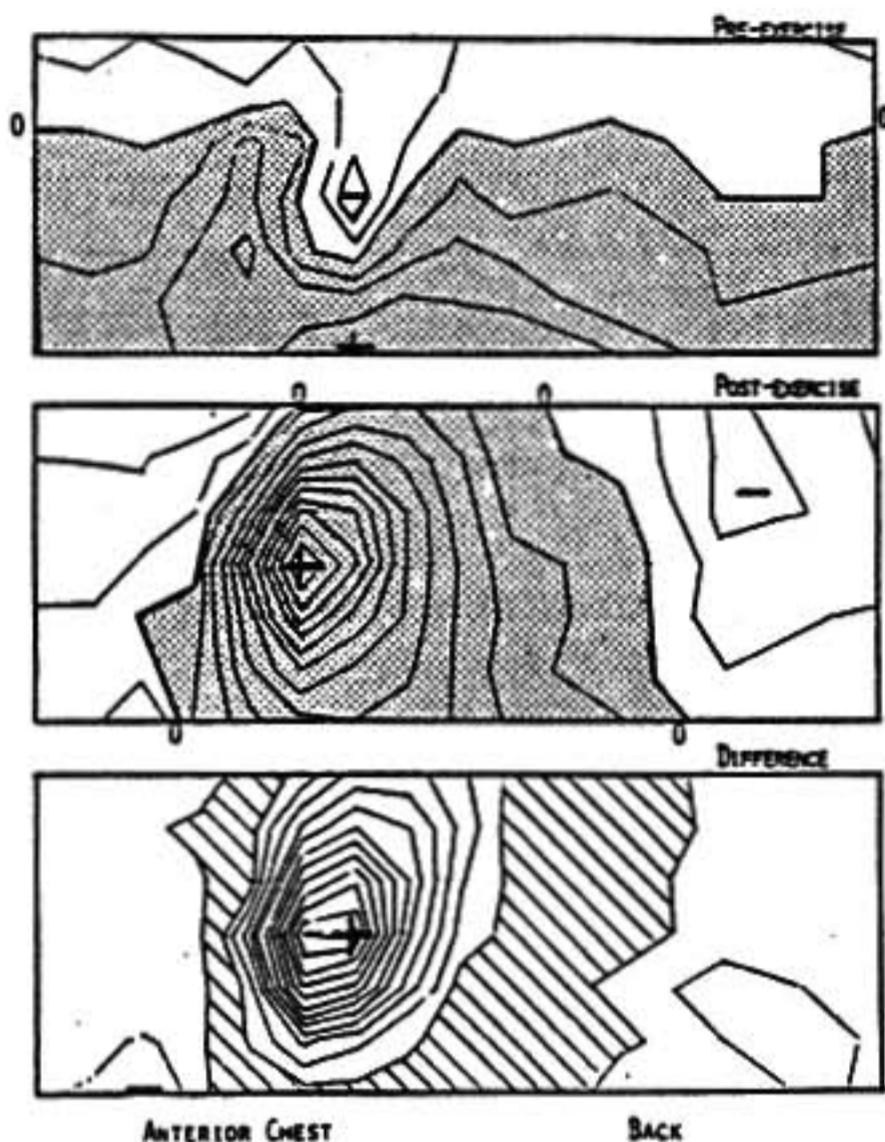
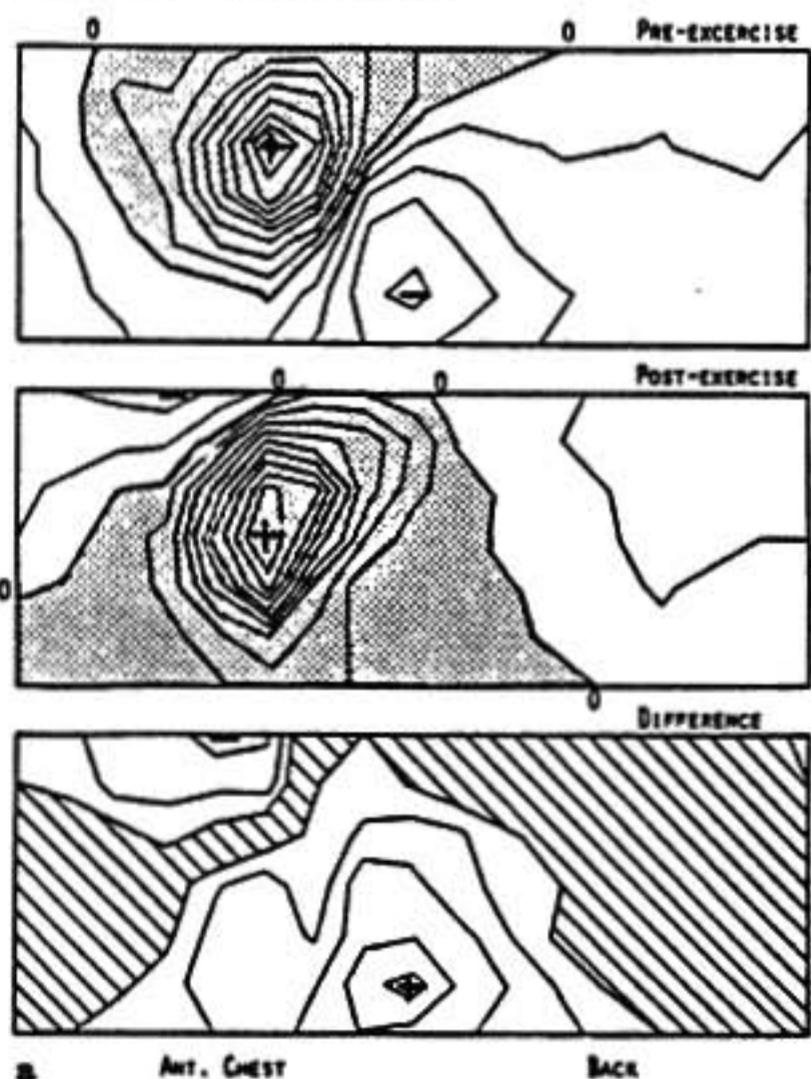


図2 前壁 asynergy 例の T map 及び T difference map

EXERCISE-INDUCED T WAVE CHANGE
S.I. 53 YRS INFERIOR ASYNERGY



K.U. 52y. Inferior Asynergy T MAP

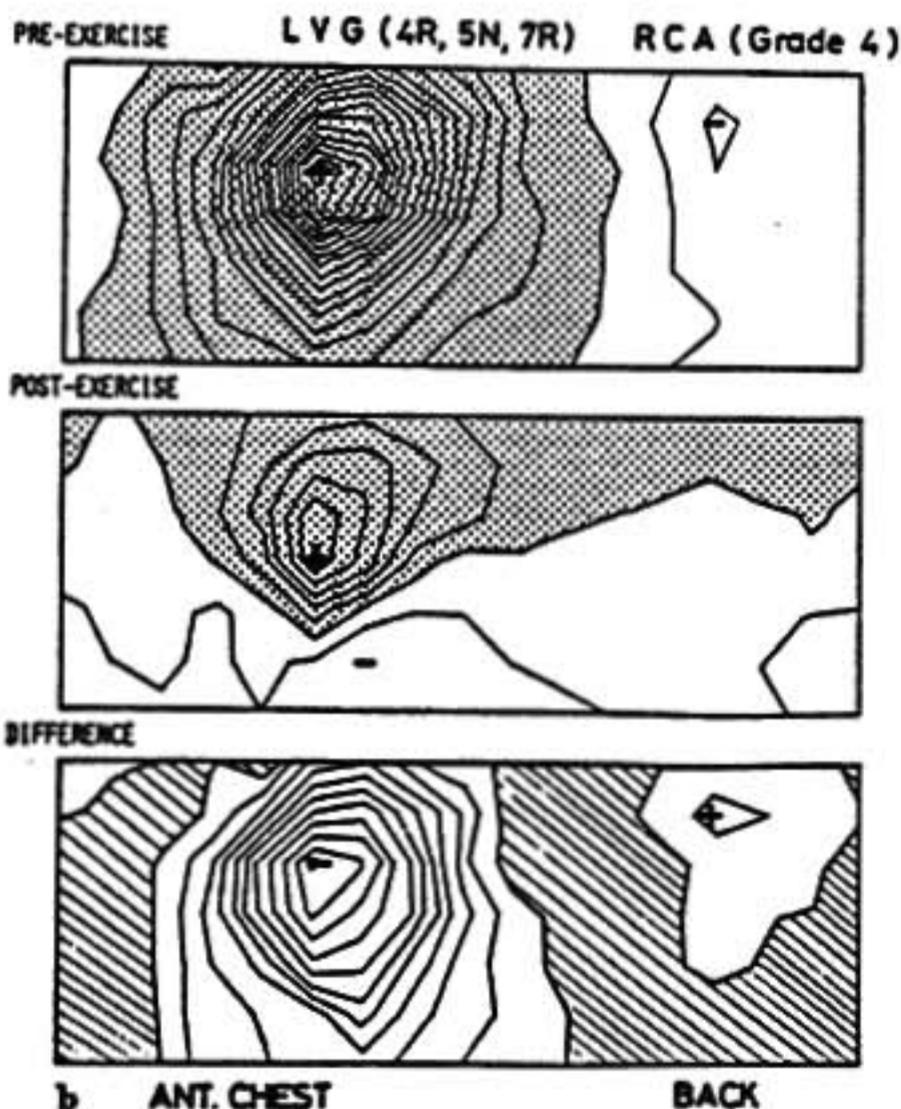


図3 下壁 asynergy 群の運動負荷前後の T map 及び T difference map

症例により T difference map で前胸部に Tp 型となるもの及び Tn 型になるものの両者がみられる.

後壁の asynergy が前胸部での負領域を強調した可能性が高い (図 3 b).

2-c. Asynergy 群の Σ grade と T difference map との関連を図 4 に示す. 前壁 asynergy 群では全例 Tp 型となり, inferior asynergy 群では Tp 型 2 例, Tn 型 4 例となった. いずれも asynergy 部位に一致して T 波の増高を認めた. 前胸壁での T の減高した例は, 後壁に asynergy が存在した. なお, coronary score (Σ grade) は, 両群間に差を認めなかった.

3-a. No-asynergy 群 19 例の内訳は, 3 枝病変 2 例, 2 枝病変 3 例, 1 枝病変 14 例であった.

症例 A.S.: LAD grade 4 の症例であり, 負荷後 T 波が前胸部で減高して T difference map において Tn 型となった (図 5 a).

症例 H.H.: RCA grade 4 の症例であり, 負荷後, 前胸部における T 波が増高して Tp 型となった (図 5 b).

3-b. T difference map の型と Σ grade との関連を図 6 に示す. Σ grade の mean \pm SEM は Tp 型では 4.0 ± 0.26 , Tn 型では 7.0 ± 1.07 で両群間に有意差 ($p < 0.05$) を認めた.

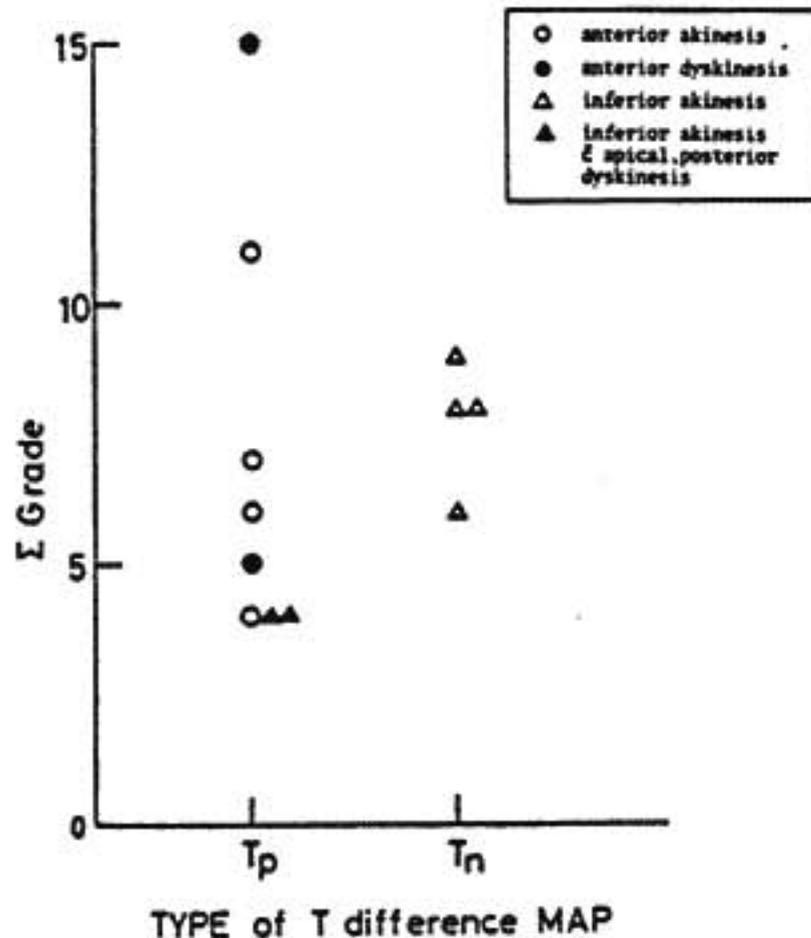


図 4 Asynergy 群の T difference map の型と Σ grade との関係

Tp 型の内訳は RCA 病変 7 例, LAD 病変 2 例の 1 枝病変例で, Tn 型の内訳は 2 枝病変以上 5 例, RCA 病変 3 例, LAD 病変 1 例, LCX 病変 1 例であった.

Tn 型では一般に重症例が多く認められた.

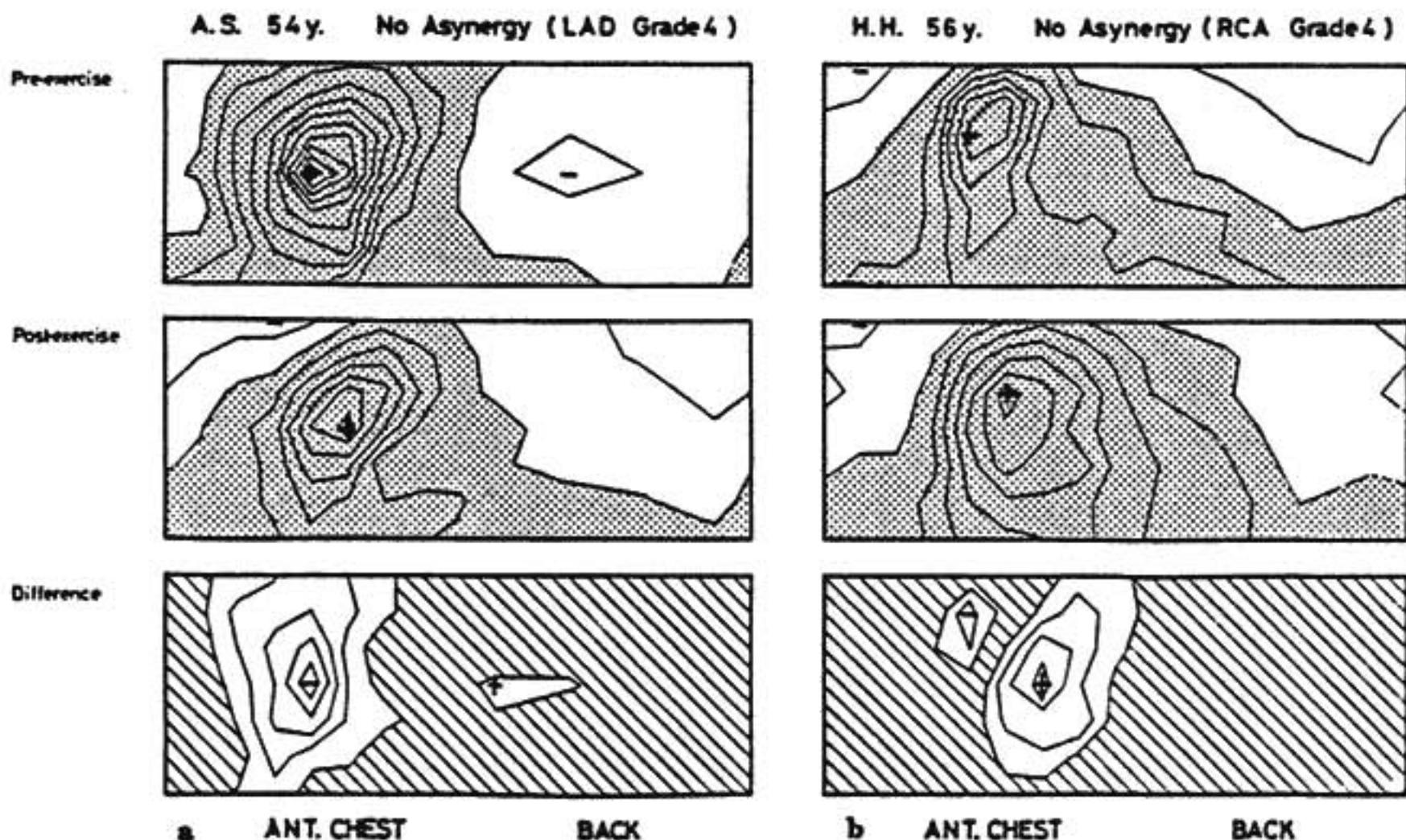


図 5 No-asynergy 群の T difference map
陽性型と陰性型がみられた.

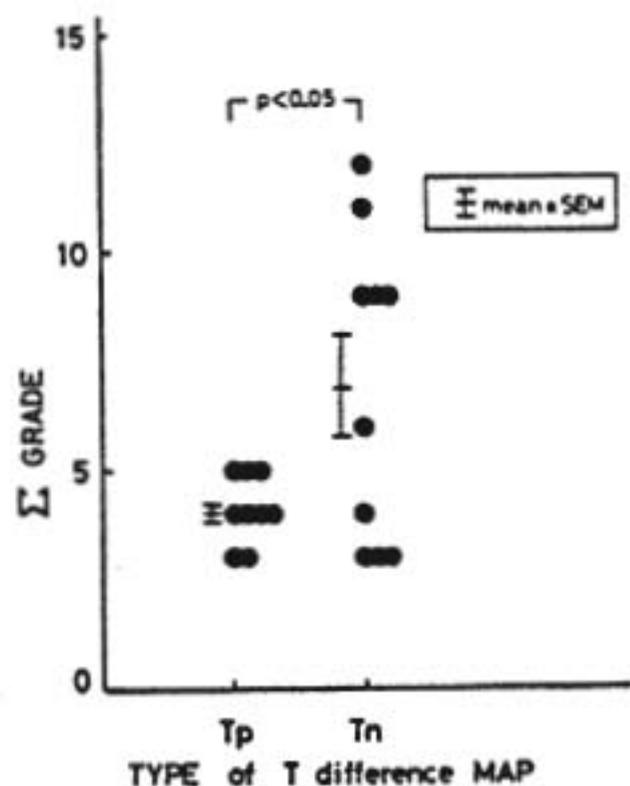


図6 No-asynergy 群の T difference map の型と Σ grade との関係

Tn 型の方がより重症であった。

III 考 案

運動負荷T波の診断的意義については、ベクトル心電図を中心とした、村山ら⁹⁾の報告があるが、体表面心臓電位図による検討は意外に少ない。ベクトル心電図では、狭心症例の予後を示す指標として、T環の長径と幅との比率がとりあげられている。すなわち、T環が丸くなるという所見が、その方向の変化より予後推定の重要な因子であるとされている。この所見は、map 上ではT波の前胸壁における減高として表現されていると考えられる。多枝病変例でTn型となったのは同様の意義をもつものと思われる。一方、心筋梗塞例、特に前壁梗塞例では例外なくTp型となり、akinesis と dyskinesis による差はみられなかった。その原因については、今後の検討が必要と考えられる。また、冠動脈病変部位をT difference map のみから推測するのは困難と思われるが、Tn型は重症例と考

えてよいようである。ST 偏位との関連は、asynergy 群ではST上昇とTp型とはよく一致したが、no-asynergy 群では、ST上昇例はなく、Tp型9例中ST低下7例、ST不変2例、Tn型10例中ST低下8例、ST不変2例で、両者間に差はみられなかった。しかし、ST低下の強い例はTn型となる傾向にあった。

結 論

- 1) 正常例では大部分がTp型となる。
- 2) Asynergy 存在例ではその部位でTが増高しTp型となる。
- 3) No-asynergy ではTp型よりTn型がより重症である。
- 4) No-asynergy 群で、高度のST低下例はTn型を示した。

文 献

- 1) Chahine, R. A., Raizner, A. E., Ishimori, T.: The clinical significance of exercise induced S-T segment elevation. *Circulation* 54: 209, 1976.
- 2) Holland, R. P., Brooks, H.: TQ-ST segment mapping: Critical review and analysis of current concepts. *Am. J. Cardiol.* 40: 110, 1977.
- 3) Chou, T. C., Helm, R. A., Lach, R.: The significance of a wide TsE loop, *Circulation* 30: 400, 1964.
- 4) Pujadas, G.: *Coronary Angiography*, Mc Grow Hill Book Co, 1980.
- 5) Murayama, M., Harumi, K., Murao, S.: The significance of T-loop change in Frank's lead exercise electrocardiography. *Jpn. Heart J.* 17(2): 139, 1976.

運動負荷時のECGの変化の諸問題

運動負荷中の心電図の変化とその時の冠動脈及び左心室造影所見

松田 泰雄*・小川 宏*

内藤 秀敏*・尾崎 正治*

松崎 益徳*・久萬田 俊明*・楠川 禮造*

はじめに

運動負荷による心電図の変化と、安静時冠動脈及び左室造影所見との対比は、これまで数多くなされてきた。しかしながら安静時の冠動脈及び左室造影所見は、運動時と必ずしも同一所見を呈するとは言えない。冠動脈に関して言えば、最近、運動が冠動脈スパズムの引き金になっているという報告がある。また左室造影所見に関して、運動による虚血の状態いかんによって、その所見も変わってくるはずである。我々は運動中安静時と変わった冠動脈及び左室造影所見を呈した症例のいくつかを報告する。

I 方法

患者は、早朝、冠拡張剤、 β ブロッカー、及び心臓カテーテル検査のための前投薬ぬきの状態にて、カテーテル検査を施行した。選択的冠動脈造影は、ソーンズの方法にて行った。左室造影は右前斜位30度にて得られた。運動負荷は、50ワットを最初の負荷量とし、3分ごとに25ワットずつ増加させ、自転車エルゴメーターによる多段階運動負荷法にて行った。

II 症例

症例1: N. Y. 48才, 男性 (図1)。

7ヵ月間、特に早朝安静時に起る狭心痛のために入院。特に入院前2ヵ月間は、この発作は、同時に労作時においても見られ

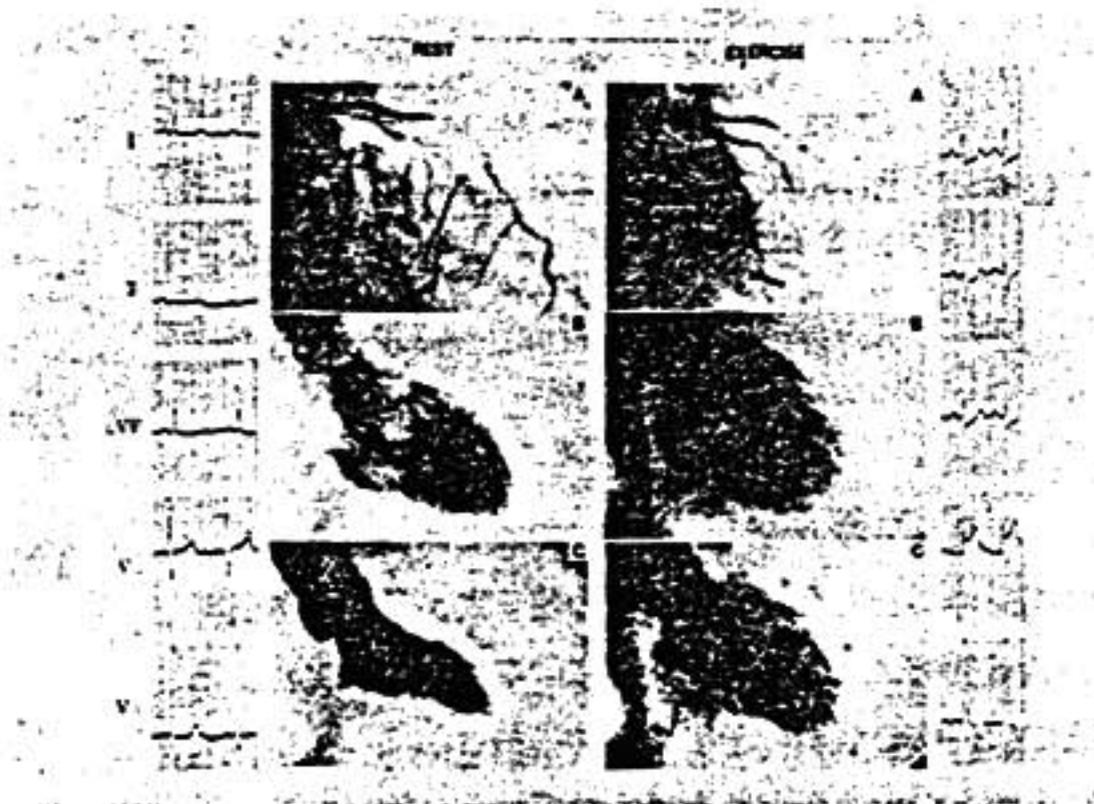


図1 症例1

安静時及び運動負荷時の心電図、左冠動脈造影(上段)、左心室造影拡張期(中段)及び収縮期(下段)。



図2 症例2

安静時及び運動負荷時の心電図、左冠動脈造影(上段)、左心室造影拡張期(中段)及び収縮期(下段)。

るようになった。安静時の心電図は左室肥大の所見が認められた。50ワット3分の運動負荷は、胸痛及び心電図にて胸部誘導で著明なSTの上昇を引きおこした。安静時冠動脈造影では、左右冠動脈に特に有意な狭窄はなく、また左室造影所見も正常であった。運動負荷中の冠動脈造影所見では、左前下行枝に95%以上の狭窄が見られ、その時の左室造影では前壁心尖部のDyskinesisが認められた。

症例2：A. Y. 58才，男性 (図2)。

4カ月にわたって安静時、及び早朝労作による胸痛を訴えてきた。安静時の心電図は正常。運動負荷30ワット3分、さらに75ワット3分にて、胸痛とともに、胸部誘導に著明なSTの上昇を認めた。安静時の冠動脈造影所見は、左右冠動脈に特に著明な狭窄は認められず、また左室造影所見も正常であった。運動負荷により、左前下行枝は、95%以上の狭窄を起し、左室造影ではその支配領域の前壁心尖部にAkinesisを呈した。

症例3：M. O. 59才，男性 (図3)。

3カ月前、労作による胸痛のため入院。入院後、早朝安静時に胸痛をきたすようになった。安静時の心電図は特に異常所見は認められなかった。50ワット3分、さらに75ワット3分の運動負荷により、胸痛及び胸部誘導のST下降を呈した。安静時の冠動脈造影では、左前下行枝の起始部に90%の狭窄が認められた。運動負荷によりこの前下行枝の狭窄部位は完全閉塞をきたした。同時に安静時左室造影にてHypokinesisであった前壁心尖部はこの負荷によりAkinesisとなった。

症例4：T. O. 64才，男性 (図4)。

13年の長期にわたって、労作及び精神的ストレスにより胸痛をきたし、特にここ最近、その頻度が増したため入院。安静時の心電図では特に異常は認められなかったが、50ワット3分、さらに75ワット3分の運動負荷により、胸痛、及び胸部誘導に著明なSTの下降を呈した。安静時の冠動脈造影所見は、右冠動脈に90%の狭窄、左前下行枝に、びまん性に中等度の狭窄、回旋枝に90%の狭窄を呈した。運動により右冠動脈及び回旋枝の狭窄部位は95%以上の狭窄となっ

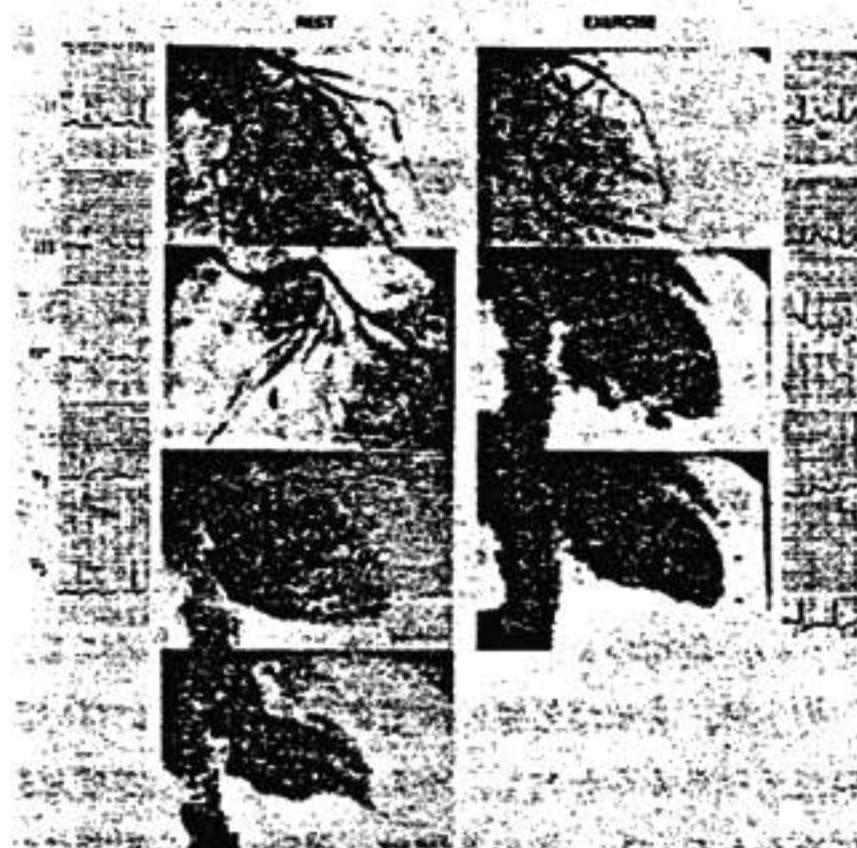


図3 症例3

安静時及び運動負荷時の心電図、左冠動脈造影 (上段)、左心室造影拡張期 (中段) 及び収縮期 (下段)、安静時左冠動脈造影は上から RAO, LAO, Cranial.



図4 症例4

安静時及び運動負荷時の心電図、左冠動脈造影 (上段)、左心室造影拡張期 (中段) 及び収縮期 (下段)。

た。また左室造影所見は、運動負荷により下壁の壁運動の一層の悪化を呈した。

Ⅲ 考 按

近年, 冠動脈造影にて, 運動によりひきおこされた狭心痛時, 冠動脈スパズムをとらえた報告がある. 秦江ら¹⁾は, 運動中 ST の下降を伴った冠動脈スパズムの4例中3例に有意な器質的狭窄を, また ST の上昇を伴った冠動脈スパズムの3例中2例に有意な狭窄を認めたことを報告している. Specchia ら²⁾は, 運動により, ST の上昇と冠動脈のスパズムをみた4例中2例に有意な器質的狭窄を認めている. Fuller ら³⁾は有意な器質的狭窄のない例で, 運動負荷が ST の上昇と冠動脈スパズムをきたした2例を報告している.

我々の, 最初の2例は, 運動負荷中, 心電図にて, ST の上昇, 著明な器質的病変の認められていない冠動脈はスパズムをきたし, その支配領域の左室壁運動の異常をきたした. 次の2例は, 運動中, 心電図にて, ST の下降, 著明な器質的病変を持ったところの箇所はスパズムをきたし, その支配領域の左室壁運動の悪化を認めた.

運動負荷による狭心痛, 心電図の変化, そして冠動脈のスパズムの有無の関係に関しては依然として残された問題は多いが, 少なくとも冠動脈スパズムが狭心症の大きな誘因となっていることは否定できない. これ等を明らかにするためには運動負荷冠動脈造影は重要な手段と思われる.

結 語

運動負荷中の心電図の変化と, その時の冠動脈及び左室造影所見が, 安静時のそれ等とは異なった所見を呈した症例を報告した.

文 献

- 1) Yasue, H., Omote, S., Takizawa, A., Nagao, M., Miwa, K., Tanaka, S. : Exertional angina pectoris caused by coronary artery spasm : Effects of various drugs. *Am. J. Cardiol.* 43 : 647, 1979.
- 2) Yasue, H., Omote, S., Takizawa, A., Nagao, M., Miwa, K., Tanaka, S. : Circadian variation of exercise capacity in patients with Prinzmetal's variant angina : Role of exercise-induced coronary artery spasm. *Circulation* 59 : 938, 1979.
- 3) Specchia, G., De Servi, S., Falcone, C., et al. : Coronary artery spasm as a cause of exercise-induced ST-segment elevation in patients with variant angina. *Circulation* 59 : 948, 1979.
- 4) Fuller, C. M., Raizner, A. Z., Chanine, R. A., et al. : Exercise-induced coronary arterial spasm : Angiographic demonstration, documentation of ischemia by myocardial scintigraphy and results of pharmacologic intervention. *Am. J. Cardiol.* 46 : 500, 1980.

運動負荷時の ECG の変化の諸問題

トレッドミル最大負荷試験における不整脈について

—特にホルタモニターと対比して—

田 村 康 二*

はじめに

トレッドミル最大運動負荷試験により, 運動に伴って発生する不整脈について検討した. さらに同一患者

について, このトレッドミル試験(以下ト試験)の不整脈とホルタモニター法(以下ホルター), で検出された, 日常生活での負荷に伴い発生した不整脈について対比して, 不整脈検出のための両法の意義について

* 山梨医科大学 第二内科

検討した。

I 方 法

ト試験は Ellestad の protocol にしたがって、既報¹⁾のごとくに施行した。すなわちトレッドミルは10%の勾配で次第に加速度を与え、毎時 8 km の速度まで10分間連続して歩行させ、運動中止後は8分まで観察した。心電図は胸部双極2誘導で連続して記録し、不整脈は各時点における最大の変化をとった。

ホルタモニタリングは、アピオニクス社の装置で胸部双極2誘導を用い、解析には本法に特に熟練した医者が施行した。

II 結 果

まず健康人のト試験に伴って発生した不整脈を示す(表1)。

平均29.5才の若年群並びに平均48.5才の中年群、ともに最大心拍数は平均毎分160拍に達し、不整脈では両群とも心室性期外収縮が、少数の例で認められたのみであった。次にト試験を施行したのと同じ健康人に、ホルターを施行して比較してみた。記録された最大心拍数は平均毎分130から120拍で、試験での心拍数よりも少ない値であった。不整脈では若年群では上室性期外収縮が全症例の80%、心室期外収縮50%、洞徐脈55%などが認められた。さらに接合部調律、ブロックなども認められ、中年群でも同様に上室性期外収縮46%、洞徐脈42%などの変化が認められた。この研究

の対象としたト試験を施行した914例の内訳は狭心症208例、陳旧性心筋梗塞症111例、不整脈50例、その他の心疾患645例であった。これらの例で得た成績を表2で示す。

まず control 時期、すなわち運動負荷前の安静時のみに不整脈を認めたのは、914例中単源性心室性期外収縮が3例、接合部期外収縮が2例、心房性期外収縮5例の計10例と、きわめてわずかであった。

次に control 時期から引き続いて、運動中にも不整脈が認められた例は、心室性期外収縮6例、接合部期外収縮1例、計7例とやはり少なかった。さらに control の時期は不整脈はなくて、運動中のみに不整脈を認めたのは、心室性期外収縮20例、心室頻拍1例、心房性期外収縮14例、心房細動1例、運動負荷に伴って頻脈にならない適当な徐脈の4例等計40例に変化を認めた。

運動中止後の recovery の時期にのみ不整脈を認めたのは、心室期外収縮の単元性のもの48例、多元性心室性期外収縮1例、並びに心室性2段脈の6例、計55例であった。これらのト試験に伴って生じた不整脈のすべてをまとめても、心室性期外収縮77例、心房性期外収縮19例が主な不整脈であった。しかも、あらわれた不整脈のすべてを合計しても112例で、全体914例のわずか12%にしかすぎなかった。

これらの不整脈は当然のことながら前にのべた健康人における変化よりも著しい変化ではあった。しかし逆に、予想されるほどの変化を示したものではなかつ

表1 Occurrence of arrhythmia in physically normal persons in treadmill test and Holter monitoring

| | Treadmill Test | | Holter Monitoring | |
|------------------------------|----------------|------------|-------------------|------------|
| | Young age | Middle age | Young age | Middle age |
| No. of patients | 20 | 24 | 20 | 26 |
| Age (yr) | 29.5 | 48.5 | 30.0 | 44.1 |
| Max. heart rate (beats/min.) | 160.1 | 158.0 | 132 | 121 |
| Supravent. premature beat | | | 16 (80%) | 12 (46%) |
| Paroxysmal atrial tachy. | | | 0 | 1 |
| Junctional rhythm | | | 1 | 0 |
| Vent. premature beat | 2 | 1 | 10 (50%) | 6 |
| Sinus bradycardia (50) | | | 11 (55%) | 11 (42%) |
| Sinus arrest | | | 1 | 1 |
| Sinoatrial block | | | 2 | 1 |
| Atriovent. block | | | 1 | 0 |

表2 Occurrence of arrhythmia by treadmill exercise test performed in 914 cases

| | Control | | Exercise | | Total |
|----------------------------|--------------|----------|---------------|---------------|-------|
| | Control only | Exercise | Exercise only | Recovery only | |
| Ventricular premature beat | 3 | 6 | 20 | 48 | 77 |
| unifocal | | | | 1 | |
| multifocal | | | | 6 | |
| bigeminy | | | | 1 | |
| vent. tachy. | 2 | 1 | 14 | 1 | 3 |
| Junctional | | | | 3 | |
| Atrial premature beat | 5 | | 1 | 14 | 19 |
| atrial fibrillation | | | | 1 | |
| Bradycardia, inappropriate | | | | 4 | |
| All tests | 10 | 7 | 40 | 55 | 112 |

表3 Cases of termination of treadmill test (No.=No. of patients)

| | 1. Completion of the protocol | 2. Over predicted max. heart rate | 3. Fatigue | 4. Dyspnea | 5. Faintness | 6. Leg pain | 7. Chest pain | 8. Onset of arrhythmia | 9. ST segment abnormalities | 10. Progressive hypotension & bradycardia | 11. Extreme elevation in syst. & diast. |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------|------------|--------------|-------------|---------------|------------------------|-----------------------------|---|---|
| Angina pectoris (213) | 73 | 2 | 20 | 10 | 0 | 7 | 57 | 1 | 39 | 2 | 2 |
| Myocardial infarction (93) | 29 | 2 | 10 | 10 | 0 | 4 | 13 | 1 | 24 | 0 | 0 |
| Arrhythmia (29) | 16 | 1 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Others (173) | 105 | 2 | 20 | 9 | 0 | 4 | 5 | 2 | 19 | 0 | 7 |
| Total (509 cases) | 223 | 7 | 54 | 33 | 0 | 15 | 75 | 7 | 82 | 3 | 9 |

表4 Time of termination of test due to arrhythmia (No.=No. of patients)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (min.) |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------|
| Angina pectoris | | | | | | | | | 1 | |
| Myocardial infarction | | | | | 1 | | | | | |
| Arrhythmia | 1 | | | | 1 | | | | 1 | |
| Others | | | | | | | 2 | | | |

た。

そこで、その理由を次に検討してみた(表3)。

まず試験の終了、あるいは中止の原因を、各疾患別に比較してみた。各疾患別では protocol の終了したパーセントは30~60%で、平均40%であった。protocol の途中で中止した例のうち、予測最大心拍数を越えたのは、いずれの疾患例でも少なかった。次に重篤な不整脈で中止した例は少なかった。さらに低血圧あ

るいは徐脈で中止した例は少なかった。

不整脈のために運動負荷を中止した時間は少数例であったが、表4のように、運動の持続時間とは一定した関係は認められなかった。

脈に関する以外の中止理由では、ST 部分の異常が平均37%、胸痛は平均15%、全身の疲労、息切れ及び下肢の痛みによる例が20%であった。これらが protocol の途中で運動中止の主な理由であった。

表5 Comparison of the ability to detect arrhythmia by treadmill exercise test and Holter monitoring in a same patient

| | Treadmill Test | Holter Monitoring |
|------------------------------|----------------|-------------------|
| Maximal heart rate | 131.0 | 110.2 |
| Atrial premature beat | 5 (14%) | 20 (57%) |
| Paroxysmal supravent. tachy. | | 8 (23%) |
| Atrial fibrillation | | 3 |
| AV junctional premature beat | | 4 |
| Vent. premature beat | 3 | 19 (54%) |
| Sinoatrial block | | 1 |

(No. = No. of Cases)

ト試験とホルターとを、同一時間ではないが、相前後した、ほぼ同じと思われる状態で記録できた症例のうち、冠動脈造影所見上50%以上の冠動脈狭窄を認められた35例を選んで、両者の不整脈の検出の差異について対比して検討してみた(表5)。ト試験では、達し得た最大心拍数は平均131拍であった。そしてその試験では、心房性期外収縮は5例、すなわち全体の14%、心室性期外収縮は3例にのみ認められた。ところが一方のホルターでは、記録された最大心拍数は平均毎分110拍で、心房性期外収縮20例、全体の57%で、突発性頻拍8例23%、心房細動3例、房室接合部早期収縮4例で、心室性期外収縮は19例54%に認められた。

Ⅲ 考按並びにまとめ

以上の成績は、まずト試験で、運動に伴う不整脈が誘発される例は少ないことを示した。

このことは、ト試験では不整脈が誘発されることは

むしろむしろかしく、仮に誘発されたとしたら、あるいは予後判定上では重症な例かもしれないと思った³⁾。またこのことは逆に、ト試験では不整脈の点からは比較的安全な試験であると思われた。ホルターでは、ト試験よりも同一人で明らかにより頻回に、より日常生活での負荷に伴う多種類の不整脈が検出された³⁾。したがって、不整脈の検出には、ホルターは当然すぐれていると思われる。しかし、検出された不整脈の予後判定上でのト試験と対比させての意義については、さらに検討する必要があると考えている。

文 献

- 1) Tamura, K., Ozawa, T. and Murooka, H. : Near maximal" exercise test by treadmill for evaluation of cardiac function. *Jpn. Circul. J.* 43 : 171, 1979.
- 2) 田村康二, 小沢武文, 相沢一徳, 吉崎哲也, 草間洋 : ST 変化検出に対する Holter モニター法とトレッドミル運動負荷試験法の比較について. *循環器科* 8 : 138, 1980.
- 3) Ivanova, L. A., Mazur, N. A., Smirnova, T. M., Sumarokov, A. B., Nazarenko, V. A., Svet, E. A. : Electrocardiographic exercise testing and ambulatory monitoring to identify patients with ischemic heart disease at high risk of sudden death-*Am. J. Cardiol.* 45 : 1132, 1980.
- 4) Djiane, P., Egge, A., Bory, M., et al. : Continuous electrocardiography in normal people (Fren)-*Arch. Mal. Coeur Vaiss.* 72(6) : 655, 1979.

運動負荷時心拍数増加反応による洞結節機能の検討

高橋正志^{*†}・傳 隆泰^{*}・山本真千子^{*}高橋宣光^{*}・加藤和三^{*}・小山晋太郎^{*}

はじめに

洞機能不全症候群患者(以下 SSS 患者)の運動負荷時心拍数増加が健常人に比較して少ない傾向にあることは知られているが¹⁾²⁾, それについて詳細な検討をした報告は少ない。今回我々は多段階トレッドミル負荷を用いて各 stage 毎の心拍数増加を検討し, それと従来の SSS 患者診断の指標を比較した。

I 対象と方法

安静時心電図で Ferrer の診断基準³⁾(但し心房細動は除く)を満たした SSS 患者20例と洞機能不全のない他疾患患者15例の患者群計35例, 及び30~76才の健常群137例の総計172例を対象とした。全例無投薬下で Bruce のプロトコル⁴⁾により疲労を終点としてトレッドミル負荷を行い各 stage 毎に終了直前の心拍数を求めた。患者群にはホルター式心電計を用いて原則として24時間以上の心電図記録を行い最大 PP 間隔(以下 maxPP)を求めた。また心房内電位を記録しながら30秒間毎分180拍までの高頻度心房刺激を行い, それによって誘発された最大 AA 間隔(以下 SRT max)を求めた。

II 結 果

(A) 健常群

健常者137例(30~76才)について運動を完了できた stage 数及び各 stage の心拍数をみると, 一般に若年者は運動できた stage 数が多くまたその最終 stage での心拍数も多く, 逆に高齢者は両者とも少なかった。また同一年令者では運動できた stage 数の少ない者程心拍数増加が早い傾向にあった。そこで健常群を10才毎の世代別及び運動可能な最終 stage 数別に分け, 各群について各 stage 毎に平均心拍数を

求めた。このようにして世代別かつ運動能力別に求めた健常群の運動中心拍数増加曲線を以下の患者群検討の基準として用いた。

(B) 他疾患患者群

他疾患患者群の maxPP は 1.23 ± 0.23 (平均±標準偏差)秒, SRTmax は 1.33 ± 0.22 秒あった(表1)。洞機能不全のないこれらの患者はトレッドミル負荷に際していずれも健常者同様なしそれ以上の心拍数増加を示し, 健常者平均を下回る例はなかった。図1に一例として40才代の健常群の平均心拍数曲線と他疾患患者の心拍数曲線を示す。

表 1

| | n | max PP (sec) | SRT max (sec) | Percentage of symptomatic pt. |
|----------|----|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| Control | 15 | 1.23 ± 0.23 | 1.33 ± 0.22 | |
| Type I | 8 | 1.87 ± 0.51 | 2.39 ± 0.90 | 63% (5/8) |
| Type II | 7 | 2.42 ± 0.98 | 3.79 ± 1.78 | 57% (4/7) |
| Type III | 5 | 4.06 ± 1.11 | 8.15 ± 2.01 | 80% (4/5) |

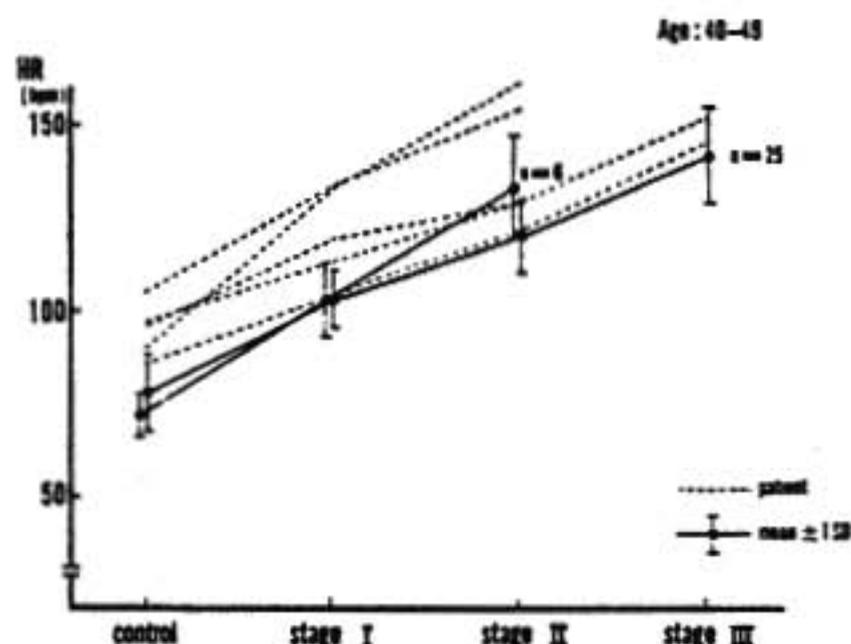


図1 他疾患患者の運動中心拍数(40~49才)

2本の実線はおのおの stage II 及び III まで運動できた健常群の平均心拍数, 点線は各患者の心拍数を示す。

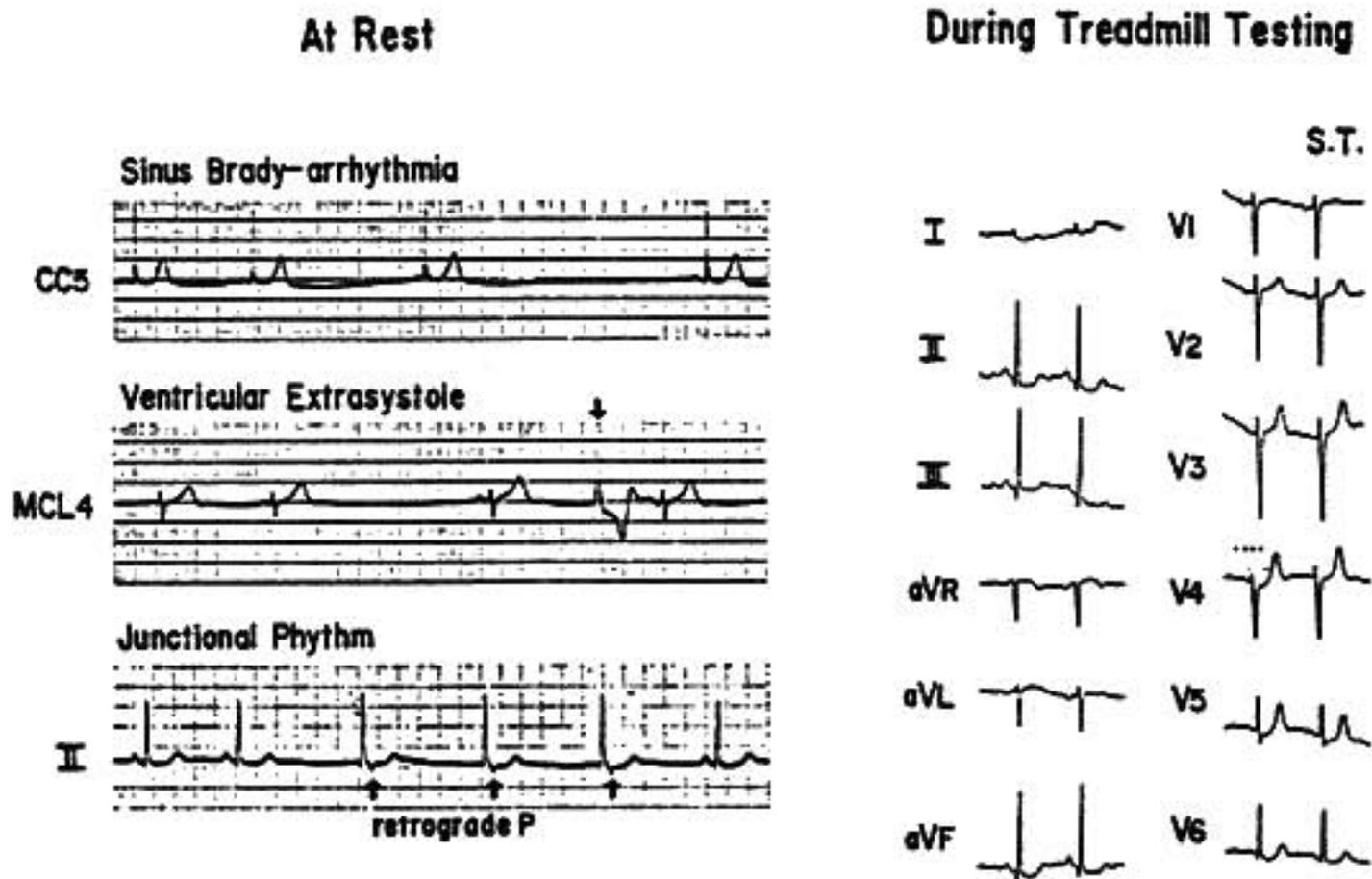


図2 SSS患者(55才, 女性)の安静時及び運動中心電図

(C) SSS 患者群

SSS 患者群のうちでも重症例では安静時に補充収縮が多発するものが多く, 運動負荷により洞結節機能の検討を行う場合その心拍数増加が洞調律によるものであるかどうか問題となる。図2に示す症例は安静時には洞不整・心室性期外収縮・補充収縮による逆行性心房興奮などの多彩な不整脈を呈したが運動開始後早期にそのP波形から洞調律と考えられる整脈に移行した。この他の症例も運動中早期に洞性整脈となる例が多く, 全例が運動終了までに洞性整脈となった。

SSS 患者の運動負荷時心拍数増加は世代別健常者平均を下回る傾向にあったものの分散が大きく, 症例数の多かった50代を例にとると図3のようになった。これらの SSS 患者を各例毎に同世代の健常者平均と比較すると以下の3つのタイプに分類できた。タイプ I: 運動前及び運動中の各 stage を通じて健常者と同様ないしそれ以上の心拍数を示す。タイプ II: 運動前及び運動当初は健常者より心拍数が少ないが, 徐々に増加し運動可能な最終 stage までに健常者平均に達する。タイプ III: 運動前及び運動可能な最終 stage においても心拍数が健常者平均に至らない(図4)。50代以外の世代についても同世代健常群との比較で前記の3タイプに分けることができた。SSS 患者群をこのタイプ別に分け maxPP, SRTmax, 及び有症率(徐脈によると考えられる何らかの症状のある患者の割合)

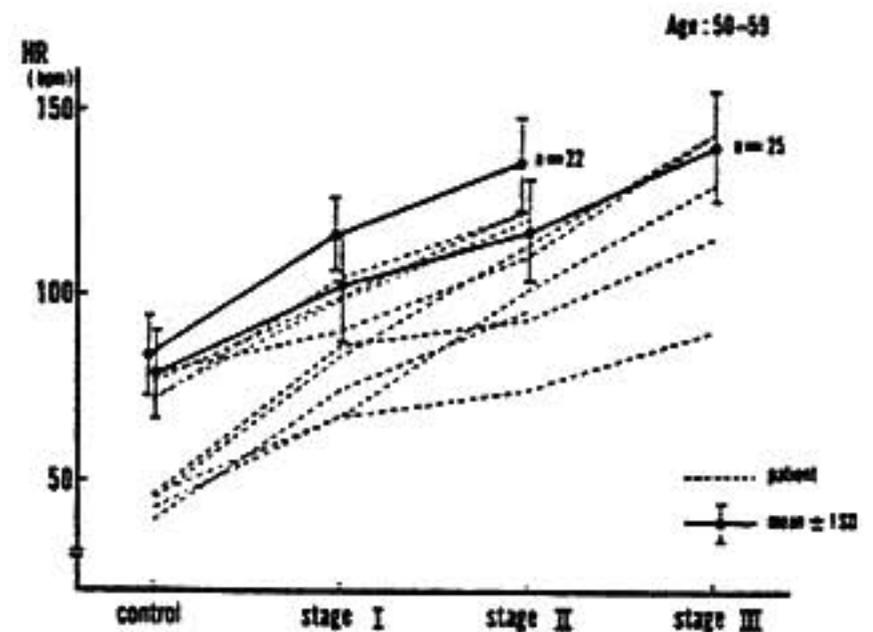


図3 SSS患者の運動中心拍数(50~59才)

を検討した(表1)。タイプ I とタイプ II を比較すると max PP, SRT max ともタイプ II がやや長い値を示したが有意な差とは言えなかった。一方タイプ III は maxPP, SRTmax とも他のタイプに対し有意 ($P < 0.005$) に長く症状も個々の例についてみると重症と考えられる例が多かった。なおタイプ III で無症状であった一例は11秒以上の心停止に際しても自覚症状がなく, 特異な症例であると考えられた。以上からタイプ III に属するものは重症例と考えられたが, タイプ II にも一部 maxPP, SRTmax の長い例が含まれており運動負荷により健常者同様の心拍数に達しうるため洞機能不全が軽度であると判定することはできなかった。なお本検討の運動負荷に際し, 運動停止後に著明な

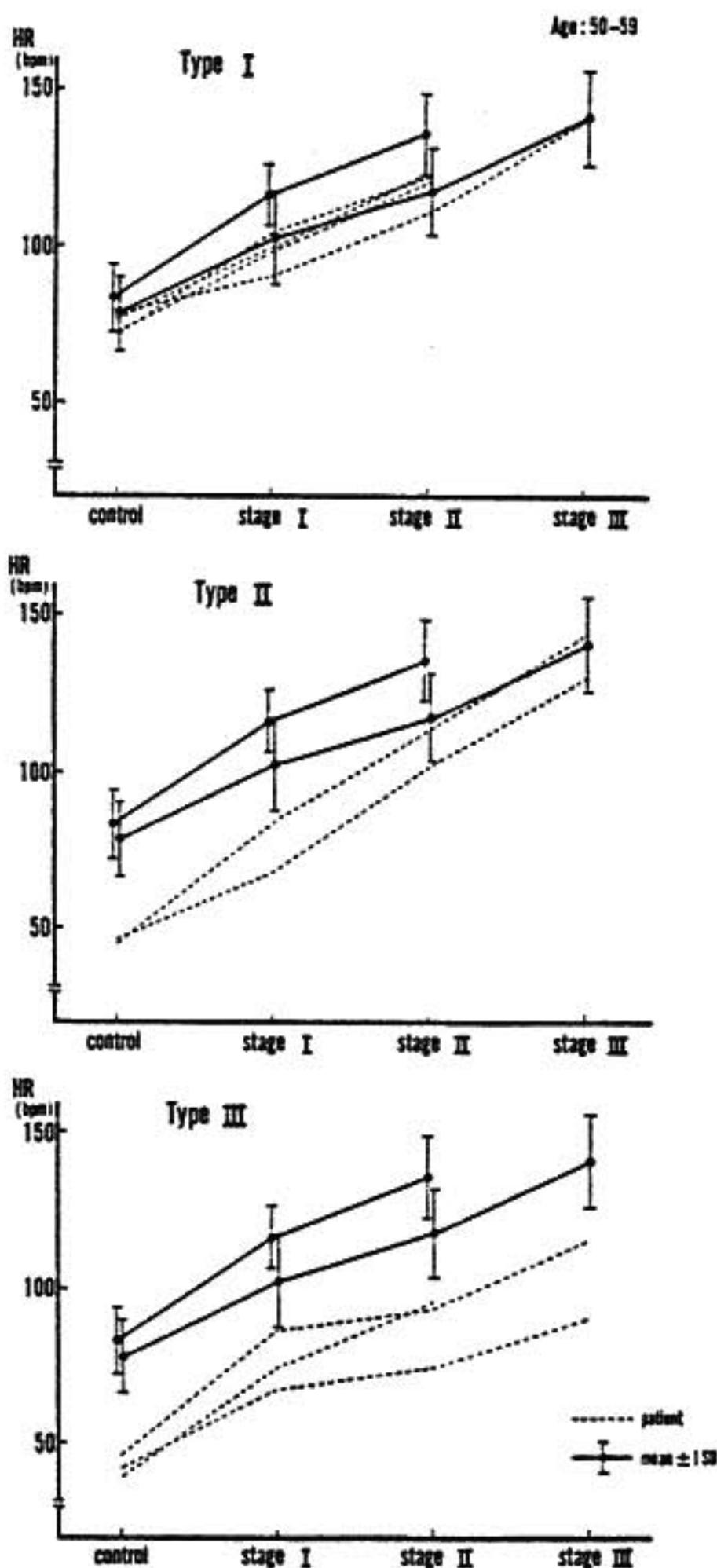


図4 SSS患者の心拍数増加反応の各タイプ (50~59才)

徐拍を呈した症例はなかった。

III 考 案

SSS患者の運動負荷について詳細な検討をした報告は少ないが、従来の報告ではSSS患者の運動負荷時心拍数増加を運動の終点のみで検討したものが多く、またそれらの結果にはSSS患者でも健常人と同等の

心拍数増加を認めるとするものと、健常人に比較すると少ないとするものがある²⁾。それらの文献による差の一部は検討した患者の重症度の違いによりもたらされられると思われたが、大半は心拍数が正常化したか否かを何を基準に判定したかによると考えられた。従来運動中の心拍数が一定値(例えば毎分100)に達すれば正常とされたりしたが運動量を無視して一律にそうすることは問題がある。そこで我々は多段階トレッドミル負荷により各stage毎に心拍数増加反応の検討を行い、患者群を同じ世代でしかも運動可能なstage数の等しい健常群と比較した。

洞機能不全のない他疾患群の心拍数増加は健常群と同等ないしそれ以上であった。この事は洞機能不全のない洞結節は運動負荷に際して必ずある程度以上の心拍数増加をする事を示すと考えられた。我々の検討したSSS患者は運動中全例が洞調律化した。この事は重症のSSS患者でも適切な刺激が加われば洞結節は規則的に機能しうる事を示している。しかしその心拍数増加程度には差があり、健常群に比較して少ない心拍数にしかかなり得ない例はmaxPP, SRTmaxとも長く洞機能不全が重症であると考えられた。したがって本法は重症の洞機能不全患者を抽出する補助手段として有用であると考えられた。

結 語

健常者及び洞機能不全患者の多段階トレッドミル負荷時心拍数増加反応を検討した。20例の洞機能不全患者は運動量増加に伴い全例洞性整脈化した。心拍数増加程度には差があった。運動負荷時心拍数増加の少ない例は重症の洞機能不全と考えられた。

文 献

- 1) 村山正博: 最新医学 34: 1143, 1979.
- 2) 笠貫 宏: 内科 45: 1078, 1980.
- 3) Ferrer, M. I.: JAMA 206: 645, 1968.
- 4) Bruce, R. A.: Mod concepts cardiovasc. Dis. 25: 321, 1956.
- 5) Lorenzo, J. G., et al.: Diagnosis and treatment of cardiac arrhythmias, Pergamonpress, Oxford p. 603, 1977.

トレッドミル運動負荷時の心拍・血圧反応の パターン分類とその意義

井内和幸*・杉本恒明*

浦岡忠夫*・寺田康人*・余川 茂*

秋山 真*・神保正樹*・松本三千夫*

西野 章*・金木英輔*・川城昭代*

はじめに

運動に対する心血管系の反応様式を知る目的で、今回私達は健康人、虚血性心疾患、高血圧、心臓神経症、および肥大型心筋症の各疾患でのトレッドミル運動負荷中の心拍血圧反応のパターン分類を試み、その意義について検討した。

I 対象と方法

健康者11名、虚血性心疾患24名、高血圧18名、心臓神経症12名、肥大型心筋症6名で、虚血性心疾患、肥大型心筋症は、全例冠動脈写、心室造影でその病変が認められ、心臓神経症は非定型胸痛を有し、冠動脈写および薬物誘発テスト等で虚血性心疾患の存在を否定し得た症例である。各群の年齢はできるだけ対応するようにしたが、高血圧および肥大型心筋症で若干若い傾向となった。各群の平均年齢は50才前後である(表1)。

方法は Bruce 法によるマルチステージ法の sub-

表1 対象

| | n | Age (Average) |
|---------|----|---------------|
| Control | 11 | 41 - 62 (51) |
| IHD | 24 | 43 - 69 (57) |
| HT | 18 | 34 - 65 (48) |
| NCA | 12 | 42 - 65 (53) |
| HCM | 6 | 36 - 64 (49) |

IHD: Ischemic heart disease

HT: Hypertension

NCA: Neurocirculatory asthenia

HCM: Hypertrophic cardiomyopathy

maximal exercise 法を行い、心電図は12誘導で1分毎に記録し、虚血性 ST 変化は1mm 以上の上昇、または下降を陽性とし、狭心痛が出現した場合は、その時点でテストを中止した。血圧は1分毎に右上腕で聴

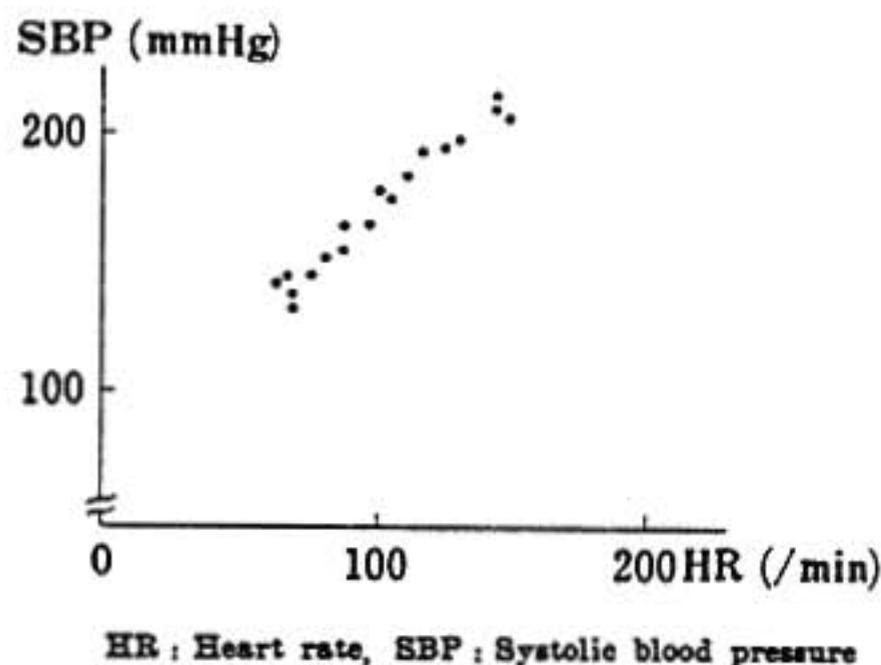
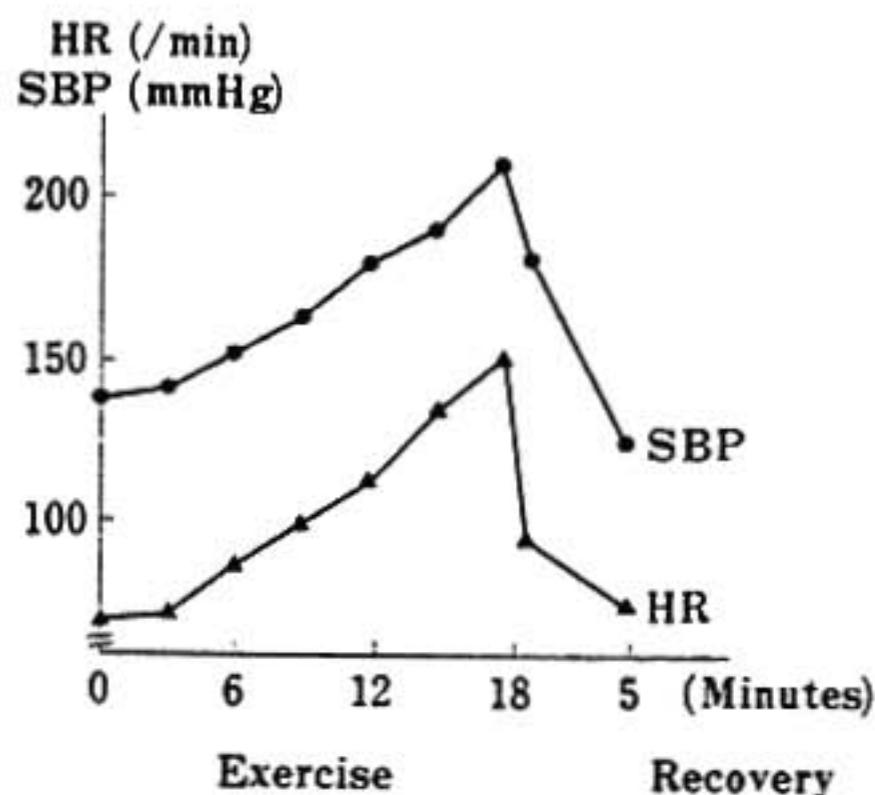


図1 心拍血圧反応曲線の作成法

診法により測定した。

心拍血圧反応は、心拍数をX軸に、収縮期血圧をY軸にとり、各点をプロットし、パターン分類を試みた(図1)。上段は運動量増加に伴う心拍血圧反応変化の

時間的推移を示し、下段はこれをもとにして得た心拍血圧反応曲線を示す。

次に心拍血圧反応の各パターン分類は図2の通りである。図の下段は実記録例、上段はこれを図式化した

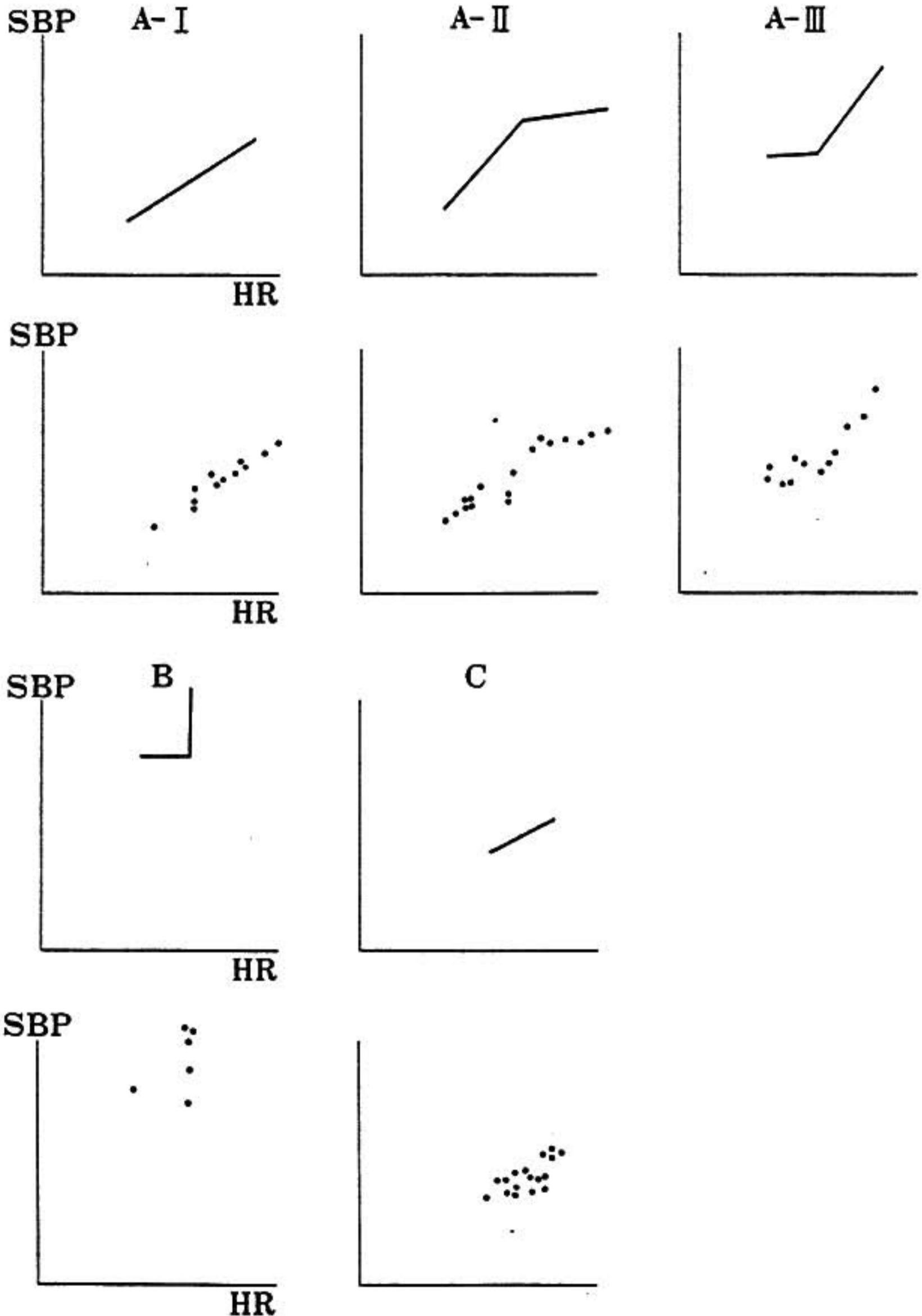


図2 心拍血圧反応パターン

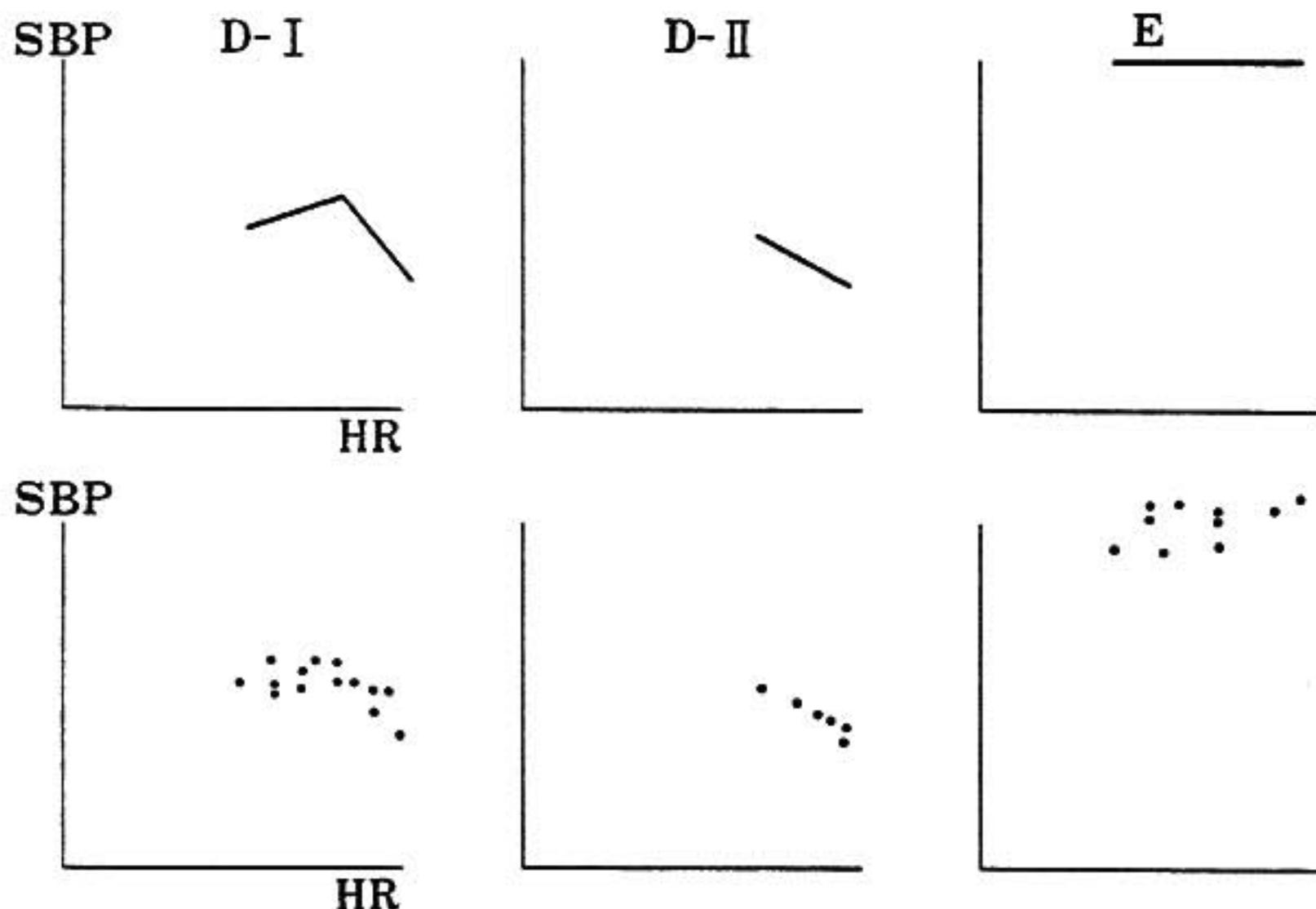


図2つづき

ものである。下段の記録は1分毎に1点を得たもので、したがって点の数は負荷時間を示す。A型は心拍血圧ともに十分な反応が見られたもので、A-Iは両者ともに直線的に上昇し、A-IIは血圧の上昇がテストの後半で緩慢になり、A-IIIは初期の血圧の反応が緩慢な群である。Bは血圧が上昇するが、心拍数の増加が少ない群、Cは血圧、心拍数ともに低反応群である。Dはテスト中に血圧が低下する群で、D-Iは初期の血圧反応は認められるが、後半に低下する群で、D-IIは初期より血圧が低下する群である。Eは心拍反応は十分にあるが、血圧変動の乏しい群である。以上8通りのパターンに分類した。

II 成績および考察

表2は疾患別に各型の分布を見たものである。controlではA-I, A-II型が多く、A-IIIの初期の緩慢な血圧上昇反応を示したものは1例のみだった。虚血性心疾患24例中13例はA型に属していたが、11例は異常な心拍血圧反応を示していた。血圧低下のD型は2例のみだった。高血圧患者では16例中12例がA型に属し、うち4例はA-III型だった。D-Iの3例は虚血性心疾患の場合と異なり、テストの前半はA型のように

表2 健常者及び各種心疾患での心拍血圧反応パターン

| | Control | IHD | HT | NCA | HCM |
|-------|---------|-----|----|-----|-----|
| A-I | 5 | 7 | 5 | 7 | 3 |
| A-II | 5 | 3 | 3 | 1 | 0 |
| A-III | 1 | 3 | 4 | 4 | 2 |
| B | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| C | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 |
| D-I | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| D-II | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| E | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

十分な心拍血圧反応を示しながら、target心拍数付近で血圧の低下が見られたものである。これらについては、高い収縮期血圧の測定上の問題もあるが、高血圧患者での運動強度増加に対する心血管反応の違いも考えられた。E型を示した高血圧の1例は、心拍数は十分増加しても、収縮期血圧が190~210 mmHg付近で、ほとんど変化しない症例だった。これら高血圧での各パターンの違いは、Bruceら¹⁾および本間ら²⁾の収縮期血圧のテスト前値が低い症例ではA型のように心拍血圧反応が十分あり、高い症例ではE型のよう

に血圧の上昇が少ないといった報告とも一致した。心臓神経症は全例A型に属し、虚血性心疾患で多く見られるB, C, およびD型はなく、12例中 A-I は7例、A-II は4例に認められた。この A-III は高血圧群にも4例あり、初期反応時に、血圧上昇を伴わない心拍数増加のパターンは精神的緊張の起こりやすい状態を反映しているのかもしれない。肥大性心筋症は6例中5例がA型に属し、血行動態的に運動時も正常と変わらない反応をもつことを示唆していた。

図3は endpoint での心拍血圧変化量を ΔHR ,

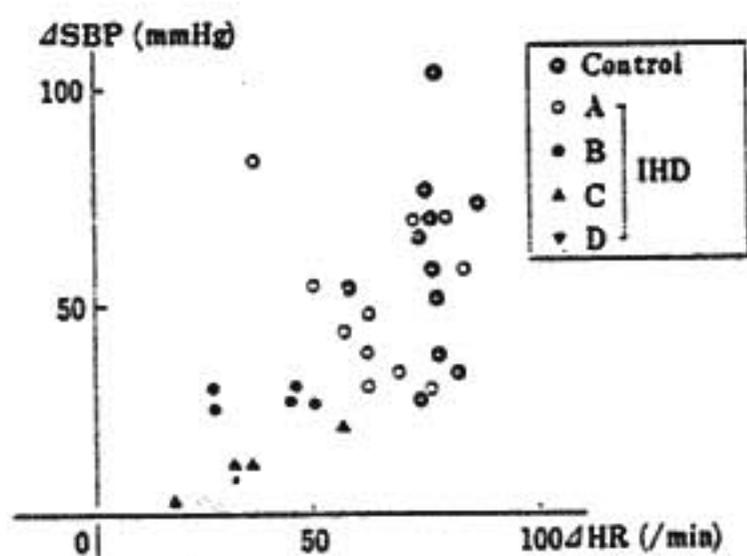


図3 End point での心拍血圧変化

ΔSBP として、これと各反応パターンとの関係を虚血性心疾患について見た。心拍、血圧の変化量は、虚血性心疾患であってもA型反応を示すものは control と差はなかったが、B, C, Dの3型ではこれらの変化量は小さく、ことに血圧変化量はB, C, Dの順に一層小さいことが知られた。

次に虚血性心疾患では、control に比して負荷量が少ないうちに運動を中止した例があることから、運動初期の stage II の低負荷状態での心拍、血圧反応を control と虚血性心疾患で見ると(図4)、A型の虚血性心疾患は control と差はなかったが、B, C, D型は1例を除いて収縮期血圧の上昇はわずかで、一方心拍数の増加はむしろ大きいことが認められた。つまり虚血性心疾患では、異常心拍血圧反応を示す群は、低負荷時でも異常な心拍血圧反応を示していた。

運動負荷中に血圧低下を示す例は重篤な冠病変を有するとの報告³⁻⁹⁾があるが、虚血性心疾患例について病変の広がり、心機能を各パターンで比較してみると

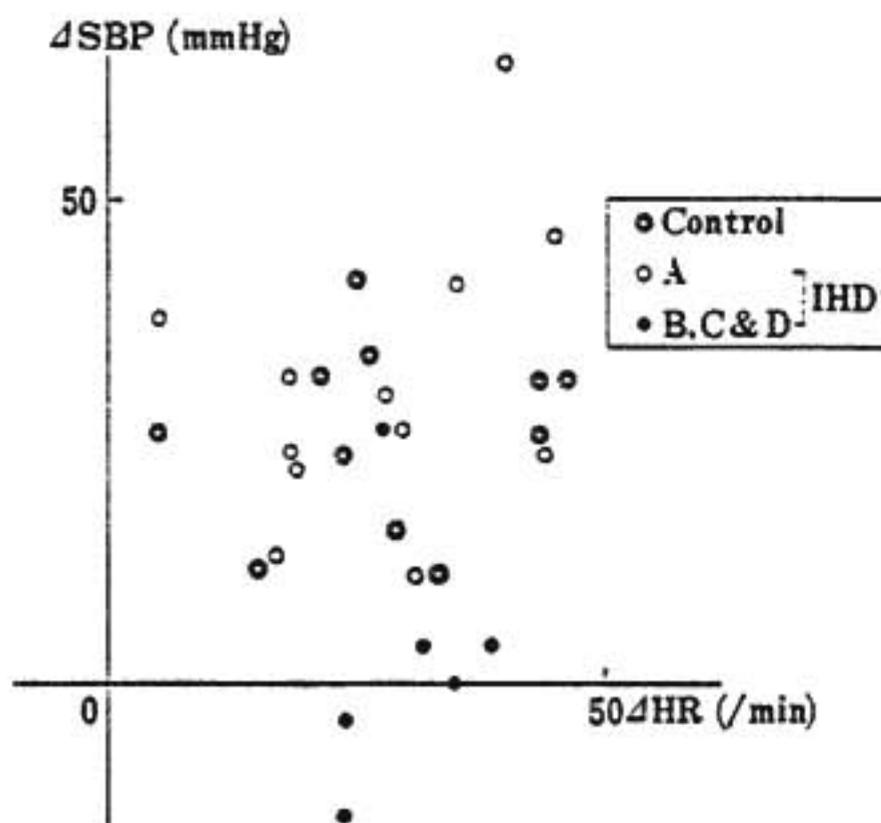


図4 Stage II での心拍血圧変化

表3 虚血性心疾患での心拍血圧反応パターン

| | Number of coronary artery stenosis | | | EF (%) | |
|-------|------------------------------------|---|---|--------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | ≥60 | <60 |
| A-I | 6 | 1 | 0 | 5 | 2 |
| A-II | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| A-III | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| B | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| C | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| D-I | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| D-II | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 11 | 9 | 3 | 14 | 9 |

EF: Ejection fraction

(表3), 1枝病変はほとんどA型に属し、2枝はA型3例、異常心拍血圧反応は6例のうちB型が3例あった。3枝は全部で3例と少ないが、A型に属する症例はなかった。つまり異常心拍血圧反応型では冠動脈病変数が多くなる傾向にあり、A型を示すのはほとんどが1枝病変だった。左室造影より求めた駆出率では、60%以上の駆出率のうち14例中8例がA型、60%以下の駆出率の9例中5例がA型であり、安静時の駆出率によって運動に対する各パターンを予知することはできなかった。

結 語

亜最大負荷で Bruce 法によるトレッドミルテスト

をおこない、心拍血圧反応のパターン分類を試み、その臨床的意義について検討した。

1. 虚血性心疾患では、多枝病変で異常心拍血圧反応を示した症例が多かった。また、それ等は低運動負荷状態でも、健常者と比べ異常な反応を示した。

2. 高血圧患者でも一部、異常心拍血圧反応を示し、運動に対する心血管系の反応が正常とは異なることを示唆していた。

3. 心臓神経症、肥大性心筋症では正常な心拍血圧反応を示していた。

文 献

- 1) Irving, J. B., Bruce, R. A., Derouen, T. A. : Variations in and significance of systolic pressure during maximal exercise (Treadmill) testing. *Am. J. Cardiol.* 39 : 841, 1977.
- 2) 本間 潤, 南 勝, 川口秀明, 林 邦生, 金森

- 勝士, 村上林児, 藤田浩介, 安藤駿二, 宮本 篤
小林 毅, 安田寿一 : Treadmill 運動負荷時の血圧反応の臨床的意義. *最新医学* 35 : 638, 1980.
- 3) Thomson, P. D., Kelemen, M. H. : Hypotension accompanying the onset of exertional angina. *Circulation* 52 : 28, 1975.
- 4) Irving, J. B., Bruce, R. A. : Exertional hypotension and postexertional ventricular fibrillation in stress testing. *Am. J. Cardiol.* 39 : 849, 1977.
- 5) Morris, S. N., Phillips, J. F., Jordan, J. W., McHenry, P. L. : Incidence and significance of decreases in systolic blood pressure during graded treadmill exercise testing. *Am. J. Cardiol.* 41 : 221, 1978.
- 6) Levites, R., Baker, T., Anderson, G. J. : The significance of hypotension developing during treadmill exercise testing. *Am. Heart J.* 95 : 747, 1978.

等尺性負荷 (定滑車重量負荷) における 1 段階法 および 2 段階法の比較

丹 羽 明 博*・宮 原 康 弘*

高 元 俊 彦*・谷 口 興 一*・武 内 重五郎*

はじめに

循環器領域における運動負荷試験のうち、動的負荷試験は主として虚血性心疾患の診断および運動耐容能の評価に利用されているが、等尺性負荷試験は臨床上心機能の評価する上で有用な方法¹⁾とされている。等尺性負荷試験には、通常、握力計が用いられているが、一定の負荷量を目盛に合わせて正確に保持することは困難であり、また、Valsalva 効果も出現しやすい。これらの欠点を補うために、われわれは定滑車重量負荷法を考案し²⁾、すでに健常例と疾患例について検討を行ってきた³⁾。今回は本負荷法による 1 段階負荷

法と、これまで施行してきた 2 段階負荷法における循環諸指標の動態を比較し、心機能評価法としての優劣を検討した。

I 対象および方法

対象は心疾患精査のため当科入院中の虚血性心疾患 27 例、心筋症 4 例、高血圧性心疾患 3 例、その他 3 例の計 37 例、男 33 例、女 4 例で、年齢は 27~70 才、平均 52.3±1.6 才 (Mean±S. E.) である。定滑車重量負荷法は天井にとりつけた滑車を介して一定重量のオモリを吊し、それを仰臥位で保持するという方法²⁾ (図 1) で、左右心臓カテーテル中に本法を施行した。2 段階

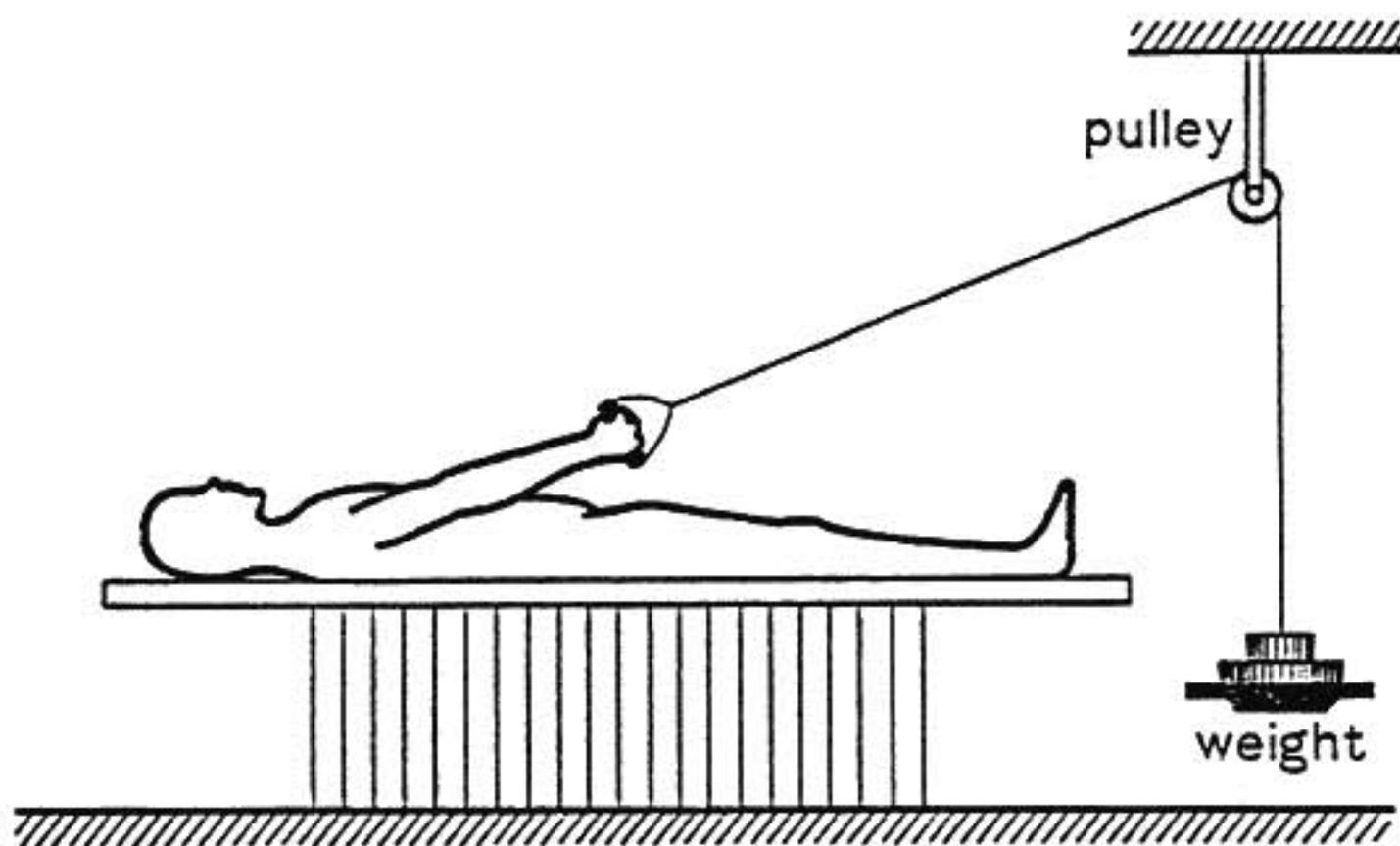


図1 定滑車重量負荷法

法は最大握力(以下 MVC)の25%および50%重量のオモリを各3分間、計6分間保持するもので9例に施行、1段階法は50%重量を3分間保持するもので28例に施行した。測定した循環指標は心拍数、肺動脈圧、左室圧および心拍出量(以下心拍出係数 CI で示す)であり、心拍出量は熱稀釈法により求め、また、肺動脈平均圧を心拍出量で除して肺血管抵抗を求めた。心拍数と心内圧の測定は負荷前および負荷開始から負荷後6分まで毎分測定し、心拍出量は負荷前、負荷中3分、6分に測定した。なお、1段階法を施行した28例中24例に左室造影を行い、駆出率(以下 EF)50%以下の9例を EF 低下群、50%以上の15例を EF 正常群とした。

平均値の差の検定には Paired t-test を用いた。

II 結 果

心拍数(図2A)と左室収縮期圧(図2B)は各負荷レベルにおいてそれぞれ有意に上昇した。肺動脈平均圧(図2C)および左室拡張終期圧(以下 LVEDP, 図2D)は1段階法では有意の上昇を認めたが、2段階法においては、肺動脈平均圧の50% MVC レベルおよび LVEDP の25% MVC レベルは前値に対して有意な変化を認めなかった。CI(図3A)に関しては、1段階法、2段階法ともに負荷3分で増加を認めたが、負荷6分では負荷3分に比し有意差を認めなかった。また、1段階法では1回拍出係数(図3B)の有意な

減少、および、肺血管抵抗(図3C)の有意な増加を認めたのに対し、2段階法では両指標とも安静時、負荷中を通じて有意な変化を認めなかった。

50% MVC 1段階法施行例について、EF 正常群と低下群に分けて CI と LVEDP の関係を検討したところ(図4)、LVEDP については両群とも有意の上昇を示した。これに対し、CI の動態をみると、EF 正常群では明らかに増加を示したが、EF 低下群においては変化はみられなかった。

III 考 察

現在施行されている等尺性負荷の方法は、握力計を用いて25~30% MVC レベルを3分間保持するという方法であるが、定量性についての信頼性は乏しい。われわれの考案した重量負荷法は定量性に関する信頼性が高く、また、循環諸指標の反応をみると、左室圧の上昇は著しく、心拍数、肺動脈圧、CI も増加し通常の等尺性負荷と類似した動態を得ることができる。この諸指標の反応を1段階法と2段階法についてみると、前者では後者に比しより顕著な反応がみられた。また、等尺性負荷の特徴として、動的負荷に比し使用筋肉の疲労が著しいことが挙げられており、この原因としては異論もある¹⁰⁾が、使用筋肉血流の減少という意見¹¹⁾もある。握力計による方法と同系統の負荷法である重量負荷法は、やはり、使用筋肉の疲労が生じやすいので、短い時間でも心機能評価が可能な血行動

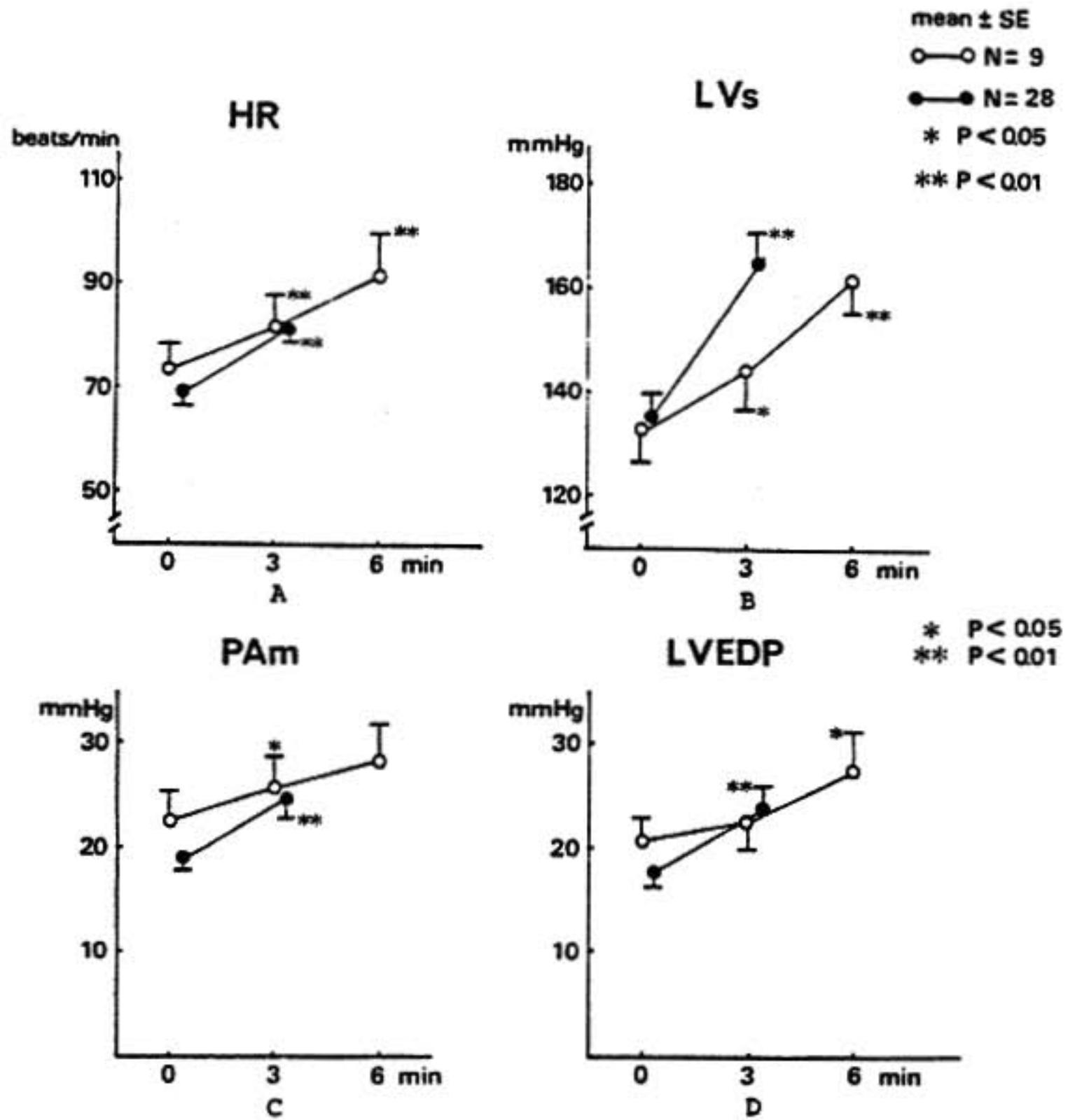


図2 1段階法と2段階法における血行動態の比較

(A): 心拍数, (B): 左室収縮期圧, (C): 肺動脈平均圧, (D): 左室拡張終期圧

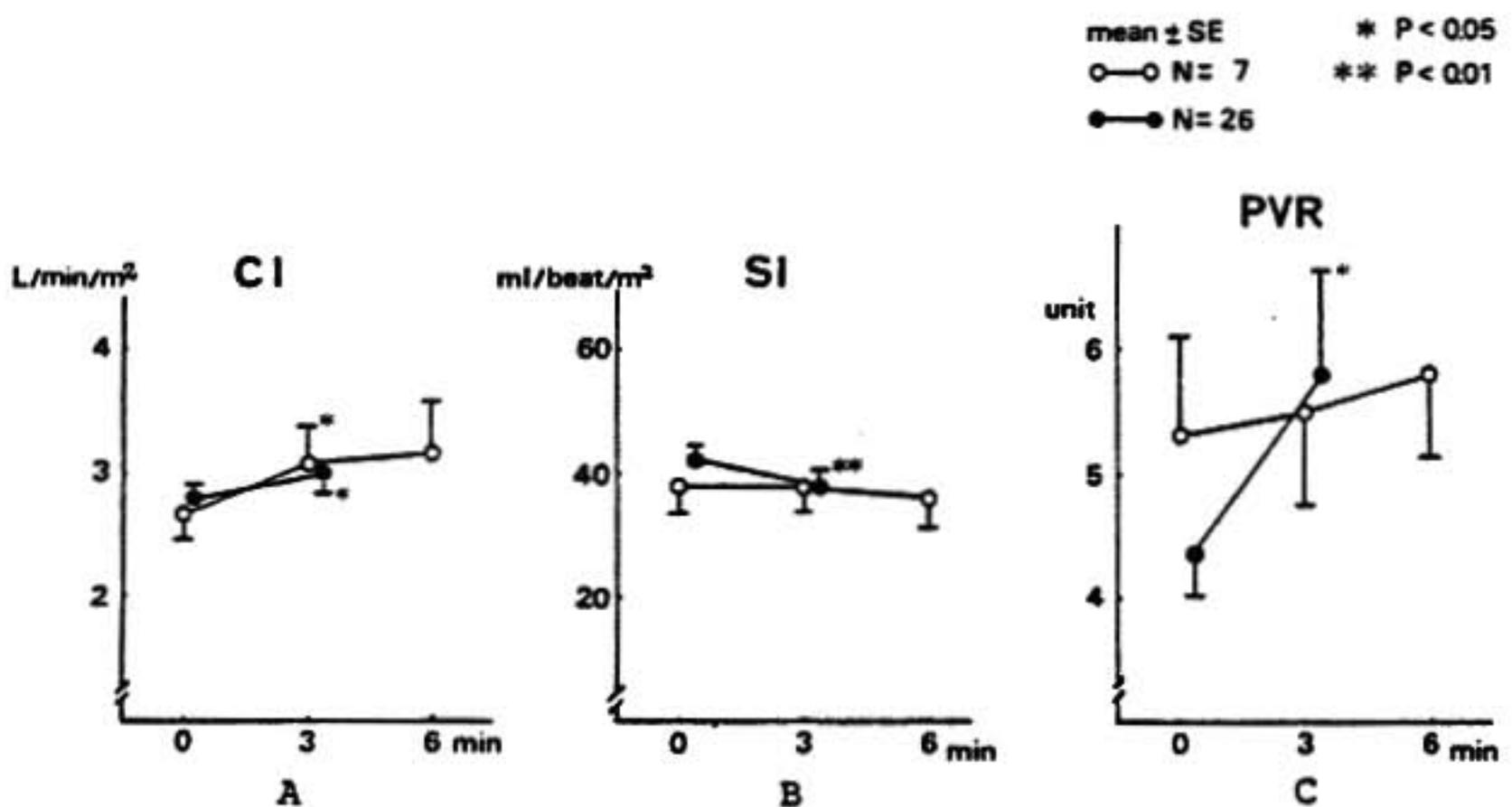


図3 1段階法と2段階法における血行動態の比較

(A): 心拍出係数, (B): 一回拍出係数, (C): 肺血管抵抗

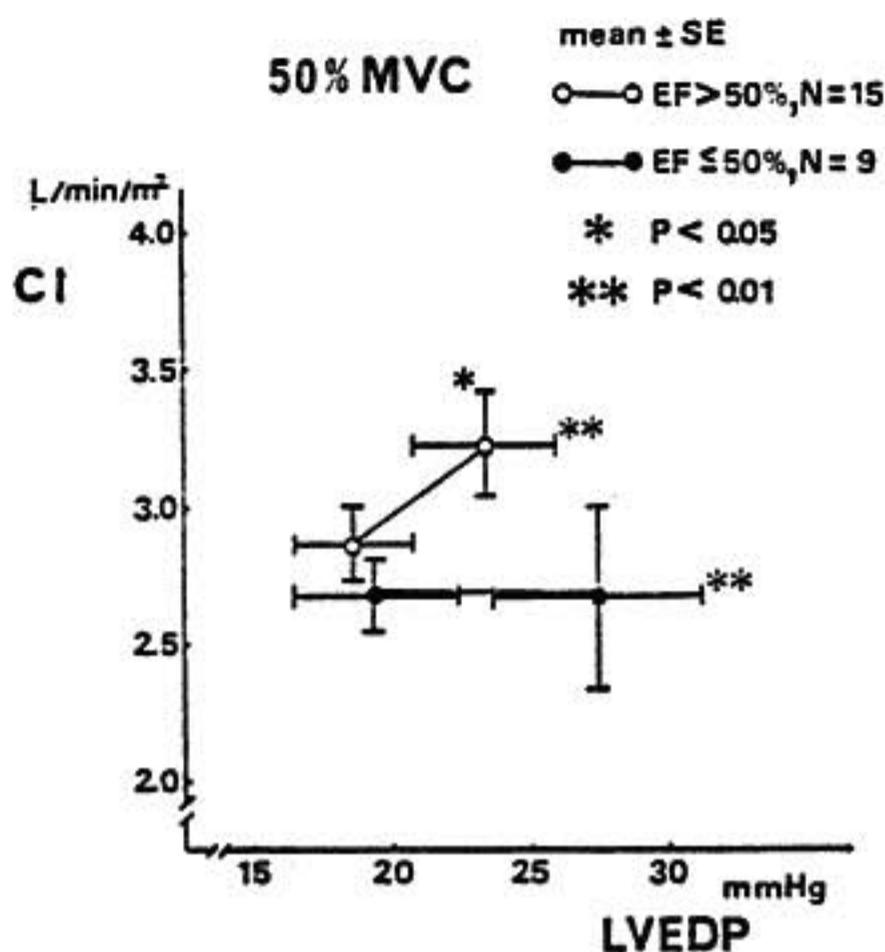


図4 1段階法施行例における駆出率正常群と低下群の比較

CI: 心拍出係数, LVEDP: 左室拡張終期圧

態変化をもたらす1段階法は臨床的に有用な方法と考えられる。

等尺性負荷による循環諸指標の動態に関しては、まず肺動脈楔入圧についてみると、Perezら⁹⁾は健常例では不変であるのに比べ、心筋梗塞例では安静時LVEDPの正常な例でも肺動脈楔入圧の上昇を認め、潜在性不全心の検出に意義を見出している。左室容量については、正常心では拡張終期容量の減少ないし不変、収縮終期容量は減少し、EFは大部分不変であるが、病的心では拡張終期容量、収縮終期容量ともに増大し、EFは減少するという¹⁰⁾。一般に後負荷の増しが特徴的な等尺性負荷においては、正常心の場合は心筋収縮力の増強という反応を示すのに対し、病的心では前負荷の増し(Frank-Starling効果)が主体に働く¹¹⁾といわれている。今回の病的心でのEF正常群と低下群の比較では、前負荷の増しは両者とも同程度であるが、CIの反応パターンをみると、EF正常群では増大、低下群では不変と両群で差異を認めた。代償機転として心拍数の増加があるにもかかわらずCIが不変であることは、EF低下群においては心収縮能

低下の存在が示唆される。すなわち、前負荷とCIの反応パターンを解析することにより、心機能異常の有無に関する診断が可能と考えられる。

等尺性負荷の安全性に関しては、Lind¹¹⁾は血圧の急激な上昇は酸素摂取量が大となり危険と述べており、また、不整脈を誘発しやすいという報告¹²⁾もみられる。しかしながら、これまでのわれわれの検討のなかでは、重篤な不整脈や症状を呈する例はなく、適応に注意すれば比較的安全に施行できる方法である。

ま と め

握力計を用いた等尺性負荷法の欠点を補うと考えられる定滑車重量負荷法を用いて、50% MVC 1段階法を28例に、25%・50% MVC 2段階法を9例に施行し、心機能評価を行う際の負荷法の優劣を検討した。血行動態変化の程度は1段階法でより顕著であり、しかも、前負荷とCIの反応パターンはEF正常群と低下群で異なり、心収縮能低下の有無を検出できることが示唆された。したがって、短時間に手軽に施行でき、十分な血行動態反応が得られ、しかも、負荷量の安定している50% MVC 1段階法は2段階法に比し、臨床、より有用な方法と考えられる。

文 献

- 1) Helfant, R. H., et al.: Circulation 44: 982, 1971.
- 2) 谷口興一: 臨床成人病 4: 987, 1974.
- 3) 藤原秀臣, 他: 心臓 10: 791, 1978.
- 4) 藤原秀臣, 他: 心臓, 投稿中.
- 5) Lind, A. R., et al.: Clin. Sci. 35: 45, 1968.
- 6) Humphreys, P. W., et al.: J. Physiol. 163: 18, 1962.
- 7) Nutter, D. O.: The Heart update I, Ed. Hurst, J. W., McGraw-Hill, INC., New York, p. 235, 1979.
- 8) Perez, J. E., et al.: Chest 77: 194, 1980.
- 9) Flessas, A. P., et al.: Circulation 53: 839, 1976.
- 10) Miyazawa, K., et al.: Tohoku J. Exp. Med. 130: 63, 1980.
- 11) Lind, A. R.: Circulation 41: 173, 1970.
- 12) Atkins, J. M., et al.: Clin. Res. 19: 303, 1971.

正常人の最大運動に対する β -blocker の影響

川 原 貴*・村 山 正 博*

平 田 恭 信*・村 尾 覚*

伊 藤 静 夫**・雨 宮 輝 也**・金 子 敬 二**

谷 嶋 二三男**・塚 越 克 己**・黒 田 善 雄**

はじめに

交感神経は運動に重要な役割りを果しているが、今回われわれは臨床的に広く用いられている β -blocker のひとつである propranolol の最大運動に対する影響を検討したので報告する。

I 対 象

対象は健康人8名(男6名,女2名),すべて本格的スポーツ活動を行っている人であり,年齢は19~39才であった。

II 方 法

propranolol 服用前後の計2回の最大運動負荷を行い,心拍数,血圧,最大酸素摂取量を比較した。5名については同時に採血を行い,血中乳酸,血中 noradrenalin 濃度を測定し,比較した。

まず採血用に肘静脈にエラスター針を留置し,室温20℃,湿度60%に保たれた実験室入室,坐位10分の安静をとらせた後,安静時の採血を行った。運動は bicycle-ergometer を用い,毎分60回転の速度で,負荷は各人の運動能力に合わせて設定し,最初は4分ごと,最大近くでは2分ごとに負荷を増し,15分前後で all out に到る様にした。心拍数は連続記録した心電図より求め,血圧はリバロッチ型水銀血圧計を用い,聴診により測定した。酸素摂取量は各段階の最後の1分間,最大近くでは連続的にダグラスバックに呼気を摂取し,シヨランダーガス微量分析計で測定し求めた。採血は安静時,各段階ごと,運動終了直後に行い,乳酸は酵素法により,noradrenalin は trihydroxy indol 螢光

法で測定した。次に propranolol 30 mg 3日間,60 mg 4日間内服させ,同様な最大運動負荷を行い,服用前と比較した。

III 結 果

図1は実例で, propranolol 服用前後の心拍数,血圧,酸素摂取量の経過を示す。本例は19才女性で,心拍数は安静,運動中とも明らかに propranolol によって抑制されている。血圧は収縮期,拡張期ともに propranolol 服用後が低い値を示している。酸素摂取

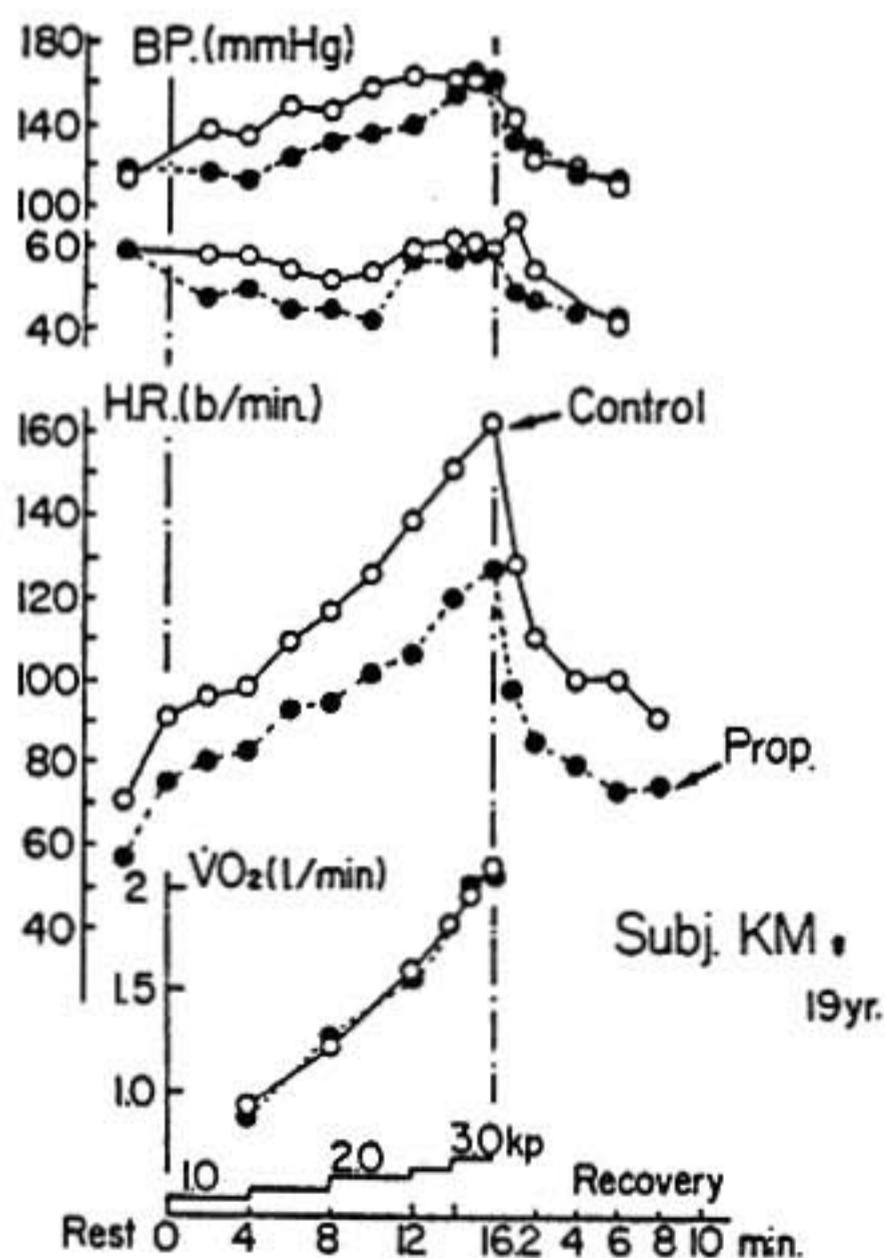


図1

量は propranolol 服用前後で、各段階および最大ともほぼ同じ値を示している。図2は37才男性の例で、前例と同様に心拍数、血圧は propranolol 服用後が低い

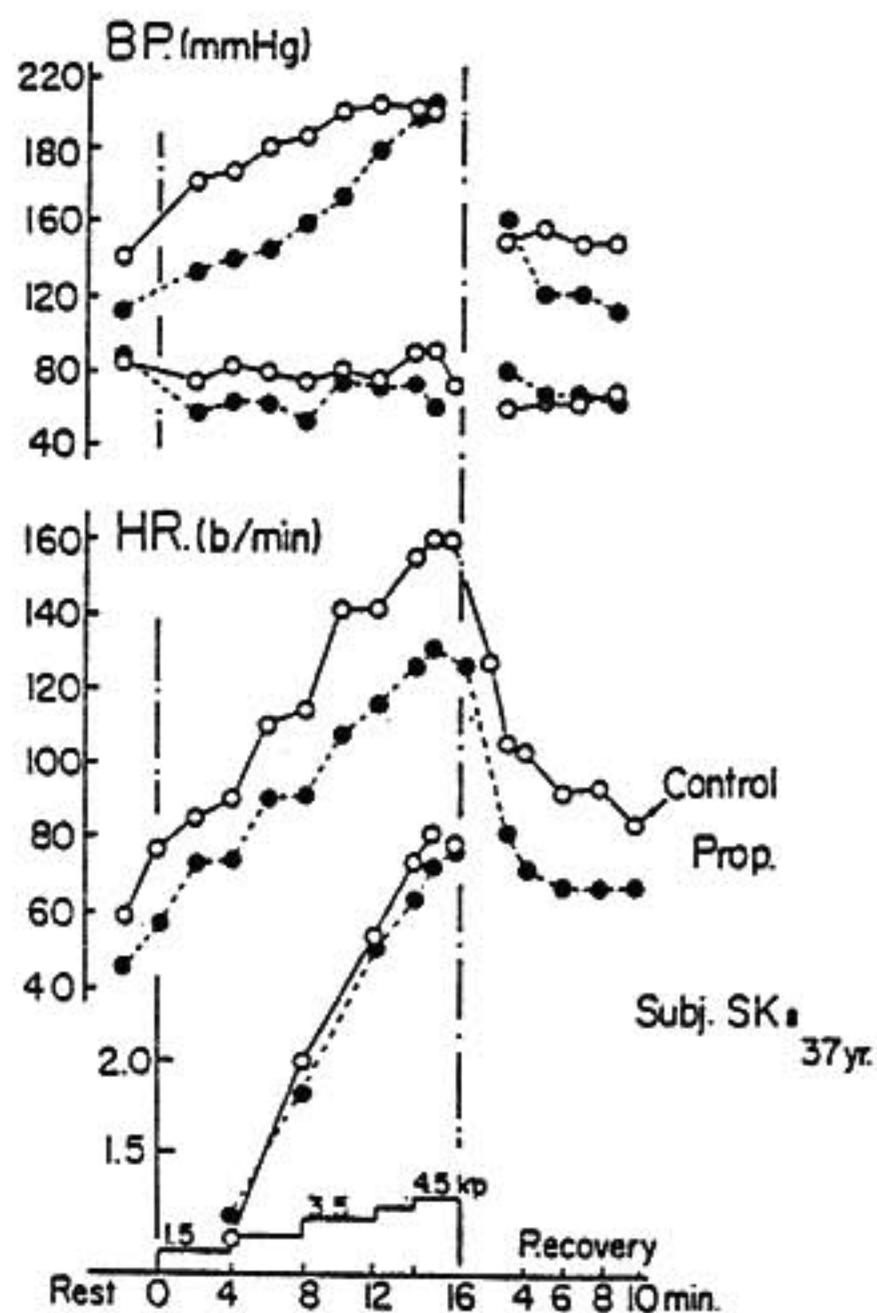


図2

が、酸素摂取量はほとんど差はみられなかった。図3は各例における酸素摂取量の経過をみたものである。1例は最大酸素摂取量のみを測定したので7例の経過を示す。T.H.例を除き各段階での酸素摂取量は、propranolol 服用前後ではほぼ同じ値を示している。またR.H.例を除き運動時間、到達したloadもあまり差はみられない。表1は8例の最大心拍数、血圧、酸素

表1

| | Control | Propranolol | |
|------------------------------|------------|-------------|-----------|
| max HR | 178 ± 18 | 147 ± 23 | p < 0.001 |
| max BP Syst | 193 ± 25 | 178 ± 26 | NS |
| Diast. | 80 ± 19 | 76 ± 15 | p < 0.05 |
| Mean | 155 ± 19 | 143 ± 16 | p < 0.05 |
| max $\dot{V}O_2$ (ml/kg·min) | 42.4 ± 7.5 | 41.6 ± 6.6 | NS |

摂取量をまとめたもので、最大心拍数は全例で propranolol 服用後低下し、統計的にも有意の差を認めた。最大運動時の血圧はほとんどの例で収縮期、拡張期、平均血圧とも propranolol 服用後で低い値を示した。収縮期血圧はばらつきが大きく有意差はなかったが、拡張期、平均血圧は有意差を認めた。最大酸素摂取量は propranolol 服用後増大したもの、低下したものがあつたが、その差はわずかで有意差は認めなかった。

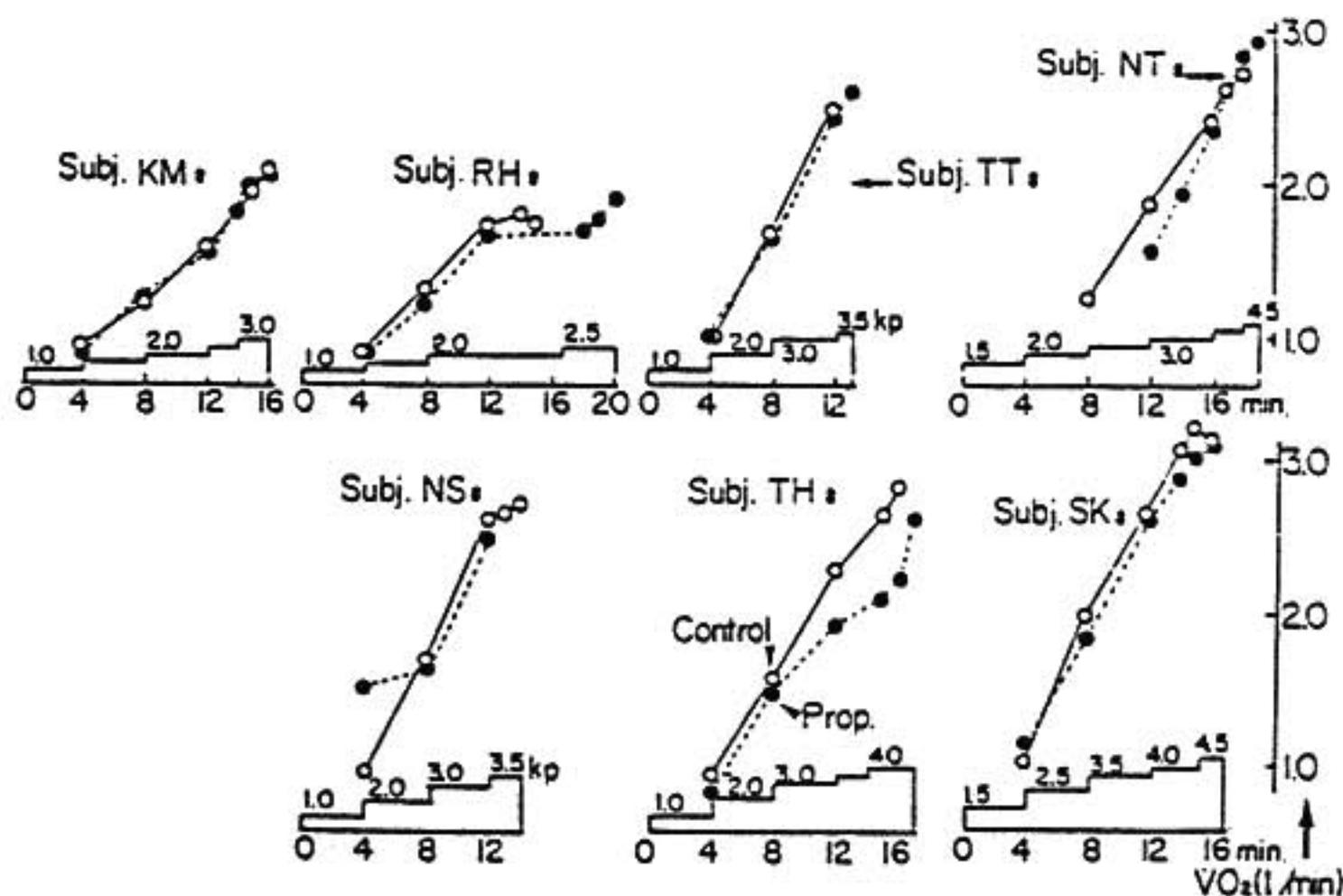


図3 酸素摂取量

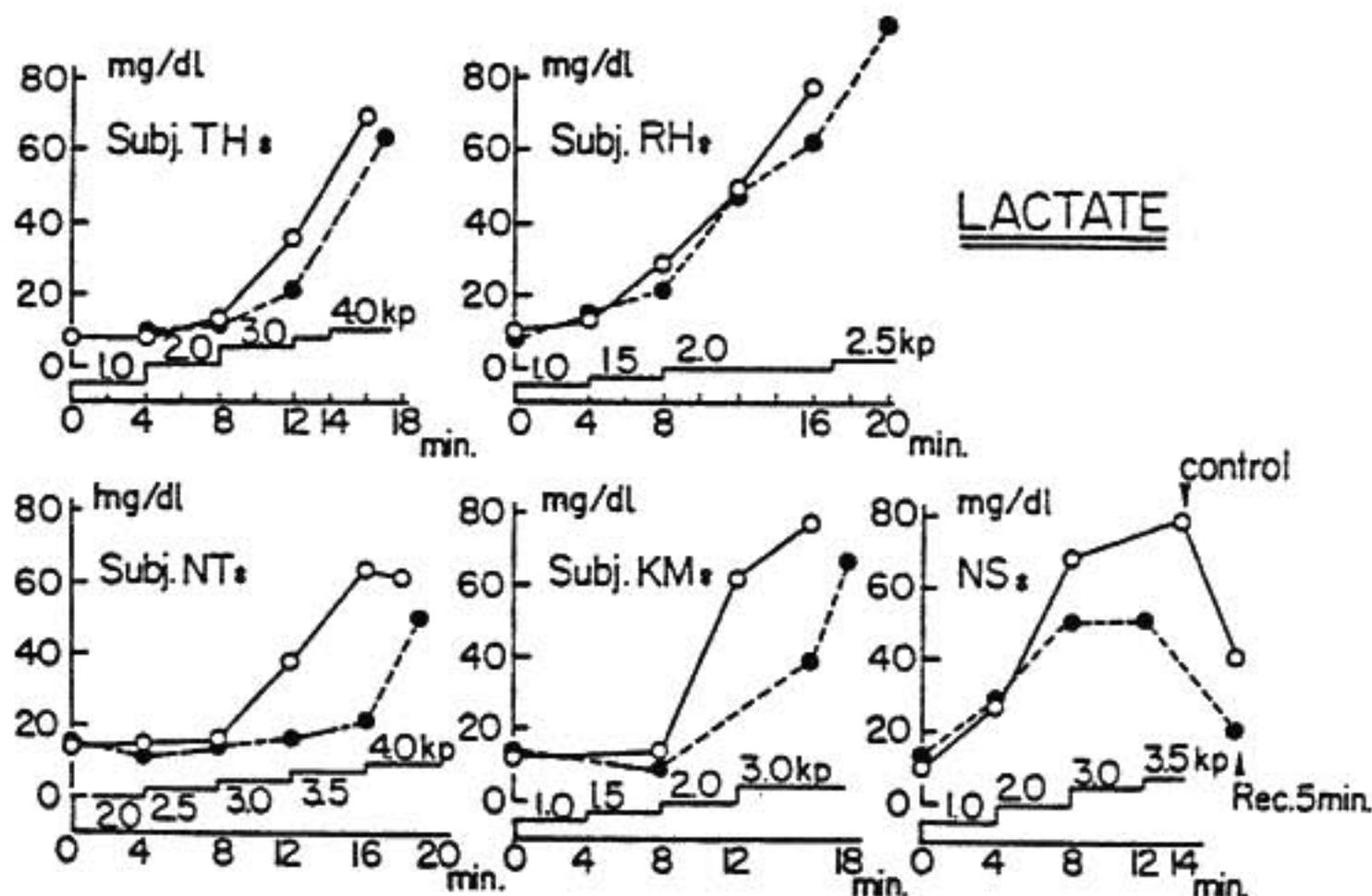


図4 血中乳酸

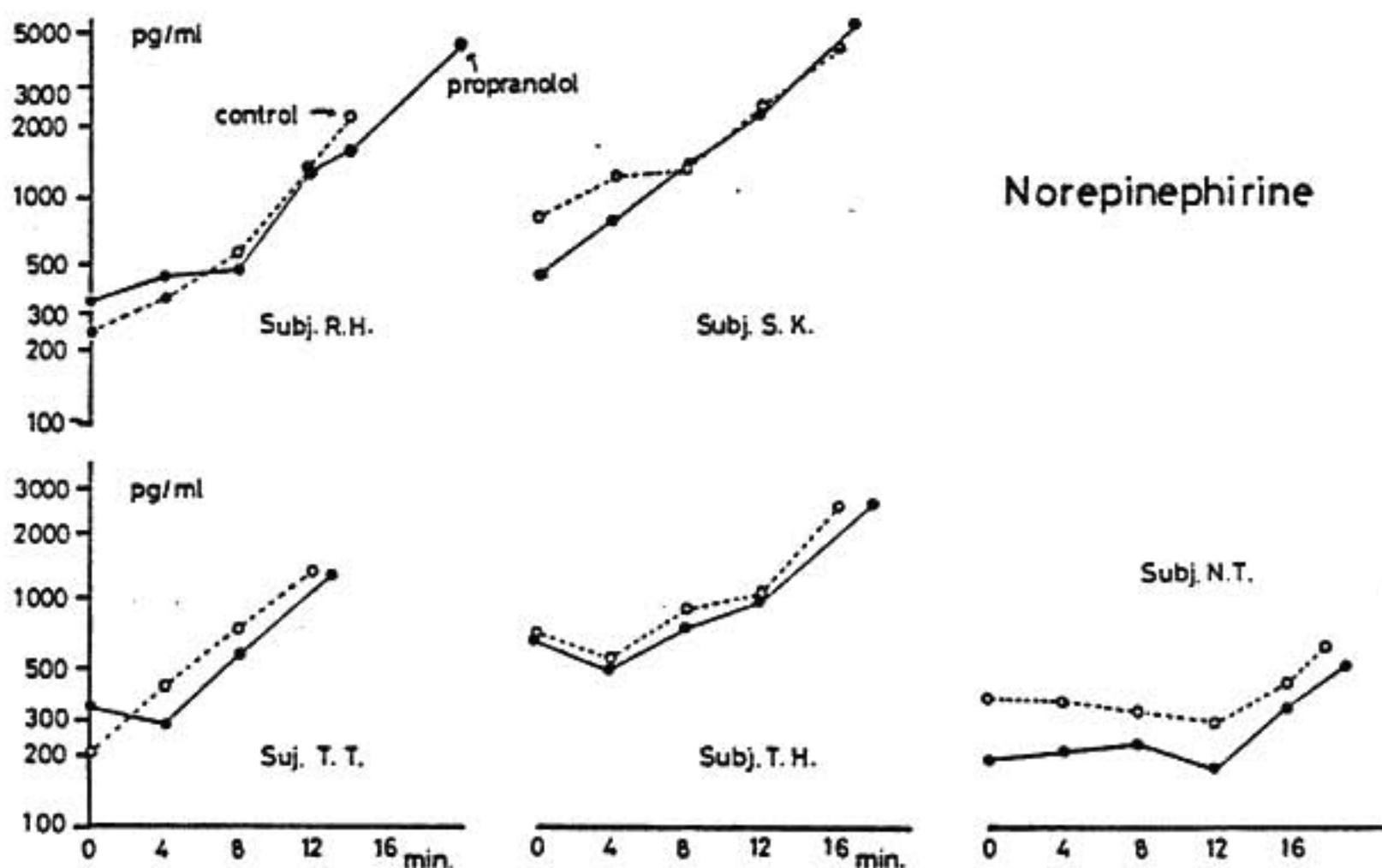


図5 血中 noradrenalin

図4は血中乳酸濃度を測定した5名の結果を示す。運動時間の差の大きかった1例を除き propranolol 服用後、中等度の運動以上で血中乳酸濃度は低い値を示している。図5は血中 noradrenalin 濃度の結果を示すが、propranolol 服用後で増加、不変、低下例があり一定の傾向はみられなかった。

IV 考 按

β -blocker の最大運動に対する影響についての報告は少ないが、最大運動時の心拍数、血圧、心拍出量は β -blocker 投与後は抑制され、動静脈酸素較差は増大するのは一致してみられる所見である¹⁻³⁾。1回拍出量は不変あるいは増大するとされている。最大酸素摂

取量に関しては低下するとするもの²⁾、不変とするもの³⁻⁶⁾があり、必ずしも一致をみていない。いずれにしても心拍出量の低下は末梢での酸素のとり込みが増し、動静脈酸素較差を増大させることにより、ある程度代償されると考えられている。本研究では心拍数、血圧は明らかに抑制されたが、最大運動強度、最大酸素摂取量には差はみられなかった。本研究とこれまでの報告では β -blockerの心拍数の抑制の程度にはあまり差はないものの投与量、投与期間がそれぞれ異なり、また対象がスポーツマンであった点も異なっており、今後この点の検討が必要である。

propranolol服用後、運動中の血中乳酸の上昇が抑制されたが、同様の報告はいくつかみられる^{7,8)}。Issekutzら⁹⁾は犬のトレッドミル走でRIを用いた実験で、propranololは運動中のFFAの動員および筋でのglycogenの分解を抑制するため運動中のエネルギーは肝臓から放出されるglucoseに依存する割合が大となり、コントロールに比し、早期に低血糖におちいり、運動継続時間が著明に短縮し、血中乳酸の上昇も抑制されると報告している。血中の乳酸の上昇抑制はglucoseの供給の低下を表わしているものと考えられる。

本研究ではpropranolol服用後の血中noradrenalinに一定の傾向を認めなかったが、 β -blockerを投与すると運動中の血中adrenalinの上昇が著明に増大

し、noradrenalinは増大傾向を示すという報告^{7,8)}があり、adrenalinを含めて今後検討が必要である。

β -blockerの心機能抑制作用から考えて最大運動はpropranololによって低下するものと予想していたが、propranolol1週間経口投与での影響をみた本研究では予想に反し最大運動強度、最大酸素摂取量には影響はみられなかった。ただ本研究では短時間の運動であったが、エネルギー代謝への作用から考えて運動が長時間になった場合には影響がでてくることも予想される。

文 献

- 1) Epstein, S. E., et al. : J. Clin. Invest. 44 : 1745, 1965.
- 2) Ekblom, B., et al. : J. Clin. Lab. Invest. 30 : 35, 1972.
- 3) Conway, J., et al. : Cardiovasc. Res. 5 : 577, 1971.
- 4) Conradson, T. B., et al. : Eur. J. Clin. Invest. (abstract) 10 : 370, 1979.
- 5) Rusko, H., et al. : J. Sports Med. 20 : 139, 1980.
- 6) Issekutz, B. J. : J. Appl. Physiol. 44 : 869, 1978.
- 7) Galbo, H., et al. : J. Appl. Physiol. 40 : 855, 1976.
- 8) Irving, M. H. : Lancet 248 : 531, 1974.

軽症ないし中等症本態性高血圧者に対する 最大運動負荷試験について

熊谷英一郎*・緑川啓一*・長田浩司*
板家研一*・田代寛美*・戸嶋裕徳*

はじめに

運動負荷試験は虚血性心疾患の診断やリハビリテーションに広く応用されているが、高血圧者に対する運

動負荷の影響を検討した報告は少ない。しかしながら、最近安静時血圧のみならず動的状況での血圧値の重要性も言われ、運動負荷後の血圧値と脳卒中発生の関連性も指摘されている¹⁾。

又降圧剤の薬効判定にも運動負荷試験が用いられるようになってきており²⁾, 今後高血圧者に対する運動負荷試験も臨床上有用なものと考えられる. 今回我々は中・軽症本態性高血圧者を対象として最大運動負荷試験を行ったのでその成績を報告する.

I 対象ならびに方法

対象は WHO 分類 stage II までの本態性高血圧者 49名 (男43名, 女6名) で平均年齢は43才 (21才~65才) であった. 対象を年齢により Group 1 (35才未満) 9名, Group 2 (35才~49才) 23名, Group 3 (50才以上) 17名に分類し, また対象者の内35才以上の32名について, 心エコー図所見にて心肥大のない群 (NH) 13名, 対象性心肥大群 (SH) 9名, 非対象性心肥大群 (ASH) 10名に分け運動負荷試験の成績を検討した.

各 Group における安静時の心拍数, 血圧の平均値をみると, 心拍数は Group 1: 89/分, Group 2: 76/分, Group 3: 77/分, 血圧は Group 1: 168/107 mmHg, Group 2: 149/101 mmHg, Group 3: 163/101 mmHg, で心拍数, 血圧値共に Group 1 で若干高い傾向にあった. KW II 度以上の眼底変化や, 心肥大を有する者の頻度は年齢の高い群になる程大きかった. 又心肥大別分類での年齢, 安静時血圧の平均値をみると, 年齢は NH 群 (46才) に比し SH 群 (54才), ASH 群 (56才) と心肥大を有する群に高かったが, SH 群と ASH 群では差がなかった. 血圧値は NH 群 143/96 mmHg, SH 群 165/105 mmHg, ASH 群 162/99 mmHg と SH 群で拡張期血圧が他の2群に比し高値であった. KW II 度以上の眼底変化を有する者の頻度は NH 群38%, SH 群57%, ASH 群30%と ASH

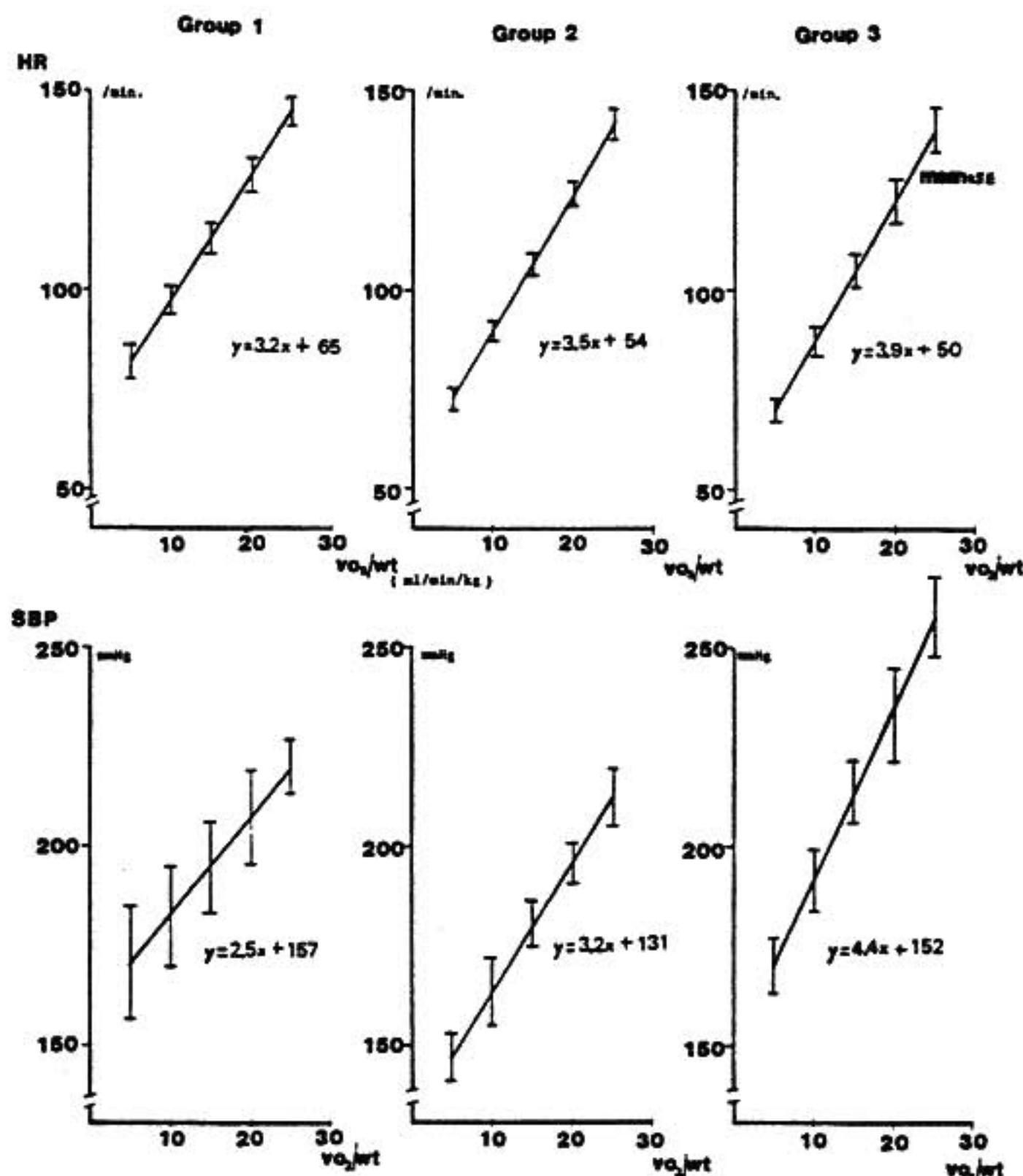


図1 Relationship among HR, SBP and O_2 -uptake during exercise

群に血管変化の軽い者が多かった。運動負荷試験は Bicycle-ergometer を使用し、負荷量 20 Watt より開始し、3分ごとに 20 Watt ずつ増量する多段階負荷方法を用いた。負荷中心電図を連続モニターし、各分の終り15秒を記録し、心拍数の変化もこれより求めた。血圧は1分毎に Cuff 式水銀血圧計にて収縮期血圧、拡張期血圧を測定した。拡張期血圧は第5点を用いた。運動負荷中の酸素摂取量を測定する為に、呼気量、呼気中の酸素ガスおよび二酸化酸素ガスを連続記録した。運動負荷試験の中止点は ①予測最大心拍数に達した時 (220-年齢)、②収縮期血圧が 270 mmHg に達した時、③強い下肢疲労、呼吸困難等の自覚症状

が出現した時、④心電図で重症不整脈等の異常所見の出現した時とした。なお心エコー図による心肥大の判定には、心室中隔及び左室後壁の壁厚が 1.0 cm 以下の者を NE 群、1.0 cm 以上の者を心肥大群としてその中で、心室中隔壁厚と左室後壁厚の比が 1.3 以上の者を ASH 群、1.3 以下の者を SH 群とした。

II 結 果

1. 運動中止理由の頻度

年齢別で見ると Group 1 と、Group 3 で下肢疲労が最も多くそれぞれ65%、44%であった。Group 2 では予測最大心拍数が最も多く38%に見られた。血圧値

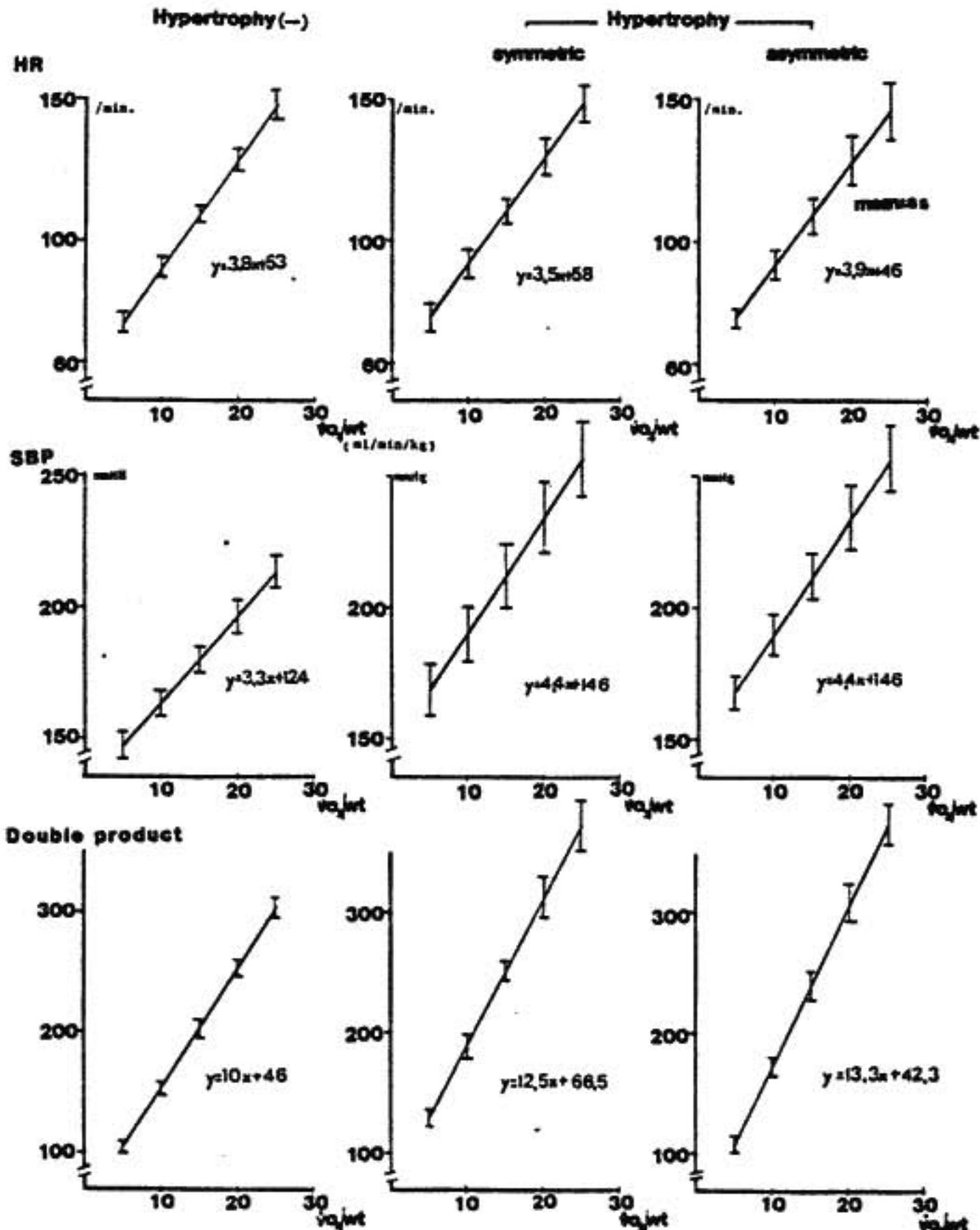


図 2 Relationship among HR, SBP, double product and O_2 -uptake during exercise

が中止理由となった頻度は Group 1: 22%, Group 2: 8.5%, Group 3: 18%であり全体で見ても16%にすぎなかった。一方心肥大別分類では予測最大心拍数に到達出来た者は、肥大のない群では42%と他の2群に比して高頻度であった。血圧値が運動中止理由となったのはNH群0%, SH群38%, ASH群20%とSH群に多く見られた。胸痛の出現で運動中止したものはASH群のみ10名中2名に見られ、いずれも心電図で有意なSTの低下が認められたが、冠動脈造影では有意な狭窄が見られなかった。

2. 運動負荷時の収縮期血圧, 心拍数, double-product の反応

図1, 図2に運動強度に対する心拍数, 収縮期血圧の反応を示すが, 運動強度の指標としては体重で補正した酸素摂取量を用いた。図1の年齢別で見ると心拍数の勾配は Group 1, Group 2, Group 3 の順に急峻な反応を示したが, 各年齢層に大差は見られなかった。一方収縮期血圧の勾配係数は Group 1: 2.5, Group 2: 3.2, Group 3: 4.4, と明らかに加齢と共に急峻となっており, 特に50才以上の Group 3 でその程度が著しかった。一方心肥大別で見ると図2のごとく心拍数の反応は3群間に有意な差はなかった。収縮期血圧の反応では明らかに心肥大を有する2つの群でその勾配が急峻であったが, この2群間では差はなかった。double-product も同様に肥大群で急峻な勾配を示した。

3. 運動負荷時の収縮期血圧反応と血漿レニン活性 (PRA) 及び尿中ノルエピネフリン濃度 (u-NE)

図3は35才から49才までの中壮年者層の内 ASH 群を除いた NH 群と SH 群を対象に, 運動負荷に対する収縮期血圧勾配と病棟歩行後の PRA 及び24時間 u-NE との関係を見た図である。左右図とも縦軸に運動強度に対する収縮期血圧の勾配係数を取り, 横軸には1時間歩行後の PRA 及び3日連続測定し平均した u-NE をとった。PRA, u-NE とも運動負荷による収縮期血圧の上昇度と有意な正の相関 ($P < 0.05$) を示した。なお ASH 群は PRA および u-NE ともに低値を示したにもかかわらず運動負荷に対しては血圧上昇勾配が急峻である事が特徴的であり, 他の2群とは異なった動態を示した。

4. 心肥大分類で見た運動能力の比較

NH 群, SH 群, ASH 群での運動能力を運動時間, 最大酸素消費量, FAI (Functional aerobic impairment) で比較すると, 運動時間は NH 群19分, SH 群14分, ASH 群15分, 最大酸素摂取量は NH 群 29.5 ml/kg/min, SH 群 24.8 ml/kg/min, ASH 群 29 ml/kg/min, FAI は NH 群 0.22, SH 群 0.27, ASH 群 0.19 であり, SH 群より ASH 群の方が運動能力が比較的良好である事が示唆された。

III 考案ならびにまとめ

本態性高血圧者に対する最大運動負荷試験の報告は

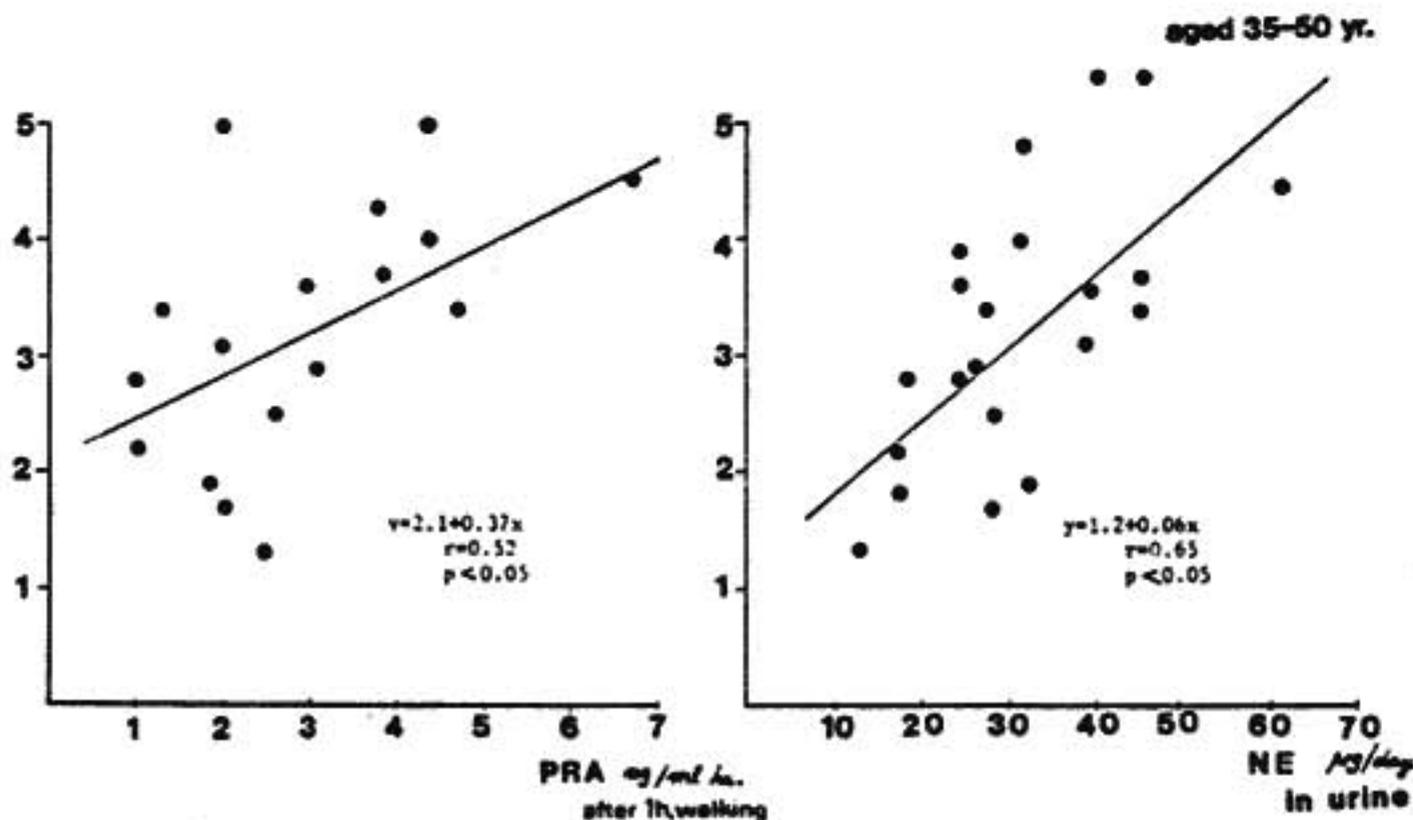


図3 Slope of SBP-VO₂ relationship vs urine-NE and PRA after 1 h. walking

少ない。今回我々は中軽症本態性高血圧者に最大運動負荷試験を行いその反応を検討した。運動中止理由としては下肢疲労が各年齢層にわたって多く見られた。今回血圧の中止規準として収縮期血圧 270 mmHg を用いたが、血圧値が運動中止の理由となる頻度は低く(49名中8名)、心肥大のない者は該当者なく、SH群に比較的多く(38%)見られた。Symptom limitingとしての胸痛は、ASH群の10名中2名に見られ、いずれも心電図で1mm以上の有意なST変化が見られたが冠動脈には有意な狭窄がなく、肥大に伴う相対的な心筋虚血の関与が考えられた。一方運動負荷試験に対する収縮期血圧の反応は、従来の報告^{3,4)}に見られるように年齢の高い者、特に50才以上の群で又肥大のある者程急峻な反応を示したが、これには動脈硬化も含めた臓器障害の関与も考えられた。本態性高血圧の高レニン群は、交感神経系の関与が強く、運動負荷に対する血圧の昇圧度が大きいとの報告⁵⁾があるが、今回動脈硬化の影響が比較的少ないと考えられるASH群を除いた50才以下の者で検討すると、収縮期血圧の昇圧度とPRAに有意な正の相関が見られた。又u-

NEとの間にも有意な正の相関が見られ、ASH群を除くこの年齢層では運動負荷による昇圧反応に交感神経系の関与が考えられた。一方ASH群は戸嶋らによると心肥大を示す以外には臓器障害は少ないと報告しているが⁶⁾、今回の検討でも眼底変化等の血管病変の軽い者が多く見られた。さらに運動負荷に対しては急峻な収縮期血圧の反応を示すにもかかわらず、PRA, u-NEがSH群に比べきわめて低く、ASH群はSH群とは異なる動態を示した。また運動能力も比較的良く保たれた群である事がわかった。

文 献

- 1) 田代寛美, 高木 勝, 戸嶋裕徳: 日循協誌 15: 8, 1980.
- 2) 相沢一得, ほか: 新薬と臨床 27: 81, 1978.
- 3) Amery, A., et al.: Circulation 36: 231, 1967.
- 4) Sannerstedt, R.: Am. J. Med. Sci. 258: 70, 1967.
- 5) 片桐 誠, ほか: 尿管学 20: 603, 1975.
- 6) Toshima, H., et al.: Jpn. Heart. J. 16: 377, 1975.

心疾患患者の運動負荷時の手掌部温度変化

児 島 俊 一* . 松 村 尚 哉* . 橋 本 文 教*
西 島 宏 隆* . 南 勝* . 安 田 寿 一*

緒 言

歩行などの下肢運動に際して健常者では、運動部位以外、特に皮膚で初期には血流減少がおきるが、運動量の増加および運動時間の延長につれ熱放散のため該部での血流の増大することが知られている¹⁾。しかし、心機能の低下した心疾患患者においては、運動筋への血流維持のための非運動部位(皮膚)への血流減少と熱放散のための皮膚血流増大のバランスのくずれが予想される。そこでわれわれは健常者、心疾患患者

に最大運動負荷を行い運動耐容能を決定、その時の末梢皮膚血流の一つの指標として手掌部温度を測定し、同時に交感神経活性の増大の指標として血漿カテコールアミン濃度の測定を行い相互の関係を検討した。

I 対 象

健常者10名(年齢30~66才, 平均48.5±10.6才)、心疾患患者NYHA I~II度13名(弁膜症8名, 心筋症5名, 年齢33才~74才, 平均48.5±13.6才)、心疾患患者NYHA III度11名(弁膜症8名, 心筋症2名,

* 北海道大学医学部 循環器内科

虚血性心疾患 1 名, 年齢 29~78 才, 平均 47.7 ± 15.4 才).

II 方 法

トレッドミル運動負荷は先に発表した 3 分漸増のわれわれの Bruce 変法を用いた²⁾. 速度 1.1 マイル/時, 傾斜 0% を導入 (stage 0) とし, 3 分目に速度 1.1 マイル/時, 傾斜 10% と負荷強度を増加 (stage I), その後は 3 分目毎に速度を Bruce 原法の 65% で負荷強度を増加させた. 運動負荷の終点は, 被験者の自覚症状の出現 (symptomatic max) によるか, または多源性, 連発の心室性期外収縮, 血圧下降の出現した時とした. 運動中, 心電図を連続モニター, 血圧はカフ法で測定した. 室温は 23°C から 27°C の範囲で, また上半身は衣服を着用せず負荷を行った. 手掌部温度はテルモ社製コアテンプ³⁾を用いた. 用いたプローブは皮膚表面より 5 mm の深部の温度を測定するとされ, これによる手掌部温度変化が前腕プレチスモグラフィによる手および前腕血流量とよく並行して動くことをわれわれは先に報告した⁴⁾. 図 1 に手掌部温度変化の連

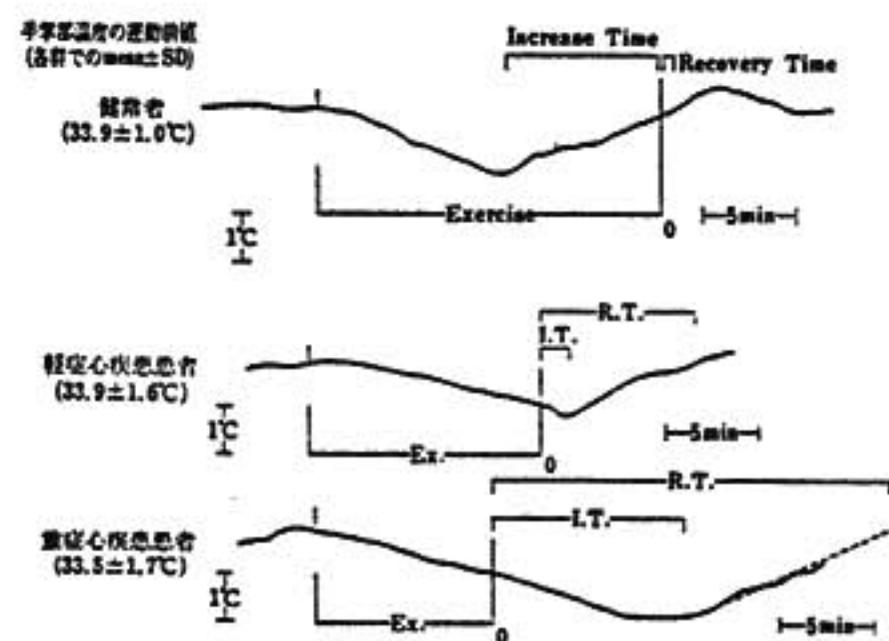


図 1 Increase time, Recovery time の定義

続記録の実際例を示す. 負荷終了時を基点 (0 分) とし, 負荷中止後をプラス, 負荷中止前をマイナスとし, 運動初期の低下後上昇に転ずる変曲点の時間を Increase Time (IT), さらに温度上昇により運動前値に復する時間を Recovery Time (RT) と定義した. 実際には心疾患重症例においては温度回復は著しく遅れ, 運動前値に復する以前にプラトーとなる例が多かった. そのため上昇開始の初期の傾きにより, その延長線上に RT を求めた.

この運動負荷を行った者のうち健常者 7 名, 軽症者 6 名, 重症者 5 名につき血漿カテコールアミン濃度測定のため採血を行った. 運動前臥床安静 25 分後, および運動終了後 3 分に採血. 高速液体クロマトグラフィを用いた THI 螢光法⁵⁾によって測定した.

III 結 果

最大運動負荷を行い, その時の中止の理由となったのは, 健常群では下肢のだるさが多く, 心疾患軽症群では息切れ, 動悸が多かった. 重症群では全員息切れ, 動悸などの胸部症状が出現, 中止の理由となり, 一部の症例では血圧下降, 不整脈出現のため中止した. これらの症状のため運動耐容時間は健常群 18.0 ± 3.3 分, 軽症群 12.4 ± 1.5 分, 重症群 10.3 ± 1.8 分 (Mean \pm SD) と心疾患の重症な者ほど運動耐容能は有意に低下していた (健常群対軽症群 $p < 0.001$, 軽症群対重症群 $p < 0.01$). また最大収縮期血圧は, 健常群にくらべ心疾患群では低値を示した. 健常群 173.4 ± 28.5 mmHg, 軽症群 142.6 ± 22.0 mmHg, 重症群 136.9 ± 38.8 mmHg であった (健常群対心疾患群 $p < 0.05$). しかし最大心拍数では各群で差はなかった. 健常群 146 ± 20 , 軽症群 150 ± 21 , 重症群 146 ± 28 .

図 1 の手掌部温度変化の実際例をみると, この健常例では運動中に手掌部温度上昇がみられ, 運動終了時にはほぼ運動前値に復した. また軽症例では温度上昇の開始は運動後にずれ込み, 前値への回復も健常例にくらべ遅れた. さらに重症例では運動終了後も温度下降は続き上昇のはじまりは遅く, 温度回復は著しく遅れた. Increase Time (IT) は健常群 -6.1 ± 4.2 分, 軽症群 2.0 ± 2.7 分, 重症群 4.7 ± 2.9 分と心疾患重症の者ほど運動による手掌部温度低下が持続し, 温度上昇の開始が有意に遅れることを示した (健常群対軽症群 $p < 0.01$, 軽症群対重症群 $p < 0.05$). Recovery Time (RT) も IT と同様の傾向を示した. 健常群 -2.0 ± 6.5 分, 軽症群 7.5 ± 5.8 分, 重症群 14.6 ± 7.3 分と心疾患重症の者ほど手掌部温度の回復が有意に遅れることを示した. 運動耐容時間と RT との関係を見ると運動耐容能の低下した重症者ほど RT も延長し, その間に有意の逆相関関係を認められた ($n = 34$, $r = -0.65$, $p < 0.001$).

図 2 のように血漿ノルエピネフリン (NE) 濃度の運

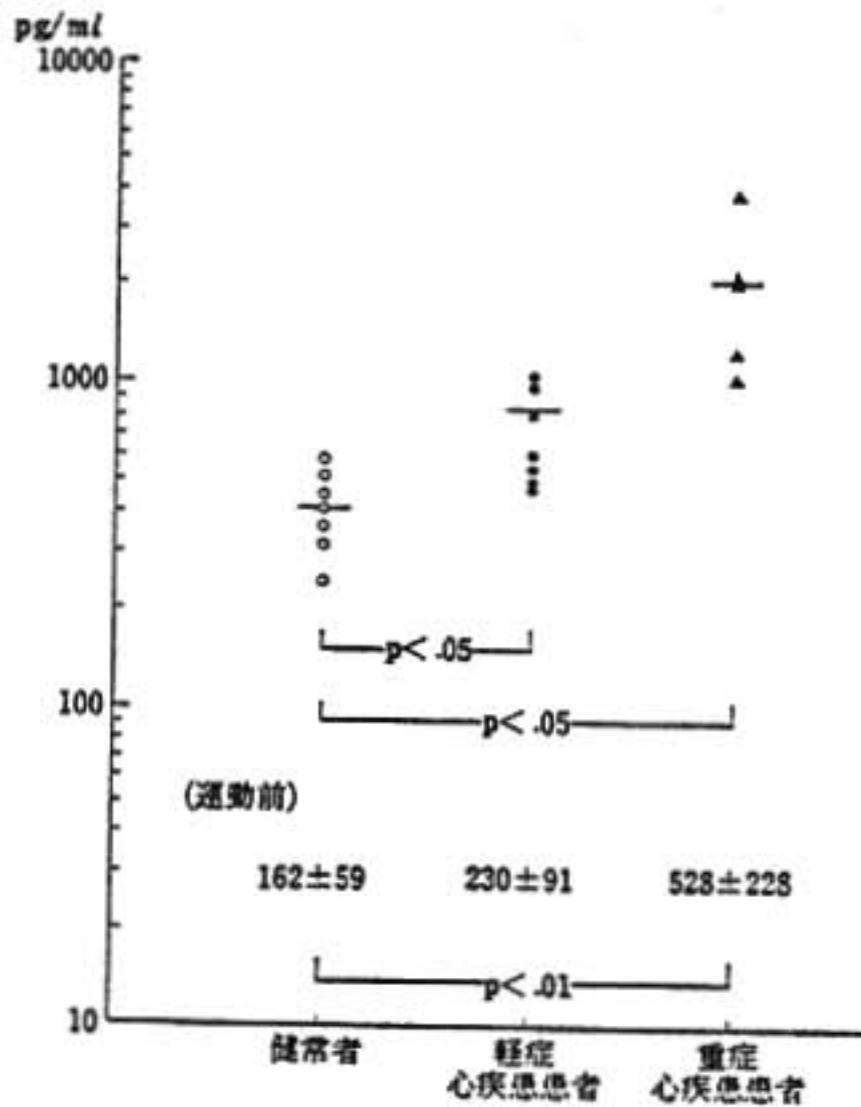


図2 血漿ノルエピネフリン濃度(運動前)

運動前値は、健常群 162.3 ± 59.4 pg/ml, 軽症群 230.7 ± 91.3 pg/ml, 重症群 528.4 ± 228.4 pg/ml で健常群と重症群とではすでに有意の差 ($p < 0.01$) があつた。各群とも運動により NE 濃度は健常群 421.9 ± 124.3 pg/ml, 軽症群 879.1 ± 411.3 pg/ml, 重症群 2084.0 ± 1151.1 pg/ml と有意に増加し、運動後の NE 濃度は健常群と心疾患群とでは有意の差 ($p < 0.05$) を認めた。運動耐容時間と運動後の NE 濃度の関係を図3に示した。運動耐容能の低下した者ほど運動後の NE

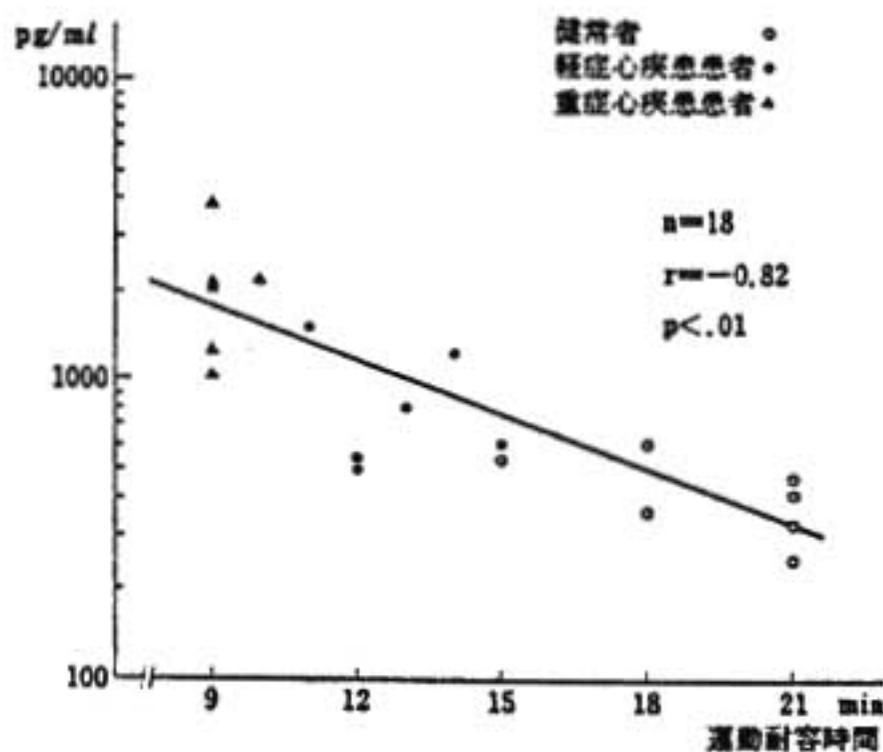


図3 血漿ノルエピネフリン濃度(運動後)

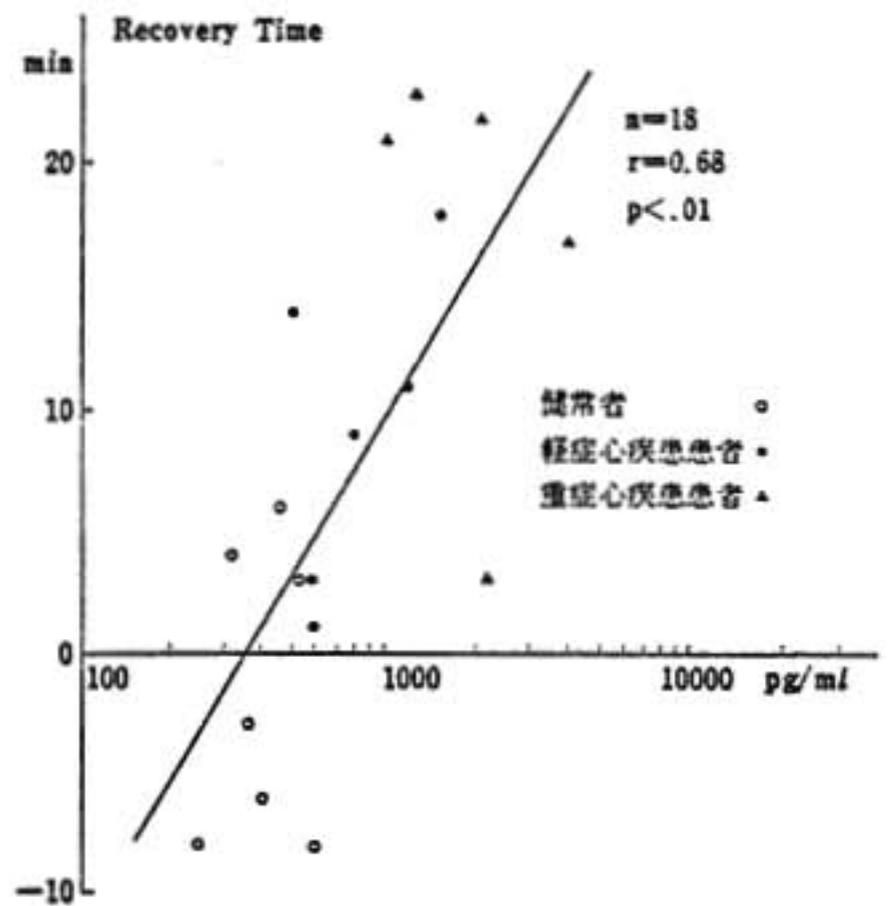


図4 血漿ノルエピネフリン濃度(運動後)

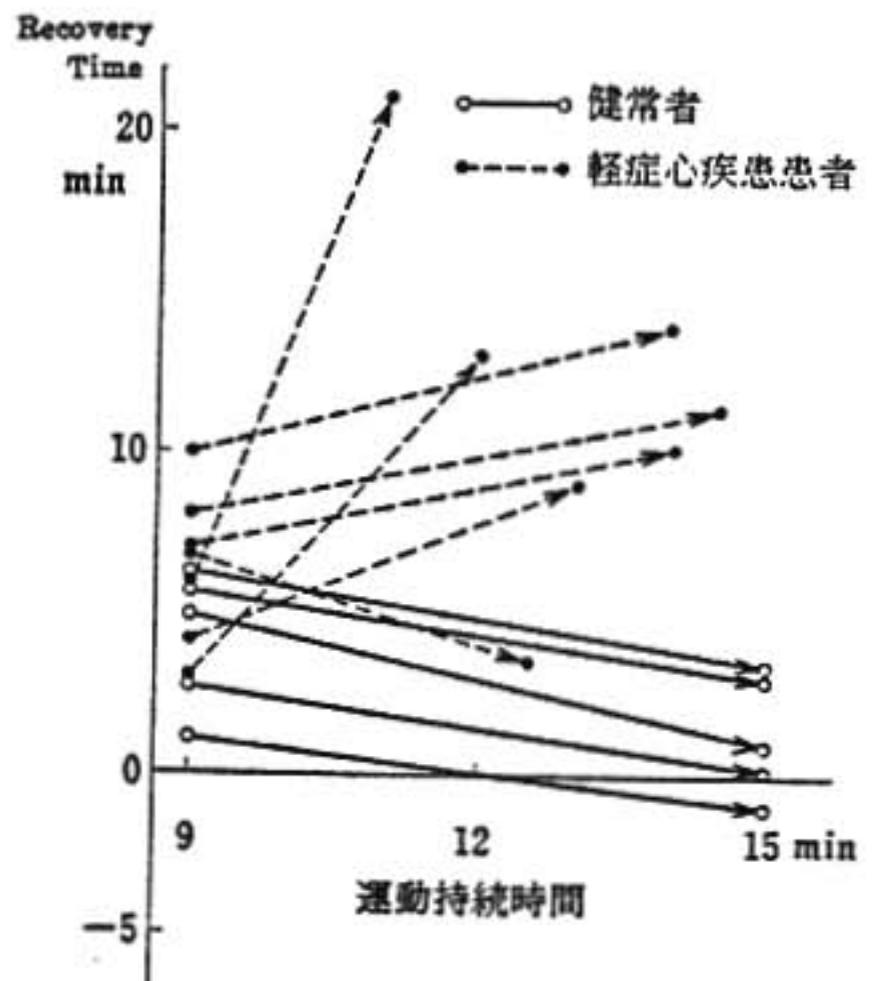


図5 運動持続時間の違いによる健常者、軽症心疾患患者の RT の比較

濃度は高値を示し、その間に有意の逆相関関係を認めた ($n=18, r=-0.82, p < 0.01$)。図4に RT と運動後の NE 濃度の関係を示した。RT の延長する者ほど運動後の NE 濃度は高く、その間に正の相関関係を認めた ($n=18, r=0.68, p < 0.01$)。

次に運動持続時間、運動強度と手掌部温度変化との関連をみるために、健常群と心疾患患者軽症群に対し比較的軽量負荷である Bruce 変法 stage 0-I-II

9分負荷と軽症群にとっての最大負荷, 健常群は15分負荷を行い, 両群でRTを比較してみた. 図5に示すごとく健常群では運動持続時間の延長とともに手掌部温度の回復がはやまるのにくらべ, 心疾患患者群では運動耐容能の限界の負荷を行うと手掌部温度の回復が遅れた.

結 語

1) 最大運動負荷試験において心疾患の重症な者ほど運動持続時間は減少していた.

2) 心疾患では運動中および後の手掌部温度の低下が著しく持続し, その回復が遅れた.

3) 心疾患患者では運動による血漿ノルエピネフリン濃度の上昇は大であり, その程度は心疾患重症度にほぼ比例した.

以上より心疾患の重症な者ほど運動時に運動筋への血流を維持するため, 交感神経活性が増大し非運動部位である手掌部血流量の減少することが推測される. それを反映して運動時の手掌部温度変化の大きさは, 心疾患の臨床的重症度, 運動耐容量また運動後の血漿

ノルエピネフリン濃度とよく相関することから, 心疾患重症度の判定の一つの指標として有用と考えた.

文 献

- 1) Mason, D. T. : Control of the peripheral circulation in health and disease. *Mod. Conc. Cardiovasc. Dis.* 36 : 25, 1967.
- 2) 児島俊一, 安田寿一, 他 : 心不全患者の運動耐容能を評価するためのトレッドミル負荷試験の検討. *心臓* 13 : 1239, 1981.
- 3) T. Togawa, T. Nemoto. : Technical note : A modified internal temperature measurement device. *Medical and Biological Engineering* 361, 1976.
- 4) H. Nishijima, H. Yasuda, et al. : Usefulness of core-temperature thermistor during exercise testing in heart failure : (abst.) *Circulation part II* 60 Number 4, 234, 1979.
- 5) Sato, S., Matsuda, H. and Mori, K. : Abstracts of V th international congress of endocrinology (Hamburg), 378, 1976.

心筋梗塞患者の運動負荷耐容量に対する低温, 高温の影響

桑 原 敏 樹* . 内 田 宏 子*

丸 岡 隆 芳* . 長谷川 武 志* . 藤 田 良 範*

新 谷 博 一* . 田 中 正 敏** . 吉 田 敬 一**

はじめに

最近我が国でも心筋梗塞患者に, 発作後急性期を脱した比較的早い時期から十分な観察のもとで積極的にリハビリテーションを行うようになった¹⁾. そして入院期間は短くなり, 退院後の社会復帰率も向上してきているようである²⁾. 心筋梗塞患者が退院後日常生活を営んでいく上で, 外気温は種々のかたちで心機能を含めた身体活動に影響をおよぼすものと考えられる.

しかしこの問題を論じた報告は少ない. 今回, 我々は主として陳旧性心筋梗塞患者を対象に, 日常の生活環境でみられる各種温度条件下で運動負荷試験を行い, 環境温が運動耐容量および心機能におよぼす影響を比較検討した.

I 対象ならびに方法

対象は心筋梗塞患者11例, 労作狭心症1例の計12例で, 平均年齢53.7歳の男性である. 運動負荷試験を行

なった時期は発作後2ヵ月～3年(平均12.1ヵ月)であった。対象症例は室温約28℃の前室で準備を整え、各環境条件に設定された人工気候室に入室した。環境条件は室温15℃(一部症例に10℃)、25℃、35℃の3種類に、相対湿度60%、風速30 cm/sec以下に設定した。入室後20分間の安静ののち、運動負荷は坐位自転車エルゴメーターを使用し25Wより開始して、3分毎に25Wずつ増量する連続的多段階負荷法で行った。回復は負荷中止後20分まで観察した。負荷前・中・後にわたり有線テレメーターを使用して心電図を監視記録し、同時に血圧を測定した。皮膚温用サーミスター温度計を使用し、躯幹部から末梢部で7ヵ所の皮膚温を連続測定した。負荷中止基準は、①胸痛などの自覚症状出現時、②安静時に比べSTの0.2 mV以上の偏位、重症不整脈の出現時、③予測最大心拍数到達時等とした。衣服は半袖シャツ、短パンとし、気候の影響を配慮して負荷試験は春と秋に実施した。

II 結 果

各室温における最大運動耐容量(以下 max. PWC)を図1に示した。室温15℃では平均75W 2分30秒、25℃で100W 42秒、35℃で75W 2分0秒と、室温25℃で max. PWC は最大となったが、15℃と35℃での差は著明ではなかった。室温10℃で行ったのは2例のみであるが、max. PWC 50W 1分30秒と他の室温と比較して著しい低下が認められた。

図2上段に各室温で負荷を中止した理由を示した。心電図 ST 偏位のための中止例は、室温10, 15℃で8例(66%)、25℃で10例(83%)、35℃で10例(83%)となり、室温10, 15℃で少ない傾向を示した。しかし不整脈による中止例は10, 15℃で3例(25%)、25℃で0例、35℃で1例(8%)と、室温10, 15℃で多い結果となり、低温下負荷試験では ST 偏位が中止基準まで達する前に不整脈で負荷中止になると思われる。自覚症状による中止例は室温10, 15℃で3例(25%)、25℃で2例(16%)、35℃で2例(16%)で、全例下肢の疲れによるものだった。最大心拍数に達したため中止例は低温でみられなかったが、室温25℃、35℃でそれぞれ2例(16%)に認められた。負荷試験全経過で1分間に5個以上の期外収縮の出現例を図2下段に示した。室温10, 15℃で5例(42%)、25℃で2例

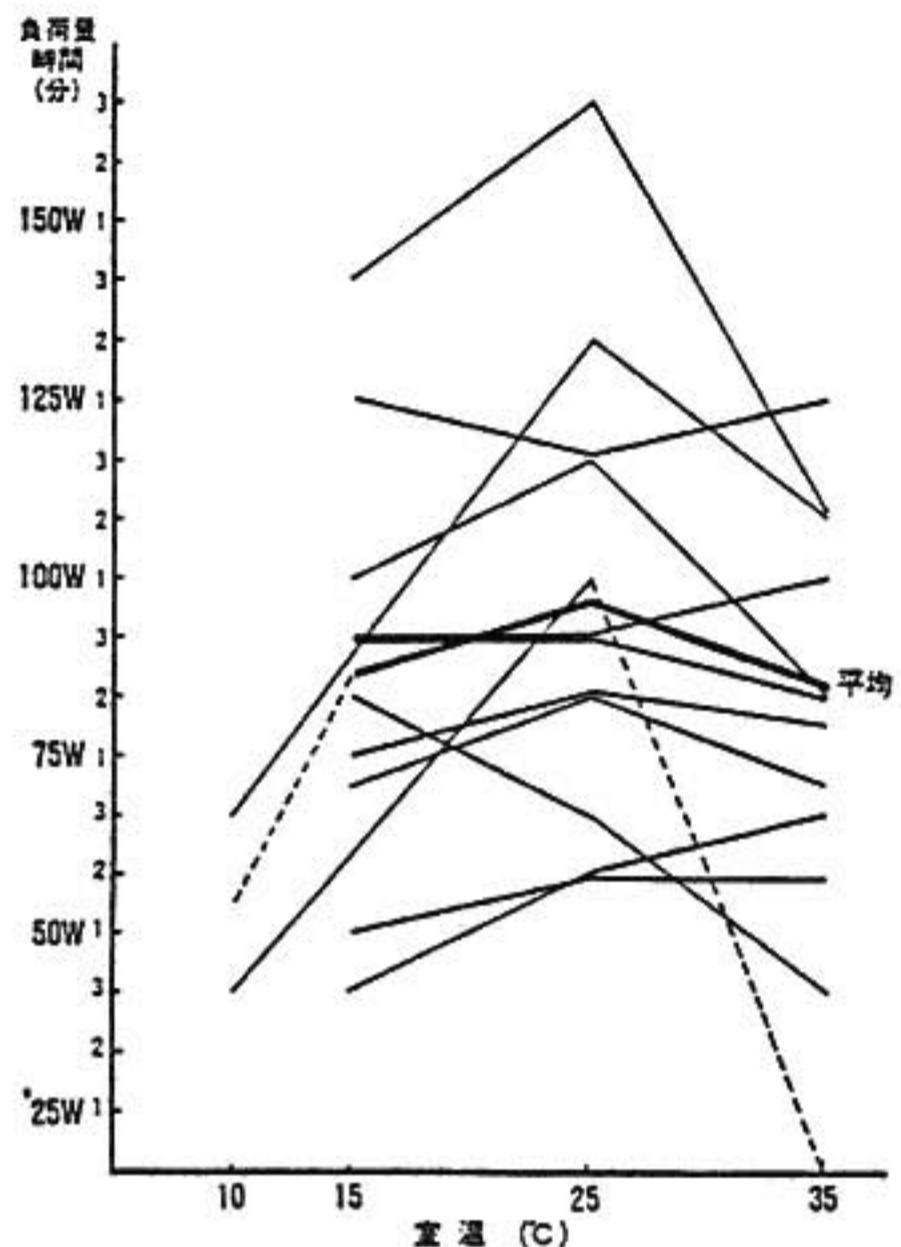


図1 各室温における最大運動耐容量

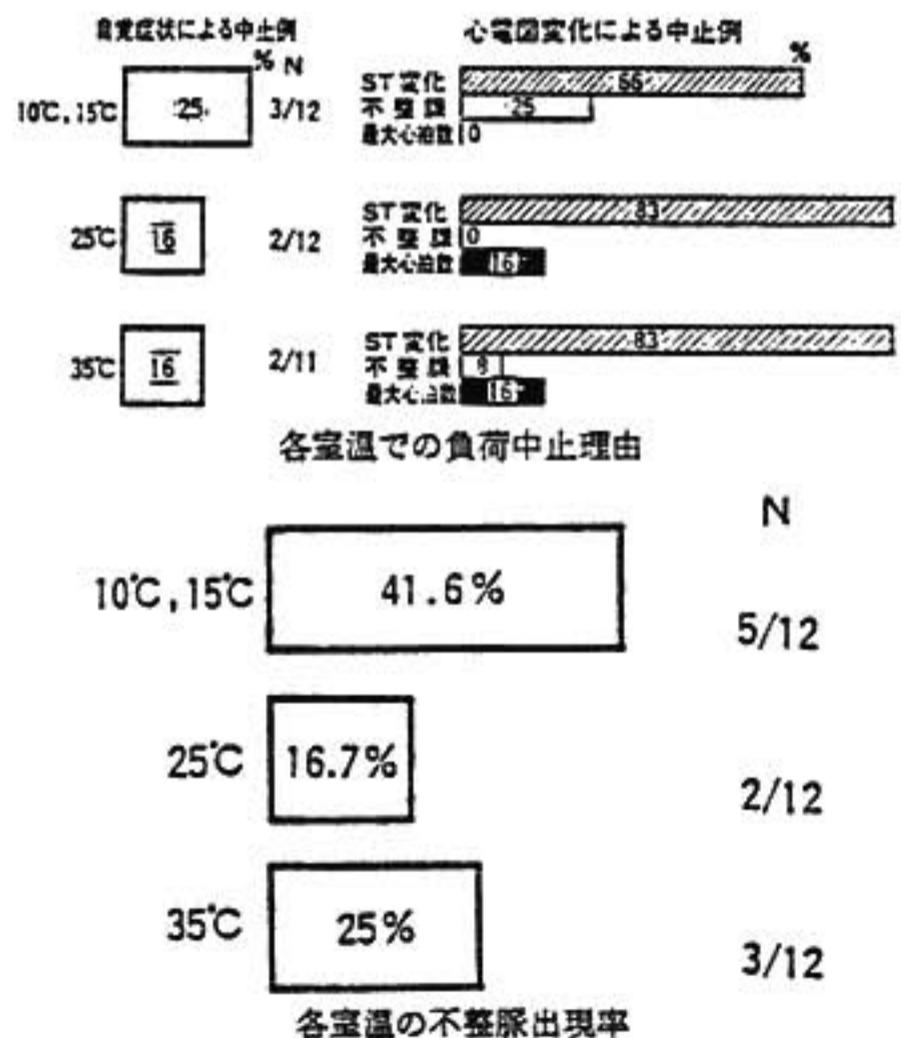


図2

(16%)、35℃で3例(25%)と低温では多くの症例に期外収縮が認められた。

気温約28℃の前室内での患者の自覚的な平均的温冷

感は「暑くも寒くもない」いわゆる温冷感の中性点で、このときの平均皮膚温は32~33℃の範囲であった。室温15℃での温冷感は入室後「涼しい」又は「寒い」であり、運動時で「やや涼しい」となるが、回復期で再び「寒い」となり、このときの平均皮膚温は平均29.3℃まで低下した。室温25℃では負荷前で中性点を示したが、運動により「やや暖かい」となり、回復期で中性点にもどった。室温35℃での平均皮膚温は35℃以上となり、平均的な温冷感は全極過中「暑い」となった。自覚的に暑さに強いのか寒さに強いのかによって対象症例を分けてみると、暑さに強いと答えた症例は室温10, 15℃より35℃で、寒さに強いと答えた症例では室温35℃より10, 15℃で運動耐容量が増加する傾向を示した。標準体重に対する平均肥満率は、寒さに強いと答えた症例+7.85%, 暑さに強いと答えた症例+1.05%であった。

各室温ごとの心拍数と収縮期血圧の変化を図3に示した。負荷中最大心拍数は室温15℃で123/分、25℃で136/分、35℃で126/分と max. PWC の大きい室温25

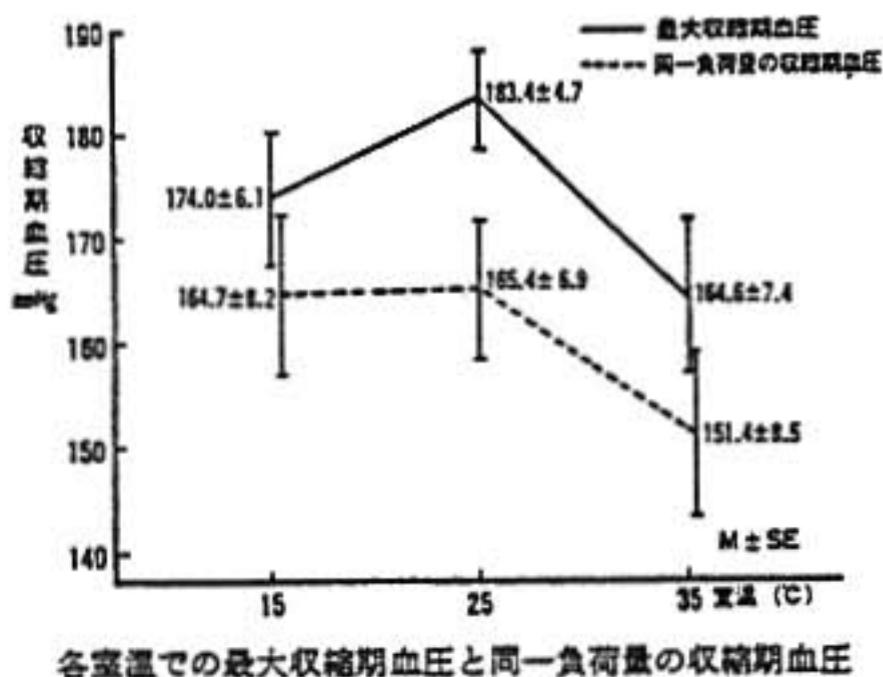
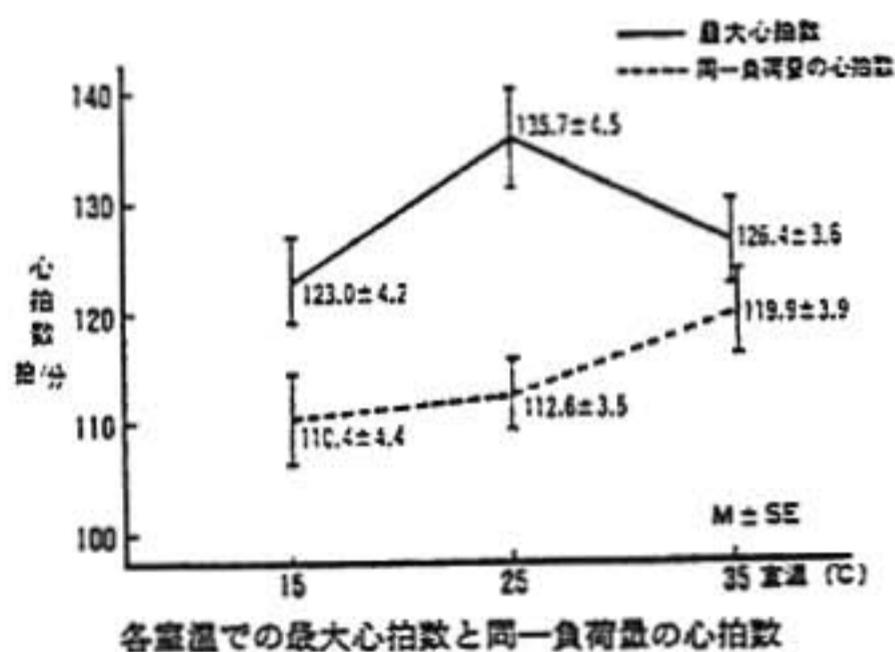


図3

℃で最も多くなったが、同一負荷量で比較すると15℃で110/分、25℃で113/分、35℃で120/分と室温35℃で有意な増加があった。また入室前の心拍数は各室温ともそれぞれ70~80/分であるが、室温35℃で負荷前最も多くなり、負荷後も回復が遅れた。室温15℃では負荷前および回復期で心拍数は少なかった。負荷中最大収縮期血圧は室温15℃で174 mmHg, 25℃で183, 35℃で165と、max. PWC の大きい室温25℃で最も高くなり、35℃で低値を示した。また同一負荷量の収縮期血圧でも他と比較して室温35℃で最も低かった。このことは高温環境における皮膚血管拡張も一因と考えられる。

III 考 案

心疾患患者に各種温度条件下で運動負荷試験を実施する場合には、心臓に対する運動負荷直接の影響と、環境温が運動時の循環系におよぼす影響の両者をもとに配慮しなければならない。しかし両者は複雑に関係し合い一様ではない。健康者の持久的運動では気温15℃以下で好記録が出る⁹⁾と言われている。我々が対象とした心筋梗塞患者では15℃, 25℃, 35℃の気温条件のうちで25℃で最も max. PWC が大きかった。対象患者の運動負荷中止は心電図、特に ST 偏位によるものが多く、自覚症状中止例は少ない傾向にある。そのため負荷強度を年齢別最大心拍数で見ると、どの室温においても70~80%の中等量の負荷であった。

小川ら⁹⁾の報告にもあるように、人間の快適と感ずる快適温域での平均皮膚温は32~33℃と言われており、快適温域の範囲は狭い。平均皮膚温29℃で自覚的温冷感「非常に寒い」となり、人によってはふるえが生じるとされる。本研究で使用した薄衣で室温15℃への暴露は患者にとってかなり寒く、また室温35℃への暴露は暑かった。しかし室温25℃への暴露では暑くも寒くもない中性点で、平均皮膚温は32~33℃の範囲であった。このことから環境温25℃は、生体におよぼす影響が最も少ない様に思われる。

吉田ら⁸⁾によれば、正常高令者の低温下負荷試験で期外収縮の出現を認めており、循環器系への負担が大きいと述べている。我々も低温下で半数近くの症例に期外収縮が認められ、低温環境が心臓におよぼす影響は大きいと思われる。

負荷中最大心拍数, 最大収縮期血圧は max. PWC の大きい室温25°Cで最も高値となったが, 同一負荷量では室温35°Cで心拍数が多く, また安静時の心拍数も増加し負荷後の回復も遅れた。熱の放散による皮膚血流量の増加が心拍数の増大をきたすのも一因と思われる。Brouch ら⁷⁾は, 運動時の収縮期血圧は運動負荷量に影響されるもので温熱条件に影響されないと述べているが, 我々の結果では同一負荷量の収縮期血圧は室温35°Cで他の室温と比べて低くなり, また安静時でも低値であった。安静時血圧が気温条件に影響されるのは明らかであるが, 負荷量の比較的少ない運動時には気温条件によって運動時の血圧にも影響をおよぼすものと考えられる。

おわりに

低温下負荷試験で不整脈出現が多く, 高温下では心拍数の増加があり, 気温条件のきびしい時の身体運動は心臓への負担が多く, 外来指導の面にも十分注意を

要するものと思われる。

稿を終るにあたり, 研究に御協力, 御助言戴きました昭和大学医学部衛生学教室, 橋原 裕, 大中忠勝, 山崎信也, 松井住仁, 長沼 秀の諸先生に深謝致します。

文 献

- 1) 藤田良範, ほか: リハビリテーション医学 15: 151, 1978.
- 2) 丸岡隆芳, ほか: 治療 62: 104, 1980.
- 3) 丸岡隆芳, ほか: 最新医学 36: 191, 1981.
- 4) 猪飼道夫, 編: 身体運動の生理学, 杏林書院, 東京, 410, 1973.
- 5) 小川庄吉, ほか: 公衆衛生院研究報告 24: 221, 1975.
- 6) 吉田敬一, ほか: 大和ヘルス財団の助成による研究業績集 4: 9, 1980.
- 7) Brouch, L., et al.: J. Appl. Physiol. 16: 133, 1960.

狭心症における運動負荷試験成績とホルター心電図所見の対比

鈴木 健*・岸田 浩*・早川 弘一*

はじめに

労作性狭心症の診断に際し, 運動負荷試験が重要な手段になりうることはいうまでもない。一方, ホルター心電計を患者に携帯させ, 日常労作時におこる自然発作中の心電図にても診断が可能である。われわれはその他の狭心症も含め, それらに対する両方法の診断的意義を検討した。さらに, 労作性狭心症患者に対し, 両方法における胸痛出現時の心拍数を調べ, かつ冠動脈造影所見とも対比した。

I 対象および方法

対象は, トレドミル運動試験, ホルター心電計¹⁾, 超小型患者携帯用心電計²⁾, 12誘導心電計のいずれか

の方法により診断された労作性狭心症18例, 労作兼安静狭心症9例, 安静狭心症1例, 異型狭心症14例の計42例(男31例, 女11例)で, 平均年齢は53.6±18.1才である。

トレドミル運動試験は Bruce 法を修正し, stage 1の前に mile/h 傾斜角度10%をもうけ, 以後 Bruce のプロトコルに従った。なお各 stage の運動時間は2分間とした。誘導方法は双極3誘導からなり, その誘導部位は修正II, V₁およびV₅誘導である。運動試験中の終了点は0.1mV以上の虚血性ST低下あるいは上昇, 不整脈出現, 亜最大心拍数に達した場合のいずれかである。判定は, 胸痛を訴え, かつ0.1mV以上の虚血性ST低下あるいは上昇を認めた場合を陽性とした。なお, 運動試験は午後1時30分~3時の間に行

* 日本医科大学 第一内科

われた。

ホルター心電図の記録は, Avionics 社製 Model 425又は 445B cardiocorder を用い, 誘導部位は原則として修正IIとV₄あるいはV₅の双極2誘導である。ホルター心電図の再生は, Avionics 社製 Model 660 B により, 医師が再生し, 自覚症状を訴えた個所や変化を認めた ST 部分は実時間にて再生し, ST 偏位の程度を調べた。一方, Advance Med 社製 Eliminator にて24時間の心電図をすべて再生し, 0.1 mV 以上の虚血性 ST 低下あるいは ST 上昇を認め, かつ胸痛出現の伴ったものを自然狭心症発作とし, その時の心拍数を測定した。

冠動脈造影は Judkins 法にて行い, 左冠動脈は3方向より, 右冠動脈は2方向より撮影し, 75%以上の器質的狭窄を有意な狭窄とみなした。なお, 心筋梗塞, 伝導障害, 心臓弁膜症, 特発性心筋症および狭心症治療薬投与例は本研究から除外された。

II 結 果

トレッドミル運動試験, ホルター心電計, 超小型患者携帯用心電計, 12誘導心電計などの手段により診断された各種狭心症における運動負荷成績およびホルター心電図所見を表1に示す。各種狭心症に対する負荷心電図所見は上段に示すごとく, 労作性狭心症18例と, 労作兼安静狭心症9例の全例にて ST 低下を示したのに対し, 異型狭心症では14例中9例(64.3%)にとどまった。残りの5例中1例には ST 上昇が認められた

表1 各種狭心症に対するトレッドミル運動負荷成績とホルター心電図所見

| | | 確定診断 | | | | |
|-----------|---------------|--------|----------|-------|-------|----|
| | | 労作性狭心症 | 労作兼安静狭心症 | 安静狭心症 | 異型狭心症 | 計 |
| トレッドミル運動 | ST 低下 | 18 | 9 | | 9 | 36 |
| | ST 上昇 | | | | 1 | 1 |
| | 所見なし | | | 1 | 4 | 5 |
| | 計 | 18 | 9 | 1 | 14 | 42 |
| ホルター心電図所見 | 労作時 ST 低下 | 18 | | | 2 | 20 |
| | 労作時兼安静時 ST 低下 | | 9 | | 1 | 10 |
| | 安静時 ST 低下 | | | 1 | | 1 |
| | 安静時 ST 上昇 | | | | 11 | 11 |
| 計 | | 16 | 9 | 1 | 14 | 42 |

が, 4例では ST 変化はみられなかった。安静狭心症の1例も何ら異常所見は認められなかった。下段に示すごとく, 各種狭心症とホルター心電図所見の関係についてみると, 労作性狭心症18例全例で労作時にのみ, 労作兼安静狭心症9例全例にて労作時と安静時のいずれにも, 安静狭心症では安静時にのみ ST 低下を認めた。一方, 異型狭心症では14例中11例で安静時発作中にのみ ST 上昇が出現したが, 残りの3例には ST 低下がみられ, うち2例では労作時に, 1例には労作時あるいは安静時に認められた。以上のごとく, 運動負荷試験とホルター心電計において, 労作性および労作兼安静狭心症の全例に ST 低下を認めた。そこで, ホルター心電図記録中に2回以上の狭心症発作を来した労作性狭心症14例を対象とし, 胸痛出現時の心拍数が同一であるかいなかを検討した。

その成績は図1に示すごとく, ホルター心電計によ

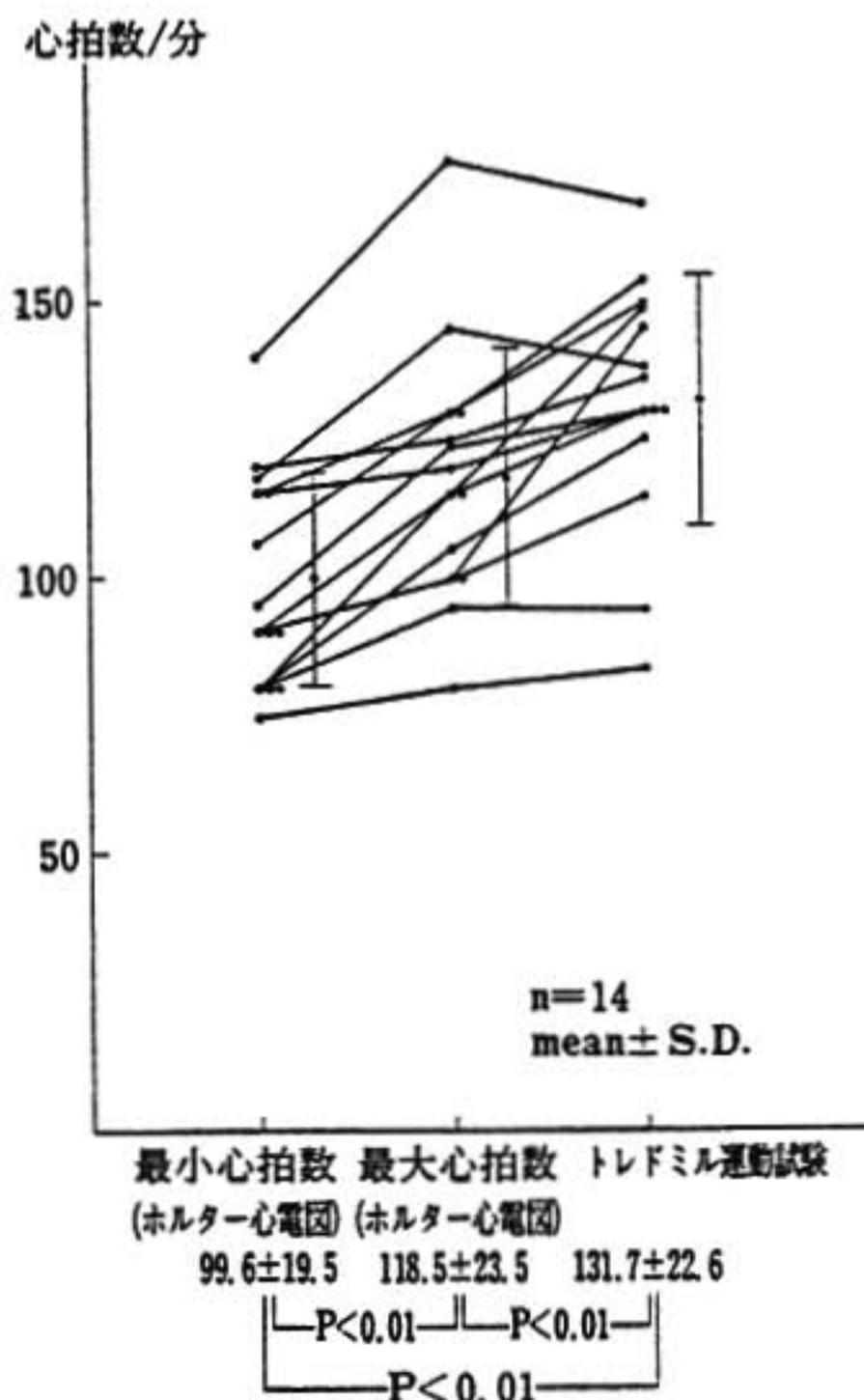


図1 労作性狭心症におけるホルター心電図およびトレッドミル運動試験の胸痛出現時心拍数

り記録された労作時発作のうち最小心拍数は 99.6 ± 19.5 /分であったのに対し、最大心拍数は 118.5 ± 23.5 /分であり、それらの間には有意の差があった ($P < 0.01$)。一方、トレッドミル運動試験における胸痛出現時の心拍数は 131.7 ± 22.6 /分であり、前二者の自然発作時心拍数よりも有意の差をもって増加した ($P < 0.01$)。以上より、労作性狭心症における自然発作時の心拍数は運動誘発時のそれよりも低いという結果が得られた。

そこで問題となるのは労作性狭心症の発作出現時間と心拍数の関係である。運動負荷心電図が午後1時30分～3時の間に行われたのに対し、ホルター心電図にて自然発作中に最小心拍数を示した時間帯は、図2の

すく、午後にみられる発作中の心拍数は、運動試験の心拍数よりは少なかったが、午前中のそれよりは多かった。

図3は狭心症発作回数と運動耐容量の関係を冠動脈重症度と対比した成績を示す。1日におこる労作時狭心症発作回数が2回以下の群と3回以上の群に分類した。いずれの群においても、多枝障害を有する例の運動耐容量は0～1枝障害例に比して低く、特に3回以上の発作を有する群において一層減少する傾向があった。なお、図には示さなかったが、運動誘発狭心症の心拍数は、多枝障害を有する3回以上の発作群においてもっとも少なかった。

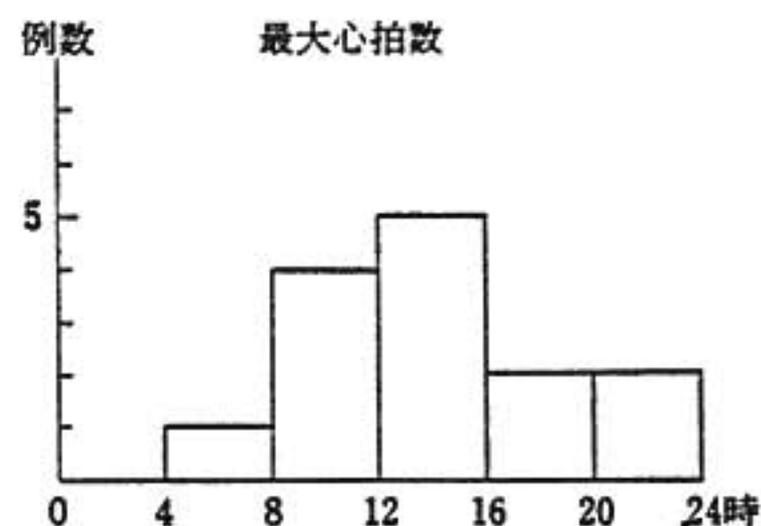
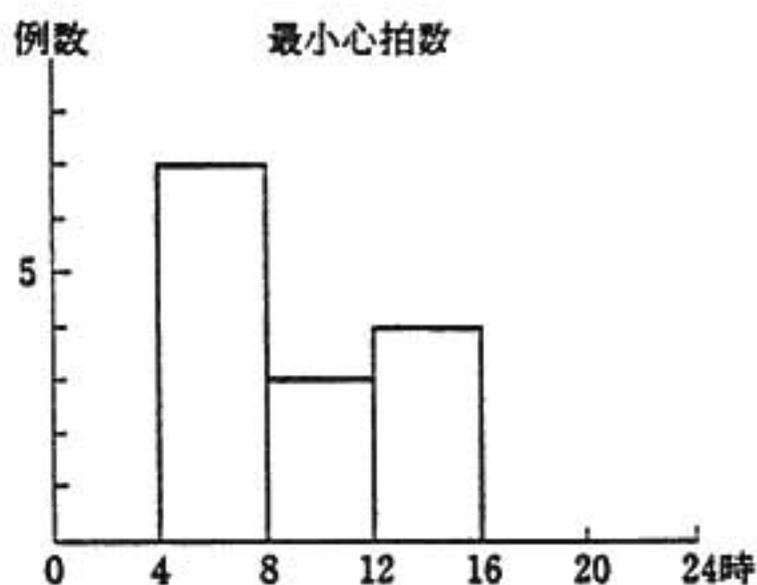


図2 労作性狭心症における自然発作の出現時間帯と最小および最大心拍数

上段に示すごとく、14例中10例(71.4%)が午前中であり、うち7例(50.0%)が午前4時～8時の間に集中した。一方、最大心拍数の出現時間は、図2の下段のごとく、14例中9例(64.3%)が午後であり、うち5例で12時～16時の間にみられた。したがって、少ない心拍数によっておこる胸痛発作は午前中に出現しや

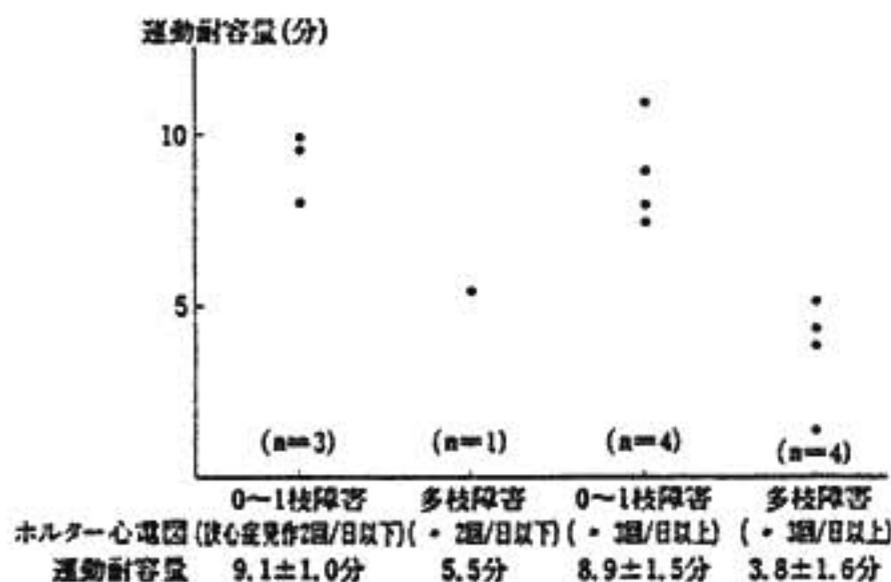


図3 労作性狭心症における狭心症発作回数と運動耐容量の関係

Ⅲ 考案および考察

著者らの成績によれば、トレッドミル運動試験の成績とホルター心電図所見は労作性および労作兼安静狭心症の全例に同一のST変化を認めた。一方、安静および異型狭心症の場合にはホルター心電図の方が運動負荷試験よりはるかに正確な所見が得られた。

虚血性心疾患におけるホルター心電図の診断率は、Wolfら²⁾、Crawfordら⁴⁾の成績によれば、それぞれ51.1%、61.5%であり、著者らの92.9%に対してかなり低かった。このことは恐らく、われわれは典型的な狭心症例を対象としたためであろう。

一方、安静および異型狭心症に対する運動試験成績はホルター心電図所見に比してかなり劣ったが、その理由としては、異型狭心症のみならず安静狭心症の発作発生機序が心筋酸素需要の増大によるのではなく、冠スパズムにもとづく一次的冠血流量の減少であると

みなされるためである⁹⁾。

著者らの成績によれば, 労作性狭心症例の午前における胸痛出現時心拍数は午後のそれよりも低かった。一方, 労作性狭心症の出現時間は, 岸田²⁾の報告によれば多くの例で午前中にみられた。

MacAlpin ら⁶⁾は, 労作性狭心症に運動の継続あるいはくり返し運動を行うことにより, 運動耐容量が増すことを観察し, これを“Walk through 現象”あるいは“Warm up 現象”と称した。一方, 宮田ら⁷⁾は労作性狭心症に対するトレッドミル運動試験にて Warm up 現象を調べ, 15分あるいは30分間隔で行った運動試験では Warm up 現象は認められたのに対し, 60分の場合にはこの現象は消失したと報告した。したがって, これらの報告にしたがうならば, 著者らの成績は日常生活のくり返し運動にもとづく Warm up 現象で説明されるかもしれない。Warm up 現象の成因としては, MacAlpin ら⁶⁾は狭窄を有する冠動脈灌流域の血流量の増加に帰したのに対し, 宮田ら⁷⁾は運動による末梢血管拡張による血圧低下や体酸素消費量の減少

など, 全身の代謝への影響による局所冠循環の改善の結果と考えた。これら問題に関して, 今後なお検討を要すると思われる。

ま と め

各種狭心症に対するトレッドミル運動試験とホルター心電計の診断的意義および労作性狭心症の発作出現時間の違いによる心拍数の差異につき述べた。

文 献

- 1) Holter, N. J. : Science 134 : 1214, 1961.
- 2) 岸田 浩 : 日医大誌 42 : 203, 1975.
- 3) Wolf, E., et al. : Br. Heart J. 36 : 90, 1974.
- 4) Crawford, M. H., et al. : Ann. Intern. Med. 89 : 1, 1978.
- 5) Maseri, A., et al. : Circulation 62 : (Suppl V), 3-13, 1980.
- 6) MacAlpin, R. H., et al. : Circulation 33 : 183, 1966.
- 7) 宮田捷信, 他 : 脈管学 21 : 19, 1981.

多誘導運動負荷心電図試験の冠動脈疾患診断能

都 築 雅 人*・河 合 直 樹*・吉 田 麗 己*
 稻 垣 春 夫*・近 藤 照 夫*・山 内 一 信*
 横 田 充 弘*・外 畑 巖*・都 築 実 紀**

はじめに

運動負荷心電図試験において, これまで種々の診断基準と誘導法が提唱されている。今回我々は多誘導運動負荷心電図試験において, 心電図診断基準と誘導法の診断精度を比較検討した。

I 対象と方法

対象は選択的冠動脈造影で, 主要冠動脈のうち少なくとも1枝以上に内径の75%以上の器質的狭窄の証明

された労作性狭心症患者38名で, 男性26名, 女性12名, 平均年齢54才である。陳旧性心筋硬塞, 弁膜疾患, 左脚ブロックを有する者は対象から除外した。冠動脈造影と左室造影にて異常が認められなかった2名の患者と, 冠動脈疾患の危険因子がない無症状の健康成人38名の合計40名を対照群とした。対照群はすべて男性で, 平均年齢32才である。

狭心症群の冠動脈造影所見は, 1枝病変19例, 2枝病変11例, 3枝病変8例であった。左主幹部病変は2枝病変とした。

これらに、既報の修正 Bruce 法多段階トレッドミル運動負荷又は、25 W より3分毎に25 W 宛運動強度を漸増する坐位自転車エルゴメーター負荷を課した。運動終点は、狭心症群では胸痛・胸部絞扼感・息切れなど33例、年齢別最大予測心拍数の85%以上の心拍数への到達3例、下肢痛・下肢倦怠感2例であった。対照群の運動終点は、すべて年齢別最大予測心拍数の85%以上の心拍数への到達であった。安静時の心拍数・血圧・PRP は両群間で有意差はなかったが、運動ピーク時の心拍数・PRP 及び運動時間は、狭心症群で有意に低値であった(表1)。

表1 Exercise testing with a multistage protocol

| | Angina pectoris (N=38) | Normal control (N=40) |
|------------------------------|--|--------------------------|
| Endpoint | chest complaints 33 target HR ‡ 3 other symptoms 2 | target HR ‡ |
| | Mean (± S. D.) | Mean (± S. D.) |
| Peak HR (/min.) | 116.3 (± 17.8) | 166.9 (± 7.6)* |
| Peak BPs(mmHg) | 166.8 (± 19.1) | 170.1 (± 21.9) |
| Peak PRP (×10 ²) | 195.7 (± 42.1) | 294.3 (± 40.8)* |
| Exercise time(sec.) | 416.4 (± 147.9) | 740.6 (± 178.6)* |

‡ over 85% of maximal predicted heart rate

* P<0.001

表2に、使用した心電図診断基準と誘導法を示した。診断基準1は、J点より80 msec. 以上続く0.1 mV 以上の水平或いは下行傾斜 ST 低下、診断基準2は、J点より80 msec. 後の ST 低下が0.2 mV 以上の緩徐上行傾斜 ST 低下、診断基準3は、J点より60 msec. 後の時点で0.1 mV 以上の ST 上昇、診断基準4は、U波の陰転である。心電図記録は、Masonら¹⁾による修正12誘導から aV₂ を除いた11誘導、CM₁ 及

表2 ECG criteria for positive test and lead systems

| Criteria |
|---|
| Criterion 1: horizontal or downsloping ST depression ≥ 0.1 mV |
| Criterion 2: slow upsloping ST depression ≥ 0.2 mV (80 msec. after J point) |
| Criterion 3: ST elevation ≥ 0.1 mV (60 msec. after J point) |
| Criterion 4: U-wave inversion |
| Lead systems |
| (1) Modified 12 lead ECG (aV ₂ excluded) |
| (2) Two bipolar leads (CM ₁ & CC ₁) |
| (3) Frank's orthogonal lead ECG |

び CC₁ の胸部双極誘導、Frank 直交3誘導の計16誘導にて行った。6チャンネル心電計を用い、臥位及び立位(坐位)にて安静時コントロールを、運動中と回復期の6分までは1分毎に記録を行った。

II 結 果

① 診断基準の検討: 表3に示すごとく、診断基準1に対し診断基準2, 3, 4を追加することにより、これら各誘導法において、sensitivity の改善を見たが、specificity は低下しなかった。V₁ 誘導単独及び11誘導法では、診断基準1, 2, 3, 4をすべて使用することにより、推計学的に有意な改善を示した(P<0.05)。V₁-V₄ で ST 上昇を示した者が2名、V₂, V₃ で ST 低下を示した者が1名いたため、これらの誘導のうち V₁ を検討に加えた。

次に、U波陰転基準について検討を行った。狭心症群38名中13名に陰性U波が出現し、うち2名は有意の ST 変化を伴わない症例であった。U波陰転の頻度は CC₁ が最も高く(13例)、次いで V₁・X (各12例)、CM₁・V₁ (各11例) の順に高かった。その他の誘導は

表3 Sensitivity and specificity of multistage exercise testings
—Single vs multiple diagnostic criteria—

| | V ₁ | | CM ₁ | | CM ₁ +CC ₁ +V ₁ | | 11 leads | | 16 leads | |
|------------------------|----------------|------------|-----------------|------------|--|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | sens. (%) | speci. (%) | sens. (%) | speci. (%) | sens. (%) | speci. (%) | sens. (%) | speci. (%) | sens. (%) | speci. (%) |
| Criterion 1 | 57.9 | 97.5 | 63.2 | 97.5 | 73.7 | 97.5 | 65.8 | 92.5 | 73.7 | 92.5 |
| Criterion 1 or 2 | 65.8 | 97.5 | 71.0 | 97.5 | 78.9 | 97.5 | 71.0 | 92.5 | 78.9 | 92.5 |
| Criterion 1, 2 or 3 | 65.8 | 97.5 | 71.0 | 97.5 | 81.6 | 97.5 | 76.3 | 92.5 | 81.6 | 92.5 |
| Criterion 1, 2, 3 or 4 | 78.9 | 97.5 | 78.9 | 97.5 | 86.8 | 97.5 | 86.8 | 92.5 | 86.8 | 92.5 |

Abbreviations: sens. = sensitivity, speci. = specificity

表4 U-wave inversion and coronary artery disease
—Angiographic correlation—

(A) U-WI and CAD

| | | CAD | | |
|------|-----|-----|-----|----|
| | | (+) | (-) | |
| U-WI | (+) | 13 | 0 | 13 |
| | (-) | 25 | 40 | 65 |
| | | 38 | 40 | |

| | |
|------------------------------|--------|
| Sensitivity | 34.2% |
| Specificity | 100.0% |
| Predictive value of U-WI (+) | 100.0% |
| Predictive value of U-WI (-) | 61.5% |

(B) U-WI and LMT or LAD lesion

| | | LMT or LAD lesion | | |
|------|-----|-------------------|-----|----|
| | | (+) | (-) | |
| U-WI | (+) | 12 | 1 | 13 |
| | (-) | 13 | 12 | 25 |
| | | 25 | 13 | |

| | |
|------------------------------|-------|
| Sensitivity | 48.0% |
| Specificity | 92.3% |
| Predictive value of U-WI (+) | 92.3% |
| Predictive value of U-WI (-) | 48.0% |

Abbreviations: U-WI=U-wave inversion
LMT=Left main trunk

CAD=Coronary artery disease
LAD=Left anterior descending artery

表5 Diagnostic performance of various lead systems
—Single vs multiple lead systems—

| | V ₁ | CM ₁ | CM ₁ +CC ₁ +V ₁ | 11 lead | 16 lead |
|---|----------------|-----------------|--|---------|---------|
| Sensitivity (%) | 78.9 | 78.9 | 86.8 | 86.8 | 86.8 |
| Specificity (%) | 97.5 | 97.5 | 97.5 | 92.5 | 92.5 |
| Predictive value of a positive test (%) | 96.8 | 96.8 | 97.1 | 91.7 | 91.7 |
| Predictive value of a negative test (%) | 83.0 | 83.0 | 88.6 | 88.1 | 88.1 |
| Accuracy (%) | 88.5 | 88.5 | 92.3 | 89.7 | 89.7 |

出現頻度が低く、特にII・III・aV_F・Yの下向き誘導、V₁・Zには出現しなかった。

U波の陰転は冠動脈疾患群(狭心症群)38名中13名に出現したが、非冠動脈疾患群(対照群)40名には出現しなかった(表4A)。すなわち、冠動脈疾患に対する sensitivity は34.2%と低かったが、specificity は100%と高かった。冠動脈疾患予測値(predictive value)は100%であった。表4Bは、U波陰転と左主幹部或いは左前下行枝病変との関係を示す。U波陰転の出現した13名中12名に左主幹部或いは左前下行枝病変が存在した。すなわち、これらの病変に対する sensitivity は48%と低かったが、specificity, 予測値(predictive value)は92.3%と高かった。

② 誘導法の検討: 上述の診断基準1, 2, 3, 4を使って誘導法の診断精度を比較検討した。CM₁+CC₁

+V₁の3誘導法は、sensitivity 86.8%, specificity 97.5%, 陽性試験の予測値97.1%, 陰性試験の予測値88.6%, accuracy 92.3%で、表5に示した他の誘導又は誘導の組み合わせの中で最も診断精度が高かった。

III 考 案

主要冠動脈に有意な狭窄を有する労作性狭心症患者38名と対照群40名を対象として、多誘導運動負荷心電図試験の心電図診断基準と誘導法の検討を行った。

① 診断基準: 緩徐上行傾斜型ST低下(≥0.2mV, J点后80msec.)は、Stuartら²⁾, Kuritaら³⁾によれば、水平型或いは下行傾斜型ST低下(≥0.2mV)に匹敵する診断的価値を有するとされている。今回の研究でも、この基準を用いることにより軽度だが sensitivity は改善し、この基準の有用性が示唆された。

Fortuin ら⁴⁾は運動誘発 ST 上昇が強い心筋虚血を示唆し、出現誘導部位から冠動脈病変部位を正確に予測し得ることを報告した。Longhurst ら⁵⁾も V_1 - V_3 の ST 上昇が左前下行枝病変(特に近位部病変)と密接に関連していることを報告した。今回検討した狭心症群38例中2例が V_2 - V_4 にて ST 上昇を示し、両者とも左前下行枝近位部病変を有した。U波陰転は、その機序はまだ未確定であるが、冠動脈疾患、特に左主幹部病変あるいは左前下行枝病変に特異性が高かった。我々の成績は Gerson ら⁶⁾の報告と一致している。

② 誘導法：多くの報告^{7,8)}は、運動負荷時の誘導数を増すことにより診断能が改善されることを示唆している。Chaitman ら⁷⁾は多忙な臨床の場における至適誘導法として、 CM_5 , CC_5 , CL 誘導の組み合わせを勧めている。我々の研究では、 CM_5 , CC_5 , V_3 の3誘導が簡便で診断精度が高く、日常臨床における誘導法として有用であると考えられた。なお今後さらに症例を増やし、検討を重ねて行く予定である。

文 献

- 1) Mason, R. E., et al. : Am. Heart J. 71 : 196, 1966.
- 2) Stuart, B. J., et al. : Am. J. Cardiol. 37 : 19, 1976.
- 3) Kurita, A., et al. : Am. J. Cardiol. 40 : 492, 1977.
- 4) Fortuin, N. J., et al. : Am. J. Med. 49 : 459, 1970.
- 5) Longhurst, J. C., et al. : Circulation 60 : 616, 1979.
- 6) Gerson, M. C., et al. : Circulation 60 : 1014, 1979.
- 7) Chaitman, B. R., et al. : Circulation 57 : 71, 1978.
- 8) Blackburn, H., et al. : Physical Activity and the Heart, edited by Karvone M, Barry A. Springfield, Illinois, Charles C. Thomas, p. 101, 1966.

運動負荷試験による心室性期外収縮の出現と その型についての検討

池 田 公 明* . 黒 岩 昭 夫*

はじめに

従来より運動負荷試験と心室性期外収縮との関係については、種々の見解が提起されてきた。すなわち、心室性期外収縮の出現は意義を持たないとする見解、心室性期外収縮の種類によって意義が異なるとする見解、あるいは、ST 偏位を伴う心室性期外収縮は、心筋虚血との関連があるとするもの等である。しかしながら、従来の運動負荷試験では十分な心電図誘導がとられていなかったことが多く、期外収縮の起源についての検討は余り見当たらない。我々は、三素子心電図記録装置 case system を用いてトレッドミル運動負

荷試験を行っているが、通常は V_1 , V_5 , aV_F を用いているので、大部分の場合心室性期外収縮の型、すなわちその起源について判定することが可能である。そこで今回、運動負荷試験と心室性期外収縮、特にその波形について検討したので報告する。

I 方 法

症例は、当病院にてトレッドミル負荷試験を施行した(昭和54年7月~昭和56年1月)569例、延765回的心電図について検討した。年齢分布では、40才~60才が最も多く63%を占め、それ以下又は以上の年齢では例数が漸減している。次に treadmill の装置としては、

* 産業医科大学 第二内科

表1 PVC の出現様式

| | Rest | Exercise | Case |
|-------|------|----------|-------------|
| A | - | + | 105 } 81.4% |
| B | + | ↗ | |
| C | + | - | 16 } 18.6% |
| D | + | ↘ | |
| Total | | | 145 100.0% |

Marquett 社製の case system を用い, 運動は通常 Bruce 変法であり, 運動の終了点は亜最大心拍数又は症状の出現までとした. 誘導部位は, 前述のように V_1 , V_6 , aV_F としている. 次に, PVC の出現様式より, 表1のごとく4群に分けた. すなわち, A群は, PVC が安静時に無く運動によって出現したもので, この群が最も多く105例であった. B群は, PVC が安静時に有り, 運動負荷にて頻度の増加したものである. C群は, 運動によってPVCの頻度不変のもの. D群は, 運動により頻度が減少ないし消失するものとした. 今回は主としてAB群とCD群に分けて検討しているが, AB群は81.4%, CD群は18.6%と明らかにAB群が多かった. なお, ここで運動としたものは, 運動中及び運動終了3分以内の時間までとした. 更に, 出現したPVCを主として V_1 誘導の波形より表2のごとく分類した. すなわち, 左脚ブロック型, 右脚ブロック型, 多源性, 連続性, 心室頻拍とを判定し, 左脚ブロック型をI型, それ以外をII型とした.

表2 PVC の型

| | |
|--------------|-------|
| LBBB pattern | — I型 |
| RBBB pattern | |
| Multiple PVC | — II型 |
| Couplet PVC | |
| V T | |

II 結 果

(1) PVC の出現と年齢

PVC の年齢別出現頻度は, 表3にまとめたが, 年代の進むとともにPVCの出現頻度が高くなっていく傾向にあった. 又, AB群とCD群に分けてみると, AB群, すなわち運動負荷にてPVCが出現ないし増加する群が, 年代の進むとともに頻度が増加していた. なお全体でのPVC出現は, 145例, 25.5%に認められた.

(2) PVC の出現と疾患

運動負荷試験を施行した症例を, 臨床的に心疾患群と非心疾患群とに分け, PVCの出現をみた. 表4のごとく, 心疾患群では31.9%, 非心疾患群では21.3%にPVCが出現し, 心疾患群で有意にPVCの出現頻度が高かった. 更に, 心疾患群を臨床的に虚血性心疾患群(IHD群と略)及びその他の心疾患群に分け, 又, PVCの出現様式によりAB群, CD群に分けると, IHD群でPVCの出現頻度が最も高く, 同時にAB群の頻度も大であった.

(3) 安静時心電図とPVC

表5は, 安静時心電図と負荷時のPVC出現についてまとめたものである. 正常心電図群で21.7%, 異常心電図群で32.2%にPVCが出現し, 異常心電図群に有意にPVC出現が多いことを示している.

(4) 運動負荷所見とPVC

case-systemでは V_1 誘導について, negative, borderline, positiveと自動的に負荷所見が判定されるが, これを医師が再checkし, 陽性群, 境界域群, 陰性群とした. それぞれのPVC出現率は, 36%, 29%, 17%であり, 陽性群では陰性群に比して有意にPVCが多く出現していた.

表3 PVC の出現頻度 (運動負荷試験)

| Age | ~9 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | ? | Total |
|-------|----|-----|------|------|------|-----|------|----|----|-------|
| Total | 6 | 21 | 36 | 69 | 115 | 140 | 110 | 48 | 24 | 569 |
| PVC | - | 6 | 20 | 28 | 58 | 87 | 107 | 67 | 30 | 424 |
| | + | 0 | 1 | 8 | 11 | 28 | 33 | 43 | 18 | 145 |
| | +% | 3.7 | 18.1 | 23.9 | 38.0 | - | 25.5 | | | |

表4 疾患と PVC

| | Heart disease | No heart disease | Total |
|-------|---------------|------------------|------------|
| PVC - | 154 | 270 | 424 |
| PVC + | 72(31.9%) | 73(21.3%) | 145(25.5%) |
| Total | 226 | 343 | 569 |

$\chi^2=8.02$ $P<0.005$

表5 安静時心電図と PVC

| | Normal | Abnormal | Total |
|-------|-----------|-----------|------------|
| PVC - | 285 | 139 | 424 |
| PVC + | 79(21.7%) | 66(32.2%) | 145(25.5%) |
| Total | 364 | 205 | 569 |

$\chi^2=7.60$ $P<0.01$

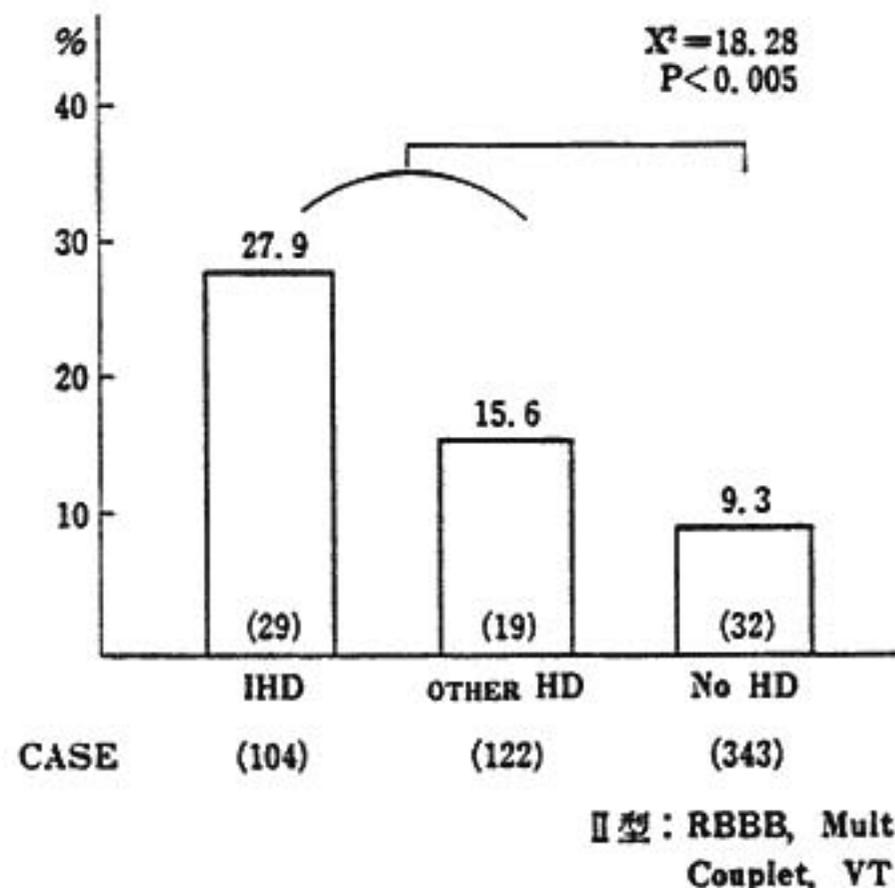


図1 II型 PVC の出現頻度 (A, B群)

(5) PVC の型について

出現した PVC の型を前述のように、I型、II型と分けてみると、運動負荷で PVC の出現又は増加する AB群ではII型 PVC が多く、負荷にて PVC の不変又は減少する CD 群ではI型 PVC が多かった。I型 PVC と疾患との関連をみてみると、IHD 群、他の心疾患群、非心疾患群の間に出現頻度の有意差はなかった。II型 PVC で同様のことをみてみると、図1のごとく IHD 群で27.9%、その他の心疾患群で15.6%、非心疾患群で9.3%と心疾患群にて有意に出現率が高かった。

III 考 察

従来、運動負荷時における PVC の出現については様々の見解が述べられてきた。虚血性心疾患を主とする心疾患にて多く認められるという事実は、多くの報告¹⁾にある。本報告においても同様のことが認められたが、今回は、PVC の型を検討し、右脚ブロック型すなわち左室起源と考えられるもの、多源性、連続性の PVC は、心疾患症例にて有意に多く認められた。以前から、負荷時に PVC が出現する場合、より high-risk であると言われてきたが²⁾、その波型についても検討することは、補助的な意義を有するものと考えられた。

文 献

- 1) Helfant, R., et al. : Ann. Intern. Med. 80 : 589, 1974.
- 2) McHenry, P. L., et al. : Am. J. Cardiol. 29 : 331, 1972.
- 3) Udall, J. A., Ellestad, M. H. : Circulation 56 : 985, 1977.
- 4) Goldschlager, N., Cake, D., Cohn, K. : Am. J. Cardiol. 31 : 434, 1973.

RI による虚血心の運動負荷による心機能変化

—PSP/ESVI の変化について—

尾崎正治*・山岸隆*

小川宏*・松崎益徳*

松田泰雄*・久萬田俊明*・楠川禮造*

はじめに

前負荷, 後負荷に影響されない心収縮性を表わす指標として E_{max} なる指標が Suga, Sagawa らによって提唱された¹⁾²⁾, Nivatpuminら³⁾, 我々⁴⁾⁵⁾は非観血的に心収縮性を表わす指標として, 最高血圧 (PSP) を左室収縮末期容積 (ESV) で割った値 (PSP/ESV) が E_{max} によく相関し, 本指標が心収縮性を表わす指標となり得ることを報告してきた (図1). 今回は労作性狭心症患者について, 運動負荷によって誘発された狭心症発作時に, 心収縮性がどのように変化するかについて, RI 法にて求めた PSP/ESV の変化について正常対象群との比較検討を行った.

I 対象と方法

表1に正常対象群 (Normal 群) 7名と労作性狭心症群 (IHD 群) 7名を示す. IHD 群のうち3名は冠動脈に有意な器質的狭窄を認めないが, 労作により前下行枝 (LAD) 起部に99~100%の spasm による狭窄が出現し, $V_1 \sim V_6$ で ST 上昇を伴う狭心症発作

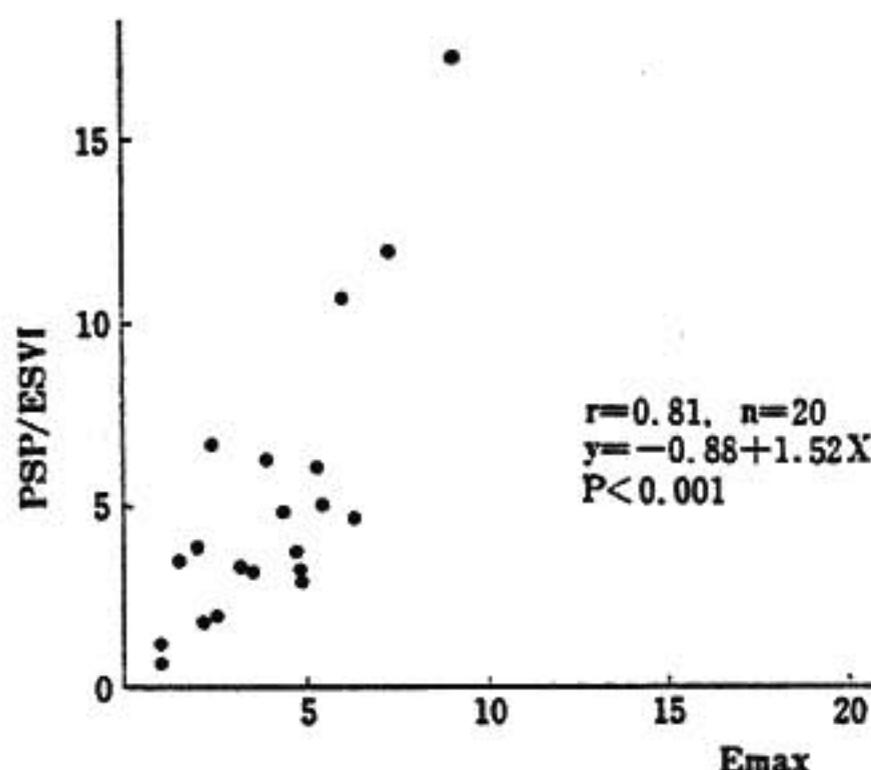


図1 正常冠動脈を有する20名の PSP/ESVI と E_{max} との関係

が出現し, この現象は再現性があった. 運動負荷は自転車エルゴメーターにて行い, 50 W より始め3分毎に25 W ずつ負荷量を増していき, 最高9分まで行った. IHD 群では狭心症発作出現によりエルゴメーター負荷をやめ, 直ちに hand grip 負荷を行いながら RI 検査を行った. Normal 群の運動負荷は最高9分

表1 7名の正常者群と7名の虚血性心疾患群

| 7 normals | | | 7 ischemic heart diseases | | | | | |
|-----------|-----|-----|---------------------------|-----|-----|-----|---------|-----|
| Name | Age | Sex | Name | Age | Sex | RCA | LAD | LCX |
| S. N. | 35 | M | K. S. | 64 | M | 90 | 85 | 60 |
| N. M. | 25 | M | N. Y. | 48 | M | | 0 (100) | |
| T. Y. | 29 | M | Y. Y. | 54 | M | | 95 | |
| M. O. | 32 | M | A. Y. | 58 | M | | 0 (99) | |
| S. O. | 51 | F | U. O. | 63 | M | | 90 | |
| Y. F. | 38 | F | K. O. | 58 | M | | 40(100) | |
| H. M. | 53 | F | N. O. | 54 | M | | 95 | |

m. 33

m. 57

() ; Spasm on exercise.

まで行ったが、疲労にて中止し、IHD 群と同様に hand grip 負荷を行いながら RI 検査を行った。RI 検査は ^{99m}Te -HSA による平衡時に ECG-gate 法で LAO-45° で行った。 ^{99m}Te -HSA 注入10分後に安静時に 600 beats を集積した。次いで運動負荷時に 200 beats を集積した。血圧は右上腕にて cuff 法で求めた。RI 法による左室駆出率 (EF) は、左室に ROI を設定し、ED と ES の間隙に background を取り、volume curve を作成して求めた。また左室容積は次の方法によって求めた。CO/HR=SV (CO: 心拍出量, HR: 心拍数, SV: 1回拍出量) SV/EF=EDV, (1-EF)×EDV=ESV (EDV: 左室拡張末期容積, ESV: 左室収縮末期容積)。ここで CO は安静時に色素希釈法で求め、EF は RI 法より求めた。運動負荷による EDV の変化は左室にとった ROI のカウント (C) の変化に比例するから、 $V_2/V_1=C_2/C_1$ したがって $V_2=C_2 \times V_1/C_1$ (C_1, C_2 : Count 1, 2, V_1, V_2 : Volume 1, 2)。ここでの Count はいずれも background のカウントを差し引いた値である。

II 結 果

心拍数と最高血圧 (S-BP) の変化を表2に示す。IHD 群では労作にて胸痛が出現するため、運動負荷量が Normal 群に比して少なかった。したがって HR, S-BP は IHD の方が増加率が少なかった。体表面積当りの左室収縮末期容積 (ESVI), 拡張末期容積 (EDVI) の変化を表3, 図2に示す。安静時には Normal 群と IHD 群に ESVI, EDVI に有意差はみられなかった。しかしながら運動負荷にて Normal 群では ESVI は有意に減少したが ($p < 0.02$), IHD

表2 運動負荷による心拍数, 最高血圧の変化

| HR | | |
|--------|------------|-------------|
| | Rest | Exercise |
| Normal | 71.6 ± 3.1 | 108.6 ± 4.6 |
| IHD | 62.1 ± 4.0 | 89.6 ± 6.9 |
| | (m ± se) | |

| S-BP (mmHg) | | |
|-------------|-------------|--------------|
| | Rest | Exercise |
| Normal | 124.6 ± 4.7 | 170.6 ± 11.5 |
| IHD | 142.9 ± 7.1 | 161.7 ± 5.5 |

表3 運動負荷による左室収縮末期容積および拡張末期容積の変化

| ESVI (ml/m ²) | | | |
|---------------------------|------------------------|------------|----------|
| | Rest | Exercise | |
| Normal | 29.1 ± 3.6 (m ± se) | 25.0 ± 4.0 | p < 0.02 |
| IHD | 34.3 ± 3.8 | 45.1 ± 6.4 | p < 0.05 |
| | NS | | p < 0.05 |

| EDVI (ml/m ²) | | | |
|---------------------------|------------|-------------|----------|
| | Rest | Exercise | |
| Normal | 74.1 ± 6.4 | 75.3 ± 7.1 | NS |
| IHD | 84.4 ± 8.1 | 98.9 ± 10.4 | p < 0.01 |
| | NS | | p < 0.1 |

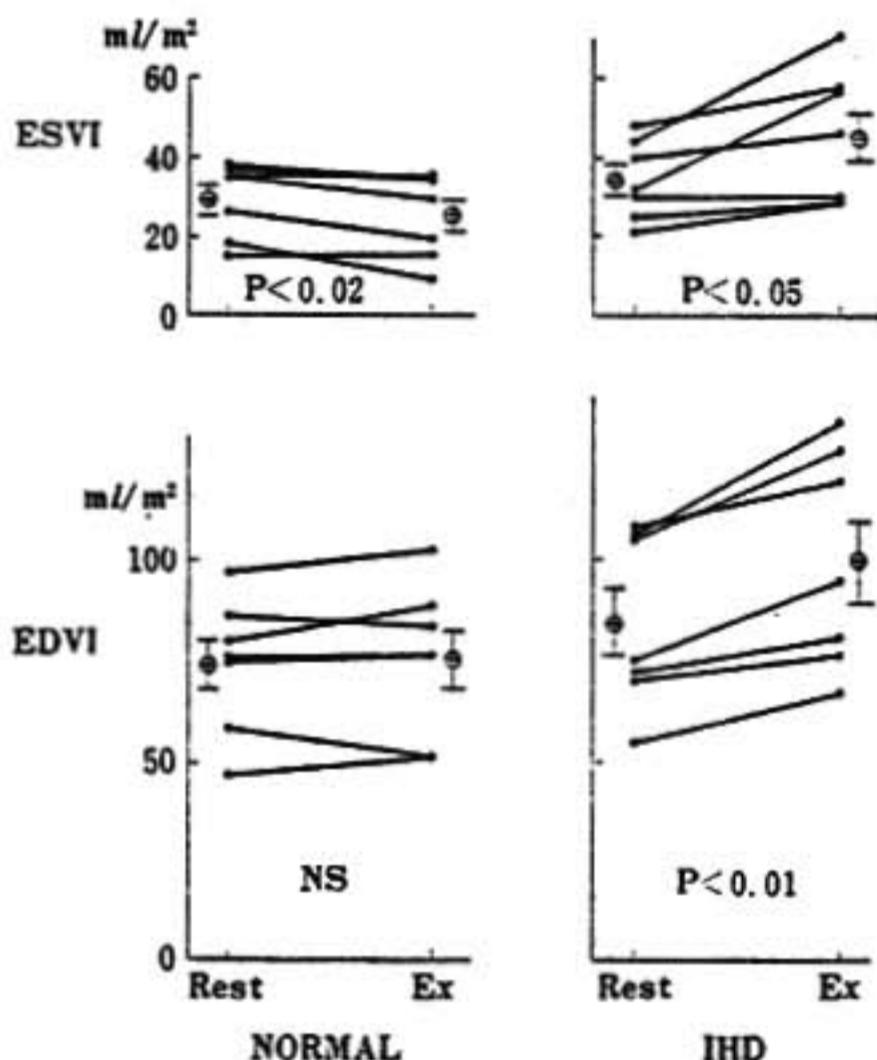


図2 運動負荷による左室収縮末期容積および拡張末期容積の変化

群では逆に有意に増加し ($p < 0.05$), Normal 群とに有意な差 ($p < 0.05$) が生じた。EDVI は Normal 群では運動負荷にて有意な変化がみられなかったが、IHD 群では有意に増加した ($p < 0.01$)。

心収縮性を表わす指標としての PSP/ESVI とポンプ機能を表わす指標としての EF の変化を表4, 図3に示す。PSP/ESVI は安静時には Normal 群と IHD 群には有意な差がみられなかったが、運動にて Normal 群は有意に増加した ($p < 0.02$) のに対し、IHD 群では逆に減少傾向となり、Normal 群とに有

表4 運動負荷による PSP/ESVI, EF の変化

| PSP/ESVI (mmHg/ml/m ²) | | | |
|------------------------------------|-------------------------|-------------|----------|
| | Rest | Exercise | |
| Normal | 4.76 ± 0.66 (m ± se) | 8.13 ± 1.43 | p < 0.02 |
| IHD | 4.43 ± 0.49 | 4.06 ± 0.56 | NS |
| | NS | p < 0.05 | |
| EF (%) | | | |
| | Rest | Exercise | |
| Normal | 61.4 ± 2.9 | 67.6 ± 3.9 | p < 0.02 |
| IHD | 59.1 ± 1.9 | 55.1 ± 3.2 | NS |
| | NS | p < 0.05 | |

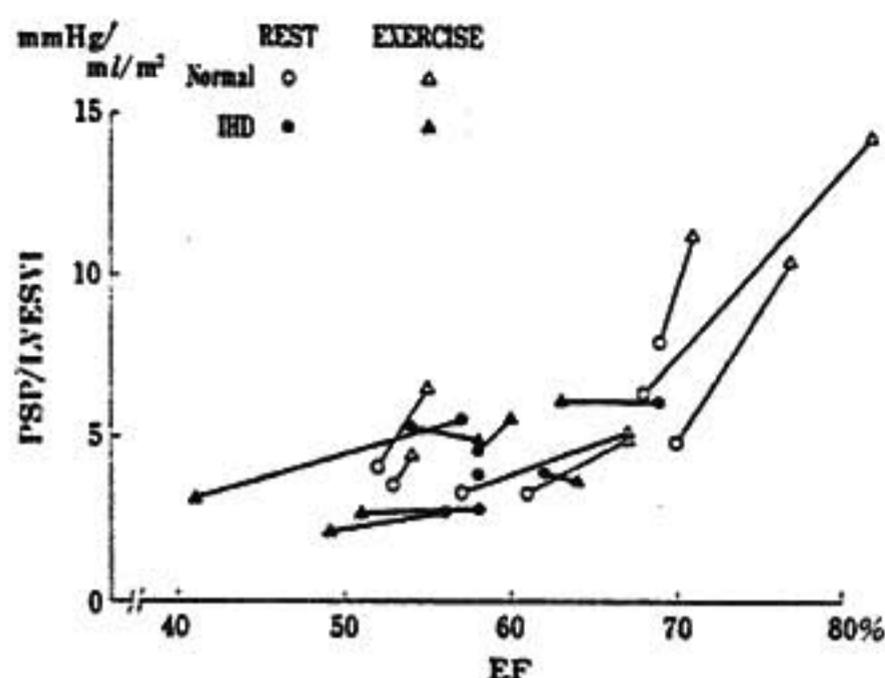


図4 PSP/ESVI と EF の関係

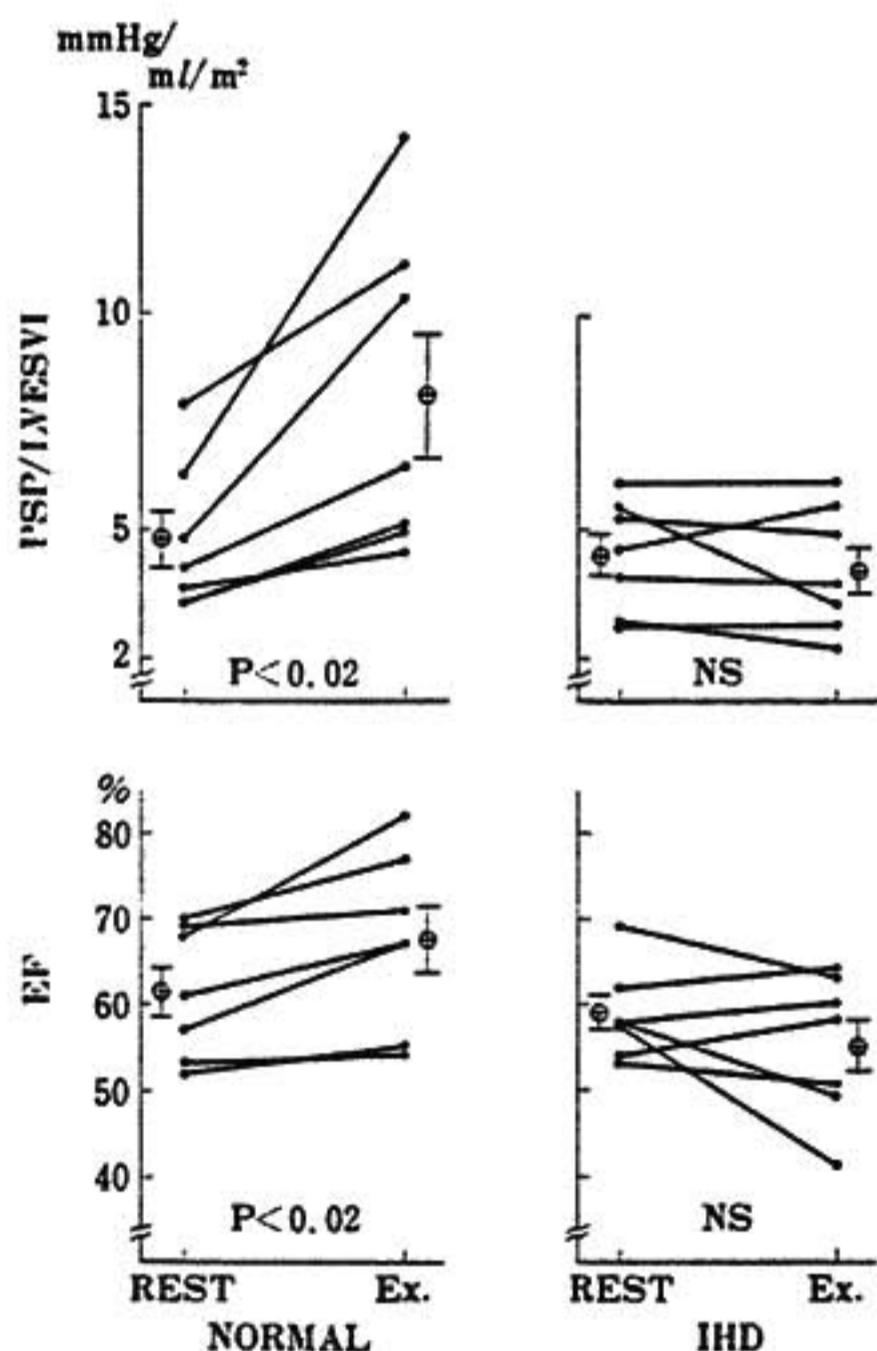


図3 運動負荷による PSP/ESVI および EF の変化

意な差 ($p < 0.05$) が生じた。EFは PSP/ESVI と同様の変化がみられた。

PSP/ESVI と EF の関係を図4に示す。図のごとく右上りの曲線に相関した。PSP/ESVI と EF はほぼ同方向への変化を示したが、心機能の悪い例では EF の方が、心機能の良いものでは PSP/ESVI の方が変化が大きかった。

III 考 案

心収縮性を表わす指標として Suga, Sagawa らにより提唱された E_{max} なる指標は、前負荷、後負荷に影響されない心収縮性を表わす指標であるとされている。この E_{max} 類似の心収縮性を表わす指標として我々は、PSP/ESVI が E_{max} とよく相関し心収縮性を表わす指標となりうることを報告した。RI 法を用いることにより非観血的に左室の容積算出が可能となった。RI 法で求めた PSP/ESVI の指標を用いて労作性狭心症患者での運動時の変化をみると、正常者にみられる運動時の PSP/ESVI の増加がみられず、虚血心筋部の収縮性低下を健常心筋が十分に代償していないことがわかる。またポンプ機能としての EF の変化も PSP/ESVI の変化と同様の変化を示しており、ポンプ機能変化についても同様のことが言える。Slutsky ら⁶⁾によれば虚血心における運動負荷による反応は、PSP/ESVI の変化の方が EF の変化より感度が良いとしている。我々の結果では虚血心と正常心を運動負荷にて区別するうえで、PSP/ESVI と EF の変化で両者の感度には差がみられなかった。図4でわかるように、PSP/ESVI と EF の関係は右上りの曲線となるため、運動負荷による心機能変化をみる指標としては、心機能が悪化する例では EF の方が、また亢進する例では PSP/ESVI の方が変化率大きい。

結 語

正常対象者7名と労作性狭心症7名について、運動

負荷時の心機能変化について、RI法にて求めたPSP/ESVI, EFの変化について検討した。狭心症発作時には正常者と異なりPSP/ESVI, EFの両者とも低下を示した。

文 献

- 1) Hiroyuki Suga, Kiichi Sagawa and A. A. Shoukas : Load Independence of the Instantaneous Pressure-Volume Ratio of the Canine Left Ventricle and Effects of Epinephrine and Heart Rate on the Ratio : *Circ. Res.* 32 : 314, 1973.
- 2) Kiichi Sagawa, Hiroyuki Suga, A. A. Shoukas and K. B. Bakalar : End-Systolic Pressure/Volume Ratio : A New Index of Ventricular Contractility. *Am. J. Cardiol.* 40 : 748, 1977.
- 3) Thasana Nivatpumin, Stanley Katz and J. Scheuer : Peak Left Ventricular Systolic Pressure/End-Systolic Volume Ratio : A Sensitive Detector of Left Ventricular
- Disease. *Am. J. Cardiol.* 43 : 969, 1979.
- 4) Masunori Matsuzaki, Ken Ishida, Y. Tohma, K. Katayama, Y. Matsuda, H. Ogawa, T. Sasaki, T. Kumada and R. Kusukawa : Noninvasive evaluation of the left ventricular contractility : Peak left ventricular systolic pressure end-systolic volume relations and peak systemic pressure/end-systolic volume ratio. *J. Cardiography* 10 : 663, 1980.
- 5) 佐々木 徹 : 心収縮性評価における非観血的指標—PSP/ESVIの有用性—, *山口医学* 31 : 121, 1981.
- 6) Robert Slutsky, Joel Karliner, K. Gerber, A. Battler, V. Froelicher, G. Gregoratos, K. Peterson and W. Ashburn : Peak Systolic Blood Pressure/End-Systolic Volume Ratio : Assessment at Rest and During Exercise in Normal Subjects and Patients With Coronary Heart Disease. *Am. J. Cardiol.* 46 : 813, 1980.

運動負荷心プールシンチグラフィによる

虚血性心疾患の心機能評価

—Isosorbide dinitrate の効果—

近 藤 武* . 中 川 立 一*

岡 島 智 志* . 桐 山 卓 三* . 高 亀 良 治*

加 藤 善 久* . 金 子 堅 三* . 菱 田 仁*

水 野 康* . 江 尻 和 隆** . 竹 内 昭**

I 目 的

虚血性心疾患における安静時及び運動負荷時の左心機能に対する isosorbide dinitrate (ID) の効果を検討することを目的として運動負荷心プールシンチグラフィを行った。

II 対 象

対象は健常者8例(21~32才, 平均年齢24才), 労作性狭心症13例(41~79才, 平均年齢59才), 発症後1ヵ月以上経過した陳旧性心筋梗塞症7例(52~70才, 平均58才)であった。

III 方 法

(1) 運動負荷法について

運動負荷はモナーク社製自転車エルゴメーターを用い、被検者を仰臥位として25 Wより負荷を開始し、3分ごとに25 Wずつ負荷量を漸増した。運動中カフ法により右前腕動脈にて血圧の測定を行い、胸部双極誘導 CM₅ の心電図記録を行った。負荷の end-point は ①年令別最大予測心拍数の85%に達した時、②胸痛の出現、③心電図上1 mm以上の虚血性 ST低下を認めた時、④下肢疲労感の出現などとし心プールシンチのデータ収集のため end-point と同一レベルの負荷を更に1分間継続して終了とした。その後も血圧測定及び心電図記録を経時的に行い、血圧、心拍数及び心電図が安静時の状態に回復した後 ID 5 mg を舌下投与し、5分後前回と同一レベルの運動負荷を再度施行した。

(2) 心プールシンチについて

機器として日立製ガンマカメラと核医学データ処理装置 EDR 4200 を使用した。テクネピロリン酸キット1パイアルを静注し約30分後 ^{99m}Tc-pertechnetate 20 mCi を静注し核種が平衡状態に達してから左前斜位で心電図同期法により、リストモードで安静時、運動負荷時、ID 服用後の安静時、運動負荷時の4回にわたってデータ収集を行った。拡張末期及び収縮末期

の画像で左室に関心領域 (ROI) をマニュアルで設定しその外側に background 計測のための ROI を設定し左室駆出率 (EF) を算出した。

IV 結 果

ID 服用前後の心拍数 (HR)、収縮期血圧 (BPs)、拡張期血圧 (BPd)、pressure rate product (PRP) およびそれぞれの運動時と安静時の差分 (Δ HR, Δ BPs, Δ BPd, Δ PRP) を表1に示す。又 ID 服用前後の EF を表2に、運動時と安静時の差分 Δ EF を表3に示す。

(1) 安静時における ID の効果

安静時の ID 服用後の HR は健常群及び狭心症群で有意 ($p < 0.01$, $p < 0.001$) に上昇したが、梗塞群では増加傾向を認めるが有意ではなかった。BPs は健常群及び梗塞群では軽度低下傾向を認めるが有意でなく狭心症群では有意 ($p < 0.001$) に低下した。安静時の BPd と PRP はどの群でも ID 服用前後で有意な変化を認めなかった。又、安静時の ID 服用後の EF はどの群でも軽度上昇する傾向を認めたが有意な変化ではなかった。

(2) 運動負荷時における ID の効果

運動負荷時の ID の効果を検討するために ID 未服用時の運動負荷前後の HR, BPs, BPd, PRP 及び EF の差分 (負荷時-安静時), すなわち Δ HR, Δ BPs,

表1 Isosorbide dinitrate (ID) 服用前後の心拍数 (HR)、収縮期血圧 (BPs)、拡張期血圧 (BPd)

| | | ID (-) | | ID (+) | | ID (-) | ID (+) |
|-----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Rest | Ex | Rest | Ex | | |
| Nor. n = 8 | HR (beats/min) | 64.8 ± 5.7 | 149.3 ± 12.1 | 79.0 ± 10.9 | 156.3 ± 9.5 | 84.3 ± 12.9 | 77.3 ± 12.5 |
| | BPs (mmHg) | 115.5 ± 11.9 | 174.0 ± 19.8 | 104.3 ± 8.0 | 179.5 ± 23.9 | 59.5 ± 17.9 | 75.3 ± 21.5 |
| | BPd (mmHg) | 69.0 ± 9.8 | 81.8 ± 19.7 | 73.3 ± 6.9 | 76.1 ± 19.8 | 12.8 ± 17.2 | 11.4 ± 19.0 |
| | PRP (1/100) | 75.4 ± 11.3 | 258.6 ± 27.1 | 82.3 ± 12.6 | 280.0 ± 38.0 | 193.2 ± 17.8 | 197.7 ± 33.3 |
| A. P. n = 13 | HR (beats/min) | 68.1 ± 9.2 | 113.9 ± 9.4 | 79.8 ± 9.1 | 119.5 ± 11.4 | 45.9 ± 8.8 | 39.8 ± 11.4 |
| | BPs (mmHg) | 141.8 ± 17.1 | 189.1 ± 20.7 | 116.9 ± 11.8 | 184.2 ± 17.4 | 46.5 ± 16.5 | 67.2 ± 13.0 |
| | BPd (mmHg) | 82.8 ± 11.6 | 95.5 ± 16.8 | 80.5 ± 9.0 | 86.6 ± 14.1 | 12.8 ± 11.5 | 6.1 ± 13.1 |
| | PRP (1/100) | 96.4 ± 16.4 | 216.0 ± 35.2 | 93.0 ± 12.1 | 220.6 ± 34.8 | 119.6 ± 30.9 | 127.4 ± 28.7 |
| M. I. n = 7 | HR (beats/min) | 66.4 ± 9.9 | 112.7 ± 15.6 | 77.7 ± 10.2 | 109.4 ± 16.9 | 46.4 ± 17.6 | 31.7 ± 15.3 |
| | BPs (mmHg) | 130.9 ± 18.8 | 162.6 ± 18.2 | 112.9 ± 9.9 | 159.4 ± 19.8 | 31.7 ± 31.6 | 46.6 ± 22.2 |
| | BPd (mmHg) | 81.1 ± 11.2 | 94.6 ± 9.5 | 81.1 ± 6.3 | 84.3 ± 13.0 | 13.4 ± 11.2 | 3.1 ± 9.6 |
| | PRP (1/100) | 87.0 ± 17.9 | 183.7 ± 36.0 | 87.4 ± 12.2 | 173.6 ± 39.2 | 96.7 ± 51.5 | 97.7 ± 44.6 |

Nor.: normal, A. P.: angina pectoris, M. I.: myocardial infarction, HR: heart rate, BPs: systolic blood pressure, BPd: diastolic blood pressure, PRP: pressure rate product, ID: isosorbide dinitrate, Ex: exercise

表中の値は各々平均値±標準偏差を示す。

表2 Isosorbide dinitrate (ID) 服用前後の駆出率 (EF)

| EF (%) | ID (-) | | ID (+) | |
|--------------|------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | Rest | Ex | Rest | Ex |
| Nor. n = 8 | 58.0 ± 6.3 | 64.5 ± 3.6 | 62.5 ± 4.7 | 67.4 ± 5.1 |
| A. P. n = 13 | 54.7 ± 10.1 | 51.8 ± 12.7 | 55.8 ± 7.7 * | 62.8 ± 13.5 |
| M. I. n = 7 | 43.7 ± 13.0 * | 51.3 ± 19.0 | 45.0 ± 13.1 ***, S | 52.7 ± 22.0 |

* (p < 0.05), *** (p < 0.01) = vs Nor.

S (p < 0.05) = vs A. P.

表中の値は各々平均値±標準偏差を示す。

表3 Isosorbide dinitrate (ID) 服用前後の運動負荷時駆出率と安静時駆出率との差分 (ΔEF)

| ΔEF (%) | ID (-) | ID (+) |
|--------------|------------------|-----------------|
| Nor. n = 8 | 7.8 ± 6.0 | 4.9 ± 6.5 |
| A. P. n = 13 | -2.9 ± 9.8 ** | 7.1 ± 12.6 S |
| M. I. n = 7 | 6.4 ± 10.2 | 7.7 ± 12.7 |

** (p < 0.02) = vs Nor. (ID (-))

S (p < 0.05) = vs A. P. (ID (-))

ΔEF = EF_{ex.} - EF_{rest}

表中の値は各々平均値±標準偏差を示す。

ΔBPd, ΔPRP 及び ΔEF と ID 服用後の差分とをそれぞれ比較検討した (表1, 3)。ΔHR はすべての群で ID 服用後減少する傾向が認められたが、どの群でも有意ではなかった。ΔBPs はすべての群で増加傾向を認めたが、狭心症群でのみ有意 (p < 0.01) であった。ΔBPd は健常群で不変、狭心症及び梗塞群で減少傾向を認めたが有意ではなかった。ΔPRP はどの群でも有意な変化は認められなかった。ID 服用前後の ΔEF を比較すると ID 服用後、健常群では軽度低下、梗塞群では軽度上昇したがともに有意な変化ではなかったが、狭心症群では有意 (p < 0.05) に増加した。

V 考 案

運動負荷時の心機能を検討する場合心電図同期心ブールシンチグラフィは非観血的であり、核種を一度静注すれば繰り返しデータ収集ができ虚血性心疾患のように asynergy の存在する場合でも比較的信頼し得る EF の算出が可能である¹⁾。臥位自転車エルゴメー

タは運動量の定量化が可能で再現性も優れており運動負荷中の心電図記録、血圧測定も容易である。この二つの方法を組み合わせて虚血性心疾患における安静時及び運動負荷時の左室機能に対する ID の効果を検討した。

(1) 安静時における ID の効果

安静時における ID の HR 及び BP に対する効果については従来報告されている通り細小動脈の拡張により末梢血管抵抗が減少し軽度の血圧低下とそれに伴う反射性交感神経刺激により HR の上昇をきたしたと考えられる²⁾。PRP は ID 服用によって有意な変化を認めなかったが、これは HR が増加しても BPs が低下するため相殺されているものと思われる。安静時 EF に対するニトログリセリン (NTG) の効果について Slutsky ら³⁾は急性の虚血がない例では NTG 0.6 mg 舌下投与で左室拡張末期及び収縮末期容量が減少し一回拍出量の軽度の増加と EF の有意 (p < 0.05) な上昇を認めたと報告しているが、我々の検討では ID による安静時 EF はどの群でも軽度上昇したが有意な変化ではなかった。三船ら⁴⁾は ID 5 mg と NTG 0.3 mg の投与で最大効果を示した時点における血行動態の変化は著明な差を認めなかったと述べており我々の ID 5 mg は Slutsky ら³⁾の NTG 0.6 mg に対して ID の投与量が少なすぎたため EF の有意な上昇を認めなかったものと考えられる。

(2) 運動負荷時の ID の効果

ID 服用後の ΔHR はすべての群で減少傾向を認めたが、これは ID 服用前後の end-point での HR はほぼ同一であるのに対し、ID 服用後安静時の HR が ID 未服用安静時より増加していたためと考えられる。ΔBPs はすべての群で ID 服用後増加しているが、これは ΔHR とは逆に ID 服用後安静時の BPs が ID 未服用安静時に比して低値をとる傾向を認めたためと考えられる。運動負荷時の EF に対する NTG の効果について Borer ら⁵⁾は健常群では NTG 服用前後の end-point における EF は不変であり狭心症では有意に上昇すると報告しており、我々もほぼ同様の結果を得た。

労作性狭心症では運動負荷により心筋の酸素需要と供給のアンバランスが起り狭心痛及び心機能不全が起るとされている。心筋の酸素需要すなわち酸素消費量

は主に左室壁張力, 心拍数および収縮力の3つの因子によって規定される⁹⁾が, 臨床的には triple product (HR, BP_s 及び駆出時間の積) もしくは PRP が心筋酸素消費量の指標として使用されている。ID は静脈系を拡張させ preload を減少させるので左室容量が減少し心室壁張力が低下し, このため ID 服用により心筋酸素消費量が低下するという機序が考えられており, 実際 Slutsky ら⁷⁾は心プールシンチにより左室容量を算出し NTG 服用後左室容量の減少を認め NTG により preload が減少し心筋酸素需要が低下したと報告している。したがって今回の検討で ID は PRP には影響しなかったが, preload の減少を介して運動時の心筋酸素消費量を減じた可能性は十分考えられる。すなわち狭心症群において EF は改善したにもかかわらず PRP が変化しなかったのは左室容量及び左室内圧により規定される左室壁張力の因子を PRP が欠いているため PRP が真の心筋酸素消費量を反映していなかったためと思われる。

一方, 亜硝酸剤の心筋酸素供給にあたる効果に関して Becker ら⁸⁾は動物実験により NTG が心内膜下/心外膜下血流比を改善し心筋内血流分布を改善すると報告し, Greenberg ら⁹⁾は NTG により拡張期壁張力が減少し心筋酸素需要を減じるとともに心内膜側への血流分布を改善し動脈圧の低下により総冠血流量は減少しても心筋酸素供給は増加すると述べている。また, Cohen ら¹⁰⁾は ID 投与により虚血領域への側副血行路の血流が増加すると報告している。ID の作用機序は複雑であり, 今回この点に関する検討は行っていないが, いずれにせよ狭心症例のみで運動後の EF が改善したのは ID 投与により前述のような多数の機序が関連し合って心筋酸素需要と供給のバランスが改善したためと考えられる。

心筋梗塞群全体としては ID 服用前後の Δ EF は軽

度増加する傾向を認めたが有意な変化ではなかった。これは各症例によって梗塞周辺の虚血巣の広さや程度の相違, 心筋梗塞部位以外の冠動脈病変の有無, 側副血行路の発達程度の違いなどにより EF に対する ID の効果に差が生じ一定の傾向が認められなかったためと思われる。

結 語

運動負荷時の左心機能に対する isosorbide dinitrate (ID) の効果を検討するために健常者群8例, 狭心症群13例, 心筋梗塞群7例を対象に自転車エルゴメータ運動負荷心プールシンチを行った。安静時の左室駆出率 (EF) に対する ID の有意な効果は認められなかったが, ID 未服用時には運動負荷により健常群, 梗塞群ともに EF は増加し狭心症群で低下した。ID 服用後は運動負荷により狭心症群で EF は増加したが, 健常群, 梗塞群では ID 服用前に比して有意な変化はなかった。

文 献

- 1) Secker-Walker, R. H., et al. : J. Nucl. Med. 14 : 798, 1973.
- 2) Mason, D. T., et al. : Circulation 32 : 136, 1965.
- 3) Slutsky, R., et al. : Am. J. Cardiol. 44 : 1365, 1979.
- 4) 三船順一郎, 他 : 心臓 14 : 1427, 1976.
- 5) Borer, J. S., et al. : Circulation 57 : 314, 1978.
- 6) Braunwald, E. : Am. J. Cardiol. 27 : 416, 1971.
- 7) Slutsky, R., et al. : Am. J. Cardiol. 45 : 831, 1980.
- 8) Becker, L. C., et al. : Circ. Res. 28 : 263, 1971.
- 9) Greenberg, H., et al. : Am. J. Cardiol. 36 : 426, 1975.
- 10) Cohen, M. V., et al. : J. Clin. Invest. 52 : 2836, 1973.

循環器負荷研究会

第12回 昭和56年2月7日 エーザイ本社五階ホール

7. 運動負荷時のECGの変化の諸問題 (第12回)

1) P波, QRS群

- (1) 多段階 treadmill 運動負荷ベクトル心電図P環による冠動脈疾患の左心機能評価

名古屋大学 第一内科

横田 充弘, 吉田 麗己, 都築 雅人, 稲垣 春夫

河合 直樹, 近藤 照夫, 外畑 巖…………… (128)

- (2) 虚血性心疾患における運動負荷前後のQRS電位図の検討

名古屋保健衛生大学 内科

和田 正敏, 金子 堅三, 近藤 武, 菱田 仁

水野 康…………… (132)

2) ST変化

- (1) 狭心痛を伴わない負荷心電図ST降下の臨床的意義の検討

北海道大学 循環器内科

安藤 譲二, 宮本 篤, 松村 尚哉, 児島 俊一

金森 勝士, 西島 宏隆, 南 勝, 小林 毅

安田 寿一…………… (135)

- (2) 冠動脈疾患, 非冠動脈疾患における運動負荷STマッピングの特徴について

東京大学 第二内科

川久保 清, 村山 正博, 川原 貴, 内山 巖雄

大城 雅也, 沈 鉄寛, 真島 三郎, 村尾 覚…………… (139)

3) T波

- (1) 運動負荷による陰性T波の陽性化について

京都大学 第三内科

村上 知行, 吉田 章, 神原 啓文, 河合 忠一…………… (142)

- (2) 体表面電位図を用いた虚血性心疾患の研究
—トレッドミル運動負荷によるT波変動について—

山形大学 第一内科

渡辺 佳彦, 久保田 功, 立木 楷, 安井 昭二…………… (147)

4) 心機能, 不整脈

- (1) 運動負荷中の心電図の変化とその時の冠動脈
および左心室造影所見

山口大学 第二内科

松田 泰雄, 小川 宏, 内藤 秀敏, 尾崎 正治

松崎 益徳, 久萬田俊明, 楠川 禮造…………… (152)

- (2) トレッドミル最大負荷試験における不整脈について
—特にホルタモニターと対比して—

山梨医科大学 第二内科

田村 康二…………… (154)

第12回 循環器負荷研究会

日 時：昭和56年2月7日（土）

会 場：エーザイ株式会社 本社5階ホール

1. 運動負荷時心拍数増加反応による洞結節機能の検討

心臓血管研究所

高橋 正志, 傳 隆泰, 山本真千子, 高橋 宣光

加藤 和三, 小山晋太郎…………… (171)

2. トレッドミル運動負荷時の心拍・血圧反応のパターン分類とその意義

富山医科薬科大学 第二内科

井内 和幸, 杉本 恒明, 浦岡 忠夫, 寺田 康人

余川 茂, 秋山 真, 神保 正樹, 松本三千夫

西野 章, 金木 英輔, 川城 昭代…………… (174)

3. 等尺性負荷（定滑車重量負荷）における1段階法および2段階法の比較

東京医科歯科大学 第二内科

丹羽 明博, 宮原 康弘, 高元 俊彦, 谷口 興一

武内重五郎…………… (178)

4. 正常人の最大運動に対する β -blockerの影響

東京大学 第二内科, * 日本体育協会 スポーツ科学研究所

川原 貴, 村山 正博, 平田 恭信, 村尾 覚

伊藤 静夫*, 雨宮 輝也*, 金子 敬二*, 谷嶋二三男*,

塚越 克己*, 黒田 善雄* …… (182)

5. 軽症ないし中等症本態性高血圧者に対する最大運動負荷試験について

久留米大学 第三内科

熊谷英一郎, 緑川 啓一, 長田 浩司, 板家 研一

田代 寛美, 戸嶋 裕徳…………… (185)

6. 心疾患患者の運動負荷時の手掌部温度変化

北海道大学 循環器内科

児島 俊一, 松村 尚哉, 橋本 文教, 西島 宏隆
南 勝, 安田 寿一…………… (189)

7. 心筋梗塞患者の運動負荷耐容量に対する低温, 高温の影響

昭和大学 第三内科, * 同 衛生

桑原 敏樹, 内田 宏子, 丸岡 隆芳, 長谷川武志
藤田 良範, 新谷 博一, 田中 正敏*, 吉田 敬一* …… (192)

8. 狭心症における運動負荷試験成績とホルター心電図所見の対比

日本医科大学 第一内科

鈴木 健, 岸田 浩, 早川 弘一…………… (195)

9. 多誘導運動負荷心電図試験の冠動脈疾患診断能

名古屋大学 第一内科, * 大同病院 内科

都築 雅人, 河合 直樹, 吉田 麗己, 稻垣 春夫
近藤 照夫, 山内 一信, 横田 充弘, 外畑 巖
都築 実紀* …… (198)

10. 運動負荷試験による心室性期外収縮の出現とその型についての検討

産業医科大学 第二内科

池田 公明, 黒岩 昭夫…………… (201)

11. RI による虚血心の運動負荷による心機能変化

—PSP/ESVI の変化について—

山口大学 第二内科

尾崎 正治, 山岸 隆, 小川 宏, 松崎 益徳
松田 泰雄, 久萬田俊明, 楠川 禮造…………… (204)

12. 運動負荷心プールシンチグラフィによる虚血性心疾患の心機能評価

—Isosorbide dinitrate の効果—

名古屋保健衛生大学 内科, * 同 放射線科

近藤 武, 中川 立一, 岡島 智志, 桐山 卓三
高亀 良治, 加藤 善久, 金子 堅三, 菱田 仁
水野 康, 江尻 和隆*, 竹内 昭* …… (207)