

## II 結 果

虚血性心疾患では運動に対する PEP/ET の反応様式が三つに大別された (図1). PEP/ET が運動中減少し, 運動終了後前値に向かい回復する Nタイプと, 回復期に運動前値を超えて増加する Hタイプと, 運動時からすでに前値を超えて増加し, 回復期においてさらに増加する Rタイプである. 一方健常者は12例全例が N型を示した.

虚血性心疾患を Nタイプと, Hあるいは Rタイプの2群とに分け, それぞれにおける心筋梗塞と狭心症の占める割合を比較してみると, Hあるいは Rタイプでは20例中16例 (80%) が心筋梗塞例であり, Nタイプの38例中20例 (53%) に比べて, いわゆる重症虚血心と思われる心筋梗塞例の占める割合が多い傾向にあった.

初回検査時に Hあるいは R型を示した症例のうち経過を追って2回以上検査しえた4症例の PEP/ET の反応パターンを比較してみると, それぞれ経過を追うごとに N型に移行していくのが見られた.

虚血性心疾患58例中冠動脈造影を施行しえた18例につき, 病変枝数とそれぞれのタイプとの関係を見た (図2). 側副血行路の発達していない2枝病変以上の

	R-type	H-type	N-type
one vessel disease			●●●●
two vessel disease			●●●●
collateral (+)			●●
collateral (-)	●	●●●●	●
three vessel disease	●●		

N=18

図2 Type and severity of IHD

例では, Hあるいは Rタイプの例が多い傾向にあった.

それぞれグループ別に end point までになしえた仕事量を KPM で表わし, これを運動耐容量として比較した. 虚血心は健常者に比べ有意に ( $p < 0.001$ ), 運動耐容量が少なかった. また虚血心の中でも Nタイプと, Hあるいは Rタイプとでは後者の方が有意に ( $p < 0.01$ ), 運動耐容量が少なかった.

健常者, N型, Hあるいは R型の3群間で, 血行動態の諸計測値の推移を比較してみた (図3). 心拍数, 収縮期血圧は, 3群間に差を認めなかった. CI は健常者, Nタイプ, Hあるいは Rタイプの順に伸び率が低下した. 3群間で HR に差がなく, CI に差が出たため, 健常者, Nタイプ, Hあるいは Rタイプの順に SVI の伸び率が低下した. TVR についてはそれ

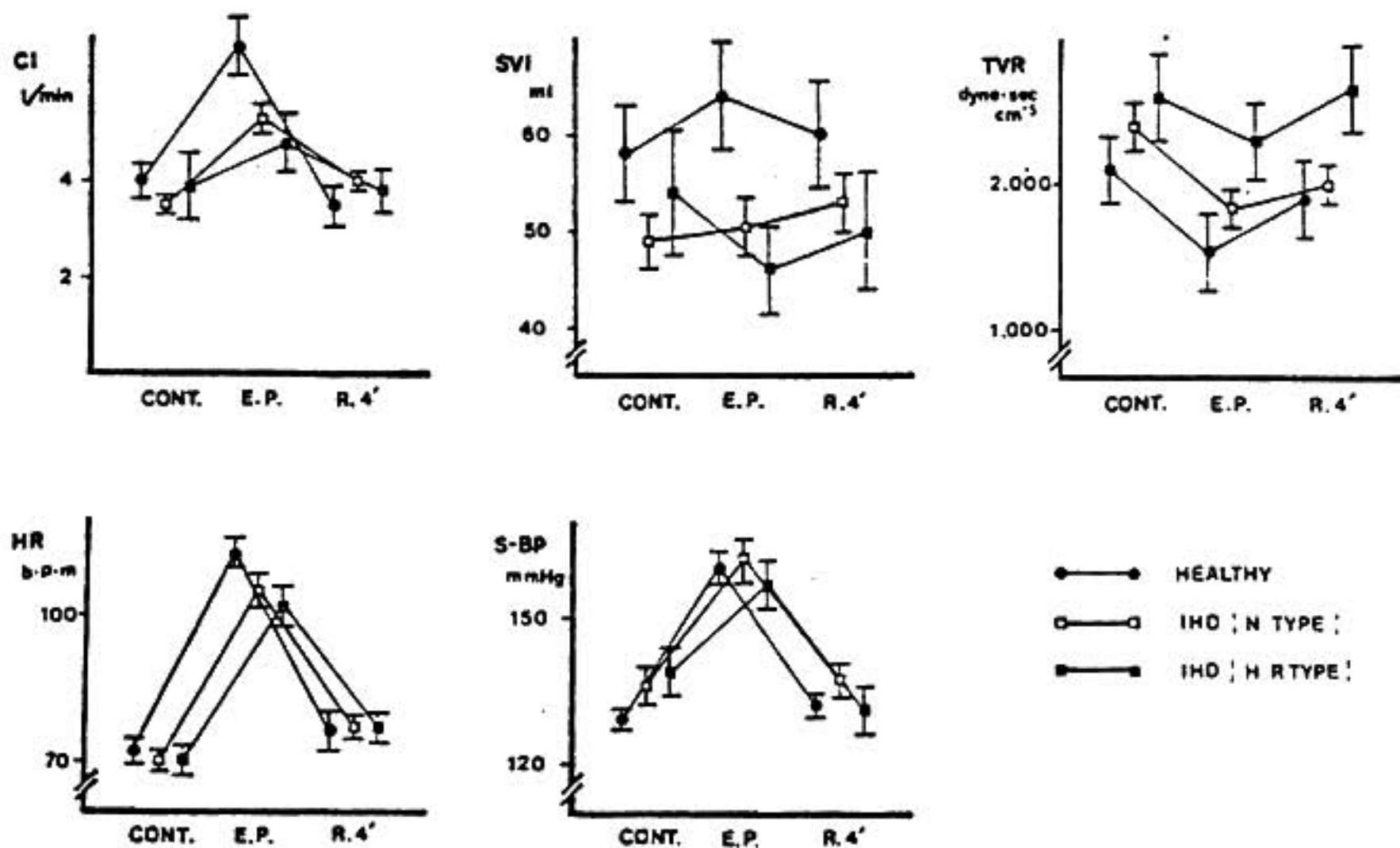


図3 Differences of hemodynamics

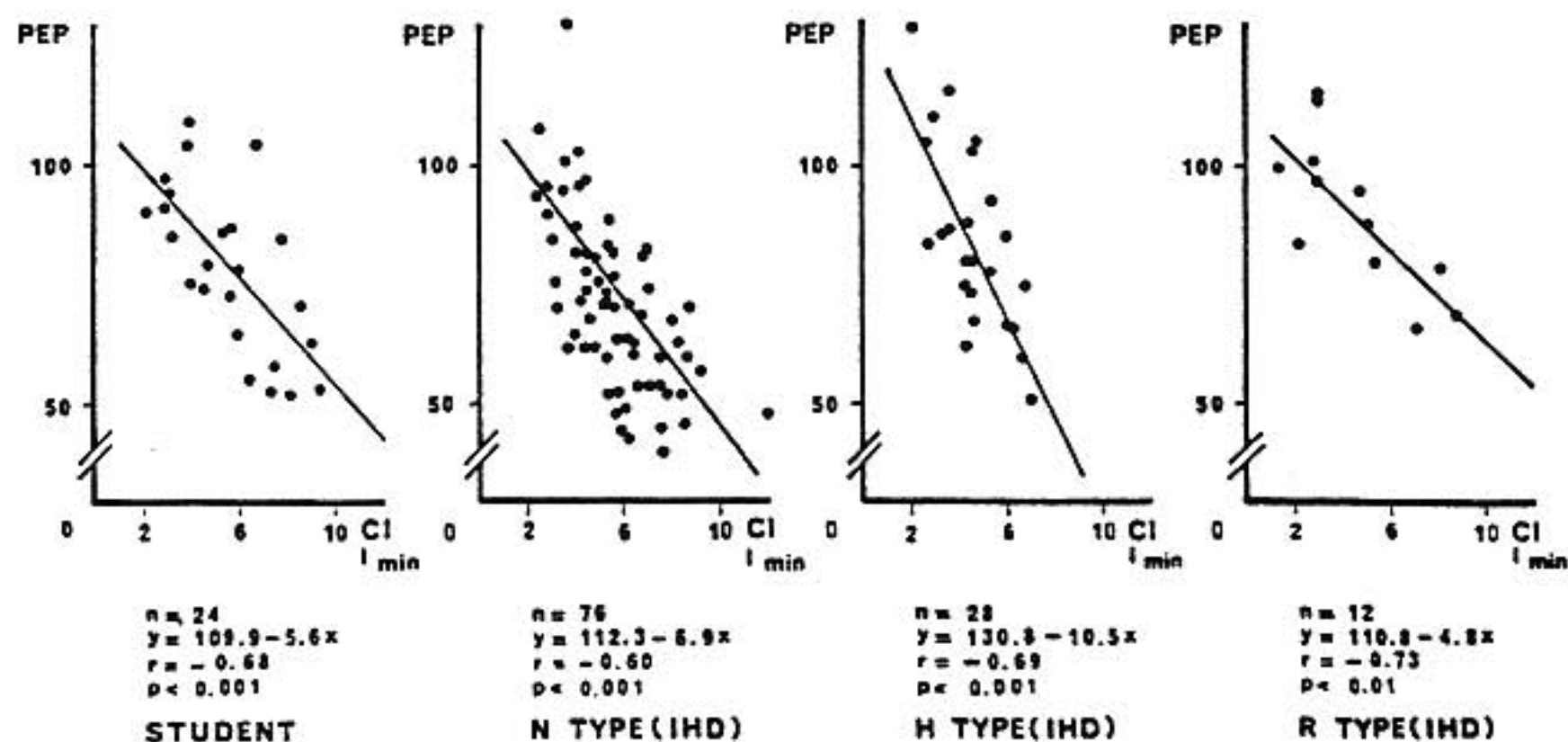


図4 Relationship between PEP &amp; CI

ぞれ伸び率の差はなかったが、虚血心、特にHあるいはRタイプで高値をとる傾向を示した。

PEP/ETの変動に対するPEP, ETの変動を、個別に検討した。ETは健常学生、N型、HあるいはR型の3群とも同じ傾向を示した。一方PEPは、PEP/ETの3タイプと同様の変化傾向を示し、この3タイプがPEPの変動に深く関与していると考えられた。

健常者、N型、HあるいはR型それぞれにおいて、運動負荷回復期のPEPとCIとの相関関係を見たところ、それぞれ比較的粗ながら有意な負の相関を示した(図4)。

### III 考 察

虚血性心疾患では、運動負荷回復期におけるPEP/ETの反応様式が3型に大別され、PEP/ETが過剰反応を示したHあるいはR型は比較的冠動脈狭窄例が多く、一方狭心症例の多くと健常者全例はN型を示した。また2回以上経過を追って運動負荷を施行しえた急性冠動脈狭窄例4例は、HあるいはR型からN型に移行した。虚血性心疾患のうち冠動脈造影を施行しえた18例中、HあるいはR型を示したものには多枝病変のものが多かった。HあるいはR型はN型と比べ有意に運動耐容量が少なかった。これらの事実よりHあるいはR型が、心筋虚血とその重症度に深く関連していると考えられた。

PEP/ETの変動に対するPEP, ETの変動を個別に検討してみるとN型、H型、R型の3型間においてETはほぼ同様の関係にあり、PEP/ETの変動は主にPEPの変動に依存していた。そしてこのPEPはこの運動回復期において、CIと比較的粗ながら負の相関を示した。CI自体に注目すると、健常者、虚血心のN型では運動回復期4分においてまだ安静時のCIより高値にあり、一方HあるいはR型では安静時のCIよりも低値を示していた。このためPEPが安静時のPEPよりも増加し、PEP/ETの過剰反応を形成する要因となっていると考えられた。すなわちHあるいはR型においては、運動負荷後においても左室ポンプ機能低下を起こしているものと考えられる。

PEP/ETの反応様式が主としてPEPに依存し、このPEPが運動回復期においてCIと比較的粗ながらも相関を示したことから、このPEP/ETの反応様式が心筋虚血の重症度と深く関与していたことより、運動負荷回復期のPEP/ETの反応様式及びPEPを測定することは、虚血性心疾患の心機能を推察する上で臨床的に十分に有用であると考えられた。

### 文 献

- 1) Gillian R. E., et al. : The prognostic value of systolic time intervals in angina pectoris patients. *Circulation* 60 : 268, 1979.
- 2) Bowlby J. R. : The effect of exercise on left ventricular ejection time in patients with



- hypertention or angina pectoris. *Am. Heart J.* 97 : 348, 1979.
- 3) Inagaki Y., et al. : Exercise stress testing and systolic time intervals. *Jpn. Circ. J.* 43 : 207, 1979.
- 4) Northover B. J. : Left ventricular systolic time intervals in patients with acute myocardial infarction. *Br. Heart J.* 43 : 506, 1980.
- 5) Sugiura T., et al. : Noninvasive assessment of left ventricular performance in patients with ischemic heart disease. *Am. J. Cardiol.* 48 : 101, 1981.
- 6) Kenneth L., et al. : Systolic time intervals in adolescents. *Circulation* 63 : 204, 1981.
- 7) Stack R. S., Sohn Y. H., Weissler A. M. : Accuracy of the systolic time intervals in detecting abnormal left ventricular performance in coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 47 : 603, 1981.

## 等尺性負荷における左室動態の検討

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

丹羽 明博\*, 青沼 和隆\*, 谷口 興一\*

### はじめに

循環器領域における等尺性負荷では, 後負荷の増強に対する心血管系の反応を検討することにより心機能の評価が可能であるといわれている。しかしながら, 等尺性負荷法には方法論上の問題も認められているため, われわれはこれまでの方法の欠点を補う定滑車重量負荷法を開発して, 本法の心機能評価に対する有用性を検討してきた<sup>1)2)</sup>。

今回は虚血性心疾患患者を中心に負荷前および負荷中の左室動態からみた等尺性負荷の意義について検討を試みた。

### I 対象および方法

対象は胸痛を主訴として入院した男性16例で, 年齢は42~62歳, 平均 $50.6 \pm 5.2$ 歳である。疾患のうちわけは陳旧性心筋梗塞11例, 狭心症1例の冠動脈病変群(以下 CAD 群)12例と, 高血圧性心疾患2例, 心臓神経症2例の非冠動脈病変群(以下 NCAD 群)4例である。負荷の方法は当教室考案の定滑車重量負荷法<sup>2)</sup>, 臥位にて最大握力の50%に相当する重量のオモリを3分間保持するものである。

冠動脈造影および第一斜位 30°にて左室造影を施行した後に15分以上の間隔をおいて定滑車重量負荷を行い, 負荷3分時に再度左室造影を施行した。左室容量は Area-Length 法により計測し, 駆出率(以下 EF), 50%拡張期分画(以下 FF<sub>1/2</sub>)および1回拍出係数(以下 SI)を算出した。

$$FF_{1/2} = \frac{(\text{拡張中期左室容量} - \text{収縮終期容量})}{\text{拡張終期容量}}$$

冠動脈造影においては75%狭窄以上を有意冠動脈病変とし, 左前下行枝は左室前壁から心尖部を, 右冠動脈は下壁を支配するものとした。なお, 左回旋枝は後壁を支配するため今回の検討からは除外した。

### II 結 果

左室動態の解析に先立ち, 同一計測者による2回の左室容量の測定値を比較した(図1)。2度目の値は若干低値をとる傾向がみられたが, その差はほぼ5 ml程度であった。2回の測定値間の相関係数は $r = 0.98$ と高く, 左室容量の計測上の誤差は小さいものと考えられる。

左室 Asynergy についてみると, NCAD 群においては安静時, 負荷時ともに Asynergy は認めなかったが, CAD 群においては, 安静時で12例中10例, 負

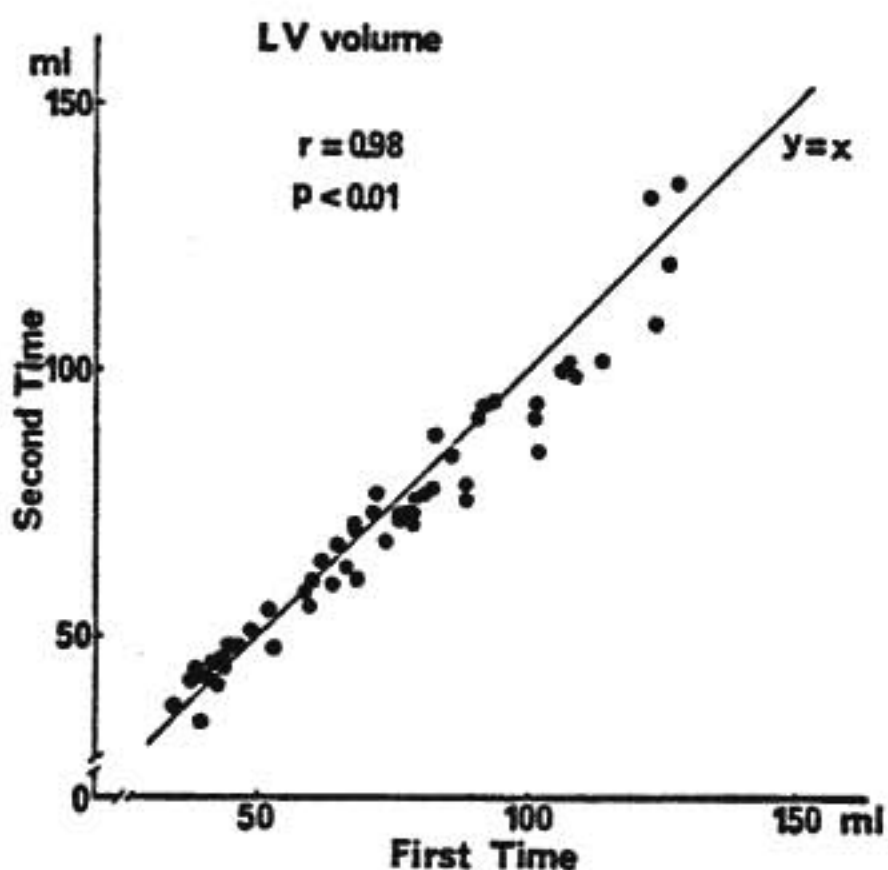


図1 同一計測者による左室容量の計測値の比較

荷時には全例に Asynergy を認めた (表1)。安静時に左室動態と支配冠動脈病変とが一致しない例は、症例1・4・5・11の4例であり、このうち、症例4には右冠動脈に50%狭窄を認め、症例5・11は負荷により罹患冠動脈領域に Asynergy の出現を認めた。負荷による Asynergy の増強は8例に認め、不変ないし軽度改善例は各2例であった。側副血行を認めなかった4例においては、負荷による Asynergy の増強を2例 (症例8・12) に、不変 (症例1) および軽度改善 (症例10) を各1例に認めた。側副血行を有する

8例については、Asynergy の増強を6例に、不変と改善例は各1例のみであった。したがって、Asynergy の増強を認めないものを側副血行の効果ありとすると、2例 (症例3・4) のみに効果を認めた。

EF についてみると (図2)、安静時・負荷時とも

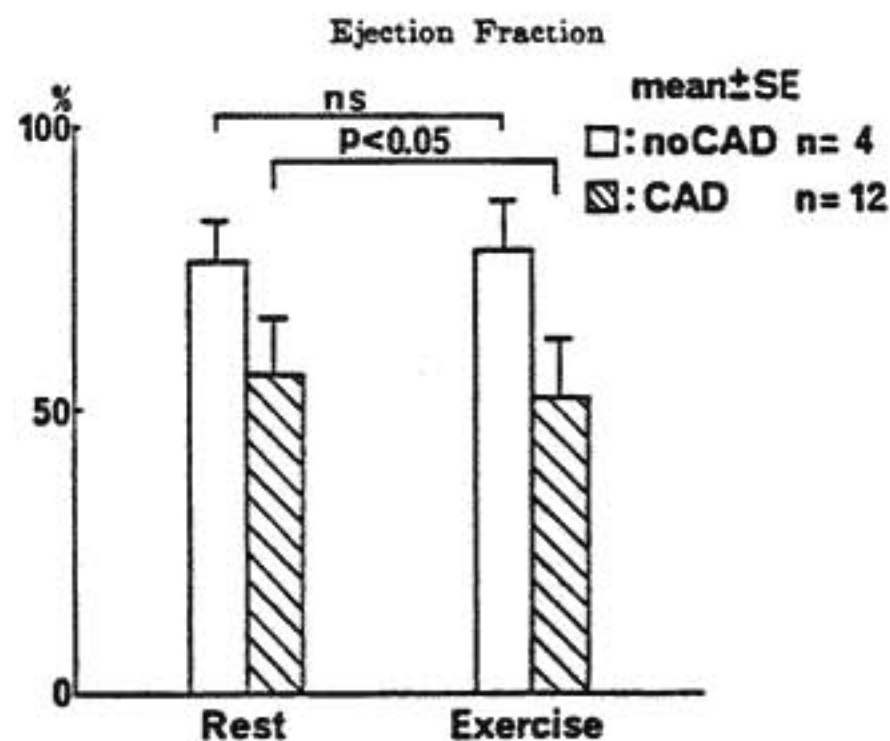


図2 負荷前と負荷中の駆出率  
CAD: 冠動脈病変

に CAD 群と NCAD 群の間には有意差はみられなかった。また、負荷による影響については、NCAD 群では負荷時の EF は安静時に比し不変であったが、CAD 群においては、負荷時 EF は軽度低下を認めた。EF<sub>1/2</sub>については (図3)、安静時・負荷時ともに両群間に明らかな差がみられた。負荷による影響に関して

表1 冠動脈病変例における左室造影所見 (説明は本文参照)

症例	冠動脈病変	安静時 Asynergy	負荷時 Asynergy	側副血行	側副血行の効果
1	3VD	A. (前, 心尖)	不変	(-)	
2	3VD	Hypo. (全)	増強	LCx, RCA→LAD LCx →RCA	(-)
3	LAD, RCA	Hypo. (全)	不変	LCx, RCA→LAD	(+)
4	LCx	A. (下)	改善	LAD, LCx→RCA	(+)
5	RCA	(-)	出現	LAD →RCA	(-)
6	LAD	A. (心尖)	増強	RCA →LAD	(-)
7	LAD	AN. (前, 心尖)	増強	RCA →LAD	(-)
8	LAD	Hypo. (心尖)	増強	(-)	
9	LAD	Hypo. (前, 心尖)	増強	LCx, RCA→LAD	(-)
10	LAD	Hypo. (前), A. (心尖)	改善	(-)	
11	LAD	(-)	出現	RCx →LAD	(-)
12	LAD	Dys. (前)	増強	(-)	

3VD: 3枝病変, LAD: 前下行枝, RCA: 右冠動脈, LCx: 左回旋枝, A: akinesis, Hypo: hypokinesis, AN: 心室瘤, Dys: dyskinesis



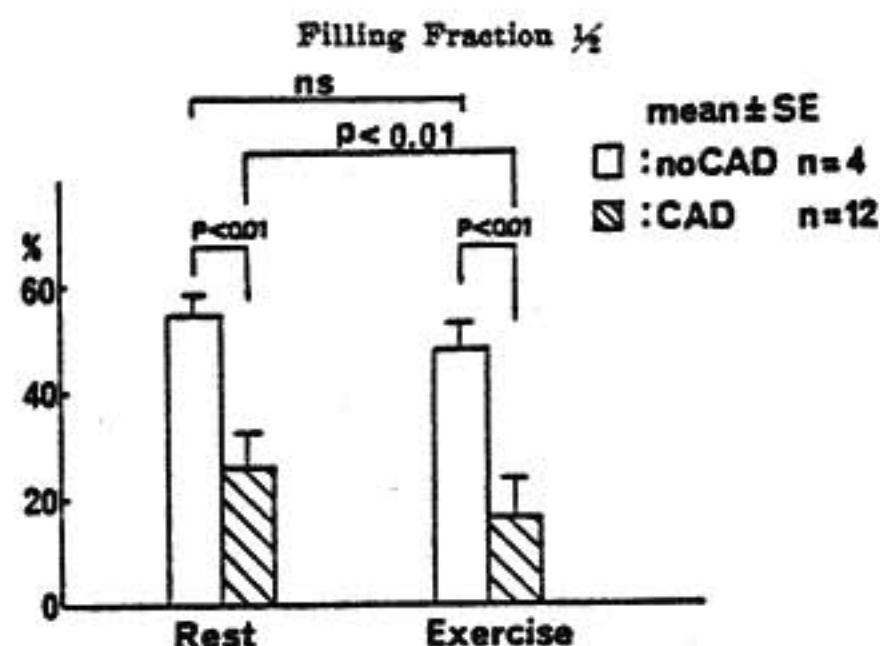


図3 負荷前と負荷中の50%拡張期分画  
CAD: 冠動脈病変

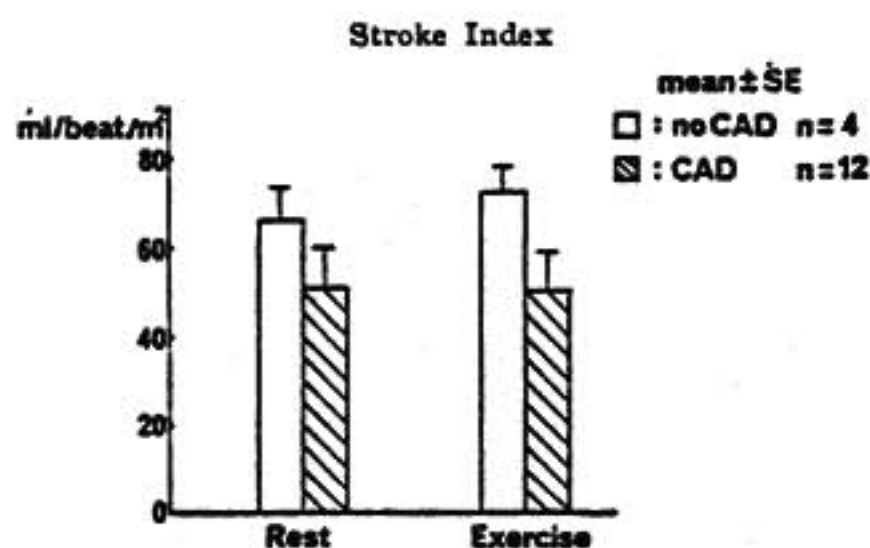


図4 負荷前と負荷中の一回拍出係数  
CAD: 冠動脈病変

は、NCAD 群では負荷時  $FF_{1/2}$  は安静時に比して不変であったが、CAD 群では  $FF_{1/2}$  の負荷時の低下は明瞭に認められた。

SI をみると (図4)、CAD 群では NCAD 群に比し、安静時・負荷時ともに低値をとる傾向であったが、有意差は認められなかった。また、両群とも負荷による有意の変化は認められなかった。

### III 考 察

等尺性負荷法は Treadmill や Ergometer による動的負荷と異なり、心電図上の虚血性変化や胸痛の誘発はほとんどみられず、虚血性心疾患の診断には不適であるが、確実な後負荷の増大が得られるため、心機能評価には優れているとされている。しかし、握力計を用いた通常の方法では一定の目盛を3分間維持することは極めて困難で、われわれの検討でも負荷開始時  $14.5 \pm 3.3$  kg (Mean  $\pm$  S. E.), 3分時  $9.8 \pm 4.4$  kg と著しい低下を認めた<sup>9)</sup>。これに対し、定滑車重量負荷

法では負荷量は一定であるため、定量的評価が可能である。

等尺性負荷に対する心の反応は、正常心では心収縮力の増大で、また、病的心では Frank-Starling 機構で対応するといわれている<sup>9)</sup>。つまり、正常心においては左室拡張終期圧 (以下 LVEDP) の増加は小さく<sup>9)</sup>、心拍出係数は増大<sup>9)</sup>、虚血心においては、LVEDP は明らかに増大する<sup>9)</sup>が、心拍出係数は不変ないし低下する<sup>9)</sup>といわれている。また、左室造影より求めた EF をみると、正常心では不変<sup>9)</sup>ないし増大<sup>9)</sup>、病的心では低下<sup>9)</sup>するという報告がみられる。今回の検討では、SI・EF とともに NCAD 群、CAD 群の間には差はみられなかった。負荷による変化を EF についてみると、CAD 群で低下したが NCAD 群では不変であり、SI については両群ともに不変であった。これに対して、 $FF_{1/2}$  では両群間に明瞭な差異がみられ、負荷による動態に関しても、NCAD 群と CAD 群の間で異なる成績が得られた。したがって、左室拡張期動態をみることにより、CAD 群の左室動態の特徴をより明確に検出できるものと考えられる。Reduto ら<sup>10)</sup>も拡張期の1/3における拡張期分画を検討し、運動負荷中の拡張様式を分析することの意義を述べている。

左室の regional wall motion については、等尺性負荷は虚血性心疾患において異常反応を増強するという報告<sup>11)</sup>や冠動脈病変の程度の強い例では異常反応の誘発が可能という報告<sup>12)</sup>もあるが、冠動脈病変と合致しない左室動態に関する検討は認められない。今回検討の症例は少数であるが12例中3例 (症例1・4・10) に等尺性負荷による左室壁動態が冠動脈病変と合致しない例が存在したことは、今後、側副血行を含めたより詳細な検討を行っていく必要があると考えられる。

### ま と め

通常のと等尺性負荷に改良を加えた定滑車重量負荷法により、虚血性心疾患の左室動態を検討した結果、以下の結論を得た。

- 1) 安静時 Asynergy を認めなかった症例に、負荷により Asynergy の発現を認めた。
- 2) 負荷による EF と  $FF_{1/2}$  の動態は、NCAD 群では不変であるが、CAD 群では低下した。

3) 安静時負荷時とも, CAD 群の  $FF\frac{1}{2}$  はNCAD 群より低値を示したが, FF については両群間に差はみられなかった。

4) 等尺性負荷は左室壁動態異常の検出に有用であり, 左室動態特に拡張期の動態を検討することにより, 心機能評価にもより有用な手段となる。

## 文 献

- 1) 丹羽明博, 他: 第11回循環器負荷研究会発表, 1980.
- 2) 丹羽明博, 他: 第12回循環器負荷研究会発表, 1981.
- 3) 谷口興一, 他: 臨床成人病 4: 987, 1974.
- 4) 丹羽明博, 他: 第13回循環器負荷研究会発表, 1981.
- 5) Helfant R. H., et al.: Circulation 44: 982, 1971.
- 6) 伊藤一輔: 日内会誌 70: 1388, 1981.
- 7) Laird W. P., et al.: Circulation 59: 651, 1979.
- 8) Flessas A. P., et al.: Circulation 53: 839, 1976.
- 9) Miyazawa K., et al.: Tohoku J. Exp. Med. 130: 63, 1980.
- 10) Reduto L. A., et al.: Circulation 63: 1228, 1981.
- 11) Flessas A., et al.: Circulation 46(suppl II): II-106, 1972.
- 12) Krayenbuehl H. P., et al.: Circ. Res. 48(suppl I): I-149, 1981.

## 虚血性心疾患における臥位エルゴメーター運動負荷

### —薬物投与と交感神経反応について—

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

小 西 孝\* . 由 井 芳 樹\*

中 島 久 宣\* . 神 原 啓 文\* . 河 合 忠 一\*

### はじめに

虚血性心疾患, ことに労作性狭心症の発作発現には, 交感神経系が重要な役割を果たしていると考えられている。また, 現在狭心症の治療にはカルシウム拮抗剤が用いられており, その中でも nifedipine は早くから臨床導入され, 詳細にその薬理作用について研究されている。しかし, 経口投与後の急性効果に関し, 安静時と臥位運動負荷中の血漿ノルエピネフリンを指標として検討した報告は少ない。われわれは, 今回, 虚血性心疾患患者において, nifedipine 投与後に施行した臥位エルゴメーター運動負荷前・中の血漿ノルエピネフリン変化について若干の知見を得たので報告する。

### I 対象および方法

対象は入院中の労作性狭心症を有する男18例(47歳~73歳, 平均54歳)である。胸痛発作時のニトログリセリン舌下投与以外の投薬は中止し, 通常昼食後2時間以上経過した後, 前腕部静脈に翼状針を留置した。10分以上の安静臥床をとらせ, 血圧, 心拍数が一定となったところで採血を行い, 次いで臥位エルゴメーターにて, 150 kpm を3分, さらに300 kpm 3分の計6分間の運動を負荷し, 運動終了直前に2回目の採血をして, 血漿ノルエピネフリンを測定した。nifedipine 10 mg 経口投与の場合は, 投与約40分後に上記と同様の運動負荷を施行した。血漿ノルエピネフリンの測定には, われわれが開発した高速液体クロマトグラフィー蛍光法<sup>1)</sup>により行った。



## II 結 果

安静臥床時の血漿ノルエピネフリンは Control 群では  $273 \pm 125$  pg/ml であるが, Nifedipine 群では  $452 \pm 227$  pg/ml で, Nifedipine 群の方が Control 群より高値である。また, 300 kpm の臥位エルゴメーター運動負荷では, Control 群  $469 \pm 371$  pg/ml, Nifedipine 群  $770 \pm 441$  pg/ml となった。血漿ノルエピネフリンは運動負荷にて両群とも増加したが, Control 群より Nifedipine 群の方が高値であった(図1)。

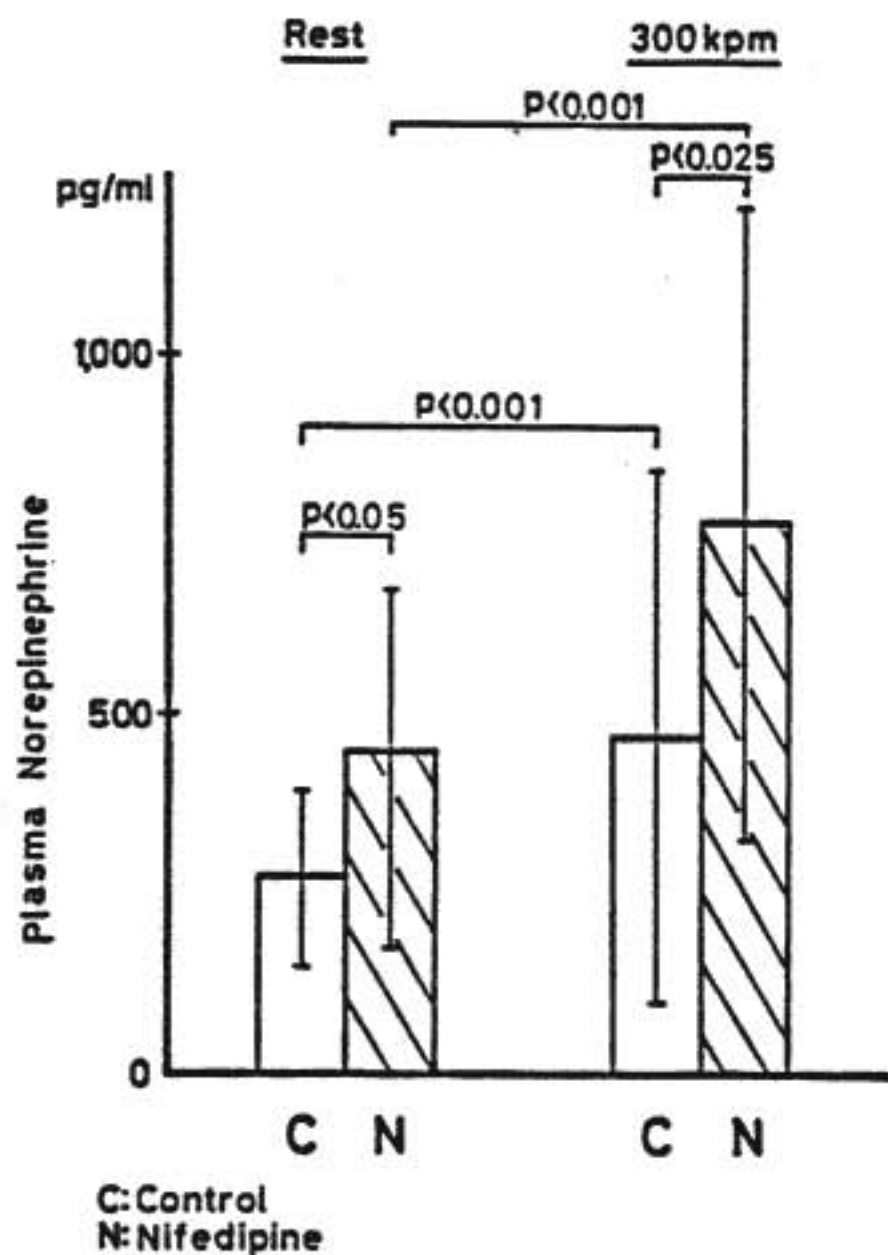


図1 虚血性心疾患における安静時および臥位エルゴメーター運動負荷(300 kpm)時の血漿ノルエピネフリン濃度

次に, 運動による血漿ノルエピネフリン増加量と心拍数, 平均血圧, ダブルプロダクトの増加との相関を検討すると, まず Control 群では,  $\Delta$ 血漿ノルエピネフリンと $\Delta$ 心拍数は  $Y = 29.3 + 0.036X$ ,  $r = 0.35$  (図2a)の相関であったが,  $\Delta$ 平均血圧では  $Y = 5.87 + 0.036X$ ,  $r = 0.65$  (図3a)さらに, 心拍数と収縮期血圧の積であるダブルプロダクトでは,  $Y = 5.12 +$

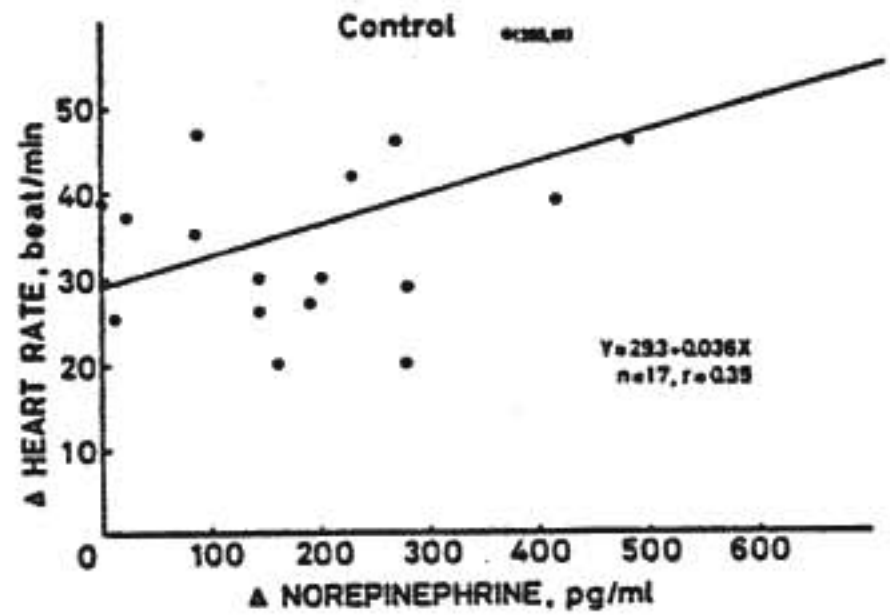


図2(a) 非投薬群における臥位エルゴメーター運動負荷時の $\Delta$ 血漿ノルエピネフリンと $\Delta$ 心拍数の関係

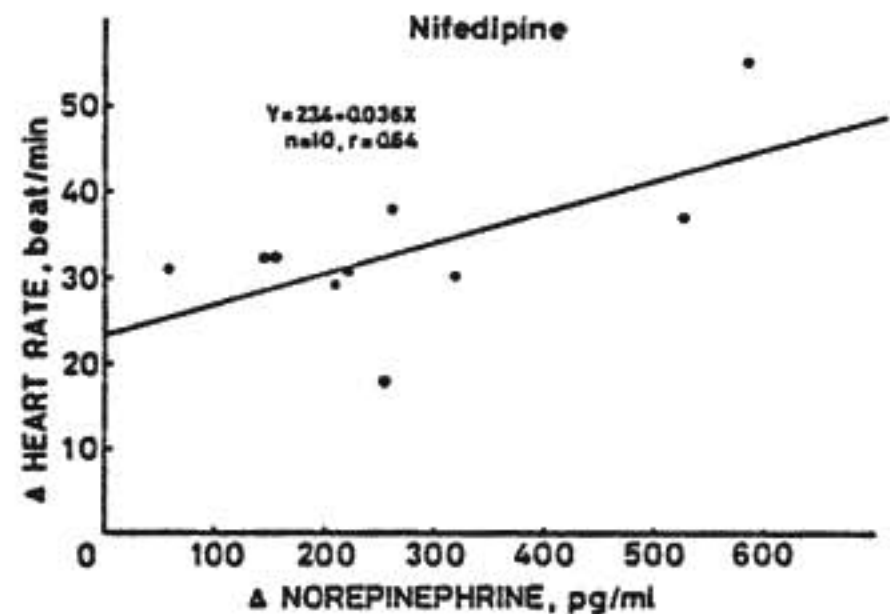


図2(b) Nifedipine投与群における臥位エルゴメーター運動負荷時の $\Delta$ 血漿ノルエピネフリンと $\Delta$ 心拍数の関係

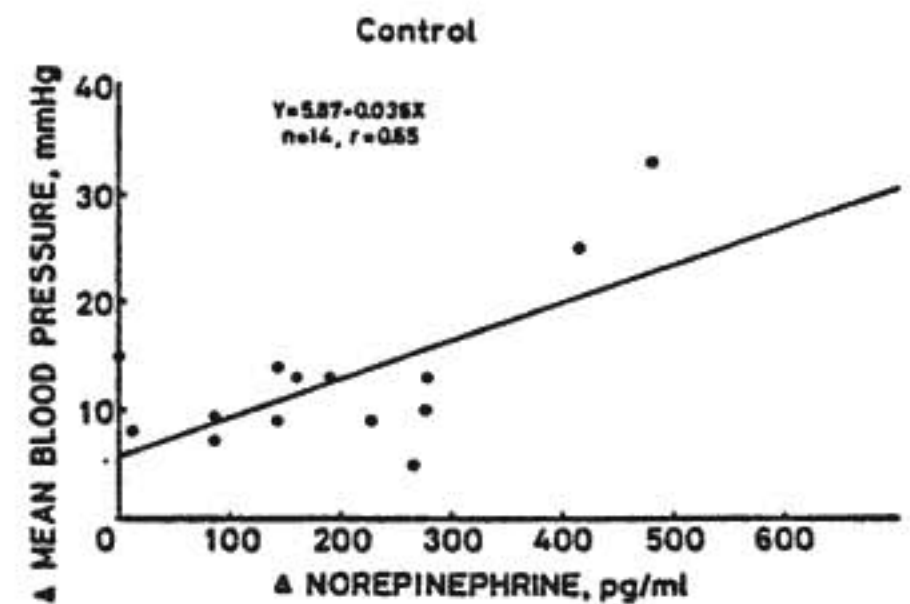


図3(a) 非投与群における臥位エルゴメーター運動負荷時の $\Delta$ 血漿ノルエピネフリンと $\Delta$ 平均血圧の関係

$0.012X$ ,  $r = 0.66$ と比較的良好な相関を示した(図4a)。一方, Nifedipine 群で同じ検討をすると,  $\Delta$ 心拍数では  $Y = 23.4 + 0.036X$ ,  $r = 0.64$  (図2b)  $\Delta$ 平

均血圧とでは  $Y = 2.19 + 0.036X$ ,  $r = 0.76$  (図3b)  
 $\Delta$ ダブルプロダクトについては,  $Y = 3.76 + 0.013X$ ,  
 $r = 0.76$  (図4b) となり, いずれも比較的良い相関

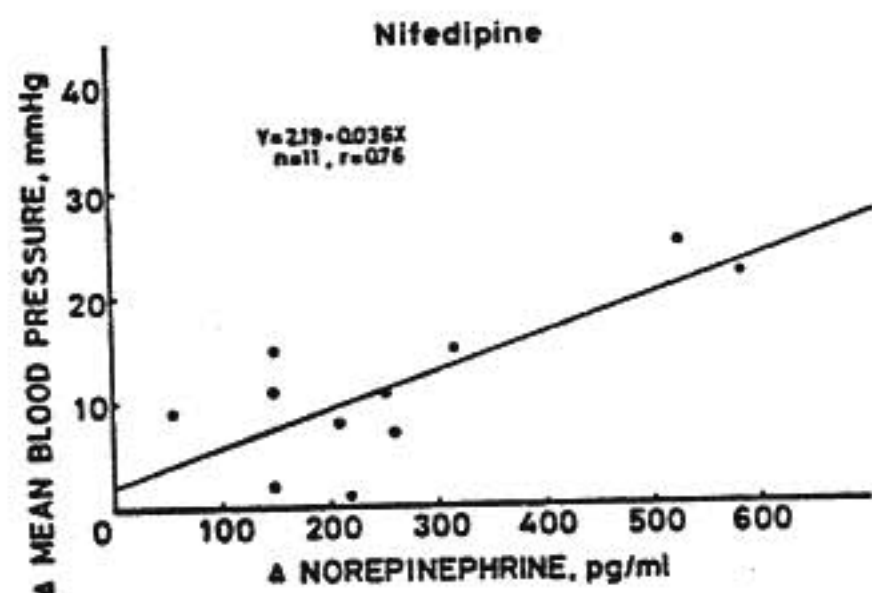


図3(b) Nifedipine 投与群における臥位エルゴメーター運動負荷時の  $\Delta$  血漿ノルエピネフリンと  $\Delta$  平均血圧の関係

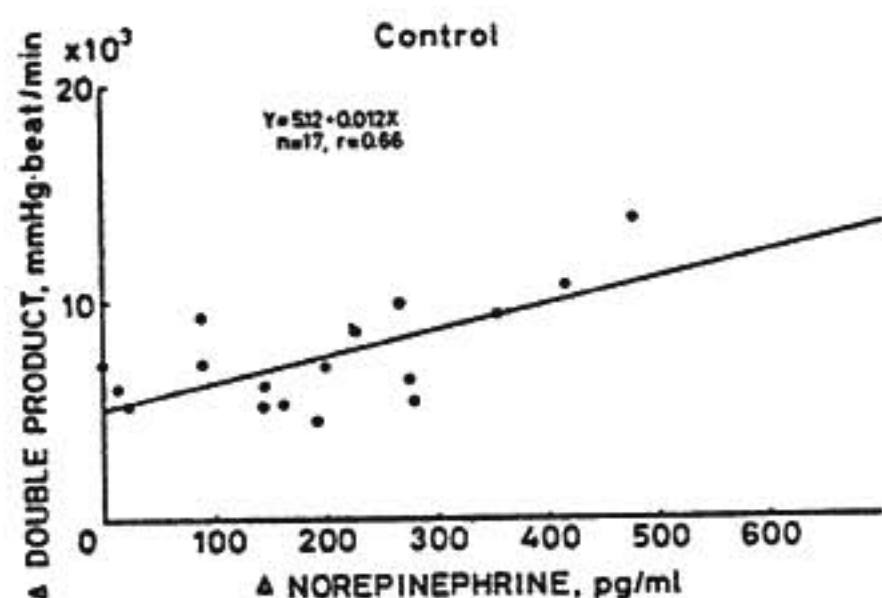


図4(a) 非投与群における臥位エルゴメーター運動負荷時の  $\Delta$  血漿ノルエピネフリンと  $\Delta$  ダブルプロダクトの関係

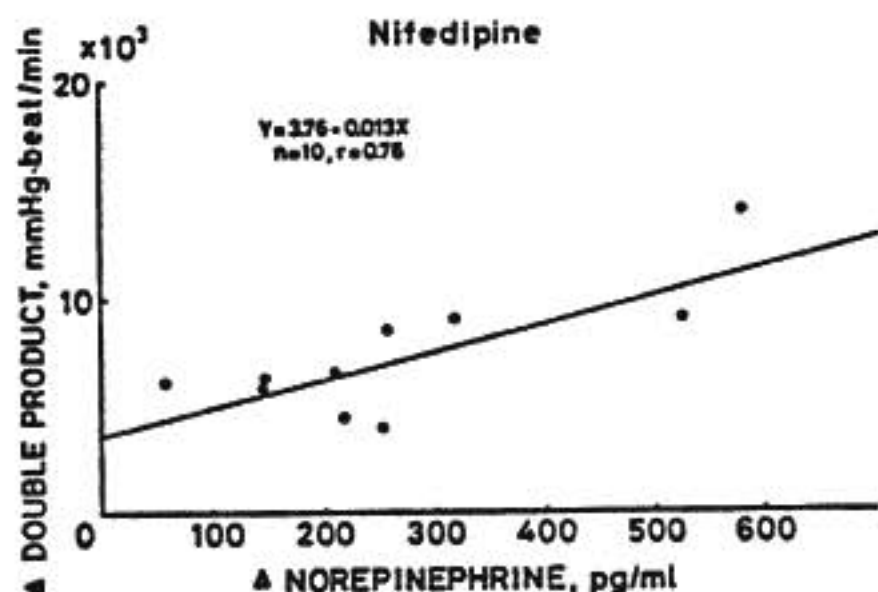


図4(b) Nifedipine 投与群における臥位エルゴメーター運動負荷時の  $\Delta$  血漿ノルエピネフリンと  $\Delta$  ダブルプロダクトの関係

を示した。

### III 考 案

カルシウム拮抗剤である nifedipine は, 狭心症や高血圧の治療薬として用いられているが, 降圧作用とそれに付随した頻脈作用を持つ。nifedipine 投与に際して血漿ノルエピネフリンが増加することから, 頻脈作用は交感神経系の刺激によると考えられる<sup>2)</sup>。一方運動により交感神経系の緊張度が高まり血漿ノルエピネフリン値は高くなる<sup>3)</sup>が, 運動負荷時血漿ノルエピネフリン値は, Nifedipine 群の方が Control 群より高値であることから, nifedipine 投与による交感神経刺激に加えて, 運動負荷による交感神経刺激が見られることがわかる。そこで, 運動による血漿ノルエピネフリンの増加と各種パラメーターの増加とを比較してみると, 血漿ノルエピネフリンの増加は Control 群では, 平均血圧, ダブルプロダクトの増加をよく反映しているが, 心拍数の増加とは相関が乏しい。一方, 交感神経系の基礎的な緊張度が高まった Nifedipine 投与群では平均血圧やダブルプロダクトのみならず心拍数の増加ともよく相関するようになる。

Robinson ら<sup>4)</sup> は運動による軽度の心拍数の増加は副交感神経の緊張低下が主な原因であり, 中等度以上の心拍数の増加には, その原因は交感神経の緊張亢進が主であると述べており, Christensenら<sup>5)</sup> は運動による毎分約30以上の心拍数の増加はカテコールアミンの増加とよく相関すると報告していることから, nifedipine により交感神経が亢進し, かつ, 副交感神経の緊張が低下した上に, 運動により交感神経が刺激されたために,  $\Delta$ ノルエピネフリンと  $\Delta$ 心拍数の相関が良くなかったか, あるいは, nifedipine 投与後は  $\beta$ 作用を有する物質, たとえばエピネフリンが増加しているという報告<sup>6)</sup> もあり, それがノルエピネフリンに比例して増加しているならば,  $\Delta$ ノルエピネフリンと  $\Delta$ 心拍数がよく相関するようになる可能性が考えられる。次に, 両群の  $\Delta$ ノルエピネフリンと  $\Delta$ ダブルプロダクトに関する一次回帰式を比較してみると, その直線の傾きは同じであるが,  $Y$ 切片は Nifedipine 群の方が小さい。すなわち, 同じ  $\Delta$ ダブルプロダクトに対する  $\Delta$ ノルエピネフリンは Nifedipine 群の方が大きいことがわかる。言い換えれば Nifedipine 群では, わず



かなダブルプロダクトの増加を示す例でも交感神経系の刺激が大きいと考えられる。以上より、Nifedipine 群では安静時すでに交感神経の緊張亢進が見られ、運動負荷により Control 群に比較してより容易に交感神経が刺激されると結論された。

## 結 論

安静臥床時および臥位エルゴメーターによる運動負荷時、Nifedipine 群は Control 群に比べ血漿ノルエピネフリンが高値であり、交感神経が刺激された状態となっている。また運動負荷により Nifedipine 群では、より容易にノルエピネフリンの増加、すなわち、

交感神経の緊張亢進がみられた。

## 参 考 文 献

- 1) Yui Yoshiki, et al. : Clin. Chem. 20 : 194, 1980.
- 2) Pedersen O., Lederballe, et al. : Eur. J. Clin. Pharmacol. 15 : 235, 1979.
- 3) Von Euler U. S., et al. : Acta Physiol. Scand. 49 Suppl. 173 : 183, 1960.
- 4) Robinson Brian F., et al. : Circ. Res. 19 : 400, 1966.
- 5) Christensen N. J., et al. : Eur. J. Clin. Invest. 3 : 299, 1973.
- 6) Corea L., et al. : Clin. Sci. 57 : 115, 1979.

## 異型狭心症における treadmill 負荷試験の意義

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

麻野井 英次\*・久保木 正夫\*

山本 真千子\*・相澤 忠範\*・藤井 諄一\*

小野 彰一\*・高橋 宣光\*・加藤 和三\*

### はじめに

運動や精神的興奮によっては狭心症発作が誘発されないといわれる異型狭心症<sup>1)</sup>においても、運動により発作が起こる症例があり、運動負荷陽性例も多いことが知られている<sup>2-4)</sup>。しかし、このような運動負荷成績と発作発生様式に関する詳細な報告は少ない。今回われわれは、異型狭心症を含む冠攣縮が関与した狭心症を、発作様式により分類し、これらが冠動脈病変の有無、運動負荷成績とどのような関連性をもつかを検討した。

### I 対象と方法

安静発作時心電図で ST 上昇が記録され、冠動脈造影時冠攣縮が証明された異型狭心症32例 (A群) と、安静時 ST 上昇発作はとらえられなかったものの、造影時冠攣縮が確認された18例 (B群) の計50例を対象

とした。両群とも発作様式により2群に分け、発作の出現が睡眠中あるいは全くの安静時に限られるか、時に労作時にもみられるものをR群 (A群18例, B群5例)、軽い日常労作を含め労作が誘因となった発作の頻度が安静時発作の頻度と同じか、それ以上であるものをR+E群 (A群14例, B群13例) とした。treadmill 負荷試験は全例発作安定期に12時間以上の無投薬期間をおいた午前中に施行した。負荷方法は Bruce のプロトコールに従い、進行性の胸痛、疲労、息切れの出現、心電図上 J 点の 2 mm 以上の下降ないし、1 mm 以上の上昇をみた場合、あるいは目標心拍数に達したとき負荷を中止した。負荷陽性の判定は、J 点から 60 msec の ST レベルが 1 mm 以上下降ないし上昇した場合、明らかな狭心症発作の出現をみた場合とした。75%以上の器質的有意冠動脈病変は、A群で32例中10例 (31.3%)、B群で18例中10例 (55.6%) に認められ、いずれも1枝病変が多く、3枝病変を有

するものはなかった。全例, ergonovine 負荷, ergometer 負荷による誘発時, あるいは自然発作時の冠動脈造影により冠攣縮が確認された。

## II 成績

### 1. 運動耐容能と最大 ST 偏位 (図1)

ほとんどの症例において, Stage IIIからIVに至る運動が可能であり, 運動耐容能はよく保たれていた。運

動中止理由は狭心症発作が22例, 疲労が5例, 息切れが3例, ST 下降が1例, 目標心拍数が19例であった。全50例中28例で 1mm 以上の ST 上昇または下降を認め, その内訳は ST 上昇例が4例に対し, ST 下降は24例であり, なかでも R+E 群に ST 下降例が多かった。

### 2. 狭心症発作様式と運動負荷試験成績 (図2)

A群では, 最大運動時間, 最大 rate-pressure prod-

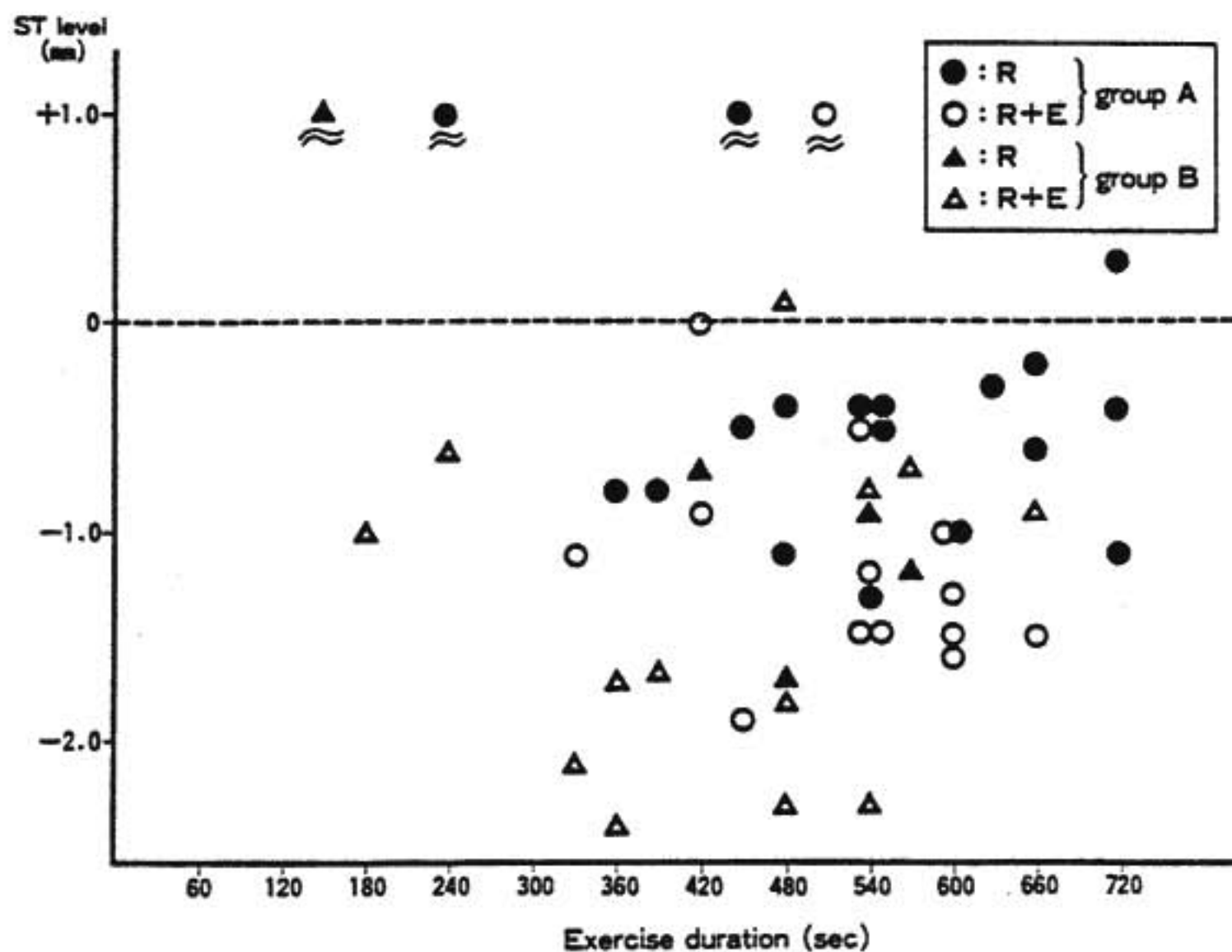


図1 運動耐容能と最大 ST 偏位

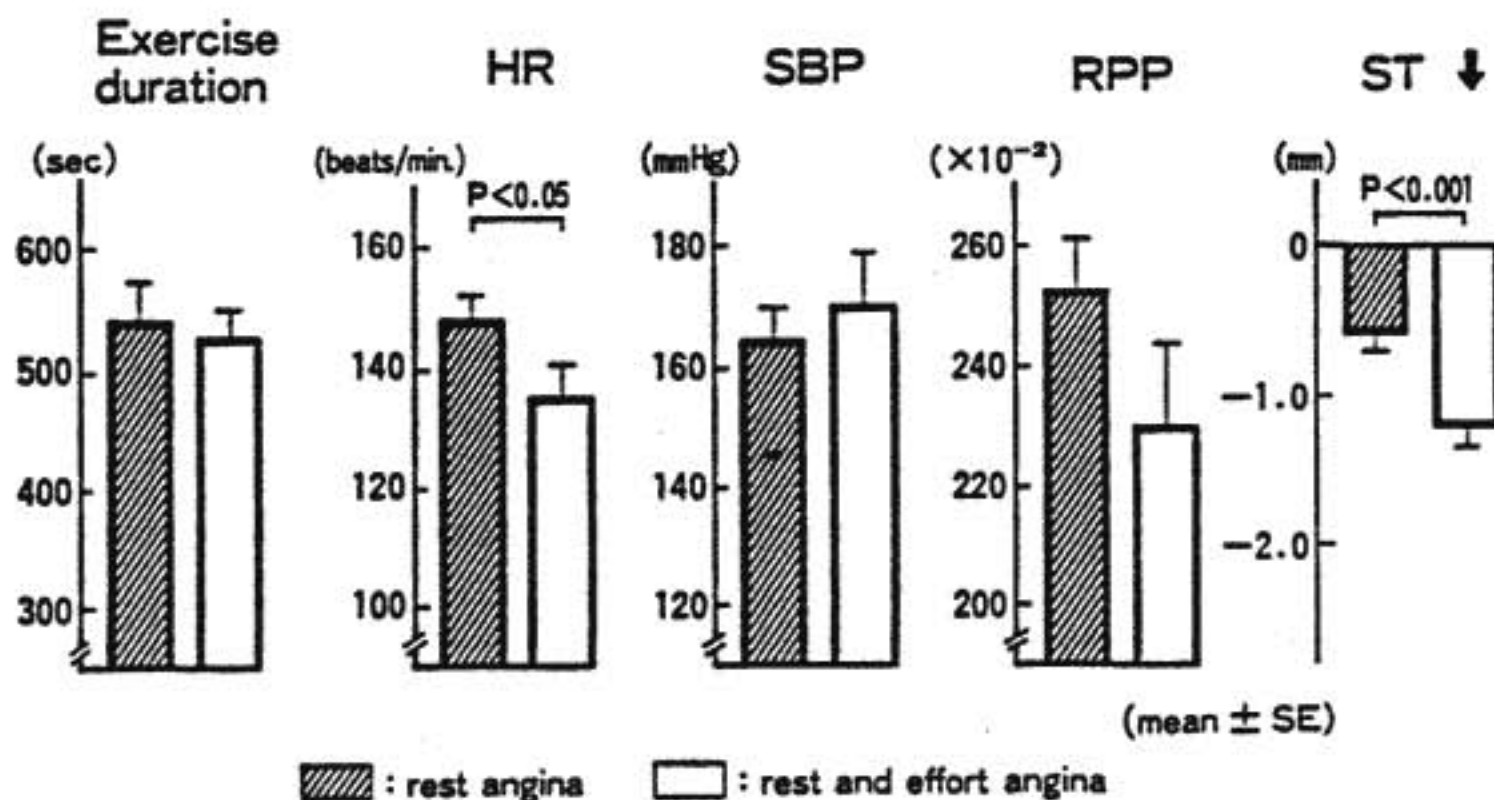


図2 狭心症発作様式と運動負荷試験成績 (Group A)



uct (RPP) はR群と R+E 群間で有意差がみられなかったが, ST 下降の程度は R+E 群でより大きかった。B群ではR群の症例数が少なかったため検討できなかった。

### 3. 冠動脈病変の有無と運動負荷試験成績 (図3)

A群において, R+E 群の冠動脈病変を有する頻度は43%であり, R群の22%より高かったことから, 病変の有無により, 運動耐容能, ST 下降に差がないかを検討した。その結果, 冠動脈病変例は病変のないものより最大運動時間や最大 RPP が少ない傾向がみられた。一方 ST 下降の程度は病変の有無で有意差がみられなかった。B群においても同様に, 病変の有無は,

ST 下降の程度よりも運動耐容能と関係が深かった。

### 4. 運動負荷陽性率

A群全体の陽性率は62.5%であり (表1), 中でも R+E 群や冠動脈病変例に陽性率が高い傾向がみられた。しかし有意冠動脈病変のない症例においても R群 35.7%, R+E 群87.5%と特に R+E 群に陽性例が多かった。B群もA群とほぼ同様であったが, 全体の陽性率がA群よりやや高い傾向がみられた。

運動負荷の判定内容をさらに詳しく, ST レベルと狭心症発作出現の有無により分け, 発作様式, 冠動脈病変の有無と対比したものを図4に示す。A群の負荷陰性例にはR群が多く, 冠動脈病変例が少なかった。

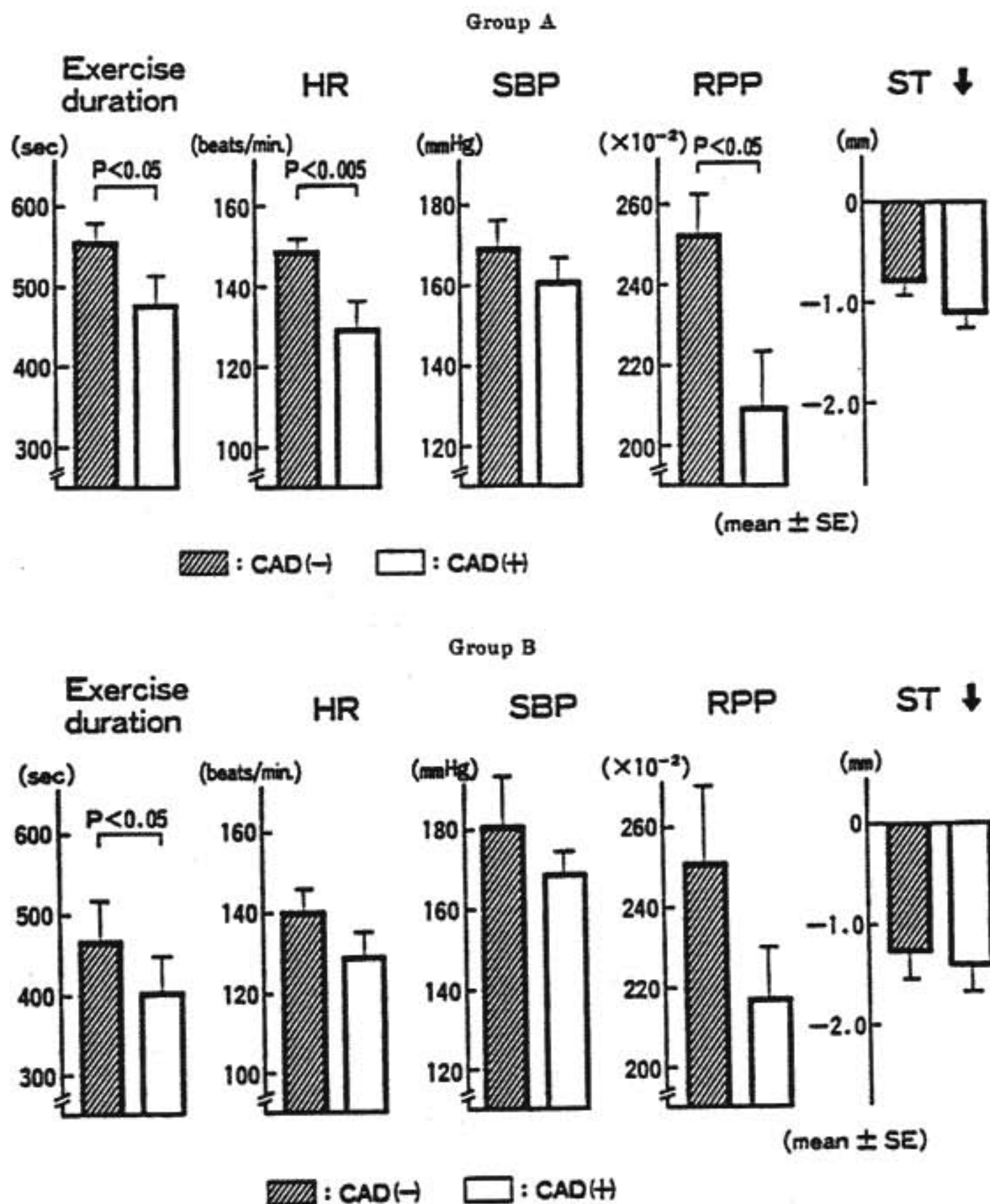


図3 冠動脈病変の有無と運動負荷試験成績

表1 運動負荷陽性率

Group A	CAD (-)	CAD (+)	Total
R	5/14 (35.7)	3/4 (75.0)	8/18 (44.4)
R+E	7/8 (87.5)	5/6 (83.3)	12/14 (85.7)
Total	12/22 (54.5)	8/10 (80.0)	20/32 (62.5)

Group B	CAD (-)	CAD (+)	Total
R	1/2 (50.0)	2/3 (66.7)	3/5 (60.0)
R+E	4/6 (66.7)	6/7 (85.7)	10/13 (76.9)
Total	5/8 (62.5)	8/10 (80.0)	13/18 (72.2)

%

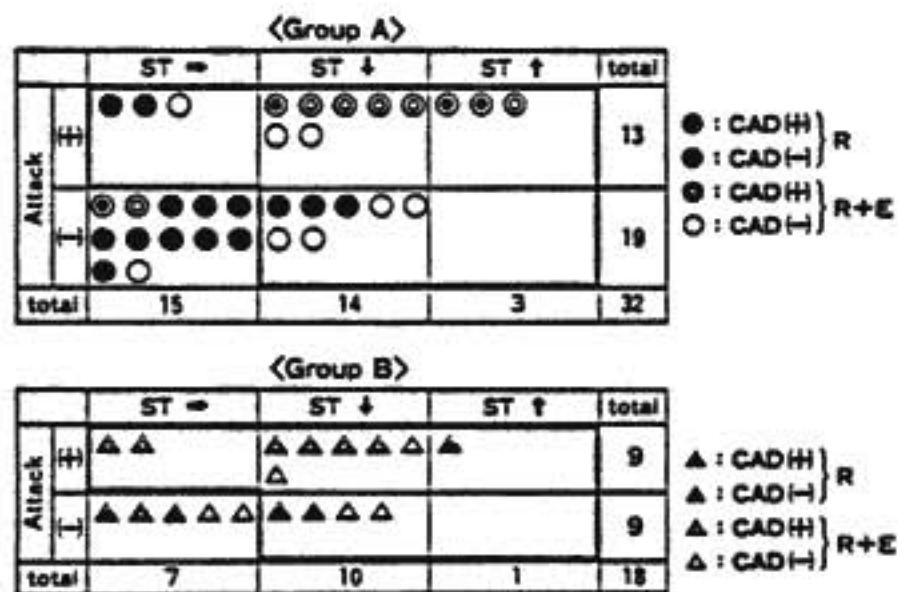


図4 発作様式，冠動脈病変の有無と運動負荷判定理由

一方陽性例においては，狭心症発作を伴い ST の下降ないし上昇をみた症例に冠動脈病変例が多かった。しかし ST が下降しても発作を伴わなかった症例には冠動脈病変が少なかった。B群も，発作が出現した症例に冠動脈病変例が多い傾向がみられた。

III 考案ならびに結語

異型狭心症は病気の activity により，狭心症閾値や運動負荷成績が異なることが知られている<sup>2)4)6)</sup>。発作安定期に行った今回の検討では，62.5% (A群) に負荷陽性例を認め，運動耐容能も比較的良好であった。陽性例は R+E 群や冠動脈病変例に多い傾向がみられたが，有意冠動脈病変を認めない症例においても 54.5% (A群) に負荷陽性であったことは注目される。従来の報告の多くは<sup>2)3)5)</sup>，運動により ST 下降を示す異型狭心症は，冠動脈病変を有する場合が多いとしている。しかし今回のわれわれの成績では，運動による ST 下降の程度は冠動脈病変の有無と明らかな関係が

なく，1mm 以上の ST 下降は R+E 群のような労作が関与する狭心症例に多く認められたことから，むしろ発作状況と密接な関係があると考えられる。これに対し，冠動脈病変の存在は運動中の狭心症発作の出現や，運動耐容能との関連が強いように思われる。発作安定期の負荷においても ST 上昇を認めたものは 9.7% (A群) であり，全例冠動脈病変を有していた。また負荷陰性例には R 群が多く，従来の報告と同様に冠動脈病変例は少なかった。

文 献

- 1) Prinzmetal M., et al. : Am. J. Med. 27 : 375, 1959.
- 2) Servi S., et al. : Circulation 64 : 684, 1981.
- 3) 村山正博, 他 : 心臓 14 : 349, 1982.
- 4) Waters D. D. : Circulation 65 : 265, 1982.
- 5) Gaasch W. H. : Chest 74 : 612, 1978
- 6) Smitherman T. C. : Clin. Cardiol. 3 : 309, 1980.

質 疑 応 答

- 新谷 (座長) : ありがとうございます。
- それではご討論をお願いいたします。ございませんか。一村山先生，何かございませんか。
- 村山 (東大) : ほほ私どもの成績と同じだと思います。ほとんど賛成いたしますが，私どもの数字でいきますと，Variant における運動負荷試験の陽性率は 80% ぐらいで少し高いのですが，それは，さっきちょっと申し上げましたように，大体 Spontaneous angina をつかまえた前後 2 日ぐらいの間にやる。さっきもちょっと中垣先生からコメントがありましたが，unstable angina には運動負荷試験は Contraindication です。Variant も unstable angina ですから，もちろん，ある意味では contraindication になると思いますが，Spontaneous angina で非常に強い不整脈発作を有するもの，それから病歴にアダムス・ストークス症候群があるもの，そういうようなものを除いて，普通の発作，日常ヒストリーで労作にもあるようなものは負荷をしても 1 例も危険なものつまり事故例はないわけで，案外，unstable といいますけれども，症例によっては十分，先生がおっしゃいましたように耐容能もありますし，負荷試験をやってもかまわないとい



うふうに思っております。

追加をいたします。

○岸田(日医大)：私どもも同じようなことをやっております。発作の様式から分けた場合の陽性率は、ほぼ先生の結果と同じでございます。

ちょっとお聞きしたいのは、私どももこの Variant に運動負荷試験をやっております。そのときの不整脈の出現率についてもちょっとやってみているのですけれども、先生方の方で不整脈の出現率について何かそういうデータをお出しになっておられるでしょうか。

○麻野井：今回対象にしたものに対してまだ検討しておりません。

○岸田：そうですか。というのは、私ども不整脈の出現率をやってみますと、spasm だと思つたので、coronary artery disease のあるなしに分けても、不整脈の出現率は変わらないのです。そういうことがありましたので……。

○新谷(座長)：ありがとうございました。

それでは時間も過ぎておりますので、次に移らせていただきます。

## トレッドミル運動負荷試験による肥大型心筋症の病態

### ——ことに Nifedipine 投与前後の評価について——

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

大坪 恵子\*・関口 守衛\*

森本 紳一郎\*\*・広江 道昭\*\*\*・広沢 弘七郎\*

#### はじめに

肥大型心筋症における運動負荷時の病態に関して今まで幾つかの報告がある。しかし対象となった疾患の内容に若干の相違があり、そこから導かれる結果に差異がでてくる可能性がある。そこで我々の施設においては、心内膜心筋生検所見を含む各種検査で本症であることを確認しえた11症例についてトレッドミル運動負荷を行い、またその内7名の患者について Nifedipine の急性効果に若干の検討をしたので報告する。

#### I 対 象

当科にて UCG, ECG, 心カテーテル, 心内膜心筋生検法などにより肥大型心筋症患者と診断された11名で内訳は非対称性肥厚+閉塞型3名, 非対称性肥厚+非閉塞型2名, 心尖部閉塞型1名, 心尖部非閉塞型4名であった。男性9名, 女性2名, 年齢は30~53歳平均38歳であった。健常対照群は男性6名, 女性2名計8名で年齢は27~64歳平均38歳であった(表1)。

#### II 方 法

運動負荷はマルケット社製 CASE を使用し, Sheffield のプロトコルを用いて行った。負荷中止は疲労, 胸痛の増強, 呼吸困難などの自覚症状出現, ST 部分の  $-0.2\text{ mV}$  以上の低下, 危険は不整脈の出現, 予測最大心拍数の85%に達した時とした。血圧は左上腕でマンシエット血圧計により負荷前と負荷中負荷後は3分ごとに測定した。15分以上の安静臥床後血圧を測定し, Nifedipine 10 mg を舌下投与し15分後に血圧測定を行い運動負荷を開始した。ST 変化は  $V_1, V_2, aV_F$  誘導の中で最大変化部位をとったが, すべて  $V_2$  誘導であった。

#### III 結 果

肥大型心筋症群(以下 HCM 群)と健常対照者群(以下 control 群)における運動負荷前後の諸指標の比較した成績を示す(表2)。心拍数—HCM 群  $74 \pm 16 \rightarrow 145 \pm 16$ /分, control 群  $71 \pm 10 \rightarrow 146 \pm 24$ /分, 収縮期血

\* 東京女子医科大学 附属日本心臓血圧研究所 内科 \*\* 同 第二病理 \*\*\* 同 放射線科

表1

	Age	Sex	E. C. G.	CTR	Obst.	Arrhyth.
S. S.	34	M	abnormal Q. I., V <sub>1</sub> , V <sub>4</sub> ~6 T neg.	60%	+	PAC, PVC
K. Y.	33	F	I., V <sub>1</sub> , ST ↓, Tneg.	56	+	PVC
K. I.	32	M	abnormal Q. I, II, III., V <sub>1</sub> , V <sub>5</sub> , 6, ST ↓	49	+	—
S. F.	45	F	II, III., V <sub>1</sub> , V <sub>4</sub> ~6, ST ↓	50	+	—
G. Y.	49	M	abnormal Q. I, II, III., V <sub>1</sub> , V <sub>3</sub> ~ V <sub>6</sub> , Tneg.	57	—	PVC
T. K.	41	M	abnormal Q. I., V <sub>1</sub> , V <sub>2</sub> ~4, T neg.	52	—	PVC
Y. F.	31	M	II, III., V <sub>1</sub> , Tneg.	51	—	—
T. T.	37	M	II, III., V <sub>1</sub> , Tneg.	44	—	PVC
G. H.	53	M	I., V <sub>1</sub> , V <sub>3</sub> ~6, ST ↓, Tneg.	50	—	—
Y. W.	33	M	abnormal Q. I, II., V <sub>1</sub> , V <sub>1</sub> , V <sub>4</sub> ~6, ST ↓, I, aV <sub>1</sub> , V <sub>4</sub> ~6T neg.	47	—	—
T. S.	42	M	abnormal Q. I., V <sub>1</sub> , ST ↓, T neg	57	—	PVC

圧—HCM 群  $119 \pm 17 \rightarrow 155 \pm 18$  mmHg, control 群  $111 \pm 11 \rightarrow 154 \pm 18$  mmHg, Pressure Rate Products—HCM 群  $(11 \pm 4) \times 10^3 \rightarrow (22 \pm 3) \times 10^3$ , control 群  $(7 \pm 3) \times 10^3 \rightarrow (21 \pm 5) \times 10^3$  とおのおのにつき両者間で差異を認めなかった。ST 変化—HCM 群  $0.2 \pm 1.0$  mm  $\rightarrow -1.1 \pm 1.1$  mm, control 群  $0.4 \pm 0.8$  mm  $\rightarrow 0.1 \pm 0.9$  mm と HCM 群に負荷後 ST 低下傾向がみられた。運動持続時間—HCM 群  $12.6 \pm 3.3$  分, control 群  $14.9 \pm 2.3$  分と control 群において軽度延長を認めた。ここで HCM 群において負荷後 ST 低下が特に著明であった症例について報告する。

症例：K. I. 32歳男性。労作時のやけるような胸痛出現を主訴として当科を受診した。心胸郭比49%。心電図では II, III, aV<sub>F</sub>, V<sub>4-6</sub> に異常Q波と I, II, aV<sub>L</sub>, V<sub>5-6</sub> の ST 低下を示していた。UCG において著明な心室中隔ならびに心室後壁の肥厚と SAM を認めた。この患者に対しトレッドミル負荷試験を行ったところ、負荷後5.4分でやけるような胸痛出現と、ST の  $-0.9 \rightarrow 2.9$  mm と著明な低下を認めた。Nifedipine 舌下投与では、顔のポーとする感じがあり、負荷3.4分で胸痛が出現し中止となった。運動前の収縮期血圧は投与前後で変わりなかったが、運動後の血圧は舌下前 170 mmHg, 舌下後 135 mmHg と Nifedipine 投与後の方が低値を示した。その後この患者に心臓カテーテル検査を施行し、冠状動脈造影にて左前

下行枝 (LAD) の7番の部分に著明な Squeezing に加えて器質的狭窄を認めた (図1)。この狭窄については通常みられる atherosclerosis によるものか否かについては判定不可能であった。本症例にはその後 LAD に対し A-C bypass 手術が施行され、術後の運動負荷試験では ST 低下の改善が認められた。

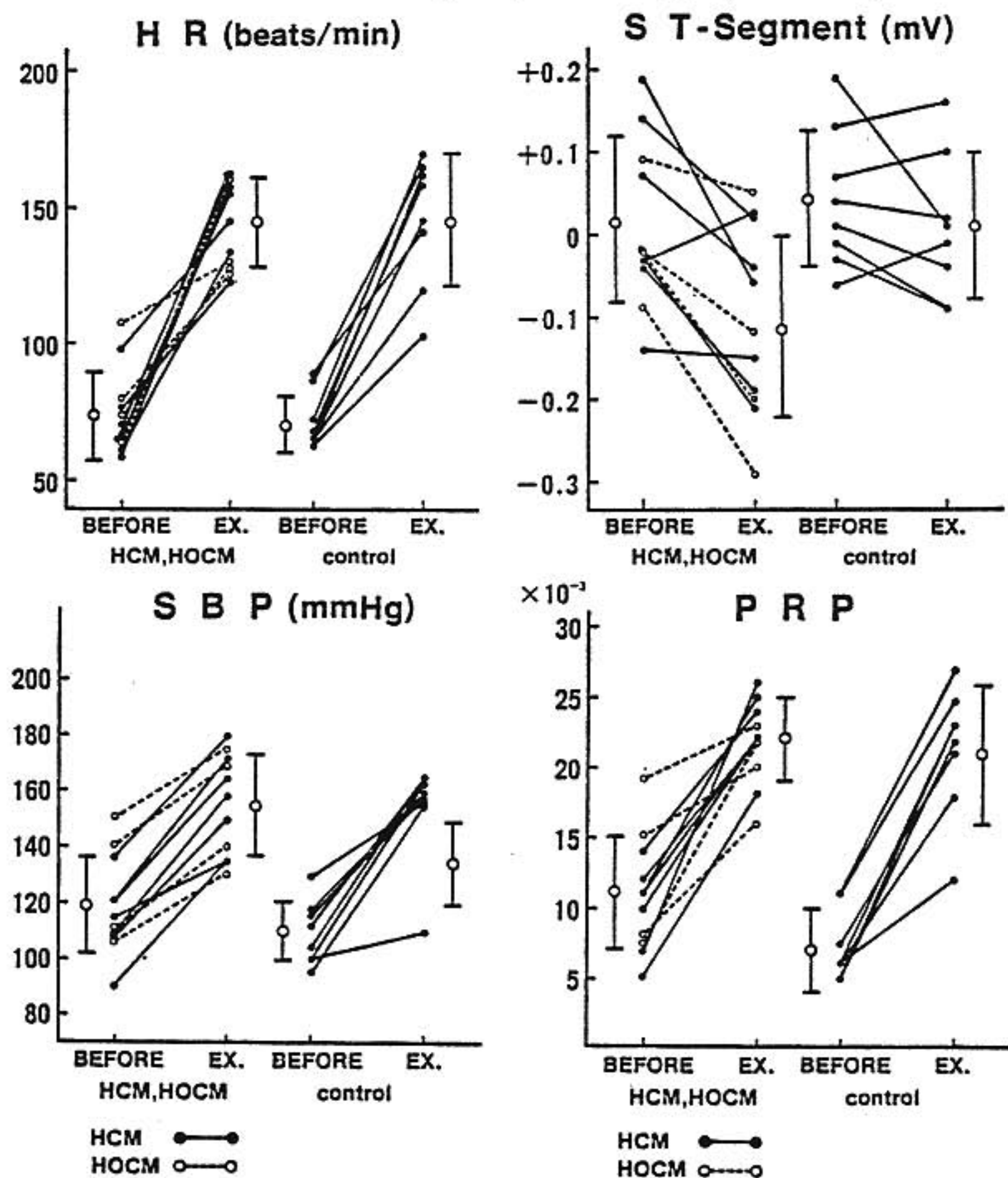
次に Nifedipine 投与前後での比較成績を示す (表3)。心拍数は舌下前  $72 \pm 17 \rightarrow 152 \pm 15$  /分, 舌下後  $75 \pm 18 \rightarrow 152 \pm 17$  /分, ST 変化は舌下前  $0.4 \pm 0.9 \rightarrow -1.0 \pm 1.3$  mm, 舌下後  $0.5 \pm 0.6 \rightarrow -0.9 \pm 1.2$  mm で差はみられなかった。収縮期血圧は舌下前  $115 \pm 12 \rightarrow 150 \pm 15$  mmHg, 舌下後  $103 \pm 19 \rightarrow 134 \pm 14$  mmHg, Pressure Rate Products は舌下前  $(10 \pm 4) \times 10^3 \rightarrow (22 \pm 3) \times 10^3$ , 舌下後  $(10 \pm 4) \times 10^3 \rightarrow (20 \pm 3) \times 10^3$  でそれぞれ Nifedipine 舌下後の運動負荷時の方が低値を示していた。運動持続時間、不整脈の出現については差は認められなかった。

#### IV 考 按

HCM 患者の安静時における血行動態や心機能についての報告は今まで多くなされてきたが、運動時のそれについての報告は少ない。肥大型心筋症における心機能障害をより十分に評価するために、運動負荷時の心機能、血行動態の観察が必要であり、治療薬剤の効果判定についても、運動耐容能への影響を検討する必



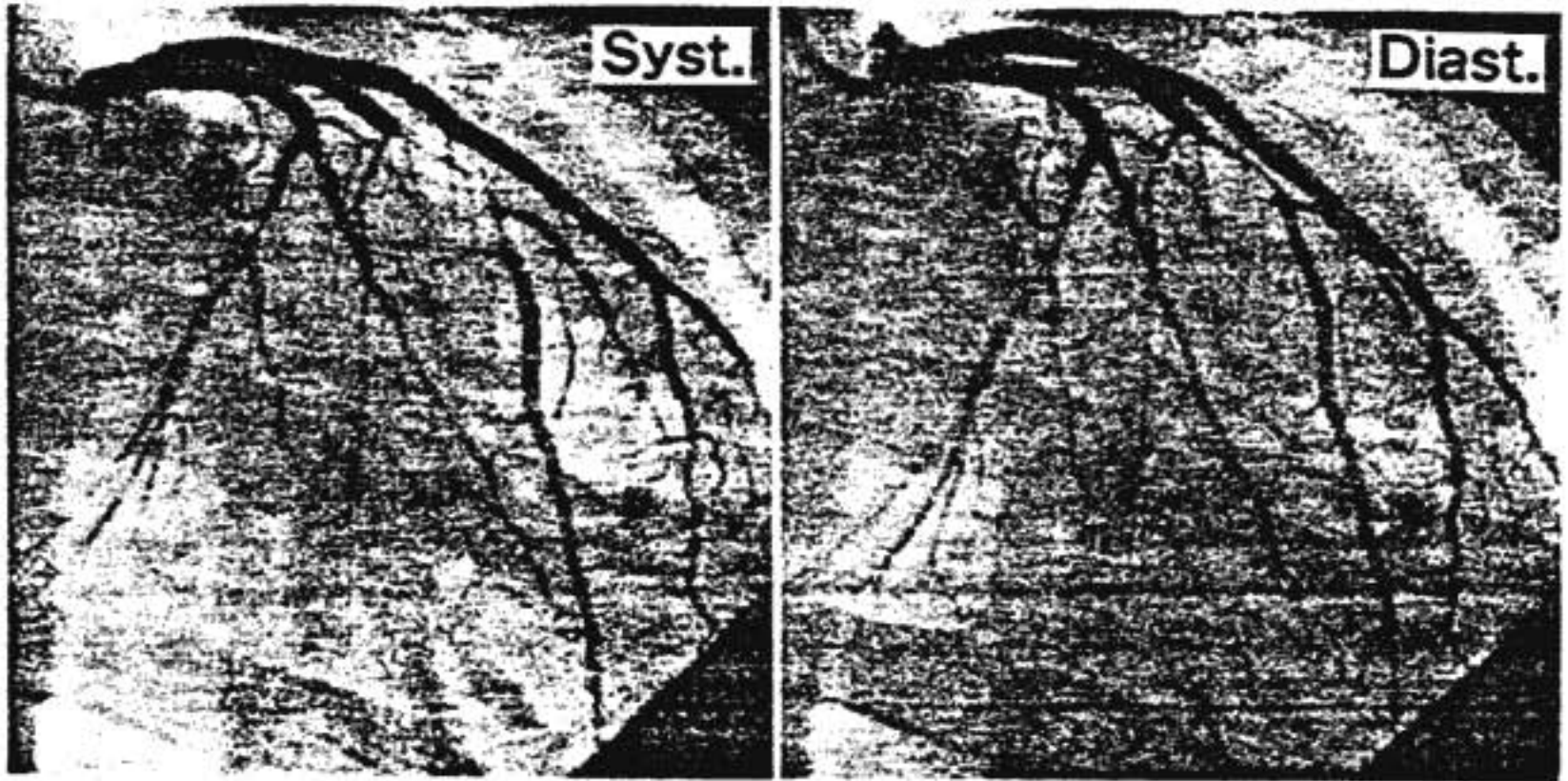
表2 Treadmill test in cases with hypertrophic cardiomyopathy and healthy controls



要があると思われる。しかし虚血性心疾患における負荷試験と異なり負荷方法、負荷中止基準、負荷結果の判定に対する評価などが一定していない。今回我々は Sheffield のプロトコルを用いてトレッドミル負荷試験を行ったが、そのさい虚血性心疾患におけると同様な理由に基づいて、負荷試験を中止した。その結果心拍数、収縮期血圧、Pressure Rate Products においては正常対照群と HCM 群の間に差異を認めることができなかった。肥大型心筋症の血行動態の異常は左室のコンプライアンス低下による左室弛緩障害が特徴的であると言われており、特に心拍数が著明に増加

することにより血行動態が増悪する可能性は充分ありうるが、それを知るのに最大予測心拍数の85%で中止することには問題があると思われた。また ST 変化について検討したところ、肥大型心筋症群の多くの症例において ST 低下を認めた。HOCM 群の1例では前述のごとく冠状動脈の有意な狭窄を伴っていたが、その他の症例においても、他の報告とは異なり ST 低下を示す症例がほとんどであった。これについては今後更に症例数を増やし、心カテーテル所見なども含めた検討を行ってゆく予定である。Nifedipine の肥大型心筋症に対する効果について1980年 Lorell らが報告





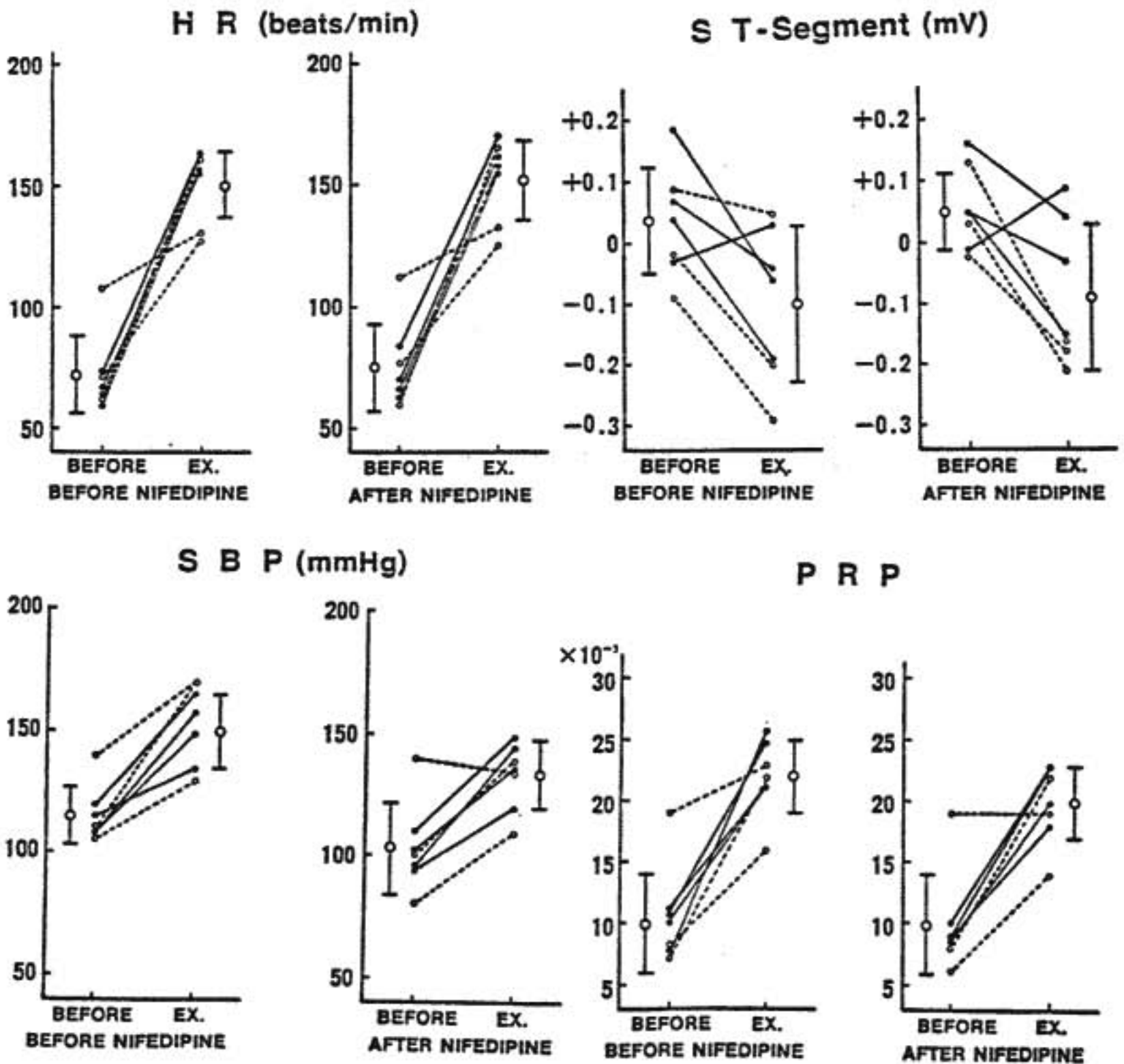
(H-39274 KI 32M : 7/15/81)

図1 LCA

表3 Treadmill test in cases with hypertrophic cardiomyopathy

Effect of Nifedipine

● HCM 4  
○ HOCM 3



しており, その後本邦でも幾つかの報告がある。それによると Nifedipine 投与により後負荷減少によると思われる動脈圧の低下と軽度の心拍出量増大を認めたが, 収縮力の改善はなく, 拡張期への影響としての isometric relaxation time の短縮や拡張早期の弛緩障害の改善がみられている。今回我々の Nifedipine 投与の結果では同様に収縮期血圧の低下とそれに伴う PRP の減少がみられたが, 運動持続時間, 自覚症状などについては特に変化を認めず, ST 変化に対しての影響もみられなかった。Nifedipine の長期投与による拡張期コンプライアンスの改善が肥大型心筋症患者の運動耐容量, 自覚症状, 予後などに及ぼす効果について, 今後更に心カテーテルによる観血的データを含めての検討を加えてゆく必要があると考える。

### 文 献

1) 安田寿一, 他: 厚生省特定疾患特発性心筋症調査

研究班, 昭和52年度研究報告集: 137, 1978.

2) 安田寿一, 他: 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和53年度研究報告集: 100, 1979.

3) 猪尾 力, 他: 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和51年度研究報告集: 119, 1977.

4) 安田寿一, 他: 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和54年度研究報告集: 100, 1980.

5) 戸嶋裕徳, 他: 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和53年度研究報告集: 108, 1979.

6) 戸嶋裕徳, 他: 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和55年度研究報告集: 161, 1981.

7) Lorell B. H., et al.: N. Engl. J. Med. 303: 801, 1980.

8) 村尾 覚, 他: 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和55年度研究報告集: 203, 1981.

9) 河村慧四郎, 他: 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班, 昭和55年度研究報告集: 209, 1981.

## 心筋梗塞患者の退院後の積極的運動療法

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

丸 岡 隆 芳\*・桑 原 敏 樹\*

荏 原 包 臣\*・内 田 宏 子\*・内 島 弘\*

長谷川 武 志\*・藤 田 良 範\*・新 谷 博 一\*

### はじめに

教室では昭和43年 CCU 開設以来, 急性心筋梗塞に対し系統的なリハビリテーション(以下リハ)を行っている。また昭和51年より入院期間を短縮し, 4週間で退院を目標としたプログラムを使用し良好な成績を得ている<sup>1)</sup>。今回我々はこのリハプログラムを終了し外来通院中の患者に対し, 自転車エルゴメーターを使用した積極的な運動療法を行った。

### I 対象および方法

対象は当科のリハプログラムを終了した11例である。

全例男子, 平均年齢51.9歳(37歳~63歳), 入院時 Peel の予後指数は平均7.3, 入院後経過は全例順調であり, 狭心症, 心不全, 不整脈等のリハ阻害因子はなかった。冠動脈造影は運動療法開始前に6例に行い得たが, 3枝疾患の例はなく, 2枝, 1枝それぞれ3例であった。

トレーニングの方法を図1に示した。トレーニングに先立ち, 自転車エルゴメーターを使用し, 25Wから3分ごと25Wずつ増量する連続的多段階負荷法による負荷試験を行い運動耐容量(以下 PWC)を求めた。この負荷試験で得られた最大心拍数の70~80%で1日1~2回, 1回15~20分間自宅でトレーニングを行っ



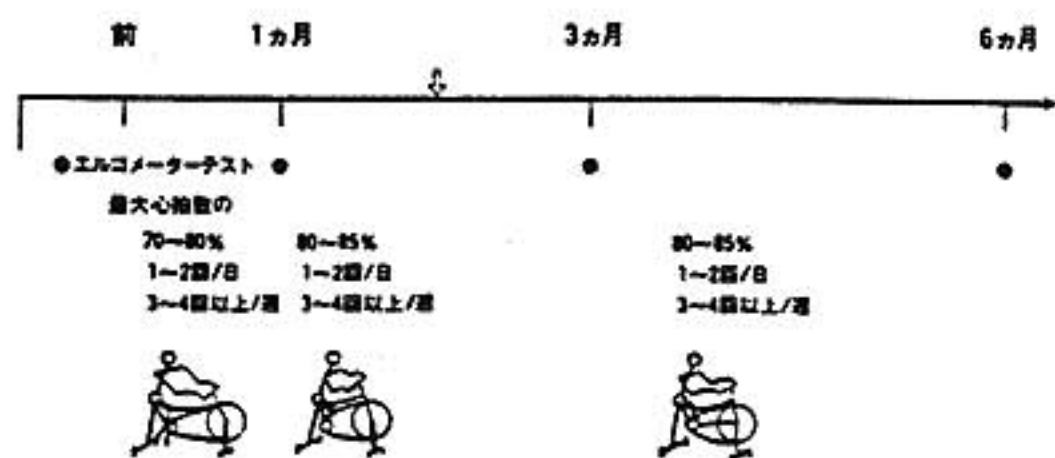


図1 トレーニング方法

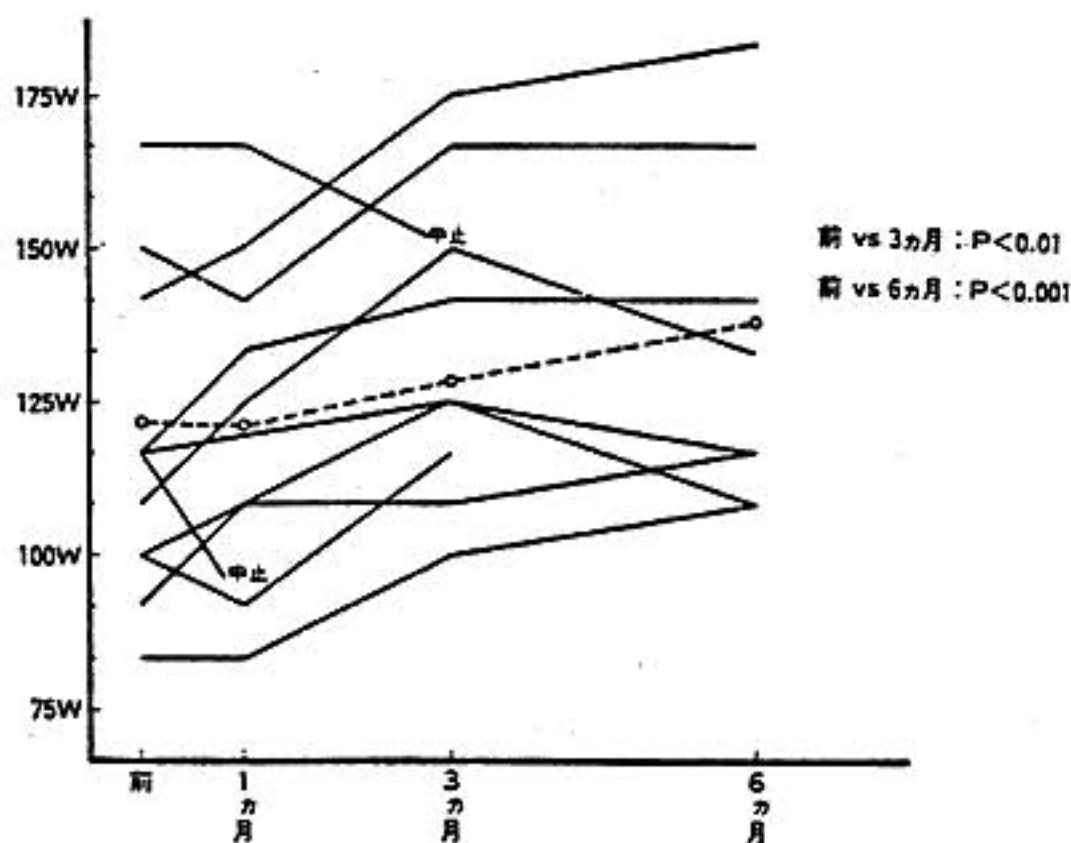


図2 運動耐容量の経過

た。トレーニングは簡易自転車エルゴメーターを使用し、心拍数は光電脈波による脈拍計を使用し指示した心拍数で、それを超えないように患者自身に観察させて行った。1ヵ月間トレーニングを続けたのち、効果判定のため負荷試験を行い、ひきつづき最大心拍数の80~85%で2ヵ月間トレーニングを行った。トレーニング状況は患者に簡単な日誌をつけさせ外来受診時に回収した。図の矢印で示した中間点では医師の監視下で行い確認した。トレーニング開始は発症後平均5.9ヵ月(2ヵ月~14ヵ月)であった。トレーニング続行を希望する例にはさらに3ヵ月のトレーニングを行った。負荷試験の中止基準は狭心痛、呼吸困難、高度の倦怠感等の自覚症状出現時、安静時に比し2mm以上のST偏位、不整脈、目標心拍数到達時<sup>2)</sup>とした。

## II 結 果

11例中10例が3ヵ月のトレーニングを完了し、8例がさらに3ヵ月のトレーニングを終了した。1例が椎間板ヘルニアのため1ヵ月で中止した。またこの期間中心不全、狭心症、再発作等はなかった。開始時期は発作後6ヵ月以内7例、6ヵ月以後4例であった。

PWCの経過を図2に示した。Exercise timeの平均は破線で示した。PWCは3ヵ月後には開始前に比べ、社会復帰のため十分なトレーニングが不可能となった1例を除き、9例が増加した。開始時期では梗塞発症後6ヵ月以前に開始した7例全例が増加したが、これに対し、6ヵ月以後の例では4例中2例が増加した。6ヵ月間トレーニングを続けた例は、8例である。全例開始前に比べPWCは増加したが、3ヵ月の時点に比べPWCが減少した例がみられた。

トレーニング中の各時期における負荷中止理由は、心電図変化のため中止した例が1ヵ月、3ヵ月、6ヵ月と減少する傾向を示すが有意差はなかった。最大心拍数も各時期で差はなかった。

Pressure Rate Products (P. R. P.), 最大酸素摂取量(max VO<sub>2</sub>)の経過を図3, 4に示した。P. R. P.は経過とともにやや増加傾向を示すが差はなかった。しかしmax VO<sub>2</sub>は開始前には23.1±5.9 ml/min/kgから3ヵ月後には27.6±7.4と約18%増加し、6ヵ月後も同じであった。

## III 考 案

欧米では心筋梗塞に対し、ジョギング、体操等を取り入れた積極的な運動療法がすでに行われている<sup>3)</sup>。退院後のPWCの経過<sup>4)</sup>はすでに報告してきたが、本邦ではまだ積極的な運動療法の報告は少ない。我々は簡単に、しかも自宅で行い得る積極的な運動療法として簡易型自転車エルゴメーターを使用し、運動療法を行った。



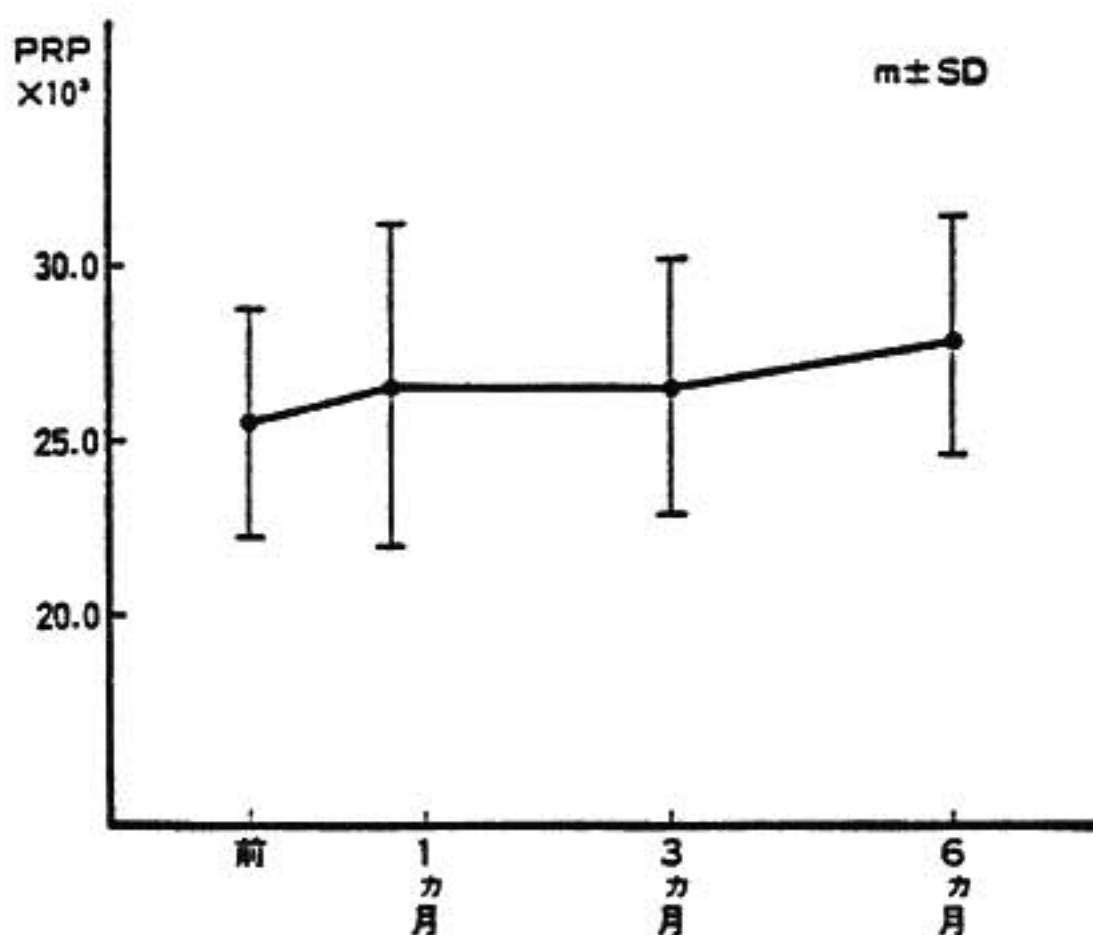
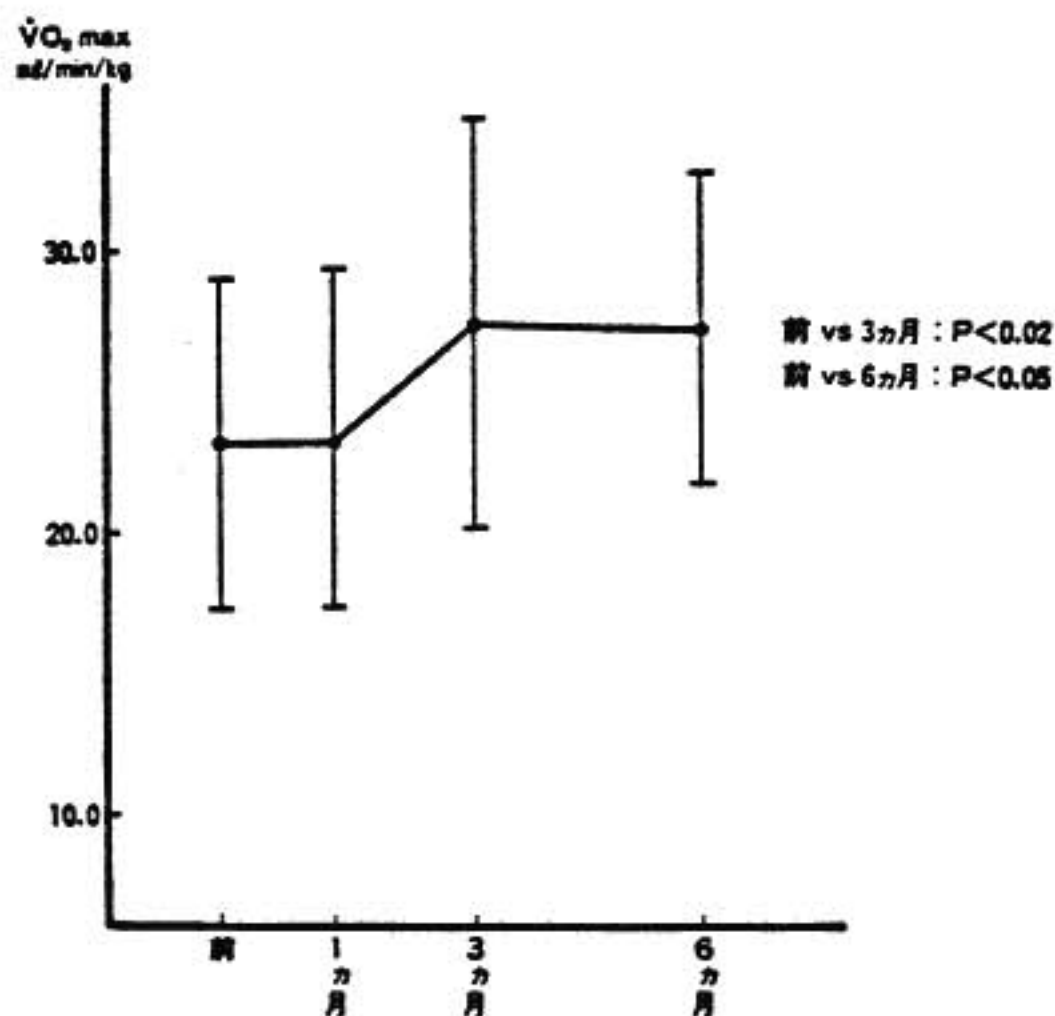


図3 P.R.P. の経過

図4 VO<sub>2</sub> max の経過

今回対象とした例は平均年齢51.7歳であり、教室のCCU入院例<sup>1)</sup>、1ヵ月以後生存例<sup>2)</sup>の年齢より若く、軽症の例であった。PWCはトレーニング開始前に大きかった例、小さかった例いずれも改善がみられるが、早い時期に開始した例の改善が著しい傾向を示し、他の報告<sup>3)</sup>と同じ傾向を示した。しかし3ヵ月をすぎ逆にPWCの低下する例もみられている。トレーニン

グ効果を持続させるには、その後どの程度のトレーニングを必要とするかについてはまだ不明の点が多い。今回我々の方法は非常に簡単で、自宅でも十分可能という利点はあるものの、単調なため長期続けるとどうしてもあきてしまい、また仕事が始まると毎日行うことがむづかしくなる傾向がみられた。今後は他の方法を加えるなど改善も必要と思われる。

各種のパラメーターとして体酸素消費量は運動能力を示す指標として用いられる。max  $\dot{V}O_2$  は1ヵ月では増加しないが、3ヵ月頃から有意に増加し、トレーニング効果と考えられる。しかし、心仕事量を示すといわれるP.R.P.は増加傾向は示すものの差はなかった。トレーニング中のPWC測定のため行った負荷試験で心電図変化のため中止した例が減少傾向を示し、P.R.P.は増加傾向を示し、心機能も改善されていると思われるが、max  $\dot{V}O_2$ の改善に比べてわずかである。PWCの増加は主に末梢の利用効率の増加によるものと思われる。

有酸素運動はストレスの回避に有効な手段であることはよく知られており、社会復帰後も何らかの運動を続けることは、精神的にもよい影響を与える。今後も適当な運動療法のプログラムにより、より高度な社会復帰を図ることが必要と思われる。

## 文 献

- 1) 丸岡隆芳, 他: 心筋梗塞のリハビリテーション — 入院中のリハビリテーション・プログラムの検討 —, 日内会誌 71: 41, 1982.
- 2) 藤田良範, 他: 心筋梗塞に対するリハビリテーションと負荷試験における問題点, リハビリテーション医学 15: 151, 1978.
- 3) König K.: Changes in physical capacity, heart size and function in patients after myocardial infarction, who underwent at 4 to 6-week physical training program. *Cardiology* 62:

- 232, 1977.
- 4) DuBusk R. F., et al. : Exercise training soon after myocardial infarction. Am. J. Cardiol. 44 : 1223, 1979.
  - 5) 内島 弘, 他 : 運動負荷試験による心筋梗塞患者の退院後の心機能経過について. リハビリテーション医学 18 : 37, 1981.
  - 6) 後藤英道, 他 : いわゆる Post-CCU 急性死の諸問題. 臨床科学 18 : 135, 1982.



## 冠状動脈非狭窄例における負荷心電図所見の分析

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

杉下靖郎\*・小関 迪\*・松田光生\*  
飯田 要\*・飯田啓治\*・伊藤 巖\*

## はじめに

負荷心電図陽性は、一般に労作性狭心症の症状のある患者において、その症状が冠状動脈狭窄に基づく心筋虚血により生ずることが前提とされる。なお、異型狭心症においては安静時に冠狭窄がなくても、運動負荷時などに冠収縮の出現することが証明されるため同じ機序と考えられる。

一方、冠状動脈に冠状動脈造影上有意の狭窄のない例において、負荷心電図上 ST 降下などいわゆる陽性所見のみられる場合があり、false positive 偽陽性と呼ばれるがその機序は不明である。

本研究では、false positive の機序の検討として、

冠狭窄がなくて負荷心電図陽性所見を呈した例のうち、①労作時狭心痛を有し他の心疾患を有しない群、②他の心疾患を有する群、につき、左心機能などを併せ検討した。

## I 対象と方法

1. 他心疾患のない群：労作性狭心痛を有し負荷心電図陽性で冠状動脈造影上50%以上の狭窄を認めず他の心疾患を認めない例9例を対象とした。40~60歳、男4例、女5例であった。臨床症状、発作時心電図(ST上昇)より異型狭心症の考えられる例、および心筋梗塞例は除外した。これら「非狭窄群」の対照として、労作時狭心痛を有し冠状動脈に50%以上の狭窄を

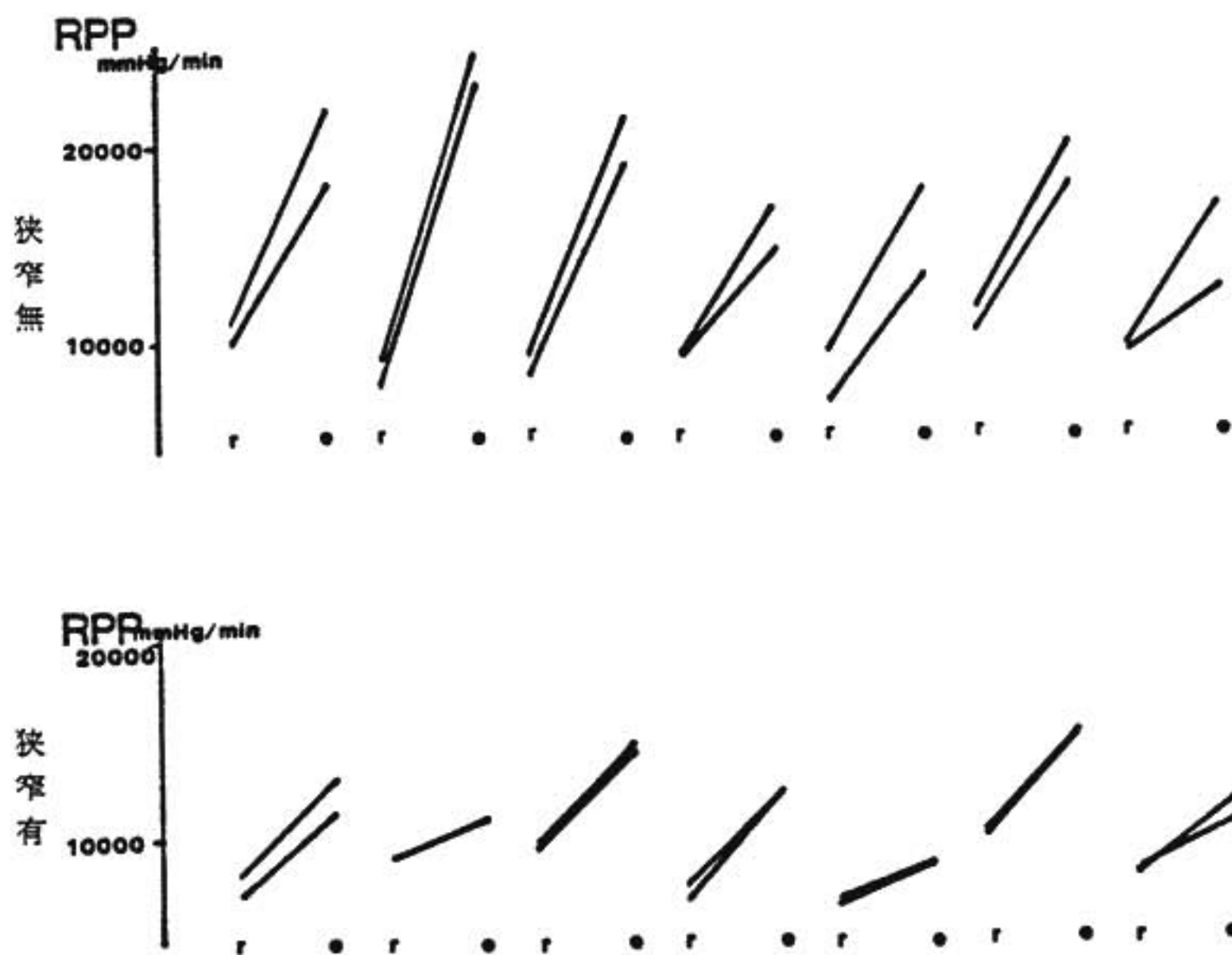


図1 Rate Pressure Product (RPP) の安静時、運動時の日差変動 (r:安静時, ●:運動時)

認める20例を用いた(「狭窄群」), 両群とも薬剤投与のない状態で検討した。

仰臥位エルゴメータ (Siemens) にて症状出現まで運動負荷を行った。負荷試験(心電図, 血圧測定)は同時刻に, 日を変えて4回以上反覆施行し, 最初の2

回は除外して, 心電図所見, 血圧, 心拍数, Rate Pressure Product (RPP=血圧×心拍数) などの反応の日差変動をみた。また, Baird Atomic 社製 Autofluoroscope System 77 により運動時 RI アンギオグラフィーを反覆施行し, 駆出分画 (EF) の反

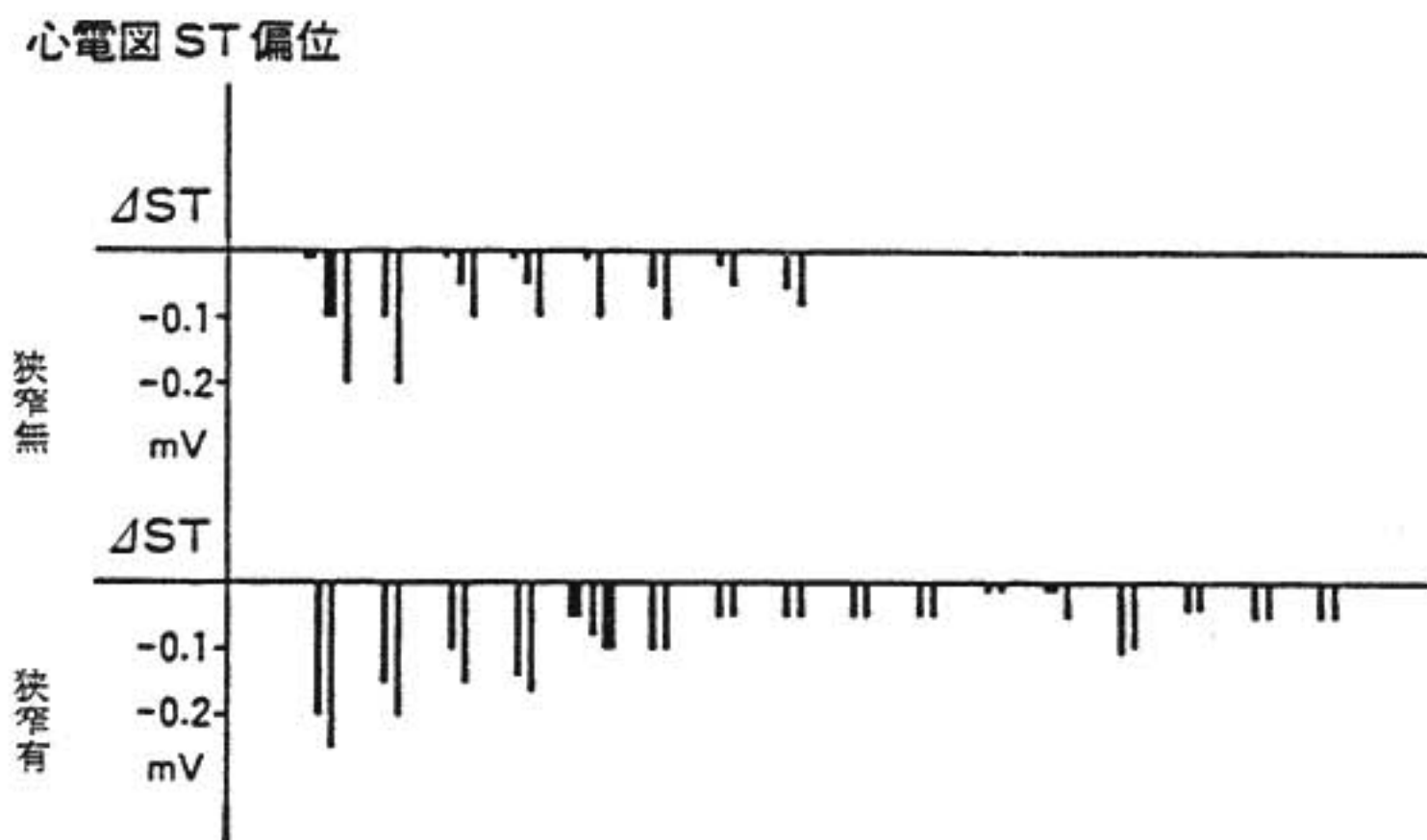


図2 運動時 ST 降下度の日差変動

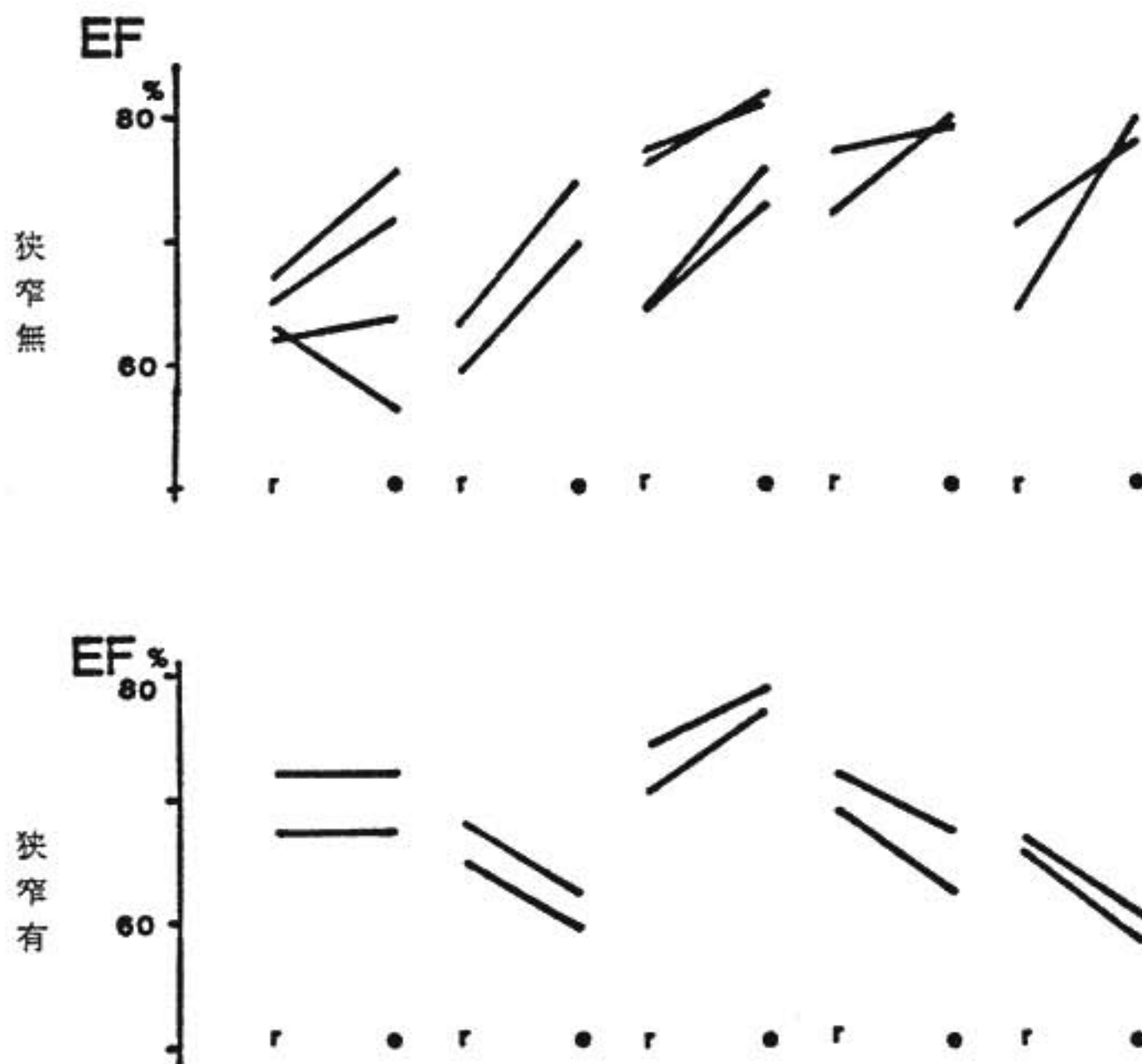


図3 EFα, 安静時, 運動時の日差変動 (r: 安静時, e: 運動時)



応の日差変動をみた。

2. 他心疾患のある群：弁膜症，心筋症を有し冠狭窄の認められない96例にて，安静時心エコー図を記録し，軽量負荷（→心拍数100～110/分）にて心電図を記録した。大動脈弁閉鎖不全，僧帽弁閉鎖不全，拡張型心筋症のほとんど全例でジギタリスを服用していた。

## II 結 果

### 1. 労作時狭心痛を有し他心疾患のない群

図1に，非狭窄群，狭窄群の代表例につき，RPPの安静時，運動時の日差変動の最大幅を示す。下段の狭窄群ではRPP運動時値が概して低く，かつ日差変動が小さいのに対し，非狭窄群では運動時値が高く日差変動が大きかった（変動幅の平均 mmHg/min）：非狭窄群安静時 $1000 \pm 288$ ，運動時 $3143 \pm 459$ ，狭窄群安静時 $429 \pm 202$ ，運動時 $643 \pm 261$ ，安静時  $p < 0.001$ ，運動時  $p < 0.05$ 。

図2に，負荷心電図上最大ST降下の誘導における降下の日差変動を代表例につき示す。狭窄群に比し非狭窄群で変動が大きかった。

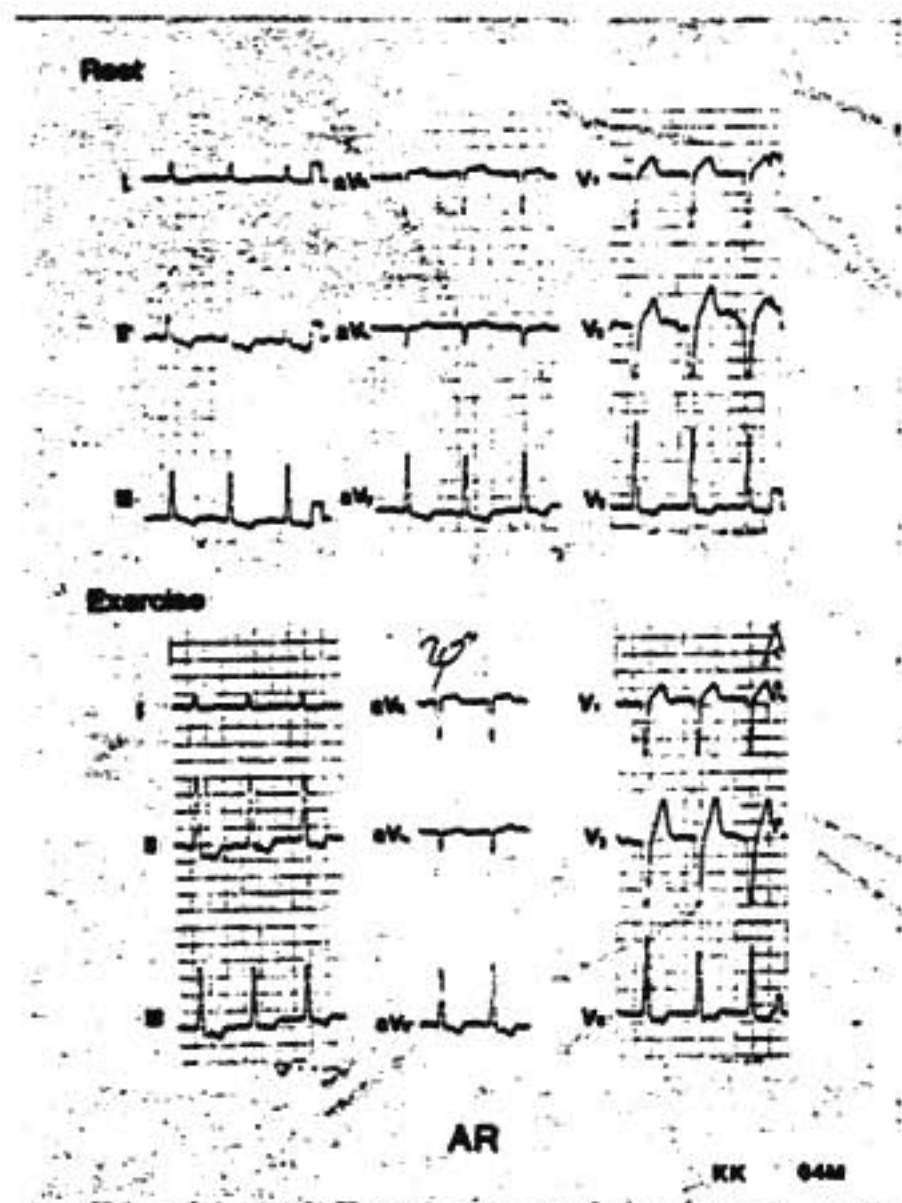


図4 大動脈弁閉鎖不全例（64歳，男，NYHA 旧機能分類Ⅲ度）の負荷心電図

図3に，運動時 EF の日差変動を示す。狭窄群では EF は運動時概して減少し日差変動が小さいのに対し，非狭窄群では増加傾向があり日差変動が大きかった。

### 2. 他心疾患を有する群

a) 大動脈弁閉鎖不全 (AR)：図4に AR の負荷心電図の1例を示す。安静時 II, III, aV<sub>F</sub>, V<sub>3</sub> の ST 降下は運動時増強した。AR のうち，NYHA 旧機能分類Ⅲ度の全例，I～Ⅱ度の63%で運動時 ST が下降した。図5 aのごとく，安静時 ST 下降例のほぼ全例で運動時に下降し，安静時下降のない例では運動時下降しなかった。図5 bのごとく，心エコー図上左室後壁の厚い例で運動時 ST が下降した。

b) 僧帽弁閉鎖不全 (MR)：NYHA 旧機能分類Ⅲ度の83%，I～Ⅱ度の50%で，運動時 ST が下降した。安静時 ST 下降例の88%，下降のない群の50%で，運動時下降した（図6 a）。左室後壁の厚い例で運動時

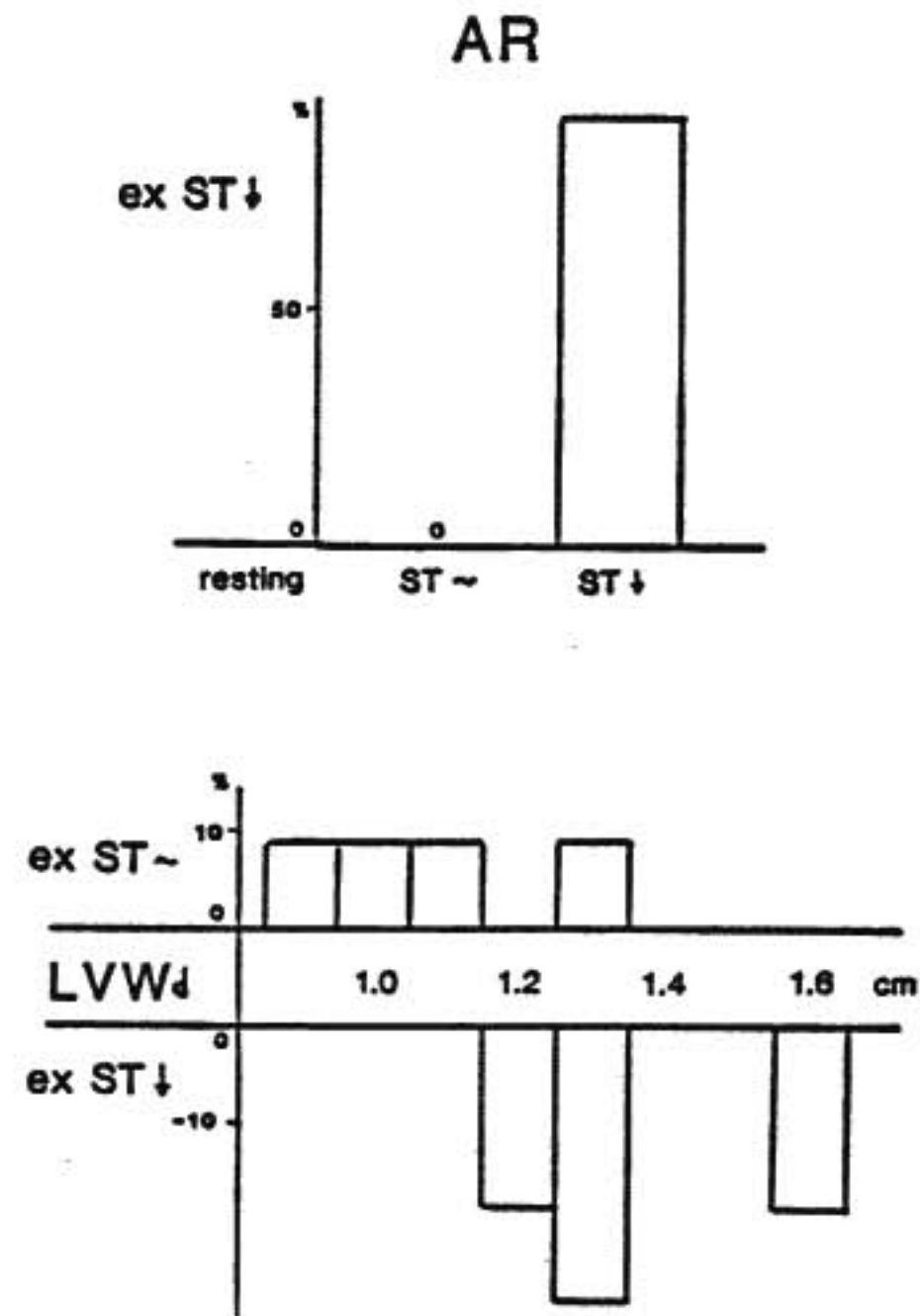


図5 大動脈弁閉鎖不全における負荷時 ST(ex-ST) 降下

- a) 安静時ST降下との関係
- b) 心エコー図左室後壁壁厚 (LVWd) との関係

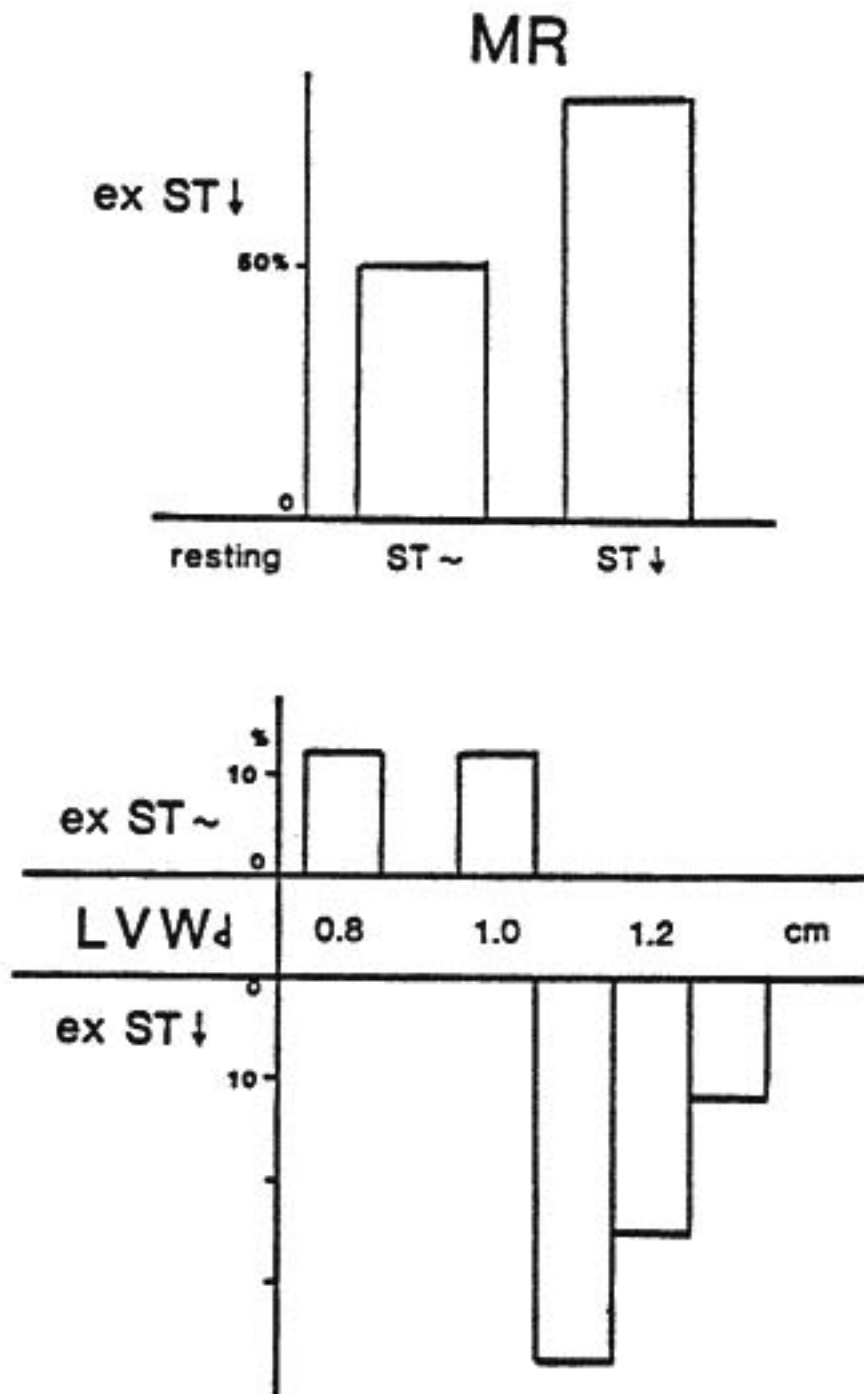


図6 僧帽弁閉鎖不全における負荷時 ST(ex-ST) 降下

- a) 安静時 ST 降下との関係
- b) 心エコー図左室後壁壁厚 (LVWd) との関係

ST 下降した (図 6 b).

c) 拡張型心筋症 (DCM): 運動時 ST 下降は乏しかった。

d) 肥大型心筋症 (HCM): 安静時巨大陰性 T 波が運動時恢復し, 心機能亢進と相関した。

e) 僧帽弁狭窄 (MS): 図 7 に運動時 ST 下降の 1 例 (ジギタリス服用) を示す。重症群で運動時 ST 下降したが, ジギタリス服用例に多い傾向があった。

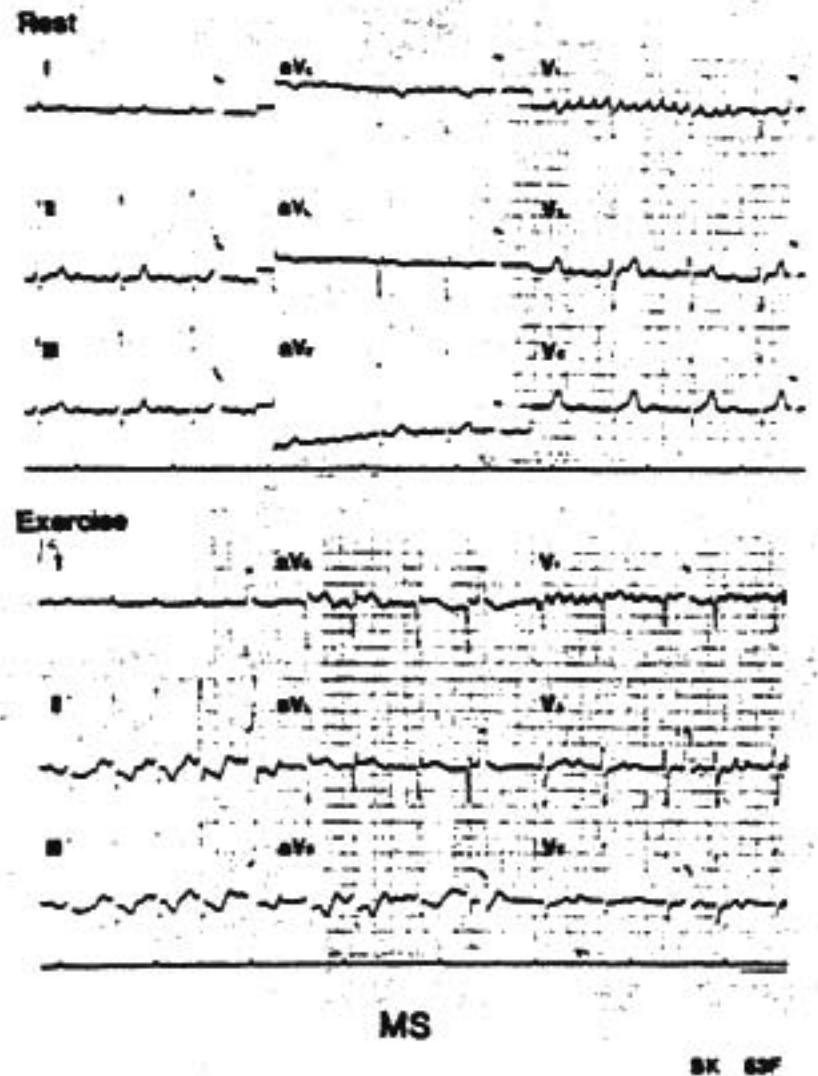


図7 僧帽弁狭窄例 (53歳女, NYHA 旧機能分類Ⅲ度) の負荷心電図

### Ⅲ 考按およびまとめ

I) 労作時狭心痛を有し有意の冠狭窄のない例において, 運動負荷検査所見に日差変動の大きいことを認め, この基盤に神経体液性因子の変動が示唆された。高血圧の軽症で血圧の変動しやすい例が borderline hypertension と呼ばれるのになぞらえ, borderline angina pectoris 境界型狭心症という概念でまとめることを提唱する。

II) 弁膜症, 心筋症などでは, 心機能低下 (NYHA 旧機能分類Ⅲ度), 心筋壁厚増大, ジギタリスなどが, 負荷心電図陽性所見をきたす因子となった。

## 冠動脈造影像からみた運動負荷 False Positive 例の検討

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

関 勝 剛\* . 池 田 成 昭\* . 小 林 政 雄\*  
 橋 秀 貞 . 柳 沢 宗 . 金 沢 知 博

## はじめに

発作的胸痛をきたす疾患は狭心症をはじめ数多くあり、狭心症の診断に際してはその原因的診断とともに鑑別診断の重要性が強調されている。大部分は詳細な病歴、理学的検査等から鑑別可能であるが、中には心カテーテル、選択的冠動脈造影を要するものもある。

ここでは労作による狭心症様胸痛を認め運動負荷試験陽性例で器質的冠動脈病変をみない数例を紹介する。

## I 対 象

対象は3群に分け、I群は左室造影ならびに選択的冠動脈で異常のみられない9例(男4例,女5例)平均31.9歳。II群は左室造影の際、僧帽弁逸脱のみられた例(女,32歳) III群は選択的冠動脈造影において myocardial squeezing を認めた3例(男2例,女1例)平均56.3歳である(図1)。

〔症例1〕47歳女性。主訴、前胸部圧迫感。現病歴、10年前より労作時前胸部圧迫感を自覚し最近、前胸部

圧迫感に伴い動悸、脈拍の欠滞、冷感を自覚し某病院受診入院、狭心症として治療。自覚症状が軽減して退院するも労作時胸部圧迫感の頻度が増強して当科入院となる。既往歴、43歳時子宮全別出術施行。入院時現症特記すべきことなし。入院時検査所見、血液、生化学検査に異常を認めず。心電図所見(図2)、安静時V<sub>3-6</sub>にST低下がみられるがsingle two step testによりII, III, aV<sub>F</sub>, V<sub>3-6</sub>においてST低下の程度が著明となり、90秒後に期外収縮が頻発しshort run型を呈した。本例の左室造影では収縮異常を認めず、駆出率は74%と良好だった。冠動脈造影所見は図3に示すが右冠動脈、左冠動脈ともに有意の狭窄はみられない。このように労作時狭心症様胸痛が出現し、かつST低下を示すものの原因として交感神経刺激あるいはカテコラミンの分泌亢進が考えられている。またOpherk<sup>1)</sup>らはこのような症例がDipyridamole投与下では冠血流量が低下していることを報告し心筋代謝のtransmitterあるいは冠拡張に対するreceptorが変化している可能性を報告している。このほか我々が呈

No.	Name	Age	Sex	Exercise ECG	LVG	LMCA	LAD	LCX	RC
1	Y. E.	32y.	f	II III aV, V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	poor	—	—
2	H. S.	36y.	m	II III aV,	n. s.	—	slightly poor	—	poor PDA
3	H. H.	24y.	f	I II III aV, V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	—	—	—
4	R. F.	18y.	f	II III aV, V <sub>2-6</sub>	apical, hypokinesis	—	poor	poor	poor
5	S. F.	30y.	m	II III aV, V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	slightly poor	—	—
6	M. M.	32y.	m	II III aV, V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	slightly poor	—	—
7	H. M.	30y.	m	II III aV, V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	—	—	—
8	H. Y.	38y.	f	II III aV, V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	poor	—	—
9	M. H.	47y.	f	II III aV, V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	slightly poor	slightly poor	—
10	E. S.	32y.	f	II III aV, V <sub>2-6</sub>	MV prolapse	—	—	—	—
11	N. K.	44y.	m	V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	Segment 8 90%	—	—
12	Y. F.	64y.	m	II III aV, V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	Segment 8 90%	—	—
13	A. I.	61y.	f	I II aV, V <sub>2-6</sub>	n. s.	—	Segment 8 90%	—	—

図1



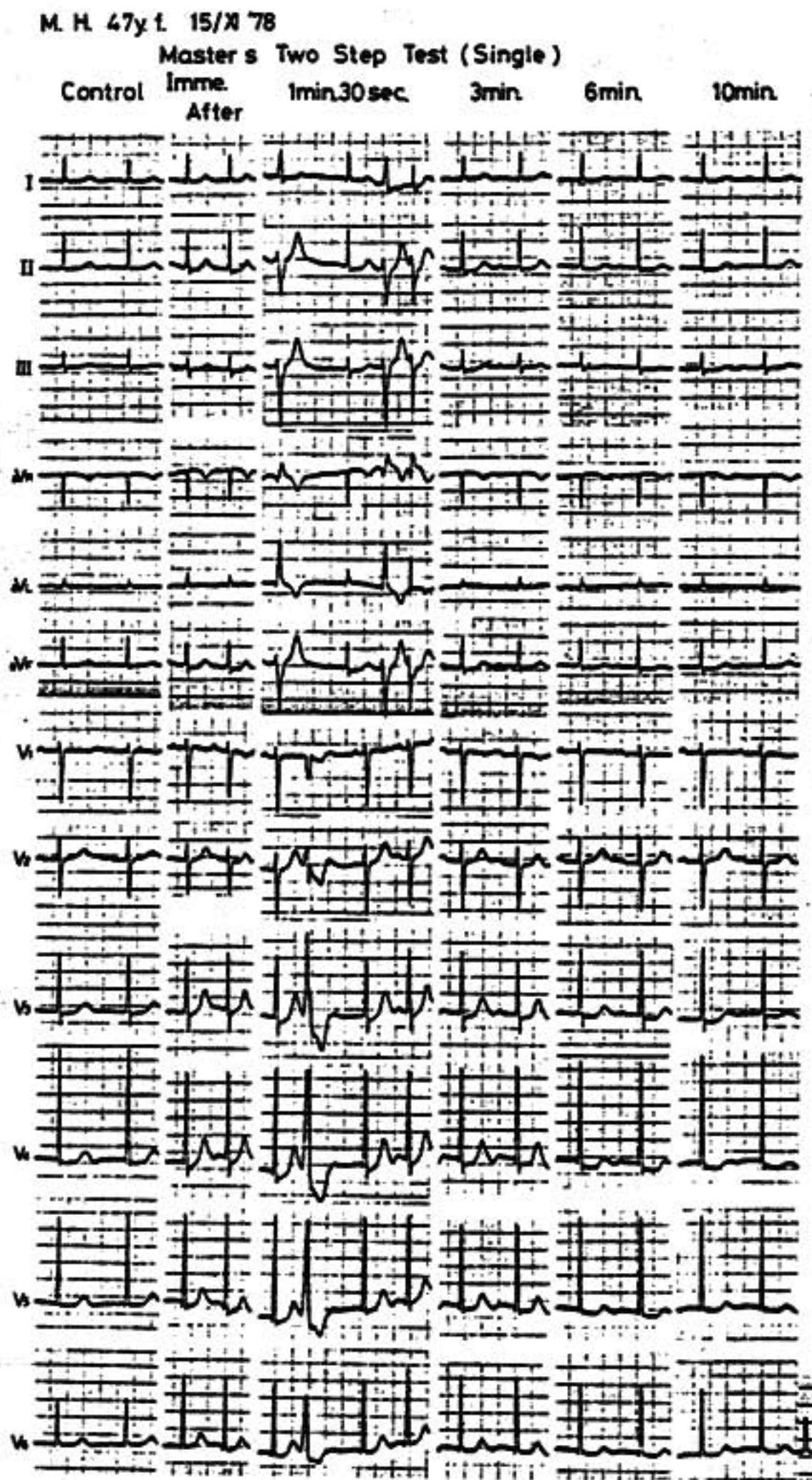


図2

示した例においては心電図上いずれも下壁および左側胸部誘導でST低下を示した。また形態的には垂直位心を呈するものが多く冠動脈造影では器質的狭窄をみないものの左冠動脈前下行枝が細い傾向にあり、しかも心尖部を回りこみ後方に向かうものが多く正常冠動脈例のST低下の一因として形態的要因の関与も否定

できない。

〔症例2〕 32歳女性。主訴、胸部絞扼感。現病歴、昭和56年2月より重い物を持つ作業中に胸骨裏面が絞めつけられる感を自覚。次第に頻度の増加をみて当科受診入院。入院時現症、特記すべきことなく心雑音、クリック音聴取せず。血液、生化学所見に異常を認め

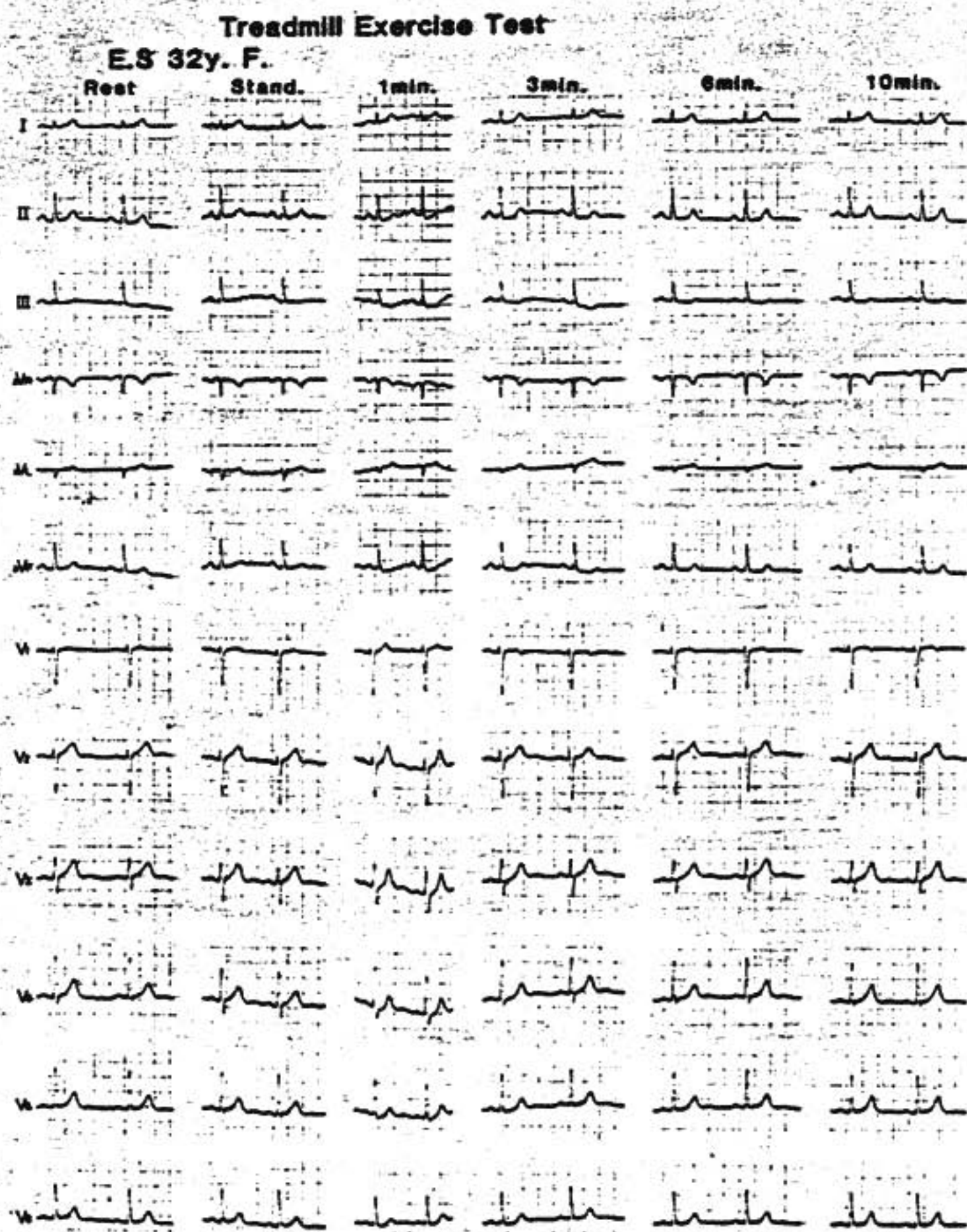


図 4

ない。トレッドミル負荷時の心電図所見 (図 4) では安静時には特に異常を認めないが負荷後 II, III, aV<sub>r</sub>, V<sub>3-6</sub> に ST 低下がみられる。本例の左室造影 (図 5) では第 1 斜位収縮期像において antero-lateral scallop と posteromedial scallop がみられ mitral valve prolapse と診断した。なお左房への逆流はみられな

い。本例の冠動脈造影では有意の狭窄はみられなかった。近年僧帽弁逸脱症候群においては安静時心電図で ST, T 変化をみることも多く運動時にはそれが増強するといわれている。その原因について Braunwald<sup>2)</sup> は逸脱する僧帽弁により付着する構造物の伸展および緊張により乳頭筋あるいは左室基部の虚血を生じるた



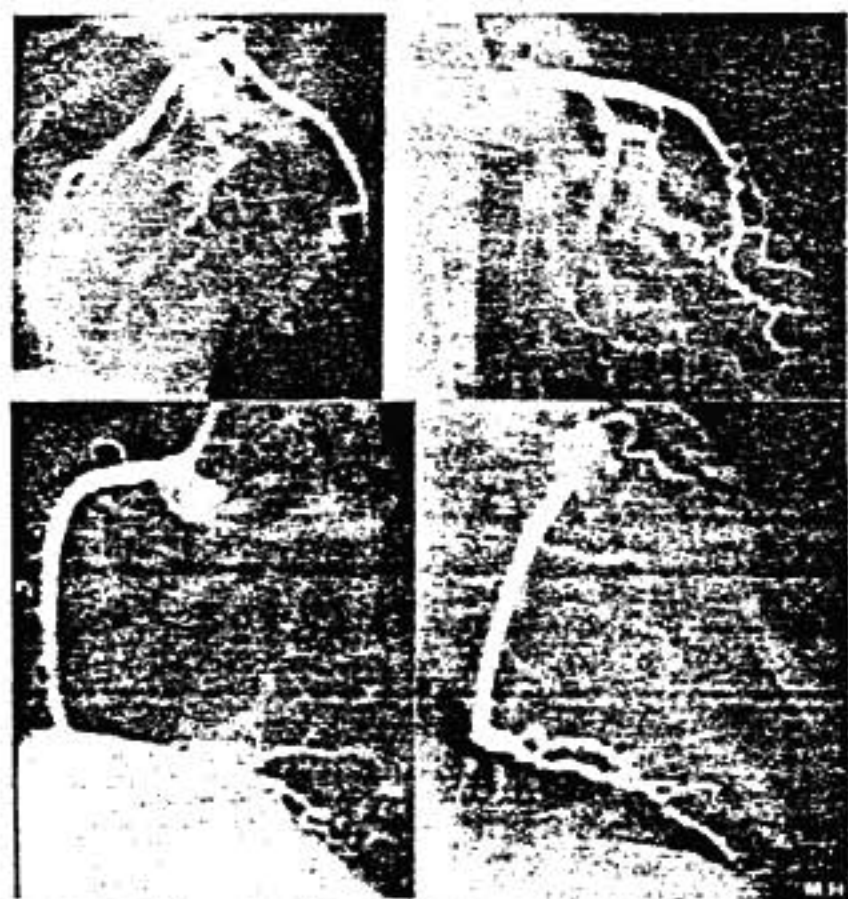


図 3



図 5



図 6

めと説明している。

〔症例 3〕 64歳男性。主訴、労作時前胸部絞扼感。現病歴、2年前から労作時に胸骨裏面から前胸部にかけて絞扼感を自覚し某医より労作狭心症の診断で加療、精査目的で当科入院となる。入院時現症、肝1横指触知。血液生化学所見、GOT、GPT 軽度上昇を認めた。トレッドミル負荷試験では 1.7 mph 10%で胸痛ならびに心室性期外収縮の頻発のため負荷を中止。心電図では II, III, aV<sub>F</sub>, V<sub>3-6</sub>に ST 低下をみた。また左室造影所見には異常をみななかった。本例の左冠動脈造影を図 6 に示す。ニトログリセリン舌下投与時の左前斜位 30° caudo-cranial 20°で造影した。図 6 左拡張期には有意の狭窄はみられないが、収縮期に左前下行枝第 2 対角枝分枝後に 90%以上の狭窄がみられる。本例のように冠動脈造影上、収縮期に一致した狭窄あるいは閉塞像を示すが拡張期には狭窄が消失する現象を myocardial squeezing と呼んでいる。Sones らはこの現象を異常とは考えず虚血の原因にならないとしている。しかし myocardial squeezing を示した 3 例はいずれも運動負荷試験時に胸痛を訴え、同時に有意の ST 低下を示し負荷を中止している。これら 3 例はいずれも Polacek<sup>3)</sup> のいう intramural coronary の中の myocardial bridge に相当するが、この状態に頻脈あるいは労作による心拍数の増加が加わった場合、狭心症の原因となりうる事が予想される。

## 文 献

- 1) Opherk D., Zebe H., Weihe E., Mall G., Dürr C., Gravert B., Mehmel H. C., Schwarz F. and Kubler W.: Reduced Coronary Dilatory Capacity and Ultrastructural Changes of the Myocardium in Patients with Angina Pectoris but Normal Coronary Arteriograms. *Circulation*. 63(4) : 817, 1981.
- 2) Braunwald E.: *Heart Disease*. W. B. Saunders., Philadelphia, p. 1125, 1980.
- 3) Polacek P.: Relation of Myocardial Bridges and Loops on the Coronary Arteries to Coronary Occlusions. *Am. Heart J.* 61(1) : 44, 1961.



## エルゴメーターによる多段階運動負荷試験と冠動脈造影

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

齊藤 俊弘\*・古川 洋一郎\*・岩田 次郎\*  
 山田 憲司郎\*・蒔田 国伸\*・宇高 義夫\*  
 水野 毅\*・中山 章\*・稲垣 義明\*

## はじめに

狭心症は心筋の酸素需要と供給のアンバランスによって生じ、生理的な診断であり、冠動脈硬化症と同一ではない。すなわち、狭心症であっても常に冠動脈硬化症があるとはいえない。一方、狭心症の診断法として最もしばしば用いられるのは負荷心電図である。Cohnら<sup>1)</sup>は冠動脈に75%以上の狭窄がみられるものでは86%が運動負荷試験で陽性を示し、75%以上の狭窄のないものでは27%が陽性を示したとし、運動負荷試験の成績と冠動脈造影法の成績との間の良好な相関性を認めているが、負荷心電図陽性であっても冠動脈に狭窄を有しないものがあり、また、すべてが虚血性心疾患であるともいえない。そこでわれわれは狭心症を対象とし、エルゴメーターによる多段階運動負荷試験の false positive について心電図変化および血行動態的差異について検討した。しかし、false positive は true positive の判定基準がはっきりしていない限り困難であり、狭心症の場合、心筋虚血をどのようにして診断するかによるが、われわれは運動負荷試験で ST の低下を示したものを一応心筋虚血とし、このうち冠動脈造影で75%以上の狭窄のないものを false positive としてあつかった。

## I 対象および方法

対象は多段階運動負荷試験を行った477例、冠動脈造影を行った103例のうち、次の選択基準をすべて満たす狭心症とした。すなわち、

1. 70歳以下の男性であること。
2. 胸痛発作時の心電図で ST 低下の認められていること。
3. 臨床症状、心電図および RI において心筋梗塞

を思わせる所見のないこと。

4. エルゴメーターを用いた多段階運動負荷試験における運動中の標準12誘導心電図で S 波より0.08秒の時点の ST 低下が 0.1 mV 以上であること。
  5. 冠動脈造影を行ってあること。
  6. 運動中に血圧、心拍数、心拍出量、酸素消費量、血清電解質および血中カテコールアミンを測定してあること。
  7. 心肥大および伝導障害の所見のないこと。
  8. その他の器質的心疾患のないこと。
- である。

この条件を満たす対象は19例と例数は少ないが、このうち冠動脈造影にて75%以上の狭窄の証明されなかった patent coronary 例は7例(年齢 $58.5 \pm 10.1$ 歳)、1枝のみに狭窄のあったものは7例(年齢 $53.3 \pm 8.9$ 歳)、2枝以上に狭窄のあったものは5例(年齢 $50.0 \pm 8.2$ 歳)あり、patent coronary 群、すなわち、ここで言う false positive において年齢がやや高い傾向にある以外は、血圧、心拍数にほとんど差がなかった。

運動負荷試験は、2週間以上、すべての薬剤を中止した後に定量負荷型臥位自転車エルゴメーターを用い、1.0 Watt/kg より開始、4分ごとに 0.25 Watt/kg ずつ増量し、自覚症状出現まで行うことを原則とし、0.2 mV 以上の著しい ST 低下ないし進行性血圧低下が認められたときには中止した。

運動前、中、後で1分ごとに血圧、心電図および酸素消費量を、4分ごとに色素希釈法による心拍出量、血清電解質および血中カテコールアミンを測定した。

## II 結 果

まず運動負荷持続時間について見ると、false posi-

tive 群ではすべて8分, すなわち1.25 Watt/kg 以上運動可能であったのに対し, 冠動脈造影にて狭窄所見の認められた, いわゆる true positive 群では4分しかできなかったものが多くあった. この傾向は多枝疾患群に特に顕著であった. また, 胸痛出現のために運動を中止したものの頻度を見ると, false positive 群では14.3%と低いのに対し, いわゆる true positive 群では70~80%と, 大部分が胸痛出現により中止した. 一方, false positive 群の中止理由は足の疲労が多く, 7例中5例であった.

次いで, 標準12誘導心電図における ST の変化を見た. false positive 群の ST 低下部位は, II, III, aV<sub>F</sub>, V<sub>5-6</sub> に見られたものが5例, I および V<sub>3-6</sub> に見られたものが2例あった.

そこで, 運動負荷量の増加による ST の低下様式を V<sub>5</sub> 誘導において調べた. false positive 群では ST の低下はほとんどが4分までに最大となり, 以後横ばいになった. 一方, いわゆる true positive 群では, 4分までに0.1 mV 以上の ST 低下を示し, その後も進行的に低下した (図1). また, 運動終了後の ST の回復過程をみると, false positive 群では終了1分, 遅くとも5分以内にはほとんど運動前の状態に戻っているのに対し, true positive 群では徐々に回復し, 7分以降でなければ前値に戻らなかった (図2). す

なわち, false positive 群と true positive 群では運動中および回復期の ST 変化様式に差があるように思われる. 次いで, 酸素消費量について調べた. 運動負荷終了時における酸素消費量を MET で現わすと, 負荷時間および負荷量を反映して, true positive 群のうち多枝疾患群で少ない傾向にあったが, false positive 群と1枝疾患群ではほとんど差がなかった. しかし, 標準偏差は1枝疾患群で大きかった. 次いで, false positive 群と true positive 群の運動中の血行動態を調べた. まず血圧について見ると, 収縮期血圧, 拡張期血圧いずれも運動4分では両群で差がなく, endpoint では, false positive 群でやや高い傾向にあった.

心拍数について見ると, 4分の心拍数には差がなかったが, endpoint においては false positive 群で心拍数の増加が多い傾向にあった.

次いで, 心係数について見ると, 4分では両群に差がなかったが, 心拍数と同様, endpoint では false positive 群でその増加度が大きい傾向にあった (図3).

以上より, 負荷量の差を考慮すれば, 血行動態的には false positive 群と true positive 群で差がないように思われる. 次いで, 心電図の ST 変化に影響を与える因子として, 血中カテコールアミンおよび血清

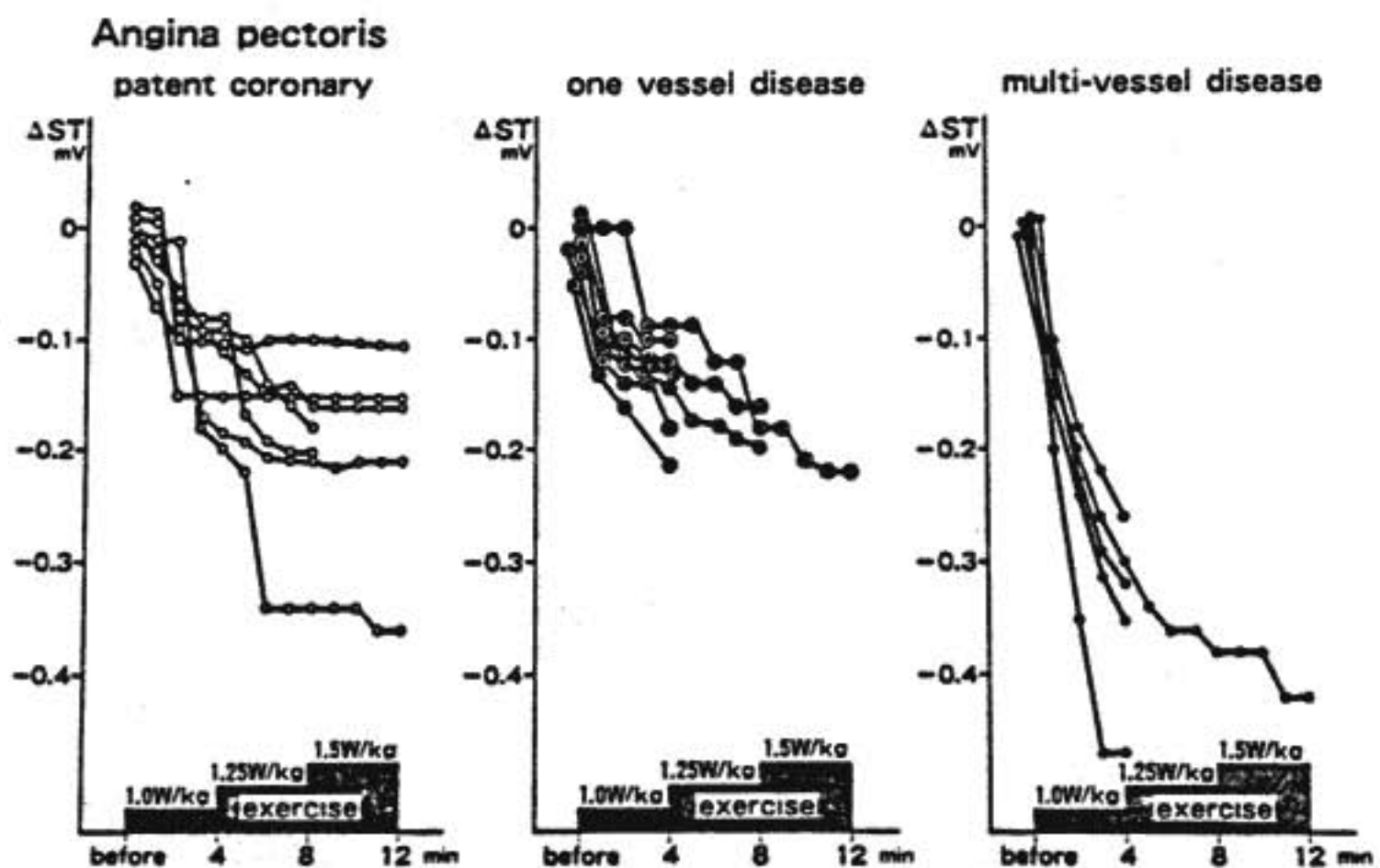


図1 運動負荷中の ST の変化

ST の変化は前値との差により症例ごとに示す.

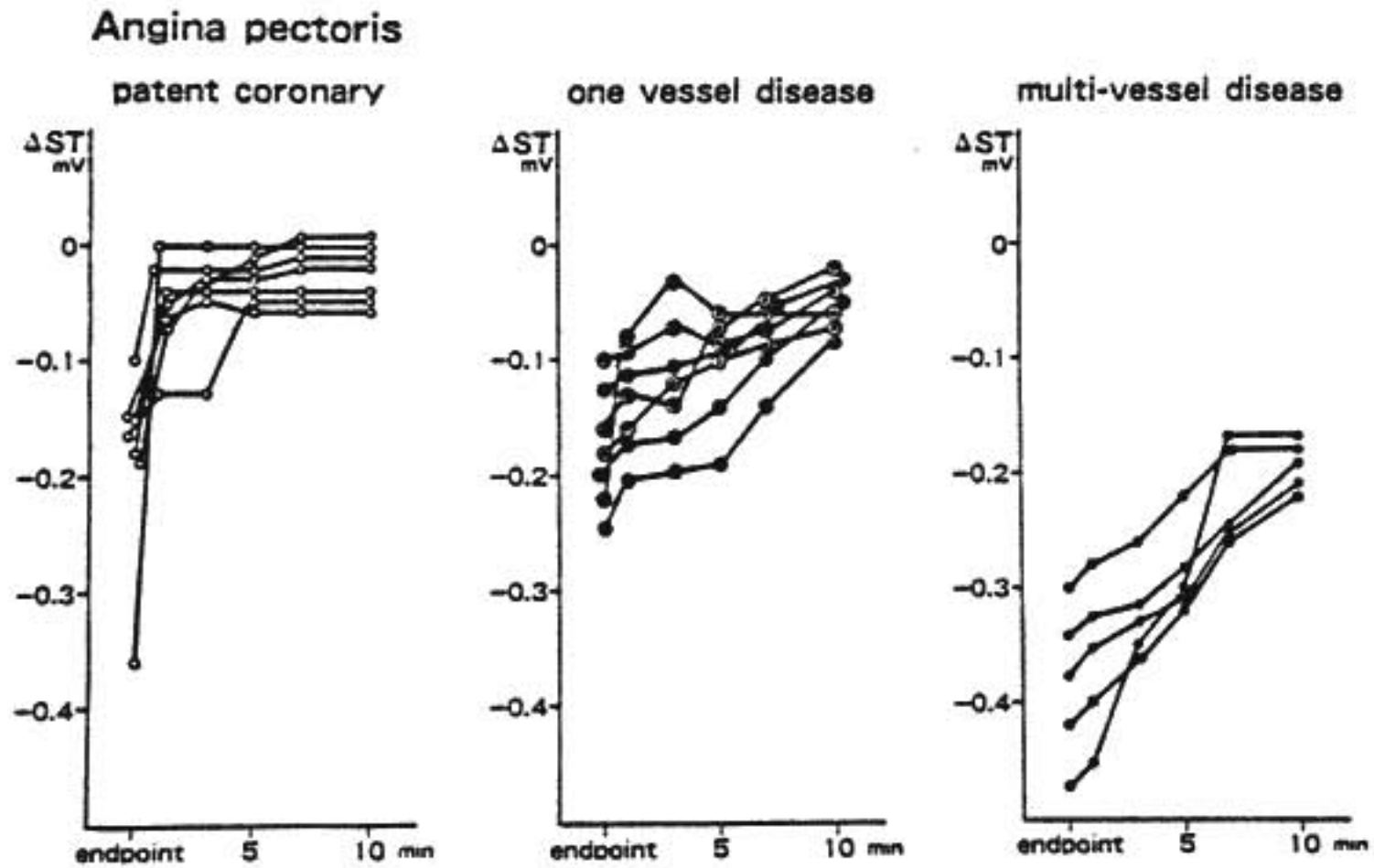


図2 運動負荷後の ST の回復経過

ST の変化は endpoint におけるそれとの差により各症例ごとに示す。

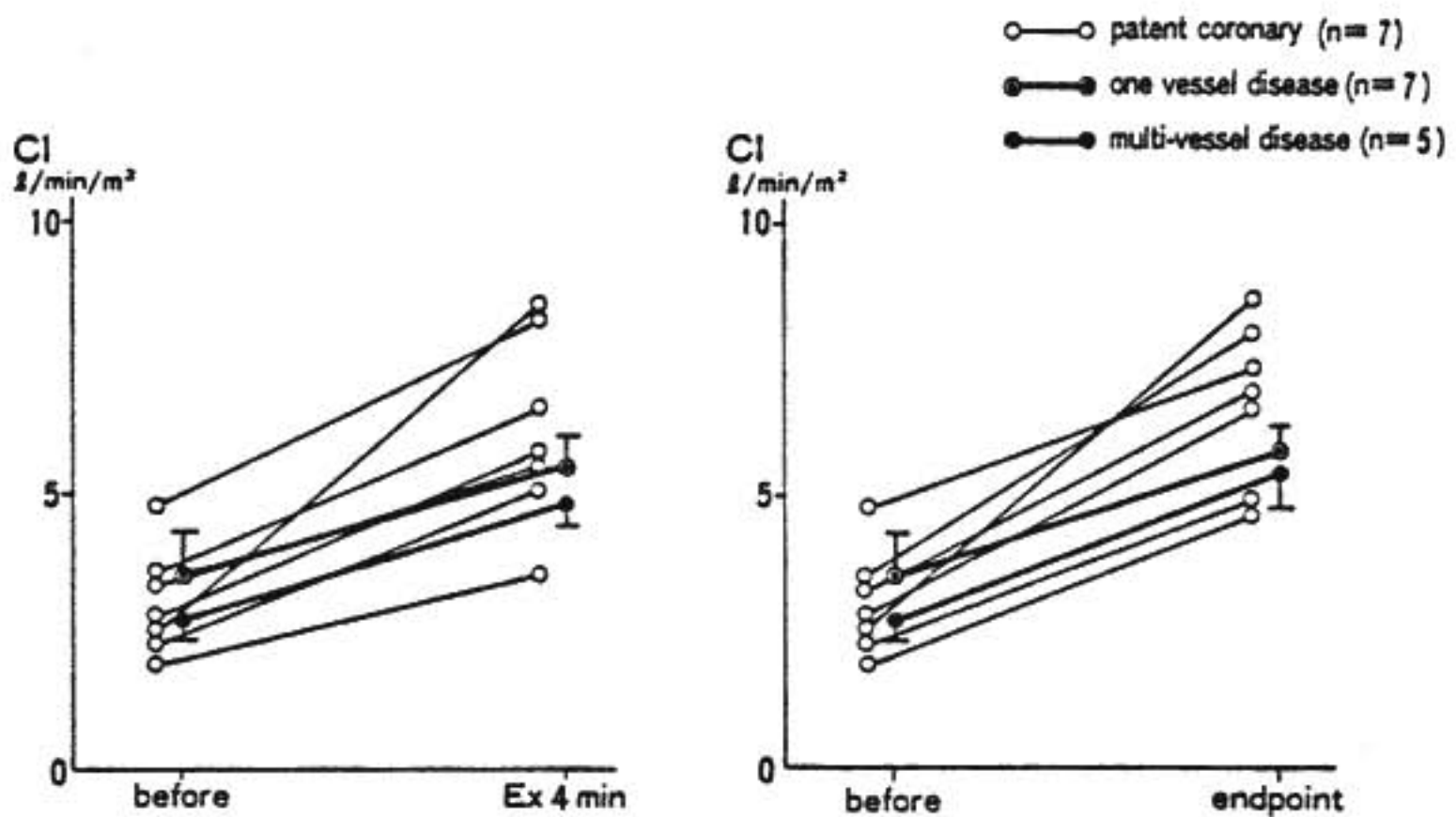


図3 運動負荷中の心係数の変化

左図は運動負荷前と運動負荷4分の時点(負荷量 1.0 w/kg)の心係数の変化を示し、右図は運動負荷前と運動負荷終了直前の心係数の変化を示す。

patent coronary 群については各症例を、one vessel disease および multi-vessel disease についてはそれぞれ7例、5例の平均と標準誤差を示す。

電解質を調べた。いずれも運動により増加したが、false positive 群と true positive 群で差がなかった(図4)。

最後に、false positive の1症例を呈示する。症例は38歳の男性で、1カ月に1回程度、仕事時に胸部圧迫感があり、精査のため当科を訪れた。そこで、エル

ゴメーターによる多段階運動負荷試験を行ったところ、4分ですでに 0.3 mV の ST 低下があったが、その後は横ばい傾向で、12分にて足の疲労で中止した。この時胸痛の訴えは全くなかった。また ST の回復は1分ですでに基線に戻り、5分では全く運動前の ST と同じになっていた。



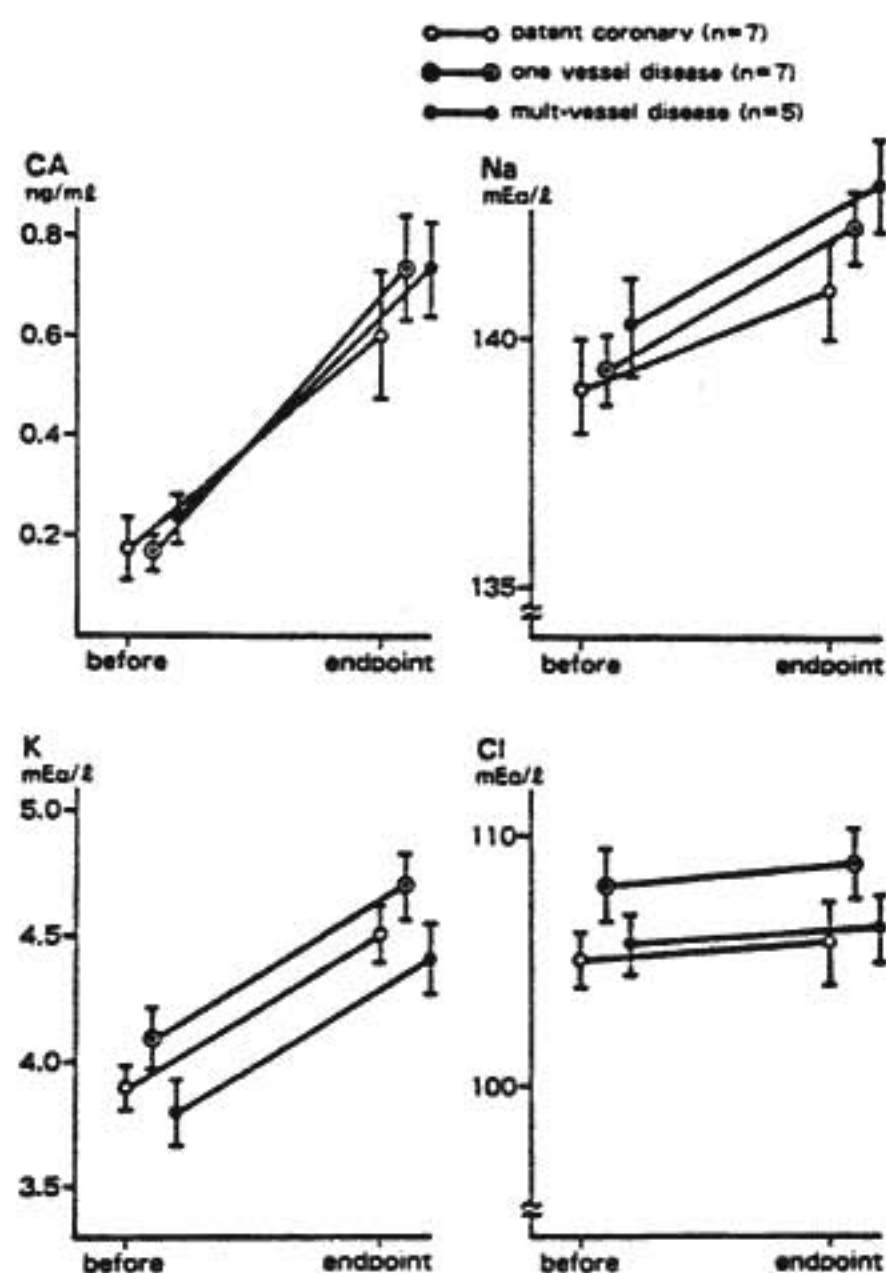


図4 運動負荷時の血中ノルアドレナリンおよび血清電解質 (Na, K, Cl) の変化

図はすべて各群の平均値と標準誤差で示す。

この症例にニトログリセリン1錠を舌下させ、5分後に同様の負荷を行ったところ、STの低下はほとんど見られなかった。冠動脈造影では左冠動脈、右冠動脈、いずれも75%以上の有意の狭窄は証明されなかった。

### III 考 案

虚血性心疾患のスクリーニング上、負荷心電図の false positive についての検討は非常に重要である。われわれの今回のデータより、運動負荷試験で ST が低下する狭心症で、冠動脈造影で有意な狭窄のない、ここで言ういわゆる false positive 群は、負荷時間が長く、ST 低下が見られても胸痛を訴えることが少なく、運動による ST の低下が4分以降横ばいになり、回復も速やかであることが明らかになった。しかし、この成因は明らかではない。いわゆる normal coronary angina syndrome の成因については James<sup>2)</sup> Friesinger<sup>3)</sup> および Harvey<sup>4)</sup> が①心因性のもの、②

冠動脈造影の技術上の問題点、③酸化ヘモグロビン解離の異常、④細血管病変 small vessel disease、⑤冠動脈 spasm、⑥その他、を挙げている。Kusumi<sup>5)</sup> は中年女性健常人10人の運動負荷心電図偽陽性について、負荷により上昇した心内膜下の hemodynamic stress が原因であると類推した。また、Cannon<sup>6)</sup> は BI 法を用いて細血管病変か、あるいは細小冠動脈の異常な血管運動に原因があるのではないかと類推している。さらに、Noble ら<sup>7)</sup> は myocardial bridge または milking (収縮期に冠動脈が心筋により圧迫されて冠狭窄状態を作る) を挙げている。しかし現在のところ、その成因については明らかではなく、この負荷心電図偽陽性例の成因および虚血性心疾患との鑑別点の解明は临床上も重要であり、今後検討する必要がある。

### ま と め

エルゴメーターを用いた多段階運動負荷試験を行った447例のうち、前述した採用基準を満たす狭心症19例を対象とし、冠動脈造影による patent coronary 群をいわゆる false positive とし、冠動脈造影にて75%以上の狭窄の認められたものをいわゆる true positive とし、運動負荷に対する反応性を検討した。その結果、

1. false positive 群はすべて8分以上の運動負荷が可能であったが、true positive 群では4分しかできなかったものが多かった。
2. false positive 群では胸痛で中止したものは少なかったが、true positive 群では胸痛で中止したものが大部分であった。
3. 運動負荷による心電図 ST の低下様式を見ると、false positive 群では4分までに最大となり、以後横ばい傾向をとり、回復も速やかであった。一方、true positive 群では運動負荷量の増加につれ ST は進行的に低下し、回復も緩やかであった。
4. 運動による血圧、心拍数、心係数の増加度には、負荷量および負荷時間の差を考慮すれば、両群にほとんど差がなかった。
5. 運動による血中カテコールアミンおよび血清電解質の増加にも差がなかった。

## 文 献

- 1) Cohn D. F., Vokonas P. S., Herman M. V. and Gorlin R. : Postexercise electrocardiogram in patients with abnormal resting electrocardiograms. *Circulation* 43 : 648, 1971.
- 2) James T. N. : Angina without coronary disease. *Circulation* 42 : 189, 1970.
- 3) Friesinger G. C. and Smith R. F. : Correlation of electrocardiographic studies and angiographic findings with angina pectoris. *Circulation* 46 : 1173, 1972.
- 4) Harvey G., et al. : The anginal syndrome associated with normal coronary arteriogram. *Am. J. Med.* 54 : 735, 1973.
- 5) Kusumi F., et al. : Elevated arterial pressure and post exertional ST segment depression in middle aged woman. *Am. Heart J.* 92 : 576, 1976.
- 6) Cannon P. J., et al. : Myocardial blood flow in coronary artery disease. Studies at rest and during stress with inert gas washout techniques. *Prog. Cardiovas. dis.* 20 : 95, 1977.
- 7) Noble J., Bourassa M. G., Petitclerc R. and Dyrda I. : Myocardial bridging and milking effect of the left anterior descending coronary artery ; Normal variant or obstruction ? *Am. J. Cardiol.* 37 : 993, 1976.

## 質 疑 応 答

○村尾：ありがとうございました。何かご質問ございますでしょうか。

○久保田（山形大）：いまの7例で75%以上の狭窄

がないという症例ですけれども、たとえば50%の狭窄とか25%とか、そういうものがあつたのか、それとも全く intact だったのかという点について伺います。

○齊藤（千葉大）：ただいまお示しいたしました例はすべて intact でした。

○久保田（山形大）：全く intact ですか。

○齊藤（千葉大）：はい、intact です。

○久保田（山形大）：そうですか。50%とか、その切るところで違うと思いますので…。

○齊藤（千葉大）：ええ、確かにそういうことはあると思いますが、今回のわれわれの例はすべて intact でした。

○久保田（山形大）：パーセントだけでなく、あと、狭窄部の長さとかいろいろ関係すると思つたので伺つたわけです。どうもありがとうございました。

○村尾：そのほか何かございませんか。

○村山（東大）：先生のエルゴメーターは臥位ですね。

○齊藤（千葉大）：臥位です。

○村山：それで納得しましたけれども、それがいま言われた症例の本質ではないかと思うのです。あとの下村先生のところもたしかそうだと思いますし、われわれのところも、割合 late phase の ST がずっと下がるのがこういうものの特徴であろうと。そうしますと、臥位ではわりあい早く治つて、立位ではずっと残るのが何かヒントになるような気がしたものですから。

○齊藤：今回お示ししました症例については、体位をかえて運動負荷を行つてありませんのでわかりませんが…。

○村尾：よろしいでしょうか。

ありがとうございました。



## 運動負荷の late recovery phase にみるST変化

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

下村克朗\*・鎌倉史郎\*・池田正男\*

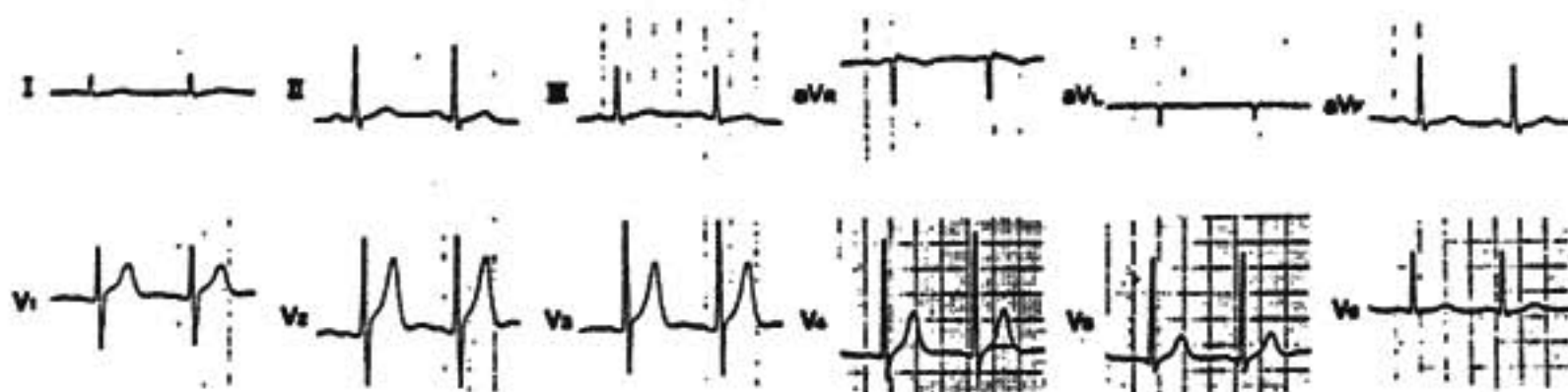
### はじめに

exercise 中には虚血性変化がみられず、運動後の recovery phase になって初めて horizontal 又は down-sloping の虚血性変化の出現を見ることは決して稀ではない。このうち直後から3分までの比較的早い時期に見られるものには false positive が少ないという、Goldschlager などの指摘がある。図1は、このような early recovery phase に ST 低下を示す例で、44歳、男性、triple vessels disease の患者である。V<sub>1</sub> に見るように、運動中は up-sloping 型であるが、運動後1分で horizontal, 2分目から4分目にかけて down-sloping が著しくなり、6分目になると、Tの変化のみを残して ST はほぼ基線に戻る。これに対して今回我々が検討したものは、図2に示

すような late recovery phase にみる ST 低下例である。55歳の男性、exercise で heart rate は 144, maximum の82%で、この時の心電図は up-sloping を呈している。この運動中の up-sloping は直後の1~2分ではむしろ改善し、5~6分になって胸痛を伴うことなく horizontal depression が出現し、更に down-sloping となり、それが10分後もまだ存続するというパターンをとる。

このようなパターンは、recovery phase に間歇的な記録を行う従来のマスター法などでは簡単に陽性の部類に入ってしまうものと思われるが、運動能力が比較的よく保たれて、胸痛もはっきりせず、運動後5分もたつて現れるこのような ST 変化が果たして心筋の虚血を反映するものか否かは極めて疑問の多いところであると考え、冠動脈造影所見の成績と対比、検討した。

### rest ECG



### exercise ECG

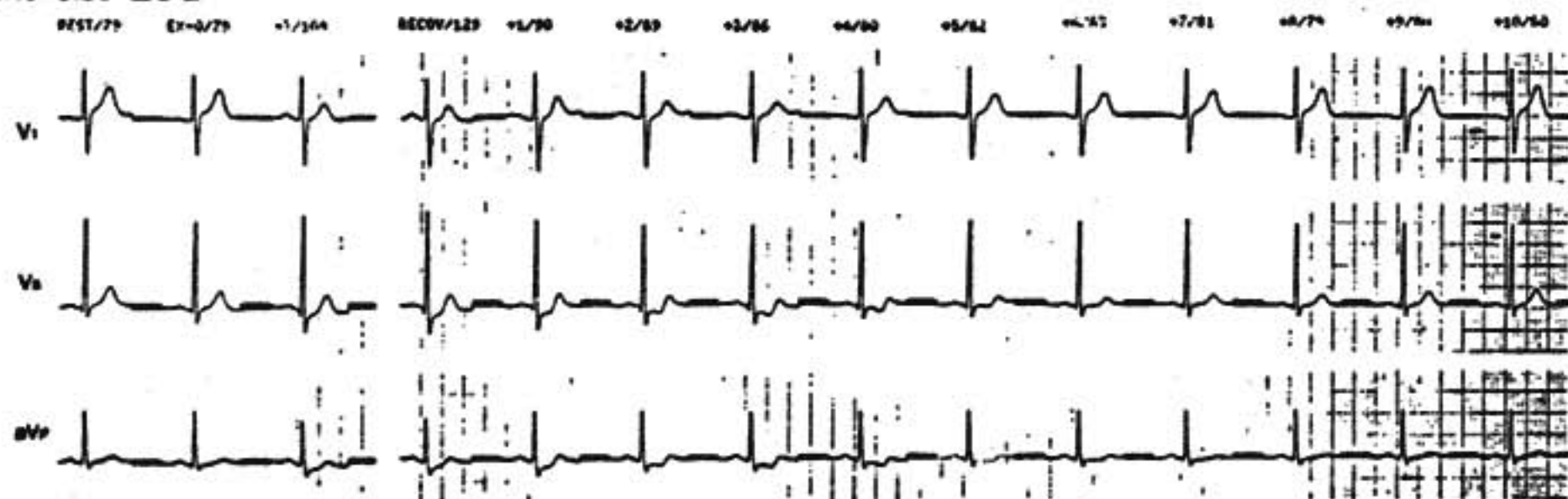


図1



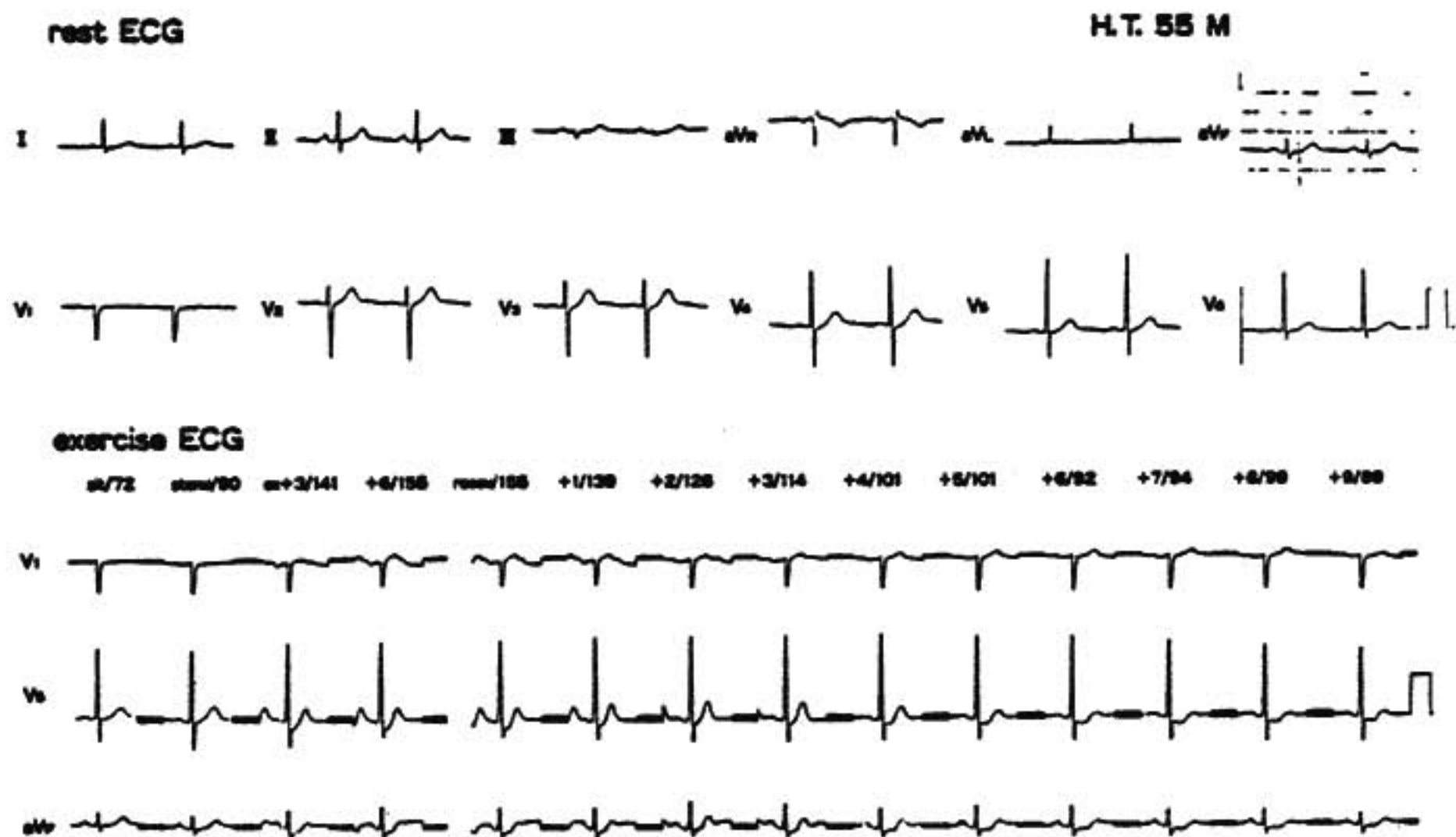


図2

## I 方法及び対象

運動負荷試験は Marquette 社製 Case を用いてモニターし、メートル法によって3分ごとにスピードと勾配を増加する我々独自のプロトコールによった。V<sub>1</sub>, V<sub>5</sub>, aV<sub>F</sub> でモニターする一方、運動時は3分ごと、運動後は1分ごとに標準12誘導を約10分間にわたって記録した。

1979年1月から1981年12月までに国立循環器病センターで施行したトレッドミル運動負荷試験4465回のうち上述のようなパターンを抜き出す目的で age-predicted maximum heart rate の80%以上の運動能力を有し、かつ運動中及び early recovery phase には diagnostic の ST 変化は示さず、3分以後の late recovery phase に 0.5 mm 以上の horizontal, 又は down-sloping ST 低下を示す症例を抜き出した。また安静時の心電図で ST 変化や脚ブロック, pre-excitation を有するもの、ジギタリス剤, 利尿剤, 鎮静剤, 抗不整脈剤を服用しているもの及び弁膜症, 心筋症等は除外した。

ST 変化は主として V<sub>5</sub> にて判定し、J点より 80 m sec. の ST 部分で 1 mm 以上の horizontal 又は、

down-sloping ST 低下を呈するもの、及び 1.5 mm 以上の up-sloping のものを positive とし、junctional ST 低下又は T 波逆転のみ見られるものは negative, maximum heart rate が80%に達しないものを inconclusive とした。

冠動脈造影検査の所見は、75%以上の狭窄を有意とし、また正常冠動脈を呈するものの中で vasospastic angina が疑われた例には ergotamine で spasm の誘発を試みた。

## II 結 果

こうして選んだ late recovery phase の虚血性 ST 低下の症例は189例(男74例, 女115例)である。このうち 1 mm 以上の ST 低下を示したものが97例, 0.5~1 mm の ST 低下が92例である。

189例中冠動脈造影を施行したものは26例で、冠動脈病変を有する例は6例、正常冠動脈例は20例(77%)であった。正常冠動脈例のうち12例にエルゴタミンを負荷し、2例に spasm を誘発することができ、vasospastic angina が疑われた。また1例は病歴からは陳旧性心筋梗塞が疑われた例であるが、正常冠動脈所見は経過中冠動脈病変が消失したためと考えられた。

冠動脈病変例6例は、4例が陳旧性心筋梗塞、2例が狭心症で、1枝病変が5例、3枝病変が1例であった。

ここで陳旧性心筋梗塞を除くと、正常冠動脈例の占める割合は21例中19例(90%)となり、更に負荷試験時に胸痛を訴えたもの4例を除くと、17例の全例が正常冠動脈を呈し、この中に1例の異型狭心症を含むことになる。したがって、トレッドミル運動負荷試験で late recovery phase に無症状の虚血性 ST 低下を示すものは、病歴や安静時心電図で陳旧性心筋梗塞を除外できれば、ほとんどの例が正常であることが分かる。

1 mm 以上の ST 低下を示したものは26例中15例であったが、その中で正常冠動脈を呈するものの割合は図3のごとく、0.5 mm 以上の ST 低下例とはほぼ同率

	80% MHR ST $\geq$ 0.5mm		Normal CAG/Total		80% MHR ST $\geq$ 1mm		Normal CAG/Total	
	Total	20	26	20	26 (77%)	11	15	11
OMI excluded	19	21	19	21 (90%)	9	10	9	10 (90%)
OMI Chest pain excluded	17	17	17	17 (100%)	9	9	9	9 (100%)

	85% MHR ST $\geq$ 0.5mm		Normal CAG/Total		85% MHR ST $\geq$ 1mm		Normal CAG/Total	
	Total	16	18	16	18 (89%)	8	9	8
OMI excluded	16	16	16	16 (100%)	8	8	8	8 (100%)
OMI Chest pain excluded	14	15	15	15 (100%)	7	7	7	7 (100%)

図3

であり、また運動能力を maximum heart rate の85%以上に限定すると正常冠動脈例の比率が増加し、late recovery phase での ST 低下例は、運動負荷時の胸痛の有無にかかわらず、ほとんど正常冠動脈を呈することが分かる。

次に late recovery phase での ST 低下を示す26例について、ST 低下の持続時間を調べた。4~6分が6例、6分以上が20例で、長時間 ST が低下しているものが多い。このうち冠動脈病変群では、ST 低下時間の短いものが相対的に少ない傾向があった。年齢及び男女比についていえばエルゴタミン負荷により spasm を誘発できた vasospastic angina 2例を除く18例の正常冠動脈例の平均年齢は51.9歳、男女比は男7例、女11例で、冠動脈造影非施行例を含めた ST 低下例全体の男女比とはほぼ同率であり、男性にも高頻度

に見られた。18例中1 mm 以上の ST 低下を示し positive と診断されたものは11例、残りの7例は1 mm 以下、0.5 mm 以上のものであり、ST 低下の程度が冠動脈病変と関係ないことも以上より明らかである。

なお、当センターの冠動脈造影施行例で正常冠動脈を示した例の冠動脈造影前の臨床診断については、NCA や vasospastic angina の疑いのあるものを含む atypical chest pain が全体の68%を占めているが、late recovery に ST 低下をみる18例についてもほぼ同率の12例(66%)が atypical chest pain と診断されている。

## 結 論

(1) トレッドミル運動負荷試験で age-predicted maximum heart rate の80%以上の運動能力を持ち、かつ late recovery period でのみ虚血型 ST 低下を示す症例は false positive のことが多い。また冠動脈病変を有する場合もその程度は軽いことが多い。

(2) 陳旧性心筋梗塞例及び負荷試験時胸痛を訴えた症例を除くと、全例が false positive を呈する。

(3) 男女比は、1:1.6である。

(4) 運動後の ST 低下の持続時間は6分以上にわたる症例が多い。

## 文 献

- 1) Goldschlager N., Selzer A., Colin K.: Treadmill stress tests as indicators of presence and severity of coronary artery disease. *Ann. Intern. Med.* 85: 277, 1976.
- 2) Kemp H. G., Vokonas P. S., Cohn P. F., Gorlin R.: The anginal syndrome associated with normal coronary angiograms. *Am. J. Med.* 54: 735, 1973.
- 3) McHenry P. L., Richmond H. W., Weisenberger B. L., Rodway J. S., Perry G. F. and Jordan J. W.: Evaluation of abnormal exercise electrocardiogram in apparently healthy subjects: labile repolarization (ST-T) abnormalities as a cause of false positive responses. *Am. J. Cardiol.* 47: 1152, 1981.



## 運動負荷 ST マッピング法における false positive の反応の特徴

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

川久保 清\*・村山 正博\*

川原 貴\*・沈 鉄寛\*

大城 雅也\*・真島 三郎\*・村尾 寛\*

## はじめに

胸痛症候群の患者の診断上, 運動負荷心電図は有用であるが, 比較的若年女性の場合は, 偽陽性を示すことがしばしばみられ, 負荷心電図の判定上問題となっている<sup>1,2)</sup>. 胸部症状を訴える女性で, 正常冠動脈所見を呈するものは予後良好とされているが<sup>3)</sup>, 一部の患者は心電図上の負荷後の ST 下降から冠不全という病名を医師に告げられ, 不安が増し, 症状の増悪する場合もみられる. 従来これらの偽陽性 ST 下降の特徴についての記載が少なく, 診断基準の確立が望まれる.

我々は, 体表面に36誘導の電極をつけて運動負荷テストを行い, 通常の6チャンネル心電計の波形から ST マッピングを作成する方法にて, 狭心症例と, 運動負荷にて ST 下降を示す神経循環無力症<sup>4)</sup>の女性の ST マッピングの所見を対比し, 本法における, 虚血性 ST 下降と非虚血性 ST 下降の鑑別点について検討した.

## I 対象および方法

対象は臨床的に明らかな狭心症 (AP) 28例 (男27, 女1, 31~67歳, 平均54歳) と神経循環無力症 (NCA) 12例 (すべて女性, 21~62歳, 平均40歳) であり, いずれも運動負荷にて ST の下降するものとした. AP 群28例はいずれも冠動脈造影 (CAG) を施行し, 少なくとも1枝に75%以上の狭窄の所見が得られた. また8例は心筋梗塞症 (前壁梗塞6例, 下壁梗塞2例) の既往があった. NCA 群は比較的若年女性であり, 非典型的胸部症状 (胸痛5例, 動悸3例, 息切れ2例, めまい1例, 不安感1例) を訴えるもので, 安静時心電図に異常を認めず, 胸部 XP, 心エコー図等により, 心疾患を否定されたものである. うち6例 (50%) は

過去に他院にて心電図所見から冠不全等の診断を受けた既往があった. 46歳以上の4例 (46~62歳, 平均53歳) は, CAG を施行し, 正常冠動脈像が得られた. 残りの8例 (21~47歳, 平均34歳) は閉経前の若年婦人であった.

運動負荷タリウムシンチグラフィは, AP 群28例中13例に施行され, 12例にて負荷後の一過性虚血像が得られた. NCA 群12例中の2例にては, 陰性であった.

運動負荷法は Bruce のプロトコールに従い, トレッドミルによる Symptom-limited の亜最大運動負荷を施行した. 電極は従来我々が報告している方法<sup>5)</sup>に従い, V<sub>1</sub> から V<sub>6</sub> の標準誘導点を固定してつけ, 上方は第二肋間, 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, 前胸部に26個, 左背部に10個, 合計36個つけた (図1). 各電極はスイッチボ

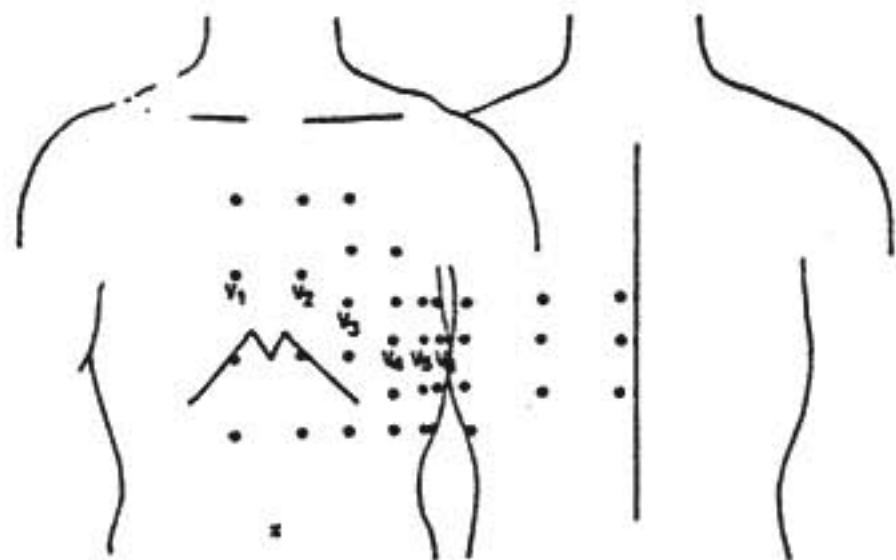


図1 体表面36誘導の電極の位置

ックスを経て, 通常の6素子心電計に連結され, 心電図は, 運動前, 中, 後とすべて立位で記録された. 36誘導1回の記録は30秒以内になされた. 36誘導心電図のJ点より0.08秒にて ST 偏位を計測し, 1 mm 以上



の偏位を陽性にとり、0.5 mm ごとの ST 等電位図を作成し、ST マッピングとした。また36誘導のうち、ST が1 mm 以上下降した領域に含まれる電極の数と、最大 ST 下降点の ST 下降の程度との相関を、AP 群、NCA 群に分けて、比較検討した。統計的有意差は t 検定にて検討した。

## II 結 果

(1) AP 群の CAG 所見は、1 枝狭窄4例、2 枝狭窄14例、3 枝狭窄4例、左冠動脈主幹部狭窄6例であった。NCA 群のうち CAG を施行した4例には有意冠動脈狭窄がみられなかった。

(2) 運動負荷にて ST 下降がみられた時、AP 群28例中、24例 (86%) は狭心痛を訴えたが、NCA 群にては、ST 下降時狭心痛を訴えたものはなかった。

(3) AP 群の ST マッピング (図2) は、運動負荷直後は ST 下降の範囲、最大 ST 下降の大きさともに最大であるが、回復期には ST 下降の範囲が縮小し、最大 ST 下降の大きさも小さくなる傾向にあった。この ST 下降の分布領域から前方型、下方型、側方型、広範囲型の四つの型に分類でき、それぞれが虚血領域

と合うことはすでに報告した<sup>5)</sup>。

NCA 群の ST マッピングは二つの型に分類できた。第1型 (図3) は6例にみられ、運動負荷後にすでに ST 下降がみられ、それが回復期まで、そのままの範囲で続く特徴があった。第2型 (図4) は6例にみられ、運動負荷後は、ST は有意に下降していないが、回復期になって、T波の平低ないし陰転とともに ST 下降がみられる特徴があった。後者の内3例は、臥位から立位でT波の平低ないし陰転の変化がみられた。いずれの型にても、ST 下降の領域は比較的広いが ST 下降の程度が小さくまた ST 下降の範囲が AP 群のように縮小せず、そのまま続く傾向にあった。

(4) AP 群28例について、ST が1 mm 以上下降した領域に含まれる誘導電極の数と、最大 ST 下降の大きさを対比すると有意の相関が得られ ( $r=0.81$ ,  $p<0.001$ ) (図5左)、ST の下降領域が広いほど、ST 下降の程度が強かった。一方、NCA 群12例についても、同様の検討を行うと、ST が1 mm 以上下降した領域に含まれる誘導電極の数と、最大 ST 下降の大きさとの間には有意の相関 ( $r=0.83$ ,  $p<0.001$ ) (図5右) が得られた。しかし AP 群に比して、ST

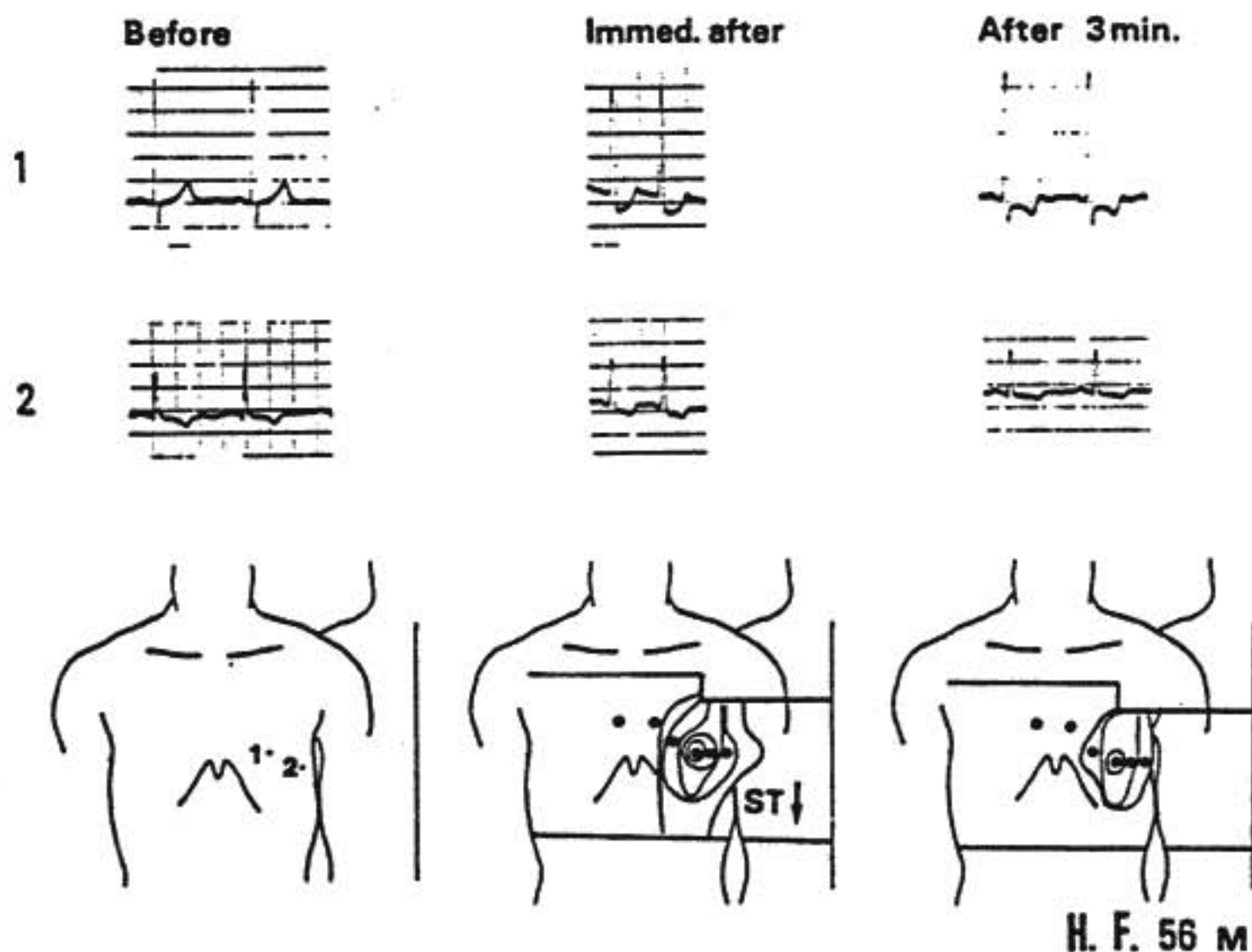


図2 AP (56歳、男) 例の ST マッピング

図中1 = V<sub>4</sub>, 2 = V<sub>6</sub> の 6 cm 下方を示す。(CAG 上は3枝狭窄を示した)

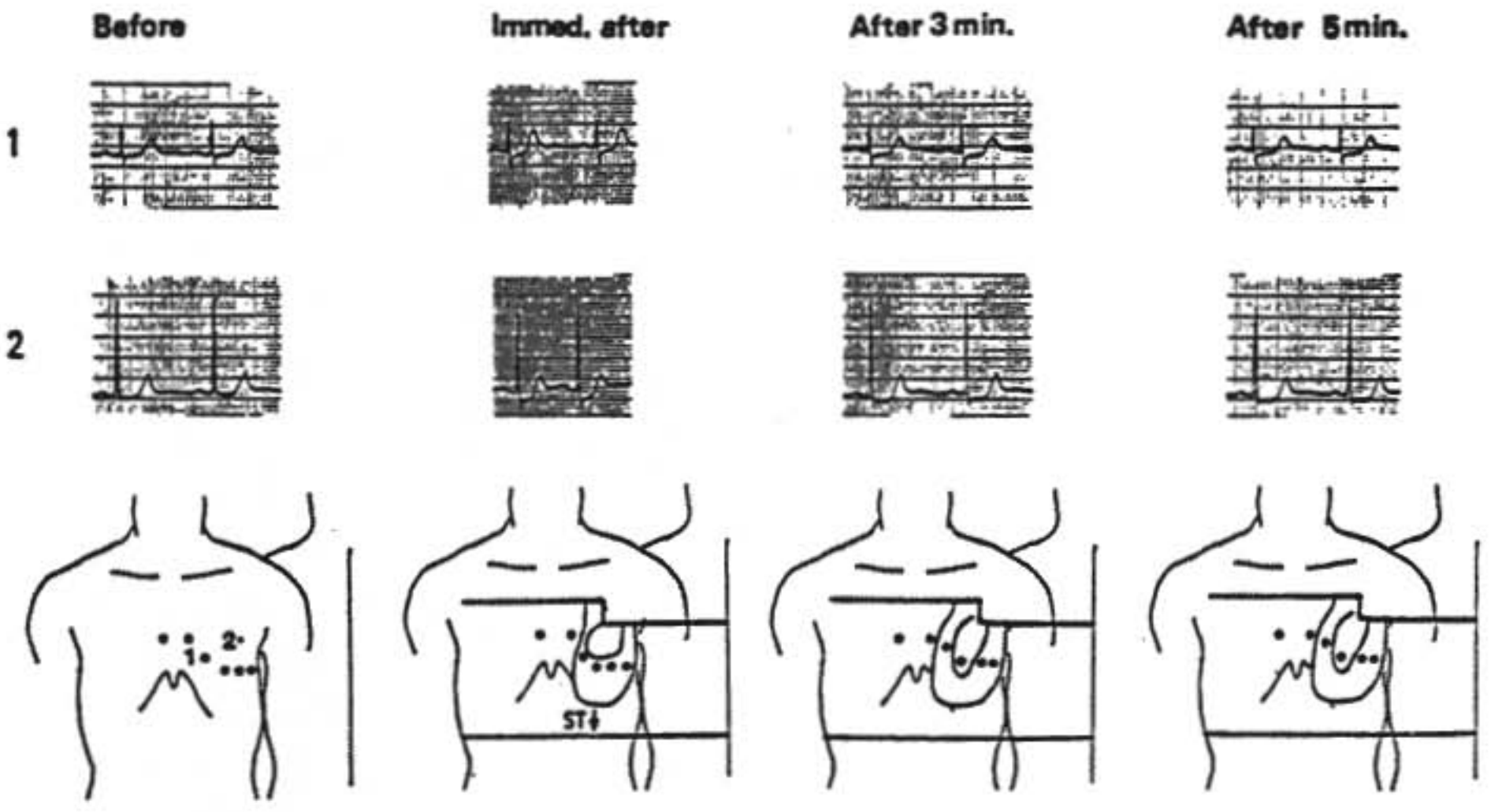


図3 NCA (53歳, 女) 例のSTマッピング (第1型)  
 (CAG 上は正常冠動脈像を示した) 図中 1 = V<sub>1</sub>, 2 = V<sub>1</sub> の 6 cm 上方

M.S. 53 F

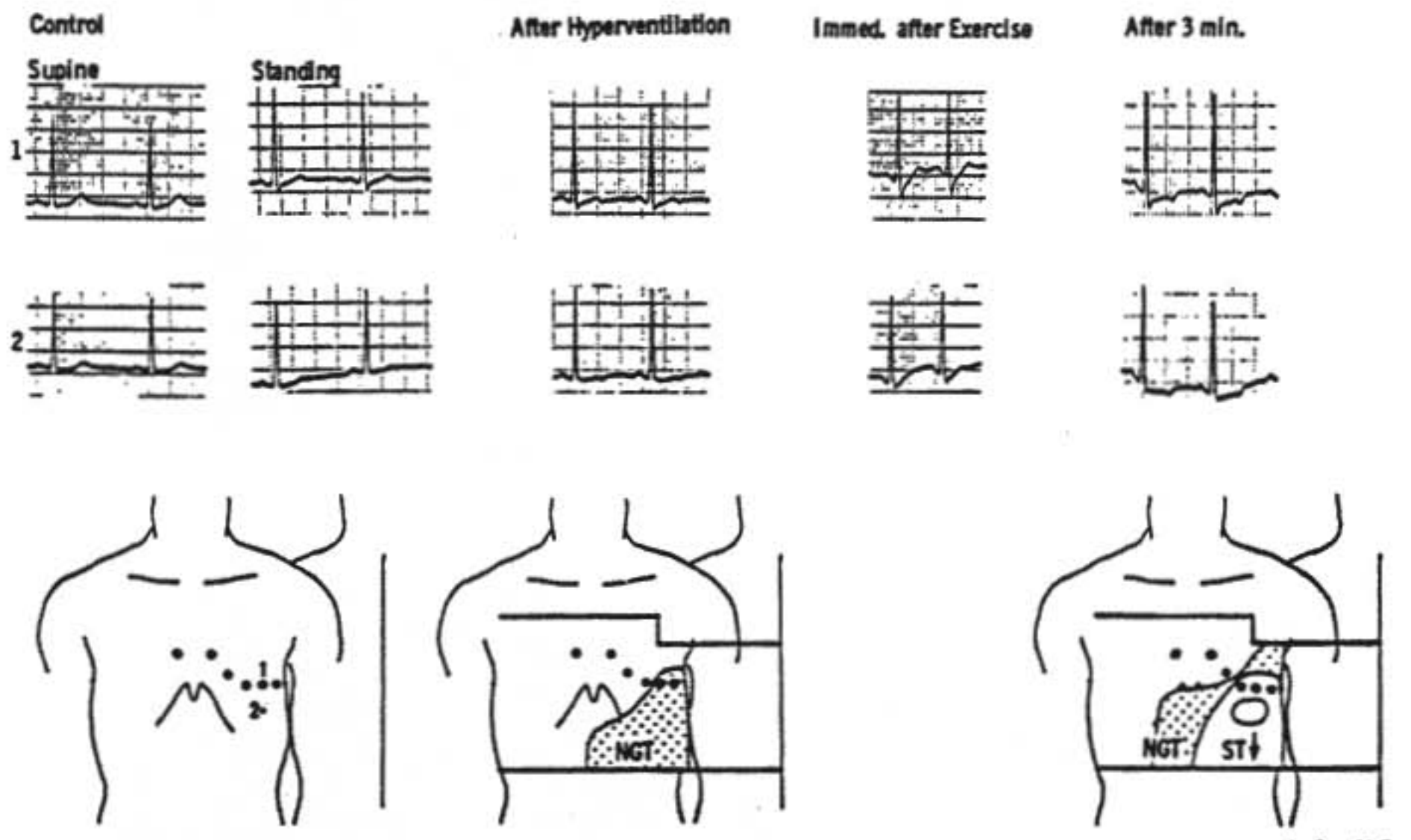


図4 NCA (46歳, 女) 例のSTマッピング (第2型)  
 図中 1 = V<sub>1</sub>, 2 = V<sub>1</sub> の 6 cm 下方 NGT = 陰性T波の領域  
 (CAG 上は正常冠動脈像を示した).

K.S. 46 F

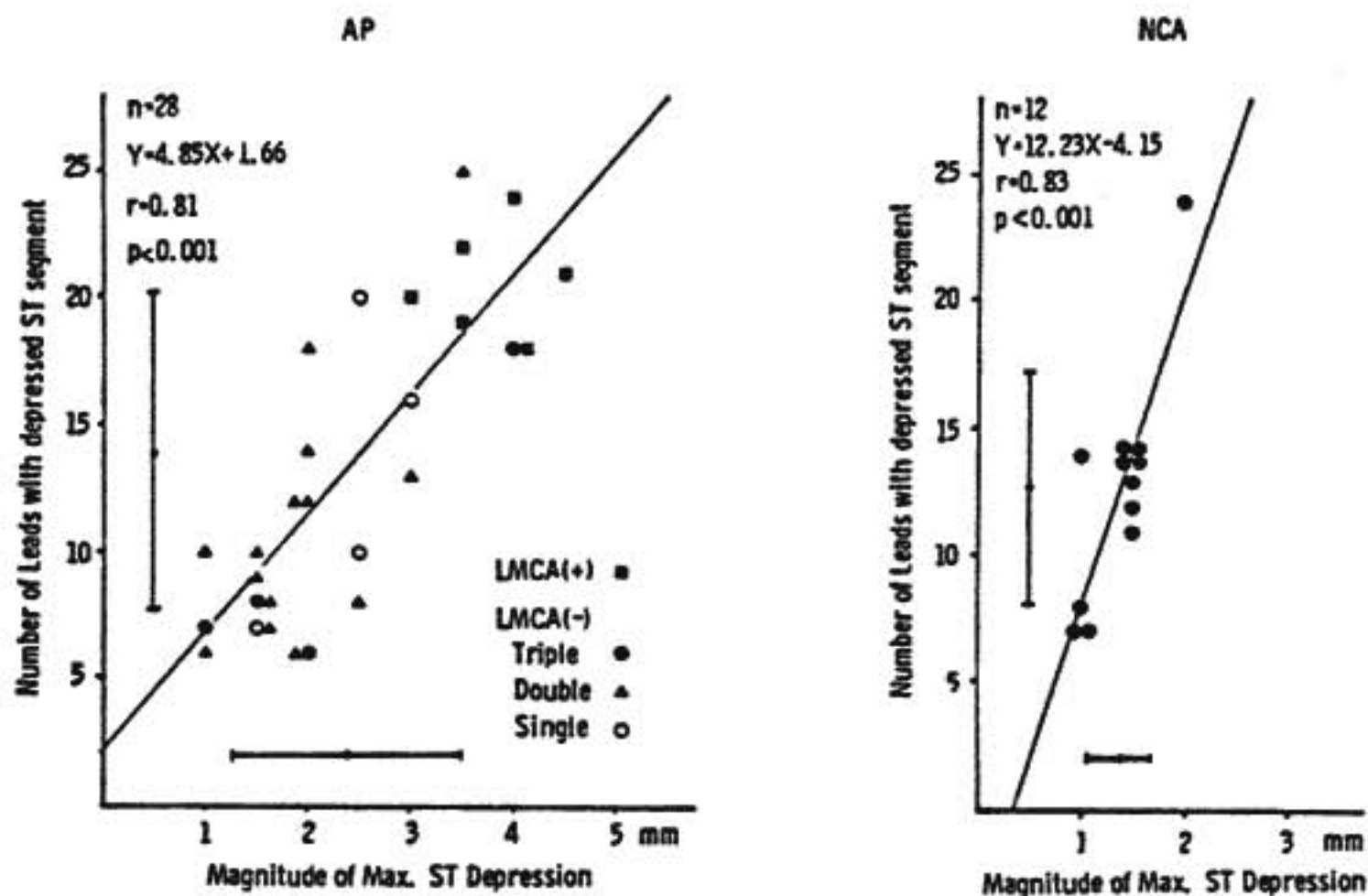


図5 ST 下降領域内の電極の数 (縦軸) と, 最大 ST 下降の大きさ (mm) (横軸) との関係

(左) AP 群, LMCA = 左冠動脈主幹部, Triple = 3 枝狭窄, Double = 2 枝狭窄, Single = 1 枝狭窄 (右) NCA 群

下降領域内の誘導電極の数は同等であるが (12.7 vs. 13.4), 最大 ST 下降の大きさは有意に小さかった (1.4 vs. 2.4,  $p < 0.01$ ).

### III 考 案

我々がここで示した NCA 群は, 胸部症状を訴えるが, 臨床的に虚血性心疾患とは考えられない臨床群であり, 運動負荷で ST が下降しても狭心痛を訴えず, いわゆる Syndrome X<sup>6)</sup> の定義に合うものではないが, 比較的高齢者の 4 人には CAG を施行し正常冠動脈像が得られた. これら NCA 群の ST マッピング上の ST 下降領域の広さは, AP 群と同様であるが, ST 部の等電位線は疎であり, 最大 ST 下降の大きさは AP 群に比して有意に小さい特徴が得られた. また時間的経過として, ST 部が回復期になって初めて下降してくる例があること, また ST 下降領域は AP 群のように回復期になって縮小せず, そのままの広さで持続することなどの特徴があった. 後者の特徴は, NCA 群の中で過去に安静時 ECG で ST 下降を指摘されたことがあることと関連していると思われた. これらの ST マッピングの所見は, AP 群と明らかに異なり, 有用な鑑別点であり, 特に回復期の所見が重要

と思われた. NCA 群の ST 下降のメカニズムは不明であるが, 虚血によるものとは考えられず, これらの予後良好<sup>3)</sup> の一群に, CAG 等の侵襲的検査を行わないためにも本法は有用と思われた. 狭心症でないと思者に告げると, 症状の軽快する場合もあり, これらの ST 下降の特徴に注目する必要がある. Likoff が論文<sup>6)</sup>で示した Syndrome X の心電図の ST 偏位も, ここで示した NCA 群の ST 下降の特徴があり, Syndrome X の中には多くの NCA 例が含まれる可能性が示唆された.

### 文 献

- 1) Cumming G. R., et al. : Br. Heart J. 35 : 1055, 1973.
- 2) Sketch M. H., et al. : Am. J. Cardiol. 36 : 169, 1975.
- 3) Waxler E. B., et al. : Am. J. Cardiol. 28 : 25, 1971.
- 4) Levander-Lindgren M. : Acta Med. Scand. 172 : 665, 1962.
- 5) 川久保清, 他 : 最新医学 36 補 : 138, 1981.
- 6) Likoff W., et al. : N. Engl. J. Med. 276 : 1063, 1967.



# 無症候者の運動負荷心電図 ST 低下における 交感神経機能の役割に関する検討

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

安藤 譲 二\* . 児島 俊 一\*  
松村 尚 哉\* . 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行う運動負荷試験において普段症状のない無症候者に負荷心電図上明らかな ST 低下が観察されることがある。こうした無症候者の負荷心電図 ST 低下の発生原因として自律神経系の関与等が推測されているがいまだ説明されてはいない。したがって我々は無症候者にみられる負荷心電図 ST 低下における交感神経機能の役割に関し静脈血中カテコラミンを測定し検討を行った。

## I 対象と方法

対象としては運動により症状も心電図変化も示さない対照群 5 例, 運動により胸痛を伴う ST 低下を示し負荷タリウム心筋イメージで欠損像を認める狭心症群 9 例, 普段症状がなく運動により無症候性に ST 低下を示し負荷心筋イメージでは欠損像のみられない無症候群 8 例の 3 群計 22 例である。各群の男女比はそれぞれ 4 : 1, 8 : 1, 4 : 4, 平均年齢 (mean ± SD) は 40.6 ± 15.6, 56.9 ± 9.6, 48.1 ± 8.2 歳であった。

方法は安静臥位 30 分後および Treadmill による運動中に採血した。運動は Bruce protocol による多段階負荷を行い心電図, 血圧を 1 分ごとに計測した。運動中の採血は 0.1 mV 以上の水平型 (H型) あるいは 0.15 mV 以上の上行傾斜型 (J型) ST 低下の出現した時点で行った。なお ST 変化を示さない対照群では Bruce stage III において採血を行った。血漿カテコラミンは高速液体クロマトグラフィーを用いた trihydroxyindole (THI) 法により測定した。

## II 結果

### 1. 運動時心電図変化と運動量 (表 1)

#### I. 心電図変化

	H型 ST 低下	J型 ST 低下
狭心症群 (9 例)	7 (78%) 2.8 mm	2 (22%) 1.8 mm
無症候群 (8 例)	6 (75%) 2.0 mm	2 (25%) 2.0 mm

(mean)

#### II. 運動量

	Bruce I	Bruce II	Bruce III	平均時間(分)
狭心症群	3 (22%)	4 (44%)	3 (31%)	6.9 ± 2.3
無症候群	0 (0%)	3 (38%)	5 (62%)	7.7 ± 2.4

(mean ± SD)

心電図 ST 変化の型や程度には狭心症群, 無症候群の両群間に著しい差異はみられなかった。運動量では狭心症群は無症候群より平均で 0.8 分ほど少なかった。

### 2. 運動による心拍数, 収縮期血圧, Pressure-rate-product の変化 (図 1)

心電図上 ST 低下が出現し採血を行った時点の比較では心拍数, 収縮期血圧, Pressure-rate-product とともに狭心症群は無症候群より低値を示した。

### 3. 安静時血漿 Norepinephrine, Epinephrine 濃度 (図 2)

安静臥位 30 分後の Norepinephrine 濃度は対照群, 狭心症群, 無症候群でそれぞれ 107 ± 37.7 (pg/ml),

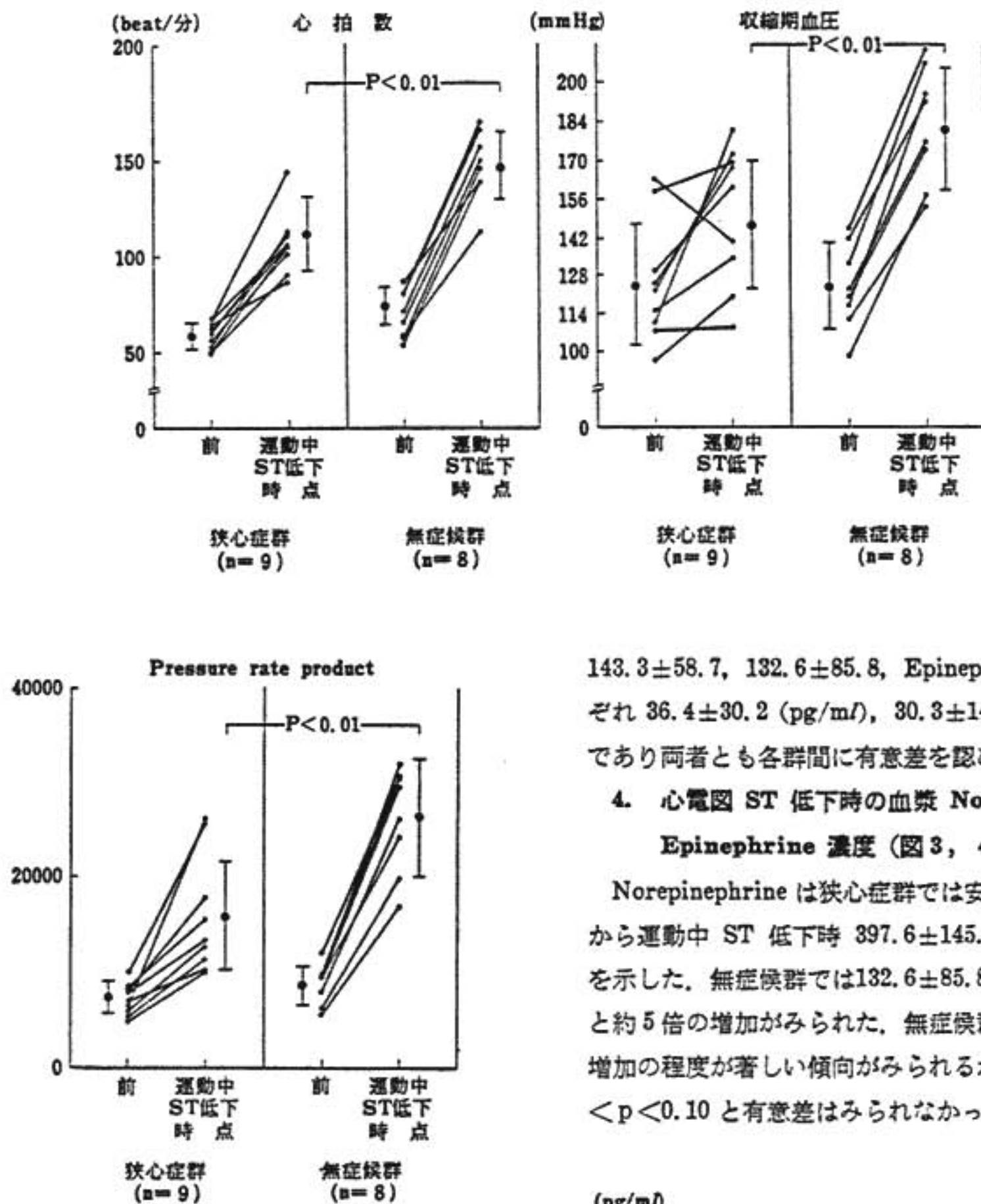


図 1

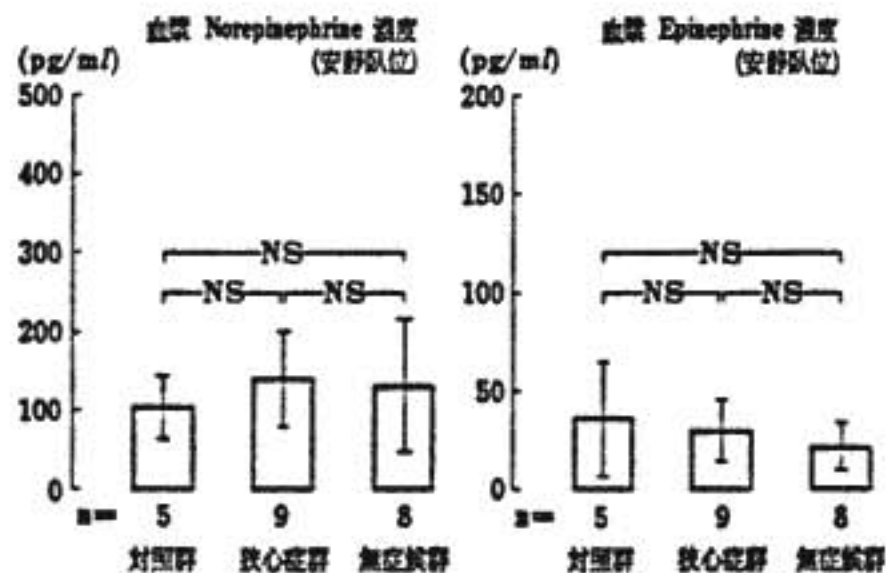


図 2

143.3 ± 58.7, 132.6 ± 85.8, Epinephrine 濃度はそれぞれ 36.4 ± 30.2 (pg/ml), 30.3 ± 14.5, 20.9 ± 12.7 であり両者とも各群間に有意差を認めなかった。

4. 心電図 ST 低下時の血漿 Norepinephrine, Epinephrine 濃度 (図 3, 4)

Norepinephrine は狭心症群では安静時143.3 ± 58.7 から運動中 ST 低下時 397.6 ± 145.1と約 3 倍の増加を示した。無症候群では132.6 ± 85.8から574.8 ± 225.6 と約 5 倍の増加がみられた。無症候群は狭心症群より増加の程度が著しい傾向がみられるが統計的には0.05 < p < 0.10 と有意差はみられなかった。Epinephrine

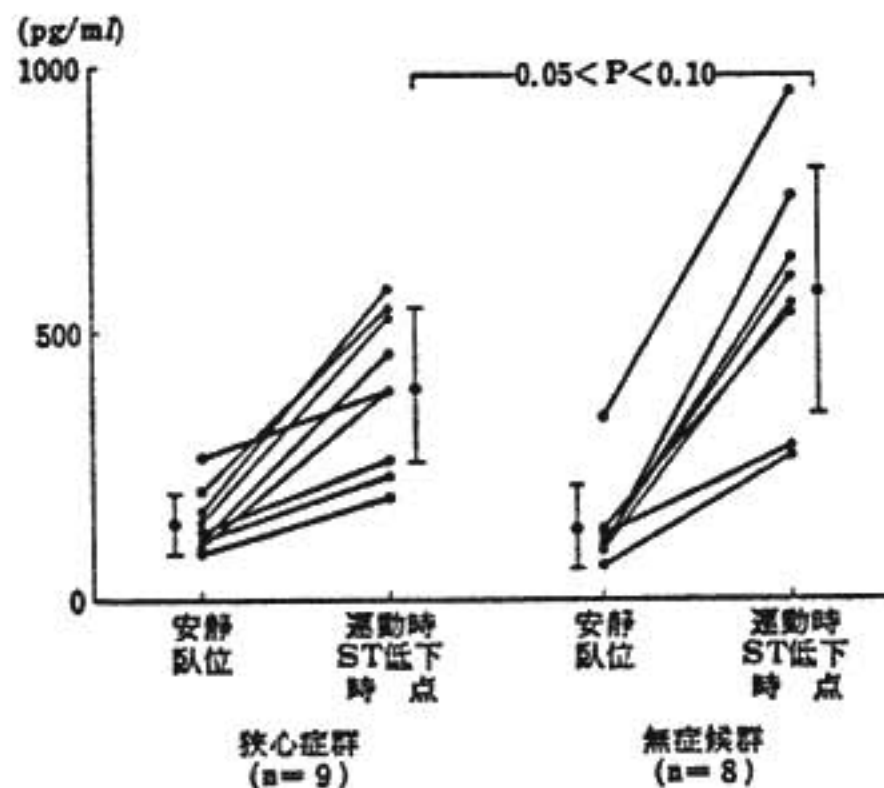


図 3 負荷心電図 ST 低下時の血漿 Norepinephrine 濃度

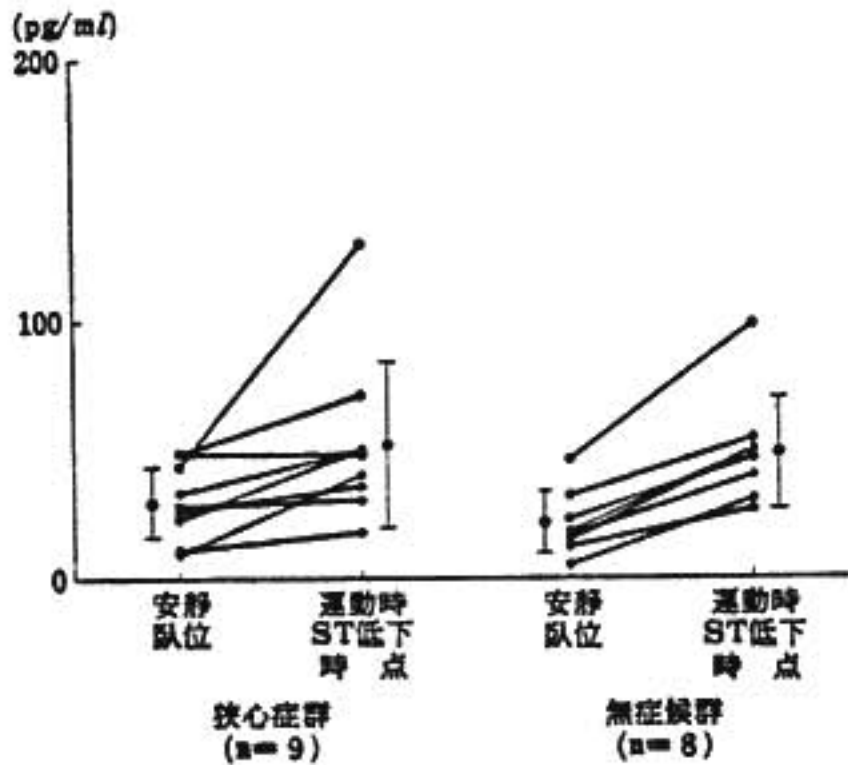


図4 負荷心電図 ST 低下時の血漿 Epinephrine 濃度

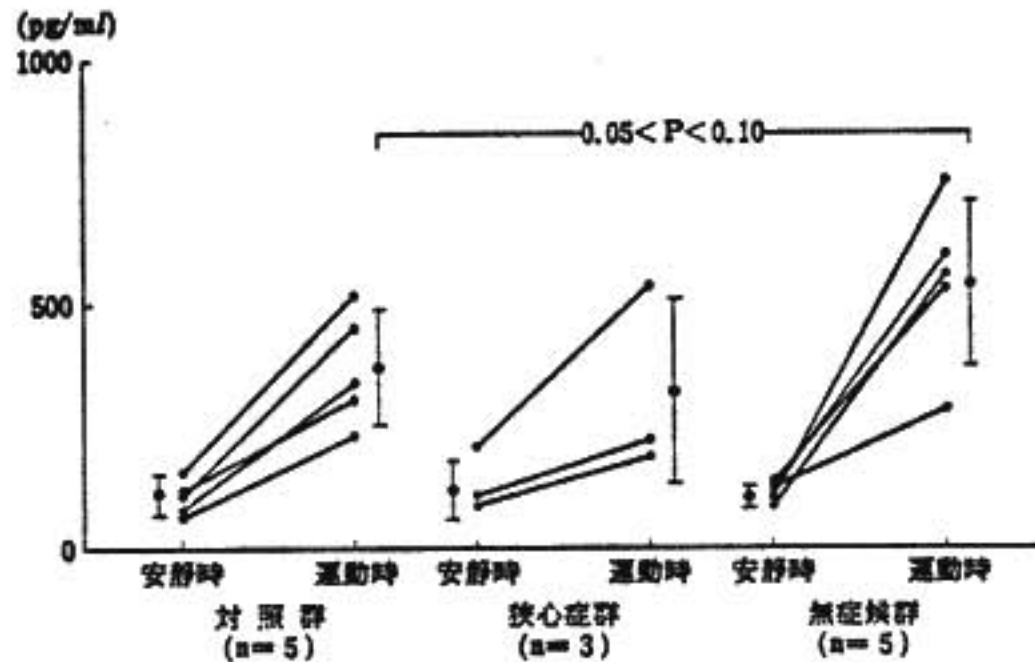


図5 Bruce III の運動負荷時における血漿 Norepinephrine 濃度の比較

の変化においても両群間に有意差は認められなかった。

#### 5. Bruce stage III における血漿 Norepinephrine 濃度 (図5)

Bruce stage III まで運動を行い採血した対照群(5例), 狭心症群(3例), 無症候群(5例)で比較した。心拍数はそれぞれ  $66.2 \pm 13.5$  (beats/min)  $\rightarrow 143.0 \pm 15.9$ ,  $61.7 \pm 4.5 \rightarrow 116 \pm 26.2$ ,  $65.0 \pm 6.9 \rightarrow 139.8 \pm 20.6$ ; 収縮期血圧は  $117.2 \pm 18.3$  (mmHg)  $\rightarrow 164.4 \pm 37.2$ ,  $129.3 \pm 27.2 \rightarrow 173.3 \pm 5.8$ ,  $116.8 \pm 17.4 \rightarrow 177.6 \pm 26.7$ ; Pressure-rate product は  $7712 \pm 1840$  (BP  $\times$  HR)  $\rightarrow 23389 \pm 4974$ ,  $7896 \pm 1071 \rightarrow 20186 \pm 5123$ ,  $7634 \pm 1626 \rightarrow 25096 \pm 6803$  と変化した各群間に有意差はみられなかった。

血漿 Norepinephrine 濃度は3群間に統計的な有意差は認めなかった。

### III 考 案

普段症状がない無症候者にスクリーニングテストとして運動負荷試験を行うと少なからず心電図上 ST 低下が観察されることがある<sup>1)</sup>。こうした無症候者にみられる ST 低下が心筋虚血を反映する所見か否かに関しては議論の多いところである。著者らはこうした無症候者を対象に ST 低下時点で  $^{201}\text{Tl}$  心筋イメージングおよび RI 心血管造影法を行ったところ、狭心症にみられる ST 低下とは異なってほとんどの例が心筋血流分布異常や左室壁運動異常を示さなかった<sup>2)</sup>。した

がって無症候者の負荷心電図 ST 低下は非虚血性と考えられるがその発生原因は不明であった。

非虚血性と思われる ST 低下が神経性循環無力症<sup>3)</sup>, 更年期の女性<sup>4)</sup>, 過換気症候群<sup>5)</sup> にしばしばみられ, またこの ST 変化がアトロピンの投与で増強し  $\beta$ -ブロッカーで消失すること<sup>6)</sup> あるいは胃潰瘍の治療として truncal vagotomy を行った患者に同様の ST 変化が出現したとの報告<sup>7)</sup> などから発生原因として自律神経系の関与が推測される。しかしながら現在まで血中カテコルアミンを測定し無症候者の ST 低下と交感神経機能との関連性を検討した研究はみられない。

今回の成績では ST 低下を示す無症候者では運動に対する反応として血中への Norepinephrine の放出が健常者や狭心症患者に比較して大きい傾向はみられたが統計的に有意差はなかった。したがってこの結果からは Norepinephrine の過剰分泌を無症候者の ST 低下の原因とする確証は得られなかった。

### 文 献

- 1) Redwood D. R.: Whither the ST segment during exercise? *Circulation* 54: 703, 1976.
- 2) Ando J., Miyamoto A., Matsumura N., et al.: The significance of abnormal ST-segment responses to exercise in asymptomatic persons. *Kokyu to Junkan* 31: 659, 1983.
- 3) Friesinger G. C., Biern R. O., Likar I., et al.: Exercise electrocardiography and vasoregula-



- tory abnormalities. Am. J. Cardiol. 30 : 733, 1972.
- 4) Cumming G. R., Bufresne C., Rich L. : Exercise electrocardiogram patterns in normal women. Br. Heart J. 35 : 1055, 1973.
- 5) Lary D., Goldschlager N. : Electrocardiographic changes during hyperventilation resembling myocardial ischemia in patients with normal coronary arteriograms. Am. Heart J. 87 : 383, 1974.
- 6) Wolf E., Braun K., Stern S. : Effects of beta-receptor blocking agents propranolol and practolol on ST-T changes in neurocirculatory asthenia. Br. Heart J. 36 : 872, 1974.
- 7) Gallivan G. J., Levine H., Canzonetti A. J. : Ischemic electrocardiographic changes after truncal vagotomy. JAMA 211 : 798, 1970.

## Syndrome X の運動負荷中における冠循環，血行動態について

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

長崎文彦\*・山口洋\*

竹田賢\*・西村重敬\*・中西成元\*

### はじめに

狭心症症状があり，運動負荷心電図にてSTが明らかに低下するのに，冠動脈左室造影検査で異常が認められない一群 (Syndrome X) がある。これらのSyndrome X群，ならびに，冠動脈疾患群，正常群について，左心カテーテル検査中に自転車エルゴメータ運動負荷を行い，負荷中の血行動態にどのような差異が生ずるのか検討した。

### I 対象および方法

対象は正常例7例 (全例男性)，および心筋梗塞の既往のない労作性狭心症で冠動脈造影所見にて，左前下行枝又は同枝および右冠動脈に少なくとも75%以上の狭窄病変を有する30症例 (ASHD群，全例男性)，そして Syndrome X 7症例 (男性2，女性5) である。ここで言う正常例とは心電図，冠動脈左室造影検査にて異常のなかった症例であり，Syndrome X とは，冠動脈に狭窄病変はないが，狭心症症状があり運動負荷心電図でSTが1mm以上低下した症例である。これらの症例について運動負荷前，負荷中，1～3分ごとに左心カテーテル法により，大動脈圧，左室

圧，左室 dp/dt を測定し，さらに圧曲線より tension time index (TTI)，diastolic pressure time index (DPTI)，DPTI/TTI を算出した。そして運動負荷中止直後に冠動脈造影を行った。左心カテーテル法は，右上腕動脈よりカテーテルを挿入する方法を用い，5% glucose 溶液を満たした 8F～80 cm の Sones' catheter に AILTEC-MSIO transducer を直結した測定系 (固有振動数35, Filter 40Hz) にて行った。左室 dp/dt は時定数0.003秒の微分回路にて持続計算し左室圧と同時記録した。記録計は Mingograf 81 (Elma-Schölander 社製) を使用した。心電図は標準四肢誘導II，胸部誘導 V<sub>5</sub> を用い圧曲線と同時記録した。

運動負荷法は，多段階自転車エルゴメータ法 (臥位 1.0 w/kg より開始，3分ごとに0.25 w/kg 増加) によった。負荷中止点の決定は，狭心症発作が誘発された症例に関しては，胸痛があり，しかも心電図上II又は V<sub>5</sub> にて明らかにSTが低下した時とし，発作が誘発されない症例については，予測最大心拍数の80～85%の時点とした。

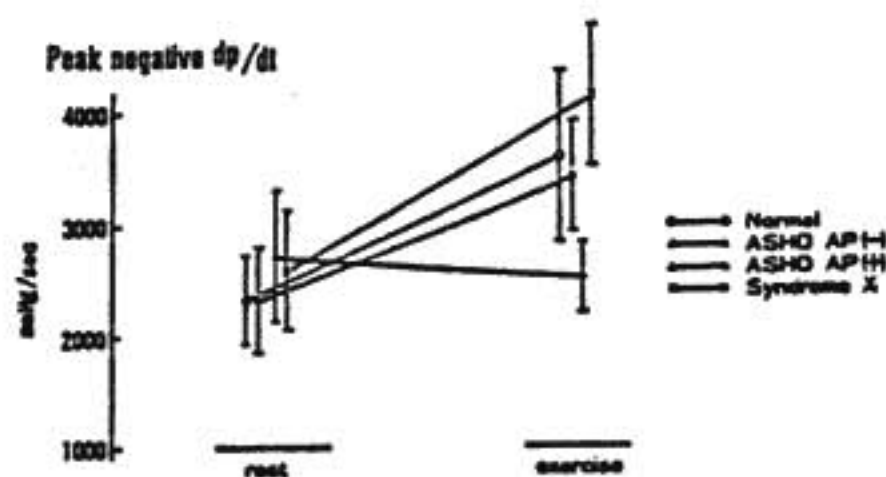
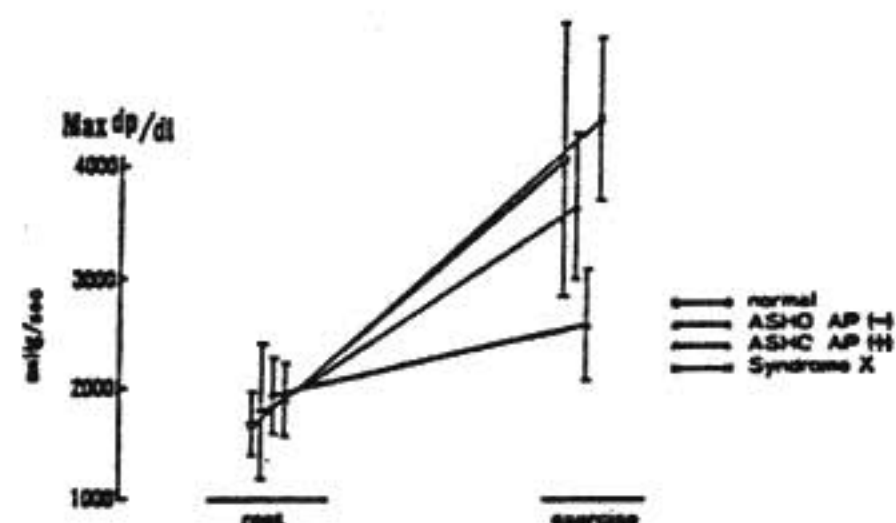
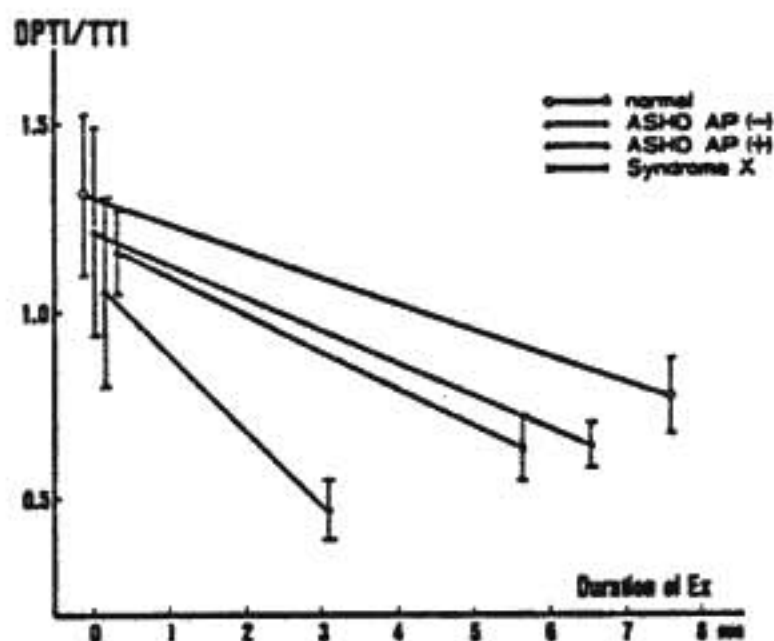
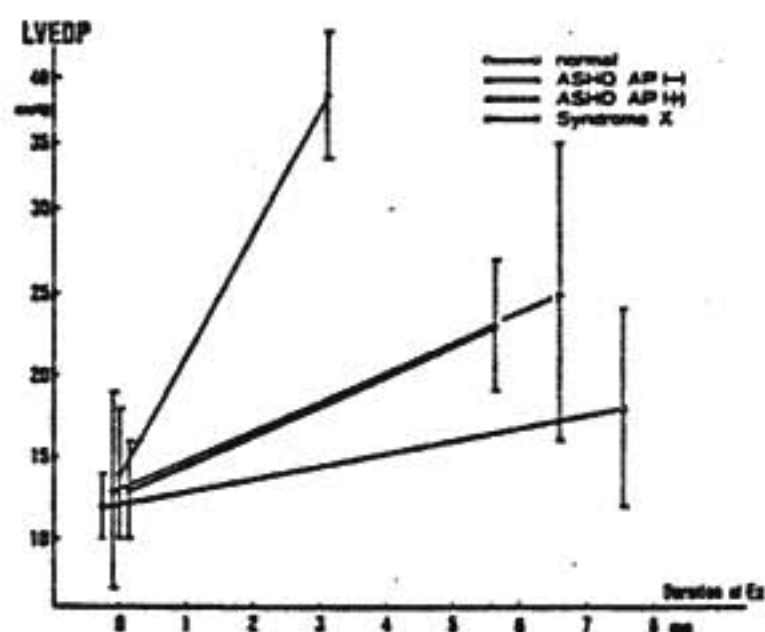
## II 結 果

ASHD 30例中, 狭心症発作が誘発されたのは20症例であり (ASHD(2)), ST は軽度低下したが狭心症発作の症状を伴わなかったものが10症例 (ASHD(1)) である。運動耐容時間は, ASHD(2) 群で平均3分ちょっと, と他の3群に比して著しく短かった。運動負荷中止点での ST 低下は, ASHD(2) 群では,  $V_5$  で平均 2.4 mm, II で 1.5 mm とかなり低下した。Syndrome X 群と, ASHD(1) 群は, 同程度で, II,  $V_5$  とともに平均 1 mm ちょっとであった。なお ST 低下度の判定は, S点より 80 msec の時点で行った (表

1)。脈拍数は運動負荷中止点で, 4群ともに平均100/min 以上に上昇した。脈拍の増加率は Syndrome X 群では ASHD(2) 群より高かったが, 正常群, ASHD(1) 群とは, 同程度であった。大動脈収縮期圧は, 4群ともに平均 170 mmHg 以上に上昇した。上昇率は, Syndrome X 群では ASHD(2) 群より高かったが, 他の2群とは同程度であった。大動脈拡張期圧の上昇率は4群ともに同程度であった。左室拡張終期圧 (LVEDP) は, Syndrome X 群では, 負荷中止時点で平均 23 mmHg へと上昇し, ASHD(1) 群と同程度であり, 正常群よりやや高い傾向を示した。発作が誘発された ASHD(2) 群では, 平均 37 mmHg へと,

表1 Object of the present study (Bicycle exercise tests on 14 patients)

	n =	Duration of Ex (min)	ST depression (ECG, 1 mV = 1cm)	
			II (mm)	$V_5$ (mm)
Normal	7	7.57 ± 0.98	—	—
ASHD(AP induced during Ex)	20	3.13 ± 0.97	1.5 ± 0.7 (n = 16)	2.4 ± 1.1 (n = 20)
ASHD(AP not induced during Ex)	10	6.65 ± 2.40	1.2 ± 0.6 (n = 5)	1.2 ± 0.8 (n = 8)
Syndrome X	7	5.67 ± 1.15	1.1 ± 0.6 (n = 6)	1.2 ± 0.3 (n = 7)





他の3群に比べて著しく上昇した(図1)。左室拡張期を通しての平均圧(mean LV diastolic pressure=diast mp)は、LVEDPと同様の傾向であった。

次にTTI, DPTIの運動負荷による変化を示す。TTIは負荷中止時点で、4群ともに平均4200 mmHg·sec/min以上に上昇し、4群間に差はなかった。DPTIは、狭心症発作が誘発されたASHD(2)群では、平均3177 mmHg·sec/minから負荷後2202 mmHg·sec/minへと著しく減少した。しかし他の3群では、運動負荷前後で有意な変化は認められなかった。DPTI/TTIは、Syndrome X群では、負荷後、平均0.63へと減少し、発作のないASHC(1)群と同じ程度であった。狭心症発作のあるASHD(2)群では、負荷後0.47へと、他の3群に比べて著しく減少した。正常群では、負荷後0.77へと減少したがSyndrome X群、ASHD(1),(2)群より有意に高い値であった(図1)。

左室でのMax dp/dtは、Syndrome X群では、負荷中止時点で平均4514 mmHg/secへと上昇し、その上昇率は正常群と同程度であり、発作のないASHD(1)群より高い値であった。発作が誘発されたASHD(2)群では、負荷中止時点で、平均2614 mmHg/secへと上昇したが、その上昇率は、他の3群に比べて著しく低かった(図1)。左室Peak negative dp/dtはSyndrome X群では負荷終点で、平均4007 mmHg/secへと有意に上昇し、正常群と同程度であり、発作のないASHD(1)群より明らかに高値であった。狭心症発作が誘発されたASHD(2)群では、負荷前後で有意な変化はなく、負荷終点で平均2639 mmHg/secと、他の3群に比べて著しく小さい値であった(図1)。(表2)。

図2上は、Syndrome X(48歳、女性)の運動負荷終点(4.6分)の状態である。大動脈圧は上昇し、心電図でSTが明らかに低下しているが、左室拡張期圧の上昇は軽度であり、LV dp/dtにも異常は認められない。図2下は、発作が誘発されたASHD(2)群の1症例である。負荷1分後の状態であり、V<sub>5</sub>にてSTが低下しはじめており、左室拡張期圧は著しく上昇している。

最後に運動負荷終点での冠動脈造影所見について簡単に述べる。Syndrome X群では、負荷前後ともに、

表2 Physiological characteristics and hemodynamic observations before and during exercise

Group	Heart rate (/min)	Syst press (S/D)(mmHg)	LVEDP(diast m) (mmHg)	TTI (mmHg·sec/min)	DPTI (mmHg·sec/min)	DPTI/TTI	PEP + LVET /R-R	Max dp/dt (mmHg/sec)	Peak negative dp/dt (mmHg/sec)
Normal n = 7	67 ± 9 127 ± 22 ○ ● P ○ ● P ○ ● P ○ ● P	130 ± 21/78 ± 13 190 ± 22/102 ± 17 ○ ● P ○ ● P ○ ● P	12 ± 2 (8 ± 1) 18 ± 6 (12 ± 3) ○ ● P ○ ● P	2108 ± 533 4284 ± 688 ○ ● P ○ ● P	3127 ± 586 3304 ± 617 ○ ● P ○ ● P	1.31 ± 0.21 0.77 ± 0.10*** ○ ● P ○ ● P	0.43 ± 0.05 0.56 ± 0.06 ○ ● P ○ ● P	1757 ± 331 4513 ± 1287 ○ ● P ○ ● P	2386 ± 495 3786 ± 811 ○ ● P ○ ● P
ASHD(1) n = 10	66 ± 14 116 ± 19 ○ ● P ○ ● P	142 ± 17/81 ± 12 184 ± 18/97 ± 10 ○ ● P ○ ● P	13 ± 6 (10 ± 4) 25 ± 9 (16 ± 6) ○ ● P ○ ● P	2674 ± 658 4620 ± 531 ○ ● P ○ ● P	3097 ± 339 2935 ± 267 ○ ● P ○ ● P	1.21 ± 0.28 0.64 ± 0.06 ○ ● P ○ ● P	0.42 ± 0.07 0.58 ± 0.04 ○ ● P ○ ● P	1810 ± 646 3657 ± 653*** ○ ● P ○ ● P	2350 ± 496 3414 ± 477*** ○ ● P ○ ● P
ASHD(2) n = 20	72 ± 14 110 ± 14** ○ ● P ○ ● P	157 ± 20/84 ± 13 174 ± 25**/96 ± 13 ○ ● P ○ ● P	14 ± 4 (10 ± 3) 37 ± 4*(32 ± 6*) ○ ● P ○ ● P	3130 ± 587 4714 ± 695 ○ ● P ○ ● P	3177 ± 526 2202 ± 411* ○ ● P ○ ● P	1.05 ± 0.25 0.47 ± 0.08* ○ ● P ○ ● P	0.46 ± 0.07 0.58 ± 0.06 ○ ● P ○ ● P	1975 ± 326 2614 ± 485* ○ ● P ○ ● P	2706 ± 551 2639 ± 385* ○ ● P ○ ● P
Syndrome X n = 7	69 ± 5 129 ± 13 ○ ● P ○ ● P	144 ± 12/82 ± 8 195 ± 12/105 ± 8 ○ ● P ○ ● P	13 ± 3 (9 ± 2) 23 ± 4 (15 ± 3) ○ ● P ○ ● P	2798 ± 297 4902 ± 433 ○ ● P ○ ● P	3221 ± 198 3053 ± 248 ○ ● P ○ ● P	1.16 ± 0.11 0.63 ± 0.09 ○ ● P ○ ● P	0.44 ± 0.04 0.59 ± 0.05 ○ ● P ○ ● P	1928 ± 320 4514 ± 821 ○ ● P ○ ● P	2750 ± 517 4007 ± 623 ○ ● P ○ ● P

○ Before exercise ● During exercise \* P < 0.001 vs syndrome X group \*\* P < 0.01 vs syndrome X group \*\*\* P < 0.05 vs syndrome X group

Syst press = Systemic pressure, S/D = Systole/Diastole, LVEDP = Left ventricular end-diastolic pressure, diast m = mean LV diastolic pressure, TTI = Tension time index, DPTI = Diastolic pressure time index, PEP = Pre-ejection time period, LVET = Left ventricular ejection time, R-R = R-R interval on ECG



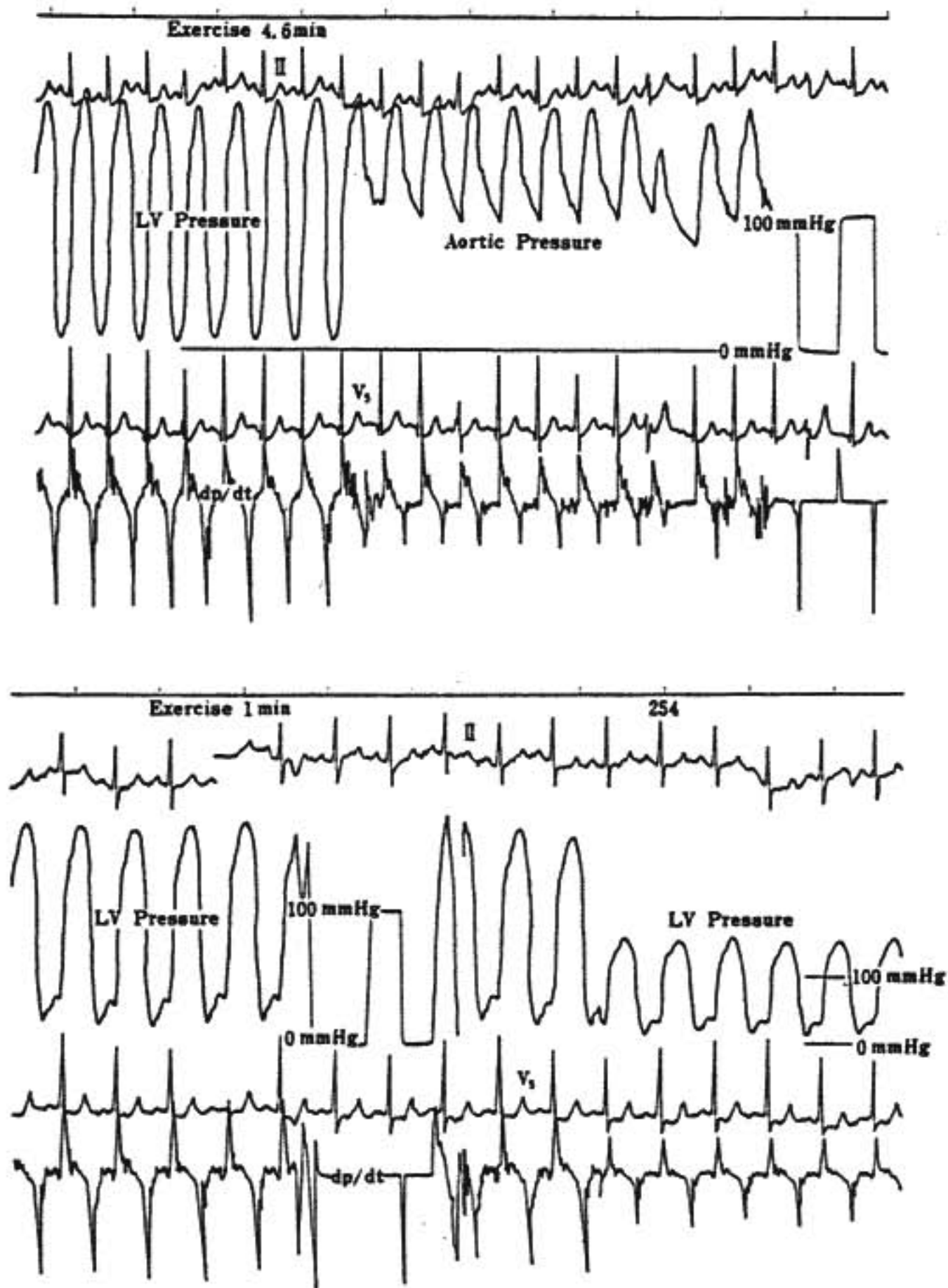


図 2

心筋外を走る太い冠動脈に蛇行が認められる以外に、特別な所見は得られなかった。また運動負荷前後で左右冠動脈の拡張度を測定したが、4群ともに有意な変化はなかった。ASHD(1), (2)群での50%以上の狭窄病変105カ所のうち、運動負荷終点で、spasmにより狭窄度の進行が認められたものは、5人で計5カ所であった。狭窄度の進行は平均16%であり、subtotal又はtotal obstructionにまで進行した症例はなかった。このうち、狭心症発作が誘発された症例は3例で、発作症例の20%弱であった。また、狭心症発作が誘発されたASHD(2)群の中で、運動負荷終点でdelayed

fillingの所見が出現したり、増強したり、またcollateralsが減少したりする所見はなかった。

### III 考 案

ASHD(2)群の結果より、労作性狭心症発作時の血行動態の特徴は、左室拡張期圧の著しい増加、DPTI、DPTI/TTIの著しい減少、左室Max dp/dtの増加率の低下、及び左室Peak negative dp/dtの減少傾向であった。この発作中の左室心筋収縮能の低下、拡張能の低下は、左室拡張期圧上昇の原因の一つと考えられた。また左室拡張期圧の著しい上昇はDPTI低下

の主な原因であり、心内膜下層への血流を障害するのではないかと考えられる<sup>12)</sup>。これに対して、Syndrome X 群では、心電図上 ST は明らかに低下したが、運動負荷終点での左室拡張期圧の上昇は軽度であり、DPTI/TTI は正常群より明らかに低値であったが、ASHD(2) 群より、かなり高い値を保っていた。これは ASHD(1) 群にはほぼ近い結果であったが、ASHD(1) 群では狭窄病変より末梢では圧降下があるであろうゆえ、実質的な DPTI, DPTI/TTI は Syndrome X 群より低い可能性がある。心筋収縮能、拡張能の一指標である左室 Max dp/dt, Peak negative dp/dt は、Syndrome X 群では負荷終点で正常群の上限であり、ASHD(1) 群より有意に高い値であった。このことは、明らかな発作とはいえないが軽度の心筋虚血が生じかけていると推測される ASHD(1) 群よりも Syndrome X 群では心機能が良好に保たれていることを意味し

よう。以上のことから、Syndrome X 群の負荷に対する血行動態諸指標の軽度の悪化は、心筋虚血によるものというよりは、むしろ運動負荷に対する冠循環、心機能の応答性の悪さによるものと思われる。また心電図 ST 低下は心筋細胞レベルでの運動負荷に対する応答性の悪さ（心基部—心尖部、心筋内層—外層での応答の不均一）によるものと考えられる。

## 文 献

- 1) 長崎文彦, 中西成元, 山口 洋: 狭心症発作時の特徴についての臨床的検討. 脈管学 22: 219, 1982.
- 2) Kjekshus J. K.: Mechanism for flow distribution in normal and ischemic myocardium during increased ventricular preload in the dog. Circulation Res. 33: 489, 1973.

## 断層心エコー図法による負荷心電図 false positive

### 例の運動負荷時の左室壁動態の検討

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

高 橋 啓 美\*・板 家 守 夫\*  
古 賀 義 則\*・戸 嶋 裕 徳\*

## はじめに

運動負荷により心電図の ST 低下や胸痛が出現するにもかかわらず有意な冠動脈狭窄が認められないいわゆる chest pain syndrome や syndrome X の胸痛や心電図 ST 低下の成因についてはまだ明らかにされていない。著者らは運動負荷断層心エコー図法より負荷による心筋の虚血を exercise induced asynergy として観察することができることを明らかにしてきた<sup>12)</sup>。そこで今回は本法を用いてこれらの心電図偽陽性例の運動負荷時の左室 asynergy の有無を観察し Syndrome X の機序について若干の検討を加えた。

## I 対象と方法

対象は臨床診断が労作性狭心症の12例、安静時狭心症の8例、胸痛症候群の8例である(表1)。なおジギタリス使用例、弁膜症や強い左室肥大例、安静時の心電図に異常が認められた例は今回の検討から除外した。運動負荷は臥位自転車 ergometer を用い、20 watt より始まる symptom limited の亜最大多段階負荷法である。運動中に1分ごとに血圧・心電図とともに断層心エコー図法を用いて左室長軸・短軸断面を撮影し、心基部から心尖部までの左室壁運動を観察した。左室壁は前壁・中隔・後壁・側壁に分割し、更に心室中隔を前方・後方中隔に区別して前方中隔は前壁

\* 久留米大学医学部 第三内科



表1 Subjects

	N. of cases	Age	Sex	Max. HR
Angina of effort	12	51 ± 5	M 10 F 2	98 ± 15
Spontaneous angina	8	51 ± 10	M 7 F 1	120 ± 16
Chest pain syndrome	8	48 ± 10	M 6 F 2	128 ± 20

部に、後方中隔は後壁部に含めて検討した。壁運動の観察は定性的に行い、normal, moderately reduced, severely reduced, none dyskinetic に分類し、安静時正常な壁運動が severely reduced に低下した場合を asynergy (+) とした。心電図の ST 低下は R から 0.08 秒にて計測し、0.1 mmV の低下を有意とした。冠動脈病変は AHA の基準に基づいて分類した。

## II 結果及び考察

冠動脈病変の程度と exercise induced asynergy の有無を比較したのが表2である。なお、各冠動脈の

表2 Severity of coronary lesions and exercise induced asynergy in patients with angina pectoris and chest pain syndrome

Coronary lesions	N. of vessels	Asynergy(+)		Asynergy (-)
		Perfused area	Other area	
~25%	48	0	10	38
50, 75%	17	4	4	9
90~%	19	13	5	1

支配領域は狭窄度が増すにつれ左前下行枝では前壁部の、左回旋枝では側壁部の、右冠動脈では後壁部の asynergy の出現頻度が増加したので、これらの組み合わせをおのおのの冠動脈の支配領域として検討した<sup>2)</sup>。

90%以上の狭窄を有した19本の冠動脈では、13例にその冠動脈の灌流領域に asynergy が出現した。5例では他の部位に asynergy が出現したが、これらの例ではその部位の支配冠動脈に90%以上のより強い狭窄が認められた。asynergy が出現しなかったのは1例のみでこの例は心尖部の観察が充分にできなかったために asynergy を見逃したと思われる症例であった。

25%以下の狭窄を有した48本の冠動脈ではその支配

領域に asynergy が出現した例は1例もみられなかった。

50%又は75%の狭窄を有した冠動脈17本では4例にその灌流領域で asynergy が出現した。この4例中2例は50%狭窄例であったが、この2例は同時に冠動脈 spasm の合併が考えられた例であった。75%狭窄の2例では、1例はやはり冠動脈 spasm の合併が強く認められた例で、他の1例は多枝病変例であった。

以上のように通常、負荷により確実に心筋に虚血をきたしうる狭窄は90%以上の狭窄であり、多枝病変例では75%の狭窄でも虚血を誘発しうることより、一般に有意の狭窄として75%以上を用いるのは一応妥当なものと考えられた。

次に負荷中の ST の低下の有無と冠動脈の狭窄の程度とを比較した(表3)。90%以上の狭窄を有した10

表3 Correlation between coronary lesions and ST changes in patients with angina pectoris and chest pain syndrome

Coronary stenosis	N. of cases	ST depression	
		(+)	(-)
~25%	10	3	7
50, 75%	8	5	3
90~%	10	10	0

例では負荷により全例で ST の低下が見られた。75%の狭窄を有した3例では1例で ST が低下したが、2例は低下しなかった。50%狭窄例では5例中4例で ST が低下し、25%以上の狭窄例10例でも3例で ST が低下した。このように運動負荷心電図法で、ST の低下が見られても必ずしも冠動脈に強い狭窄が認められない場合も少なくなかった。

そこで75%以上の狭窄を有意として運動負荷中の心電図の false positive 例をまとめたのが表4である。冠動脈狭窄は全例50%以下で、全く正常冠動脈であった例も2例含まれていた。

Case 1. は右冠動脈に50%の狭窄があり、運動負荷では II, III, aV<sub>r</sub> 及び胸部誘導で 0.2 mV ST が低下し、後壁部に asynergy が出現した。本例は初期には早期、安静時にのみ見られた狭心痛が次第に労作時にも頻発するようになり、その後ふたたび午前中の運動負荷でしか ST 低下が認められなくなり、coro-



表4 Profiles of patients with false positive ECG

Case	Age	Sex	Stop code	Coronary stenosis			Ex. induced asynergy	ST depression
				LAD	RCA	LCX		
1. Y. N.	56	M	CP	25	50	0	Posterior	II, III, F, V <sub>4-6</sub> (-0.2 H)
2. K. S.	43	F	CP	50	0	50	Anterior	II, III, F, V <sub>4-6</sub> (-0.2 U)
3. T. T.	49	F	THR	0	50	0	—	I, II, III, F, V <sub>4-6</sub> (-0.3 H)
4. M. H.	35	M	LW, SOB	0	0	0	—	II, III, F, V <sub>4-6</sub> (-0.25 H)
5. S. S.	67	M	CP	50	0	50	—	V <sub>4-6</sub> (-0.1 H)
6. C. N.	51	F	CP	0	0	0	—	II, III, F (-0.15 H)
7. A. I.	48	M	CP	25	25	0	—	II, III, F, V <sub>4-6</sub> (-0.15 H)

Abbreviations: CP=Chest pain, THR=Target heart rate, LW=Leg weakness, SOB=Shortness of breath, H=Horizontal ST depression, U=Up-sloping ST depression.

nary spasm の関与が考えられた症例である。このために50%狭窄にもかかわらず虚血をきたし、asynergy や ST 低下をきたしたものと思われた。

**Case 2.** は左冠動脈主幹部に50%の狭窄が見られ、同時に冠動脈が非常に spastic であった症例である。症状も典型的労作性狭心症発作が見られ、運動中に左前壁部に asynergy が出現した。また、本例は運動負荷 <sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラムでも同じく前壁部に defect が証明され、50%の狭窄であるが、左冠動脈主幹部病変でもあり、また spasm の関与も考えられ、このために虚血を生じたものと推測された。

このほかの5例には全例 asynergy の出現は認められず、冠動脈病変は50%狭窄が2例、25%狭窄が1例に見られ、全く正常な例も2例含まれていた。負荷中の心電図では1例が II, III, aV<sub>F</sub>, 1例が V<sub>4-6</sub>, 他の3例では II, III, aV<sub>F</sub> 及び V<sub>4-6</sub> で 0.1 mV 以上の horizontal な ST 低下が見られ、また3例は胸痛で運動を中止した。しかしながら、運動中に左室 asynergy が出現した症例は1例も認められず、むしろ hyperkinetic な動きを示す例が多かった。

以上のように冠動脈病変に対する心電図の false positive 例の一部では左冠動脈主幹部病変や coronary spasm の関与によって実際に心筋虚血を生じている例も存在すると考えられた。しかしこのような特殊な例を除けば、大部分の例では胸痛発作や心電図の ST 変化にもかかわらず運動中の左室壁運動には異常が見られず、有意の冠動脈病変のない、いわゆる chest pain syndrome や syndrome X では左室壁運動に異常をきたすような明らかな心筋虚血は生じていない

ものと考えられた。

chest pain syndrome や syndrome X の胸痛や心電図変化の機序に関してはこれまで、心房 pacing 中の乳酸値の測定<sup>34)</sup>、<sup>201</sup>Tl や <sup>133</sup>Xe を用いた RI 法<sup>35-37)</sup>、あるいは biopsy による組織学的検討がなされているが<sup>38)</sup>、虚血による変化か否かについてもまだ結論は得られていない。今回の断層心エコー図法を用いた検討では明らかな asynergy をきたすような局所的な心筋虚血は生じていないものと考えられた。また負荷中の左室壁運動が、むしろ hyperkinetic であったことは、これらの例では明らかな血行動態異常を伴っていないことを示す所見として注目された。

## 文 献

- 1) Takahashi H., Koga Y., Itaya M., Nagata H., Itaya K., Ohkita Y., Bekki H., Jinnouchi J., Utsu F., Toshima H.: Detection of exercise induced left ventricular asynergy by two-dimensional echocardiography. *J. Cardiol.* 11-4: 1193, 1981.
- 2) Takahashi H., Bekki H., Koga Y., Utsu F., Nagata H., Itaya M., Ohkita Y., Itaya K., Yoshioka H., Toshima H.: Exercise 2-D echocardiography: Correlation between exercise induced asynergy and coronary lesions. *J. Cardiol.* in press.
- 3) Opherk D., Zebe H., Weite E., Mall C., Duerr C., Gravert B., Mehvel H. C., Schwarz F., Kuebler W.: Reduced coronary dilatatory capacity and ultrastructural changes of the myocardium in patients with angina pectoris

- but normal coronary arteriograms. *Circulation* 63 No. 4 : 817, 1981.
- 4) Mammohansingh P., Parker J. O. : Angina pectoris with normal coronary arteriograms ; Hemodynamic and metabolic response to atrial pacing. *Am. Heart J.* 90 No. 5 : 555, 1975.
- 5) Green L. H., COHN P. F., Holman L., Adams D. F., Markis J. E. : Regional myocardial blood flow in patients with chest pain syndrome and normal coronary arteriograms : *Br. Heart J.* 40 : 242, 1978.
- 6) Korhola Q., Valle M., Frick H., Wiljasalo M., Rihimaeki E. : Regional myocardial perfusion abnormalities on xenon-133 imaging in patients with angina pectoris and normal coronary arteries : *Am. J. Cardiol.*
- 7) Meller J., Goldsmith S. J., Rudin A., Pichard A. D., Gorlin R., Teichholz L. E., Herman M. V. : Spectrum of exercise thallium-201 myocardial perfusion imaging in patients with chest pain and normal coronary angiograms : *Am. J. Cardiol.* 43 : 717, 1979.
- 8) Gould K. L., Lipscomb K., Hamilton G. W. : Physiologic basis for assessing critical coronary stenosis : *Am. J. Cardiol.* 33 : 87, 1974.

## 運動負荷タリウム心筋シンチグラムにおける false positive の検討

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

荒木春夫\*・丸岡雄二\*

福山尚哉\*・中垣修\*・中村元臣\*

### はじめに

タリウム-201 心筋シンチグラムは specificity が高く, false positive は非常に少ないことが知られている<sup>1)</sup>. しかし, 冠動脈造影上の有意狭窄の有無とタリウムによる perfusion defect との関連からみると, 種々の状況下で false positive が出現しうることも報告されている. これらには大動脈弁狭窄症<sup>2)</sup>, 僧帽弁逸脱症候群<sup>3)</sup>, myocardial bridging<sup>4)</sup>, 心筋症<sup>5)</sup>, 冠動脈スパズム<sup>6)</sup>等が含まれている. false positive を別の観点からとらえると, 心筋のタリウム摂取にごく軽度の低下のあるものでも有意とすれば, false positive のパーセントは高くなり, 逆に極端にタリウム摂取能低下のあるもののみを有意とすれば false positive は少なくなると考えられる. しかし, 後者の場合は sensitivity の低下は避けられない. そこで, 今回, 我々はタリウムシンチグラムにおける心筋各部位のカウント数の差がどの程度あるものを有意としたら false positive が少なく, しかも sensitivity を高く維持で

きるかという点につき検討を加えたので報告する.

### I 対象および方法

対象は昭和55年5月から昭和56年12月の間に当科に入院し, 虚血性心疾患あるいは心筋症と診断された症例, および, その疑いの持たれた症例で, 総数71例であった. そのうち男性は58名, 女性は13名で, 年齢は17歳から70歳であった. 安静時のシンチグラムはタリウム-201を 2 mCi 静注後, 前面, 左前斜位45°, 60°および左側面像を撮影し, 前面および左前斜位45°については, 島津社製のシンチバック 1200 を用い, Gorisらの方法<sup>7)</sup>により back ground subtraction を施行したのち, isocount display 法による画像を得た (図2). 運動負荷は Treadmill による多段階運動負荷を行い, 胸痛の出現, 心電図上, 有意の ST 低下, 目標心拍数 (年齢による予想最大心拍数の85%以上) の達成を負荷量の指標とし, タリウム-201を 2 mCi 静注後40~60秒間運動を持続した. 運動直後より, 上記安静時と同様の方法で心筋シンチグラムを得, 3~5時

\* 九州大学医学部 循環器内科



間後に再分布像を得た。タリウム心筋シンチグラム施行後、2週間以内に冠動脈造影を施行し、実測50%以上の狭窄を有意として、心筋シンチグラムによる冠動脈病変の診断率につき検討した。

## II 成績

図1に労作性狭心症症例の左前斜位45°方向の運動負荷タリウム心筋シンチグラムを示す。本症例での運動負荷のend-pointは胸痛の出現であるが、図左に示

すように、運動直後では前壁中隔領域に perfusion defect を認める。しかし、4時間後に撮影した再分布像では perfusion defect は消失している。こうした部分的なカウントの減少がある場合、どの程度の減少を有意とすれば冠動脈病変の有無につき良い診断率が得られるか検討するために、コンピューター処理により、心筋各部位のカウント数の定量的表示を得た(図2)。図2は図1の症例につき、左前斜位45°方向における心筋各部位のカウント数を、最高の部位を

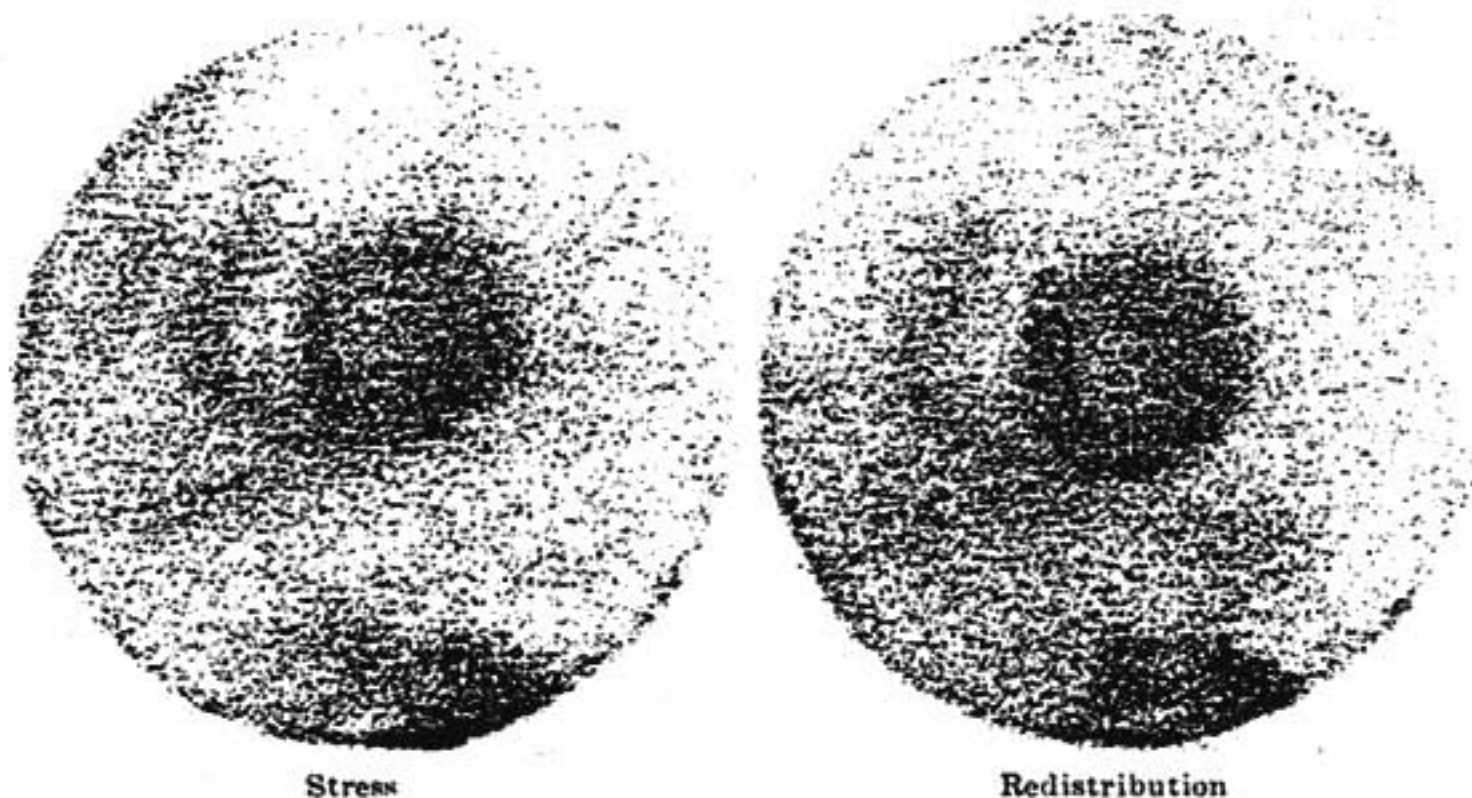


図1

-	?	20	x-	?	30x
	?	30	x-	?	40x
\	?	40	x-	?	50x
/	?	50	x-	?	60x
+	?	60	x-	?	70x
X	?	70	x-	?	80x
X	?	80	x-	?	100x



図2



100としてパーセント表示したものである。前壁中隔領域は運動直後には最高部の60%以下のカウントしかないことがわかり、再分布像においてはカウントの差が10%以内に減少してきている。本症例では冠動脈造影上、左前下行枝 segment 7 が完全閉塞しており、その末梢部は右冠動脈よりのよく発達した副血行路により養われていた。また、左室造影上、安静時には壁運動に異常を認めていない。

タリウム心筋シンチグラム検査後、2週間以内に冠動脈造影を施行した71例について、シンチグラムの冠動脈病変の診断率を検討した。表1は左前斜位45°方

表1 Sensitivity and specificity of <sup>201</sup>Tl-scintigram

Criteria of significant perfusion defect		Sensitivity		Specificity	
<50%	Rest	20/42	48%	18/21	86% (100%)
	Exercise	17/28	61%	15/17	88% (94%)
<60%	Rest	27/42	64%	12/21	57% (86%)
	Exercise	24/28	86%	14/17	82% (92%)
<70%	Rest	35/42	83%	6/21	29% (43%)
	Exercise	26/28	93%	5/17	29% (36%)

Numbers in parentheses are specificity without cases of cardiomyopathy.

向における心筋の特定部位のカウントが最高部に比し、70、60あるいは50%以下に低下した場合を有意とした際のそれぞれの sensitivity, specificity をまとめたものである。判定基準を厳しくして、50%以下のカウント部位を有意の perfusion defect とすると sensitivity は安静時のシンチグラムで48%、運動負荷で61%と低い値が得られる。ところが specificity は高く、安静時で86%、運動負荷で88%という値が得られる。さらに心筋症を除くと、specificity は安静時100%、運動時94%とさらに高くなる。次に、60%以下のカウント低下部位を有意の perfusion defect とした場合、運動負荷で sensitivity が86%と上昇し、specificity も82%と高い値が得られている。17例中3例が false positive となるが、このうち2例は拡張型心筋症で、のこり1例は coronary aneurysm があって急性心筋梗塞を起こした症例であり、3例とも perfusion defect に一致した壁運動異常が認められている。すなわち、この3例は冠動脈狭窄という観点から false

positive となった例である。今度はさらに軽度のカウント数低下 (70%以下) でも有意と考えた場合であるが、sensitivity はもちろん上昇し、運動負荷時には93%という高い値が得られている。しかし、specificity が極端に低下し (運動負荷で29%)、false positive が著増することがわかる。

表2は、安静時のシンチグラムでは異常なく、運動

表2 Exercise induced perfusion defect and coronary lesion

	Perfusion defect	
	60~70%	<60%
With coronary lesion	2	17
Without coronary lesion	2	0

負荷後のみ perfusion defect が認められた例について false positive の検討をしたものである。運動時のみに60%以下のカウント数の減少をみた例が17例あったが、そのすべてに有意の冠動脈狭窄を認めている。すなわち、false positive はゼロであった。運動時、60%以下のカウント数低下は認めないが、70%以下のカウント数低下をきたしたものが4例あった。そのうち2例では有意の冠動脈狭窄を認めなかったが、これらはいずれも肥大型心筋症であった。

### III 考案および結語

ブレーションフィルムのみによる心筋シンチグラムの読影に際しては、判定に迷う例も多く、診断率を上げるにはかなりの熟練を要すると考えられる。そこで、シンチグラムの客観的評価の目的で種々の画像処理が試みられている。今回、我々は一般に広く行われている方法で background を差し引き、心筋各部位のカウント数をパーセント表示したものをを用いてタリウム心筋シンチグラムの冠動脈病変の診断率につき検討を加えた。最高のカウント部位に比し60%以下のカウント部位を有意の perfusion defect とした場合、高い sensitivity, specificity が得られることがわかった。この場合の false positive 例は冠動脈狭窄はないが、心筋障害の存在が明らかな例ばかりであり、当方法による心筋障害の有無の診断は極めて specificity が高いと考えられる。

肥大型心筋症の例で運動時に心筋各部位のカウント数に差の例が2例あったが、いずれも70%以下の変化にとどまり、運動により60%以下にカウント数が低下するものはすべて冠動脈病変が存在した。しかし、肥大型心筋症については例数も少なく、今後の検討が必要と考えられる。

### 文 献

1) Berman D. S., et al. : Clinical Nuclear Cardiology, Berman D. S. & Mason D. T. ed.

Grune & Stratton, New York, p49, 1981.  
 2) Bailey I. K., et al. : Am. J. Cardiol. 40 : 889, 1977.  
 3) Massie B., et al. : Circulation 57 : 19, 1978.  
 4) Ahmad M., et al. : Am. J. Cardiol. 45 : 482, 1980.  
 5) Bulkley B. H., et al. : N. Engl. J. Med. 293 : 1113, 1975.  
 6) Waters D. D., et al. : Circulation 59 : 580, 1979.  
 7) Goris M. L., et al. : J. Nucl. Med. 17 : 744, 1976.

## 運動負荷にて false positive 心電図変化を呈した患者の 心エコー，心筋シンチおよび冠動脈造影所見について

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

尾崎 正治\* . 池 園 徹\*

山 岸 隆\* . 清 水 達 朗\*

森 谷 浩四郎\* . 吉 野 文 雄\* . 小 川 宏\*

松 田 泰 雄\* . 久 萬 田 俊 明\* . 楠 川 禮 造\*

### はじめに

False positive についての明確な定義はないが、一般的には冠動脈に有意な器質的狭窄がなく、運動負荷にて虚血性変化を示す心電図について言われている。しかしながら、心筋虚血は冠動脈硬化性狭窄のない例でも生じうる。その代表的なものに coronary spasm<sup>1)</sup>がある。そのほかに、微小冠循環の異常、Hb-O<sub>2</sub> 解離の異常、心筋代謝異常等が考えられている<sup>2)</sup>。冠動脈硬化性狭窄が有意でなく、運動負荷心電図に明らかな虚血性変化 (ST 低下) を示した5例について、安静時および運動中の冠動脈造影 (CAG)、左室造影 (LVG)、心エコー、心筋シンチを行いその原因について検討を行った。

### I 対象と方法

表1に示す5例について、安静時および運動中 (臥位 Ergometer 法) に心エコー、心筋シンチ、心電図を同時に記録した。また別の日に安静時および運動中の CAG, LVG および心電図を同時に記録した。1'は1と同一者で1より約8カ月後に再検した時のものである。

### II 結 果

症例1 (65歳男) は安静時および労作時に胸痛発作を有し、亜硝酸剤にて軽快する患者である。図1のごとく、Ergometer 負荷 (50W 7分) にて V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub> で ST 低下を生じ、心電図変化は positive である。しかしこの時には胸痛はなく、同時に行った運動負荷時の心筋シンチ (下段)、心エコー (上段) には異常が



表1 有意な冠動脈硬化性病変を有しない5例における運動負荷試験

At stress

Case	ECG change	Tl scinti.	UCG abnormality	chest pain
1	Positive	Negative	N	N
1'	P	P	—	P
2	P	false P	N	P
3	P	N	—	N
4	P	N	—	P
5	P	—	P	P

At stress (or at rest)

Abnormal CAG and/or LVG	ECG change	Chest pain
N (N)	N	N
P (N)	P	N
N (N)	N	P
N (N)	P	N
N (N)	P	P
— (N)	—	—

Case No.	Name	Age	Sex
1 and 1'	T. N.	65	M
2	T. C.	49	F
3	M. A.	64	F
4	E. H.	47	F
5	C. S.	46	F

( ) 内は安静時の所見である。

みられず、また後日行った安静時および運動時の冠動脈造影 (CAG), 左室造影 (LVG) にも異常がみられず、本例は false positive ECG change と判定した。しかし、その後も安静時および労作時に胸痛発作が出現するため再検を行った。夜間安静時における自然発作時の心筋シンチ (図2の右) により前下行枝領域の虚血が証明された。また繰り返し行った運動負荷心筋シンチにより、自然発作時と同領域の虚血を証明し得た (図2の中)。

初回の心カテより約8カ月後に心カテの再検を行った (Case 1')。図3は再検時の運動中の LVG で前壁 (Segment 2, 3) に著しい hypokinesis が生じている。この時胸痛は生じていないが心電図 (V<sub>3</sub>) には ST の低下が認められた。この時の CAG は時間的な遅れのために spasm の直接証明はできなかった。

症例2は49歳女性で、運動負荷にて V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub> で ST

低下がみられ、喉に痛みを訴える (再現性有り)。この痛みに対して亜硝酸剤は無効である。運動中の心エコー, CAG, LVG には異常がなく、心筋シンチでは安静時と同様に左側面像にて前壁にタリウム集積の低下がみられた。この心筋シンチの結果は、患者が肥満し乳房が発達しているため、この軟部組織によるガンマー線の吸収による false-positive とした (肥満の健康女性の側面心筋シンチ像でしばしば見られる所見である)。

症例3は64歳女性で安静時および運動負荷時の CAG, LVG および心筋シンチは異常がなく、胸痛も伴わなかったが、V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub> で有意な ST 低下を示した。

症例4は47歳女性で図4のごとく、安静時および運動時の心筋シンチでは異常はないが、運動負荷時の心電図変化は陽性で胸痛も出現した。安静時の CAG, LVG には異常がなく、運動時には心電図変化は陽性で、しかも胸痛も出現したがその時の CAG, LVG には異常が認められなかった。

症例5は46歳女性で運動負荷により著明な ST 低下 (V<sub>3</sub> で 0.3 mV) を有し、胸痛を伴う患者の 50W-Ergometer 負荷中の経時的な心エコー所見である (図5)。負荷60秒より junctional に ST 低下が始まり、2分で胸痛が出現し、胸痛出現とともに心室中隔の振幅が軽度ではあるが減少し始めた。心電図変化に比し心エコー法による心室中隔壁運動の減少が軽度であるのはビームが虚血中心部よりはずれているためと考えられる。運動中止後、心室中隔の振幅は直ちに改善するも、心電図変化は5分後まで残っている。本例は運動時の CAG も LVG も行っていないが、安静時のそれには異常がみられなかった。

## ま と め

安静時の冠動脈造影, 左室造影にて異常がみられず、運動負荷にて有意な ST 低下を示す5例について、運動時の心筋シンチ, 心エコー, CAG, LVG の所見について述べた。

症例1のごとく、1回の検査では false positive と診断されたものも、繰り返し検査を行うことにより心筋虚血を証明できた例、症例5のごとく運動時の壁運動異常が心エコーで証明され、この2例の運動時の ST 低下は心筋虚血が原因であろう。これは真の false

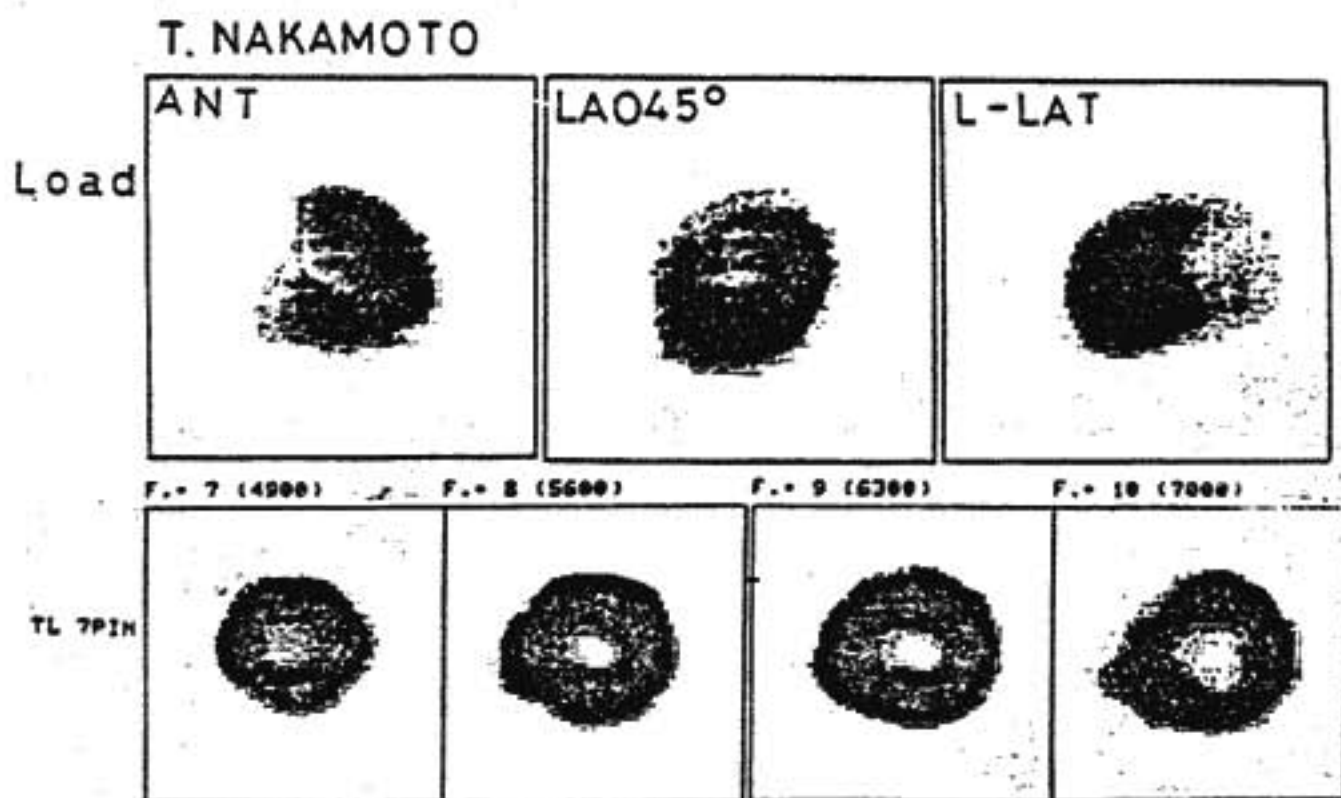
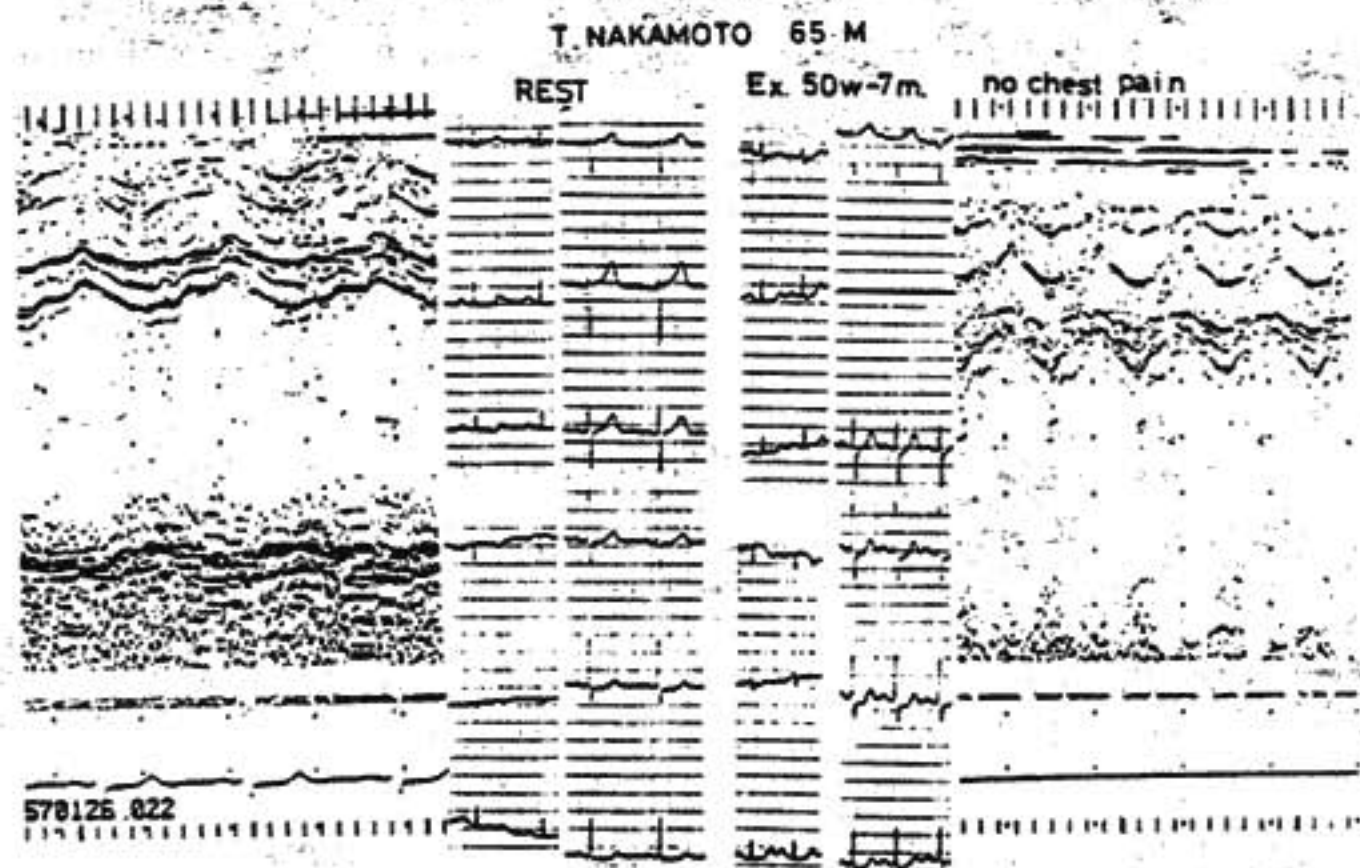


図1 症例1の心エコーおよび運動負荷心筋シンチ

positiveではない。しかしながら症例1においては、ある時には運動負荷時にST低下するも胸痛はなく、心エコー、心筋シンチ、LVG、CAGで異常を示さず、この場合のST低下のメカニズムについては不明である。虚血に対する感受性が心電図が他の検査に比し鋭敏なのか、虚血以外の原因でSTが低下したのか興味あるところであるが、ST低下の程度には差がみられなかった。

症例2, 3, 4では心筋シンチ、心エコー、CAG、LVGにて異常がみられず、この運動時のST低下の

メカニズムは不明である。この3症例はいずれも女性である。このように冠動脈に異常がみられず、心電図変化が陽性を示す例は、多くの報告にみられるようにほとんど女性である<sup>24)</sup>。運動時におけるこのようなfalse positive例に対して、その原因究明に種々の薬剤に対する効果(亜硝酸剤、Ca拮抗剤、 $\beta$ -blocker、自律神経刺激剤等)をみるのも一つの方法と考える。

今後心電図のST低下のメカニズムの解明、心筋虚血の評価法の進歩により、このfalse positiveの定義はしだいに狭義となり、ついには無くなるであろう。



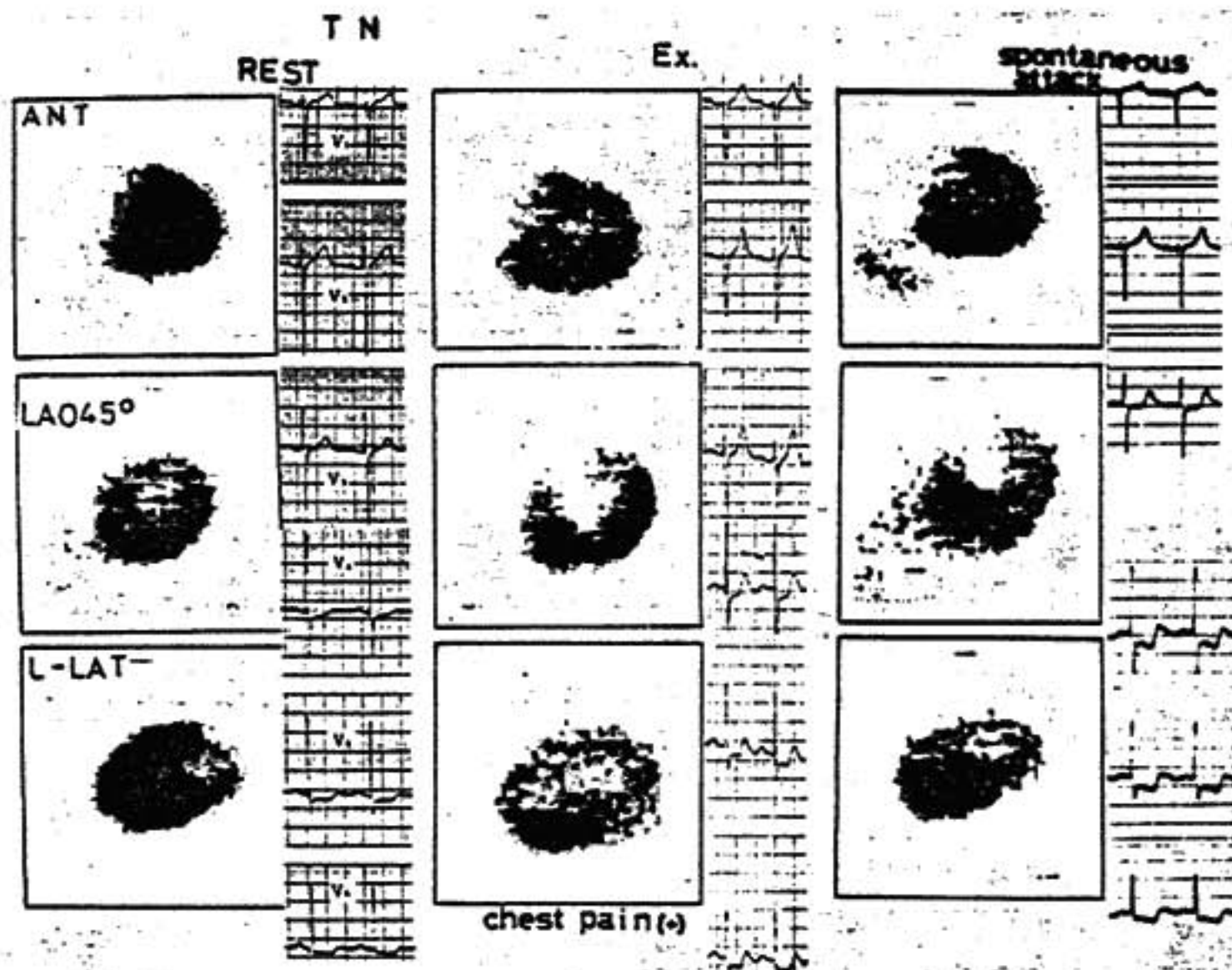


図2 症例1の安静時, 運動時, 自然発作時の心筋シンチ

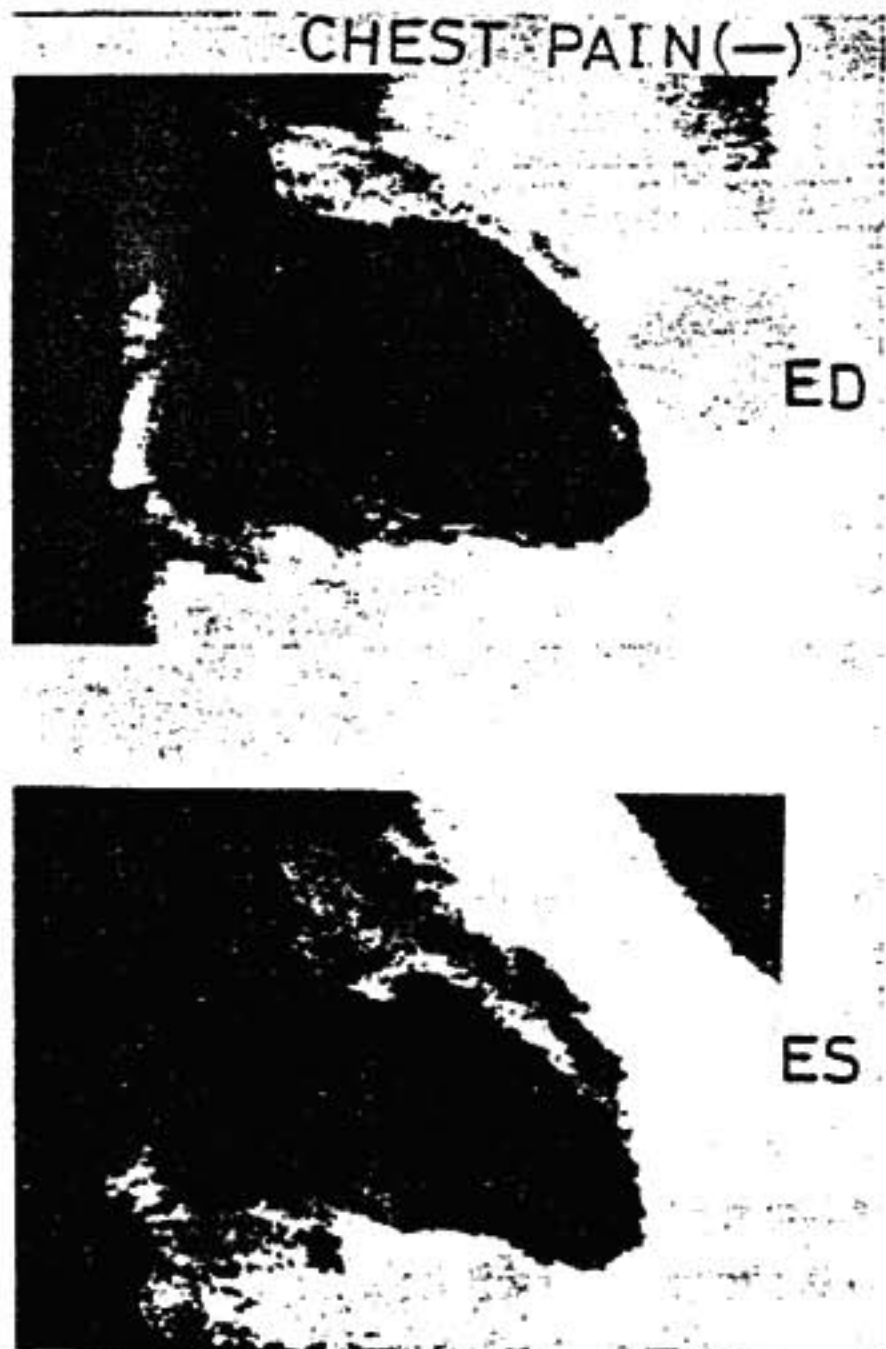


図3 症例1の運動中のLVG

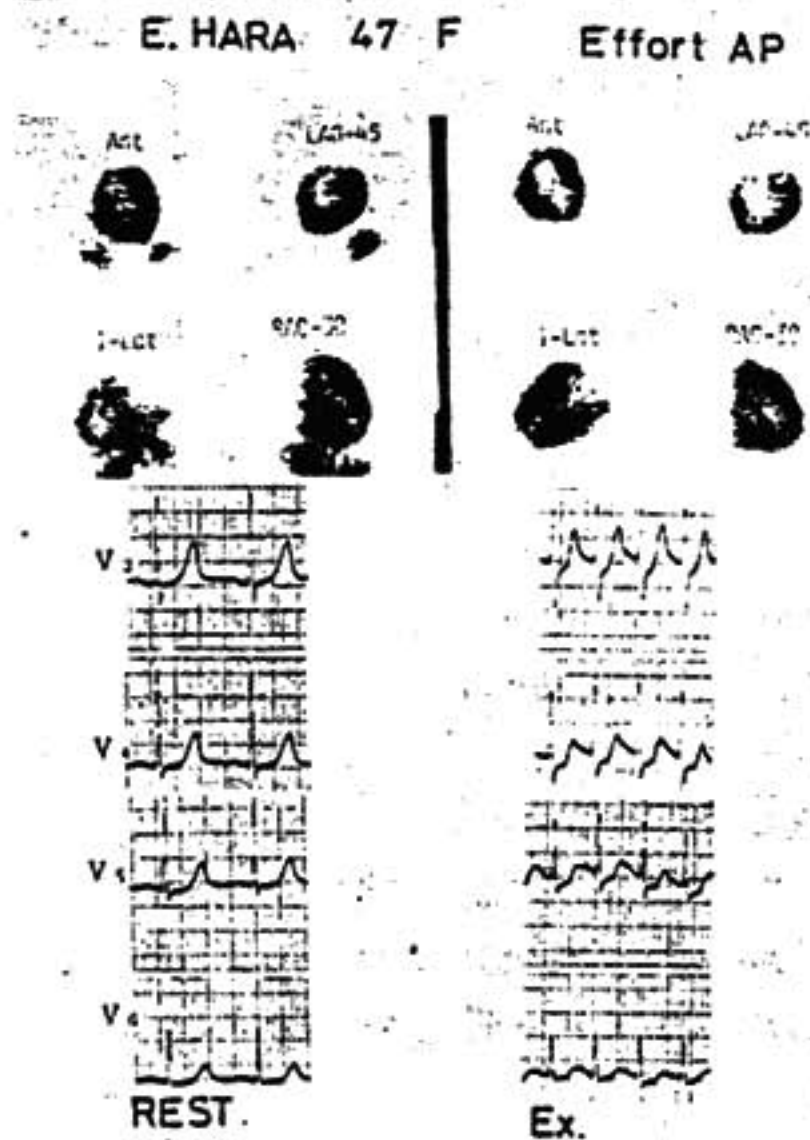


図4 症例4の安静時および運動時の心筋シンチ

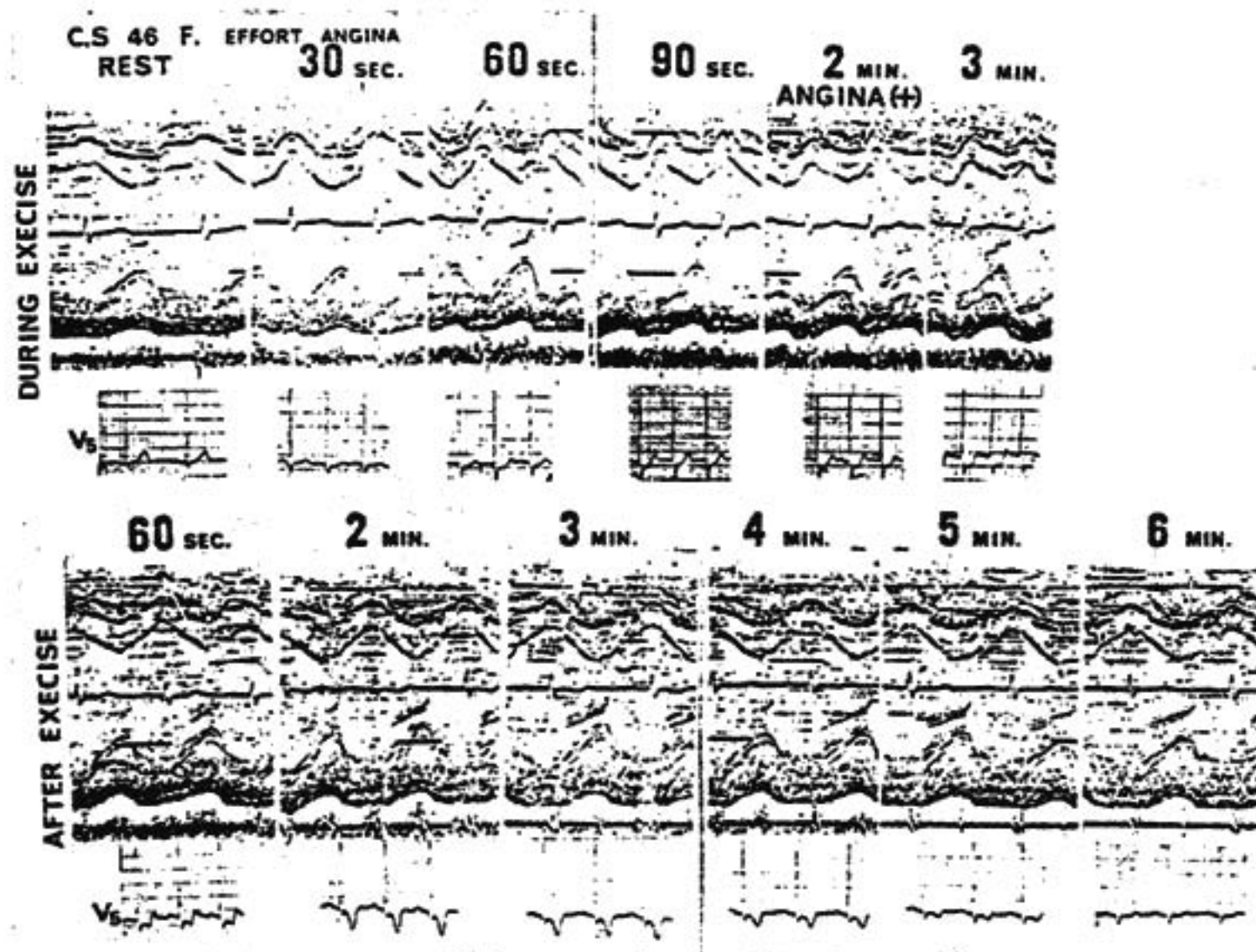


図5 症例5の運動時の心エコーの経時的変化

## 文 献

- 1) Yasue H., et al. : Exertional angina pectoris caused by coronary artery spasm : Effects of various drugs. *Am. J. Cardiol.* 43 : 647, 1979.
- 2) William A. Neill, et al. : Clinically suspect ischemic heart disease not corroborated by demonstrable coronary artery disease. physiologic investigations and clinical course. *Am. J. Cardiol.* 29 : 171, 1972.
- 3) Robert S. Eliot and Gerald Bratt : The paradox of myocardial ischemia and necrosis in young women with normal coronary arteriograms. Relation to abnormal hemoglobin-oxygen dissociation. *Am. J. Cardiol.* 23 : 633, 1969.
- 4) 戸山靖一 : Syndrome X. *日本臨床* 35 : 316, 1977.



## タリウム 201 心筋シンチグラフィにみられる各種陰影欠損例

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

神原啓文\*・門田和紀\*・吉田章\*  
田巻俊一\*・鈴木幸園\*・河合忠一\*

## はじめに

虚血性心疾患の診断に運動負荷心電図が繁用されるが, 1976年以来<sup>1)</sup>わが国においても, <sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィが新たな診断手段として外来診断法に加えられた。その診断率は80~84%<sup>2)</sup>であるが, その特異性は85~97%と高い。本項においては, 冠動脈疾患以外の原因による <sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィの陰影欠損例について述べる。

## I 症 例

## (症例1)

33歳男性, atypical な胸痛が労作と無関係に数年来ある。安静時および運動負荷心電図に特に異常を認めず, 冠動脈造影も正常で, エルゴノビン負荷テストは陰性であった。運動負荷心筋シンチグラフィで小さな心尖部陰影欠損がみられた(図1)。

## (症例2)

45歳男性, 異常心電図のため精査したが, 心エコーにて心室中隔肥大とASHが認められた。心臓カテテル検査で左室流出路の圧較差はなく, Brockenbrough現象は陰性, 冠動脈には狭窄を認めなかった。心筋シンチグラフィでは心尖部における陰影欠損が明瞭で(図2上段), <sup>99m</sup>Tc心プール像の subtractionにより心筋壁厚像がより明瞭になるとともに, 心尖部の陰影欠損像も容易に判定可能となった(図2下段)。

## (症例3)

44歳男性, リウマチ性弁膜症で, 大動脈弁閉鎖不全症および軽度の僧帽弁狭窄症を有した。労作時に狭心痛を訴え, 運動負荷心電図で軽度の虚血性ST低下を生じた。心筋シンチグラフィでは左室の拡大と心尖部のタリウム摂取低下を認めた(図3)。

## (症例4)

53歳女性, 入院2週間前に軽度の左片麻痺が出現,

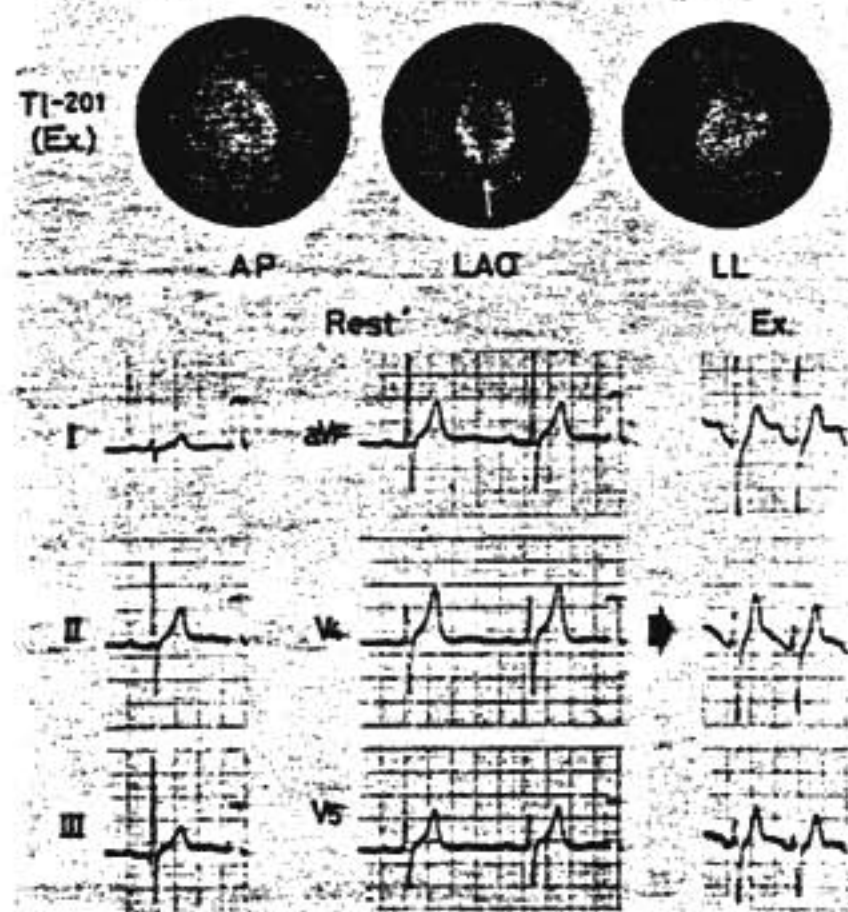


図1 症例1

運動負荷シンチグラム(上段)に小さな陰影欠損(矢印)を認める。運動負荷心電図は異常を示さなかった。

翌日には微熱と白血球増加を認めた。上室性期外収縮が頻発, 一過性の失神発作があった。GOT, CPKの上昇があり, 漸次正常化し, 心筋シンチグラフィでは, 多方向で心尖部欠損がみられた(図4)。臨床診断は急性心筋炎であった。

## (症例5)

65歳女性, ブドウ膜炎の既往があり, 右眼球摘出を16年前に受けた。胸部レ線にて間質性の線維化像と肺門部リンパ腺腫大を認め, 肺生検にて肺サルコイドーシスの診断を受けた。心電図は心房細動・心室性期外収縮およびV<sub>1-3</sub>のR波減高を示した。RIアンギオグラムおよび心プール像にて心尖部の無収縮がみられ, 心筋シンチグラムも心尖部の陰影欠損を示した(図5)。

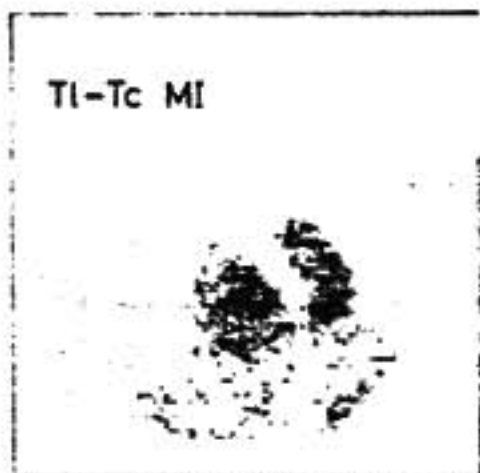
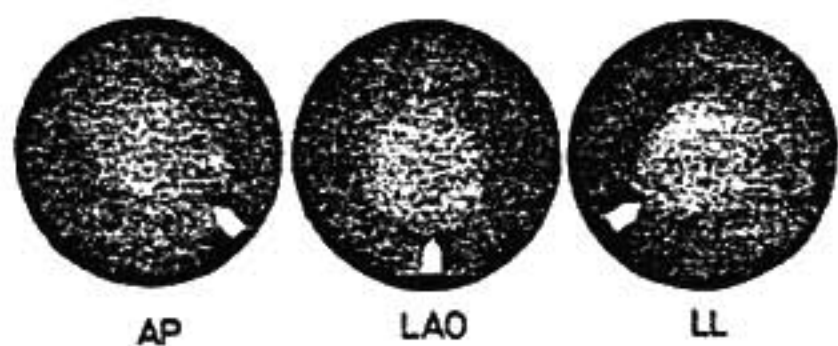


図2 症例2

心筋シンチグラフィ（上段）において、心内腔は判然とせず、心尖部には陰影欠損（矢印）が認められる。左前斜位（LAO）における心プール subtraction イメージ（下段）で、心筋の形態と心尖部欠損が明瞭である。

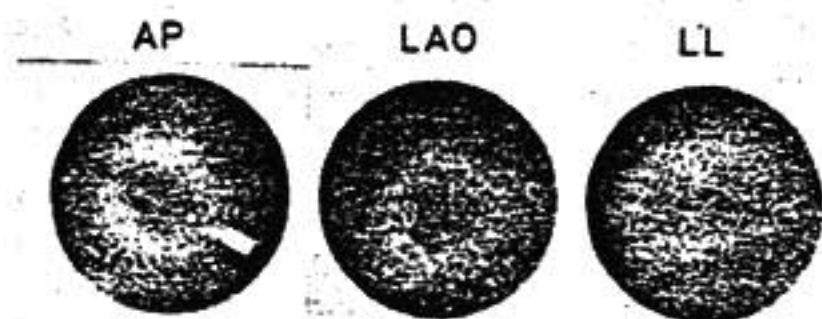
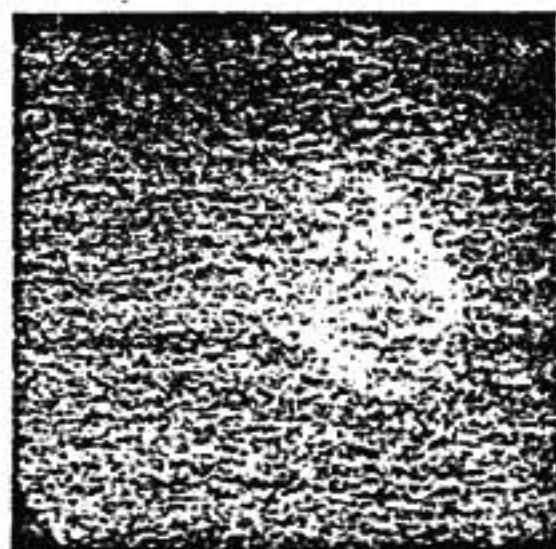


図3 症例3

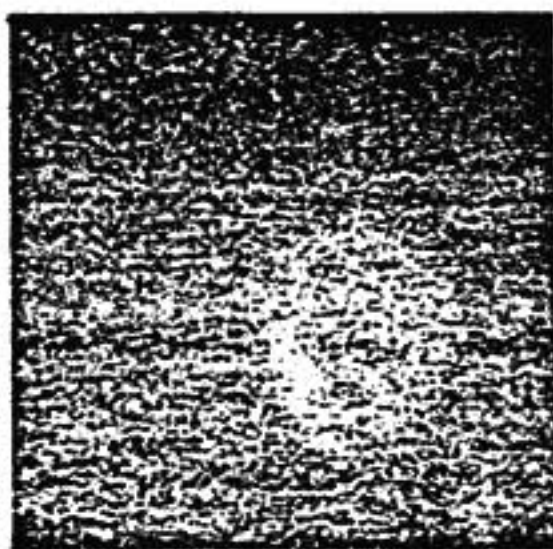
心筋シンチグラフィにて、左室の拡大と、前後像（AP）で心尖部のタリウム摂取の低下（矢印）がみられる。

## II 考 察

症例1は  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィの数少ない偽陽性の1例である。32例の正常冠動脈例で、心筋症および心筋炎の4例を除くと、1例のみが心筋シンチグラフィ陽性であった<sup>2)</sup>。小血管病変、subclinicalな病変、冠動脈造影法の誤判定の可能性も考えられるが、本例では心電図上は何ら異常を認めていない。冠動脈



ANT



LAO 30



LAO 45



LAO 60



L-LAT

図4 症例4

心筋シンチグラフィは心尖部に不規則型の陰影欠損を生じ、多方向の像で確認される。



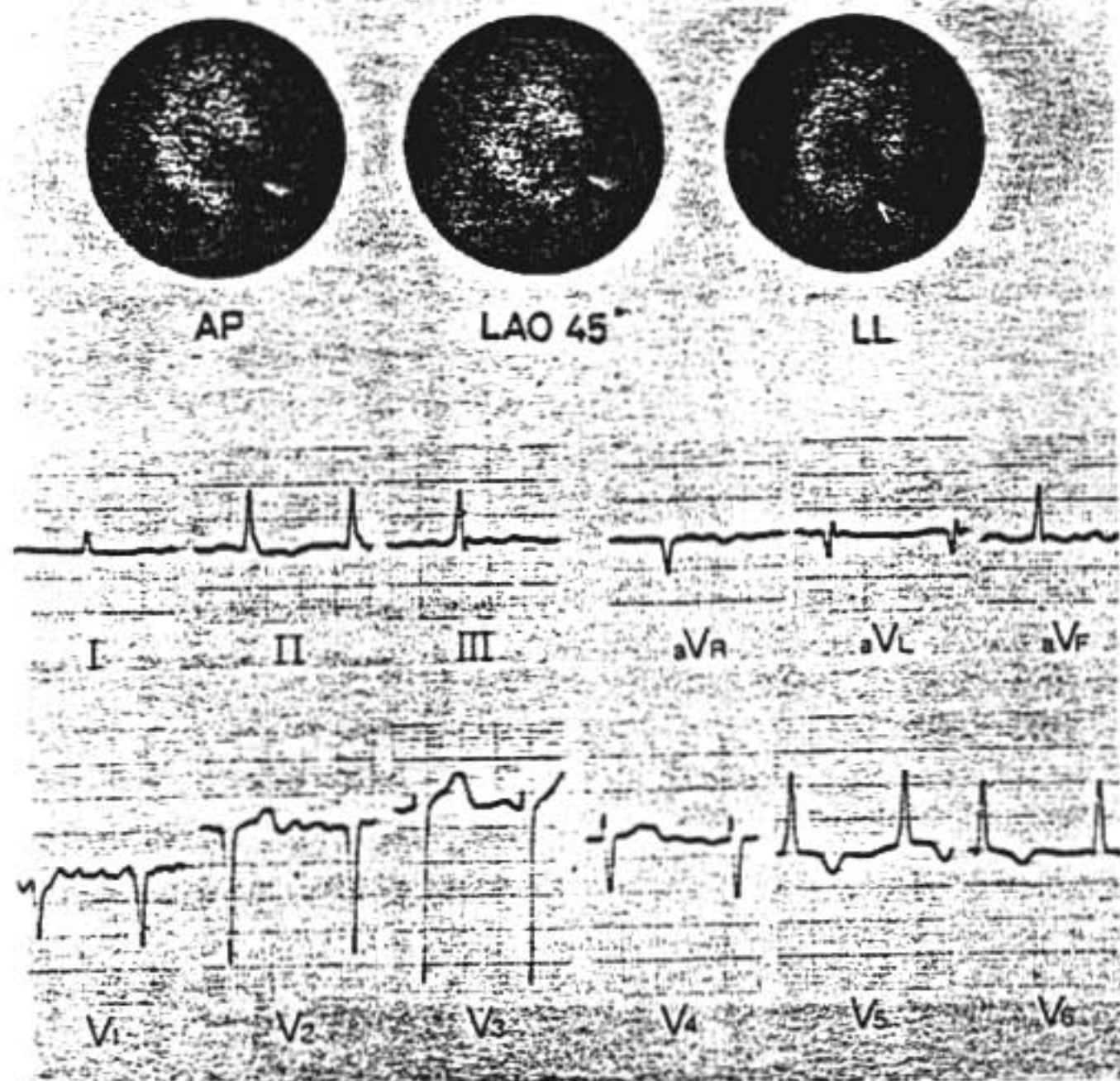


図5 症例5

心電図は心房細動で、 $V_{1-3}$ にQSパターンをみる。心筋シンチグラム(上段)では、心尖部(矢印)の陰影欠損が明瞭である。

スパズムの可能性もあるが、エルゴノビン試験は陰性で、他の心疾患も認められなかった。単なる $^{201}\text{Tl}$ 心筋摂取のばらつきについても考慮する必要がある。

症例2は、肥大型心筋症の1例で、われわれが行った以前の検討では<sup>4)</sup>、15例中10例で心尖部の陰影欠損を認めた。心尖部陰影欠損の理由として、左室拡張終期圧の上昇、中隔枝のsqueezingあるいはmyocardial bridgingの問題があると考えられるが、やはり解剖学的に心尖部で心筋が薄く、これは図2下段のようなsubtraction法、あるいはemission CTを用いた心筋断層像により、より適確に判断することができる。

大動脈狭窄症の心筋シンチグラムに陰影欠損を生ずることがある事実はよく知られているが、症例3のような心拡大を伴う症例では、心尖部の小欠損をみることがある。心アミロイドーシスでも同様の所見を認めたが、この場合も代謝障害の問題はあるが、むしろ心

拡大による非特異的な所見で、心尖部壁厚および心尖部収縮の減少が主な要因と考えられた。

症例4、5のような心筋炎あるいはspace occupying lesionがあれば、シンチグラム上に陰影欠損を生じ診断上有用であるが、一般臨床データと合わせて冠動脈疾患との鑑別が必要である。

## ま と め

冠動脈疾患との鑑別において、心筋シンチグラフィ―は特異性が高く、有用である。しかし各種心疾患で陰影欠損を生ずる場合があり、基礎疾患に十分配慮しながら診断する必要がある。いくつかの鑑別診断上注意すべき代表症例を呈示して解説した。

## 文 献

- 1) 米倉義晴, 石井 靖, 鳥塚莞爾, 神原啓文, 他: Myocardial scintigraphy with  $^{201}\text{Tl}$ .

Jpn. Circ. J. 40 : 501, 1976.

- 2) Kambara H., Ishii Y. : Thallium-201 myocardial scintigraphy : quantification and its image processing. Jpn. Circ. J. 45 : 120, 1981.
- 3) Kambara H., Kawashita K., Yoshida A., et al. : Identification of patients with coronary artery disease using a scoring system of coronary risk factors, electrocardiography and myocardial perfusion imaging. Jpn. Circ. J. 46 : 235, 1982.
- 4) Kambara H., et al. : Thallium-201 myocardial scintigraphy in patients with hypertrophic cardiomyopathy. VII World Congress of Cardiology, Tokyo, 1978.

### 質疑応答

○金沢(座長) : ありがとうございます。

どなたかご発言ございませんか。心筋シンチをおやりになっていらっしゃる先生方…。

○福山(九大) : ちょっと教えていただきたいのですが、specificity が非常に高い点は、私どもも同じような結果を持っているのですが、先生の場合は、今までたくさん問題になってきました ST が下がって、coronary が intact である場合にシンチをなさって、異常がなければ、一応異常がないというふうにご判断なさっているということによろしくございますか。

○神原 : 今申しました心筋症や弁膜症などの疾患をエコーなどでルールアウトできれば、95%以上で冠動脈には異常がないと言えます。しかし、エコーなどの情報がなく、ただシンチだけ見せられますと、specificity は85%から90%の間ぐらいになってしまいます。可視冠動脈以下の問題については今後の検討が必要です。

○福山 : それから、先生のところの Syndrome X に関するデータでは、perfusion defect が出るという経験をなさっているわけですか。

○神原 : Syndrome X で defect が出た症例はないのです。Syndrome X で ST はかなり下がりますけれども、そういう例ではシンチは equivocal ぐらいになる例はございますが、少なくとも positive な症例はなかったわけです。

○福山 : ありがとうございます。

○金沢 : ほかにございますか。

○渡辺(山形大) : 皆さんシンチの陽性という診断基準で initial defect といいますが、負荷直後の defect をかなり問題になさっているわけですが、狭心症の場合におきまして、delayed image における redistribution の有無というものをどの程度評価にお使いになっているか確認したいと思います。前の演題の方も、シンチの initial defect だけで false positive というお話もあったので、ちょっと伺いたいと思います。

○神原 : 虚血と scar tissue の差別という意味で delayed imaging が行われていますが、delayed image を撮りますと3~4時間待たないといけません。そこで、私たちは日循総会でも発表させていただいた分注法を利用しております。すなわち運動負荷中に1回目の静注を行い、撮像後、安静時に再度  $^{201}\text{Tl}$  を静注して、delayed image を1時間後ぐらいに撮っております。それによっていわゆる transient ischemia を評価できるのではないかと考えております。

○渡辺 : 私も redistribution のない、wash out がひどくなるような症例では、本当の意味の虚血ではなく、fibrosis ではないかということを考えていますが、そのへんをもう少し検討しなければならぬだろうと考えております。

○神原 : 同感だと思います。

○尾崎(山口大) : ストレスの直後の defect の場合は必ず delayed image を撮って、delayed で改善されれば虚血という診断をつけていいと思うのです。delayed で全く initial と差がなければ、これはやはり initial が false positive であって、それを虚血とするのは間違いだらうと思います。

○神原 : 大体それでいいと思うのですけれども、ischemia の程度、scar tissue の分布様式あるいは解像能力の問題など難しい点があると思いますが……。

○金沢(座長) : 私、全く素人なんで、ちょっと教えていただきたいのですが、弁膜疾患で、AR でしたか、defect が出ましたね、あれはなぜですか。

○神原 : 私たちは、LV の dilatation のため、apex のあたりで特に壁厚が薄くなっているのじゃないか、それから wall motion がかなり減っているため non-gated image 上では薄く見えるのではないかと考えて



おります。

○金沢：そうしますと、別に弁膜疾患でなくても、たとえば虚血性心疾患で心臓が大きくなってくると、壁が薄くなってくるとなれば、やはり defect が出てくるわけですね。

○神原：はい、dilated cardiomyopathy を含めまし

て、congestive heart failure のような症例は、apex に small defect が生じますので、注意しないといけないと思っております。

○金沢：ありがとうございました。それでは、これから総合討論に入りたいと存じます。

## 運動時酸素消費量測定におけるモーガン社製オキシログの問題点

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

金 木 英 輔<sup>\*1</sup>・杉 本 恒 明<sup>\*1</sup>余 川 茂<sup>\*1</sup>・井 内 和 幸<sup>\*1</sup>浦 岡 忠 夫<sup>\*1</sup>・小野寺 孝 一<sup>\*2</sup>・奥 田 忠 行<sup>\*3</sup>

## はじめに

運動中の酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ ) は心疾患患者の運動耐容能の評価, リハビリテーション時の適切な運動量決定や治療の効果判定の指標として広く用いられている。モーガン社製オキシログは, かかる運動時酸素消費量測定を簡便容易とする目的で開発されたものであるが, 測定に際して幾つかの仮定を前提とするため, その精度が問題となる。我々は運動時酸素消費量を本法とダグラスバッグ法とで同時測定し比較することによりオキシログのもつ問題点を検討した。

## I 対象と方法

対象は健康な男子11人とした。年齢は25歳~60歳, 平均40歳であった。運動負荷はトレッドミルを用い, 多段階方式 Bruce の変法 (各ステージの速度を原法62.5%とした) に従った。負荷は被験者が続行不能を訴えるまで続けた。

ダグラスバッグには運動前立位5分間と運動時各ステージの最後の1分間, 回復期1分, 3分, 5分の各1分間の呼気を採取し, 30分以内に三栄測器の呼気ガスモニタ IH21 にて酸素, 炭酸ガス濃度を分析し,  $\dot{V}O_2$ , 呼吸商 (RQ) を求めた。バッグ中の呼気量は水谷精器 DS-5A-T 型乾式ガスメータを用いて測定した。同時にオキシログを用いて, 運動前立位, 運動時, 回復期の全経過を通して1分ごとに  $\dot{V}O_2$  換気量 ( $\dot{V}E$ ) をチェックした。

## II 結 果

表1は運動負荷時  $\dot{V}O_2$  についてオキシログとダグラスバッグとで得られた値の相関を各例ごとにみたものである。表中に示すように, それぞれの例における

表1 オキシログによる酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ oxylog) とダグラスバッグによる酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ bag) の相関

Case	A	B	r
1	1.06	-1.96	0.97
2	0.96	-2.49	0.98
3	0.74	1.41	0.99
4	0.93	-0.87	0.99
5	1.06	-1.96	0.97
6	0.74	-0.04	0.99
7	0.95	-0.17	0.93
8	0.95	-0.60	1.00
9	0.77	0.98	1.00
10	0.86	-0.86	0.99
11	0.66	-1.47	0.98

相関係数 r

$$Y(\dot{V}O_2\text{oxylog}) = AX(\dot{V}O_2\text{bag}) + B$$

両者の関係を  $Y = AX + B$  の回帰式で表し, A値とB値および相関係数 r を求めた。相関係数は0.93~1.00と極めて良い相関を示した。図1上段は各ステージ別にオキシログとダグラスバッグによる  $\dot{V}O_2$  の平均を比較したものである。負荷の全ステージにおいて, オキシログによる値はダグラスバッグによるよりも低値を示したが, 回復期1分の値ではこの関係は逆転していることが注目された。各ステージにおける  $\dot{V}O_2$  の測定値の解離を個々の例においてみたのが図の中, 下段である。図中段は両者の差を実測値で, 図1下段はそれをダグラスバッグによる値に対する百分率で表した。百分率で示した両者の差は負荷の開始時よりも15分後すなわちステージ5あたりから小さくなる傾向がみられ, 回復期には両者の関係は大きく乱れた。百分率誤差は運動中は  $-20.1\% \pm 13.9(\text{SD})\%$  ないし  $-7.1 \pm 11.5\%$  の間にあり, 回復期には  $+9.26 \pm 19.28\%$  ないし  $-27.1 \pm 23.5\%$  の間にあった。図2は運動量に

\*1 富山医科薬科大学医学部 第二内科 \*\* 同 薬学部 保健体育科 \*\* 同 中央検査部



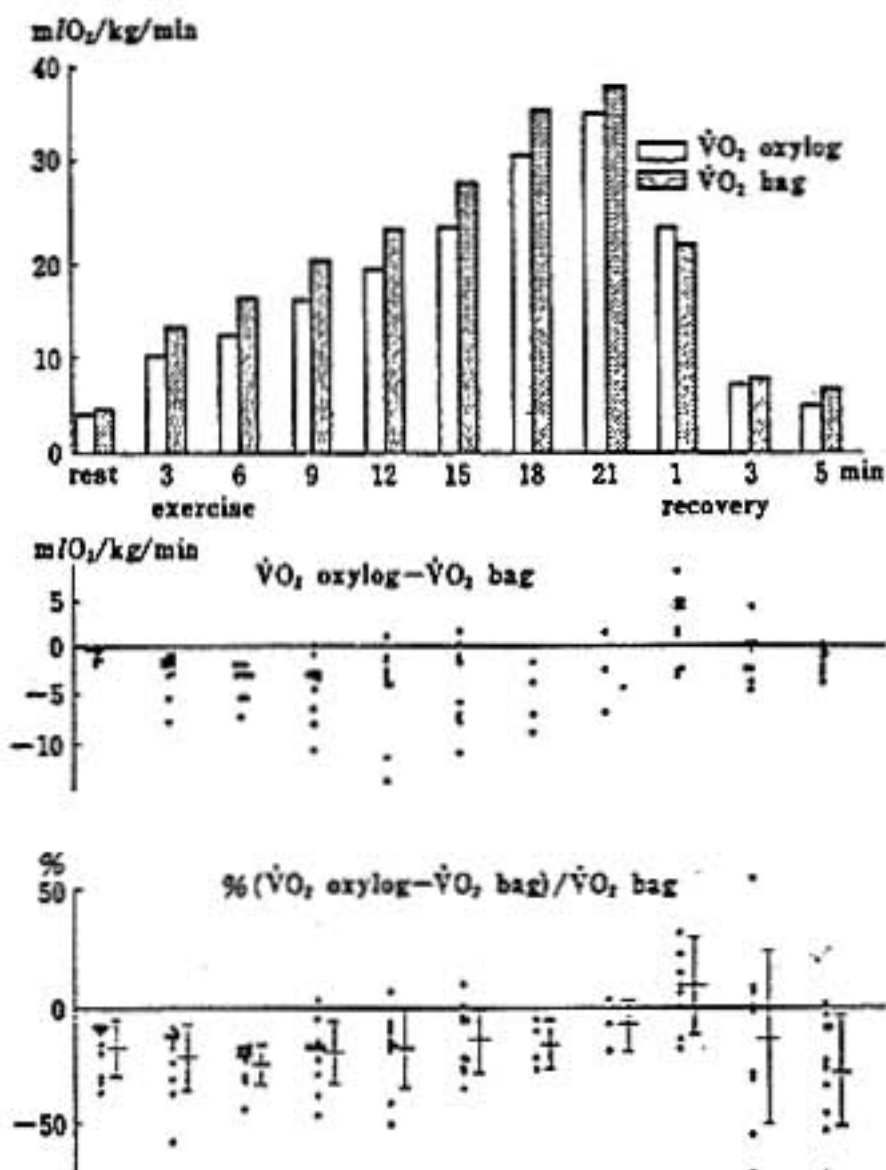


図1 各ステージ別オキシログによる酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ oxilog) とダグラスバッグによる酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ bag) の関係

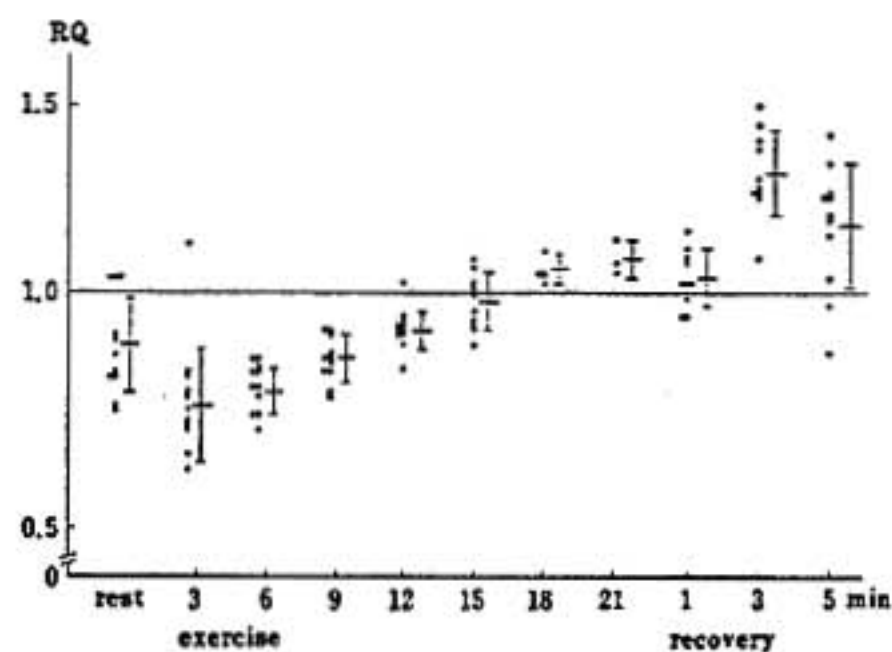


図2 運動による呼吸商 (RQ) の変化

よる RQ の変化をみたものである。RQ は安静時  $0.89 \pm 0.11$ 、運動の開始とともに  $0.76 \pm 0.11$  と低値を示し、やがて 1 に近づいた。RQ=1 になったのは 15 分後あたり、すなわちステージ 5~6 にかけてであった。RQ は回復期には逆に高値となり、3 分後には  $1.26 \pm 0.11$  となった。図 3 は換気量についてオキシログによるものとダグラスバッグによるものとを比較したものである。図上段にみるごとく換気量は全般的にオキシログによる方が高値を示した。オキシログによる換気

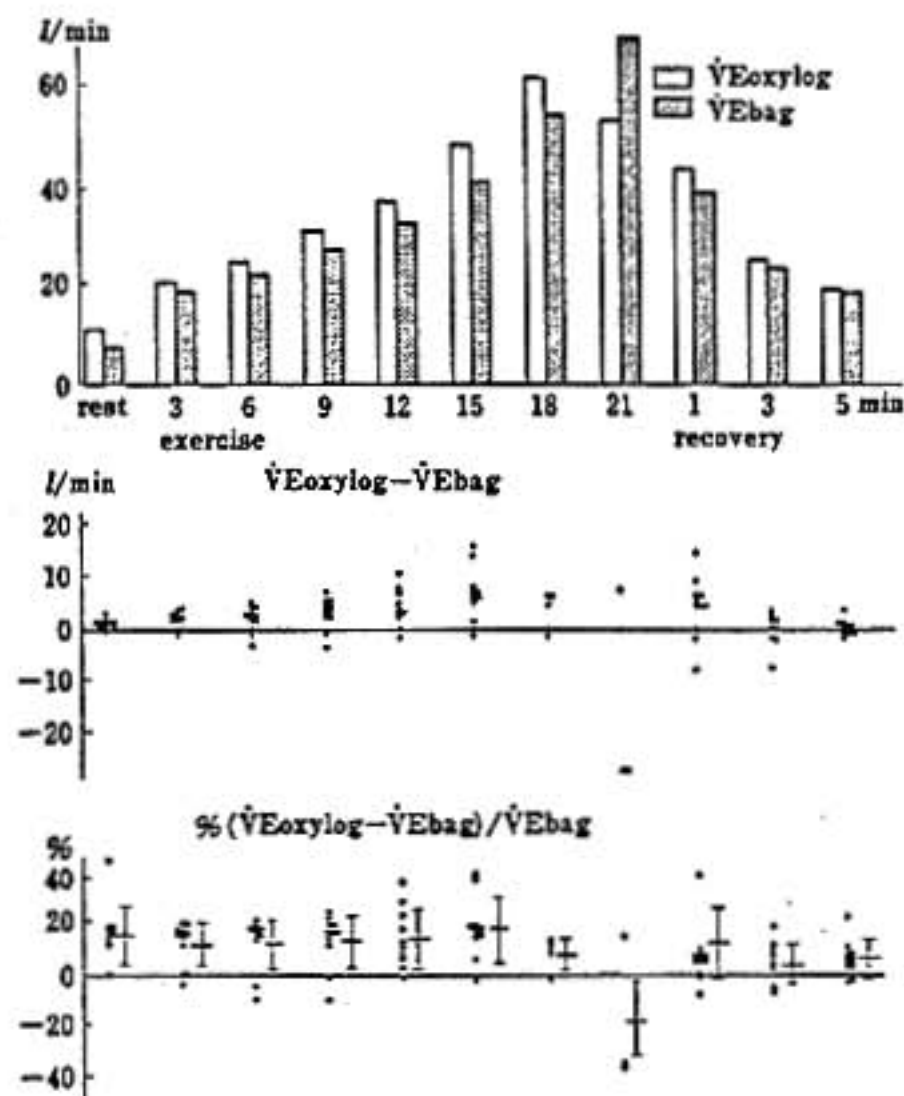


図3 各ステージ別オキシログによる換気量 ( $\dot{V}E$ oxilog) とダグラスバッグによる換気量 ( $\dot{V}E$ bag) の関係

量が 21 分後で 18 分後の値より低値を示しているのは、 $70 l/min$  以上は測定不能というオキシログの換気量測定の限界を表している。図 3 中段は二つの測定法による実測値の差、図 3 下段は百分率誤差を示す。百分率誤差は運動 21 分後を除いては  $18.9 \pm 12.8\%$  と  $4.1 \pm 8.6\%$  の間であった。

表 2 は二つのオキシログ A, B を用いて機器間の測定値の差異を 3 例において、表 2 に示したようなダグラスバッグによる測定値との相関という点で検討したものである。表の上段、 $\dot{V}O_2$  に関してオキシログ A では相関係数  $0.97 \sim 1.00$ 、B では  $0.93 \sim 1.00$  であり、表の下段の換気量に関しても AB 間で大きな差はみられなかった。

### III 考 察

本検討において、運動中の  $\dot{V}O_2$  のオキシログによる値はダグラスバッグによる値よりもやや低く計測され、その程度は  $-20 \sim -7\%$  であった。そしてこの誤差は運動時間経過とともに小さくなり、運動直後にはオキシログによる値の方がむしろ大きくなる傾向があった。オキシログの本体は自動ガスサンプリング装置、

表2 酸素消費量および換気量におけるオキシログ間の差異

	オキシログA			オキシログB		
	A	B	r	A	B	r
Case 1	0.99	-0.25	1.00	0.95	-0.60	1.00
Case 2	0.97	-1.55	0.97	0.95	-0.17	0.93
Case 3	0.98	-0.84	1.00	0.66	-1.47	0.98

$$Y(\dot{V}O_{2oxylog}) = AX(\dot{V}O_{2bag}) + B$$

r 相関係数

	オキシログA			オキシログB		
	A	B	r	A	B	r
Case 1	1.22	-0.55	1.00	0.97	0.46	1.00
Case 2	1.12	4.14	1.00	1.15	-4.38	0.94
Case 3	1.23	-0.14	1.00	1.17	0.17	1.00

$$Y(\dot{V}E_{oxylog}) = AX(\dot{V}E_{bag}) + B$$

r 相関係数

酸素アナライザーおよびコンピューターの各ユニットよりなり、デジタル表示器にはコンピューターで温度と気圧を補正した分時酸素消費量、分時換気量、積算酸素消費量、積算換気量が表示される。酸素消費量を求める原式は図4のように吸気量=呼気量つまり肺胞より血中に移る  $O_2$  量と血中から肺胞へ移行する  $CO_2$  量は等しい (呼吸商=1) という仮定に基づいている。運動中の RQ についてはこれまで、運動開始後3分ごろまで一時減少が認められ以後漸増するといわれている<sup>1)</sup>。そこで、今回、運動中の RQ を検討したとこ

ろ、運動開始時には一時低値を示し、次いで15分を超えるころから1に近づくことが見いだされた。オキシログの原理によれば理論的には  $\dot{V}O_2$  の誤差は、このあたりで最小となるはずであり、また実際にその傾向がみられたことが理解できる。ところで、 $RQ=1$  としたために生じる  $\dot{V}O_2$  の百分率誤差は  $(RQ-1) \times$  呼気の酸素分圧(%)で表される。これによれば酸素分圧17~18%としたとき、15分後の RQ 0.98 のときの誤差は-0.34%、運動開始時の RQ 0.75 のときの誤差は-4.5%のはずである。実測された誤差はこれよりかなり大きく、実際には  $RQ=1$  による誤差だけでは説明のつかない因子の関与が示唆された。回復期1分後ではオキシログによる値の方が大きくなったが、これはこの時期の急激な呼吸の変化に対してオキシログは1分以内での急速な対応ができないためではないかと思われた。この原因としては、ミキシングの際、急激なガス濃度の変化に対して、オキシログに用いられているポーラログラフ O<sub>2</sub> 電極の応答が遅延するため<sup>2)</sup>ではないかと思われた。

$\dot{V}E$  はオキシログによる方が高く測定されたがその誤差はわずかであった。21分後にこの関係は逆転したことはオキシログの機能上の限界と思われるが結論は出しにくいと考える。

オキシログ機器間の性能のバラツキが小さかったことは評価してよいと思われる。

## 結 論

1) 酸素消費量はオキシログ法による場合はダグラスバッグ法による場合よりも、運動前、中において-7.1~-20.1%と小さく測定され、運動後回復期1分ではこの関係は逆転する。

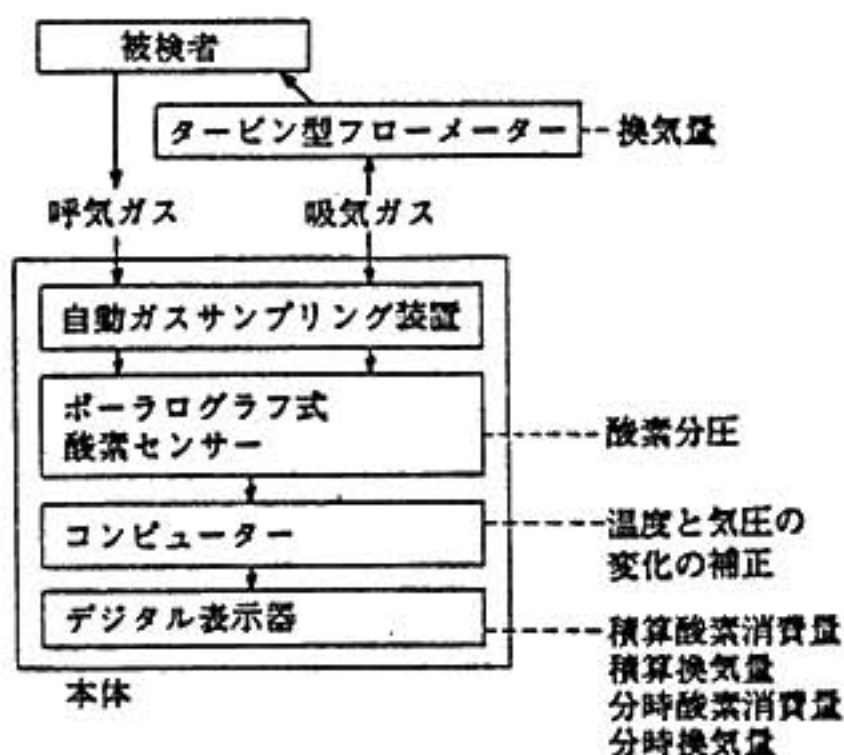
2) オキシログ法が前提とする  $RQ=1$  は Bruce 変法による運動15分ステージ5から回復期1分までの間に得られる。

3) 換気量はオキシログで4.1~18.9%やや高く測定されたがこの傾向は運動前、中、後を通じてほとんど変化しない。

4) 測定に関してオキシログ機器間の差異は小さい。

## 文 献

- 1) 石田恵一, 他: 最新医学 37: 178, 1982.
- 2) 三条芳光, 他: 呼吸と循環 28: 153, 1982.



$$\text{Volume } O_2 \text{ consumed} = \text{(STPD)}$$

$$\frac{(PO_2 \text{ inspired air} - PO_2 \text{ expired air}) \times \text{Vol. inspired air}}{760}$$

図4 オキシログの構造および原理



## トレッドミル運動試験と体酸素摂取量

## ——労作性狭心症について——

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

畑 典 武\* . 岸 田 浩\*

## はじめに

運動負荷時の体酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2$ ) は身体的仕事能力のよき指標とされ<sup>1)</sup> ており, 運動選手のトレーニングの効果や心筋梗塞のリハビリテーションあるいは心疾患の機能分類に対する判定に用いられている。しかし, 労作性狭心症の運動負荷時の  $\dot{V}O_2$  がいかなる意義を持つかはいまだ不明の点が多い。この点を明らかにするために, 労作性狭心症患者と健常者に対し, トレッドミル運動試験を施行, 同時に  $\dot{V}O_2$  を測定し両群にて比較・検討した。

## I 対象と方法

対象は労作性狭心症 (CAD 群) を有する男11例, 女4例の計15例で, 平均年齢は  $54.5 \pm 6.8$  歳であり, 健常者18例 (N群, 男12例, 女6例,  $45.2 \pm 14.4$  歳) を対照として用いた。対象例は試験日の1週間前より抗狭心症薬を中止し, 心筋梗塞, 伝導障害, 心臓弁膜症, 呼吸器疾患例は本研究から除外した。

運動負荷は Bruce 法で行い, 運動の終了目標は CAD 群では胸痛を伴う虚血性 ST 下降, N群では疲労とした。両群とも日を変えて2回以上運動試験を行い, 2回目以後の試験成績が本研究に採用された。心電図は II・V<sub>1</sub>・V<sub>5</sub> 誘導にて運動前・中・終了後6分まで連続記録した。また運動中および終了後に血圧・心拍数を1分ごとに測定し, rate pressure product (RPP, double product) を算出した。

$\dot{V}O_2$  はアニマ社製 R1500 にて測定し, 運動前にて5分以上安静坐位をとらせ, これを 1MET とみなし, 運動中・終了後にわたり連続測定した。

運動試験にて得られた最大体酸素摂取量  $\dot{V}O_{2\max}$ , トレッドミル運動時間および最大心拍数 HR max は性・年齢の影響を受けるので, 道場ら<sup>2)</sup> の補正式を用

いて  $\% \dot{V}O_{2\max}$ ,  $\%Time$ ,  $\%HR_{\max}$  を算出し, 検討に加えた。

冠動脈造影は Judkins 法にて行い, 75%以上の狭窄を有意の病変ありとみなした。労作性狭心症の全例に施行し, その内訳は1枝病変5例, 多枝病変10例であった。健常者には冠動脈造影は行わなかった。

## II 結 果

図1は健常者群 (N群) と狭心症群 (CAD 群) に対する  $\dot{V}O_{2\max}$  の関係を示す。N群は  $28.8 \pm 8.8$  ml/min/kg であるのに対し, CAD 群は  $20.4 \pm 4.8$  ml/min/kg であり, 前者に比して後者で有意の差をもって低かった ( $p < 0.01$ )。  $\% \dot{V}O_{2\max}$  において前者が  $79.5 \pm 19.7\%$ , 後者  $59.7 \pm 15.4\%$  であり, 実測値のそれと同様な関係が得られた ( $p < 0.01$ )。

両群におけるトレッドミル運動時間はN群では  $459 \pm 137$  秒であるのに対し, CAD 群は  $281 \pm 120$  秒であり, 有意の差をもって後者で短かった ( $p < 0.001$ )。そこで各群におけるトレッドミル運動時間と  $\dot{V}O_{2\max}$  の関係を図2に示す。N群およびCAD群ともに有意の差をもって正の相関関係が認められた (N群:  $r = 0.8640$ ,  $p < 0.001$ , CAD群:  $r = 0.6451$ ,  $p < 0.01$ )。  $\% \dot{V}O_2$  と  $\%time$  の間にも同様な関係が得られた (N群:  $r = 0.7356$ ,  $p < 0.001$ , CAD群:  $r = 0.5653$ ,  $p < 0.05$ )。

運動前と終了後の心拍数の差,  $\Delta$ 心拍数について調べると, N群では  $79.2 \pm 15.6$ /min., CAD群は  $55.9 \pm 17.0$ /min であった。  $\Delta$ 血圧も前者が  $57.7 \pm 20.1$  mmHg, 後者  $40.7 \pm 18.7$  mmHg であり, いずれも有意の差をもって, CAD群で低値を示した ( $p < 0.001$ ,  $p < 0.05$ )。  $\Delta RPP$  はN群で  $188 \pm 53 \cdot 10^{-2}$  beats · mmHg/min, CAD群  $124 \pm 45$  であり, 有意の差をもって後者で低かった ( $p < 0.01$ )。

\* 日本医科大学 第一内科

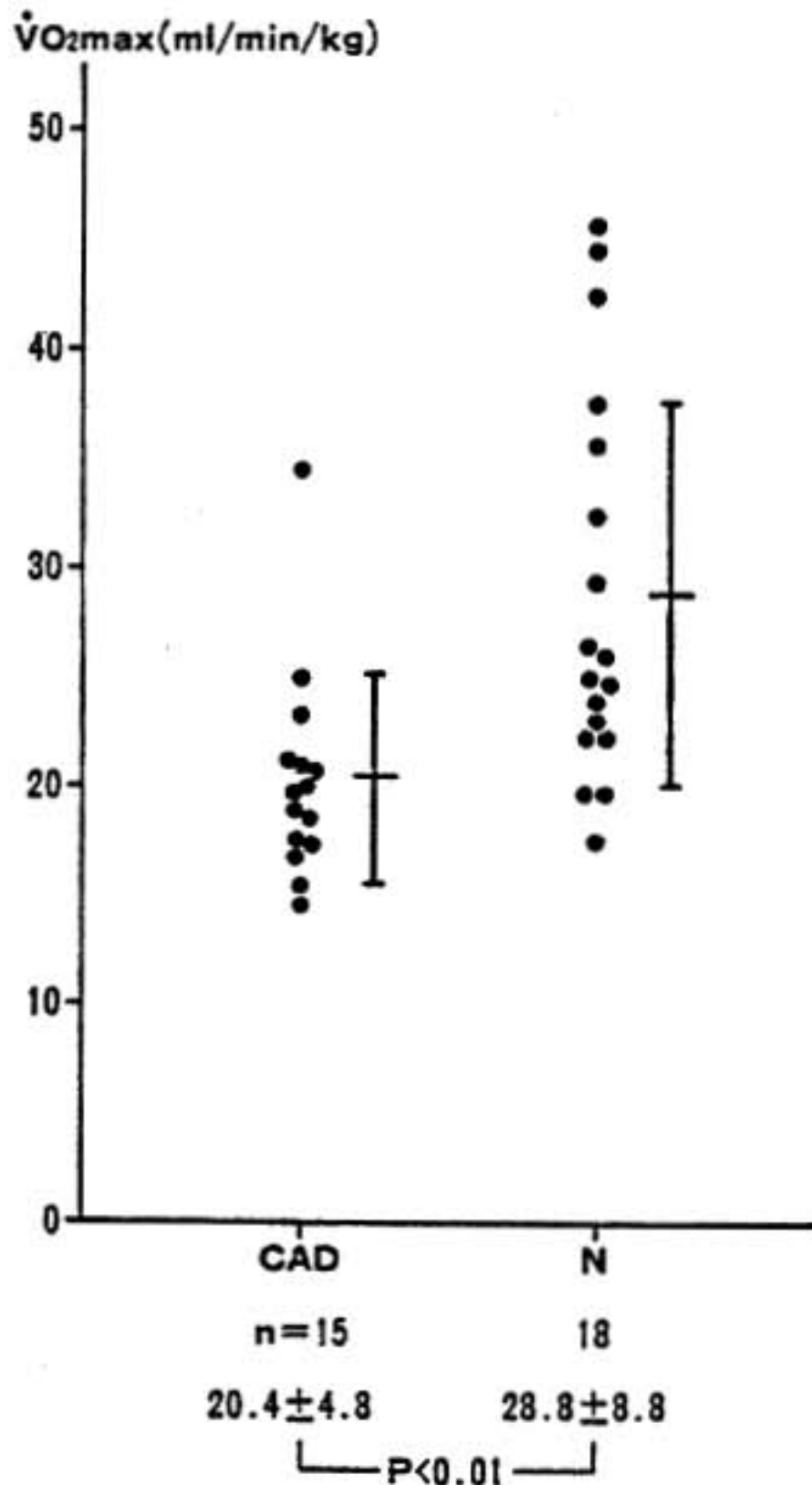


図1 運動負荷試験における労作性狭心症(CAD)と健常者(N)の体酸素摂取量( $\dot{V}O_2$ )の比較

$\dot{V}O_2\text{max}$  と $\Delta$ 心拍数の関係について、N群では有意の正の相関関係が得られた( $r = 0.6353$ ,  $p < 0.01$ )。一方、CAD群では症例数が少ないためと考えられるが、有意な相関は認められなかった。

$\dot{V}O_2\text{max}$  と血圧の関係では、CAD群で有意の正相関を得たが( $r = 0.5575$ ,  $p < 0.05$ )、N群では有意な関係はみられなかった。

図3は $\Delta RPP$ と $\dot{V}O_2$ の関係を示すが、CAD群およびN群において、有意の正の相関が得られた(おのおの $p < 0.05$ )。

### III 考察および結語

運動負荷試験を用いた研究の際に、まず問題となるのが運動試験の再現性である。宮田ら<sup>3)</sup>によれば、同

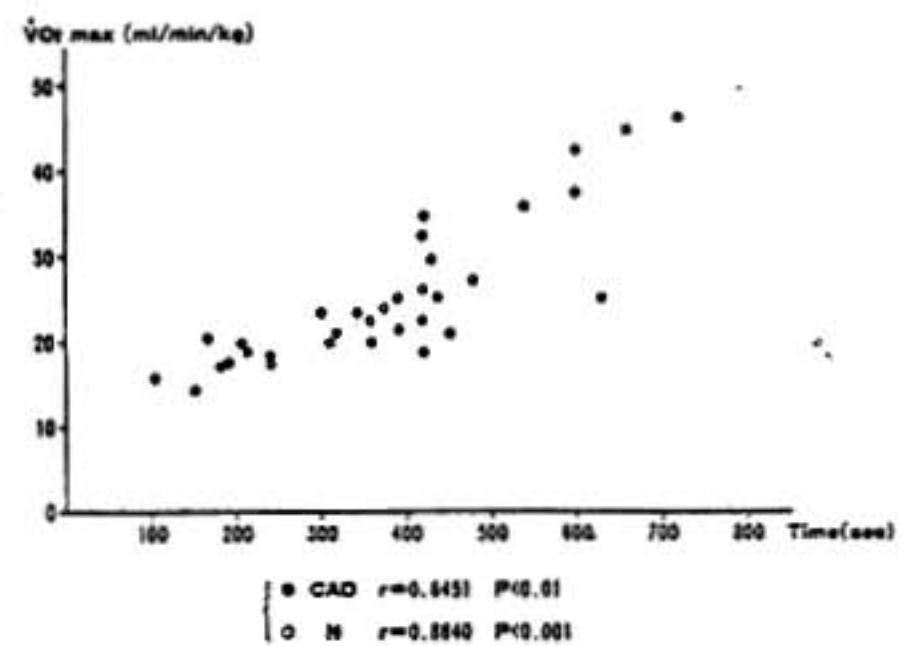


図2 トレッドミル運動時間と体酸素摂取量の関係

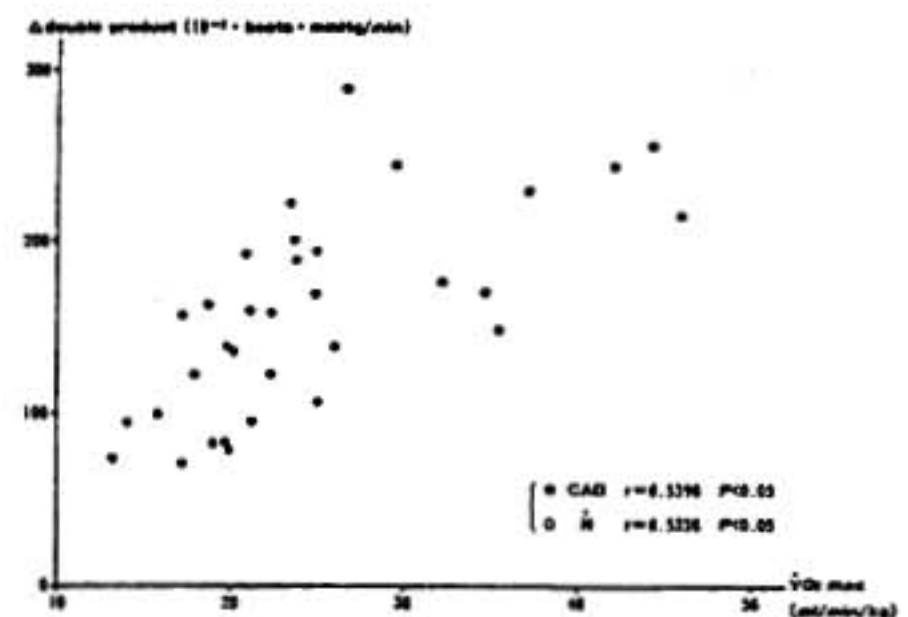


図3 体酸素摂取量と $\Delta$ double productの関係  
double product = rate pressure product

日の運動試験の場合に60分以上の間隔で行うとRPPや $\dot{V}O_2$ には変化がなかったため、慣れおよびwarm up現象がなく、再現性が認められた。一方、Froelicherら<sup>4)</sup>は1週間隔で繰り返し運動試験を行うと、 $\dot{V}O_2\text{max}$ には変化はないが、運動時間に有意の増加を認めた。われわれの場合には日を改めて、2回以上運動試験を施行し、運動時間および $\dot{V}O_2\text{max}$ に再現性がみられた値を採用した。

運動負荷装置や運動試験のプロトコルは各施設にて異なるので、運動耐容能を同一に比較・評価することができない。かかる問題を解決するために、われわれは $\dot{V}O_2$ の測定が有用であると考え、その手始めに健常者と労作性狭心症の $\dot{V}O_2\text{max}$ 値を従来のパラメータとで比較した。

$\dot{V}O_2\text{max}$ は健常者群に比して、CAD群で有意の差をもって低値を示した。この理由としては、 $\dot{V}O_2$ は最大心拍出量と最大動脈酸素較差によって決まる



が、虚血性心疾患の場合には健常者に比して、心筋酸素消費量の指標である RPP が低く、心拍出量が少ないために低値を示したと考えられる。Bruce は心疾患患者の定量的機能評価には  $\dot{V}O_2$  max の測定が有用であると述べているが、われわれの成績からも同様な成績が得られた。今回は症例数が少なかったため検討できなかったが、CAD 群の重症度の判定にも  $\dot{V}O_2$  max の測定が有用であるかもしれない。

さらに本研究では触れなかったが、薬剤効果判定の際に用いられる運動耐容能の評価のために  $\dot{V}O_2$  を測定することは有用である。すなわち、薬剤使用後に運動時間が増加し、かつ  $\dot{V}O_2$  max の増加を伴った場合には薬剤による心拍出量の増加が考えられるが、 $\dot{V}O_2$  max が不変あるいは減少したときには末梢機能の効率の改善あるいは他の機序を考慮しなければならない。Moskowitz ら<sup>5)</sup>によれば、労作性狭心症における nifedipine による運動耐容量の増加の機序は、投与前・後での  $\dot{V}O_2$  max には差はなく、RPP の減少がみられたので、冠動脈血流量の増加にて心筋虚血の改善による心拍出量の増加に基づくのではなく、心筋酸素消費量の減少に帰するとした。本研究において、 $\dot{V}O_2$  max は運動時間および RPP との間に有意の関係が認められたので、かかる目的のために  $\dot{V}O_2$  は有用であると考えられる。

$\dot{V}O_2$  は健常者および心疾患例におけるトレーニング効果に対する機能容量の評価にも用いられる。Adams ら<sup>6)</sup>によれば、5日/週の割合で11週にわたって jogging を行った群と全くトレーニングを施行しなかった群の  $\dot{V}O_2$  max を比較したところ、非トレーニング群の  $\dot{V}O_2$  max には変化はみられなかったのに対し、トレーニング群のそれは有意に増加した。彼らはその  $\dot{V}O_2$  の増加の機序として、心拍出量の増加よ

りも動静脈酸素較差の増加に基づくともなし、かかる酸素較差の増加は身体の作業筋からの酸素の増加によるものであらうと述べた。

一方、Dressendorfer ら<sup>7)</sup>は冠動脈疾患別におけるトレーニング効果を調べたところ、平均14週のトレーニング・プログラムの完了後には、 $\dot{V}O_2$  max は増加しなかったにもかかわらず、虚血性 ST 変化は消失し、心筋虚血をきたす閾の上昇を認め、かつ RPP はトレーニング前に比して終了後で低値を示した。この結果から、外的仕事効率の増強が心筋エネルギー消費を減少できることが示唆された。

ところで、 $\dot{V}O_2$  の値は METs に換算できるが、心疾患例におけるリハビリテーションの際の仕事量を示す適当な指標として METs が用いられる傾向にあり、かかる目的にも  $\dot{V}O_2$  の測定は重要である。

以上より、 $\dot{V}O_2$  の増加はそれだけ aerobic power の大きいことを示し、持久的運動能力が発揮できるので、特にその運動耐容能の制約をきたす労作性狭心症を有する患者に  $\dot{V}O_2$  を測定することは前述のごとく、重症度、薬剤効果判定、トレーニング効果、リハビリテーションなどに対し有用である。

## 文 献

- 1) Åstrand P. O. and Rodahl K.: Textbook of work physiology. McGraw-Hill, 1970.
- 2) 道場信孝, 他: 呼吸と循環 28: 507, 1980.
- 3) 宮田捷信, 他: 脈管学 21: 19, 1981.
- 4) Froelicher V. F., et al.: Chest 65: 512, 1974.
- 5) Moskowitz R. M., et al.: Am. J. Cardiol. 44: 811, 1979.
- 6) Adams T. D., et al.: Circulation 64: 958, 1981.
- 7) Dressendorfer R. H., et al.: Am. Heart J. 103: 358, 1982.

## 低圧環境下における運動負荷時血行動態

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

浅野 勝己\*・松坂

晃\*・紅露 恒男\*\*

## はじめに

低  $O_2$ 、低圧環境における運動時血行動態については Krogh 一門の Christensen<sup>1)</sup>, Asmussen<sup>2)</sup> そして Åstrand<sup>3)</sup> らの先駆的研究を始めとして数多くの研究<sup>4)~17)</sup>がなされているが、その機序の解明はいまだ十分でなく、また左室収縮能に及ぼす影響の検討<sup>18)</sup>はきわめて少なく、特に最大運動時に関する報告はいまだなされていない。そこで Kreuzer<sup>19)</sup>の指摘する lowlander の high altitude hypoxia に対する閾値としての reaction threshold (2000 m 高度) と、disturbance threshold (4000 m 高度) について、約60分前後の急性低圧環境下における最大下および最大運動時の血行動態について検討したい。

## I 対象および方法

被検者は21歳~28歳の健康成人男子7人である。測定は温度25℃、湿度60%に保持した容量 61 m<sup>3</sup> の人体用環境制御装置 (島津製) を用い平圧下、2000 m 相当高度 (596 mmHg) および 4000 m 相当高度 (462 mmHg) の3回を、それぞれ1日1回とし少なくとも2日以上の間隔をおいて実施した。減圧および復圧速度は 10~20 mmHg/分とした。各高度で少なくとも30分間の安静状態を保持した後に、まずサドル上の坐位姿勢で安静時測定を5分間行い、引続きモナーク製自転車作業計により、540 kpm/分と 810 kpm/分の2種の最大下運動を、10分の休息をはさみ各6分間ずつ負荷した。次に 180 kpm/分から開始し 3 kp までは1分ごとに 180 kpm/分ずつ、3 kp 以上では1分ごとに 90 kpm/分ずつ負荷を漸増して exhaustion に至らしめた。 $O_2$  摂取量 ( $\dot{V}O_2$ ) はダグラスバッグ法により、安静時は5分間、最大下運動時では4~5分目を採気し、最大運動では exhaustion 直前の数分間を採気した。呼気分析には標準ガスで校正した質量分析計 (Perkin-Elmer 製) を用いた。心拍出量 ( $\dot{Q}$ ) は安静時におい

て Impedance Cardiograph (IFM 製) により Kubicek の方法に準じて一回拍出量 (SV) を求め、心拍数 (HR) を乗じて求めた。一方、運動時では  $CO_2$  再呼吸法により最大下運動時には5~6分に、最大運動時には運動直後に測定した。動脈血  $O_2$  飽和度 ( $SaO_2$ ) は、Oximeter (Hewlett Packard 製) を用いイヤピース法により、また HR も連続的に測定した。血液ガスは Forster ら<sup>20)</sup>の方法により、手背部を40~60℃に加熱保温して静脈血を動脈血化し、表在静脈に刺入した翼状針に連結する三方活栓を介して連続的に採血し、ILメーター-1303により分析した。左室収縮時相 (STI) は心機図法により、全収縮時間 ( $QS_2$ )、左室駆出時間 (LVET)、前駆出時間 (PEP) さらに PEP/LVET 比を求めた。なお SV および STI の分析は、ECG、PCG およびインピーダンス微分波型を同時記録して行った。

## II 結 果

図1は HR の変化と  $\dot{V}O_2$  の関係を各高度別にみたもので、最大下運動 (540と 810 kpm/分) では2000 m で4%と5%の増大傾向を、4000 m で18%と10%の有意な増加 ( $p < 0.01$ ) を示している。一方、最大運動では 2000 m で平圧下と同等な値であるが 4000 m では4.5%の有意な減少を示した。

図2は SV および  $\dot{Q}$  の変化と  $\dot{V}O_2$  の関係を各高度別にみたもので、まず SV は  $\dot{V}O_2$  がほぼ 2 l/分までは各高度とも漸増し、その後定常化し高度差は認められない。一方、 $\dot{Q}$  は 540 kpm/分では 2000 m で10%、4000 m で21%と平圧下に比し増加傾向を示すが、810 kpm/分では各高度とも同等であった。また最大運動時は各高度ともほぼ 16 l/分前後にあったが、4000 m では平圧下に比し6%の減少傾向を示している。

図3は  $PaO_2$  と  $SaO_2$  の変化と  $\dot{V}O_2$  の関係を各高度別にみたもので、まず  $PaO_2$  は安静時では平圧下で平均 90 mmHg, 2000 m で 72 mmHg, さらに4000 m



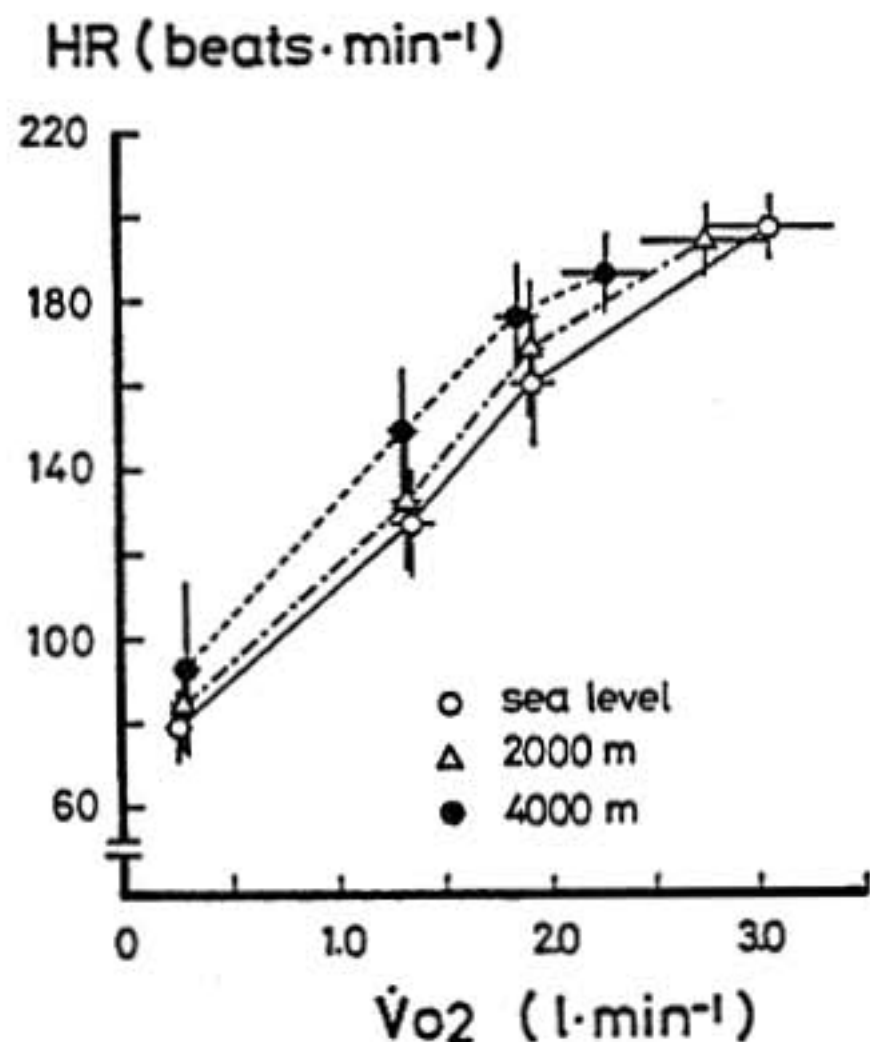


図1 Comparison of changes in heart rate to  $\dot{V}O_2$  during rest, submaximal and maximal work at sea level, 2000m and 4000m simulated altitude

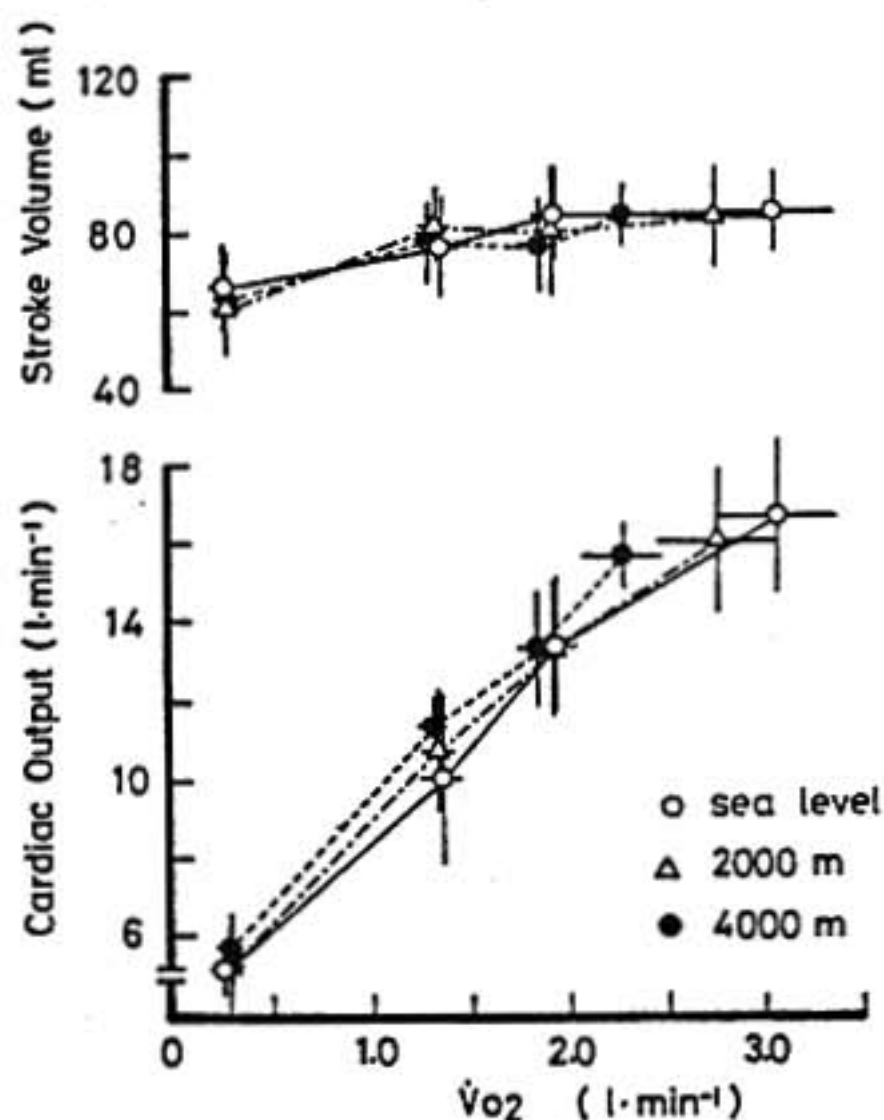


図2 Comparison of changes in stroke volume and cardiac output during rest, submaximal and maximal work at sea level, 2000m and 4000m simulated altitude

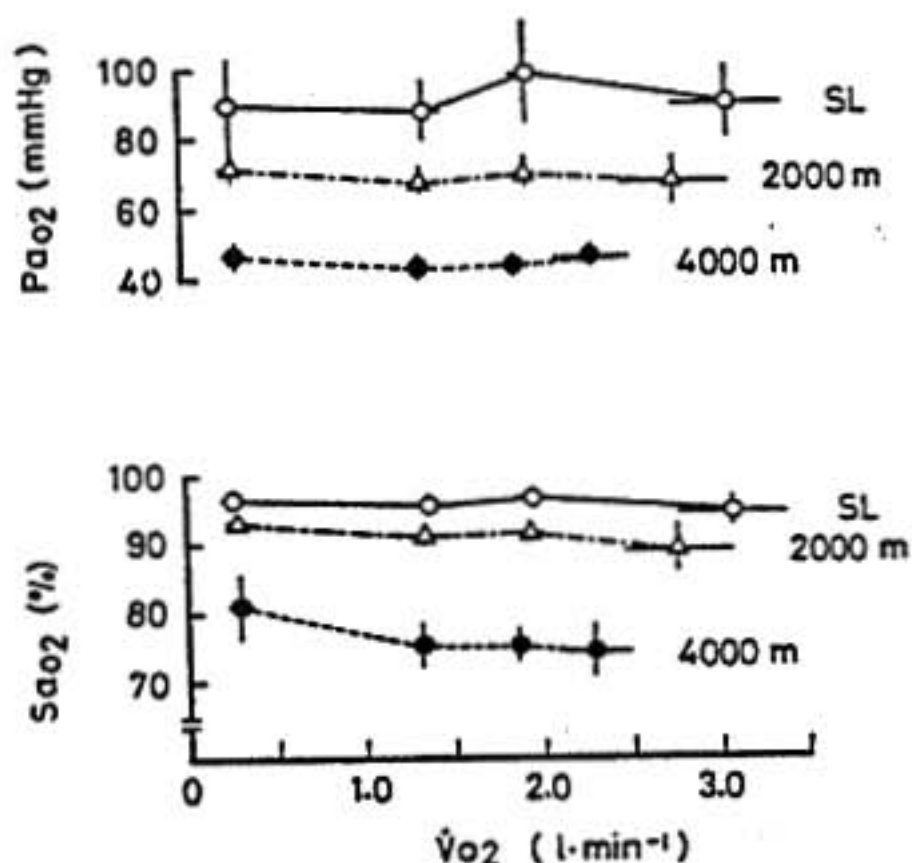


図3 Changes in  $PaO_2$  and arterial  $O_2$  saturation ( $SaO_2$ ) during rest, submaximal and maximal work at sea level, 2000m and 4000m simulated altitude

で 48 mmHg であるが、運動により各高度とも漸減傾向を示し、最大運動では 2000 m で 68 mmHg、4000 m で 47 mmHg に低下している。また  $SaO_2$  は安静時では平圧下で平均 96%，2000 m で 93%，さらに 4000 m で 81% であるが、運動により各高度とも漸減し特に 4000 m で著しい。最大運動では 2000 m で 89%，4000 m で 75% に低減している。

図4は STI の変化と HR の関係を各高度別にみたもので、まず PEP は安静時の 110 msec より HR が約 160 拍/分に達するまで直線的に低減するが、その後定常値 57 msec を示している。一方、LVET は安静時の 230 msec より最大運動時の 135 msec へとほぼ直線的に短縮し PEP のような定常化はみられない。さらに PEP/LVET 比は、PEP、LVET と同じく高度差はなく、安静時の約 0.50 より HR の約 160 拍/分に至るまで低減し 0.33 を示すが、その後最大運動時に 0.41~0.42 へと上昇した。

### III 考 察

低圧環境下の最大下運動時に心拍高進の起こる機序については、 $PaO_2$  の低下が頸動脈体などの化学受容器を介して循環中枢を賦活するため<sup>12)13)</sup>、あるいは交感神経系を促進して血中カテコラミン分泌が高進する

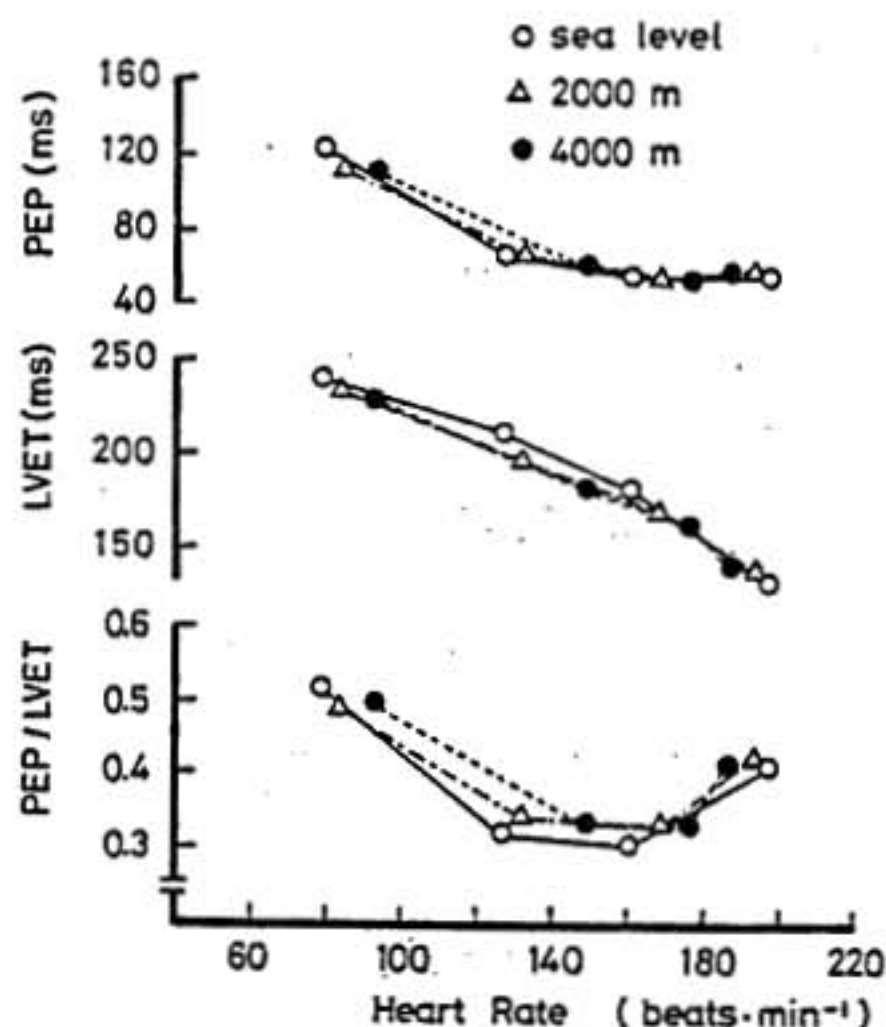


図4 Comparison of relationships between PEP interval, LVET interval, PEP/LVET ratio and heart rate during rest, submaximal and maximal work at sea level, 2000 m and 4000 m simulated altitude

ため<sup>10)</sup>などの仮説が知られている。本研究で 2000 m より 4000 m での心拍高進度が有意に平圧下より大きく、これは 4000 m での最大下運動時 PaO<sub>2</sub> が 44 mmHg で、2000 m での 68 mmHg より明らかに低値であることがその原因の一つと思われる(図3)。一方、最大運動時の HR は 4000 m で有意の減少を示したが、これについては低 PaO<sub>2</sub> 刺激が心筋の S-A node への直接作用による vagal restraint の高進に起因しているとする Cerretelli<sup>11)</sup> の仮説を指摘できる。このために 4000 m での最大運動時  $\dot{Q}$  は平圧下に比し 6% の減少傾向を示したものである。次に 540 kpm/分の最大下運動時  $\dot{Q}$  は 2000 m で 10%、4000 m で 21% の増大傾向にあるが、これは SV が平圧下とほぼ同等であるので心拍高進に起因していると考えられる。Stenberg ら<sup>12)</sup> も 4000 m での 600 kpm/分で  $\dot{Q}$  が 23% 増大したとして、900 kpm/分での 13% より増大率の大きいことを認めている。本研究では 810 kpm/分での  $\dot{Q}$  は平圧下とほぼ同等であったことから、低圧下運動時の  $\dot{Q}$  の増大は最大下運動でも比較的軽度の負荷時に著しいものと思われる。この低圧下運動時の  $\dot{Q}$  増大については、低 PaO<sub>2</sub> 刺激の末梢血管拡張効果が

平均血圧を低下させ血流増大をもたらすとする Black ら<sup>7)</sup> の指摘と McGregor ら<sup>13)</sup> の随意的過換気の  $\dot{Q}$  増大の実証から、低圧下の過換気による Pco<sub>2</sub> 低下が  $\dot{Q}$  増大に寄与する可能性を想定する Stenberg ら<sup>12)</sup> の考察も否定できない。

次に各高度での最大運動時 SaO<sub>2</sub> より動脈血 O<sub>2</sub> 含量 [CaO<sub>2</sub>] を求めると、2000 m で 17.8 vol%, 4000 m で 15.0 vol% となる。O<sub>2</sub> 運搬能は [CaO<sub>2</sub>] ×  $\dot{Q}$  で示されるので、 $\dot{Q}_{max}$  が平圧下、2000 m が同等で 4000 m で 6% 減少しているため、各高度での  $\dot{V}O_{2max}$  低下(2000 m で 10%、4000 m で 25%) は、主に [CaO<sub>2</sub>] の低減に起因していると考えられる。

次に低圧の安静および運動時の左室収縮能への影響は本研究では明らかでなく、各高度とも同等の応答を示した。すなわち PEP/LVET 比は高度の差なく HR 約 160 拍/分まで低減し、SV 上昇と拮抗して左室収縮能の高進が想定される<sup>14)</sup>。しかし HR がさらに増加すると LVET の短縮が継続するのに対し、PEP がほぼ定常化するため PEP/LVET 比は上昇する。これは Weissler ら<sup>15)</sup> の指摘では、左室収縮能低下を意味するが、SV は最大運動において定常化するので、拍出能と収縮能の間に矛盾が生じる。事実、収縮能低下があるとすれば、EDV 増量などによるなんらかの補償が起こっているとも考えられる。一方、HR が 160 拍/分以上の場合にも、PEP/LVET 比の高低が左室収縮能の低下および上昇の指標となりうるか否かの点も今後の課題と思われる。

#### IV 要 約

① 21歳~28歳の健常成人男子7人について、2000 m および 4000 m 相当高度に約60分前後暴露し、各6分間の2種の最大下運動と最大運動を行った。

② 最大下運動(540と810 kpm/分)時 HR は、高度とともに増加し、2000 m で4%と5%、4000 m で18%と10%増であり、最大下運動(540 kpm/分)時  $\dot{Q}$  は、2000 m で10%、4000 m で21%の有意の増大を示した。SV は高度間に差がなく、HR 160 拍/分( $\dot{V}O_{2 2 l}$ /分)まで漸増後、定常化した。

③ 低圧の運動時左室収縮能への影響は明らかでなく、各高度とも同等の応答を示した。すなわち PEP/LVET 比は、約 HR の 160 拍/分まで低減したが、



HR の増加とともに, LVET 短縮と PEP の定常化のために PEP/LVET 比は上昇傾向を示した.

### 文 献

- 1) 朝比奈一男: 高地における循環機能. 医学のあゆみ 64(12): 668-673, 1968.
- 2) 浅野勝己, 草野勝彦, 軽部 孝: 低圧環境下の血中酸素. 体力科学 20(4): 195-199, 1971.
- 3) 浅野勝己, 野村武男, 斎藤芳晃, W. G. Reddan: 高所 Hypoxia (2000 m, 4000 m および 5000 m 相当高度) における運動時呼吸循環系応答特性の研究. 運動処方研究 1: 283-321, 1982.
- 4) Asmussen E. and Nielsen M.: The cardiac output in rest and work at low and high oxygen pressures. Acta Physiol. Scand. 35: 73-83, 1955.
- 5) Åstrand P. O.: Circulatory and respiratory response to acute and prolonged hypoxia during heavy exercise. Schweiz. Z. Sportmed. 14: 16-26, 1966.
- 6) Balasubramanian V., Kaushik V. S., Manchanda S. C. and Roy S. B.: Effects of high altitude hypoxia on left ventricular systolic time intervals in man. Br. Heart J. 37: 272-276, 1975.
- 7) Black J. E. and Roddie I. C.: The mechanism of the changes in forearm vascular resistance during hypoxia. J. Physiol. 143: 226-235, 1958.
- 8) Cerretelli P.: Limiting factors to oxygen transport on Mt. Everest. J. Appl. Physiol. 40: 658-667, 1976.
- 9) Christensen E. H. and A. Krogh: Fliegerundersuchungen: die Wirkung niedriger O<sub>2</sub> Spannung auf Höhenflieger. Skand. Arch. Physiol. 73: 145, 1936.
- 10) Cunningham W. L., Becker E. J. and Kreuzer F.: Catecholamines in plasma and urine at high altitude. J. Appl. Physiol. 20(4): 607-610, 1965.
- 11) Forster H. V., Dempsey J. A., Thomson J., Vidruk E. and doPico G. A.: Estimation of arterial PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, pH and lactate from arterialized venous blood. J. Appl. Physiol. 32(1): 134-137, 1972.
- 12) Hultgren H. N. and Grover R. F.: Circulatory adaptation to high altitude. Ann. Rev. Med. 19: 119-152, 1968.
- 13) Korner P. I.: Circulatory adaptations in hypoxia. Physiol. Rev. 39(4): 687-730, 1959.
- 14) Kreuzer F.: Transfer of oxygen in moderate hypoxia at rest and at severe exercise. Schweiz. Z. Sportmed. 14: 7-15, 1966.
- 15) McGregor M., Donevan R. E. and Anderson N. M.: Influence of carbon dioxide and hyperventilation on cardiac output in man. J. Appl. Physiol. 17(6): 933-937, 1962.
- 16) Rasmussen J. P., Bech-Jansen P. and Kann T.: Changes in systolic time intervals during stepwise increasing hypoxia. Acta Anaesth. Scand. 19: 1-7, 1975.
- 17) Stenberg J., Ekblom B. and Messin R.: Hemodynamic response to work at simulated altitude, 4000m. J. Appl. Physiol. 21(5): 1589-1594, 1966.
- 18) Weissler A. M., Harris W. S. and Schoenfeld C. D.: Bedside technics for the evaluation of ventricular function in man. Am. J. Cardiol. 23(4): 577-583, 1969.

## 運動負荷によるヘモグロビン酸素親和性の変化

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

定 利 勝\*・内 藤 顕\*

酒 井 規 光\*・岡

由 紀 子\*・蘇 原 寛 敏\*

天 野 直 美\*・林

直 樹\*・竹 内 馬 左 也\*

## はじめに

ヘモグロビンの酸素親和性の低下は、組織への酸素供給の増加をもたらすことから<sup>1)</sup>、組織の酸素需要の亢進したとき、酸素供給が低下したときには生理的に重要な意味をもつと考えられる。またヘモグロビンの酸素親和性を低下させる物質として 2,3-diphosphoglycerate (23DPG) が注目されている<sup>2)</sup>。我々は運動時におけるヘモグロビン酸素親和性の変化を検討した。

## I 対象及び方法

健康男子10例、平均年齢28.6歳(22~36歳)を対象とした。postabsorptive state に肘静脈よりヘパリン採血を行った後に、Bruce のプロトコール<sup>3)</sup>により Stage I, II, III の9分間のトレッドミル負荷を行った。運動負荷終了直後に肘静脈より同様の採血を行った。

赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値を

測定し、赤血球平均ヘモグロビン濃度(MCHC)を計算した。血液 pH を Acid Base Laboratory ABL-1 (Radiometer 社, Copenhagen) にて測定した。赤血球 23DPG は Sigma kit により測定し、ヘモグロビン量で補正した。ヘモグロビン酸素解離曲線は Hemox-Analyzer (TCS 社, Southampton) にて、Hemox buffer を用い pH7.40, 温度37°C, CO<sub>2</sub> 0 mmHg にて描かせ、ヘモグロビン酸素親和性は P<sub>50</sub> stand. (ヘモグロビンの50%が酸素化されているときの酸素分圧) で表した。また Severinghaus の式<sup>4)</sup>により P<sub>50</sub> in vivo を計算した。

有意差検定は paired t test によった。

## II 結 果

運動負荷試験により心拍数は平均で予測最大心拍数の75% (56~85%) まで増加した。

結果を表1及び図1に示したが、P<sub>50</sub> stand. は運動

表1

症例	P <sub>50</sub> stand. mmHg		P <sub>50</sub> in vivo mmHg		23DPG μM/g·Hb		pH		MCHC	
	安 静	運 動	安 静	運 動	安 静	運 動	安 静	運 動	安 静	運 動
1	29.2	28.7	32.0	33.0	16.8	19.6	7.319	7.271	34.3	33.6
2	25.5	25.2	26.9	27.7	14.9	14.3	7.354	7.309	35.5	35.4
3	29.0	28.4	30.9	32.4	13.1	16.0	7.345	7.276	35.5	34.3
4	28.5	27.2	30.5	30.9	17.2	16.7	7.338	7.277	34.7	33.9
5	29.0	27.8	28.0	29.7	18.7	18.6	7.404	7.327	34.0	33.3
6	28.5	28.5	30.7	33.4	16.9	17.8	7.332	7.241	34.5	33.8
7	30.5	31.2	33.4	36.6	19.7	18.5	7.320	7.246	33.9	33.9
8	33.5	33.4	37.0	38.2	17.9	19.1	7.311	7.273	34.6	34.8
9	31.0	30.5	33.2	35.2	15.4	16.4	7.337	7.260	33.9	33.8
10	29.2	29.3	30.5	30.8	19.1	17.4	7.365	7.356	34.5	34.6
平均 ± SD	29.2 ± 1.9	29.0 ± 2.3	31.3 ± 2.9	32.8 ± 3.2	17.0 ± 2.0	17.4 ± 1.7	7.343 ± 0.027	7.284 ± 0.036	34.6 ± 0.6	34.1 ± 0.6
	NS		P<0.001		NS		P<0.001		P<0.02	



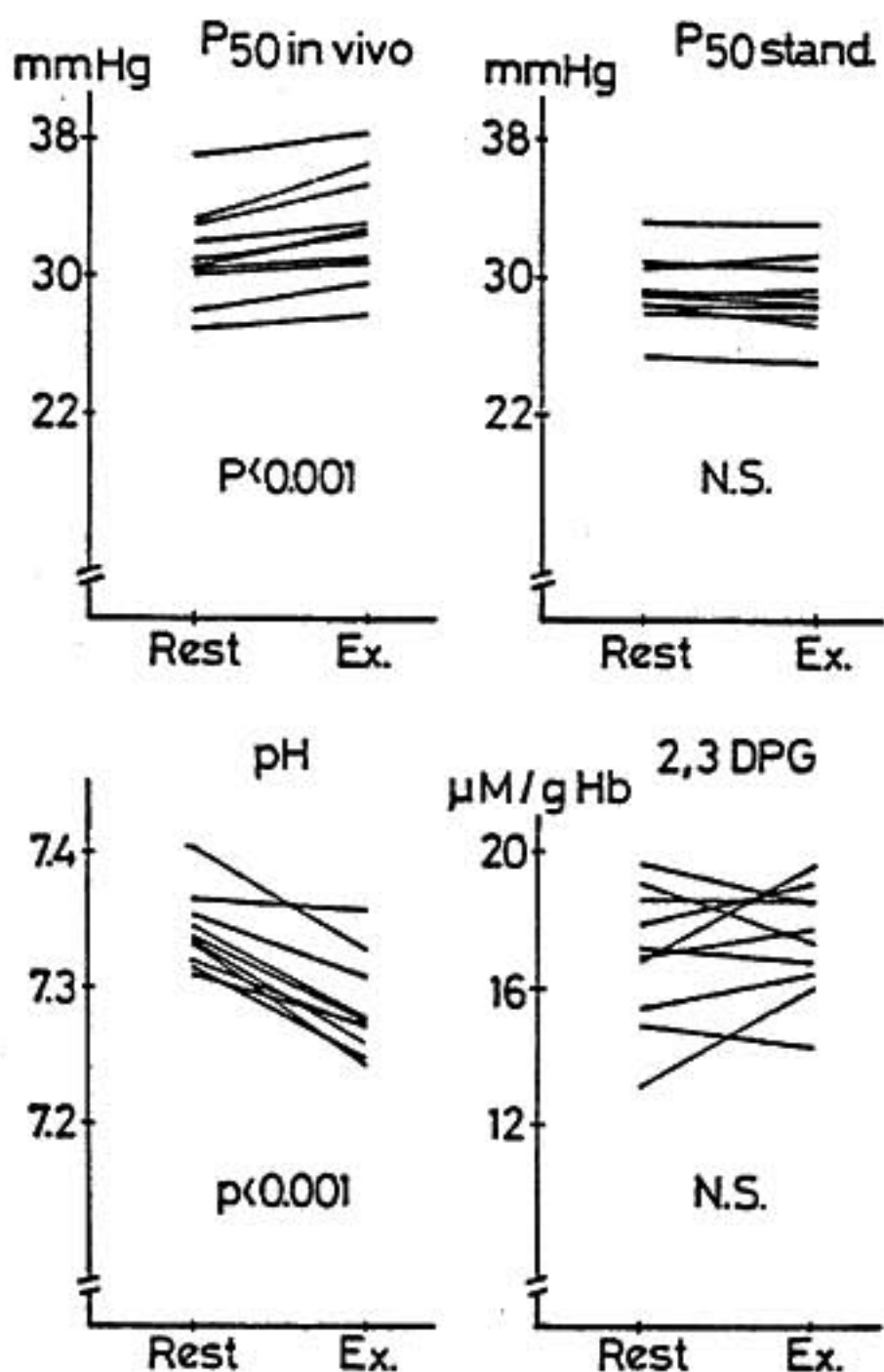


図1

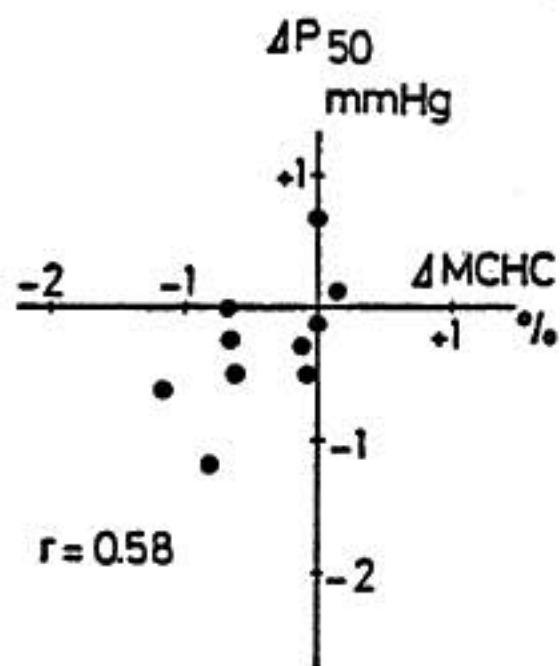


図2

により有意の変化を示さず、23DPG も不変であった。pH は運動により7.348から7.284と有意に減少を示した ( $p < 0.001$ )。P<sub>50</sub> *in vivo* は31.3 mmHg から32.8 mmHg へと有意に大きくなった ( $p < 0.001$ )。MCHC は運動により有意に減少した。

P<sub>50</sub> stand. の運動による変化と MCHC の運動による変化は図2のように  $r = 0.58$  の正相関を示した。

### III 考 案

組織の酸素消費量 (すなわち供給量) は血流量と動静脈酸素較差の積で表される。したがって酸素需要が増したときに動静脈酸素較差が増すことは酸素供給に有利であり、特に心不全、冠不全など血流の増加が制限されている場合には重要な意味をもつであろうことは、容易に想像される。異常ヘモグロビン、貧血、肺のガス交換異常が無い場合には、正常大気圧下では動脈血酸素含量は大きな変化はない。したがって動静脈血酸素較差の増大は主として静脈血酸素含量の低下によってもたらされる。この静脈血酸素含量を規定するのがヘモグロビン酸素親和性であり、酸素親和性の低下によりヘモグロビンと結合する酸素が減少し、組織への酸素供給が増すことになる。ヘモグロビン酸素親和性は一般に P<sub>50</sub> で表され、P<sub>50</sub> 値の増加は酸素親和性低下を、P<sub>50</sub> 値減少は親和性亢進を意味する。

ヘモグロビン酸素親和性変化の生理的重要性を示す事実は種々報告されている。酸素親和性の亢進した異常ヘモグロビン症患者で、冠動脈造影で異常を認めず、心筋梗塞、狭心症、心不全を伴い、4~8週ごとの800 cc の採血と同量の輸血により著明な症状の改善をみた例<sup>9)</sup>、反対に酸素親和性の低下した異常ヘモグロビンによりヘモグロビン量 8.7 g/ml の貧血にもかかわらず、運動能低下のない例<sup>10)</sup> が報告されている。また外科手術時の輸血の際、酸素親和性の亢進した保存血に比し、正常の親和性をもつ血液で明らかに良い結果が得られている<sup>11)</sup>。心不全患者の P<sub>50</sub> 値は心係数が 2.0 l/分m<sup>2</sup> 以下になると上昇し<sup>12)</sup>、ヘモグロビン酸素親和性低下は心拍出量低下を代償する方向へ働き、また高地生活者では酸素親和性が低下することが知られており<sup>13)</sup>、ヘモグロビン酸素親和性低下は生理的な代償機構と考えられる。

運動時の動静脈血酸素較差の増大は、作業筋への酸素供給上有利である。今回の実験では、予測最大心拍数の75%程度の短時間 (9分) の負荷では P<sub>50</sub> stand. は有意な変化を示さなかった。運動による P<sub>50</sub> の変化に関しては、文献上必ずしも一致した結果は得られておらず、短時間の最大負荷では不変とするもの<sup>10) 11)</sup>

と有意に増加する<sup>12)13)</sup> という報告がある。また submaximal 負荷では20~30分の運動で増加をみた<sup>14)</sup> もの、50分の運動で減少する<sup>12)</sup> という報告があるが、9分間という短時間の submaximal 負荷の報告はない。このように運動負荷による成績が異なる原因として、対象者 (trained か untrained か)、負荷法 (maximal か submaximal か)、時間 (短時間か長時間か) などが考えられ、今後さらに検討が必要であろう。

ヘモグロビン酸素親和性に影響する因子として、pH<sup>15)</sup>, CO<sub>2</sub><sup>16)</sup>, 温度<sup>17)</sup>, 赤血球 23DPG<sup>2)</sup> が知られている。今回の測定は pH7.40, CO<sub>2</sub> 0 mmHg, 温度37°Cにて測定した。P<sub>50</sub> stand. は、pH7.40, CO<sub>2</sub> 40 mmHg, 温度37°Cでの値であるが、23DPG 存在下には CO<sub>2</sub> 0で測定しても大差はない<sup>18)</sup>。我々の成績では23DPGも運動前後で差はなかったが、文献上 23DPG の運動による変化は、相反する結果が報告されており、短時間の最大負荷では不変とするもの<sup>10)12)19)</sup> と増加をみているものがある<sup>12)</sup>。

運動により pH は7.343から7.284へと有意に低下した。Severinghaus の式<sup>4)</sup>より計算で求めた P<sub>50</sub> *in vivo* は図1に示すように運動により有意の上昇を示した (p<0.001)。今回の実験では肘静脈より採血しており、下肢静脈血はさらに pH が低下していると考えられ、Bohr 効果はさらに大きくなる。また下肢静脈血温度は下肢の運動により上昇を示す<sup>20)</sup>ので、温度効果も加わり P<sub>50</sub> *in vivo* はさらに大きくなると考えられる。

Bellingham ら<sup>21)</sup>は pH を変化させたときの P<sub>50</sub> の変化と MCHC の変化が正相関を示すと報告している。我々の成績でも運動による P<sub>50</sub> stand. の変化と MCHC の変化は r=0.58の正相関を示した (図2)。Shappel ら<sup>10)</sup>は3人の健康人に8週間のトレーニングを行い、前後で 23DPG は有意に増加したが P<sub>50</sub> は不変であったとしている。この理由として MCHC の減少を挙げている。したがって P<sub>50</sub> の検討を行う場合には MCHC を考慮する必要がある。

## 結 語

健康男子に9分間のトレッドミル負荷を行い、ヘモグロビン酸素親和性、23DPG を測定した。

① P<sub>50</sub> stand. は有意の変化をせず、P<sub>50</sub> *in vivo*

は有意に増加した。

② 23DPG は不変であった。

③ P<sub>50</sub> の変化と MCHC の変化は正相関を示した。

## 文 献

- 1) Harken A. H., et al. : Ann. Surg. 183 : 130, 1976.
- 2) Benesch R. E., et al. : Biochemistry. 8 : 2567, 1969.
- 3) Bruce R. A., et al. : Prog. Cardiovas. Dis. 11 : 371, 1969.
- 4) Severinghaus J. W. : J. Appl. Physiol. 21 : 1108, 1966.
- 5) Gan G. T., et al. : Clin. Res. 22 : 276A, 1974.
- 6) Stamatoyannopoulos G., et al. : N. Engl. J. Med. 281 : 915, 1969.
- 7) Dennis R. C., et al. : Surgery 77 : 741, 1975.
- 8) Woodson R. D., et al. : J. Clin. Invest. 49 : 1349, 1970.
- 9) Lenfant C., et al. : J. Clin. Invest. 47 : 2652, 1968.
- 10) Shappel S. D., et al. : J. Appl. Physiol. 30 : 827, 1971.
- 11) Braumann K. M., et al. : Eur. J. Appl. Physiol. 42 : 51, 1979.
- 12) Taunton J. E., et al. : Med. Sci. Sport. 6 : 238, 1974.
- 13) Klein J. P., et al. : J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol. 48 : 236, 1980.
- 14) Bonsignore G., et al. : Bull. Eur. Physiopathol. Resp. 16 : 229, 1980.
- 15) Bohr C., et al. : Arch. Physiol. 16 : 402, 1904.
- 16) Rosi-Bernardi L., et al. : J. Physiol. 189 : 1, 1967.
- 17) Astrup P., et al. : Scand. J. Clin. Invest. 17 : 515, 1965.
- 18) Asakura T. : Crit. Care Med. 7 : 391, 1979.
- 19) Bonner H. W., et al. : Eur. J. Appl. Physiol. 34 : 227, 1975.
- 20) Aulick L. H., et al. : J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol. 51 : 1092, 1981.
- 21) Bellingham A. J., et al. : J. Clin. Invest. 50 : 700, 1971.



# フランク誘導を用いた運動負荷試験による ST 偏位の空間的变化の検討

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

谷口博康\*・千田豊\*

中島康秀\*・福本晃雄\*・黒岩昭夫\*

## はじめに

トレッドミル運動負荷試験を施行し、運動負荷試験専用装置 (以後 CASE-system と略す) と、当教室で開発した実時間空間的 ST-monitor 装置<sup>1)</sup> (以後 ST-monitor と略す) による空間的 ST 偏位量を測定して比較検討し、臨床的に有益な結果が得られた<sup>2)</sup>。

## I 方法

CASE-system では標準誘導の  $V_5$ ,  $aV_F$ ,  $V_1$  の心電図の ST 偏位量が記録されるので、それをフランク誘導の X, Y, Z と仮定して、空間的 ST 偏位量  $ST_M$  を求め、また ST-monitor では、フランク誘導 X, Y, Z より、それぞれの ST 偏位量と、さらにそれにより合成される空間的 ST 偏位量 ( $ST_M$ )、方位角 ( $A_z$ ) および仰角 ( $E_L$ ) を、microcomputer にて同時に計測した<sup>3)</sup>。

CASE-system による運動負荷試験陽性の基準は  $V_5$  の ST slope (mV/sec) を  $x$ , ST level (mm) を  $y$  としたとき、 $y < -1.0$  ( $x \leq 0$  のとき)、 $y < -x - 1.0$  ( $x > 0$  のとき) で表わされる。したがって、この computer は ST の上昇や  $aV_F$ ,  $V_1$  の ST の変化は無視し、安静時すでに ST 低下が存在すれば陽性と判定する。

そこで、最終診断として cardiologist による判定を行った。運動負荷陽性の判定基準は、CASE-system の判定を考慮の上、 $aV_F$ ,  $V_1$  の変化についても以下の判定基準を用いて診断した。すなわち、水平型および下行型で、J点より0.08秒後にて 0.1 mV 以上の ST 低下または ST 上昇を陽性とした。

## II 対象

昭和56年9月より12月までの4カ月間に、トレッドミル運動負荷試験時に ST-monitor を装着した40例で、平均年齢は58.7歳で、男性は30例、女性は10例であった。運動負荷は主として Bruce 変法により実施し、end-point は原則として、症状の発現、85%の submaximal heart rate,  $V_5$  の ST の J点 が 0.2 mV 以上の低下、または不整脈の頻発の場合とした。

これら40例を先に示した診断基準により、陰性18例、陽性22例の2群に分けた。

## III 症例

図1は52歳の男性で労作性狭心症で入院した患者のものである。左端は安静時心電図、中央左は負荷心電図、中央右は CASE-system の記録を示し、上から心拍数、次に  $V_1$ ,  $V_5$ ,  $aV_F$  の ST 偏位の trendogram である。運動負荷開始後、11.2分で狭心症発作を生じ、 $ST_{V_5}$ ,  $ST_{V_F}$  はともに下降し、 $ST_{V_1}$  には変化は認めない。この症例では CASE-system, cardiologist とともに陽性と判定した。右端は ST-monitor で記録したもので、上より、X, Y, Z の ST 偏位量  $ST_x$ ,  $ST_y$ ,  $ST_z$  を、次に空間的 ST 偏位量  $ST_M$ 、仰角  $E_L$ 、方位角  $A_z$  を記録しているが CASE-system とほぼ同様の変化を示している。 $ST_M$  は 0.07 mV から 0.18 mV と変化しており  $\Delta ST_M$  は 0.11 mV で ST-monitor 上も陽性と判定される。

この症例は冠状動脈造影で、左回旋枝に99%の狭窄を認めた。

## IV 結果および考察

図2は対象40例の陽性群と陰性群について負荷前後

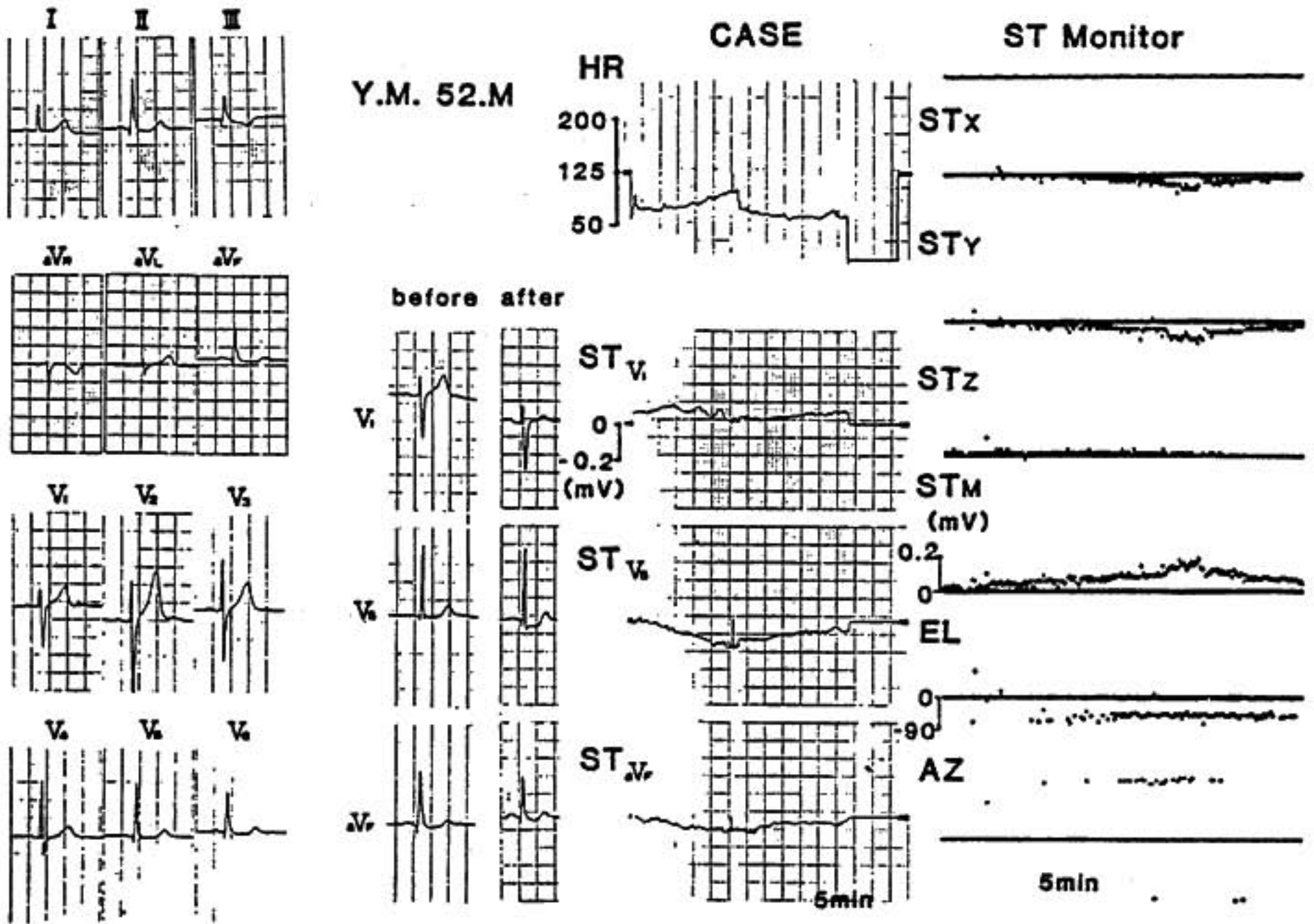


図1 症例 (Y. M. 52歳. 男性)

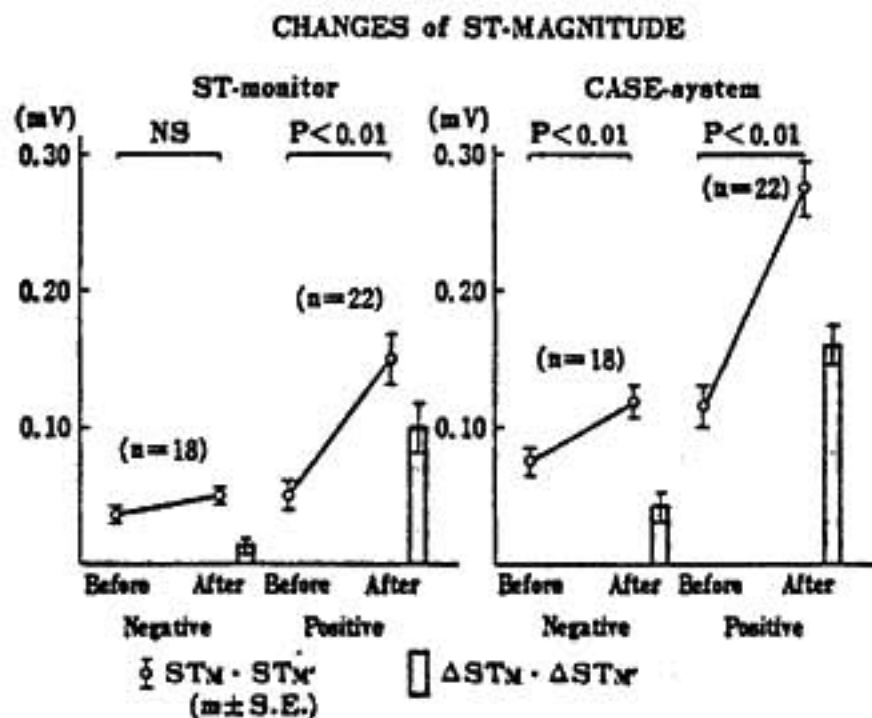


図2 ST-monitor 法と CASE-system 法による負荷前後の ST 変化

の ST-monitor による空間的 ST 偏位量  $ST_M$  およびその変化  $\Delta ST_M$  と, CASE-system の標準誘導  $V_1, aV_F, V_1$  をフランク誘導 X, Y, Z と仮定して求めた  $ST_M'$  およびその変化  $\Delta ST_M'$  を図示したものである。  
ST-monitor および CASE-system による  $ST_M$  お

よび  $ST_M'$  は陽性群では負荷前, 負荷後との間に推計学的に有意差が認められた。陰性群では, ST-monitor による  $ST_M$  では負荷前と負荷後には推計学的な有意差は認められず, CASE-system による  $ST_M'$  では負荷前と負荷後に推計学的に  $p < 0.01$  と有意差が認められた。

図3は横軸に CASE-system から求めた  $\Delta ST_M'$  の値を, 縦軸に ST-monitor から得られた  $\Delta ST_M$  の値をとり, おのおのの症例をプロットし, 両者の相関について検討した。

陰性群は原点の近くに分布し, 陽性群は原点より離れたところに分布している。 $\Delta ST_M'$  と  $\Delta ST_M$  との間には相関係数 0.825 ( $p < 0.01$ ) と良い相関が得られた。また ST-monitor 法では,  $\Delta ST_M$  が 0.05 mV 以上に陽性例が多く,  $\Delta ST_M$  が 0.05 mV 以上を運動負荷陽性の判定の基準とするのが妥当と考えた。

表1は, それぞれ cardiologist による診断と ST-monitor による診断 ( $\Delta ST_M \geq 0.05$  mV) および CASE-



system のコンピュータ診断との間の sensitivity, specificity, accuracy を示したものである。

これより CASE-system 法では sensitivity=82%, specificity=67%, accuracy=75% であり, ST-monitor 法では sensitivity=77% と CASE-system 法と比してほとんど差が見られなかったが, specificity=94%, accuracy=85% と CASE-system 法に比して

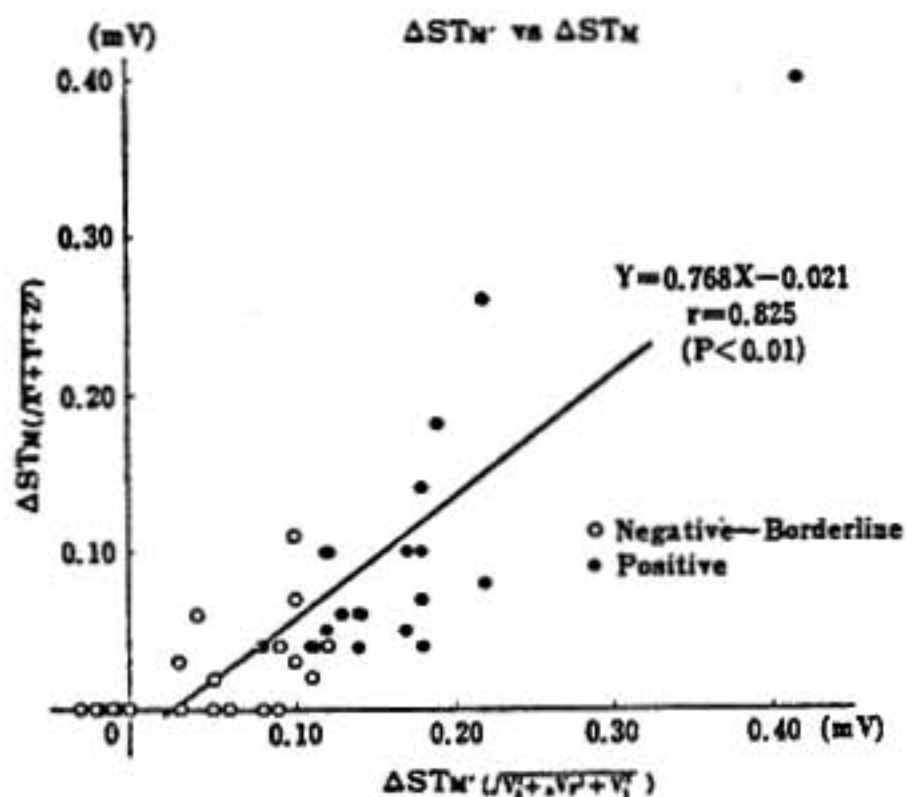


図3 CASE-system 法と ST-monitor 法による空間的 ST 偏位量の負荷前後の変化量

診断率は優れていた。

図4の左は運動負荷前後の方位角の変化を, 右は仰角の変化を表わしている。

方位角の変動を示すものは陽性群でのみ見られたが,

表1  
ST-monitor

Dr. \ ST-m.	negative	positive	total
negative	17	1	18
positive	5	17	22

sensitivity = 77%  
specificity = 94%  
accuracy = 85%

CASE-system

Dr. \ CASE	negative	positive	total
negative	12	6	18
positive	4	18	22

sensitivity = 82%  
specificity = 67%  
accuracy = 75%

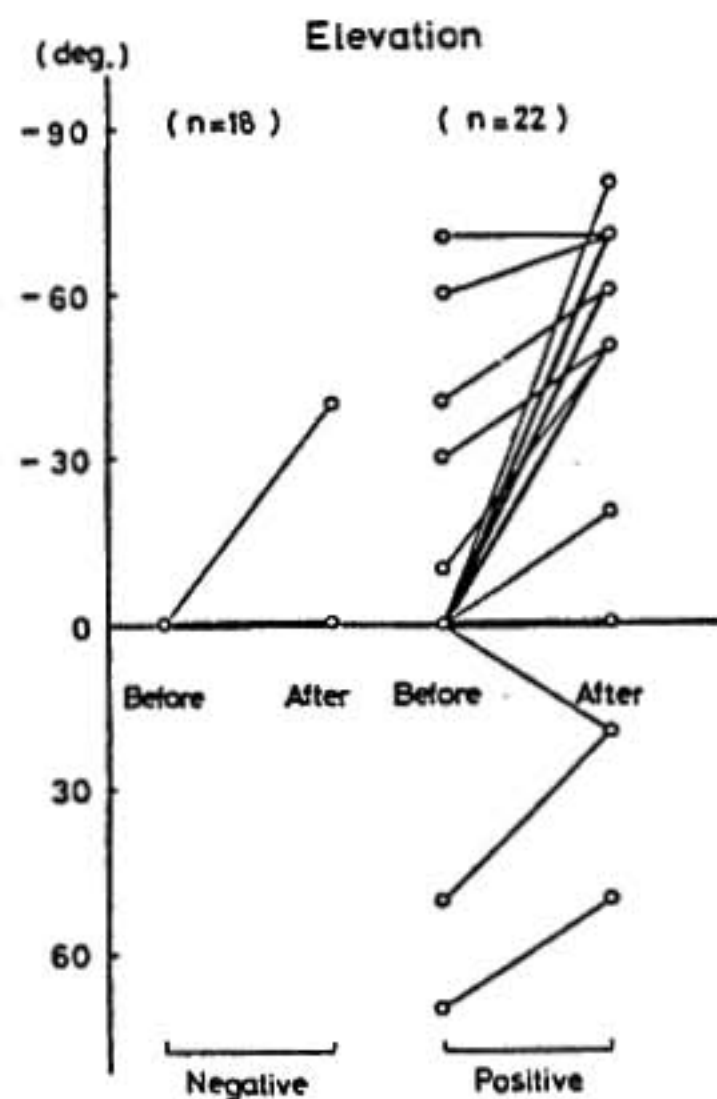
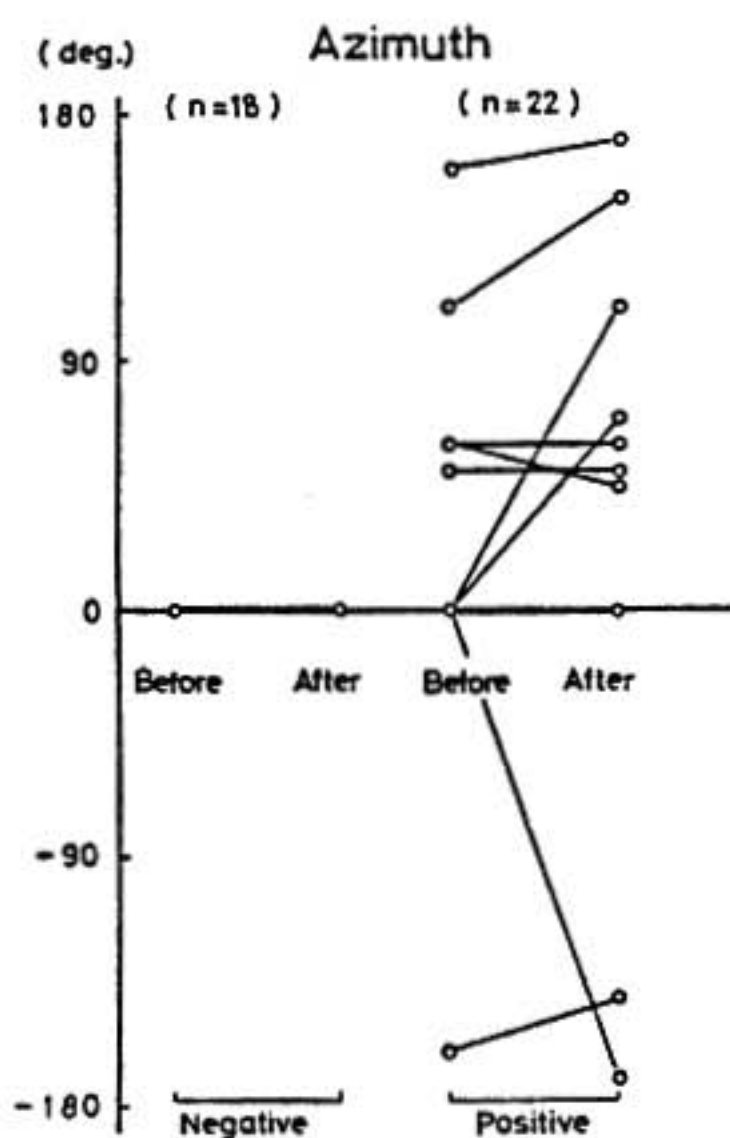


図4 運動負荷前後の方位角の変化 (右) と仰角の変化 (左)

その方向と障害部位に関しては症例数の関係もあり、現在のところ一定の結論を出すまでに至っていない。

仰角の変動はY軸の変化と対応しており、陽性群では負荷後上向きになるものが多い。

## 結 語

トレッドミル運動負荷試験を行い、CASE-system と ST-monitor による ST 変化を同時記録し、比較検討をした。

$V_3, aV_F, V_1$  をフランク誘導 X, Y, Z と仮定して求めた空間的 ST 偏位量  $ST_M'$  と ST-monitor より求めた  $ST_M$  との間には正の相関が得られ、その変化量  $\Delta ST_M'$  と  $\Delta ST_M$  との間にも正の良い相関が見られた。

ST-monitor 法では  $\Delta ST_M \geq 0.05$  mV を運動負荷陽

性の判定の基準とするのが妥当である。

$\Delta ST_M$  は  $\Delta ST_M'$  より小さく sensitivity は変わらないが、specificity は優れていた。

方位角、仰角の変動を示すものは陽性例に多い。

以上より、空間的 ST 偏位量は運動負荷試験判定の一つの基準となると考えられる。

## 文 献

- 1) Kuroiwa A., et al. : Jpn. Circ. J. 44 : 586, 1980.
- 2) 黒岩昭夫, 他 : 日内会誌 71 : 187, 1982.
- 3) Akiyama T., et al. : Am. J. Cardiol. 36 : 155-162, 1975.
- 4) Foerster J. M., et al. : Circulation 55 : 728-732, 1977.

## 負荷心電図診断における誘導部位の検討

——標準12誘導心電図と体表面心臓電位図との比較——

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

金子 堅 三\* . 中 川 立 一\* . 館 啓 二\*  
 勅使河原 敬明\* . 近 藤 武\* . 大 橋 進\*  
 和田 正 敏\* . 宮 城 裕\* . 野 村 雅 則\*  
 岡 島 智 志\* . 菱 田 仁\* . 水 野 康\*

## I 目 的

虚血性心疾患患者における運動負荷心電図の診断能を高める誘導部位を知る目的で標準12誘導心電図と体表面 ST 電位分布図 (以下 Map と略す) を比較検討した。

## II 対象と方法

対象は冠動脈造影法 (以下 CAG と略す) により主

要冠動脈に75%以上の有意な狭窄を認め、運動負荷 TI-201 心筋シンチグラフィ (以下 stress TI と略す) において負荷後 hypoperfusion を示し、運動負荷により確実に心筋虚血が生じたと考えられた13例 (男11例, 女2例) であった。運動負荷方法は電気制動式多段階漸増臥位自転車エルゴメーター法を用い、①胸痛、②虚血性 ST 変化、③重篤な不整脈の出現、④下肢倦怠感、⑤最大予測心拍数の85%心拍数に達した時等を負荷終了点とした。Map は負荷前、負荷直後、



3分後、6分後と経時的に計4回記録した。Mapは収録後8心拍平均加算法を用いて処理した。同時に標準12誘導心電図を記録し stress Tl 法も施行した。

### III 結 果

狭心症患者の負荷直後の Map は大別して三つの pattern に分類された (図1)。Type A は正領域が  $V_1, V_2$  を中心とした胸部右上方に存在するもの、Type B は極小の位置が  $V_4 \sim V_6$  付近に位置するもの、Type C は極小の位置が  $V_4 \sim V_6$  より1~2肋間下方に位置するものとした。

図2は Type A の前胸部心電図を示した。  $V_1, V_2$  あるいはその1肋間上下の誘導で ST が0.1 mV 以上上昇を示したが、  $V_4 \sim V_6$  および1肋間上下の誘導部位でも虚血性 ST 低下を認めなかった。図3は Type B の前胸部心電図を示した。  $V_4, V_5$  を中心とした領域

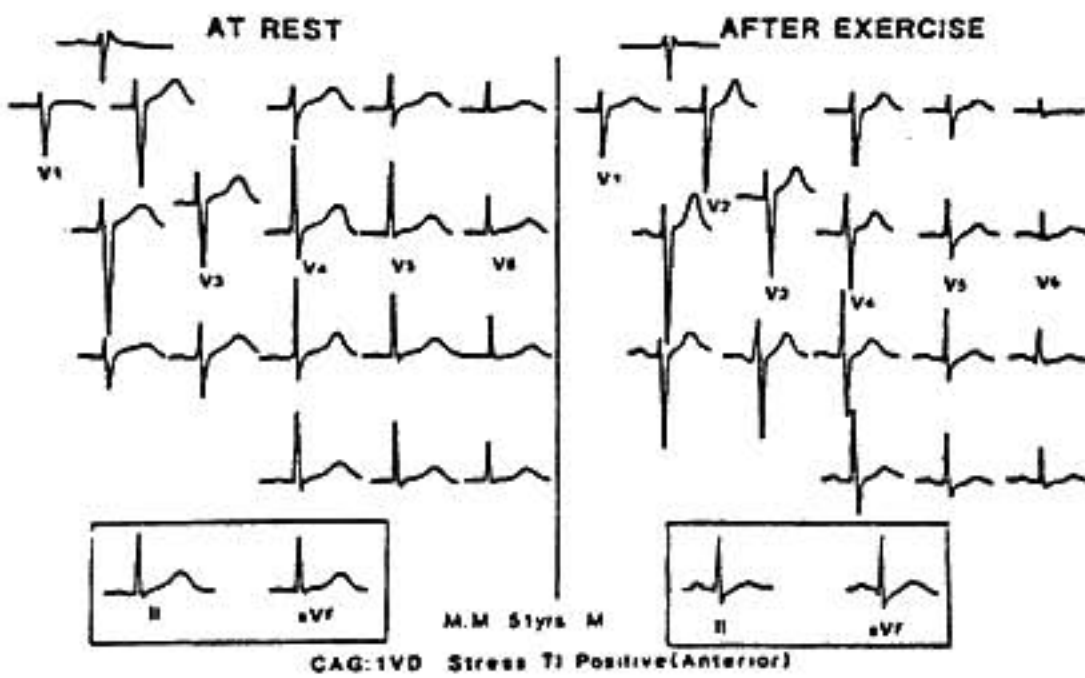


図2 Type A を示した1例の前胸部心電図

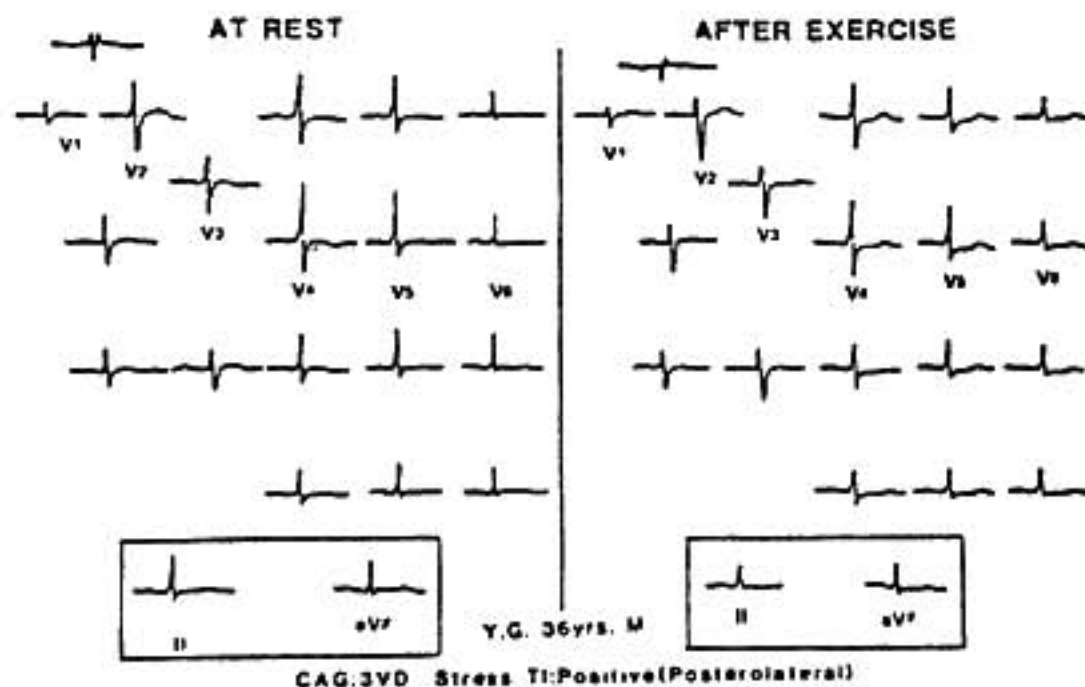


図3 Type B を示した1例の前胸部心電図

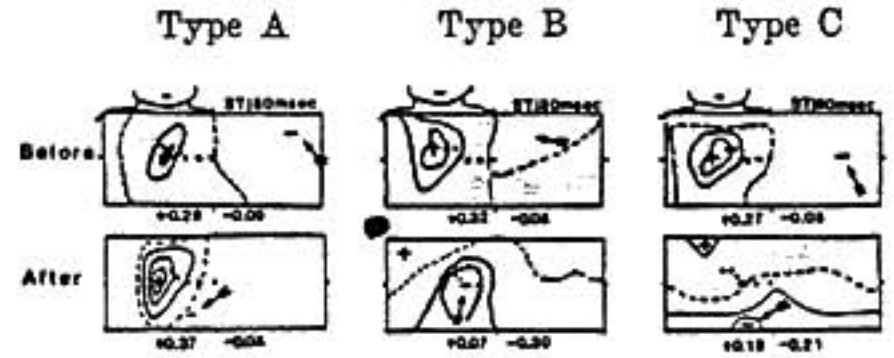


図1 狭心症患者における安静時と負荷直後の ST Map

ST-J より 80msec. 後の Map を示す。Map 上の破線は 0 電位線、実線は  $\pm 0.1$  mV 間隔の等電位線、+は極大、-は極小で矢印は極小の位置を示す。分布図の下の右の数字は極大値、左の数字は極小値を示す。黒点は胸部誘導  $V_1 \sim V_6$  の位置を示す。

で horizontal type の ST 低下を示した。図4は Type C の前胸部心電図を示した。  $V_4 \sim V_6$  で Junctional type の ST 低下を示したが、それより1~2肋間下の誘導でより明確な虚血性 ST 低下を認めた。

II, aV<sub>F</sub> では虚血性 ST 低下は認められなかった。Map の各 type と CAG 及び stress Tl 所見との比較を表1に示した。Type A は LMT あるいは LAD に強い狭窄を認め、3例とも anterior wall に虚血部位を認めた。Type B は5例とも多枝病変で虚血部位もさまざまであった。Type C は inferior wall に虚血部位を認めた例が5例中3例あった。

### IV 考 察

虚血性心疾患患者の運動負荷心電図において虚血性 ST 変化を示す誘導部位を胸部多誘導心電図を用いて検討した報告は少ない。Fox ら<sup>2)</sup>は前胸部単極16誘導心電図と修正12誘導心電図の虚血性 ST 変化を CAG と比較し、両者間の specificity には差を認めなかったが sensitivity の比較では前者が96%、後者が80%と両者間に有意差を認めたことから多誘導心電図の有用性を報告した。その理由として彼らは LMT 病変や LAD 近位部病変のある例では左前胸部上方に ST 低下を生じ  $V_1 \sim V_6$  には変化をみない場合があることを挙げている。我々は胸壁上の ST 電位変化をより総合的に把握すべく運動時に全胸壁上の体表面 ST 電位図を記録し、標準12誘導

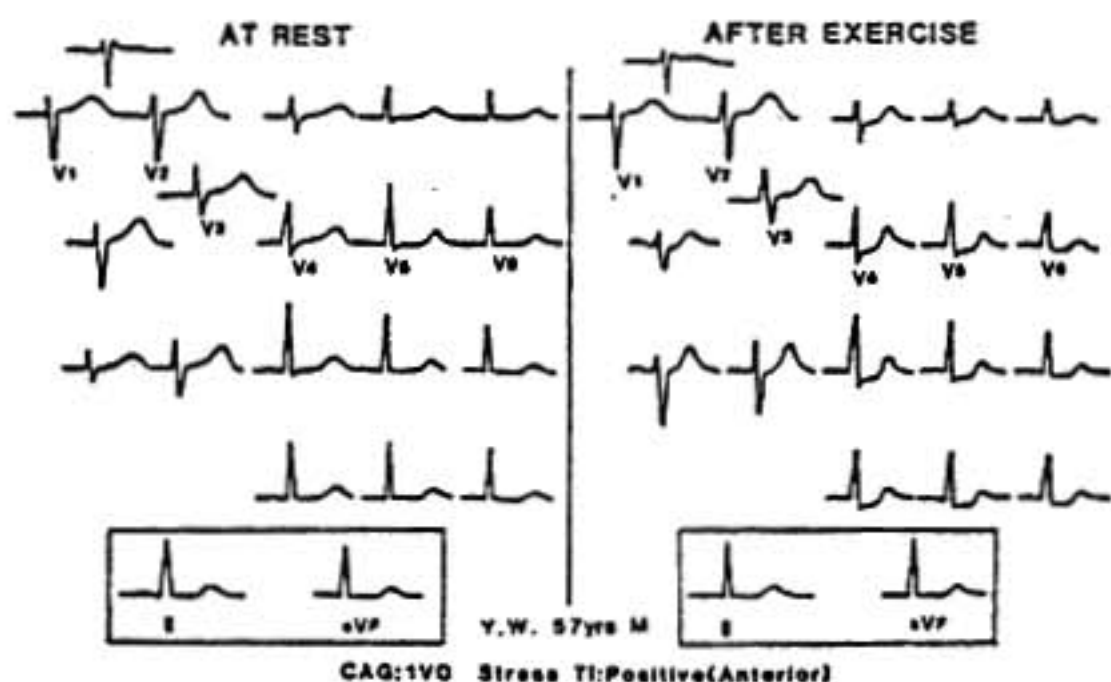


図4 Type C を示した1例の前胸部心電図

心電図が胸壁上の虚血性 ST 変化を見落とすことなく記録しうるかどうかを検討した。我々の成績では ST Map は三つの type に分類され、Type A は  $V_1, V_2$  あるいはその1肋間上下の誘導を含む右前胸部誘導に軽度の ST 上昇を示し、Type B は  $V_4 \sim V_6$  を中心に左前胸部に虚血性 ST 低下を示し、Type C は左前胸部に ST 低下領域があるが  $V_4 \sim V_6$  より1~2肋間下で最も深い虚血性 ST 低下を示した。以上の我々の結果は Type B については標準12誘導の胸部誘導で十分であり、Type C はさらに1~2肋間下の誘導を加えればより鋭敏に虚血性 ST 低下を捕らえうるということを示している。Type A は従来ほとんど指摘されな

った変化で後に触れるが、注意すれば右胸部誘導で拾い上げる変化である。以上 Fox らと異なった結果であったが対象を確実な狭心症例で負荷により確実に心筋虚血を生じた例に限ったために例数が少なかったこともその原因かもしれない。ところで Fox や我々の成績は虚血性 ST 変化の見られる体表面部位が心筋虚血部位を反映することを示唆する。Tubau<sup>2)</sup> 及び Dunn<sup>3)</sup> らは標準12誘導心電図の ST 低下部位と冠動脈病変部位の間には相関がみられなかったと報告した。一方これに対して Robertson<sup>4)</sup> らは ST 低下部位が II, III,  $aV_F$  に出現したものは右冠動脈病変、I,  $aV_L, V_1 \sim V_6$  に出現したものは左冠動脈病変であると報告した。Fox らは1枝病変群における ST 低下部位から冠動脈病変部位を診断するについて修正12誘導心電図では sensitivity は42%であったのに対し多誘導心電図を用いると74%と高率であったと報告した。我々の今回の結果では多枝病変例が多く、また RCA 単独病変例、CX 単独病変例もないので冠動脈病変との対比は困難であった。しかし ST 低下を示した Type B の症例はすべて多枝病変例であったのが注目された。そこで stress TI による虚血部位と比較すると Type B では一定した虚血部位を示さなかった。Type C では5例

った変化で後に触れるが、注意すれば右胸部誘導で拾い上げる変化である。以上 Fox らと異なった結果であったが対象を確実な狭心症例で負荷により確実に心筋虚血を生じた例に限ったために例数が少なかったこともその原因かもしれない。ところで Fox や我々の成績は虚血性 ST 変化の見られる体表面部位が心筋虚血部位を反映することを示唆する。Tubau<sup>2)</sup> 及び Dunn<sup>3)</sup> らは標準12誘導心電図の ST 低下部位と冠動脈病変部位の間には相関がみられなかったと報告した。一方これに対して Robertson<sup>4)</sup> らは ST 低下部位が II, III,  $aV_F$  に出現したものは右冠動脈病変、I,  $aV_L, V_1 \sim V_6$  に出現したものは左冠動脈病変であると報告した。Fox らは1枝病変群における ST 低下部位から冠動脈病変部位を診断するについて修正12誘導心電図では sensitivity は42%であったのに対し多誘導心電図を用いると74%と高率であったと報告した。我々の今回の結果では多枝病変例が多く、また RCA 単独病変例、CX 単独病変例もないので冠動脈病変との対比は困難であった。しかし ST 低下を示した Type B の症例はすべて多枝病変例であったのが注目された。そこで stress TI による虚血部位と比較すると Type B では一定した虚血部位を示さなかった。Type C では5例

表1 ST Map の各 type と CAG 及び stress TI 所見の比較

No.	Name	Sex	Age	CAG			TI findings	Patterns of ST MAP (Type)	
				LAD	LCX	RCA			
1	T. S.	M	60	100			Anterior	A	
2	M. M.	M	51	90			Anterior	A	
3	S. S.	F	44	LMT = 75			Anterior	A	
4	T. I.	M	53	90	100	100	Anterior	B	
5	A. S.	M	52	100		80	Anterior	B	
6	Y. G.	M	36	100	90	90	Posterolateral	B	
7	M. H.	M	46	75	90	90	Posterolateral	B	
8	H. N.	M	49	LMT = 75			100	Inferior	B
9	S. M.	M	63	75	90	100	Inferior	C	
10	J. K.	M	59	75	75	75	Inferior	C	
11	H. I.	M	51	LMT = 75			Inferior	C	
12	Y. S.	M	60	100	75	75	Anterior	C	
13	Y. W.	M	57	90			Anterior	C	

CAG : Coronary angiography (% stenosis)  
TI findings : Exercise induced hypoperfusion



中3例が inferior wall で虚血部位を示したことは ST 低下部位がやや下方にあることを説明しうるかもしれない。LMT 病変あるいは LAD 近位部病変に関する検討について Fox ら及び外畑ら<sup>9)</sup> は左前胸部上方に ST 低下部位が出現すると報告した。これに対し Dunn らは51%に V<sub>1</sub> あるいは aV<sub>L</sub> にて ST の上昇がみられたと報告した。我々の検討でも Type A の症例では V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> あるいはその1肋間上下の右胸部誘導を含む領域の ST 上昇の所見がみられしかも stress T1 で anterior wall に虚血部位がみられたことは注目に値するものと思われた。

### 結 語

1. 運動負荷試験心電図の虚血性心疾患診断能を高めることを目的として労作性狭心症患者13例で、運動負荷時に8心拍加算体表面 ST 電位分布図を記録し、誘導部位につき検討した。

2. 大部分の症例では ST の最大低下部位は胸部誘導 (V<sub>1</sub>~V<sub>6</sub>) の近くに存在し、標準12誘導心電図で十分と思われたが一部の症例では ST の最大低下部位は前胸部下方に位置し標準12誘導心電図に1~2肋間下方の胸部誘導心電図を加えることにより診断能が高

められる可能性が示唆された。

3. 負荷後の右胸部誘導の ST 上昇も陽性所見と考えるべき例があった。

### 文 献

- 1) Fox K. M., et al. : Relation between the precordial projection of ST segment changes after exercise and coronary angiographic findings. *Am. J. Cardiol.* 44 : 1068, 1979.
- 2) Tubau J. F., et al. : Importance of coronary collateral circulation in interpreting exercise test results *Am. J. Cardiol.* 47 : 27, 1981.
- 3) Dunn R. F., et al. : Localization of coronary artery disease with exercise electrocardiography : Correlation with Thallium-201-myocardial perfusion scanning. *Am. J. Cardiol.* 48 : 837, 1981.
- 4) Robertson D., et al. : The localization of coronary artery stenosis by 12 lead ECG response to graded exercise test : support for intercoronary steal. *Am. Heart J.* 91 : 437, 1976.
- 5) 外畑 巖, 他 : 運動負荷心電図の冠動脈疾患診断能に影響を及ぼす諸因子. *心電図* 2 : 3, 1982.

## 冠動脈疾患における運動負荷

### —体表面電位図の isointegral analysis—

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

大山 武 紹<sup>\*1</sup>・久保田 功<sup>\*1</sup>・渡辺 佳彦<sup>\*1</sup>  
立木 楷<sup>\*1</sup>・安井 昭二<sup>\*1</sup>・宮沢 光瑞<sup>\*2</sup>

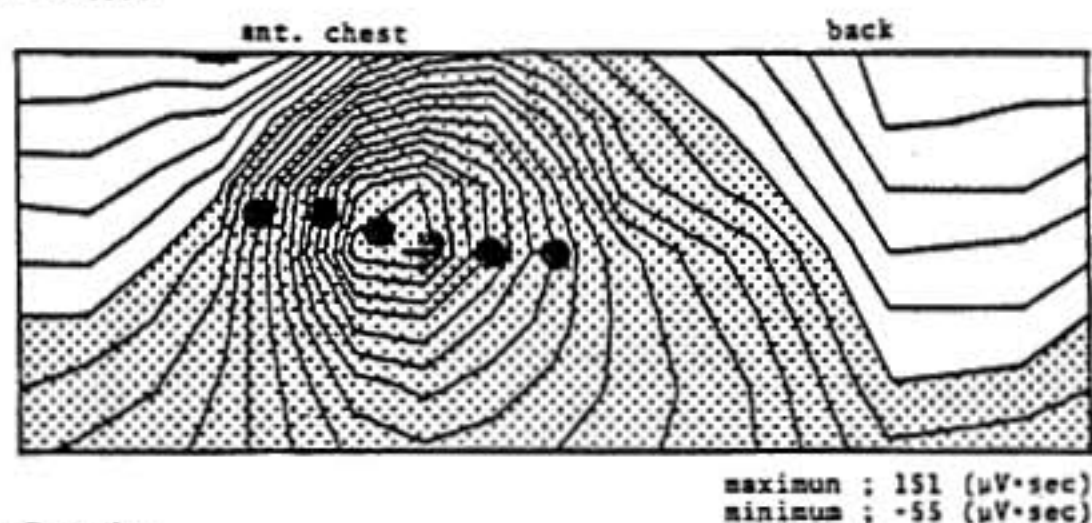
### はじめに

体表面電位図 (以下, 電位図) におけるデータ処理の有用な方法として, 各誘導の心電図波形の面積を求めて, その値の体表面上での分布を示す isointegral map が, Montague ら<sup>1)</sup>により報告されている。我々

は, 狭心症患者および正常者に対し, 運動負荷前後で電位図記録を行い, これらの isointegral map を作成し, 特に QRST isointegral map の負荷による変化に注目し, その狭心症診断における臨床的有用性に関し検討した。

\*1 山形大学医学部 第一内科 \*2 同 検査部

## Pre-Exercise



## Post-Exercise

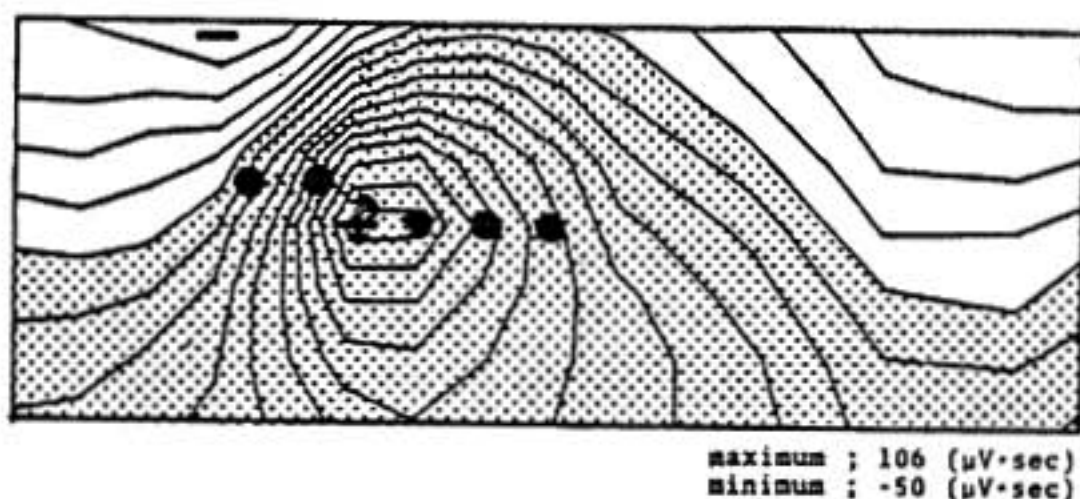
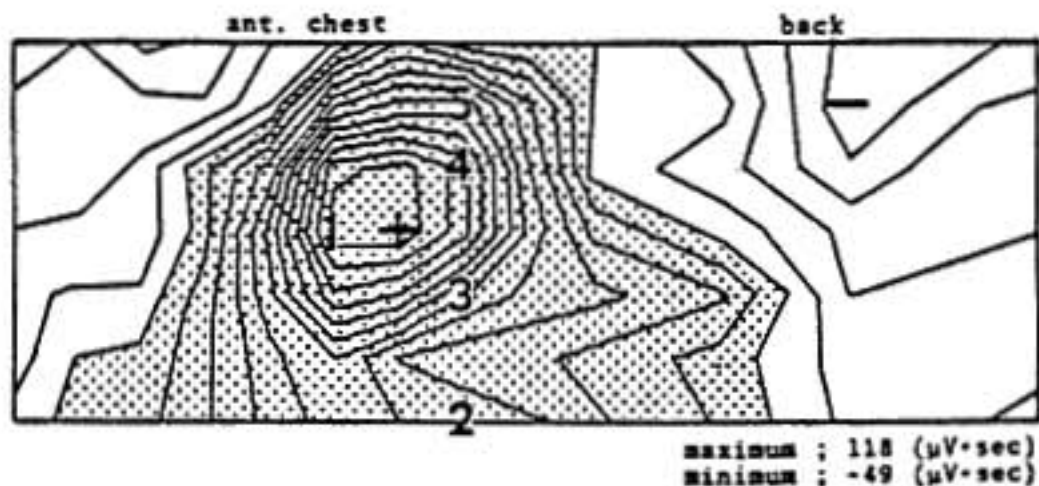


図1 Mean QRST isointegral map normal ( $n=20$ )

## Pre-Exercise



## Post-Exercise

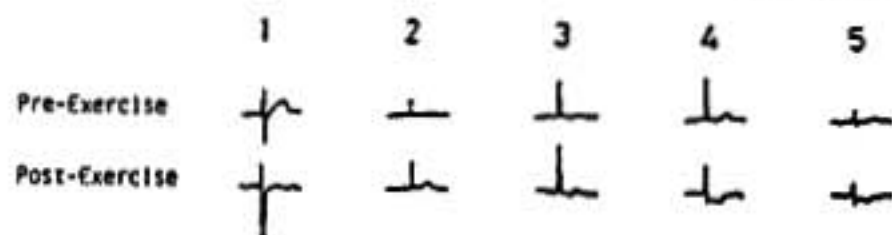
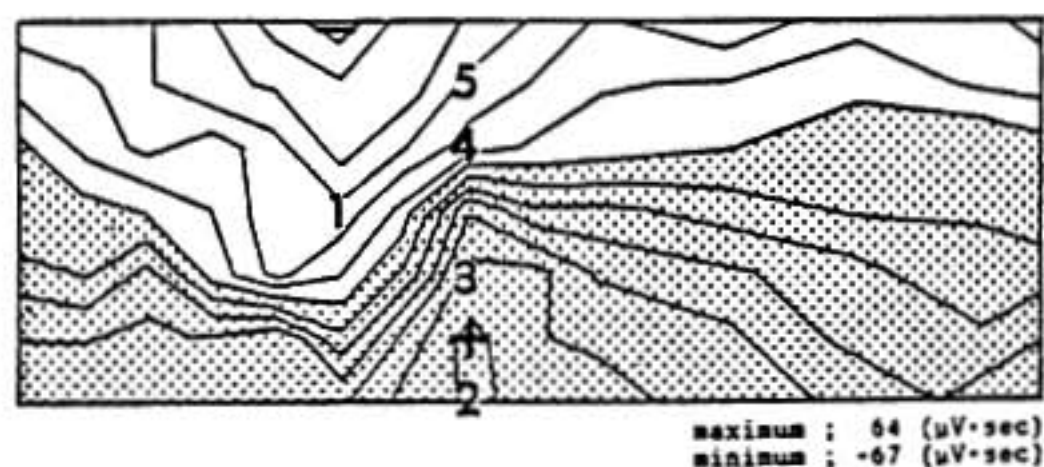


図2 QRST isointegral map  
K. M. 56 ys. Angina pectoris

## I 対象ならびに方法

対象は、冠動脈造影で有意 (Pujadas<sup>2)</sup> の Grade 3 以上) の狭窄が確認された狭心症患者男性26名 (年齢40~68歳, 平均56歳) であり, 過去に心筋梗塞の既往のある患者は除外した, 健康成人男性20名 (年齢22~52歳, 平均34歳) を対照として選んだ, Sheffield 変法<sup>3)</sup> に従い, submaximal treadmill 負荷を施行し, その直前と負荷後1分半にて山田<sup>4)</sup> の開発したHPM-5100装置 (誘導点87, うち前胸部59, 背部28) を使用して電位図を記録した, 体位及び呼吸による心電図波形の変化を防ぐため, 記録はすべて仰臥位, 安静呼吸位にて行った, time integral する segment は, Frank 誘導ベクトル心電図より決定した, 各誘導点ごとに QRST (P onset~T offset), QRS (QRS onset~QRS offset), ST-T (QRS offset~T offset) の積分を行うが, 基線より下方は負とした, それらの積分値を用いて, QRST, QRS, ST-T の isointegral map を作成した,

## II 結果ならびに考察

正常者における QRST isointegral map は, 運動負荷前にはほぼ同様のパターンを示した, また負荷によってもほぼ同一の変化を示した, 図1は, 正常者20例より作成した平均の QRST isointegral map で, 上段が負荷前, 下段が負荷後の map である, 図中の黒丸は, 標準12誘導の  $V_1\sim V_6$  の位置に相当し, 左半分が前胸部を右半分が背部を示している, 灰色で覆った領域が正領域を, 白色の領域が負領域を表わし, +が極大, -が極小の位置を示す, contour line は,  $10\mu\text{V}\cdot\text{sec}$  間隔で描いてある, 負荷前後ともスムーズな双極性のパターンを示し, 極大は左前胸部に, 極小は右前胸部上方にあ



る。極大の大きさは負荷により有意の減少をみた(151  $\mu\text{V}\cdot\text{sec}\rightarrow 106 \mu\text{V}\cdot\text{sec}$ ).

図2は56歳男性、2枝病変(右冠動脈+左前下行枝)を有する狭心症例の QRST isointegral map を示す。

上段の負荷前の map は、ほとんど正常と変わりがないが、下段の負荷後の map は、正常と大きく異なっている。極大は左下方へ大きく移動し、前胸部上方に広く負領域が出現した。下方に負荷前後の心電図波形を示した。それぞれ同一部位の心電図で

を示した。それぞれ同一部位の心電図であるが、左前胸部(3, 4, 5)で明らかな虚血性のST低下を認めた。この症例のごとく、狭心症例では負荷後に大きくパターンの変化を認めるものがあった(26例中13例)。

正常例ならびに狭心症例における QRST isointegral map の極大、極小の位置を負荷前後について調べた(図3)。図中、黒丸が極大、白丸が極小の位置である。左側が正常例、右側が狭心症例で、それぞれ上段が負荷前、下段が負荷後である。ここで極大の位置に注目

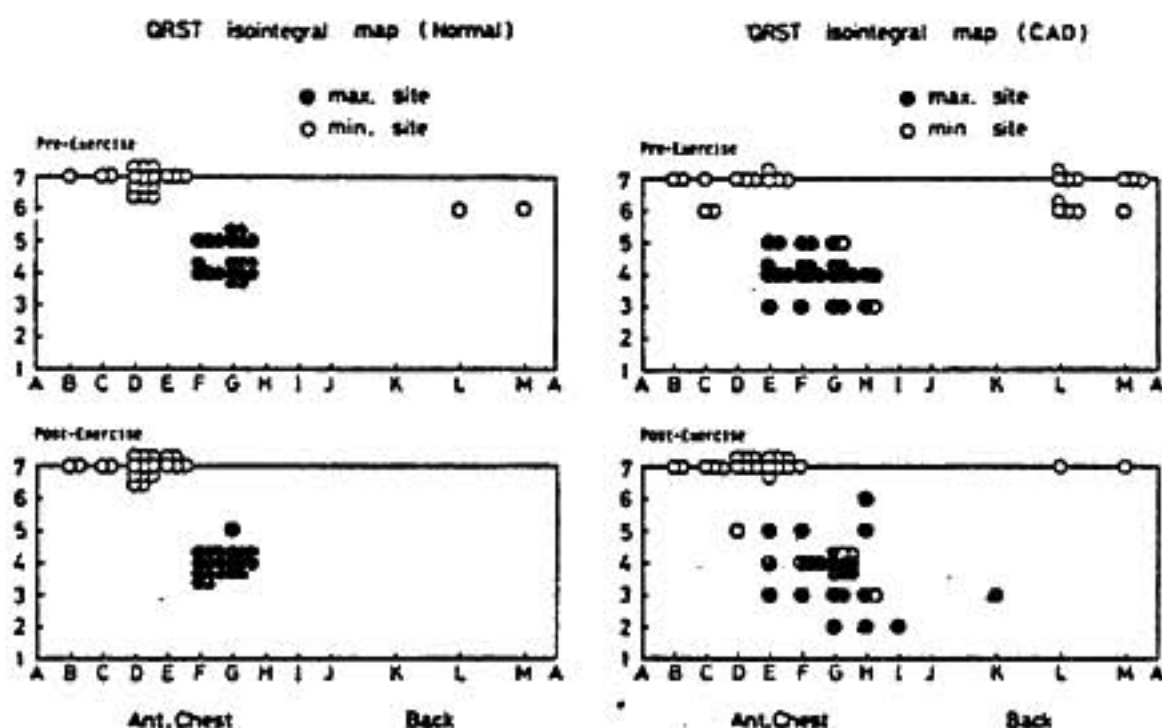


図3

isointegral map

A. S. 54 ys. Angina Pectoris

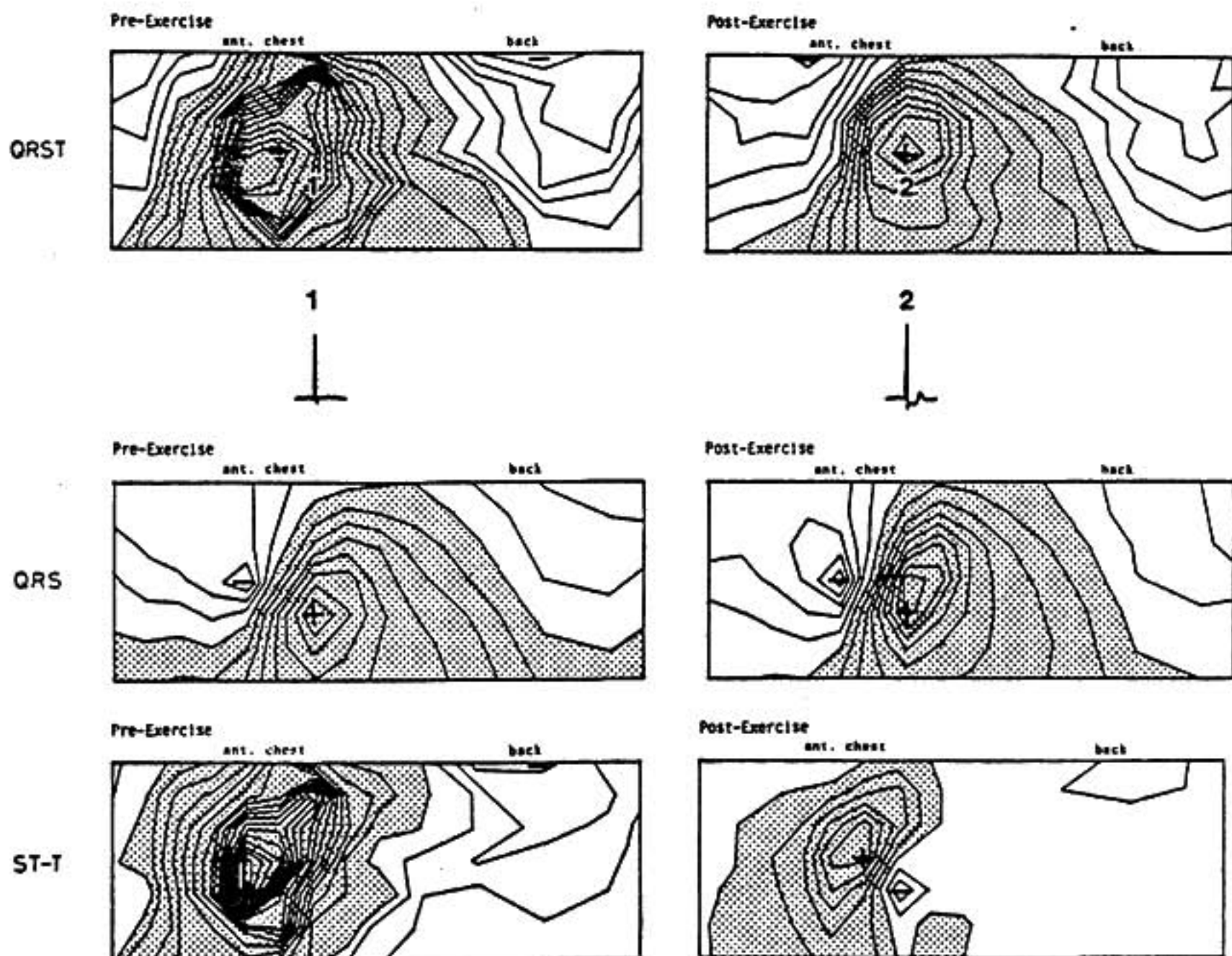


図4

すると、正常群では負荷により変化しない場合が多いが、右あるいは下方にわずかに移動する症例も存在した。狭心症群では、負荷前にすでに極大の位置に散らばりがみられ、負荷によりさらに散らばる傾向にあり、全体として左下方へ移動する例が多かった。したがって、極大の位置の動きは、狭心症例と正常例とを区別する指標となりうることが示唆された。しかし、狭心症例において、冠動脈病変の重症度あるいは罹患動脈枝と極大の動きは、一定の関係を示さなかった。

図4は、54歳男性、左前下行枝の1枝病変例の QRST, QRS, ST-T の isointegral map である。負荷前（左側）と負荷後（右側）の QRST isointegral map をみると、負荷後にやや左方へ極大が移動した点を除けば、ほぼ正常と同様のパターンを示している。下方の心電図は、同一部位での負荷前後の心電図波形を表わしている。この左前胸部の心電図では、負荷後明らかな虚血性 ST 低下をみるが、QRST isointegral

map としてとらえると、その変化は不明瞭となっている。ST-T の map をみると、負荷後に左前胸部下方で明らかに異常と思われる負領域の出現をみた。しかし、QRS の map では、ST-T で負領域が出現した領域で極大が増高しており、QRST isointegral map としてとらえるとその変化が相殺されてしまい、正常パターンに似てくるのがわかる。この関係は、図中に示した心電図波形にも当てはまる。すなわち、ST の低下が R 波の増大により打ち消されたかたちになっている。この場合には、心室内の局所伝導異常の存在も推定された。

図5は、63歳男性、2枝病変例（右冠動脈+左前下行枝）の QRST, QRS, ST-T の isointegral map である。QRST isointegral map では、負荷前（左側）、負荷後（右側）とも、負荷により極大が左上方へ移動したことを除けば、ほとんど正常と近似し、特に負荷後の map は完全に正常とみなされる。下方に示す同

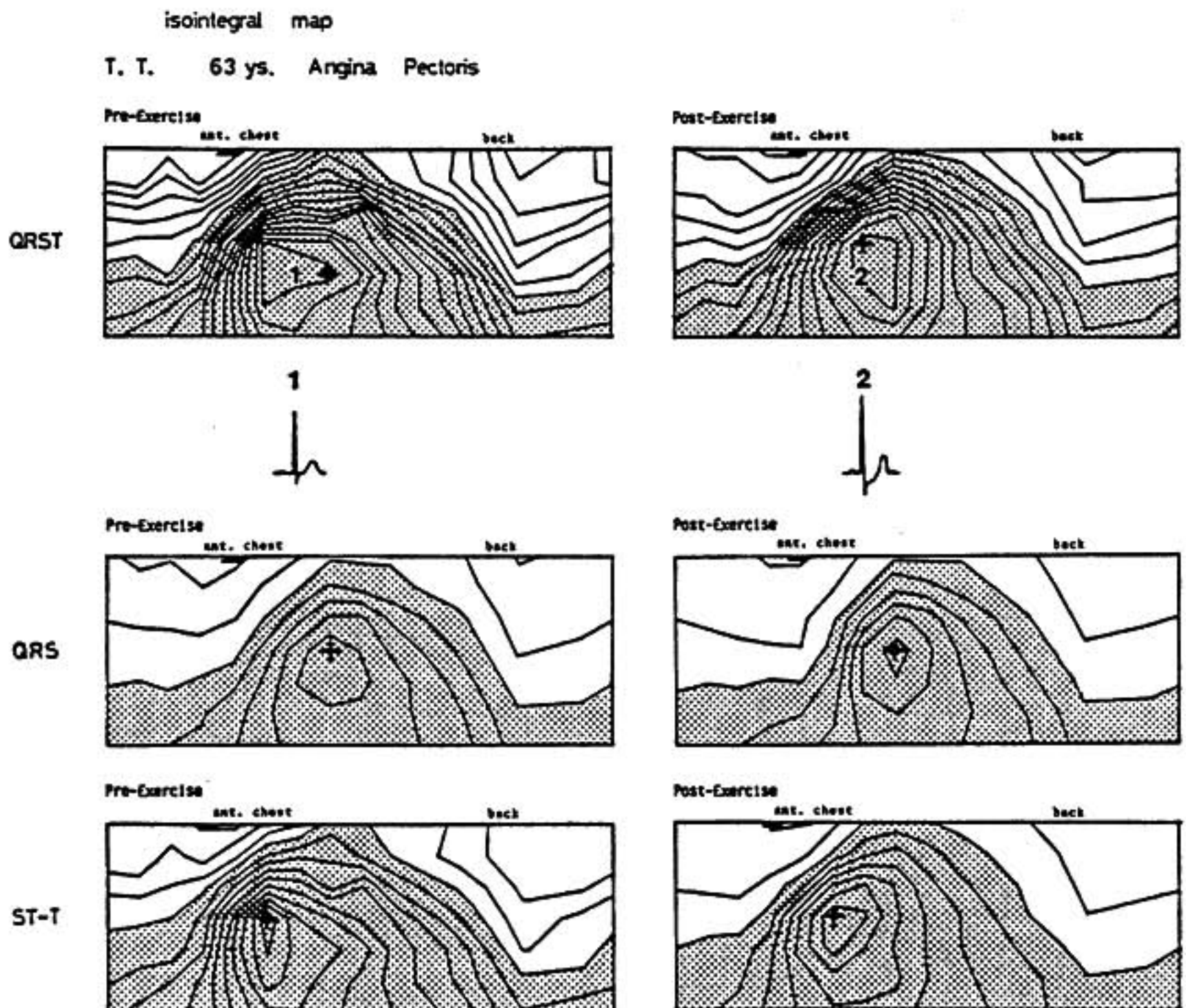


図5



一部位での心電図波形をみると、負荷後に虚血性のST低下を示しているが、それに伴いT波が増大している。本例ではST-T isointegral mapは負荷後も全く正常と考えられ、ST部が低下してもT波の増高があるためST-Tとしてとらえると、その変化が不明瞭となる。したがってST-TもSTとTに分離して検討することも必要と思われた。以上、心電図で明らかなST低下が出現しても、QRST isointegral mapとして表現すると、正常に近いパターンをとる2例を提示した。

### ま と め

狭心症患者26例、正常者20例に対し、運動負荷体表電位図を施行した。電位図をisointegral mapとして表現したが、今回は特にQRST isointegral mapを中心に、狭心症例と正常例の差異を検討した。狭心症例では、負荷後に正常と異なるパターンをとるものがあり、また負荷による極大の動きに正常例との間に

相違をみた。しかし、狭心症例で負荷後明らかなST低下をみた例でも、QRST isointegral mapではほとんど変化の生じない例もあり、心室内局所再分極異常の診断に有用な情報を与えるものと思われた。一方では、狭心症診断における運動負荷によるisointegral mapを考えるにあたり、QRSTのみでは変化の把握しにくい症例もあるので、同時にQRS, ST-TさらにはSTとTに分けて考える必要もあると思われた。

### 文 献

- 1) Montague T. J., et al. : Circulation 63 : 1166, 1981.
- 2) Pujadas G. : Coronary angiography in the medical and surgical treatment of ischemic heart disease. McGraw-Hill Book Co., New York, p223, 1980.
- 3) Kubota I., et al. : Jpn. Circ. J. 46 : 8, 1982.
- 4) Yamada K. : Jpn. Circ. J. 45 : 1, 1981.

## 労作狭心症の前胸部多単極誘導心電図による

### 運動負荷試験の検討

——冠動脈造影所見及び運動負荷心筋シンチ所見との対比——

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

志 貴 一 仁<sup>\*1</sup>・谷 口 直 樹<sup>\*1</sup>

都 田 裕 之<sup>\*1</sup>・都 築 雅 人<sup>\*1</sup>

河 合 直 樹<sup>\*1</sup>・近 藤 照 夫<sup>\*1</sup>・山 内 一 信<sup>\*1</sup>

横 田 充 弘<sup>\*1</sup>・外 畑 巖<sup>\*1</sup>・都 築 実 紀<sup>\*2</sup>

### は じ め に

心電図誘導数とその種類は、運動負荷心電図試験における冠動脈疾患診断精度の主要決定因子の一つである。修正12誘導、胸部双極誘導による運動負荷心電図試験は、診断感度及び冠動脈病変の評価においてまだ

十分でなく、冠動脈罹患部位推定の点でも問題が存在する。そこで我々は前胸部多単極誘導法 (multiple precordial lead system ; MPL system) を用いて運動負荷心電図試験を行い、この成績と冠動脈造影所見及び運動負荷心筋シンチグラム所見と対比し、冠動脈疾患の重症度判定、病変部位推定におけるMPL法

\*1 名古屋大学医学部 第一内科 \*\* 大同病院 内科

の有用性を検討した。

## I 対 象

対象は、心筋梗塞既往のない労作狭心症患者43名で、男性38名、女性5名(平均年齢 $54 \pm 7$ 歳)である。全例選択的冠動脈造影により、主要冠動脈枝に75%以上の狭窄を有することが確認された。一枝病変例は16名で、そのうち左前下行枝病変例10名、右冠動脈病変例3名、左回旋枝病変例2名であった。二枝病変例は左主幹部病変例3名を含む9名、三枝病変例は左主幹部病変例1名を含む9名であった。

## II 方 法

第3から第7肋間胸骨左縁の5レベルから連続する4肋間レベルを選択し、各レベルごとに  $C_1$  から  $C_7$  を通る縦線との各交点のうち連続5点に電極を合計20個置いた。運動負荷修正12誘導心電図を参考にして、各症例ごとに誘導点を決定した。誘導切り替え装置付きの6チャンネル心電計を用い、4回切り替えることにより多単極胸部誘導心電図を記録した。treadmill運動負荷試験は、既報の修正 Bruce 法に従って施行

し、全例胸痛発現にて運動終了した。運動負荷により有意な ST 低下 ( $0.1 \text{ mV}$  以上の水平または下行傾斜型 ST 低下) が誘発された心電図誘導数を nST、ST 低下値の総和を  $\Sigma \text{ST}$  として求めた。図1に実例を示す。

坐位自転車 ergometer を用いて運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラムを記録した。treadmill 運動負荷試験で誘発された胸痛と同程度の胸痛発現時に  $^{201}\text{Tl}$  2mCi を静注し、さらに1分間運動を継続させた後、5方向(正面、左前斜位 $30^\circ$ 、同 $45^\circ$ 、同 $60^\circ$ 、左側面)の心筋シンチグラムを得た。各方向ごとに、5個から6個の関心領域(ROI)を設定し、最高値を示した ROI の count に対する各 ROI の count の比率(myocardial uptake ratio; MUR)を算出した。運動負荷直後に、最も低い MUR を示した ROI の MUR を minimum MUR とした。MUR が70%以下を示した ROI の個数を虚血 ROI 数とした。なお負荷3時間後に血流再分布像を得、運動誘発低灌流部の軽減、消失を確認した。図1に心電図を呈示した症例の運動負荷心筋シンチグラムを図2に示す。

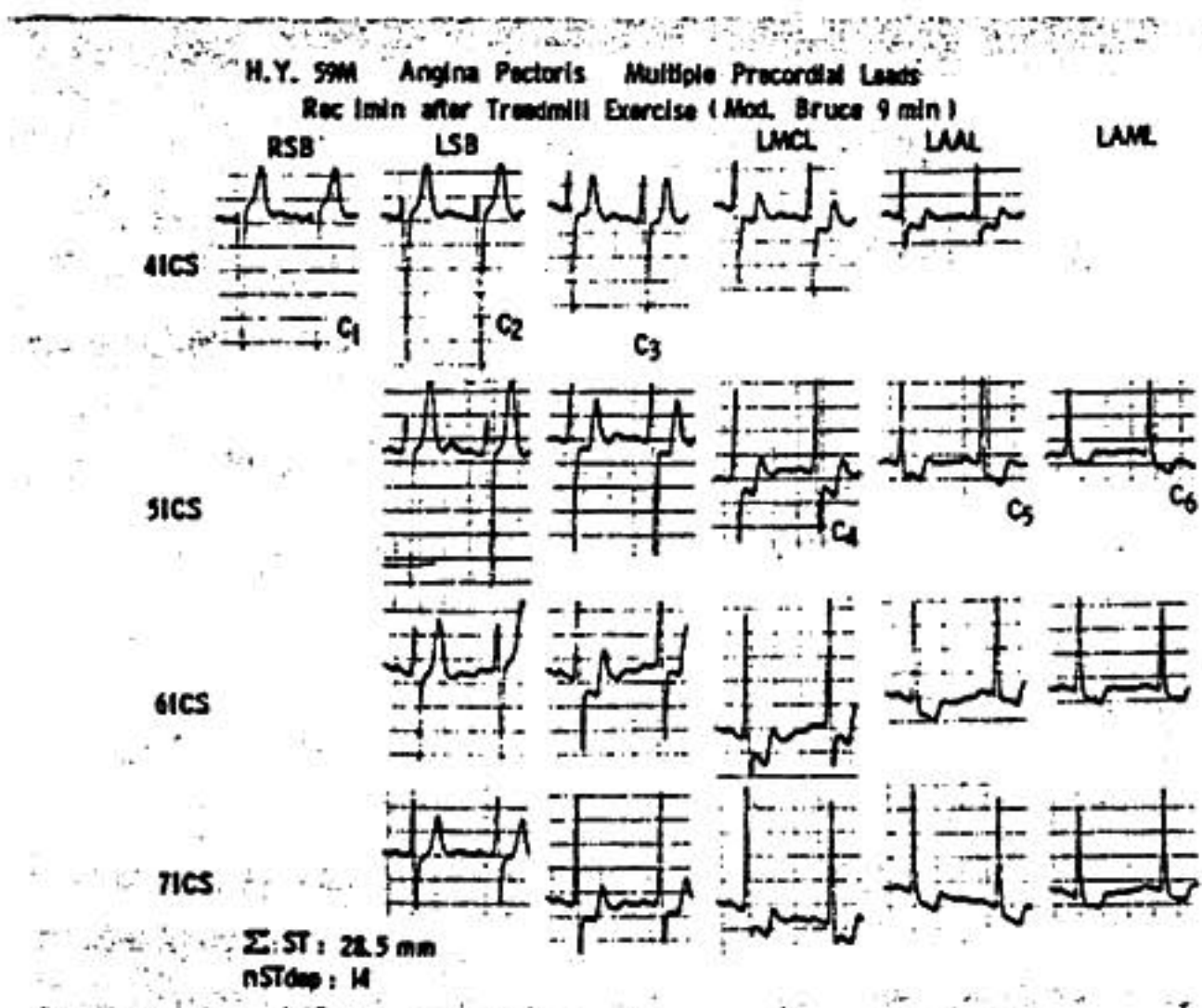


図1 労作狭心症患者59歳男性、修正 Bruce 法 treadmill 運動負荷試験の運動終了1分後の MPL 法心電図を示す

安静時心電図は軽度の strain を認めたが、負荷後は有意な虚血性 ST 低下を示し、 $\Sigma \text{ST}$  は 28.5 mm, nST は 14 である。



<sup>201</sup>Tl Stress Myocardial Perfusion Image

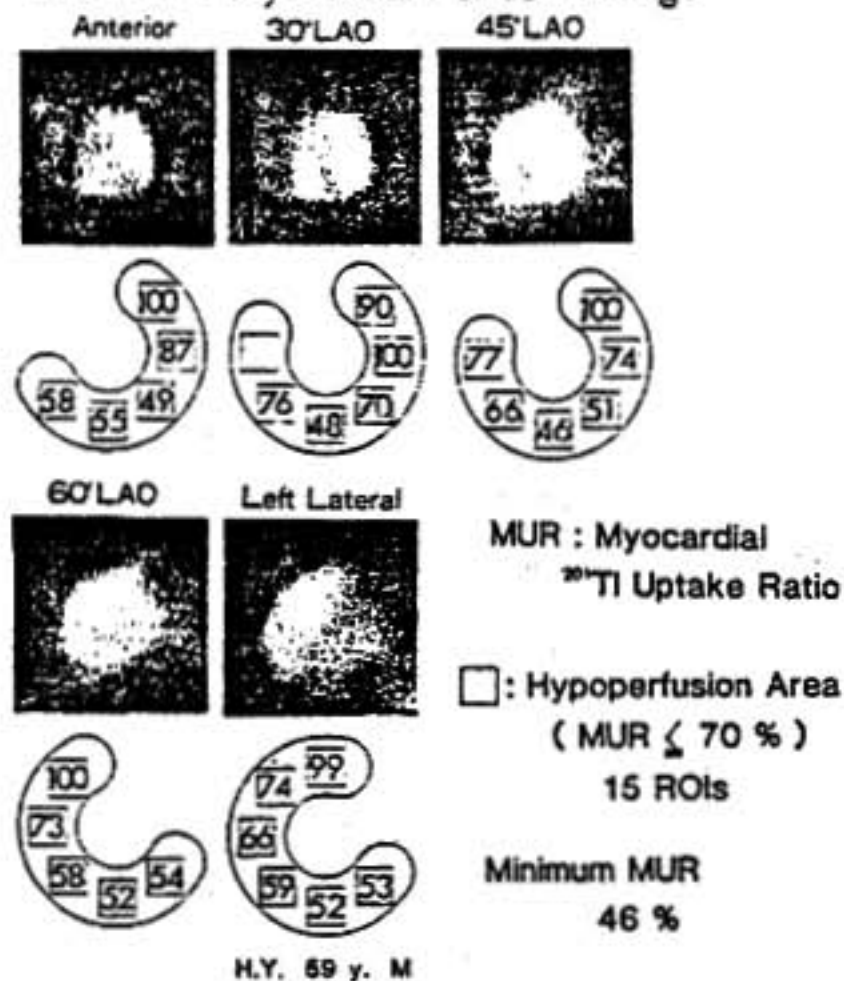


図2 <sup>201</sup>Tl 運動負荷心筋シンチグラムを図1の症例について示す

下壁を中心に低灌流を認め、虚血 ROI 数は15である。

Ⅲ 結 果

運動負荷MPL 法心電図試験は、43名中39名で少なくとも1誘導以上に有意なST低下を示した。運動負荷心電図試験陰性であった症例は、一枝病変例3名、二枝病変例1名であった。

ΣST と nST を主要冠動脈罹患本数別に検討した(図3)。一枝病変群でΣSTは0.98±0.80 mV(平均±標準偏差)、nSTは6.9±4.3; 二枝病変群でのおお

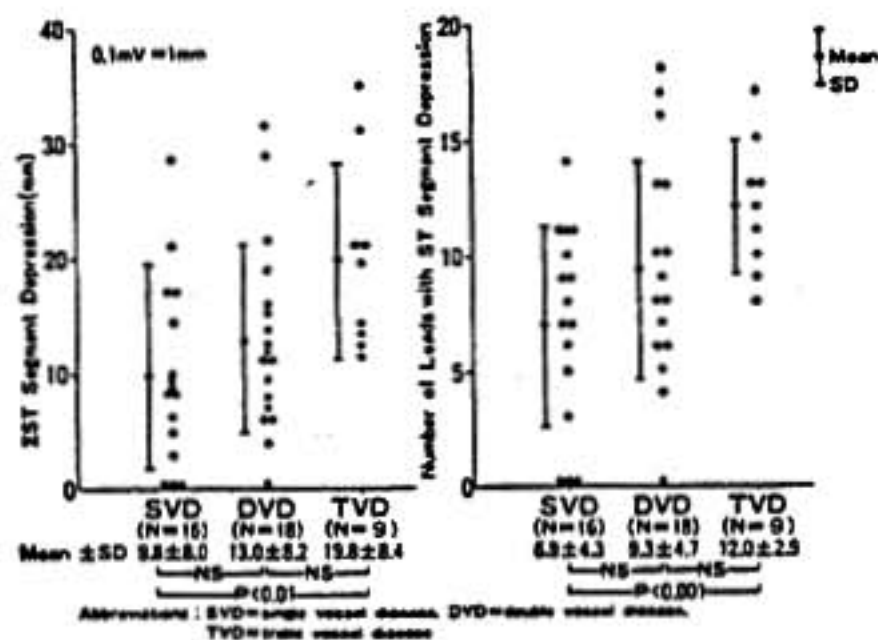


図3 主要冠動脈罹患本数別のΣST及びnST

の1.30±0.82 mV, 9.3±4.7, 三枝病変群でのおおの1.98±0.84 mV, 12.0±2.9であった。冠動脈罹患本数が増加するに従い、ΣST及びnSTの値は、増大する傾向が認められ、三枝病変群では一枝病変群に比し、ΣST及びnSTは推計学的に有意に高値を示した(おのおのp<0.01及びp<0.001)。MPL法心電図における運動負荷誘発ST低下の最大値を主要冠動脈罹患本数別に検討した。最大ST低下値は、三枝病変群で、一枝及び二枝病変群に比較し有意に高値を示した(p<0.01)。nSTと虚血ROI数との間には、有意な正の相関が認められ(r=0.51, p<0.001)、ΣSTと虚血ROI数との間にも正の相関が認められた(r=0.52, p<0.001)(図4)。minimum MURとΣST

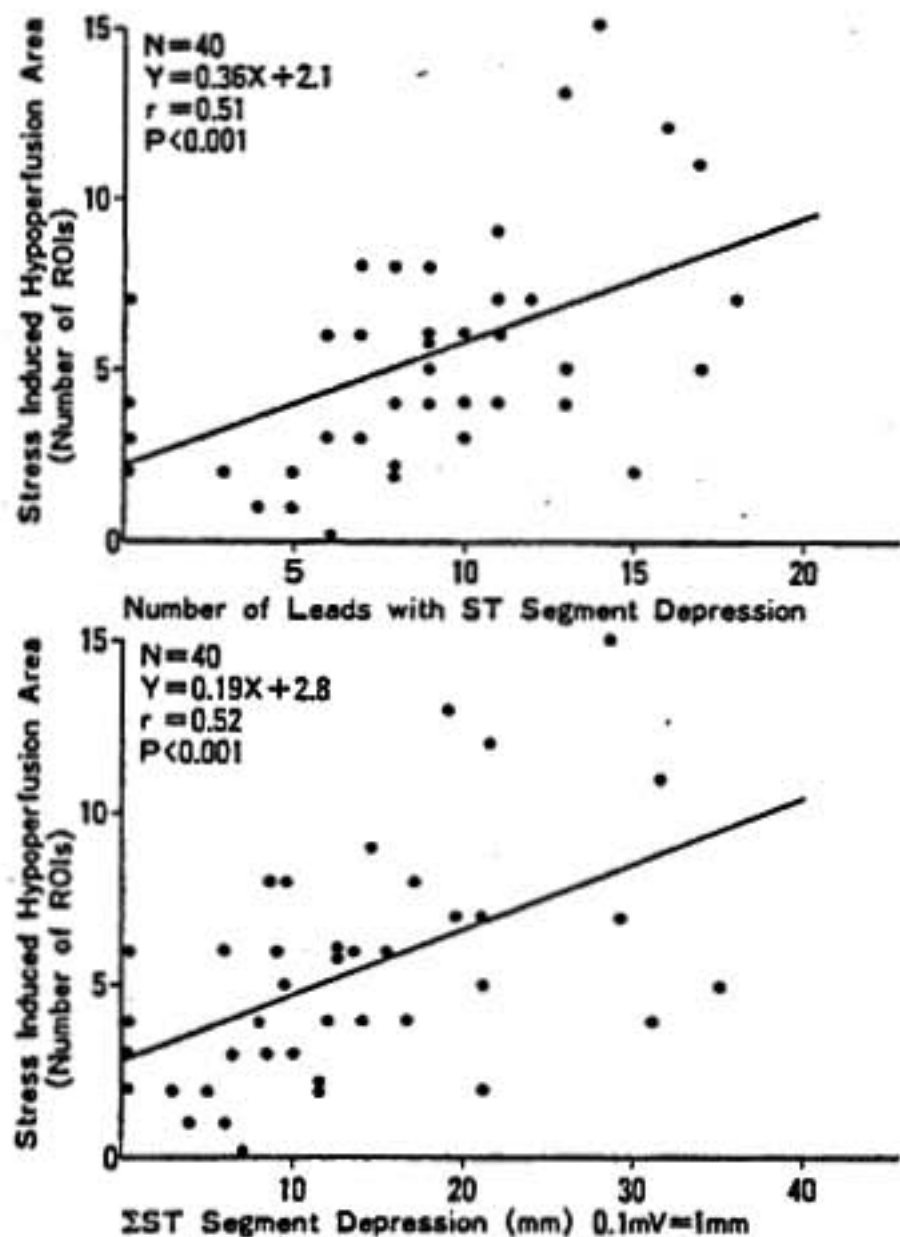


図4 nST, ΣSTと虚血ROI数との関係

あるいはnSTとの間には、有意な相関が認められなかった。

運動負荷誘発ST低下が最大値を取る誘導点を個々の症例ごとにプロットし、主要冠動脈罹患枝別に分類した(図5)。最大ST低下誘導点は、右冠動脈一枝病変例では下方に位置する傾向を認めたが、左前下行

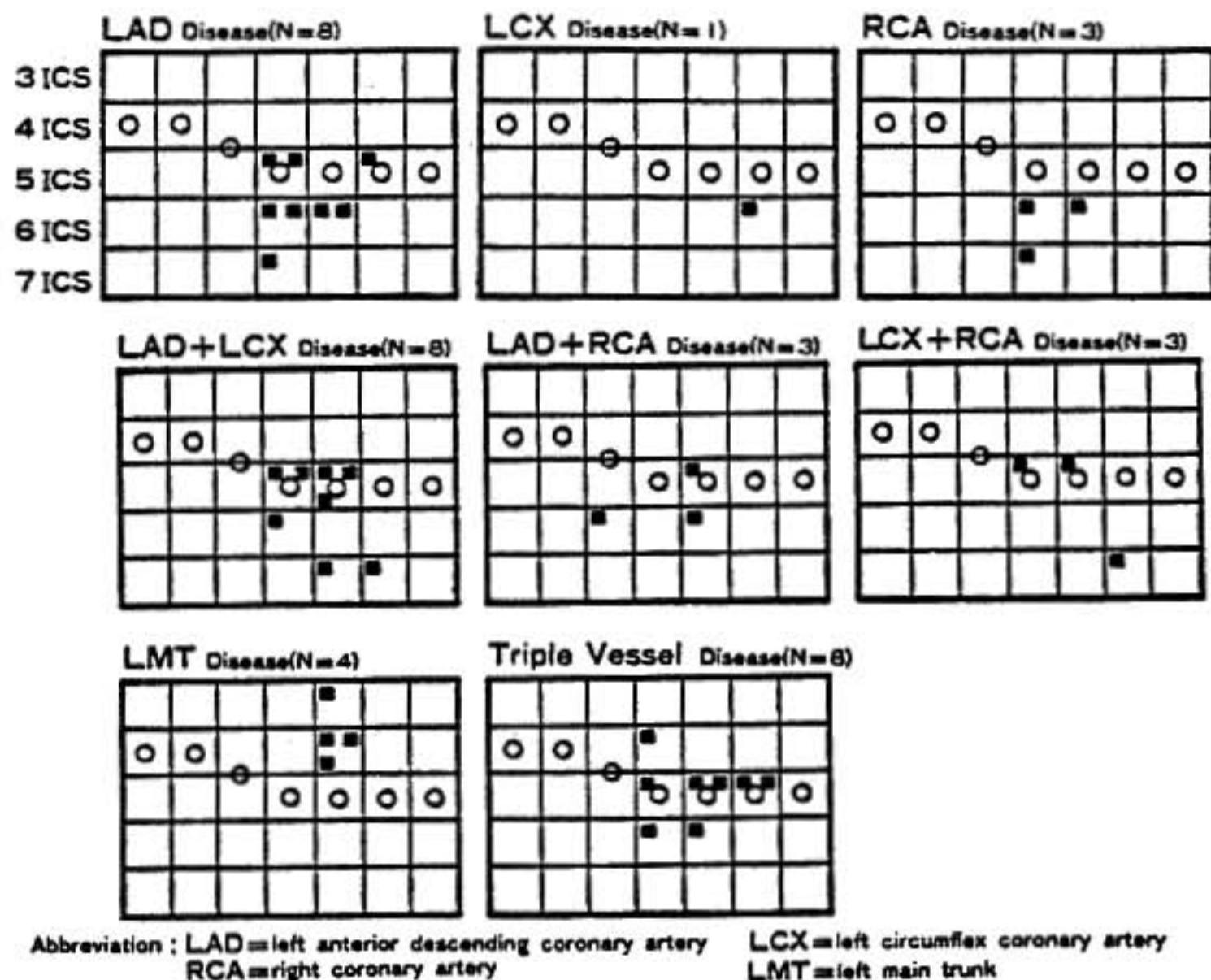


図5 運動誘発最大 ST 低下を取る誘導 (■) の左前胸部上での分布  
○は C<sub>1</sub> から C<sub>7</sub> までを示す。

枝病変を有する症例においても同様の分布を示すものが存在し, この所見は右冠動脈一枝病変に特異的ではなかった。最大 ST 低下誘導点は, 二枝, 三枝病変例の多くで C<sub>4</sub> から C<sub>6</sub> を中心に分布していたが, 左主幹部病変例では全例著しく左上方に偏位していた。

#### IV 考 案

胸部双極誘導, 修正12誘導などを用いた運動負荷試験は, 虚血性心疾患診断については比較的良好な診断精度を有するが<sup>12)</sup>, 労作狭心症における冠動脈病変の重症度評価及び病変部位推定については満足すべき検査法とはいえない<sup>13)</sup>。我々の成績では, 主要冠動脈罹患本数の増加に伴い,  $\Sigma$ ST 及び nST は高値を取る傾向を示したが, 体表面誘導心電図記録による重症度評価には限界があると思われる。その理由として, 心臓と体表面との間の距離と組織の介在が考えられるが, 一方, 冠動脈分布の variation, 側副血行路の有無, 冠動脈病変部位が近位部か末梢部かの違いなど, 冠動脈病変自体の重症度評価法にも問題があると思われる。

本研究では, 心筋虚血の程度を, 低 <sup>201</sup>Tl 心筋摂取

率を示した ROI の個数, すなわち灌流低下領域の広がりとしてみると, 運動負荷心筋シンチグラムより得られた虚血 ROI 数と nST 及び  $\Sigma$ ST との間に正の相関が認められた。<sup>201</sup>Tl の心筋 washout 率による運動誘発心筋虚血の検出法<sup>14)</sup> を加えれば, 従来の運動負荷心筋シンチ判読法で報告された三枝病変過小評価<sup>15)</sup> を改善し, 負荷心筋シンチ上での虚血の程度との間により高い相関が得られると思われる。

労作狭心症において, 運動負荷12誘導心電図による冠動脈病変部位の推定が試みられているが, 良好な結果は得られていない<sup>16)</sup>。MPL 運動負荷心電図試験では, 最大 ST 低下誘導点の分布により, 左主幹部病変の診断は可能と思われる。右冠動脈一枝病変は, 本研究で用いた電極位置よりさらに下方の単極誘導を記録することにより診断しうるかもしれない。MPL 法の誘導は, 修正12誘導法の胸部誘導中の5点で一致するが, 運動誘発最大 ST 低下値をとる誘導は, これら conventional な胸部誘導から外れることも多い。以上より本法は, 従来の心電図誘導法に比較して労作狭心症の詳細な診断に有用と思われる。



結 語 文 献

1) 左前胸部多単極誘導心電図による運動負荷試験において、虚血性 ST 低下を示した誘導数 (nST) 及び ST 低下値の総和 ( $\Sigma$ ST) は、三枝病変で一枝、二枝病変に比べ高値を示した。

2) nST 及び  $\Sigma$ ST は、運動負荷心筋シンチグラムより得られた灌流低下領域の広がりとの間に有意な相関を示した。

3) 左主幹部病変例では運動により誘発された最大 ST 低下を示す誘導点は、特異的に左上方へ偏位した。

1) Mason R. E., et al. : Circulation 36 : 517, 1967.  
 2) McHenry P. L. and Morris S. N. : Advances in Electrocardiography 2 : 265, 1976.  
 3) Dunn R. F., et al. : Am. J. Cardiol. 48 : 837, 1981.  
 4) Maddahi J., et al. : Circulation 64 : 924, 1981.  
 5) Massie B. M., et al. : Am. J. Cardiol. 44 : 616, 1979.  
 6) Robertson D., et al. : Am. Heart J. 4 : 437, 1976.

冠動脈疾患検出に関する運動負荷 Cardiomeovogram 法と  
 運動負荷心電図法との比較について

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

青木孝直<sup>\*1</sup>・小沢武文<sup>\*2</sup>・田村康二<sup>\*3</sup>

はじめに

冠動脈疾患の臨床的診断法として、トレッドミルや自転車エルゴメーターを用いた運動負荷心電図法が汎

用されているが、その診断感度と診断特異度は充分満足できるものでない<sup>1)</sup>。Ross J. らは心筋虚血に伴い心臓壁が異常運動をし、しかも心電図変化に先行して出現することを指摘している<sup>2)</sup>。Cardiomeovogram

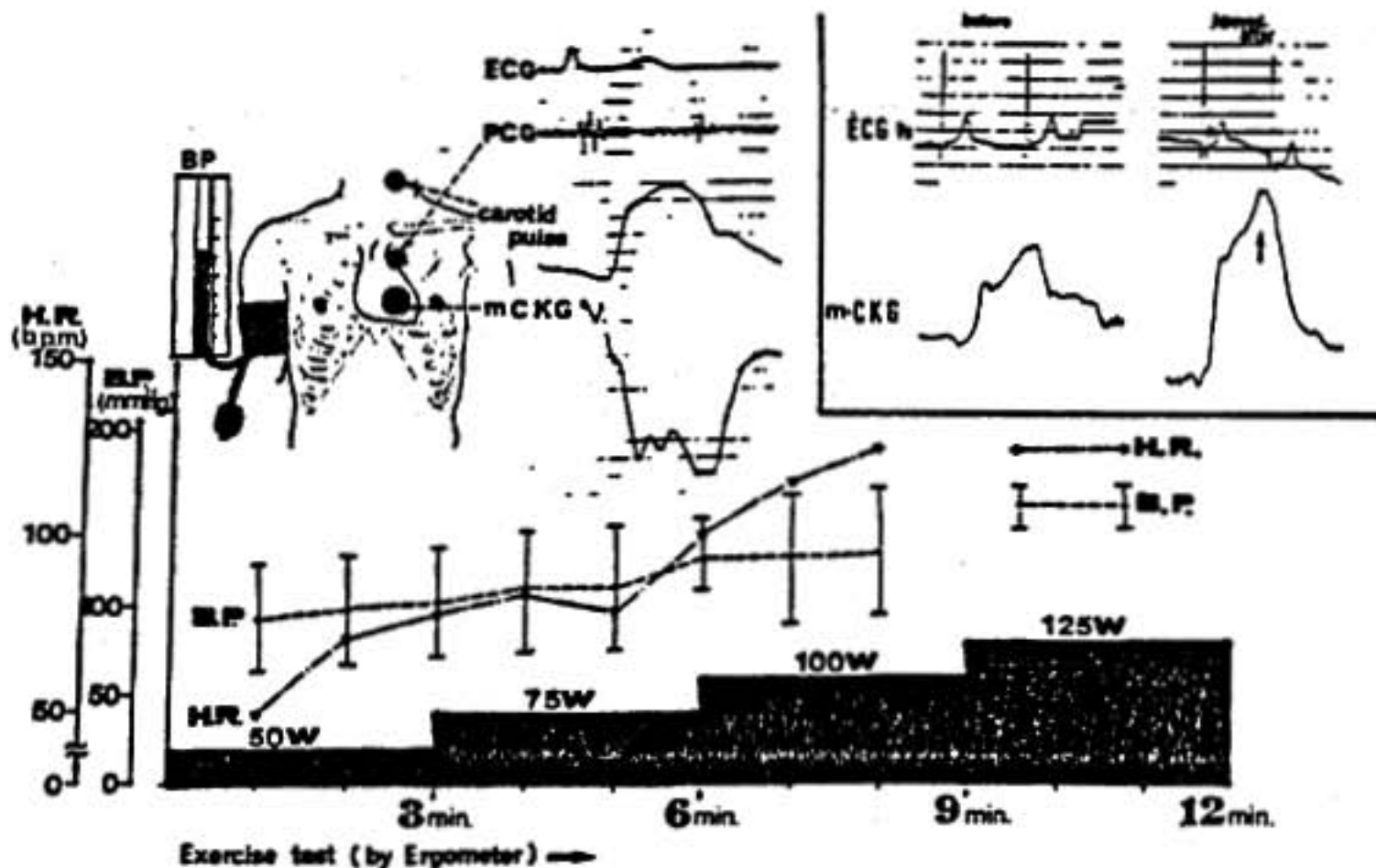


図1 運動負荷 CMG の方法と陽性パターン (図右上)

\*1 財団法人竹田綜合病院 循環器科 \*2 新潟大学医学部 第一内科 \*3 山梨医科大学 第二内科

(CMG) は局所心臓壁運動をアナログ変化として表示する比較的簡便な検出法であり, Vas R. の原法<sup>3)</sup>に基づいて我々独自の改良を加えたものである<sup>4)</sup>. この

研究は自転車エルゴメーターによる多段階運動負荷試験の前後で心電図と CMG とを同時に記録し, それぞれの方法の冠動脈疾患の検出率を比較検討することを目的とした.

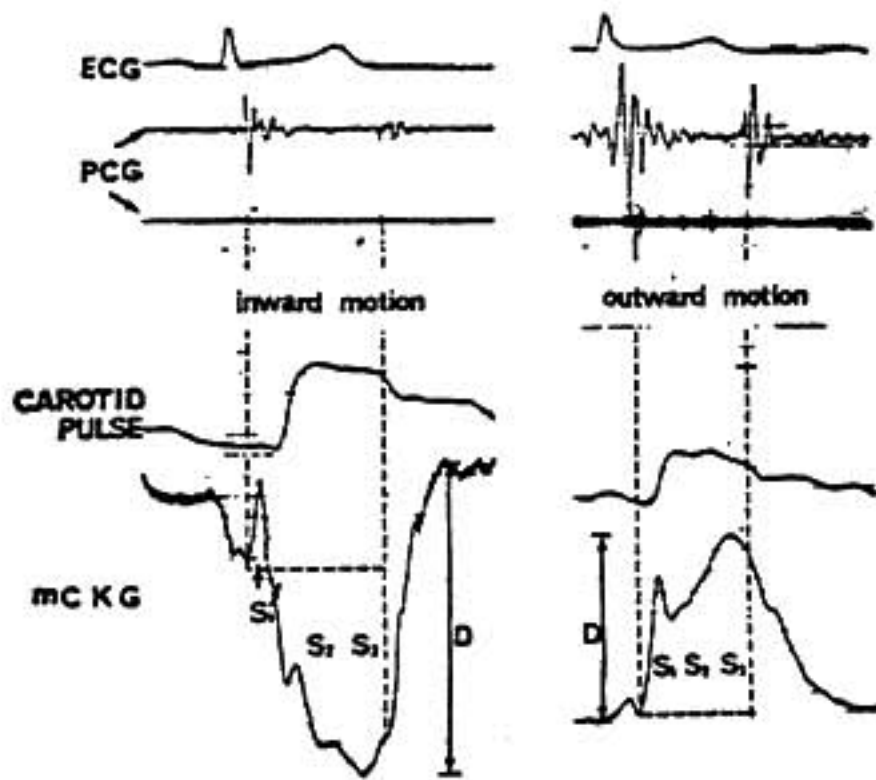


図2 運動負荷 CMG の陰性パターン (図の左) と陽性パターン (図の右)

## I 方法と対象

被験者を独自に考案した固定用肩当ての付いたベッド上に仰臥位にさせ, Siemens 社製電気制動型自転車エルゴメーターにて運動負荷を加えた. 運動負荷量は 50 W より 3 分ごとに 25 W ずつ段階的に増加させた (図 1). 測定パラメーターは, ①12誘導心電図, ②収縮期および拡張期血圧, ③心音図, ④頸動脈波, ⑤ CMG であった. 12誘導心電図は International Medical Corporation 製 Viagraph を用い, 血圧は Medical Research 社 Dinamap 自動血圧計を用いて, 運動負荷前と負荷中, 回復期にわたって 1 分ごとに自動的に記録した. CMG は運動負荷前, 負荷終了直後

表1 健康成人群における CMG 各区間の最大振幅と面積の負荷前後での変化

Case	D1 (Amplitude ratio)		D2 (Amplitude ratio)		D3 (Amplitude ratio)	
	Pre.	Post.	Pre.	Post.	Pre.	Post.
1.	-0.521	-0.629	-0.440	-0.545	-0.274	-0.654
2.	-0.217	-0.398	-0.411	-0.775	-0.718	-0.902
3.	-0.356	-0.384	-0.557	-0.629	-0.432	-0.369
4.	-0.516	-0.475	-0.569	-0.493	-0.818	-0.356
5.	-0.581	-0.948	-0.846	-0.891	-0.922	-0.604
6.	-0.603	-0.261	-0.688	-0.662	-0.605	-0.509
7.	-0.412	-0.469	-0.432	-0.352	-0.469	-0.192
8.	-0.122	-0.283	-0.545	-0.648	-0.845	-0.538
Mean	-0.416	-0.481	-0.561	-0.624	-0.635	-0.516
±S. D.	0.174	0.223	0.147	0.210	0.229	0.217
P.	N. S.		N. S.		N. S.	

Case	A1 (Area ratio)		A2 (Area ratio)		A3 (Area ratio)	
	Pre.	Post.	Pre.	Post.	Pre.	Post.
1.	-0.156	-0.196	-0.497	-0.305	-0.348	-0.499
2.	-0.091	-0.077	-0.385	-0.417	-0.524	-0.506
3.	-0.067	-0.084	-0.532	-0.662	-0.401	-0.254
4.	-0.099	-0.168	-0.344	-0.235	-0.557	-0.597
5.	-0.221	-0.282	-0.374	-0.296	-0.405	-0.432
6.	-0.213	-0.044	-0.399	-0.509	-0.387	-0.447
7.	-0.308	-0.567	-0.367	-0.145	-0.413	-0.288
8.	-0.003	-0.043	-0.336	-0.461	-0.661	-0.495
Mean	-0.145	-0.183	-0.404	-0.378	-0.463	-0.439
±S. D.	0.099	0.176	0.072	0.167	0.107	0.115
P.	N. S.		N. S.		N. S.	



および回復期は通常9分目まで、3分ごとに心電図胸部誘導のV<sub>1</sub>の部位から、呼気終末に短時間呼吸を制止させて記録した。運動負荷心電図の陽性基準はEll-estadの基準に従った<sup>5)</sup>。CMG波形は心臓壁運動が正常の場合は図2、左のごとく収縮期内方運動を示し、異常の場合は図2、右の波形のごとく収縮期外方運動を示すとされているので<sup>6)</sup>、CMGの判定は運動負荷前に内方運動を示し負荷後に外方運動波形に変わった場合、あるいは運動負荷前および負荷後ともに外方運動を示した場合を陽性とし、運動負荷前および負荷後ともに内方運動を呈した場合を陰性とした。さらに図2のごとくCMG波形の収縮期を3等分して3つの区間(S<sub>1</sub>~S<sub>3</sub>)に分け、各区間について心音図の第I音の始まりを基点とし、基点よりの水平線を基線として、基線より上の場合をプラス、基線より下の場合をマイナスとして表示して面積と最大振幅とを計測した。面積については各区間の面積を収縮期全体の面積で除して標準化し、振幅については各区間の最大振幅をCMG波形全体の最大振幅Dで除して標準化し、CMG陽性群と陰性群の運動負荷前後における変化について

tテストにより検定を行った。対象は①対照群としての健康成人男子8名、②Judkins法による冠動脈造影で1枝以上に50%以上の有意狭窄を証明しえた冠動脈疾患群26名(男性25名、女性1名)、③冠動脈造影で50%以上の狭窄を認めえない各種心疾患群22名(男性14名、女性8名)であった。

### III 結 果

(a) 健康成人男子群について(表1): CMG波形のSegment 1~Segment 3までの最大振幅と面積を運動負荷前と負荷後とで比較してみると有意差がなかった。更に健康成人男子8名におけるCMG波形は運動負荷前と運動負荷後のいずれの場合も基線より下向きに振れる波形、すなわち収縮期内方運動を呈した。

(b) 冠動脈造影法で1枝以上に50%以上の狭窄を認めた冠動脈疾患群について(図3): 運動負荷CMG判定陰性の6名と運動負荷CMG判定陽性20名について、負荷前後におけるSegment 1~Segment 3での最大振幅と面積を比較してみると陰性群に比して陽性群は負荷後に収縮期外方運動化を示し、推計学的検定

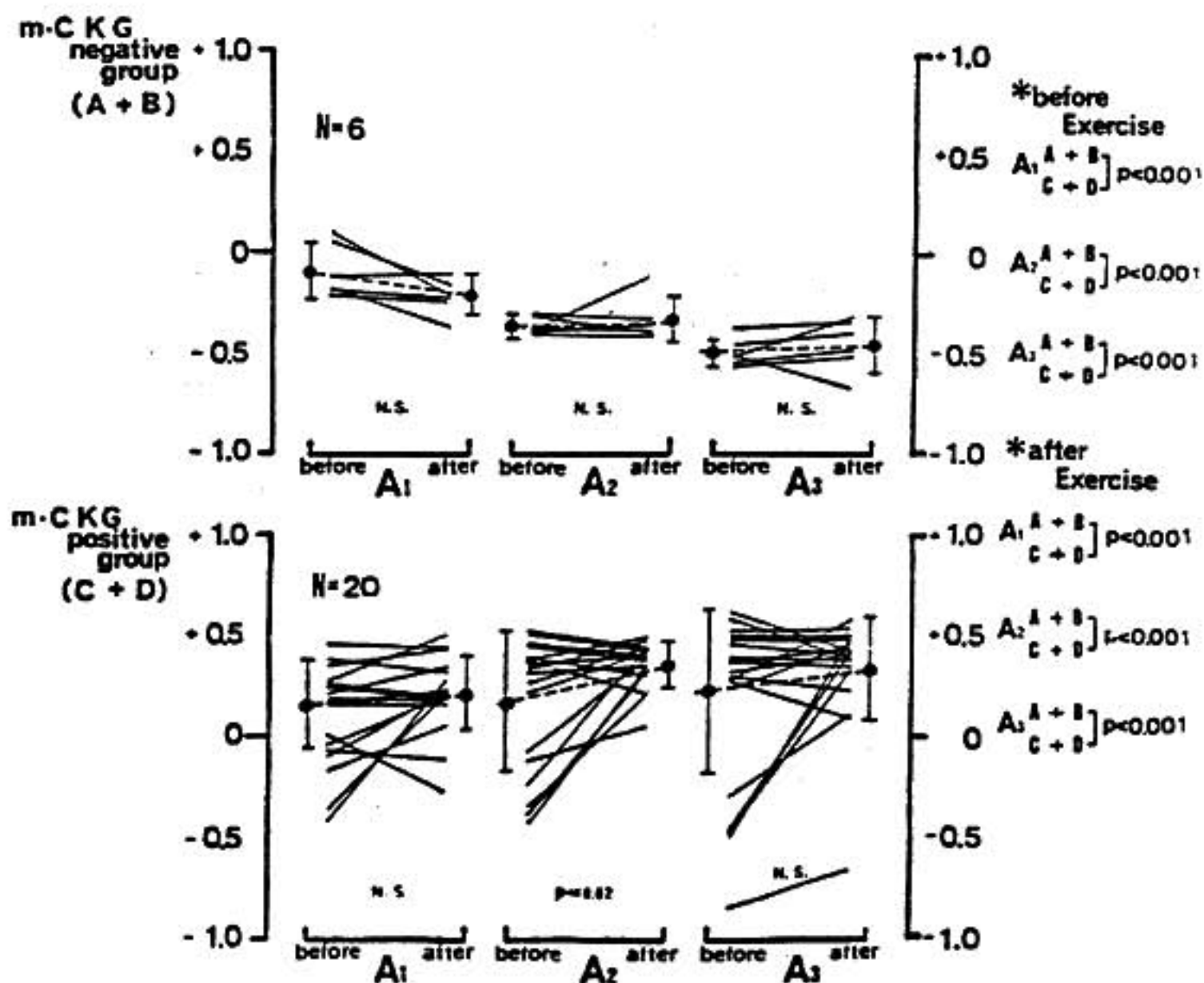


図3 冠動脈造影で有意狭窄(≥50%)を有する群におけるCMG各区間の最大振幅の負荷前後での変化

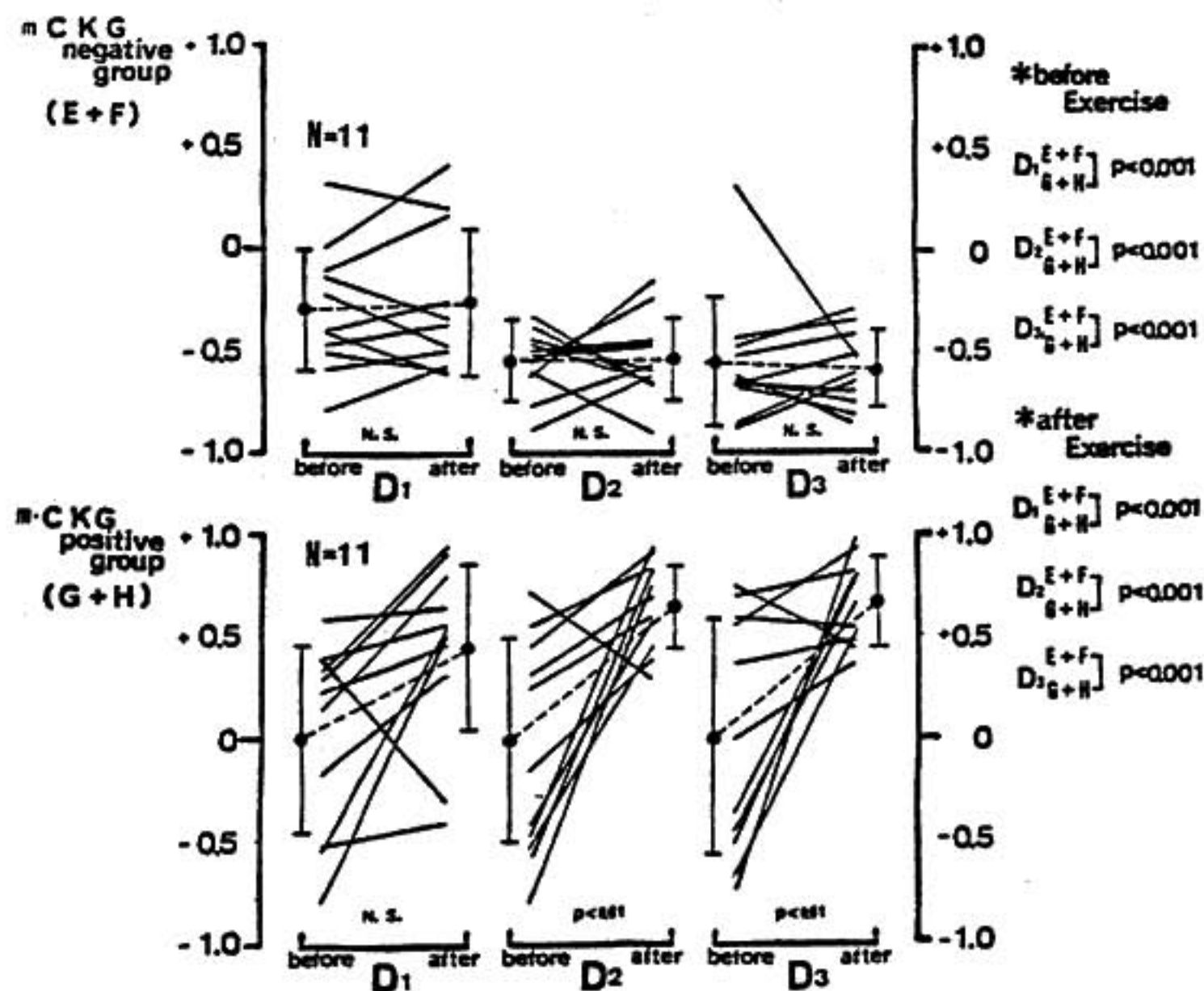


図4 冠動脈造影で有意狭窄を認めない (<50%) 群における CMG 各区間の最大振幅の負荷前後での変化

でも両群間の差は明らかであった ( $p < 0.001$ ).

(c) 冠動脈造影法で50%以上の狭窄を認めえない各種心疾患群について(図4): 運動負荷 CMG 判定陰性群と陽性群間には有意の差が認められた ( $p < 0.001$ ).

運動負荷心電図法と運動負荷CMG法の診断感度と診断特異度について(表2)

表2 運動負荷心電図と運動負荷CMGの診断感度と診断特異度

	ECG	mCKG	ECG + mCKG
sensitivity	69.2%	76.9%	84.6%
specificity	77.3%	50.0%	81.8%

sensitivity = true positive / (true positive + false negative)  
specificity = true negative / (true negative + false positive)

50%以上の冠動脈狭窄群26名についてみると運動負荷心電図の真の陽性例は18名, 偽陰性例は8名で, その診断感度は69.2%であった。他方運動負荷CMGの真の陽性例は20名, 偽陰性例は6名で, その診断感

度は76.9%となり, 運動負荷心電図の診断感度よりも高かった。50%以上の冠動脈狭窄を証明しえなかった各種心疾患群22名についてみると, 運動負荷心電図の真の陰性例は17名, 偽陽性例は5名でその診断特異度は77.3%であった。他方, 運動負荷CMGの真の陰性例は11名, 偽陽性例も11名でその診断特異度は50%であり, 運動負荷心電図の診断特異度よりも低かった。ところで運動負荷心電図と運動負荷CMGとを併用すると診断感度は84.6%, 診断特異度は81.8%と運動負荷CMG単独の場合よりもいい結果であった。

#### 参考文献

- 1) Borer J. S., et al. : N. Engl. J. Med. 293 : 367, 1975.
- 2) Ross Jr. J., et al. : Circulation 53(suppl. 1) : 73, 1976.
- 3) Vas R. : IEEE Trans. Biomed. Eng. 14 : 2, 1967.
- 4) 田村康二, 他 : 呼吸と循環 28 : 719, 1980.
- 5) Ellestad M. H. : Stress Testing : Principles and Practice. F. A. Davis Company, Philadelphia, 1976.
- 6) Silverberg R. A., et al. : Circulation 61 : 559, 1980.



# 虚血性心疾患の運動負荷回復期における STI 変化 (第2報)

(第14回 循環器負荷研究会, 1982年2月6日)

黒田 聡\*・安梅 正則\*

川本 浩雄\*・小竹 寛\*・川田 秀一\*

三好 秀樹\*・乗本 業文\*・西尾 昌憲\*

秦 正\*・古瀬 俱之\*・真柴 裕人\*

## 緒 言

急性心筋梗塞症の回復期において、運動負荷に対する左室ポンプ機能を知ることは、その患者に対し適量のリハビリテーションを決定し、予後を推察する上で重要な意義を持つ。しかし、運動負荷に対する左室ポンプ機能について検討した報告は比較的少ない。

今回我々は、仰臥位エルゴメーターに STI, 及び DDG 法による血行動態諸計測を行い、特に虚血性心疾患の運動負荷回復期における、諸計測値の推移について検討したので報告する。

## I 対象及び方法

対象は、虚血性心疾患58例、健常者12例である。虚

血性心疾患の内分けは、心筋梗塞37例、労作性狭心症21例、平均年齢58歳で、高血圧、あるいは糖尿病等の合併症を有しないものを選んだ。健常者の平均年齢は23歳である。

負荷方法は、仰臥位エルゴメーターを用い、15 watt より開始し、3分ごとに15 watt ずつ漸増した。end point は、60 watt 3分終了時、ないしは虚血型 ST 低下 2 mm 以上、ないしは自覚症状出現時とした。測定項目については、血圧及び心電図は1分ごと回復期5分まで、心拍出量は、DDG 法により、前及び運動中は3分ごと、運動終了後は4分において測定した。STI は連続4心拍以上の頸動脈波にについて計測し、その平均値を使用した。

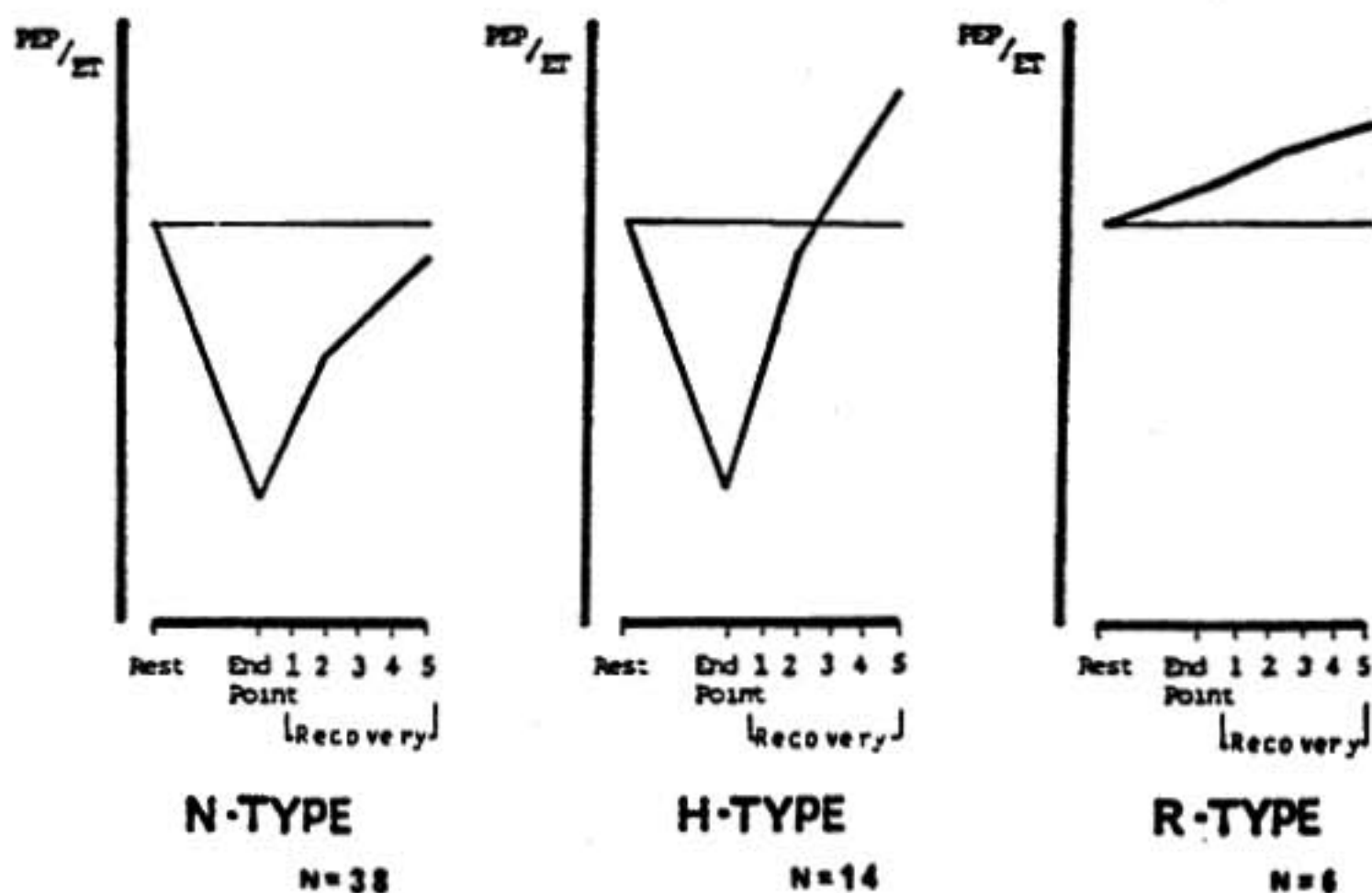


図1 Schematic representation of STI changes response to exercise

# 循環器負荷研究会

第14回 昭和57年2月6日 赤坂プリンスホテル別館5階ロイヤルホール

## I. 研究報告 (第14回)

1. 運動時酸素消費量測定におけるモーガン社製オキシログの問題点  
富山医科薬科大学医学部 第二内科  
金木 英輔, 杉本 恒明, 余川 茂, 井内 和幸  
浦岡 忠夫  
同 薬学部 保健体育科  
小野寺孝一  
同 中央検査部  
奥田 忠行..... (68)
2. トレッドミル運動試験と体酸素摂取量  
—労作性狭心症について—  
日本医科大学 第一内科  
畑 典武, 岸田 浩..... (71)
3. 低圧環境下における運動負荷時血行動態  
筑波大学体育科学系 運動生理学研究室  
浅野 勝己, 松坂 晃  
筑波大学臨床医学系  
紅露 恒男..... (74)
4. 運動負荷によるヘモグロビン酸素親和性の変化  
東京大学医学部 第四内科  
定 利勝, 内藤 顕, 酒井 規光, 岡 由紀子  
蘇原 寛敏, 天野 直美, 林 直樹, 竹内馬左也..... (78)
5. フランク誘導を用いた運動負荷試験による ST 偏位の  
空間的变化の検討  
産業医科大学 第二内科  
谷口 博康, 千田 豊, 中島 康秀, 福本 晃雄  
黒岩 昭夫..... (81)
6. 負荷心電図診断における誘導部位の検討  
—標準12誘導心電図と体表面心臓電位図との比較—  
名古屋保健衛生大学医学部 内科  
金子 堅三, 中川 立一, 館 啓二, 勅使河原敬明  
近藤 武, 大橋 進, 和田 正敏, 宮城 裕  
野村 雅則, 岡島 智志, 菱田 仁, 水野 康..... (84)
7. 冠動脈疾患における運動負荷  
—体表面電位図の isointegral analysis—  
山形大学医学部 第一内科  
大山 武紹, 久保田 功, 渡辺 佳彦, 立木 楷  
安井 昭二  
同 検査部  
宮沢 光瑞..... (87)
8. 労作狭心症の前胸部多単極誘導心電図による運動負荷試験の検討  
—冠動脈造影所見及び運動負荷心筋シンチ所見との対比—  
名古屋大学医学部 第一内科  
志貴 一仁, 谷口 直樹, 都田 裕之, 都築 雅人  
河合 直樹, 近藤 照夫, 山内 一信, 横田 充弘  
外畑 巖  
大同病院 内科  
都築 実紀..... (91)



9. 冠動脈疾患検出に関する運動負荷 Cardiomeveogram 法と  
運動負荷心電図法との比較について  
竹田総合病院 循環器科  
青木 孝直  
新潟大学医学部 第一内科  
小沢 武文  
山梨医科大学 第二内科  
田村 康二…………… (95)
10. 虚血性心疾患の運動負荷回復期における STI 変化 (第2報)  
鳥取大学医学部 第一内科  
黒田 聡, 安梅 正則, 川本 浩雄, 小竹 寛  
川田 秀一, 三好 秀樹, 乗本 業文, 西尾 昌憲  
秦 正, 古瀬 俱之, 真柴 裕人…………… (99)
11. 等尺性負荷における左室動態の検討  
東京医科歯科大学医学部 第二内科  
丹羽 明博, 青沼 和隆, 谷口 興一…………… (102)
12. 虚血性心疾患における臥位エルゴメーター運動負荷  
一薬物投与と交感神経反応について一  
京都大学医学部 第三内科  
小西 孝, 由井 芳樹, 中島 久宣, 神原 啓文  
河合 忠一…………… (105)
13. 異型狭心症における treadmill 負荷試験の意義  
心臓血管研究所  
麻野井英次, 久保木正夫, 山本真千子, 相澤 忠範  
藤井 諄一, 小野 彰一, 高橋 宣光, 加藤 和三…………… (108)
14. トレッドミル運動負荷試験による肥大型心筋症の病態  
一ことに Nifedipine 投与前後の評価について一  
東京女子医科大学 附属日本心臓血圧研究所 内科  
大坪 恵子, 関口 守衛, 広沢弘七郎  
同 第二病理  
森本紳一郎  
同 放射線科  
広江 道昭…………… (112)
15. 心筋梗塞患者の退院後の積極的運動療法  
昭和大学医学部 第三内科  
丸岡 隆芳, 桑原 敏樹, 荏原 包臣, 内田 宏子  
内島 弘, 長谷川武志, 藤田 良範, 新谷 博一…………… (116)

## II. シンポジウム (第14回)

### [False Positive]

1. 冠状動脈非狭窄例における負荷心電図所見の分析  
筑波大学臨床医学系 内科  
杉下 靖郎, 小関 迪, 松田 光生, 飯田 要  
飯田 啓治, 伊藤 巖..... (120)
2. 冠動脈造影からみた運動負荷 False Positive 例の検討  
秋田大学医学部 第二内科  
関 勝剛, 池田 成昭, 小林 政雄, 橋 秀貞  
柳沢 宗, 金沢 知博..... (124)
3. エルゴメーターによる多段階運動負荷試験と冠動脈造影  
千葉大学医学部 第三内科  
斉藤 俊弘, 古川洋一郎, 岩田 次郎, 山田憲司郎  
蒔田 国伸, 宇高 義夫, 水野 毅, 中山 章  
稲垣 義明..... (128)
4. 運動負荷の late recovery phase にみる ST 変化  
国立循環器病センター  
下村 克朗, 鎌倉 史郎, 池田 正男..... (133)
5. 運動負荷 ST マッピング法における false positive の反応の特徴  
東京大学医学部 第二内科  
川久保 清, 村山 正博, 川原 貴, 沈 鉄寛  
大城 雅也, 真島 三郎, 村尾 覚..... (136)
6. 無症候者の運動負荷心電図 ST 低下における交感神経機能の  
役割に関する検討  
北海道大学医学部 循環器内科  
安藤 譲二, 児島 俊一, 松村 尚哉, 西島 宏隆  
南 勝, 小林 毅, 安田 寿一..... (140)
7. Syndrome X の運動負荷中における冠循環, 血行動態について  
虎の門病院 循環器センター  
長崎 文彦, 山口 洋, 竹田 賢, 西村 重敬  
中西 成元..... (143)
8. 断層心エコー図法による負荷心電図 false positive 例の  
運動負荷時の左室壁動態の検討  
久留米大学医学部 第三内科  
高橋 啓美, 板家 守夫, 古賀 義則, 戸嶋 裕徳..... (147)
9. 運動負荷タリウム心筋シンチグラムにおける false positive の検討  
九州大学医学部 循環器内科  
荒木 春夫, 丸岡 雄二, 福山 尚哉, 中垣 修  
中村 元臣..... (150)
10. 運動負荷にて false positive 心電図変化を呈した患者の  
心エコー, 心筋シンチおよび冠動脈造影所見について  
山口大学医学部 第二内科  
尾崎 正治, 池園 徹, 山岸 隆, 清水 達朗  
森谷浩四郎, 吉野 文雄, 小川 宏, 松田 泰雄  
久萬田俊明, 楠川 禮造..... (153)
11. タリウム 201 心筋シンチグラフィにみられる  
各種陰影欠損例  
京都大学医学部 第三内科  
神原 啓文, 門田 和紀, 吉田 章, 田巻 俊一  
鈴木 幸園, 河合 忠一..... (158)