

## 運動負荷と心室性期外収縮—心拍数との関連について

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

大城雅也\*・川久保 清\*・川原 貴\*  
野崎 彰\*・真島 三郎\*・村尾 寛\*

## はじめに

不整脈発生の誘因, メカニズムに関しては未解決の問題が多く残っている。これに関しては特に心拍数, 自律神経, 薬剤投与等との関連の分析が手掛りになるものと思われる。今回, 我々は同一例につきトレッドミル多段階負荷試験と24時間心電図記録を行い, それぞれの心室性期外収縮 (以下 PVC) の出現様式を比較した。さらに運動負荷試験における諸型の心拍数, 自律神経との関連性を分析, 推測を試みた。

## I 対象および方法

対象は PVC の多発する25例 (男22例, 女3例), 平均45.6歳で, 今回は特に虚血性心疾患, 肥大性心筋症等, 器質的心疾患を有する例は除外した。ただし, 僧帽弁逸脱症候群3例は例外とした。またジギタリス剤, 抗不整脈薬等を服用している例も除外した。

24時間心電図記録には, Holter 心電計は福田電子製 SM 24 型, 再生解析には福田電子製 SCM 240, SCM25 システムを用いた。PVC 数については, アーチファクトを考慮しつつ, 原則として解析機に1時間ごとにデジタル表示される数をカウントした。これより睡眠中の1時間当たりの PVC 数と比較し, 睡眠より2倍以上増加したものを夜型, 1/2以下に減少したものを昼型, 1日中まんべんなく出現しているものを1日型, その他を不定型とした。

Holter 心電計装着前にはトレッドミル運動負荷試験を行った。運動負荷試験は Bruce のプロトコールに従った。安静仰臥位, 立位, 運動負荷時, 回復期とおおの3分ごとの PVC をカウントし, 安静仰臥位をコントロールとして, 運動負荷により PVC の増加したものを負荷増加型, 減少ないし消失したものを負荷減少型とした。

次に25例中, 負荷中に PVC が消失し, 6分間の回復期観察時に PVC が再び出現した例のおおのにつき下記の2つの心拍数を比較検討した。(1) 負荷中に PVC が消失した直後の心拍数, (2) その後, 心拍数がピークに達し運動中止となり, 回復期に心拍数が減少, 再び PVC が出現した直前の心拍数を R-R 間隔, 10拍平均により求め, 負荷増加型, 負荷減少型に分けて検討した。

## II 結 果

表1は運動負荷試験と Holter 心電図による PVC

表1 運動負荷試験と Holter 心電図諸型の対比

	↑	↓
昼	12	2
一日	2	3
夜	0	6
計	14	11

出現様式の型を比較したものである。運動負荷増加型が計14例, 減少型が計11例と, 基礎疾患のない例を対象にしている割には予想以上に負荷減少型が少なかった。負荷増加型14例中12例と, ほとんどが Holter 心電図上昼型に対応した。負荷減少型は11例中6例夜型に対応した。負荷増加型でも十分に負荷をかけることができ, ある程度頻脈にすると, 多くの例で PVC は完全に消失した。図1に負荷増加型の1例を示す。計2回運動負荷試験を施行している。運動負荷後PVC数は増加しているが, 心拍数130あたりより減少, 消失していることがわかる。運動中止後, 回復期には再び PVC は出現している。

25例中, 負荷中に PVC が消失し, 6分間の回復期

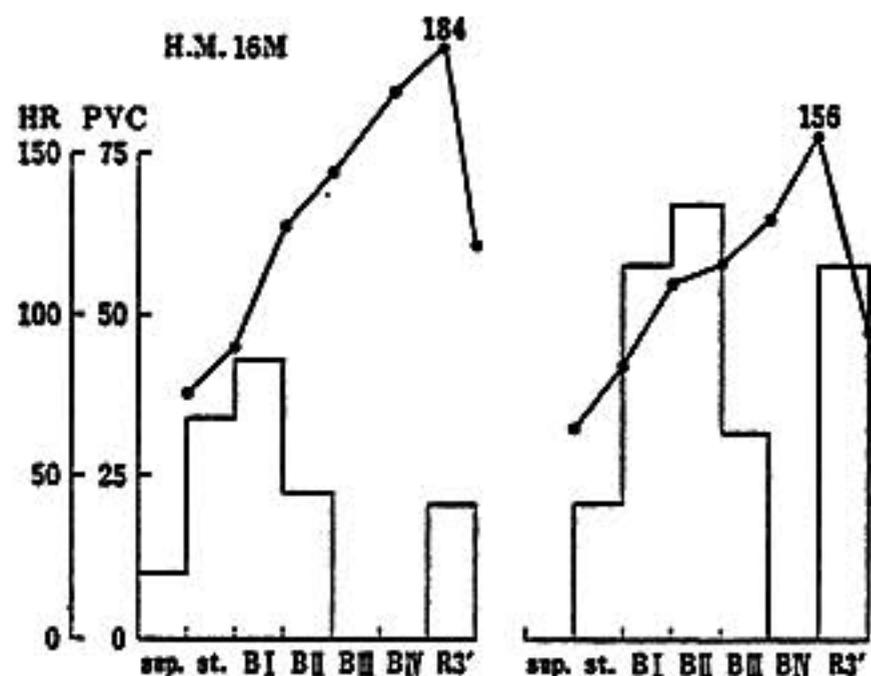


図1 負荷増加型

に PVC が再び出現したものは14例 (増加型7例, 消失型7例) あった。増加型4例, 消失型3例では運動負荷試験を再検しており, これも合わせ増加型延べ11回, 消失型延べ10回につき既述の2つの心拍数を検討した。増加型では, 運動負荷中平均心拍数123.5/分にてPVC消失, 回復期には平均141.4/分と有意な差 ( $p < 0.01$ ) をもって出現した。一方, 減少型ではそれぞれ115.8/分, 117.0/分, と有意差はなかった。また paired T test でも, 増加型では有意差 ( $p < 0.01$ ) があり, 消失型では有意差を認めなかった。

### III 考 察

従来非心疾患例では, 運動により PVC の消失するものがほとんどであるようにいわれていた<sup>1)</sup>。しかし今回, 我々の報告では25例中14例 (56%) と意外に減少型が少なかったようである。これは一つは運動増加型, 減少型の定義の仕方にもよると思われる。我々の増加型でも負荷を十分にかけ頻脈にすると PVC の消失したものがほとんどであり, 定義の仕方によればこれも減少型とみなすことができるからである。したがって運動負荷により PVC の減少, 消失する型といっても, 負荷後すぐに PVC の消失するものと, ある程度頻脈になってから PVC の消失するものではその意義は異なるものと思われる。

運動負荷試験では一般に Holter 心電図における日常生活の心拍数以上に負荷をかけるものである。また Holter 心電図では日常生活における肉体的, 精神的ストレス, 睡眠等の影響を含むものであり, 一概には

両者を比較することはできない。しかし我々の運動負荷増加型14例中12例が昼型に対応, 減少型11例中6例が夜型に対応していることから, 運動負荷試験における PVC 出現様式より, だいたい Holter 心電図における PVC 出現様式を推定することが可能であるものと考えられた。

次に PVC と心拍数の関係について述べる。ectopic focus の自働能をおさえるには洞頻度の多い方が好都合である。re-entry 性の PVC についても正常心筋の不応期の不均一性は心拍数の増加につれて少なくなるといわれている<sup>2)</sup>。このように電気生理学的には心拍数が増加するにつれて PVC が起こりにくくなるといえるであろう。これをふまえた上で, 運動負荷増加型が運動負荷中平均心拍数123.5/分にて PVC が消失, 回復期には平均141.4/分と有意な差をもって出現したこと, 一方減少型ではそれぞれ115.8/分, 117.0/分と有意差はなかったことにつき, その要因の推定を試みる。

一般に基礎疾患のない時の負荷減少型は図2のごと

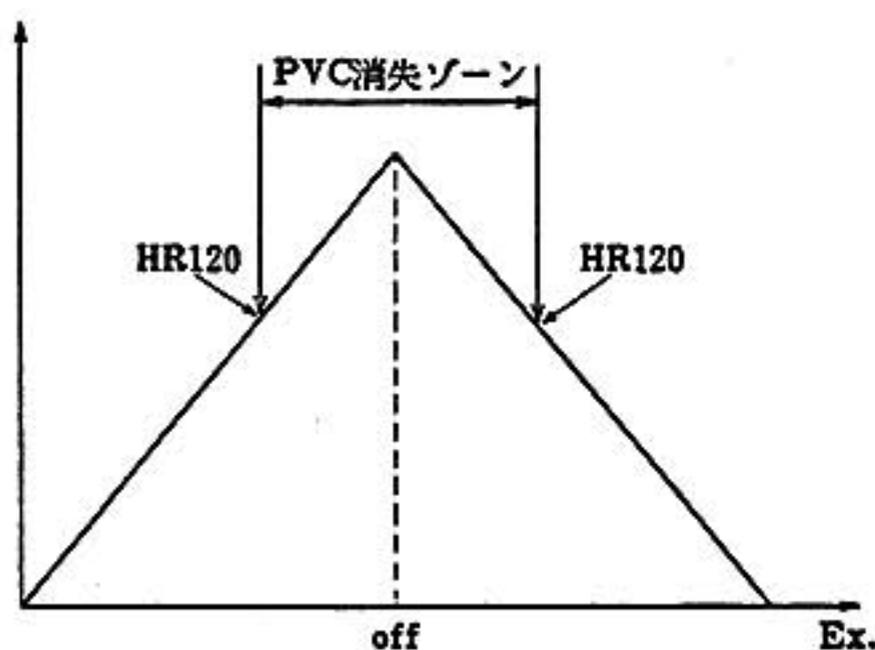


図2 負荷減少型

きシエマで理解されるように思える。大胆で単純化しすぎるとも思われるが, 横軸に運動負荷の時間的経過, 縦軸は over drive suppression による PVC の発生しにくさを示す。over drive suppression による PVC の発生しにくさは心拍数に比較すると考える。負荷減少型では PVC の発生に関して他の因子をある程度無視できるほど心拍数の増減で主に支配されるとすれば, 当然負荷中 PVC 消失時の心拍数と, 回復期 PVC 出現時の心拍数, すなわち図2における

PVC 消失ゾーン前後の心拍数はほぼ一致するものと思われる。またその値は我々の少ない症例ではあるが、大体120/分程度のものである。ただし、この研究は retrospective で、回復期の PVC 観察が6分程度であったため、低い心拍数で消失するものは回復期6分以内では PVC が出現せず対象からはずされたことも

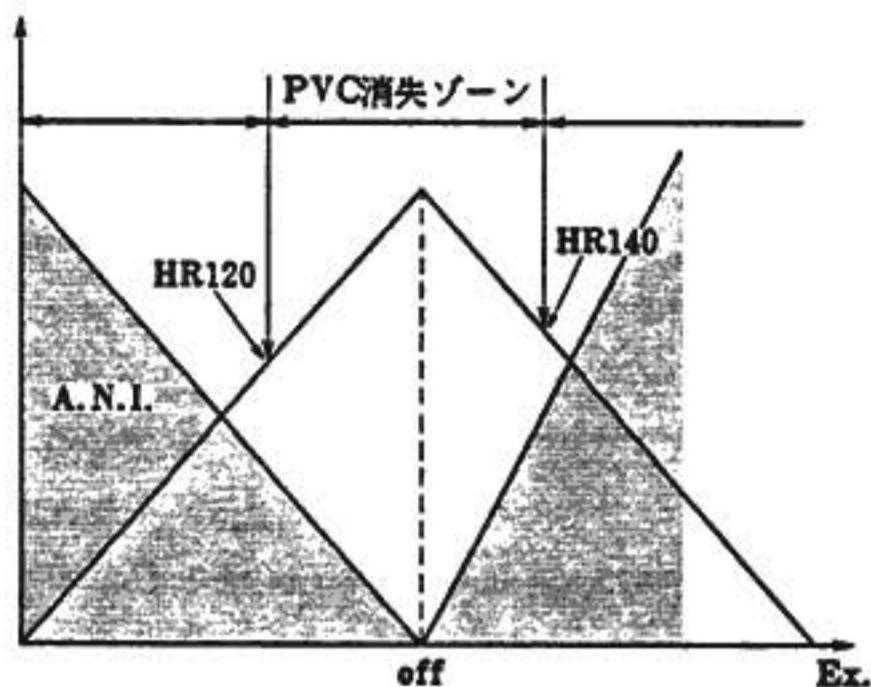


図3 負荷増加型

A. N. I. : autonomic nerve imbalance

あり、実際は PVC 消失ゾーン前後の心拍数の値は、もっと低いものであると思われる。

次に負荷増加型の場合は図3のごとく、自律神経の関与が加わったものと考え、図中ドット部分は自律神経不均衡を表し、PVC の発生を助長する形で over drive supression の三角山に対して負に働きかけるものと考え、回復期の心拍数が有意に高いことは、回復期における自律神経のより強い関与を想像させたが、はっきりとしたことはいえない。

これらの考え方についての検討にあたっては、以後  $\beta$  ブロッカー等の薬剤投与前後における運動負荷試験の比較も有用であると思われる。

## 文 献

- 1) 村山正博：実地臨床における不整脈診断のアプローチ。運動負荷試験。治療 63(5) : 97, 1981.
- 2) Han J., et al. : Temporal dispersion of recovery excitability in atrium and ventricle as a function of heart rate. Am. Heart J. 71 : 481, 1966.

## Ergometer 負荷時の QRS complex の変化

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

中山 章\*・山本 和利\*

石出 猛史\*・山田 憲司郎\*・蒔田 国伸\*

水野 毅\*・斉藤 俊弘\*・稲垣 義明\*

### はじめに

近年、運動負荷による冠動脈疾患の診断に心電図所見として QRS 変化が注目されているが、その診断的意義については賛否両論がある<sup>1-3)</sup>。また QRS 変化に関与する因子としては、Brody 効果<sup>4)</sup>、ヘマトクリット値の変化<sup>5)</sup>、解剖学的あるいは電気的心位置の変化<sup>6-8)</sup>、末梢血管抵抗の変化<sup>9)</sup>あるいは心筋虚血による局所的興奮伝播遅延<sup>10)</sup>などが考えられている。今回我々は労作性狭心症を対象とし、臥位自転車 ergome-

ter を用いた多段階運動負荷による QRS 変化を、標準12誘導心電図、ベクトル心電図 X, Y, Z 成分および空間速度心電図により分析し、その診断的意義および成因について検討したので報告する。

### I 対象と方法

対象は労作性狭心症17例 (52.2±7.4歳、男14例、女3例) および健常20例 (37.7±9.0歳、全例男) である。運動負荷は定量負荷型臥位自転車 ergometer を用い、1.0 W/kg の負荷量より開始し4分ごとに

\* 千葉大学医学部 第三内科

0.25W/kg ずつ増量する多段階負荷を施行し、狭心症例では自覚的最大限度まで行うことを原則としたが、0.1 mV 以上の ST 低下、血圧 250/130 mmHg 以上あるいは進行性の収縮期血圧低下、重篤な不整脈などのため、検査続行が不可能と思われた場合は中止した。一方健常例は20分までの各段階につき、3~7例を対象とし負荷量による差の有無を検討した。心電図は標準12誘導心電図、H電極を右鎖骨下、F、N電極をそれぞれ左右前腋下腋上肋骨弓部においた修正 Frank 法による X、Y、Z 軸 scalar 心電図およびそれらを入力として、フクダ電子社製 Spatial ECG Amplifier SE-01 により、 $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2}$  の演算から得られた空間速度心電図を記録した。計測項目は  $V_1$  の S ( $SV_1$ )、 $V_5$  の R ( $RV_5$ )、X、Y、Z の R (左方成分 RX, 下方成分 RY, 前方成分 RZ) および S (右方成分 SX, 上方成分 SY, 後方成分 SZ) の大きさ、空間速度心電図の  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  波高で、運動前と運動終了1分後の連続10波形または呼吸による変動が認められた場合は2呼吸サイクル間の全波形より算出した平均値、および紙送り速度 250 mm/sec で記録した  $\rho_1$ ,  $\rho_m$ ,  $\rho_2$  の波形変化についても比較検討した。

## II 結 果

狭心症例は全例胸痛および ST 低下のため4分ないし8分で運動を中止した。図1に X、Y、Z 軸 scalar

心電図および空間速度心電図の代表的波形を呈示する。右側の4分で運動を中止した狭心症例では、健常例と比較し運動後 SZ は減少し、また  $\rho_2$  は減高かつ変形している。

健常例で8分で運動を中止した7例の X、Y、Z 成分の有意の変化として、RX の減少 (前値との差の平均  $\Delta RX = -0.10 \pm 0.04$  mV,  $p < 0.001$ )、SX の増加 ( $\Delta SX = 0.06 \pm 0.02$  mV,  $p < 0.001$ )、SY の増加 ( $\Delta SY = 0.07 \pm 0.06$  mV,  $p < 0.01$ ) および SZ の増加 ( $\Delta SZ = 0.19 \pm 0.11$  mV,  $p < 0.001$ ) が認められた。すなわち QRS は運動により右後上方に向かって偏位した。図2に狭心症例と、比較のため4分ないし8分で運動を中止した健常14例の R および S の変化を示す。X、Y、Z の主方向成分である RX、RY、SZ の増減例数についてみると、健常例では全例 RX は減少、SZ は増加したのに対し、狭心症例では RX 増加が4例、SZ 減少が3例でみられた。一方 RY については両者間の差異は明らかでなかった。RX は左方、SZ は後方成分であり、標準12誘導心電図上それらに対応する誘導として、 $RV_5$ ,  $SV_1$  の変化をみると、健常例では全例  $RV_5$  は減少、 $SV_1$  は増加しているのに対し、狭心症例では  $RV_5$  増加が2例、 $SV_1$  減少が3例でみられた。

QRS の空間速度心電図主成分である  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  の波高は、健常例では4分~20分の各負荷段階別に検討したが、前値より10%以上変化した場合を有意とすると、

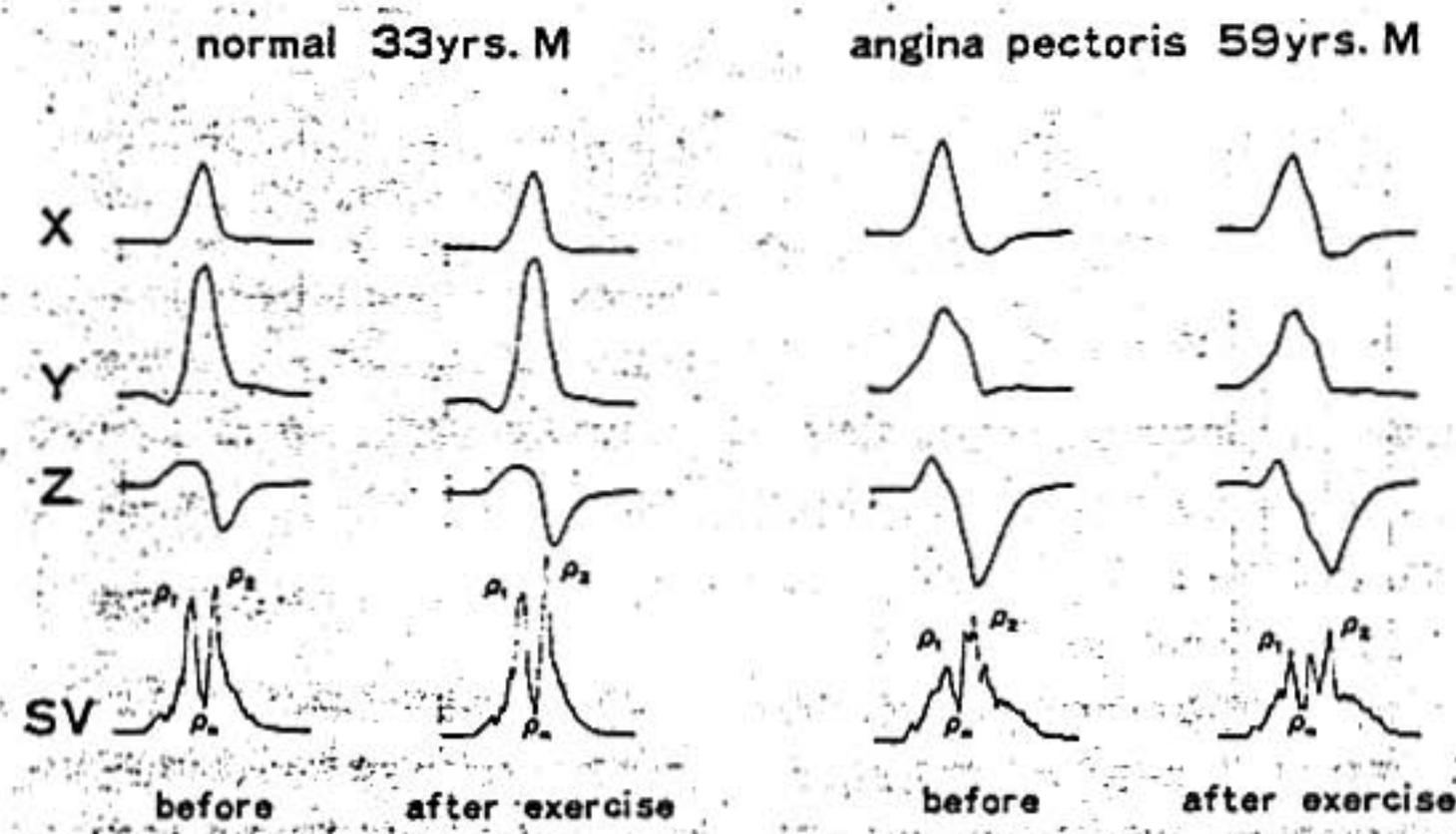


図1

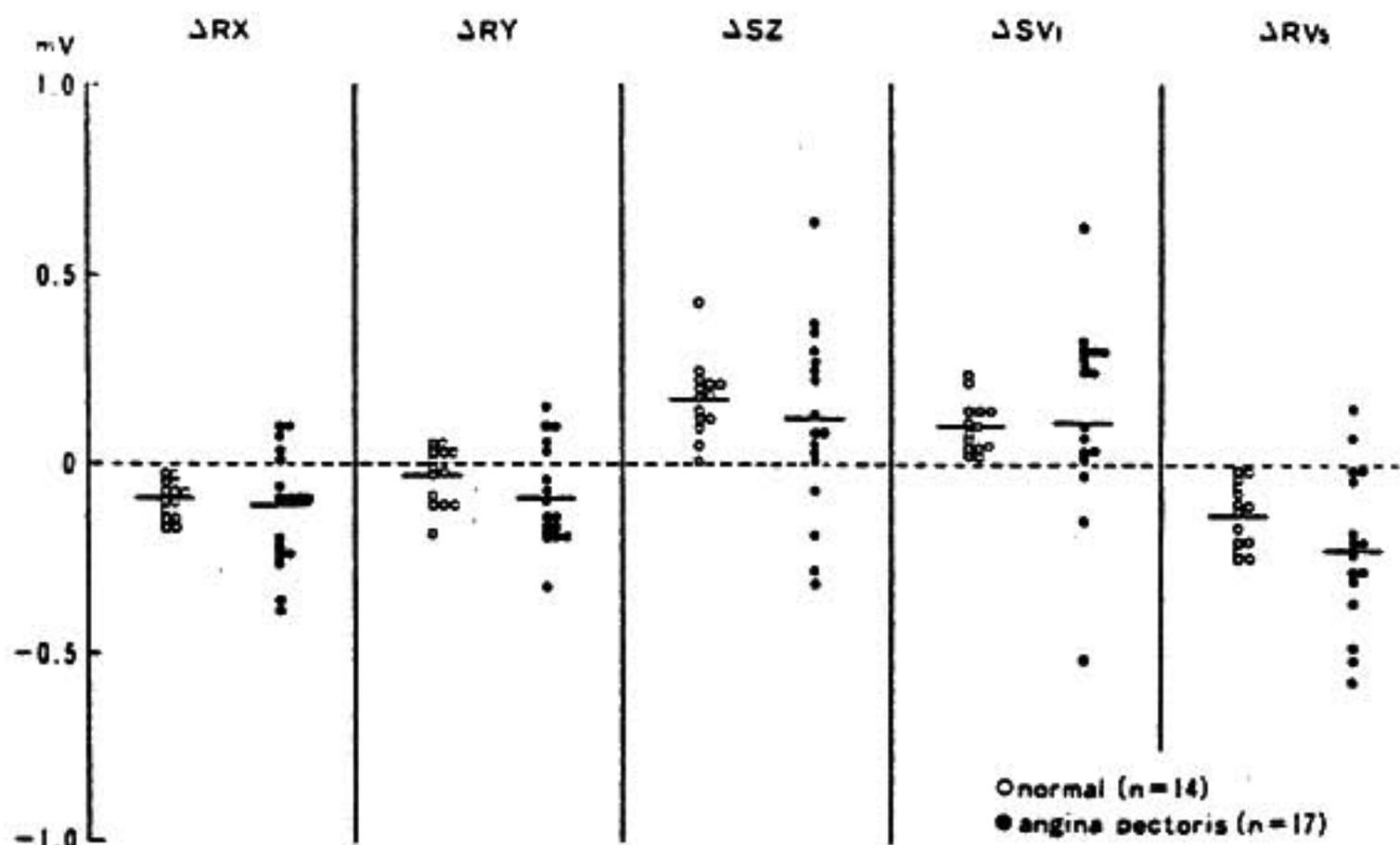


図 2

$\rho_1, \rho_2$  とも負荷段階にかかわらず不変あるいは増加した。一方狭心症例では  $\rho_1$  低下が 4 例,  $\rho_2$  低下が 4 例,  $\rho_1$  および  $\rho_2$  低下が 1 例で認められた。  $\rho_1, \rho_m, \rho_2$  について notch の出現あるいは数の増加, slur などの変形の出現と減高の有無について比較すると, 健常例では 20 例中 1 例 (5%) で  $\rho_1$  変形がみられたのみであるが, 狭心症例では 17 例中 13 例 (76%) で変形あるいは減高を伴った変形が認められた。 scalar 心電図における最大 ST 低下度と対比すると, ST 低下が 0.2 mV までの場合は空間速度心電図異常の出現は 4 例中 1 例 (25%) と少なかったが, 0.2 mV 以上では 13 例中 12 例 (92%) と高率であった。

図 3 は RX, SZ と  $\rho_1, \rho_m, \rho_2$  異常との関係を示す。上段のベクトル心電図のループ様の図は RX と SZ の変化を水平面に模式的に表したもので, 左より RX 減少および SZ 増加 (I 型), RX および SZ とも不変または増加 (II 型), RX 不変または増加および SZ 不変または減少 (III 型), RX および SZ 減少 (IV 型) の各タイプを示す。健常例および狭心症例でも  $\rho_1$  のみの異常あるいは異常のない例では I 型が多かった。RX 増加および SZ 減少について,  $\rho$  波形の前半部と後半部異常群にわけその出現頻度をみると, RX 増加すなわち II あるいは III 型に属するのは,  $\rho_1$  または  $\rho_1$  と  $\rho_m$  異常 5 例中 1 例, さらに  $\rho_m, \rho_m$  と  $\rho_2$  または  $\rho_2$  異常 5 例中 2 例であった。一方 SZ 減

		SV異常			
		most			
狭心症	$\rho_1$	●●●●			
	$\rho_1 + \rho_m$		●		
	$\rho_m$				●
	$\rho_m + \rho_2$			●	●
	$\rho_2$	●	●		
	$\rho_1 + \rho_2$	●	●		●
	(-)	●●●●	●		
健常	$\rho_1$	●			
	(-)	●●●● ●●●● ●●●● ●●●●			

図 3

少すなわち III あるいは IV 型に属するのは,  $\rho_1, \rho_1$  と  $\rho_m$  異常 5 例中皆無であったのに対し,  $\rho_m, \rho_m$  と  $\rho_2$  または  $\rho_2$  異常では 5 例中 3 例で, SZ 減少は  $\rho$  波形の中間より後半にかけての異常例に多い傾向がみられた。

図 4 は Nitroglycerin 錠 (NTG) 舌下使用前後で

## Y.A. 54 yrs. F. angina pectoris

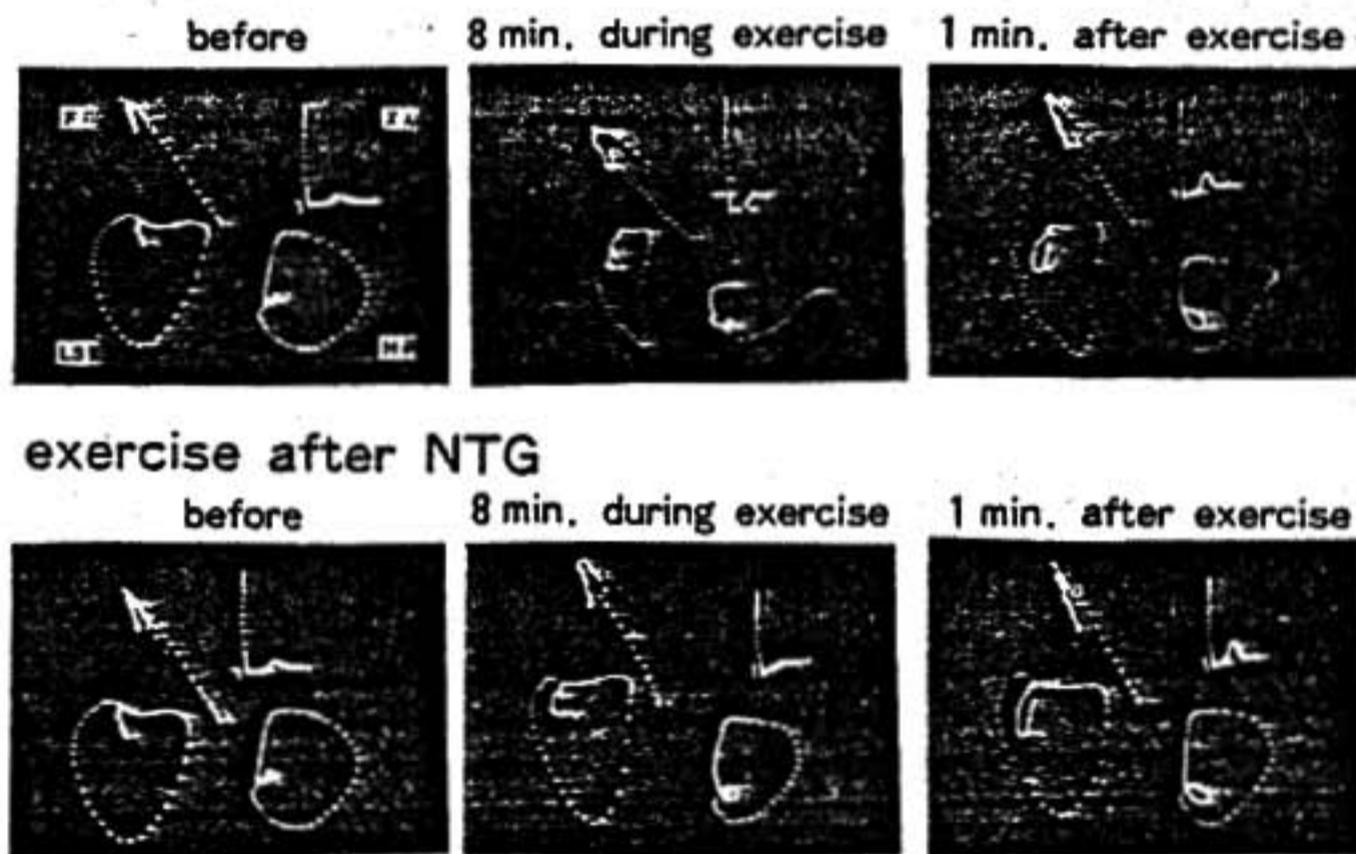
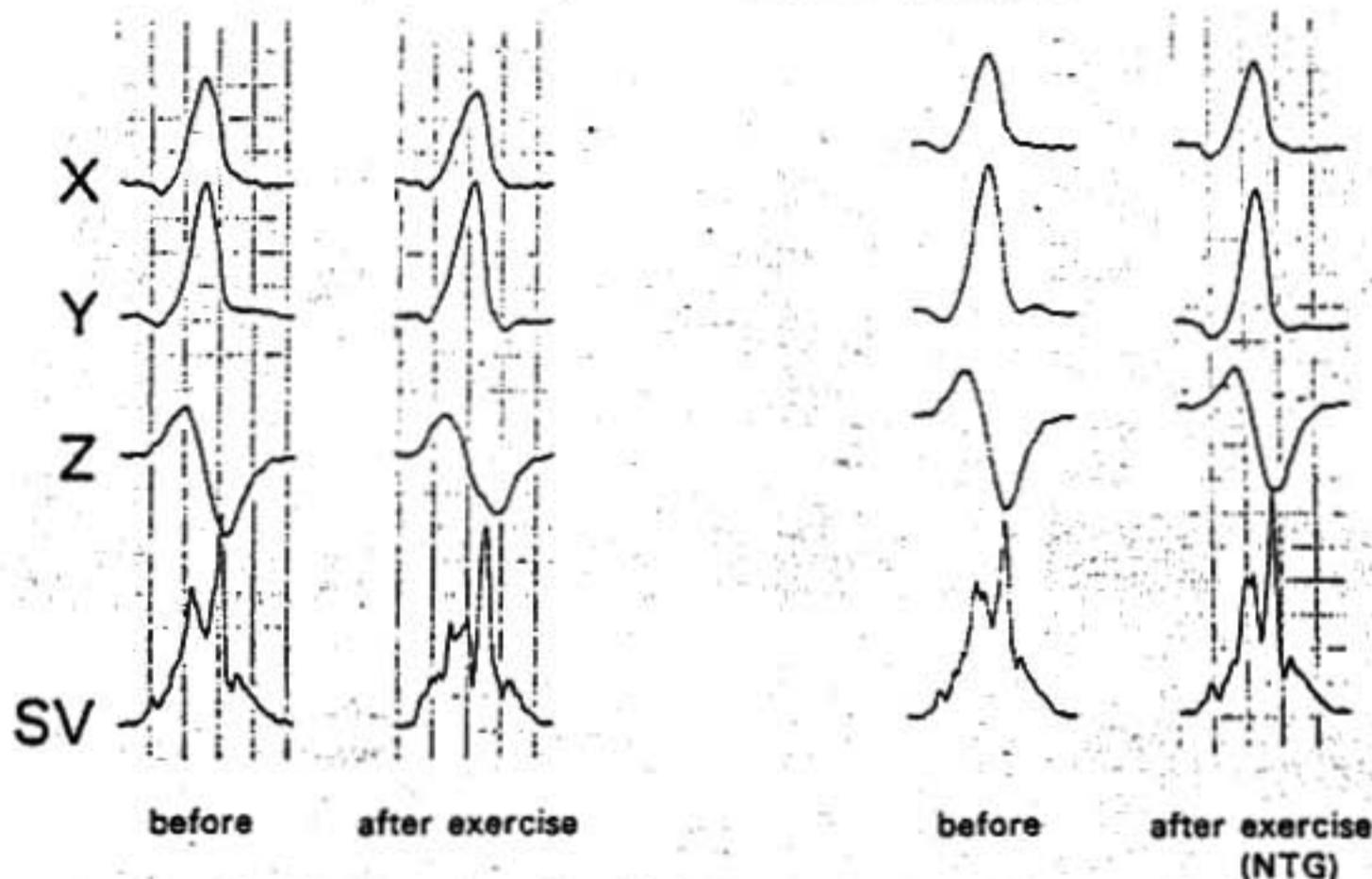


図4

同一運動負荷を行った1狭心症例の波形を示す。1回目の運動負荷では運動中胸痛および最大  $0.35\text{mV}$  のST低下がみられ、SZは減少、 $\rho_1$ の変形と減高および $\rho_2$ 減高が出現し、さらにQRSループの変形も著しい。一方NTG使用後の運動負荷では胸痛はなく、最大ST低下は $0.15\text{mV}$ でSZの減少は軽度となり、 $\rho_1, \rho_2$ はいずれも増高している。またQRSループには1回目のような変形はみられない。

## III 考案およびまとめ

運動負荷によるQRS変化について、今回われわれは労作性狭心症17例および健常20例を対象とし、臥位自転車 ergometer による多段階運動負荷を行い、標準12誘導心電図の  $SV_1, RV_5$ 、ベクトル心電図のRX, RY, SZ および空間速度心電図の  $\rho$  波形について検討した。その結果労作性狭心症では健常例と異なる反応として、RX増加が5例(29%)、SZ減少が3例

(21%), SV<sub>1</sub> 減少が3例 (21%), RV<sub>5</sub> 増加が2例 (14%), ρ 波形異常が13例 (76%) で認められた。RX, SZ, SV<sub>1</sub> および RV<sub>5</sub> 異常の出現率は低く、また QRS 変化を後方および左方成分より検討すると、労作性狭心症では図4に示したようにその変化は一様ではないことから、運動負荷による標準12誘導心電図およびベクトル心電図 X, Y, Z 成分の単一誘導における QRS 変化の労作性狭心症に対する診断的意義については、疑問がもたれた。一方 ρ 波形異常の出現率は高く、特に 0.2mV 以上の ST 低下例では92%にみられ、運動負荷による労作性狭心症の診断に、空間速度心電図は有用であると思われた。さらに空間速度心電図は空間ベクトル環の描記速度を表すことから、伝導異常がそこに反映されると考えられ、ρ 異常が労作性狭心症例で高率に出現し、また NTG で改善が得られる例があることなどから、労作性狭心症例の QRS 変形の成因の一つとして、心筋虚血による局所的伝導

遅延の関与が示唆された。

## 文 献

- 1) Peter E. B., et al. : Circulation 57 : 904, 1978.
- 2) Alexander B., et al. : Circulation 60 : 1004, 1979.
- 3) George W. C., et al. : J. Electrocardiol. 12 : 179, 1979.
- 4) Brody D. A. : Circ. Res. 4 : 731, 1956.
- 5) Clifford V. N. : J. Electrocardiol. 13 : 387, 1980.
- 6) Simonson M. L., et al. : Circulation 52 : 570, 1975.
- 7) Riekkimin H., et al. : Circulation 53 : 40, 1976.
- 8) John A. P., et al. : J. Electrocardiol. 16 : 161, 1983.
- 9) Bonita F., et al. : Am. J. Cardiol. 51 : 459, 1983.
- 10) 安井昭二, 他 : クリニカ 10 : 93, 1983.

## 運動負荷試験時の septal Q

### —冠動脈造影による検討—

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

神川 正\*・鈴木 与志和\*・小林 明\*  
林 秀晴\*・榊村 義典\*・山崎 昇\*

### はじめに

運動負荷試験による虚血性心疾患の診断には従来より ST 低下の程度および形態が主として用いられてきた。近年、運動負荷時の R 波の増減が診断の補助手段として有用であるとの報告<sup>1)2)</sup>があり、多くの検討がなされているが一定の結論に達していない。一方、Ellestad ら<sup>3)</sup>は、運動負荷時の Q 波の変化に注目し、負荷時の septal Q の増高不良は虚血性心疾患の診断率を向上させると報告した。

そこで今回、われわれは運動負荷時の V<sub>5</sub> 誘導にお

ける septal Q の変動と冠動脈写の病変部位との関係について検討した。

### I 対象および方法

浜松医科大学第三内科に入院、トレッドミル運動負荷試験および冠動脈造影を施行した男27例、女10例、計37例を対象とした。心筋梗塞症、安静時狭心症、左脚ブロック、右脚ブロック、心筋症症例は除外した。冠動脈造影にて冠動脈に25%以上の狭窄を認めない症例(以下正常群)は14例で、年齢は28~58歳、平均44.9歳であった。冠動脈造影にて75%以上の有意狭窄

を認める症例 (以下 CHD 群) は23例で年齢は35~64歳, 平均55.4歳であった。さらに CHD 群を米国心臓学会の分類にもとづき, ②左前下行枝 (以下 LAD) 6番および6番より中枢側に病変を有する LAD 中枢群, ⑤LAD 6番より末梢に病変を有する LAD 末梢群, ③LAD に病変を有しない非 LAD 群の3群に分け比較検討した。

運動負荷試験には Marquette 社製 CASE を用い Bruce 法による多段階トレッドミル運動負荷試験を行い, 心電図の誘導には12誘導法を用いた。運動負荷の終点は, 狭心痛, 85%目標心拍数, 血圧および心拍数の減少, 重症不整脈の出現とした。運動負荷試験陽性

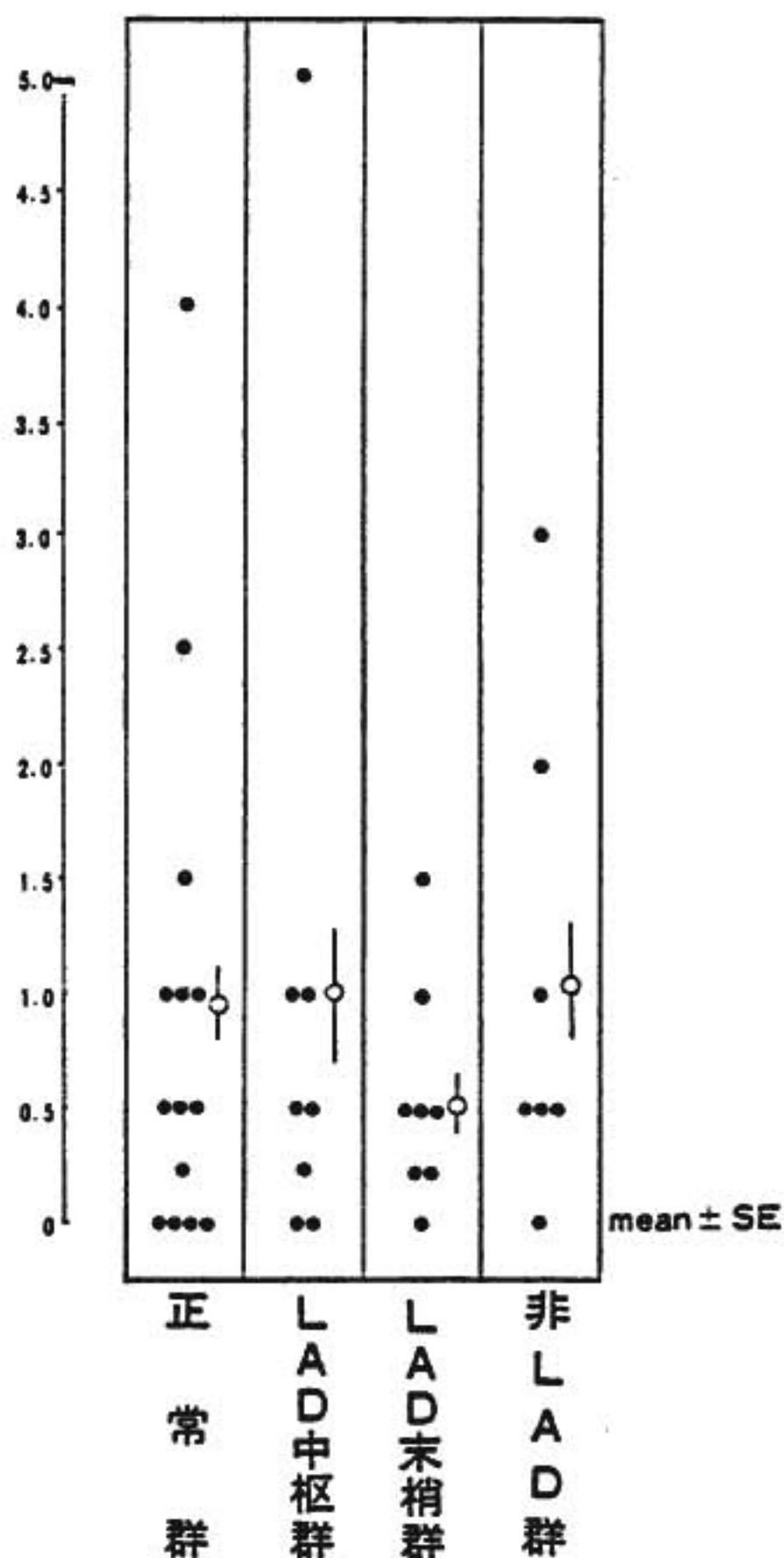


図1 運動負荷前の V<sub>3</sub> 誘導における septal Q

の判定基準は 1 mm 以上の水平または下降型 ST 低下, 上昇型 ST 低下では J 点より 0.08 秒後における 1.5 mm 以上の低下とした。V<sub>3</sub> 誘導における septal Q の測定は, 運動負荷前および終点で行い, 両者とも立位にて25心拍の加算平均を比較検討した。

## II 結 果

1) 運動負荷前の septal Q: 運動負荷前の septal Q を各群で比較すると, 正常群では  $0.91 \pm 0.30$  (mean  $\pm$  SE) mm, LAD 中枢群  $1.03 \pm 0.58$  mm, LAD 末梢群  $0.55 \pm 0.17$  mm, 非 LAD 群  $1.07 \pm 0.40$  mm であり各群間に有意な差を認めなかった (図1)。

2) 運動負荷による septal Q の変化: 運動負荷による septal Q の変化を, 正常群と CHD 群で比較すると正常群では負荷前  $0.91 \pm 0.30$  mm の septal Q は負荷後  $1.46 \pm 0.40$  mm と有意 ( $p < 0.01$ ) の増加を示した。CHD 群では負荷前  $0.87 \pm 0.24$  mm に比し負荷後  $1.09 \pm 0.23$  mm と有意の変化を示さなかった (図2)。

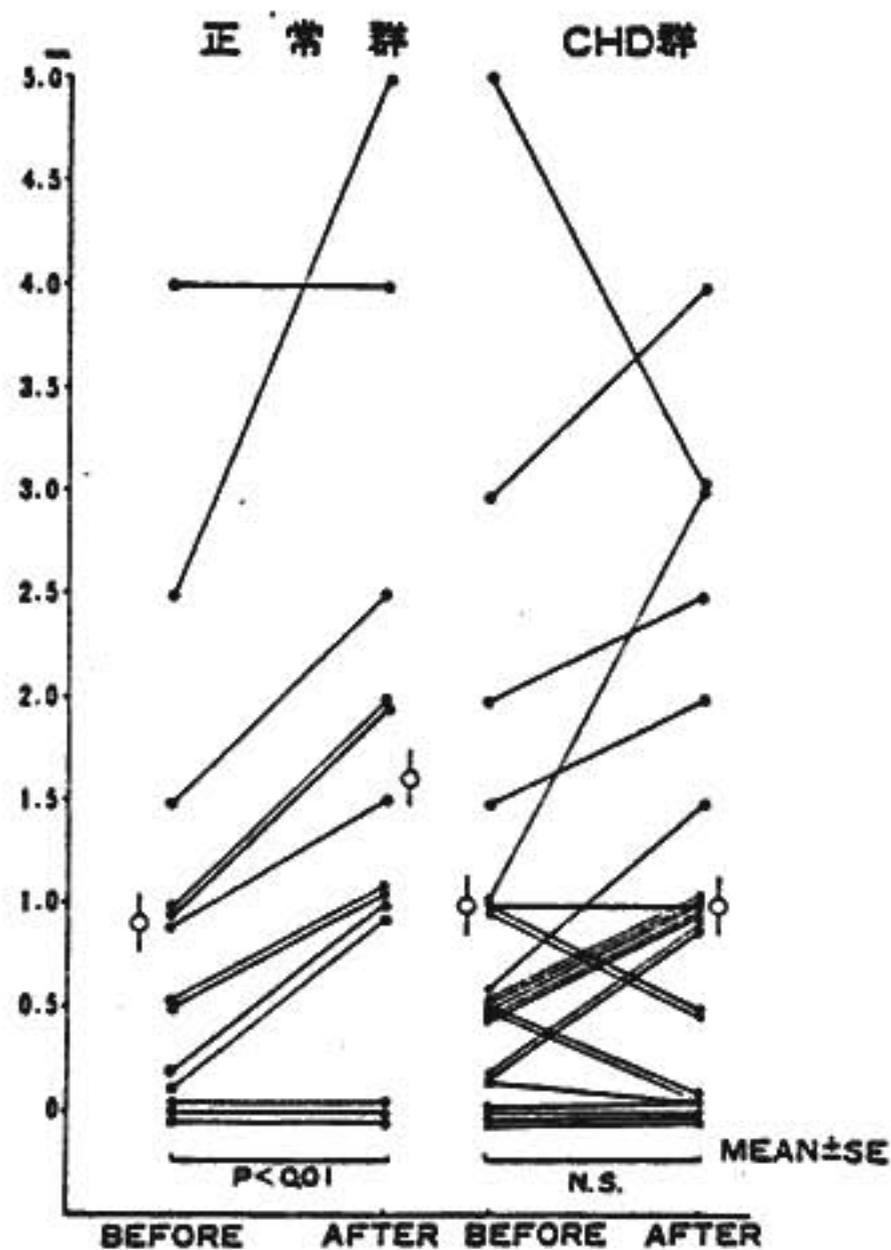


図2 運動負荷時の septal Q の変化 (正常群と CHD 群の比較)

冠動脈の病変部位別に CHD 群を分け, septal Q の変化を比較すると, LAD 中枢群では septal Q は負荷前の  $1.03 \pm 0.58$  mm に比し負荷後  $0.50 \pm 0.37$  mm と有意 ( $p < 0.05$ ) の減少を示したが, LAD 末梢群では負荷前の  $0.55 \pm 0.17$  mm に比し負荷後  $1.31 \pm 0.31$  mm と, 非 LAD 群では負荷前の  $1.07 \pm 0.40$  mm に比し負荷後  $1.50 \pm 0.50$  mm とおのおの有意 ( $p < 0.01, p < 0.01$ ) の増加を示した (図3).

3) 運動負荷時の Q波の変動と R波高の変動との関連: 運動負荷時の septal Q の増減に対し, R波高の変動が関連するかどうかを検討する目的で, 図4のごとく, 縦軸に septal Q を横軸に R波高をとり, 各群について負荷前の septal Q と R波高の関係を示す座標点が負荷後どの方向に変化するかを検討した. (1) 正常群では R波高は負荷後変化を示さず septal Q のみ増加し上方へ方向 (↑) を示した. (2) LAD 末梢群および非 LAD 群では負荷後 R波高の増加と一致して septal Q が増加し右上方へ方向 (↗) を示した. (3) LAD 中枢群では R波高は負荷後増加し, septal Q は減少を示す右下方へ方向 (↘) を示した.

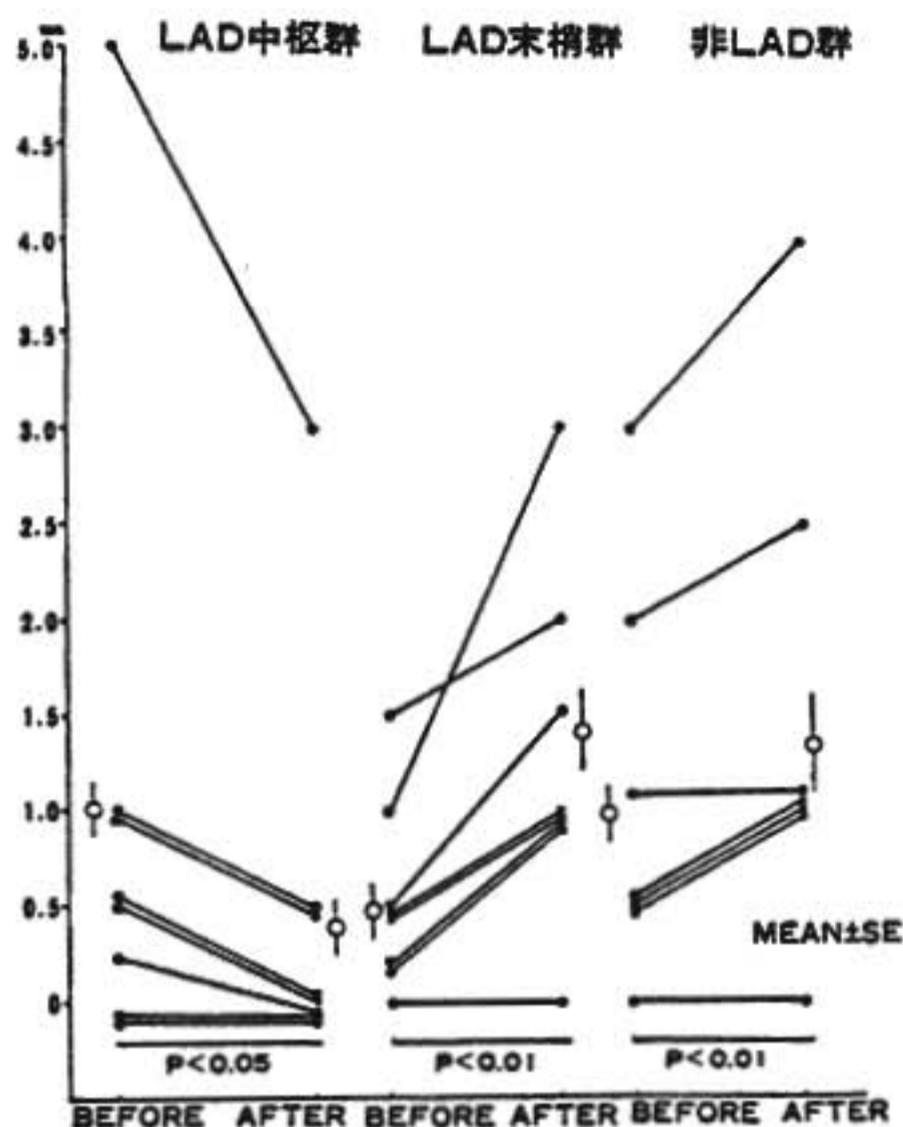


図3 CHD 群における運動負荷時の septal Q の変化

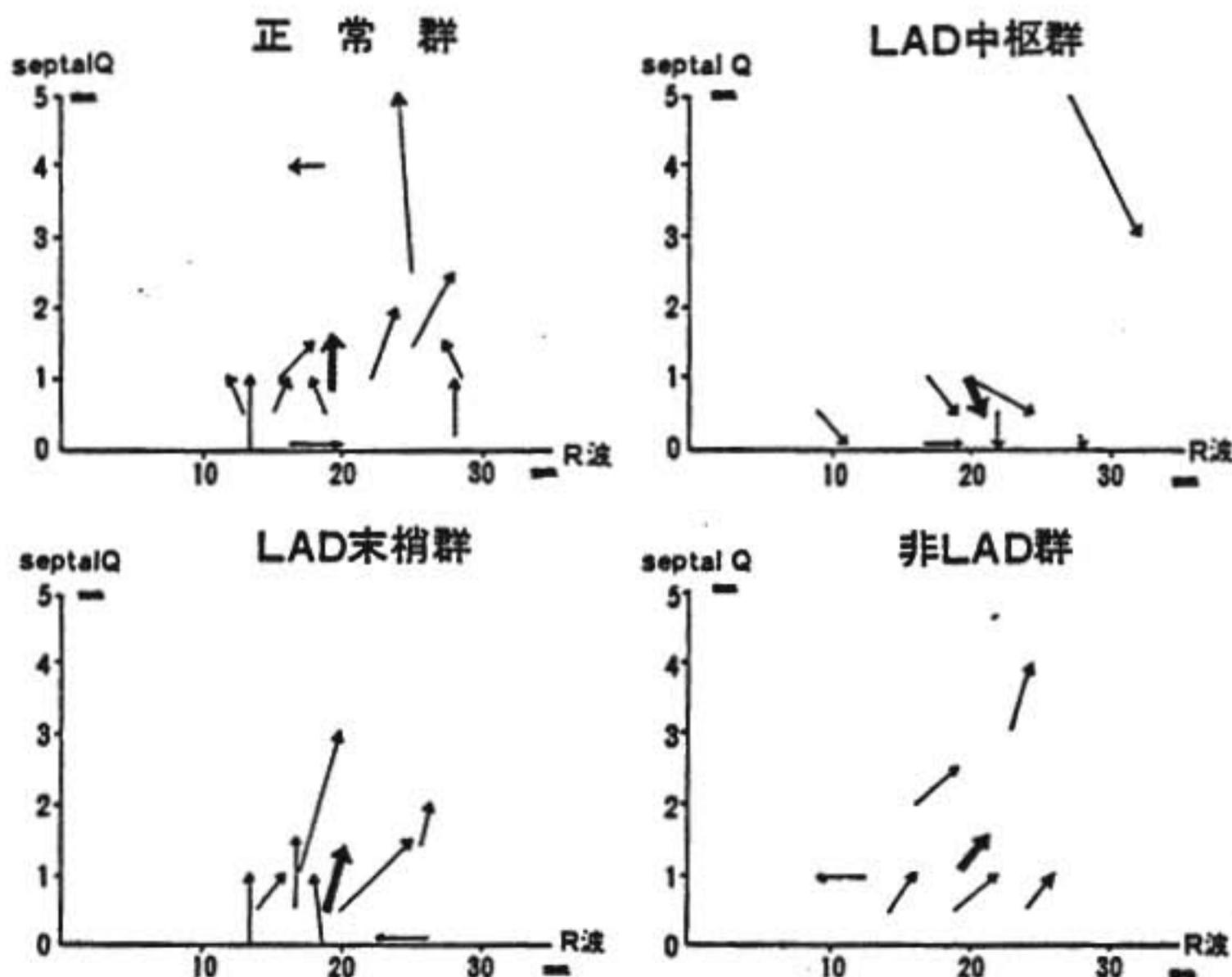


図4 運動負荷時の septal Q と R波高の変化  
矢印の方向は負荷前より負荷後への変化の方向を示す。

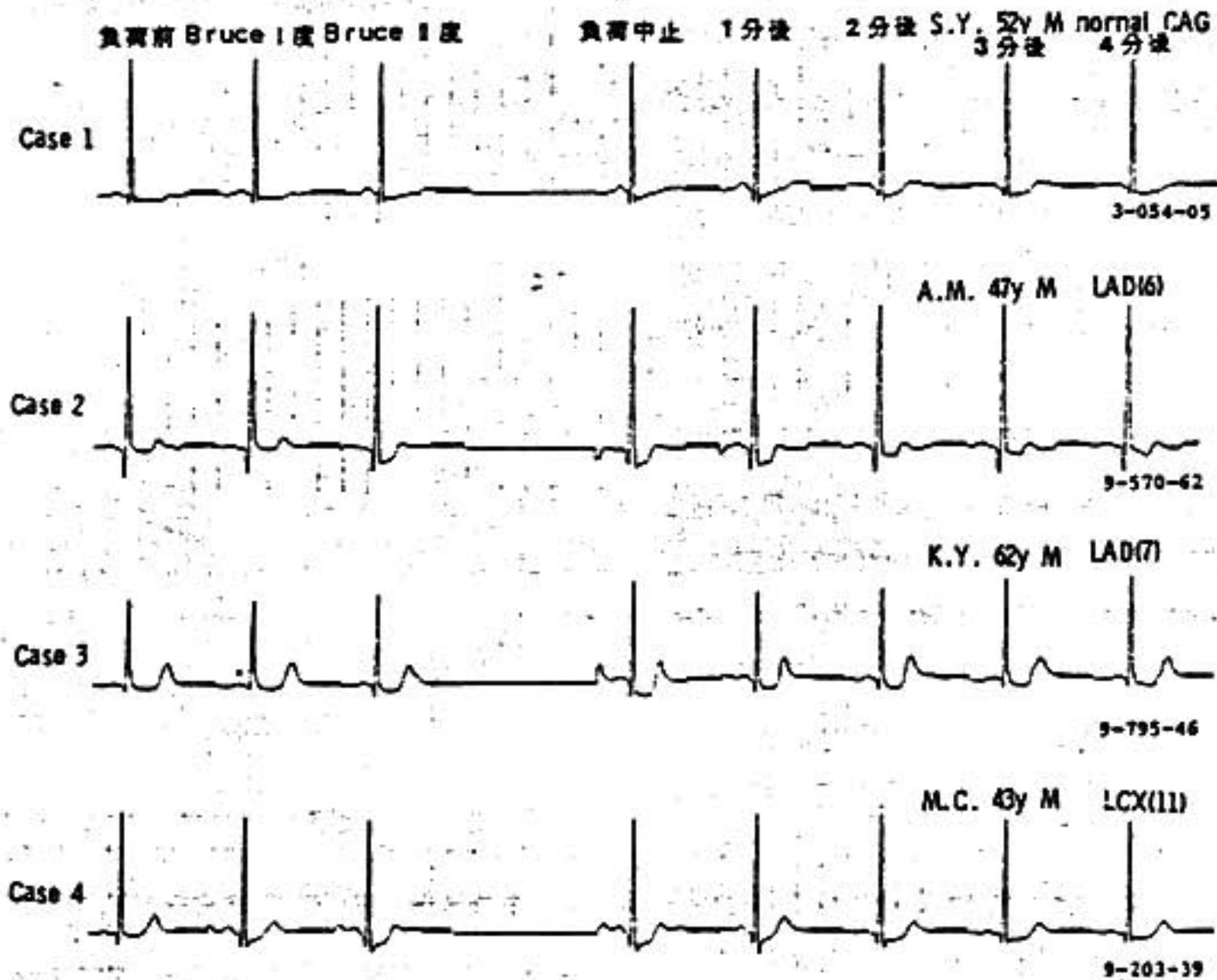


図5 代表症例

Case 1: 正常群の症例, 正常冠動脈症例である。

Case 3: LAD 末梢群の症例

Case 2: LAD 中枢群の症例

Case 4: 非 LAD 群の症例

示した(図4)。

4) 症例: 正常群, LAD 中枢群, LAD 末梢群, 非 LAD 群の4群における septal Q の変動の代表例を図5に示した。各症例とも, Bruce III°にて負荷を終了しており負荷量はほぼ同一である。症例1は正常群の症例で負荷中止時には負荷前に比し septal Q の増加とR波の減少を認めた。症例2は LAD 6番に90%の狭窄を有する症例である。septal Q は負荷前 5 mm であったが負荷中止時には 2.5 mm と著しい減少を示した。症例3は LAD 7番に75%の狭窄を, 症例4は LCX の11番に75%の狭窄を有する症例で, いずれも負荷中止時 septal Q の増加を示し, 負荷終了後3~4分にて負荷前値に復するのが認められた。

### III 考 案

Ellestad らは運動負荷試験時の septal Q の増加は負荷試験における false positive を減じ, septal Q の減少は負荷試験による冠動脈疾患の診断上, sensi-

tivity を向上させると報告した<sup>2)</sup>。しかし今回の我々の成績では, CHD 群のうち LAD 中枢側に病変を有する症例においてのみ運動負荷により septal Q の有意の減少を認めたが, その他の部位に病変を有する症例では逆に septal Q は増加を認めた。運動負荷時の QRS 波形は呼吸, 心拍数, 電気軸の変化, 体位等種々の要因により変化を受ける。そのため, V<sub>1</sub> 誘導のみで結論を導くにはなお検討を必要とするが, CHD 群の間では運動負荷量に有意の差はなく, またR波の変化は CHD 群では同じ変化を示しており, LAD 中枢群で認められた運動負荷時の septal Q 減少は, 冠動脈の LAD 中枢側の病変を示唆する一つの指標と考えられる。

運動負荷時にみられる septal Q の減少に関する機序については明確な報告はいまだ認められないが, 我々は LAD 中枢側に病変を有する労作性狭心症症例に A-C バイパス術を施行し, 術後には運動負荷時の septal Q の減少が消失し, むしろ増加を示す症例を経験した。このことは, 運動負荷時の septal Q の減

少が、負荷時の中隔の広範囲な虚血により生ずる可能性を示唆するものと考える。

## 結 語

運動負荷試験における septal Q の臨床的意義を検討する目的で、トレッドミル運動負荷時の V<sub>1</sub> 誘導における septal Q の変動と冠動脈病変との関連を検討し以下の結果を得た。

(1) 運動負荷前の septal Q は正常群と CHD 群との間に有意差を認めなかった。

(2) 運動負荷時の septal Q は正常群では有意の増加を示した。

(3) 全 CHD 群の比較では運動負荷時の septal Q に一定の変動を認めなかったが、LAD 中枢群では有意な減少を認めた。

以上より運動負荷時の septal Q の減少は LAD 中枢側の病変を示唆する指標と考える。

## 文 献

- 1) Bonoris P. E., et al. : Am. J. Cardiol. 41 : 846, 1978.
- 2) Iskandrian A. S., et al. : J. Electrocardiol. 15 : 199, 1978.
- 3) Morales-ballejo H., et al. : Am. J. Cardiol. 48 : 247, 1981.

## 虚血性心疾患における運動負荷時陰性 U 波の

### 臨床的意義について

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

増 田 岳 一\* . 山 門 徹\*

近 藤 正 士\* . 森 拓 也\*

市 川 毅 彦\* . 中 野 赳\* . 竹 沢 英 郎\*

運動負荷時に出現する陰性 U 波に関し、観血的方法との対比を行い、臨床的意味を検討した報告は極めて少ない。我々はトレッドミル運動負荷時に認められる陰性 U 波を、ST 変化をはじめとする運動負荷所見、冠動脈造影、左室造影の観血的方法と対比させ検討した。

### I 対象及び方法

対象は、観血的方法 (冠動脈造影, 左室造影), トレッドミル運動負荷試験を行った虚血性心疾患 130 例 (29歳~74歳, 平均55歳) で、その内訳は、心筋梗塞を有しない労作性狭心症 (AP 群) 26例, 心筋梗塞症 (MI 群) 104例である。

運動負荷方法は、既報<sup>1)</sup>のごとく symptom-limited 多段階トレッドミル最大運動負荷法とし、収縮期血圧

20 mmHg 以上の低下、重篤な不整脈の出現でも運動を中止した。負荷前、負荷中は12誘導あるいは V<sub>1</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub> 誘導を除く 9 誘導の心電図及びマンシェット血圧計にて血圧を1分ごとに記録した。運動による ST 低下、上昇は、それぞれ J 点より 0.08秒, 0.04秒の時点で、0.1 mV 以上の変化を有意とした。陰性 U 波は、心電図上、T 波と P 波の間 (TP segment) で、P 波と Q 波間の line (PQ segment) より相対的に陰性である部分とした。陰性 U 波と T 波末端陰性部分との鑑別は、陰性 U 波のまれな四肢誘導で T 波末端を確認して QT 間隔を測定し、それより後に出現するものを陰性 U 波とした。陰性 U 波は、運動負荷前及び負荷直後より観察し、二相性の U 波、aV<sub>2</sub> の陰性 U 波、安静時にすでに陰性 U 波の出現している誘導は除外した。

冠動脈造影所見より、75%以上の狭窄を有意な冠動

\* 三重大学医学部 第一内科

脈病変とした。左室造影より壁運動を normal, hypokinesis, akinesis, dyskinesis, aneurysm に分類し、左室 global function の指標として左室駆出率(LVEF)、左室拡張末期圧(LVEDP) をもとめた。

## II 結 果

1) 運動による陰性U波出現率: 全体として25例(19.2%)に認められ、MI群では18例(17.3%)、AP群では7例(26.9%)であった(表1)。

表1 対象の内訳

	Case	Age	Exercise induced negative U wave	
			(+)	(-)
Myocardial infarction	104	54.4 ± 8.1	18(17.3%)	86(82.7%)
Angina pectoris	26	57.4 ± 7.4	7(26.9%)	19(73.1%)
Total	130	55.1 ± 8.1	25(19.2%)	105(80.8%)

2) 冠動脈病変と運動による陰性U波との関係: 左冠動脈前下行枝(LAD)病変を有する99例中24例(24.2%)に陰性U波の出現をみたが、LAD病変のない例では31例中1例(3.2%)に出現したのみであった( $p < 0.05$ )。一枝病変例で運動による陰性U波を検討すると、陰性U波出現例全例がLAD病変であり、運動による陰性U波は、LAD病変と密接な関係があることが示された(図1)。

3) 冠動脈罹患枝数と陰性U波の関係: 正常及び一枝病変例の運動による陰性U波出現例は66例中7例(10.6%)であったが、二枝以上の多枝病変では64例中18例(28.1%)と、多枝病変例で多く出現する傾向をみた( $p < 0.05$ ) (図2A)。陰性U波出現例のうち二枝以上の多枝病変例は72%と、正常及び一枝病変例に比べ有意に高率であった( $p < 0.05$ ) (図2B)。

4) 左心機能と陰性U波の関係: MI群で、陰性U波出現例の左室駆出率は0.49、非出現例では0.53と有意な差を認めた( $p < 0.05$ ) (表2)。

5) 左室壁運動異常と運動によるU波の関係: MI群で検討すると、normal, hypokinesis, akinesisを示す群は75例中6例(8.0%)に陰性U波の出現をみたが、dyskinesis, aneurysmを示す高度壁運動異常を

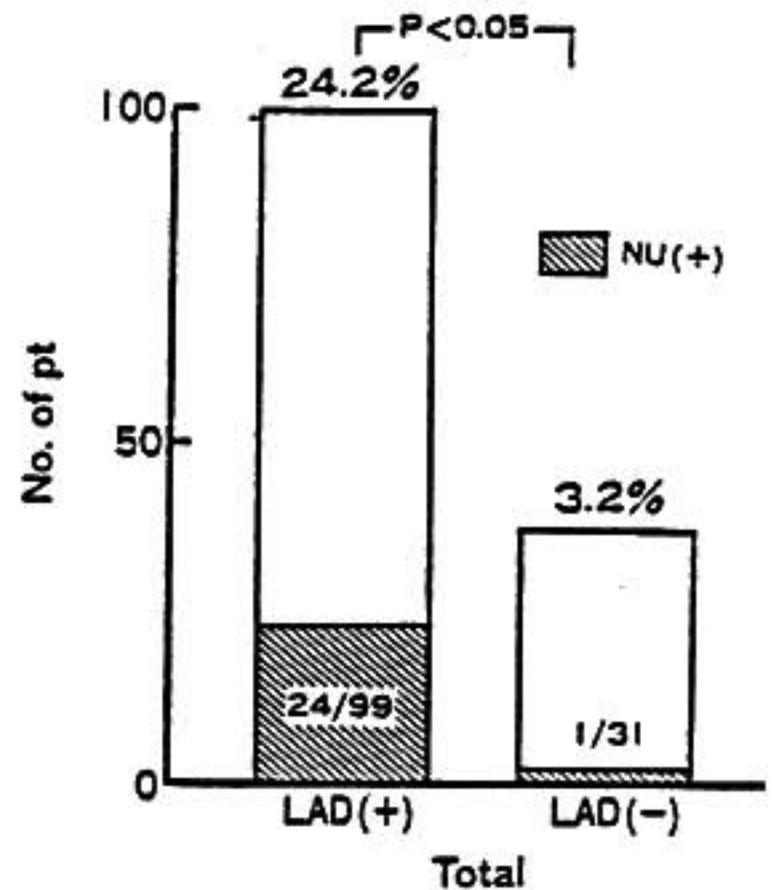


図1 運動による陰性U波とLAD病変との関係

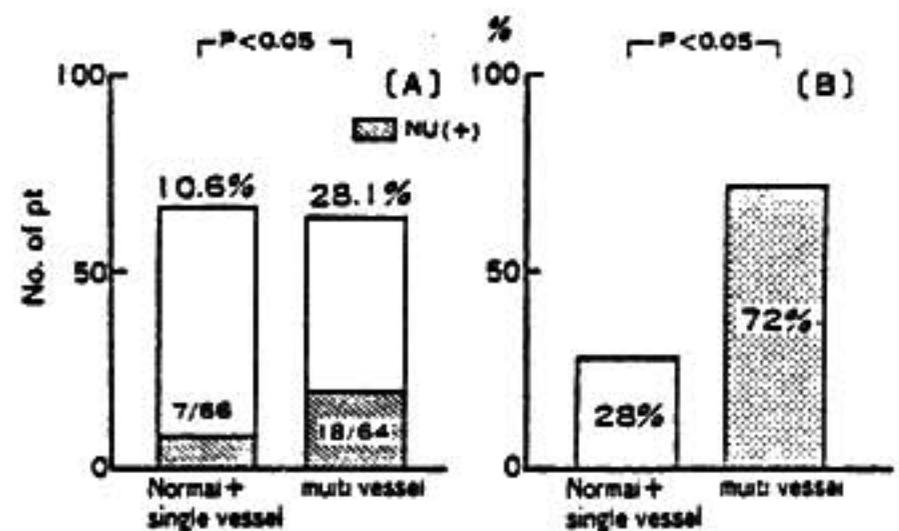


図2 運動による陰性U波と冠動脈病変との関係

表2 左心機能と運動時出現陰性U波

		LVEDP (mmHg)	LVEF
MI	NU (+)	13.2 ± 5.4	0.49 ± 0.12*
	NU (-)	12.4 ± 7.4	0.53 ± 0.12
AP	NU (+)	7.5 ± 2.7	0.65 ± 0.15
	NU (-)	9.5 ± 4.4	0.65 ± 0.08

\*  $P < 0.05$

示す群では29例中12例(41.4%)に認められ、両群間に有意差を認めた( $p < 0.01$ ) (図3)。

## III 考 案

陰性U波は、高血圧、大動脈弁疾患、虚血性心疾患

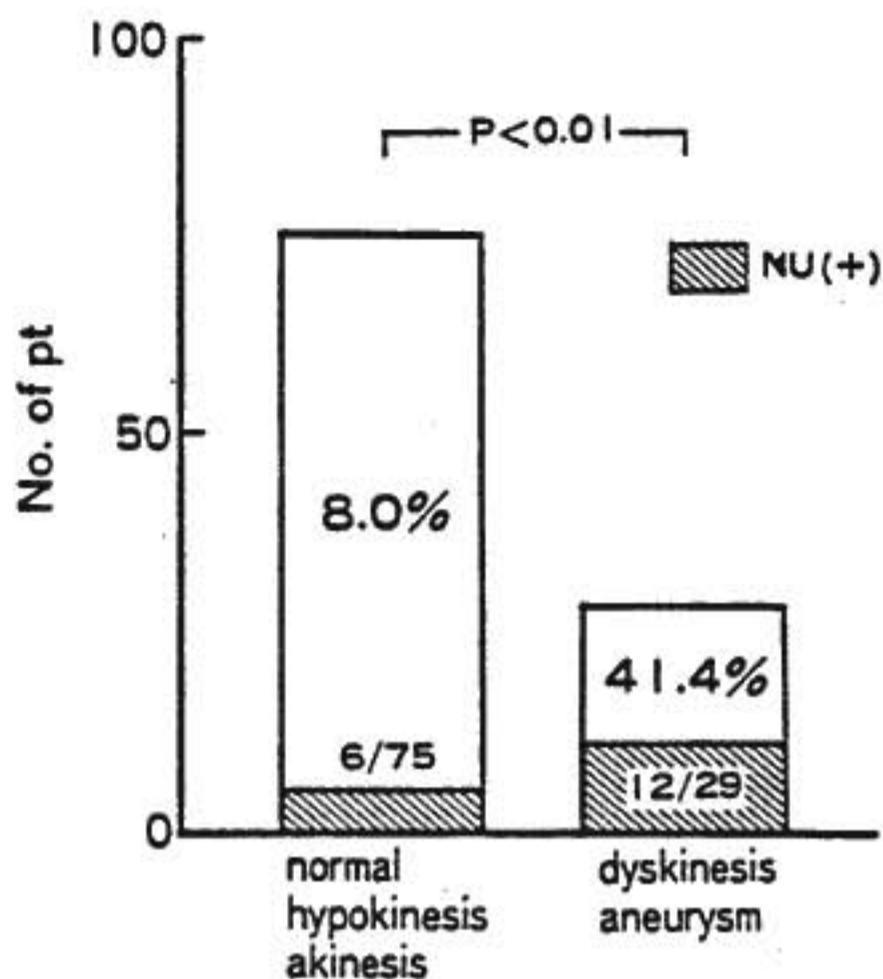


図3 左室壁運動異常 (dyskinesis, aneurysm) と運動時陰性U波出現の関係

に多くみられることが知られているが、運動による陰性U波の意味についての報告は少ない。Gerson<sup>2)</sup>は、運動による陰性U波は冠動脈疾患、特に左主幹動脈、左前下行枝病変例に多く認められたと報告している。今回の成績も、冠動脈所見については上記の報告と一致するが、その他、多枝病変例及び心筋梗塞群で左室高度壁運動異常例に多いことが示された。今回は示さ

なかったが、冠動脈造影で冠動脈病変のない30例中1例に運動による陰性U波の出現が認められたのみであった。以上より、運動負荷時に出現する陰性U波は、出現頻度は高くないが、冠動脈病変の部位とその程度及び心機能の評価において、臨床上有用な指標となり得ることが示された。

結 語

- 1) 運動による陰性U波の出現率は、虚血性心疾患130例中25例、19.2%であった。
- 2) 運動による陰性U波出現は、冠動脈多枝病変に有意に多く、左前下行枝病変を有する例に高率に認められた。
- 3) 壁運動異常との関係では、dyskinesis, aneurysm を示す例に運動時U波の出現が有意に多く認められた。

文 献

- 1) 山門 徹, 他: 急性心筋梗塞後の多段階トレッドミル最大運動負荷試験の臨床的意義—冠動脈造影, 左室造影所見との対比—. 心臓 15: 438, 1983.
- 2) Gerson M. C., et al.: Exercise-induced U wave inversion as a marker of stenosis of the left anterior descending coronary artery. Circulation 60: 1014, 1979.

前壁梗塞症における運動負荷時 ST 上昇の意義

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

冷牟田 浩 司<sup>\*1</sup>・葉 昌 義<sup>\*1</sup>

池 田 久 雄<sup>\*1</sup>・島 松 昌 由<sup>\*1</sup>

牛 嶋 久<sup>\*1</sup>・大 北 泰 夫<sup>\*1</sup>・戸 次 久 敏<sup>\*1</sup>

寺 沢 正 寿<sup>\*1</sup>・戸 嶋 裕 徳<sup>\*1</sup>・宇 津 典 彦<sup>\*2</sup>

はじめに

心筋梗塞症において梗塞部に一致した心電図誘導

(異常Q波の存在する誘導)での運動負荷時のST上昇は、局所壁運動異常の存在をあらわすとする報告<sup>1-4)</sup>が多いが、一方では梗塞周囲の残存心筋の虚血<sup>5)</sup>また

\*1 久留米大学医学部 第三内科 \*\* 久留米大学附属循環器病研究所

は anoxia<sup>1)</sup> によるものとする報告もあり, 未だ一定の見解を見ない。本研究は, 陳旧性心筋梗塞症の運動負荷時にみられる梗塞部誘導での ST 上昇の機序を明らかにする目的で, 前壁梗塞症を対象に右房ペースング負荷を行い心筋乳酸代謝, 左室圧, 左室壁運動を検討したものである。

## I 対象ならびに方法

対象は, 発症後4週間以上経過した前壁梗塞症21例であり対照群として心電図異常がなく冠動脈病変もない症例5例を用いた。男24例, 女2例, 平均年齢は54歳(21~68歳)であった。前壁梗塞症21例を右房ペースング負荷時の心電図 ST 偏位により以下の3群に分けた。

1. ST 上昇群 (10例) : Q波を認めた胸部誘導で ST がJ点より0.06秒の位置で 1.0 mm 以上の上昇を認めた群。
2. ST 不変群 (7例) : 有意の ST 偏位を示さなかった群。
3. ST 低下群 (4例) : 胸部誘導で ST がJ点より0.08秒の位置で1.0 mm 以上の虚血性低下を示した

群。うち3例はいずれも急性期には異常Q波を認めながらも比較的早期に initial r波が出現しQ波の消失した例であり, 他の1例は心内膜下梗塞であった。通常の左右心カテテル施行後, 右房ペースング負荷を90/分の頻度より開始し3分ごとに段階的に20/分ずつその頻度を増してゆき最大150/分の頻度まで行った。ペースング前, ペースング中の各段階, およびペースング終了直後に左室圧と心電図の記録とともに大動脈と大心静脈より採血し乳酸濃度を測定した。なお, ペースング中に胸痛等自覚症状が出現したりII度以上の房室ブロックが出現した場合はその時点でペースング負荷を中止した。ペースング負荷終了後, ニトログリセリン 0.3 mg 舌下投与のもとに選択的冠動脈造影, ついで左室造影を施行した。

## II 結 果

### 1. 冠動脈病変

前壁梗塞症は全例, 左前下行枝にAHA分類による75%以上の有意狭窄病変が認められた。ST 上昇群は1枝病変7例, 2枝病変1例, 3枝病変2例, ST 不変群は1枝病変6例, 2枝病変1例, また ST 低下群

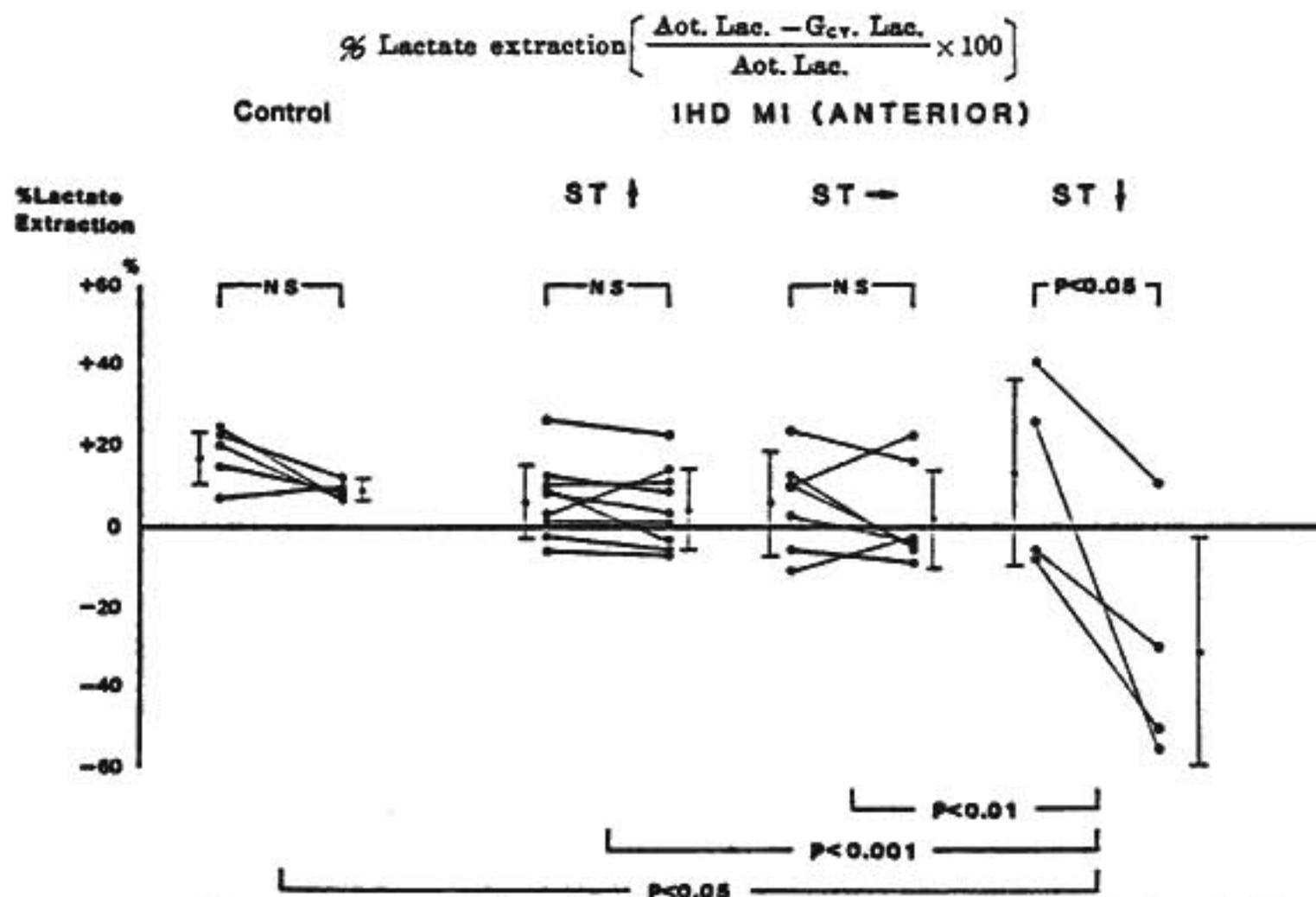


図1 ペースング負荷前後の乳酸摂取率 (% Lactate Extraction) の変動

Aot. Lac. : 大動脈血乳酸濃度  
Gcv. Lac. : 大心静脈血乳酸濃度  
Control : 対照群

IHD MI(ANTERIOR) : 前壁梗塞症

ST→ : ST 不変群  
ST↑ : ST 上昇群  
ST↓ : ST 低下群  
左側・ : ペースング前  
右側・ : 最大ペースング時

は1枝病変1例, 2枝病変1例, 3枝病変2例であった。

## 2. 右房ペースング負荷と運動負荷とのST偏位の対比

ST上昇群10例のうち9例は, 運動負荷時に右房ペースング負荷時と同様のST上昇が認められた, 他の1例は膝関節症のため十分な運動負荷ができなかった例であった, ST低下群4例は全例, 運動負荷時にもSTが有意の低下を示した。

## 3. ペースング負荷時の自覚症状

ST上昇群の10例中1例, ST不変群の7例中1例に胸部不快感が出現し, ST低下群は4例中3例に胸痛が出現した。

## 4. 乳酸摂取率

乳酸摂取率を(大動脈血乳酸濃度-大心静脈血乳酸濃度)÷大動脈血乳酸濃度×100(%)の式より算出し, 左前下行枝支配の前壁領域の心筋乳酸代謝の指標とした, 各群のペースング前から最大ペースング時への乳酸摂取率の変動を調べた, 対照群, ST上昇群, ST不変群では乳酸摂取率に有意の変化を見ず, ST低下群でのみ有意に低下し, 大きく乳酸産生の方向へ向かった(図1)。

## 5. 左室拡張末期圧

ペースング前と各ペースング頻度での左室拡張末期圧(以下, LVEDP)は5心拍のLVEDPの平均値をとった, ペースング終了直後は10心拍にわたり最も上昇した時のLVEDPをペースング直後のLVEDPとした, 各群のペースング前からペースング終了直後へのLVEDPの変動を調べた, ペースング前LVEDP

はST上昇群において最も高値であった, 各群共にLVEDPはペースング負荷により有意に上昇するが, ST低下群が最も大きく上昇しST上昇群やST不変群との間に有意差が認められた(図2)。

## 6. 左室駆出分画

右前斜位左室造影より求めた左室駆出分画(以下, LVEF)はST上昇群で最も低く, ついでST不変群, ST低下群, 対照群の順に高くなり, ST上昇群は他群と比較して有意に低値を示した(図3)。

## 7. 梗塞周径比

右前斜位左室造影において拡張末期の全周径に対するakinesisを示す部の径の比率である梗塞周径比(%)を各群で比較した, ST上昇群には梗塞周径比の大きな例が多くみられ, ST不変群との間に有意差を認めた, 対照群とST低下群ではakinesisを示す例はなかった, 明らかな心室瘤やDyskinesisはST上昇群10例中4例に認められたが, ST不変群やST低下群には認められなかった(図4)。

## III 考 察

今回の検討では, ペースング負荷にて梗塞部又は梗塞周辺部誘導にてSTが低下する陳旧性の前壁梗塞症例は, LVEFが大きく梗塞周径比が小さな例, すなわち梗塞範囲の狭い心機能の比較的よく保たれた例であった, それらの症例はペースング負荷時に乳酸摂取率が大きく低下し乳酸産生の方向へ向かい, また, LVEDPも大きく上昇したことより, このST低下は労作性狭心症におけるST低下と同様の機序で残存

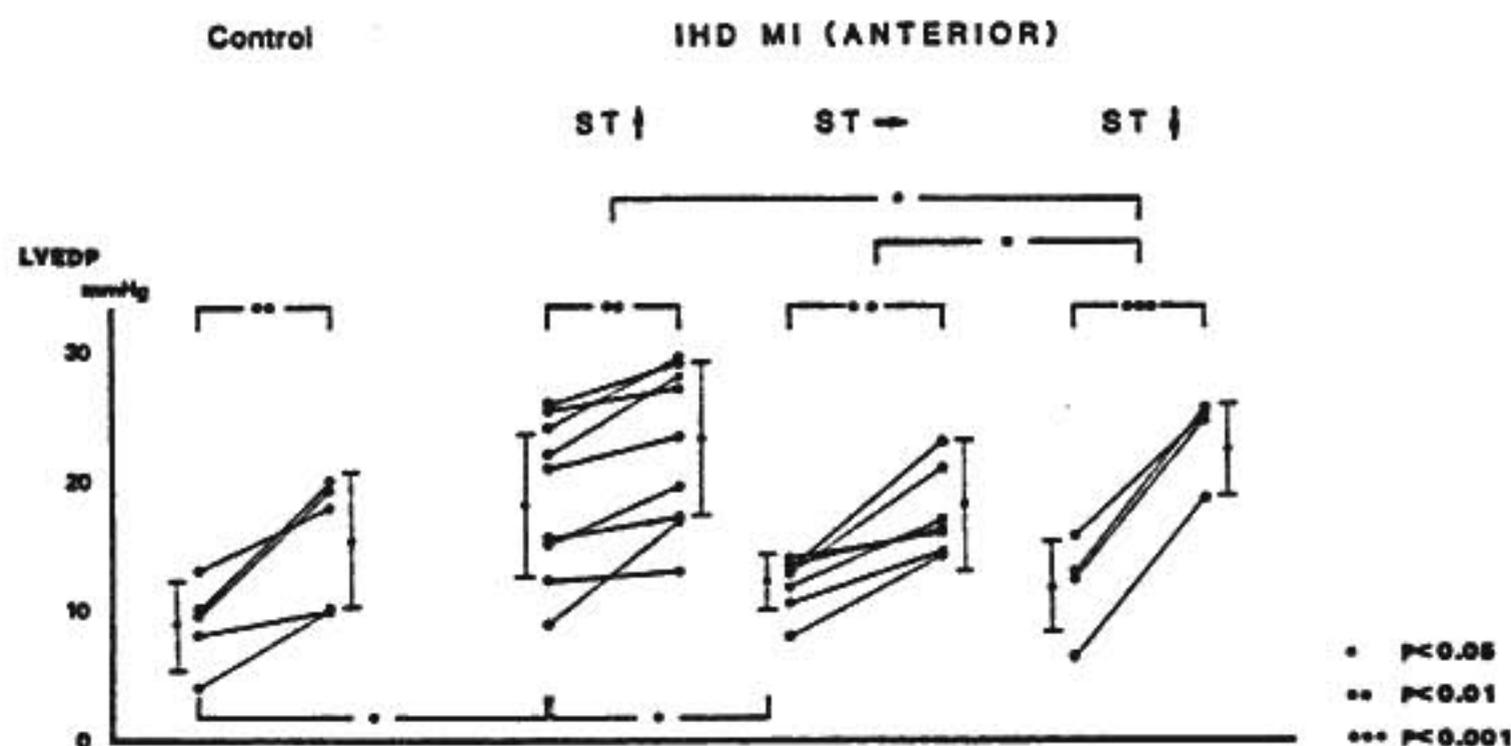


図2 ペースング負荷前後の左室拡張末期圧(LVEDP)の変動

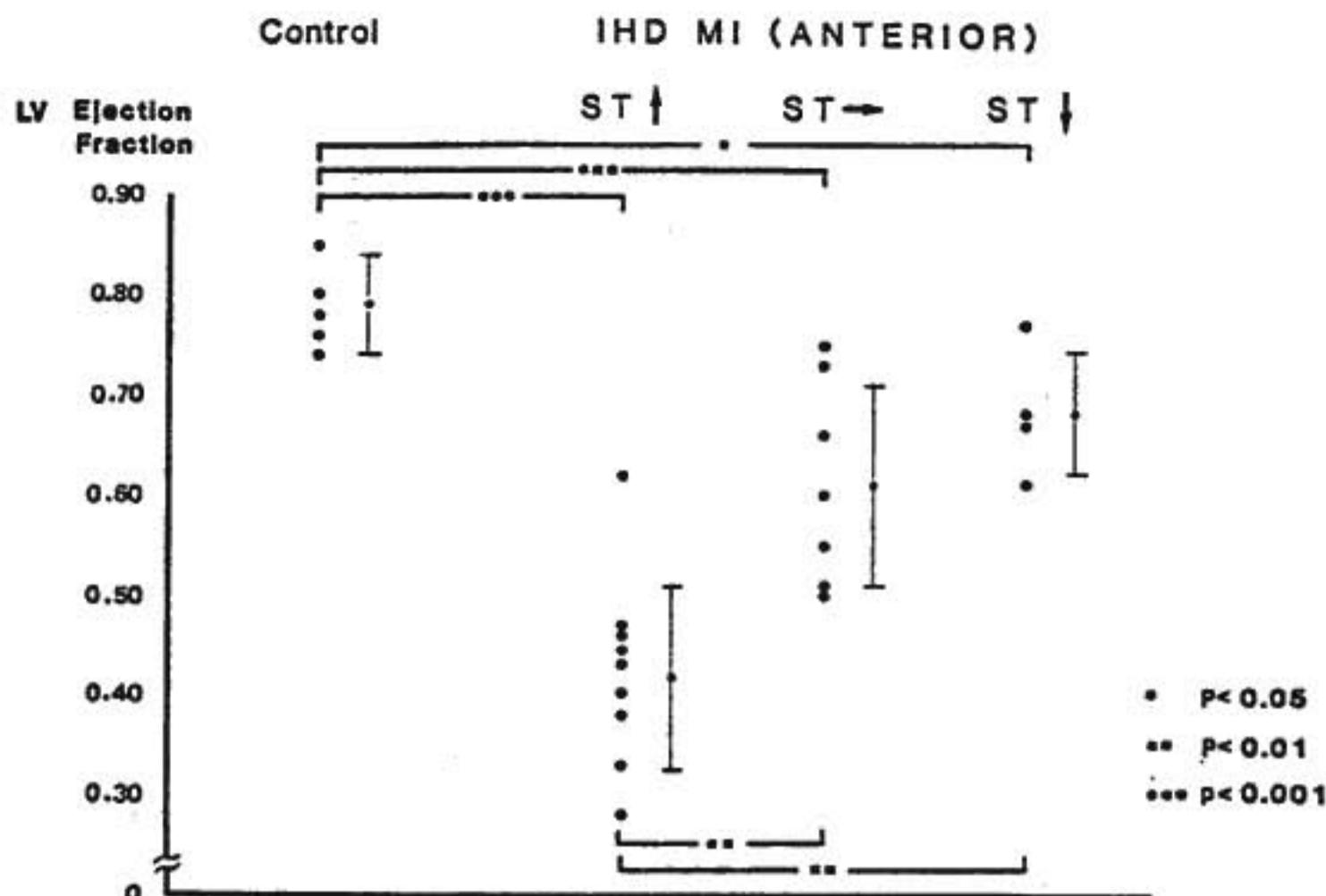


図3 左室駆出分画 (LV Ejection Fraction)

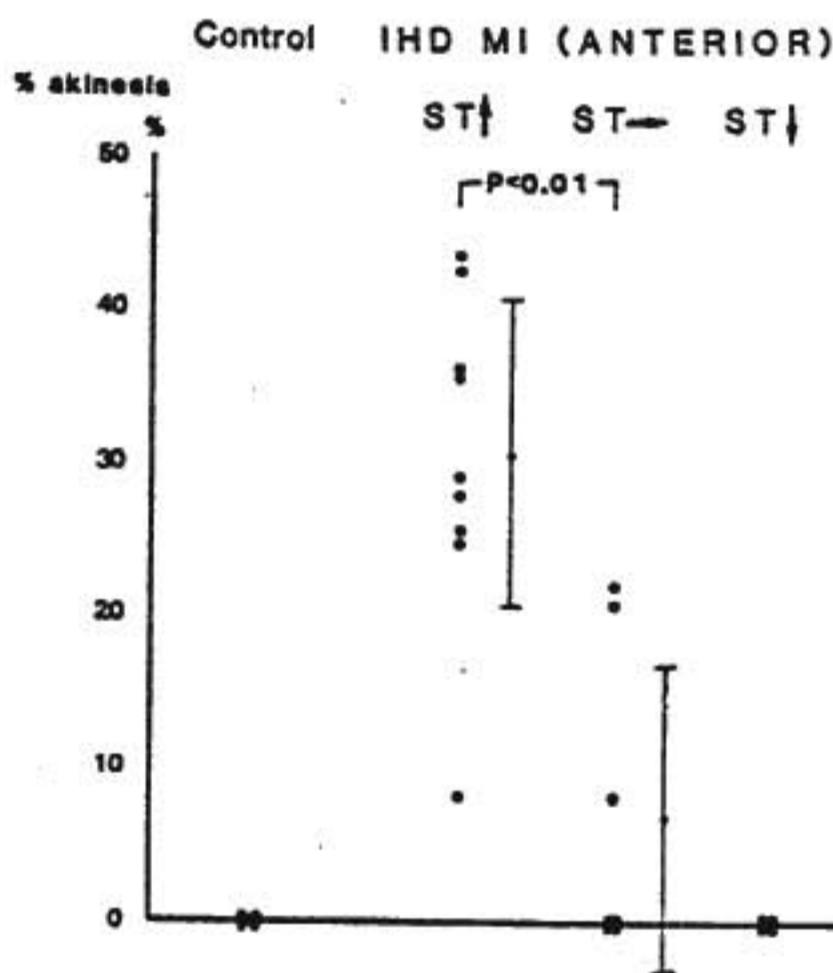


図4 梗塞周径比 (LV % akinesis)

心筋の虚血性変化を表現するものと考えられた。一方、ペースング負荷にて梗塞部誘導にて ST が上昇する例は、梗塞範囲が大きく左心機能不全の著しい例であり、ペースング負荷時の乳酸代謝には変化を認めず、この ST 上昇には残存心筋の虚血性変化の関与は少なく、むしろ広範な梗塞部を中心とした局所の壁運動異常とそれに伴う左心機能不全が関与しているものと考えら

れた。

右房ペースング負荷は種々の点で運動負荷とは異なる負荷様式であり、ペースング負荷時の ST 上昇と運動負荷時の ST 上昇の機序が全く identical とは考えにくい。しかし、本検討では両負荷時の ST 偏位は比較的よく一致しており、ペースング負荷により運動負荷時と同様の局所の壁運動異常と左心機能不全を招来している可能性が示唆された。

#### 文 献

- 1) Gorlin R., Klein M. D., Sullivan J. M. : Prospective correlative study of ventricular aneurysm. Mechanistic concept and clinical recognition. *Am. J. Med.* 42 : 512, 1967.
- 2) Manvi K. N., Ellestad M. H. : Elevated ST-segments with exercise in ventricular aneurysm. *J. Electrocardiol.* 5 : 317, 1972.
- 3) Weiner D. A., McCabe G., Klein M. D., Ryan T. J. : ST-segment changes post-infarction. Predictive value for multivessel coronary disease and left ventricular aneurysm. *Circulation* 58 : 887, 1978.
- 4) Chahine R. A., Raizner A. E., Ishimori T. : The clinical significance of exercise-induced ST-segment elevation. *Circulation* 54 : 209, 1976.

- 5) Lahiri A., Raftery E. B., Wilkins R., Craig M. M. : Correlation of coronary angiography, left ventricular angiography and graded treadmill exercise testing in the diagnosis of left ventricular aneurysm. *Ann. Radiol.* 22 : 261, 1979.
- 6) Waters D. D., Chaitman B. R., Bourassa M. G., Tubau J. F. : Clinical and angiographic correlates of exercise-induced ST-segment elevation. Increased detection with multiple ECG leads. *Circulation* 61 : 286, 1980.
- 7) Dunn R. F., Baily I. K., Uren R., Kelly D. T. : Exercise-induced ST-segment elevation. Correlation of thallium-201 myocardial perfusion scanning and coronary angiography. *Circulation* 61 : 989, 1980.
- 8) Atterhoeg J. H., Ekelund L. G., Kaijser L. : Electrocardiographic abnormalities during exercise 3 weeks to 18 months after anterior myocardial infarction. *Br. Heart J.* 33 : 871, 1971.

## 運動負荷時の指示薬希釈法による心拍出量測定上の問題点

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

加藤 紀久\*・井上 寛一\*

中島 敏明\*・海田 俊一\*

小野 彰一\*・板井 勉\*・村山 正博\*

### はじめに

運動負荷時の心拍出量測定に際しては、被検者が心疾患を有することが多いうえ、測定中の全経過にわたって負荷を継続しなければならないから、測定法は安全、簡単、正確、迅速、確実にできるものでなければならない。通常、臨床的に用いられる心拍出量の測定法は、色素希釈法、熱希釈法である。安静時心拍出量測定に際しての色素希釈法、熱希釈法のもつ長所短所はそのまま運動負荷時にもあてはまるが、原理上、操作上の誤差因子は運動負荷時に大きく拡大されるうえ、特殊な条件も加わるので、検査実施にあたってわれわれが留意し、工夫している事柄について述べる。

### I 指示薬希釈法の原理と測定条件

指示薬希釈法での心拍出量測定は、Stewart-Hamiltonの原理に基づき、指示薬 I が血流 Q によって混合希釈されるとき、下流の希釈指示薬濃度 C から

$Q = I / \int_0^{\infty} C(t) dt$  (式1) によって与えられる。この式から明らかのように指示薬量 I の正確な注入と正確な希釈濃度 C の測定が必須である。さらに指示薬希釈法の成立する条件として、血流量、血液量の恒常性、指示薬の十分な混合希釈、指示薬の安定性等の条件が満足されていない<sup>1)</sup>。

### II 測定上の問題点

#### 1. 色素希釈法

①注入色素量：運動負荷時には迅速かつ頻回の測定が要求されるが、注入色素量は正確でなければならない。われわれの用いている多方括栓を組み合わせた連続注入回路を図1に示す。注入色素は、プール用注射筒から 1 ml 注射筒へ随意移動させ測定ごとに注入用チューブ内に正確に送りこむことができる。注入操作の繰り返しは15秒以内、注入量の誤差は2%以内におさえることができる。また運動負荷時には血流の増大に伴い希釈曲線も縮小するから、面積計算上の誤差に

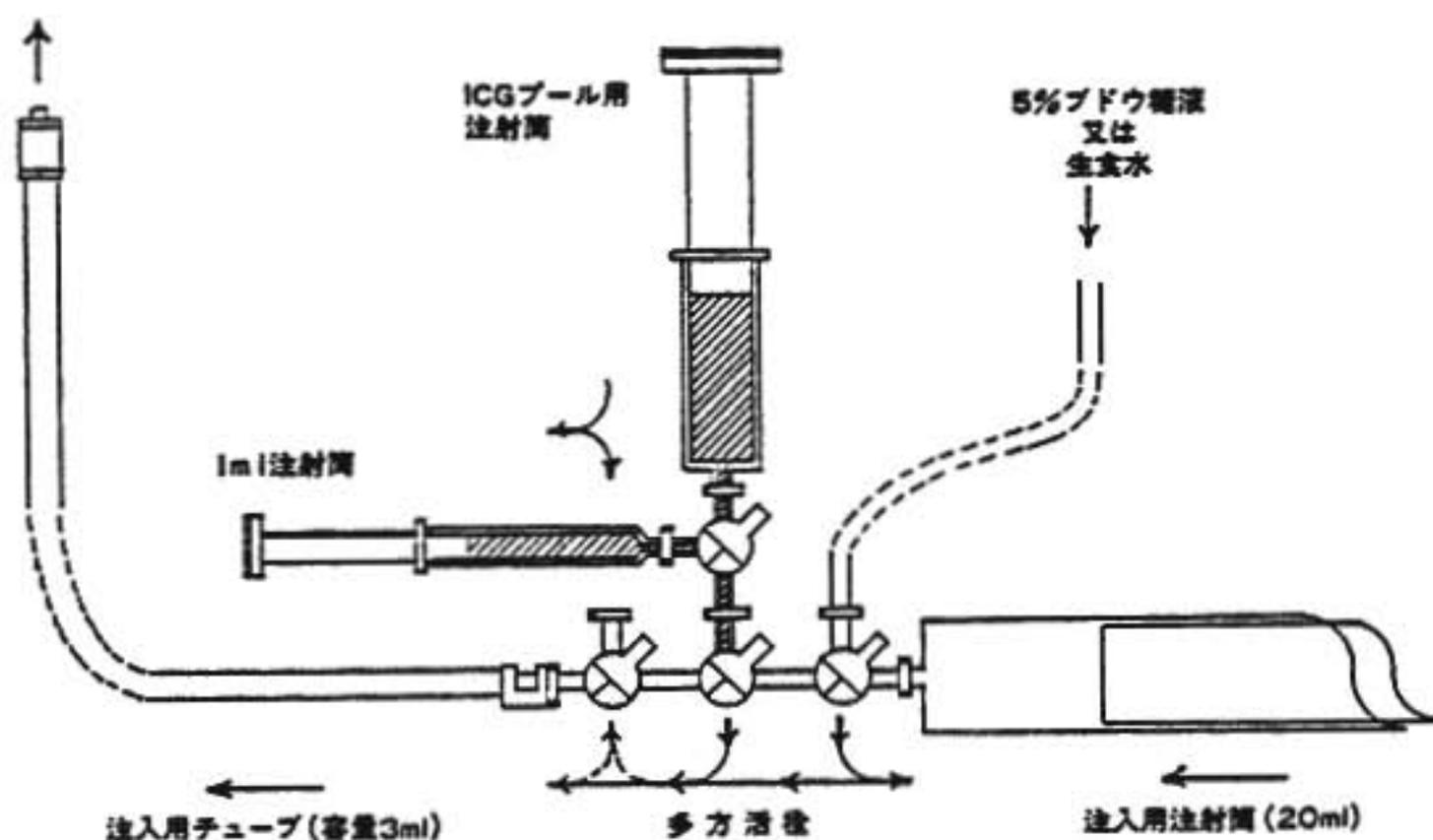


図1 正確な反復注入のためのセット

つながる可能性がある場合は、注入色素量を安静時よりも増加させるのも一法である。③検出部の直線性：色素濃度測定用のデンスト・メーターは発光部・受光部とも軽量化、小型化されてきた反面、検出系の直線性はメーカーの表示ほどにはない。短時間内に頻回の測定を繰り返す場合には注意を要するが、ICGの代謝は速いので1回のICG注入量5mgとして通常30分以内に10回の測定を繰り返す程度ならば問題はない。これ以上の頻回の測定を要求されることも実際上ほとんどない。④キューベット法：動脈穿刺や血液吸引等の操作が繁雑だという理由から敬遠されがちであるが、術者の訓練によって実際上さしたる困難はない。キューベット法は心拍出量測定上、方法論的に最も確立されたもので、運動負荷時心拍出量測定においても正確・確実な方法である。④イヤピース法：日本光電社より二色式虚血校正法によるイヤピース・デンストメーターが開発され、イヤピース法の安定性は飛躍的に増大した。運動負荷試験での安定性も優れており、従来のイヤピース法の欠点であったノイズの混入や、耳朶血液量の変化に伴う基線の動揺もなく測定に支障をきたすことはほとんどない(図2)。本法の詳細な検討は香取ら<sup>12)</sup>によって行われた。われわれの測定では図3に示すごとくキューベット法との対比でイヤピース法が平均約12%高い値を示したものの香取らの報告と基本的には変わらない。しかし本法では、極端な貧血や

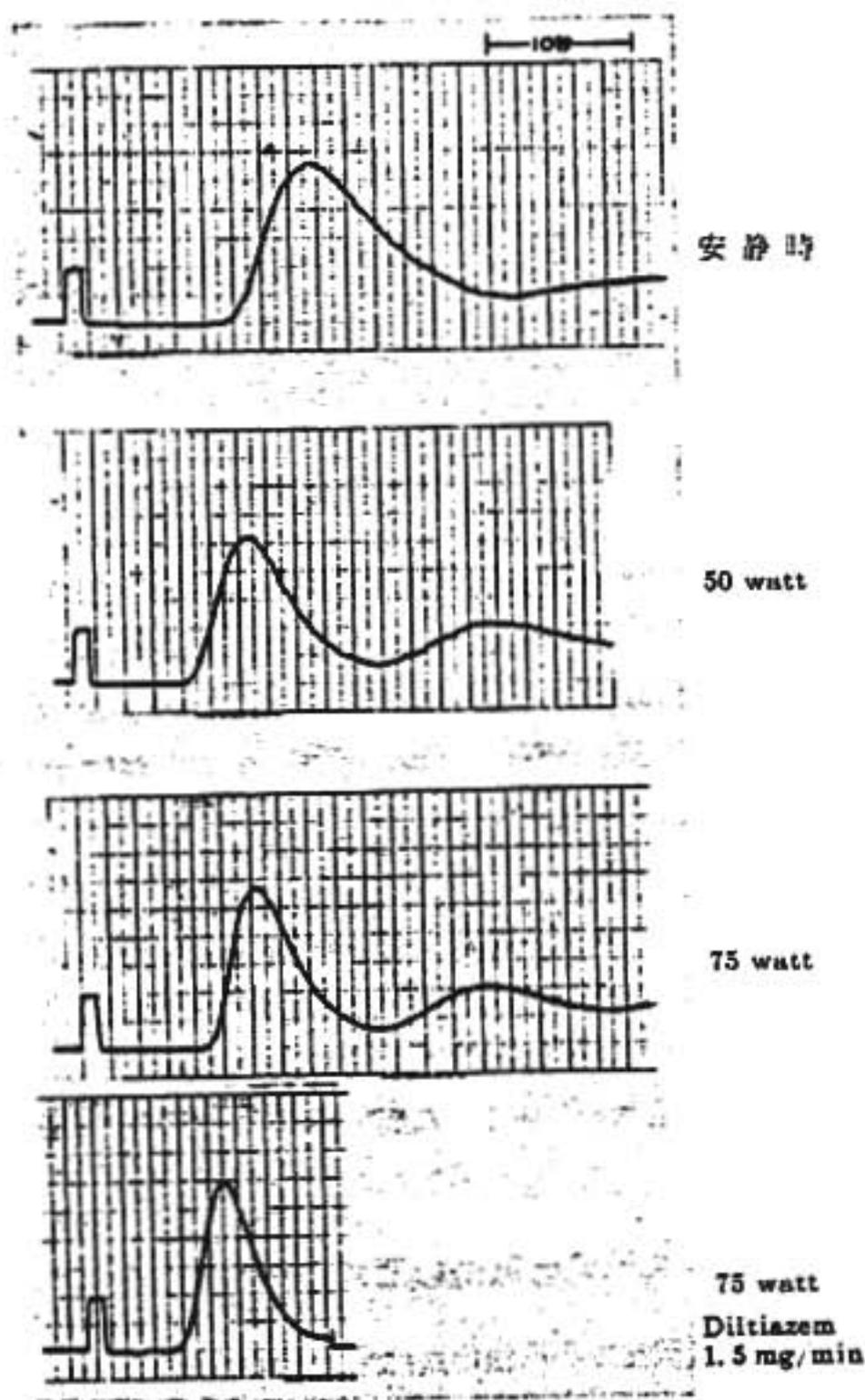


図2 二色式虚血校正法による運動負荷時のイヤピース希釈曲線

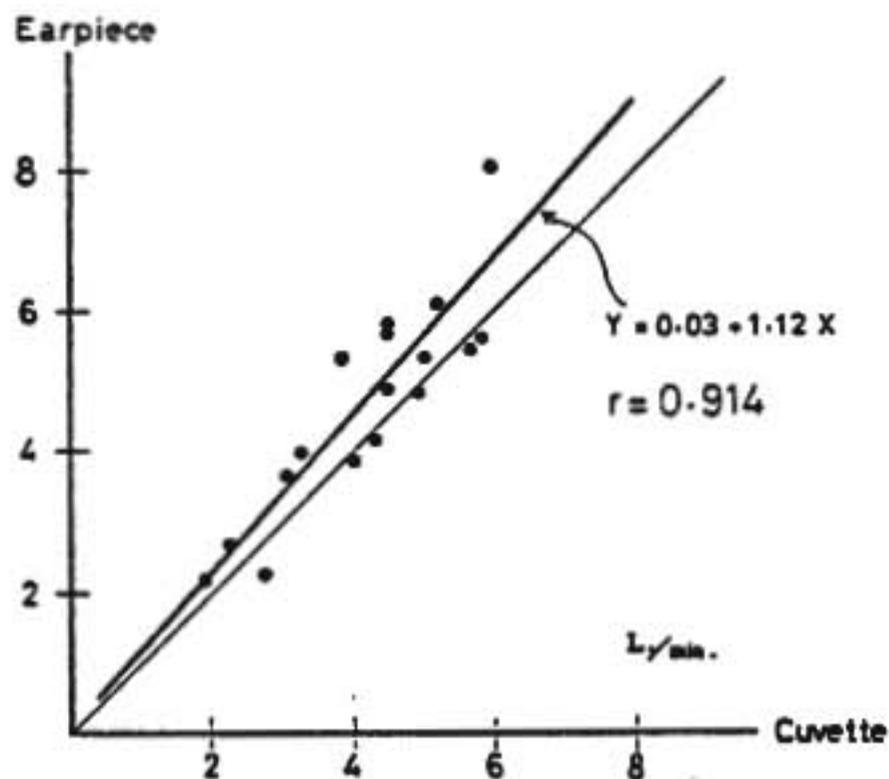


図3 安静時心拍出量測定値のイヤピース法とキューベット法の比較

多血症では測定値に疑義の生ずることは稀ではなく、また、ときに原因不明の信じ難い値を示すことがある。図4は運動負荷時心拍出量の変化をキューベット法と同時測定し対比したもので、矢印は変化方向を示し、変化率に関しては系統的にはほぼ満足すべきものといえる。しかし僅少な変化量の定量性の保証は未だ不充分で、二色式虚血較正法によってもイヤピース法は相対値を

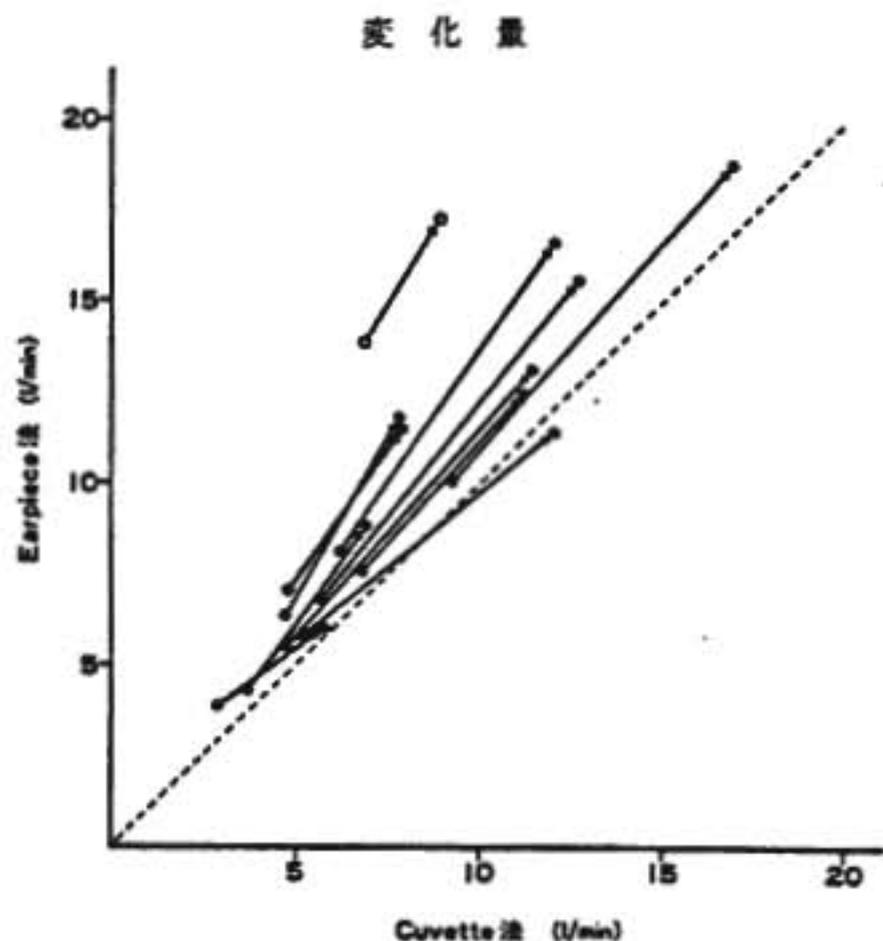


図4 運動負荷時心拍出量値 (矢印方向へ変化) のイヤピース法とキューベット法の比較

測定しているという認識にとどめておくのがよいと思われる。

2. 熱希釈法

熱希釈法での心拍出量は(1)式に基づき、Feglerの原法<sup>6)</sup>に従い次式で与えられる。CO = V<sub>1</sub> (T<sub>b</sub> - T<sub>1</sub>) Fc

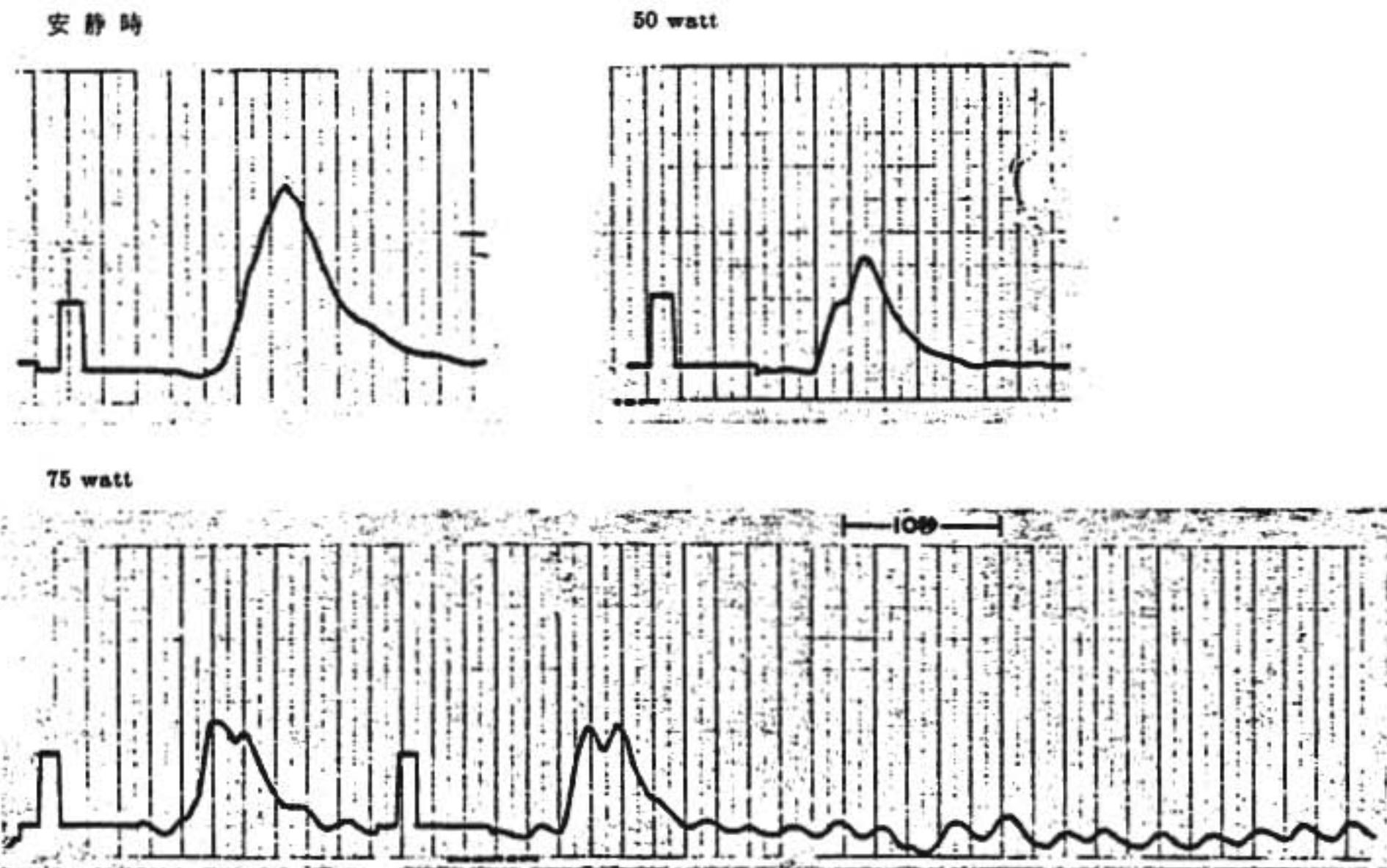


図5 安静時、運動負荷時の熱希釈曲線

$\int_0^{\infty} T(t) dt$  (式2). 注入液量  $V_i$ , 校正係数  $F_c$  は正確を期すことができるとして, 注入液温  $T_i$  が正確であること, 体温  $T_b$  が一定であること, 注入熱の希釈混合が充分であることなどが問題となる. ①注入液温: 熱希釈法においては注入液温の測定はきわめて重要な問題であるにもかかわらず, Swan-Ganz カテーテルの登場以来, 体外での測定に任せた推定値が用いられている. Pávek ら<sup>3)</sup>によるとカテーテルにより体内に到達するまでの熱量の変化は, カテーテルの長さ, 注入速度, 体外での注入液温, 体温等によって規定されるとされ, さらに注入にいたるまでの, 手技, 使用器具等によっても相当の熱変化の生ずる可能性がある. 体内注入口における注入液温の厳密な測定が望まれる. ②体温の動揺: 通常肺動脈内の温度変化は僅少で, 心拍出量測定に支障をきたすほどの変動はないとされる. しかし運動負荷時には, 運動量が増大するに従い血液温の動揺が無視できないほど増大することが少なくない. われわれの10例の測定中7例に図のごとき基線の動揺 (図5) がみられ, 中には希釈曲線としての処理がもはや困難であるものさえみられる. Ganz, Swan ら<sup>4)</sup>もこれを認め, 注入液量の増量により S/N 比の劣化を補うよう提案しているが, 注入液量の増大は注入時間の延長を伴い, 希釈混合の面から不利となり説得力を欠く. ③一般に注入部と記録部が近すぎると混合が不完全で測定誤差を生じやすくなる. 熱希釈法に

においては運動負荷時には血流増大に伴い検出部到達までの希釈混合が不完全である可能性がある. 希釈曲線が注入液温の曲線に相似して台形状に歪みを生じてくるのはこれを示唆するものと思われる. 以上の3点から, 熱希釈法による運動負荷時心拍出量測定には疑義があることを認識すべきである.

## ま と め

運動負荷時の心拍出量測定に色素希釈法, 熱希釈法を用いたときの留意点について述べた. 現状では正確な測定のためにはキューベット法を用い, イヤピース法には当面, 相対的变化値を求めるにとどめ, 熱希釈法を用いる場合には慎重な配慮が必要であるという認識をもつのが妥当と思われる. エレクトロニクスの発達に伴い, 検査値が自動的にデジタル表示されるに任せて, 希釈曲線を監視せずに検査に臨むことだけは避けなければならないと考える.

## 文 献

- 1) 香取 瞭: 心臓 8(9): 897, 1976.
- 2) 香取 瞭, 他: 心臓 9(1): 3, 1977.
- 3) 香取 瞭, 他: 日内会誌 68(4): 379, 1979.
- 4) Fegler G.: Quart. J. Exp. Physiol. 39: 153, 1954.
- 5) Pávek K., et al.: Circ. Res. 15: 311, 1964.
- 6) Ganz W., et al.: Am. J. Cardiol. 27: 392, 1971.

## 心筋梗塞患者の安静及び運動負荷時の心機能

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

吉野文雄\*, 松田泰雄\*

三浦俊郎\*, 森谷浩四郎\*, 河野通裕\*

藤井崇史\*, 片山和裕\*, 小川宏\*

尾崎正治\*, 久萬田俊明\*, 楠川禮造\*

## はじめに

運動負荷時の血行動態については数多くの報告<sup>1-4)</sup>

がなされているが, cardiac effect に重点をおいたものが多く, peripheral effect に注目したものは少ない. Mason ら<sup>4)</sup>によれば, 心不全患者では運動負荷

表1 対象

Name	Age	Sex	Location of MI	CAG			Collateral
				LAD	Cx	RCA	
Group 1							
K. M.	56	M	anterior	prox 100			+
T. M.	48	M	anterior	prox 90			-
K. A.	47	M	anterior	mid 20			-
K. I.	65	M	anterior	mid 50			-
M. I.	50	M	anterior	mid 40			-
A. T.	53	M	anterior	mid 50			-
I. N.	58	M	anterior	mid 85			-
T. T.	59	M	inferior			prox 98	+
U. I.	56	M	subendo.	mid 100			+
Group 2							
K. I.	51	M	inferior	D <sub>1</sub> 90		prox 90	+
K. N.	55	M	anterior	mid 100	PL 60	mid 100	+
H. K.	50	M	anterior	D <sub>1</sub> 75	OM 90		-
S. M.	55	F	subendo.	mid 90	prox 90	mid 100	+

時に末梢血管抵抗が増大するという。そこで、本研究では左心カテーテル検査中に、仰臥位エルゴメーター負荷を行い、心筋梗塞患者の左心機能と末梢血管抵抗との関連性について検討した。

I 対象と方法

表1に冠動脈造影にて0ないし1 vessel disease と診断された心筋梗塞患者9例 (Group 1), 及び multi vessel disease と診断された4例 (Group 2) を示す。全例初回の梗塞で、梗塞部位は前壁9例、下壁2例及び心内膜下梗塞2例である。検査は、Millar 社製側孔付 catheter-tip transducer を使用して、安静時の左室圧を記録しながら左室造影を施行した。左室造影から10分後に仰臥位エルゴメーター負荷を50ワット3分間、75ワット3分間連続して施行し、負荷終了後直ちに左室造影を再度施行した。左室造影中の左室内圧は紙送り速度 150 mm/sec にて、E for M 社製 VR12 レコーダーで同時記録した。

II 結果

安静時における、Group 1 と Group 2 の駆出率 (EF), 左室拡張末期圧 (LVEDP), 左室最高血圧 (PSP), 左室拡張末期容積 (EDVI) を図1に示す。いずれにも有意差を認めなかった。その他、心拍数、左室収縮末期容積、1回拍出量、心拍出量も同様の結

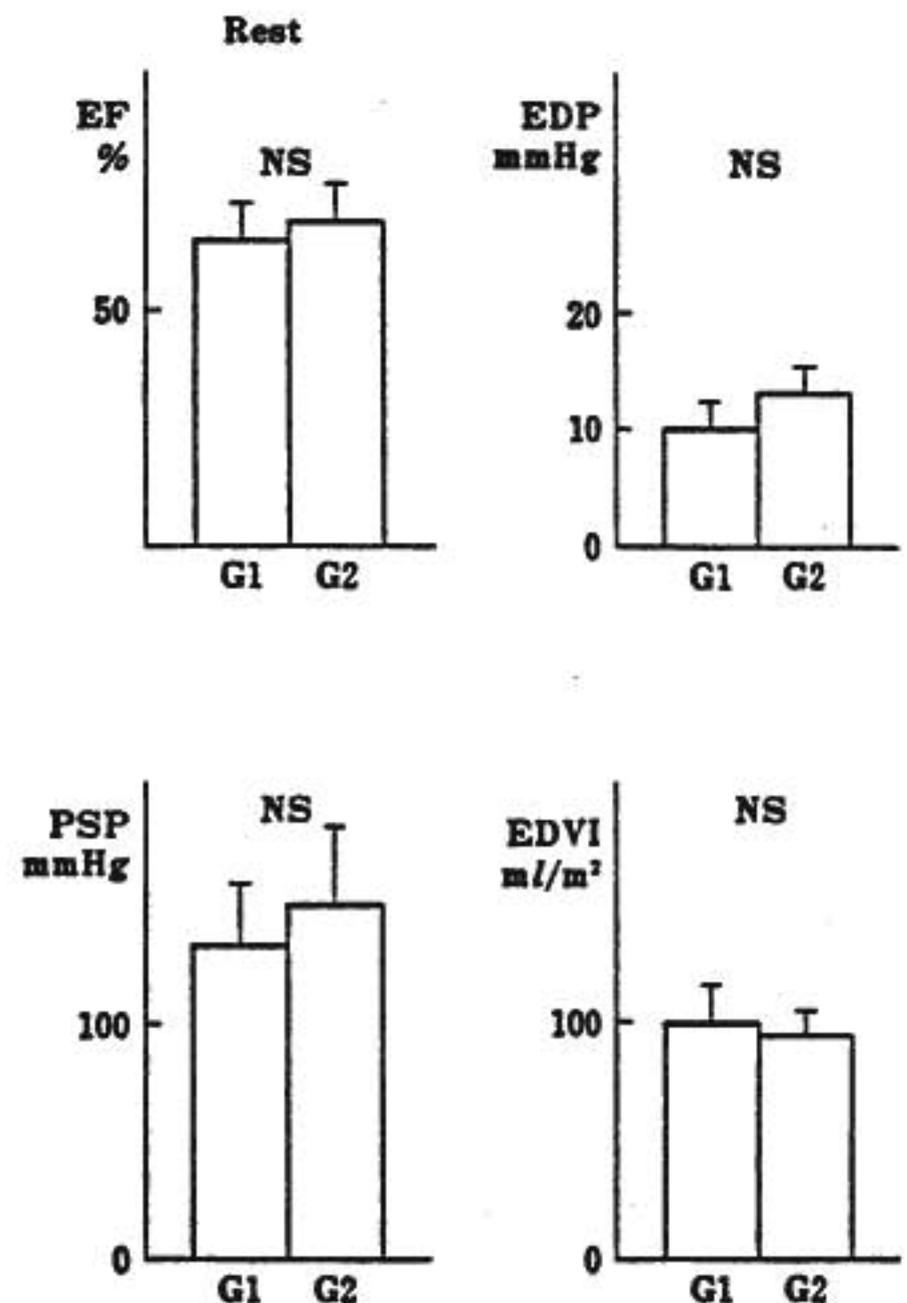


図1 安静時の血行動態

果であった。

負荷直後における、Group 1 と Group 2 のEF, LVEDP, PSP, EDVI を図2に示す。EF, PSP,

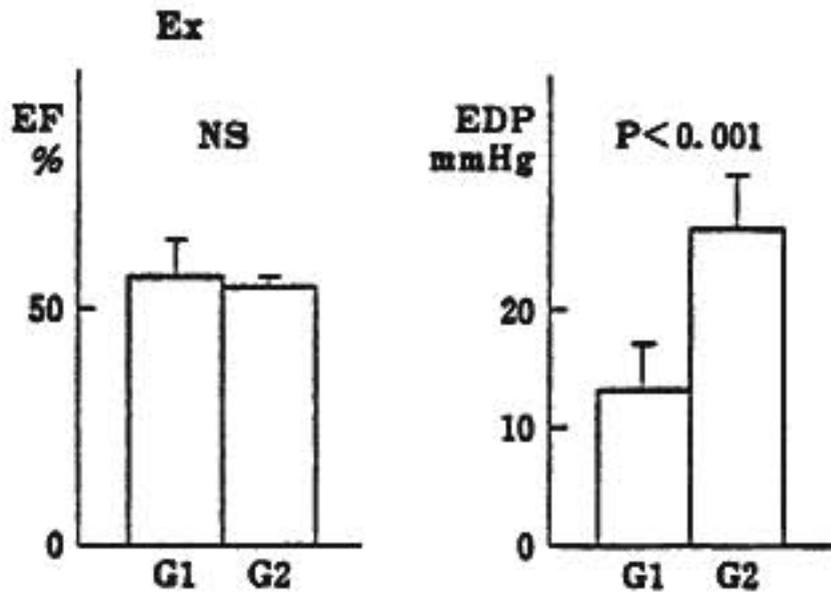


図2 負荷後の血行動態

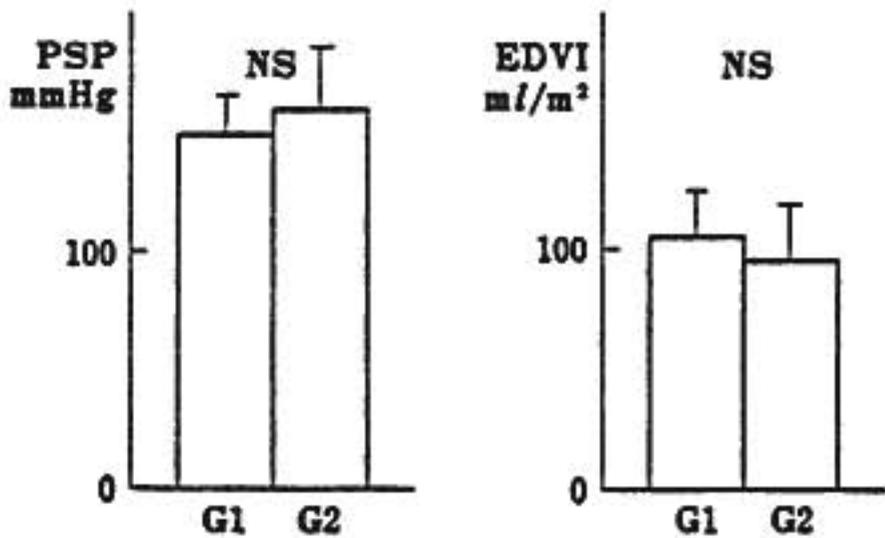
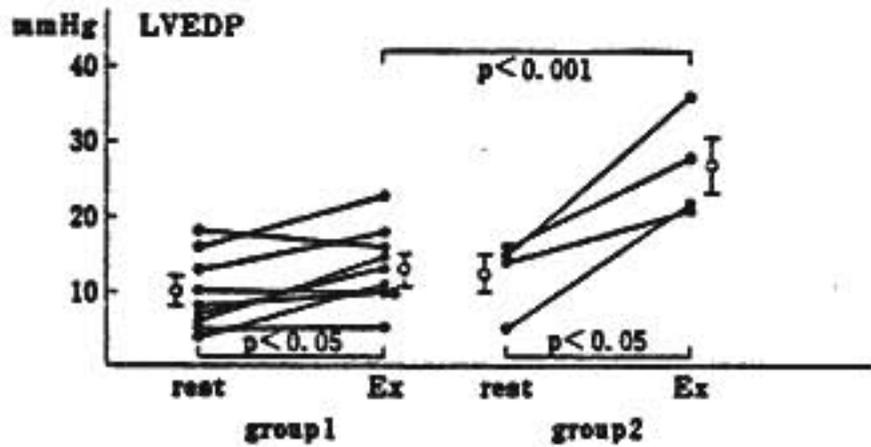


図3 運動負荷による左室拡張末期圧の変化



EDVI には両者間で有意差がなかったが、LVEDP は Group 1 で平均  $13 \pm 2$  (SE) mmHg, Group 2 で  $27 \pm 3$  mmHg で両群間に危険率 0.001以下で、Group 2 の方が高値を示した。次に左室拡張末期圧の運動負荷による変化を図3に示す。Group 1, 2 の両群とも負荷後に有意に増加しているが、Group 2 において、その傾向はより強い。ポンプ機能を表す指標としての EF の変化を図4に示す。Group 1 では安静時  $50 \pm 3$  %から負荷後  $57 \pm 3$  %と有意に増加したが、一方、Group 2 では、 $55 \pm 4$  %から  $50 \pm 3$  %へと有意差は

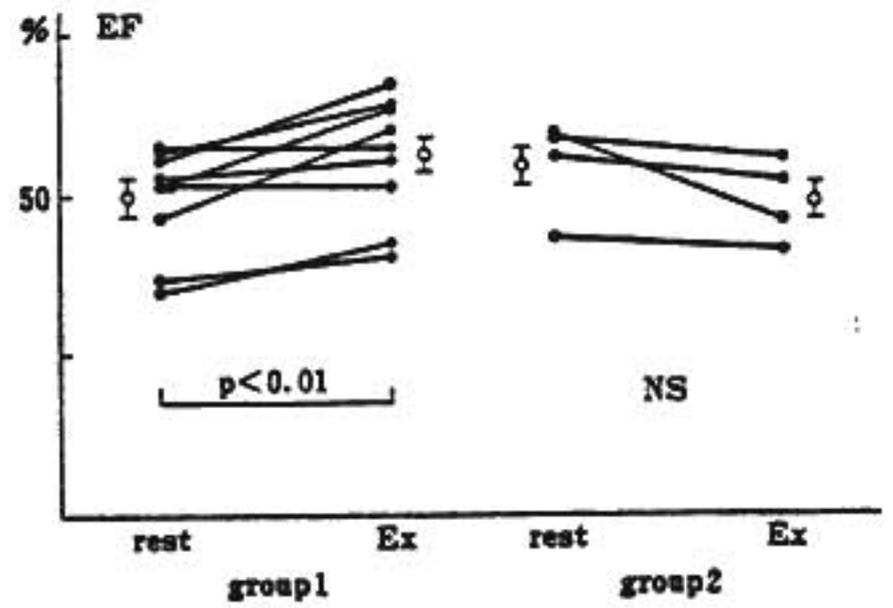


図4 運動負荷による左室駆出率の変化

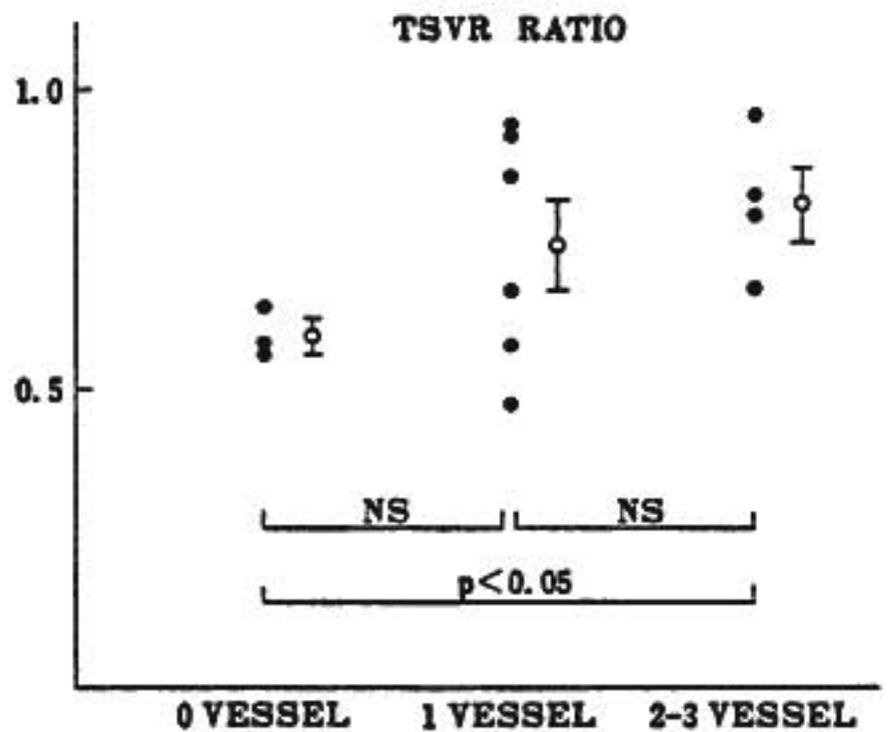


図5 全末梢血管抵抗比 (負荷後/安静時)

ない ( $P < 0.1$ ) が全例減少した。全末梢血管抵抗 (TSVR) の負荷による変化をみるために、全末梢血管抵抗比 (負荷後 TSVR/安静時 TSVR) を図5に示す。Group 1 と Group 2 の間においては TSVR ratio に有意差はなかったが、Group 1 を図5のごとく、0 vessel disease 群と 1 vessel disease 群に分け、3群にて検討すると、0 vessel disease 群と、multi vessel disease 群間には、有意差が認められ、冠動脈罹患数の多いほど、TSVR ratio が大となる傾向が認められた。

### III 考 案

今回の我々の成績では、冠狭窄数の少ない症例ほど末梢血管抵抗の減少は著しく、多枝病変群では、負荷前後の末梢血管抵抗の減少の程度は小さかった。本研究の結果は、心筋梗塞患者では運動負荷時の左心機能

の低下により、冠予備力の低下が探知できるが、その際には冠動脈狭窄数によって末梢血管抵抗の反応性の異なりがあるようで、それが左室ポンプ機能に影響を及ぼしている可能性が示唆される。

### 文 献

- 1) Rushmer R. F., Smith O., Franklin D. : Mechanisms of cardiac control in exercise. *Circ. Res.* 7 : 602, 1959.
- 2) Sharma B., et al. : Left ventricular angiography

on exercise. A new method for assessing left ventricular function in ischemic heart disease. *Br. Heart J.* 38 : 59, 1976.

- 3) Guyton A. C., et al. : Instantaneous increase in mean circulatory pressure and cardiac output at onset of muscular activity. *Circ. Res.* 11 : 431, 1962.
- 4) Mason D. T., et al. : Cardiocirculatory responses to muscular exercise in congestive heart failure. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 19 : 475, 1977.

## 傾斜負荷 (ramp function exercise) 法の生理学的 及び方法論的検討

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

山 口 一 郎<sup>\*1</sup> . 宮 沢 光 瑞<sup>\*1</sup>  
小 松 栄 一<sup>\*2</sup> . 安 井 昭 二<sup>\*2</sup>

近年, Whipp ら<sup>1)</sup>は短時間の ramp 関数運動負荷(傾斜負荷)によって、最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2max}$ ), 嫌気性代謝閾値 (Anaerobic threshold : AT) などを実時間測定する理論を提唱した。同理論は運動負荷時の酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2$ ) に関して、①定負荷開始後の  $\dot{V}O_2$  時間推移が個有時定数( $\tau$ )の単一指数関数で表され、②定常状態  $\dot{V}O_2$  が負荷量 (WR) に比例する、の2前提に立脚している。すなわち、ある定常状態から傾斜負荷 (WR が時間に比例して増加) を開始した場合、開始後の時間  $t$  の  $\dot{V}O_2$  ( $\dot{V}O_2(t)$ ) は、 $t > 3\tau$  では  $t$  における WR に対応する定常状態  $\dot{V}O_2$  ( $\dot{V}O_{2ss}(t)$ ) から時間遅れ  $\tau$  で平行に直線増加することが2前提下の過渡解析から導かれる。したがって  $\dot{V}O_2(t)$  を実測することにより  $\dot{V}O_{2ss}(t)$  が、更に換気量 ( $\dot{V}_E$ ) や  $\dot{V}O_2$  の levelling off などとの関係から  $\dot{V}O_{2max}$ , AT やそれらに対応する定常 WR が求められる。Whipp ら<sup>1)</sup> は特殊なエルゴメータ及び呼気ガス分析器によって同理論を実証したが、定常状態との関係が明確であり、短時間で実行可能など、臨床応用上有用

な利点が注目される。しかし Whipp ら<sup>1)</sup>のシステムをそのまま臨床導入することは困難であり、また理論自体にもいくつか問題が指摘される。我々は健常人を対象とし、市販機器を利用して傾斜負荷試験を実施し、同理論の妥当性及び臨床応用の可能性を検討した。

### I 対象並びに方法

健常男女7名(表1)を対象とし、空腹時気温24~25℃にて、臥位60rpmサイクリング(Siemens-Elma # 380 B エルゴメータ)によりまず20W(最小設定負荷量)5分間の定負荷の後、15~30秒ごとに5W(最小可変量)ずつ漸増する負荷をall outまで継続した。全経過中、呼気ガスを三栄測器 # 391 エアロビクスプロセサにて分析し、 $\dot{V}_E$  (BTPS),  $\dot{V}O_2$  (STPD) を10秒ごとに連続測定した。同機の測定周期と呼吸時相は random な関係なため、10秒間に検出される呼吸数の差に基因する測定誤差が不可避である。人工的に作製した様々な安定呼気モデルによる検討において、10秒ごとの測定では  $\dot{V}_E$  の95%分布域は平均値の±

\*1 山形大学医学部 中央検査部 \*2 同 第一内科

表1 健常7例の成績

Subject	Age (years)	Sex	BW (kg)	WR end (Watts)	$\dot{V}O_{2max}$ (L/min)	AT* (mL/min)	Correlation $\dot{V}O_2(t)$	Coefficient $\dot{V}_E - \dot{V}O_2$
HF	30	F	37	90	1.08	837 ± 14	0.977	0.991
SK	35	M	52	140	1.48	1018 ± 13	0.993	0.998
YY	30	F	49	150	1.74	1173 ± 15	0.981	0.998
TW	26	M	56	165	1.97	1498 ± 30	0.977	0.999
IY	33	M	61	190	2.38	1667 ± 20	0.993	0.999
EK	26	M	83	185	2.57	1588 ± 37	0.978	0.995
NO	26	M	75	220	2.78	2252 ± 10	0.988	0.994

Abbreviations: BW = body weight, WR end = work rate at endpoint,

$\dot{V}O_{2max}$  = maximum  $O_2$  uptake, AT = anaerobic threshold,

$\dot{V}O_2(t)$  = time course of  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}_E$  = minute ventilation

\* : mean ± SD

14~23%と大で, 30秒ごとで±3~11%と実用的な値となった。そこで今回の検討では, 連続30秒間の平均値を中心10秒間の値として, 10秒ごとのデータを再構成して用いた。

呼吸の不均一性及び測定誤差の影響を除き, 真の $\dot{V}O_2(t)$ を得る目的で, IY例に対し9回の試験を行い, その平均推移を求めた。また6分間定負荷法による定常状態 $\dot{V}O_2$ を10Wごとに求め,  $\dot{V}O_2(t)$ と比較した。

## II 結 果

擬似傾斜負荷時間は7~12分, 全例下肢疲労にて中止した。図1にIY例の成績を示す。 $\dot{V}O_2(t)$ は全例3分以降直線状(一次相関係数を表1に示す)に増加したが, 最終段階におけるlevelling offは3例(YY, TW, NO)にのみ認められた。したがって $\dot{V}O_{2max}$ は一般的方法に準じて最大測定値としたが, 約1~3 l/minにはほぼ均等に分布した(表1)。

IY例の9回の平均推移を図2に示す。 $\dot{V}O_2(t)$ は直線性がより明確(回帰直線を実線で示す)となったが, 実測定常状態 $\dot{V}O_2$ (黒丸)は $\dot{V}O_2(t)$ からの推定値(破線)とは一致しなかった。すなわち, 30~90Wは推定値と平行に推移したが低値であり, それ以降上向きの曲線状に推移し, 120W以降推定値より高値となった。

全7例における3分以降の $\dot{V}_E - \dot{V}O_2$ 関係を図3に示す。各例とも, きわめて良好な直線関係(一次相関係数を表1に示す)を示した後, 傾斜を増して推移した。この変曲点の $\dot{V}O_2$ をATと判定したが, 6名の検者

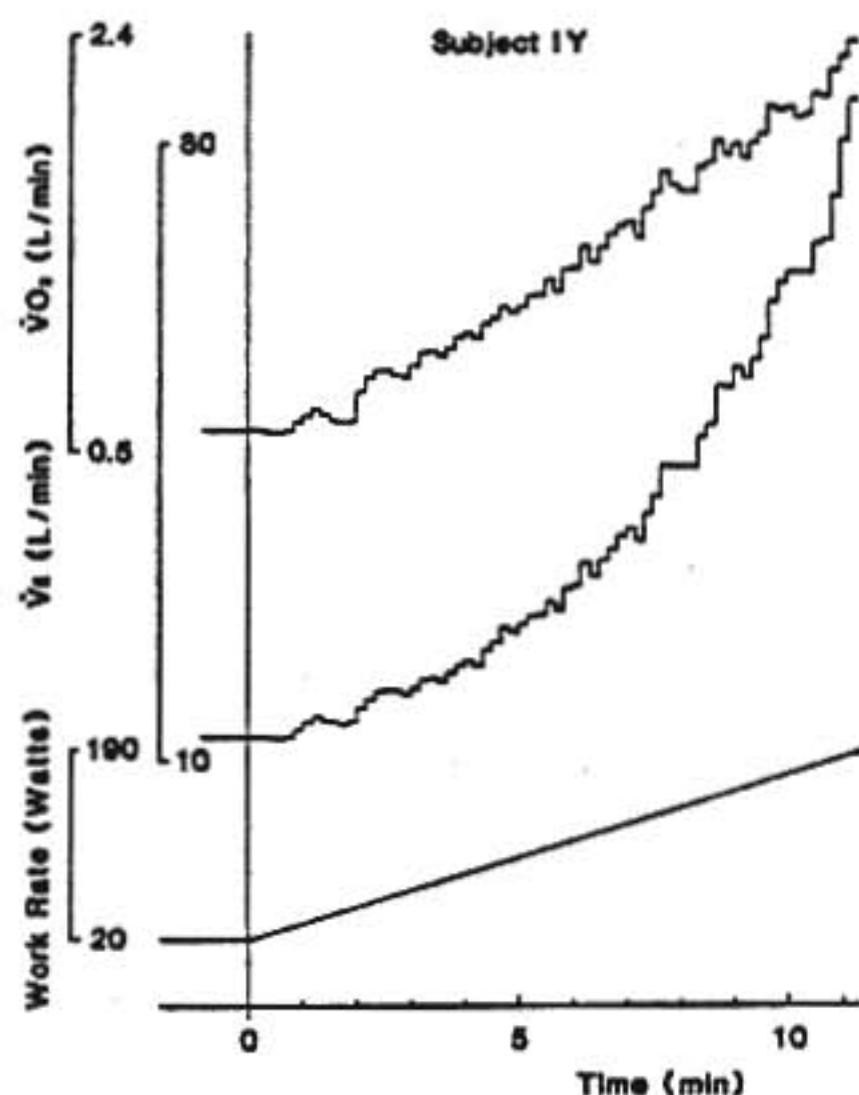


図1 IY例における傾斜負荷時 $\dot{V}_E$ ,  $\dot{V}O_2$ の10秒ごとと実測推移

$\dot{V}O_2$ にはlevelling off現象が認められない。

による判定値の相関係数は0.995~0.999で, 判定値の差異は表1のごとくきわめて小であった。IY例の9回のATは1636 ± 61 ml/minと再現性良く, また定負荷法による値1640 ml/minとよく一致した。

## III 考案並びに結語

近年, 心疾患患者の運動能力の客観的評価法として, 運動負荷時呼吸ガス分析による $\dot{V}O_{2max}$ 測定の意義

が認識されつつある。 $\dot{V}O_{2max}$  測定には最大負荷試験が必要であるが、心疾患患者においては運動への意欲の個人差が大で、このことが測定値に影響する欠点

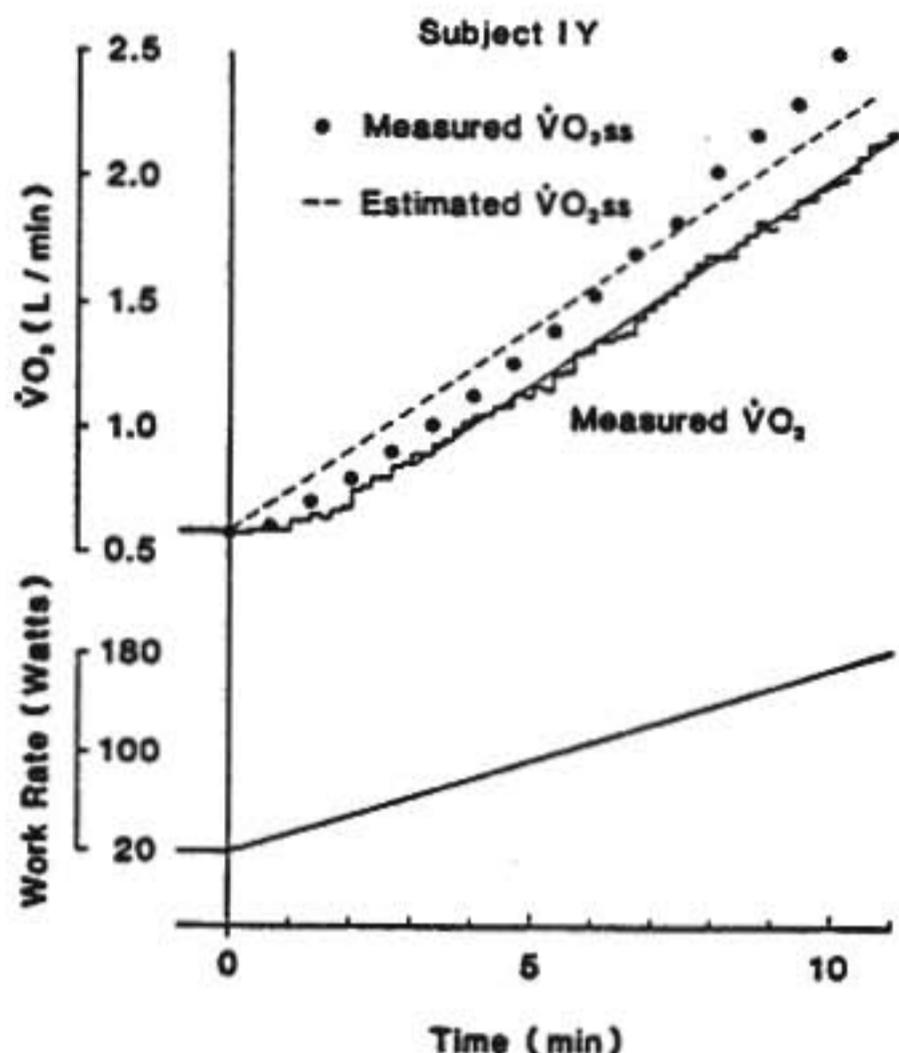


図2 IY例における傾斜負荷法9回の平均 $\dot{V}O_2$ 推移(折線)とその回帰直線(実線)から求めた定常状態 $\dot{V}O_2$ 推定値(破線)と実測値(黒丸)の関係

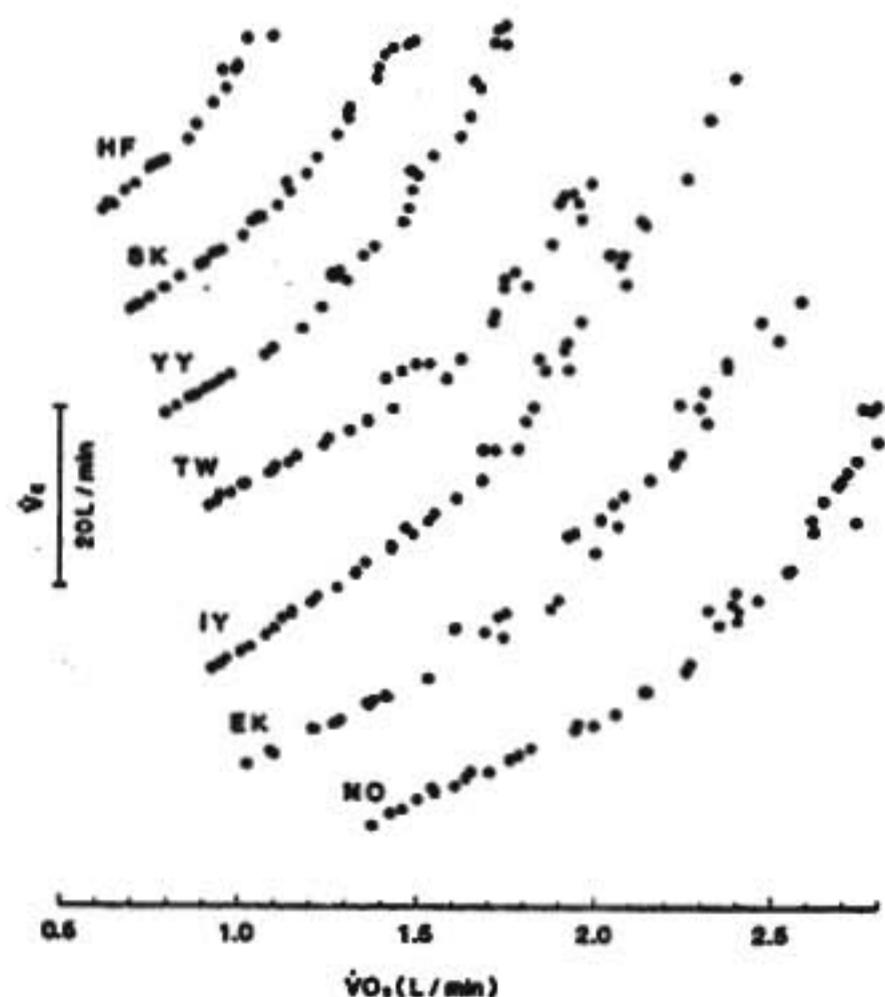


図3 健常7例における傾斜負荷3分以降の $\dot{V}_E$ - $\dot{V}O_2$ 関係  
変曲点ATまでは良好な直線関係にある。

が指摘されている。一方、Wassermanら<sup>2)</sup>によって提唱されたATは、最大負荷が不要で意欲の影響を受けないことから、臨床的に運動能力を表す一つの新しい有力な指標として注目されている。しかし、臨床的に許容される12分程度の負荷試験で正確にATを測定する方法は確立されておらず、測定精度の検討も充分とはいえない。一般的な3分ごとと漸増負荷法は、負荷量変化時の $\dot{V}_E$ と $\dot{V}O_2$ の応答速度の差<sup>20)</sup>や、AT以下で生じる一過性嫌気性代謝の影響<sup>21)</sup>が測定誤差要因として不可避である。傾斜負荷理論は、定常状態と一定関係を保って直線変化する非定常状態を保証し、理論的にも、臨床応用においても、AT測定に適した負荷法と考えられた。また、levelling offを確認しやすい負荷法であることから、 $\dot{V}O_{2max}$ 測定法としても期待されたが、実際には7例中3例に認められたにすぎず、 $\dot{V}O_{2max}$ 測定においては本法の利点を認め得なかった。

亜最大負荷領域における $\dot{V}O_2(t)$ はWhippら<sup>22)</sup>の成績同様に良好な直線性を呈し、我々の採用した負荷法、測定法が充分実用的なことが実証された。しかし図2のごとく、実測定常状態 $\dot{V}O_2$ は、 $\dot{V}O_2(t)$ からの推定値とは一致しなかった。20W、30Wの実測値の差が小であった理由として、エルゴメータ負荷精度の関与も否定できないが、Gaesserら<sup>23)</sup>が示したように、WR- $\dot{V}O_2$ の非直線関係の表れとも考えられる。いずれにせよ、30W以下では理論前提②は成立しないと判定された。一方、高度負荷領域におけるWR- $\dot{V}O_2$ 関係が、図2のごとく上向きのcurvilinearityを示すことは近年数多く報告されている<sup>24)</sup>。すなわち理論前提①と異なり、高度定負荷時の $\dot{V}O_2$ 推移は2つの指数関数の和でより良く近似され、時定数約30分の第2の指数関数がcurvilinearityの原因と考えられている<sup>25)</sup>。むしろ、このcurvilinearityが $\dot{V}O_2(t)$ に反映しなかったことが興味深い。時定数30分に比較して高度負荷時間が約4分と短いことがその主因と考えられた。図2でWR- $\dot{V}O_2$ 関係が30~90Wで直線かつ推定値と平行したことから、今回の方法でWhippら<sup>22)</sup>の理論が成立する範囲は30W~55% $\dot{V}O_{2max}$ 程度と判定された。

図3におけるATまでの $\dot{V}_E$ - $\dot{V}O_2$ 関係の良好な直線性は、本法の理論的正当性を実証するものである。

AT までは上述理論成立範囲にほぼ含まれ, したがって AT に対応した定負荷量も求め得ることを示す. AT 以降の  $\dot{V}_E$ - $\dot{V}O_2$  関係は明らかに大なる乱れを呈したが, 複数検者による判定値の差異はきわめて小で,  $\dot{V}O_2$  にて  $\pm 50 \text{ ml}/\text{min}$ , WR にて  $\pm 5W$  以内の測定が可能と判定された.

以上より, 傾斜負荷法は幅広い運動能力をもった対象において, 臨床検査室レベルで実施可能なことが実証され, AT 測定法としてきわめて有用と結論された.

## 文 献

- 1) Whipp B. J., Davis J. A., Torres F. and Wasserman K. : A test to determine parameters of aerobic function during exercise. *J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 50 : 217-221, 1981.
- 2) Wasserman K., Whipp B. J., Koyal S. N. and Beaver W. L. : Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J. Appl. Physiol.* 35 : 236-243, 1973.
- 3) Linnarsson D. : Dynamics of pulmonary gas exchange and heart rate changes at start and end of exercise. *Acta Physiol. Scand. Suppl.* 415 : 1-68, 1974.
- 4) Casaburi R., Whipp B. J., Wasserman K., Beaver W. L. and Koyal S. N. : Ventilatory and gas exchange dynamics in response to sinusoidal work. *J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 42 : 300-311, 1977.
- 5) Davis J. A., Vodak P., Wilmore J. H., Vodak J. and Kurtz P. : Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *J. Appl. Physiol.* 41 : 544-550, 1976.
- 6) Gaesser G. A. and Brooks G. A. : Muscular efficiency during steady-rate exercise : effect of speed and work rate. *J. Appl. Physiol.* 38 : 1132-1139, 1975.
- 7) Hagberg J. M., Mullin J. P. and Nagle F. J. : Oxygen consumption during constant-load exercise. *J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 45 : 381-385, 1978.

## イソプロテレノール負荷心エコー図法による冠動脈疾患の評価

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

鱒 坂 隆 一\* . 松 本 龍 馬\*

藤 田 享 宣\* . 飯 田 啓 治\*

松 田 光 生\* . 杉 下 靖 郎\* . 伊 藤 巖\*

イソプロテレノール (ISP) 静注負荷試験は運動負荷試験の施行困難な症例にも実施可能であり, とくに高齢者にはその適用例が少なくないと考えられる. すでに ISP 負荷心電図法による冠動脈疾患 (CAD) の診断精度は, 運動負荷心電図法に劣らないことが報告されている<sup>1)</sup>. しかし, 実験的検討によると ISP 静注による心電図変化と左室局所壁動態異常とは必ずしも一致しないことが報告されている<sup>2)</sup>. そこで, われ

われは ISP 負荷心エコー図法による CAD 診断の臨床的意義につき検討した.

### I 対象および方法

対象は, 胸痛あるいは心電図異常より CAD を疑われ, 冠動脈造影にて診断の確定した51例であり, 年齢は29歳~70歳, 平均52.5歳, 男性31例, 女性20例であった. 対象の最終診断は, 労作狭心症16例, 安静狭心

\* 筑波大学臨床医学系 内科

症5例, 陳旧性心筋梗塞症13例, 非定型的胸痛6例, その他11例であった。ISP 負荷試験の方法は, ISP を  $0.02 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$  にて持続静注し, 終点は, 狭心痛の発現もしくは有意の ST 偏位とした。有意の ST 偏位とは, J点より0.08秒での  $0.1 \text{ mV}$  以上の ST 低下またはJ点での  $0.1 \text{ mV}$  以上の ST 上昇とした。安静時に ST 偏位を有する例では, さらに  $0.1 \text{ mV}$  以上, ST 偏位を生じた場合を有意とした。心エコー図は東芝社製超音波心断層装置 SSH-11A を用い, 左室短軸乳頭筋レベルまたは心尖部第1斜位方向の心断層図(CSE)を, 安静時より負荷後5分まで, 1分ごとに VTR に記録した。CSE の記録と同様, 1分ごとに血圧測定, 心電図記録を行った。左室壁は諸家の報告<sup>1)</sup>を参照し, 図1のごとく, 前壁, 下壁(後部中隔を含む),

場合, ②安静時に認められた壁運動異常が, 明らかに増悪した場合とした。

## II 結 果

### 1. 循環指標の変化

心拍数は, 安静時  $70.6 \pm 12.9$  (mean  $\pm$  SD) より, 負荷終了時  $102.5 \pm 29.6$  へと平均45%の増加を示した ( $p < 0.01$ )。収縮期血圧は, 安静時  $123.2 \pm 18.6 \text{ mmHg}$  より, 負荷終了時  $131.1 \pm 15.2 \text{ mmHg}$  へと平均6%の増加を示した ( $p < 0.01$ )。一方, 拡張期血圧は, 安静時  $78.3 \pm 10.6 \text{ mmHg}$  より, 負荷終了時  $72.2 \pm 13.2 \text{ mmHg}$  へと平均8%低下した ( $p < 0.01$ )。

### 2. ISP 負荷 CSE による CAD の診断

安静時における CSE と左室造影の左室壁動態評価は, ほぼ一致していた(詳細は他に発表予定<sup>6)</sup>)。陳旧性心筋梗塞13例のうち, 安静時において CSE 上左室壁運動異常を認めたのは11例(85%)であった。壁運動異常を認めなかった2例のうち1例は左室造影上も壁運動異常を認めなかった。一方, 負荷 CSE 陽性例は13例中7例(54%)であった。非梗塞例のうち, CAD(+) 例は13例であった。このうち, 安静時に壁運動異常を認めたのは7例(54%)のみであったが, 11例(85%)が負荷 CSE 陽性であった。したがって CAD(+) 26例中, 負荷 CSE 陽性例は18例(69%)であった。このうち, 陳旧性心筋梗塞で狭心症非合併例(梗塞部灌流血管以外に狭窄のない例)5例を除くと, 負荷 CSE による CAD 診断の sensitivity は85%であった。一方, CAD(-) の25例中22例(88%)で負荷 CSE 陰性であった。したがって, 負荷 CSE 診断の specificity は88%であった。

### 3. ISP 負荷心電図による CAD の診断

CAD(+) 26例のうち, 左脚ブロックのため判定困難の1例を除くと25例中17例(68%)で負荷心電図陽性であった。陳旧性心筋梗塞で狭心症非合併例5例を除くと, 負荷心電図による CAD 診断の sensitivity は85%であった。一方, CAD(-) 25例のうち, 脚ブロック合併3例を除く22例中, 負荷心電図陰性例は9例(41%)であった。したがって, 負荷心電図による CAD 診断の specificity は41%であった。CAD(-) 例で負荷心電図陽性であった13例の内訳をみると, 肥大心が5例, いわゆる X 症候群が4例, 冠動脈造影上

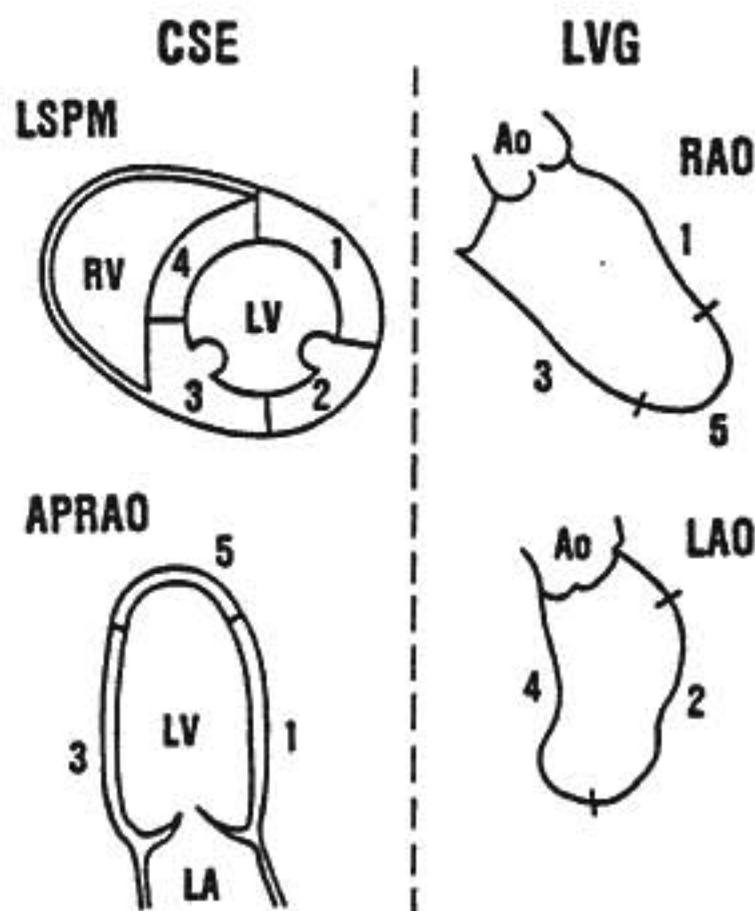


図1 左室壁の区分

1: 前壁, 2: 後壁, 3: 下壁, 4: 中隔, 5: 心尖部  
CSE: 超音波心断層図, LVG: 左室造影, LSPM: 左室短軸乳頭筋レベル, APRAO: 心尖部第1斜位方向。

後壁, 中隔, 心尖部の5区画に区分し, 各区画について, dyskinesis, akinesis, hypokinesis, normal の4段階に左室壁動態を評価した。ISP 負荷試験後2週間以内に冠動脈造影および左室造影を施行した。左室造影における左室壁の区分は心エコー図と対応した5区画とした(図1)。冠動脈造影上, 主要冠動脈枝の50%以上の狭窄を有意とした。ISP 負荷 CSE の陽性基準は, ①負荷により, 新たに壁運動異常が誘発された

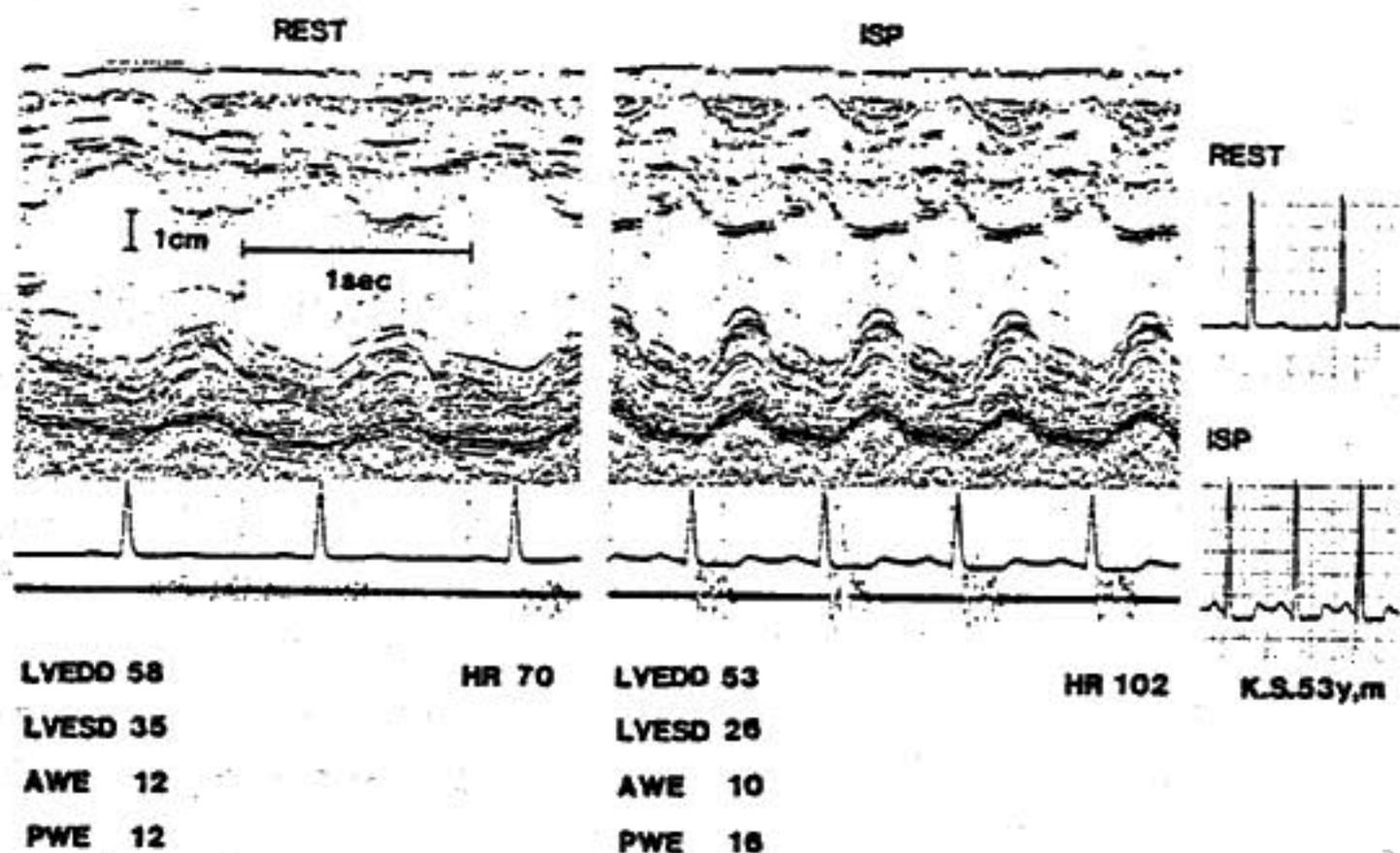


図2 症例1のMモード心エコー図

イソプロテレノール (ISP) 静注により, 心電図上は ST 低下を認めたが, 心エコー図上は壁動態に異常を認めなかった。

LVEDD: 左室拡張終期径, LVESD: 左室収縮終期径, AWE: 前部中隔振幅, PWE: 後壁振幅。

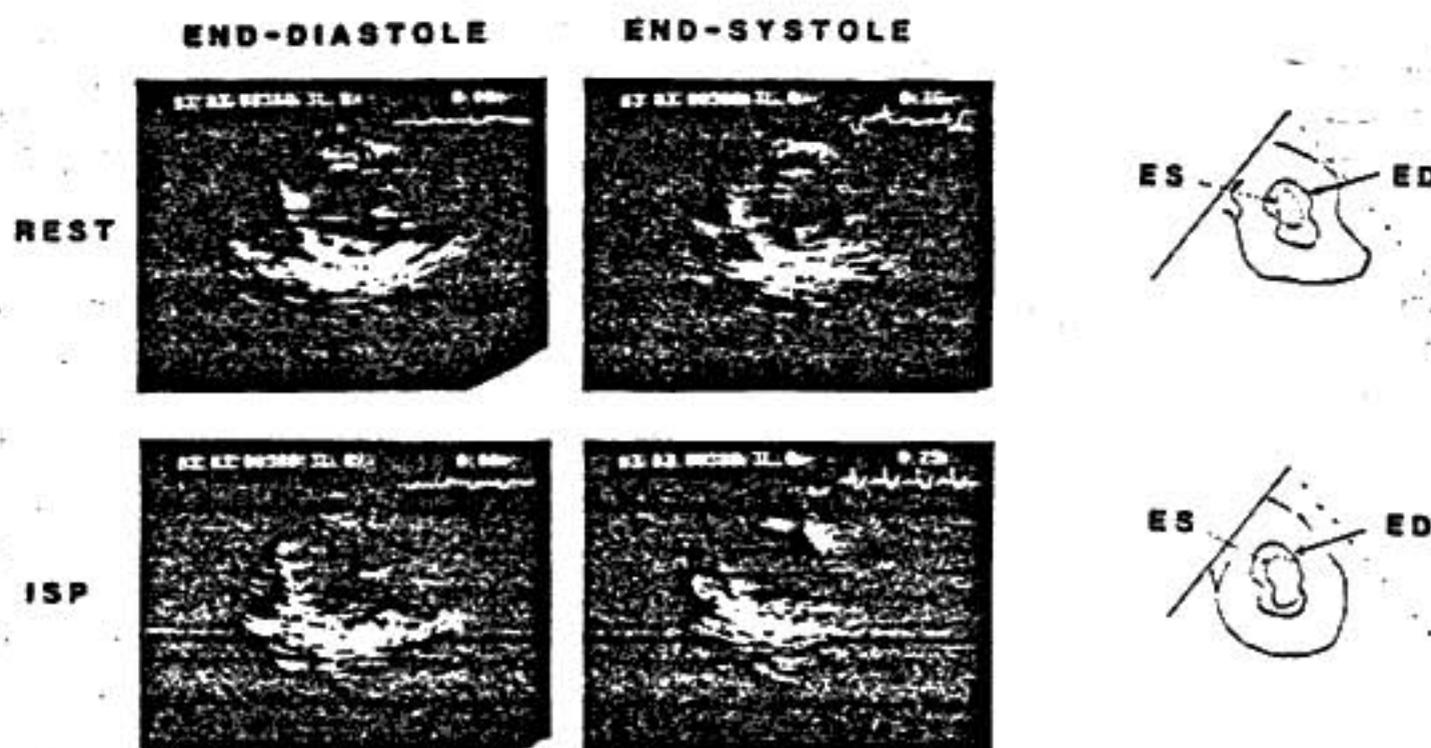


図3 症例2の超音波心断面図

安静時には正常壁運動を量したが, ISP 負荷時, 前壁の壁運動異常が発現した。

ED: 拡張終期, ES: 収縮終期。

50%未満の狭窄を有する労作狭心症が3例, 拡張型心筋症が1例であった。

#### 4. 症例呈示

症例1: 53歳・男性, 大動脈弁閉鎖不全症例であるが, 運動負荷心電図にて著明な ST 低下を認めたため, CAD の合併の有無が問題となった症例である。ISP 負荷試験では, 心電図上は有意の ST 低下を認めたが,

CSE, Mモード心エコー図いずれにおいても壁運動異常を認めなかった (図2)。本例の冠動脈造影は正常であった。

症例2: 35歳・女性の労作狭心症例である。ISP 負荷により, 心電図上,  $V_1, V_2$  の ST 低下を, CSE 上, 前壁の壁運動異常を認めた (図3)。冠動脈造影では, LAD の近位部に99%の狭窄を認めた。

### III 考 察

ISP 静注負荷心電図法による CAD の診断精度は、運動負荷心電図法のそれに劣らないことが報告されている<sup>12)</sup>。しかし、ISP 負荷心エコー図法にかんする報告は、ほとんどなされていない<sup>13)</sup>。急性の心筋虚血の際には、局所壁運動異常が心電図変化より早期に出現し<sup>14)</sup>、偽陰性が少ないとする報告がある<sup>15)</sup>。また、ISP 静注により生ずる心電図変化と左室局所壁運動異常とは必ずしも一致しないとの報告もある<sup>16)</sup>。したがって、ISP 静注負荷試験において、心電図所見のみでなく、局所壁動態の変化をも検討することは臨床的にも意義のあることと考えられる。

ISP 静注負荷試験による CAD 診断の sensitivity は、陳旧性心筋梗塞例で狭心症非合併例を除くと、負荷心電図法、負荷 CSE 法いずれも85%と良好であったが、specificity については、負荷 CSE 法が88%であったのに対し、負荷心電図法は41%であった。負荷心電図法の specificity が他の報告に比し、かなり低いのは、今回の対象の中に脚ブロック例や肥大心など負荷心電図で偽陽性を呈しやすい例が比較的多く含まれていたためである。

肥大心や大動脈弁膜症において、狭心症や虚血性心電図変化を合併していた場合、それが冠動脈狭窄病変に起因するか否かの鑑別は負荷心電図法によっては困難である。なぜなら、肥大心においては冠動脈が正常であっても、心内膜下虚血により、負荷時 ST 低下を生ずる可能性があり、また、大動脈弁膜症においても、冠動脈正常でも負荷に伴う血行動態の変化が冠循環に影響を及ぼし心筋虚血を生ずる可能性があるからである。今回の検討では、肥大心や大動脈弁膜症において、ISP 静注により心電図上 ST 低下が発現した際の左室壁動態は、心エコー図上の左室壁の振幅や壁厚変化率（収縮終期壁厚/拡張終期壁厚）を指標とする限り、明らかな異常を認めなかった（図2）。今回は症例数も少なく、肥大心における心電図上の ST 変化と心エコー図上の壁動態との解離の成因については不明といわざるを得ないが、少なくとも、CAD の合併の有無の診断については心エコー図法による壁動態の観察が

有用である可能性が示唆された。

一方、脚ブロック合併例における負荷心電図の判定は困難であると報告されてきた<sup>17)18)</sup>。完全左脚ブロックについては CSE においても中隔の異常運動のため、同部位の壁運動異常の診断は困難であるが、中隔を除けば他の部位の壁運動異常の診断は可能であり、心電図法の弱点を補い得る利点がある。

さらに、ISP 負荷 CSE 法は、高齢者や下肢の運動器障害を有する患者などの運動負荷試験の施行困難例に実施でき<sup>19)</sup>、かつ運動負荷 CSE 法に比し、CSE の記録が容易であるなどの利点もある<sup>20)</sup>。また、ISP 負荷試験においては、その安全性が問題となるが、今回の検討において、重篤な不整脈やショックをおこした例はなく、安全性には問題はないと考えられた<sup>21)</sup>。

### ま と め

ISP 負荷 CSE 法による CAD の診断精度は良好であり、とくに負荷心電図による判定が困難な肥大心や脚ブロック例における CAD 診断に有用であることが示唆された。

### 文 献

- 1) 木村栄一, ほか: 日内会誌 57: 644, 1968.
- 2) Kuramoto K., et al.: Jpn. Circ. J. 42: 955, 1978.
- 3) Vatner S. F., et al.: J. Clin. Invest. 57: 1261, 1976.
- 4) Kisslo J. A., et al.: Circulation 55: 134, 1977.
- 5) Ohuchi Y., et al.: Jpn. Heart J. 21: 1, 1980.
- 6) 鮎坂隆一, ほか: J. Cardiography (投稿中)
- 7) Kerber R. E., et al.: Circulation 48: 1038, 1974.
- 8) 新田政男, ほか: 第40回日超医講演論文集: 367, 1982.
- 9) Sugishita Y., et al.: Am. Heart J. 106: 1, 1983.
- 10) Upton M. T., et al.: Circulation 62: 341, 1980.
- 11) Whinnery J. E., et al.: Am. Heart J. 94: 316, 1977.
- 12) Tanaka T., et al.: Am. J. Cardiol. 41: 670, 1978.

## 健常者運動負荷におけるヘモグロビン酸素親和性の意義

## —Cinépazide maleate の効果—

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

内藤 顕\*・酒井 規光\*

岡 由紀子\*・天野 直美\*・蘇原 寛敏\*

定 利勝\*・林 直樹\*・竹内 馬左也\*

組織の酸素消費量は、血流量と動静脈酸素較差の積で表される。冠硬化症、心不全など組織への血流増加が障害されている場合には、ヘモグロビンの酸素親和性を低下させ、動静脈酸素較差を増すことは組織への酸素供給を増加させる。したがって安全に酸素親和性を低下させる薬剤は臨床上有用であろう。*in vitro* で酸素親和性を低下させる cinépazide maleate (CM)<sup>1)</sup> の *in vivo* での検討を行った。

## I 対象および方法

健常男子10名、平均年齢29歳に Bruce のプロトコール<sup>2)</sup>にて stage I, II, III の9分間のトレッドミル負荷を行い、直前、直後に肘静脈よりヘパリン採血を行った。その後 CM 1200 mg/日を3分割経口投与し、1週間後に同様の運動負荷を行い、直前、直後に採血を行った。赤血球数、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値を測定し、血液 pH、Base excess (BE) を Acid Base Laboratory ABL-1 (Radiometer 社)にて測定した。赤血球 2,3-diphosphoglycerate (23 DPG) は Sigma-kit で測定し、ヘモグロビンで補正した。ヘモグロビン酸素解離曲線を Hemox-Analyzer (TCS 社)で描き、 $P_{50}$  値を求めた。有意差検定は paired および unpaired t 検定によった。

## II 結果 (表1)

## 1. 運動負荷による変化

運動負荷により心拍数は年齢より求めた予測最大心拍数の75%前後であった。

CM 投与前の運動負荷で  $P_{50}$  は平均29.2 torr から29.0 torr, 23 DPG は16.98  $\mu\text{M/g}\cdot\text{Hb}$  から17.45

表1 運動および CM 投与による変化

		安静時		運動後
$P_{50}$ (torr)	投与前	29.2 ± 1.9		29.0 ± 2.3
	投与後	30.4 ± 2.1		30.8 ± 2.0
		P < 0.01		p < 0.001
23DPG ( $\mu\text{M/g}\cdot\text{Hb}$ )	投与前	17.0 ± 2.0		17.4 ± 1.7
	投与後	19.3 ± 4.2		19.5 ± 2.7
				p < 0.05
pH	投与前	7.343 ± 0.027	p < 0.001	7.284 ± 0.036
	投与後	7.322 ± 0.020	p < 0.001	7.296 ± 0.026
		p < 0.05		p < 0.05
BE (mEq/l)	投与前	0.7 ± 0.7	p < 0.001	-2.9 ± 1.9
	投与後	0.2 ± 1.0	p < 0.001	-2.7 ± 2.2

$\mu\text{M/g}\cdot\text{Hb}$  と有意の変化はなかった。血液 pH、BE はそれぞれ運動前後で7.343から7.284、0.67から-2.94と有意の減少を示し (共に p < 0.001)、運動による代謝性アシドーシスを表している。

## 2. CM 投与による変化

CM 投与により安静時  $P_{50}$  は29.2 torr から30.4 torrと平均1.14 torrの有意の上昇を示した (p < 0.01)。運動負荷後も CM 投与により平均1.73 torrの有意の増加を示した (p < 0.001)。23 DPG は CM 投与により 16.98  $\mu\text{M/g}\cdot\text{Hb}$  から 19.32  $\mu\text{M/g}\cdot\text{Hb}$  と増加したが、有意差はなかった。しかし CM 投与による 23 DPG の変化 ( $\Delta 23 \text{ DPG}$ ) と  $P_{50}$  の変化 ( $\Delta P_{50}$ ) は  $r=0.69$  の有意の正相関を示した (p < 0.05, 図1)。

CM 投与後の運動負荷では  $P_{50}$ 、23 DPG 共に、CM 投与前と同様有意の変化はなかった。血液 pH および BE はそれぞれ安静時7.332、0.23から負荷後7.296、-2.67と有意に減少した (共に p < 0.001)。運動負荷による pH、BE の低下は CM 投与前のそれぞれ0.059、3.61から CM 投与後には0.036、2.90と低下の程度が

\* 東京大学医学部 第四内科

有意に減少している (それぞれ  $p < 0.001, p < 0.02$ ).  
 CM による  $P_{50}$  の変化 ( $\Delta P_{50}$ ) と CM 投与前後の運動による pH 低下の差は  $r = 0.57$  の正相関傾向を示し

た(図2).

### III 考 案

ヘモグロビン酸素親和性の低下は動静脈酸素較差を増大させ、組織への酸素供給を増す<sup>1)</sup>. ヘモグロビンの酸素親和性は一般にヘモグロビンの50%が酸素と結合している時の酸素分圧  $P_{50}$  で表され、 $P_{50}$  値の上昇は酸素親和性の低下を表す。

CM 投与により  $P_{50}$  は安静時 1.14 torr, 運動後 1.73 torr の有意の増加をみた。CM により運動前後の血液 pH, BE の低下は有意に小さくなっており、運動による代謝性アシドーシスの程度が小さくなったことを示している。このことは CM が組織への酸素供給上有利に働いていることを示唆している。CM は元来血管拡張薬であり<sup>2)</sup>、運動による代謝性アシドーシス軽減は、ヘモグロビン酸素親和性低下より、血管拡張による血流増加による可能性も考えられる。しかし図2に示すように運動による pH の変化の CM 投与前後の差と  $P_{50}$  の変化は  $r = 0.57$  の正相関傾向を示し、 $P_{50}$  値増大の大きなもので、運動による代謝性アシドーシスがより軽減されている。したがって代謝性アシドーシス改善は、血流増加によるもののみでなく、酸素親和性低下が重要な因子である。

$P_{50}$  値の変化を来す因子として、pH, 温度, 23 DPG,  $CO_2$  が知られているが、今回の測定は pH = 7.40, 温度 = 37°C,  $CO_2 = 0$  torr で測定した。CM 投与前後の  $P_{50}$  の変化と 23 DPG の変化の間には  $r = 0.69$  の有意の正相関があり(図1), CM による  $P_{50}$  増加、ヘモグロビン酸素親和性の低下は 23 DPG を介するものと考えられる。小杉ら<sup>3)</sup>は *in vitro* の実験で、CM により 23 DPG が増加する可能性を示している。

Bellingham ら<sup>4)</sup>は平均赤血球ヘモグロビン濃度(MCHC)が  $P_{50}$  に影響すると報告しているが、我々の結果でも、運動前後の  $P_{50}$  の変化と MCHC の変化は  $r = 0.58$  の正相関傾向を示した。しかし CM 投与前後の  $P_{50}$  の変化と MCHC の変化は有意の相関関係は認められず ( $r = -0.24$ )、CM によるヘモグロビン酸素親和性低下は MCHC の変化によるものではない。

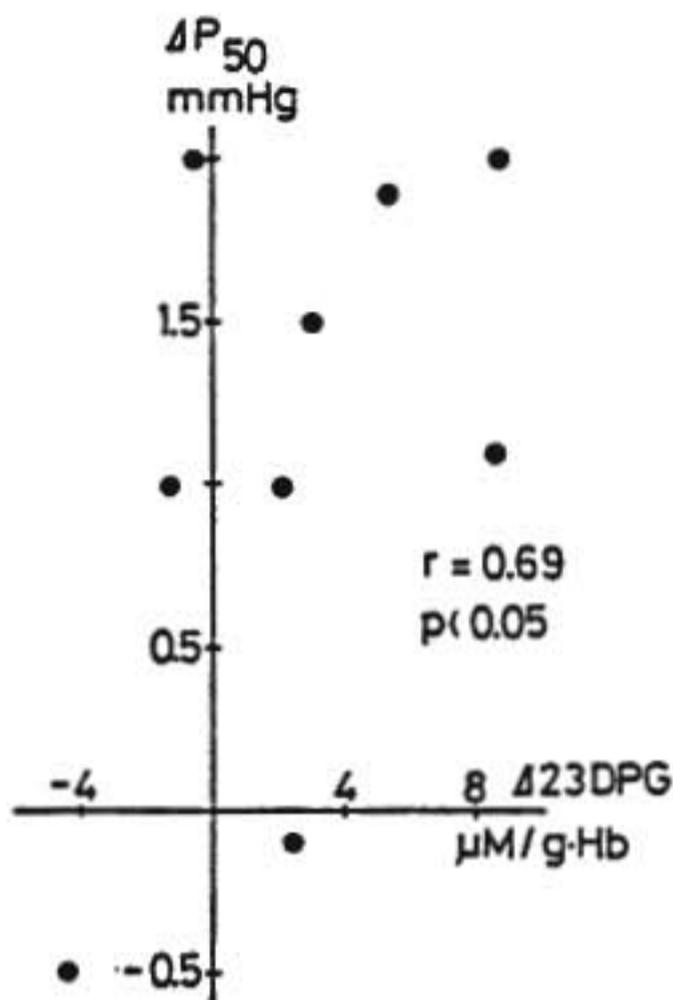


図1 CM による  $P_{50}$  の変化 ( $\Delta P_{50}$ ) と 23DPG の変化 ( $\Delta 23DPG$ ) の関係

1例で CM 投与後の 23DPG 測定できず9例となっている。23DPG 増加の大きいもので  $P_{50}$  が大となっている。

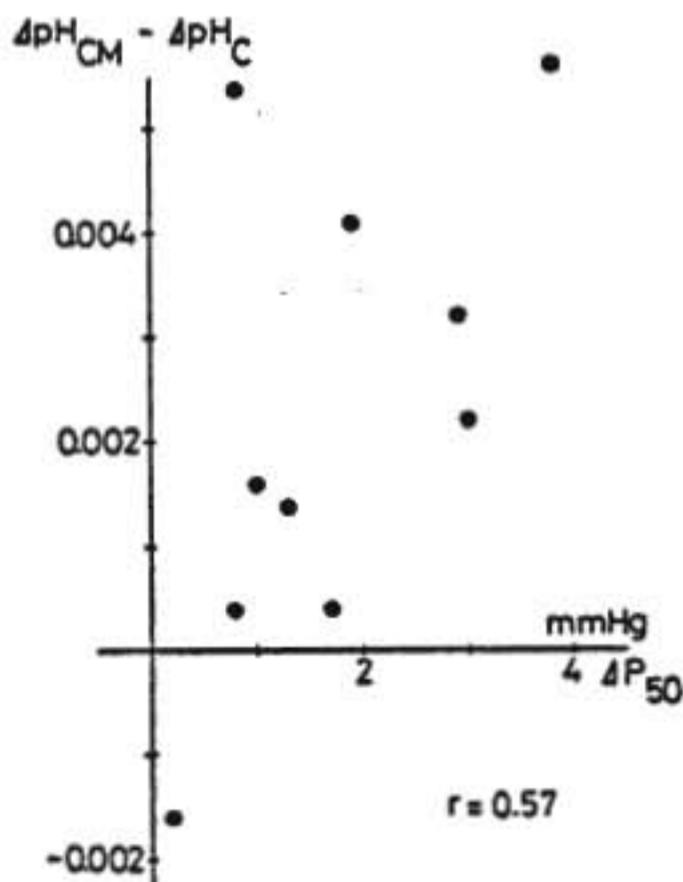


図2 CM 投与前後の運動による血液 pH 低下の差と CM による  $P_{50}$  の変化 ( $\Delta P_{50}$ )

$\Delta pH_{CM}, \Delta pH_C$ : それぞれ CM 投与後, 投与前の運動による血液 pH の変化。  $P_{50}$  増加の大きいほど血液 pH 低下の程度が軽減する傾向がみられる。

## 結 語

1. ヘモグロビンの酸素親和性を低下させることは組織への酸素供給上有効である。
2. Cinepazide は  $P_{50}$  を増加させ、運動時の代謝性アシドーシスを軽減する。
3. Cinepazide によるヘモグロビン酸素親和性低下は 23 DPG を介する。

## 文 献

- 1) 小杉 功, 岡田和夫: Cinepazide の酸素解離曲線に及ぼす影響, 現代医療 12: 1630, 1980.
- 2) Bruce R. A., Hornsten T. R.: Exercise stress testing in evaluation of patients with ischemic heart disease. Prog. Cardiovas. Dis. 11: 371, 1969.
- 3) Harken A. H., Wood S. M.: The influence of oxyhemoglobin affinity on tissue oxygen consumption. Ann. Surg. 183: 130, 1976.
- 4) Pourrias B., Bouvet P., Raynaud G.: Etude pharmacodynamique d'un nouveau vasodil-

ateur le maléate de cinepazide I. Action vasodilatatrice. Thérapie 29: 29, 1971.

- 5) Bellingham A. J., Dettour J. C., Lenfant C.: Regulatory mechanism of hemoglobin oxygen affinity in acidosis and alkalosis. J. Clin. Invest. 50: 700, 1971.

## 質 疑 応 答

○水野 (名古屋保健衛生大): 赤血球の酸素解離能がいろいろな条件で変化することはよく知られていますが、虚血性心疾患のみでもよくなるとのデータもあります。貧血、腎機能低下、薬物も  $\beta$ -blocker のあるものは解離能をよくするといわれています。先生は正常と虚血性心疾患でどの程度変化するか御覧になったでしょうか。

○内藤: 今回は健常者を対象としており虚血性心疾患との関係はみていません。文献上心疾患で心係数が2以下になるとヘモグロビン酸素親和性が低下するという報告があります。

## 下肢屈伸運動に対する末梢静脈圧反応と 血漿ノルアドレナリンの関係

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

石 村 耕 二\*・森 美 温\*・湊 口 信 也\*  
鈴 木 さ くら\*・伊 藤 裕 康\*・平 川 千 里\*

## は じ め に

当教室では、Moritz-Tabora 法を改良した末梢静脈圧測定法<sup>1)</sup>を用い、仰臥位における肘静脈圧 (VP) と仰臥位での両下肢交互屈伸運動中に生ずる静脈圧上昇量 ( $\Delta VP$ ) を測定した結果、第一義的に左心を侵す心疾患においては、その値 ( $\Delta VP$ ) から左心ポンプ機能のある程度推定しうることを報告してきた<sup>2)</sup>。すなわち、第一義的に左心を侵す心疾患の場合、① $\Delta VP$

$\geq 35 \text{ mmHg}$  の高値を示した時、左心機能は全例において劣化していると判断しても間違いはないが、② $\Delta VP < 35 \text{ mmHg}$  なる正常値を示した時、左心機能を正常と推定するならば約30%において判定に誤りを犯すという成績である。

一方、第一義的に左心を侵す心疾患を対象として、心係数 (CI) と  $\Delta VP$  とを同時測定した成績 (CI-VP plot)、ならびに筋遮断剤による CI-VP plot に対する影響から、 $\Delta VP$  が異常高値をきたす主たる発現機

\* 岐阜大学医学部 第二内科

序として考えられるものは、①運動による神経・体液性の体静脈壁トーン上昇、②運動による右心ポンプ能力の劣化、などである可能性が示されている<sup>3)</sup>。

このような一連の本教室の成績から、第一義的に左心を侵す心疾患において、 $\Delta VP$  が異常上昇するに關与する機序の少なくとも一つと考えられている神経・体液性による体静脈壁トーン上昇をみるべく、本研究においては、左右の明らかな心不全を有しない心疾患を対象に血漿カテコラミン濃度を測定し、④安静時における血漿 noradrenaline (NA) 濃度、⑤軽度運動負荷時における NA の増加分 ( $\Delta NA$ )、⑥ VP と  $\Delta NA$  の関係、に検討を加えてみたものである。

## I 対 象

対象とした症例は、第一義的に左心を侵す心疾患に限定し、弁膜疾患 (僧帽弁および大動脈弁疾患) 17例、虚血性心疾患 7例、特発性心筋症 4例、高血圧症 3例、心房細動 (動脈硬化性) 2例、左房粘液腫 1例、の計 34例である。なお、安静時静脈圧が明らかに高値 (90 mmH<sub>2</sub>O 以上) を示した右心不全例は除外した。

## II 方 法

### (A) 安静時静脈圧 (VP) と運動負荷時静脈圧上昇量 ( $\Delta VP$ ) の測定法

VP の測定は、水平仰臥位被検者の一側肘静脈より Moritz-Tabora の変法<sup>4)</sup>を用い、30秒間隔で測定した。ゼロ圧基準面は第4肋間胸壁最前面より背方 40 mm と定義し、この時の安静時静脈圧を  $VP_{0}$  と表現した。また運動負荷時静脈圧の測定は、水平仰臥位被検者の VP がほぼ安定した時の値を安静時静脈圧 ( $VP_{0}$ ) として求め、ついで、水平仰臥位のままメトロームに合わせて、33回/分の速度で両下肢の交互屈伸運動 (この間、踵をマットから浮かすことは禁じた) を約 4~6 分間おこない、この間に、 $VP_{0}$  の準定常状態 (少なくとも 2 点の測定値がほぼ同一の  $VP_{0}$  値を示した時) が出現した時の値を運動負荷時静脈圧として求め、この値と安静時静脈圧との差を運動負荷時静脈圧上昇量 ( $\Delta VP$ ) とした。なお、本法による  $\Delta VP$  の再現性は既報<sup>5)</sup>のごとくほぼ  $\pm 10$  mmH<sub>2</sub>O であり、当教室では、 $\Delta VP \geq 35$  mmH<sub>2</sub>O を異常高値としている<sup>6)</sup>。

### (B) 血漿 noradrenaline (NA) 濃度の測定

NA 測定のための採血は他側肘静脈に三方活栓付翼状針を留置しておこない、採血時以外は微量の生理食塩水を滴下した。

NA 測定用の採血は、①実験装置セット終了直後、②それより 10 分後、③ 18 分後、④ 20 分後 (運動開始直前)、⑤ 運動開始 1 分後、⑥ 運動開始 3 分後、⑦ 運動終了 (運動負荷は大体 4 分間) の時点から 1 分後、⑧ 運動終了の時点から 5 分後、の計 8 時点においておこない、1 回の採血量は約 7 ml とした。すべての採血終了後できるだけ速やかに高速液体クロマトグラフィーと THI 螢光法により NA 濃度を測定した。このような各時点のうち、運動負荷開始直前 (④の時点) 値を安静時 NA とし、運動負荷開始後 3 分 (⑥の時点) の NA 濃度、あるいは運動負荷終了後 1 分 (⑦の時点) の NA 濃度のうち、高値を示した時点の NA 濃度を運動時 NA と定義し、運動時 NA と安静時 NA との差を運動負荷による NA の上昇量 ( $\Delta NA$ ) として求めた。

なお、本研究における NA 濃度の測定精度は  $0.1 \pm 7.0\%$  (平均値  $\pm$  標準偏差) であり、安静仰臥位における NA 濃度の正常上界は  $0.4$  ng/ml である。

## III 成 績

$\Delta VP$  の測定結果から全症例 (N=34) を 3 群に大別した。すなわち、①  $\Delta VP < 35$  mmH<sub>2</sub>O (正常範囲内) の値を示した群 (N 群, 17例, いずれも NYHA class I), ②  $35 \text{ mmH}_2\text{O} \leq \Delta VP \leq 45 \text{ mmH}_2\text{O}$  (軽度の異常高値) を示した群 (B 群, 10例, NYHA class I : 5例, NYHA class II : 5例), ③  $\Delta VP > 45$  mmH<sub>2</sub>O (明確な異常高値) を示した群 (H 群, いずれも NYHA class II), の 3 群である。表 1 にこれら 3 群について安静時 NA 濃度と、運動負荷による NA 濃度の増加分 ( $\Delta NA$ ) を平均値  $\pm$  SE で示した。

安静時 NA は N 群において  $0.243 \pm 0.020$  ng/ml, B 群において  $0.316 \pm 0.050$  ng/ml と両群とも平均値において正常範囲内の値 (上界  $0.4$  ng/ml) を示したが、H 群では  $0.666 \pm 0.082$  ng/ml と正常上界を越す異常高値を認められた。一方、 $\Delta NA$  は、N 群において  $0.042 \pm 0.009$  ng/ml, B 群において  $0.090 \pm 0.015$  ng/ml と B 群は N 群に比し統計的に有意の高値を、また、

表1  $\Delta VP$  より分類したN群, B群, H群における安静時 noradrenaline (NA) と運動負荷による noradrenaline 上昇量 ( $\Delta NA$ )

	N群 ( $\Delta VP < 35$ mmH <sub>2</sub> O)	B群 ( $35 \leq \Delta VP \leq 45$ mmH <sub>2</sub> O)	H群 ( $\Delta VP > 45$ mmH <sub>2</sub> O)
症例数	17	10	7
NA (ng/ml) (mean $\pm$ SE)	0.243 $\pm$ 0.020	0.316 $\pm$ 0.050	0.666 $\pm$ 0.082
t検定	N.S.		P < 0.01
$\Delta NA$ (ng/ml) (mean $\pm$ SE)	0.042 $\pm$ 0.009	0.090 $\pm$ 0.015	0.274 $\pm$ 0.031
t検定	P < 0.01		P < 0.001

N.S.: not significant

N群, B群, H群に関しては本文参照

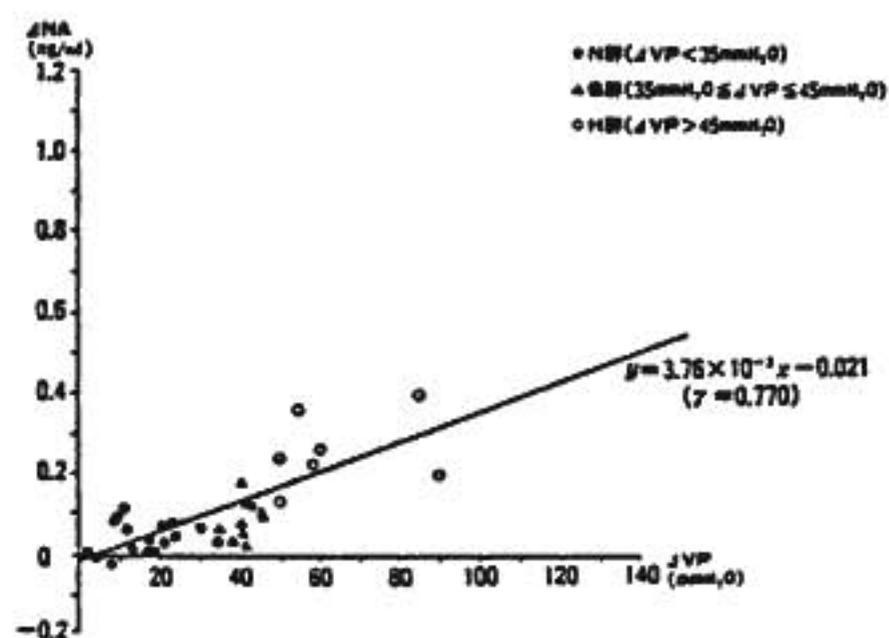


図1  $\Delta VP$  と  $\Delta NA$  の関係

H群においては  $0.274 \pm 0.031$  ng/ml と, N群, B群に比し, 顕著な高値を示し, この値はN群, B群のいずれに対しても統計的に有意の高値であった。

図1はこれら全症例に関する  $\Delta VP$  と  $\Delta NA$  の間の相関関係を示したものである。 $\Delta VP$  と  $\Delta NA$  の間には,  $r=0.770$ なる粗い正の相関関係を認めた。なお,  $\Delta VP$  と安静時 NA の間にも  $r=0.570$ なる粗い正の相関関係を認めた。

#### IV 考 案

うっ血性心不全患者において, 血中 NA は安静時において正常者よりも高く, また運動時における血中 NA の増加も正常人と比べ大であるという<sup>9)</sup>。

しかしながら, 安静時末梢静脈圧は  $90$  mmH<sub>2</sub>O 以下と正常 (うっ血性右心不全が存在しない) で, かつ,  $\Delta VP > 35$  mmH<sub>2</sub>O (仰臥位運動時の左心ポンプ機能劣化はほぼ確実であるが, 臨床像としては左心不全が

存在しない) という, いわば“潜在性”の心不全状態にある患者についての血中 NA 濃度に関する報告を我々は知らない。

本研究の結果は, 上記のごとく, 第一義的に左心を侵す心疾患患者で, かつ顕性には左右心不全の存在しない患者においても, 明確なうっ血性心不全患者に認められると同様の NA 濃度の増加を認め, ことに軽度の運動負荷により上昇する静脈圧の上昇分 ( $\Delta VP$ ) と NA 濃度の上昇分 ( $\Delta NA$ ) の間には粗いながら正の相関関係を認め (図1), “潜在的”な左心不全状態において, すでに安静時, 運動負荷時いずれにおいても交感神経系の活動は正常人のそれよりも亢進していることが明らかとなった。ことに, 運動負荷時に認められた  $\Delta VP$  と  $\Delta NA$  の (粗いながら) 正相関は, すでに平川らにより報告されている  $\Delta VP$  異常高値が節遮断剤 (pentolinium tartrate) により抑制されるという事実<sup>10)</sup>と合わせ考えると, この  $\Delta NA$  が体容量血管壁トーンスを高め,  $\Delta VP$  上昇の一端を担っている可能性は大と思われる。

少数例での予備実験ではあるが, 異常  $\Delta VP$  高値を示す第一義的に左心を侵す心疾患患者に  $\alpha$  遮断剤である phentolamine を静注した場合,  $\Delta VP$  の上昇はある程度抑制される。今後, さらなる研究に待たねばならないが, このような成績からみて, NA の体容量血管壁トーンス緊張が一部  $\Delta VP$  の異常上昇に関与していることはほぼ間違いないものと思われる。

#### 結 語

第一義的に左心を侵す心疾患患者において, 呼吸困難については顕性の左心不全を認めず, 肘静脈圧からは顕性の右心不全もない, 心疾患患者34名を対象に, 水平仰臥位運動時の末梢静脈圧反応 ( $\Delta VP$ ) と安静時 NA および運動に伴う NA の上昇量 ( $\Delta NA$ ) を調べ, 次の成績をえた。

- ①  $\Delta VP < 35$  mmH<sub>2</sub>O なる正常者 (N=17) では, 安静時 NA は正常であり, 運動時のその増加量 ( $\Delta NA$ ) も軽微であった。
- ②  $\Delta VP > 45$  mmH<sub>2</sub>O と著しく高値を呈した者 (N=7) において, 安静時 NA は正常上界を超えて著しく高く, また,  $\Delta NA$  も顕著に大であった。
- ③  $35$  mmH<sub>2</sub>O  $\leq \Delta VP \leq 45$  mmH<sub>2</sub>O という境界的

な  $\Delta VP$  異常者 (N=10) において, 安静時 NA と  $\Delta NA$  はともに上記 2 者の中間的な値を示した。

### 引用文献

- 1) 近藤靖士: 静脈圧測定法. 総合臨牀 20: 936, 1971.
- 2) 堀江和子, 後藤絃司, 鈴木孝彦, 安田 洋, 藤原英樹, 大角幸男, 熊谷正幸, 八木安生, 平川千里: 仰臥位安静時の心係数—肘静脈圧—プロットと, 下肢屈伸運動時にみられる同プロットのシフトについて. 最新医学 36: 184, 1981.
- 3) Hirakawa S., Kinoshita M. and Hayase S.: Non-invasive assessment of the performance

of the right heart during dynamic exercise, a study of left-sided heart disease. Jpn. Circ. J. 40: 35, 1975.

- 4) 平川千里, 吉江辰夫, 伊藤裕康, 近藤靖士, 大前真由美, 渡辺都雄, 佐藤重光, 早瀬正二: 負荷静脈圧における基礎的並びに臨床的研究. Jpn. Circ. J. 34: 1026, 1970.
- 5) Chidsey C. A., Harrison D. C. and Brawnwald E.: Augmentation of the plasma nor-epinephrine response to exercise in patients with congestive heart failure. N. Engl. J. Med. 267: 650, 1962.

## 運動に伴う体表動脈の拍動の評価の試み

### —血管運動図による—

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

筒井牧子<sup>\*1</sup>, 田村康二<sup>\*\*</sup>

一定の運動負荷を与えて, 運動中及びその回復過程の状態から心機能を推定する試みは, 臨床においてしばしば用いられている。しかし患者の心機能の程度によっては, 健常例との鑑別が難しく, 結局は負荷中の情報が, 一番信頼し得るとされているようであるが, 記録の方法, パラメーターの選択等, 問題が種々あると思われる。そこで, 私たちは以前より開発を進め, 既に第22回脈管学会等で発表<sup>1-4)</sup>してきた血管運動図, Angiomoveogram (以下 AMG) を用いて運動中及び前後の体表面の血管拍動を連続的に記録する方法を試みたので一部報告したい。

### I 原理及び装置

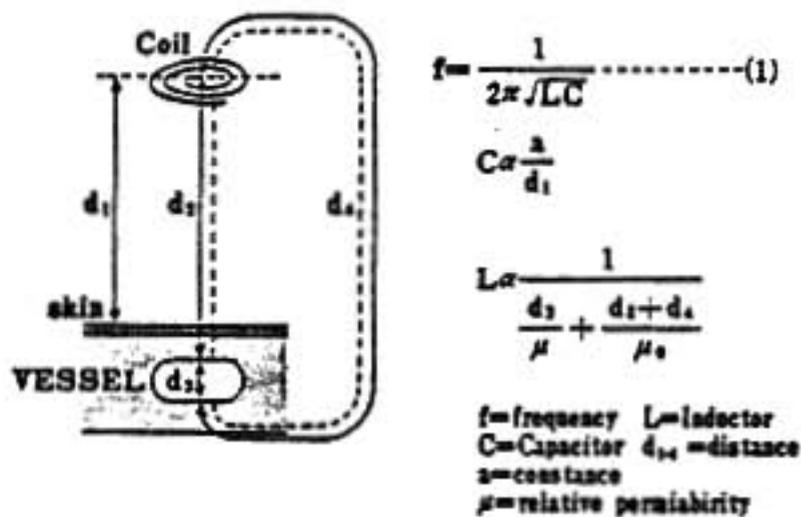
AMG は末梢の血管の動態の記録及び生体の微弱拍動の動態の記録を行う目的で開発された新しい ME 機器である。図 1 にその原理及び装置のブロックダイヤグラムを示す。高周波発振回路内のコイルに物体を

近づけると, 発振周波数が変化することをを用い, コイルに血管壁がわずかに近づいたり, 離れたりすることにより生ずる発振周波数の変化を電圧の変化として記録している。すなわち, 電磁界内にある血管の微細な振動で, 発振器の発振周波数を変化させ, その変化量を周波数, 電圧変換器でアナログ量に変換して血管と発振器の間の電圧と磁界の変化を記録する方法である。図 1 下段にブロックダイヤグラムを示した。実際の装置(写真は紙面の都合で割合した)は改良を重ねて現在の装置は無線式となっており, 記録はシーメンスエレマ社製ミンゴグラフ 804 で, 紙送り速度は原則的に 100 mm/sec で記録している。プローブは 3.5 cm × 5.5 cm の長方形で厚さ 1 cm 余りの, 主に側頭動脈用に作られたものを使用した。プローブには約 30 cm のアンテナ用コードが 2 本着いており, 本体の上にアンテナを立て使用している。長方形のプローブには 2 個のコイルが植え込まれており, 一方が直接血管拍動の信号を

\*1 信楽園病院 \*\* 山梨医科大学 第二内科

拾い、もう一方が周辺の皮膚の動きを拾って両者の信号を減算することによって基線の動揺を除いた鮮明な波形が得られるよう工夫されている。

PRINCIPLE



BLOCK DIAGRAM

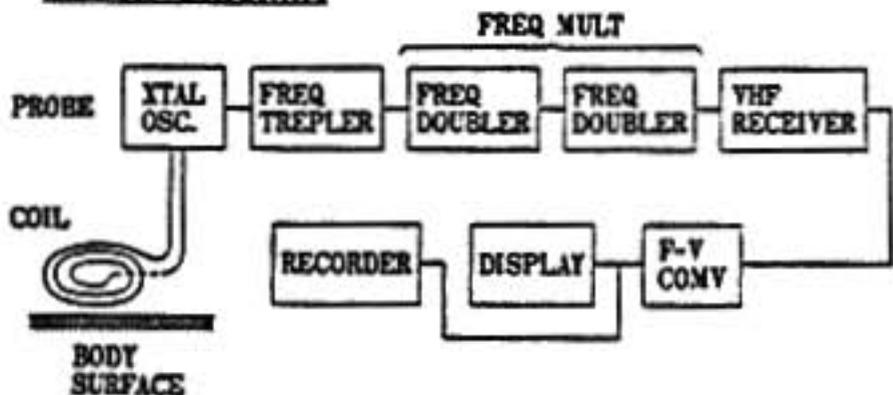


図1 AMGの原理及び装置のブロックダイアグラム

II 方法及び対象

図2に今回の方法を示す。負荷は自転車エルゴメーターによる多段階負荷法で25Wより各3分ずつ、50W, 75W, 100W, まで計12分もしくはは症状出現, 又は出電図変化の出現まで施行した。パラメーターとしては、

METHOD



Ergometer bicycle test

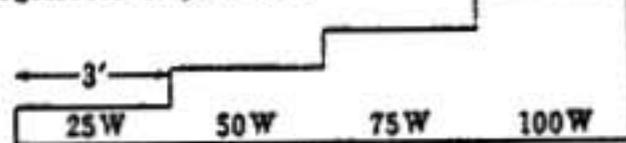


図2 方法

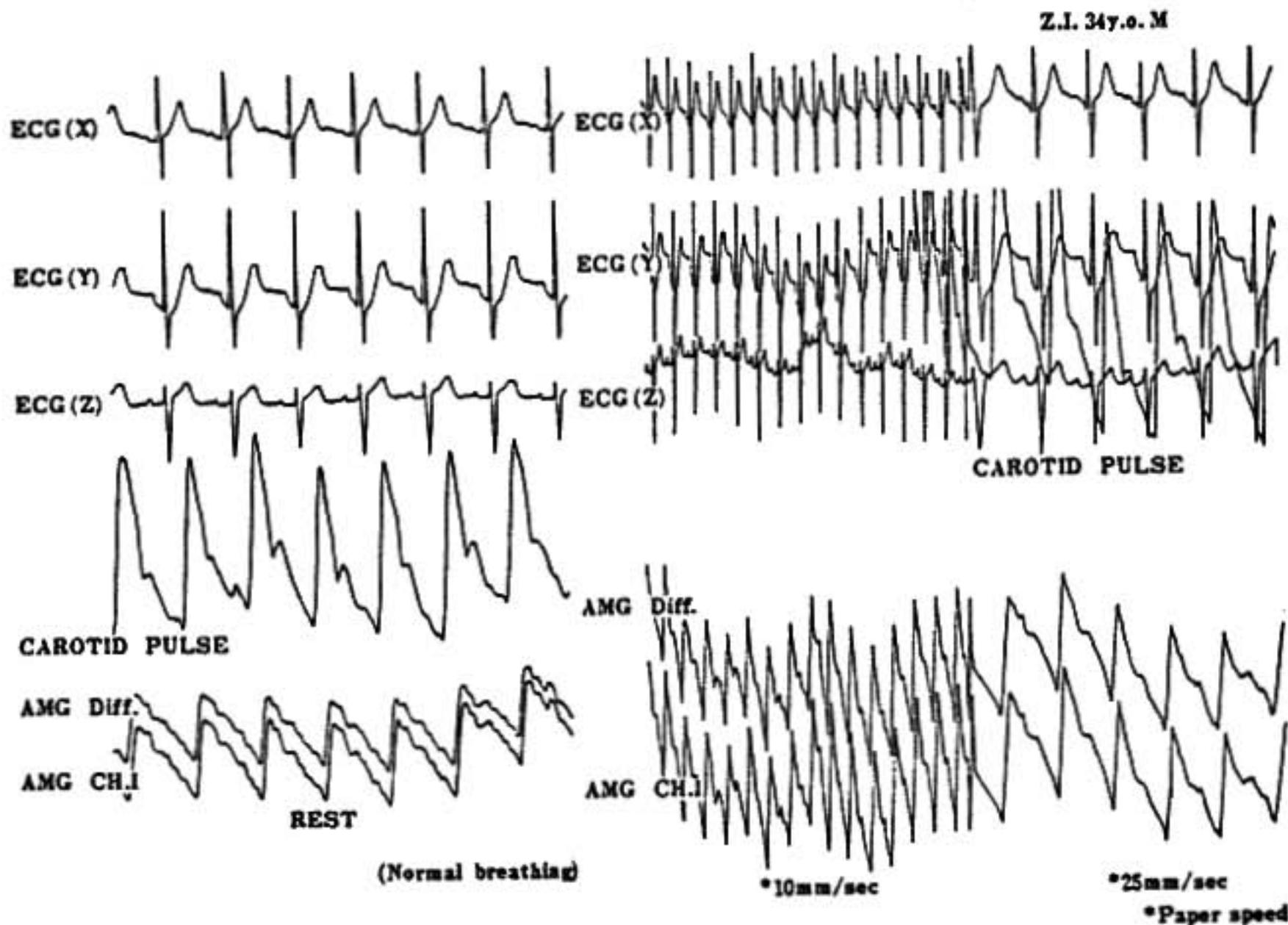


図3 実際の記録

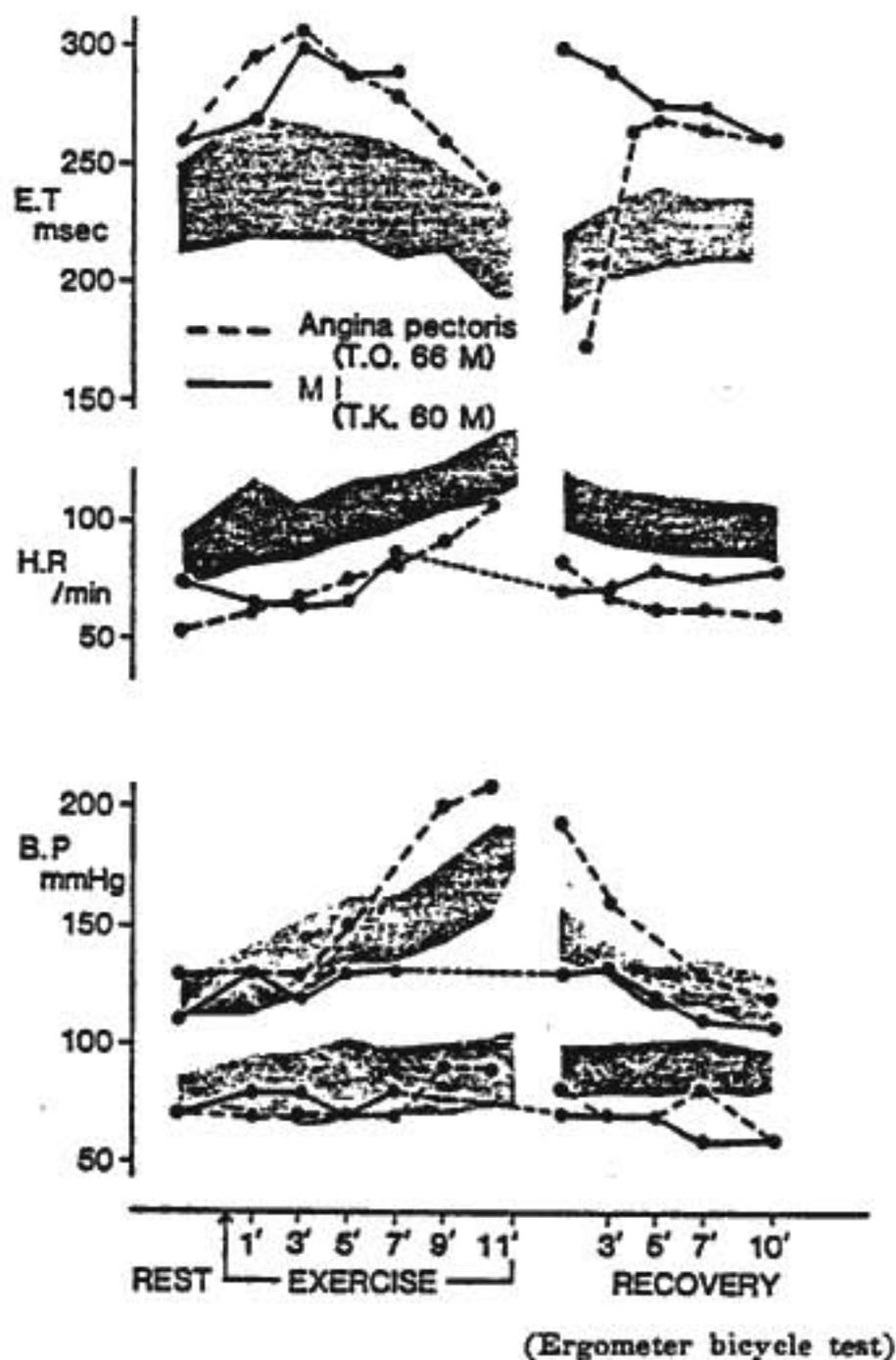


図4 血行動態の変化

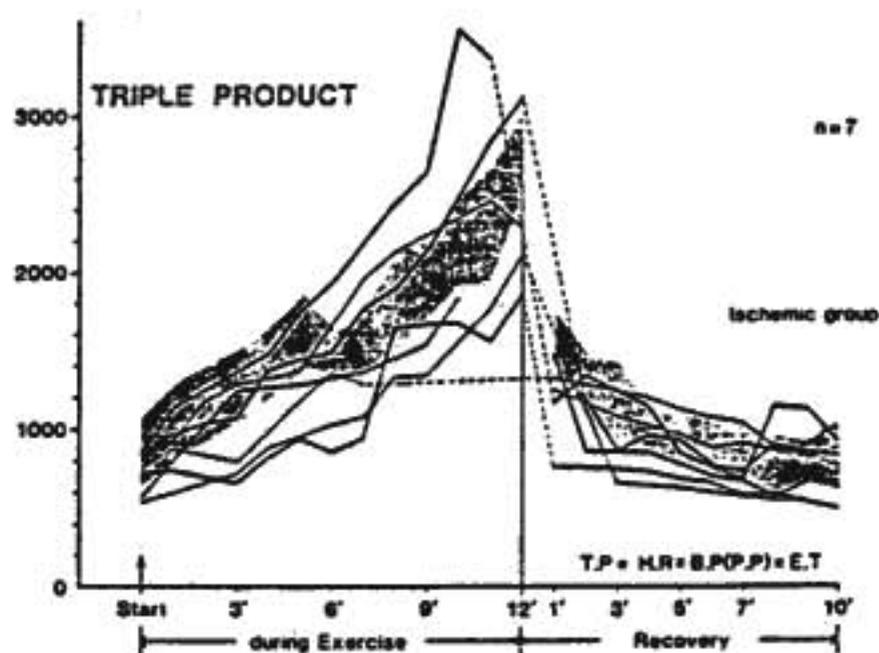


図5 トリプルプロダクト

心電図をフランクのベクトル誘導法で、25 mm/secで記録し、頸動脈を従来の容積脈波で1分ごとに記録し、AMGを側頭動脈で1分ごとに100 mm/secの紙送り速度で、運動中は10 mm/secで連続的に記録した。血圧は上腕でマンシェット法にて記録し、これらのパラメーターは運動中は1分ごとに、運動後は10分まで1分ごとに、その後は20分、及び30分に記録した。以

上より得られた血圧、心拍数、及びパルスカウンター法<sup>9)</sup>の応用として脈圧を使用し、トリプルプロダクトを算出して成績評価の方法とした。

今回の対象はコントロール群8名、年齢は26~36歳、患者群7名、年齢は46~66歳(平均55歳)である。この内5名は冠動脈造影法を施行している。

### III 結 果

図3に実際の微速の記録を示す。図の上段より心電図X, Y, Z, 従来の容積脈波による頸動脈の記録、最下段の2段がAMGを示す。AMGはDiff.に減算法により基線の動揺をとり除いた波形を示し、Ch I.に直接法による記録を示す。本例では直接法でも十分評価可能な波形が得られている。ちなみにのべ96波形の同時に記録したAMGと容積脈波により得られたEjection timeを比較したところ、相関係数0.98 ( $y = 0.89x - 2.5$ )と極めて良い相関を示し、記録可能なものに関してはAMGで十分評価可能と思われた。

図4に自転車エルゴメーターテストの血行動態の変化を示す。gray zoneでコントロール群8例のmean ± 1SDを示す。Ejection time (E.T), Heart rate (H.R./min), Blood pressure, 等共に開始3分までの反応はややゆるやかで、25Wの運動量が不十分なことによると思われるが、その後の動きは予測された。又は従来報告されている他のプログラムによる結果と同様な所見と思われる。実線及び破線は虚血群の中から心電図にてST-T変化を示した2例の血行動態を示した。実線の心筋梗塞例は冠動脈造影で3枝病変があり、75W1分で狭心症が出現し、中止している。これに比し、破線の狭心症例では回旋枝(No.13)に90%の狭窄、右冠動脈(No.1), 左前下行枝(No.6,7)に75%の狭窄を示し、高血圧の既往があり、血圧の著明な上昇を示したが、パターンとしては、コントロール群と同様の傾向を示した。

次に図5に、今回得られた結果より、トリプルプロダクトを求め図示した。gray zoneにコントロール群のAMGを用いて得られた値をmean ± 1SDで示した。これは従来の容積脈波より得られた値によるトリプルプロダクトとほぼ一致している。実線及び破線は患者群のトリプルプロダクトを示す。まだ症例が少なく、心機能の程度も様々であり、一定の傾向を示すに

至っていないが、3枝病変の心筋梗塞例は明らかに正常群とは異なったゾーンにあった。

## 結 語

自転車エルゴメーター負荷中に側頭動脈の拍動を血管運動図によって記録した。

脈波より得られた駆出時間 (Ejection time) を用いて、トリプルプロダクトを算出した。

運動中連続的に心機能を評価する上で、血管運動図が有用であると思われた。

## 文 献

- 1) 田村康二, 筒井牧子, 荒井 裕, 岡 寛, 齊藤義明: 新しい末梢血管動態記録図についての検討。

脈波 10:41, 1980.

- 2) 筒井牧子, 山添 優, 荒井 裕, 田村康二, 齊藤義明: 新しい電磁界生体運動測定法についての検討 (第2報), 日本臨床生理学会雑誌 12:19, 1982.
- 3) 筒井牧子, 柴田 昭, 齊藤義明, 田村康二: 新しい電磁界生体運動測定法についての検討 (第3報), 日本臨床生理学会雑誌 12:25, 1982.
- 4) 田村康二: 新しい電磁界内での生体運動の測定に関する研究—特に心・血管運動の測定について, エレクトロニクスの臨床 10:41, 1981.
- 5) 室岡 寛, 屋形 稔, 田村康二: パルスカウンター法と頸動脈波法の相関について, 臨床病理 24:401, 1976.

# 狭心症に対するトレドミル運動試験とホルター心電図検査の比較

(第16回 循環器負荷研究会, 1983年2月12日)

鈴木 健\*・岸田 浩\*・齊藤 勉\*  
子島 潤\*・畑 典武\*・飯田 信子\*

## はじめに

トレドミル運動試験は労作性狭心症の診断および定量的評価に有用である。一方、ホルター心電図は日常生活中に生じた自然発作を全経過にわたり記録できるため、狭心症の診断のみならずその発作状況や臨床的特徴をも明らかにすることができる。したがって、両者の併用は狭心症に対する臨床的意義をさらに高めることが推測される。そこで、かかる点を明らかにするために、両者により得られた狭心症発作心電図における ST 偏位の検出率、発作時心拍数などを調べ、冠動脈造影所見とも比較・検討した。

## I 対象および方法

対象は労作時狭心痛を有し、トレドミル運動試験、ホルター心電図および冠動脈造影を施行した75例 (男61例, 女14例, 55.1±8.7歳) である。症例の内訳は

労作時のみに狭心痛を訴えたもの42例, 労作時および安静時の両方に訴えたもの33例である。なお、心筋梗塞後狭心症, 脚ブロック, 左室肥大, 心筋症例は本研究から除外し, 抗狭心症薬は少なくとも各検査施行24時間前より中止した。

運動試験は Bruce のプロトコルにしたがった。誘導方法は双極3誘導からなり, その誘導部位は修正第II, V<sub>1</sub>およびV<sub>5</sub>誘導である。運動終了点は0.1mV以上の虚血性ST低下又は上昇, 不整脈出現ならびに胸痛出現などの自覚症状出現とした。判定は胸痛を訴えかつ0.1mV以上の虚血性ST低下又は上昇を認めた場合を陽性とした。

ホルター心電図記録は Avionics 社製 Model 425ないし445 B Cardiocorder を用い, 誘導は双極2誘導で, 原則として修正第IIとV<sub>5</sub>誘導を用いた。ホルター心電図の再生装置は Avionics 社製 Model 660Bであり, 医師が再生記録に従事し, 自覚症を伴った箇

\* 日本医科大学 第一内科

所やトレンドグラムにて ST 偏位を認めた箇所は実時間心電図に再生した。また, Aduance Med. 社製 Eliminator にて24時間心電図のすべてを再生し, 0.1 mV 以上の虚血性 ST 低下又は上昇が1分間以上持続した場合を有意な ST 偏位とした。運動試験とホルター心電図記録は大部分の例で10日以内の間隔で行われた。

冠動脈造影は Judkins 法にて行い, 左冠動脈は少なくとも3方向, 右冠動脈は少なくとも2方向より撮影し, 狭窄度の計測は3人の医師にて行い, 実測50%以上の器質的狭窄を有意病変とした。

## II 結 果

図1は運動試験, ホルター心電計により得られた

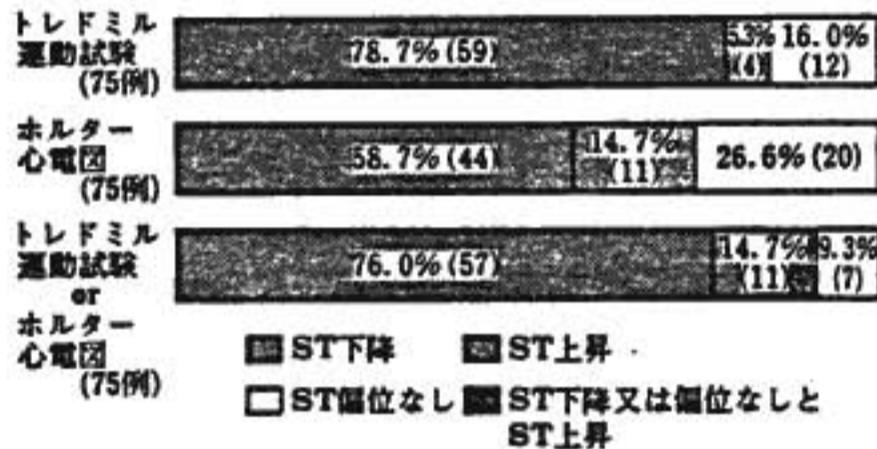


図1 トレッドミル運動試験とホルター心電図における ST 偏位

ST 偏位検出率を示す。運動試験における有意の ST 偏位は75例中63例 (84.0%) にみられ, うち59例 (78.7%) は ST 低下型, 4例 (5.3%) は ST 上昇型であった。ホルター心電図による ST 偏位は55例 (73.4%) に認められ, ST 低下型は44例 (58.7%) と運動試験に比し低率であったのに対し, ST 上昇型は11例 (14.7%) と高率であった。さらに, 下段に示すごとく, 両者のいずれかに ST 偏位を呈したものは75例中68例 (90.7%) に認められた。

表1は運動試験とホルター心電図における ST 偏位パタンの関係を示す。運動試験にて ST 低下を呈したものは75例中59例 (78.7%), ST 上昇5.3%, 偏位なし16%であるのに対し, ホルター心電図ではそれぞれ58.7%, 14.7%, 26.6%であった。したがって, ST 低下例は ST 低下例は前者で多く, 上昇例は後者で多かった。

表2は, 両者の試験による ST 偏位検出率を発作様

表1 トレッドミル運動試験とホルター心電図所見の対比

		ホルター心電図			
		ST 下降	ST 上昇	偏位なし	症例数
トレッドミル運動試験	ST 下降	44	2	13	59
	ST 上昇	0	4	0	4
	偏位なし	0	5	7	12
		44	11	20	75

表2 トレッドミル運動試験及びホルター心電図所見と発作様式の関係

狭心症	症例数	トレッドミル運動試験	ホルター心電図	なし
労作	42	40 (95.2%)	30 (71.4%)	2 (4.8%)
労作兼安静	33	23 (69.7%)	25 (75.8%)	5 (15.2%)
	75	63	55	7

式で比較検討した。労作時のみに狭心痛を有した42例のうち, 運動試験による ST 偏位は40例 (95.2%) に出現し, ホルター心電図における30例 (71.4%) に比して高率であった。一方, 労作時および安静時の両方に狭心痛を有した33例のうち, 運動試験による ST 偏位は23例 (69.7%) であり, ホルター心電図による25例 (75.8%) に比して低率であった。ST 偏位出現時最大心拍数は図2に示すごとく運動試験では133±22/分, ホルター心電図では122±23/分であり, 後者よりも前者において有意に高かった (P<0.01)。

図3は両検査法における ST 偏位と冠病変の関係につき検討したものである。上段左図の運動試験による ST 偏位出現頻度は冠動脈正常例では8例中1例 (12.5%) であり, 1枝および2枝病変の出現頻度は増加傾向にあったが, 3枝および左主幹部病変 (LMT) 例では逆に低下した。このことは, 3枝, LMT 病変例では胸痛出現前に著明な ST 低下を認め運動を中止したためであると考えられる。一方, ホルター心電図の ST 偏位出現頻度は冠動脈罹患枝数が増加するほど高率であった。以上より, 冠病変に対する sensitivity, specificity は運動試験ではそれぞれ71.6%, 87.5%, ホルター心電図では61.2%, 50.0%であり, ともに後者よりも前者にて高値であった。さらに, 両検査を併用すると, sensitivity は83.9%に上昇したが specific-

ity は37.5%と低下した。Specificity 低下の原因には冠動脈の収縮による機能的狭窄の関与が考えられる。そこで、冠収縮の影響を除去するため運動試験またはホルター心電図にて ST 上昇が出現した13例を除く62例につき同様の検討を行った。図4 上段左に示す運動試験による ST 偏位は冠動脈正常群ではみられなかつ

たが、以後罹患枝数が増加するとともに出現率が増加した。3枝および LMT 病変例で出現率が低かったのは前記のごとくである。一方、ホルター心電図による ST 偏位出現率は、正常および1枝病変例では40%前後であったが、以後病変数が増すほど増大し、LMT 例では100%であった。以上より、両試験の sensitivity, specificity は運動試験にて71.9%, 100%, ホルター心電図にて59.6%, 60.0%であり、後者に比し前者の方がともに高値であった。また、両者の併用では80.7%, 60.0%であり、specificity は前述の37.5%に比して上昇した。

### III 考 案

著者らの成績によれば、ST 偏位は運動試験にて84.0%、ホルター心電図にて73.4%に認められ、両者を併用するとその検出率は90.7%に上昇した。運動試験による検出率は Sheffield<sup>1)</sup>, Mason<sup>2)</sup> らの報告した80~90%とほぼ一致したが、ホルター心電図のそれは Wolf<sup>3)</sup>, Crawford<sup>4)</sup>, Stern<sup>5)</sup>, Kunkes<sup>6)</sup> らの報告した51~64%に比して高かった。また、ST 偏位パターンについて、ST 低下型の検出率はホルター心電図よりも運動試験の方で高いのに対し、ST 上昇型では運動試験よりもホルター心電図の方が高かった。この理由としては、運動試験にて ST 不変又は低下例の一部がホルター心電図により ST 上昇を呈したためであ

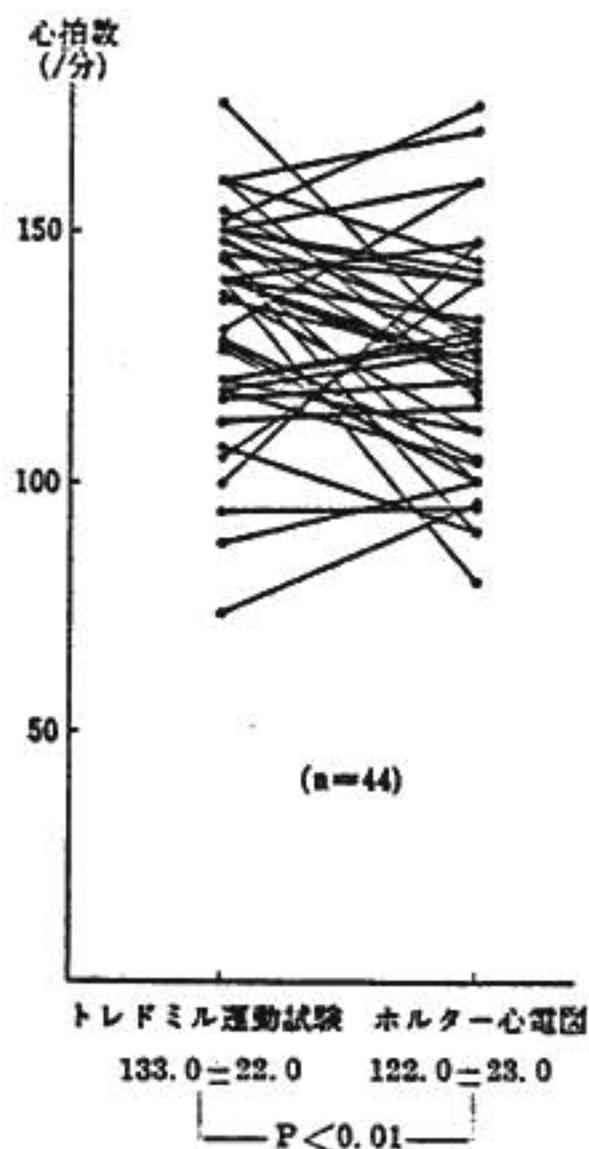
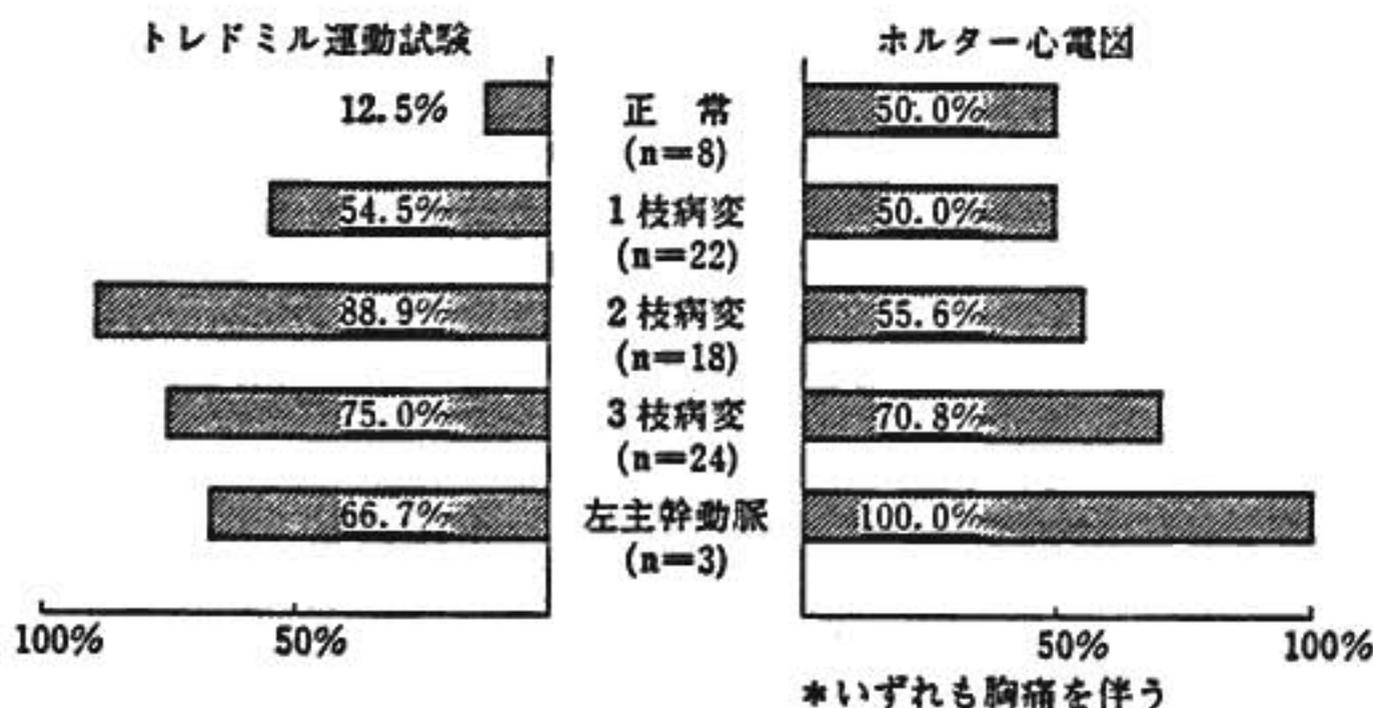
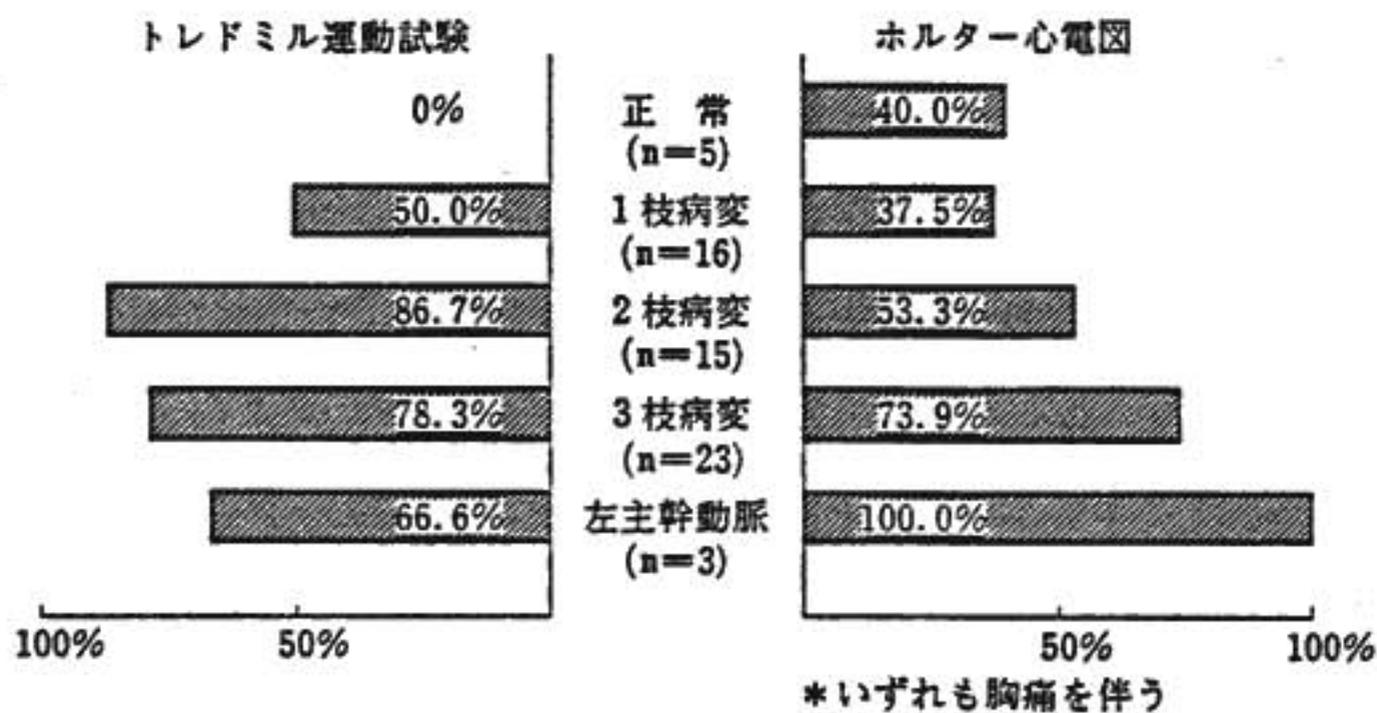


図2 両試験における ST 下降時の最大心拍数の比較



	トレッドミル運動試験	ホルター心電図	トレッドミル運動試験 or ホルター心電図
Sensitivity	71.6%	61.2%	80.6%
Specificity	87.5%	50.0%	37.5%

図3 両試験における ST 偏位出現例と冠動脈造影所見



	トレッドミル 運動試験	ホルター 心電図	トレッドミル運動 試験 or ホルター心電図
Sensitivity	71.9%	59.6%	80.7%
Specificity	100%	60.0%	60.0%

図4 両試験における ST 偏位出現例と冠動脈造影所見 (ST 上昇例は除く)

る。

著者らの成績から運動試験による ST 上昇は5.3%に認められたがこれまでの報告<sup>7-9)</sup>の1.1%~3.5%より高率であった。運動試験における一過性 ST 上昇は主要冠動脈の狭窄以外に一過性左室壁異常運動によっても生じるとされている。著者らの例では全例に心筋梗塞の既往がなかったため運動によって冠狭窄が誘発され、そのために生じた貫壁性心筋虚血による ST 上昇と考えられる。

ホルター心電図は運動試験より ST 上昇の検出率が高かったが、ホルター心電図は安静時における ST 偏位検出に有利なためである。このことは、労作兼安静狭心症における ST 偏位検出率が運動試験よりもホルター心電図で高かったことと関係がある。

器質的冠病変に対する運動試験の sensitivity, specificity が高率であることはすでに報告されている<sup>10-12)</sup>。ST 上昇型狭心症を除く62例での検討では、sensitivity, specificity は運動試験でそれぞれ89.5%, 100%であるのに対し、ホルター心電図では59.6%, 60.0%といずれも前者よりも低値を示した。ホルター心電図による sensitivity, specificity は Crawford<sup>4)</sup>らによればそれぞれ62%, 61%であり、我々の結果とはほぼ同様であった。一方、Stern<sup>3)</sup>らによるホルター心電図の sensitivity は90.3%, specificity は78.9%

と我々の値より高かった。この成績は運動試験で検出されない狭心症や運動試験ができない例に用いたためと考えられる。

以上より、運動試験は労作時狭心痛を有する例の診断および冠病変の判定に有用であり、ホルター心電図は安静発作を有する例の診断に有用で、両者を併用することにより一層診断率を高めることができ、かつ病像の把握に有益であると考えられる。

## ま と め

狭心症に対する運動試験とホルター心電計の有用性につき検討した。運動試験は ST 偏位検出率が高く、とくに労作狭心症の診断と器質的冠病変の存在の判定に有用であった。一方、ホルター心電図は運動試験に比べ ST 偏位検出率や冠病変の診断率は低いが、安静狭心症の診断には有用であった。したがって、両検査法の併用は ST 偏位検出率の上昇および病像の把握に効果的である。

## 文 献

- 1) Sheffield L. T., et al. : Circulation 32 : 662, 1965.
- 2) Mason R. E., et al. : Am. Heart. J. 71 : 196, 1966.
- 3) Wolf E., et al. : Br. Heart. J. 36 : 90, 1974.

- 4) Crawford M. H., et al. : Ann. Intern. Med. 89 : 1, 1978.
- 5) Stern S., et al. : Circulation 52 : 1045, 1975.
- 6) Kunkes H. S., et al. : J. Electrocardiol. 13 : 341, 1980.
- 7) Ellestad H. M. : Stress testing. F. A. DAVIS COMPANY., PHILADELPHIA, (p. 120) 1977.
- 8) Longhurst C. J., et al. : Circulation 60 : 616, 1979.
- 9) Chahine A. R., et al. : Circulation 54 : 209, 1976.
- 10) Mason R. E., et al. : Circulation 36 : 517, 1967.
- 11) Roitman D., et al. : Ann. Intern. Med. 72 : 641, 1970.
- 12) Goldschlager N., et al. : Ann. Intern. Med. 85 : 277, 1976.

# 循環器負荷研究会

第16回 昭和58年2月12日 エーザイ株式会社本社新館5階ホール

## 研究報告 (第16回)

### 1. 運動負荷と心室性期外収縮一心拍数との関連について

東京大学医学部 第二内科

大城 雅也, 川久保 清, 川原 貴, 野崎 彰

真島 三郎, 村尾 覚..... (221)

### 2. Ergometer 負荷時の QRS complex の変化

千葉大学医学部 第三内科

中山 章, 山本 和利, 石出 猛史, 山田憲司郎

蒔田 国伸, 水野 毅, 斉藤 俊弘, 稲垣 義明..... (223)

### 3. 運動負荷試験時の septal Q

—冠動脈造影による検討—

浜松医科大学 第三内科

神川 正, 鈴木与志和, 小林 明, 林 秀晴

榊村 義典, 山崎 昇..... (227)

### 4. 虚血性心疾患における運動負荷時陰性U波の臨床的意義について

三重大学医学部 第一内科

増田 岳一, 山門 徹, 近藤 正士, 森 拓也

市川 毅彦, 中野 赴, 竹沢 英郎..... (231)

### 5. 前壁梗塞症における運動負荷時 ST 上昇の意義

久留米大学医学部 第三内科

冷牟田浩司, 葉 昌義, 池田 久雄, 島松 昌由

牛嶋 久, 大北 泰夫, 戸次 久敏, 寺沢 正寿

戸嶋 裕徳

久留米大学附属循環器病研究所

宇津 典彦..... (233)

6. 運動負荷時の指示薬希釈法による心拍出量測定上の問題点  
 関東通信病院 循環器内科  
 加藤 紀久, 井上 寛一, 中島 敏明, 海田 俊一  
 小野 彰一, 板井 勉, 村山 正博…………… (237)
7. 心筋梗塞患者の安静及び運動負荷時の心機能  
 山口大学医学部 第二内科  
 吉野 文雄, 松田 泰雄, 三浦 俊郎, 森谷浩四郎  
 河野 通裕, 藤井 崇史, 片山 和裕, 小川 宏  
 尾崎 正治, 久萬田俊明, 楠川 禮造…………… (240)
8. 傾斜負荷 (ramp function exercise) 法の生理学的及び方法論的検討  
 山形大学医学部 中央検査部  
 山口 一郎, 宮沢 光瑞  
 同 第一内科  
 小松 栄一, 安井 昭二…………… (243)
9. イソプロテレノール負荷心エコー図法による冠動脈疾患の評価  
 筑波大学臨床医学系 内科  
 諺坂 隆一, 松本 龍馬, 藤田 享宣, 飯田 啓治  
 松田 光生, 杉下 靖郎, 伊藤 巖…………… (246)
10. 健常者運動負荷におけるヘモグロビン酸素親和性の意義  
 —Cinepazide maleate の効果—  
 東京大学医学部 第四内科  
 内藤 顕, 酒井 規光, 岡 由紀子, 天野 直美  
 蘇原 寛敏, 定 利勝, 林 直樹, 竹内馬左也…………… (250)
11. 下肢屈伸運動に対する末梢静脈圧反応と  
 血漿ノルアドレナリンの関係  
 岐阜大学医学部 第二内科  
 石村 耕二, 森 美温, 湊口 信也, 鈴木さくら  
 伊藤 裕康, 平川 千里…………… (252)
12. 運動に伴う体表動脈の拍動の評価の試み  
 —血管運動図による—  
 信楽園病院  
 筒井 牧子  
 山梨医科大学 第二内科  
 田村 康二…………… (255)
13. 狭心症に対するトレッドミル運動試験とホルター心電図検査の比較  
 日本医科大学 第一内科  
 鈴木 健, 岸田 浩, 齊藤 勉, 子島 潤  
 畑 典武, 飯田 信子…………… (258)