

I 運動負荷試験の再現性

1) 運動負荷における心拍出量個人差の意義

山口 一郎・小松 栄一・宮沢 光瑞\*

健常人を対象として、運動負荷時心拍出量の著しい個体差の意義を、体内酸素運搬動態の観点より検討した。

I 対象並びに方法

器質的心肺疾患の既往がなく自覚的に健康な若年男性ボランティア40名(年齢20~35, 平均27.3歳)を対象とした。空腹時室温24~26℃にて被検者を仰臥位とし、安静20分の後50 Wより3分毎25 W漸増する臥位最大負荷試験(Siemens Elema, 380 B エルゴメータ)を施行し、最大静脈血乳酸レベル7 mM/l以上を最大負荷達成の基準とした。全経過中心電図(CM-5)をモニターし、自動呼気ガス分析器(アニマ, R 1500 S)により分時酸素摂取量( $\dot{V}O_2$ )を連続測定し、安静後半10分間の平均値を安静時 $\dot{V}O_2$ 、各負荷段階最終1分間の $\dot{V}O_2$ を該当負荷量に対する $\dot{V}O_2$ とした。負荷前及び各負荷段階最終30秒間に、色素希釈法(右鎖骨下静脈注入, 耳朶検出)によって心拍出量(Q)を測定し、既報の安静値補正<sup>1)</sup>、及び運動時の実測ヘマトクリット(Coulter Splus III)変化に対する補正<sup>2)</sup>を行った。 $\dot{V}O_2/Q$ から動静脈酸素較差(av O<sub>2</sub>D)を算出した。数値は平均値±標準偏差で表し、個体差の程度を分散係数(CV)で表した。

II 成 績

全40例が心電図上病的変化なく最大乳酸値7 mM/l以上に達し、最大負荷量は115~200, 平均148±19 Wで、39例が125 Wを完了した。図1に安静時、50~125 W時及び最大負荷時の $\dot{V}O_2$ 、Q、av O<sub>2</sub>D 3者の推移を示した。 $\dot{V}O_2$ とQの平均値は安静時から100 Wまで直線的に増加し、従ってav O<sub>2</sub>Dは双曲線状に推移した。それ以上の負荷量では $\dot{V}O_2$ 増加度が上向き、Q増加度が減少、av O<sub>2</sub>D

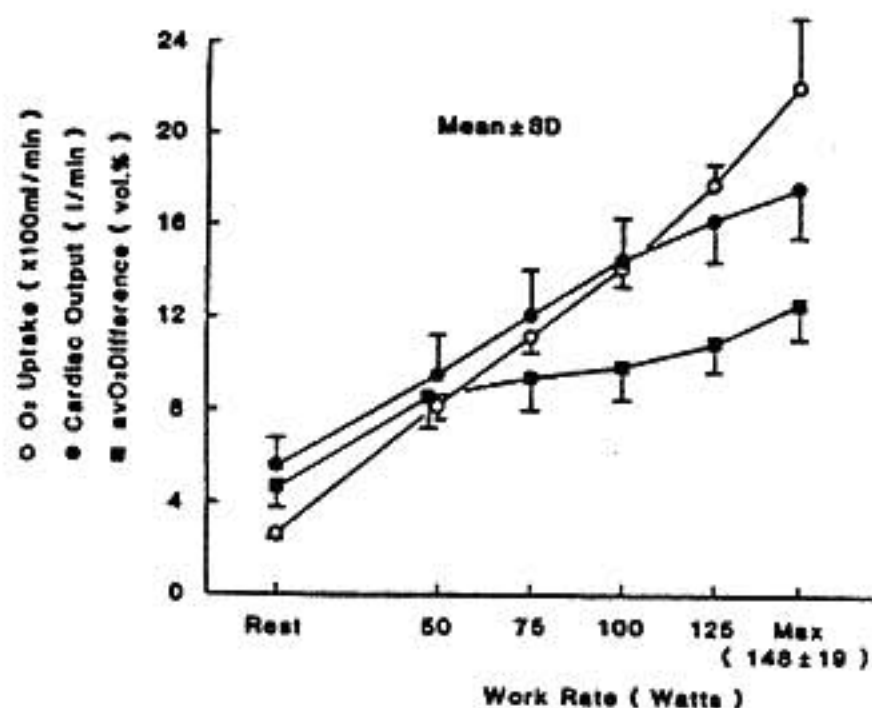


図1 健常人40例における段階的運動負荷時の体内酸素運搬動態

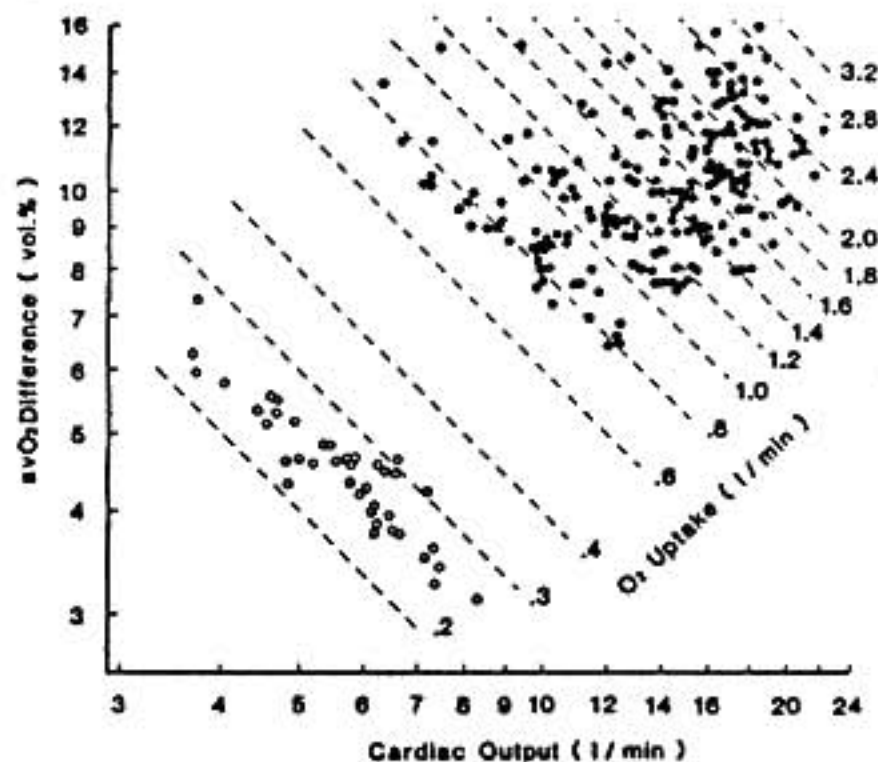


図2 健常人40例における安静時(白丸)及び段階的運動負荷時(黒丸)の酸素摂取量、心拍出量、動静脈酸素較差の相互関係

がプラトーより上昇に転じた。同一負荷時のCVは $\dot{V}O_2$ で5~6%と小であったのに対し、Q、av O<sub>2</sub>Dは12~16%とはるかに大であった。

図2に全測定値を示した。各点が一例の一条件下の $\dot{V}O_2 = Q \cdot avO_2D$ の関係を示している。白丸は安

\* 山形大学 中央検査部

静時, 黒丸は運動時で,  $\dot{V}O_2$  が 0.8 l/min 付近の分布は 50 W 時, 以下 1.0-1.2 が 75 W 時, 1.4 付近が 100 W 時, 1.8 付近が 125 W 時であり, 同一条件下で  $\dot{V}O_2$  分布幅が狭く,  $\dot{Q}$ ,  $avO_2D$  は反比例の関係で広く分布する様子が明確に把握される。

$\dot{Q}$ ,  $avO_2D$  各々の最大値の平均値 + 2 標準偏差を両者の上限とし, 図 2 で観察された分布域を組み合わせると, 図 3 の破線の両端を境界とする 5 角形の領域が設定され, これは本邦 20-30 台健常男子の安静時~運動時の体内酸素運搬様式のおおよその正常域と考えられた。図 3 中黒丸は 40 例の平均推移で, 正常域のほぼ中央に位置した。白丸で示した NO, TK の 2 例は共に 200 W を完了し, 200 W 時の動態は同等であったが, その推移は全く異なり, 各々正常域の辺縁に位置した。他 38 例も様々な推移を示した。

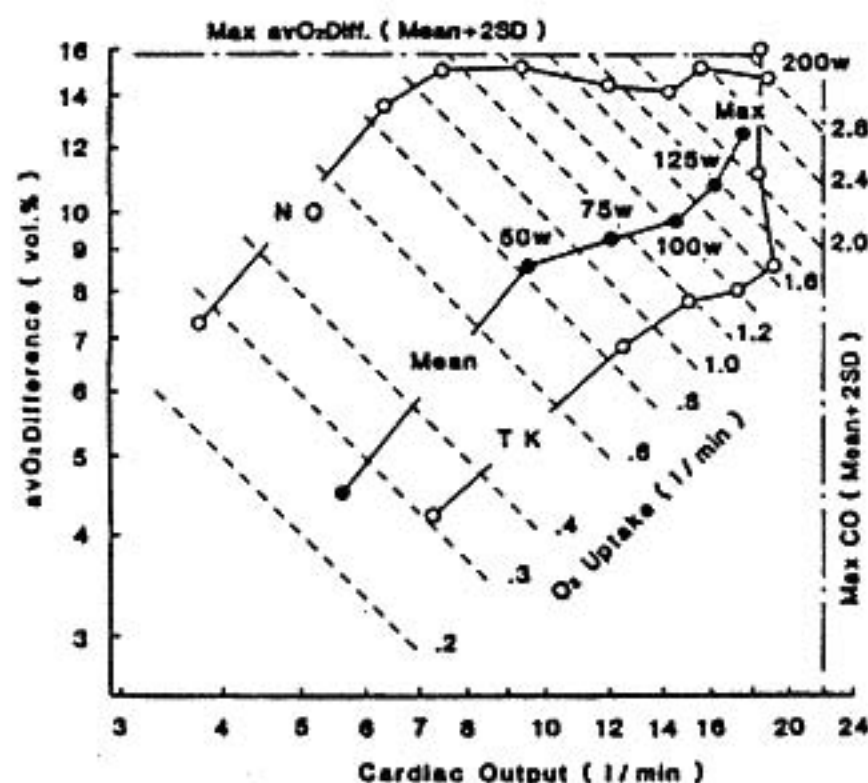


図 3 健常人 40 例の成績より得られた体内酸素運搬における正常域  
黒丸は 40 例の平均推移, 白丸は正常域辺縁を推移した対照的 2 例 (NO, TK) を示す。

### III 考 察

健常人の動的運動時  $\dot{Q}$  は, 中等度運動負荷段階までは  $\dot{V}O_2$  1 l/min 増加に対して約 6 l/min の割合で増加し, この比率の個体差は小で, 従って一定  $\dot{V}O_2$  時の  $\dot{Q}$  個体差は安静時  $\dot{Q}$  の個体差で規定されるといわれている<sup>34)</sup>。しかしこの直線関係が高度負荷時にも成立するか否かに関して意見は一定していない<sup>35)</sup>。今回の成績では, 図 1 より明らかな如く  $\dot{V}O_2$ - $\dot{Q}$  関係は安静時より中等度負荷 (100 W) まではほぼ直線, 高度負荷では  $\dot{Q}$  増加度が低下したが, これが Åstrand ら<sup>4)</sup> の坐位 cycling 時の成績と一致したことより, 体位によらない cycling 時の  $\dot{Q}$  反応様式と考えられた。しかしながら特筆すべきは, 図 2 の幅広い分布及び図 3 の 2 例に見られるが如き大幅な個体差の存在であり, この事実より個々例の運動時心行動の検討に当たって, 上記の平均的反應様式を基準としてそのまま適用するのは極めて危険であると考えられた。個体差がいかなるメカニズムによるかが今後の検討課題であり, それには一例一例における  $\dot{Q}$  反應様式の吟味が必要とされよう。この個体差が疾患心における運動時病態生理を修飾する一要因である可能性も高く, 看過できない主題と考えられる。

### 文 献

- 1) 山口一郎, 他: 呼吸と循環 33: 第 8 号掲載予定, 1985.
- 2) 小松栄一, 他: 呼吸と循環 33: 285, 1985.
- 3) Ekelund L.G. et al: Circ Res 20 and 21 (Suppl. 1): 33, 1967.
- 4) Clausen J.P.: Progress in Cardiovascular Disease 16: 459, 1976.
- 5) Åstrand P.O. et al: J Appl Physiol 19: 268, 1964.

## 2) 運動耐容能の再現性と最大体酸素摂取量

里村公生<sup>\*1</sup>・栗田明<sup>\*1</sup>・関秀一<sup>\*2</sup>  
 高瀬凡平<sup>\*1</sup>・荒川宏<sup>\*1</sup>・渋谷利雄<sup>\*1</sup>  
 水野杏一<sup>\*1</sup>・細野清士<sup>\*1</sup>・中村治雄<sup>\*1</sup>

## はじめに

運動負荷試験で抗狭心症剤の治療効果判定や心機能の評価を行う場合, しばしば負荷テストの再現性が問題となる。我々は, 冠動脈に有意の狭窄を有する労作性狭心症例を対象に体酸素消費量を測定しながら, トレッドミルテスト(TM)を初回(60分間隔)と, やや長期(1~3週間後に60分間隔)の計4回を施行し運動負荷時の各種パラメータと体酸素消費量などの再現性につき検討した。

## I 対象・方法

典型的な狭心症発作を有し, 通常の冠動脈造影で有意(IVD $\geq$ 70%)な狭窄を有する労作性狭心症7例を対象とした。全例男で年齢は45歳から71歳であり, TMは少なくとも3回以上行った経験者で, その際いずれも虚血性のST降下をきたす症例である。TMはEllestadの方法<sup>1)</sup>に従い, 心電図はCM<sub>5</sub>の連続記録と, 次いでMarquette社のCase<sup>TM</sup>による誘導及びコンピューター処理によるV<sub>1</sub>, V<sub>s</sub>, aV<sub>r</sub>の3誘導の各ステージ毎の記録を安静時, 負荷中, 負荷中止5分後まで行った。その際の血圧はKorotkoff法で測定した。TM中止基準は胸痛, 虚血性ST降下, (Horizontal, Downsloping型, 1.0 mm Upsloping型, 1.5 mm 0.08" J点)やその他の一般的中止基準<sup>2)</sup>とした。酸素摂取量( $\dot{V}O_2$ )はMijnhart社のオキシコンシステム(OX-2)を用い, 1分毎に自動的に測定し, 検査時間はいずれも, 午後, 食後少なくとも2時間以上経過した時期に施行した。

## II 再現性の検討

TMを施行するさい, 時間的な要素を考慮に入れ

て(1st, 2nd), 1~3週間後に再び60分間隔で2回(1st, 2nd)実施し, その際の心拍数(HR)収縮期, 拡張期血圧(BPs, BPd) pressure rate product (PRP: HR $\times$ BPs),  $\dot{V}O_2$ , 運動持続時間を比較検討した。

## III 成績

安静時においては, 表1に示すように初回の1st-2ndを比べると再現性に関しては, 収縮期, 拡張期血圧, PRP, 運動負荷時間については良好な関係( $P < 0.01$ )が認められたが, 心拍数や $\dot{V}O_2$ は有意な関係は得られなかった。また同表下段に示すように, 1~3週後の1st-2ndを比べると, 拡張期血圧の値以外は良好な関係( $P < 0.01$ )が得られた。運動負荷時について調べてみると, 初回と1~3週後とも, 1st-2ndの間では, 拡張期血圧の再現性が悪かったものの他パラメータに関してはほぼ有意な関係が得られた。すなわち, PRPにおいては, 1st-2ndの比較では, 最大負荷時, 初回は相関係数 $r = 0.92$ に対し, 1~3週後のそれは $r = 0.79$ とともに, 有意な関係( $P < 0.01$ )が得られた。 $\dot{V}O_2$ に関しては, 最大運動負荷時の1st-2ndでは, 初回は,  $r = 0.56$  ( $P < 0.05$ )とやや悪いものの, 1~3週間後のそれは $r = 0.93$  ( $P < 0.01$ )と良好な関係が得られた。初回と1~3週後を比較すると, 同表下段に示すように $r = 0.90$  ( $P < 0.01$ )なる有意な関係が得られた。安静時と運動負荷中の各ステージの値を集計してみると, 図1に示すように, PRPでは, 初回は $r = 0.95$  ( $P < 0.01$ ) 1~3週後は同図右に示すように $r = 0.89$  ( $P < 0.01$ )の関係が得られた。 $\dot{V}O_2$ に関しては図2左に示すように初回は $r = 0.86$  ( $P < 0.01$ ) 1~3週後は $r =$

\*1 防衛医科大学 第一内科 \*2 日本医科大学 第一内科

表1 トレッドミルテストにおける再現性の一覧表

	初 回		1~3週後		Coef Corr	Coef Corr
	1st	2nd	1st	2nd		
Rest						
HR b/min	72.7±3.6	71.0±1.4	72.0±4.0	75.1±5.9	0.31	0.90**
BPs mmHg	152.4±6.7	153.7±7.2	143.7±4.6	148.6±3.6	0.77**	0.94**
BPd mmHg	96.9±4.3	95.1±5.7	101.1±5.2	102.9±6.1		
PRP 10 <sup>2</sup> mmHg/min	111.6±8.6	109.0±5.0	103.2±5.3	111.7±9.2	0.73**	0.77**
$\dot{V}O_2$ ml/min	185.7±14.3	165.7±22.6	182.9±8.1	185.7±17.3	0.50	0.80**
Max Ex						
HR	124.0±4.7	123.6±5.8	128.1±7.9	121.4±0.5	0.92**	0.91**
BPs	176.9±9.6	186.9±11.6	184.9±7.6	172.1±10.1	0.92**	0.48
BPd	92.0±5.7	98.0±5.6	106.6±2.5	101.3±4.2		
PRP	219.9±16.6	230.6±18.2	238.1±20.8	209.9±23.5	0.92**	0.79**
$\dot{V}O_2$	993.3±146.8	913.3±110.4	1107.1±137.2	1041.4±133.3	0.56*	0.93**
duration (sec)	394.1±31.3	387.3±31.1	410.4±33.7	392.9±32.9	0.73**	0.90**

\* p&lt;0.05, \*\* p&lt;0.01 (mean ± SEM)

0.93 (P<0.01) の相関関係が認められた。なお負荷終了時における ST segment は初回 1st TM で  $-1.21 \pm 0.18$  mm (±SEM) に対し、2nd TM で  $-1.43 \pm 0.15$ , 1~3週間後の 1st TM で  $-1.03 \pm 0.18$  mm が 2nd TM で  $-1.41 \pm 0.20$  とやや低下する傾向を示したが、その値は有意でなく、また同程度の胸痛は約半数の症例に再現できた。

## IV 考 察

運動負荷試験による薬剤の治療効果の判定は、治療前後における血行動態、酸素摂取量、血中諸物質の変化、心電図変化、運動量などを比較して行うが、薬剤の真の効果を知るには、治療を行わなかった場合の成績も考慮せねばならず、運動負荷試験の再現性が時間によって影響されるか否かにつき、本研究において、同じ日に2回、及び1~3週後にも2回、いずれも60分間隔で同様に繰り返し短・長時間における再現性を検討した。その結果、血行動態の比較では、安静時でみると初回の心拍数と1~3週後の拡張期血圧で有意な相関が得られなかった。しかし、心拍数の平均値では、表1に示すようにほとんど同じくらいの値であった。なお、最大運動負荷時の値を調べてみると、初回の方が、1~3週間の60分間隔より良好な再現性が得られた。次いで初回 TM と1~3週間後 TM との比較では、表1右欄に示すように、ほぼ  $r = 0.67 - 0.90$  なる有意な関係が得られた。しかし、血行動態のパラメータの中で、拡張期血圧にばらつきが多くみられた。このことは、非観血的に血圧を測定したことによると思われる。

Starling ら<sup>3)</sup>は狭心症例を対象に TM を施行し3時間後と1週間以上後との再現性を報告している。それによると運動持続時間は3時間後及び1週間以上後に施行した方が有意に延長したが、PRP は我々と同じく短・長期とも良好な再現性を示した報告をしている。一方、Fabian ら<sup>4)</sup>は3カ月後の再現性を検討しており、最大運動負荷時の心拍数、収縮期血圧、ST segment の変化に再現性の良好さを認めている。

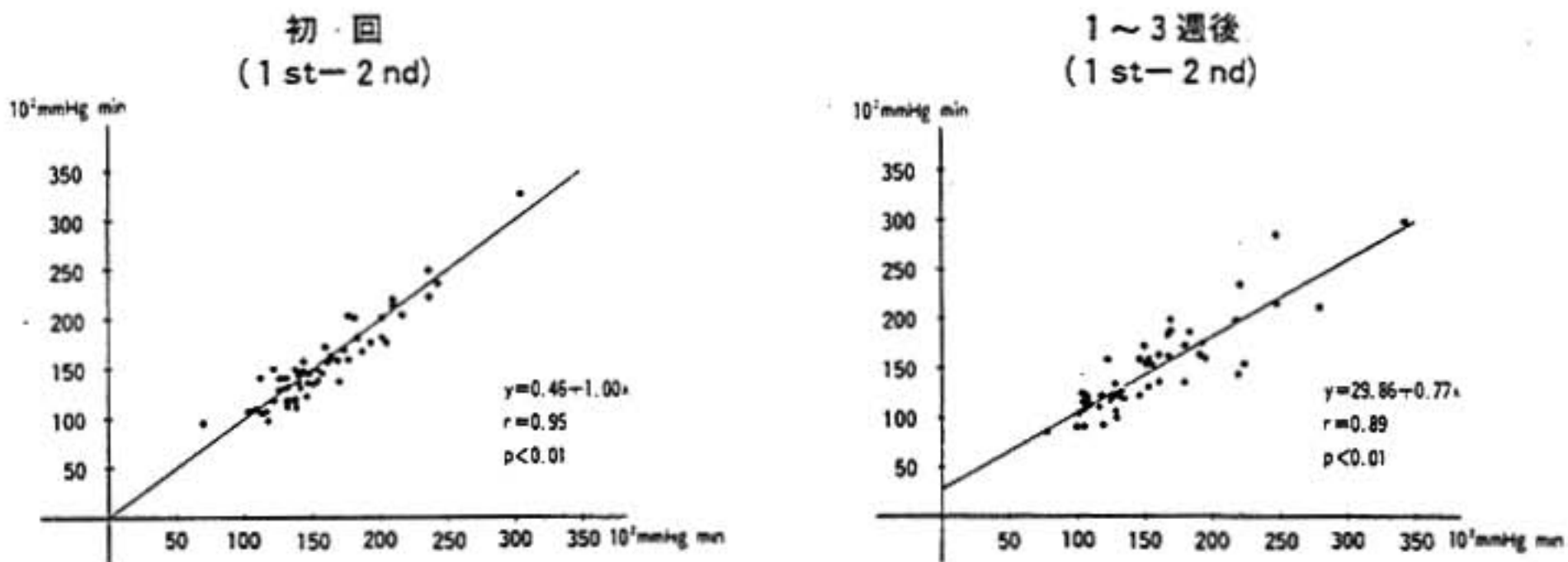
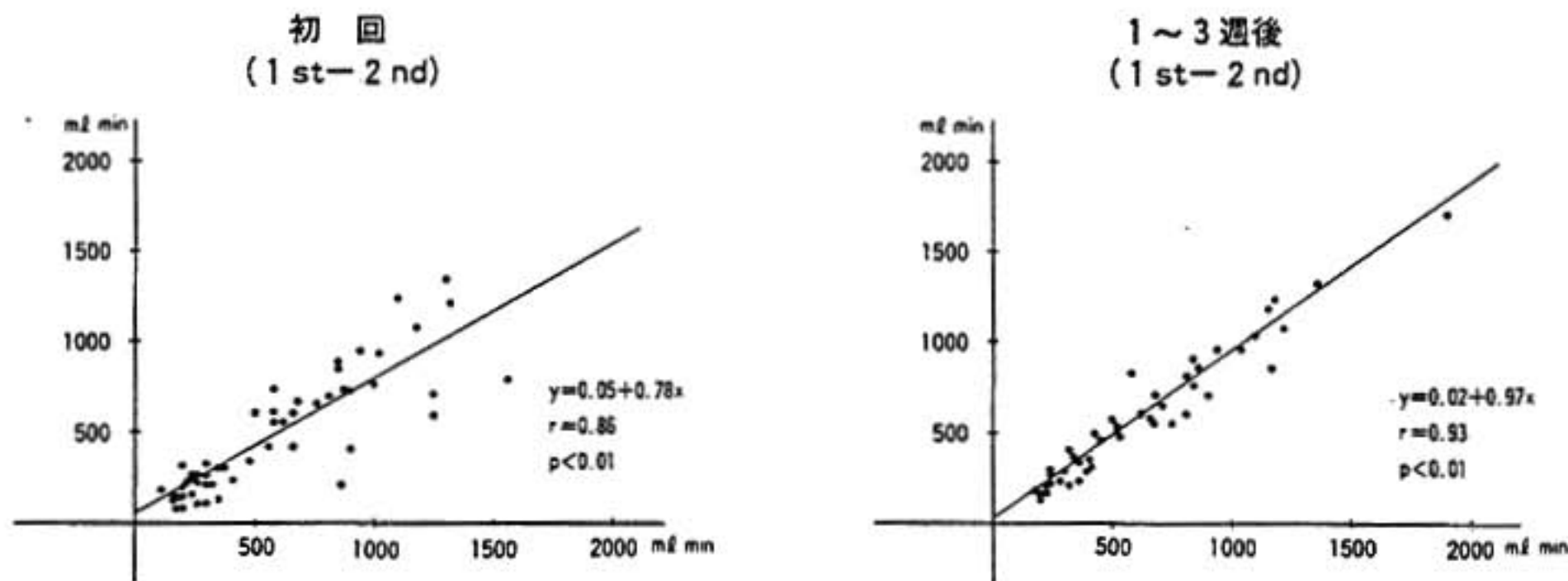


図1 TMテストにおけるPRPの再現性

n=116

図2 TMテストにおける $\dot{V}O_2$ の再現性

n=116

が、不整脈は再現性が悪かったと述べている。

一方、心拍出量と動静脈酸素濃度較差により左右される<sup>4)</sup>ことにより、体酸素消費量は、初回の安静時ではばらつきが大きかったが、1~3週後では安静時、最大運動負荷時とも良好な関係が得られた。このことは、初回のTM時には、マスクに慣れないがその後この装置に慣れた影響によるのかもしれない。いずれにしても、今回の成績でPRPと体酸素消費量に比較的良好な再現性が認められ、さらに同じ日に1時間間隔で行ったTMでは血行動態、酸

素摂取量ともほぼ同様な変動を示すことが認められたので、かかる事実をふまえて、薬剤の治療効果などを評価すべきであると考えらる。

## 文 献

- 1) Ellestad MH: Stress testing, principles and practice. F A Davis Co (2nd ed), p171, 1980.
- 2) Ibid: p177, 1980.
- 3) Starling MR, et al: Am Heart J 107: 298, 1984.
- 4) Fabian J, et al: Br Heart J 37: 785, 1975.
- 5) Hermansen L, et al: J Appl Physiol 26: 31, 1969.

### 3) 呼気ガス分析による嫌気性代謝閾値 (Anaerobic threshold) 測定法の検討

松 村 尚 哉<sup>\*</sup>・西 島 宏 隆<sup>\*</sup>  
児 島 俊 一<sup>\*</sup>・安 田 寿 一<sup>\*</sup>

#### はじめに

嫌気性代謝閾値 (AT) は、段階的運動負荷の際の血中乳酸値上昇開始時点と定義され<sup>1)</sup>、呼気ガス分析から非観血的にも測定しうる有用な好氣的運動耐容能の指標と考えられているが<sup>2,3)</sup>、この場合、酸素消費量と肺換気量の関係から、測定者が視覚的に推量・決定するため主観的要素の入る恐れがある。そこで本研究では客観的かつ数学的な AT 決定法を考案し、従来から我々が採用している視覚による方法と対比検討するとともに、視覚による方法の測定者内変動および測定者間変動についても検討を加えた。

#### I 対象と方法

I) 対象: 健常者 8 名 (N 群, 年齢  $31 \pm 9$  歳) と心筋症・弁膜症などの慢性心疾患 9 名 (C 群,  $44 \pm 12$  歳) を対象とした。

II) 運動負荷試験: トレッドミルによる 3 分毎漸増法とし N 群では Bruce 法、C 群では当科の Bruce 変法<sup>4)</sup>を用いて自覚的最大まで行った。呼気ガス分析にはモルガン社製 Oxylog とアニマ社製 R1500S を用いた。血中乳酸は各段階の最終 1 分以内に前肘静脈留置針から採血して Rosche 製 LH640 により測定した。

III) AT 測定法: 観血的方法では血中乳酸値を縦軸に、採血時点の酸素消費量を横軸にプロットして両者の関係を求め、非観血的方法では縦軸を肺換気量に代えてプロットした関係を求めて、以下のごとく AT 決定を行った。

(A) 視覚的方法 (図 1): 従来から我々が用いてきた方法であり、まず運動開始時の点と最大運動

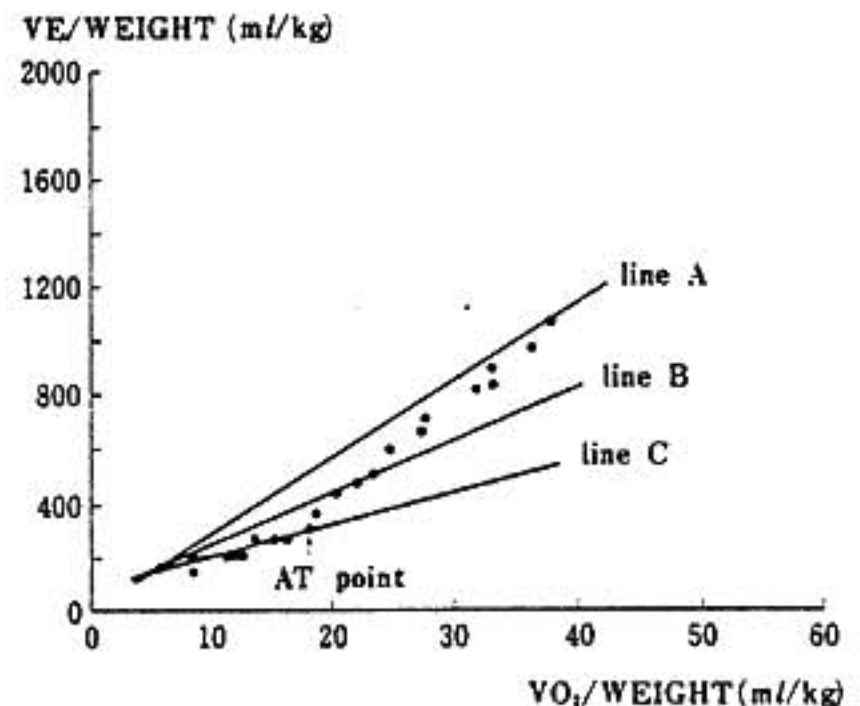


図 1 視覚的方法による嫌気性代謝閾値決定 (呼気ガスデータの例)

時の点を結び (C 線)、運動開始時を支点として順次下方に下げ、ほぼ各測定値が直線的に推移している線 (A 線) を同定してその最後の点を AT とした。観血的方法の場合は測定値間に内挿を加えた。

(B) 客観的方法 (図 2): AT が最大酸素消費量の 50~80% に相当するという既知の報告があ

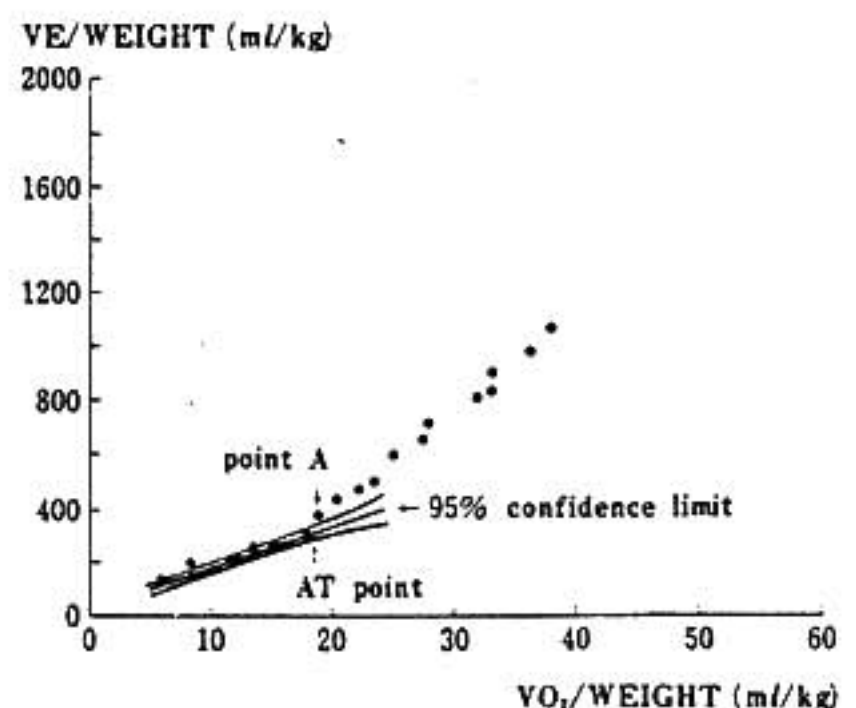


図 2 客観的方法による嫌気性代謝閾値決定 (図 1 と同一例)

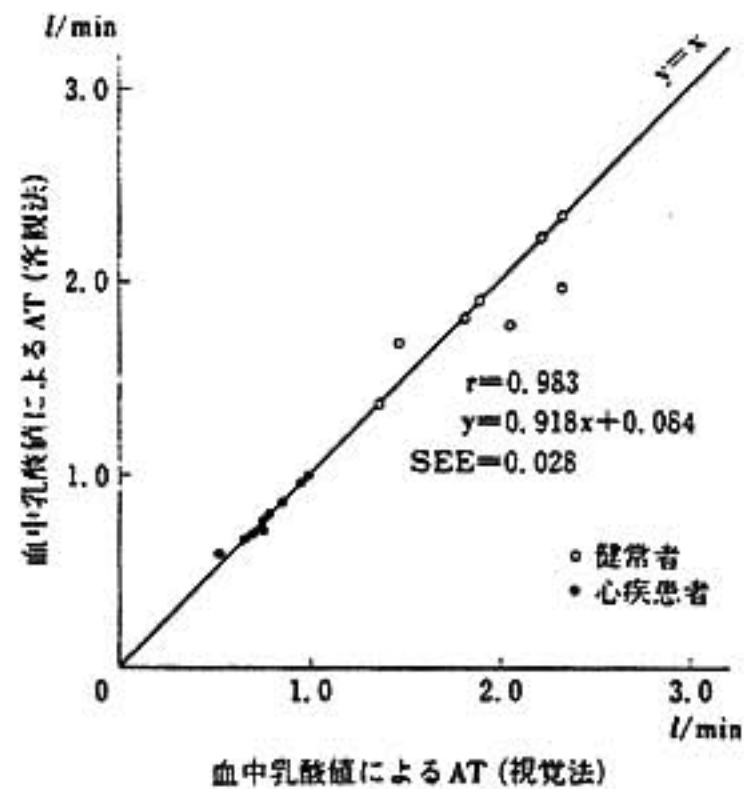
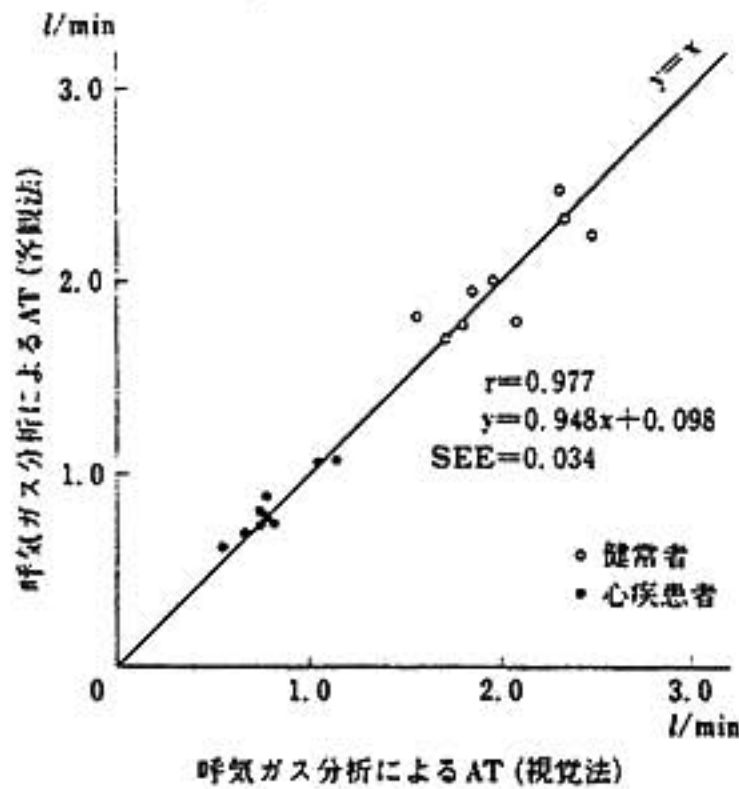


図3 視覚法と客観法によるAT決定の対比  
左図は呼吸ガス分析, 右図は血中乳酸値によるもの。

り<sup>1-3)16)</sup>, 本研究では最大酸素消費量の50%以下の測定値を直線回帰して95%信頼限界を求め, それを連続して上方にはずれる最初の点(A点)と95%信頼限界の最後の点の midpoint を客観的方法によるATとした。さらに呼吸ガス分析の視覚的方法によるAT決定を同一測定者が2度行った場合の測定者内変動と2人の測定者が個別に行った場合の測定者間変動を求めた。

## II 結 果

i) 運動負荷試験: 全例が息切れ・下肢疲労を中止理由とし, 最大酸素消費量はN群で  $50.0 \pm 4.9$  ml/kg/分, C群で  $24.1 \pm 3.8$  ml/kg/分 ( $P < 0.001$ )であった。また呼吸ガスから視覚的に決定したATはN群  $33.1 \pm 4.5$ , C群  $16.6 \pm 2.9$  ml/kg/分 ( $P < 0.001$ )とC群で低値となった。

### ii) AT決定法の検討

(A) 観血的方法と非観血的方法: 血中乳酸値および呼吸ガス分析によるAT決定をそれぞれ視覚的方法で行った場合, 両者の間には  $r=0.969$ ,  $y=1.020x-0.047$  l/分,  $SEE=0.043$ ,  $P < 0.001$ の直線関係があり良好の一致を見, 非観血的にAT測定が可能と考えられた。

(B) 視覚法と客観法の対比(図3): 血中乳酸値, 呼吸ガス分析それぞれのAT測定を視覚的方法(横軸)と客観的方法(縦軸)とで対比した。図に示すように視覚法と客観法はいずれもよく一致し,

従来の視覚によるAT決定に十分な客観性のあることが認められた。

(C) 測定者内変動および測定者間変動: 呼吸ガス分析から視覚的にAT決定を行った際, 同一測定者の2度の測定値間には  $r=0.989$ ,  $y=1.01x-0.04$ ,  $SEE=0.025$  ( $P < 0.001$ ), また個別の2人の測定者の決定した測定値間でも  $r=0.993$ ,  $y=0.963x+0.04$ ,  $SEE=0.02$  ( $P < 0.001$ )の直線関係を認め, いずれの変動も最大で約10%, 多くは5%以内であった。

## ま と め

嫌気性代謝閾値は呼吸ガス分析により非観血的に測定しうる有用な好氣的運動耐容能の指標と報告されているが<sup>1-3)</sup>, この場合, 視覚的に推量して決定するため主観的要素が介在する恐れがあった。本研究では, この視覚によるAT決定を定式化することにより十分な客観性が得られ, 測定者内, 測定者間変動の少ない有力な指標として嫌気性代謝閾値を採用しうることを明らかとした。

## 文 献

- 1) Wasserman K. et al: Am Rev Resp Dis 112:219, 1975.
- 2) Weber K T, et al: Circulation 65:1213, 1982.
- 3) Matsumura N, et al: Circulation 68:360, 1983.
- 4) 児島俊一, 他: 心臓 13:1239, 1981.
- 5) Davis J A, et al: J Appl Physiol 41:544, 1976.
- 6) 山辺 裕, 他: 日本臨床生理学会誌 14:149, 1984.

## 4) 低レベルより開始する運動負荷試験の再現性について —心不全患者と健康人における比較—

神奈木 俊子<sup>\*1</sup> . 富岡 宣良<sup>\*1</sup> . 木原 康樹<sup>\*1</sup>  
小坂田 元太<sup>\*2</sup> . 桜井 恒太郎<sup>\*1</sup> . 河合 忠一<sup>\*1</sup>

### はじめに

著者らが心不全患者に用いている低レベルより開始する運動負荷 protocol の再現性を健常者と心不全患者で検討したので報告する。

### I 対象並びに方法

健常群は21.5±2.1歳の男性8例, 心不全群は60.0±15.4歳の男性11例, 女性1例, 計12例で, NYHA 分類ではⅡ, Ⅲ度各5例, Ⅳ度2例である。健常群では表1の protocol による treadmill 最大負荷及び臥位 ergometer 負荷を2回ずつ行い, 心不全群では treadmill 試験を繰り返し行った。なお ergometer の37.5W は, 今回の健常群での検討の結果, のちに追加したものである。検査間隔は健常群では2時間ないし7日, 心不全群では平均18日であった。安静時, 負荷中毎分及び負荷終了後5分間, 血圧, 心電図を記録し, 健常群では酸素摂取量も継続的に測定した。

### II 結 果

a. 健常群: 2回の treadmill 試験における収縮期血圧と心拍数の各段階3分目の時間的変化を図1に示した。収縮期血圧が負荷3分目と終了後5分で, 2回目にやや低値をとったほかは, 最大負荷を含めた各段階で良好な再現性を示した。酸素摂取量も各段階にてよく一致した。ergometer 負荷では, 全段階を通じて収縮期血圧は2回目でやや低い傾向にあったが, 有意差を生じたのは15分目のみであった ( $P < 0.05$ )。一方, 心拍数, 酸素摂取量の再現性は各段階で良好であった。なお treadmill 負荷での運動時間は各回22.7±2.9対22.9±3.2分とほぼ同一であった。

b. 心不全群: 初回と2回目の treadmill 試験での収縮期血圧と心拍数を, 亜最大負荷までの各段階にてそれぞれ比較した (図2)。健常群と比較し全般にばらつきが大だが, ほとんどの段階で有意差は見られなかった。数回検査を繰り返したのちの同一投薬下での2回の検査 (平均4回目と5回目) でも,

表1 EXERCISE PROTOCOL

	(Treadmill)	(Ergometer)
	Sitting rest	Supine rest
	1.0mph, 0% grade, 3 min.	0watt 3min
	1.7mph, 0%	12.5watt
	1.7mph, 5%	25watt
		(37.5watt)
Bruce protocol	1.7mph, 10% (Stage I)	50watt
	2.5mph, 12% (Stage II)	75watt
	3.4mph, 14% (Stage III)	100watt
	⋮	

\*1 京都大学 第三内科 \*2 同 臨床検査医学



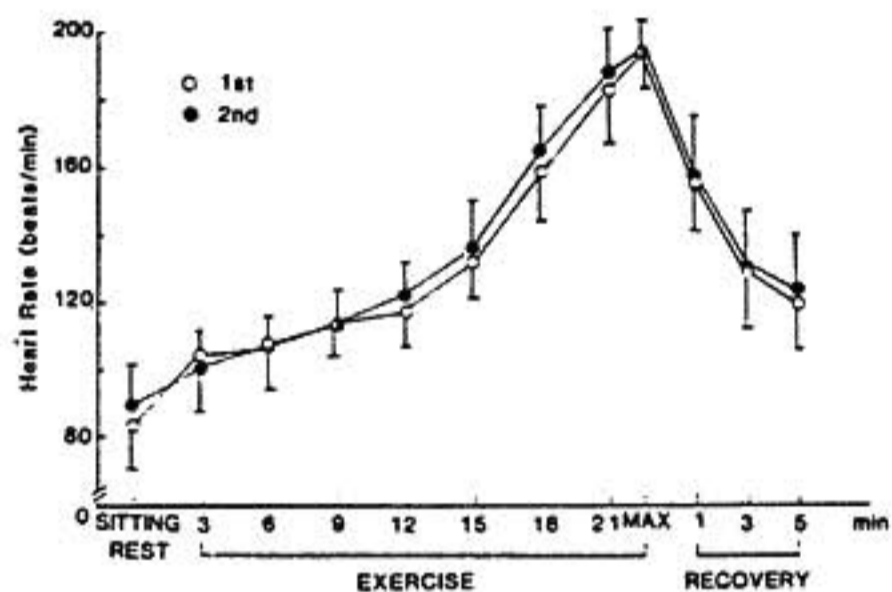
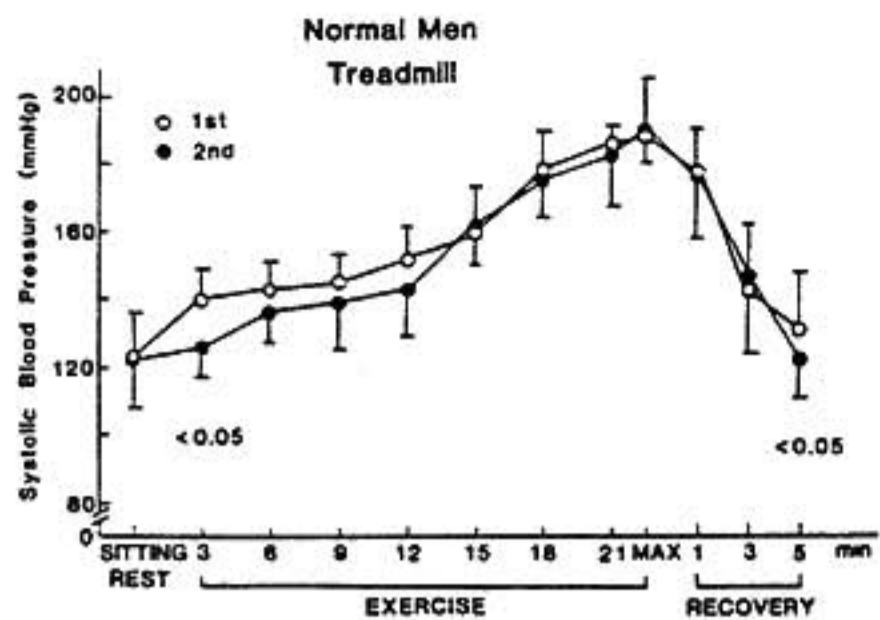


図 1

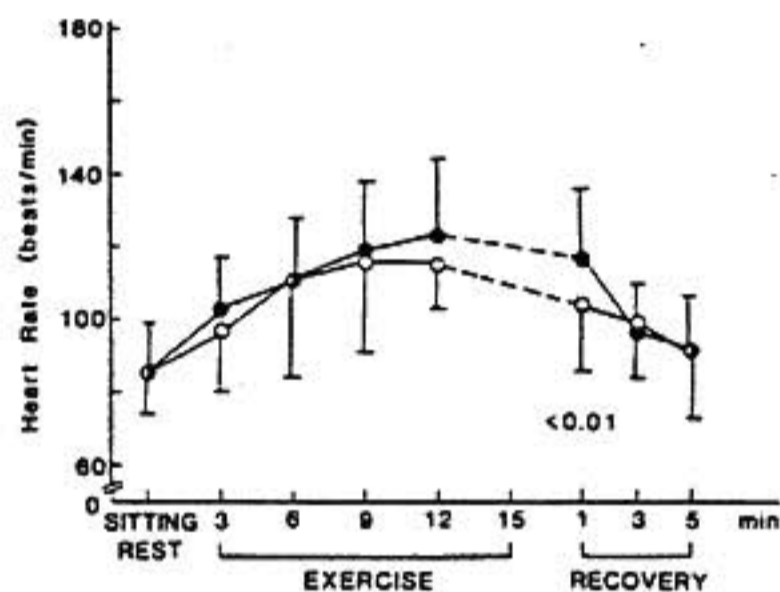
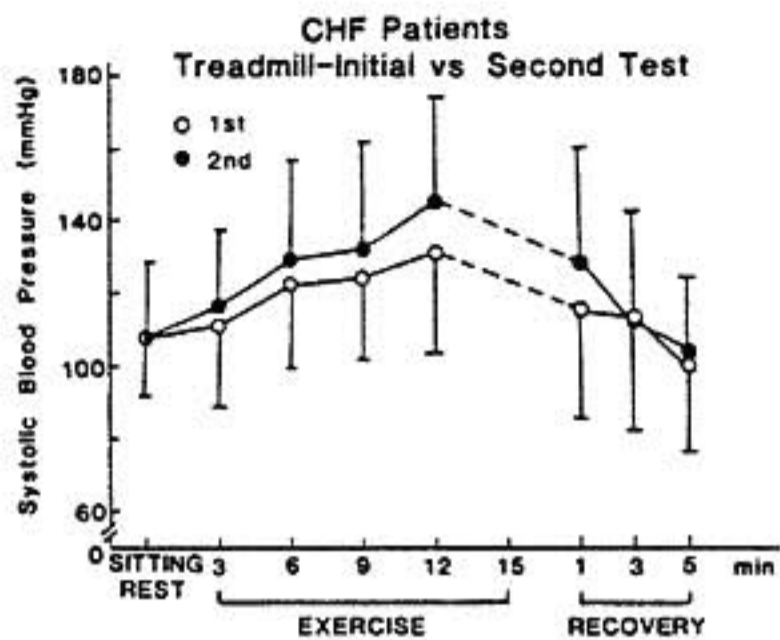


図 2

両変数の再現性は良好で、各段階で有意差を認めなかった。一方、最大負荷時の各変数を初回と2回目で比較すると(表2a), 収縮期血圧, double product, 運動時間が2回目で有意に増加したのに対し, 平均4回目と5回目の2回の検査ではこれらの変数はすべて有意の変化を示さず, 運動耐容能が安定したことを示した(表2b)。

### III 考 察

初回と2回目の運動負荷検査では, 最大負荷時の循環指標や酸素摂取量の変動は少ないものの運動時間に差があるとされている<sup>12)</sup>が, 今回健康者では運動時間を含め低レベルから最大負荷に至る諸指標に良好な再現性が得られた。その理由として, 対象者に関しては年齢が若く各人の運動耐容能まで到達しようとする動機づけの高いこと, 健康状態の変動が少ないこと, 検査施行上ではhandrailをバランスをとる以外の目的に使わないこと, 歩幅を適当とすること等を注意し, また, 4.75 mphまでの速度では走るより歩く方が運動の効率がよく<sup>13)</sup>, Bruce法

のstage III, IVを歩いた方が走るよりも運動時間が延長するとされる<sup>14)</sup>ため, これに従うよう注意したこと, 統計処理上はデータの比較的安定する各負荷段階3分目の値を用いたこと等が考えられるが, なおかつ初回の負荷第一段階では緊張して小刻みに歩いたりし, 血圧が有意に高値を示した。一方, 心不全患者で最大負荷時の収縮期血圧が初回より2回目で有意に高値をとり, 運動時間も延長した理由として, 病状不安定のためというより, 初回は不慣れや病状悪化への恐れ等より最大負荷以前に終る例の多いことが挙げられる。なお年齢が高く運動に慣れていないことの多い心不全患者ではhandrailに体重をかけてしまう人が多く, これも再現性を悪くする一因子と考えられる。心不全患者では初回と2回目, また $n_1$ 回目と $n_2$ 回目の検査はそれぞれ同一投薬下で行ったが, 2回目と $n_1$ 回目との間で治療が変わっている場合もあり, 一概には言えないが, 初期のうちを重ねる毎に運動耐容能の上昇する例が多い傾向にあった。

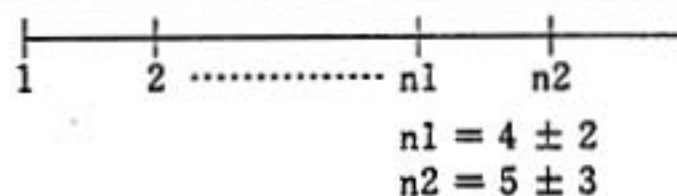
表2

a. Reproducibility at Maximal Exercise  
(Initial vs Second Test)

	SBP (mmHg)	HR (beats/min)	PRP $\times 10^{-2}$	Duration (min)	Vital Capacity (ml)
1st	116 $\pm$ 28	118 $\pm$ 26	141 $\pm$ 53	9.5 $\pm$ 4.7	2523 $\pm$ 619
2nd	131 $\pm$ 30	125 $\pm$ 27	168 $\pm$ 63	11.0 $\pm$ 4.4	2481 $\pm$ 513
p	<0.001	NS	<0.02	<0.05	NS

b. Reproducibility at Maximal Exercise  
(Stationary State)

	SBP (mmHg)	HR (beats/min)	PRP $\times 10^{-2}$	Duration (min)	Vital Capacity (ml)
n1th	126 $\pm$ 29	134 $\pm$ 29	170 $\pm$ 58	13.7 $\pm$ 3.8	2619 $\pm$ 605
n2th	126 $\pm$ 31	138 $\pm$ 20	174 $\pm$ 47	14.2 $\pm$ 4.0	2662 $\pm$ 507
P	NS	NS	NS	NS	NS



## 結 語

1. 低レベルより開始する運動負荷 protocol を用いた treadmill 及び臥位 ergometer 負荷で、健常男子では低レベルより最大負荷に至るほぼ全段階でよい再現性を示した。

2. 心不全患者の初回の treadmill 検査では、運動耐容能及び最大負荷時の収縮期血圧が過小評価された。しかし亜最大負荷までの各段階3分目の収縮期血圧と心拍数の再現性は良好であった。

3. 心不全患者で運動負荷検査により各種治療効果を判定する際には、予め数回検査を行い運動耐容能の安定したことを確かめてから開始すべきであると考えらる。

## 文 献

- 1) Blomqvist G and Atkins JM: Repeated exercise testing in patients with angina pectoris: Reproducibility and follow-up results. *Circulation* 44 (Suppl 2): 76, 1977.
- 2) Spodick DH: First and second versus second and third exercise tests (Letter). *Circulation* 51: 394, 1975.
- 3) Åstrand P-O: Quantification of exercise capability and evaluation of physical capacity in man. *Prog Cardiovasc Dis* 19: 51, 1976.
- 4) Cundiff D and Schwane J: Walking vs. jogging in stages III and IV of the Bruce treadmill test. *Med Sci Sports* 9: 74, 1977.

## 5) トレッドミル運動負荷中, 手すりを握った場合と握らない場合の差について

今村正人・石田恵一・高木利明・  
鳥居幸夫・岩崎義彦・中村豪・  
矢吹壮・町井潔

### はじめに

トレッドミル運動負荷試験に際して, てすりをつかませると, 酸素摂取量は, そうでない場合に比べて少ないことが知られている。しかし, 各 stage 毎の詳細な検討についてはほとんど, 認められないように思われる。そこで著者らは, 実際にどの程度負荷が軽減されているのかを, 酸素消費量および心拍出量等の循環諸指標をもとに各 stage 毎に検討したので報告する。

### I 対象と方法

酸素摂取量および心拍出量測定については, アセチレン再呼吸法により測定した。対象は8名の健常男子で, 平均身長 167 cm, 平均体重 54.8 kg, 年齢は19歳から22歳まで平均21歳である。てすりの持ち方は, 弱くも強くもなく, ごく自然な形でつかむように指導し, また手すりの高さは, 一様に 88 cm とした。トレッドミルは Bruce 法を用い, 負荷終了は stage 4 ないし 5 とした。呼気分析は Single breath 法により, 10秒毎に酸素摂取量を測定した。また student t test により統計処理を行った。

### II 結 果

てすりの有無につき検討すると

(1) Heart rate については, 安静時  $72 \pm 11$ ,  $76 \pm 11$ , stage 1 で  $96 \pm 21$ ,  $96 \pm 10$ , stage 2 で  $107 \pm 14$ ,  $111 \pm 8$ , stage 3 で  $129 \pm 20$ ,  $129 \pm 8$ , stage 4 で  $160 \pm 19$ ,  $148 \pm 8$ , stage 5 で  $176 \pm 12$ ,  $163 \pm 7$ , 回復期 3 分で  $112 \pm 13$ ,  $108 \pm 9$ , 回復期

6 分で  $92 \pm 14$ ,  $90 \pm 8$  であった。有意差検定については stage 3 と 4 で  $P < 0.05$ , 5 で  $P < 0.01$  であった。

(2) 収縮期血圧について, てすりを使用しない場合と使用した場合それぞれ, 安静時  $123 \pm 10$ ,  $128 \pm 10$ , Bruce stage 1 で  $143 \pm 8$ ,  $136 \pm 7$ , stage 2 で  $151 \pm 13$ ,  $142 \pm 11$ , stage 3 で  $161 \pm 12$ ,  $147 \pm 9$ , stage 4 で  $179 \pm 9$ ,  $169 \pm 11$ , stage 5 で  $180 \pm 14$ ,  $178 \pm 10$ , 回復期 3 分で  $146 \pm 14$ ,  $133 \pm 11$ , 回復期 6 分で  $122 \pm 8$ ,  $128 \pm 15$  で有意差については (1) と同様であった。

(3) Double product について, それぞれ安静時  $8800 \pm 2000$ ,  $9800 \pm 1700$ , stage 1 で  $13000 \pm 3500$ ,  $13000 \pm 2400$ , stage 2 で  $16000 \pm 3800$ ,  $16000 \pm 1900$ , stage 3 で  $21000 \pm 4000$ ,  $19000 \pm 1700$ , stage 4 で  $29000 \pm 4100$ ,  $25000 \pm 1800$ , stage 5 で  $33000 \pm 3000$ ,  $29000 \pm 1500$ , 回復期 3 分で  $16000 \pm 3200$ ,  $14000 \pm 1700$ , 回復期 6 分で  $11000 \pm 2000$ ,  $11000 \pm 1500$  で有意差は (1) と同様であった。

(4) 分時換気量について, それぞれ安静時  $10000 \pm 1000$ ,  $10000 \pm 1600$ , stage 1 で  $26000 \pm 2500$ ,  $26000 \pm 2000$ , stage 2 で  $35000 \pm 4200$ ,  $32000 \pm 3400$ , stage 3 で  $49000 \pm 4400$ ,  $43000 \pm 3800$ , stage 4 で  $75000 \pm 7000$ ,  $56000 \pm 4300$ , stage 5 で  $89000 \pm 5200$ ,  $73000 \pm 6600$ , 回復期 3 分で,  $46000 \pm 6700$ ,  $37000 \pm 3000$ , 回復期 6 分で,  $14000 \pm 1100$ ,  $14000 \pm 1100$  であり, Bruce 4, 5 および回復期 3 分で  $P < 0.01$  の有意差が認められた。

(5) 体重あたりの酸素摂取量について, それぞれ安静時  $5.9 \pm 0.7$ ,  $5.8 \pm 0.6$ , stage 1 で  $22 \pm 2.7$ ,

20±1.5, stage 2 で29±4.5, 25±2.3, stage 3 で40±6.2, 33±2.9, stage 4 で54±9.2, 41±3.1, stage 5 で61±11, 51±3.6, 回復期3分で29±7.8, 22±2.5, 回復期6分で9±3.3, 7±0.7で有意差は(1)と同様であった。

(6) 体重あたりの二酸化炭素排泄量は, それぞれ安静時, 4.8±0.5, 5.1±0.7, stage 1 で15.5±2.0, 16.1±3, stage 2 で22±4.4, 22±3.4, stage 3 で34±4.8, 30±5.4, stage 4 で54±7.9, 40±8, stage 5 で66±9.5, 53±12, 回復期3分で33±6.5, 25±4.8, 回復期6分で8.6±3, 7.6±0.9であり, 有意差は(1)と同様であった。

(7) Oxygen pulse については, それぞれ安静時4.7±0.7, 4.3±0.8, stage 1 で12.6±3, 11.2±1.3, stage 2 で14.1±2.0, 12.1±1.6, stage 3 で16.6±3.2, 13.2±1.2, stage 4 で18.2±3.5, 15±1, stage 5 で19±3.10, 16.2±1.0, 回復期3分で12.5±2.3, 10.2±1.5, 回復期6分で5.3±1.1, 4.3±0.5であり, 有意差は(1)と同様であった。

(8) 体表面積あたりの心拍出量について, それぞれ安静時3.54±0.8, 3.2±0.4, stage 1 で5.8±1.4, 5.4±0.7, stage 2 で6.9±1.2, 6.1±0.9, stage 3 で8.6±1.6, 7.6±1.4, stage 4 で11.6±1.7, 8.5±1.0, 回復期3分で6.1±1.2, 5.1±0.9, 回復期6分で3.5±1.6, 3.0±0.4であり, stage 3, 4 で $P < 0.05$ の有意差が認められた。

(9) 全例について, 各 stage ごとの値をすべてプロットしてみると, 酸素摂取量と心拍出量との相関関係は, てすりを使用しない場合の回帰直線 $Y = 0.1622X + 2.53$ , 相関係数0.81, てすりを使用した場合 $Y = 0.1493X + 2.64$ , 相関係数0.74を示し, 両者ともほぼ同様の回帰直線を示したが, 相関関係は前者の方がよかった(図)。

### Ⅲ 考 案

日常の臨床の場では, トレッドミル運動負荷試験は, 虚血性心疾患の診断, 循環器疾患の運動機能の評価, 予後の推定, リハビリテーションへの応用等使用用途は広い<sup>1)</sup>。ところで, いずれの場合においても運動生理学的には手すりを持たせないのが常である。しかし, 心疾患患者に運動負荷試験を行わせ

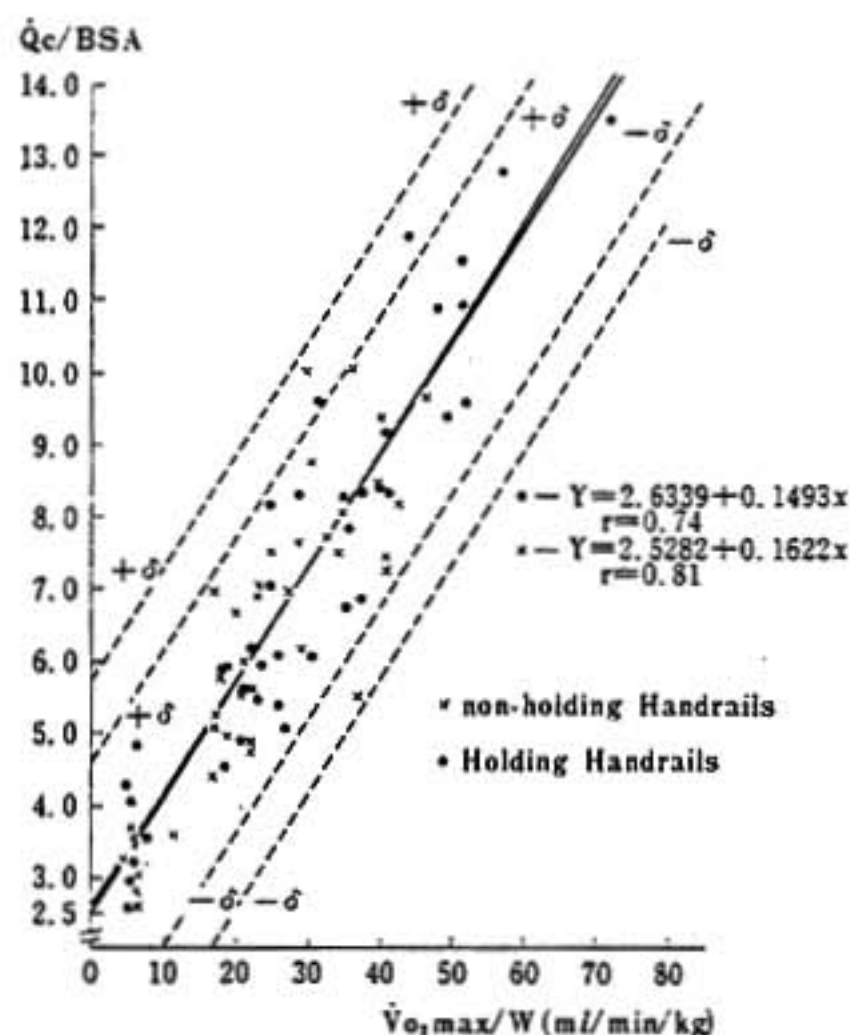


図 2 Relation between the cardiac output and  $O_2$  consumption

縦軸は体表面積あたりの心拍出量, 横軸は酸素摂取量を示す。

●は手すりを使用した場合, ×は手すりをしない場合を示す。

る場合に, てすりを持たずに負荷を行うのは危険であり, しかも, 手すりを持った方が安定した成績が得られ, 再現性もよく, 全体的に同じ負荷量では高値に出るといわれている (Ragg KE)。今回の著者らの目的は, てすり使用の有無につき, どの程度の差が生じるかを知ることである。てすりの有無につき, 酸素摂取量では, Zeimetz ら<sup>2)</sup>が1979年 Bruce の stage 1 で約 0.8 Metz, stage 5 で約 3.5 Metz の差があると報告している。今回, 著者らの成績も Bruce stage 1 で約 0.6 Metz, stage 5 で約 2.9 Metz とほぼ同様な成績が得られた。ただし, Zeimetz らの成績は stage 2, 3 および 4 については触れていない。著者らは各 stage ごとに検討した。さらに体表面積あたりの心拍出量については, stage 1 で0.4, stage 2 で0.8, stage 3 で1.0, stage 4 で3.1, 回復期3分で1.0, 回復期6分で0.5 L/min/m<sup>2</sup>であった。心拍出量に関する各 stage ごとの成績は著者らの知る限り認められない。

### ま と め

(1) トレッドミル運動負荷試験において, てす

り使用の有無での負荷の差について、酸素摂取量および心拍出量を含めて循環諸指標につき、検討した。

(2) 各指標ともほぼ stage 3, 4, 5 で有意差を認めた。

(3) 酸素摂取量と心拍出量は、てすりの使用の有無にかかわらず、ほぼ同様の傾向を示した。しかし、手すりのない方が、より相関関係はよかった。

## 文 献

- 1) 中西宣文, 推名 明, 他: 負荷心電図の意義. 総合臨牀 33(4): 683-688. 1984.
- 2) G A Zeimet, et al: Support versus Non-Support treadmill walking. Med Sci sports 11: 112. 1979.
- 3) 水野 康, 福田市蔵: 循環器負荷試験法—理論と実際—. 診断と治療社, 東京. p172-198. 1978.

## 6) トレッドミル運動負荷試験における 運動耐容能の再現性について

神 川 正\* . 石 坂 恭 一\* . 小 林 明\*  
林 秀 晴\* . 安 倍 成 彰\* . 山 下 哲 生\*  
山 崎 昇\*

### はじめに

トレッドミル運動負荷試験は、狭心症の診断、重症度の判定および治療効果の評価等にひろく用いられ、その有用性が指摘されているが、従来、本法を用いて薬効判定を行う場合、通常負荷試験時における諸指標の平均値を比較検討する方法が用いられている。しかしトレッドミル運動負荷試験のこれら諸指標には自然変動がかなりの程度存在するため、薬効の有効性を評価するのに必要な変化率に一定の基準を定める必要がある。そこで今回われわれは、トレッドミル運動負荷試験による抗狭心症薬の薬効評価に一定の基準を作成することを目的として、労作性狭心症患者のトレッドミル運動負荷試験を無治療にて2回施行し、諸指標の再現性を検討し、運動耐容能の自然変動を回帰分析法および区間推定法を用いて分析した。

### I 対象並びに方法

冠動脈造影にて主要冠動脈の1枝以上に75%以上の有意狭窄を認め、運動負荷試験時に明らかな狭心

痛を認めた労作性狭心症患者27例を対象とした。平均年齢は56.1歳。男24例、女3例で、1枝障害12例、2枝障害6例、3枝障害9例であり、陳旧性心筋梗塞症の合併は10例であった。なお今回は、安静時狭心症を有するものは対象から除外した。

Bruce の protocol による多段階トレッドミル運動負荷試験を2~4週間の placebo 投与前後で行った。負荷の終点はⅢ°の胸痛、心電図の誘導には修正12誘導法を用い、V<sub>s</sub>におけるST偏位(J点より0.08秒後)を計測し、①運動耐容時間、②1 mm ST低下出現時間、③Bruce I°終了時のST偏位について再現性を検討した。回帰分析法にて2回の各指標について相関を求め、この相関より区間推定法を用い、理論的に各指標の自然変動の95%および99%信頼限界を求めた。

### II 結 果

1) 運動耐容時間: Placebo 投与後における運動耐容時間の再現性は  $r = 0.914$ ,  $Y = 0.956x + 3.31$  であった。この回帰式より得られた運動耐容時間における自然変動の95%および99%信頼限界を図1に

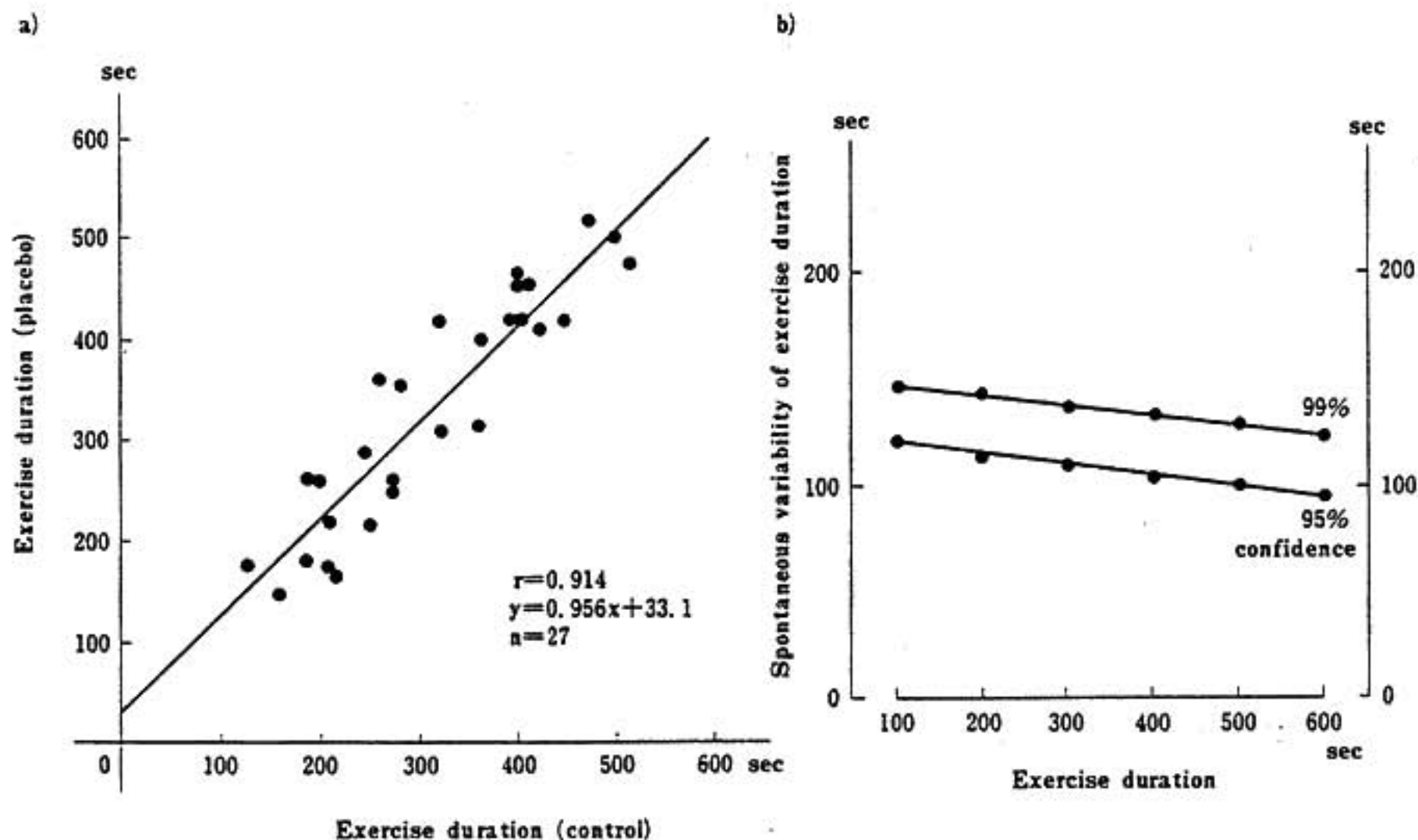


図1 a) 運動耐容時間の再現性および, b) 自然変動範囲の95%および99%信頼限界

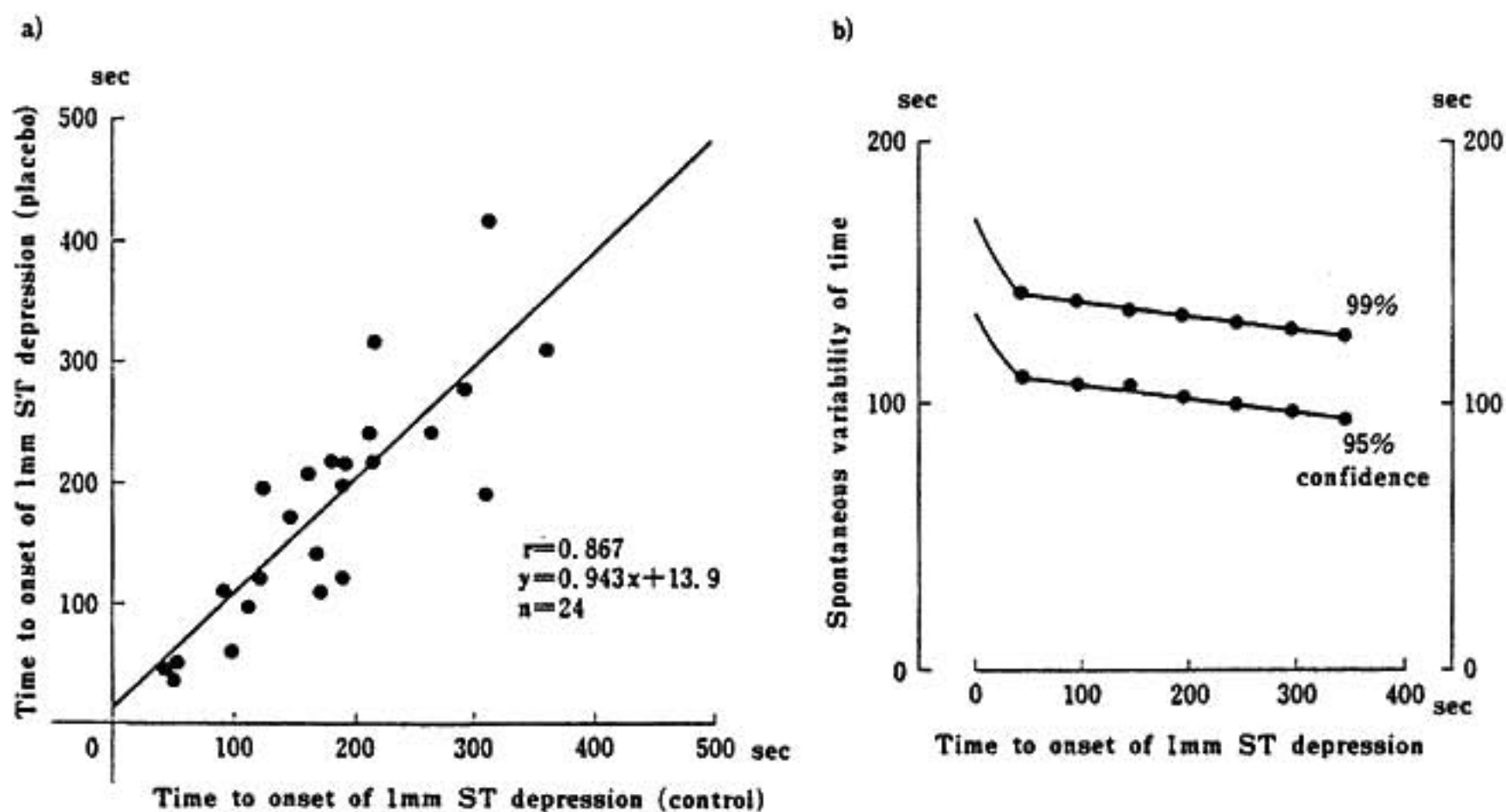


図2 a) 1mmST 低下出現時間の再現性および, b) 自然変動範囲の95%および99%信頼限界

示した。すなわち control 時の運動耐容時間が300秒の場合には110秒以内の運動耐容時間の延長は自然変動の可能性があり、薬剤が有効と評価するためには、この自然変動以上すなわち110秒以上の延長が必要と考えられる。

2) 1 mmST 低下出現時間: 1 mmST 低下出現時間の再現性は  $r=0.867$ ,  $Y=0.943x+13.9$  であり、

運動時間に比しその相関係数は低値であるが良好な再現性を示し、この回帰式より求めた 1 mm ST 低下出現時間における自然変動の95%および99%信頼限界を図2に示した。Control 時、200秒の 1 mmST 低下出現時間を示す症例では、薬剤が有効と評価するためには100秒以上の延長が必要と考えられる。

3) ST 偏位: Bruce I° (同一負荷量) における

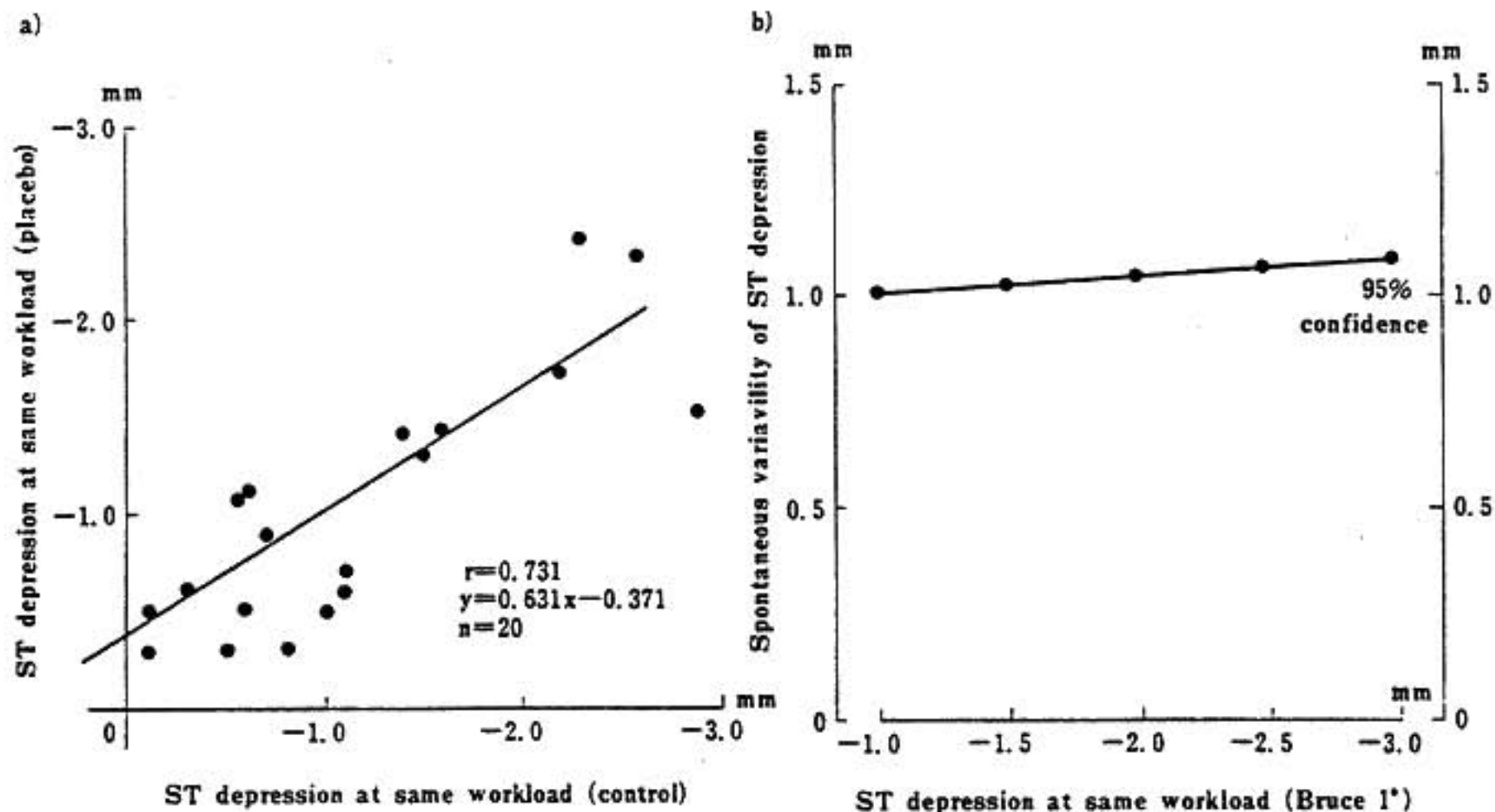


図3 a) ST 偏位の再現性および, b) 自然変動範囲の95%信頼限界

ST 偏位の再現性は  $r = 0.731$ , 回帰式は  $Y = 0.631x - 0.371$  であった. この回帰式より求めた Bruce I° における ST 偏位の95%信頼限界を, その改善における自然変動として図3に示した. この結果より, ST 偏位の自然変動は 1.0 mm から 1.1 mm であり, 薬剤が有効と評価するためには少なくとも 1.1 mm 以上の改善が必要と考えられる.

### Ⅲ 考案ならびにまとめ

トレッドミル運動負荷試験による抗狭心症薬の薬効判定を行うための基準を作成する目的で, 抗狭心症薬の投与をうけていない労作性狭心症患者27名を対象として, トレッドミル運動負荷試験を2~4週間の間隔で2回施行し, 運動耐容能およびST偏位における日差変動を回帰分析法および区間推定法を用いて解析した.

従来, 自然変動範囲, すなわち正常値等を求めるには諸指標の変動の大きさより2倍の標準偏差(2SD)を求めることが一般的であった. しかし心

室性期外収縮には大きな日差変動のあることが Holter 心電図法により認められ, Holter 心電図法を用いて抗不整脈薬の薬効を評価する目的で期外収縮の自然変動範囲を統計的に求める試みがなされている. Morganroth ら<sup>1)</sup>は分散分析を用いて, Sami ら<sup>2)</sup>および我々<sup>3)</sup>は回帰分析法および区間推定法を用い, 自然変動範囲を求めた. 今回, 我々は Sami の方法を用いてトレッドミル運動負荷試験時の諸指標の分析を行い, 薬効投与前後各1回の運動負荷試験にて抗狭心症薬の薬効を判定する場合,

- 1) 運動耐容時間では120秒の延長.
- 2) 1 mmST 低下出現時間では110秒以上の延長.
- 3) ST 偏位では 1 mm 以上の改善が必要と考える.

### 文 献

- 1) Morganroth, et al: Circulation 58:408, 1978.
- 2) Sami, et al: Circulation 62:1172, 1980.
- 3) 鈴木与志和, 他: 日内会誌 71:421, 1982.

## 7) 運動負荷試験の再現性—回復期に関する検討—

鯉坂隆一\*、藤田享宣\*、松本龍馬\*  
 飯田要\*、飯田啓治\*、松田光生\*  
 杉下靖郎\*、伊藤巖\*

## はじめに

労作狭心症の運動負荷試験における各種指標の再現性は、その負荷試験のプロトコールが適切である<sup>1)</sup>限り、良好であることが知られている<sup>2)</sup>。しかし、回復期における各種指標の再現性に関する検討はほとんどなされていない。負荷によるST降下が負荷前のレベルまで復する時間は、冠動脈疾患の重症度を反映するという報告<sup>3)</sup>もあり、回復期における循環指標、心電図変化も狭心症の病態を知る上で重要と考えられる。そこで、運動負荷試験の再現性の良好な労作狭心症において、回復期についても同じく再現性が良好か否か検討した。

## I 対象および方法

対象：症状の安定した労作狭心症18例（年齢：56.6±11.4歳、男14例、女4例）であった。15例に施行した冠動脈造影所見は、内径の75%以上の狭窄を有意とすると、3枝狭窄、2枝狭窄、1枝狭窄、それぞれ5例であった。

運動負荷試験の方法：エルゴメータを用い、臥位にて行った。試験の開始時刻は午後の一定時刻とした。本試験に先立ち、予備試験を2回以上施行し、適切な負荷プロトコールを決定した。負荷の方法は、初回負荷量を0.5～1.0 Watt/kgとし、3分毎に0.5 Watt/kgずつ増量する多段階漸増法とし、終点は胸痛もしくは有意のST降下とした。ここで有意のST降下とは、J点より0.08秒での0.1 mV以上の水平ないし下行傾斜型降下とした。負荷試験中、上腕血圧を1分毎に測定、心電図を30秒毎に記録し、負荷終了後、負荷前のレベルに復するまで行った。また、肘静脈に穿刺針を固定し、負荷前、負荷終点、

負荷後1分および5分に採血し、高速液体クロマトグラフィー (THI) 法により血中 Norepinephrine (NE) 濃度を測定した。上記プロトコールによる負荷試験を11±9日間隔で2回施行し、その再現性につき検討した。なお、2回の試験において電極位置は同一とし、ST降下度は各時点における全誘導のST降下の総和 ( $\Sigma$ ST) により評価した。また、個々の例における各指標の再現性の判定については、Smoklerらの報告<sup>4)</sup>に従い、心拍数：20/分、収縮期血圧：30 mmHg、Rate Pressure Product (RPP)：4000、負荷持続時間：2分の基準以上を有意の変動とみなした。

## II 結 果

## 1. 負荷終点における諸指標の再現性 (表1 a)

負荷持続時間：2分以上の変動は1例のみであり、その再現性は良好であった。また、2回の負荷試験の間で $r=0.82$  ( $P<0.01$ )の有意の正相関を認め、心拍数、収縮期血圧およびRPPについても、心拍数においてのみ20以上の変動が2例に認められたが、他の指標には有意の変動はなく、その再現性は比較的良好であった。各指標の2回の負荷試験における相関は、心拍数： $r=0.76$  ( $P<0.01$ )、収縮期血圧： $r=0.89$  ( $P<0.01$ )、RPP： $r=0.86$  ( $P<0.01$ )と良好であった。また、 $\Sigma$ STについても、2回の負荷試験にて $r=0.78$  ( $P<0.01$ )の有意の正相関を認めた。一方、血中NE活性については、2回の試験において有意の相関を認めなかった。

## 2. 回復期における諸指標の再現性 (表1 b)

回復期における心拍数につき、負荷後1分より5分まで1分毎に2回の負荷試験の相関をみると、後



表1 負荷終点および回復期における各指標の再現性

## a) 負荷終点

	E × 1	E × 2	E × 1 : E × 2
負荷持続時間 (秒)	331 ± 67	343 ± 68	r = 0.82, p < 0.01
心 拍 数 (bpm)	107 ± 15	111 ± 14	r = 0.76, p < 0.01
収縮期血圧 (mmHg)	172 ± 22	171 ± 19	r = 0.89, p < 0.01
R P P (×10 <sup>3</sup> )	18.5 ± 4.1	19.0 ± 3.7	r = 0.77, p < 0.01
Σ S T (mm)	6.9 ± 3.4	8.2 ± 5.2	r = 0.78, p < 0.01
P N E (pg/ml)	385 ± 230	367 ± 189	r = 0.55, NS

## b) 回復期

	後 1 分			後 5 分		
	E × 1	E × 2	E × 1 : E × 2	E × 1	E × 2	E × 1 : E × 2
回復時間 (秒)	E × 1 : 300 ± 205			E × 2 : 320 ± 194 E × 1 : E × 2 NS		
心 拍 数 (bpm)	84 ± 14	85 ± 13	r = 0.55, p < 0.05	75 ± 14	75 ± 10	r = 0.66, p < 0.01
収縮期血圧 (mmHg)	163 ± 19	162 ± 20	r = 0.61, p < 0.01	147 ± 23	151 ± 20	r = 0.67, p < 0.01
R P P (×10 <sup>3</sup> )	13.7 ± 3.1	13.8 ± 3.1	r = 0.62, p < 0.01	11.0 ± 2.8	11.4 ± 2.2	r = 0.71, p < 0.01
P N E (pg/ml)	512 ± 317	538 ± 297	r = 0.73, p < 0.01	291 ± 173	269 ± 134	r = 0.67, p < 0.05

\*回復期については、後1分と後5分のみ示した。回復時間とはST偏位が負荷前のレベルに復するまでの時間である

1分のみ  $r = 0.55$  ( $P < 0.05$ ) と高い相関を認めなかったもののほかは  $r = 0.66 - 0.83$  (いずれも  $P < 0.01$ ) と良好な相関を認めた。また、個々の症例における再現性も良好であった。一方、収縮期血圧についてみると、有意の正相関はあった (後1分:  $r = 0.61$ ,  $P < 0.01$ , 後2分:  $r = 0.78$ ,  $P < 0.01$ , 後3分:  $r = 0.59$ ,  $P < 0.05$ , 後4分:  $r = 0.58$ ,  $P < 0.05$ , 後5分:  $r = 0.67$ ,  $P < 0.01$ ) もの、個々の症例での変動は心拍数に比し大であった。特に、2回の試験での収縮期血圧の変動を負荷終点と後3分で比べると、後者において有意に ( $P < 0.05$ ) 大であった。RPPの回復期における再現性はよく、2回の負荷試験での相関も、 $r = 0.62 - 0.90$  ( $P < 0.01$ ) と良好であった。また血中NEについてみると、負荷後1分:  $r = 0.73$ ,  $P < 0.01$ , 負荷後5分:  $r = 0.67$ ,  $P < 0.05$ といずれも2回の試験での再現性は良好であった。

一方、ST偏位が負荷前のレベルに復するまでの時間をみると、18例中9例で2回の負荷試験での差が2分以上あった。また、2回の負荷試験の間で有意の相関も認めなかった。またΣSTにつき負荷後1分ごとに2回の試験の相関をみると、後1分のみ

は  $r = 0.84$  ( $P < 0.01$ ) とよい相関を認めたが、後2分:  $r = 0.47$  (NS), 後3分:  $r = 0.52$  ( $P < 0.05$ ), 後4分:  $r = 0.46$  (NS), 後5分:  $r = 0.56$  ( $P < 0.05$ ) と他の指標に比し、良好な相関を認めなかった。ST偏位回復時間の再現性がよかった (2分以内) 9例と、再現性が不良であった (2分以上) 9例につき、冠動脈狭窄枝数、負荷終点のRPP、2回の負荷試験の施行日の間隔につき比較したが、有意差を認めなかった。

## III 考 察

労作狭心症、特に症状の安定した狭心症においては、運動負荷試験における各種指標の再現性は良好であるとの報告が多い<sup>2-6)</sup>。今回の検討もそれを裏づけている。しかし、ST偏位の回復時間の再現性については、18例中9例 (50%) で2分以上の変動をみたとおり良好とはいえなかった。冠縮性狭心症においては、回復期に新たな心筋虚血が生ずることがある。この現象の再現性は不良であることから、ST偏位の回復時間の再現性を不良にする一因になると考えられるが、今回の対象には、このような症例は含まれていなかった。

第二に、ST 偏位回復時間の再現性の不良であった症例において、運動負荷による血圧上昇や ST 降下の Peak を、負荷終点ではなく回復期に認めた症例が多かった。しかも2回の試験において、1回のみ ST 降下の最大偏位が回復期にずれこむことが多く、これが回復時間の変動に大きく影響した可能性が考えられる。負荷後の血圧上昇や ST 降下の増強には、運動中止に伴う急激な神経体液性因子の変動および複雑な調節機転が関与することが予想される。そこで、今回は、その中で、交感神経系の役割を明らかにするため、血中 NE 活性について検討した。その結果は、負荷終点における NE 活性は2回の負荷試験で相関がなかったが、回復期においては良好な相関を認め、交感神経系の役割について明確な結論を下せなかった。

## 結 語

症状の安定した労作狭心症において、負荷終点における各種指標の再現性は良好であったが、降下した ST が負荷終点より負荷前のレベルに復するまでの回復時間の再現性は、比較的不良であった

## 文 献

- 1) Redwood D R, et al: Circulation 43: 618, 1971.
- 2) Mason R E, et al: Circulation 36: 517, 1967.
- 3) Ellestad M H, et al: Circulation 39: 517, 1969.
- 4) Smokler P E, et al: Circulation 48: 346, 1973.
- 5) Froelicher V F, et al: Chest 65: 512, 1974.
- 6) Fabian J, et al: Br Heart J 37: 785, 1975.
- 7) Lassvik C: Scand J Clin Lab Invest 38: 747, 1978.
- 8) Starling M R: Am Heart J 107: 298, 1984.
- 9) Goldschlager N: Ann Intern Med 85: 277, 1976.

## 8) 労作狭心症における運動耐容能の再現性

野 田 省 二<sup>\*1</sup> . 都 築 雅 人<sup>\*1</sup> . 外 畑 巖<sup>\*1</sup>  
 宮 口 和 彦<sup>\*2</sup> . 谷 口 直 樹<sup>\*2</sup> . 都 築 実 紀<sup>\*2</sup>  
 近 藤 照 夫<sup>\*3</sup>

## はじめに

近年、種々の抗狭心症薬が開発、臨床使用されるようになり、これらの薬剤の効果判定のみならず個々の狭心症患者に最適の薬物を選択するには正確な薬効評価が必須となっている。そして運動試験による抗狭心症薬の正確な評価のためには、狭心症における運動試験の再現性が良好であることが前提となる。狭心症患者の運動試験の再現性には種々の因子が影響する<sup>1)</sup>が、それらの因子に対する慎重な配慮の上で狭心症における運動試験の再現性、ひいては抗狭心症薬の薬効を論ずることが可能となる。すなわち試験対象は安定した労作狭心症に限定すべきであり、薬剤投与試験に先立って数回の運動試験を

行い、常に心筋虚血が誘発されることを確認するとともに、運動試験に十分慣らしておくことが必要となる。また少なくとも運動試験前2時間以内には飲酒、食事、喫煙、強い運動等を控えさせるべきである。また検者側としては運動終了点決定の個人差を排除するために、少なくとも1被検者の運動試験は同一検者が担当すべきである。

以上のような諸点に留意して、我々は抗狭心症薬単回投与前後の運動試験による薬効評価法をしばしば用いており、この評価法の基礎となるべき placebo 投与前後の狭心症患者の運動耐容能の再現性を検討した。

\*1 名古屋大学 第一内科 \*2 大同病院 循環器内科 \*3 知多市民病院 内科

## I 対象・方法

対象は安静狭心症を有しない労作狭心症患者27名で、先行する数回以上の運動試験を実施し、再現性をもって狭心症が誘発されると判断された症例に限定した。全例に冠動脈造影を施行し、主要冠動脈の1枝以上に有意狭窄を認めた。対象を2群に分け、第1群(16名, 男14名, 女2名, 平均年齢 $54 \pm 7$ 歳, 心筋梗塞の既往を有する者7名)は午前9時30分~10時に placebo 投与し、投与直前および2, 4, 7, 24時間後に運動試験を行った。すべて入院患者で、食後十分な安静時間をとらせるよう配慮した。第2群(11名, 男10名, 女1名, 平均年齢 $56 \pm 7$ 歳, 心筋梗塞の既往を有する者4名)は、午後1時30分~2時に placebo 投与し、投与直前および2時間後に運動試験を行った。2群は主として通院患者より成る。1, 2群とも運動耐容能に影響すると考えられる薬剤は、試験前日より中止させた。

運動試験法としては修正 Bruce 法トレッドミル運動試験<sup>2)</sup>を用い、運動終了点は全例中等度の胸痛出現とした。息切れ、下肢倦怠感等で運動中止した例は含まれていない。運動試験中は先行する運動試験で最も強い ST 低下の見られた誘導を含む1~6誘導の連続心電図記録を行い、これより心拍数、最大 ST 低下を求めた。血圧は水銀血圧計にて聴診法で求めた。推計学的検定には paired および non-

paired t test を用いた。

## II 結 果

図1に placebo 投与前を control とした投与後2, 4, 7, 24時間および翌日以後の運動時間の増分を示す。これらのうち2時間後でのみ有意に運動時間が延長し、その増分は $21.6 \pm 30.2$ 秒であった。

Peak 心拍数, peak 収縮期血圧, peak PRP は、いずれも placebo 投与前に比し、投与後の各時点とも有意な変化を示さなかった。また最大 ST 下降も、投与後は投与前に比し、平均値で  $0.02\text{mV}$  以内の変化で、有意な変化ではなかった。また、上記の2時間後での control に対する運動時間増分は、2時間後の control に対する最大 ST 下降の変化分, peak PRP の増分のいずれとも有意な相関を認めなかった。

Placebo 投与前および2時間後の試験実施時刻が午前であることが、このような成績となった原因であるかどうかを検討するために、午後1時30分~2時に placebo 投与し、直前および2時間後に運動試験を行った第2群の11名の成績と比較してみた。午後では2時間後の control に対する運動時間増分は $16.5 \pm 30.8$ 秒と、午前に比し2時間後での運動時間の増分が少なくなったが、依然2時間後の運動時間は control に比し延長傾向であり、この運動時間増分は午前実施時の2時間後の運動時間増分 ( $21.6 \pm$

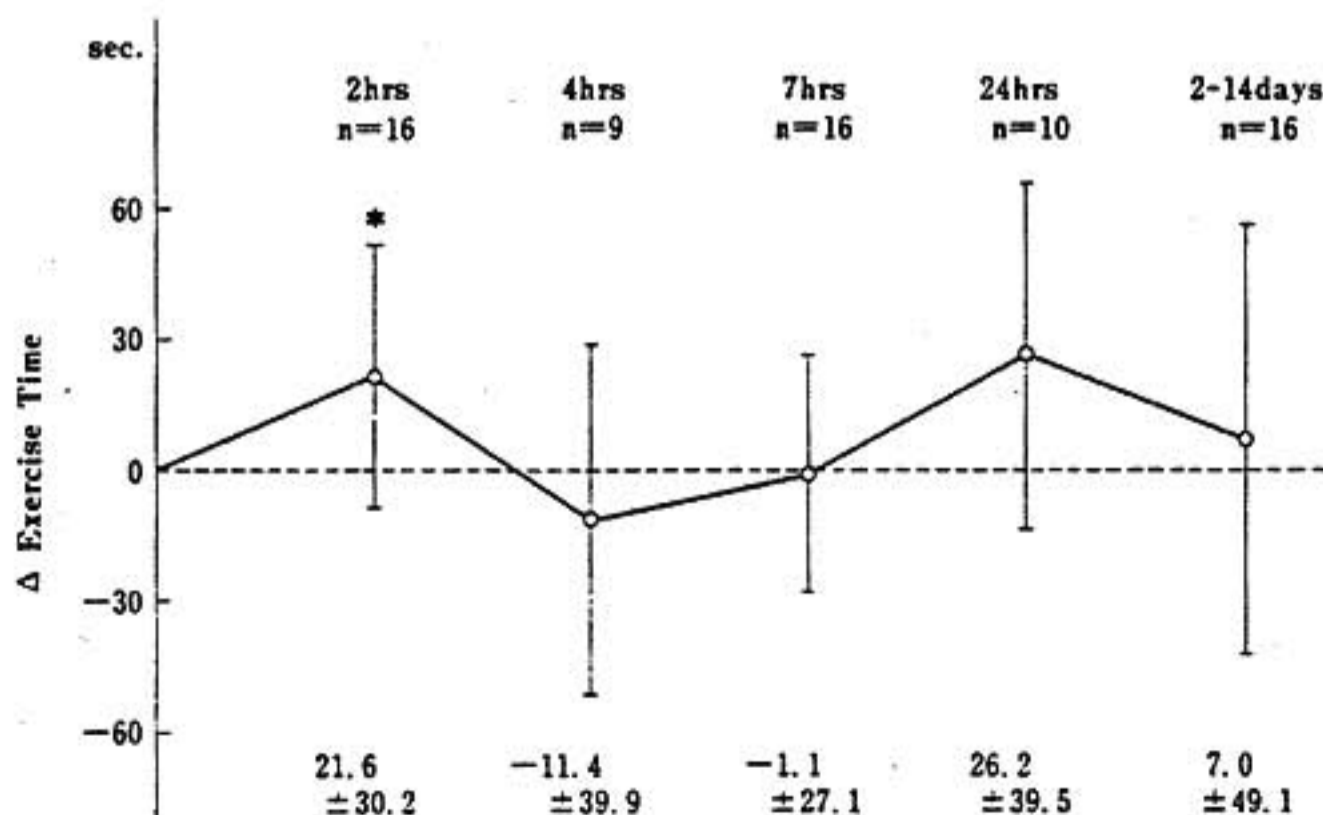


図1 ΔExercise time after placebo administration (placebo administration at 9:30-10:00 AM)

○ mean ± SD

\* :  $p < 0.05$

30.2秒)との間に有意差を認めなかった。

また、トレッドミル運動中1分毎のPRPの推移を placebo 投与前、2時間後で比較すると、午前、午後ともに2時間後では control に比し PRP が低下傾向となったが、午前の方が2時間後での PRP の低下が強かった。

### Ⅲ 考 案

労作狭心症患者の運動耐容能の自然変動幅は、placebo 投与2時間後では control に比し、ほぼ-40秒~+80秒の範囲にあり、他の時間間隔でも、おおむねこの範囲にあった。午前に実施した placebo 投与試験では、2時間後で control に比し有意な運動時間の延長が見られたが、午後に実施しても2時間後は control に比し延長傾向にあった。これらの動きは peak PRP、最大 ST 下降と相関せず、2時間後試験で過負荷となった可能性は少ないと思われる。

午前実施、午後実施とも、2時間後では control に比し運動中の PRP が低下傾向にあり、この傾向は午前実施群で大であったことより、初回試験時における運動効率の低下、2回目試験での慣れの影響が考えられる。また午前1回目の運動では冠動脈 tonus の影響も考えられる。これらの点を考慮して、

労作狭心症患者の薬効評価を行うには必ず placebo 投与試験を行い、この成績と比較検討すること、また午前より午後に試験を実施した方が望ましいと思われた。

### 結 語

安静狭心症を有しない労作狭心症患者27名で、運動耐容能の日内変動を検討した。

1. 初回運動時は2回目(2時間後)に比し、運動時間が短く、同一運動時の循環系反応が大であった。また、午前・午後の比較では午後に運動した場合に、運動時間、循環系反応とも変動が小さいようであり、再現性がより良好であるように思われた。
2. placebo 投与2時間前後の運動時間の増分は午前実施が-38秒~+82秒、午後実施が-46秒~+78秒であった(mean±2SD)。
3. 薬剤効果を検討するには placebo 投与による control 試験を行うことが不可欠であり、運動を午後に実施するのが望ましいと思われる。

### 文 献

- 1) 外畑 巖, 他:医学と薬学 11:33-40, 1984.
- 2) 外畑 巖:内科シリーズ No.36. 狭心症のすべて。(村尾 覚編)南江堂, p126, 1981.

## 9) 労作性狭心症における treadmill 負荷試験の再現性 およびその問題点

岡 島 智 志\* . 江 口 周 生\*  
横 井 宏 志\* . 水 野 康\*

### はじめに

労作性狭心症における treadmill 負荷試験の再現性について検討すると共に、その問題点について冠動脈造影所見との対比等を加え、考察した。

### I 対象と方法

対象は冠動脈造影にて主たる冠動脈に75%以上の内腔狭窄を有し、修正 Bruce 法による treadmill 負荷試験を2度以上施行した労作性狭心症患者男子17例、女子3例の計20例で、年齢は44~68歳であった。

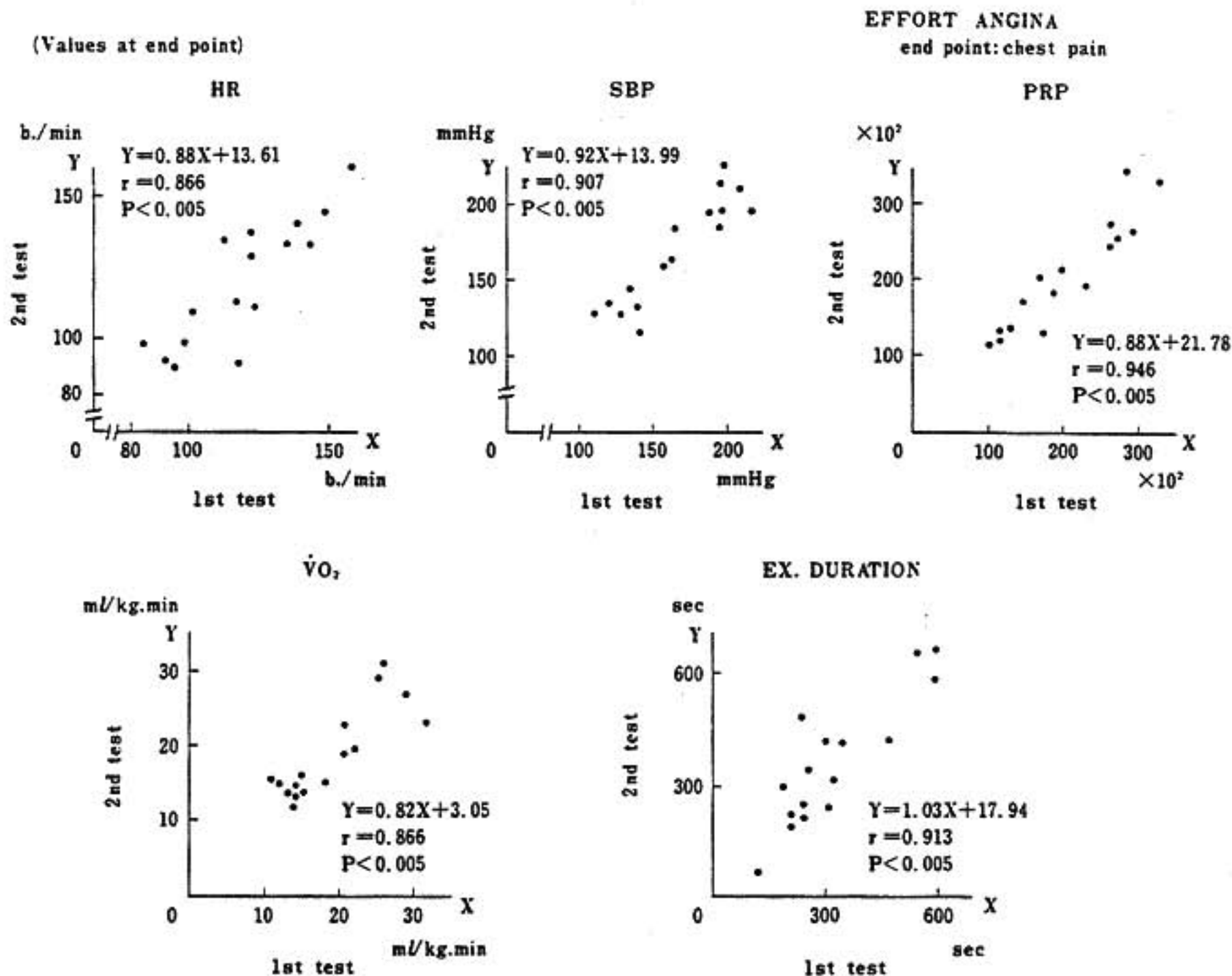


図1 労作性狭心症における胸痛を end-point とした treadmill 負荷時の最大心拍数, 収縮期血圧, pressure rate product, 体酸素消費量および運動持続時間の再現性  
いずれも横軸に1回目の成績を, 縦軸に2回目の成績を示す。

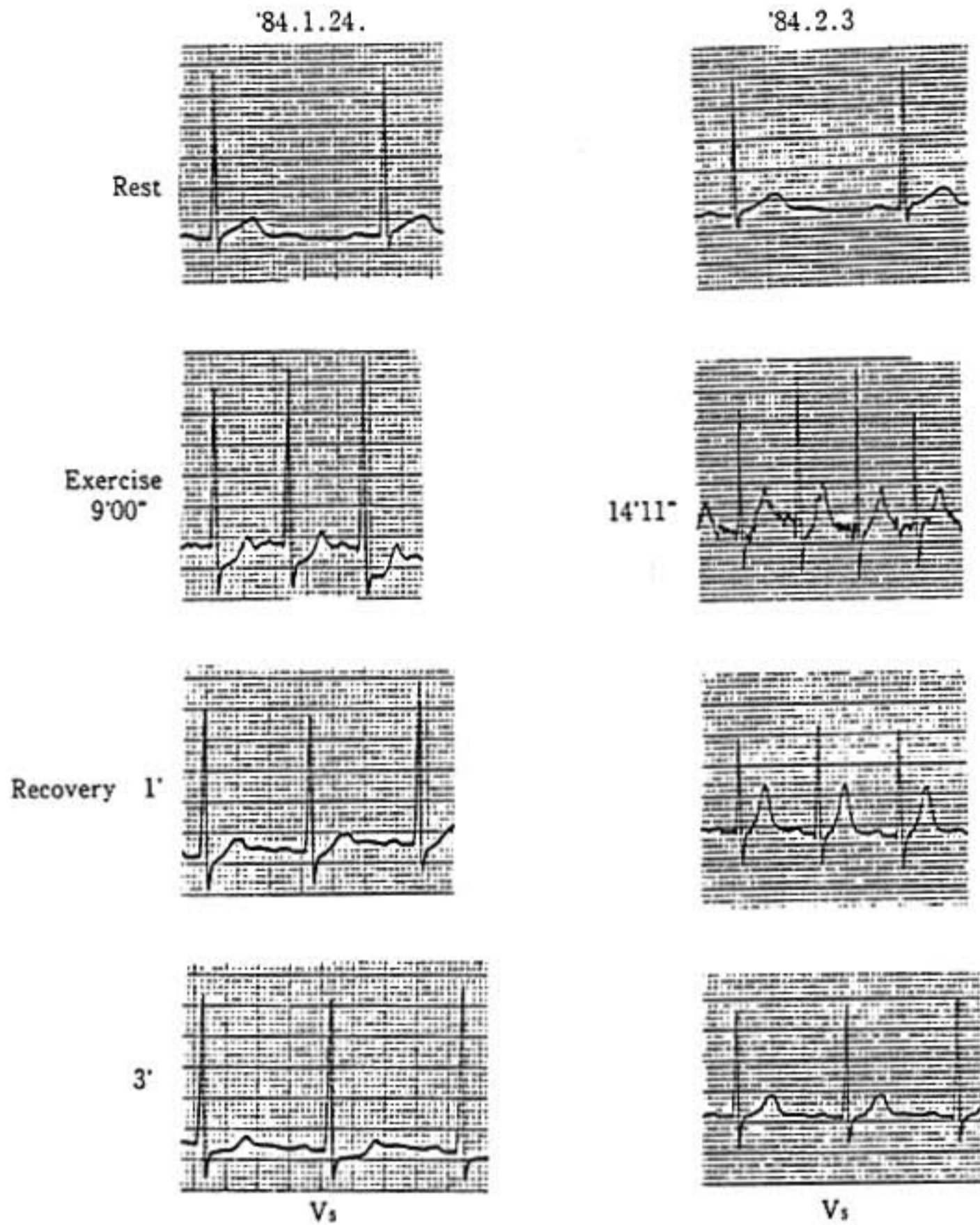
全例, 心筋梗塞の合併はなく, 労作兼安静狭心症は除外した。運動負荷試験の end-point は狭心痛の出現としたが, 狭心痛の出現しない場合には目標心拍数到達をもって運動終了とした。treadmill 負荷時に常に狭心痛の発現する労作性狭心症を狭心痛発現の再現性良好例とし, 一方 treadmill 負荷により狭心痛が出現したり, あるいは狭心痛が出現せず目標心拍数まで運動可能であったりした労作性狭心症は狭心痛発現の再現性不良例とした。検査期間中, 冠血流量に影響を与える薬剤,  $\beta$  遮断剤, ジギタリス剤は原則として中止し, 止むをえない症例ではいわゆる冠拡張剤の同一量を継続投与した。酸素消費量はフクダ製 Electrometabolor BMS-600 により運動負荷試験中連続測定した。

## II 結果並びに考案

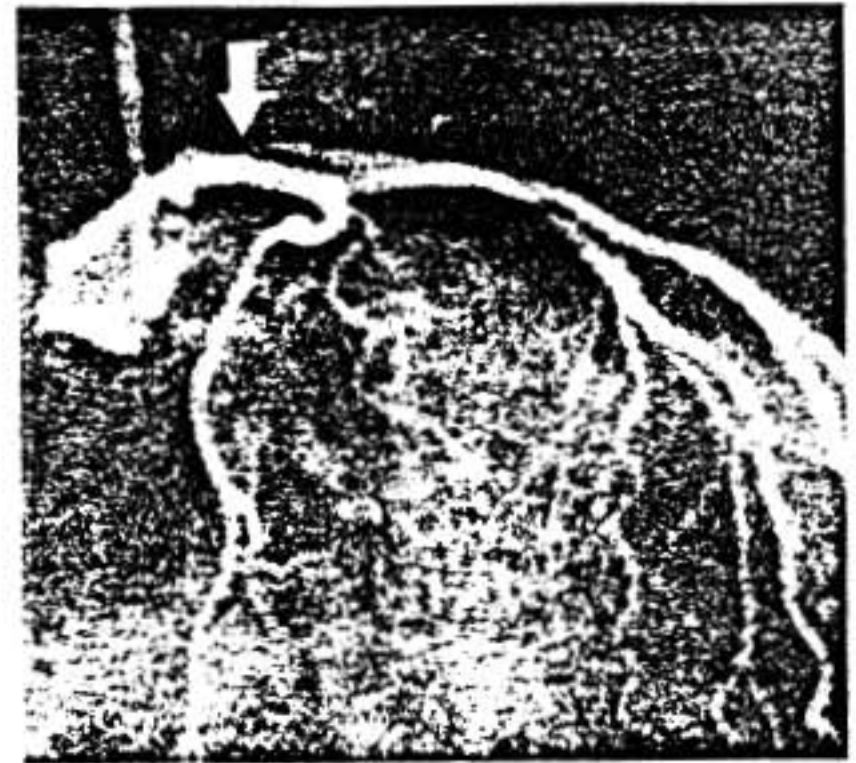
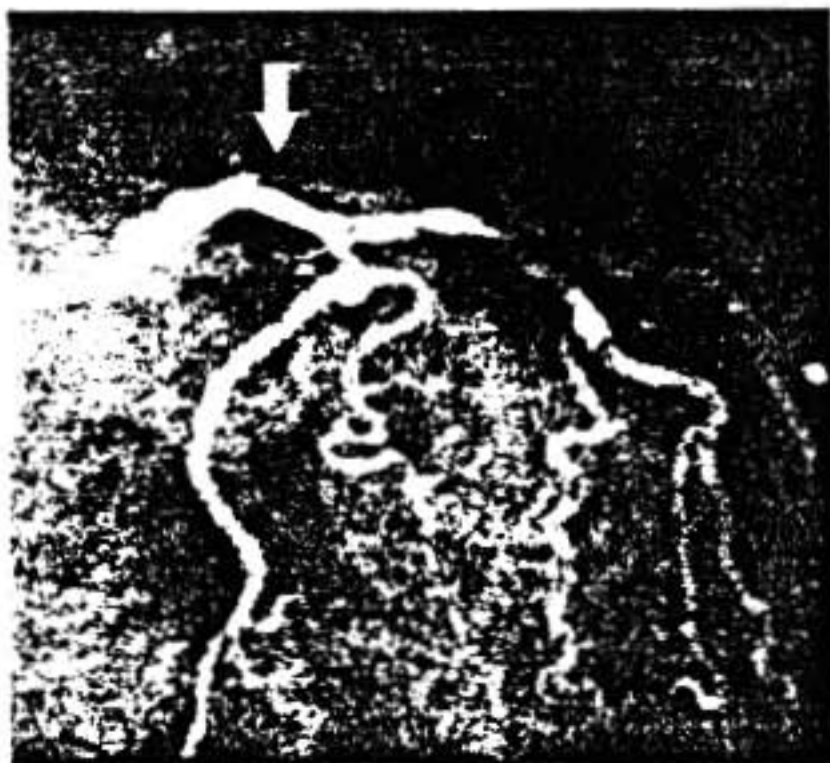
### 1) Treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性良好な労作性狭心症群の検討

Treadmill 負荷による胸痛発現の再現性が良好であった労作性狭心症は, 20例中16例(男子14例, 女子2例)存在した。これらの症例について, 運動終了時の最大心拍数, 収縮期血圧並びに pressure rate product (PRP), 運動終了前1分間の体酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ ) および運動持続時間の再現性を検討したものが図1である。いずれも横軸に1回目の成績を, 縦軸に2回目の成績を示す。両者間には各々  $r=0.866, 0.907, 0.946, 0.866$  および  $0.913$  といずれも有意な正相関を認めた。

労作性狭心症患者では狭心痛発現の閾値が個々の患者でほぼ一定しており, PRP, triple product な



A Treadmill 負荷心電図 1 mV=1 cm



B 冠動脈造影所見

左は control, 右は ergonovine 負荷時である

図2 Treadmill 負荷による狭心症発現の再現性がなかった労作性狭心症例, 51歳男子

どの指標が各患者固有の閾値を超えると狭心痛が発現するという<sup>14)</sup>。今回、胸痛をend-pointとして一定の protocol に従い treadmill 負荷を行ったが、心拍数、収縮期血圧、PRP、VO<sub>2</sub> および運動持続時間はいずれも初回と後日行った2回目の検査成績との間に有意な正相関を示し、再現性は良好であった。

2) Treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性不良な労作性狭心症の検討

図2Aは51歳男子、労作性狭心症例の treadmill 負荷心電図である。初回の検査では運動開始後9分で胸痛出現し、心電図に明らかな ST 低下を認め、運動終了時の心拍数は127/分であった。10日後の同一時刻の treadmill 負荷では、前回と同じ9分においても胸痛は出現せず、更に運動を続行し、運動時間14分11秒、最大心拍数161/分、年齢別最大予測心拍数の95%まで負荷を行ったが、胸痛並びに心電図の ST 低下を生じなかった。

図2Bに同一例の冠動脈造影を示す。AHA 分類による左前下行枝 (LAD) の #6に75%の狭窄を認めた (図2B左) が、ergonovine 負荷により75%

狭窄部が更に90%へ狭小化した (図2B右)、spasm を生じうる症例と考えられる。

このように treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性を示さなかった労作性狭心症が4例 (男子3例、女子1例) 存在した。

3) 冠動脈造影所見との対比

表1は労作性狭心症全20例の冠動脈造影所見を示し、表中の数字は症例数であり、星印の付いた括弧内の数字は treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性を認めなかった症例数を表す。冠動脈病変は最も狭窄度の強い部位を、そして同一狭窄度の場合には中樞側の部位を主病変として表した。treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性がなかった症例はすべて1枝病変例であり、部位別には LAD で、しかも75%狭窄例であった。その他の左冠動脈主幹部の75%狭窄例や、90%以上の狭窄を有する2枝病変例および3枝病変例では、すべて treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性は良好であった。このことは冠動脈病変の比較的軽い例で再現性が悪いことを示し、このような症例では器質的狭窄に加え、何らか

表1 労作性狭心症例の冠動脈造影所見

STENOSIS	RCA	LMT				LAD					LCX					
		SITE #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SVD	75%	No. of Cases														
N=10	90															
	99															
	100 collateral (+)															
DVD	75%	No. of Cases														
N=5	90															
	99															
	100 collateral (+)															
TVD	75%	No. of Cases														
N=5	90															
	99															
	100 collateral (+)															

表中の数字は症例数を表し、括弧内の星印の付いた数字は treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性がなかった症例数を示す。冠動脈病変は最も狭窄度の強い部位を、そして同一狭窄度の場合には中樞側の部位を主病変とし、AHA分類に従って表した。

SVD: 1枝病変  
TVD: 3枝病変  
RCA: 右冠動脈  
LAD: 左前下行枝  
DVD: 2枝病変  
LMT: 左冠動脈主幹部  
LCX: 左回旋枝

の別の因子が加わって狭心発作の起こることが推測される。

全20例について、朝起床後洗面や便所へ行った時に狭心痛が起こるが、午後には同様の労作でも狭心痛が生じないという症状の有無を検討したところ、この症状を有する症例が2例存在したが、共に1枝病変例であり、且つ treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性のない症例であった。従ってこのような spasm によって説明しうる狭心痛の起こり方が、treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性のない症例にみられたこと、これらの症例において早朝労作時の狭心症に対し Ca 拮抗剤が奏効したこと、および前述の症例では ergonovine 負荷により spasm を誘発しえたことから、これらの treadmill 負荷の再現性不良例においては冠動脈の spasm の関与が考えられた。一般に treadmill 負荷の再現性不良例では、末梢循環レベルでの代謝の改善、運動の慣れによる体酸素消費量低下に伴う心筋酸素消費量の減少、あるいは神経体液性因子の影響などが考えられているが、spasm の関与も考慮すべきであろう。

最近、虚血性心疾患治療剤の薬効評価に際し、労

作性狭心症例に胸痛を end-point とする treadmill 負荷を行い、運動耐容能を指標として客観的な効果判定を行う方法が用いられつつある。しかし前述のように treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性のない労作性狭心症も存在するため、対象の選択には十分留意することが必要と考えられる。

## 結 語

1. 狭心痛発現の再現性良好な労作性狭心症16例の treadmill 負荷の運動耐容能、体酸素消費量の再現性は良好であった。この群には90%以上の狭窄を有する1枝病変例および多枝病変例のすべてが含まれた。
2. Treadmill 負荷による狭心痛発現の再現性のない労作性狭心症が4例認められたが、これらはすべて1枝病変例で LAD の75%狭窄例であった。これらの症例では冠動脈の spasm の関与が一因と考えられた。

## 文 献

- 1) Robinson BF: Circulation 35: 1073, 1967.
- 2) Redwood DR: Circulation 43: 618, 1971.

## 10) 狭心症におけるトレッドミル負荷試験の再現性の検討

中 村 仁\* . 麻野井 英次\* . 飯 沼 宏 之\*  
相 澤 忠 範\* . 山 本 真千子\* . 高 橋 宣 光\*  
加 藤 和 三\*

### はじめに

狭心症の発作様式によって病型分類を行い、各病型における運動負荷試験成績の再現性、および再現性に影響を与える要因について検討を行ったので報告する。

### I 対象および方法

心筋梗塞の合併がなく、病歴上1ヵ月以上発作様式や頻度に変化のない安定型狭心症を対象とした。その内訳は、労作性狭心症(E群)18例、労作兼安静狭心症(E+R群)18例、安静狭心症(R群)7例である。冠動脈造影所見は、0枝病変E群6例、E+R群10例、R群4例、1枝病変E群4例、E+



R群4例, R群3例, 多枝病変E群8例, E+R群4例, R群0例であった。treadmill 負荷試験は, 無投薬時に, Bruce のプロトコールに従って行い, 1週間以内に2回の負荷が終了するようにした。各病型ごとに運動中止理由, 最大運動時間, 同一運動時間におけるST低下および心拍反応の再現性について検討した。

## II 結果および考案

### 1. 運動中止理由および最大運動時間の再現性

E群18例中16例(89%), E+R群18例中12例(67%), R群7例中6例(86%)において2回の検査の運動中止理由は一致し, E群およびR群の再現性は良好であった。すなわちE群では2回とも胸痛出現, R群では胸痛非出現例が多く, 各病型の発作

発生機序よりある程度予想される結果であった。胸痛再出現例はE群11例, E+R群5例であったが, これらの症例の最大運動時間の再現性は図1の如く比較的良く, その変動幅は平均46.1秒であった。Smoklerら<sup>1)</sup>も, moderate severeな胸痛に至る運動時間は良い再現性を示したと報告しており, 我々の成績と一致している。

### 2. 同一運動時間におけるST低下の再現性

図2に示す如く, E群およびR群では, ST低下の再現性は良好であった(特に, 三角印で示した運動負荷試験経験例ではより良い再現性をみた)。また各点は identity line の下方に集中し, トレーニング効果によるST低下の改善傾向が示唆された。一方, E+R群においては, ST低下の再現性は悪く, トレーニング効果によるST低下の変動にも一定の傾向は認められなかった。この傾向は運動負荷試験経験例についてみても同様であった。

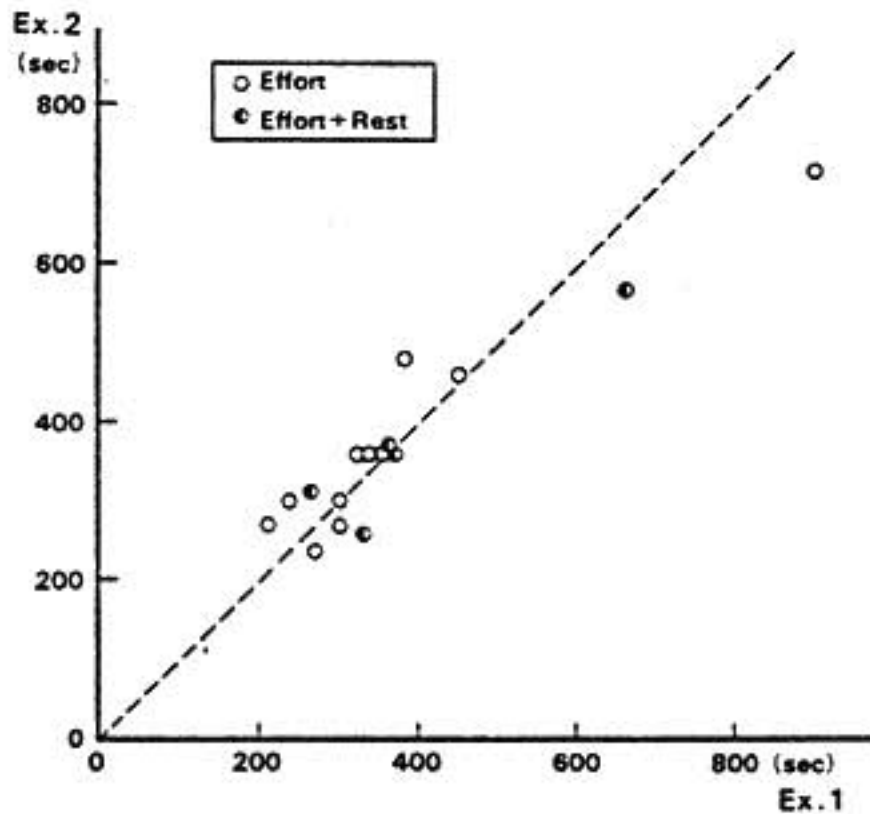


図1 Reproducibility of Exercise Duration (Anginal Attack)

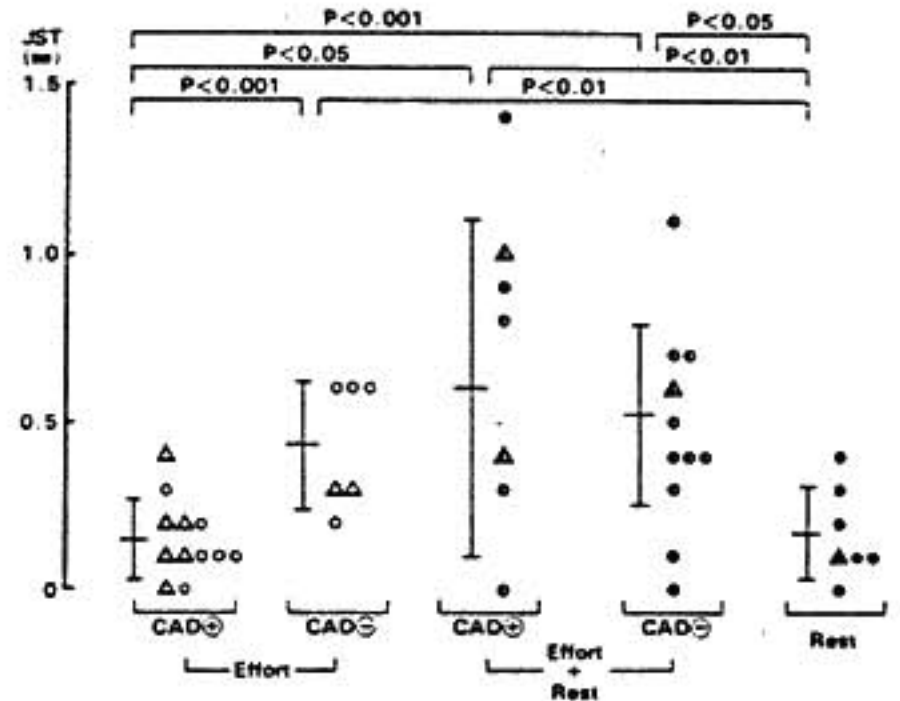


図3 Difference in ST Level Between Two Exercise Studies

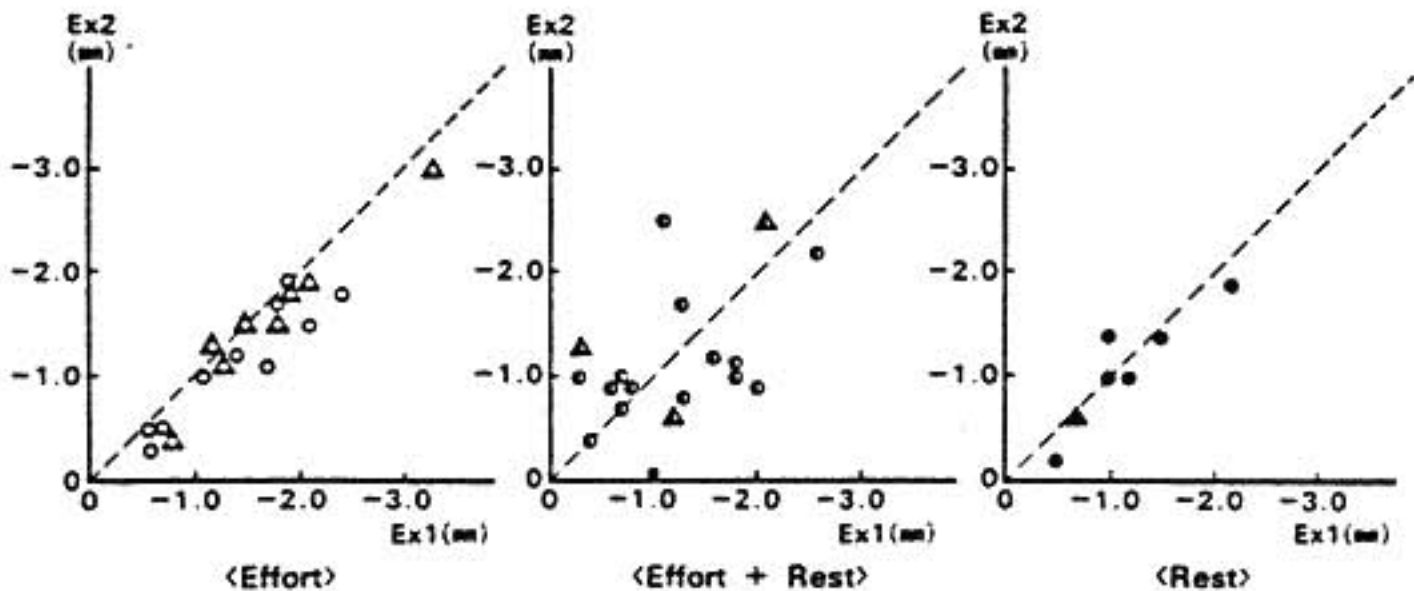
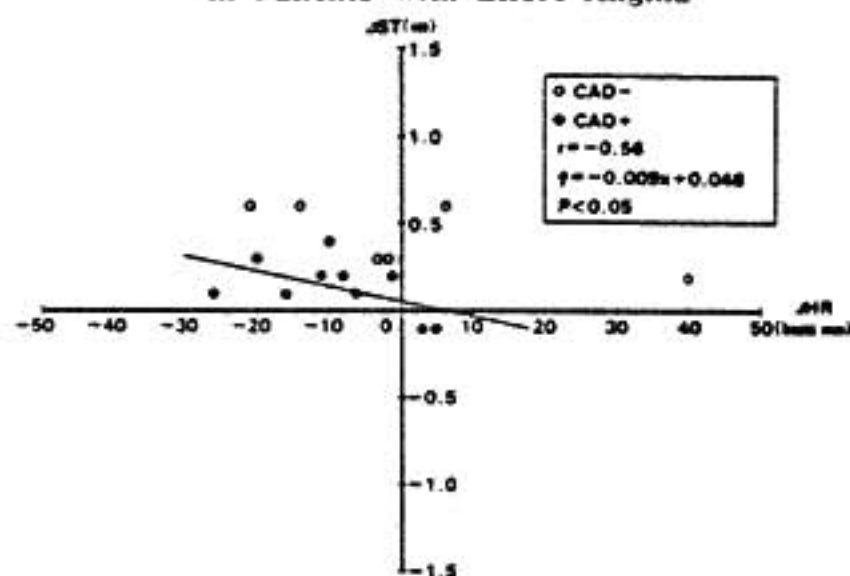


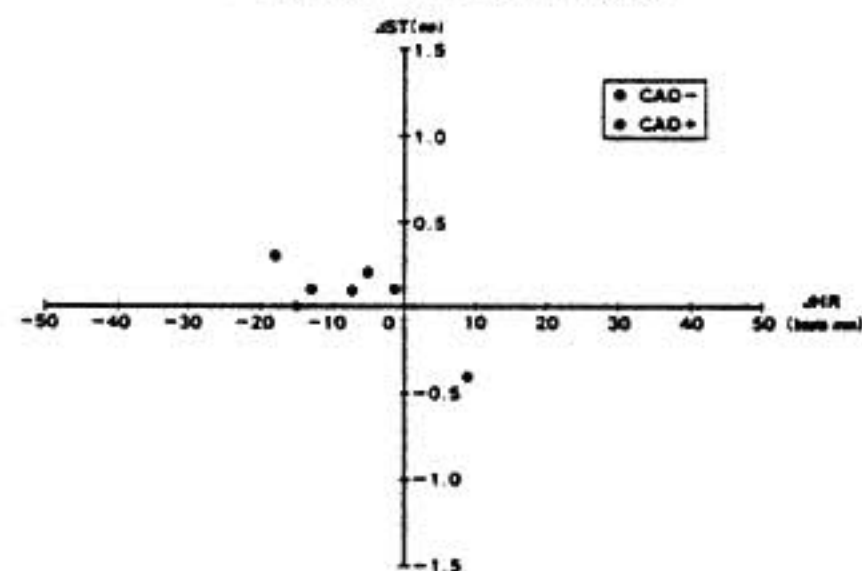
図2 Reproducibility of Exercise-induced ST-depression

## Differences in HR and ST Level Between Two Exercise Studies

in Patients with Effort Angina



in Patients with Rest Angina



in Patients with Effort and Rest Angina

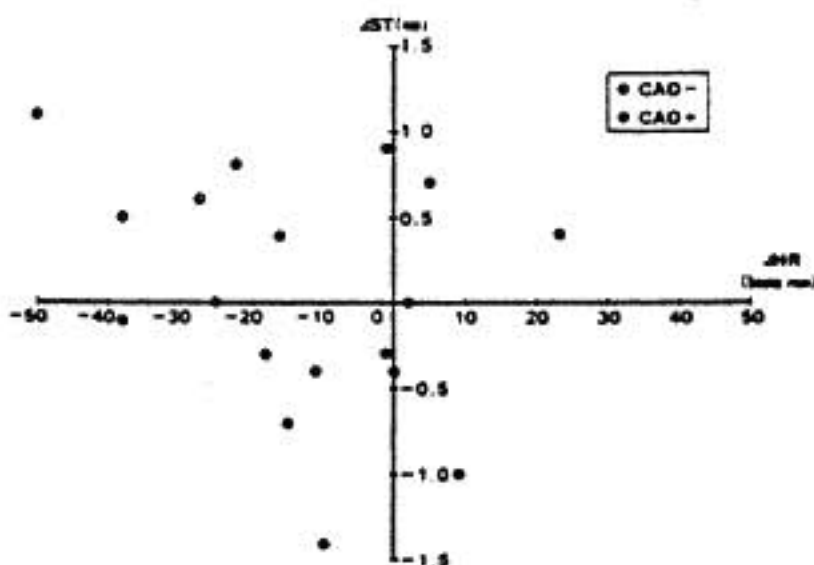


図4

次に、有意冠動脈病変の有無を考慮して同一運動時間におけるST低下の再現性を比較すると(図3)、E群の有意冠動脈病変例およびR群では、2

回の運動でのST低下度の差は、他の3群に比べ有意に小さかった。またE群においては、有意冠動脈病変の有無によって、ST低下度の差に有意差が認められた。近年、労作性狭心症においても冠攣縮の関与する症例のあることが報告されている<sup>20)</sup>が、かかる群のST低下の再現性は悪いことを示唆する成績と思われた。E+R群では冠動脈病変の有無にかかわらず、ST低下度の差が大であり再現性は悪かった。

## 3. 同一運動時間における心拍反応とST低下度の相互関係

図4は、同一運動時間におけるST低下度の差を縦軸に、心拍数の差を横軸にplotしたものである(マイナス符号は、2回目のST低下度は1回目より増強、心拍数は減少したことを意味する)。E群の有意冠動脈病変例においては、心拍数とST低下度の差の間に有意な相関があり、心拍数の減少によってST低下度の改善が認められた。R群においても心拍数とST低下度の差の間には、E群の有意冠動脈病変例と同様の傾向が認められた。これに対して、E+R群では心拍数の変化とST低下度の変化には、心拍反応以外の要因が関与することが示唆された。

## III 総 括

以上より、狭心症患者の運動による胸痛の発現およびST低下度の再現性は、狭心症の病型、冠動脈病変の有無および2回の負荷に対する心拍反応に影響されると考えられた。

## 文 献

- 1) Smokler P E. et al: Circulation 48: 346, 1973.
- 2) Yasue H. et al: Circulation 59: 938, 1979.
- 3) 相澤忠範, 他: 呼吸と循環 29: 1203, 1981.

## II 運動による心電図変化と壁運動異常

## 1) 心筋梗塞症の運動負荷による ST 偏位の意義

高橋啓美・山口龍太郎・古賀聖士  
井福正保・豊増功次・長田浩司  
住江道正・板家守夫・板家研一  
古賀義則・宇津典彦・戸嶋裕徳

## はじめに

陳旧性心筋梗塞症例の運動負荷中の ST 偏位には ST の上昇・降下あるいは両者が共に出現する場合もあり、それらの意義についてはまだ見解の一致は見られていない<sup>1-3)</sup>。本研究では心筋の虚血をほぼ直接的に観察することができる TI-201 心筋シンチグラフィを用いて運動負荷による新たな虚血との関係を検討し、更に負荷中の contrast method による左室造影により血行動態的検討も行った。

## I 対象と方法

TI-201 による検討では control として健常ボランティア 9 例を用い、陳旧性心筋梗塞症は 31 例である。心筋梗塞群は運動中の ST 偏位により ST 偏位がなかった ST 不変群、ST の降下のみが出現した ST 降下群、ST の上昇のみが出現した ST 上昇群、ST の上昇と共に降下も同時に認められた ST 上昇降下群の 4 群に分類した。運動負荷は 20 watt から 3 分毎に 20 watt ずつ漸増する多段階臥位自転車エルゴメーター法を用いた。撮像は正面・LAO30°・LAO60°・左側面の 4 方向で行い、得られた心筋像を Circumferential に 16 分割して、弁口部を除いた 12 segments を検討の対象とした。一過性心筋虚血の有無は Redistribution index (RDI) を用いて判定した<sup>4)</sup>。また血行動態的検討では、運動負荷で ST 偏位が認められず、冠動脈造影でも狭窄の認められなかった variant angina 6 例を control とし、冠動脈病変群 35 例と同様に安静時および亜最大運動負荷

中の contrast method による左室造影を施行し、Kennedy らの方法<sup>5)</sup>により左室容量を算出した。

## II 結果および考案

まず、TI-201 による検討では図 1 に示すように ST 不変群 7 例で abnormal RDI を認めた例はなく、ST 上昇群でも 7 例中 1 例にしか認めなかった。これに対し、ST 降下群では 9 例中 6 例 (67%)、ST 上昇降下群では 8 例中 5 例 (63%) に abnormal RDI が出現した。また、各群の非梗塞部の支配冠動脈の狭窄の程度を比較すると (図 1)、ST 不変群や ST 上昇群では 75% 以上の有意病変例は、各々 1 例と 2 例のみであった。一方、ST 降下群では有意病変、特に 90% 以上の強い狭窄例が多く認められた。ST 上昇降下群では 8 例中 5 例 (63%) には有意狭窄が認められたが、3 例 (38%) には有意狭窄は認められず、心筋シンチでもこれらの症例には abnormal RDI は認められなかった。このように RDI による一過性虚血の評価は、非梗塞部の冠動脈所見ともよく一致し、心筋梗塞例の運動時の ST 降下は新たな虚血の出現を反映し、ST の上昇は新たな虚血とは無関係と考えられた。また、ST 上昇降下群の ST 降下は虚血を反映した変化と、ST 上昇に伴う reciprocal ST change の例が混在しているように思われた。

ところで、梗塞部では非梗塞部に比べて残存心筋は少なく、TI-201 の uptake ratio も元来低いので、正常者を control として梗塞部も評価するのは多少疑問が残る。そこで、通常新たな虚血はないと考え

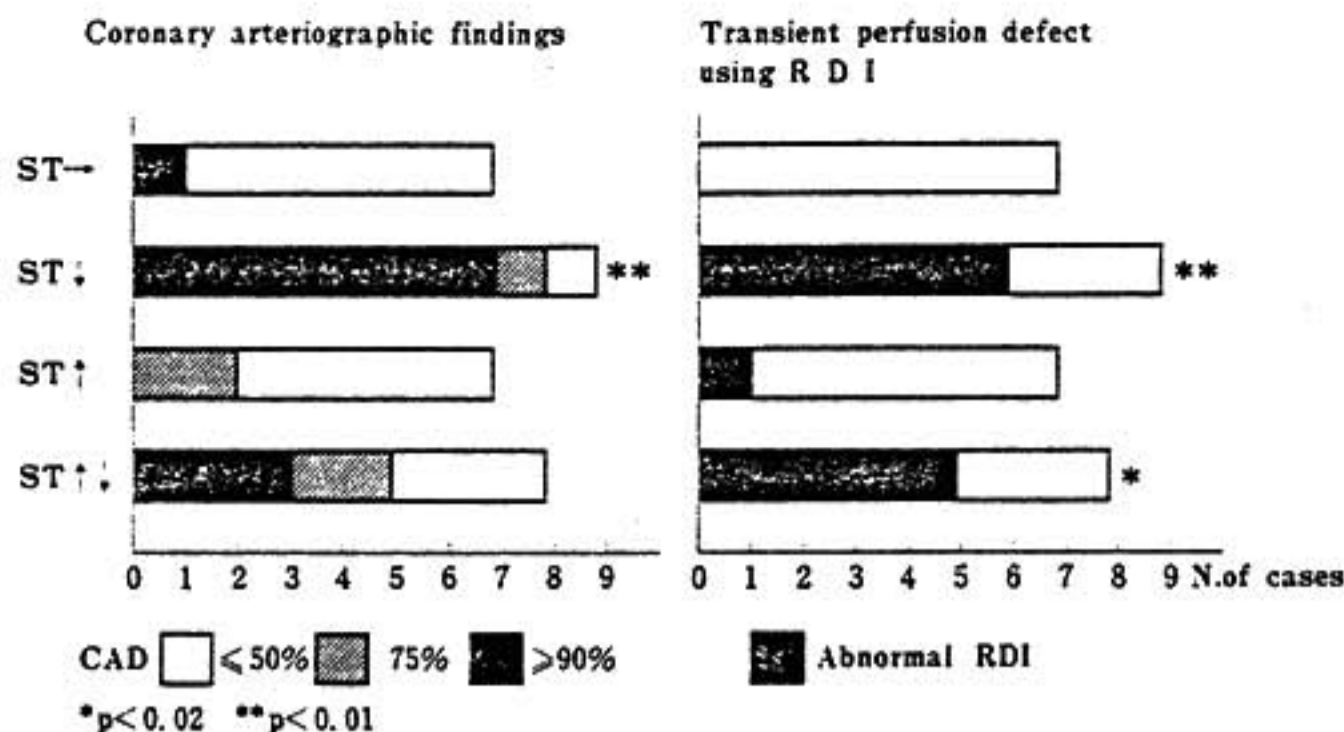


図1 Coronary arteriographic findings Transient perfusion defect using RDI

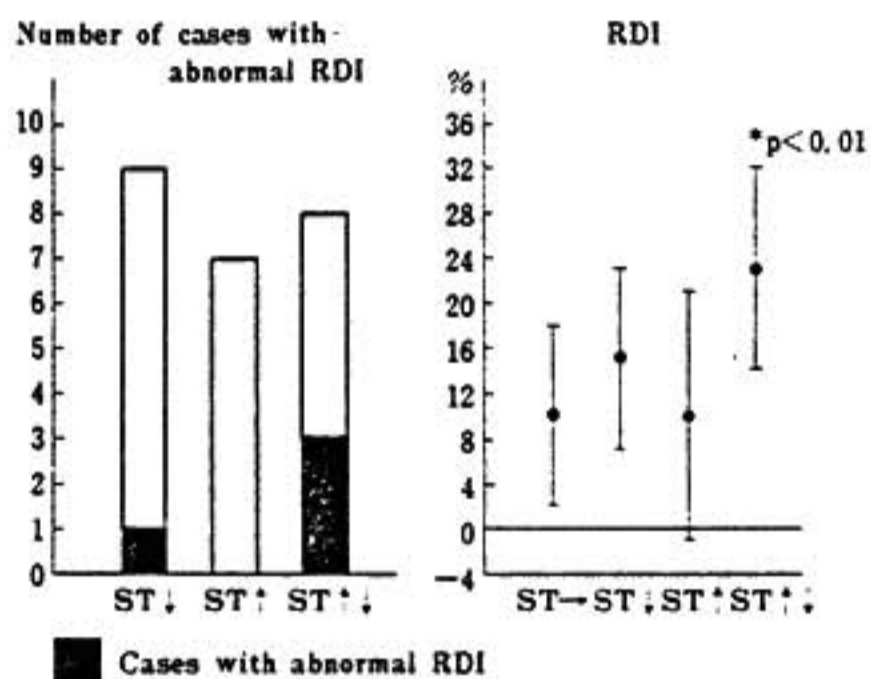


図2 Transient perfusion defect in infarcted area

られ、また今回の正常例との比較でも1例も abnormal RDI が認められなかった ST 不変群の梗塞部の RDI を control として、他の群の梗塞部 (uptake ratio 70% 未満の部) を同様に検討してみた (図2)。

すると各群の abnormal RDI 出現率は差がなく、特に ST 上昇群では1例も abnormal RDI を示す例はなかった。各群の梗塞部の RDI の定量評価でも、ST 上昇降下群が大きな RDI を示したが、他の群は ST 不変群と差がなかった。以上の所見および各群の梗塞責任冠動脈病変にも差がなかったことより、ST 上昇は梗塞部の負荷による新たな虚血を反映した所見でもないと考えられた。

次に運動負荷中の血行動態諸指標を検討すると (図3)、ST 上昇群では End diastolic volume (EDV)、

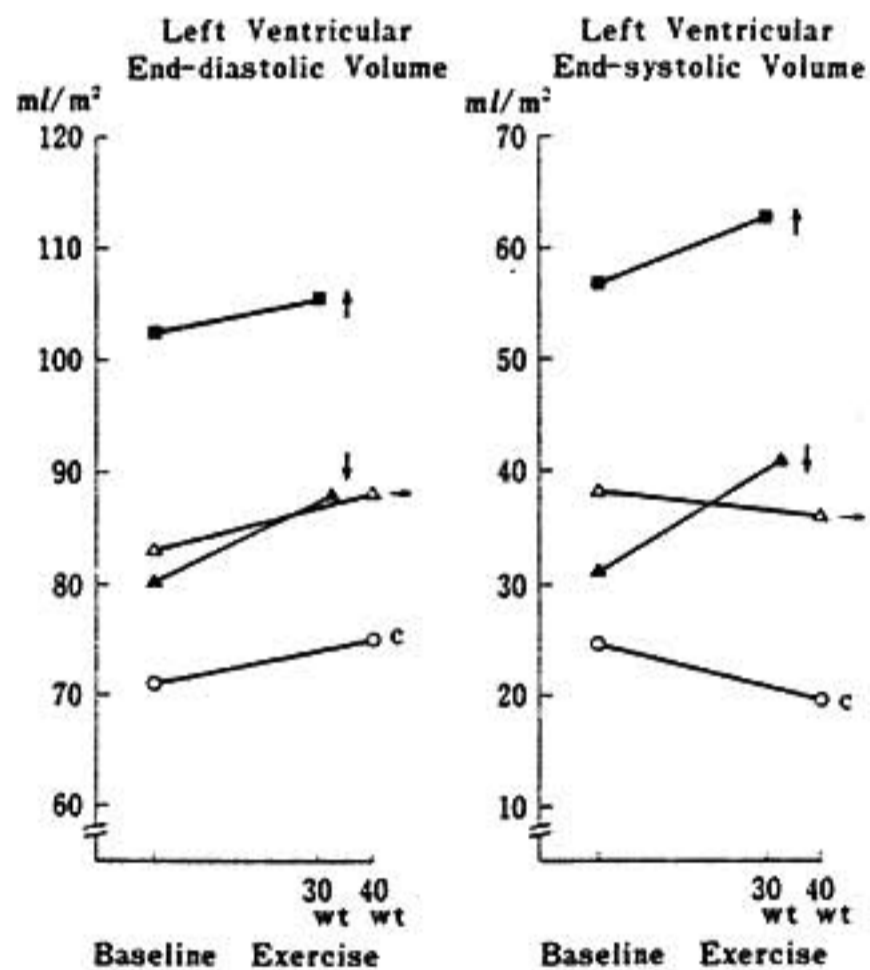
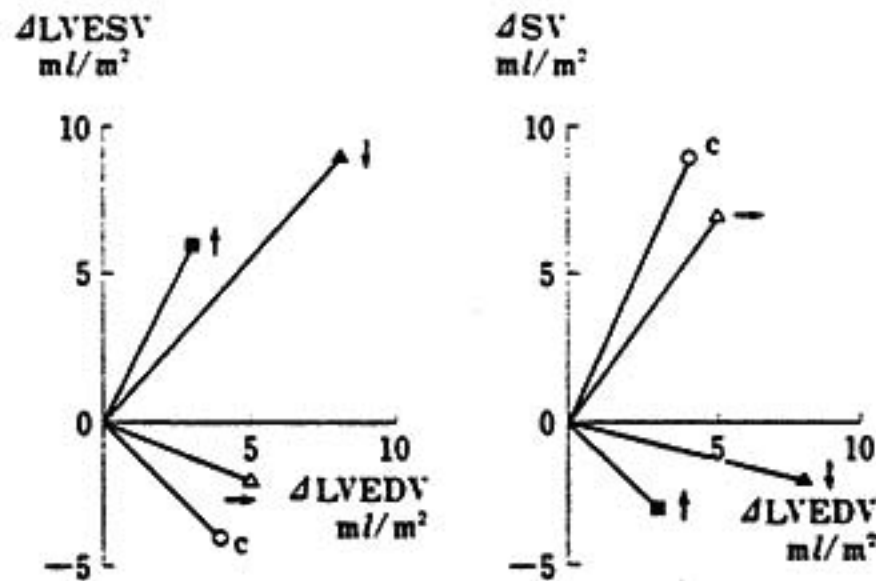


図3 Effect of Supine Exercise on LVEDV and LVESV

End systolic volume (ESV) 共に他の群に比べ安静時から大きかった。また、負荷により EDV は全群増大したが、ESV は control 群、ST 不変群で減少し、ST 降下群と ST 上昇群では逆に増加した。同様に (図4) ST 降下群と ST 上昇群は、control 群や ST 不変群と異なり  $\Delta$ EDV は増加するが、 $\Delta$ ESV も増加し、その結果  $\Delta$ stroke volume が減少して左室収縮能の低下が招来されることを示した。このように ST 降下群も ST 上昇群も ST 偏位時には血行動態的には左室収縮不全状態を示していた。

以上より、陳旧性心筋梗塞症例の運動負荷による

C control group  
 — ST unchanged group  
 ↓ ST depression group  
 ↑ ST elevation group



LVESV=Left Ventricular End-systolic Volume  
 LVEDV=Left Ventricular End-diastolic Volume  
 SV=Stroke Volume

図4 Relationship between Changes in LVESV or SV to LVEDV

STの降下は、新たに生じた一過性の虚血を反映し、それによる左室収縮能の低下をきたすと考えられた。STの上昇は新たな虚血の反映ではなく、左室壁運動異常による可能性を示唆し、それに伴って左室収縮能が低下しているものと考えられた。STの上昇降下合併例は、新たな虚血によるST降下あるいはST上昇に伴うreciprocalなST降下または両者の併存例が混在していると考えられた。

## 文 献

- 1) Weiner D A, McCabe C, Klein D and Ryan T J: ST segment changes post infarction. Predictive value for multivessel coronary disease and left ventricular aneurysm. *Circulation* 58(5):1978.
- 2) Dunn R F, Bailey I K, Uren R and Kelly D T: Exercise induced ST segment elevation. Correla-

tion of thallium-201 myocardial perfusion scanning and coronary arteriography. *Circulation* 61(5):1980.

- 3) Billadello J J, Smith J L, Ludbrook P A, Tiefenbrunn A J, Jaffe A S, Sobel B E and Geltman F E: Implications of reciprocal ST segment depression associated with acute myocardial infarction identified by positron tomography. *JACC* 2(4):1983.
- 4) Camara E J N, Chandra N, Ouyang P, Gottlieb S H and Shapiro E P: Reciprocal ST change in acute myocardial infarction. Assessment by electrocardiography and echocardiography. *JACC* 2(2):1983.
- 5) 村山正博, 川久保 清, 川原 貴, 内山巖雄, 大城雅也, 沈 鉄寛, 真島三郎, 村尾 覚: 虚血性心疾患慢性期運動療法に関する研究: 心筋梗塞における運動負荷 ST 偏位の意義について. 厚生省循環器病研究委託費による心疾患のリハビリテーションシステム開発に関する研究. 昭和55年度業績集.
- 6) Takahashi H, Ifuku M, Yamaguchi R, Itaya M, Koga Y, Utsu F, Toshima H, Hirashima M, Kawakami K, Takagi M and Shimokawa Y: Mechanism of exercise induced ST deviation in old myocardial infarction. *Jpn J Nucl Med* 21(5):1984.
- 7) Ifuku M, Takahashi H, Yamaguchi R, Itaya M, Koga Y, Utsu F, Toshima H, Hirashima M, Kawakami K, Takagi M and Shimokawa Y: Objective evaluation of transient perfusion defect. *Jpn J Nucl Med* 21(5):1984.
- 8) Kennedy J W, Trenholme S E and Kasser I S: Left ventricular volume and mass from single-plane cineangiogram. A comparison of anteroposterior and right anterior oblique methods. *Am Heart J* 80:1970.

## 2) 心筋梗塞症における運動負荷心電図 ST 変化の意義

清水達朗\* . 尾崎正治\* . 池園 徹\*  
 山岸 隆\* . 古谷雄司\* . 松田泰雄\*  
 楠川禮造\*

心筋梗塞症における運動負荷心電図 ST 変化の意義を、特に梗塞領域に出現する虚血との関連を中心に検討した。

### I 対象および方法

心臓カテーテル検査を施行した心筋梗塞42例 (正常冠動脈 (OVD) 3例, 一枝病変 (1VD) 25例, 二枝病変 (2VD) 5例, 三枝病変 (3VD) 9例) に運動負荷試験 (TI-201 心筋シンチグラム (MPI), 標準12誘導心電図) を行った。負荷は仰臥位エルゴメータを用い, end point は symptom limit とした。MPI は, 1回の静注で負荷直後と3時間後の像を3方向 (正面, 左斜位45°, 左側面) から得た。

MPI の定量評価: 再分布現象を定量化するため負荷直後と3時間後の circumferential profile を同一座標上に作製し, 両 profile 間の面積を3方向について加算して redistribution score (RS) とした<sup>1)</sup>

(図1A)。梗塞部の虚血性変化を評価するため梗塞中心部に設定した ROI における3時間までのカウント変化率を求めて washout rate (WR) とした (図1B)。

### II 結 果

対象をいずれの誘導にも ST 変化のない群; ST 不変群, いずれかの誘導で有意な ST 低下 (J点から0.08秒後に 0.1 mV 以上の虚血性低下) のみを認める群; ST 低下群, aV<sub>r</sub> を除くいずれかの誘導で有意な ST 上昇 (J点で 0.1 mV 以上の上昇) を認める群; ST 上昇群に分類した。ST 上昇群には ST 低下を伴う例も含まれる。また ST 上昇はいずれも異常Q波を有する誘導で認められた。

2VD, 3VD では ST 低下例が多いが, OVD, 1VD でも高率に心電図変化を認めた (図2)。

RS の正常上限を健常者9例 (mean + 2SD = 115)

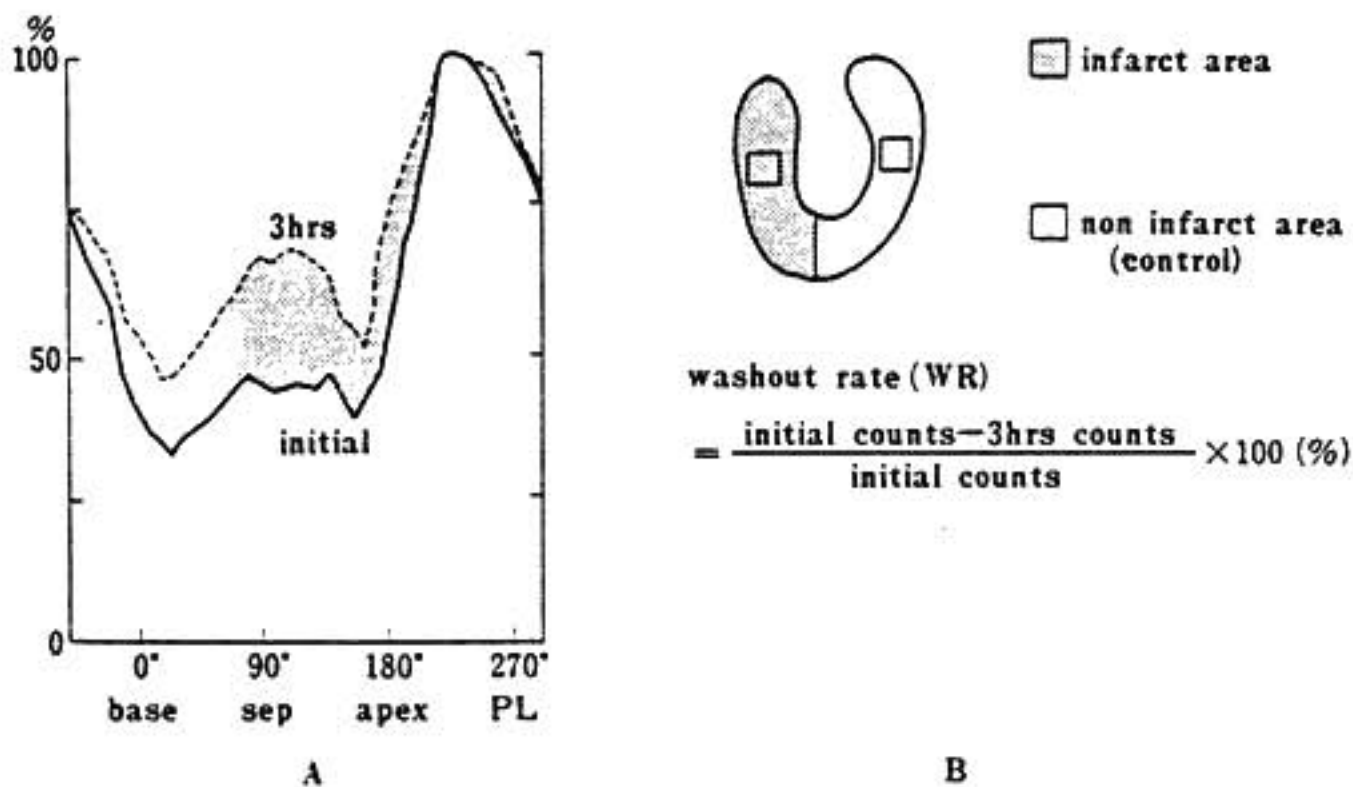


図1

A: 負荷直後の circumferential profile (実線) と3時間後の circumferential profile (破線)  
 B: washout rate 算出のための関心領域 (ROI)

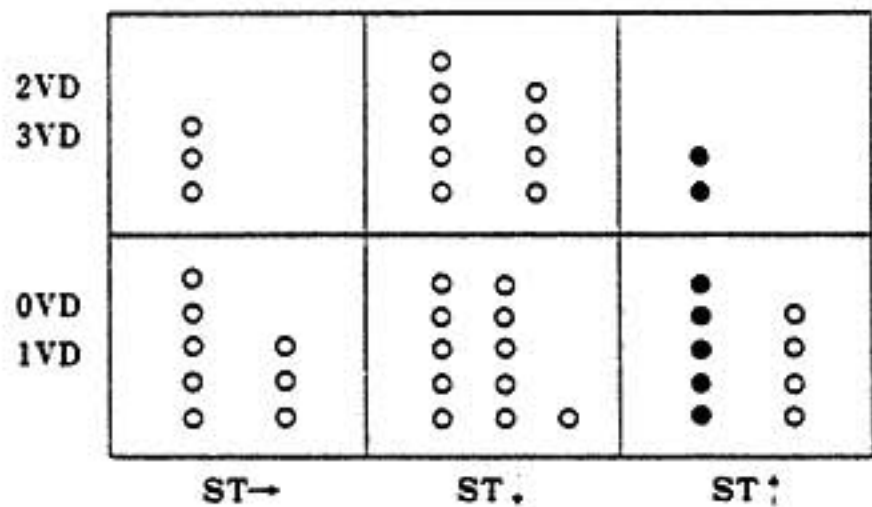


図2 ST変化と罹患冠動脈数との関係  
ST→: ST不変群, ST↓: ST低下群, ST↑: ST上昇群, ●: ST上昇とST低下の両方を認めた例

から決定すると, 2VDでは1例を除く5例がRS高値を示した. 0VD, 1VDではST低下群の10例中7例, ST上昇群の9例中5例がRS高値を示した. これらは, シンチ上虚血の出現を示唆するものである(図3A). RSは健常心筋部に対する相対的評価なので, 3VDでは方法論に問題があり, 除外した. このようにST低下は, 梗塞部, 非梗塞部を問わず, 虚血を反映すると考えられる.

次にWRによって, 梗塞部の虚血との関連を検討した(図3B). WRの正常下限を0VD, 1VD 28例における非梗塞部(mean-2SD=30%)から決定すると, ST低下群では0VD, 1VDの10例中7例,

2VD, 3VDの9例中5例がWR低値を示した. このようにST低下が梗塞部の虚血性変化を反映する例は, 2VD, 3VDの中にもかなり存在した. ST上昇群では0VD, 1VDの9例中3例, 2VD, 3VDの2例中1例がWR低値を示した.

ST上昇群では, WRの異常の有無にかかわらず他群に比して高率に高度左室壁運動異常(LAWMA; dyskinesia または aneurysm)を認めた(図4A).

WR低値群(すなわちシンチ上梗塞部に虚血性変化を認める群)では, 高率に梗塞部を灌流する側副血行路が存在した(図4B).

### III 考 按

心筋梗塞例におけるST低下は, 虚血を反映した結果と考えられるが, 多くの報告にあるような多枝病変の存在<sup>2)</sup>とは必ずしも結びつかない. つまり梗塞領域の残存心筋に虚血の出現をみる例がかなり存在し, 0VD, 1VDでもST低下を起こしうる. また2VD, 3VDの中にもこのような梗塞領域の虚血を示す例があり, 従ってST低下から多枝病変の存在を推測することは困難である. ST上昇の成因について, 虚血の結果であるとする説<sup>3)</sup>と, LVWMAのためであるとする説<sup>4)</sup>があるが, 一致した見解は

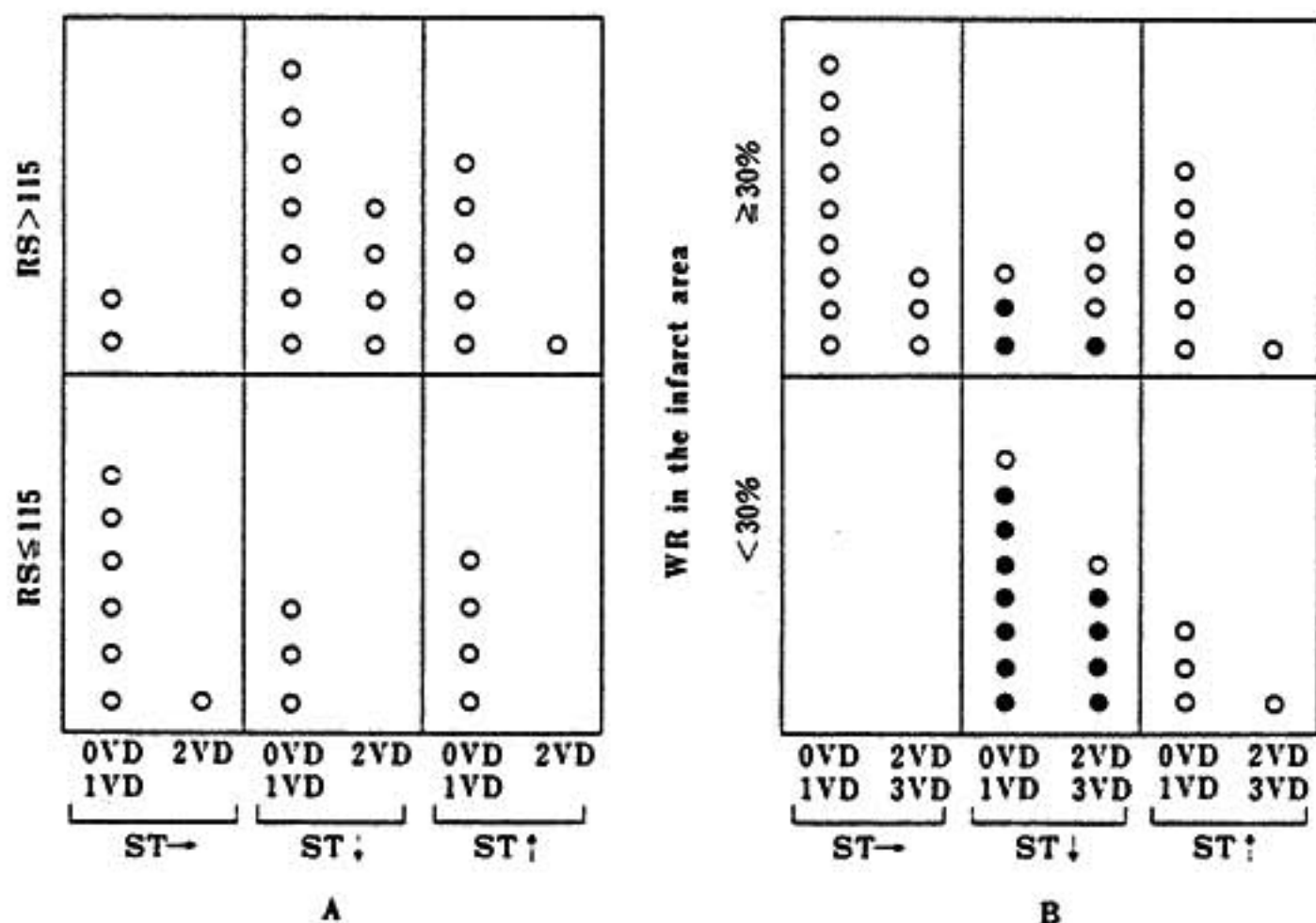


図3  
A: 各群におけるRSの異常の有無  
B: 各群におけるWRの異常の有無  
●: 梗塞部位に相当する誘導でST低下を認めた例

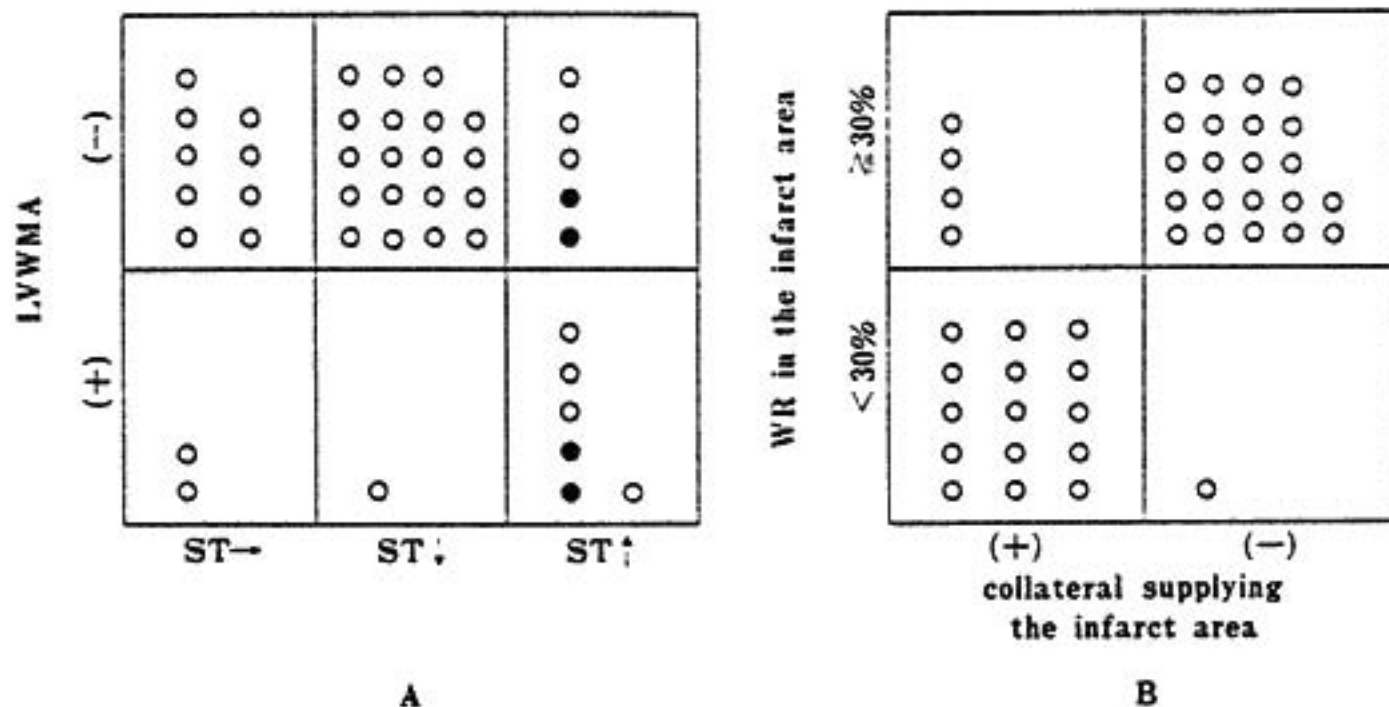


図 4

A: ST 変化と高度左室壁運動異常 (LVWMA: dyskinesia または aneurysm) との関係

●: ST 上昇群のうち WR<30% の例

B: 梗塞部を灌流する側副血行路の有無と WR の異常の有無との関係

得られていない。本研究でも LVWMA と深い関連があることは明らかである。しかし、安静時に LVWMA のない例の ST 上昇の原因が、虚血なのか運動時のみに出現する LVWMA なのかは明確でない。この点を明らかにするには、運動時の左室造影などのさらに詳細な検討が必要である。ST 上昇と低下の両方が併存する場合、LVWMA と多枝病変の両者を示唆するとの報告が多い<sup>2)</sup>。しかし、本研究では OVD, 1VD でも ST 上昇群の 9 例中 5 例が反対側誘導に ST 低下を認めており、これらは ST 上昇に対する reciprocal change と考えた方が妥

当と思われる。梗塞領域に虚血性変化を認める例における側副血行路の役割は興味深い。側副血行路の存在は、梗塞領域における残存心筋の存在を意味するが、運動に対応するほど十分な血液を供給できない<sup>3)</sup>と考えられる。

文 献

- 1) Massie B M, et al: Circulation 68: 747, 1983.
- 2) Weiner D A, et al: Circulation 58: 887, 1978.
- 3) Fox K M, et al: Br Heart J 49: 15, 1983.
- 4) Kondo M, et al: Jpn Circ J 48: 219, 1984.



## 3) 心筋梗塞症の運動負荷試験における梗塞部 ST 上昇の意義

本 田 喬\* . 藤 野 彰 久\* . 滝 本 浩 俊\*  
 田 中 直 秀\* . 加 藤 辰 也\* . 小 川 洋 司\*  
 金 子 昇\* . 関 口 守 衛\* . 広 沢 弘 七 郎\*

## はじめに

心筋梗塞症患者の運動負荷に伴う梗塞部(異常Q波部位) ST 上昇に関しては, 梗塞部の壁運動異常ないし左心室瘤に基づくとする考え方が一般的であるが<sup>1-3)</sup>, 梗塞周辺部の虚血によるとする報告もある<sup>4)</sup>. また梗塞部 ST 上昇は梗塞後時間を経るに従い軽減消失するという報告もある<sup>5)</sup>. 本研究は, 急性心筋梗塞症(AMI)患者で繰り返したレッドミル運動負荷試験(TET)を行った例を中心に, 心筋梗塞症における運動負荷時の梗塞部 ST 上昇の意義について検討した.

## I 対象と方法

対象は初回貫壁性心筋梗塞例で, TET と冠動脈造影(CAG)を施行した AMI 57例と陳旧性心筋梗塞(OMI) 57例である. 男104例, 女10例, 平均年齢 $53.8 \pm 8.5$ 歳であった. TET 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. 運動終点は, 胸痛・呼吸困難など自覚症状の出現または目標心拍数(AMI 発症から2カ月以内は予測最大心拍数の70%, 3カ月以降は85%)に達した時とした. ST 偏位はJ点より40 msec 後で測定し, TET 前後の標準12誘導心電図における ST 偏位の差  $\Delta$ ST を求めた. 0.5 mm 以上の ST 上昇を ST 上昇例, 1 mm 以上の ST 下降を ST 低下例とし, 症例を次の4群に分けた: ST 上昇群46例(全体の40%), ST 上昇・低下群36例(32%), ST 不変群15例(13%), ST 低下群17例(15%).

ST 上昇群および ST 上昇・低下群における ST 上昇は, すべて異常Q波を有する誘導(梗塞部)でみられた. ST 低下は全例異常Q波を有しない誘導

でみられ, OMI の4例では梗塞部の ST も低下した. 冠動脈病変は, 75%以上(左主幹部病変は50%以上)の器質的病変を有意病変とした.

## II 結 果

ST の変化によって分類した4群につき, CAG 所見, 左室収縮異常および梗塞後狭心症(AMI 発症後48時間以降に出現した狭心発作)を表に示す. ST 上昇群は AMI 57例中26例(46%)を占め, 前壁梗塞85%, 0または1枝病変69%, Dyskinesis 50%, Akinesis 46%であった. 一方 OMI 57例では20例(35%)に認められ, 前壁梗塞90%, 1枝病変80%, Dyskinesis 55%, Akinesis 45%であった.

ST 上昇・低下群は AMI 23例(40%), OMI 13例(23%)で, それぞれ前壁梗塞が57%, 62%, 0または1枝病変が66%, 62%, Dyskinesis が35%, 31%, Akinesis が52%, 69%であった. Dyskinesis を示した36例中35例(97%)が ST 上昇または ST 上昇・低下群であり, この両群の ST 上昇部位は全て梗塞部位であった. 梗塞後狭心症は AMI 群の9例(16%)にみられ, 8例が ST 上昇または ST 上昇・低下群であった. 7例が安静狭心症, 7例が0または1枝病変で, 狭心発作時梗塞部の ST 再上昇を認めた. OMI 群では25例(44%)に梗塞後狭心症を認め, 9例が ST 上昇または ST 上昇・低下群で, そのうち5例が1枝病変, 3例が TET で狭心痛を生じた.

TET 時の梗塞部 ST 上昇度( $\Delta$ ST)と左室収縮異常の関係を図1に示す. AMI, OMI 両群とも Dyskinesis を示す例が  $\Delta$ ST は大であったが, 統計学的に有意ではなかった. AMI 群では前壁梗塞例の  $\Delta$ ST が下壁梗塞例のそれに比べ有意に大(P

表 ST変化症例における冠動脈病変と左室収縮異常

		冠動脈病変枝数				左室収縮異常*			梗塞後 狭心症	
		0枝	1枝	2枝	3枝	左主幹部	Dyskinesis	Akinesis		Hypokinesis
AMI群	ST上昇 (n=26)	5(19)	13(50)	7(27)	0	1(4)	13(50)	12(46)	1(4)	4(15)
	ST上昇・低下 (n=23)	2(9)	13(57)	6(26)	1(4)	1(4)	8(35)	12(52)	3(13)	4(17)
	ST不変 (n=5)	2(40)	3(60)	0	0	0	0	4(80)	1(20)	0
	ST低下 (n=3)	0	2(67)	1(33)	0	0	1(33)	1(33)	1(33)	1(33)
OMI群	ST上昇 (n=20)	0	16(80)	4(20)	0	0	11(55)	9(45)	0	4(20)
	ST上昇・低下 (n=13)	0	8(62)	3(23)	1(8)	1(8)**	4(31)	9(69)	0	5(38)
	ST不変 (n=10)	1(10)	6(60)	3(30)	0	0	0	6(60)	4(40)	3(30)
	ST低下 (n=14)	2(14)	3(21)	6(43)	3(21)	0	0	13(93)	1(7)	13(93)

\*最高の収縮異常で分類, \*\*左主幹部+RCA病変例, (%)

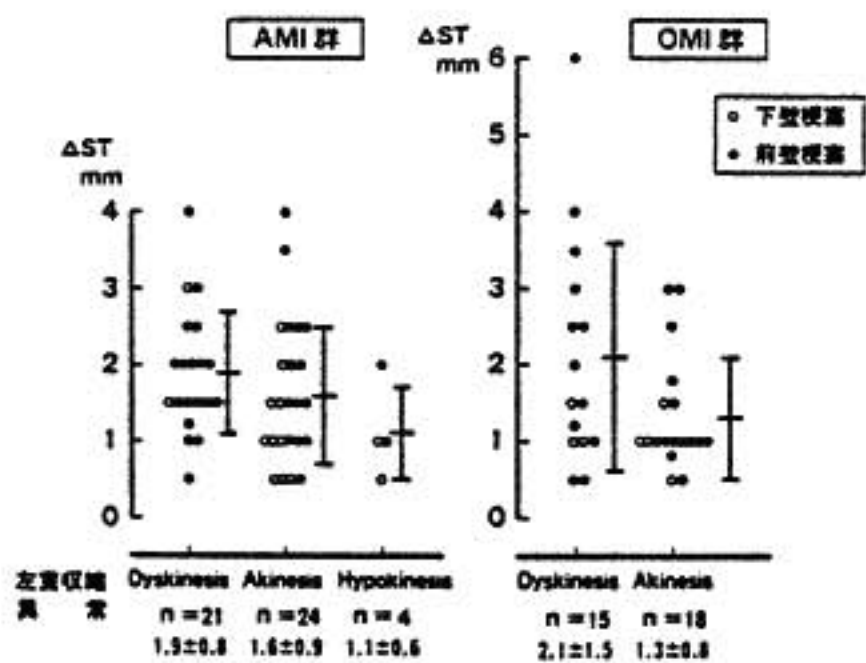


図1 運動負荷時梗塞部 ST 上昇と左室収縮異常

<0.05) であった。

ΔST と梗塞発症から TET までの期間との関係を図2に示す。AMI 群の1回目 TET は発症後平均 34.7±8.4日に行い、ΔST は 1.69±0.87 mm であった。1回目に ST 上昇を示した49例中24例 (49%) に経時的に TET を2回以上施行し、8例で ST 上昇が消失した。しかし1例は1カ月後の再

検査で再び ST 上昇がみられた。2回目以後の TET は梗塞発症後平均9.4±4.4カ月に行い、ΔST は 1.41±1.13 mm であった。すなわち TET に伴う梗塞部 ST 上昇の頻度および程度は、梗塞1カ月後が大であったが、有意の差ではなかった。OMI 群では梗塞後平均25.1±34.0カ月の TET の ΔST は 1.69±1.21 mm と AMI 群の1回目の結果と同様であり、ST の上昇度と梗塞発症から TET までの期間との間に一定の関係はみられなかった。また rate-pressure-product と ΔST の間にも一定の関係はなかった。

### III 結 語

初回貫壁性心筋梗塞症114例を対象に、梗塞後の TET に伴う梗塞部 ST 上昇について検討した結果、①AMI 57例では86%に、OMI 57例では58%に ST 上昇が認められ、前壁梗塞例、0または1枝病変例が多く、梗塞後狭心症は少なかった。②左室造影上 Dyskinesis を認めた例の97%が ST 上昇を示したように、ST 上昇例には左室収縮異常を高頻度に認め

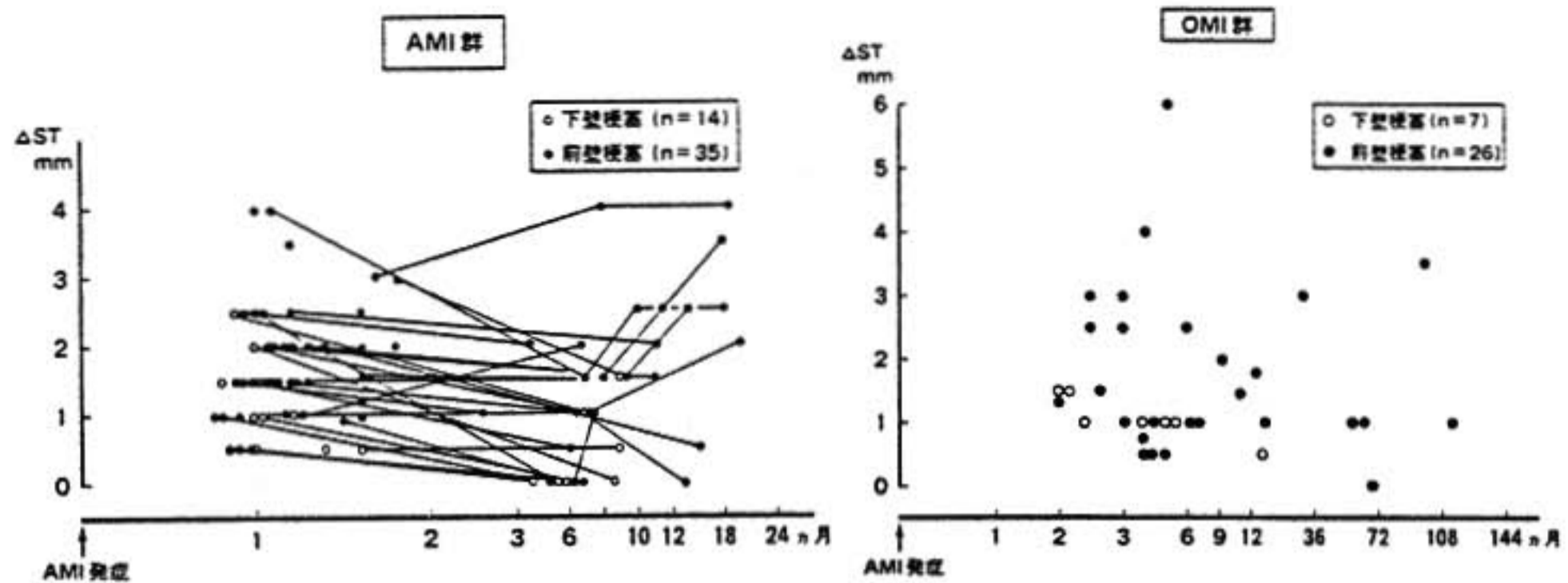


図2 心筋梗塞発症からの期間と運動負荷時梗塞部 ST 上昇

た。③TET 時の ST 上昇度は左室収縮異常が高度であるほど大きい傾向であったが、梗塞発症から TET までの期間や rate-pressure-product との間に一定の関係はなかった。④TET による ST 上昇時に狭心痛をきたした例は少なく、梗塞部 ST 上昇には左室収縮異常の機序の関与が大きいと考えられた。

- 2) Weiner D A. et al: Circulation 58: 887, 1978.
- 3) Paine T D. et al: Am J Cardiol 42: 716, 1978.
- 4) Lahiri A. et al: Br Heart J 43: 582, 1980.
- 5) Feyter P J D. et al: Br Heart J 46: 84, 1981.
- 6) Feyter P J D. et al: Chest 83: 853, 1983.
- 7) Dunn R F. et al: Circulation 61: 989, 1980.
- 8) Atterhög J H. et al: Br Heart J 33: 871, 1971.

文 献

- 1) Chahine R A. et al: Circulation 54: 209, 1976.

4) 心筋梗塞回復期の運動負荷心電図と臨床像

畑 典 武\* . 松 原 貴 規\* . 鈴 木 健\*  
 飯 田 信 子\* . 金 沢 正 邦\* . 岸 田 浩\*  
 早 川 弘 一\*

はじめに

心筋梗塞回復期の運動負荷心電図における ST 変化が、虚血によるものか左室壁運動異常を示唆するものかは未だ明らかではない。さらに ST 下降については虚血性変化と考えるものと、ST 上昇の reciprocal change と考えるものの両者が論議されている。

我々は、心筋梗塞回復期に施行した低負荷運動試

験の成績と左室造影、冠動脈造影ならびに臨床経過、特に梗塞後狭心症の発生につき検討した。

I 対象と方法

急性心筋梗塞86例(男74例, 女12例, 年齢55±10歳)を対象とした。心電図により判定した梗塞部位は前壁44例, 下壁36例, 前下壁4例, 非貫壁性梗塞2例であった。

運動負荷試験はトレッドミルを用い、平均41病日

\* 日本医科大学 第一内科

に我々の低負荷プロトコル (1.7, 2.5, 3.4, 4.2, 5.4, 6.5 METs の6段階各3分間) で実施した。心電図記録は、I, II, III, V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> の6誘導連続記録とし、0.1 mV 以上の ST 変化を有意とした。

心血管造影は Judkins 法にて平均46病日に施行し、左室駆出率、左室壁運動異常および冠動脈障害枝数を評価した。壁運動異常は、AHA 基準で dysknetic または aneurysmal と判定されたものとし、冠動脈有意狭窄は75%以上の器質的狭窄とした。

86例中66例については梗塞発症後1年間の梗塞後狭心症の有無を調査した。

## II 結 果

### (1) 低負荷運動試験の ST 変化 (表1)

運動負荷心電図で ST 変化を認めなかったもの (ST 不変群) 51例、ST 下降群19例、ST 上昇群13例、ST 下降兼上昇群3例であった。ST 下降群は59±9歳と他群に比し高齢であり下壁梗塞例の前壁誘導に多く、一方 ST 上昇は前壁梗塞に多く、かつ

梗塞部位と一致する誘導で認められた。

### (2) 低負荷運動試験の運動時間

各群の運動時間は、ST 不変群763±322秒、ST 下降群576±349秒、ST 上昇群616±357秒、ST 下降兼上昇群940±242秒であり、ST 下降群の運動耐容能は有意に低かった ( $P < 0.05$ )。

### (3) 左室造影 (表2)

ST 上昇群では13例中9例 (69%) が左室壁運動異常を有しており、これは他群に比し有意差をもって高率であった ( $P < 0.05$ )。また、左室壁運動異常を有する21例中11例が ST 変化を認め、うち9例が ST 上昇群であった。

各群の左室駆出率は ST 不変群56.1±14.6%、ST 下降群61.6±15.1%、ST 上昇群43.0±11.3%、ST 下降兼上昇群60.7±5.5%であった。ST 上昇は他群に比し有意に駆出率低値であった ( $P < 0.05$ )。

### (4) 冠動脈造影 (表2)

多枝障害例の占める割合は、ST 下降群で58% (19例中11例)、ST 不変群41%、ST 上昇群46%、ST 下降兼上昇群の33%に認められた。ST 下降群

表1 低負荷運動試験の ST 変化と臨床像

低負荷心電図	症例数	年 齢	性 別		梗 塞 部 位			
			男	女	前壁	下壁	前下壁	非貫壁性
ST 不変群	51	53±9	46	5	28	19	3	1
ST 下降群	19	59±9*	14	5	5	13*	0	1
ST 上昇群	13	53±10	13	0	11*	1	1	0
ST 下降兼上昇群	3	56±7	1	2	0	3	0	0
計	86	55±10	74	12	44	36	4	2

\*  $P < 0.05$  (vs ST不変群)  
ST上昇は全て梗塞部位

表2 低負荷運動試験の ST 変化と左室造影所見・冠動脈病変

低負荷心電図	左室壁運動異常		冠 動 脈 造 影		計
	有	無	1枝障害	多枝障害	
ST 不変群	10	41	30	21 (41%)	51
ST 下降群	2	17	8	11 (58%)	19
ST 上昇群	9*	4	7	6 (46%)	13
ST 下降兼上昇群	0	3	2	1 (33%)	3
計	21	65	47	39	86

\*  $\chi^2$  テスト  $P < 0.05$   
 $\chi^2$  テスト  $P < 0.01$  (vs ST不変群)

表3 低負荷運動試験のST変化と梗塞後狭心症

低負荷心電図	梗塞後狭心症		計
	有	無	
ST不変群	6 (17%)	30	36
ST下降群	8 (42%)*	11	19
ST上昇群	1 (11%)	8	9
ST下降兼上昇群	0	2	2
計	15	51	66

\* $\chi^2$ テスト P<0.05 (vs ST不変群)

では他群に比し冠硬化が著しい傾向があった。

### (5) 梗塞後狭心症 (表3)

心筋梗塞発症後1年間に梗塞後狭心症を併発したものは66例中15例(23%)であった。これを回復期の運動負荷試験ST変化と対比すると、ST下降群19例中8例(42%)、ST不変群36例中6例(17%)、ST上昇群9例中1例(11%)であり、ST下降群は他群に比し梗塞後狭心症の発生率が高かった。

## III 考 案

心筋梗塞回復期の運動負荷試験におけるST変化

と左室壁運動異常、冠動脈障害枝数、梗塞後狭心症の発生率につき検討し、上記のごとき結果を得た。従来報告されているように、運動負荷時に梗塞部位に一致してST上昇を認めるものは梗塞部の壁運動異常を有する例が多く、ST下降群では冠硬化が著しいという結果であった。

ST下降兼上昇群が少数であったため、ST下降が、それ自体虚血を意味するのか、ST上昇のreciprocal changeであるかを究明することはできなかった。これには、RI、心エコー法などの併用が望まれ、今後の検討が必要とされる。

ST変化の出現が胸部誘導において多く認められ、これに対しII誘導およびIII誘導での検出は少なかった。今後は下壁の虚血、壁運動異常を反映するための誘導法の検討が必要と考えられた。

## 結 論

心筋梗塞回復期の運動負荷心電図でST上昇を示すものは駆出率低値ならびに左室壁運動異常を示し、ST下降は心筋虚血を示す傾向があった。

## 5) 急性心筋梗塞後の運動によるST上昇の臨床的意義について

近藤正士\*・山門 徹\*・東 良久\*  
中野 越\*・竹沢英郎\*

### はじめに

心筋梗塞後の運動によるST上昇については近年いくつかの報告があるが、その臨床的意義についてはいまだ定説がない。今回我々は心筋梗塞後の患者にトレッドミル運動負荷試験を施行し、その成績と心血管造影所見とを対比検討したので報告する。

### I 対象および方法

対象は心筋梗塞発症後3カ月以内の比較的早期の132名、および4カ月以上経過した慢性期の患者19名で、ほぼ同一時期にトレッドミル運動負荷試験と心血管造影を行った。また、このうち発症後3カ月以内の39名につき初回検査より1年以上(平均21カ月)経過してから再度同一の運動負荷試験を施行し

た。

運動負荷の方法は、既報の如く<sup>12)</sup>ベルト傾斜度10%を一定として、ベルト速度1.7 miles per hour (mph), 3.1 mph, 4.0 mph, 4.5 mph の計4段階各3分間の多段階トレッドミル運動負荷法で、原則として何らかの自覚症状が出現するまで行う symptom limited 最大負荷法とした。患者が交感神経遮断薬、亜硝酸薬、カルシウム拮抗薬を服用している場合は、服用中止後72時間以上経過してから運動負荷試験を施行したが、明らかな心不全、重篤な不整脈のある患者は本研究より除外した。運動負荷心電図判定の規準としてST上昇はJ point より0.04 secの時点で判定し、運動により安静時より0.1 mV以上上昇した場合を有意とした。

左室壁運動は2方向の左室造影より定性的に normal, hypokinesis, akinesis, dyskinesis, aneurysm に評価した。冠動脈病変は冠動脈造影所見より狭窄度75%以上を有意として、有意病変なし、一枝病変、多枝病変、左主幹部病変に分類した。計測した数値の統計学的処理はカイ2乗検定、Wilcoxon paired test にて行った。

## II 結 果

### 1) 運動によるST上昇 ( $\geq 0.1$ mV) と左室壁運動の関係 (図1)

運動によるST上昇は全例Q波のある誘導で認められた。左室造影上 hypokinesis 以下の軽度 asynergy 例では30名中4名 (13%) のみに運動によるST上昇を認めたのに対し、akinesis 以上の高度 asynergy を示した121名では67名 (55%) にST上昇を認め、その差は有意であった ( $P < 0.02$ )。一方、運動によるST上昇を示した71名中67名に高度 asynergy を認めたが、ST上昇を示せなかった80名中54名にも高度 asynergy を認めた。

### 2) 運動によるST上昇を示さない左室高度 asynergy の検討

左室造影上高度 asynergy を認めるが、運動によるST上昇を示さなかった54例を検討すると、下壁梗塞30例、梗塞発症後4カ月以上経過してから運動負荷試験を行ったもの16例、運動負荷が十分でなかったもの6例であった。

### 3) 梗塞部位と運動によるST上昇の関係 (図2)

前壁梗塞(AMI)および下壁梗塞(IMI)の akinesis 以上の左室壁運動異常の頻度には有意な差を認めな

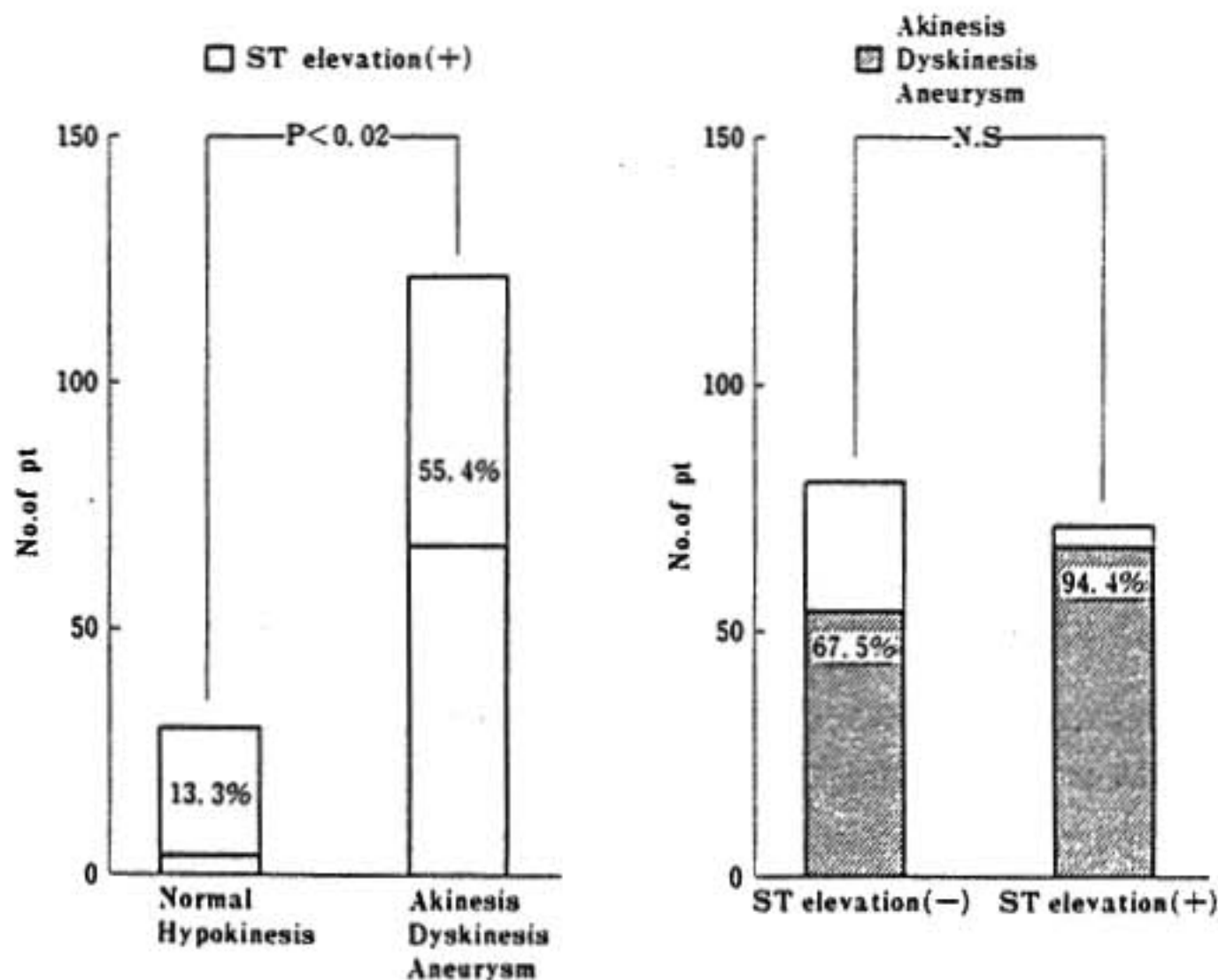


図1 運動によるST上昇 ( $\geq 0.1$  mV) と左室壁運動の関係

かったが, IMI は AMI に比し運動による ST 上昇の出現率が有意に少なかった。

4) 運動による ST 上昇の経時的変化 (図3)  
PRP に有意差を認めないにもかかわらず akinesis 以下の asynergy 例では初回に認められた運動によ

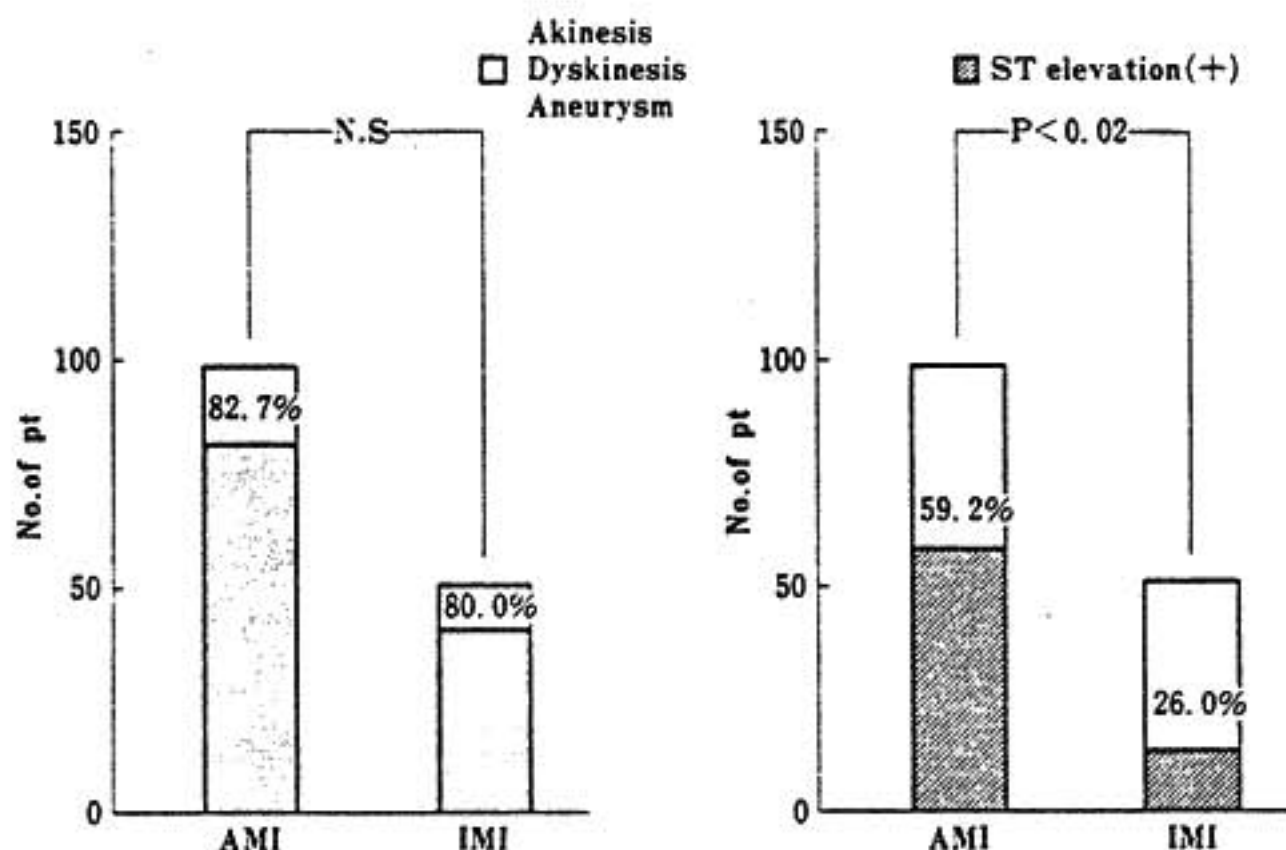


図2 梗塞部位と運動による ST 上昇の関係

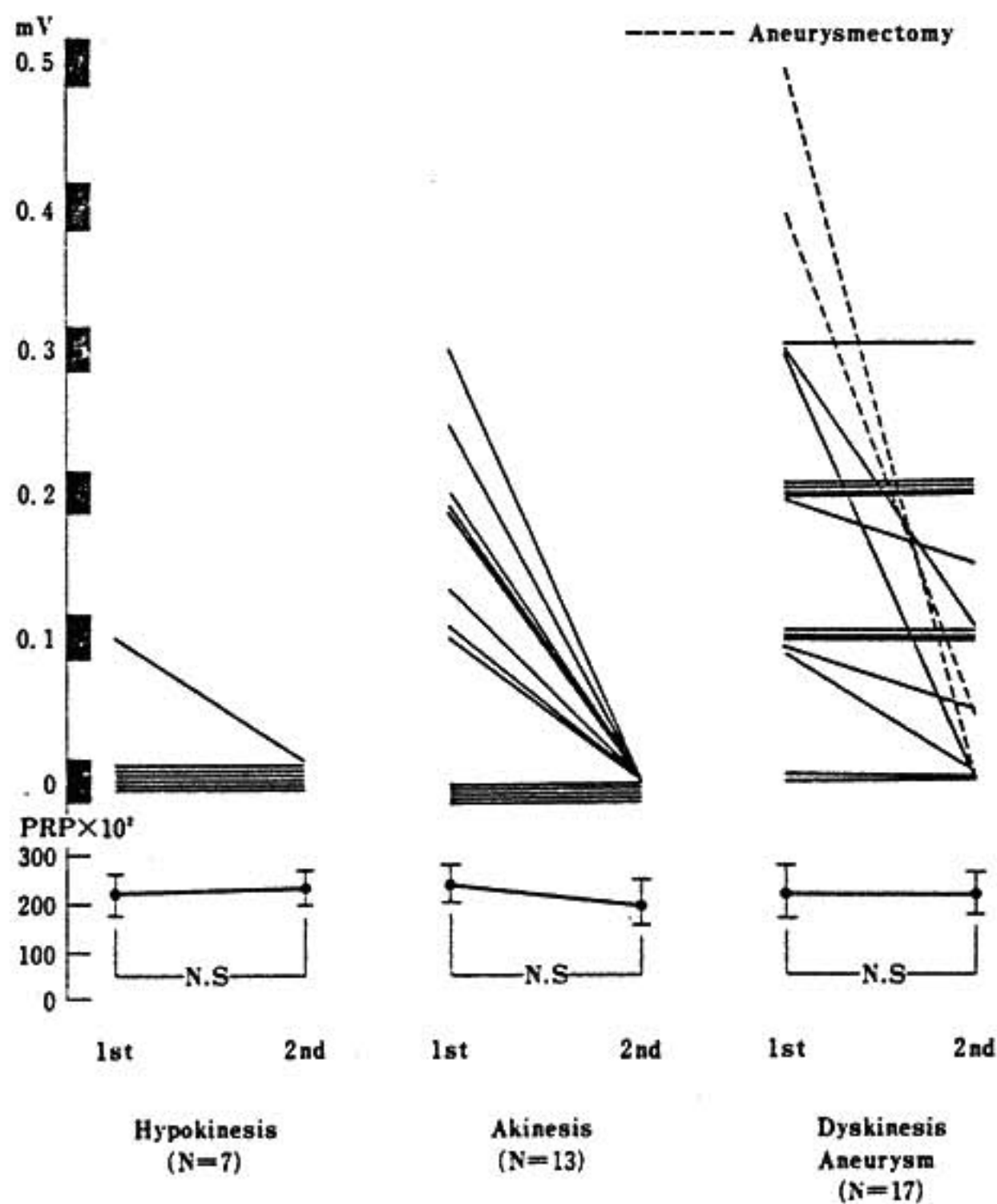


図3 運動による ST 上昇の経時的変化

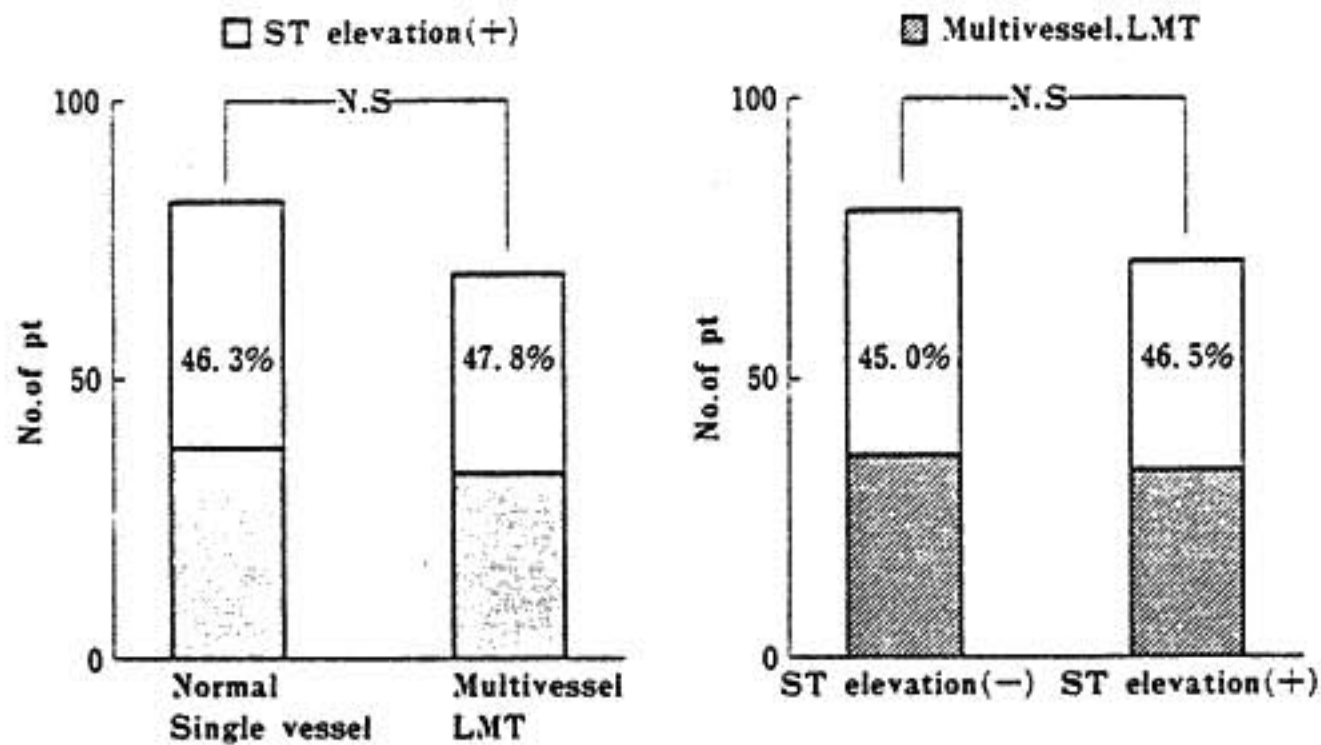


図4 運動によるST上昇と冠動脈病変の関係

るST上昇は、1年以上経過してから行った再試験時には全例消失した。しかしながら aneurysm の例では、ST上昇の減高または消失を認めたものもあるが、8例では不変であった。

#### 5) 運動によるST上昇と冠動脈病変の関係 (図4)

運動によるST上昇は、正常冠動脈、一枝病変例で46%、多枝病変、左主幹部病変例で48%であり、両群で有意な差を認めなかった。また、運動によるST上昇の有無には多枝病変、左主幹部病変は関係しなかった。

### III 考 察

心筋梗塞後の運動によるST上昇は、心筋虚血によるとする報告<sup>3)</sup>と左室壁 asynergy によるとする報告があり<sup>4-6)</sup>、その臨床的意義は定かでない。今回の研究では、梗塞後の運動によるST上昇は冠動脈病変の重症度とは関係なく、一枝病変群でも多枝病変群でも等しくST上昇を認めた。一方、左室 asynergy の軽度な群では13%にのみ運動によるST上昇を認めたが、akinesis 以上の asynergy を有する群では55%と有意に高率にST上昇を認めた。このように我々の成績は、運動によるST上昇は左室壁運動異常によるという説を支持するものであった。しかし、運動によるST上昇を示さない例でも左室の高度 asynergy を有する例が認められた。これは、

今回示されたように下壁梗塞では前壁梗塞に比し運動によるST上昇が出現しにくいこと、梗塞後比較的早期には運動によるST上昇を認める例でも慢性期には消失もしくは減高してしまうことがあるためと思われる。これらのことより、梗塞後の運動によるST上昇は左室壁 asynergy の検出に specificity の高い所見と考えられるが、その電気生理学的な機序については今後検討する必要がある。

### 文 献

- 1) 山門 徹, 東 良久, 近藤正士, 大西典好, 川西正芳, 野尻秋彦, 中野 越, 竹沢英郎: 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) 近藤正士, 山門 徹, 森 拓也, 市川毅彦, 東山 領, 高橋好夫, 中野 越, 竹沢英郎: 本態性高血圧患者の運動時心血管反応に及ぼす Metprolol の効果. 日本臨床生理学会雑誌 14:62, 1984.
- 3) Atterhög JH, et al: Br Heart J 33:871, 1971.
- 4) Hegge FN, et al: Am Heart J 86:603, 1973.
- 5) Chahine RA, et al: Circulation 54:209, 1976.
- 6) Castellonet MJ, et al: Am J Cardiol 42:29, 1978.
- 7) Paine TD, et al: Am J Cardiol 42:716, 1978.
- 8) Lahiri A, et al: Ann Radiol 22:261, 1979.



## 6) 運動負荷心電図におけるST 偏位

## —Pacing induced asynergy との関連について—

藤原秀臣<sup>\*1</sup>, 梅沢滋男<sup>\*1</sup>, 白井隆則<sup>\*1</sup>  
古川哲史<sup>\*1</sup>, 谷口興一<sup>\*2</sup>

## 目 的

心筋 viability の評価は虚血性心疾患の重症度や予後の推定, 手術適応の決定などに不可欠であるが, その評価法に確立されたものはない. そこで左室造影を安静時と pacing stress test 時に施行し, asynergy の誘発 (pacing induced asynergy) の有無と運動負荷心電図のST 偏位および冠動脈造影所見との関連性について検討した.

## I 対象および方法

対象は運動負荷において, いずれかの部位で ST 低下を呈した心筋梗塞13例 (15梗塞部位) である. 運動負荷は多段階エルゴメーター法で, ST 偏位は 0.05 mV 以上を有意とした. 心房ペーシングは右心房において刺激閾値の2倍の電圧で毎分120-150の頻度で施行した. 冠動脈造影は Judkins 法にて施行し, 50%以上の狭窄を有意とした. 左室造影は76%ウログラフィン 40 ml を注入し, 右前斜位30°にて安静時および心房ペーシング時に撮影した.

## II 結 果

## 1) Pacing による梗塞部位の左室壁運動

Pacing induced asynergy (以下 PIA) 陽性は4例, 陰性は9例であった. 壁運動の増悪例のコントロール時の壁運動は正常3例, hypokinesis 1例と良好であるのに対し, 壁運動不変例は心室瘤2例, akinesis 6例, hypokinesis 1例であった (図1).

## 2) 梗塞部位における PIA とST 偏位

PIA 陽性例では ST 低下が3部位, 不変が1部位に認められたが, PIA 陰性群では ST 低下4部位, 不変5部位, 上昇が2部位であった (表1).

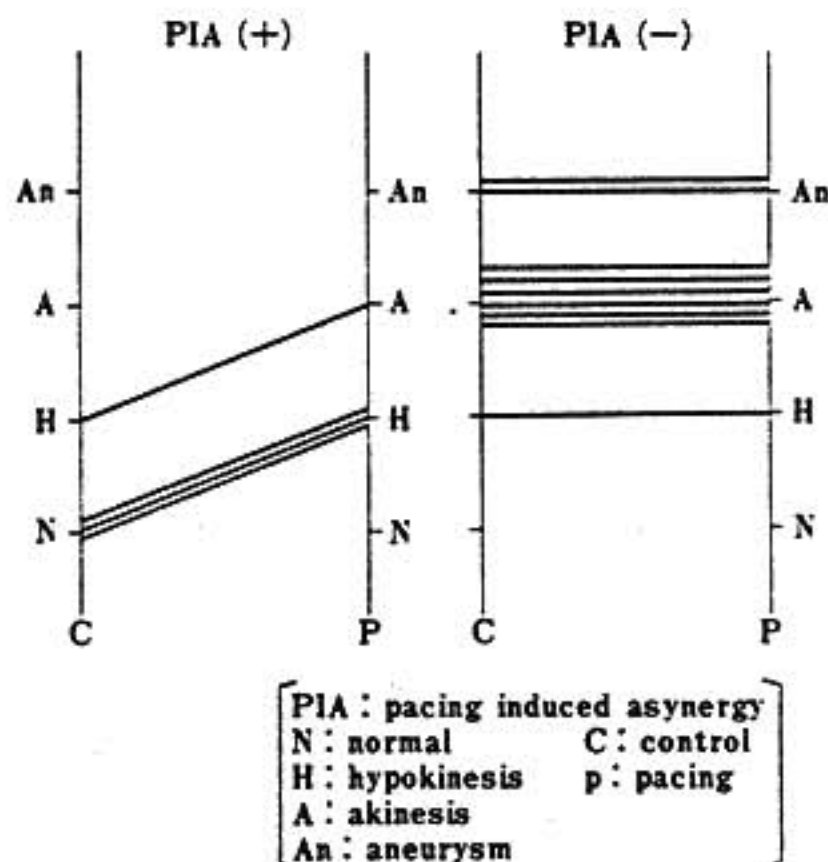


図1 Pacing による梗塞部位の左室壁運動  
PIA 陽性は4例, 陰性は9例であった. 4例中, コントロール時の壁運動は正常3例, hypokinesis 1例であった

表1 梗塞部位における PIA と ST 偏位

	ST→	ST↓	ST↑	計
PIA (+)	1	3	0	4
PIA (-)	5	4	2	11
計	6	7	2	15

(PIA : pacing induced asynergy)

## 3) 非梗塞部位における PIA とST 偏位

非梗塞部位における PIA 陽性群では4部位の全てにおいて運動負荷心電図の ST 低下が認められた. 一方, PIA 陰性群では ST 低下が7部位, 不変が10部位であり, ST 上昇は認められなかった (表2).

## 4) PIA とST 偏位

梗塞部, 非梗塞部を合せて PIA とST 偏位との関連をみると, PIA 陽性群においては ST 低下が8部

\*1 土浦協同病院 循環器内科 \*2 東京医科歯科大学 第二内科

表2 非梗塞部におけるPIAとST偏位

	ST→	ST↓	ST↑	計
PIA(+)	0	4	0	4
PIA(-)	10	7	0	17
計	10	11	0	21

(PIA: pacing induced asynergy)

表3 PIAとST偏位

	ST→	ST↓	ST↑	計
PIA(+)	1	7	0	8
PIA(-)	15	11	2	28
計	16	18	2	36

(PIA: pacing induced asynergy)

位中7部位に、PIA陰性群においてはST低下は28部位中11部位に認められた(表3)。

### 5) PIAと責任冠動脈病変

PIA陽性群では100%狭窄1例、99%狭窄2例、75%狭窄1例であるが、PIA陰性群では100%狭窄7例、99%狭窄1例、90%狭窄1例であった。

## III 考 察

心筋 viability は安静時のみで評価することは困難であり、何らかの負荷試験により心筋に stress を加え、心電図、左室壁運動、心筋血流分布の変化などを検討する必要がある<sup>1)</sup>。Pacing stress test による PIA は心筋梗塞部位にも発現したが、冠動脈

病変も軽く、asynergy も軽いものに認められた。Akinesis を呈したものでは PIA も認めず、ST 低下も出現しなかった。全体として ST 低下と PIA の関連性をみると、ST 低下は PIA に対して specificity は高いが sensitivity は低かった。すなわち PIA は冠動脈病変が中等度で、運動負荷で ST 低下が認められる jeopardized myocardium に発現すると考えられた。また pacing stress test は酸素消費量も低く、ST 低下をおこしにくい、PIA を誘発しうると考えられた。

## 結 語

心筋梗塞13例について pacing induced asynergy (PIA) と ST 偏位との関連性について検討した。その結果、(1) 梗塞部 PIA は責任冠動脈病変75~99%、壁運動異常の少ない症例に発現しやすく、非梗塞部 PIA も非責任冠動脈病変75~99%のものに発現しやすかった。(2) 運動負荷心電図における ST 低下は PIA に対する specificity は高いが、sensitivity は低いと考えられた。

## 文 献

- 1) Heller G V, Aroesty J M, Parker J A, McKay R G, Silverman K J, Als A V, Come P C, Kolodny G M and Grossman W: The Pacing Stress Test: Thallium-201 Myocardial Imaging After Atrial Pacing. Diagnostic Value in Detecting Coronary Artery Disease Compared With Exercise Testing. JACC 3(5):1197, 1984.

# 7) 心筋梗塞患者における負荷心電図 ST 上昇の機序 —ST 偏位と血行力学, 壁運動, 心筋代謝との関係—

小川 剛・山口 巖・飯田 啓治・  
石井 正徳・杉下 靖郎・伊藤 巖

## はじめに

心筋梗塞患者における運動負荷心電図 ST 上昇の出現機序としては、①梗塞層周囲における虚血<sup>1)</sup>、②異常心室壁運動<sup>2)</sup>、③①ならびに②の両者<sup>3)</sup>が重要であると報告されているが、負荷試験中に虚血ならびに壁運動の指標と ST 偏位とを同時に、しかも経時的に観察した臨床報告は、著者らが調べた範囲ではいまだなされていない。本研究においてはペースング負荷中に虚血の指標として乳酸の測定を、壁運動の指標として cardiokymogram (CKG) の記録を経時的に行い、負荷心電図 ST 上昇の出現機序について分析した。

## I 対象および方法

対象は陳旧性心筋梗塞患者17例 (平均年齢50歳) で、発症より検査までの期間は平均3.5カ月であった (図1 A)。本研究のプロトコルを図1 Bに示す。心カテ・アンギオ検査終了後ピッグテールカテテルを左室内に、シャント診断用電極カテテ

### [A] PATIENTS

OMI: Anterior 13, Interior 3, Anterointerior 1  
Age: 50 ± 10 years, Interval: 3.5 ± 3.7 months

### [B] PROTOCOL

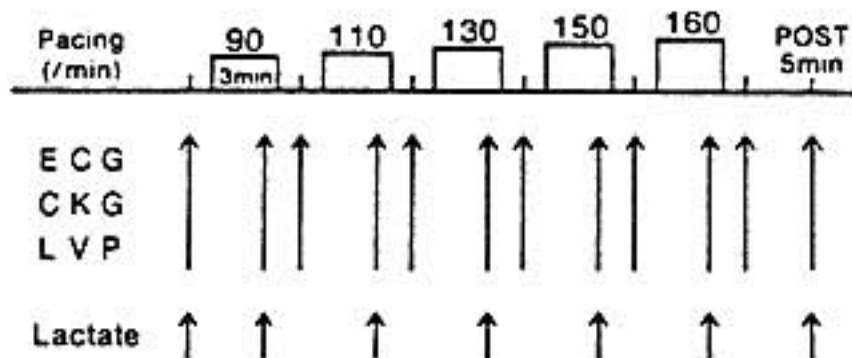


図1 研究方法

ルを大心静脈 (GCV) に留置した。CKG のプローブは  $V_{3a}$  (心電図  $V_3$  における縦の線と第四肋間腔との交点) を中心に、心音図のプローブは第二肋間胸骨左縁に固定し、心電図は I, II, III,  $V_1$ ,  $V_3$ ,  $V_5$  にて記録した (図2 左)。ペースング負荷は

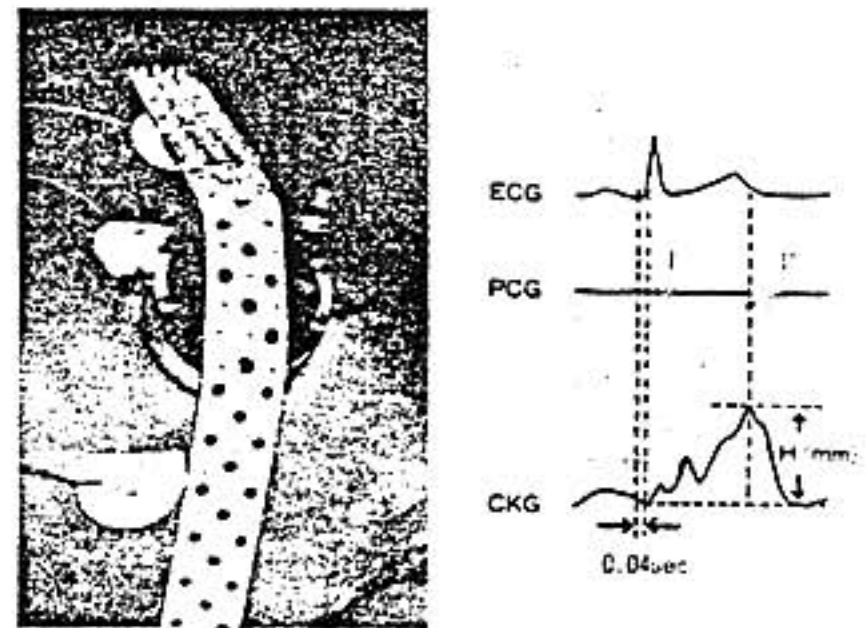


図2 CKG 記録法(左)とその評価法(右)

GCV に留置したシャント診断用電極カテテルを用いて頻度1分間90より開始し、3分毎に20の割合で増加させ、1分間150あるいは160まで実施した。心電図ならびに CKG 記録、左室圧測定はペースング開始前、各段階の終了直前ならびに終了直後、終了後5分にて、乳酸はペースング開始前、各段階の終了直前、終了後5分にて行った。ST 偏位、即ち ST 上昇は J 点より 0.04 秒後、ST 低下は J 点より 0.08 秒後にて測定し、それぞれ (+) あるいは (-) mm で表した。乳酸測定は左室および GCV にて行い、それらより乳酸摂取率を算出し、左前下行枝領域の前壁における心筋虚血の指標とした。CKG 記録により  $V_{3a}$ 、即ち左室前壁と考えられる領域の壁運動を分析した。CKG 評価法としては心電図 Q 波あるいは R 波開始後 0.04 秒の点を通る水平線を基線

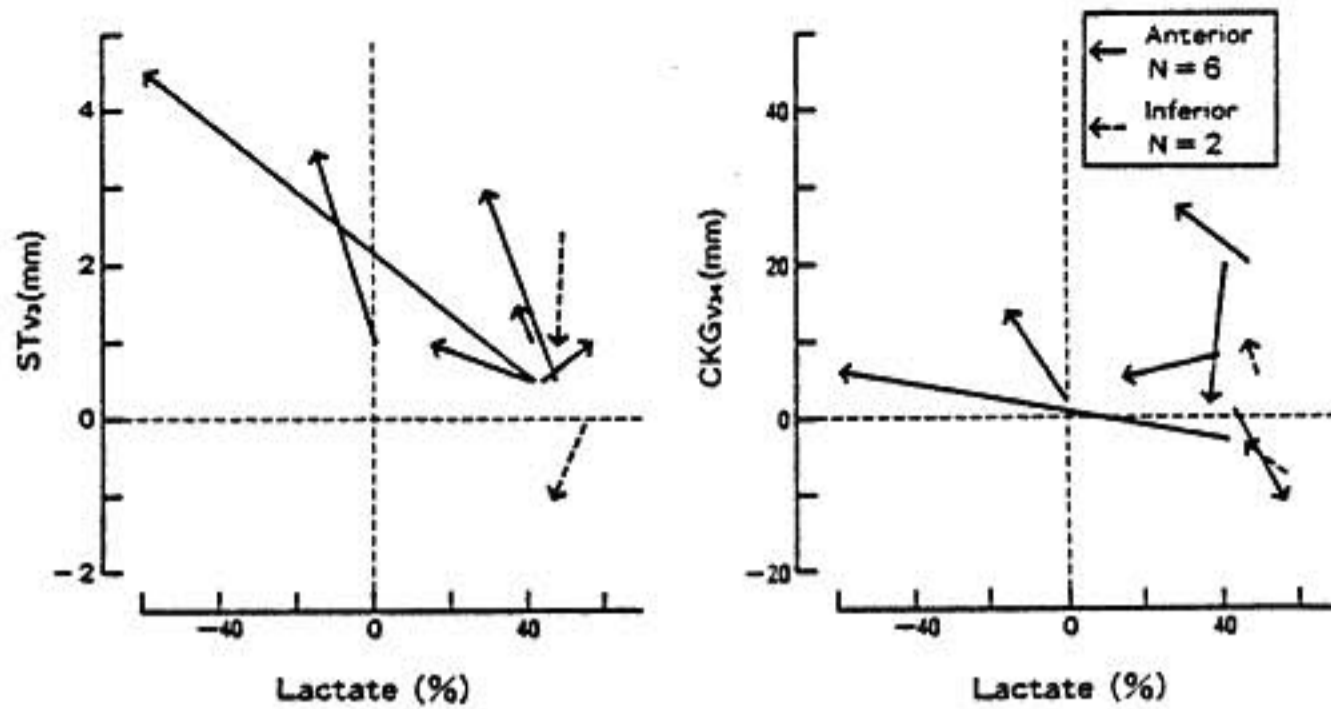


図3 ベーシング負荷前、後における乳酸摂取率と ST 偏位(左)ならびに CKG 所見(右)との関係

とし、心音図 2 音開始時期における CKG 波形の高さ、あるいは深さをそれぞれ(+)あるいは(-)mm で表した(図 2 右)<sup>3)</sup>。心カテ施行前 1 週以内に Bruce の変法により運動負荷試験を実施した。

## II 結 果

ベーシング負荷による心電図  $V_3$  の最大 ST 偏位度 ( $\Delta$ ST) と、運動負荷後のそれとの間には有意差を認めなかった。異常 Q 波 ( $\geq 0.04$  秒) を示す部位とその周辺の部位とにおけるベーシング負荷後の  $\Delta$ ST を比較すると、前者にて有意に大きい値を示した ( $P < 0.05$ )。さらに ST 上昇の機序を明らかにするために、ベーシング負荷により  $V_3$  の ST が 1 mm 以上上昇した 6 例を I 群に、1 mm 未満の 7 例、ならびに ST 低下を示した 4 例計 11 例を II 群に分類し、両群における各種パラメータを比較した。比較に際しては各段階のベーシング終了直後のうち、 $V_3$  にて最大の ST 偏位を示した時の各パラメータの値を用いた。ベーシング負荷により I 群の CKG 所見は有意に増悪したが ( $15.5 \pm 13.0$  (mean  $\pm$  SD)  $\rightarrow 25.0 \pm 14.4$  mm,  $P < 0.01$ )、II 群においては有意の変動を示さなかった ( $4.8 \pm 14.2 \rightarrow -4.0 \pm 12.3$  mm, ns)。左室拡張終期圧は、ベーシング負荷後 I 群においてのみ有意に上昇した ( $P < 0.05$ )。I 群の安静時左室駆出分画は、II 群のそれと比較して有意に低い値を示した ( $P < 0.05$ )。

ベーシング負荷前、後における乳酸摂取率と ST 偏位との関係(図 3 左)をみると、実線で示した前壁梗塞 6 例中 5 例は左上方に移動したが、乳酸産生

を示したのは 2 例のみであった。これらの 2 症例においては乳酸産生が出現する以前に、ST 上昇ならびに収縮期外方運動の増悪を認めた。ベーシング負荷前、後における乳酸摂取率と CKG との関係においては一定の傾向を認めなかった(図 3 右)。

## III 考 察

本研究の成績をまとめると、①ベーシングならびに運動負荷による ST 偏位の程度は同等とみなされた。②異常 Q 波を示す部位のベーシング負荷による ST 偏位はその周辺の部位におけるよりも著明であった。③I 群の安静時左室駆出分画は II 群のそれと比較して有意に低い値を示した。④I 群においてはベーシング負荷により CKG 所見は増悪し、左室拡張終期圧は上昇した。⑤ベーシング負荷により乳酸産生を示した 2 症例においては、乳酸産生が出現する以前にすでに ST 上昇ならびに壁運動の異常を認めた。⑥ベーシング負荷による乳酸値の変化と CKG 所見の変化との間には必ずしも密接な関係は存在しなかった。

以上より心筋梗塞患者における負荷心電図 ST 上昇の出現は心室壁運動の異常と密に関連すると考えられた。

## 文 献

- 1) Fox K M, et al: Br Heart J 49: 15, 1983.
- 2) Waters D D, et al: Circulation 61: 286, 1980.
- 3) 戸嶋裕徳, 他: 心疾患のリハビリテーションシステム開発に関する研究, 昭和57年度業績集, pl. 1983.
- 4) Dunn R F, et al: Circulation 61: 989, 1980.
- 5) 小川 剛, 他: 治療 64: 1759, 1982.

## 8) 運動負荷による局所左室壁異常運動出現と 心電図変化の対比検討

椎 名 明\* . 高 沢 謙 二\* . 鈴 木 修\*  
藤 田 俊 弘\* . 細 田 瑳 一\*

### はじめに

運動負荷中の 2-D エコー法は負荷により生じた局所左室壁運動異常 (asynergy) の診断上有力であり<sup>1)</sup>, 我々も既に虚血性心疾患における本法の臨床的意義について報告してきた<sup>2,3)</sup>. 本研究は asynergy 出現の有無とその重症度を心電図 ST-T 波の変化, 特に ST-T 波の運動負荷前後の推移と対比検討した.

### I 対象および方法

対象: 冠動脈造影を施行した陳旧性心筋梗塞25例, 狭心症13例, 心臓神経症 6 例の計44例で, うち男性40例, 女性4例. 年齢は33~68歳, 平均53歳である.

方法: 既報<sup>2,3)</sup>のごとく, 冠動脈造影施行前1週間以内に仰臥位自転車 ergometer による運動負荷を原則として 50 watt より2分ごとに 25 watt ずつの漸増法で施行し, 2-D エコー法によりこの間の局所左室壁運動を連続記録した. 同時にコンピューター自動解析装置 (CASE: Marquett 社製) を用い,  $V_1$ ,  $V_5$ ,  $aV_1$  での心電図を記録し, さらに自動血圧計を用い測定した血圧および心拍数の経時的変化を PRP (Pressure-Rate-Product) として経時的局所左室壁運動と対比検討した. 運動負荷の終了点は, 胸痛出現, 血圧低下, 著明な心電図変化出現および下肢疲労による運動続行困難とした. 2-D エコー像は既報のごとく, 左室壁を14分節に区分し, 局所壁運動を過大収縮 (=0点) から心室瘤形成 (=5点) までの6段階評価で行った<sup>2,4)</sup>. 局所左室壁運動は, 14分節をさらに前(側)壁と下壁の2部位に大別し, それぞれ  $V_5$  ( $V_1$ ) と  $aV_1$  における心電図変化と対比した. 心電図 ST 変化の指標として ST Index

(ST 偏位と ST slope の和) を用いた. すなわち負荷前値と比較して運動中の ST Index の差が最大となった際の値を最大 ST Index とし, この値および運動負荷前中後における ST-T 波の経時的推移を asynergy 出現の有無およびその重症度と, さらに冠動脈造影所見の重症度と対比した. ST Index の負荷前後における評価基準および左室壁分節と支配冠動脈との対比法についてはすでに報告したごとくである<sup>2-4)</sup>.

### II 結 果

(1) asynergy 出現の有無と冠動脈病変および最大 ST Index 変化との対比 (図1左). 運動負荷により asynergy が出現した梗塞20部位中, 1部位を除き全例で支配冠動脈に90%以上の有意狭窄を認めた. 一方 asynergy の出現した非梗塞20部位でも, 16部位で90%以上狭窄, 1部位で75%以上狭窄, 有意狭窄なしは3部位のみであった. これに対し, asynergy が出現しなかった48部位のうち非梗塞の40部位中, 有意な支配冠動脈狭窄所見を認めたのは3部位のみで, いずれも75%以上狭窄であった. asynergy 出現部位でも最大 ST Index が  $-1.0$  ~  $+1.0$  内にとどまった例や, 逆に asynergy 非出現部位でも最大 ST Index  $-1.0$  以下へと低下した例がそれぞれ16部位, 8部位にみられた.

(2) asynergy 出現の有無およびその重症度と最大 ST Index 変化の対比 (図1右). asynergy が出現した部位では, 梗塞部において dyskinesis への増悪が15部位, akinesis への増悪が5部位に認められた. うち dyskinesis へ増悪した部位では ST Index の上昇が多いが, 逆に ST Index の低下例も認められた. 一方 asynergy が出現した非梗塞20部

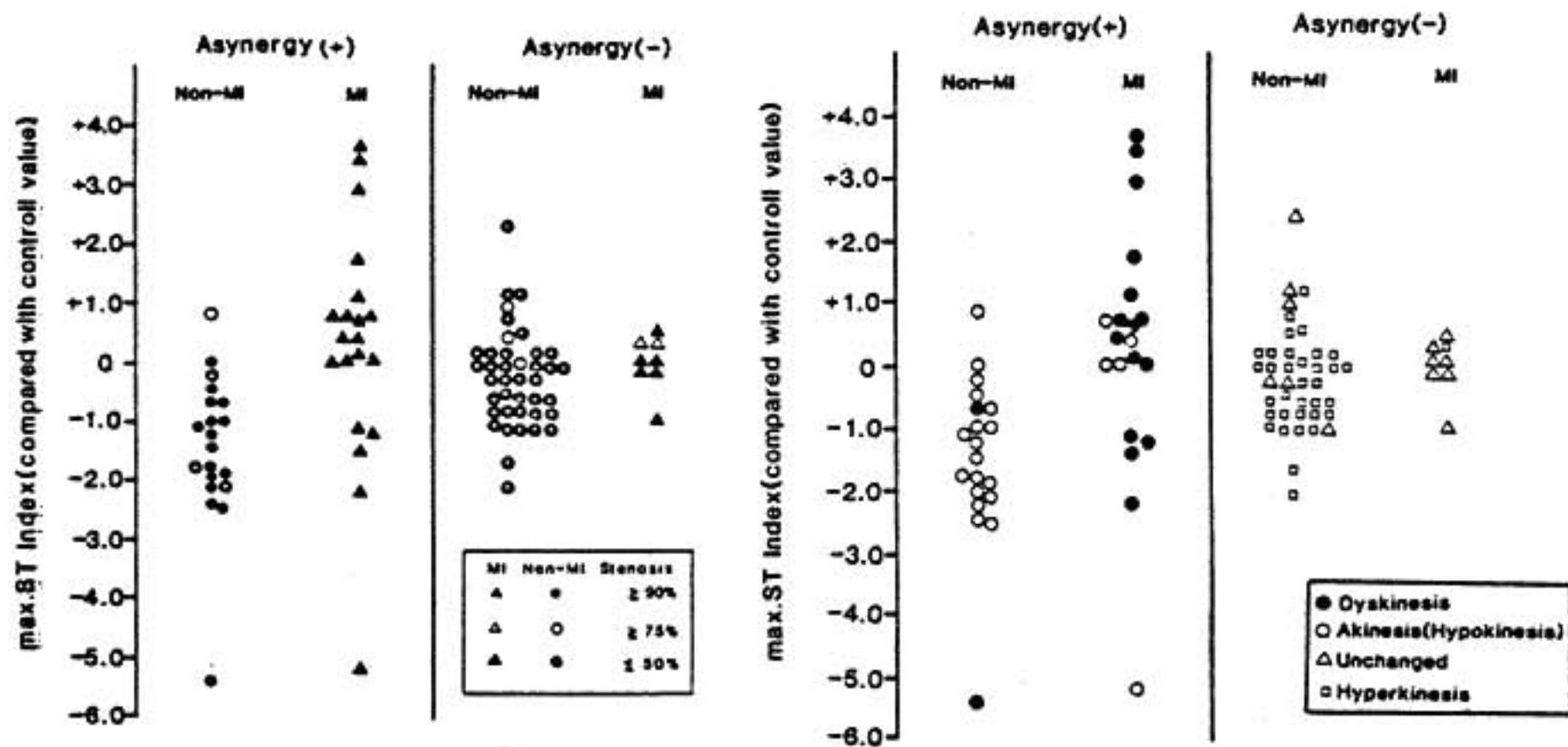


図1 運動負荷による局所左室壁運動異常出現の有無および重症度と最大 ST Index 変化および冠動脈病変の重症度との対比

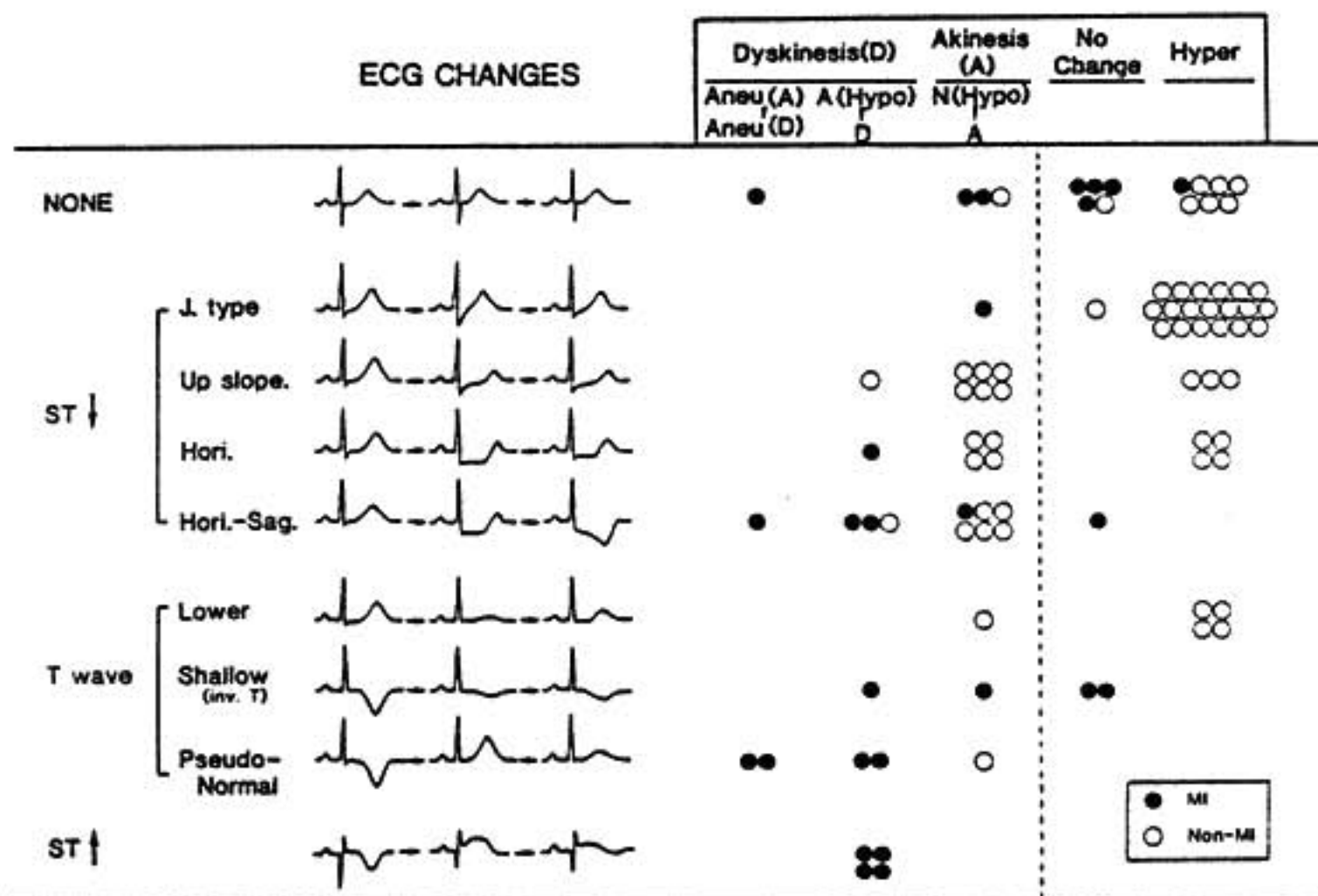


図2 運動負荷前中後における経時的心電図変化の諸型と負荷により生じた局所左室壁運動異常の重症度との対比

Aneu: Aneurysm (左室瘤), A: Akinesia, N: Normal, Hypo: Hypokinesia, MI: 心筋梗塞, J type: Junctional type, Hori: Horizontal, Sag: Sagging

位では, dyskinesia の出現は 2 例のみで, 他はいずれも akinesia の出現が認められた。これらの部位では ST Index 増加例は 1 例のみで, 他はいずれも軽微な変化か減少例であった。asynergy の出現しなかった部位では ST Index 減少例で負荷中過大収縮出現部位が多かった。

(3) 運動負荷前中後における ST-T 波所見の

経時的推移と, 負荷中出现した asynergy の重症度(図2)。負荷中 ST-T 波の変化は, ST 低下が J 型であった 21 部位中, 1 部位を除いて局所壁運動は不変かむしろ過大収縮を示した。ST 低下が up slope 型では 10 部位中 7 部位で asynergy の出現が, また水平型の ST 低下では 9 部位中 5 部位で asynergy が出現したが, dyskinesia の出現は 1 部位のみで

あった。一方、高度の asynergy は、最大 ST 低下時の形ではなく、運動負荷前中後を通じた ST-T 波の推移の中でいくつかの特徴的な経過パターンと相関して出現した。すなわち、水平型 ST 低下から Sagging 型へと移行し、ST 低下が復帰傾向を示したのに引き続き T 波が遅れて負荷前へと復帰する一連の ST-T 変化を呈した (Hori, -Sag. 型) 11 部位中 1 部位を除き全例で asynergy が出現し、うち 4 部位が dyskinesis を生じた。さらに ST 変化を伴う T 波の pseudo-normalization も dyskinesis を含む高度 asynergy 出現とよく相関した。梗塞部位における ST 上昇を示した 4 部位ではいずれも dyskinesis の出現が認められた。

### Ⅲ 考 案

1935年に Tennant ら<sup>3)</sup>が初めて冠動脈血流の低下による心筋虚血出現を証明して以来、asynergy による心筋虚血出現の診断が試みられるようになった。2-D エコー法による局所壁運動の診断能はすでに確立され、最近ではより詳細な分析が試みられている<sup>4)</sup>。本法を用いて運動負荷中の asynergy 出現から冠動脈病変を推定する試みも、既に我々を含め行われており、有用であることが証明されているが<sup>5)</sup>、負荷中の心電図変化を asynergy 出現との対比で詳細に検討した報告はみられない。我々は既に負荷により生じた asynergy の重症度を心電図 ST-T 変化の程度と対比し、通常の方法で記録した心電図上最大 ST 変化は必ずしも asynergy の出現あるいは重症度とは相関しないことを報告した<sup>6)</sup>。今回の検討では、さらに運動負荷により生じた

asynergy の重症度は最大 ST 変化よりむしろ運動負荷前中後を通じた ST-T 変化の経時的推移によく反映されていることが示唆された。すなわち負荷心電図における読影上、負荷中の最大 ST 変化のみならず、負荷後の ST-T 波の回復過程に注目することによって asynergy 出現で示される心筋虚血の出現をより正確に診断し得ると考えられた。梗塞部位における負荷後 ST 上昇を示した全例で無収縮から dyskinesis が生じたことは、梗塞周辺における健常部位の過大収縮が同時に認められたことも考慮すると ST 上昇の機序としては新たな心筋虚血の出現というより、左室圧上昇に伴う梗塞部位の機械的奇異性運動が考慮される。すなわち、運動負荷による ST-T 変化は、梗塞部位、非梗塞部位によりその出現機序が異なる可能性があり、その解釈にはより詳細な壁運動変化との対比検討が必要であろう。

### 文 献

- 1) Wann L.S. et al: Exercise cross-sectional echocardiography in ischemic heart disease. *Circulation* 60:1300, 1979.
- 2) 椎名 明, 他: 虚血性心疾患のリハビリテーションにおける負荷心エコー図の臨床的意義. *治療* 66:167, 1984.
- 3) 椎名 明, 他: 虚血性心疾患における運動負荷 2-D エコー法の臨床的意義. *最新医学* 39: 2660, 1984.
- 4) 椎名 明, 他: 心エコー法による局所性心筋運動障害の評価. *循環器科* 16:228, 1984.
- 5) Tennant R. et al: Effect of coronary occlusion on myocardial contraction. *Am J Physiol* 112:351, 1935.

## 9) 運動負荷時の梗塞部 ST 上昇と左室壁運動の関係

栗原 正\* . 成田 充 啓\* . 宇佐美 暢 久\*

陳旧性心筋梗塞患者にみられる、梗塞部誘導の運動時 ST 上昇の機序に関しては、虚血によるとの報告<sup>1-3)</sup>、梗塞部の高度の壁運動異常を反映するとの報告<sup>4)</sup>があり、現在に至るまで、見解の一致をみない。われわれは運動負荷心ブールイメージングを用い、陳旧性心筋梗塞例における運動負荷心電図 ST 上昇と、梗塞部局所壁運動、左心機能との関係を検討した。

## I 対象および方法

対象は、発症後少なくとも6カ月以上を経過し、症状の安定した心筋梗塞31例で、年齢は平均57.5±8.0歳、男性30例、女性1例である。梗塞部位では、前壁梗塞21例、下壁梗塞10例であり、冠動脈所見は、1枝疾患22例、2枝疾患4例、3枝疾患5例であった。

心ブールイメージングは、<sup>99m</sup>Tc を生体内で赤血球に標識した後、平衡時に、multi-gate 法を用い、シンチカメラに接続したミニコンピューターに記録した。まず、安静時に、臥位にて、正面、左前斜位40度の2方向より、各8分間、30 msec/frame の multi-gate 心ブールイメージを記録した後、運動負荷を行った。運動負荷は、臥位自転車エルゴメーターによる多段階漸増負荷法を用い、目標心拍数、胸痛、心電図 ST 変化、下肢疲労などの end-point に達した時点で、2分間、20 msec/frame の運動負荷心ブールイメージを、左前斜位40度の体位で記録した。負荷中は、CMs 誘導による心電図モニターを行い、負荷前、終了直後、3分、5分後に、12誘導心電図を記録した。

運動負荷心電図 ST 上昇は、j 点より0.04秒後方で、安静時記録に比し1.0 mm 以上の上昇を有意と判定した。心ブールイメージは、コンピューター処理を行った後、左室駆出率 (LVEF)、左室拡張終期容積 (LVEDV)、収縮終期容積 (LVESV) を求める

と共に<sup>5)</sup>、拡張終期、収縮終期のイメージにつき、isocount level での左室辺縁抽出を行い、左室壁運動を観察した<sup>6)</sup>。左室壁運動は、Normal, moderate Hypokinesis, severe Hypokinesis, Akinesis, Dyskinesis の5段階に区分した。

## II 結 果

梗塞部誘導における運動負荷時 ST 上昇は、31例中7例(23%)で認められた。これらの ST 上昇群と、運動時に ST 上昇をみなかった24例(非上昇群)の2群につき、以下の検討を行った。

## 1. 臨床事項(表)

両群間に、年齢、前壁梗塞の占める割合、多枝疾患の頻度には、統計上の有意差は認められなかったが、ST 上昇群7例中6例は前壁梗塞であり、多枝疾患が過半数を占めていた。また、ST 上昇群の全例が、安静時心電図にて、ST 上昇を示したが、非上昇群の54%でも安静時 ST 上昇が認められた。運動負荷時の最大心拍数、1 mm 以上の虚血性 ST 低下の出現頻度にも、両群間に差をみなかった。

## 2. 梗塞部壁運動

安静時における梗塞部の壁運動は、ST 上昇群では、2例が dyskinesis, 3例が akinesis, 2例が severe hypokinesis を示し、全例が高度の壁運動異常を示した(図1)。非上昇群24例では、dyskinesis を示した例はなかったが、akinesis 7例、severe hypokinesis 9例と、計16例(67%)が高度の壁運動異常を示した。

運動時には、ST 上昇群3例(43%)、非上昇群5例(21%)に、梗塞部における壁運動異常の増悪が認められたが(図2)、その頻度には両群間に差をみなかった。なお、これらの8例中、ST 上昇群1例、非上昇群3例では、1週間以内に行なった運動負荷<sup>201</sup>Tl 心筋シンチにて、3時間後のイメージに、梗塞部の再分布が認められた。



表 臨床的事項および心電図所見

	Exercise-induced ST Elevation (n = 7)		no Exercise-induced ST Elevation (n = 24)
Age (years old)	52.7 ± 7.0	ns	59.0 ± 7.9
Anterio MI	6 (86%)	ns	15 (63%)
Inferior MI	1 (14%)	ns	9 (37%)
1 Vessel Disease	3 (43%)	ns	19 (79%)
Multiple V. D.	4 (57%)	ns	5 (21%)
ST-segment elevation at Rest	7 (100%)	ns	13 (54%)
Maximal Heart Rate during Exercise (beats/min)	129 ± 4	ns	125 ± 12
ST-depression with Exercise	2 (29%)	ns	2 (8%)

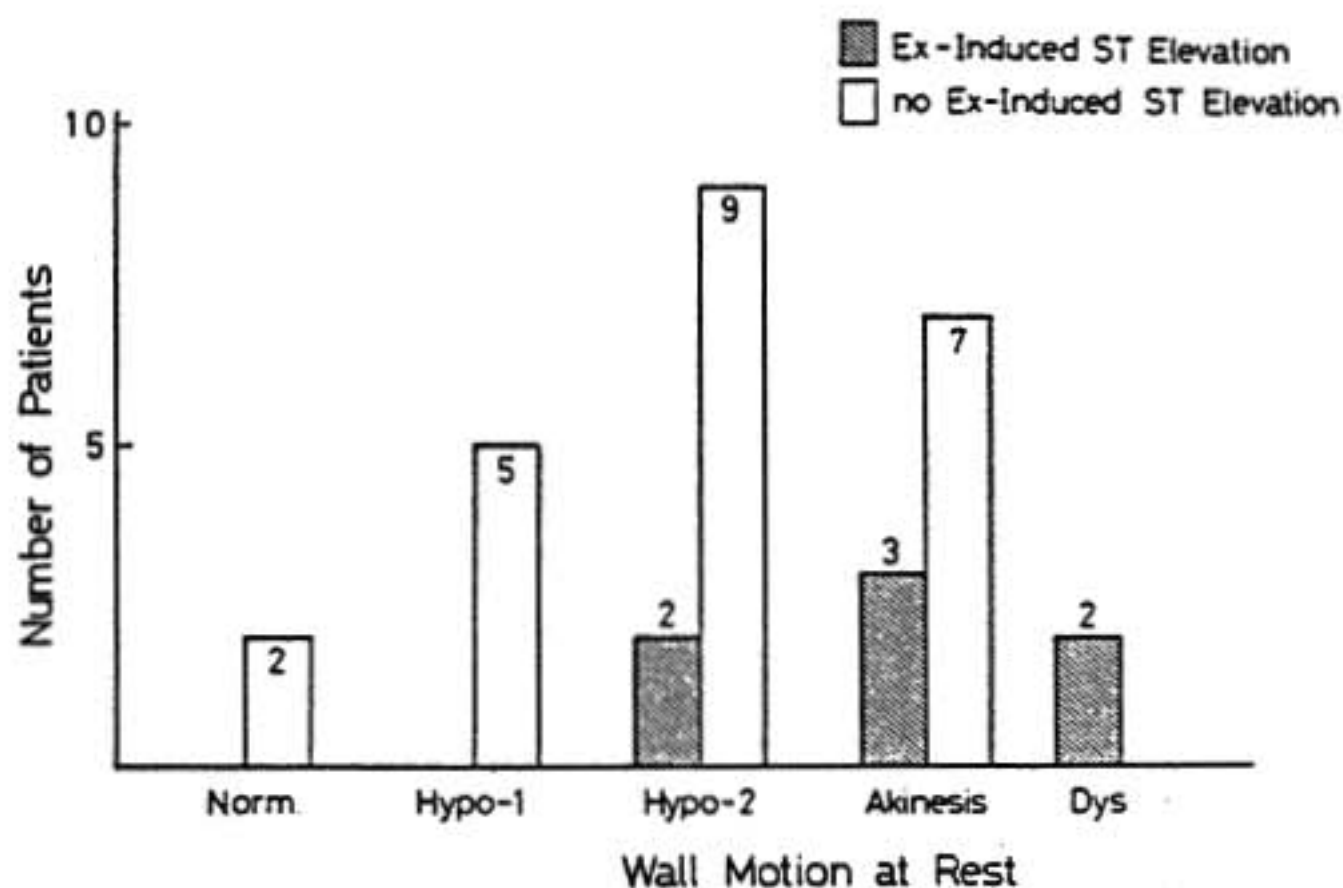


図1 運動負荷 ST 上昇と安静時梗塞部壁運動との関係  
 Hypo-1: moderate hypokinesis  
 Hypo-2: severe hypokinesis  
 Dys: dyskinesis

### 3. 左心機能 (図3)

安静時に LVEF は, ST 上昇群で平均 28.6 ± 11.0% と, 非上昇群の 46.0 ± 12.4% に比し, 有意の低値 ( $P < 0.01$ ). LVEDV は ST 上昇群 97.3 ± 12.6 ml/m<sup>2</sup>, 非上昇群 78.3 ± 10.8 ml/m<sup>2</sup> と, ST 上昇群で有意の高値 ( $P < 0.001$ ) を示した.

運動時には, LVEF は, ST 上昇群 24.4 ± 13.0%, 非上昇群 45.1 ± 12.4% と, 両群ともに, 安静時に比し有意の変化を示さなかった. 一方, LVEDV は, ST 上昇群 108 ± 10.9 ml/m<sup>2</sup>, 非上昇群 83.1 ± 13.8

ml/m<sup>2</sup> と, 両群ともに安静時に比し有意の増大 ( $P < 0.05$ ) を示した. 図3に示すごとく, ST 上昇群において, 運動時の LVEDV 増加は著明であり, 7例中6例は, 100 ml/m<sup>2</sup> を超えた.

### III 考 案

今回の成績では, 運動時の梗塞部 ST 上昇は, 安静時に高度の壁運動異常をみた梗塞部の全てに出現し, これは, Chahine ら<sup>4</sup>, Waters ら<sup>5</sup>と同様の成績であった. しかし, 非上昇群においても, 67%は

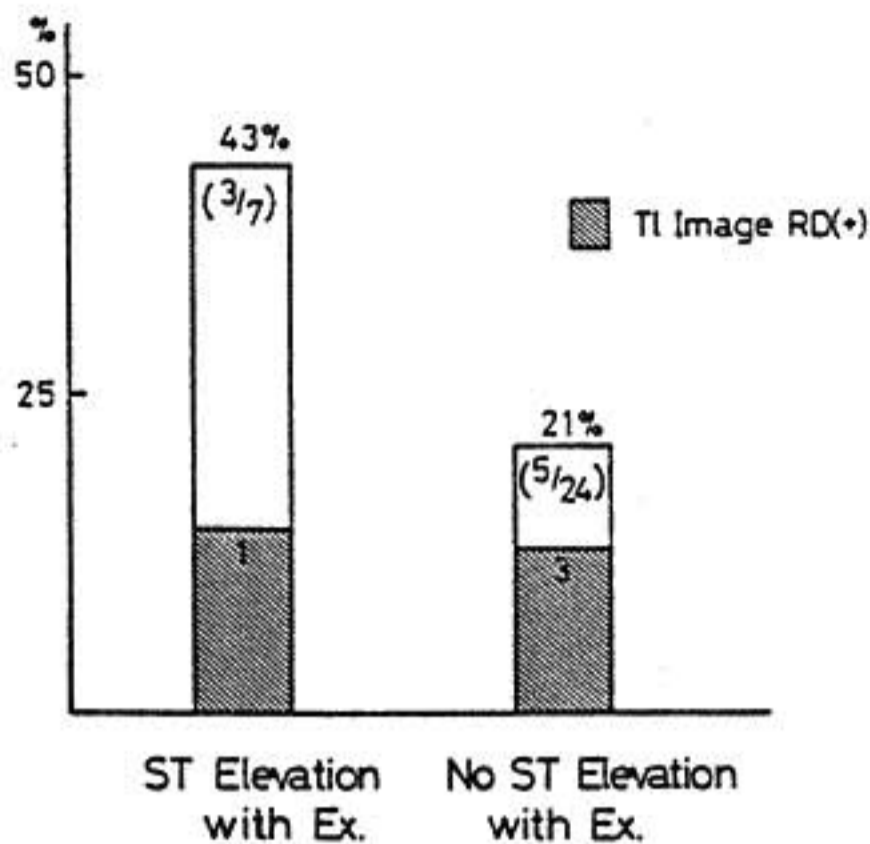


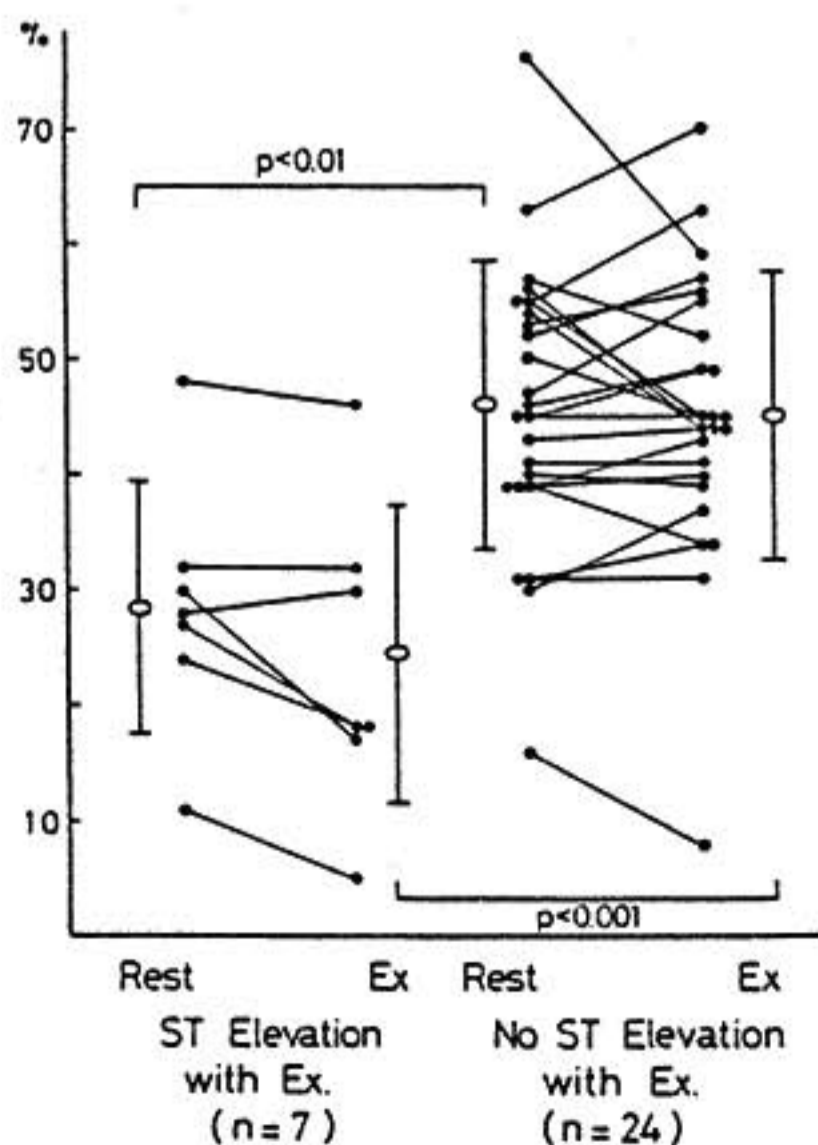
図2 運動負荷 ST 上昇と運動時梗塞部壁運動増悪との関係  
RD: Redistribution

壁運動との関係では、ST 上昇群の43%、非上昇群の21%で運動時に、梗塞部の壁運動異常の増悪をみたが、両群間にその頻度の差をみず、運動時 ST 上昇が、壁運動の増悪を反映するとの結果は得られなかった。しかしながら、今回は、運動負荷心ブールイメージは、左前斜位一方向のみであり、また、ST 上昇群の大部分が前壁梗塞であったことから、正面、あるいは右前斜位を含めた多方向よりの撮影による壁運動の観察が、さらに厳密な検討に必要であると考えられる。

一方、運動負荷時の梗塞部 ST 上昇と左心機能の間には、興味ある成績が得られた。すなわち、ST 上昇群では、非上昇群に比し、安静時に、左室容積が大きく、左室駆出率は低値であり、高度の左心機能障害の存在が認められた。運動時の左室駆出率の反応には両群間に差は認められなかった。左室拡張終期容積は、両群ともに運動時に増加したが、ST 上昇群において増加が著しく、7例中6例では、運動時に 100 ml/m<sup>2</sup> を超える異常な左室拡大が認め

高度の梗塞部壁運動異常を認め、運動時における梗塞部 ST 上昇は、重症壁運動異常を示す indicator としては、insensitive と考えられた。運動時の左室

LVEF at Rest and during Exercise



EDV at Rest and during Exercise

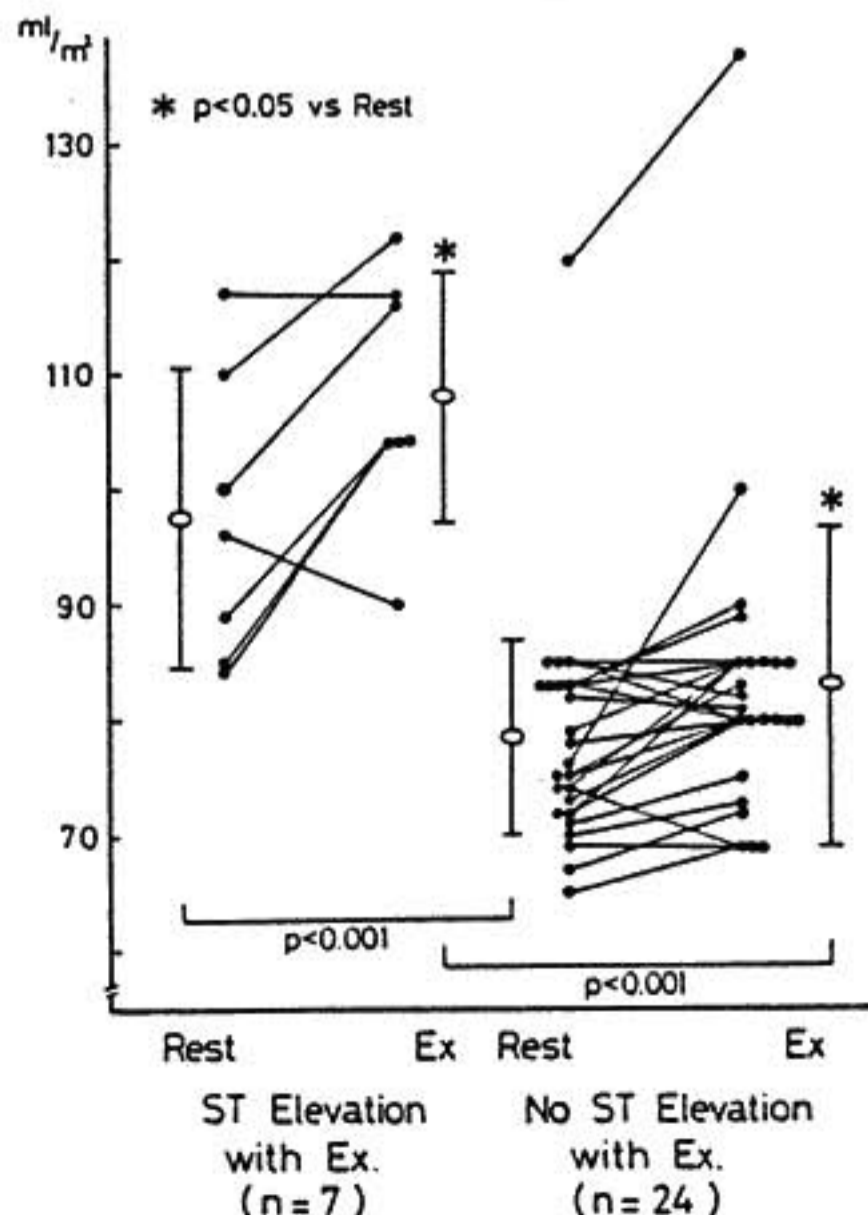


図3 安静時および運動時左室駆出率 (LVEF) および左室拡張終期容積 (EDV) の両群間の対比

られた。Gewirtz ら<sup>8)</sup>は、前壁梗塞例を対象とした報告で、運動時 ST 上昇をみた例では、非上昇例に比し、Tl 心筋シンチの defect が大きく、左室駆出率が低値であることから、運動時 ST 上昇は、より広範囲の心筋傷害を反映すると考え、その機序として、左室拡大による体表面電位の増加を推定した。われわれの成績で認められた、ST 上昇群における、運動時の左室拡張終期容積の異常増加は、Gewirtz らの推定を支持する所見と考えられ、運動時における左室の拡大が、運動時梗塞部 ST 上昇の一因であると考えられた。

### ま と め

1. 陳旧性心筋梗塞31例を対象に、運動時梗塞部 ST 上昇と左室壁運動との関係を、運動負荷心ブールイメージングを用いて検討した。

2. 梗塞部誘導における運動時 ST 上昇は7例(23%)で出現、7例全例が、安静時に高度の梗塞部壁運動異常を示したが、非上昇群24例中16例(67%)でも認められ、ST 上昇は、安静時高度壁

運動異常の sensitive indicator ではなかった。

3. 梗塞部壁運動の運動時の増悪は、ST 上昇群の43%、非上昇群の21%に出現、ST 上昇が壁運動増悪を必ずしも反映しなかった。

4. ST 上昇群は、非上昇群に比し、左室容積が大きく、左室駆出率が低値を示し、高度の左心機能障害を安静時に認めた。

5. 運動時に、ST 上昇群では著明な左室容積の増大を示し、左室の異常拡張が ST 上昇の一因と考えられた。

### 文 献

- 1) Fortune NJ, et al: Am J Med 49:459, 1970.
- 2) Fox KM, et al: Am J Cardiol 49:933, 1982.
- 3) Hegge FN, et al: Am Heart J 86:603, 1973.
- 4) Chahine RA, et al: Circulation 54:209, 1976.
- 5) Waters DD, et al: Circulation 61:286, 1980.
- 6) 成田充啓, 他:核医学 19:409, 1982.
- 7) 栗原 正, 他:核医学 18:1295, 1981.
- 8) Gewirtz HG, et al: Am J Cardiol 51:1289, 1983.

## 10) <sup>201</sup>Tl 心筋断層法 (SPECT) による前壁梗塞例の梗塞Qの出ている領域での ST 変化の検討

野原隆司<sup>\*1</sup> . 神原啓文<sup>\*1</sup> . 鈴木幸園<sup>\*1</sup>  
河合忠一<sup>\*1</sup> . 田巻俊一<sup>\*2</sup> . 門田和紀<sup>\*2</sup>

梗塞部、特にQ波の出現している部位での ST の偏位については、これまで、壁運動異常<sup>1)</sup>ないし梗塞周囲の虚血<sup>2-5)</sup>、あるいは Spasm 等<sup>6)</sup>、いろいろの説明がなされたがまだ結論をみていない。過去の報告では症例がいろいろ混じって論議されており、今回我々は、梗塞部以外の冠動脈病変なく、前下行枝のみに障害を持つ症例について検討を加えた。

### I 症例および方法

対象は Anteroseptal あるいは Extensive anterior

infarction (MI) の19例である。内訳はQ波の出ている領域に ST 上昇の認められたものが7例 (A群)、変化のないもの12例 (B群) で、ST の下降したものは認めなかった。運動負荷は Ergometer ないし Treadmill (Bruce) による多段階運動負荷法を用い、ST の変化しているものは全て3回以上再現性の確認を行っている。end point は chest pain ないし予想最大心拍数の85%とした。また Exercise <sup>201</sup>Tl scintigram は Ergometer にて行い、Maxi 400T のガンマカメラ、DEC 11/60の computer にて撮像、画

表 Clinical Findings of Old Anteroseptal Infarction Patients

Name	Age	Drug	ECG(Q) (max)	ST-elev (mm)	ExHR (pn)	Mo	CAG	Col	LVG A:D	EF	T1 (Ex)	T1 (Late)	Reg-EF
K.B	61M	CNB	V1-3(1)	V1-3(5)	140	3	7:100	+	++	49	34	25	12.1
Y.O	45M	CNB	V1-5(1)	V2-5(4)	115(+)	4	6:100	+	++	46	30	15	8.8
R.Y	56M	CND	V1-5(0)	V2-5(3)	160	3	6:100	+	+ -	51	51	33	31.4
K.F	56M	CB	V1-5(1)	V2-5(3)	115(+)	3	7:100	+	+ -	46	24	13	19.3
R.H	60M	-	V1-2(2)	V2 (2)	150	12	7:100	+	+ -	64	7	3	36.2
F.I	54M	CN	V1-5(1)	V2-5(4)	160	2	6:100	+	- +	37	66	53	22.0
Y.M	51M	-	V1-5(2)	V3-5(2)	154	10	6:100	+	++	32	70	62	15.3
J.N	60M	C	V1-5(.5)	- (0)	110	8	7:100	+	+ -	69	50	46	41.3
K.S	56M	NB	V1-5(1)	- (0)	115	2	7:90	-	- +	64	14	14	36.0
K.S	56M	CN	V1-4(1)	- (0)	140	6	7:99	+	+ -	61	36	33	24.9
H.E	51M	C	V1-5(1)	- (0)	115(+)	2	6:99	+	+ -	47	59	60	27.7
D.N	63M	C	V1-5(1)	V2 (.5)	145	10	6:99	+	++	44	80	80	13.5
Y.T	51M	CNB	V2-5(1)	- (0)	90(+)	2	8:25	-	--	55	21	20	29.8
D.K	41M	C	V1-5(2)	- (0)	160	18	6:50	-	++	52	77	76	10.5
C.O	55M	N	V1-5(1)	- (0)	170	3	6:99	+	++	41	74	72	4.6
M.I	66F	CN	V1-5(1)	- (0)	130	6	6:75	-	++	44	38	38	4.1
Y.U	49M	N	V1-4(1)	- (0)	140	3	6:99	+	--	54	47	45	35.0
K.K	60M	C	V1-4(1)	V2 (.5)	150	12	6:90	-	+ -	37	53	51	11.1
T.N	63M	-	V1-5(1)	V2 (.5)	145	24	6:90	-	+ -	34	71	67	10.7

Abbreviations; Drug=drugs treated (N=nitrate, B=beta blocker, C=calcium antagonist, D=digitalis),  
 ECG(Q)(max)=leads in which abnormal Q is present and its maximal amplitude in parenthesis,  
 Ex HR (pn)=HR at the end point of exercise and presence of chest pain in parenthesis,  
 Mo=duration (months) from MI to scintigraphy, Col=collateral formation, LVG A=akinesia,  
 D=diskinesia on LVG, EF=ejection fraction, T1(Ex)(late)=SPECT defect score on exercise  
 imaging and on late imaging, Reg-EF=regional EF

像処理を行い, exercise image, late image の判定は既報の如き defect score<sup>7)</sup> を使用して行った. CAG, LVG は運動負荷シンチ施行1カ月以内に行い, 冠動脈病変が変化していないと判定されるものに限った. regional EF (r-EF) は Gelberg ら<sup>8)</sup> の方法により, 今回は segment②と③の area method から算出した EF を平均した. LV wall motion は AHA Committee Report の判定法を採用した. CAG 上, spasm を生じたものは除外した.

## II 結 果 (表)

表の上段に ST の上昇が 1 mm 以上 (結果的には 2 mm 以上となった) の A 群, 下段に 1 mm 未満の有意な ST 変化のなかった例 (B 群) を示す. Abbreviation については表の下に示した. End point での Ex-HR はほとんどが最大心拍数の 85% を超えているが,  $\beta$ -blocker の投与されている例や, chest pain のあった例は各々 5 例, 4 例と少なかった. MI より Scintigraphy までの期間については両者に有意差はなかった (4.6 : 7.6Mo). また CAG 上, A 群が全例 total occlusion 例であり, B 群は total occlusion 例が 1 例と少く顕著な差を示した (ここに示していない A 群の total ではない 2 例は, ergonovine positive であり対象より除外した). ま

た, Collateral は A 群の全例に, また B 群の 99% 狭窄例に認めた. LVG 上明らかな Aneurysm は今回の対象例にはなく, Akinesis と Diskinesis を認めたものが両群にあったが, 特に有意な差はなかった. また, EF, r-EF は両群に差を認めなかった (図 1).

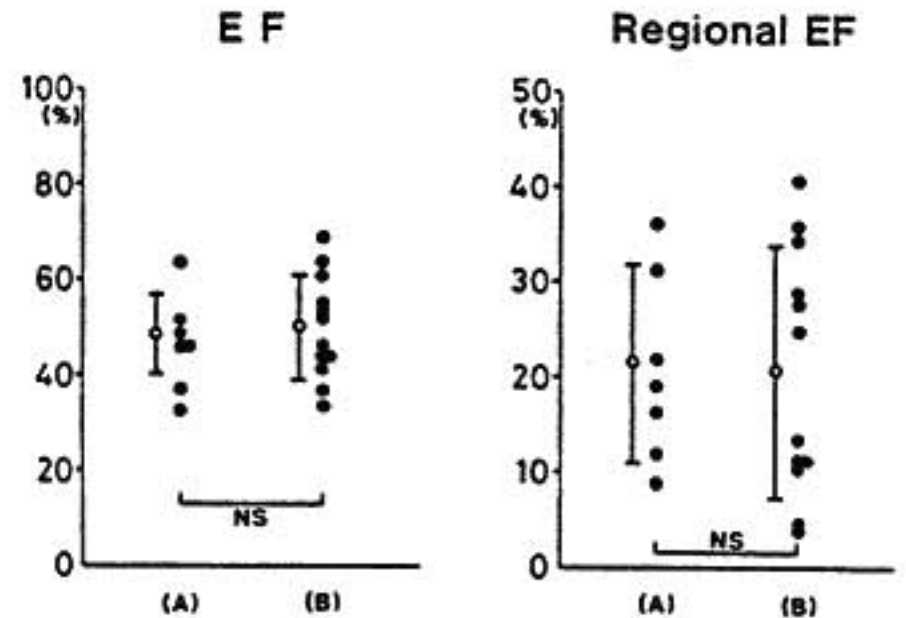


図 1 A 群・B 群の ejection fraction (左図), および regional EF (右図) を示す. 両者とも A 群・B 群間に安静時の有意差を認めない.

少数例に pacing 負荷 LVG を施行したが, 今回, 結論は出なかった. また <sup>201</sup>Tl score は (図 2) に示したが, ST 上昇群で late phase <sup>201</sup>Tl defect score が Exercise 時に比し低い傾向にあり, 一方 ST 無変化群では Ex と late phase との差が小さく, しか

## <sup>201</sup>Tl score in SPECT

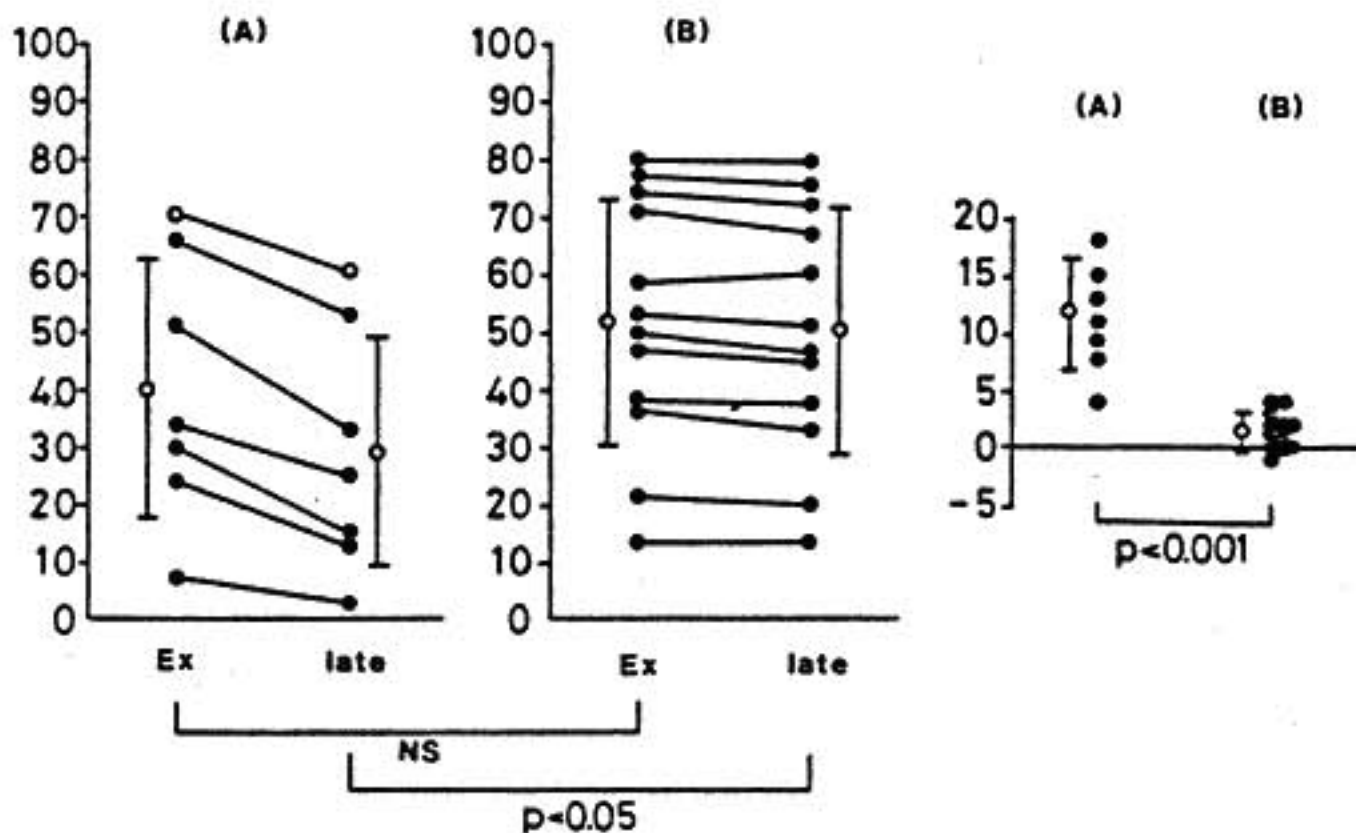


図 2 <sup>201</sup>Tl defect score を示す. 左図は A 群, B 群の運動時 (Ex) と late phase の <sup>201</sup>Tl defect score の対比を, 右図は, 運動時と late phase の defect score の差を両群で対比した.

A, B 群各々の late phase の defect score 間, および A, B 群間の運動時と late phase の score 差に有意差をみた.

も late phase の defect score が A 群より大きかった (defect score : Ex A :  $40 \pm 23$ , B :  $51 \pm 22$ , A vs B : NS, late A :  $29 \pm 22$ , B :  $50 \pm 22$ , A vs B :  $P < 0.05$ ).

症例呈示 : 図 3 A は ST 上昇を示した A 群の症例であり, CAG 上 segment⑥に100%狭窄がある. SPECT 上, 梗塞周囲に Exercise 時の  $^{201}\text{Tl}$  scintigraphic defect が認められた. 図 3 B は ST の変化のなかった一例であり, CAG は75%狭窄を示し, ECG および SPECT 上, 何ら変化を示さなかった.

### III 考 察

Weiner ら<sup>1)</sup>は, 運動負荷後の ST 上昇群で79%に心室瘤を認め, ST 上昇と壁運動異常の関連性を報告した. Lahiri ら<sup>2)</sup>も, QS pattern を呈する部の ST 上昇を scintigraphical に, myocardial ischemia というより, 機械的なものであると結論した. しかし, 1980年に Dunn ら<sup>3)</sup>は, ST elevation を呈した症例の多くは ST 上昇部に強い冠狭窄を有し, scintigraphy 上約50%に reversible な ischemia を呈したと

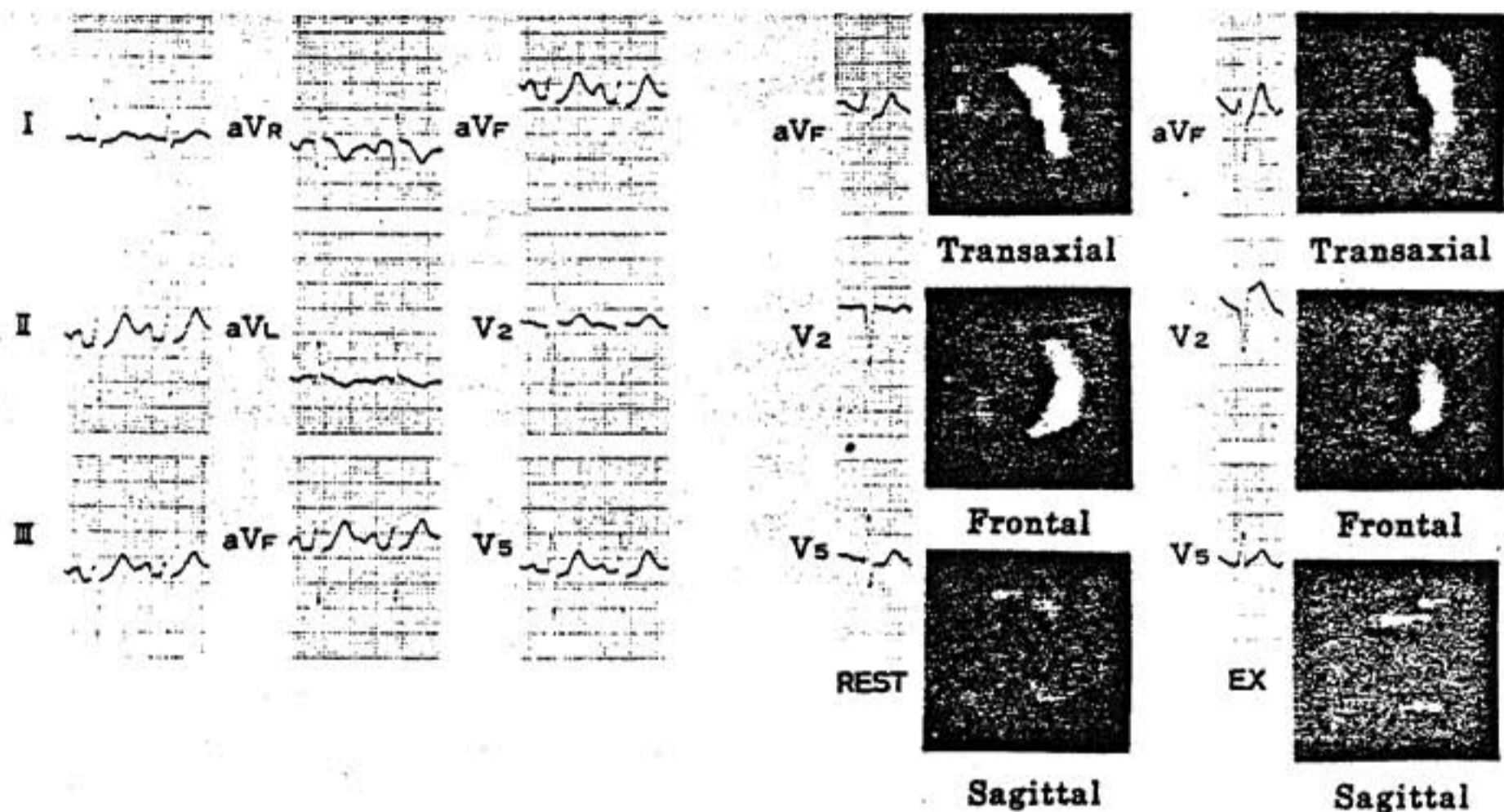


図 3 A A 群の一例を示す (本文参照)

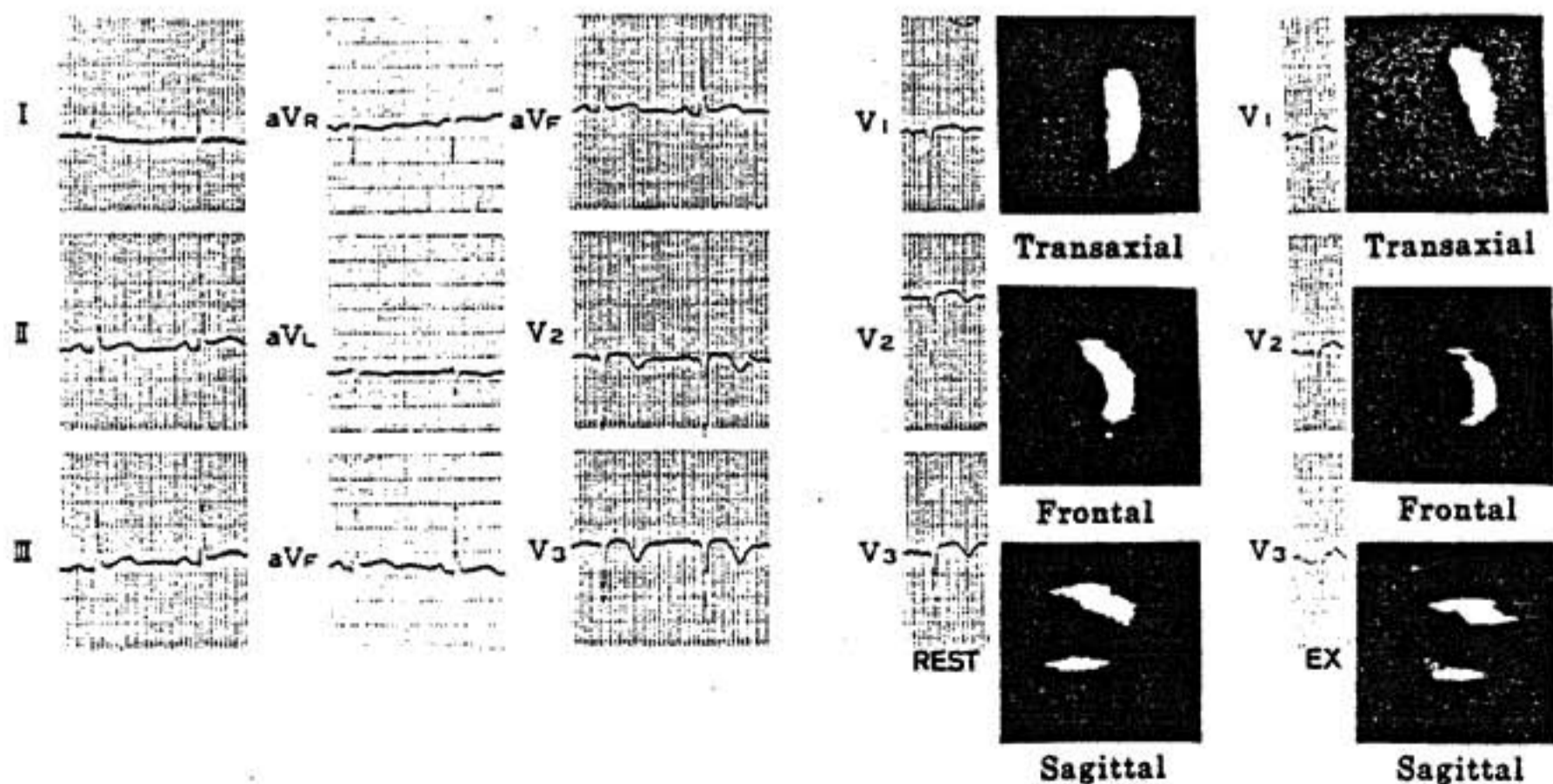


図 3 B B 群の一例を示す (本文参照)

報告した。しかし scintigraphy を用いた両者の planar method には computer 処理がなされておらず、その判定に困難があると思われる。Figuras ら<sup>4)</sup>は、急性心筋梗塞に pacing 負荷を施行し、ST 上昇と血中乳酸値より、periinfarctional ischemia の存在を報告した。しかし、この変化は経時的に少なくなるとの報告もある<sup>5)</sup>。我々は、三次元像をより正確に把握できると思われる SPECT を利用してこの periinfarctional ischemia を検討した。今回の検討では壁運動上の重症度に差はないように思われた。

しかし Angio 上、total の例で ST 上昇を来しやすいという結果が得られ、SPECT 上、運動時の defect score が大きくなる点を考慮すれば viable mass が残っていて、ST 上昇時に reversible ischemia が SPECT 上描出されるのではないかとの示唆が得られた。しかし虚血とすればなぜ chest pain が少ないかとの疑問が起こるが、梗塞により痛みの神経受容器に障害が生じている可能性もある。Figuras ら<sup>4)</sup>も同様なことを報告している。またこの ischemia が原因であるのか、機械的壁運動異常による二次的なものかの問題が残る。今回 spasm 例は除外したが、梗塞後の ST 上昇と spasm の詳細な検討も必要であり、今後さらに検討されるべき点であろう。

#### 文 献

1) Weiner D A, Mclabe C, Klein M D and Regan T J: ST segment changes post-infarction: predictive value for multivessel coronary disease and left ventricular aneurysms. *Circulation* 58:887-891.

1978.

- 2) Lahiri A, Balasubramanian V, Craig M W M, Crawley J and Raftery E B: Exercise-induced ST segment elevation-Electrocardiographic angiographic, and scintigraphic evaluation. *Br Heart J* 43:582-588, 1980.
- 3) Dunn R F, Bailey I K, Uren R and Kelly D T: Exercise-induced ST-segment elevation-correlation of thallium-201 myocardial perfusion scanning and coronary arteriography. *Circulation* 61:989-995, 1980.
- 4) Figuras J, Cinca J, Santana L and Rius J: Peri-infarctional zone at risk during the first 5 days after an acute transmural myocardial infarction: electrocardiographic evidence. *Am J Cardiol* 53:433-438, 1984.
- 5) Atterhög J H, Ekelund L G and Kaijser L: Electrocardiographic abnormalities during exercise 3 weeks to 18 months after anterior myocardial infarction; *Br Heart J* 33:871-877, 1971.
- 6) MacAlpin R N, Kattus A A and Alvaro A B: Angina pectoris at rest with preservation of exercise capacity. Prinzmetal's variant angina. *Circulation* 47:946-958, 1973.
- 7) Nohara R, Kambara H, Suzuki Y, Tamaki S, Kadota K, Kawai C, Tamaki N and Torizuka K: Stress scintigraphy using SPECT in the evaluation of coronary artery diseases. *Am J Cardiol* 53:1250-1254, 1984.
- 8) Gelberg H J, Brundage B H, Glantz S and Parmley W W: Quantitative left ventricular wall motion analysis: a comparison of area, chord and radial methods. *Circulation* 59:991-1000, 1979.

## 11) 前壁心筋梗塞患者における運動負荷後の ST 上昇の意義

八 卷 通 安<sup>\*1</sup> . 川 島 祐 彦<sup>\*1</sup> . 五十嵐 彰<sup>\*1</sup>  
 池 田 こずえ<sup>\*1</sup> . 久保田 功<sup>\*1</sup> . 金 谷 透<sup>\*1</sup>  
 殿 岡 一 郎<sup>\*1</sup> . 立 木 楷<sup>\*1</sup> . 安 井 昭 二<sup>\*1</sup>  
 渡 辺 佳 彦<sup>\*2</sup>

## はじめに

心筋梗塞患者における運動負荷後の ST 上昇の意義については未だ解明されていない点が多い。今回我々は、前壁梗塞患者22名に対し体表面電位図を用い、運動負荷後の ST 上昇の定量化を試みた。一方、運動負荷核医学的左室造影法 (Ex-RNV) を用い、運動による駆出率 (EF) の変化および壁運動異常の変化を観察。さらに、運動負荷 thallium-201 心筋 scintigram (Ex-MPI) を用い、運動負荷によって惹起された心筋虚血を観察し、ST 上昇との対比検討を行った。

## I 対象および方法

対象は、梗塞発症から6カ月以上経過した陳旧性前壁梗塞患者22名 (男性19, 女性3) である。全例、冠動脈動脈造影にて左前下行枝に有意冠狭窄 (≧75%) を有し、左室造影上 AHA 分類 segment 2 または 3 に壁運動異常が確認されている。全例に運動負荷体表面電位図 (Ex-MAP) および Ex-RNV を施行し、18例に Ex-MPI を施行した。

体表面電位図は、treadmill による運動負荷前後に中日電子製 HPM-5100S (誘導点87) を用い、仰臥位呼気位にて記録した。ST 上昇の評価は Montague ら<sup>1)</sup> の time integral 法によった。Frank X, Y および Z より決定した ST-T 部の前半3/8を ST 部とし、ST 部と基線とに囲まれた部分の面積 ( $\dot{A}ST$ ) を基線より上方を正、下方を負として各誘導点毎に算出した。そのうち最大の  $\dot{A}ST$  を STmax として ST 上昇の指標とした。STmax は、運動負荷後とも

前胸部やや左方に局在し、変動は少なかった。従って、安静時 STmax を有した誘導点における  $\dot{A}ST$  の %change を算出し、STmax の %change として運動による ST 上昇を定量化した。

Ex-RNV は、仰臥位 ergometer による多段階運動負荷時、および安静時に <sup>99m</sup>Tc-DTPA, <sup>99m</sup>Tc-HSA 各々 20mCi を bolus にて静注した。次いで、右前斜位30° first pass 法にて data を収集し、運動負荷時および安静時の EF を算出した。さらに右前斜位30°よりの左室像を Gelberg ら<sup>2)</sup> の方法により前側壁、心尖部および下壁に分割し、各々の局所駆出率 (REF) を算出した。

Ex-MPI は treadmill による亜最大負荷終了1分前に thallium-201 2mCi を静注した。負荷5分後に stress image を、3時間後に delayed image をそれぞれ4方向より撮像し、reversible defect の有無を判定した。

## II 結果および考按

図1Aに安静時 STmax と安静時 EF の比較を呈示した。両者の間に特に関連性は存在せず、安静時 ST 上昇を有した症例が必ずしも高度 EF 低下を呈するとは限らなかった。

図1Bは、運動による STmax の %change (増加方向を正) と EF の変化分 ( $\Delta EF$ ) の比較である。両者の間には  $r = -0.76$  ( $P < 0.01$ ) の有意な逆相関が存在した。即ち、運動による ST 上昇の程度は運動による EF の低下と一致した。

運動負荷後 REF は、22例中9例いずれかの領域において低下した。この全9例が前側壁又は心尖部

\*1 山形大学 第一内科 \*2 藤田学園保健衛生大学 内科



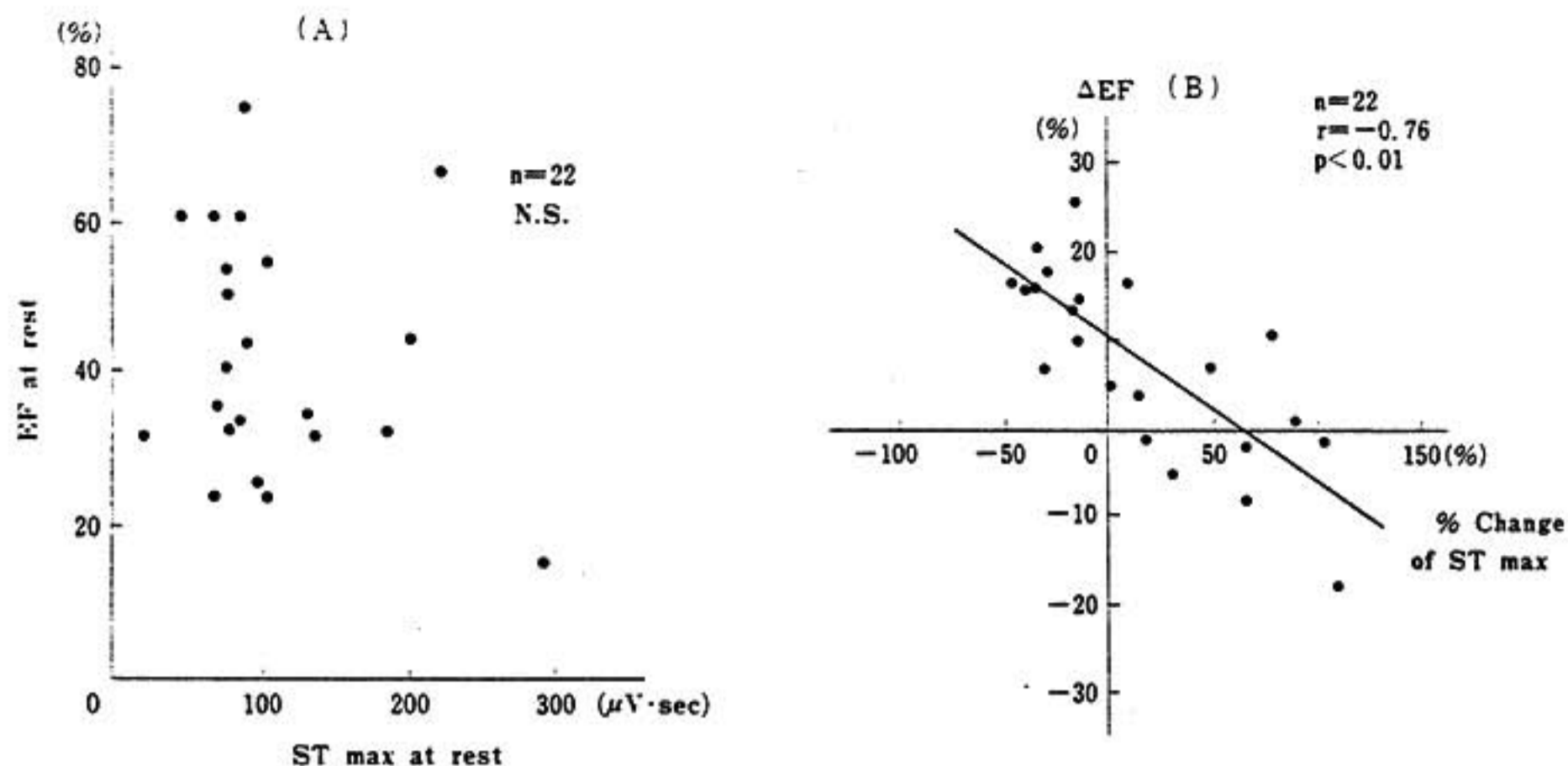


図1 A) 安静時 EF と安静時 STmax の関係を示す。両者に有意の相関は存在しない。  
 B)  $\Delta\text{EF}$  と %change of STmax の関係を示す。  
 $r=-0.76$ ,  $p<0.01$ の相関を認める。

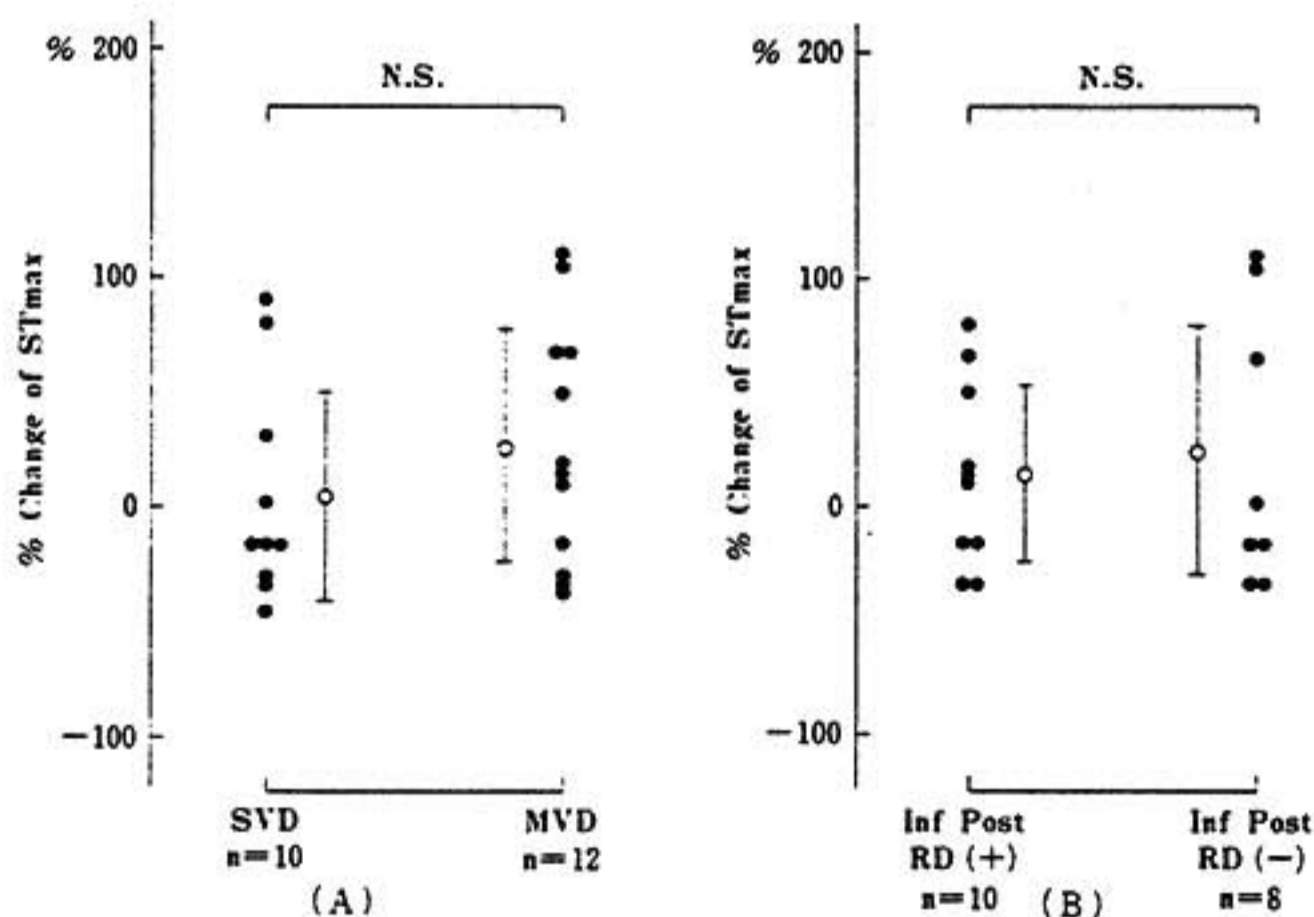


図2 A) 左前下行枝一枝病変群 (SVD) と多枝病変群 (MVD) における % change of STmax を示す。両群間に有意差は存在しない。  
 B) Ex-MPI にて下壁または後壁に一過性欠損像を呈した群 (RD+) と呈さない群 (RD-) における %change of STmax を示す。  
 この両群間にも有意差は存在しない。

の梗塞領域に異常を呈した。ST 上昇 (% change of STmax  $>0$ ) を呈した12例では、9例 (75%) に前側壁又は心尖部における REF の低下が観察された。一方、ST 上昇のない10例に REF の低下が認めら

れた例はなかった。以上より、この ST 上昇は運動による壁運動異常の増強と関連があると推定された。次いで、非梗塞部位に生じた心筋虚血が STmax の変化に与える影響を検討した。図2 A) に左前行枝

一枝病変群(SVD群)と、それ以外にも狭窄を有する多枝病変群(MVD群)に分けて% change of STmaxを示した。面群に有意差はなく、左前下行枝以外の冠狭窄がST上昇に与える影響は小さいと推定された。

図2BにEx-MPIにて非梗塞領域である下壁および後壁に一過性欠損像を呈した群(RD+群)と、呈さなかった群に分けて% change of STmaxを示した。この両群間においても有意差は存在せず、ST上昇に与える非梗塞部位の心筋虚血の関与は小さいと推定された。

従来、心筋梗塞患者における運動負荷後のST上昇の成因について、壁運動異常の関与が指摘されている。Dunnら<sup>3)</sup>は、運動惹起性ST上昇を有した25名の心筋梗塞患者のうち、運動負荷心筋 scintigramにて心筋虚血が観察されたのは13名(52%)にすぎないが、壁運動異常(安静時)は全例に存在したと報告し、壁運動異常がその主たる成因であると述べている。

しかしながら、運動負荷による壁運動異常の変化を捉え、ST上昇との対比を行った報告は少ない。我々は核医学的左室造影を用いることにより、運動負荷時の壁運動を捉え得た。その結果、前壁梗塞患者における運動負荷後のST上昇は運動によるEF

の低下と平行し、局所壁運動異常の増強と関連性を有した。一方、ST上昇と非梗塞部位に生じた心筋虚血との関連は少なかった。

## ま と め

前壁梗塞患者における運動負荷のST上昇は、主として運動によって壁運動異常が増強したことを反映すると推定された。一方、非梗塞領域における心筋虚血の関与は小さいと考えられた。

## 文 献

- 1) Montague T J, Smith E R, Cameron D A, Rautaharju P M, Klassen G A, Flemington C S and Horacek B M: Isointegral analysis of body surface maps: Surface distribution and temporal variability in normal subjects. *Circulation* 63:1166, 1981.
- 2) Gelberg H J, Brundage B H, Glantz S and Parmley W W: Quantitative left ventricular wall motion analysis. A comparison of area, chord and radial methods. *Circulation* 59:991, 1979.
- 3) Dunn R F, Bailey I K, Uren R and Kelly D T: Exercise-induced ST-segment elevation. Correlation of Thallium-201 myocardial perfusion scanning and coronary arteriography. *Circulation* 61:989, 1980.

## 12) 心筋梗塞患者の運動負荷試験における ST 偏位の意義について

—<sup>201</sup>Tl 負荷シンチグラムとの対比—

丸岡隆芳<sup>\*1</sup>・野口澄子<sup>\*1</sup>・加地紀夫<sup>\*1</sup>  
今野述<sup>\*1</sup>・小沢興<sup>\*1</sup>・新谷博一<sup>\*1</sup>  
古賀靖<sup>\*2</sup>

### はじめに

心筋梗塞患者の運動負荷試験における ST 変化の意義については不明の点が多い。我々は ST 変化の意義について検討するため、自転車エルゴメーターを使用した運動負荷 <sup>201</sup>Tl 心筋シンチを行い、心電図変化と対比検討した。

### I 対象および方法

対象は心筋梗塞患者56例(男53例, 女3例)平均年齢は57.1±10.2歳である。負荷は坐位自転車エルゴメーターを使用し, 25w から開始し, 25w 3分間ずつ増量する負荷漸増法で行った。心電図は負荷前・中・後にわたり連続的に記録, 誘導は V<sub>5</sub> と梗塞中心部に相当する誘導, 他に1誘導の計3誘導で記録した。後述の負荷中止基準に達した時点で <sup>201</sup>Tl 2mCi を静注し, 同じ負荷を1分間続けたのち, ANT, LAO20°, 45°, 70°, L-LT の5方向から撮像を行った。1時間安静の後, delayed image として <sup>201</sup>Tl 1mCi を追加静注し, 同様に5方向からの撮像を行った。両者で得られた像を比較し, 表1に示す4群に分類した。

負荷中止基準は, ①胸痛, 下肢倦怠感, 動悸等のため負荷の継続が困難になったとき, ②心電図上 ST 2 mm 以上の偏位がみられたとき, 不整脈頻発時, ③目標心拍数(年齢別最大心拍数の90%)到達時である。

表1 負荷心筋シンチグラム所見による分類

I 群: 安静時 <sup>*</sup> に比べ負荷時も欠損範囲が変化しなかった例
II 群: 負荷時, 欠損範囲が拡大した例
III 群: 安静時 <sup>*</sup> の所見が悪化した例
IV 群: 明らかな欠損がともに認められなかった例

\*delayed image 時の所見を安静時とした

### II 結 果

負荷中止理由で分類すると, 胸痛のため負荷中止例10例, 心電図変化21例, 下肢倦怠感19例, 目標心拍数到達5例, 動悸1例であった。負荷時間, 最大 pressure rate products (P.R.P.), 平均年齢は胸痛, 心電図変化, 下肢倦怠感のいずれの理由で中止した例でも差はなかった。しかし目標心拍数に達したため負荷中止した例は, 下肢倦怠感のため中止した例に比べて若く, 負荷時間が長く, P.R.P. が大きい傾向を示した。

負荷中止理由と心電図変化について表2に示した。胸痛のため負荷中止した例では ST 上昇例はなく, 2 mm 以上の ST 降下を示した例50%, 2 mm 未満の ST 降下を示した例40%と, 併せて90%が ST 降下を示した。自覚症状なく ST 変化のみで中止した例は19例, 心室性期外収縮頻発のため中止した例は2例であった。ST 変化中止例のうち ST 上昇は約1/3, ST 降下約2/3であり, PVC のため中止した例でも ST 降下を示した例が1例認められた。

表2 運動負荷中止理由と心電図変化

負荷中止理由	ST変化	ST上昇 2mm以上	ST上昇 2mm未満	ST降下 2mm以上	ST降下 2mm未満	ST変化 なし	計
胸痛		0	0	5 (50.0)	4 (40.0)	1 (10.0)	10 (100)
ECG変化	ST	7 (36.8)	0	12 (63.2)	0	0	19
	PVC	0	1 (50.0)	1 (50.0)	0	0	2
下肢倦怠感		0	4 (21.1)	1 (5.2)	9 (47.4)	5 (26.3)	19
目標心拍数		0	0	0	5 (100)	0	5
動悸		0	0	0	1 (100)	0	1
計		7	5	19	19	6	56

表3 負荷心電図ST偏位と負荷心筋シンチ所見

	I群	II群	III群	IV群	計
ST上昇 2mm以上	6	1	0	0	7
ST上昇 2mm未満	3	2	0	0	5
ST降下 2mm以上	0	17	2	0	19
ST降下 2mm未満	2	14	2	1	19
変化なし	5	1	0	0	6
計	16	35	4	1	56

心電図 ST 変化と負荷心筋シンチ所見について表3に示した。負荷時 delayed image (安静時) に比べて perfusion defect の範囲が変らなかった I 群は16例、perfusion defect の範囲が広がった II 群は35例であった。I 群16例中心電図変化のなかった5例をのぞく11例中6例が2mm以上のST上昇、3例が2mm未満のST上昇を示した。すなわち11例中9例(82%)がST上昇を示した。一方II群では35例中17例が2mm以上のST降下、14例が2mm未満であるがST降下を示し、併せて89%がST降下を示した。しかし1例では2mm以上のST上昇を梗塞周辺部の誘導で認めた。負荷心電図変化の誘導とシンチ所見を比較すると、ST降下のみられた誘導に一致すると考えられる部位で負荷時 perfusion defect が認められ、II群のST上昇を示した例でも

同様であった。III群、IV群については、血流のバランス等の因子もあり、今後症例を重ねて検討の予定である。

### III 考 案

心筋梗塞患者の運動負荷試験は運動耐容量の判定、リハビリテーションの運動処方などのために行われることが多い。しかし負荷時の心電図 ST 変化は、今回の我々の成績でも約89%の例でみられ、重要な因子の一つと思われるが、まだ不明の点が多い。我々は局所の心筋血流に比例する<sup>201</sup>Tl を使用し負荷心筋シンチを行い、その意義について検討した。負荷により胸痛が出現し、同時に心電図上 ST 降下がみられれば、虚血と判定される。今回の成績では10例に胸痛がみられたが、10例中9例にST降下があり、ST変化に一致した部位で perfusion defect が認められた。しかし自覚症状なくST降下のみ認められた例でも同様に perfusion defect が認められている。心筋梗塞のリハビリを進めると、自覚症状なく負荷時ST降下の認められる例がかなりあるが<sup>2)</sup>、今回の負荷試験の結果では虚血がおきているものと考えられる。一方、梗塞中心部と考えられる部位でST上昇を示した例では、perfusion defect の変化しない例が多く、また胸痛等自覚症状も訴えなかった。梗塞中心部のST上昇は wall motion の異常とする報告<sup>3)</sup>や、虚血とする報告<sup>4)</sup>がみられる。今回の成績では自覚症状もなく、<sup>201</sup>Tl シンチ所見からも梗塞中心部のST上昇は虚血とは考えにくい。しかし梗塞周辺部のST上昇は

spasm 等の関与する可能性もあり, 虚血がおきている可能性が高いと考えられる. 今後負荷時の wall motion, 心拍出量, Ejection fraction 等を合わせて検討が必要と思われる.

### 文 献

1) Beller G A. et al: Cardiovascular nuclear medi-

cine, ed by Strauss H W & Pitt B Mosby, Saint Louis, 231, 1979.

2) 丸岡隆芳, 他: 日内会誌 71: 41, 1982.

3) Dann F R, et al: Circulation 61: 989, 1980.

4) Fox K M, et al: Br Heart J 49: 15, 1983.

## 13) 虚血性心臓病における運動負荷による R 波増高と壁運動異常および QRS-score との関連

田代方民\* . 北島幸治\* . 吉田豊和\*  
 河野知記\* . 佐々木靖\* . 中島与志行\*  
 福田圭介\* . 藤野正典\* . 広木忠行\*  
 荒川規矩男\*

近年虚血性心臓病の心電図診断の指標として, 運動負荷による R 波高が ST 変化とともに, その有用性を論じられているが, この R 波増高は虚血性病変のほかに, 運動負荷による心臓の解剖学的あるいは, 電気的心位置の変化<sup>1)</sup>, 比伝導<sup>2)</sup>, あるいは心腔内容積の変化<sup>3)</sup>, さらに心臓の壁運動異常<sup>4)</sup>によって生ずることが報告されている. 今回我々は, 冠動脈造影により確診された虚血性心臓病の症例を対象として, 直交 3 誘導同時記録運動負荷心電図の R 波増高について, 特に心室壁運動異常と心筋梗塞巣の大きさと関連して検討した.

### I 対象および方法

心筋梗塞患者 101 名と, トレッドミル運動負荷試験で ST 低下を認めた狭心症患者 51 名, 計 152 名を対象とした. 平均年齢は 54 歳で, 男女比は 6:1 であった.

トレッドミル運動負荷試験は CASE (Marquett 社製) を用いて記録し, 修正 Bruce 法に基づいて 15 分間運動負荷を行い, 胸痛発現や目標心拍数到達の

場合には 15 分以内でも負荷を中止した. 運動負荷試験施行時期は, 心筋梗塞症の場合, 発症後約 1 カ月前後で心臓血管造影の直前に行った. 運動負荷心電図は,  $V_1$ ,  $V_3$ ,  $aV_r$  の連続 25 心拍の R 波高を加算平均したもので, 呼吸等の影響をできる限り除外した. さらに体位による影響を除くため, 運動開始直後の立位の R 波高をもって対照とし, 運動終了時の R 波高と比較し, 両者の差を変化分 ( $\Delta R$ ) とした.

左室造影は右斜前 30 度, 左斜前 60 度で撮影し, アメリカ心臓協会の左室造影像分類に基づいて, 壁運動異常の部位を判定した.

心筋梗塞の梗塞巣の大きさは Wagner ら<sup>6)</sup>の方法に準じ, 標準 12 誘導心電図の異常 Q 波を定量的に計測して得られた点数 (QRS-score) を用いて推定した.

### II 結 果

表 1 に心筋梗塞群と狭心症群の壁運動と,  $V_3$  誘導,  $aV_r$  誘導の  $\Delta R$  との関連を示す. 心筋梗塞群では,  $V_3$  誘導および  $V_3 + aV_r$  誘導において R 波が

表1 Relationship between Exercise-induced R Wave Changes and LV Motion in Patients with AMI and AP

R wave		AMI		AP	
		normal	abnormal	normal	abnormal
V <sub>s</sub>	↑/0 RWA	9	28	9	3
	↓ RWA	5	7	10	2
aV <sub>F</sub>	↑/0 RWA	14	23	18	4
	↓ RWA	1	14	2	1
V <sub>s</sub> + aV <sub>F</sub> *	↑/0 RWA	0	33	17	0
	↓ RWA	0	5	6	1

↑/0 RWA : exercise R wave amplitude increase or no change  
 ↓ RWA : exercise R wave amplitude decline  
 \* V<sub>s</sub> + aV<sub>F</sub> : V<sub>s</sub>, aV<sub>F</sub> 両誘導同時に R波の増高または減高を示したもの

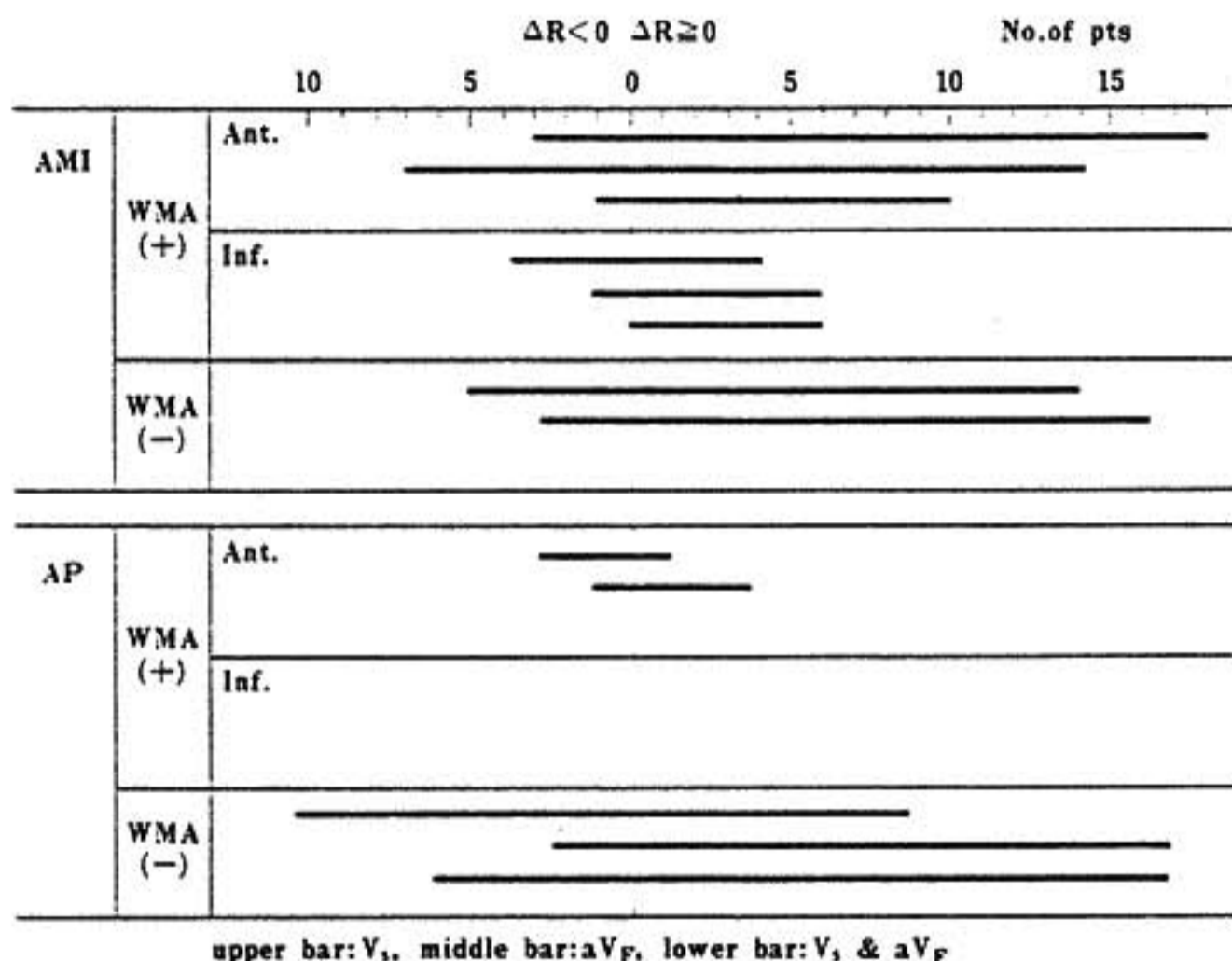


図1 Relationship between exercise-induced R wave changes and localization of WMA in patients with AMI and AP

増高したものに、壁運動異常を呈するものが多く、頻度は、V<sub>s</sub> 誘導で80% (35例中28例)、V<sub>s</sub>+aV<sub>F</sub> 誘導で86.8% (38例中33例)であった。aV<sub>F</sub> のR波高もほぼ同様の傾向を示したが、狭心症群では必ずしも一定の傾向は認められなかった。

図1は、心筋梗塞群と狭心症群について壁運動異常部位と ΔR との関連を示す。心筋梗塞群で前壁の壁運動異常を有する場合は、R波増高をきたした症例数は、V<sub>s</sub> 誘導が18例と最も多かったが、下壁の壁運動異常を有する場合には aV<sub>F</sub> 誘導および V<sub>s</sub>

+aV<sub>F</sub> 誘導で大部分の症例が、R波増高を示した。一方、狭心症群では、壁運動異常例については、必ずしも一定の傾向は認められなかったが、逆に正常例で、運動負荷によりR波増高をきたしたものが、62例中44例に認められた。

図2 aは、壁運動異常を認めた心筋梗塞群について、心筋梗塞の梗塞巣の大きさを推定する指標となるQRS-scoreとΔRとの関連を示す。この方法では、QRS-scoreが高いものほど、梗塞巣が大となるが、V<sub>s</sub> 誘導のΔRは、QRS-scoreが10以上では大

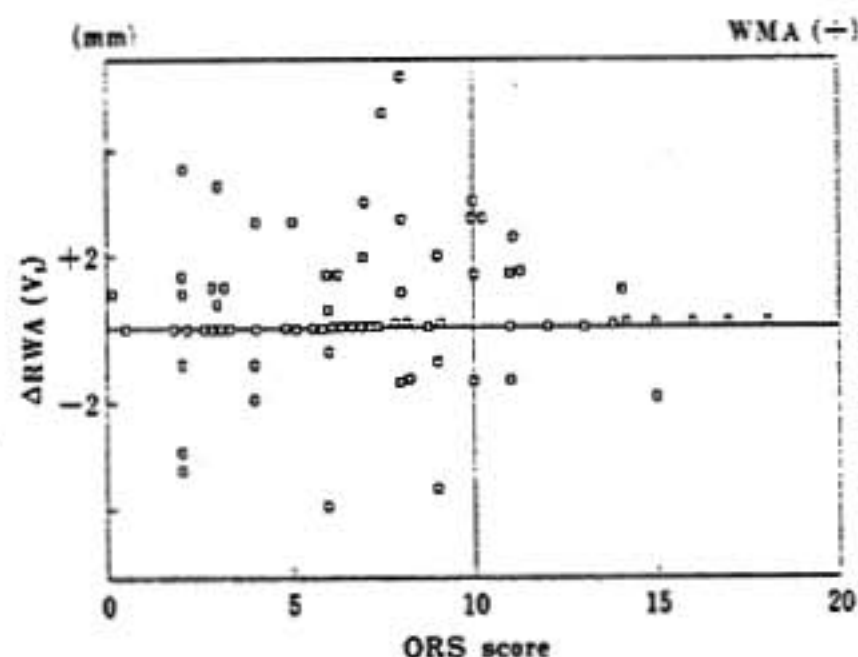


図 2 a Relationship between exercise-induced R wave changes in  $V_1$  and QRS score

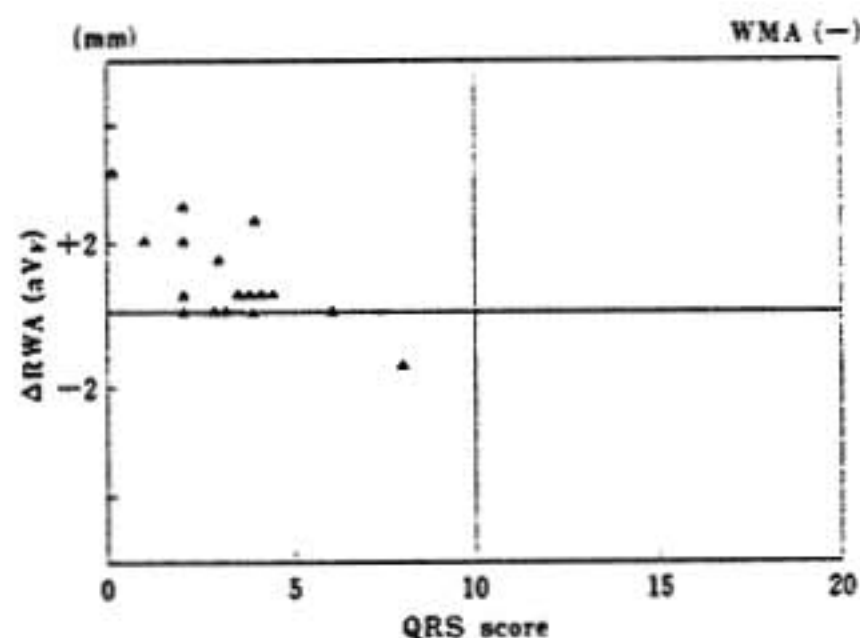


図 2 b Relationship between exercise-induced R wave changes in  $aV_r$  and QRS score

部分の症例がR波増高ないし不変であったのに対し、QRS-scoreが10以下の場合には明らかな傾向は認められなかった。また壁運動異常を有する症例で、 $aV_r$ 誘導におけるQRS-scoreと $\Delta R$ との関連は、 $V_1$ 誘導におけると同様に、QRS-scoreが10以上のもので $\Delta R$ が陽性のものが多い傾向にあった。

一方、壁運動異常の認められなかった心筋梗塞群では、 $V_1$ 誘導の $\Delta R$ とQRS-scoreとの間に有意の関連はみられなかったが、 $aV_r$ 誘導では、 $\Delta R$ とQRS-score間に有意の逆相関が認められた。すなわちQRS-scoreが高いものほど $\Delta R$ が小となる傾向がみられた(図2b)。

### III 考 案

心筋梗塞と狭心症を対象として、運動負荷による $\Delta R$ と壁運動異常との関連を検討した結果、壁運動異常を有する心筋梗塞群で、 $\Delta R$ が陽性となるものが多いことが知られたが、これはBonorisら<sup>3)</sup>の報告と合致する。さらに誘導点と壁運動異常部位との関連では、 $V_1$ 誘導および $V_1+aV_r$ 誘導との組み合わせでその感度が高かった。

また $\Delta R$ とQRS-scoreにより推定された心筋梗塞の梗塞巣の大きさとの関連は、 $V_1$ 誘導および $aV_r$ 誘導のいずれも、QRS-scoreが10点以上、すなわち梗塞量の比較的大きな心筋梗塞で、壁運動異常を有する場合に、 $\Delta R$ が陽性となった。

R波増高の機序に関して、今回の我々の成績からは、壁運動異常部位と心筋梗塞巣の大きさが、運動負荷によるR波増高の重要な要因となることが示唆された。

### 結 語

心筋梗塞症の症例を対象として運動負荷心電図を記録し、運動負荷によるR波高の増減と心室壁運動異常の有無との関連を検討した結果、 $V_1$ 誘導で心筋梗塞巣の大きさが一定以上になる場合に、R波高の増高と壁運動異常との間に有意の相関がみられ、 $aV_r$ 誘導では心筋梗塞の大きさにかかわらず逆相関が認められた。

### 文 献

- 1) Simoons M.L. et al: *Circulation* 52: 570. 1975.
- 2) Brody D.A. et al: *Circ Res* 4: 731. 1956.
- 3) Manoach M. et al: *Am Heart J* 83: 292. 1972.
- 4) Lorenzo de Caprio. et al: *Am Heart J* 99: 413. 1980.
- 5) Peter E Bonoris. et al: *Am J Cardiol* 41: 846. 1978.
- 6) Galen S Wagner. et al: *Circulation* 65: 342. 1982.
- 7) Steven F Roark. et al: *Am J Cardiol* 51: 382. 1983.

## 14) 心室瘤を有する症例の運動耐容能について

鳥居幸夫\*・石田恵一\*・高木利明\*  
 今村正人\*・中村豪\*・岩崎義彦\*  
 出川敏行\*・二宮健次\*・矢吹壮\*  
 町井 潔\*

## はじめに

心筋梗塞後心室瘤(LVA)に対する運動負荷試験は、相対的禁忌とされている。しかし、彼らが日常生活を営む以上、労作に対する反応性は把握しておく必要がある。今回著者らはLVAにおける運動負荷中の反応を左室機能の面から検討した。

## I 対象と方法

対象はLVA群5例(男性4例,女性1例)平均年齢 $50.4 \pm 7.2$ 歳で、心筋梗塞発症後平均13カ月を経過した慢性期の症例である。NYHA心機能分類はI-II度を示す。control群は6例で平均年齢 $54.3 \pm 4.6$ 歳である。

LVGと冠状動脈造影はSones法により施行し、LVAは阿部<sup>1)</sup>および小原<sup>2)</sup>の方法に従って、心室瘤部容積(LVAV)、駆出率(EF)、LVAの周径比( $\Delta L$ )、機能心筋収縮率( $\Delta D$ )および、LVA切除を仮

定した時の残存心筋によるEFの推定値(EFcs)を算出した。

運動負荷試験はTreadmill, プロトコールはSheffieldのものを用い、負荷時間を8~12分とした。運動負荷心電図はcaseにてmonitorし、1分毎に心拍数(HR)、ST-j点を記録した。

CO測定はWestron社製呼気分析システムを用いて、アセチレン再呼吸法により安静時と、運動負荷中および回復期にはそれぞれ4分毎に測定した。

## II 結 果

LVA群の運動負荷心電図、LVGおよびLVA計測値、冠状動脈造影所見を表に、運動負荷中のCO、一回拍出係数変化率( $\Delta SI$ )を図1に示す。

運動負荷心電図では、いずれの症例でも重篤な不整脈の出現はみられなかった。HRは症例2と5で著明な上昇を示し、ST-j点は症例1, 2, 3で上昇、症例5では低下とともに狭心痛が出現した(図2)。

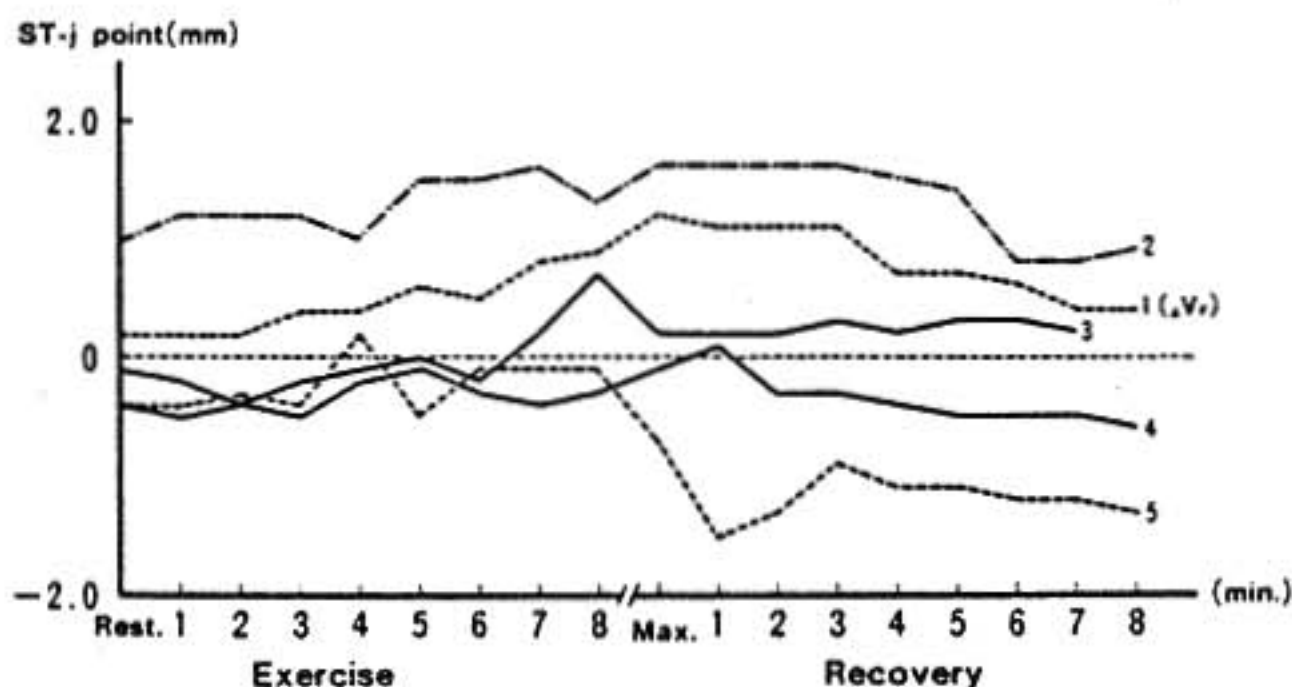


図1 LVA群の運動負荷中のST-j点の推移



表1 LVA群5例の運動負荷心電図, 左室造影, LVA計測値, 冠状動脈造影所見

CASE	Age	Sex	Exercise Time	H. R.		Syst B.P.		ST-j point		ECG Event	Aneurysmal Area	E. F.	E. F. cs	LVAV (ml)	LVA (g)	$\Delta L$ (%)	$\Delta D$ (%)	CAG
				Rest	Max.	Rest	Max.	Rest	Max.									
1) H. H.	54	M	8.3	90	121	110	130	0.2	1.2	<sub>aV<sub>F</sub></sub> ST↑	Apical	0.55	0.58	9.06	5.00	17.2	47.9	3-v.d.
2) I. T.	47	M	11.6	82	132	120	138	1.0	1.6	V <sub>5</sub> ST↑	Anterolateral Diaphragmatic	0.23	0.28	22.24	71.45	32.1	12.8	LAD
3) M. S.	50	M	9.0	95	127	156	162	-0.3	0.2	V <sub>5</sub> ST↑	Anterolateral Apical	0.23	0.49	72.85	71.45	33.9	19.0	RCA LAD
4) H. W.	60	F	12.1	90	117	130	144	-0.4	0.1	n. p	Anterolateral Apical	0.44	0.48	7.66	25.97	22.8	32.1	RCA LAD
5) S. T.	41	M	9.7	99	164	158	178	-0.4	-1.5	Angina B. P. ↓	Anterolateral Diaphragmatic	0.36	0.44	79.58	53.82	33.5	30.0	3-v.d.

運動負荷中の CO,  $\Delta SI$  は正常群では4分, 8分目とも有意に増加した。LVA群ではCOは4分, 8分目とも増加したが,  $\Delta SI$  は8分目において症例2, 3, 5で低下した。

一回拍出係数(SI)について4分目から8分目の変化率  $SI(8分)/SI(4分)$  をとり, LVAの各計測値と比較すると, LVAVおよび $\Delta L$ との間に負の相関がみられ(図3), SIの低下する症例は  $LVAV > 22 ml$ ,  $\Delta L > 32\%$ であった。

### III 考 案

運動に対するCOの増加は, 中等度以下の負荷では主にSIの増加により, 中等度以上ではHRの増加によるとされている。今回control群では8分目まで $\Delta SI$ は有意に増加し, 比較的軽度の負荷量と考えられる。

壁運動異常を示す症例の運動負荷では, 従来より akinetic segmentの大きさとCOの相関について報告されており, akinetic segment 20~30%を境とする報告が多い。また小原ら<sup>2)</sup>は $\Delta L > 35\%$ の症例では明らかな左室機能障害を示すとしている。今回の結果でも研究方法は異なるが,  $\Delta L > 32\%$ の症例で $\Delta SI$ の減少がみられ, この付近にcritical levelがあると考えられた。また, これらの症例では急激なHRの上昇がみられたことにより, 比較的軽度の負荷量における急激なHRの上昇がSI低下の臨床的徴候と思われた。

LVA症例の運動負荷心電図は, ST上昇を示すものが多く, 1mm以上のST上昇が判定基準の一つと考えられている。しかし今回のCOと対比した結果では, ST偏位には明らかな相関はみられなかった。これは心筋梗塞自体によるST-Tの変化や, 運動によるLVA辺縁の心筋虚血の程度など種々の要因が含まれていると思われた。

従って, LVA症例の運動負荷試験は,  $\Delta L > 32\%$ の症例に対しては特に注意を要しHRの厳重なcheckが必要であることがわかった。

### 文 献

- 1) 阿部博幸: ICU と CCU 5:1, 1981.
- 2) 小原邦義: 日胸外会誌 25:907, 1977.
- 3) 猪飼道夫, 他: 体育の科学 17:406, 456, 527.

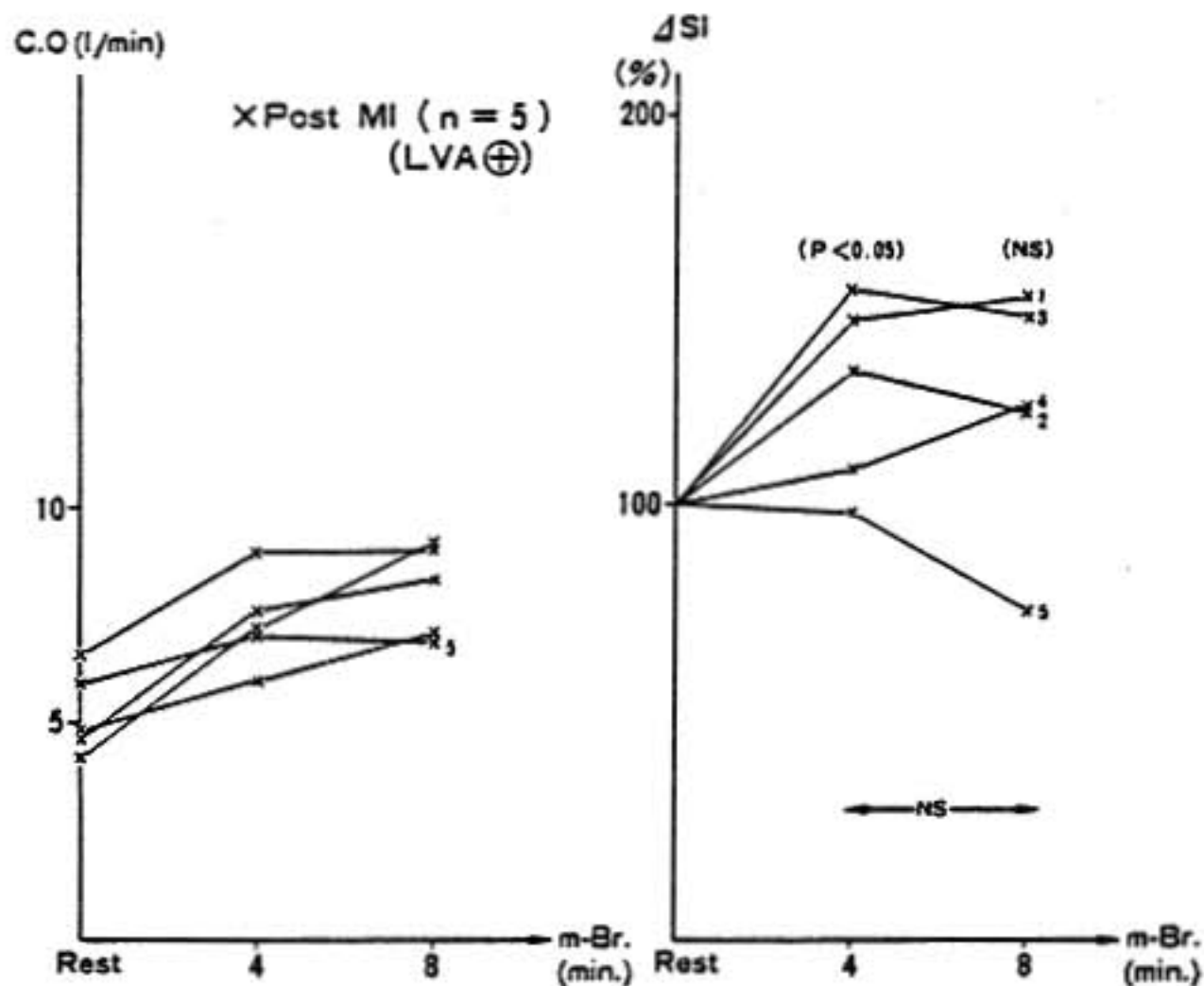


図2 LVA 群の運動負荷による CO,  $\Delta SI$  の変化 ( $\Delta SI$  は安静時を100%とする)

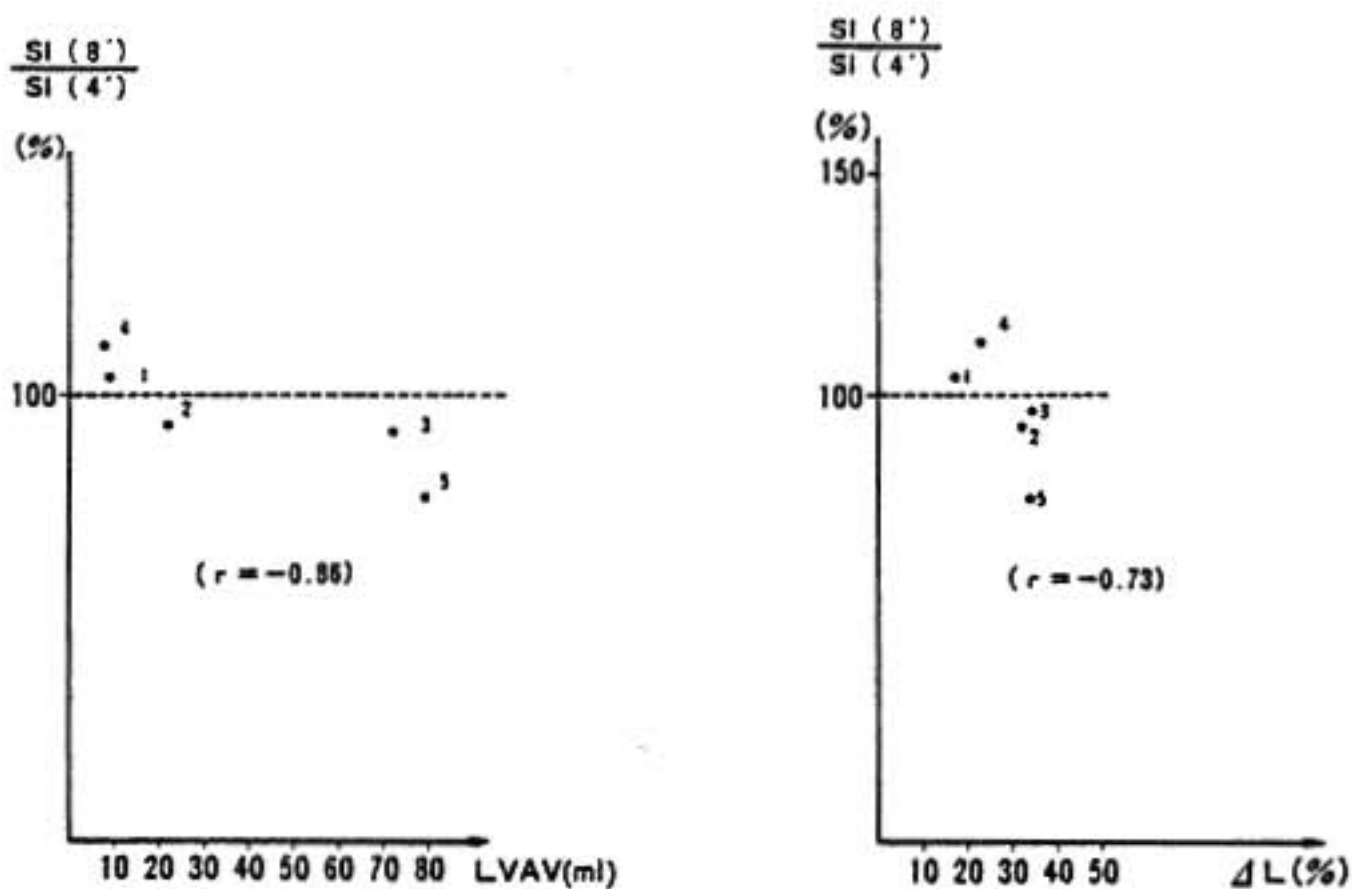


図3 LVA 群の  $SI(8分)/SI(4分)$  と  $LVAV \cdot \Delta L$  との関係

587. 1967.

- 4) Rentrop P, et al: Ventricular function at rest and during exercise. (ed by Rosekamm H & Hahn CH) Springer-Verlag, Berlin, Heiderberg, New

York. p69. 1976.

- 5) Hamilton G W, et al: Circulation 45: 1065. 1972.  
6) Bruce R A, et al: Pediatrics 32: 742. 1963.

# 第18回 循環器負荷研究会

日 時：昭和59年2月18日(土)

会 場：東京商工会議所ビル 国際会議場

## I. 運動負荷試験の再現性

### 1) 運動負荷における心拍出量個人差の意義

山形大学 中央検査部

山口 一郎, 小松 栄一, 宮沢 光瑞 ..... (1496)

### 2) 運動耐容能の再現性と最大体酸素摂取量

防衛医科大学 第一内科, \* 日本医科大学 第一内科

里村 公生, 栗田 明, 関 秀一\*, 高瀬 凡平, 荒川 宏  
渋谷 利雄, 水野 杏一, 細野 清士, 中村 治雄 ..... (1498)

### 3) 呼気ガス分析による嫌気性代謝閾値 (Anaerobic threshold) 測定法の検討

北海道大学 循環器内科

松村 尚哉, 西島 宏隆, 児島 俊一, 安田 寿一 ..... (1501)

### 4) 低レベルより開始する運動負荷実験の再現性について

一心不全患者と健康人における比較一

京都大学 第三内科, \* 同 臨床検査医学

神奈木俊子, 富岡 宣良, 木原 康樹, 小坂田元太\*, 桜井恒太郎  
河合 忠一 ..... (1503)

### 5) トレッドミル運動負荷中, 手すりを握った場合と握らない場合の差について

東邦大学 第三内科

今村 正人, 石田 恵一, 高木 利明, 鳥居 幸夫, 岩崎 義彦  
中村 豪, 矢吹 壮, 町井 潔 ..... (1506)

### 6) トレッドミル運動負荷試験における運動耐容能の再現性について

浜松医科大学 第三内科

神川 正, 石坂 恭一, 小林 明, 林 秀晴, 安倍 成彰  
山下 哲生, 山崎 昇 ..... (1508)

### 7) 運動負荷試験の再現性一回復期に関する検討一

筑波大学 臨床医学系内科

鯉坂 隆一, 藤田 享宣, 松本 龍馬, 飯田 要, 飯田 啓治  
松田 光生, 杉下 靖郎, 伊藤 巖 ..... (1511)

- 8) 労作狭心症における運動耐容能の再現性  
名古屋大学 第一内科, \*1大同病院 循環器内科, \*2知多市民病院 内科  
野田 省二, 都築 雅人, 外畑 巖, 宮口 和彦\*1, 谷口 直樹\*1  
都築 実紀\*1, 近藤 照夫\*2 ..... (1513)

- 9) 労作性狭心症における treadmill 負荷試験の再現性およびその問題点  
藤田学園保健衛生大学 内科  
岡島 智志, 江口 周生, 横井 宏志, 水野 康 ..... (1515)

- 10) 狭心症におけるトレッドミル負荷試験の再現性の検討  
心臓血管研究所  
中村 仁, 麻野井英次, 飯沼 宏之, 相澤 忠範, 山本真千子  
高橋 宣光, 加藤 和三 ..... (1519)

## II. 運動による心電図変化と壁運動異常

- 1) 心筋梗塞症の運動負荷による ST 偏位の意義  
久留米大学 第三内科  
高橋 啓美, 山口龍太郎, 古賀 聖士, 井福 正保, 豊増 功次  
長田 浩司, 住江 道正, 板家 守夫, 板家 研一, 古賀 義則  
宇津 典彦, 戸嶋 裕徳 ..... (1522)

- 2) 心筋梗塞症における運動負荷心電図 ST 変化の意義  
山口大学 第二内科  
清水 達朗, 尾崎 正治, 池園 徹, 山岸 隆, 古谷 雄司  
松田 泰雄, 楠川 禮造 ..... (1525)

- 3) 心筋梗塞症の運動負荷試験における梗塞部 ST 上昇の意義  
東京女子医科大学 日本心臓血圧研究所 循環器内科  
本田 喬, 藤野 彰久, 滝本 浩俊, 田中 直秀, 加藤 辰也  
小川 洋司, 金子 昇, 関口 守衛, 広沢弘七郎 ..... (1528)

- 4) 心筋梗塞回復期の運動負荷心電図と臨床像  
日本医科大学 第一内科  
畑 典武, 松原 貴規, 鈴木 健, 飯田 信子, 金沢 正邦  
岸田 浩, 早川 弘一 ..... (1530)

- 5) 急性心筋梗塞後の運動による ST 上昇の臨床的意義について  
三重大学 第一内科  
近藤 正士, 山門 徹, 東 良久, 中野 越, 竹沢 英郎 ..... (1532)

- 6) 運動負荷心電図における ST 偏位—Pacing induced asynergy との関連について—  
土浦協同病院 循環器内科, \* 東京医科歯科大学 第二内科  
藤原 秀臣, 梅沢 滋男, 白井 隆則, 古川 哲史, 谷口 興一\* ..... (1536)

- 7) 心筋梗塞患者における負荷心電図 ST 上昇の機序  
—ST 偏位と血行力学, 壁運動, 心筋代謝との関係—  
筑波大学 臨床医学系内科  
小川 剛, 山口 巖, 飯田 啓治, 石井 正徳, 杉下 靖郎  
伊藤 巖 ..... (1538)
- 8) 運動負荷による局所左室壁異常運動出現と心電図変化の対比検討  
自治医科大学 循環器内科  
椎名 明, 高沢 謙二, 鈴木 修, 藤田 俊弘, 細田 瑳一 ..... (1540)
- 9) 運動負荷時の梗塞部 ST 上昇と左室壁運動の関係  
住友病院 内科  
栗原 正, 成田 充啓, 宇佐美暢久 ..... (1543)
- 10)  $^{201}\text{Tl}$  心筋断層法 (SPECT) による前壁梗塞例の梗塞 Q の出ている領域での ST 変化の  
検討  
京都大学 第三内科, \* 武田病院 循環器内科  
野原 隆司, 神原 啓文, 鈴木 幸園, 河合 忠一, 田巻 俊一\*  
門田 和紀\* ..... (1546)
- 11) 前壁心筋梗塞患者における運動負荷後の ST 上昇の意義  
山形大学 第一内科, \* 藤田学園保健衛生大学 内科  
八巻 通安, 川島 祐彦, 五十嵐 彰, 池田こずえ, 久保田 功  
金谷 透, 殿岡 一郎, 立木 楷, 安井 昭二, 渡辺 佳彦\* .. (1551)
- 12) 心筋梗塞患者の運動負荷試験における ST 偏位の意義について  
— $^{201}\text{Tl}$  負荷シンチグラムとの対比—  
昭和大学 第三内科, \*昭和大学藤が丘病院 放射線科  
丸岡 隆芳, 野口 澄子, 加地 紀夫, 今野 述, 小沢 興  
新谷 博一, 古賀 靖\* ..... (1554)
- 13) 虚血性心臓病における運動負荷による R 波増高と壁運動異常および QRS-score との関  
連  
福岡大学 第二内科  
田代 方民, 北島 幸治, 吉田 豊和, 河野 知記, 佐々木 靖  
中島与志行, 福田 圭介, 藤野 正典, 広木 忠行, 荒川規矩男 ..... (1556)
- 14) 心室瘤を有する症例の運動耐容能について  
東邦大学 第三内科  
鳥居 幸夫, 石田 恵一, 高木 利明, 今村 正人, 中村 豪  
岩崎 義彦, 出川 敏行, 二宮 健次, 矢吹 壮, 町井 潔 ..... (1559)