

一般演題

1) 運動時における O_2 吸入の影響

—特に嫌気性代謝と血液ガスの変動について—

市岡正彦* 千田 守* 宮里逸郎*
谷口興一*

はじめに

慢性呼吸不全患者は、運動時に低酸素血症や血中乳酸の上昇がみられ、治療上 O_2 吸入を必要とする場合が多い。通常 O_2 吸入は運動耐容能を改善するが、慢性閉塞性肺疾患（以下 COPD）患者では CO_2 蓄積を助長する可能性もあり、 O_2 吸入時のガス交換、動脈血ガス動態を知ることは重要である。また、近年運動負荷における嫌気性代謝の面からの研究も盛んに行われており、特に運動時の O_2 吸入に伴う嫌気性代謝の動態を追求することは、病態生理を把握する上できわめて重要である。

今回、COPD 患者を対象とし、運動負荷時に O_2 を吸入させ、換気循環動態、嫌気性代謝および動脈血ガス諸量の変化を大気下と比較し検討した。

I 対象および方法

対象は、著者らの予備実験において運動時血中乳酸の上昇と Pao_2 の低下がみられた COPD 患者 12 例（男 10 例、女 2 例）で、平均年齢 67.8 歳である。安静時呼吸機能では、%肺活量 $80.7 \pm 17.2\%$ （以下 mean \pm SD）、1 秒率 $49.4 \pm 11.1\%$ と比較的高度の閉塞性障害を示したが、安静時の Pao_2 、 $Paco_2$ 、乳酸、ビルビン酸は正常範囲内であった。

運動負荷は treadmill を用い、はじめ大気下で時速 3 km 10 分間平地歩行させ、その後 6 分間を回復期とする single stage test を施行した。次いで少なくとも 30 分以上の安静休息時間をおき、40

% O_2 吸入下で同一プロトコールによる負荷を反復した。運動前、運動時 2 分ごと、回復期 3 分ごとの計 8 回の呼気ガスを Douglas bag に採取し、 \dot{V}_E 、 \dot{V}_{O_2} 、 \dot{V}_{CO_2} を算出した。また、上腕動脈に留置したカニューラより動脈血を採取し、血液ガス諸量および乳酸、ビルビン酸を測定した。さらに tele heart monitor により心電図を連続的にモニターし、経時的に心拍数を記録した。

II 結 果

(1) 各種換気諸量

\dot{V}_E 、 \dot{V}_{CO_2} は安静時、運動時および回復期のいずれにおいても、 O_2 吸入により有意な低下を示したが、 \dot{V}_{O_2} については有意差を認めなかった。 O_2 摂取率 (\dot{V}_{O_2}/\dot{V}_E) は運動時大気下で $30.1 \pm 5.9\text{ ml/l}$ 、 O_2 吸入下で $37.7 \pm 3.9\text{ ml/l}$ と有意な上昇を示し、 O_2 吸入による換気効率の改善が示唆された。死腔換気率 (V_D/V_T) は安静時、運動時とも O_2 吸入時に高値を示す傾向がみられたが、有意差はみられなかった。

(2) 乳酸、ビルビン酸

乳酸、ビルビン酸は、安静時、運動時、回復期のいずれにおいても、大気下に比し O_2 吸入下で有意な低下を示した。特に運動時は乳酸、ビルビン酸とも O_2 吸入により著明な低下を示した（図 1）。

(3) 動脈血ガス

大気下では運動に伴い Pao_2 の低下とともに $Paco_2$ の上昇、pH の低下、 HCO_3^- の減少がみられ、混合性アシドーシスの状態を示した。これに対し、 O_2 吸入下では運動時の乳酸産生が抑制されたため、 HCO_3^- は安静時とほとんど変わらず、

Paco₂ の上昇に伴う呼吸性アシドーシスの状態を呈した (図2)。

次に、安静時および運動時における O₂ 吸入の Paco₂ に及ぼす影響について検討すると、図2にみられるように Paco₂ は O₂ 吸入により安静時、運動時とも有意な上昇を示した。そこで O₂ 吸入による Paco₂ の上昇分を ΔPaco₂ とし、安静時、運動時での両者の関係を調べてみると、図3にみ

られるように、 $r = 0.74$ ($P < 0.005$) と比較的高い正相関を示した。

(4) 循環動態

運動時の心拍数は、大気下 121 ± 15 、O₂ 吸入下 109 ± 11 と O₂ 吸入により有意な低下を認めた。また、1心拍あたりの酸素摂取量を示す O₂ pulse は、O₂ 吸入下でも有意差を認めなかった。

III 考 察

Wasserman ら¹¹⁾により嫌気性代謝閾値 (anaerobic threshold: 以下 AT) の概念が確立されて以来、

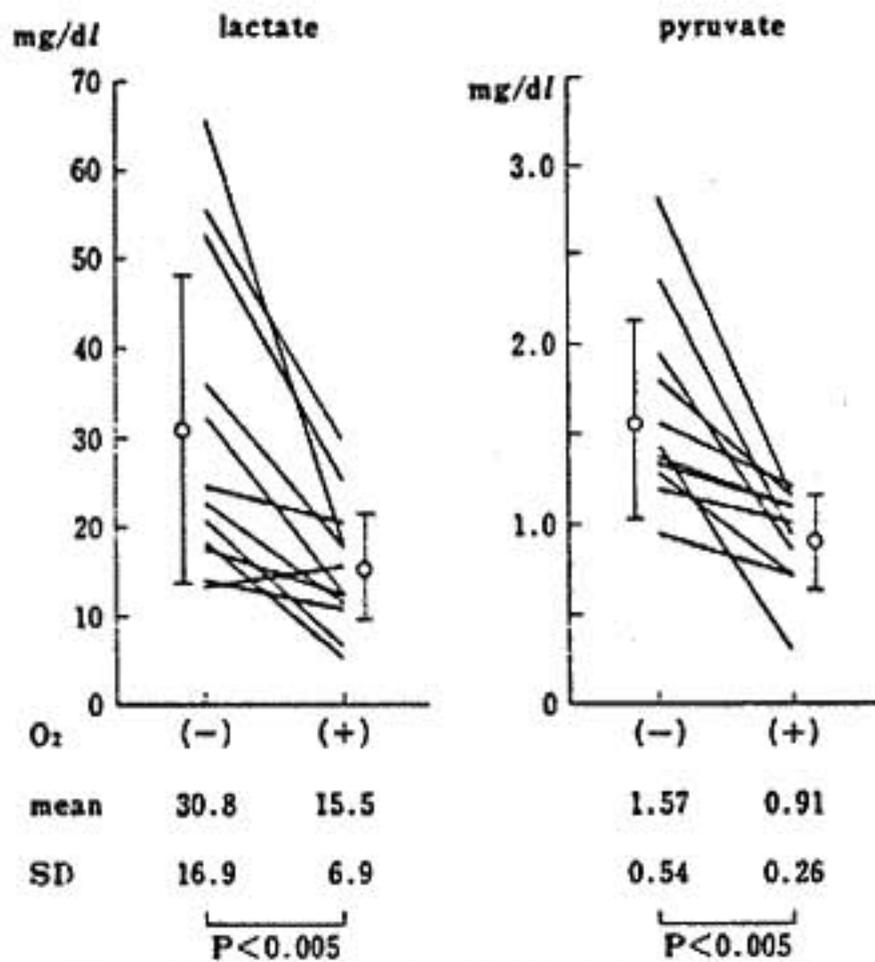


図1 O₂ 吸入による運動時の乳酸・ピルビン酸の変化

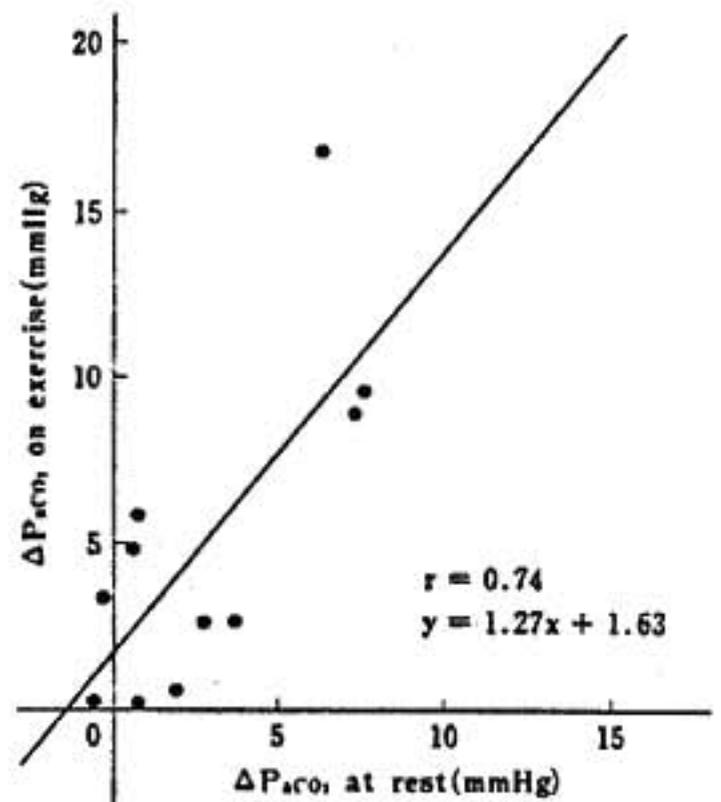


図3 安静時および運動時における ΔPaco₂ の関係

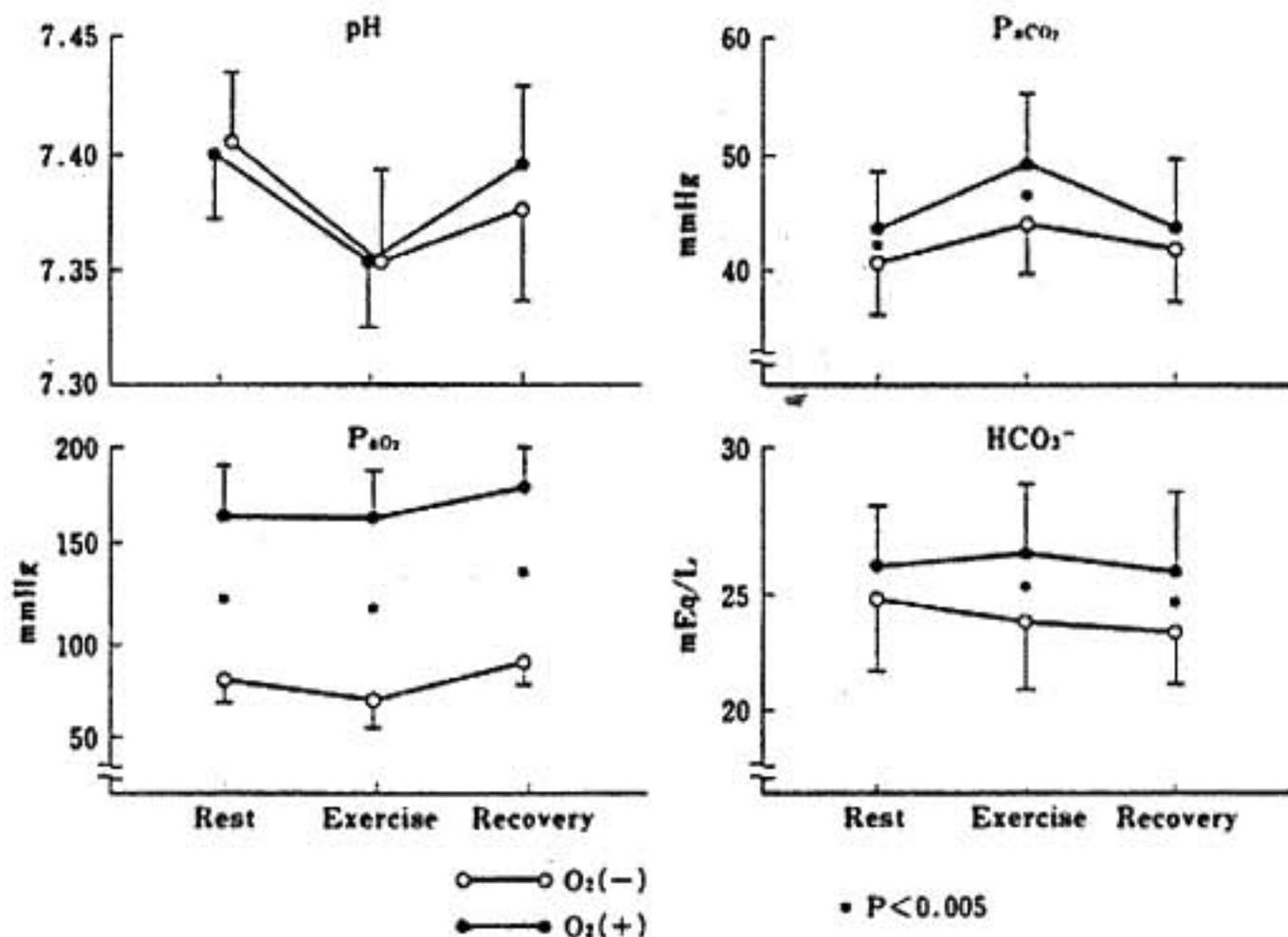


図2 動脈血ガスおよび酸塩基平衡の変化

運動負荷試験における嫌気性代謝が注目されている。O₂ 吸入の究極の目的は組織の酸素化であり、O₂ 吸入による運動時の乳酸の有意な低下は、活動筋における嫌気性代謝が抑制された結果と考えられる²⁾。本研究は漸増運動負荷ではないため、実際に AT を求めてはいないが、Marcus ら³⁾は COPD 患者の AT 時の乳酸レベルが平均 28mg/dl であったと報告しており、今回の結果より、同一負荷でも大気下では AT を超えているものが多く、O₂ 吸入下では AT に到達していないと考えられた。したがって、O₂ 吸入により AT が上昇し運動能力改善の可能性が示唆された。

O₂ 吸入は COPD 患者や慢性呼吸不全患者では不可欠な治療法の一つであるが、高濃度 O₂ 吸入時の CO₂ 蓄積とそれに伴う呼吸性アシドーシスの増強が問題点としてあげられている。今回の検討で、運動時にも O₂ 吸入による Paco₂ の上昇が認められたが、その機序として、比較的高濃度の O₂ 吸入による末梢化学受容体に対する hypoxic drive 解除に伴う換気抑制⁴⁾、運動による肺内 V_A/Q 比不均等分布の増大⁵⁾などが関与していると考えられる。また、O₂ 吸入による運動時の Paco₂ の増加の程度が安静時の Paco₂ の増加の程度から推測されることが示されたが、運動時の O₂ 吸入療法を安全かつ有益に施行するために、運動に先

立って安静時の O₂ 吸入による Paco₂ の変動を検討することが、日常臨床上 有用と考えられる。

結 語

- (1) O₂ 吸入により運動時の乳酸・ピルビン酸は有意な低下を示した。
- (2) O₂ 吸入により O₂ 摂取率の上昇が認められ、換気効率の改善が示唆された。
- (3) 運動時の心拍数は O₂ 吸入により有意な低下を示した。
- (4) 動脈血ガス上、O₂ 吸入時は低酸素血症の改善とともに呼吸性アシドーシスの発生をみた。また、O₂ 吸入による安静時の Paco₂ の増加の程度により、運動時の Paco₂ の増加の程度が推測できると考えられた。

文 献

- 1) Wasserman K. et al: J Appl Physiol 35: 236, 1973.
- 2) King A.J. et al: Clin Sci 44: 151, 1973.
- 3) Marcus J.H. et al: Am J Med 49: 14, 1970.
- 4) Mithoefer J.C. et al: N Engl J Med 277: 947, 1967.
- 5) Aubier M. et al: Am Rev Respir Dis 122: 747, 1980.

2) 労作性狭心症発作時の血行動態の検討

—運動負荷による経時的左室拡張終期圧の変化について—

大 島 茂^{*1} . 西 村 重 敬^{*2} . 加 藤 健 一^{*2}
 代 田 浩 之^{*2} . 近 藤 邦 夫^{*2} . 西 山 信 一 郎^{*2}
 中 西 成 元^{*2} . 関 顕^{*2} . 山 口 洋^{*3}

はじめに

労作性狭心症患者において、運動負荷による狭心症発作時に左室拡張終期圧（以下 LVEDP）が上昇していることは、以前から報告されている¹⁾。また、発作時の LVEDP が高値であるほど左心機能障害が高度であり²⁾、その測定は狭心症の重症度評価や冠状動脈バイパス手術の効果判定に有効とされている³⁾。しかしながら、負荷終点に至るまでの LVEDP の上昇様式に症例ごとに差異があるか否かについては、従来ほとんど検討されていない。そこで今回、安定型労作性狭心症患者に対し、左心カテーテル中に臥位エルゴメーター負荷を施行し、その間の LVEDP の変化様式について検討した。

I 対象および方法

対象は、左心カテーテル中に多段階エルゴメーター負荷を施行した心筋梗塞の既往のない安定型労作性狭心症患者63例、および冠状動脈が正常の5例、計68例である。負荷は1.0W/kgより開始、3分ごとに0.25W/kgずつ増量し、胸痛ないし心電図上0.1mV以上の虚血性ST低下の出現をもって終了とした。68例中運動負荷開始前すでにLVEDPが20mmHg以上であった18例を除外した50例について、LVEDPの変化様式を検討し、

LVEDPの値、血圧および心拍数の変化、負荷持続時間、冠状動脈造影所見等の比較検討を行った。

II 結 果

狭心症群におけるLVEDPの経時的な変化様式を検討してみると、負荷中を通じて急峻な上昇を続ける例（A群：19例）、負荷開始後1～2分急峻な上昇を続けた後、平坦になる例（B群：19例）、負荷中を通じて緩徐な上昇を示す例（C群：7例）が認められた。冠状動脈が正常な対照群（D群：5例）においてはLVEDPはほとんど上昇しなかった。図1に負荷開始後4分までのLVEDPの経時的変化を示した。負荷開始後1分では、A、B両群間に有意差はなかったが、ともにC群に比して有意に高値であった（ $P < 0.01$ ）。4分後には、A群はB、C群に比し有意に高値であった（ $P < 0.01$ ）が、B、C両群間に有意差はなかった。

負荷前および負荷終了時における各指標の変化を表1に示したが、負荷中の心拍数、収縮期血圧、double productの増加は、いずれもD群が最大で、以下C、B、A群の順であった。D群における心拍数の増加は、A群に比し有意に大であった（ $P < 0.05$ ）。また、負荷終了時の収縮期血圧が負荷前値以下まで低下した症例は、A群にのみ3例みられ、他群では認められなかった。

運動耐容時間は、A群ではB群に比して有意に短く（ $P < 0.01$ ）、B群ではC群に比して有意に短縮していた（ $P < 0.01$ ）（図2）。

運動負荷所見と冠状動脈造影からみた重症度を

*1 虎の門病院循環器センター 内科
 （現 群馬大学 第二内科）

*2 虎の門病院循環器センター 内科

*3 順天堂大学医学部 循環器内科

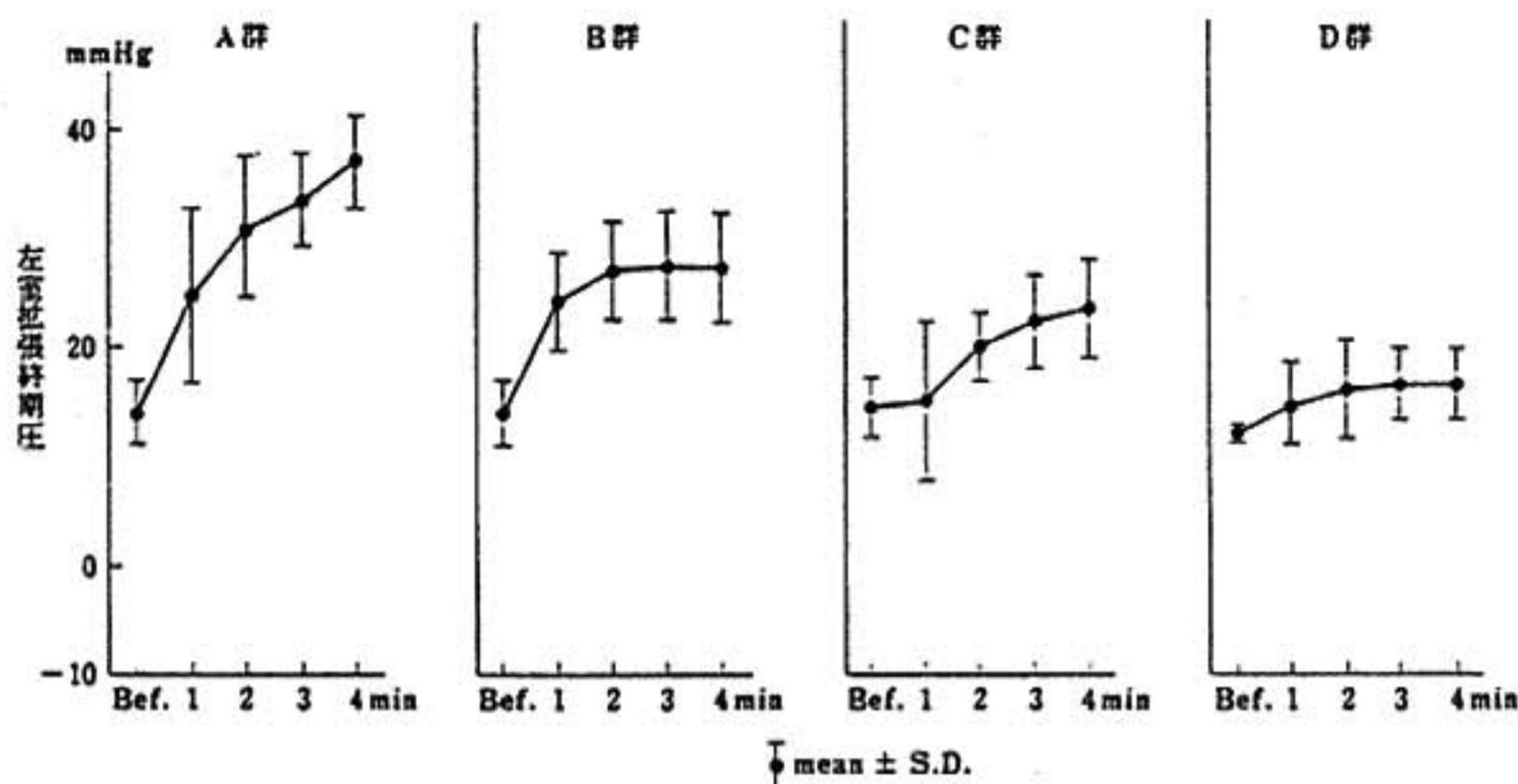


図1 負荷開始後4分までの左室拡張終期圧の推移

表1 負荷前, および負荷終了時における各種指標の変化とその比較

	LVEDP (mmHg)	心拍数 (beats/min)	収縮期血圧 (mmHg)	Double Product ($\times 10^2$ mmHg·beats/min)
A群 (n=19)	14.1 ± 3.3 36.1 ± 4.9 **	72.4 ± 13.3 110.5 ± 18.0 **	143.4 ± 21.3 159.8 ± 27.1 *	104.4 ± 29.0 176.4 ± 46.8 **
B群 (n=19)	13.9 ± 3.3 28.5 ± 4.6 **	71.0 ± 9.5 114.6 ± 15.0 **	149.7 ± 16.1 172.4 ± 23.5 **	107.4 ± 19.4 193.9 ± 36.6 **
C群 (n=7)	14.7 ± 2.9 25.7 ± 4.7 **	68.5 ± 6.3 117.7 ± 14.5 **	139.6 ± 16.9 166.4 ± 19.5 *	99.2 ± 11.0 194.8 ± 40.2 **
D群 (n=5)	12.0 ± 0.7 13.6 ± 4.0	66.4 ± 7.8 123.4 ± 16.9 **	133.2 ± 17.3 158.2 ± 19.5	87.6 ± 5.4 195.8 ± 36.9 **

(上段: 負荷前) ** P < 0.01 * P < 0.05
(下段: 負荷終了時)

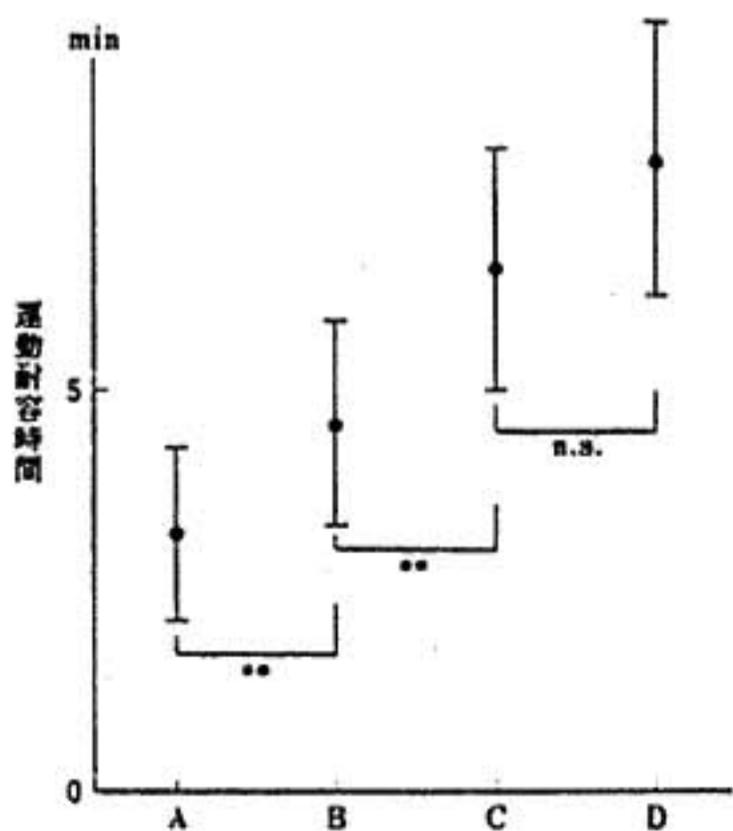
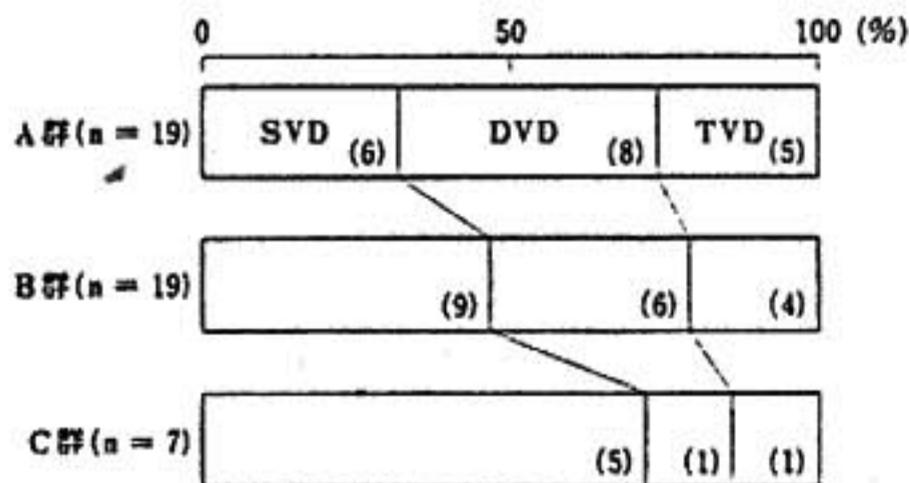


図2 運動耐容時間

** : P < 0.01
n.s. : not significant
mean ± S.D.



SVD: Single Vessel Disease
DVD: Double Vessel Disease
TVD: Triple Vessel Disease

図3 各群における罹患病変数

対比した結果(図3)は、75%以上の狭窄病変を有する主要冠動脈数をみると、統計的に有意ではないが、A群においてB、C群に比し3枝病変例が多い傾向にあり、逆に1枝病変例の割合は最大で、以下B、A群の順であった。また、A群中の1枝病変例は6例中5例が左前下行枝病変であり、かつ、いずれも狭窄度の強い症例であった。

Ⅲ 考 案

狭心症発作時にLVEDPが上昇しているという報告は少なくなく、その機序についても、ポンプ機能障害による容量負荷の増大²⁾、心筋 compliance の低下³⁾等が考えられているが、運動負荷中のLVEDPの変化様式についてはほとんど報告されていない。今回の検討では、心拍数、収縮期血圧、double productの増加はA、B、C各群間に有意差を認めなかったが、負荷終了時のLVEDPはA群>B群≧C群>D群であり、運動耐容時間はD群≧C群>B群>A群であった。A、B、C各群に以上のような差を認めたことより、LVEDPの変化様式と心機能障害の間には、何らかの関係の存在が示唆された。この変化様式の機序については、虚血による心筋障害の程度、広さとそれに対する代償機転の程度の差が関係すると思われるが、その詳細は不明である。

次に、冠動脈造影所見との対比では、3群間に有意差はなかったが、1枝病変でも左前下行枝に強い狭窄を有する例では、LVEDPが急峻な上昇を示す例が少なくないという傾向はみられた。この事実は、狭心症の重症度評価を罹患冠動脈数のみで行うのは不十分であることを示すとともに、左心機能に左前下行枝の関与が大であることを示

している。

結 論

安定型労作性狭心症患者63例に、左心カテーター中臥位エルゴメーター負荷を行い、LVEDPを経時的に検討し、以下の結論を得た。

1) LVEDPの経時的变化には、負荷中を通じて急峻な上昇を続ける例、負荷開始後1-2分急峻な上昇を続けたのち平坦になる例、負荷中を通じて緩徐な上昇を示す例の3種類の様式がみられた。

2) LVEDPが急峻な上昇を示す群では、3枝病変例の占める割合が多い傾向にあった。

3) 1枝病変例でも左前下行枝に強い狭窄を有する例では、LVEDPが急峻な上昇を示す例が少なくなかった。

4) 以上より、狭心症患者において運動負荷時のLVEDPを経時的に測定することは、重症度判定の上で有用と考える。

文 献

- 1) Ross R.S. et al: J Clin Invest 41: 1395, 1962.
- 2) Weiner L. et al: Circulation 38: 240, 1968.
- 3) McCans J.L. et al: Circulation 48: 775, 1973.
- 4) Dodek A. et al: N Engl J Med 286: 1347, 1972.
- 5) 長崎文彦, ほか: 脈管学 22: 219, 1982.
- 6) Bussman W.D. et al: Am J Cardiol 43: 488, 1979.
- 7) Vliestra R.E. et al: J Thorac Cardiovasc Surg 12: 41, 1981.
- 8) Parker J.O. et al: Am J Cardiol 17: 470, 1966.

3) 右室ペーシング負荷による心筋シンチの異常所見

能 沢 孝^{*1} . 余 川 茂^{*1} . 林 治 朗^{*1}
 高 島 裕 司^{*1} . 麻野井 英 次^{*1} . 井 内 和 幸^{*1}
 中 島 久 宣^{*1} . 篠 山 重 威^{*1} . 二 谷 立 介^{*2}
 瀬 戸 光^{*2} . 柿 下 正 雄^{*2}

非侵襲的検査法である201-Tl 心筋シンチグラフィ (MPI) は、虚血性心疾患の診断に有用である。しかし、左脚ブロック例では冠動脈が正常でも MPI で異常所見を呈する例があるといわれている。今回、左脚ブロックと同様の伝導様式を呈すると考えられる右室ペーシング (RVP) を行い、RVP 時の MPI と運動負荷 (Ex) 時の MPI を比較検討した。

I 対象および方法

対象は、胸痛または胸部不快感を主訴とする11例 (男8例、女3例) で、年齢は46~65歳であった。全例に選択的冠動脈造影を施行し、75%以上の有意狭窄を有する例はなかった。

Ex は坐位エルゴメータを用いた多段階漸増法とした。運動の中止点は、胸痛出現、心電図上有意な ST 低下出現または下肢疲労とした。運動中止1分前にタリウムを2 mCi 静注した。

RVP は、刺激頻度90、120/min で、それぞれ2分間行い、次いで刺激頻度150/min で6分間行った。タリウム2 mCi をペーシング終了1分前に静注した。

心筋シンチは高分解能コリメータを装着した回転型ガンマカメラ (General Electric 社製 Maxi Camera 400A/T) およびデータ処理装置 (General Electric 社製 Star) を用い、心臓の前面を中心とする180°を1方向20秒間、5.6°ずつ回転させ、32方向から data を収集した。これより心臓

の長軸および短軸の各再構成断層像を作製し、視覚的に判定した。また、4時間後の再分布像も検討した。

II 結 果

(1) 負荷心電図: Ex により3例で1 mm 以上の有意な ST 低下があり、このうちの1例でのみ Ex により胸部不快感が出現した。RVP 終了1分後の心電図で1 mm 以上の ST 低下が7例で認められ、また、全例でT波の変化を伴った。しかし、RVP による胸痛出現例はなかった。

(2) 心拍数、血圧および pressure-rate product: Ex および RVP のそれぞれの peak stress 時の心拍数は 131.7 ± 19.0 , 150 ± 0 beats/min ($P < 0.01$)、血圧は 210.4 ± 31.5 , 115.5 ± 11.9 mmHg ($P < 0.001$)、pressure-rate product は 28100 ± 7400 , 17500 ± 1700 mmHg · beats/min ($P < 0.001$) と いずれも有意な差があった。

(3) タリウム心筋シンチグラフィ: Ex 時 MPI で3例に下壁の非可逆性欠損、1例で側壁の可逆性欠損が認められた。非可逆性欠損3例中2例に左冠動脈に50%未満の狭窄があり、また、可逆性欠損例では、Ex により心電図上 ST 低下が認められた。しかし、心室中隔壁の欠損例はなかった。

RVP 時 MPI で11例全例に心室中隔壁に欠損が出現し、4時間後には全例で良好な再分布を認めた。RVP により7例で欠損は下壁にも及び、このうち2例は4時間後に良好な再分布があり、4例は一部のみ再分布が認められた。残りの1例は

*1 富山医科薬科大学 第二内科 *2 同 放射線科

非可逆性欠損であった。Ex 時 MPI で下壁に欠損を認めた 3 例は、RVP でも同部の欠損が出現した。また、Ex 時 MPI で側壁に可逆性欠損を認めた 1 例では、RVP でも同部位の可逆性欠損が出現した (図 1, 2, 3)。

III 考 察

左脚ブロックを呈する例では、正常冠動脈でもしばしば MPI 上心室中隔壁ないし前壁に欠損が生じるといわれている¹⁾。Hirzel ら²⁾は、犬を用いて心房および心室ペースング心筋シンチを行い、心房ペースングでは心筋シンチで異常は認めなかったが、心室ペースングで前壁ないし心室中隔に可逆性欠損が出現し、同部位の局所冠血流量の

低下を認めたと報告している。これまでヒトでの心房ペースング MPI は運動負荷 MPI と同様に虚血性心疾患の検出に有効であるとされているが³⁾、左脚ブロックと同様の伝導様式を呈する RVP による MPI については未だ報告されていない。

今回の研究では、冠動脈に有意な狭窄がなく、Ex 時 MPI でも認められなかった心室中隔壁、一部下壁にも可逆性欠損が出現し、かつ、peak stress 時の pressure-rate product も、Ex 時に比べ RVP 時の値が有意に低値であったことなどより、RVP による心室中隔壁欠損は必ずしも心筋虚血により生じたとは考え難い。RVP 後の心電図上の ST-T 変化は、虚血を意味するものではなく、ペースング後に一般に認められる再分極過

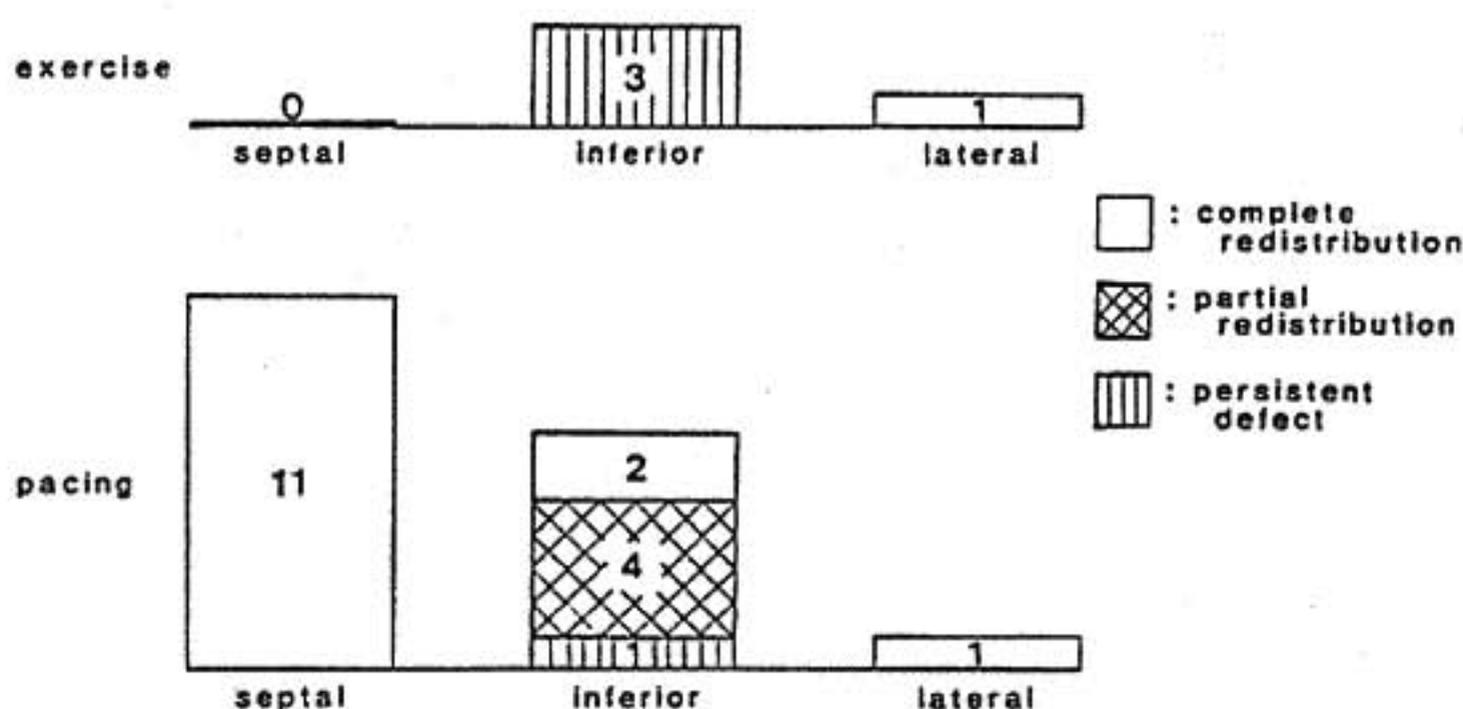


図 1 運動負荷および右室ペースング負荷²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィにおける欠損部位とその例数



図 2 運動負荷²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィ (短軸断層像)
左側が運動直後、右側が 4 時間後の再分布像を示す。明らかな欠損は認められない。

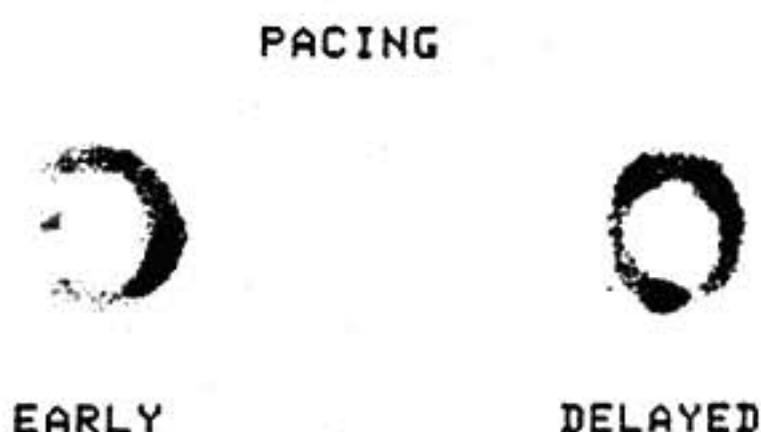


図 3 右室ペースング負荷²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィ (短軸断層像)
(図 2 と同一症例を示す。)右室ペースング負荷直後 (左側) では心室中隔壁、一部下壁に欠損が認められ、再分布像 (右側) では明らかな欠損は認められない。

程の異常によるものと考えられている¹⁾。RVPによる心室中隔壁ないし下壁の欠損の原因は明らかではないが、RVPによる非協調収縮が冠血流の分布異常を生じ、また高頻度のペースングにより拡張期が短くなり、より一層冠血流のアンバランスを生じたと推察される。

文 献

1) 成田充啓, 他: 無症候群左脚ブロックにおける運動負荷タリウム心筋シンチグラフィ。核医学 21:1463, 1984.

2) Hirzel H.O. et al: Thallium-201 Scintigraphy in Complete Left Bundle Branch Block. Am J Cardiol 53:764, 1984.
3) Heller G.Y. et al: The Pacing Stress Test: Thallium-201 Myocardial Imaging after Atrial Pacing. Diagnostic Value in Detecting Coronary Artery Disease Compared with Exercise Testing. J Am Coll Cardiol 3:1197, 1984.
4) Chatterjee K. et al: Electrocardiographic Changes Subsequent to Artificial Ventricular Depolarization. Br Heart J 31:770, 1969.

4) 労作性狭心症状を有する例の運動負荷時血中カテコールアミン反応性の特異性について

藤 田 享 宣^{*1} . 鯨 坂 隆 一^{*1} . 松 本 龍 馬^{*1}
杉 下 靖 郎^{*1} . 伊 藤 巖^{*1} . 武 田 徹^{*2}
秋 貞 雅 祥^{*3} . 飯 田 要^{*3}

血中ノルエピネフリン (NE) は、交感神経末端より分泌される神経伝達物質であり、交感神経活性の指標として用いられている。狭心症患者は健常人同様、運動時に血中 NE が増加することはよく知られている^{1,2)}。しかし、冠動脈疾患の重症度を表す 1 指標である冠狭窄罹患枝数により、運動時交感神経の反応に差異があるか否かについては明らかではない。本研究では、労作時の胸痛症状を有する症例において、血中 NE 濃度の運動負荷試験による変動を各種循環指標、負荷心電図所見、心 RI アンジオグラフィ (RNA) による左心機能と対比し、冠動脈罹患枝数による差異があるか否かにつき検討した。

I 方 法

対象は心不全症状のない労作性時に胸痛症状を有する症例 25 例であり、平均 53.4 歳であった。冠動脈造影上、50% 以上の狭窄を有意とし分類すると、3 枝病変 3 例、2 枝病変 9 例、1 枝病変 (1 VD) 8 例、有意狭窄のない症例 (0 VD) 5 例であった。なお、3 枝および 2 枝病変は多枝病変 (MVD) とした。MVD, 1 VD, 0 VD 間の年齢に有意差はなかった。運動負荷試験は、臥位エルゴメータを用い、初回負荷時は 0.5~1.0 watt/kg とし、3 分毎に初回負荷量の 1/2 を追加した。運動終点は狭心痛発現、あるいは ECG 上 j 点より 0.08 秒で 0.3 mV 以上の著明な ST 低下とした。負荷試験中、12 誘導心電図、カフ法による上腕血圧を 1 分毎に計測し、心拍数 (HR) 収縮期血圧 (SBP) および両者の積である Rate Pressure Pro-

*1 筑波大学臨床医学系 内科 *2 同 放射線科

*3 筑波記念病院 内科

duct (RPP) を求めた。負荷終点での全誘導における0.1mV以上のST降下の総和を $\Sigma \Delta ST$ とした。また、負荷前、負荷終点で採血しTHI法により血中NE濃度を測定した。RNAにより左室駆出分画(EF)を負荷前、負荷終点において求めた。さらに、運動負荷によるHR、SBP、血中

NEの変化率をそれぞれ $\Delta HR\%$ 、 $\Delta SBP\%$ 、 $\Delta NE\%$ とし算出した。なお、数値は平均値±標準誤差(SE)であらわし、統計はt検定を用いた。

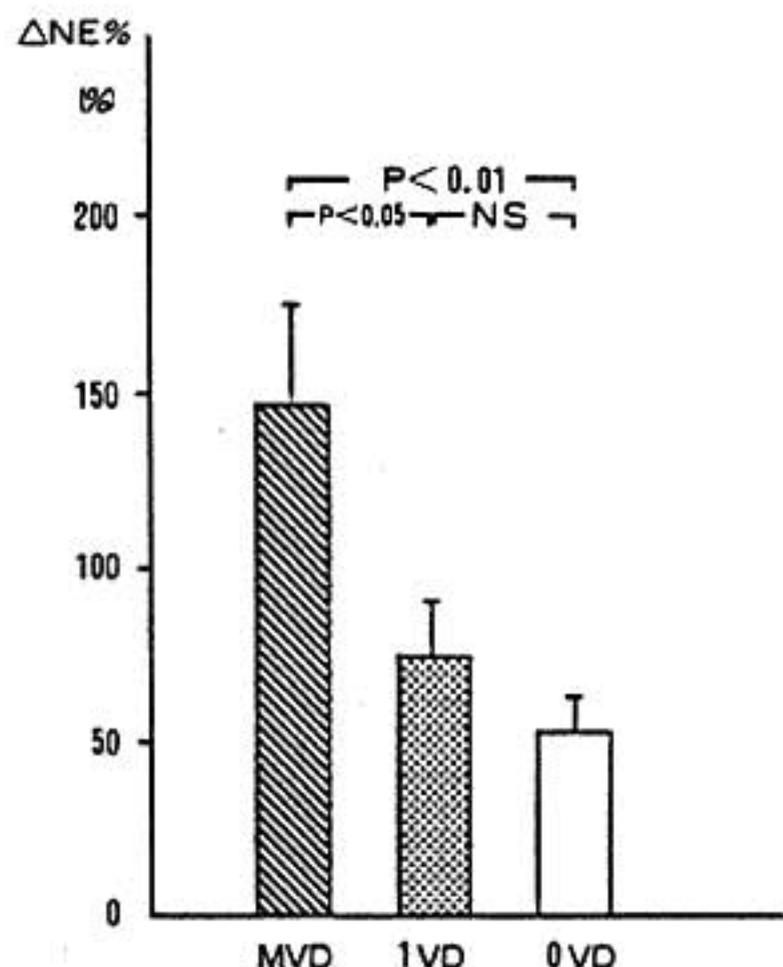
II 結 果

運動負荷量および運動負荷持続時間は、各群間で有意差はなかった。各群でのNE変化率については、MVD、1VD、0VDでそれぞれ、146.2%、73.4%、51.8%であり、MVDで他群に比し、有意に大であった(図1A)。 $\Sigma \Delta ST$ について、MVDが1VDに比し有意に大であったが、1VD-0VD間、MVD-0VD間には有意差を認めなかった。

負荷終点におけるEFの比較をすると、MVD、1VDは0VDに比しEFが有意に低下していた(図1B)。MVD-1VD間には有意差はなかった。

各群における $\Delta HR\%$ と $\Delta NE\%$ の関係は、MVDにおいて $\Delta NE\%$ の増加に比し $\Delta HR\%$ の増加が少なく、slopeが緩徐であった(図2A)。

$\Delta SBP\%$ と $\Delta NE\%$ の関係も、 $\Delta HR\%$ と同様に、MVDでは $\Delta NE\%$ の増加に比し $\Delta SBP\%$ の増加が少ない傾向を認めた(図2B)。



$\Delta NE\% : NE \text{ end time} - NE \text{ basal} / NE \text{ basal} \times 100 \%$

図1A 最大運動時における $\Delta NE\%$ の各群間の比較

MVD群で有意に増加を示した。

MVD: 多枝病変, 1VD: 1枝病変, 0VD: 有意狭窄のない例, NE: ノルエピネフリン, NS: 有意差はない。

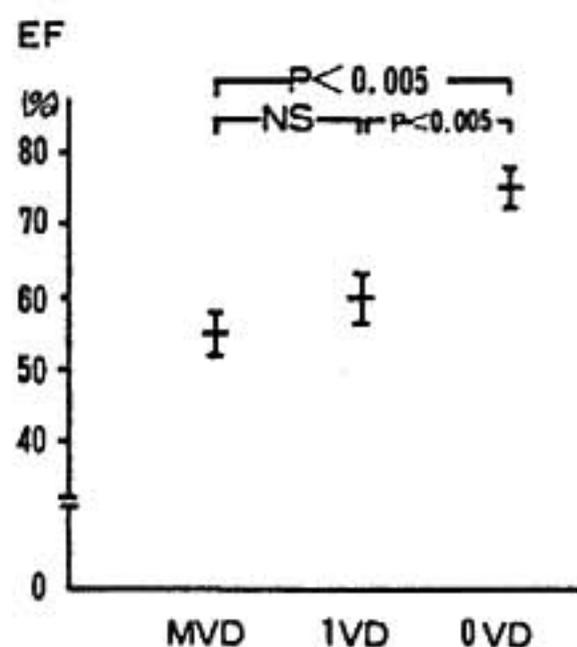
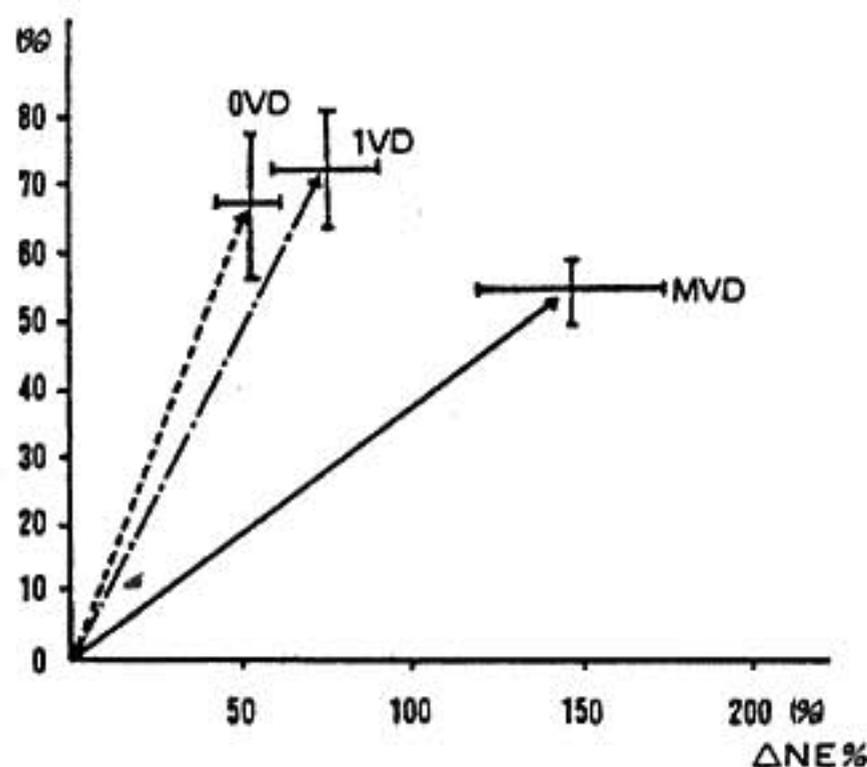


図1B 最大運動時におけるEFの各群間の比較

EFはMVDおよび1VD群で0VDに比し低下していた。

EF: 心RIアンジオグラフィーによる左室駆出分画。

$\Delta HR\%$



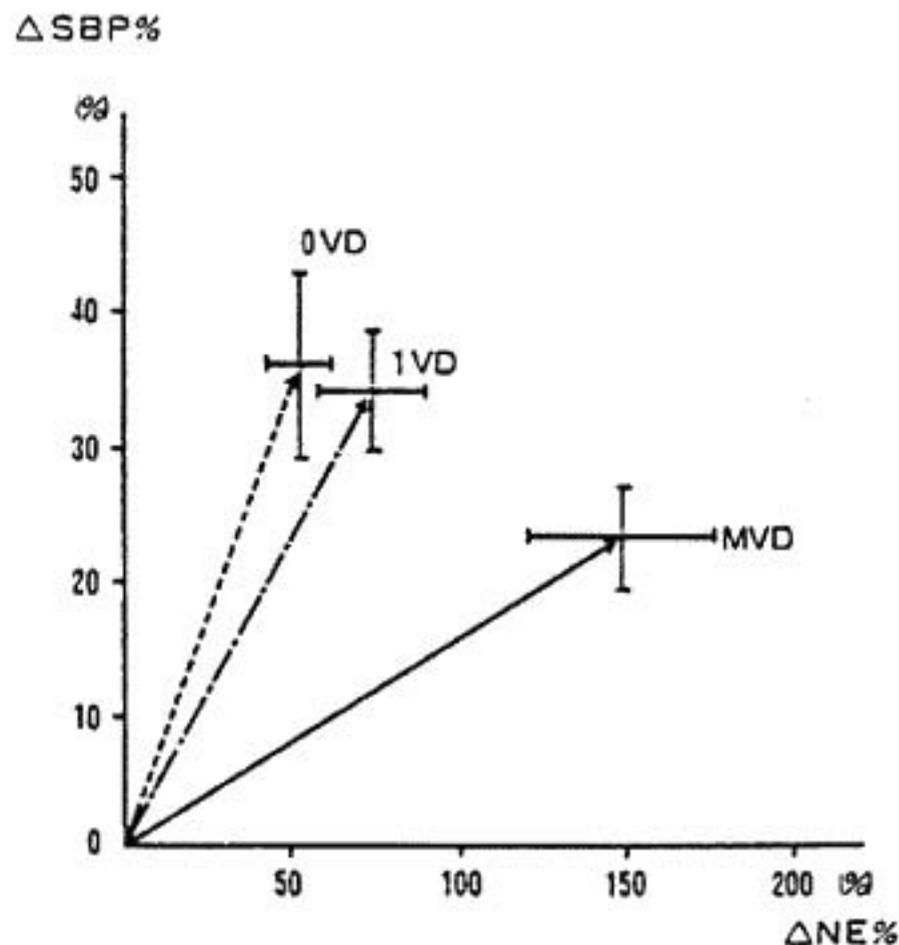
$\Delta HR\% : HR \text{ end time} - RPP \text{ basal} / RPP \text{ basal} \times 100 \%$

$\Delta NE\% : NE \text{ end time} - NE \text{ basal} / NE \text{ basal} \times 100 \%$

図2A 最大運動時における $\Delta HR\%$ と $\Delta NE\%$ の関係について

MVD群は $\Delta HR\%$ の増加が $\Delta NE\%$ に対し少なかった。

HR: 心拍数, 他の略号は図1参照。



$\Delta SBP\%$: $SBP \text{ end time} - SBP \text{ basal} / SBP \text{ basal} \times 100\%$

$\Delta NE\%$: $NE \text{ end time} - NE \text{ basal} / NE \text{ basal} \times 100\%$

図2B 最大運動時における $\Delta SBP\%$ と $\Delta NE\%$ の関係について

MVD群では $\Delta SBP\%$ の増加が $NE\%$ に対し少なかった。

SBP: 収縮期血圧, 他の略号は 図1 参照。

Ⅲ 考 察

交感神経は、運動中の心血管反応を制御する重要な因子の一つである。運動中の血中 NE 反応に関与するものとしては、負荷量³⁾、年齢⁴⁾、心機

能⁵⁾、混合静脈血酸素飽和度⁶⁾などがある。本研究において、負荷量、年齢、心機能状態に各群間で有意差はなかった。しかし NE 増加率が MVD 群では 1VD、0VD に比し有意に大であった。この機序としては、MVD 群では $\Sigma \Delta ST$ が他群に比し大であったので、心筋虚血の影響も考えられる。MVD 群では NE 増加に対し HR 、 SBP 増加が少なかった。この機序は明らかでないが、レセプターの“down” regulation による可能性も考えられる。

結 語

運動による血中 NE 反応には、冠狭窄罹患枝数により差異が認められた。

文 献

- 1) Gazes P.C. et al: Circulation 19: 657, 1959.
- 2) Karsberg R.P. et al: Am Heart J 104: 24, 1981.
- 3) Hartly L.H. et al: J Appl Physiol 33: 602, 1972.
- 4) Ziegler M.G. et al: Nature 261: 333, 1976.
- 5) Francis G.S. et al: Am J Cardiol 49: 1152, 1982.
- 6) Hansen J.F. et al: Eur J Clin Invest 8: 31, 1978.

5) 虚血性心疾患の診断におけるトレッドミル負荷 心エコー法の有用性

高田博之^{*1}、藤井諄一^{*1}、沢田 準^{*1}
岡部昭文^{*1}、奥住一雄^{*1}、相沢忠範^{*1}
加藤和三^{*1}、藤田長子^{*2}、尾上守夫^{*2}

はじめに

近年、運動負荷時に心エコー図を記録し、局所壁運動異常の出現を観察することにより、非侵襲的に冠動脈疾患を診断しようとする試みが散見される¹⁻⁵⁾。今回我々は、運動負荷法として临床上最も良く使用されているトレッドミル負荷時の断層心エコー図を記録し、コンピュータ画像処理法を用いて局所壁運動の定量的評価を試みた。そして、それらの結果を冠動脈造影(CAG)、運動負荷²⁰¹Tl心筋シンチグラフィ(201Tl-ECT)、運動負荷心電図所見と対比検討した。

I 対象と方法

対象は、心筋梗塞の既往のない労作性ないし労作兼安静狭心症13例(男性11例、女性2例、平均年齢53±9歳)である。全例にトレッドミル運動負荷試験、²⁰¹Tl-ECT、CAGを施行した。CAGはSones法により行い、75%以上の狭窄を有意狭窄とした。また、0枝病変例はergonovineによる冠攣縮誘発試験を実施し、50%以上の冠動脈径縮小をもって陽性とした。13例中5例に1枝病変、2例に2枝病変、4例に3枝病変を認めた。残りの2例は有意病変を示さなかったが、ergonovineにより冠攣縮を生じた。

トレッドミル負荷断層心エコー法は、²⁰¹Tl-ECTと同時に施行した。まず²⁰¹Tl-ECT施行直前に、左側臥位にて腱索ないし乳頭筋レベルの左室

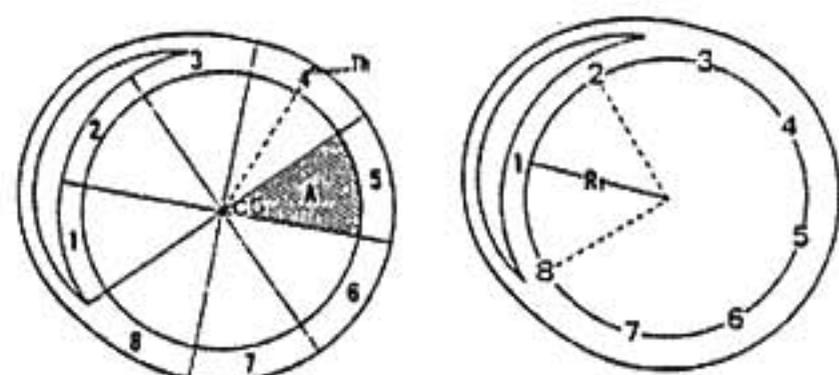
短軸断層心エコー図をVTRに記録した。続いてトレッドミル運動負荷を施行、負荷終了時点で²⁰¹Tlを静注し1分間同量負荷を継続した。運動負荷終了30-60秒後より約6分間、ECT専用ベッド上で左側臥位にて断層心エコー図を記録した。

断層心エコー図の解析は、以下のごとく行った。まず、VTRに収録された乳頭筋ないし腱索レベルの左室短軸断層像を反復観察し、局所壁運動を定性的に評価した。次いで、VTR上の心エコー図をモーションアナライザーを介してマイクロコンピュータのディスプレイ上に写し出し、拡張終期・収縮終期の心内膜面および心外膜面上で、肉眼的に輪郭面上に存在することが明らかな点のみを複数個指定して入力し、「放物線混ぜ合わせ法」を用いて補間した(図1)。こうして得られた拡張終期・収縮終期の左室辺縁像を、心室中隔右室面後端を基準として8分節に区分した。局所壁運動の定量的評価の指標としては、各分節と拡張終



図1

期面積重心で囲んだ扇形の収縮期面積変化率 (%A), 各分節の収縮期壁厚増加率 (%Th), 各分節の曲率の変化率 (%C), 心臓の大きさの個体差による影響を除くために収縮終期の曲率に拡張終期内膜周囲長を乗じた正規化曲率 (nC) を用いた (図2)。



$$C_1 = 1/R_1$$

$$nC_1 = L \cdot C_1$$

$$= L/R_1$$

$$L = \text{Circumference (ED)}$$

$$\%A = (A(ED) - A(ES)) / A(ED)$$

$$\%Th = (Th(ES) - Th(ED)) / Th(ED)$$

$$\%C = (C_1(ES) - C_1(ED)) / C_1(ED)$$

$$nC = \text{Circumference(ED)} \times C_1(ES)$$

図2

^{201}Tl -ECT はトレッドミル法により行い, 終了点に達した時点で ^{201}Tl 3 ~ 4 mCi を静注し1分間同量負荷を続けた. 負荷終了直後および4時間後にデータ収集を行い, 再分布の認められた部位を transient defect とした.

トレッドミル運動負荷心電図は無投薬状態で Bruce 法にて行い, 胸痛の発生・心電図上 J 点より 40 ~ 60 msec の点で 1 mm 以上の ST 上昇ないし下降が認められたものを陽性とした.

II 結 果

全例 (13例) 安静時局所壁運動は正常であったが, 12例で運動負荷終了時にいずれかの指標にて局所壁運動異常を認めた. また, ^{201}Tl -ECT では全例に transient defect を認めた.

(1) 冠動脈病変の有無と壁運動異常

各冠動脈枝ごとに CAG による有意狭窄の有無と, 各灌流領域における局所壁運動異常出現の有無とを対比した結果を (表1) に示す.

局所壁運動異常の肉眼的評価 (V) および nC では, 狭窄冠動脈とその灌流領域の壁運動異常とは良好な一致をみた. また, %C, %Th も比較

表1-1

TDE \ CAG		LAD		Cx		RCA	
		+	-	+	-	+	-
V	+	8	0	5	1	8	1
	-	0	5	1	6	1	3
Sensitivity		100%		83%		89%	
Specificity		100%		86%		75%	
Accuracy		100%		85%		85%	

TDE \ CAG		LAD		Cx		RCA	
		+	-	+	-	+	-
%A	+	3	0	2	2	3	0
	-	5	5	4	5	6	4
Sensitivity		38%		33%		33%	
Specificity		100%		71%		100%	
Accuracy		62%		54%		54%	

TDE \ CAG		LAD		Cx		RCA	
		+	-	+	-	+	-
%Th	+	6	1	4	3	7	1
	-	2	4	2	4	2	3
Sensitivity		75%		67%		78%	
Specificity		80%		57%		75%	
Accuracy		77%		62%		77%	

的良好な一致を示したが, %A での一致率は低かった. ^{201}Tl -ECT の transient defect 出現部位の検討では, 良好な一致をみた. なお, V・nC の全体としての sensitivity, specificity, accuracy は, 各々 91%・91%, 88%・75%, 90%・85% と高い値を示した.

(2) 罹患冠動脈分枝数と, 壁運動異常および ^{201}Tl -ECT における transient defect の対比

対象を罹患冠動脈分枝数により3群に分け, 各指標により壁運動異常および ^{201}Tl -ECT による冠動脈病変の検出率を比較した (表2). 1枝・2枝病変例では%A以外は良い検出率を示したが,

表1-2

CAG		LAD		Cx		RCA	
		+	-	+	-	+	-
%C	+	6	1	4	1	8	1
	-	2	4	2	6	1	3
Sensitivity		75%		67%		89%	
Specificity		80%		86%		75%	
Accuracy		77%		77%		85%	

CAG		LAD		Cx		RCA	
		+	-	+	-	+	-
nC	+	7	2	5	0	9	2
	-	1	3	1	7	0	2
Sensitivity		88%		83%		100%	
Specificity		60%		100%		50%	
Accuracy		77%		92%		85%	

CAG		LAD		Cx		RCA	
		+	-	+	-	+	-
TI	+	8	0	4	0	5	0
	-	0	5	2	7	4	4
Sensitivity		100%		67%		56%	
Specificity		100%		100%		100%	
Accuracy		100%		85%		69%	

3枝病変例ではVおよびnCが高い検出率を示したのに対し、%Aと²⁰¹Tl-ECTのそれは低かった。

(3) 陽性負荷心電図所見と壁運動異常

トレッドミル負荷心電図は13例中9例(69%)で陽性であった。表3に示すごとく、心電図所見は%A以外の指標による局所壁運動異常に比較し、冠動脈病変の検出率が低かった。また、全例でII、III、aVr、V₁₋₆のST下降を認め、3例ではV₃のST下降をも伴った。この3例は左前下行枝病変を有しており、当該部位に壁運動異常を認めた。

表2

One Vessel Disease

	V	%A	%Th	%C	nC	TI
LAD (n=2)	2	1	2	1	2	2
Cx (n=1)	0	0	0	0	0	1
RCA (n=4)	4	2	4	4	4	3
Total (n=7)	6 (86%)	3 (43%)	6 (86%)	5 (71%)	6 (86%)	6 (86%)

Two Vessel Disease

	V	%A	%Th	%C	nC	TI
LAD (n=2)	2	1	0	2	2	2
Cx (n=1)	1	1	1	1	1	1
RCA (n=1)	1	1	1	1	1	1
Total (n=4)	4 (100%)	3 (75%)	2 (50%)	4 (100%)	4 (100%)	4 (100%)

Three Vessel Disease

	V	%A	%Th	%C	nC	TI
LAD (n=4)	4	1	4	3	3	4
Cx (n=4)	4	1	3	3	4	2
RCA (n=4)	3	0	2	3	4	1
Total (n=12)	11 (92%)	2 (17%)	9 (75%)	9 (75%)	11 (92%)	7 (58%)

III 考 察

心筋梗塞の既往がない例では、冠動脈狭窄が存在するにもかかわらず安静時にはしばしば正常壁運動を呈する⁶⁷⁾。しかし、このような例でも運動負荷により心筋虚血を生じた場合、虚血壁に新たな壁運動異常が出現するとされている⁶⁾。従って運動負荷時に断層心エコー図を記録し、局所壁運動異常の評価から冠動脈病変を診断しようとする試みが散見される¹⁻⁵⁾。

従来の報告の多くは、負荷法としてエルゴメーター法を利用しているが、今回我々の利用したトレッドミル法は、より生理的で酸素消費量増加の大きい強い負荷であるとされ、一般に広く行われている。そこで、できるだけ運動負荷心電図や²⁰¹Tl-ECTと同じ負荷法により局所壁動態を評

表 3

		ECG	
		+	-
V	+	8	4
	-	1	0

		ECG	
		+	-
%A	+	5	1
	-	4	3

		ECG	
		+	-
%Th	+	8	4
	-	1	0

		ECG	
		+	-
%C	+	7	4
	-	2	0

		ECG	
		+	-
nC	+	8	4
	-	1	0

<ECG Changes in Treadmill Test>

ST ↓ in II III aVf V4-6 : 6 Cases

ST ↓ in II III aVf V2-6 : 3 Cases

No Significant Change : 4 Cases

価するため、トレッドミル負荷断層心エコー法を施行した。この場合に、トレッドミル負荷終了時から断層心エコー図記録までの time lag が問題となる。しかしこの点に関しては、運動負荷により生じた局所壁運動異常は、運動終了後も1分-30分以上持続するとされており¹³⁻¹⁴、充分検出可能であると考えられる。

断層心エコー図による局所壁運動の評価は、従来多くは肉眼視による定性的なものであった。今回我々は、コンピュータ画像処理により%A、%Th、%C、nC等の指標を測定し、その定量的評価を行った。また各指標の算定に際し、従来の左室内膜面および外膜面の用手トレース法に代え、「放物線混ぜ合わせ法」を用いて確実な輪郭候補点を選び補間した¹⁵。この方法により、画像が不鮮明な部分でもほぼ正確な辺縁トレース像を得ることが可能になった。今回検討した各指標のうち、V・nC、次いで% C・%Thの冠動脈病変検出率が高かった。%Aで良好な結果が得られなかった原因の一つとして、運動終了直後の心臓全体の前方運動亢進が考えられた。この点からも、特に運動負荷心エコー法では、基準点を必要としないnC・%C・%Th等の指標がその局所壁運動の定量的評価には有用であると考えられた。

罹患冠動脈分枝数による冠動脈病変検出率の検討では、1・2枝病変例では余り差はみられなかったが、3枝病変例においては²⁰¹Tl-ECTに

比較しトレッドミル負荷断層心エコー法の方がより sensitive であった。これは、²⁰¹Tl-ECT が心筋局所における心筋血流分布の相対的な差を検出するため、3枝病変例ではその差異が不明瞭となりやすいためと思われた。

運動負荷心電図では、今回は13例中9例(69%)に陽性所見が得られ、運動負荷心エコー法の方が sensitive であった。また従来運動負荷心電図、特にST下降は虚血の部位診断に余り有用でないとされているが^{10,11}、今回の我々の検討でも同様であり、この点からも運動負荷心エコー法の方がすぐれていると考えられた。

以上のごとく、トレッドミル負荷心エコー法は、冠動脈疾患の診断にきわめて有用であると思われた。また安静時に鮮明な心エコー図が記録可能な症例では、ほぼ全例で運動時にも判読可能な記録が得られ、本法は臨床応用可能な検査法と考えられた。

結 語

トレッドミル負荷断層心エコー法は、冠動脈疾患の非侵襲的診断法としてすぐれた方法であると考えられた。

文 献

- 1) Wann L.S. et al : Circulation 60 : 1300, 1979.
- 2) Morganroth J. et al : Am J Cardiol 47 : 20, 1981.

- 3) Mauer G. et al: Am J Cardiol 48:720, 1981.
 4) Limacher M C, et al: Circulation 67:1211, 1983.
 5) Robertson W S, et al: J Am Coll Cardiol 2: 1085, 1983.
 6) Jacobs J J, et al: Circulation 48:263, 1973.

- 7) Dortimer A C, et al: Circulation 54:724, 1976.
 8) Sharma B, et al: Br Heart J 37:963, 1975.
 9) 藤田長子, 他: 第23回日本 ME 学会論文集.
 10) Dunn R F, et al: Am J Cardiol 48:837, 1981.
 11) Fox R F, et al: Am J Cardiol 53:1529, 1984.

6) 溶出速度の異なる2種類の Nifedipine 製剤の 運動負荷試験による比較検討

三 浦 義太郎* , 吉 川 誠* , 外 丸 晃 久*
堀 口 正 晴*

はじめに

近年, Ca^{2+} 拮抗剤である Nifedipine の循環動態に関する報告が散見されるが, 今回我々は, Nifedipine 溶出速度の異なる2種類の薬剤, すなわち溶出の速い soft cap 及び溶出の遅い錠剤について運動負荷に伴う循環応答について比較検討した。

I 対象及び方法

対象は, 当院外来通院中の虚血性心疾患患者11名で, 労作性狭心症3名, 異型狭心症1名, 陳旧性心筋梗塞7名である。年齢は49歳から76歳で平均59歳, 全例男性である。NYHA 分類ではI度5名, II度6名であった。

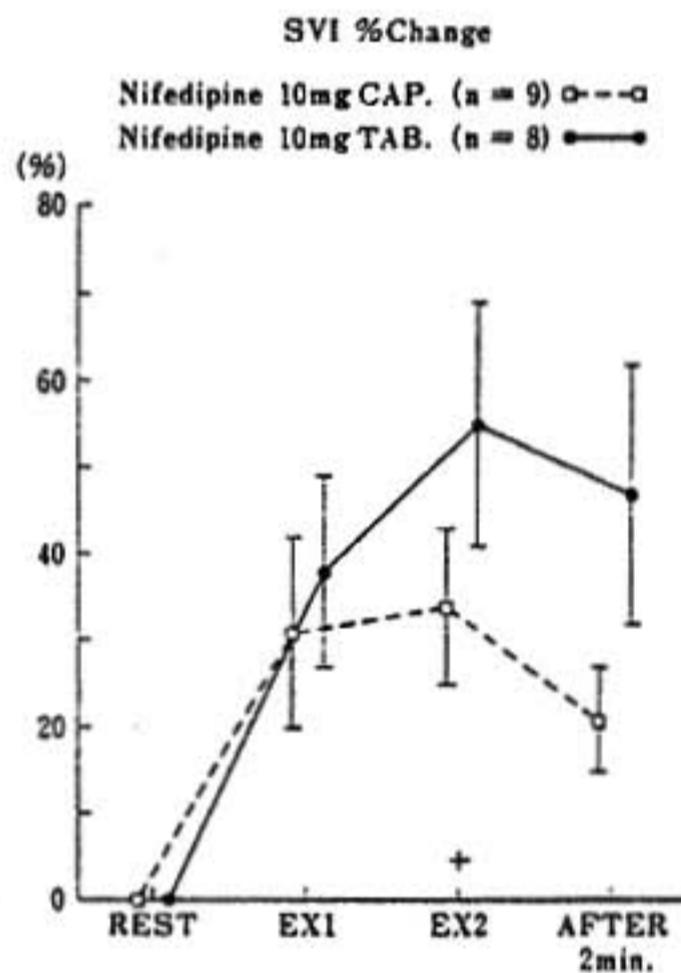
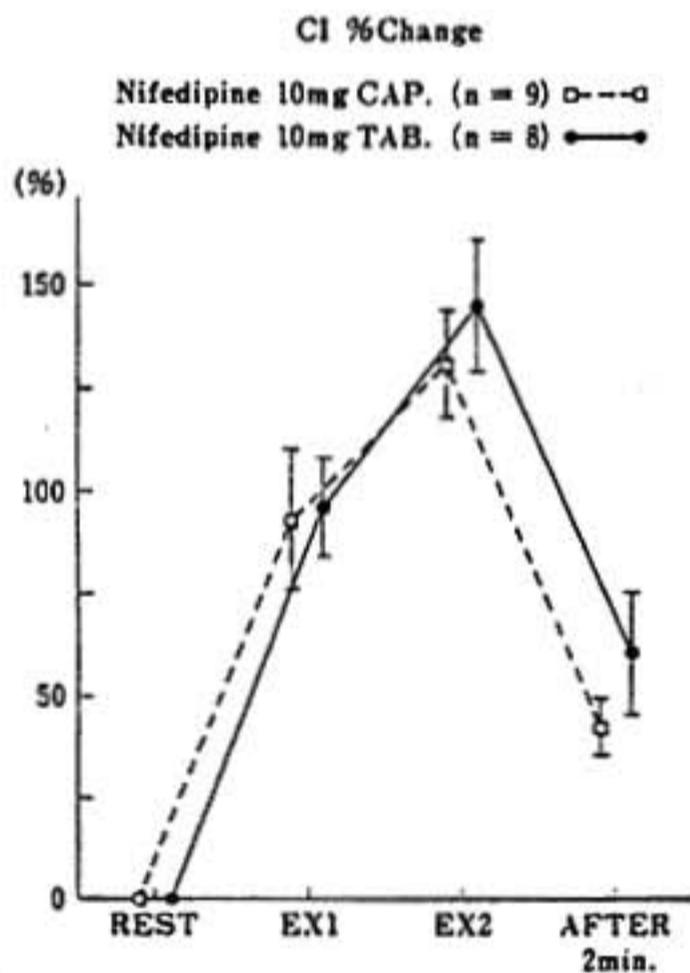
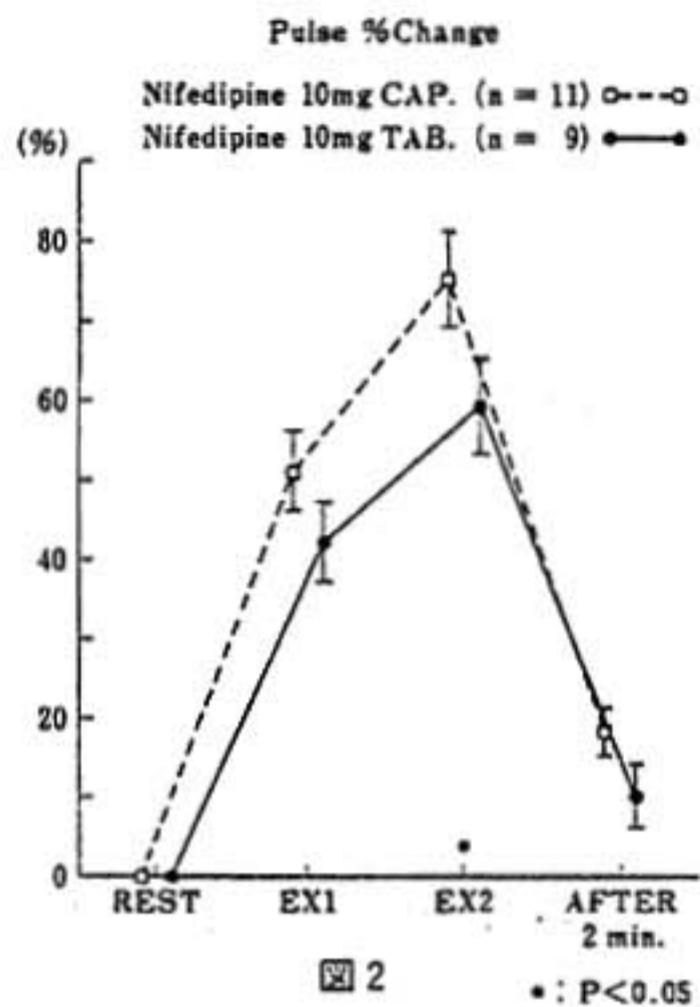
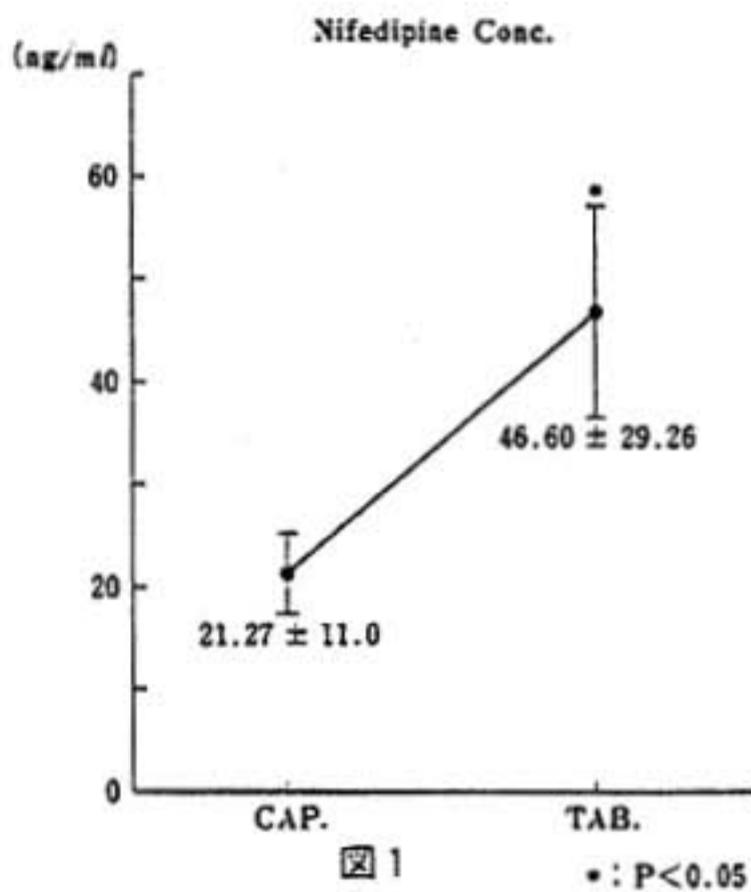
方法は, Nifedipine soft cap 1日30mgを1カ月以上経口投与し, 負荷当日, 薬剤投与6時間後に負荷試験を施行し, wash out 後, Nifedipine 錠1日30mgを1カ月以上経口投与し同様に負荷試験を施行した。負荷試験は, 仰臥位自転車エルゴメーターを用いて負荷前及び症例により25W, 50W または50W, 75W 負荷をおのおの3分間及び負荷終了後について各 stage 毎に2分から3分

の間に以下の測定を行った。マンシュート法による血圧の測定, ear piece 色素希釈法による心拍出量の測定, 心エコー図による駆出分画 (EF) の測定, 呼気ガスの分析装置による酸素消費量 ($\dot{V}O_2$) の測定, CM 5 誘導による心電図並びに心拍数 (HR) の測定, 乳酸の測定及びガスクロマト質量分析による負荷前の Nifedipine 血中濃度の測定を行った。これらより平均血圧 (MBP), Double product (DP), 心係数 (CI), 1回拍出量係数 (SVI), 全末梢血管抵抗係数 (TPRI) を算出し, 実測値及び%変化率について比較検討した。

II 結 果

負荷前の Nifedipine 血中濃度は, soft cap 投与群が 21 ± 4 ng/ml, 錠剤投与群が 46 ± 10 ng/ml で錠剤が約2倍であった。 $\dot{V}O_2$ 及び乳酸の血中濃度は共に両群間に有意差なく, 両群の負荷試験がほぼ同程度であったことが示唆された。HR は, 第1 stage 負荷では有意差はなかったが, 第2 stage 負荷で soft cap 投与群が有意に大きな増加率を示した。CI は両群間で有意差なかったが, SVI では第2 stage 負荷及び負荷終了後に錠剤投与群で大きな増加率を示す傾向がみられた。MBP, DP, TPRI, EF では有意差はなかった。また, 以上のすべての parameter の実測値には,

* 東京慈恵会医科大学 第三分院内科



いずれも有意差はなかった。

負荷中の心電図における ST の有意な低下は 2 例にみられ、うち 1 例では soft cap 投与で第 1 stage 負荷 1 mV、第 2 stage 負荷 1.5 mV の ST 低下が、錠剤投与ではそれぞれ 0.5 mV、1 mV であった。冠動脈造影は 4 例に施行し、3 枝病変 2 例、2 枝病変 1 例、1 枝病変 1 例であった。

Ⅲ 考 按

Choong ら¹⁾は、虚血性心疾患患者に対し Nifedipine 非投与時及び投与時の運動負荷試験を行い、Nifedipine 投与により負荷前の MBP、TPRI の減少及び HR、CI の増加、更に負荷中の TPRI の減少を報告している。楠川ら²⁾も、陳旧性心筋梗塞に対し RI を用いて Nifedipine の効果を検討し、Nifedipine 投与群で負荷中の MBP 及び TPRI の

減少を報告している。

今回我々は、Nifedipine 溶出速度の異なる2剤を用いて虚血性心疾患患者に運動負荷試験を施行し、両群の循環応答について比較検討した。2剤のNifedipine 血中濃度を比較すると、溶出の遅い薬剤が約2倍であった。両群間のparameter比較では、実測値はすべて有意差はなかったが、%変化率についてみると、HRはsoft cap投与群で第2 stage 負荷で有意に増加し、SVIは錠剤投与群で第2 stage 負荷及び負荷終了後に増加する傾向がみられた。これらの変化は、より高濃度のNifedipine 血中レベルでは、同一個体で一

定の運動に対し、1回拍出量の増加が心拍出量増加の主因をなし、より低濃度のNifedipine 血中レベルでは、心拍数の増加が心拍出量増加の主因を占める可能性が示唆された。しかしながら以上の結果は、いずれが血行動態的に有利かを示す結果とはいえ、負荷方法を含め、今後更に検討が必要であると考えられた。

文 献

- 1) Choong C Y P, et al: Asian Pacific Adalat-Symposium, p 135. Med Tribune Inc. Tokyo 1983.
- 2) Kusakawa R, et al: Asian Pacific Adalat-Symposium, p 273. Med Tribune Inc. Tokyo. 1983.

7) エルゴノビン負荷試験および運動負荷試験 における下壁誘導陰性U波の診断的意義

日 浅 芳 一^{*1} . 矢 野 勇 人^{*1} . 前 田 利 裕^{*1}
原 田 道 則^{*1} . 相 原 令^{*1} . 森 博 愛^{*2}

はじめに

近年、陰性U波の出現は、心筋虚血の1指標として注目されている。しかし、II, III, aV_r誘導などの下壁誘導のU波変化については、その振幅が小さいことから未だ検討が不十分である。著者らは、ergonovine 負荷および運動負荷における下壁誘導の陰性U波の診断的意義について検討したので報告する。

I 対象および方法

1. 対 象

安静時に狭心症状を有し、かつ ergonovine 負荷試験にて、亜硝酸剤投与後の冠動脈内径と比較し75%以上の狭細化を示す27例(男24例, 女3例, 29-67歳)を冠動脈攣縮性狭心症例として用いた。

これの対照例として、ergonovine 負荷陰性例100例を用いた。また、労作性狭心症の症状があり、冠動脈造影にて1枝のみに75%以上の冠狭窄を有する77例(男62例, 女16例, 32-69歳)を労作性狭心症例とした。内訳は右冠動脈狭窄44例, 左前下行枝狭窄33例である。この対照例として、心臓神経症43例, 健康成人58例を用いた。

2. 方 法

心電図記録は、ergonovine 負荷試験では、II, V₁, V_s誘導を負荷前、ergonovine 動注4分後まで1分毎、および亜硝酸剤投与後に同時記録した。運動負荷試験は、マスターの二階段二重負荷試験を用い、負荷前、負荷直後、3分後および5分後に12誘導心電図を記録した。U波陰性の判定基準としては、① 2相性あるいは陰性U波の新たな出現、② 陰性U波が0.05mV以上陰性化を増した場合を陽性とした。またST変化は、負荷前に比し0.1mV以上の偏位を陽性とした。右冠動脈

*1 小松島赤十字病院 循環器科

*2 徳島大学医学部 第二内科

とⅡ誘導とを対応させ、U波陰性化の冠動脈病変に対する診断率について検討した。

Ⅱ 結 果

1. U波陰性化の冠動脈攣縮に対する診断率

表1にこれらの関係を示す。Ergonovine 負荷試験陰性100例中4例にU波の陰転化を認めた。4例は全例女性であった。一方、ergonovine 負荷試験陽性27例中23例に陰性U波の出現をみた。このことから、U波陰転の冠動脈攣縮性狭心症に対する診断率は、感度85.2%、特異度96.0%、精度93.7%であった。

右冠動脈に攣縮を生じた例は、右冠動脈単独例13例と、他分枝にも生じた8例の計21例であった。これらのうち、Ⅱ誘導U波の陰性化を認めた例は18例であった。一方、右冠動脈に攣縮を生じなかった6例中1例にⅡ誘導U波変化を認めた。Ⅱ誘導U波陰性化の右冠動脈攣縮に対する診断率は、感度85.7%、特異度83.3%、精度85.1%であった。

一方、ST 偏位の冠動脈攣縮性狭心症および右冠動脈攣縮に対する診断率は、それぞれ感度74.1

%, 76.2%, 特異度92.0%, 50.0%, 精度88.2%, 70.4%であった。

2. 運動負荷試験におけるU波陰性化の冠動脈病変に対する診断率 (表2)

運動負荷試験において、冠動脈に有意な器質的冠狭窄を有する77例中陰性U波を認めたのは51例であった(感度66.2%)。冠動脈病変がないにもかかわらず、陰性U波の出現をみたのは、101例中79例であった(特異度78.2%)。U波陰性化は、心臓神経症16.3%、健常例6.9%に認められた。このうち、女性例に限ると、前者で35.7% (5/14)、後者で15.8% (3/19)の高率に認められた。Ⅱ誘導のU波変化は、右冠動脈病変44例中21例、他の群に14例みられた。Ⅱ誘導U波変化の右冠動脈病変に対する診断率は、感度47.7%、特異度89.6%、精度79.2%であった。

同様にST 偏位の労作性狭心症および右冠動脈狭窄に対する診断率は、それぞれ感度64.9%、34.1%、特異度85.1%、95.5%および精度76.4%、80.3%であった。

表1 U波陰転化およびST 偏位の冠動脈攣縮に対する診断率

	感 度 (%)	特 異 度 (%)	診 断 精 度 (%)
冠動脈攣縮性狭心症			
U波陰転	85.2 (23/27)	96.0 (96/100)	93.7 (119/127)
ST 偏位	74.1 (20/27)	92.0 (92/100)	88.2 (112/127)
Ⅱ 誘 導			
U波陰転	85.7 (18/21)	83.3 (5/6)	85.1 (23/27)
ST 偏位	76.2 (16/21)	50.0 (3/6)	70.4 (19/27)

表2 U波陰転化およびST 偏位の運動負荷試験における診断率

	感 度 (%)	特 異 度 (%)	診 断 精 度 (%)
労作性狭心症			
U波陰転	66.2 (51/77)	78.2 (79/101)	73.0 (130/178)
ST 偏位	64.9 (50/77)	85.1 (86/101)	76.4 (136/178)
Ⅱ 誘 導			
U波陰転	47.7 (21/44)	89.6 (120/134)	79.2 (141/178)
ST 偏位	34.1 (15/44)	95.5 (128/134)	80.3 (143/178)

Ⅲ 考 察

Ⅱ誘導等の垂直誘導のU波変化についてはほとんど注目されていない。これは、振幅が胸部誘導のそれに比し小さいことが原因と思われる。しかし、本研究では、冠動脈攣縮性狭心症27例中19例(70.4%)の高率にⅡ誘導U波の陰性化を認めた。また、この指標の右冠動脈攣縮に対する診断率は、感度、特異度とも高かった。しかも、右冠動脈に攣縮が生じた21例中3例(14.3%)は、ST変化を認めず、U波変化が唯一の所見であった。

労作性狭心症例における運動負荷試験についても、陰性U波は病態の存在診断のみならず、重症度診断にも有用との報告がある。しかし、この場合も、下壁誘導の陰性U波についてはほとんど報告されていない。下壁の心筋虚血の場合、心電図診断の精度は前壁虚血に比し劣る。これは心電図電極位置と虚血部位が遠いことや虚血範囲が小さいことが原因と思われる。今回の検討でも、右冠動脈に有意病変があるにもかかわらず、運動負荷試験でST変化を生じた例は約1/3に過ぎなかった。U波陰性化は、ST変化よりも、特異度

はやや落ちるものの、感度はよく、診断精度の向上に有用な指標と思われた。

これらのことから、従来注目されなかったⅡ、Ⅲ、aV_r誘導のU波についても注目すべきであり、下壁領域の虚血を高率に検出するものと思われた。ただ、U波読影の上で注意すべき点は、女性例では、冠動脈攣縮性および労作性狭心症とも、偽陽性例が高率にあり、T波変化と同様、留意すべきと思われた。

結 語

1) 冠動脈攣縮性狭心症におけるⅡ誘導陰性U波の出現は、右冠動脈攣縮に対し、感度85.2%、特異度96.0%、精度93.7%で、ST偏位よりも診断率が高度であった。

2) 運動負荷後のⅡ誘導における陰性U波の出現は、右冠動脈の有意狭窄に対し、感度47.7%、特異度89.6%、精度79.2%で、ST変化とはほぼ同率であった。

3) 下壁誘導のU波陰性化は、攣縮性および労作性狭心症とも診断上有用と思われた。

8) 虚血性心疾患における dipyridamole 負荷体表面電位図法

川 島 祐 彦* . 久保田 功* . 池 田 こずえ*
 今 田 剛* . 星 光* . 安 村 誠 司*
 八 卷 通 安* . 五十嵐 彰* . 大 山 武 紹*
 立 木 楷* . 安 井 昭 二*

虚血性心疾患の診断において、運動負荷試験は、心筋の酸素需要増大により心筋虚血を惹起させる。一方 dipyridamole は、心筋血流不均等分布を介して心筋虚血を惹起すると考えられている。今回

我々は、dipyridamole 負荷と treadmill 運動負荷試験を体表面電位図を用いて比較し、dipyridamole 負荷試験の臨床的有用性を検討した。

I 対象及び方法

対象は梗塞を有さない労作性狭心症患者19例で、

* 山形大学医学部 第一内科

全例に冠動脈写を施行している。左主幹部病変1例、3枝病変9例、2枝病変5例、1枝病変4例である。dipyridamole 負荷は、Albro らに従い dipyridamole を、0.567mg/kg を4分間かけて静注した¹⁾。体表面電位図は静注開始前及び開始後5分毎、20分後までの計5回記録した。なお、狭心痛の緩解に備えアミノフィリン250mg を用意し、強い狭心痛のときアミノフィリンをゆっくり静注した。treadmill 負荷は、Bruce のプロトコルに従い symptom limited にて施行し、負荷前及び負荷直後に体表面電位図を記録した。両試験とも血圧測定は1分ごとに、心電図モニタリングは常時行った。体表面電位図は、山田らの方法に従い、HPM-5100S 装置を用い、体表面上87点より記録した。得られた体表面電位図で ST 低下が虚血型低下と示し、かつ J 点より80msec 以上持続する0.05mV 以上の ST 低下を有意とした。

II 結 果

対象とした19例中、有意の ST 低下は treadmill 負荷試験では16例、dipyridamole 負荷試験では16例に認められた。症例(図)は、3枝病変を有する62歳の女性の狭心症患者である。treadmill 及び dipyridamole 両負荷試験において、J 点よ

り60msec の時点の等電位図で ST 低下の分布様式は G4 (V₄ に相当) を中心とした左前胸部であり、非常に類似していた。

両負荷試験ともに、ST 低下を認めた16例において、ST 低下の体表面分布様式の差を検討すると、全例において両試験間にほとんど差異を認めなかった。体表面電位図上0.05mV 以上 ST 低下を認めた誘導点の総和 (nST) を treadmill 及び dipyridamole とで比較した。両者間には $r = 0.80$ の有意な相関が得られ、両試験における ST 低下の広がり、ほぼ同等であった。

次に、dipyridamole 及び treadmill の両負荷試験での陽性例及び陰性例を罹患病変別に検討した。dipyridamole 負荷陽性例は、左主幹部病変例(1/1)例、3枝病変例(8/9)例、2枝病変例(4/5)例、1枝病変例(3/4)例であった。treadmill 陽性例は、左主幹部病変例(1/1)例、3枝病変例(7/9)例、2枝病変例(4/5)例、1枝病変例(4/4)例を認めた。

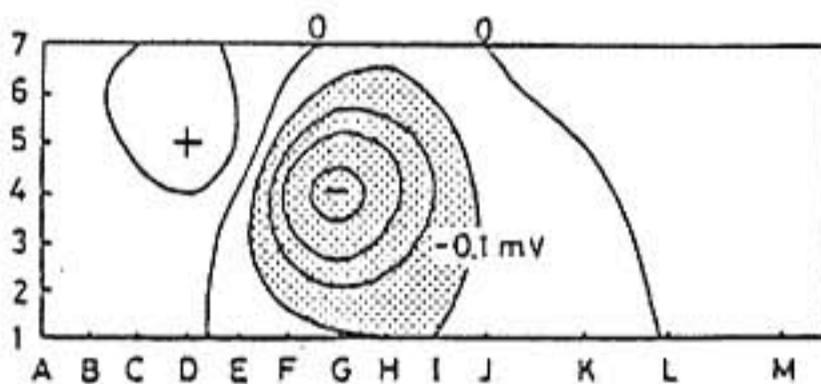
dipyridamole 負荷では3枝病変に陽性率が高いという従来の報告があるが、今回の検討では1枝病変でも陽性となる傾向を認めた²⁾。心拍数は treadmill 負荷では、前 $71.7 \pm 11.5 / \text{min}$ より $114.1 \pm 20.2 / \text{min}$ 、dipyridamole 負荷では $65.1 \pm 9.5 / \text{min}$ より $79.1 \pm 13.1 / \text{min}$ 、収縮期血圧は、treadmill 負荷で $136.7 \pm 22.1 \text{mmHg}$ より $158.5 \pm 19.5 \text{mmHg}$ 、dipyridamole 負荷で $143.3 \pm 21.2 \text{mmHg}$ より $140.6 \pm 18.6 \text{mmHg}$ であった。pressure rate product は、treadmill 負荷で $(9.7 \pm 2.1) \times 10^3 \text{mmHg/min}$ より $(18.3 \pm 4.5) \times 10^3 \text{mmHg/min}$ であり、dipyridamole 負荷で $(9.3 \pm 1.8) \times 10^3 \text{mmHg/min}$ より $(11.3 \pm 2.4) \times 10^3 \text{mmHg/min}$ となった。

III 考 案

労作性狭心症患者に対し dipyridamole 負荷試験を施行し、19例中16例に虚血型 ST 低下を認めた。この頻度は treadmill 負荷試験と同程度であり、得られた ST 低下の広がり、ほぼ一致した。心拍数、血圧、pressure rate product での dipyridamole、treadmill 両負荷の比較では、dipyridamole 負荷は、treadmill 負荷に

FS 62y F. ST J-60 msec

TREADMILL POST-EXERCISE



DIPYRIDAMOLE 10 min

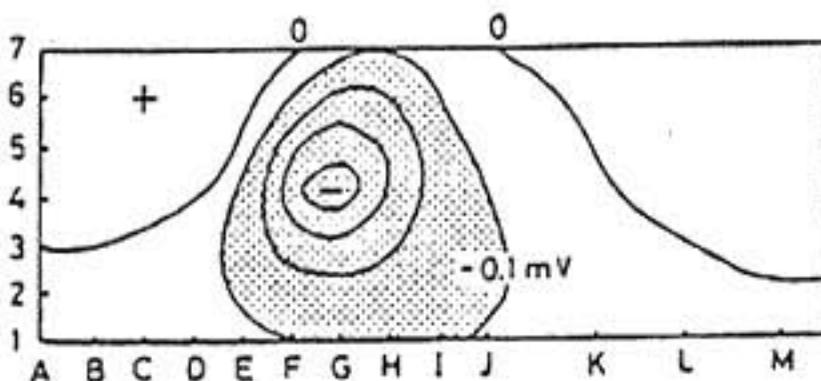


図 treadmill 負荷及び dipyridamole 負荷における ST 部の体表面電位図 (62歳、女性)

比し心拍数、血圧、pressure rate product は有意に低く、よって心筋虚血のメカニズムには心筋酸素需要増大の関与は小さいことが示唆された。dipyridamole 負荷試験は、運動負荷とは異なる機序で心筋虚血を誘発すると考えられ、虚血のメカニズムの解明に有用であるとともに、安静仰臥位

にても施行できることから、臨床面でも有用であることが示唆された。

文 献

- 1) Peter C Aibro, et al: Am J Cardiol 42:751, November 1978.
- 2) 杉本恒明, 他: 心臓 15 (2):162, 1983.

9) 冠動脈疾患患者における運動耐容能と心室性期外収縮との関係について

神 川 正* . 長 尾 文之助* . 西 山 照 正*
 寺 田 肇* . 金 子 雅 則* . 木佐森 恒 介*
 山 下 哲 生* . 石 坂 恭 一* . 倉 田 千 弘*
 安 部 成 彰* . 小 林 明* . 山 崎 昇*

冠動脈疾患患者において不整脈、特に心室性期外収縮（以下 VPC）の存在は、予後の判定上重要な意味を持つと考えられる。ホルター心電図法の進歩に伴い、冠動脈疾患患者の重症 VPC は冠動脈病変枝数、左室駆出率等の重症度と相関することが認められ、我々もすでに報告している。今回は冠動脈疾患患者における非観血的な心機能の指標の一つである運動耐容能と、ホルター心電図法及び運動負荷時に認められる VPC との関係について検討したので報告する。

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%以上の有意狭窄を有し、かつトレッドミル運動負荷試験及びホルター心電図法を同一時期に施行した冠動脈疾患患者64例を対象とした。発症後6カ月以上経過した陳旧性心筋梗塞症38例、症状の安定している労作性狭心症26例の、計64例を対象とした。性別は男57名、女7名で、年齢は平均54歳で

あり、冠動脈病変の程度は、1枝病変33例、2枝病変7例、3枝病変14例であった。

トレッドミル運動負荷試験には Marquette 社製 CASE を用い、Sheffield の変法による修正 Bruce 法にて施行し、負荷の終点は米国心臓病学会の基準にしたがった。ホルター心電図は ICR 社製 dynagram 7200型を用い、心電図の誘導には CM-5 と NASA の 2 誘導を用いた。VPC の重症度は、Lown and Wolf の分類に基づき、推計学的検討には Student t-test 及び χ^2 検定を用いた。

II 結 果

トレッドミル法及びホルター心電図法による VPC の検出を比較すると、トレッドミル法は36%の症例に VPC を検出したのに対し、ホルター心電図は78%の症例で VPC を検出し、さらに重症 VPC の検出においては、ホルター法は39%と、トレッドミル法の22%に比し約2倍の高率で重症 VPC を検出した (図1)。

ホルター心電図法にて24時間に認められた VPC の総数と、運動持続時間との関係を検討し

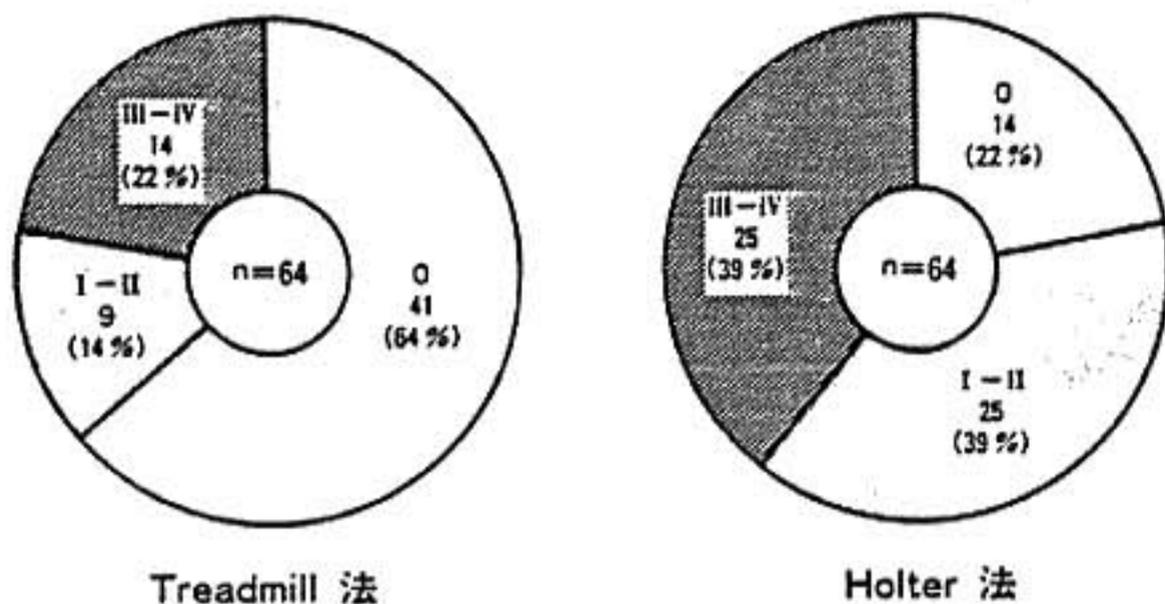


図1 Treadmill 及び Holter 法による心室性期外収縮の検出率

たが、運動時間と VPC の総数との間には有意な相関関係は認められなかった。

トレッドミル法及びホルター心電図法にて検出

表1 Treadmill 法及び Holter 法による心室性期外収縮の重症度別検出率

		トレッドミル法			
		0	I~II	III~VI	計
ホルター 法	0	14	0	0	14
	I~II	19	4	2	25
	III~IV	8	5	12	25
	計	41	9	14	64

された VPC を重症度別に対比して検討すると、トレッドミル法ではホルター心電図にては認められた重症 VPC の半数が検出し得なかった。しかし、トレッドミル法にて認められた重症 VPC は、1 症例を除きホルター心電図法にて再現された(表1)。

対象を運動耐容能別に分類し、各群におけるホルター心電図法にて認められた VPC の重症度を比較すると、Bruce I 度未満の症例では、13 例中 11 例と高率に重症 VPC を認め、その出現頻度は Bruce I 度及び Bruce II 度以上の運動耐容能を有する患者群に比しいずれも有意に高値であった(図2, 上段)。同様に運動耐容能別にトレッドミ

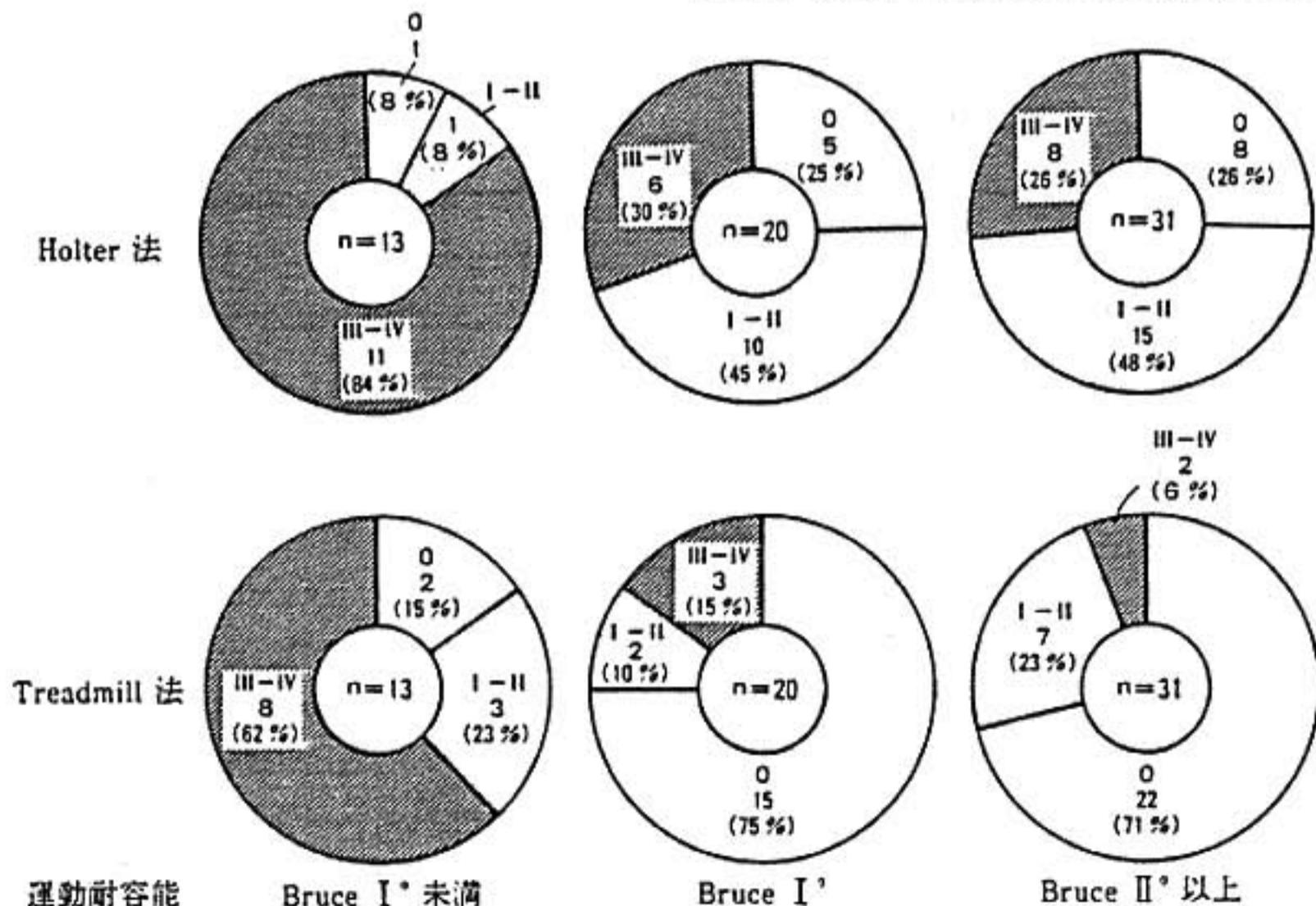


図2 運動耐容能別における心室性期外収縮出現頻度の比較

ル運動負荷時に出現した VPC を重症度別に比較すると、先のホルター心電図に比し検出率は低下するが、Bruce I 度未満の症例では13例中8例と高頻度に重症 VPC を認め、Bruce I 度及び、II 度以上の群に比し有意に重症 VPC が出現するのが認められた (図2、下段)。

Ⅲ 考 案

今回の検討では、Bruce I 度未満の運動耐容能が低い症例では、24時間におけるホルター心電図法及び運動負荷試験いずれの方法にも高頻度に重症 VPC が認められた。対象症例の運動耐容能別に心臓カテーテル時の諸指標を検討すると Bruce I 度未満の症例では、左室駆出率の低下と多枝病変症例とりわけ3枝病変を多く認め、左室機能の

低下がこのような重症 VPC の誘因であると考えられた。さらに運動耐容能による冠動脈疾患患者の分類は、突然死の危険度の高い集団を分類する一つの方法になる可能性が示唆されたと考える。

結 語

冠動脈疾患患者における運動耐容能と、ホルター心電図及び運動負荷時に認められる心室性期外収縮 (VPC) の関係について検討し、以下の結果を得た。

1) ホルター心電図法は、運動負荷法に比し高頻度に、また重症度の高度な VPC を検出し得た。

2) 運動耐容能の極めて低い症例群 (Bruce I 度未満) においては、有意に重症 VPC の出現を認めた。

10) 運動による血圧低下例の検討

山 門 徹* . 中 野 越* . 近 藤 正 士*
東 良 久* . 西 村 泰 豪* . 東 山 領*
竹 沢 英 郎*

運動による血圧低下は機序は明らかではないが、虚血性心疾患、特に重症冠動脈病変に多いと考えられている。今回我々は、各種心疾患での運動による血圧低下の頻度及び観血的方法との対比を行い、その意味について検討した。

I 対象および方法

対象は、トレッドミル運動負荷試験、冠動脈左室造影を施行した陳旧性心筋梗塞157例、労作性狭心症49例、異型狭心症36例、肥大型心筋症38例、拡張型心筋症10例、正常例34例の計324例である。トレッドミル運動負荷は既報の如く¹⁾、12誘導心電図電極を装着後立位とし、血圧、心拍数が安定

していることを確認後、ベルト傾斜度10%を一定としてベルト速度1.7mile per hour (mph), 3.1 mph, 4.0mph, 4.5mph の計4段階、各3分間の多段階自覚的トレッドミル運動負荷を行った。ST 低下は J point から0.08sec の時点で運動により0.1mV 以上の水平あるいは下降を示すもの、あるいは0.15mV 以上の junctional depression を示すものを有意とした。ST 上昇は0.04秒の時点で0.1mV 以上上昇したものを有意とした。血圧は左上腕部にてマンシェット血圧計を用い測定し、運動による血圧低下は運動時の収縮期血圧が安静立位時より低下するものとした。このような運動による血圧低下と、ST 変化および冠動脈病変、左室機能との関係について検討するとともに、治療による効果についても検討した。

* 三重大学医学部 第一内科

II 結 果

1. 各種心疾患の運動による血圧低下の頻度

運動による血圧低下を示したものは28例 (8.6%) であったが、正常1例を除きすべて虚血性心疾患であり、その内訳は心筋梗塞15例 (9.6%)、労作性狭心症9例 (18.4%)、異型狭心症3例 (8.3%) であった。

2. 運動による血圧低下と ST 変化、運動時間の関係

狭心症群では ST 低下が10例、ST 上昇2例と全例 ST 変化を示し、心筋梗塞群でも ST 低下が11例 (73.3%) に認められた。両群ともに運動時間は stage 1 の3分以内が各々75%、67%を占め、運動による血圧低下は、低負荷により ST 変化、特に ST 低下を示す重症冠動脈病変例に多いことが示された (表1)。

3. 運動による血圧低下と左室機能との関係

運動による血圧低下群と血圧上昇群の左室拡張末期圧、左室駆出率に有意な差は認めなかった。また心筋梗塞群で運動による血圧低下と局所壁運動との関係をみると、hypokinesis, akinesis を示す例で8.8%、dyskinesis, aneurysm を示す例で11.6%に運動による血圧低下を認めたが、有意な差は認めなかった。

4. 運動による血圧低下と冠動脈病変との関係

狭心症群、心筋梗塞群の運動による血圧低下は、正常冠動脈、1枝病変では3%、2枝病変では10%、3枝病変では21%、左冠動脈主幹部 (LMT) 病変では48%と、いわゆる重症冠動脈病変例で頻度が高くなり、特に LMT 病変では約半数に血圧低下が認められた (図1)。

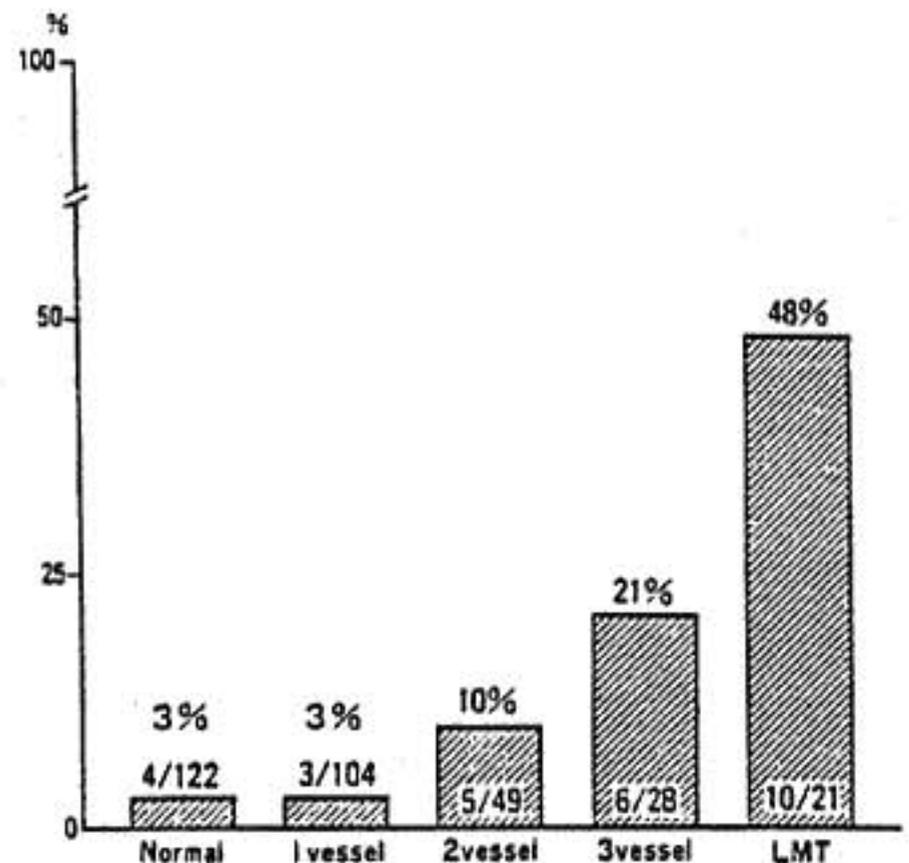


図1 運動による血圧低下と冠動脈病変数の関係

5. 運動による血圧低下と治療の効果

運動による血圧低下は、亜硝酸薬、カルシウム拮抗薬、 β 遮断薬による内科的治療により6例中5例は改善、AC bypass による外科的治療により2例ともに消失した。

III 考 案

今回の成績では、運動による血圧低下は冠動脈疾患に多く、特に3枝病変、LMT 病変の重症冠動脈疾患に高頻度に認められた。従来のいくつかの報告では、その sensitivity は3枝病変で16~73%、LMT 病変で4~35%、両者では平均34%程度である^{3,7)}。今回の検討では、LMT 病変に対しては sensitivity は48%とこれまでの成績よりむしろ高かったが、LMT、3枝病変の両者に対しては33%と従来の成績とほぼ一致したものであり、臨床的に使用するパラメーターとしては必ず

表1 運動による血圧低下と ST 変化、運動時間の関係

	ST depression $\geq 0.1\text{mV}$	ST depression $\geq 0.2\text{mV}$	ST elevation $\geq 0.1\text{mV}$	exercise $\geq 3\text{min}$ duration
Variant and Effort AP (N=12)	10 (83%)	8 (67%)	2 (17%)	9 (75%)
OMI (N=15)	11 (73%)	6 (40%)	7 (47%)	10 (67%)

しも高いものではなかった。しかしながら LMT, 3枝病変に対する predictive accuracy は58%と比較的高く、運動による血圧低下の出現は高度冠動脈病変を疑う所見になりうるものと考えられる。

運動による血圧低下の機序は明らかでないが、左室収縮不全を示す拡張型心筋症で認められなかったこと、血圧低下の有無で安静時左室機能に有意な差がないこと、血圧低下例では運動時心筋虚血徴候を呈する高度な冠動脈病変が存在すること、治療により消失することがあることより、新たに出現する広範囲な心筋虚血が左室機能に変化を及ぼしていることは確かと思われる。しかしながら、急性心筋虚血時の心血管反応は複雑であり、その機序に関しては今後なお検討を要する問題である。

以上のように、重症冠動脈疾患で日常の労作により血圧低下を示す例が少なからず存在すると思

われるが、このような例の中には冠灌流圧の低下により更に心筋虚血を強め、心臓死につながる可能性もある。このような意味において、運動による血圧低下が内科的、外科的治療により1例を除き消失したという成績は、運動による血圧低下例に対する治療の重要性を示すものと思われる。

文 献

- 1) 山門 徹, 他: 心臓 15:438, 1983.
- 2) Yamakado T, et al: Am J Cardiol 52:1025, 1983.
- 3) Thomson P D, et al: Circulation 52:28, 1975.
- 4) Levites R, et al: Am Heart J 95:747, 1978.
- 5) Li W-I, et al: Am J Cardiol 44:607, 1979.
- 6) Weiner D A, et al: Am J Cardiol 49:1627, 1982.
- 7) Hammermeister K E, et al: Am J Cardiol 51:1261, 1983.

統一テーマ I いわゆる健康者に対する運動負荷試験の意義

1) 体育系学生における運動負荷試験

橋 本 通・加 藤 敏 平・春 見 建 一

はじめに

スポーツ選手にみられる安静時心電図の ST-T 異常、運動負荷心電図における ST-T 変化の意義については、未だ十分に説明されておらず、自律神経、無症候性の僧帽弁逸脱や非対称性中隔肥厚¹⁾等の関与が述べられているが、なお不明な点が多い。我々は、スポーツ歴 6 年以上の体育系学生 119 例を対象に多段階運動負荷試験を施行し、心エコー図、安静時心電図と比較検討した。

I 対象と方法

対象はスポーツ歴 6 年以上の経験を有する体育系学生（無症候性、明らかな基礎心疾患を有さない）119 例（男 114 例、女 5 例）で、年齢は 18-22 歳（平均年齢 19.2 歳）である。スポーツ種目は長距離 25 例、野球 20 例、短距離 18 例、サッカー 14 例、ラグビー 12 例、フィールド競技 10 例、テニス、水泳、ハンドボール各々 9、7、4 例である。自転車エルゴメータは図 1 に示すごとく、全例開始負荷量を 50 watt とし、坐位で 50 watt 毎の漸増負荷を行い、誘導は I、II、III、V₂、V₄、V₆ を用い、負荷中止基準は呼吸困難、下肢疲労等による自転

Bicycle Ergometer Exercise

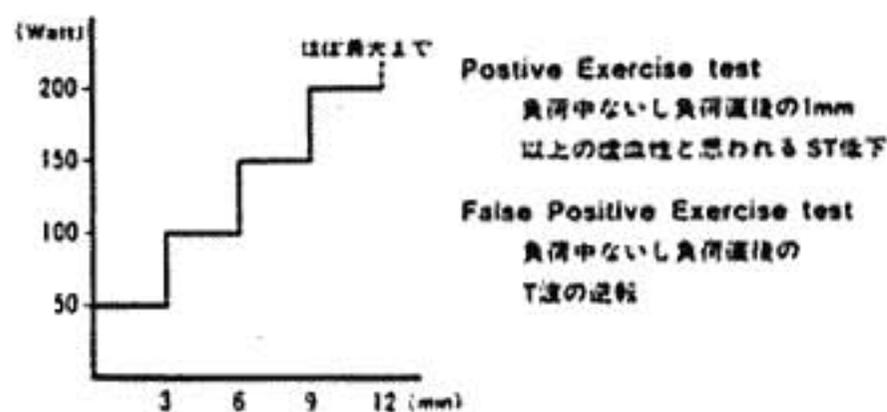


図 1 エルゴメータ負荷心電図

車回転数維持困難である。負荷心電図の陽性基準は負荷中ないし負荷直後の 1 mm 以上の虚血性と思われる ST 降下とし、偽陽性基準は負荷中ないし負荷直後の T 波の変化（ただし、III 誘導のみの場合は除外）とした。

多段階運動負荷を施行した 119 例全例に心エコー図を行い、各種パラメータ²⁾を測定し、Troy³⁾の方法で左室重量 (LV mass) を計測した。

II 結 果

1) 多段階運動負荷試験と心エコー図との対比
体育系学生 119 例の運動負荷試験は、陽性 7 例 (5.9%)、偽陽性 13 例 (10.9%) であり、表 1 に、運動負荷陰性、偽陽性、陽性各群における心エコー学的パラメータを示した。

これらパラメータの中より、心室中隔厚、左室後壁厚、左室重量を陰性群 (N)、偽陽性群 (F)、陽性群 (P) で比較検討した (図 2, 3)。

心室中隔厚は N、F、P 群は各々 5.47 ± 0.75 、 6.12 ± 1.09 、 $5.89 \pm 0.44 \text{ mm/m}^2$ で、左室後壁厚は N 群 5.31 ± 0.80 、F 群 5.20 ± 1.71 、P 群 $5.89 \pm 0.44 \text{ mm/m}^2$ であり、各群間に有意差は認めなかったが、N 群に比し、F、P 群で心室中隔の肥厚傾向を示し、さらに左室後壁は P 群で肥厚傾向を示した。

左室重量は N 群 106 ± 17.6 、F 群 102 ± 9.5 、P 群 $106 \pm 18.4 \text{ g/m}^2$ で、各群間に有意差はなく、ほぼ同重量であった。また、非対称性中隔肥厚、心尖部肥厚や僧帽弁逸脱は認められなかった。

2) 多段階運動負荷試験と安静時心電図との対比

体育系学生 119 例の安静時心電図上、V₃ 誘導で 3.0 mV 以上の高電位差を 43 例 (36%) に、inferior leads (とくに III 誘導) の陰性 T 波を 39 例

* 昭和大学 藤が丘病院 循環器内科

表1 心エコー所見と運動負荷試験

Exercise	Patients (n)	BSA	Wall thickness			
			IVSth(mm)	LVPWTd(mm)	LVDd(mm)	LVMass(g)
Negative	99	1.8±0.1 (1.5-2.1)	9.6±1.5 (7-12)	9.4±1.3 (8-12)	52±3.9 (45-62)	188±14 (131-272)
False positive	13	1.7±0.2 (1.5-2.3)	10.3±1.2 (8-12)	9.6±0.5 (9-10)	46±14.6 (44-63)	176±30 (141-245)
Positive	7	1.7±0.2 (1.5-1.9)	10.3±1.3 (8-12)	10.1±0.4 (10-11)	49±5.1 (41-55)	182±28 (151-220)

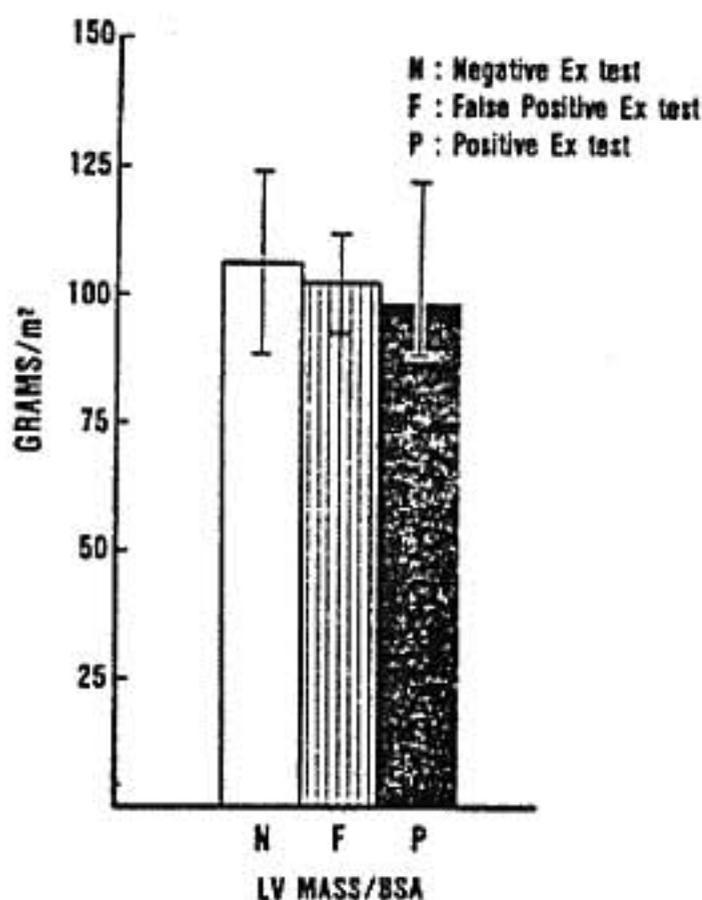
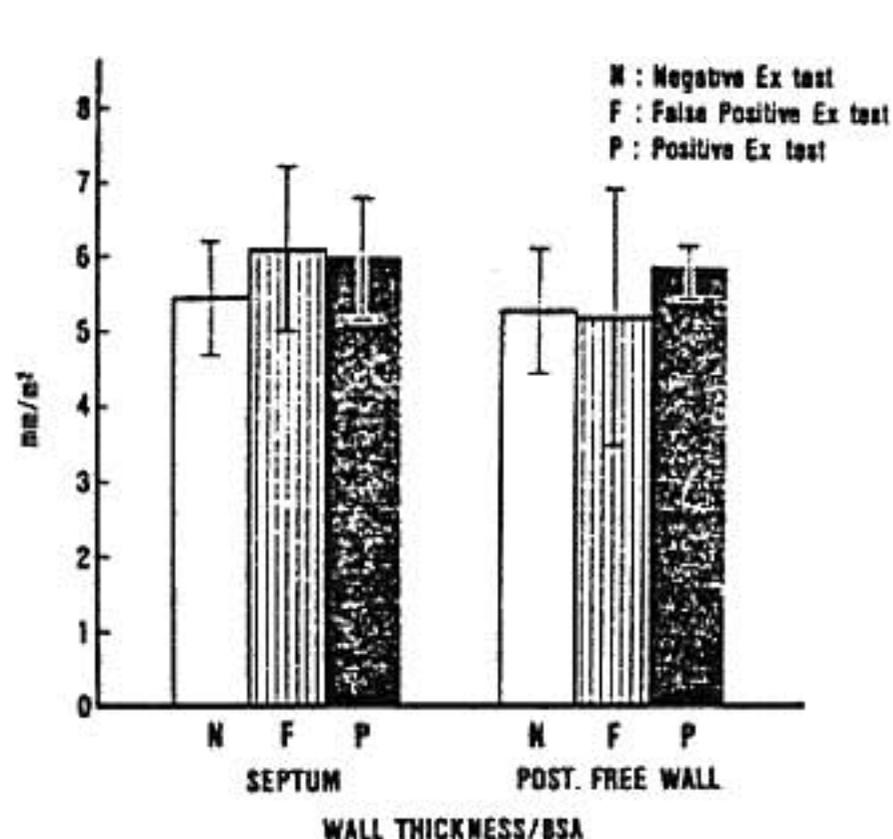


図2 心室中隔厚、左室後壁厚と運動負荷心電図 (体表面積で補正)

図3 左室重量と運動負荷心電図 (体表面積で補正)

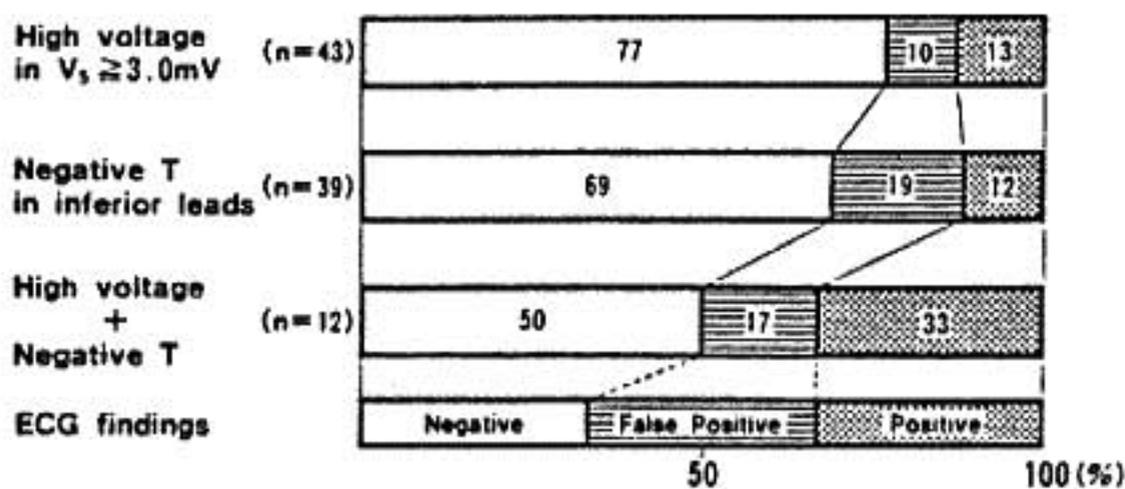


図4 安静時心電図と運動負荷心電図

(33%)に認め、両者の所見 すなわち高電位差と inferior leads の陰性T波の所見を有している例は12例 (10%) に認めた。これら安静時心電図所見と負荷心電図の結果を比較した (図4)。

安静時心電図上 高電位差を有する例の77%は負荷陰性で、10%に偽陽性、13%に陽性を示した。

inferior leads の陰性T波は陰性が69%、偽陽性19%、陽性12%であった。高電位差と陰性T波を有する例では半数は陰性であったが、17%に偽陽性、33%に陽性を示した。

Ⅲ 考按および結語

我々の成績では、スポーツ歴6年以上の若年スポーツ選手における運動負荷陽性は、1) 安静時心電図上、inferior leads の陰性T波と3.0mV以上(V_4)の高電位差を有する例の33%に認められ、2) 心室中隔および左室後壁のわずかな肥厚傾向を示した。

スポーツ選手にみられる負荷心電図におけるST-T変化の意義は未だ十分に説明されておらず、また全く無症状なスポーツ選手の中に運動中または直後に突然死する例があるとされるが、その機序はいまだ明確でない。若年スポーツ選手の突然死例の剖検所見¹⁰⁾は、肥大型心筋症が多いとされている。

今回運動負荷陽性を示した例の中に、負荷

²⁰¹Tl心筋シンチグラフィを施行し得た例があり、結果は陰性であった。このことは若年スポーツ選手にみられる運動負荷陽性は虚血性心疾患の存在を示唆するものでなく、いわゆる“false positive”の可能性を示唆するものかも知れない。また我々の運動負荷陽性は心筋のわずかな肥厚傾向を示したが、今後これらの一部が肥大型心筋症に移行する可能性もあり、長期にわたる注意深い観察が重要であると思われた。

文 献

- 1) Maron BJ, et al: Circulation 62: 218, 1980.
- 2) Sohn DJ, et al: Circulation 58: 1072, 1978.
- 3) Troy BL, et al: Circulation 45: 602, 1972.
- 4) Waller BF: In Exercise and the Heart (ed. by Wenger NK), p9. Philadelphia, F A Davis, 1985.

2) 健康者におけるメディカルチェックのための 運動負荷試験について

坂本 静 男・ 川久保 清・ 元山 幹 雄・
小野 彰 一・ 板井 勉・ 加藤 紀 久・
村山 正 博・

はじめに

当院に computer assisted system for exercise (CASE) が導入されて以来、昭和58年7月より昭和59年12月までの18カ月間に、treadmill exercise test は1335名に実施された。今回は、そのうちでいわゆる健康者に対して施行されたものにつき検討した。

I 対象と方法

今回対象となった、いわゆる健康者とは、現病歴に特記するものがなく、Bruce protocol IV⁹⁾以上を完遂できた者とし、その treadmill exercise test の目的は、1) 定期的にスポーツをやっている人のメディカルチェック…88名、2) これから運動をする人のメディカルチェック…29名、3) 虚血性心疾患の除外…78名 (① 無症状…27名、② 非特異的症状…51名) であり、実施人数は195名であった。また、heart rate (HR)・systolic blood pressure (sBP)・pressure rate product

表1 健康人における Bruce protocol 各 Stage での HR, sBP および PRP

Years		Befor exercise	Bruce Protocol					Peak exercise
			I*	II*	III*	IV*	V*	
10~19 (n=3)	HR	103.0±0.8	121.0±6.4	140.3±7.8	166.0±5.7	189.7±0.5		191.7±3.1
	sBP	116.0±7.1	141.3±7.4	144.7±12.3	156.0±8.2	171.3±10.9		171.3±10.9
	PRP	119.4±6.5	171.4±17.0	203.8±27.4	259.4±22.3	324.9±19.8		334.7±13.2
20~39 (n=24)	HR	84.7±14.8	102.3±13.9	118.3±13.7	145.1±18.8	174.3±15.6	181.7±9.9 (n=6)	182.7±8.8
	sBP	122.3±13.9	138.8±16.8	149.1±17.2	165.1±20.9	174.2±23.2	196.3±29.4 (n=7)	179.5±25.7
	PRP	103.5±21.7	142.5±29.3	176.8±32.8	239.5±43.3	303.0±46.2	368.2±52.8 (n=6)	327.7±53.0
40~59 (n=85)	HR	89.2±16.3	106.0±12.6	120.6±13.5	141.9±15.4	164.5±15.0	166.2±10.7 (n=9)	169.2±14.2
	sBP	122.6±17.3	142.8±18.3	152.1±20.8	166.4±24.6	178.1±25.2 (n=84)	177.8±14.5 (n=9)	180.3±24.9 (n=84)
	PRP	109.1±24.7	152.0±30.5	184.2±35.6	237.0±47.1	293.5±48.4 (n=84)	296.0±35.5 (n=9)	305.9±46.4 (n=84)
60~79 (n=4)	HR	89.5±10.5	110.0±6.2	124.0±7.8	146.8±8.9	161.8±7.3		161.8±7.3
	sBP	134.0±23.4	154.5±13.0	168.5±12.6	182.5±9.3	184.0±13.3		184.0±13.3
	PRP	120.3±24.9	170.7±23.4	222.9±50.7	268.3±27.5	298.5±33.8		298.5±33.8

HR : heart rate (/min) mean±1 SD
sBP : systolic blood pressure (mmHg)
PRP : pressure rate product ($\times 10^2$ mmHg/min)

(PRP) の年代別の平均値を求める際には、いわゆるスポーツマンと肥満者(標準体重より15%以上多い者)を除いた男性対象者で算出した。10-19歳...3名, 20-39歳...24名, 30-49歳...85名, 60-79歳...4名。

検討項目は、1) Bruce protocol 各 stage における HR・sBP・PRP, 2) いわゆる健康者における sudden strenuous exercise と multi-stage 法との比較, 3) いわゆる健康者における treadmill exercise test 後の急激な血圧下降についてである。

II 結 果

表1に、各年代での HR・sBP・PRP を示している。各 stage での HR は、Bruce II° までは年代とともに多くなり、Bruce III° 以上では逆に年代とともに少なくなる傾向が認められる。運動処方の際の一つの目安となる Bruce IV° の mean HR は、20-39歳では174/min, 40-59歳では165/min であり、mean peak HR は、各々183/min, 169/min である。各 stage での sBP は、Bruce V° を除けば年齢とともに高くなる傾向が認められる。Bruce IV° での mean sBP は、20-39歳では174 mmHg, 40-59歳では178 mmHg であり、mean peak sBP は両者180 mmHg である。各 stage での PRP は、Bruce II° までは年齢とともに高くなる傾向があり、peak exercise では年齢とともに少なくなる傾向を認め、peak PRP は各年代で約300

×10³mmHg/min にあると思われる。

41-52歳までの男性21名に対して、安静時より急激に Bruce IV° まで負荷をあげる sudden strenuous exercise test を施行した。その際の Bruce IV° および V° の HR および sBP と、40-49歳の男性42名の multi-stage 法における Bruce IV° および V° の HR および sBP とが比較された。sudden strenuous の方が sBP がやや高く、HR がやや少なめであるが、有意差は認めていない。その sudden strenuous exercise test にて4名に著明な ST 下降を認めたが、そのうち3名では multi-stage 法では ST 下降は認めなかった。他の1名は multi-stage 法で ST 下降は軽快するも、なお ST 下降は認められた。図1は、その1名の treadmill exercise test の結果を示している。

図2は、運動負荷中止直後に急激な血圧下降(sBP ≤ 100 mmHg) を呈した7名の負荷前・中・後の sBP と HR を示している。peak sBP 176 mmHg が、負荷中止直後より1分以内に93 mmHg にまで急激な血圧下降をおこしている。同様に、HR は 183/min から135/min へと減少している。

III, 考 察

運動処方の際の一つの目安となる Bruce IV° の HR と peak HR とを比較してみると、今回の data からは20-39歳では Bruce IV° までの、40-59歳では Bruce III° までの負荷量の運動を勧め

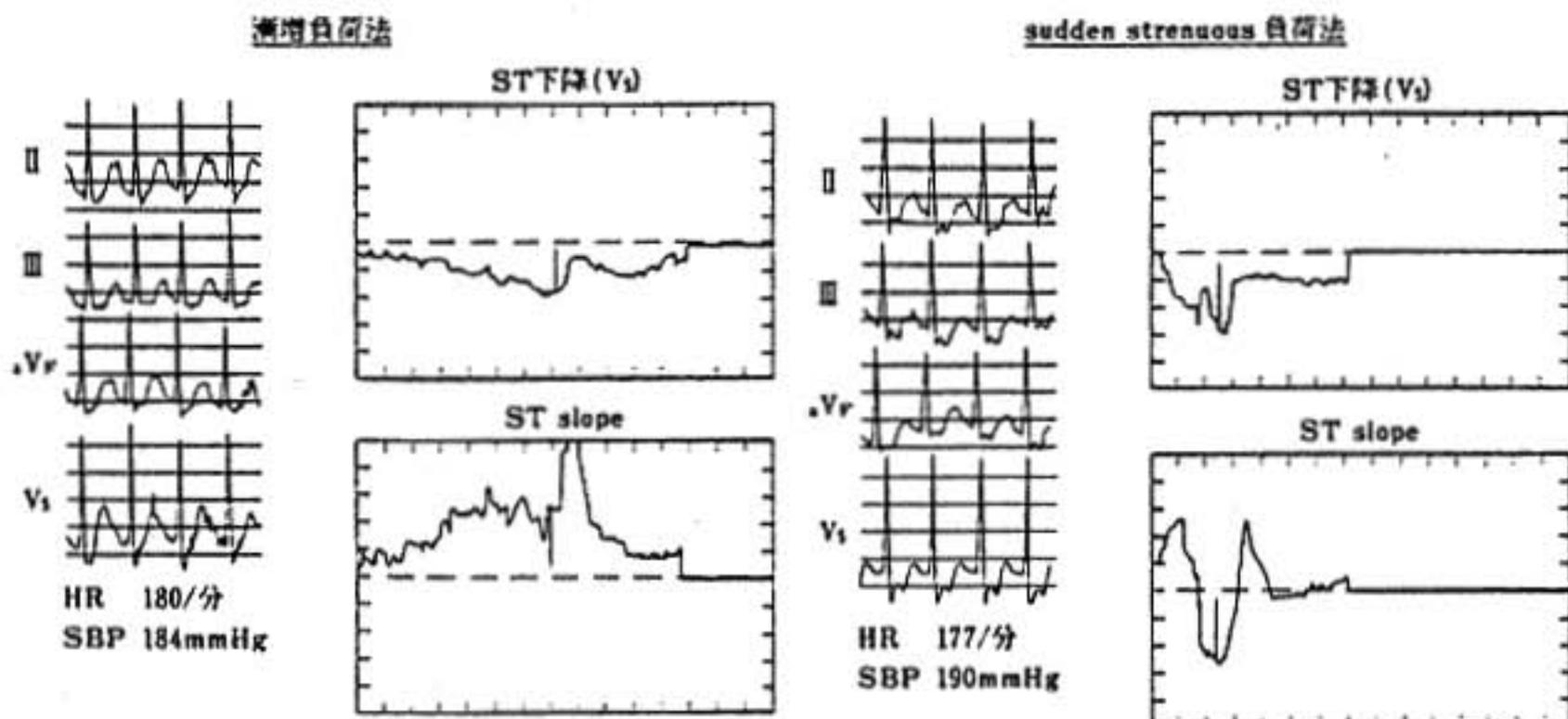


図1
S. J. 47歳, 男性
(運動負荷 TI シンチ陰性)

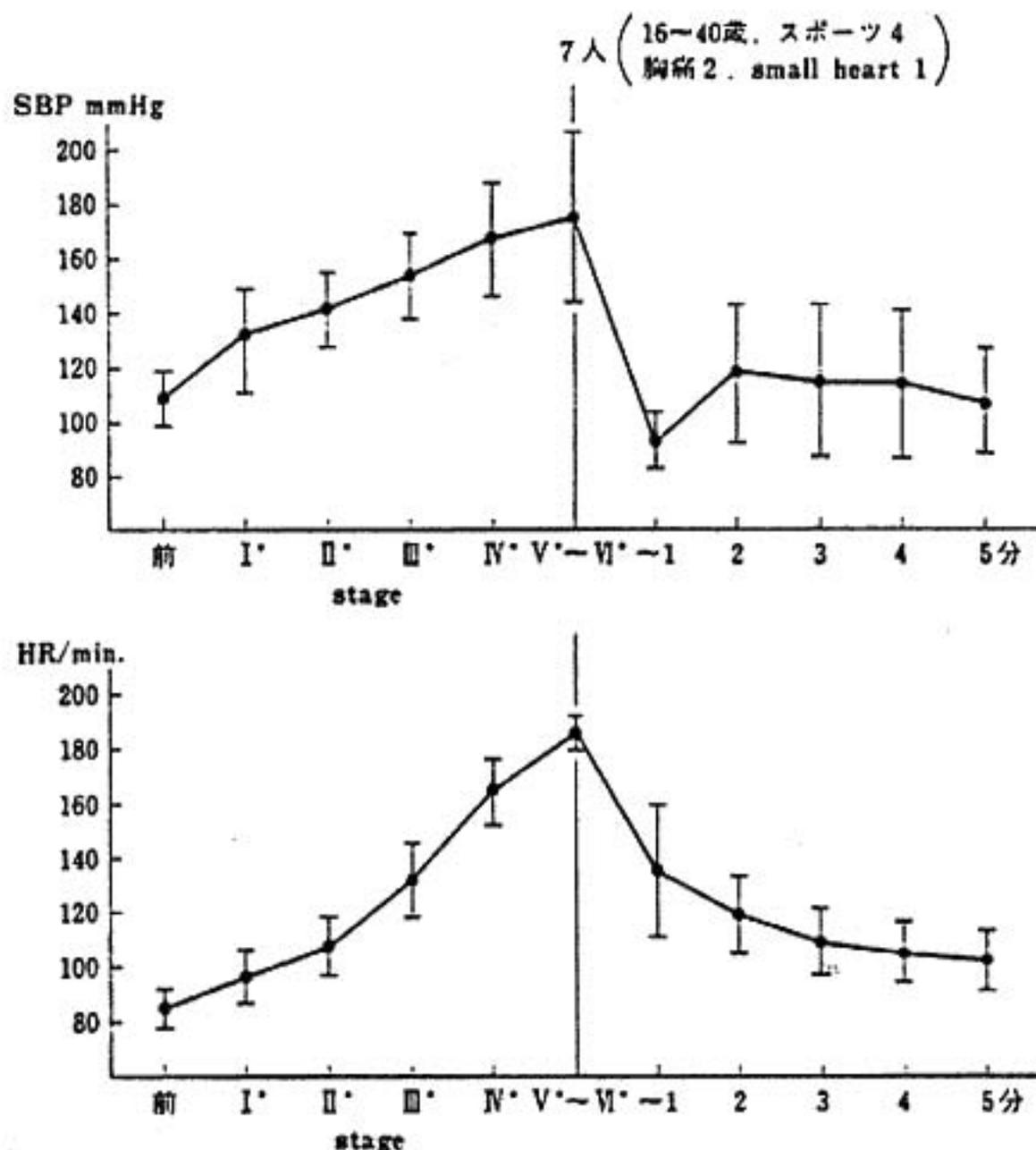


図2 運動中止後の血圧下降 (SBP \leq 100mmHg)

るべきと思われる。

sudden strenuous exercise 時の ST 低下は、Barnard らによると、健康人の70%くらいに認められると報告されている。ST 下降の機序は、突然の心拍数・カテコラミン増加や急激な収縮期血圧上昇による心筋虚血が推測されているが、病的な機序よりも生理的な機序によるものだろうとされている。

運動中止直後の急激な血圧下降の報告は、Karpovich and Sinning によりなされているが、その機序は末梢抵抗が低下しているのに運動後に血管

運動神経の緊張がすみやかに回復しないと、筋肉中に過度の血液が貯溜し、循環血液量の減少をもたらし、心拍出量減少し、収縮期血圧下降になるとされている。

結 語

いわゆる健康者における、Bruce protocol 各 stage での HR・sBP・PRP, sudden strenuous exercise と multi-stage 法との比較検討、運動負荷中止直後の急激な血圧下降について報告した。

3) 運動耐容能, 左室機能および末梢循環機能に 及ぼす肥満の影響と性差

長谷弘記^{*1}, 石田恵一^{*1}, 矢吹 壮^{*1}
町井 潔^{*1}, 露木和夫^{*2}, 赤池 真^{*2}
張 光 哲^{*2}

緒 言

健常者において, 肥満は運動耐容能を制限する重要な因子と考えられている¹⁾. 一般に, 運動耐容能を表す最も客観的な指標として, 最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) が用いられるが, 加齢や性差等の付加的因子によって影響されるため, 年齢や性の異なる対象者の運動耐容を評価する指標として, $\dot{V}O_2\max$ を用いることは必ずしも妥当とは考え難い²⁾. 今回, 加齢による影響を除外した上で, 健常者の運動耐容能とその規定因子である左室機能, および末梢循環機能に及ぼす肥満の影響について, 男性と女性とに分けて検討した.

I 対象と方法

Sedentary な健常者472名 (男性236名, 女性236名) に対して, modified Bruce protocol を用いた symptom limited treadmill exercise test を施行し, $\dot{V}O_2\max$, 最大心拍数 (HRmax), 最大 pressure rate products (PRPmax) を測定し, 年齢と各パラメーターの回帰式を求めた. 次に, 男性126名と女性126名を選択して, 下記の計算式に従って, それぞれの functional aerobic impairment (FAI), left ventricular impairment (LVI), heart rate impairment (HRI) および peripheral circulatory impairment (PCI) を求め, 各対象者の相対的体重 (relative weight) との相関関係について検討した.

$$FAI = \frac{\text{Predicted } \dot{V}O_2\max - \text{Observed } \dot{V}O_2\max}{\text{Predicted } \dot{V}O_2\max} \times 100(\%)$$

$$LVI = \frac{\text{Predicted PRPmax} - \text{Observed PRPmax}}{\text{Predicted PRPmax}} \times 100(\%)$$

$$HRI = \frac{\text{Predicted HRmax} - \text{Observed HRmax}}{\text{Predicted HRmax}} \times 100(\%)$$

$$PCI(\%) = FAI(\%) - LVI(\%)$$

$$\text{Relative weight (men)} = \frac{\text{Observed weight}}{(0.79 \times \text{height}) - 60.7} \times 100(\%)$$

$$\text{Relative weight (women)} = \frac{\text{Observed weight}}{(0.79 \times \text{height}) - 68.2} \times 100(\%)$$

なお, この場合の Predicted とは, sedentary な健常者全体において求められた回帰式³⁾よりの, ある年齢に対する予測値であり, Observed とは, 各対象者個人の実測値である. また, Relative weight の計算方法は Bruce ら⁴⁾に従った.

II 結 果

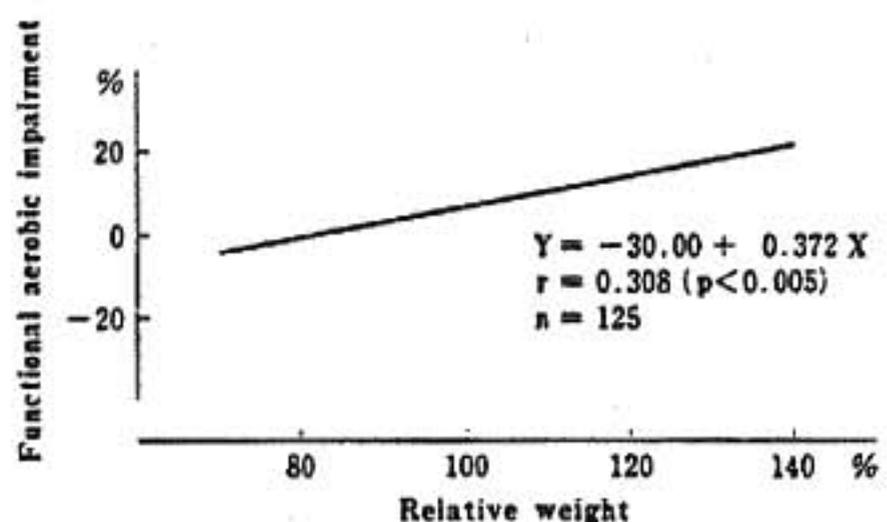
(1) FAI と relative weight との相関関係 (図1)

FAI と relative weight との間には, 男性 ($r=0.372$) 女性 ($r=0.311$) とともに有意な正相関が認められ, それぞれ $Y = -50.39 + 0.577X$, $Y = -39.33 + 0.377X$ の一次回帰式が成立する.

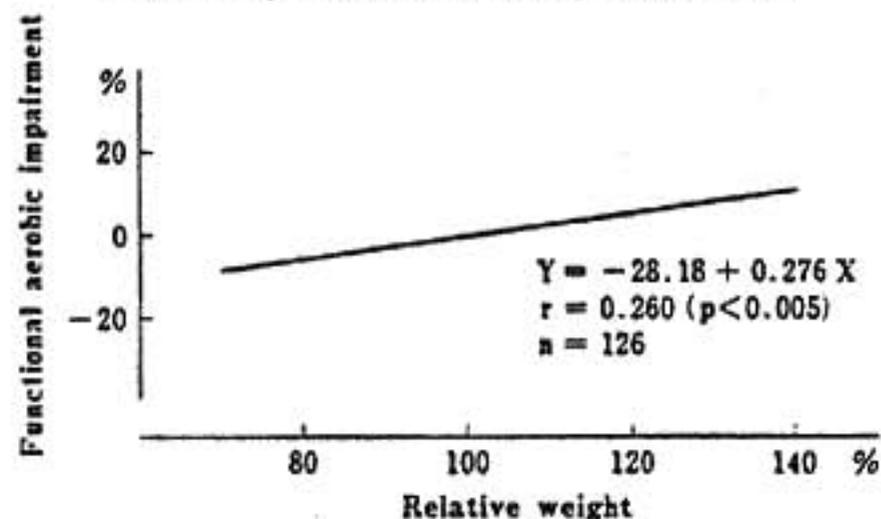
(2) LVI と relative weight との相関関係

LVI と relative weight との間には, 男性 ($r=-0.136$) 女性 ($r=-0.113$) とともに何ら有意な相関関係が得られなかった.

*1 東邦大学医学部 第三内科 *2 小田原循環器病院

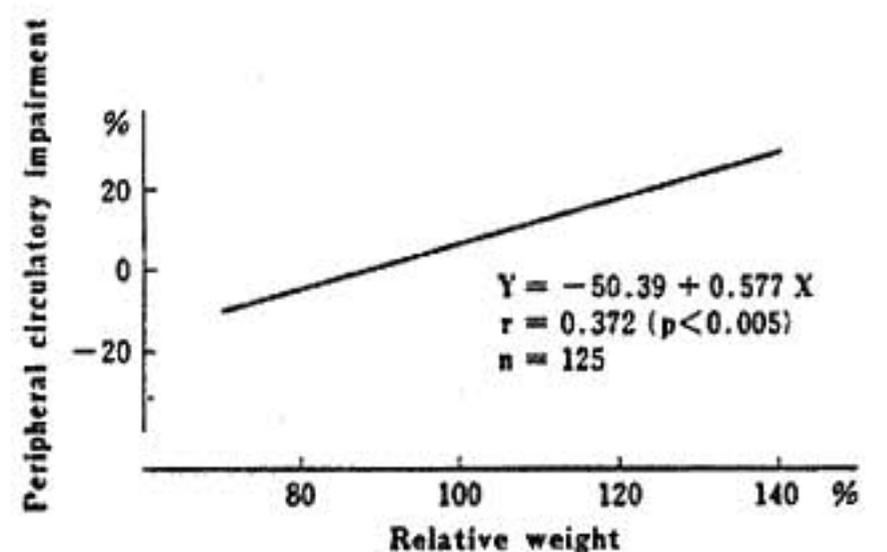


Relationship between relative weight and functional aerobic impairment in sedentary normal men.

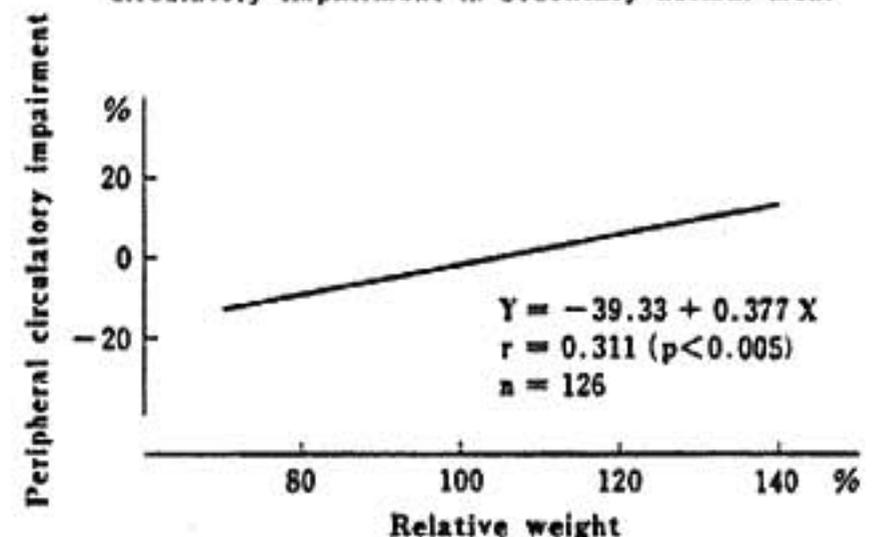


Relationship between relative weight and functional aerobic impairment in sedentary normal women.

図1 相対的体重 (relative weight) と functional aerobic impairment (FAI) との相関関係



Relationship between relative weight and peripheral circulatory impairment in sedentary normal men.



Relationship between relative weight and peripheral circulatory impairment in sedentary normal women.

図2 相対的体重 (relative weight) と peripheral circulatory impairment (PCI) との相関関係

(3) HRI と relative weight との相関関係

HRI と relative weight との間には、男性 ($r = -0.055$) 女性 ($r = -0.022$) とともに何ら有意な相関関係が得られなかった。

(4) PCI と relative weight との相関関係 (図2)

PCI と relative weight との間には、男性 ($r = 0.308$) 女性 ($r = 0.311$) とともに有意な正相関が認められ、それぞれ $Y = -30.00 + 0.372X$, $Y = -39.33 + 0.377X$ の一次回帰式が成立する。

III 考 案

肥満は冠状動脈疾患や糖尿病の重要な risk factor と考えられている。そこで、加齢という付加的因子を除外することによって、年齢の異なる対象者の運動生理機能に及ぼす肥満の影響について評価した。それらの結果、肥満度の増大に伴って、運動耐容能が低下し、その原因が左室機能の低下によるものではなく、末梢循環機能の低下によることが明らかとなった。また、Chronotropic な心機能に対して、肥満が何ら影響を及ぼすことがないとの結果も得られた。

これまで、Dempsey⁴⁾や Davies⁵⁾は、lean body mass あたりの $\dot{V}O_2\text{max}$ は、非肥満者に比較して肥満者では有意に劣っていると報告し、今回の著者らの研究を支持している。しかし、運動耐容能の低下原因を左室機能と末梢循環機能とに分けて評価した研究は少なく、まして非観血的に評価した報告は認められない。このような肥満者において、末梢循環機能が低下するのは、肥満者では熱を放散する必要性から、皮膚循環量が増加し、動静脈酸素濃度較差が低下するため⁶⁾であろうと考えられる。

今回の研究では、肥満度の指標として relative weight を用いた。一般に、relative weight は過体重を示しており、必ずしも肥満度の指標として適切ではないが、今回の対象が sedentary な健常者であることを考慮した場合、肥満度の指標として relative weight を用いることには何ら問題がないものと考えられる。

結 語

(1) 加齢による影響を除外した FAI, LVI, HRI および PCI という指標を用いることによって、運動耐容能、心機能、さらに末梢循環機能に及ぼす肥満の影響を評価した。

(2) 肥満は健常者の運動耐容能を低下させ、その原因は左心機能の低下ではなく、末梢循環機能の低下であろうと考えられた。

なお、本研究は小田原循環器病院、張 光哲博士の指導下にてなされた。

文 献

- 1) 北川 薫: 肥満者の脂肪量と体力, p95. 杏林書院, 太田 博, 東京, 1984.

- 2) Bruce R.A. et al: Maximal oxygen intake and normographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 85:546, 1973.
- 3) 長谷弘記, 他: 慢性血液透析患者における運動耐容能, 心機能および末梢循環機能の非侵襲的評価. *腎と透析* 18:649, 1985.
- 4) Dempsey J.A. et al: Work capacity determinants and physiologic cost of weight-supported work in obesity. *J Appl Physiol* 21:1815, 1966.
- 5) Davies C.T. et al: Cardiopulmonary responses to exercise in obese girls and young women. *J Appl Physiol* 38:373, 1975.
- 6) Shephard R.J: Ischaemic heart disease and exercise, p172. 医学書院, 原田政美訳, 東京, 1983.

4) Cardiovascular Fitness Index について

紅 露 恒 男^{*1} . 渡 辺 孝 太 郎^{*1} . 加 藤 弘^{*2}

は じ め に

近年、中高年を含むいわゆる健常者の健康増進的エアロビクスが盛んになった。この際、いわゆる体力とも言われるもののうち、心肺機能を中心とした全身の酸素運搬機能容量の簡便な定量化、数値表示が出来れば、運動量の指示、運動療法、身体トレーニングの効果判定などにも役立つ。従来のこのような体力に関する指標は体酸素消費量と心拍数によるものが多く¹⁾、血圧の要素の入ったものがなかった。本稿で述べる指数は、心拍数 HR と収縮期血圧 BPs の関与するものである。

1. 心脈管適応指数 cardiovascular fitness index (CVFI) の考え方

主にエアロビクスを中心とした運動能力をみるときには、循環系の酸素運搬能力を考えるべきであろう。身体労作時、循環系の負担または心筋酸素消費量²⁾を double product DP (syst. BP × HR) で代表すれば³⁾、体酸素消費量 $\dot{V}O_2$ と心筋酸素消費量 $M\dot{V}O_2$ の比 $\dot{V}O_2/M\dot{V}O_2$ は $\dot{V}O_2/DP$ となり、さらに $\dot{V}O_2$ は労作の外的運動量 EW と等量と考えてもよい。特殊な身体の状態でない限り、同じ EW に対しては、ほぼ同量の酸素の消費が必要ということである。このように考えると、 $\dot{V}O_2/DP$ は EW/DP と置換が可能で、この値は、同一外的仕事を行う際の循環系のエネルギー効率、または循環系の酸素運搬効率を表すとも言える。すなわち同一仕事をより小さい DP、心拍数と血圧の

* 筑波大学 臨床医学系内科 *2 同 体育科学系

上昇で行えれば、その仕事を支える循環系の負担は少なく、効率が大だったと考えるわけである。

さらに一般の人たちが自分の体力がどの程度かを知り、また検査の結果として教える時に、“健康な人の何パーセントくらいです”と話す理解し易い。これを%CVFIと呼ぶと、下記の如く $\dot{V}O_2$ 測定せずにDPの比となる。

$$\begin{aligned} \%CVFI &= \frac{EW/DP \text{ examined}}{EW/DP \text{ standard}} \times 100 \\ &= \frac{DP \text{ standard}}{DP \text{ examined}} \times 100 \end{aligned}$$

standardは各種、各法、各段階での健康若年成人男女それぞれの運動負荷時DP反応平均値である。

ここに例を示すと、65歳の男性でBruceプロトコルのstage IIにてHR 140, BPs 180まで反応、従ってDPは 252×10^3 となる。同段階の健康青年男子DP反応値は筆者らの検討では 179×10^3 である故、%CVFIは $179/252 \times 100 = 71.0\%$ となった。これは、この症例の運動に対する心脈管適応効率が、20歳前後の健康成人の約71%であることを示す。このような表示は誰にもたやすく理解出来る良い方法と言えよう。

2. %CVFI算出時に利用する基準値

身体各器官の機能容量を評価する時、各年代の平均値からの偏位の度合によりみる法と、完成された状態からの衰退の大きさによりみる法があるかと思われる。CVFIは健康度の指標としても使用され得るうえ、身体トレーニングや、治療によって、より健康なもの、より全きものを志向する局面での利用が多かるう故に、あえて若年成人男女、20歳前後の心身ともに成人して未だ衰退をみぬと思われる群を基準に選んだ。

また、この指数は運動負荷時の循環系反応から算出するため、負荷法および負荷のstageごとに基準値を決めねばならぬ。用いる負荷法は各施設により種々異なる故、基準値の作成には多くの労力がある。しかし一度この値が設定されると極めて便利なものとなる。

3. 筆者らの検討によるDP反応基準値

対象は本学一般男子、女子学生および特にphysical fitnessの優れているものとしての運動選手群(サッカー部員)とした。

男子23名 21.3 ± 1.6 歳, 170.3 ± 6.3 cm, 60.7 ± 6.1 kg, BSA 1.66 ± 0.11 m², 女子22名 19.9 ± 1.1 歳, 157.3 ± 3.9 cm, 51.3 ± 5.2 kg, 1.46 ± 0.08 m², サッカー部員18名 19.6 ± 1.1 歳, 170.1 ± 2.2 cm, 64.3 ± 2.0 kg, 1.70 ± 0.03 m²の計63名。各群にトレッドミルTM法については、平地歩行代用としてのslope 0%法、高齢者用に作ったslope 10%固定法およびBruce法とした。自転車エルゴメータBE法も多段階法、臥位、坐位について施行し、特に臥位BE法では色素稀釈法²⁶⁾による血行動態の検討をも行った。表1はTM法におけるDP基準値である。

4. 性差と運動選手

一般男子を標準として女性と運動選手の%CVFIを計算してみると、運動選手は予期した如く100%以上のsuper-normalな値となり、女性は低目になる。

図1は心拍出量とDPとの比をみたものであるが、男性一般学生に比べ運動選手は高値をとり、女性は低値となる。すなわち、同一循環系の労力に対し運動選手は効率よく血液ポンプが作動し、女性ではこれが小さい。これはちょうど%CVFIと同傾向を示し、血行力学面からの裏付けとなっている。心拍出量をstroke indexに置換えても同様な傾向がみられる。

5. HRかBPsか

DPは、HRとBPsの積であるが、その因子毎の反応傾向をみると図2の如くなる。健康男性は、ほぼ中央に分布するのに対し、運動選手は同一DP値双曲線上で左上方、すなわち低心拍数、血圧やや高目な位置にあり、女性は逆に右下方、すなわち高心拍数、低血圧型であることがわかる。従って、医師側としては、この内容によって指示、投薬処方等の検討の資料とすることが可能である。

表1 TM法におけるDP基準値

		DP × 10 ⁻² Treadmill												
		(m/min)												
		Sitting	Standing	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
Slope	male	84.9	96.3	117.9	121.0	123.1	126.8	131.9	136.8	144.1	173.1	193.0		
		±13.0	±15.4	±19.3	±21.7	±20.5	±19.8	±22.6	±23.7	±22.8	±23.7	±44.5		
0%	fixed													
	foot ball	68.1	77.5	95.5	99.0	103.0	102.7	103.1	111.1	113.8	128.0	144.4		
		±9.3	±13.0	±14.1	±12.8	±17.1	±13.2	±14.0	±15.0	±18.8	±16.3	±28.0		
	female	79.7	85.6	103.8	109.9	116.0	118.3	120.7	137.1	144.5	163.9	197.7		
		±17.6	±15.9	±21.7	±22.7	±26.4	±24.5	±23.1	±25.6	±22.0	±41.3	±47.5		
		(m/min)												
		20	30	40	50	70	90							
Slope	male	119.2 ±16.9	132.5 ±22.3	143.8 ±24.5	158.7 ±25.4	190.3 ±45.5	236.4 ±58.2							
10%	fixed													
	foot ball	95.9 ±13.9	104.4 ±17.8	112.7 ±20.7	118.1 ±20.8	132.3 ±24.6	162.0 ±34.3							
	female	114.2 ±22.0	126.6 ±25.1	141.8 ±27.1	155.3 ±32.6	193.0 ±37.1	248.8 ±53.8							
		(m/min)												
		0	10%	27	I 10%	45.6	II 12%	67	III 14%	91	IV 16%	113	V 18%	134
Bruce	male	131.4 ±25.0	148.1 ±26.7	191.1 ±37.4	285.0 ±60.2	319.3 ±40.4								
	foot ball	92.8 ±19.2	107.1 ±25.0	134.4 ±34.5	183.6 ±55.9	246.3 ±41.6	333.9 ±57.2							
	female	126.7 ±25.8	159.9 ±37.4	209.2 ±50.5	251.7 ±42.4									
University students		mean ± SD												
		N	Age YO	height (cm)	wt (kg)	BSA (m ²)								
	male	23	20.1 ± 1.2	170.3 ± 6.3	60.7 ± 6.1	1.66 ± 0.11								
	foot ball	18	19.6 ± 1.1	170.1 ± 2.2	64.3 ± 2.0	1.70 ± 0.03								
	female	22	19.9 ± 1.1	157.3 ± 3.9	51.3 ± 5.2	1.46 ± 0.08								

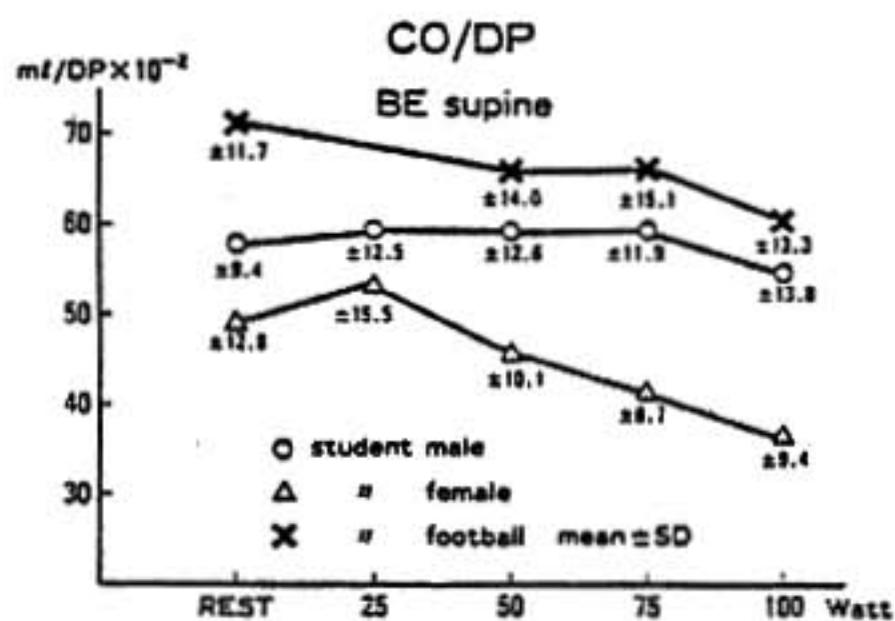


図1 心拍出量とDPとの比

6. 血中カテコラミン

これらの負荷前後における血中カテコラミンを測定すると、一般男性に比し、運動選手ではノルエピネフリンの反応量が少なく、女性ではかなり大きな増大反応を示す(図略)。これは、心拍数の反応からも推測出来たように、同一外的運動量が女性に対しては相対的運動強度として比較的強く、運動選手にとっては軽いことを意味している。このことは、健常者の標準値を扱う場合、男性には男性、女性には女性の標準値を使うべきことを示唆していると考えられる。

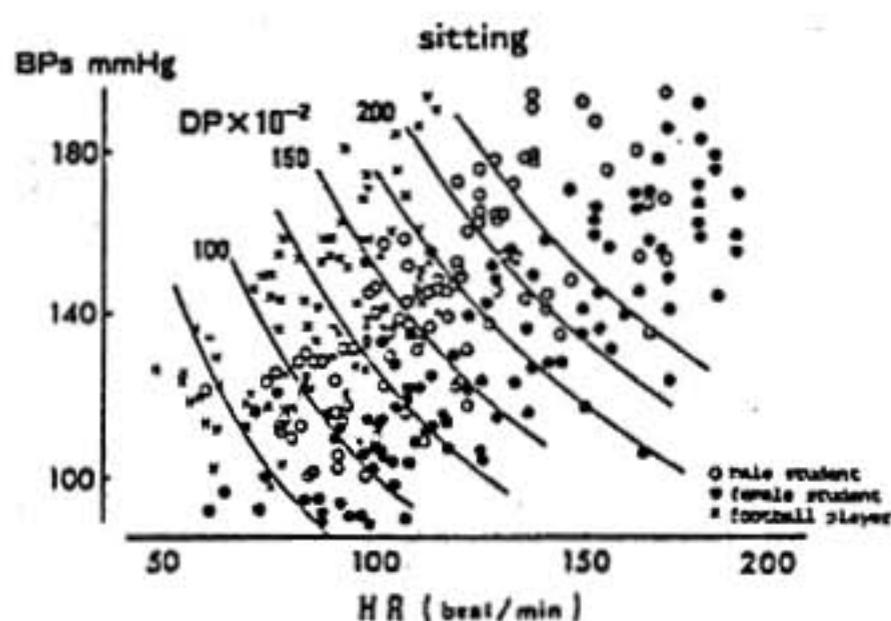


図2 Bicycle ergometer (25-100Watt)

7. 症 例

63歳の男性の physical training 例である。10% slope の TM テストで50m/min すなわち時速3 km 時 HR 118, BP 222/108, 従って DP × 10⁻² は 262.0なる反応を示した。これは%CVFI にすると60.6%である。4カ月の aerobic training の後、同一運動量に対し、HR 104, BP 162/98, DP 168.5, %CVFI は94.2%となり、可成りの標準値に近づく良い効果をもたらしたことが理解される。心電図のJ点の降下も改善しているようにみえる。

	TM 10% slope 50m/min			
	Pre.		Post training	
	REST	Exercise	REST	Exercise
HR	64	118	60	104
BP	154/90	222/108	168/110	162/98
DP ($\times 10^{-4}$)	88.6	252.0	100.8	168.5
DP (Standard)	84.9	158.7	84.9	158.7
% CVFI	86.1	60.6	84.2	94.2

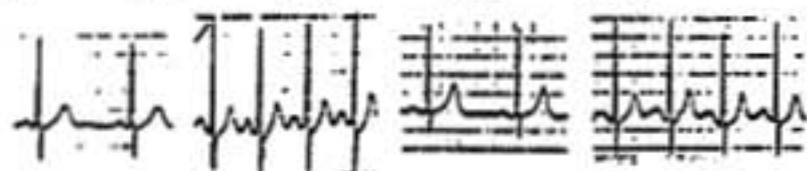


図3 症例 K T 63 YO M

おわりに

以上の如く、%CVFIなる指数は、運動負荷時に簡単、確実に測定可能な心拍数、収縮期血圧から算出可能な点、かつ身体発育の完成した、しかも未だ機能の退化をみない20歳前後の成人に関する値を基準として%表示する点、理解され易い、physical training や薬剤効果判定にも利用されうる簡便な指数と思われる。

文 献

1) Bruce R A: Evaluation of functional capacity

and exercise tolerance of cardiac patients.

Modern Concepts of Cardiovasc Dis 25:321, 1956.

- 2) Bruce R A, Kusumi F, Hosmer D: Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. Am Heart J 85:546, 1973.
- 3) Sarnoff SJ, Braunwald E, Welch GH: Hemodynamic determinants of oxygen consumption of the heart with special reference to tension-time index. Am J Physiol 192:148, 1958.
- 4) Nelson RR, Gofel FL, Jorgensen CR: Hemodynamic predictors of myocardial oxygen consumption during static and dynamic exercise. Circulation 50:1179, 1974.
- 5) Stewart GN: The output of the heart in dogs. Am J Physiol 57:27, 1921.
- 6) Hamilton WH, Remington JW: Comparison of the time concentration curves in arterial blood of diffusible and nondiffusible substances when injected instantaneously. Am J Physiol 148:35, 1948.

5) 若年, 熟年, 高年者における循環応答のプロフィール

山 口 一 郎* . 小 松 栄 一* . 宮 沢 光 瑞*

加齢による循環機能変化を、運動負荷に対する応答様式から検査した。

I 対象と方法

対象は全て健康男子で、加齢により、Young (Y) 群40名、20-35、平均27歳、Middle (M) 群 12名、50-61、平均57歳、Senior (S) 群 4名、69-71、平均70歳の3群に分類した。Y群は運動家を含まないが、M及びSの2群は、山形県高齢化社会研究所主催の健康教室参加者より募った志

願者で、Y群よりもむしろ日常身体活動が高度であった。各例において仰臥位サイクリング3分毎漸増負荷法による最大負荷試験を施行し、安静時及び各負荷段階最終1分間における分時酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$; 自動呼気分析器¹⁾による)、心拍出量 (\dot{Q} ; 色素希釈法による)、平均動脈圧 (mAP; M群及びS群は肘動脈穿刺、Y群はカフ法による)、心拍数 (HR; 心電図法による) を測定した。 $\dot{V}O_2/\dot{Q}$ より動静脈酸素較差 (avO₂D)、 \dot{Q}/HR より1回拍出量 (SV)、 \dot{Q}/mAP より末梢血管コンダクタンス (SC) を算定した。数値は平均値±標準偏差で表した。

* 山形大学 中央検査部

Ⅱ 成 績

全例 下肢疲労で運動を中止した。Y, M, S 群の最終負荷量は各々148±19, 129±13, 111±7 W, また体重当たりの最大 $\dot{V}O_2$ は34.8±4.3, 31.3±3.4, 29.0±3.9 ml/min·kg で, 加齢による運動能力低下は軽度であった。

図1は, 負荷量漸増に伴う $\dot{V}O_2 = \dot{Q} \times avO_2D$ 関係の推移を示すが, 3群ともに \dot{Q} 及び avO_2D の増加により $\dot{V}O_2$ が増加する類似の推移をたどった。最大負荷時, avO_2D は各々12.4±1.6, 11.8±1.6, 12.2±1.0 vol% と同程度まで増加したのに対し, \dot{Q} は各々18.2±2.1, 16.4±2.5, 13.2±1.4 l/min と加齢と共に低値を示した。

図2は, 心応答を $\dot{Q} = HR \times SV$ 関係推移として示す。3群類似の経過を示したが, 最大負荷時の HR (各々179±10, 165±12, 155±20 bpm), 及

び SV (各々102±10, 99±13, 87±19 ml/beat) は加齢と共に低下した。S群の \dot{Q} は100W 以上で変化せず, HR が上昇し SV が低下するいわゆる drift 現象を呈した。

図3は体循環応答を $\dot{Q} = SC \times mAP$ 関係推移で示す。mAP はY群では最大負荷時125±11 mmHg まで緩徐に上昇したのに対し, M及びS群では25 W ですでにこれを凌駕し, 各々161±14, 168±10 mmHg までに上昇した。一方, 最大負荷時 SC は各々145±15, 103±20, 78±7 ml/min·mmHg と加齢による低下が顕著であった。

Ⅲ 考察とまとめ

筆者らは, 先に老人ホーム在住70歳代健常男子における運動能力の著しい低下を報告した³⁴⁾が, 今回のM群, S群における運動能力(最大 $\dot{V}O_2$)の低下は予想外に軽度であった。殊にその一要素である avO_2D 最大値は, Y群とほぼ等しく, 肺及び末梢組織における, 血液との酸素授受機能は, 日常生活で physical conditioning に配慮すれば, 少なくとも70歳までは20-30歳のレベルを充分保持し得ることが立証された。最大 $\dot{V}O_2$ 低下は, もう一つの要素である最大 \dot{Q} , 即ち循環系による血液運搬能力の低下と対応した(図1)。この点を心行動面で比較すると, 27歳から57歳までの30年間の変化よりも, その後13年間の変化が大なる傾向が認められた(図2)。即ち最大 HR, SV, 左室駆出分画など, 運動時ポンプ機能低下が高齢者の心 (presbycardia) の特徴として従来より指摘されてきたが³⁵⁾, これらは60歳から70歳にかけ

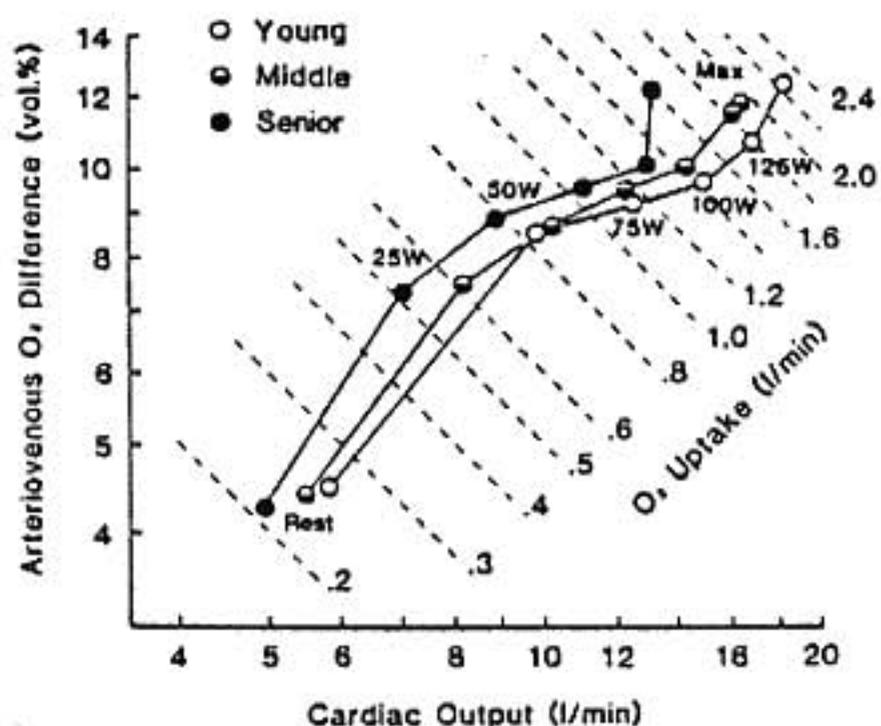


図1 健常3群の体内酸素運搬動態の推移

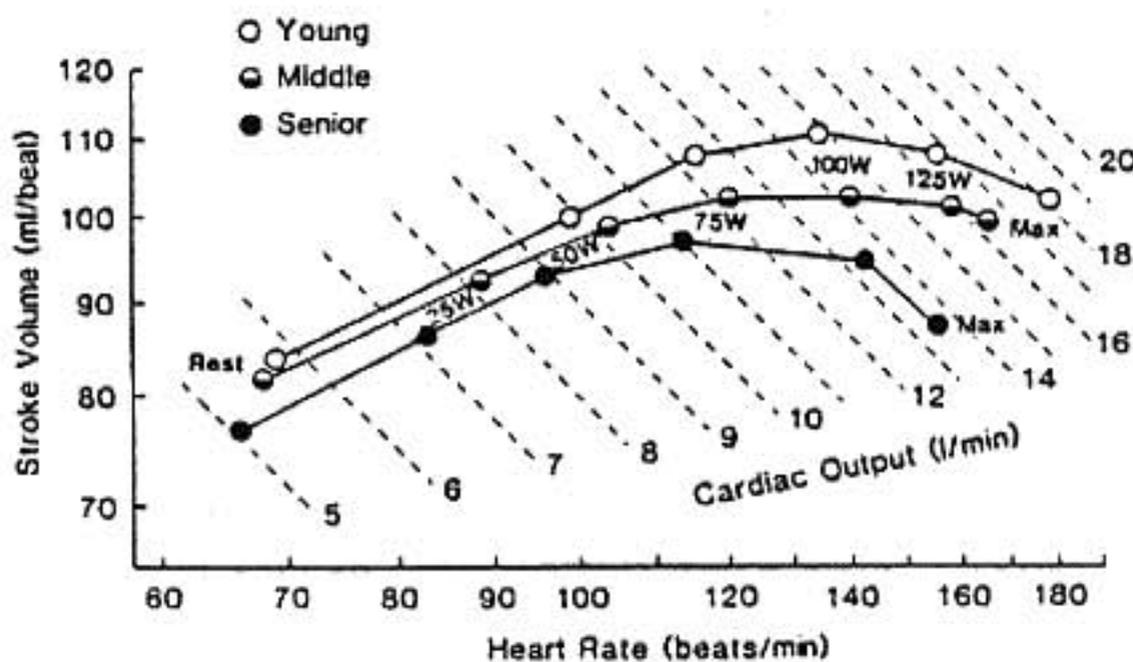


図2 健常3群の心行動推移

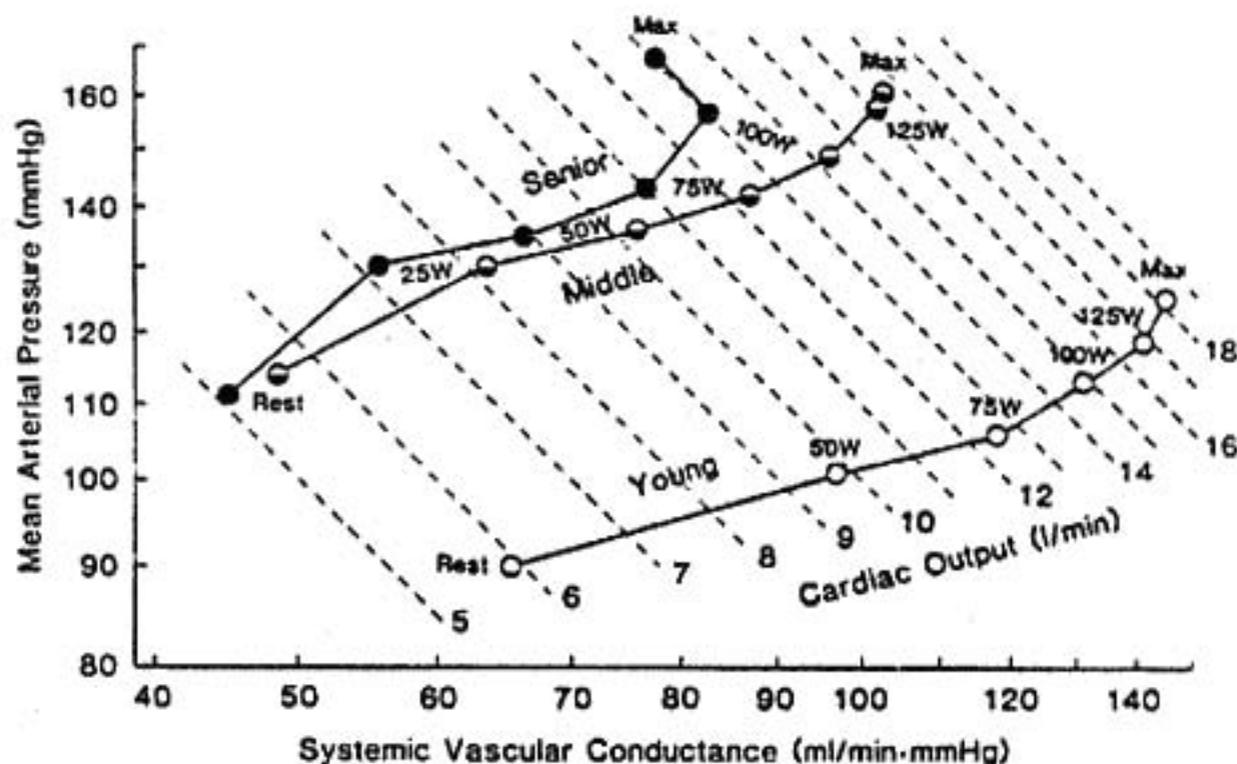


図3 健常3群の体循環動態推移

て顕在化すると考えられる。

ところで最大 \dot{Q} は、心機能の指標というよりは循環系全体の機能の指標であり、血管機能との関連を無視できない。体循環応答の比較(図3)では、M群がS群に近接したことから、加齢による血管機能変化は presbycardia 出現よりはるかに先行すると考えられた。これは20代で既に始まるとされる大動脈の解剖学的変化(動脈硬化)を想起させる。運動時血管機能変化は抵抗血管、即ち細小動脈の拡張性低下として把握されたが、このレベルでも早期より硬化性変化が進行するのかどうか興味深い。末梢血管の拡張性低下は、mAPの上昇で代償されて、同一運動負荷時 \dot{Q} の年齢差

は僅少であった。この代償機転は、後負荷増大を介して左室ポンプ機能抑制に働き、presbycardiaの動態を修飾する一要因と認識された。

以上、加齢による運動時循環機能変化は、心よりも血管系において早期且つ顕著に出現し、具体的には血圧反応の差として明確に把握されることを示した。

文 献

- 1) 山口一郎, 他: 山形医学 2: 63, 1984.
- 2) 小松栄一, 他: 呼吸と循環 33: 285, 1985.
- 3) 宮沢光瑞, 他: 日老医学会誌 20: 46, 1983.
- 4) Miyazawa K, et al: Tohoku J Exp Med 143: 177, 1984.

6) 健康人との比較による運動耐容能評価から行った 労作狭心症の重症度判定

佐藤 尚* . 竹内 徹* . 西 弘 示*
豊崎 信雄* . 森 浩二* . 内山 隆史*
伊吹山 千晴*

I 目 的

近年、多段階運動負荷試験より運動耐容能を用いて冠動脈病変の重症度を判定しようとする試みがなされるようになってきた。しかし、運動耐容能を評価する場合、年齢や性・体重等の生理的な影響を除外しなければ、真の運動耐容能の評価とはなり得ない。我々は健康人における心拍反応及び運動持続時間に及ぼす生理的な影響を検討し、これら健康人との比較による運動耐容能の評価から、冠動脈病変の重症度判定を試みた。

II 対 象

健康人とは、坐業的活動者で、血圧正常・胸部X線上 CTR \leq 50%・安静時及び負荷心電図上異常を認めなかった135名である。

労作狭心症患者は、運動負荷試験にて狭心痛と虚血性心電図変化とを認めた49例である。

有意狭窄を75%以上とし冠動脈病変により、狭窄が75%未満の者と予後良好と思われる segment 6 以外の一枝病変¹⁾を軽症冠動脈病変群 (mild CAD)、segment 6 の1枝病変と多枝病変を重症冠動脈病変群 (severe CAD) とに大別した。

III 方 法

坐位自転車エルゴメータを用い、30Watt より開始し、3分毎に20Watt ずつ漸増する低負荷プロトコールによる symptom-limited maximal ex-

ercise test を用いた。

IV 結果と考察

(1) 健康人における運動持続時間に対する性・年齢・体重の影響

第19回の運動負荷研究会で当教室の豊崎が発表した如く、運動持続時間は年齢に逆相関、体重に正相関し、男性の方が女性よりも長かった。豊崎は簡便に予測運動持続時間が得られるようにノモグラムを作成した²⁾。

(2) 健康人における心拍反応に対する性・年齢・体重の影響

体重による影響では、亜最大負荷時には体重の軽い者ほど心拍数は高値を示すが、最大負荷時には体重による差は認めなかった。

年齢による影響では、亜最大負荷時には差を認めなかったが、最大負荷時では加齢に伴い低値を示した。また、性による最高心拍数の差は認めなかった。すなわち、最高心拍数は体重・性の影響は受けず、年齢と逆相関を示した。(Y = 191.2 - 0.61 × 年齢)

(3) 健康人との比較による運動耐容能を用いた労作狭心症の重症度判定

以上の結果から得られる健康人の予測運動持続時間 (Predicted ET)、及び予測最高心拍数 (Predicted HR) に対する実測値 (Observed ET・Observed HR) の低下度を Exercise Time Impairment (ETI)、Heart Rate Impairment (HRI) として次式にて求めた。

$$ETI = \frac{\text{Predicted ET} - \text{Observed ET}}{\text{Predicted ET}} \times 100$$

$$HRI = \frac{\text{Predicted HR} - \text{Observed HR}}{\text{Predicted HR}} \times 100$$

図1は左に運動持続時間(ET)とETIについて、右に最高心拍数(HR)とHRIについて労作狭心症患者における変動をみたものである。#1・2・3に示したような高齢で体重の軽い女性はETでは不良な値を示しても、ETIに換算すると差ほどでないことがわかる。逆に体重の重い若い男性ではETは良好な値を示すが、ETIにより正しく評価することもできる。すなわち、ETI・HRIを用いることにより実測値による過大評価や過小評価を防ぐことができる。

図2は左にETとETIを、右にHRとHRIを用いた mild CAD と severe CAD の比較である。ET・ETIともに同様の有意差を認めるが、ETではばらつきが大きいのに対し、ETIではばらつきが少なく mild CAD は全例30%以下であった。HR・HRIも同様の有意差がみられ、HRIにおいて mild CAD は全例20%以下であった。

図3は横軸にETI、縦軸にHRIを取り、点線は健康人の mean ± 2 SD に相当する ETI 30%・

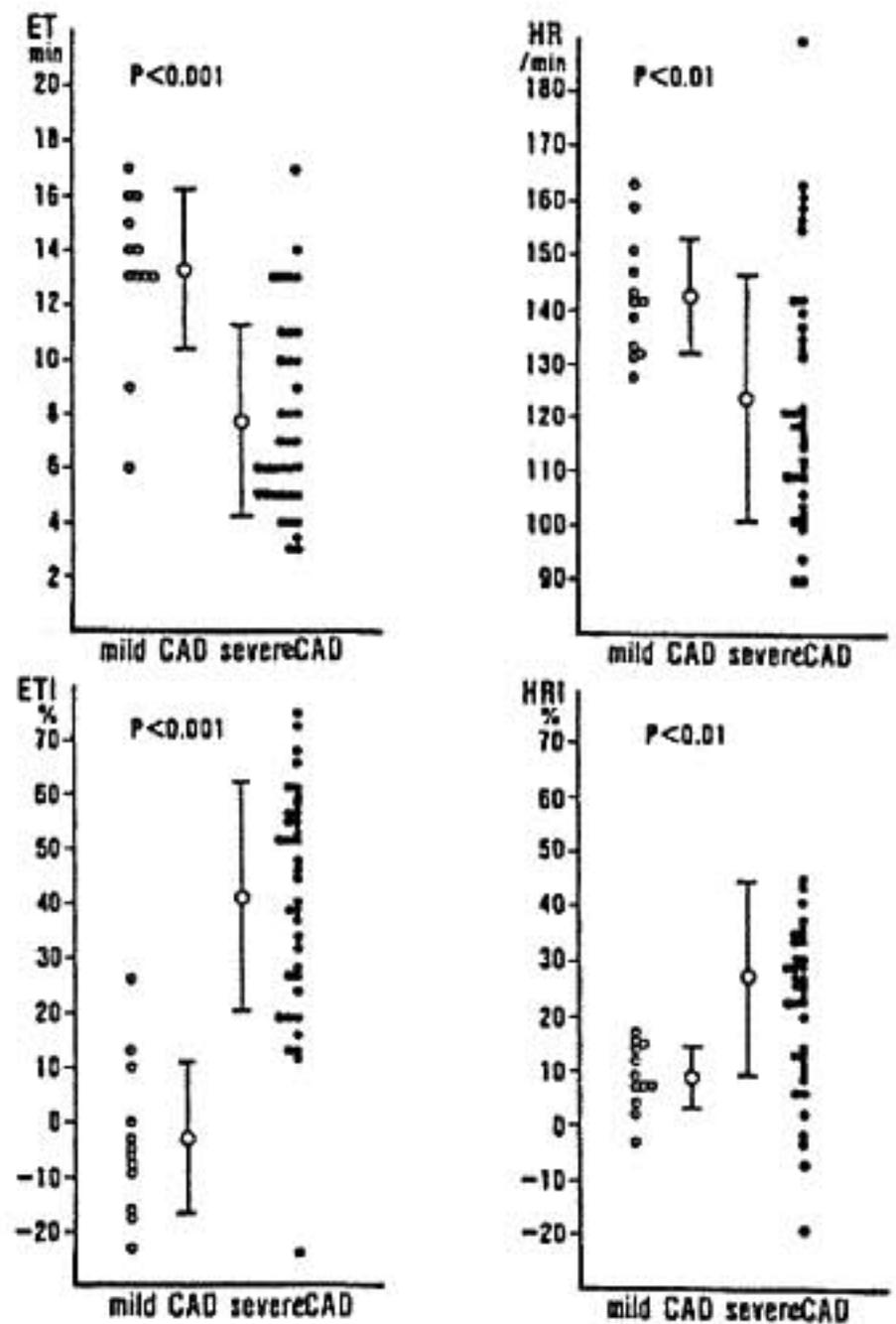


図2 Comparison of exercise parameters between mild CAD and severe CAD

Relationship between ET and ETI

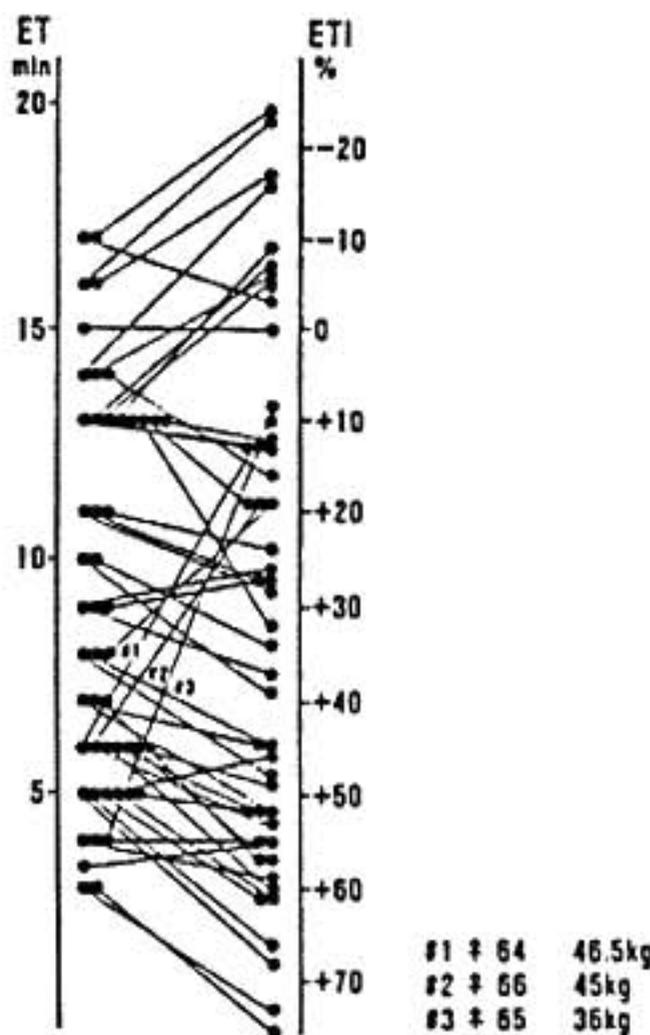
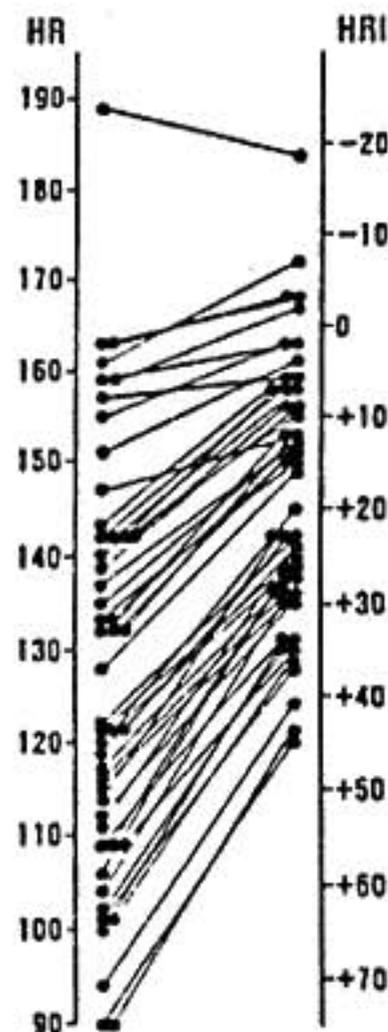


図1

Relationship between HR and HRI



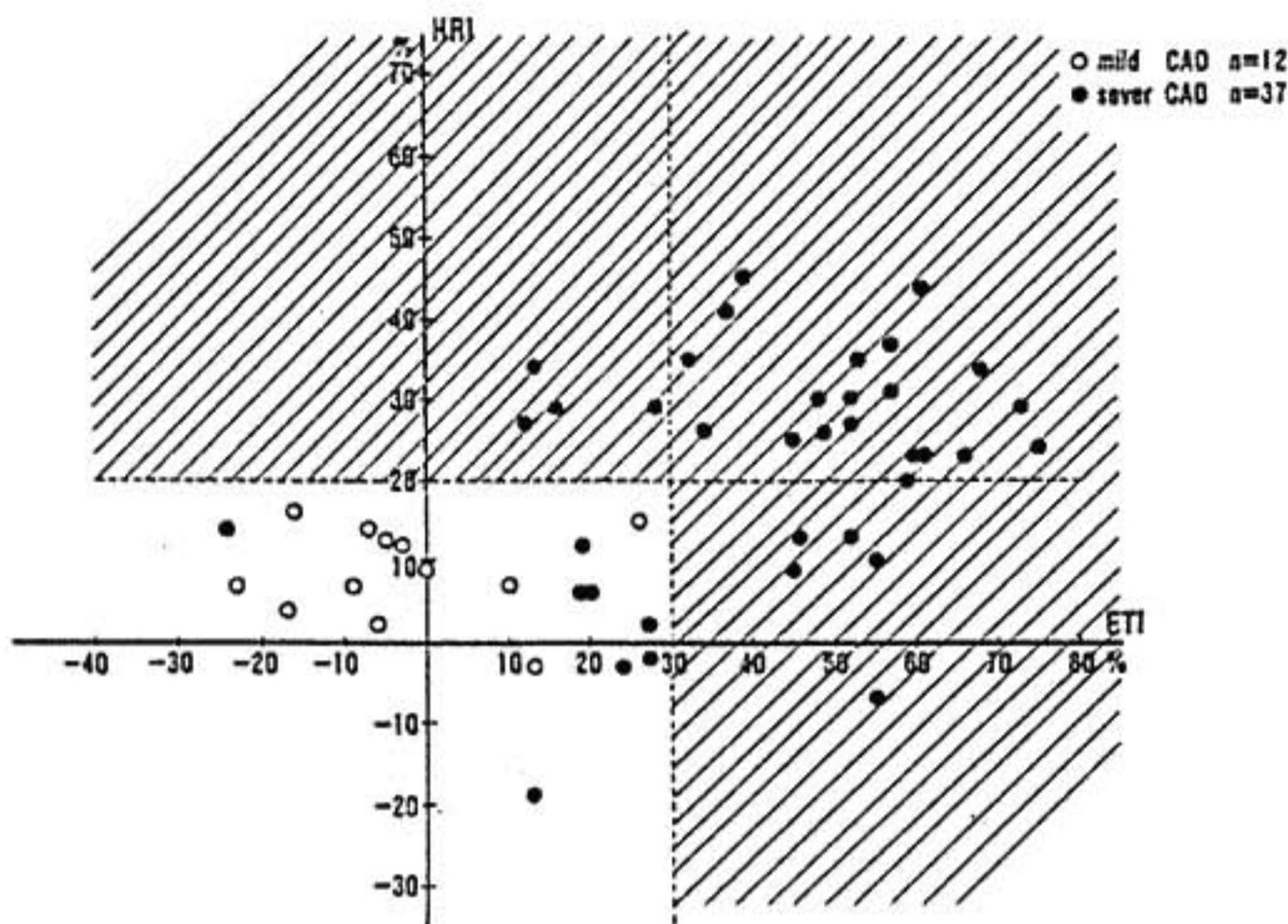


図3 Prediction of severity of CAD in patients with effort angina

HRI 20%を示している。斜線で示した $ETI \geq 30\%$ 又は $HRI \geq 20\%$ を severe CAD の陽性基準とすると、Sensitivity は 78%、Specificity は 100%、Positive Predictive Accuracy は 100%であった。

結 語

労作狭心症の重症度判定は運動耐容能より可能であり、健康人との比較評価はその診断率を更に高めるものと期待される。

文 献

- 1) Brooks N, et al: Isolated disease of left anterior descending coronary artery. Angiographic and clinical study of 218 patients. Br Heart J 47:71, 1982.
- 2) 豊崎信雄: 心疾患患者の運動耐容能の評価。— 運動持続時間に及ぼす年齢、体重、性の影響—。東医大誌 43 (1):53, 1985.

7) 中高年者の運動処方に関して

宇佐美 暢 久* . 栗 原 正* . 井 上 徹*

大 森 美 和* . 中 野 茂*

運動処方に運動負荷試験は必須であり、健常者を対象とする際にも、潜在する疾患、とくに運動の禁忌となる疾患を発見するために、および体力を測定し運動量を処方するために有意義である。

本報告は、いわゆる健常者を対象とした際に、潜在する疾患を発見するために役立つ運動負荷試験の意義について述べる。

I 調査対象

調査対象は、以下に述べる2群よりなる。I群

* 住友病院 内科

はある金属製造会社に属する中年男性790名(主に40歳代)である。I群は定期的に健康診断を受け健康管理が行われている集団から、中高年体力作り推進の一環として募集され、運動負荷試験を含むメジカルチェックを受けた人たちである。第II群は中高年主体のヘルスクラブ員約1000名で、定期的に運動負荷試験を受けている人たちである。II群には個人経営者、開業医など、健康管理が充分行われていない人が多い。

II 運動負荷試験の方法

I群では坐位エルゴメーター〔シーメンス社製(モデル361およびRE 820)]を用い、体重1kgあたり1ワット(1位4捨5入)より開始し、2分間隔で30ワット増量し、自覚的最大まで負荷した。測定項目はECG、血圧(カフ法)、呼気ガス分析(アニマ社製オートエアロビクス)である。II群では坐位エルゴメーター(モナルク社製)を用い、トレーニング開始前には男性450kpm/分と600kpm/分各3分間、女性では300kpm/分と450kpm/分、各3分間とし、トレーニング経過中では年齢別予測心拍数の85%レベルを目標として負荷量を増大した。測定項目は血圧(カフ法)とECGである。

III 結 果

1. 健常例における運動禁忌例の頻度

I群790例中に運動トレーニングから除外された例を表1に示す。安静時に存在した高血圧あるいは期外収縮が運動負荷試験によって絶対禁忌とされるレベルに達した例が各0.38%あり、合計0.76%が運動負荷試験によって運動の不適を判定され得た。

表2は絶対禁忌とならないが、トレーニング量の制限、あるいは、さらに精査が必要であった例を示す。ST異常の基準は、水平あるいは下行性1mmであったが、1.5mmを超える低下例はなかった。またごく散発した心室性および上室性期外収縮は、不整脈の例数から除かれている。血圧の異常上昇とは、後に述べる基準を超えて上昇した例である。

表1 健康管理の行われている職場の中年男性群における運動トレーニング禁止者の出現率

僧帽弁口狭窄症	2	0.25%
大動脈弁閉鎖不全症	2	0.25%
左室拡大	1	0.13%
肝機能異常	2	0.25%
高血圧(安静および運動時)	3	0.38%
頻発心室性期外収縮 (安静および運動時)	3	0.38%
	13	1.6%
総数: 790		

表2 健康管理の行われている職場の中年男性群における運動負荷試験の異常出現率

	例数	%
ST.T異常	15	3.6%
不整脈	17	4.1%
異常な血圧上昇	44	10.6%
総数	415	

2. 運動負荷心電図 ST 低下例の運動負荷タリウムシンチグラフィ

無症状のいわゆる健常者に見られた運動負荷心電図のST低下が、虚血に起因するか否かを検討するため、運動負荷タリウム心筋シンチグラフィを行った。

表3は、I群におけるST低下例9例における成績であるが、1例において心尖下壁に欠損の疑いがあるのみであった。

表4はII群における心筋シンチグラフィの成績である。平素の健康管理が充分でなく、年齢の高いII群におけるST低下例の心筋シンチグラフィでは、明らかな灌流欠損が証明される例がI群におけるよりも多い。しかしこの群においても負荷心電図の偽陽性例が認められる。

3. 中年男性における運動負荷時血圧の正常範囲について

さきに述べたように運動負荷中の血圧の上昇の正常範囲を設定するため、I群の30歳代、40歳代、および50歳代男性について、著者らの負荷法にお

表3 運動処方における²⁰¹Tl運動負荷シンチグラフィの応用例

職場における体力作り(男性)				
	年齢	適 応	欠 損	
1. S. S.	45	ST 低下 SVPC	—	
2. K. M.	43	ST 低下	—	
3. Y. T.	42	ST 低下	—	
4. H. Y.	45	ST 低下	—	
5. H. S.	48	ST 低下	—	
6. S. K.	35	ST 低下	—	
7. H. O.	40	ST 低下 SVPC	—	
8. N. Y.	37	ST 低下	—	
9. K. K.	51	ST 低下	Suspicious	

ける血圧の正常範囲を求めた。表5は安静時および各段階におけるカフ法の収縮期血圧の平均および標準偏差である。I群の対象例は35歳以後から選ばれているため、30歳代では平均年齢37.9±1.4歳、40歳代では43.0±2.6歳、50歳代53.0±2.1歳で、やや各年代を代表するにはかたよりのあるが、一応の基準として示す。

この値を基にして、収縮期圧の安静値に対する上昇の平均と標準偏差を求め、これより平均+2標準偏差として収縮期圧の上昇上限を求めたのが表6で、われわれの負荷法において昇圧度を判定する基準である。

表4 運動処方における²⁰¹Tl運動負荷シンチグラフィの応用例
中高年対象アスレチッククラブ

			シンチ欠損	トレーニング
1. S. T.	65 m.	最大下テスト ST低下	⊕	×
2. O. M.	38 f.	最大下テスト PVC	⊕	×
3. A. H.	40 f.	最大下テスト ST低下・血圧上昇	⊖	×
4. K. S.	56 m.	最大下テスト ST低下	⊖	○
5. S. S.	52 f.	最大下テスト ST低下	⊖	○
6. K. M.	46 m.	最大下テスト ST低下	⊖	○
7. N. M.	43 f.	最大下テスト ST低下	⊖	○
8. K. T.	47 m.	最大下テスト ST低下	⊖	○
9. K. T.	54 m.	最大下テスト ST低下, 胸痛	⊖	○
10. K. T.	57 m.	最大下テスト ST低下, 心拡大	⊖	△

表5 健常中年男性の運動時収縮期血圧(坐位エルゴメーター)

	安 静	Stage 1 1 Watt/kg	Stage 2 St. 1+30W	Stage 3 St. 2+30W	Stage 4 St. 3+30W
30歳代 (37.9±1.4)	n.	30	30	30	29
	M.	121.1	149.5	170.7	186.0
	S. D.	12.2	16.8	20.1	22.7
40歳代 (43.0±2.6)	n.	94	94	94	82
	M.	121.6	151.1	173.1	189.1
	S. D.	12.8	20.0	21.0	21.0
50歳代 (53.0±2.1)	n.	8	8	8	7
	M.	114.5	151.3	178.8	192.0
	S. D.	12.7	14.8	13.0	12.6

表6 健常中年男性の運動時収縮期血圧上昇上限
(坐位エルゴメーター, M+2S. D.)

	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
30歳代	56	85	103	116
40歳代	56	82	100	111

IV 考 案

1. 健常者に対する多段階最大負荷法について
自転車エルゴメーターを用いる多段階最大負荷法として、毎分10ワット、あるいは2分ごとに20ワット漸増する方法が提唱されている。この際の初期負荷量としては予想される身体活動レベルに応じて50ないし100ワットを選ぶべきであるとも言われている。われわれは、対象とする集団がほぼ等しい身体活動レベルを有すること、また、最大心拍数や最大酸素摂取量のような生体の最大反応を見るのみならず、各負荷レベルでの血圧値を観察する目的があるため、被験者に同一の生物学的仕事を与える体重あたりの負荷量を設定した。本負荷法によると、健常中年男性が12分以内に最大に達し得たが、これは最大負荷試験は、生体の疲労による成績の修飾を避けるべきであり、12分以内に終了することが望ましいという提案に合致する²⁾。ただ、最終段階で30ワット増加することは、all outに近い生体にとって過量であったことも経験された。

2. 健常例における運動負荷心電図の偽陽性について

われわれが対象としたI群においてもII群においても、負荷心電図陽性例のほとんどは負荷タリウムシンチグラフィにて異常を示さなかった。検査法自体の精度が一定であっても、対象とする集団における疾患の頻度の高低によって predictive value が異なるという Baye's theorem によっ

て示されているように、無症状の健常者における負荷心電図所見は true positive に比較して false positive が多くなり、positive predictive value は低くなる。それゆえ負荷心電図陽性例はより特異性の高い試験によって確かめられる必要がある。

3. 健常者の運動時の血圧値について

運動中の血圧値はカフ法では不正確であるため、一応諸家の報告があるとはいえ信頼しうる基準に乏しい。不正確であるとはいえ、日常の負荷試験に際して内圧を測定することは不可能であるので、われわれは一応カフ法による正常値を提出したが、特に信頼性に乏しい拡張期血圧については成績を提出しなかった。われわれの成績は最近提出された Franz らの成績よりやや高値である³⁾が、その差の生じる原因については不明である。運動中の過度の血圧上昇者は、将来高血圧を発症する頻度が高いとも言われ⁴⁾、また、長期トレーニングに伴う事故発生も高いと言われているので、健常者の負荷時血圧の判定は重要な問題で、正常値の確立が必要である。

文 献

- 1) Bayes T: An essay towards solving problem in the doctrine of chance. Philos Trans R Soc Lond 53: 570, 1763. cit. Gibson RS and G A Beller: Should Exercise Electrocardiographic Testing Be Replaced by Radioisotope Methods?. In Controversies in Coronary Artery Disease. F A Davis Company, Philadelphia, 1983.
- 2) Franz IW and Mellerowicz H: Methodische und leistungsphysiologisch Grundlagen der Ergometrie. Herz 7: 29-41, 1982.
- 3) Franz IW: Ergometrie bei Hochdruckkranken. Springer-Verlag, Berlin, 1982.
- 4) Jackson AS, et al: Prediction of Future Resting Hypertension from Exercise Blood Pressure. J Cardiac Rehab 3: 263-268, 1983.

統一テーマ II 運動負荷試験と予後

1) マスター法とトレッドミル法との比較

豊 増 功 次^{*1} . 古 賀 聖 士^{*1} . 長 田 浩 司^{*1}板 家 研 一^{*2} . 古 賀 義 則^{*2} . 戸 嶋 裕 徳^{*1}

心筋梗塞患者の予後は冠動脈病変の重症度や左心機能と関係があるという報告¹⁻⁹⁾が多いが、これは多くの観血的検査によるものである。今回我々は、運動負荷試験と予後との関係を明らかにするために、トレッドミルによる多段階運動負荷試験で得られた各指標について検討した。また2段階試験より求められた運動能力と予後との関係も検討した。

I 対象および方法

昭和52年9月から59年9月までに当科に入院した心筋梗塞患者のうち、心不全や重症不整脈がなく、回復期ないし維持期に冠動脈造影を含む心臓カテーテル検査、トレッドミルによる多段階運動負荷試験を行い得た328例の生死および死因を調査した。追跡期間は平均2.4年、追跡率は100%であった。非心臓死の11例を除く317例(男性288例、女性29例、平均年齢56.2±9.5歳)を分析の対象とした。分析に用いた因子は年齢、心電図により評価した梗塞部位およびQ波の数、心筋梗塞および高血圧の既往の有無、糖尿病の有無、総コレステロール値、罹患動脈数、左室拡張終期圧、心係数および僧帽弁逆流の有無の11項目およびトレッドミルによる運動負荷試験で得られた因子である。

トレッドミルによる多段階運動負荷試験は原則としてBruce法を用い、一部の症例ではsheffield法を用いた。自覚症状、危険な徴候の出現あるいは目標心拍数(予測最大心拍数の85%)への到達を運動中止基準とし、その時点の運動時間、酸素摂取量、心拍数、収縮期血圧を測定した。sheffield法を用いた症例では運動時間は6分間を

減じた値とした。また運動中の1mm以上のST変化、呼吸困難、胸痛、血圧低下および有意の不整脈の出現の有無の計9項目を検討した。2段階負荷試験はマスター2段階試験に準じて行った。負荷後の胸痛や呼吸困難の出現および心電図における1mm以上のST偏位、T波の陰性化、陰性T波の増大、陰性U波の出現および有意の不整脈の出現を運動能力評価の基準とした。マスターの標準量(シングル)以下でこのような所見の出現する例をシングル未満、ダブルで出現する例をダブル未満、ダブルでも出現しない例をダブル以上とし、予後との関係を検討した。上記の各因子について生命表理論により生存曲線を作製し、予後との関係を検討した。危険率0.05%以下を有意とした。

II 結 果

317例中、16例が心臓死例であり、うち11例が再梗塞、3例が突然死、2例が心不全死であった。全症例の1年生存率は99%、5年生存率は89%であった。8項目の生存曲線による検討の結果を表1に示す。relative risk (RR)は最上段の群に対する、当該群の値を示している。表1左に示す臨床所見11項目では、冠動脈病変は0.1枝群に対し3枝群で2.68倍、左主幹部病変群で4.24倍のRRであったが、有意差は認めなかった。しかし2枝群に対し、左主幹部群は7.24倍のRRであり、有意差を認めた。他の10項目では有意差は認められなかった。

運動負荷試験で得られた9項目の結果を表1右に示す。運動時間6分未満、酸素摂取量5 METs未満、心拍数120beat/min未満、収縮期血圧140 mmHg未満の群 および運動中にST下降、胸痛、

*1 久留米大学医学部 第三内科

*2 久留米大学 循環器病研究所

表1 臨床所見および運動負荷試験より得られた20因子における5年生存率とRelative Risk

臨床所見			
因子	5年生存率(%)	R.R.	
1. 年齢			
49歳以下	92.7		
50~59歳以下	90.6	2.09	
60歳以上	82.3	3.67	
2. 梗塞部位			
前壁	88.7		
下壁	93.0	0.96	
前壁+下壁	66.7	2.68	
3. Q波数			
5以下	91.4		
6以上	76.4	1.71	
4. 心筋梗塞の既往			
なし	88.8		
あり	92.3	1.67	
5. 高血圧			
なし	90.0		
あり	85.4	1.31	
6. 糖尿病			
なし	87.8		
あり	91.5	0.70	
7. 総コレステロール			
219以下	89.4		
220以上	88.3	1.14	
8. 冠動脈病変			
0, 1枝病変	87.5		
2枝病変	97.3	0.48	
3枝病変	76.6	2.68	
左主幹部病変	60.0	4.24	
9. 左室拡張終期圧			
13未満	86.3		
13以上	89.3	1.03	
10. 心係数			
5未満	87.9		
5以上	85.7	1.02	
11. 僧帽弁逆流			
なし	88.4		
あり	82.6	2.50	

R.R.: Relative Risk

運動負荷試験			
因子	5年生存率(%)	R.R.	
1. 運動時間			
6分以上	97.0		
3~6分未満	89.0	6.25**	
3分未満	61.0	10.00***	
2. 酸素摂取量			
5METs以上	95.0		
5METs未満	65.8	8.33***	
3. 心拍数			
120以上	95.4		
120未満	69.6	5.89***	
4. 収縮期血圧			
140以上	93.4		
140未満	68.9	7.14***	
5. ST変化			
ST不変	93.0		
ST上昇	86.0	1.40	
ST下降	79.8	5.05**	
6. 呼吸困難			
なし	90.0		
あり	82.0	1.73	
7. 胸痛			
なし	92.6		
あり	65.6	7.89***	
8. 血圧低下			
なし	92.0		
あり	57.0	7.98***	
9. 不整脈			
なし	89.0		
あり	88.9	2.09	

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 R.R.: Relative Risk

血圧低下の認められた群は、有意に予後不良であった。運動中にST上昇、呼吸困難、不整脈の認められた群の予後は、それらの所見の出現しなかった群と有意差を認めなかった。

2階段試験による運動能力別の生存率を図1左に示す。ダブル以上の群の5年生存率は100%であった。シングル以上ダブル未満、シングル未満

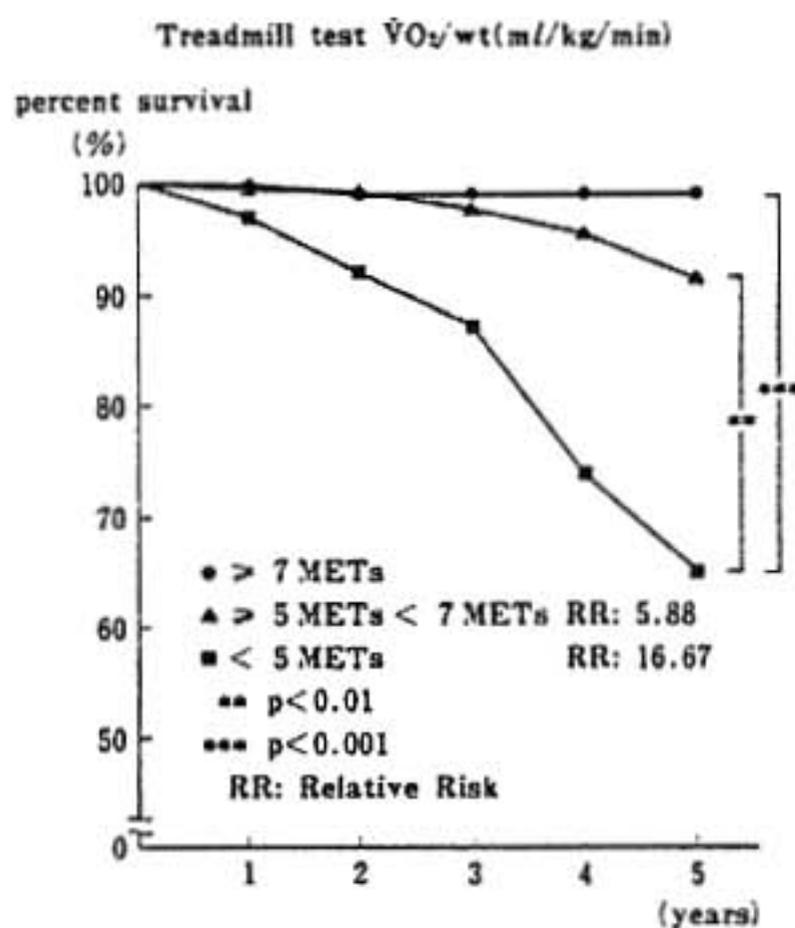
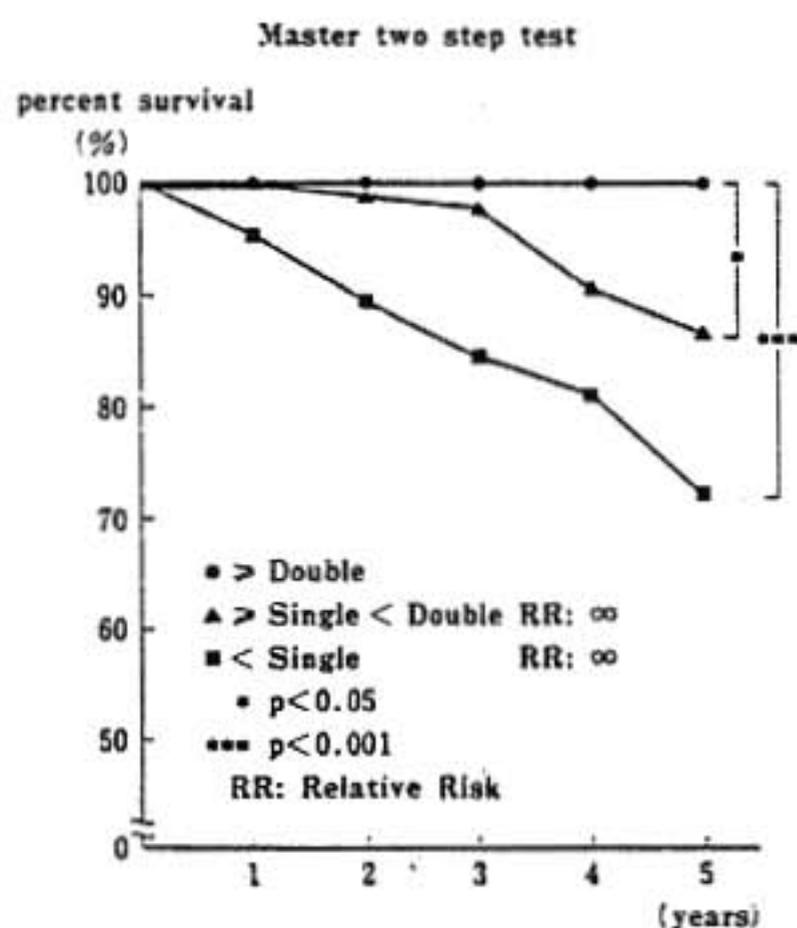


図1 2階段試験とトレッドミル試験による運動能力と予後との関係

の群はダブル以上の群に比し、有意に予後不良であった。2階段試験でシングル未満と評価された68例のトレッドミル試験での酸素摂取量は 4.2 ± 1.4 METs、同様にシングル以上ダブル未満と評価された129例の酸素摂取量は 5.8 ± 1.4 METs、ダブル以上と評価された104例の酸素摂取量は 7.7 ± 1.5 METsであった。そこでトレッドミル試験の結果より5 METs未満、5 METs以上7 METs未満、7 METs以上の3群に分類した各群の生存率は、図1右に示すように2階段試験の生存率と近似した値であった。

Ⅲ 考 案

慢性期心筋梗塞患者の予後を左右する大きな因子は、冠動脈病変の重症度および梗塞巣の大きさ、あるいは左心機能であるとされている¹⁻⁴⁾。今回の検討では臨床所見11項目中、冠動脈病変の重症度のみ予後との関連を示したが、Q波の数、左室拡張終期圧、心係数および僧帽弁逆流は予後と明らかな関連を示さなかった。これらの指標のみでは梗塞巣の大きさや左心機能評価に充分とは言えないが、今回対象とした心不全や重症不整脈のない、少なくともsheffield法による運動負荷試験が可能な3~4 METs以上の運動能力を有する慢性期心筋梗塞では、その予後を左右する最も大きな因子が冠動脈病変の重症度である可能性がある

う。

一方、運動負荷試験では9項目中7項目が予後との関連を示し、負荷試験は慢性期心筋梗塞の予後評価に有用であると考えられた。McNeerら⁶⁾は、運動負荷試験における有意のST変化、Bruce法でのstage(運動時間)および最大心拍数が予後の評価に有用であるとしているが、本研究でも低レベル運動時に虚血が誘発される症例は予後不良であった。

一方ST上昇や呼吸困難など左心機能を反映すると考えられる指標は、予後との関連が明らかではなかった。Weinerら⁷⁾は、運動負荷試験におけるST下降、運動時間とともにS₁ギャロップ、心拡大の有無など左心機能と関連した指標も同時に予後評価に有用であるとしている。Bruceら⁸⁾、Hammermeisterら⁹⁾は、むしろ左心機能と予後との関係を重視しており、心拡大や運動時間の短縮とともに収縮期血圧の低値(130mmHg未満)を重視している。本研究でも、収縮期血圧140mmHg以下の群は予後不良であったが、虚血と関連した所見であるのか、左心機能低下と関連した所見であるのかは明確ではなかった。

いずれにしても運動能力の低い症例は予後も不良であり、2階段試験とトレッドミル試験の運動能力評価の基準は異なるが、2階段試験による評価も予後の推測に有用であることが認められた。

またトレッドミル試験との比較からは、シングル量以下は5 METs 以下、ダブル量以上は7 METs 以上に ほぼ相当すると考えられた。

文 献

- 1) Brusckhe A V G, et al: Circulation 162: 1147, 1973.
- 2) Brusckhe A V G, et al: Circulation 162: 1154, 1973.

- 3) Weiner D A, et al: Am Heart J 105: 749, 1983.
- 4) Burggrf G W, et al: Circulation 51: 146, 1975.
- 5) Vermeulen A, et al: Am Heart J 105: 798, 1983.
- 6) McNeer J F, et al: Circulation 57: 64, 1978.
- 7) Bruce R A, et al: Am J Cardiol 39: 833, 1977.
- 8) Hammermeister K E, et al: Circulation 59: 421, 1979.

2) 長期経過観察からみた運動負荷 ECG

および心筋シンチグラフィ

野原隆司* . 神原啓文* . 鈴木幸園*
河合忠一*

これまで冠動脈造影を施行した患者にアンケート調査を施行し、これを利用して、患者の生死に関する予後のみでなく、日常生活あるいは胸部痛に対して、トレッドミル運動負荷ないし運動負荷シンチグラフィが、何らかの形で予後判定をし得ないかを今回検討した。

I 対象及び方法

アンケート調査を行ったのは152名であり、そのうち3名は初回検査よりこのアンケートをするまでの平均66.7±48.0カ月内に死亡していた。男女比は123:29、年齢は26~75歳までで平均58±9歳であった。全例に冠動脈造影が施行されているが、75%以上を有意の狭窄として、0枝疾患が46名、1枝疾患51名、2枝疾患29名、3枝疾患16名である。初回検査時の最終診断は、狭心症79名、心筋梗塞45名、虚血性心疾患19名、胸痛症候群9名である。このうち、トレッドミル負荷テストのデータが使えるもの88名、負荷シンチグラフィ

の使えるもの96名であった。この両者のデータは、前出の冠動脈罹患指数、最終診断の内訳において、有意な差はなかった。

トレッドミル負荷テストは、Bruce法を用いて symptom limited の最大負荷をかけた。また負荷シンチは、エルゴメーターを使用して3分間ごとに25Watt ずつ漸増する多段階運動負荷法とし、同様 symptom limited 法にて終了1分前に²⁰¹Tl 2 mCi を静注し、planar scintigraphyにより負荷直後と2時間後の撮像を行った。シンチグラフィによる defect score は、以前に¹¹報告しているとおりのである。今回我々が用いたアンケートは9項目にわたるものであったが、この予後調査に対して3項目のみ利用した。

II 結 果

- まず最初のアンケートである。
『現在の健康状態についてお答え下さい。』
- a. 日常生活に何ら支障ない。
 - b. 階段、坂道昇降時、動悸・息切れが強い。
 - c. トイレに行く、顔を洗うといったごく普通

の動作をしても動悸・息切れがある。

d. 床についた生活である。

e. 死亡。

この項目は、ほぼ NYHA の 1°~4° に相当している。私たちの薬物療法の目的が日常生活に何ら支障ないというところにあるため、この項目のうち、a) を Group 1 として、b)~e) を Group 2 として、この両者間の検討を行った。

まず、冠動脈疾患の罹患枝数をみると、図1のように、2枝疾患、3枝疾患を合わせた多枝疾患の頻度において両グループ間に有意差があり (P > 0.01), Group 2 に多い。

また胸部痛があるかどうかとのアンケートに対して、Rest と Effort 時の差を比較してみると、図のように Group 1 と 2 の間には有意差はない。胸部痛の強度の差については明らかでない。しかし、Group 2 に死亡例が 3 例あり、そのうち 2 例は心臓死であった。Group 1 には死亡例はなかった。

また Group 1 と 2 の間で心カテ時の安静時 EF をみると、わずか Group 1 の方が良いが有意ではなかった。

また follow up 期間中の drug treatment の差をみたが、ここにも差はなかった (図2)。両者とも 85~90% に薬物療法が継続されていた。主な薬剤は、カルシウム拮抗剤、あるいは血管拡張薬で

あった。

トレッドミル負荷テスト (薬物療法前のもの) の結果をみると、運動時間は Group 1 が 8.8 ± 9.1 分、Group 2 が 6.8 ± 2.8 分と有意差があり (P < 0.01), また end point における double product (× 10³) は、Group 1 が 23.7 ± 6.7、Group 2 は 19.9 ± 5.5 と有意差があり (P < 0.01), 一方 ST level の低下は、Group 1 と 2 に有意差を認めなかった (図1)。これを、Bruce の step 2 以上到達できるかどうかということで Group 1 と 2 を比較してみると、明らかに有意差があり、Group 1 では 70% の人が step 2 をクリアーしていることになる。このように Bruce step 2 以上できる人の平均 5 年後の生活上の支障については、このように差がはっきりと出る。また end point における運動時の心拍数に関しても、Group 1 と 2 では有意な差があり、Group 1 では平均 140 で、より心拍数の上昇が可能であった。

また ²⁰¹Tl シンチの defect score では (図2右下)、運動時に明らかに有意差があるが、安静時の defect score に差を認めなかった。しかし、standard deviation (SD) が大きいので、検討の余地はある。

次のアンケート項目にうつる。

「最近も発作がありますか。(はい、いいえ)」

「はい」と答えられた方、その頻度はどうなっ

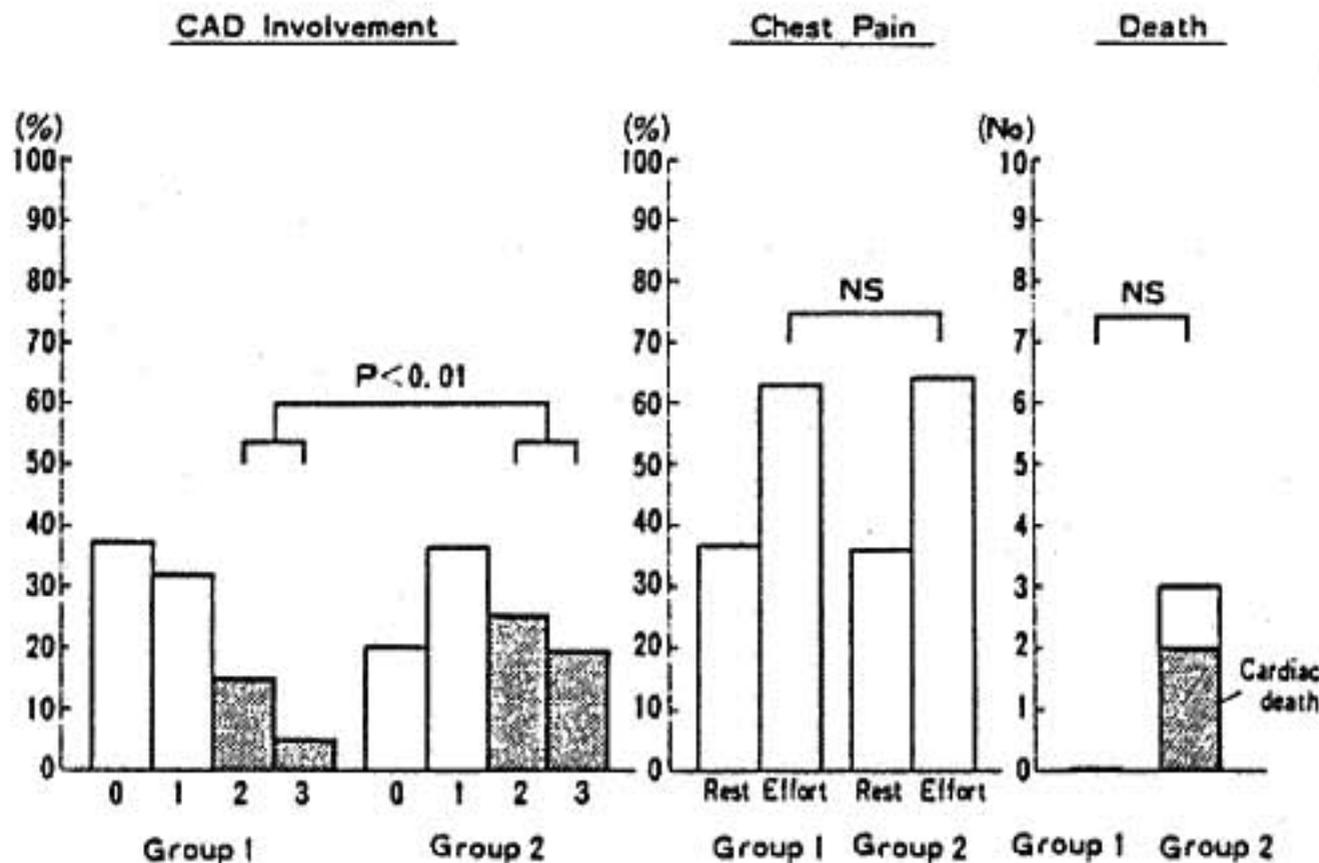


図1

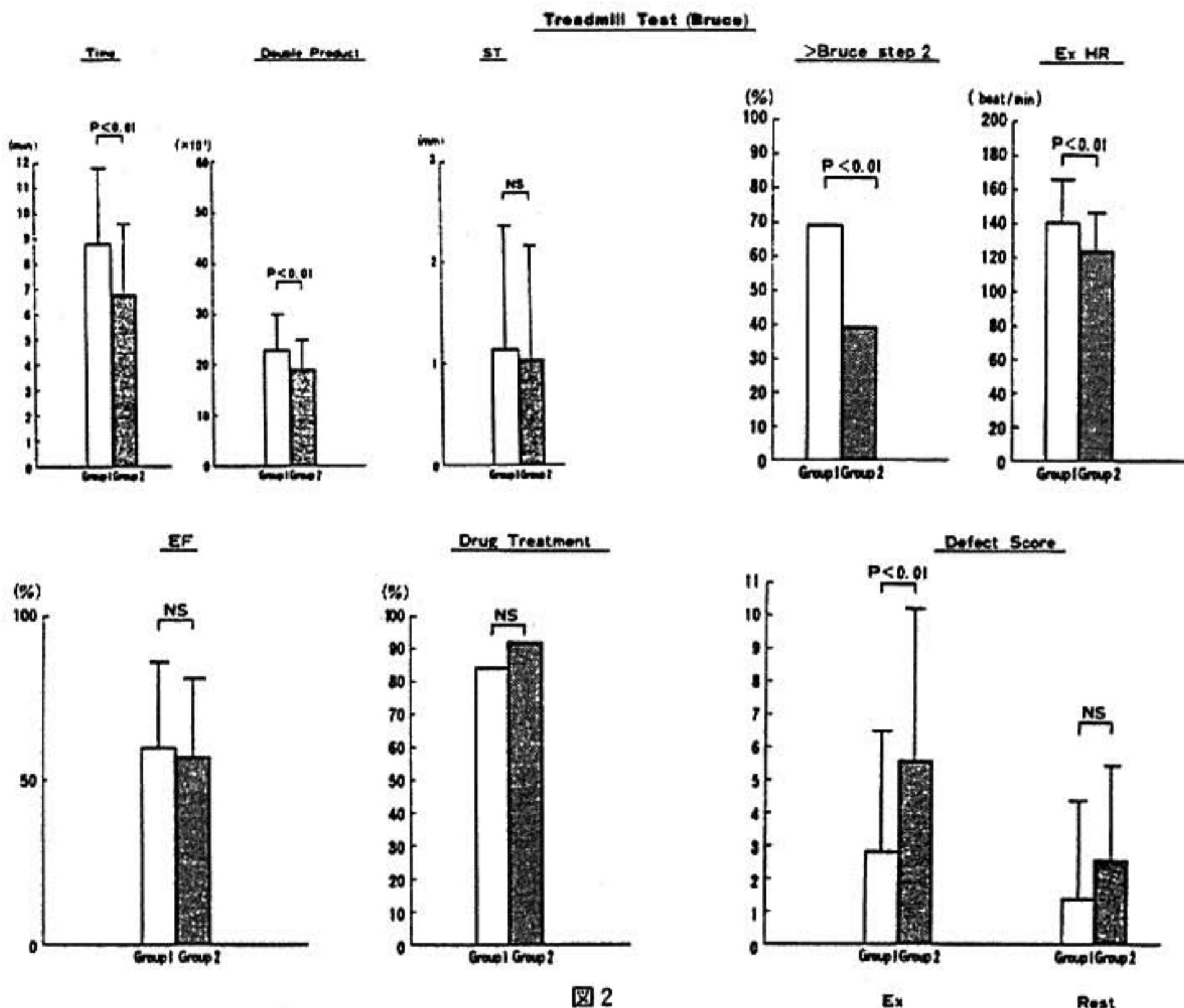


図 2

ていますか。

- a. 減少している。
- b. 不変である。
- c. 増加している。

胸部痛があるかないかという検討を、薬剤治療の反応としては、胸部痛のない人と減少している人の両者は良い反応であろうと考え、それ以外の胸部痛のある人と比較検討を行った。ちなみに、この項目の a, b, c は、Yes 1, Yes 2, Yes 3 として図 (図 3) の如く表示し、比率をみると、No と答えた人と、Yes と答えた人のうち、a と答えた人 (Yes 1) の和は 70% 近くを占める。

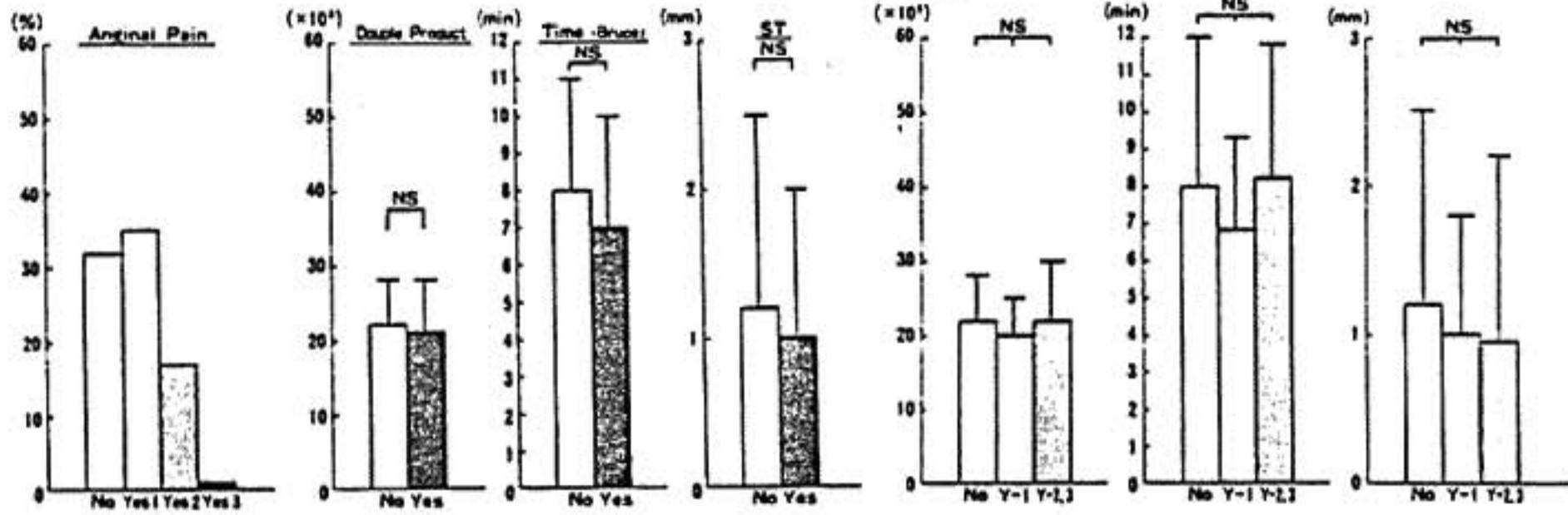
この No と答えた人と、Yes と答えた人のうちトレッドミルを行った人の、double product, 運動持続時間, ST 変化については、両者全く差がない。No と答えた人と、Yes 1, Yes 2 と 3 を比較してみても、3 者間にトレッドミルでは有意

差は生じなかった。すなわち、この 3 者への分類はトレッドミルでは予測できないことになる。

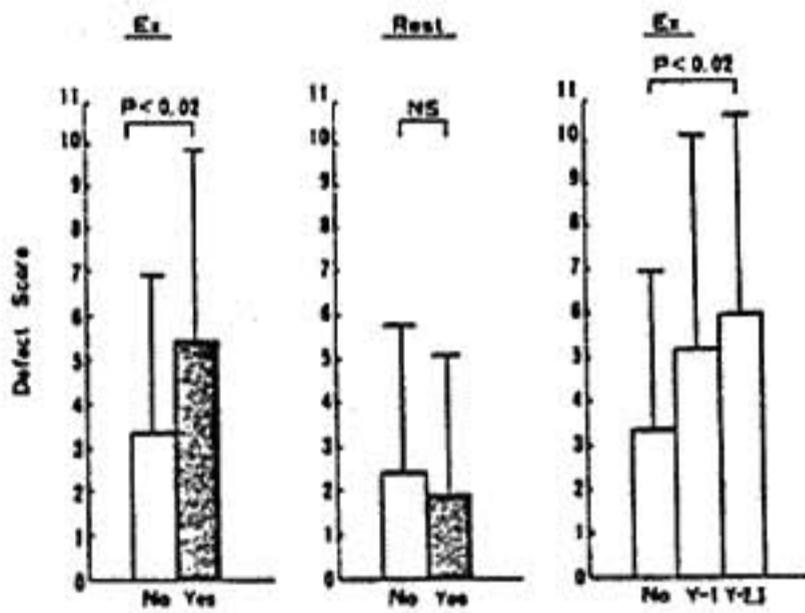
さらに、これを同様に ²⁰¹Tl シンチについて行ってみると、胸部痛があるかないかということで明らかに有意差がある (図 3 左下)。chest pain が将来もありうる人は (Yes), ²⁰¹Tl defect は大きく出る。これを前と同様に、No と Yes 1 と Yes 2, 3 を分けて比較してみると、有意差が出たのは、No と答えた人と Yes 2, 3 と答えた人であった。すなわち、胸部痛が変化しないが悪くなる人と、痛みがない人との ²⁰¹Tl シンチで差が出たことになる。安静時の有意差は認めなかった。

また、日常ニトログリセリンを使用している人と使用していない人とで、トレッドミルテストの差が出ないかということで検討したのが 図 3 (右下) である。しかし、double product, 持続時間, ST 変化とも有意な差は出なかった。

Treadmill Test



^{201}Tl scintigraphy



NTG 使用者と非使用者の Treadmill Test

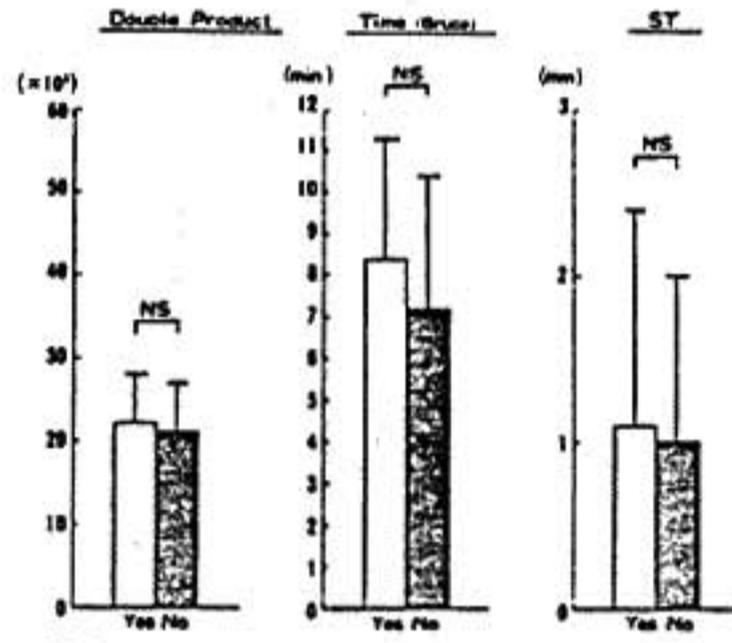


図 3

III 考察及びまとめ

今回検討した対象の中には、心臓死を2人含んだが、死亡率の予後判定²⁰⁾よりも、むしろ日常生活レベルにおける予後判定を、トレッドミルないし²⁰¹Tlシンチグラフィを用いて検討した。9割近くの患者において、平均67カ月の薬物療法がなされていた。トレッドミル・テストによる判定は日常生活が全く支障のない者で良く、生活能力の判定には、運動時間、double productが有用であり、Bruceでstep 2以上、心拍数で平均140を超えるまで運動可能なものは、薬物治療下に予後は極めて良い。しかし、日常生活下での狭心痛に関する判定において、トレッドミルでの予測は困難であった。我々のdataからみると、日常生活の制限と胸部痛の出現頻度は必ずしも一致しないことになり、同じ運動レベルが可能なら胸部痛が増加ないし不変でも、日常生活に制限が加わった

と感じる人が少ないと言える。この意味では、正確で客観的に、薬物治療下における予後を占うものとして、トレッドミルによる運動量判定に意味がある。

²⁰¹Tlシンチグラフィはstandard deviationが大きいとは言え、胸部痛の予後をも判定し得たのは、第1に運動負荷によるトレッドミルと²⁰¹Tlイメージングの冠動脈疾患の診断能の相違⁴⁾、第2にchest pain syndrome等のECG変化のみのもものが、²⁰¹Tlシンチグラフィでは、動脈硬化性冠動脈疾患から除外可能なため、正確な冠動脈疾患として予後判定が可能なことなどが、考えられた。

虚血性心疾患の予後は、死亡率のみをみるべきではなく、薬物療法にてどの程度の日常行動範囲が得られるかも重要なことであり、行動制限が強いと考えられる場合、積極的にA-CバイパスやPTCAを利用して、行動範囲を広めることを考慮

しなければならない。このような場合に、両者の負荷試験はそれぞれ、重要な役割を持つと考えられた。

文 献

- 1) Nohara R. et al: Stress scintigraphy using single-photon emission computed tomography in the evaluation of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 53:1250-1254, 1984.
- 2) McNeer JF, et al: The role of the exercise test in the evaluations of patients for ischemic heart disease. *Circulation* 57:64, 1978.
- 3) 戸嶋裕徳: 狭心症と心筋梗塞の治療。とくにリ

ハビリテーションを中心に。日内会誌 67:21, 1978.

- 4) Bodenheimer M M, et al: Comparative sensitivity of the exercise electrogram, thallium imaging and stress radionuclide angiography to detect the presence and severity of coronary heart disease. *Circulation* 60:1270-1278, 1979.
- 5) Laurence H, et al: Regional myocardial blood flow in patients with chest pain syndromes and normal coronary arteriograms. *Br Heart J* 40:242-249, 1978.

3) 心筋梗塞患者の退院時運動負荷試験と長期予後

藤 田 良 範* . 井 上 幸 一* . 桑 原 敏 樹*
 内 田 宏 子* . 荏 原 包 臣* . 林 正 博*
 山 田 齊* . 小 林 正 樹* . 長谷川 武 志*
 新 谷 博 一*

はじめに

当科では、急性心筋梗塞患者に対し入院中リハビリテーション(以下リハ)・プログラムに基づいた系統的リハを行い、退院時運動負荷試験を施行し、退院時の生活指導の資料としてきた。この退院時運動負荷試験の成績と退院後長期予後との関係について検討した。

I 対象と方法

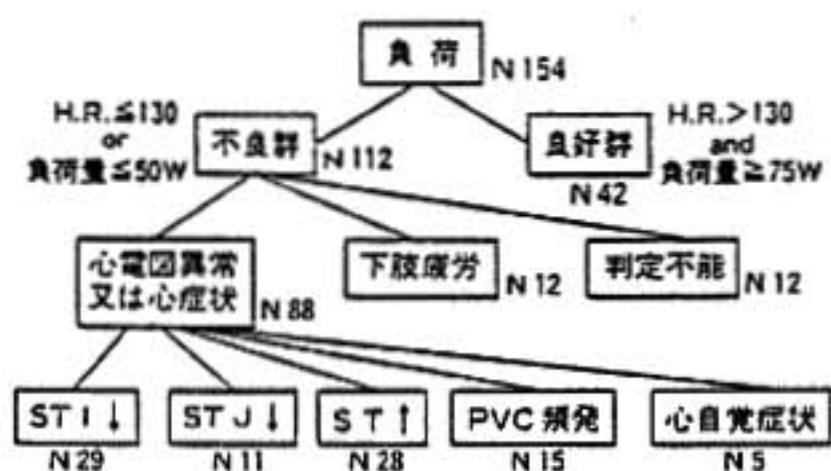
対象は当科 CCU に入院した急性心筋梗塞患者 154例、男145例、女9例、平均年齢 57.3 ± 9.8 歳、入院時 Peel's index は 10.1 ± 9.8 、入院期間は 74.3 ± 33.5 日であった。追跡期間は最短1年、最

長12年、平均4.6年であった。退院後の予後の指標として cardiac events (心臓死に再発作生存を加えたもの)を検討した。

運動負荷試験の時期は退院時とし、方法は坐位自転車 ergometer で多段階負荷法を用いた。負荷中止基準は狭心痛などの自覚症状の出現、心電図上安静時にくらべ ST 2.0mm 以上の偏位、または重症不整脈の出現とした。

II 結 果

退院時運動負荷試験を行った全例154例の累積生存率は1年99%、2年94%、3年92%、5年83%、9年73%であった。運動負荷量のみで分類し検討しても生存率に大きな差はなかった。そこで負荷量のほかに ST 偏位、不整脈などの心電図変化、自覚症状、心拍数を考慮し図1のように分類



良好群：運動耐容量が75W以上でかつ H.R.>130

不良群：運動耐容量が50W以下，又は H.R.≤130

1. 心電図異常又は心症状群：

- A. ST 虚血性 1.0mm以上低下
- B. ST J型 2.0mm以上低下
- C. ST 上昇 2.0mm以上上昇
- D. PVC 頻発
- E. 動悸，いきぎれ等の心症状(その他)

2. 下肢疲労による中止群：

図1 負荷判定基準

し検討した。

まず，負荷量と心拍数から分類し，負荷量75W以上可能でしかも心拍数が130を超えた42例を心機能良好群，負荷量50W以下か心拍数130以下の88例を不良群とした。不良群をさらに心電図異常中止例と自覚症状中止例に分けた。心電図変化のうち ST 虚血性(I型)低下1.0mm以上の群29例，ST J型低下2.0mm以上の群11例，ST上昇2.0mm以上の群28例，心室性期外収縮(PVC)頻発群15例に分類した。また，自覚症状のうち動悸・いきぎれ・胸痛等の心症状例5例，下肢疲労のみで中止した12例，および判定不能12例に分類し

た。

退院後の cardiac events 出現(図2)は良好群ではほとんどみられず，これに比べ心電図変化群では1年7%，5年18%，7年26%と高率に出現し，両者の間に有意差を認めた。心拍数が130以下での下肢中止群は2年22%とさらに悪かった。

図3のように心電図変化出現様式(ST I型低下，ST J型低下，ST 上昇，PVC 頻発)別に cardiac events 出現率をみると，ST J型低下群は良好群と同じように経過を通じてほとんど cardiac events の出現がみられないのに対し，ST I型低下群は1年17%，5年28%，7年38%と最も高率に出現した。ST 上昇群は1年4%，2年11%，5年18%と次いで高率に，PVC 頻発群がこれに次いで多く出現した。

III 考 案

心筋梗塞患者の退院時運動負荷試験による心機能と長期予後の関係を検討すると，心機能良好群と ST J型低下群の予後は良好であった。ST I型低下群，ST 上昇群，PVC 頻発群はこの順序に予後不良であった。Beckerら¹⁾，Velascoら²⁾も心筋梗塞患者に ergometer exercise test を行い，心電図で ST が2.0mm以上低下した群は，長期間の観察で死亡率が有意に高かったと報告している。心筋梗塞患者の退院後の長期予後³⁾を判定するうえで，退院時運動負荷試験は有用と考えられた。

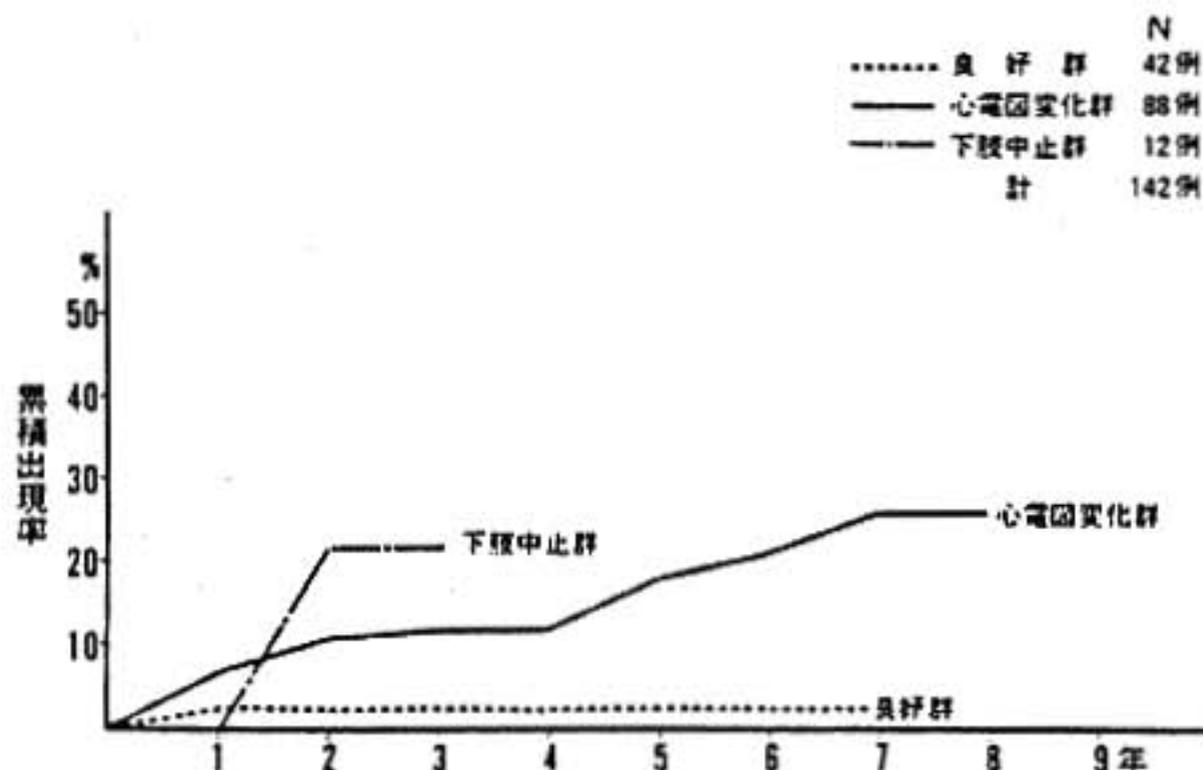


図2 運動耐容量良好群，不良群の cardiac events 累積出現率曲線

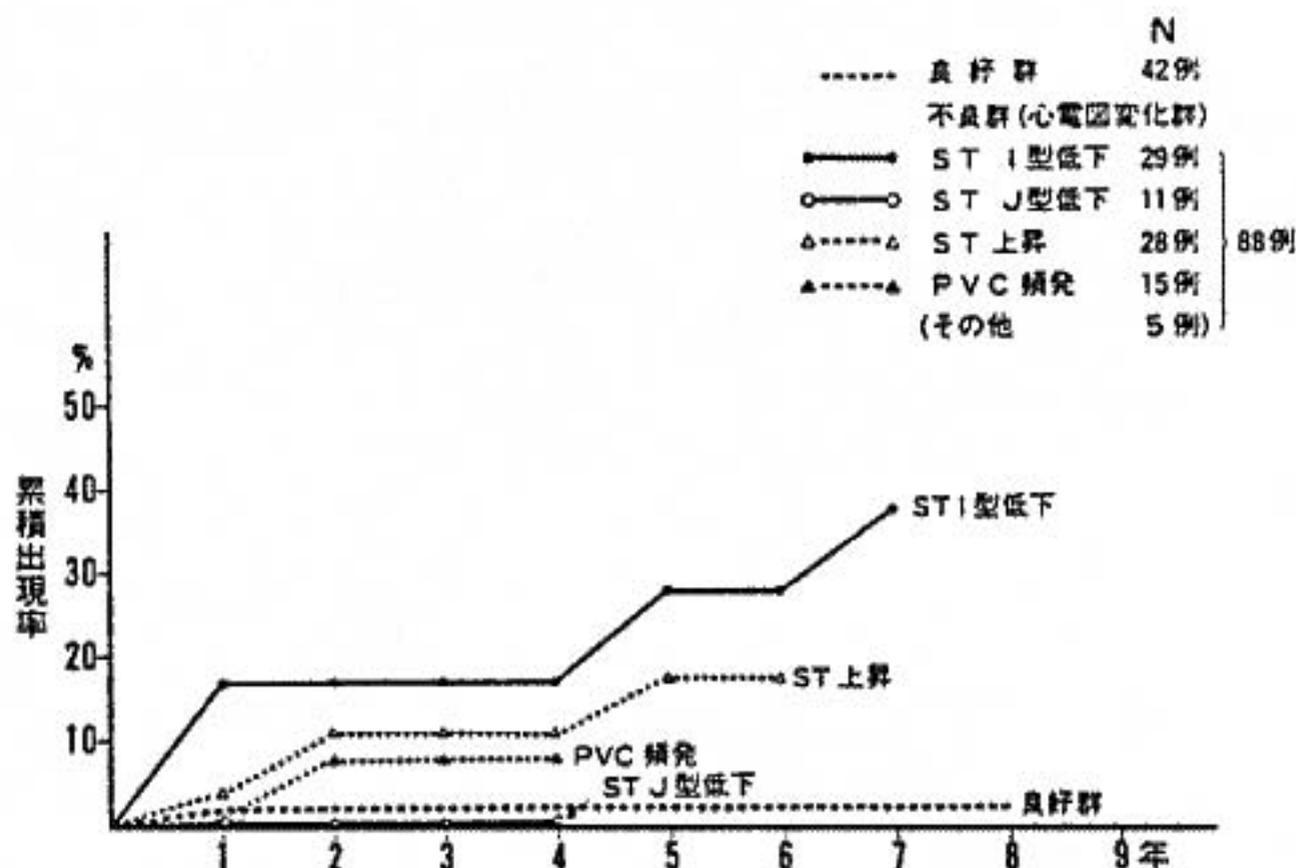


図3 心電図変化別よりみた cardiac events 累積出現率曲線

ま と め

- 1) 運動耐容量が75W以上で心拍数130/分を超えた例を心機能良好群とし、50W以下または心拍数130/分以下で心電図変化出現例・下肢疲労による中止例を不良群とすると、長期予後は明らかに不良群で悪い結果となった。
- 2) 不良群を①下肢疲労による中止、②ST I型低下(1.0mm)、③ST上昇(2.0mm)、④PVC頻発、⑤ST J型低下(2.0mm)に分類し予後を検討すると、この順に悪かった。
- 3) 退院時運動負荷試験より得られた自覚症状、運動耐容量、心拍数、心電図変化等を考慮して

心機能を評価することにより、予後の判定は可能と考えられる。

文 献

- 1) Becker G G, et al: Prognostic value of exercise testing: a 6-year following up in postmyocardial infarction patients. Am J Cardiol 68 (Supple): 71, 1981.
- 2) Velasco J A, et al: Early load-limited versus symptom-limited exercise testing: Prognostic value in 200 myocardial patients. Am J Cardiol 68 (Supple 2): 44, 1981.
- 3) 新谷博一, ほか: 心筋梗塞の予後と決定因子. 内科 20: 812-823, 1967.

4) 急性心筋梗塞の回復時における運動負荷試験と予後

広 木 忠 行* . 北 島 幸 治* . 副 島 寛*
森 下 行 信* . 荒 川 規 矩 男*

はじめに

一般に陳旧性心筋梗塞症の予後判定には、年齢、性別、梗塞後狭心症、心不全、重症度の高い心室性不整脈の有無、あるいは糖尿病の合併などが影響することが知られている¹⁾。一方、近年、急性心筋梗塞症の予後決定の最も重要な因子として梗塞巣の大きさが指摘されている²⁾。今回我々は、急性心筋梗塞の初回発作を生き延びた症例を対象として、退院時に施行した運動負荷試験の予後的意義について、心筋梗塞巣の大きさの指標とみなされている心電図異常 Q波の QRS スコアと対比して検討した。

I 対象および方法

対象としたのは福岡大学付属病院第二内科に1979年より1983年までに入院した急性心筋梗塞症の症例の中で、回復期にトレッドミル運動負荷試験を施行し、その後少なくとも1年以上経過観察が可能であったもので、その平均観察期間は約5年、平均年齢60.5歳、計80例であった。これらの対象例の中で1年後の生存者は男性60例、女性12例、計72例に対し、非生存者は男性6例、女性2例、計8例で、その死亡率は10%であった。運動負荷試験は、急性心筋梗塞症の回復期で、発症後1カ月前後の退院直前に施行した。運動負荷量はBruceのBプロトコルに従い、 V_3 、 aV_r 、 V_1 の3誘導心電図と血圧をそれぞれ3分毎に測定し、解析した。

対象とした症例の予後、生存者例の無事故群は、急性心筋梗塞罹患前の生活に復帰しているもので、

その他、心不全、狭心症、心筋梗塞の再発作を伴うものがあり、また外科手術療法を受けたものもあった。一方、非生存者群は心臓死と非心臓死に分類し、心臓死群はさらにHinkle³⁾に従い、不整脈死、循環不全死、およびそのいずれとも判定できなかったものに分類した。非心臓死は癌などの心臓病以外の原因で死亡したものである。

心筋梗塞巣の大きさは、急性期に記録された12誘導心電図より算出されたSelvesterらのQRSスコアの方法に基づいて推測した⁴⁾。

II 結 果

1) QRS スコアと左室駆出率との関連

今回採用したQRSのスコアの信頼性をみるため、左室駆出率との関連を検討した。駆出率はトレッドミル運動負荷試験とほぼ同じ時期に行われた左室造影像より算出したが、QRSスコアと駆出率の間には有意の逆相関が認められた。すなわちQRSスコアが大きいものほど駆出率が低下する傾向があった。

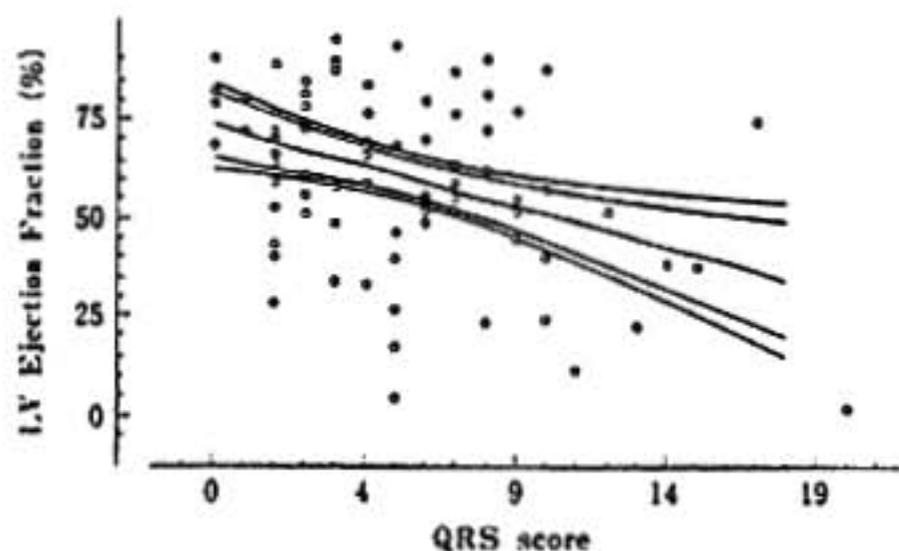


図1 心筋梗塞症におけるQRSスコアと左室駆出率との関連

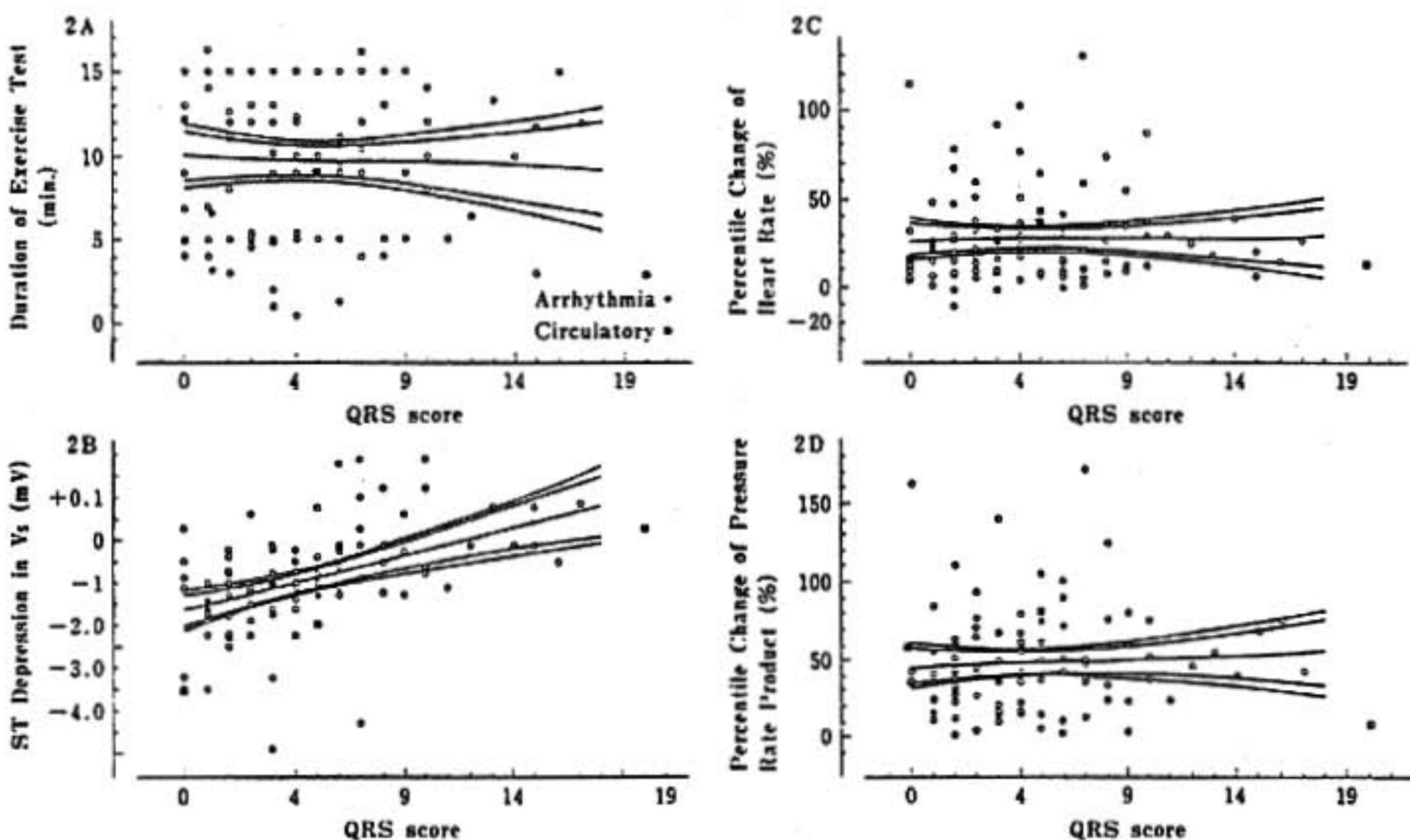


図2 心筋梗塞症患者的退院時におけるトレッドミル運動負荷試験の各種パラメータとQRSスコアよりみた心臓死

中抜き印: 生存者, 黒印: 心臓死例

2A ST変化 2B 持続時間 2C 心拍数の%変動率 2D 最高血圧の%変動率

2) トレッドミル運動負荷試験の持続時間と予後との関連

心臓死は、不整脈死および循環不全死ともQRSスコアが6以下で、運動負荷試験の持続時間が一般に短いものに多かった。

3) トレッドミル運動負荷試験のST低下と予後

V₅誘導における運動負荷試験のST低下と予後との関連では、不整脈死は、QRSスコアが6以下でST低下が軽度でも認められたが、循環不全死は必ずしも一定の傾向はみられなかった。

4) トレッドミル運動負荷試験の最高心拍数と予後との関連

運動負荷試験の際の最高心拍数が、毎分80から100前後のもので不整脈死が認められたのに対して、循環不全死は最高心拍数の比較的小なるものと、大なるものも含まれていた。

5) トレッドミル運動負荷試験の心拍数の%変動率と予後との関連

不整脈死および循環不全死とも心拍数の%変動率は、20ないし30%増加したものにみられたが、

一方、50%以上増加したものの、非常に低いものの両極端のものでは心臓死が認められなかった。

6) トレッドミル運動負荷試験の最高血圧と予後との関連

いずれの心臓死についても、明らかな関連はみられなかった。

7) トレッドミル運動負荷試験の最高血圧の%変動率と予後との関連

両者の間に有意の関連はみられなかった。

8) トレッドミル運動負荷試験の最高RPP (rate pressure product) と予後との関連

両者の間に有意の関連はみられなかった。

9) トレッドミル運動負荷試験の最高RPPの%変動率と予後との関連

特徴的な傾向はみられなかった。

10) QRSスコアと予後との関連

循環不全死はQRSスコアの大なるものにみられたが、不整脈死はQRSスコアが小なるものでも出現した。

Ⅲ 考案ならびに結語

急性心筋梗塞の長期予後に関するものでは、心臓リハビリテーション研究会の多施設による竹内らの報告¹⁾があるが、この報告ではリハビリテーション施行群と非施行群に分けて検討され、その中で心臓死は施行群で8.4%、非施行群で27%で、非施行群に有意に多く、かつ入院時の Peel の予後指数の高かった重症例で両群間の心臓死による死亡率の差が大なることが指摘されている。今回の我々の報告では、初回発作を生き延びた心筋梗塞例を対象としているが、その心臓死による死亡率は10%であった。さらに、梗塞の大きさを反映する QRS スコアと予後との関連では、QRS スコアの高低と1年以後の心臓死の間には有意の関連が認められなかった。今回の症例では発症後約1カ月後に施行された運動負荷試験パラメータと、心臓死との関連では、その持続時間と%心拍数で生存者例と非生存者例との間に差がみられたが、その他のパラメータについては心臓死と関連は認められなかった。

以上の結果、急性心筋梗塞発症後1カ月前後の運動負荷試験より得られたパラメータは、梗塞巣の大きさを推定する QRS スコアと関連して考慮すれば、その長期予後に対してある程度の見通しが可能なことを示唆していると考えられた。しかし、心筋梗塞症における長期予後の最終的な判定は、今回の運動負荷試験の結果に加えて、我々が既に報告した運動負荷により生じた不整脈²⁾、および R 波増高の有無³⁾などを加えた多変量解析による検討の結果を待ってなされるべきであると考えられる。

文 献

- 1) Rapaport E, Remedios P: The high risk patients after recovery from myocardial infarction: Recognition and management. *J Am Coll Cardiol* 1: 391-400, 1983.
- 2) 広木忠行, 吉田豊和, 奥平卓己, 河野知記, 佐々木 靖, 中島与志行, 福田圭介, 藤野正典, 荒川規矩男: 心筋梗塞の急性および回復期において認められた心室性期外収縮の型に関する検討. *治療* 66: 1302-1306, 1984.
- 3) 広木忠行, 森下行信, 副島 寛, 北島幸治, 荒川規矩男: 心筋梗塞の急性期心電図および回復期運動負荷心電図において認められた心室性期外収縮の型の子後的意義について. 第7回心臓リハビリテーション研究会口演. 東京, 昭和59年9月1日.
- 4) Page D L, Caulfield J B, Kastor J A, De Sanctis R W, Sanders C A: Myocardial changes associated with cardiogenic shock. *N Engl J Med* 285: 133-138, 1971.
- 5) Hinkle L E Jr, Thaler H T: Clinical classification of cardiac death. *Circulation* 65: 457-462, 1982.
- 6) Wagner G S, Freye C J, Palmeri S T, Roark S F, Stack N C, Ideker R E, Harrell F E, Selvester R H: Evaluation of a QRS scoring system for estimating myocardial infarct size I Specificity and observer agreement. *Circulation* 65: 342-347, 1982.
- 7) 竹内馬左也: 心臓リハビリテーション研究会報告, 1982.
- 8) 土居寿孝, 吉田豊和, 森山善彦, 河野知記, 佐々木 靖, 広木忠行, 荒川規矩男: 虚血性心臓病における運動負荷による R 波高増減の意義について. *福岡大医紀* 9: 55-65, 1982.
- 9) 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: 虚血性心臓病における運動負荷による R 波増高と心室壁運動異常の関連. 第18回循環器負荷研究会口演. 東京, 昭和59年2月18日.

1) Rapaport E, Remedios P: The high risk patients after recovery from myocardial

5) 心筋梗塞患者における低レベル運動負荷試験による予後判定

畑 典 武* . 岸 田 浩* . 早 川 弘 一*

はじめに

著者らは、第17回循環器負荷研究会において急性心筋梗塞 (AMI) 回復期に施行した運動負荷試験の運動時間、心血管造影所見と短期予後の関係につき検討し、運動時間の短い例、左室壁運動異常を有する例ならびに多枝障害例で予後不良となる率が高いことを報告した¹⁾。今回は、これに運動負荷試験の中止理由を加え発症1～2年間の予後との関係を検討した。

I 対象と方法

急性心筋梗塞95例 (男84例・女11例、平均年齢54±9歳) を対象とした。なお、再梗塞例は除外した。

運動負荷試験は多段階トレッドミル (速度1.7 MPH 傾斜を0, 2, 5, 7.5, 11, 14%の6段階、各3分間、計18分) を用いた。各段階の体酸素消費量は1.7, 2.5, 3.4, 4.2, 5.4, 6.5 METs である。運動中止理由は目標心拍数 (健常人の各年代毎の最大心拍数の85～90%)²⁾、全身疲労、息切れ、下肢疲労、20mmHg以上の血圧低下、胸痛、2mm以上のST低下、VPC多発ならびにプロトコール完了とした。

短期予後の判定は、退院後、心不全、梗塞後狭心症の発生、運動耐容能低下および梗塞再発作を認めたものを予後不良とした。

II 結 果

1) 短期予後

95例中、22例 (23%) が予後不良と判定された。男18例、女4例、平均年齢は58.1±6.8歳であっ

た。一方、予後良好例は73例 (男66例、女7例、平均年齢53.5±9.4歳) であり、予後不良群は良好群に比し高齢であった ($P < 0.05$)。性別には差はなかった。

予後不良例の内訳は心不全3例、梗塞後狭心症9例、運動耐容能低下6例および梗塞再発作4例であり、梗塞後狭心症9例中7例にACバイパスを施行した。

2) 短期予後と運動時間 (表1)

予後不良群の運動時間の平均は440±264秒であり、予後不良群の848±298秒に比し有意に短かった ($P < 0.01$)。運動時間を720秒 (4.2METs) 以下と、それ以上の2群に分け短期予後を比較すると、721秒以上の55例中予後不良は2例 (3.6%) のみであった。これに対し720秒以下の40例では20例 (50%) が予後不良と有意に高率であった ($P < 0.01$)。

表1 運動耐容能と短期予後

運動耐容能	予後良好	予後不良	計
4.2METs以上	53	2	55
以下	20	20	40
計	73	22	95

(χ^2 -test $P < 0.01$)

3) 短期予後と運動中止理由 (表2)

予後良好群ではプロトコール完了 (42.5%)、目標心拍数到達 (17.8%)、全身疲労 (11.0%)、ならびに血圧低下 (6.8%) が多く、これに対し予後不良群ではST低下 (22.7%) および胸痛 (13.6%) による中止例が多かった。VPC、息切れ、下肢疲労による中止例に差は認めなかった。

4) 心拍数増加様式

目標心拍数到達により運動負荷試験を中止した

* 日本医科大学 第一内科

表2 運動中止理由と短期予後

中止理由	予後良好	予後不良	計
目標心拍数	13	4	17
全身疲労	8	0	8
息切れ	1	1	2
下肢疲労	9	7	16
血圧低下	5	0	5
胸痛	0	3	3
ST低下	4	5	9
VPC	2	1	3
完了	31	1	32
計	73	22	95

17例につき、心拍数の増加様式を検討した。予後良好例の心拍増加は 8.1 ± 6.0 /分であったのに対し、予後不良例では 19.6 ± 6.3 /分と有意に心拍数の増加度が大であった ($P < 0.01$)。

III 考 案

AMIの運動負荷試験成績により予後を推測しようとする報告はいくつかみられ¹⁰⁾、その多くは運動時間とST変化が予後と関係があり、VPCはあまり関連がないとするものである。今回の結果も同様であり、VPCからは予後を推測できなかった。しかしVPCが予後と関係深いとする報告もあり、我々の調査が梗塞後1～2年と短期間であることを考えると、さらに長期間の調査が必要と思われた。

以前の我々の報告¹¹⁾でも、運動時間の短い例、ST低下を示す例は、左室壁運動異常例や多枝障害例に多く、当然この範疇の症例の予後が不良であることは推測できる。今回の結果もこれを裏付

けるものであった。

血圧低下により運動試験を中止したものは5例あり、3例が720秒以下、2例は721秒以上での中止であった。しかし、これらは全例運動により血圧は上昇し、その後収縮期血圧が20mmHg以上低下したものであり、短期予後は全て良好であった。これらの症例の血圧低下の機序は、心機能低下ではなく、最大運動時の末梢循環動態に起因する可能性があった。

結 論

AMI回復期における運動負荷試験の運動時間と中止理由は短期予後の予測因子となり、とくに4.2METs以上の運動耐容能を示す例は予後良好であるのに対し、4.2METs以下の例、胸痛やST低下で運動試験を中止する例、ならびに心拍数増加が速い例は予後不良であった。

文 献

- 1) 畑 典武, 他: 心筋梗塞例に対する低負荷運動試験の問題点. 最新医学 39: 2677-2679, 1984.
- 2) 久保田一輝: Treadmillによる運動負荷試験の基礎的および臨床的研究. 日医大誌 51: 726, 1984.
- 3) Pierre Thérault, et al: Prognostic Value of Exercise testing soon after Myocardial Infarction. N Engl J Med 301: 341-345, 1979.
- 4) Dennis M Davidson, et al: Prognostic Value of a Single Exercise Test 3 Weeks after Uncomplicated Myocardial Infarction. Circulation 61: 236-242, 1980.
- 5) Magdi Sami, et al: The Prognostic Significance of Serial Exercise Testing After Myocardial Infarction. Circulation 60: 1283-1246, 1979.

6) 境界型高血圧症に対する運動負荷試験と予後

齊藤俊弘*・山本和利*・稲垣義明*

近年、高血圧症の pre-stage として境界型高血圧症が注目されている。しかし、境界型高血圧症がすべて固定型高血圧症に移行するとは限らない。従って、どのようなタイプの境界型高血圧症が固定型に移行するかを予測することは臨床および予防医学上、極めて重要である。そこでわれわれは若年および中・壮年の境界型高血圧症のうち、どのようなタイプが固定型に移行するかを明らかにする目的で、運動負荷時の収縮期血圧の昇圧反応性を調べ、その後5年間の follow-up study を行った。

I 対象と方法

1975年から1979年までに千葉大学医学部第三内科の高血圧専門外来を受診した男子本態性高血圧症のうち、外来において、2カ月以内に日を改めてほぼ同一条件で少なくとも3回測定した、安静5分後の坐位血圧がWHOの境界型高血圧を示し、かつ ergometer による運動負荷試験を行った139例のうち、現在通院中かまたは電話などにより血圧の推移、治療の有無を確認しえた101例を対象とした。5年間の追跡期間内に、血圧が上昇し、坐位血圧が常に160/95mmHg以上になり、いわゆる固定型高血圧症に移行したものは35歳以下の若年群56例中22例、36~65歳の中・壮年群45例中28例であった。若年および中・壮年の固定型移行群と非移行群の年齢はそれぞれ24.4±5.9歳と26.8±6.0歳、45.3±5.8歳と44.7±6.2歳であり、いずれも両群間に明らかな差異を認めなかった。運動負荷は定量負荷型臥位自転車 ergometer を用い、1.25W/kg、6分間の単一負荷試験を行った。なお負荷試験はすべて未治療で行った。

II 結 果

まず正常血圧25例、境界型高血圧症139例および固定型高血圧症58例の安静時および運動負荷6分時の血圧値をみると、若年および中・壮年いずれにおいても、境界型高血圧症に比し固定型高血圧症で高かった(図1)。

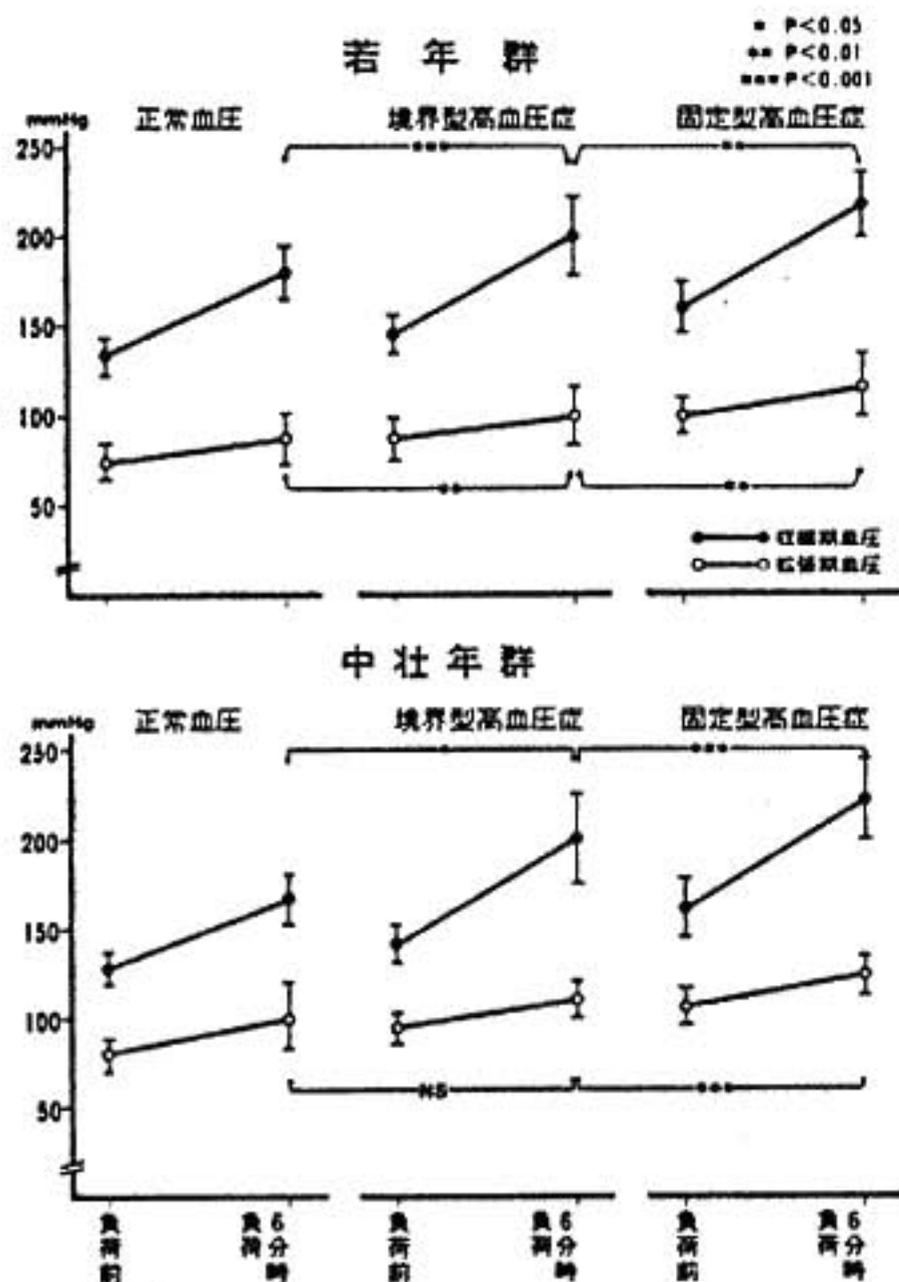


図1 運動負荷による血圧の変化

次に、境界型高血圧症のみを選び、5年以内に固定型高血圧症に移行した群と、移行しなかった群に分け、運動負荷に対する昇圧反応性を比較した。

図2に示すように若年群では負荷前、負荷6分時いずれも固定型移行群で血圧値が有意に大で

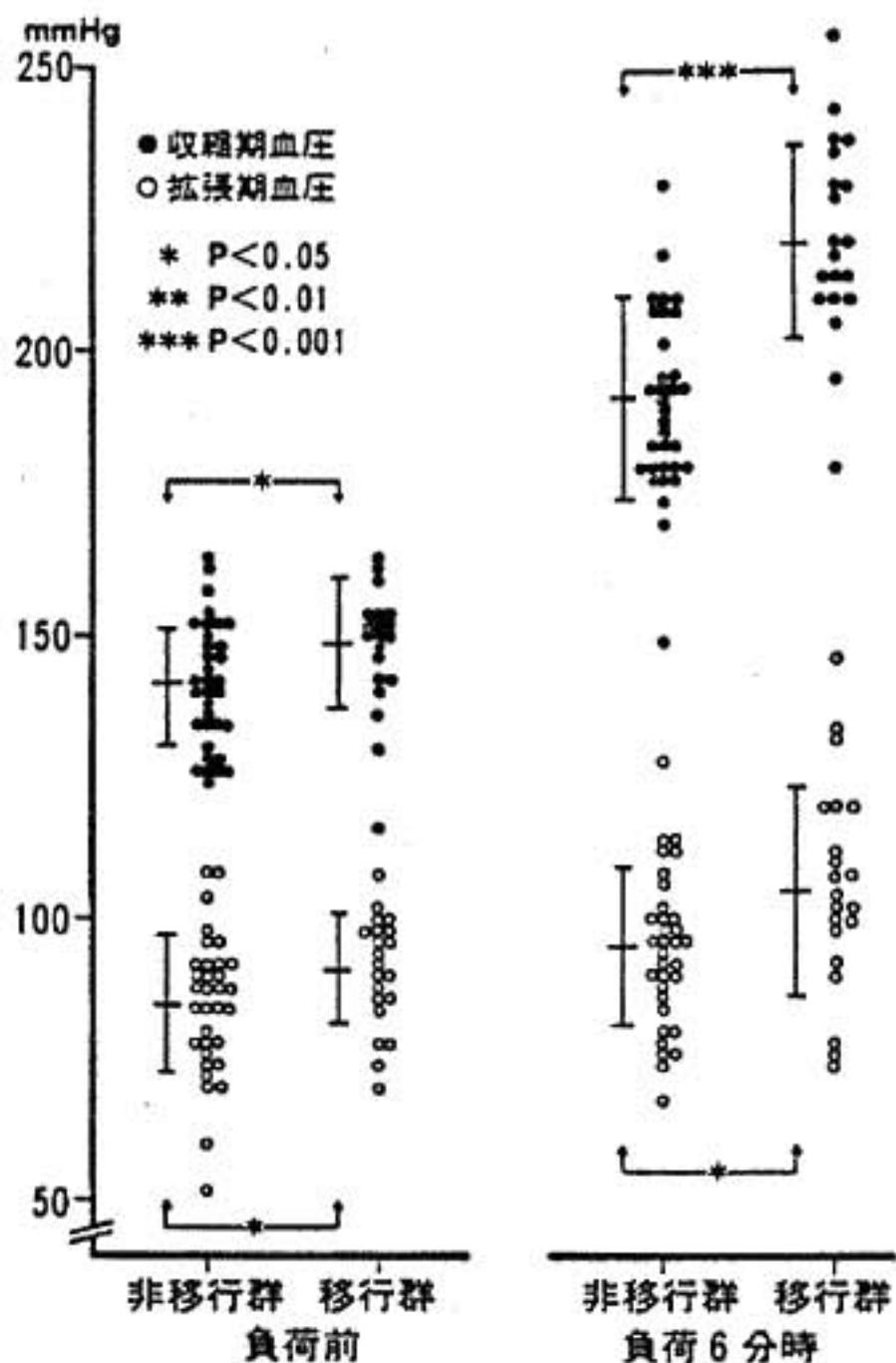


図2 負荷前および負荷6分時における固定型移行群と非移行群の収縮期血圧の比較(若年群)

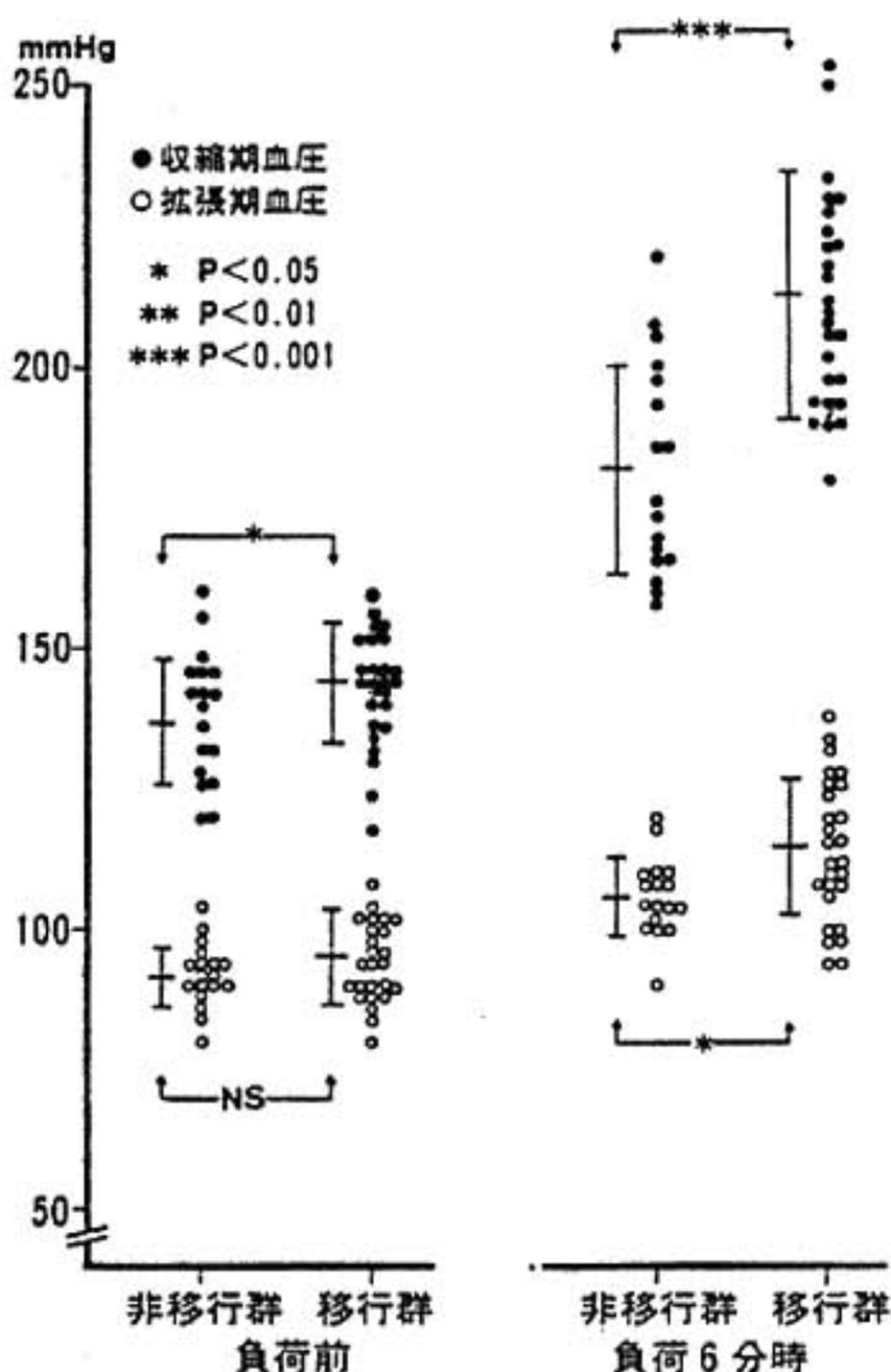


図3 負荷前および負荷6分時における固定型移行群と非移行群の収縮期血圧の比較(中・壮年群)

あった(図2)。とくに負荷6分時の収縮期血圧は固定型非移行群が 192 ± 19.4 mmHgであるのに対し、固定型移行群では 224 ± 15 mmHgと非常に高値を示した。

また、中・壮年群でも同様な傾向があり、負荷6分時の収縮期血圧は固定型非移行群で 179 ± 22 mmHg、固定型移行群で 213 ± 21.1 mmHgであった(図3)。

一方、心拍数については、固定型移行群と非移行群の間に明らかな差異を認めなかった。また、運動負荷による収縮期血圧の増加度は若年、中・壮年いずれも固定型移行群で有意に大であった。しかし拡張期血圧の増加度は若年、中・壮年いずれも両群間で差異を認めなかった。心拍数の増加度は、若年では両群間に差異を認めなかったが、中・壮年では固定型移行群でやや多い傾向にあった。すなわち境界型高血圧症から5年以内に固定

型高血圧症に移行した群は、境界型高血圧症であった時期にすでに運動負荷に対する収縮期血圧の上昇度が大きいことが明らかになった。

そこで、この事実をもう少し明白にするために、運動負荷6分時の収縮期血圧を便宜上若年群で210 mmHg、中・壮年群で190 mmHgを基準として固定型高血圧症への移行率を調べた(図4)。

若年群において210 mmHg未満では93%が固定型に移行せず、わずか7%が移行したにすぎなかったのに対し、210 mmHg以上では76%が固定型に移行しており、移行しなかったものは24%しかなかった。また、中・壮年群において190 mmHg未満では90%が固定型に移行せず、わずか10%が移行したにすぎないのに対し、190 mmHg以上では87%が固定型に移行し、移行しなかったものは13%にすぎなかった。すなわち境界型高血圧症に臥位自転車 ergometer を用い、 1.25 W/kg,

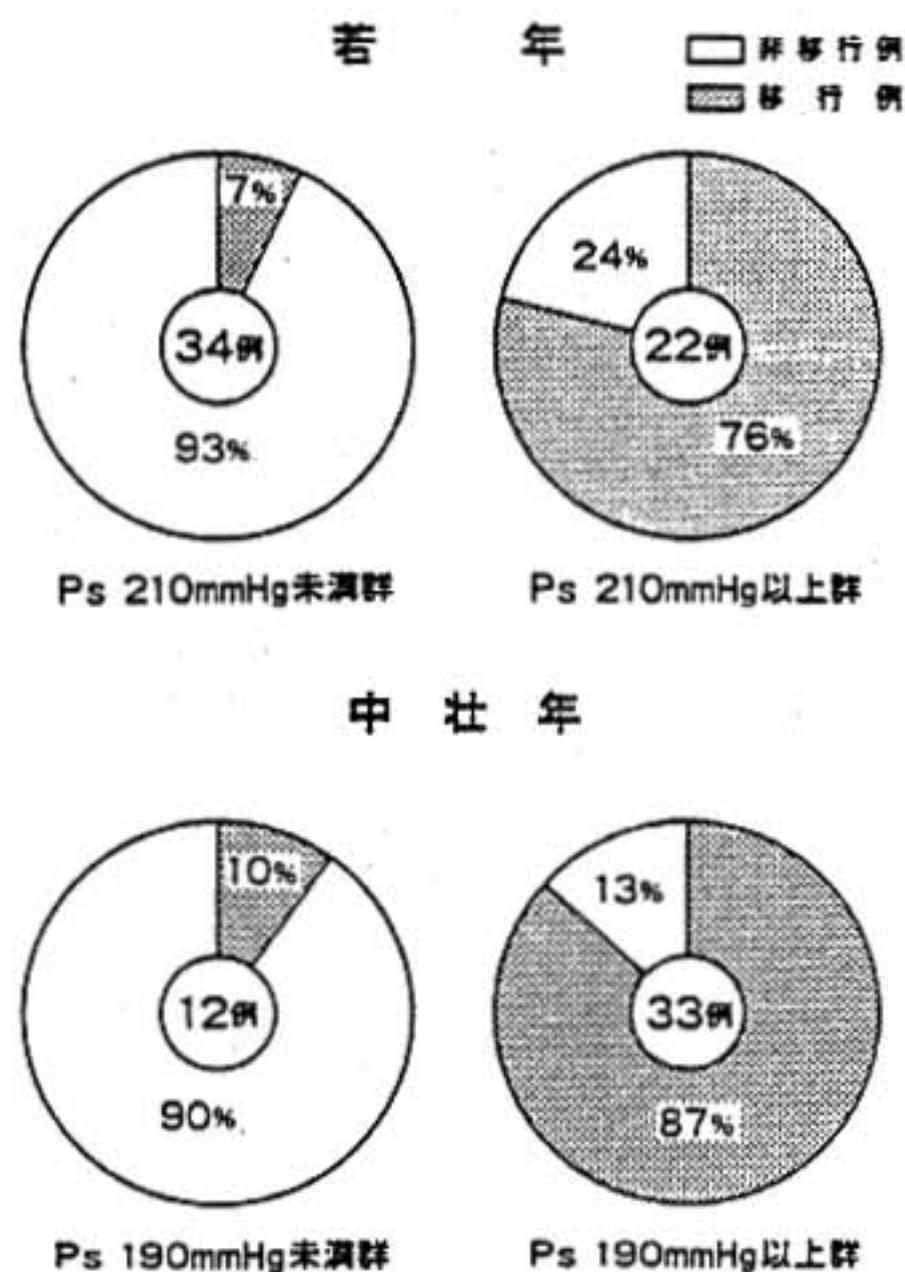


図4 運動負荷6分時の収縮期血圧より分類した境界型高血圧症の固定型高血圧症への移行率

6分間の運動負荷を行った場合、収縮期血圧が若年で210mmHg、中・壮年で190mmHgを超えるものは、5年以内に固定型高血圧症に移行する可能性が高いといえることができる。

それでは、境界型高血圧症に運動負荷を行わずに固定型に移行するか否かを予測することかできないかということになる。まず、境界型高血圧症時の安静時血行動態をみた。固定型移行群で、若年群では血圧、心拍出量、容積弾性率が高い傾向を示し、中・壮年群では血圧、全末梢抵抗、容積弾性率が高く、心拍出量が低い傾向を示した。しかしいずれも有意ではなかった。

次に、これらを血行動態的パターンより心拍出量の増加した高心拍出量型(M型)と、全末梢抵抗の増大した末梢抵抗増大型(W型)に分類し、それぞれの占める割合を調べた。若年群では固定型非移行群に比し固定型移行群でW型の占める割合がやや多くあったが、中・壮年群では両群間に差を認めなかった。また安静時血漿レニン活性も

若年、中・壮年群いずれも両群間で差を認めなかった。従って安静時のみの検査では、境界型高血圧症の予後を推測することは不可能であった。

Ⅱ 考 案

最近、高血圧症に対しても運動療法が行われるようになった¹⁾。しかし、高血圧症の病態および予後評価に運動負荷試験を用いる試みはほとんど行われていない。

一般に運動により血圧は上昇するが、この程度は、今回のデータからも明らかなように、健常者に比し高血圧症者が大である。一方、境界型高血圧症では、血圧とくに収縮期血圧上昇度の異なる2群に分けることができる。すなわち、固定型高血圧症のように上昇度の大きい群と、健常者に似た反応を示す群である。そこで、この2群は固定型高血圧症移行率が異なるのではないかという考えが生じる。Kirchhoff²⁾も、将来高血圧になるか否かを、負荷中の血圧上昇によってある程度知ることができるとしている。すなわち、安静時血圧が正常域であっても負荷により収縮期血圧200mmHg、拡張期血圧110mmHgを超えることがこれに相当すると報告している。

われわれは、対象を男性境界型高血圧症に限定し、年齢により35歳以下の若年群と36～60歳の中・壮年群に分け、一定量の運動負荷に対する昇圧反応性と固定型高血圧症への移行率について検討した。その結果、1.25W/kg、6分間の臥位自転車 ergometer による単一負荷で収縮期血圧が若年群で210mmHg、中・壮年群で190mmHgを超えたものは5年以内にそのほとんどが固定型高血圧症に移行し、治療を必要としていたことが明らかになった。従って、境界型高血圧症の予後および降圧療法開始時期の決定基準として、運動負荷試験に対する血圧の反応性が極めて有用であることが示唆される。

ま と め

臥位自転車 ergometer を用い、1.25W/kg、6分間の単一運動負荷試験を行った男性境界型高血圧症139例を対象とし、5年間のfollow-up study を

行った。その結果

1) 境界型高血圧症より固定型高血圧症に移行した群において、境界型高血圧症当時の運動負荷に対する収縮期血圧の昇圧反応性が大きであった。

2) 1.25W/kg, 6分間の単一運動負荷により収縮期血圧が若年で210mmHg以上, 中・壮年で190mmHg以上であったもののうち, それぞれ76, 87%が5年以内に固定型高血圧症に移行した。一方, 若年で210mmHg未満, 中・壮年で190mmHg未満であったものは, 5年間の経過をみてもそれぞれ93%, 90%が固定型高血圧症には移行しな

かった。

以上より, 運動負荷に対する収縮期血圧の上昇度が高い境界型高血圧症では, 5年以内に大部分のものが固定型に移行することが明らかになった。

文 献

- 1) Boyer J L, Kasch F W: Exercise therapy in hypertensive men. JAMA 211:1668, 1970.
- 2) Kirchhoff H W: Praktische Funktionsdiagnostik des Herzens Kreislauf. Johan Ambrosius Barth, Munchen, 1965.

第20回 循環器負荷研究会

日時:昭和60年2月16日(土) 午前9:30~午後6:30

会場:エーザイ株式会社 本社新館5階ホール

一般演題

- 1) 運動時における O₂ 吸入の影響
—特に嫌気性代謝と血液ガスの変動について— 東京医科歯科大学 市岡正彦^{u*}(1883)
- 2) 労作性狭心症発作時の血行動態の検討
—運動負荷による経時的左室拡張終期圧の変化について— 虎の門病院循環器センター 大島茂^{u*}(1886)
- 3) 右室ペーシング負荷による心筋シンチの異常所見 富山医科薬科大学 能沢孝^{u*}(1889)
- 4) 労作性狭心症状を有する例の運動負荷時血中カテコールアミン反応性の特異性について 筑波大学 藤田享宣^{u*}(1891)
- 5) 虚血性心疾患の診断におけるトレッドミル負荷心エコー法の有用性 心臓血管研究所 高田博之^{u*}(1894)
- 6) 溶出速度の異なる2種類の Nifedipine 製剤の運動負荷試験による比較検討 東京慈恵会医大 三浦義太郎^{u*}(1898)
- 7) エルゴノビン負荷試験および運動負荷試験における下壁誘導陰性U波の診断的意義 小松島赤十字病院 日浅芳一^{u*}(1900)
- 8) 虚血性心疾患における dipyridamole 負荷体表面電位図法 山形大学 川島祐彦^{u*}(1902)
- 9) 冠動脈疾患患者における運動耐容能と心室性期外収縮との関係について 浜松医大 神川正^{u*}(1904)
- 10) 運動による血圧低下例の検討 三重大学 山門徹^{u*}(1906)

統一テーマ

I いわゆる健康者に対する運動負荷試験の意義

- 1) 体育系学生における運動負荷試験 昭和大学医学部付属病院 橋本通^{u*}(1909)
- 2) 健康者におけるメディカルチェックのための運動負荷試験について 関東通信病院 坂本静男^{u*}(1911)
- 3) 運動耐容能、左室機能および末梢循環機能に及ぼす肥満の影響と性差 東邦大学 長谷弘記^{u*}(1915)
- 4) Cardiovascular Fitness Index について 筑波大学 紅露恒男^{u*}(1917)
- 5) 若年、熟年、高年者における循環応答のプロフィール 山形大学 山口一郎^{u*}(1920)
- 6) 健康人との比較による運動耐容能評価から行った労作狭心症の重症度判定 東京医科大学 佐藤尚^{u*}(1923)
- 7) 中高年者の運動処方に関して 住友病院 宇佐美暢久^{u*}(1925)

II 運動負荷試験と予後

- 1) マスター法とトレッドミル法との比較 久留米大学 豊増功次^{u*}(1929)
- 2) 長期経過観察からみた運動負荷 ECG および心筋シンチグラフィ 京都大学 野原隆司^{u*}(1932)
- 3) 心筋梗塞患者の退院時運動負荷試験と長期予後 昭和大学 藤田良範^{u*}(1936)
- 4) 急性心筋梗塞の回復時における運動負荷試験と予後 福岡大学 広木忠行^{u*}(1939)
- 5) 心筋梗塞患者における低レベル運動負荷試験による予後判定 日本医科大学 畑典武^{u*}(1942)
- 6) 境界型高血圧症に対する運動負荷試験と予後 千葉大学 斉藤俊弘^{u*}(1944)