

リハビリテーションにおける two-step 法の検討

—身体負荷量及び循環系負荷量の強度別比較—

荻田 啓子*・天野 直美*

野田 汎史*・紅露 恒男*・伊藤 良雄*

心疾患のリハビリテーション(以下リハと略す)への運動負荷法応用は、近年、トレッドミル、エルゴメーターなど高価な機器を利用する方法が検討されているが、なお一般的普及には遠い。一方、マスター台を利用した負荷は、定量的な問題点、多くのパラメーターを扱い難いことなど、デメリットもあるが、装置の安価なこと、簡便性、普及しやすさなど、捨て難い利点を有する。このマスター法を基準とし、負荷の強さ、すなわち毎分の階段昇降速度を段階的に変え、また一部は、昇降速度はマスター基準に合せ一定とし、負荷時間を変えて、消費エネルギー量や心脈管系負荷量が、外的運動量とどのような関係を保ちながら変化していくかなど、少しく基礎的な検討を行ったので報告する。

I. 対象及び方法

対象は健康男子7例、年齢 27.6 ± 2.3 才、身長 170.7

± 3.5 cm、体重 64.7 ± 7.2 kg である。これらに体重・年齢・性別による Master 提唱の階段昇降回数¹⁾²⁾、すなわち階段昇降速度を100%とし、その25%、50%、75%、100%、125%、150%の負荷を各3分間ずつ、充分な回復を待って逐次負荷し、負荷時心拍数・血圧・PRP(収縮期血圧×心拍数)・心電図・体酸素消費量を比較した。また、階段昇降速度を Master 規定(100%)に固定し、負荷時間を half(45秒)、single(1分半)、double(3分)、triple(4分半)、6分と変え、時間因子の検討をも併せ行った。すなわち負荷時間3分を100%とすると、それぞれ25%、50%、100%、150%、200%の時間に相当する。

心電図は胸部双極誘導をテレメーターにて送信、連続記録。また、血圧は、血圧計及び聴診器のチューブを約1.5mに延長し、運動前・後のみならず、負荷中にも1分毎に測定した。体酸素消費量は、負荷前・中・後とも各3分間の呼気ガスをダグラスバッグに採

* 東京大学医学部 第四内科

取, 3分間の平均値として算出した。なお負荷前・後の測定はともに坐位にて行った。

II. 結果及び考察

1) 心拍数

図1の横軸上段は負荷強度(昇降回数)で, 各被験

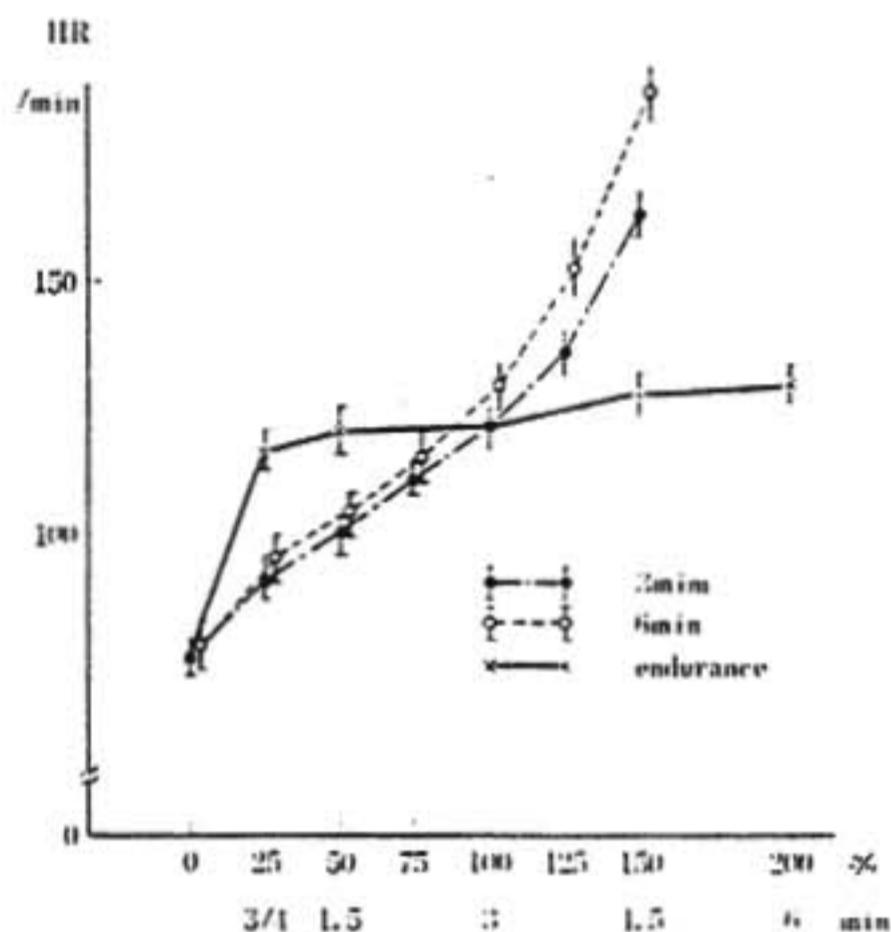


図1 HR

者の年齢・性・体重別 Master 規定昇降回数に対するパーセンテージ, 横軸下段は負荷時間の長さで, double Master (3分) に対するパーセンテージである。図(丸印)のごとく, 負荷強度25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%で, それぞれ到達最大心拍数は毎分 90.4 ± 10.0 , 99.4 ± 8.0 , 110.1 ± 8.4 , 119.7 ± 10.0 (Robinsonの年齢別負荷時到達最大心拍数予測値の62%に相当), 138.6 ± 11.7 , 161.4 ± 10.4 であった。負荷強度100%以下の場合, 強度25%の変化に対し, 心拍数の変化分は10BPMであり, double Master以下の軽量負荷の場合, 心拍数は負荷強度に比例して直線的に増大する傾向が認められた。また, 同一負荷強度における負荷強度3分(○印)と6分(●印)の到達心拍数は, 負荷強度100%以下ではほぼ同じであり, 3分以内に定常状態に達することが分る。

一方, 負荷時間変化群(×印)では, half 45秒(負荷時間25%)ですでに 116.0 ± 9.0 に達し, double Masterでの到達心拍数の95%となり, 以後 single

(50%), double (100%), tripple (150%), 6分でそれぞれ 119.6 ± 11.5 , 119.7 ± 10.0 , 126.9 ± 10.4 , 128.1 ± 10.1 と負荷時間とともに増加する傾向があるものの僅少であり, 有意差なく, 心拍反応は持続時間よりも運動強度に大きく影響されることがわかる。

2) 血圧

収縮期血圧の反応に関しては, 図2のごとく, 負荷

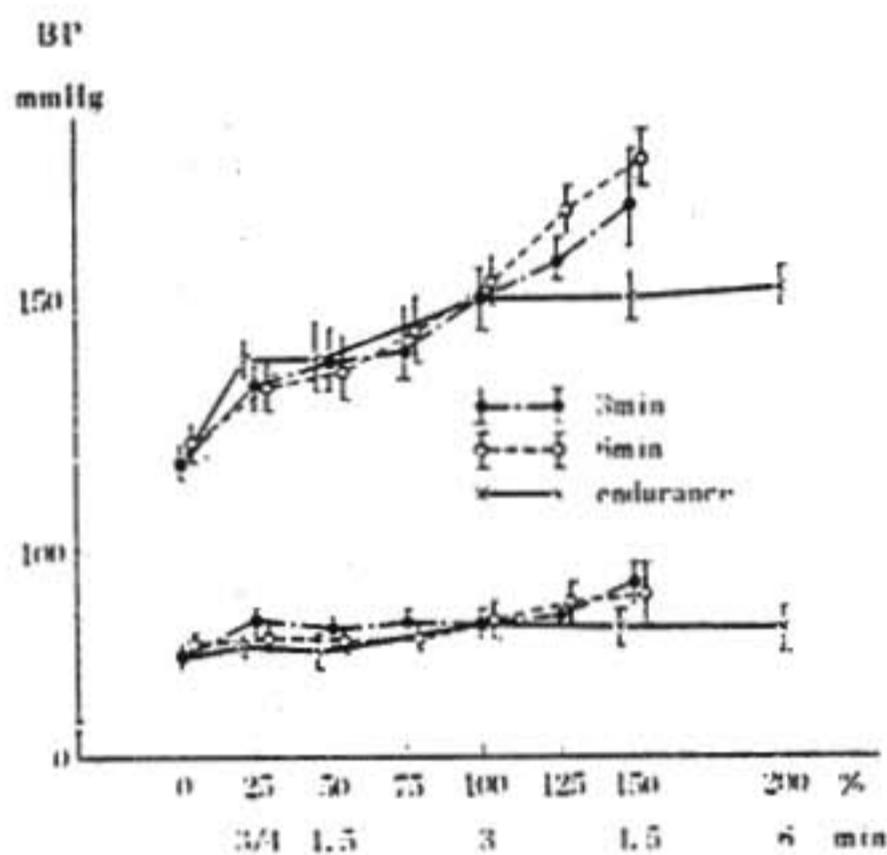


図2 BP

強度25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%で, それぞれ 133.7 ± 12.4 , 137.7 ± 16.6 , 141.4 ± 17.7 , 149.1 ± 16.1 , 155.7 ± 10.1 , 167.6 ± 20.2 と負荷強度に比例して漸増。負荷時間に関しては, 心拍数の反応とやや異なり, 定常状態に達する時間が長く, 3分までは負荷強度変化群と同様に漸増する。

また, 負荷終了直後の収縮期血圧は負荷時到達最大血圧値に比し, 約5~10mmHg低いことから, 負荷直後の血圧より負荷中の到達最大血圧値を推定できる。

一方, 拡張期血圧は, 負荷強度125%以上の負荷で微増するのみで, 100%以下の軽度負荷時には変化しない。

3) PRP (Pressure Rate Product)

心拍数と収縮期血圧の積である。PRPの反応は, 図3にみられるように負荷強度25%で $(121.4 \pm 21.5) \times 10^3$, 50%では $(140.2 \pm 25.8) \times 10^3$, 75%では $(156.7 \pm 29.6) \times 10^3$, 100%, すなわち double Masterでは $(179.6 \pm 33.1) \times 10^3$, 125%では $(216.1 \pm 27.1) \times 10^3$,

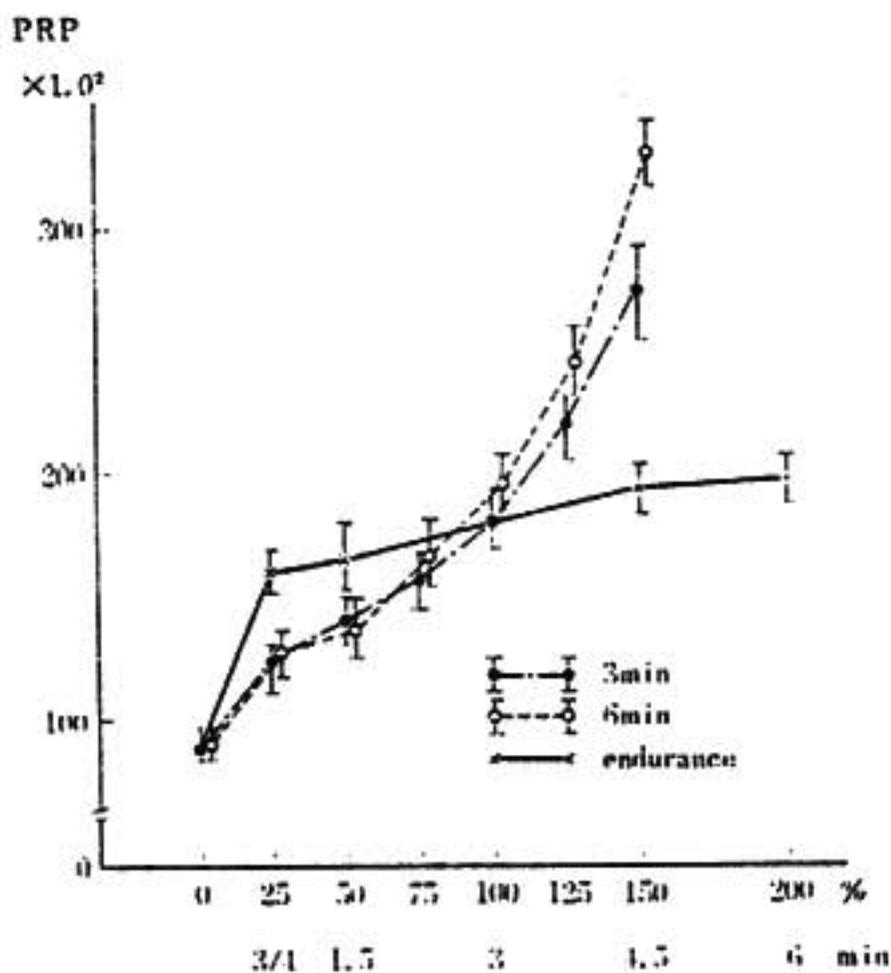


図3 PRP

150%では $(270.9 \pm 41.3) \times 10^2$ となり負荷強度に比例して増大する。一方、負荷時間変化群 (×印) は、心拍数の反応と同様に、half 45秒 (負荷時間25%) で $(159.3 \pm 21.9) \times 10^2$ に達し、double Master 到達最大値の88.7%となる。

4) 体酸素消費量 $\dot{V}O_2$ (図4)

前述のごとき循環系反応を示す各負荷強度の体酸素消費量³⁾は、負荷強度25%で 0.86 ± 0.18 L/min (double Master 時 $\dot{V}O_2$ の44%)、負荷強度50%で 1.24 ± 0.20 (同63%)、75%で 1.48 ± 0.13 (同76%)、100%、すなわち double Master で 1.96 ± 0.13 、125%で 2.32 ± 0.16 (同120%)、150%で 2.70 ± 0.18 (同138%) と、負荷強度と体酸素消費量間には正の比例関係が認められる。

5) 症例

図5は、前壁中隔心筋梗塞後75日目の症例で、日常生活でまったく自覚症がない。客観的データより活動の許容範囲を決定するため、まず25%の負荷強度より開始したところ、75%の負荷強度で、 C_1-C_{12} の誘導で、安静時二相性T波が単相性となる。次に、Master法の half より開始したところ、single Master (100%強度×1分半) で75%強度×3分とほぼ同様の心電図変化をきたした。このように時間が短くとも強度の強いもの、強度はやや弱い長時間のものと同様の

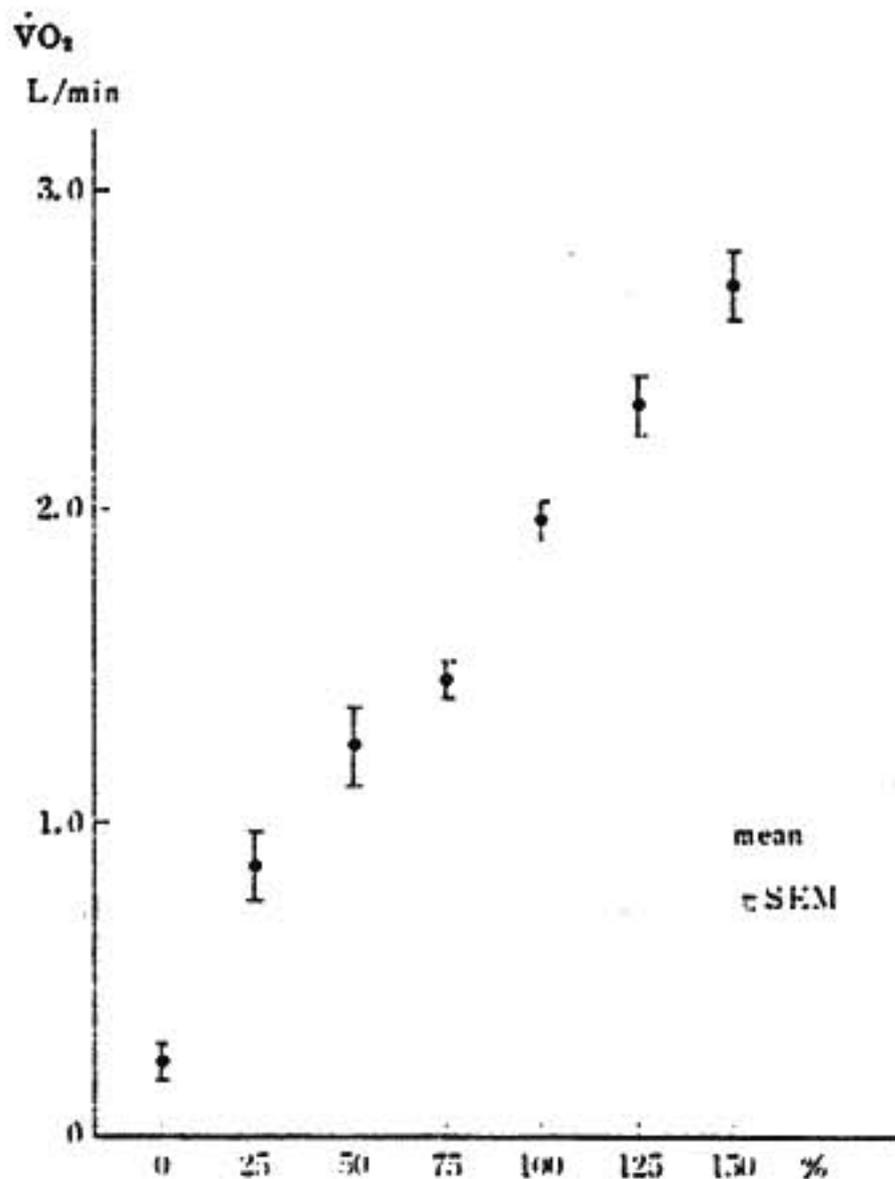


図4 total $\dot{V}O_2$

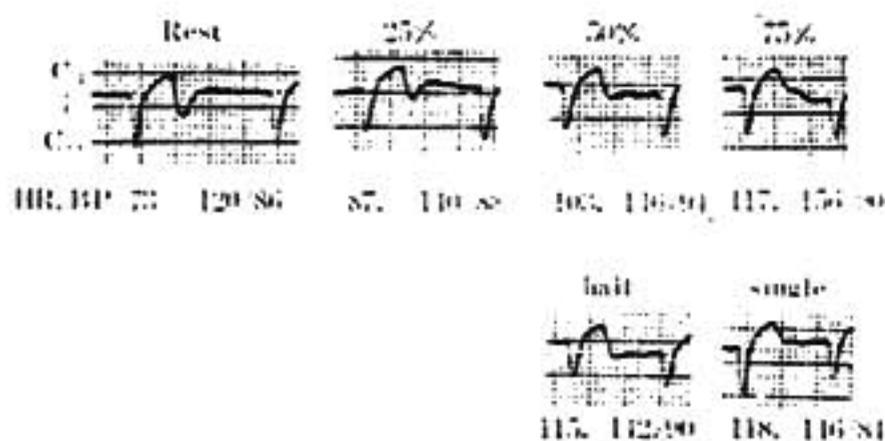


図5 H.T. 33 Yrs. ♂ AMI 75th Day

心電図反応をみたことは、時間の因子の関与の複雑なことを思わせ、さらに今後詳細な検討が必要と思われる。

なお心拍数・血圧に関しては、健常男子と同様の反応を呈している。

以上のごとく、身体負荷量の軽い場合には、身体負荷量と体酸素消費量 (消費カロリー) が比例することから、日常生活内容の労作強度別表⁴⁾と対比して、心筋梗塞の初期のリハビリや、比較的重症度の高い心疾患一般の生活管理の指標を定めることができるので、two-step 法の負荷強度を変える方法は有用な手段と思われる。

III. 結 語

今回、我々は日常繁用されている two-step 法を利用改変し、その負荷強度と身体負荷量・循環系負荷量との関係を検討した。循環系反応、とくに心拍数と PRP は、負荷時間より負荷強度の影響が大きく、負荷強度と比例する。負荷強度を変化させる方法は、半定量的な面も有し、重症心疾患患者・高齢者等に対する軽度運動負荷法として、その経済性、簡便性の点からも、運動許容量の判定や physical training に繁用される価値のある方法であると思われる。

文 献

- 1) Master, A. M., Oppenheimer, E. T. : A Simple Exercise Tolerance Test for Circulatory Efficiency with Standard Tables for Normal Individuals. *Am. J. Med. Sci.* 170 : 223, 1929.
- 2) Master, A. M., Oppenheimer, E. T. : Simple Exercise Tolerance Test for Coronary Insufficiency. *Ann. Intern. Med.* 32 : 842, 1950.
- 3) Ford, A. B., Hellerstein, H. K. : Energy cost of the Master Two-step Test. *JAMA.* 164 : 1868, 1957.
- 4) Passmore, R., Durnin, J. V. G. A. : Human Energy Expenditure. *Physiol. Rev.* 35 : 801, 1955.
- 5) 沼尻, 他 : 労働衛生ハンドブック, 労働科学研究所, 東京, 417, 1962.

質 疑 討 論

戸嶋 (座長) いまの心拍数ですが、普通は Master の試験をする場合は寝かせてとりますが、どういう状態でとりましたか。

荻田 負荷前・後ともに坐位です。

戸嶋 あれは寝ると変わってくるものですから、お伺いしたわけですが…、私どもも two-step 法をリハ

ビリテーションにも使用していきまして、アメリカでは定量性がないということで、最近あまり頼みられないような感がありますが、演者がいわれたように、私どもは十分に有用だと考えています。

木村 (日医大) 血圧とか心拍数を調べられたのは、リハビリテーションに使うときは、この位になるから、いちいち血圧や心拍数を調べなくても、この位の負荷をすればいいという意味ですか。

荻田 いいえ、むしろ健常者の反応をコントロールとして使用し、それに対して疾患でどの程度の負荷で心電図なり、他の反応なりが変わるかを見て、日常生活の許容量の判定に用いることを目的としています。

福田 (大阪医大第1内科) double-Master で Robinson の age adjusted heart rate でみたら62%といわれたように思いますが、我々のデータからみると少し低いように思いますが、対象は何才位ですか。

荻田 25才から32才、平均27.6才です。

福田 そのためですね。日本人は120~130例をやってみると大体70%前後になります。27才程度ですと、血圧で adjust せず、ほとんどの心拍数で adjust しますから、それと、心筋自体の体酸素消費量がちょうど20才代は、30~40才代の中折れ年代と異なり、かなり大きいため62%という数字が出たと思います。もう少し中高年になられたり、よそのデータでは72~73%ぐらいが基準ですので、その点のギャップを…。

荻田 今後50才代等の他の年令も検討し比較するつもりです。

福田 この7人は全部男性ですか、女性ですか。

荻田 全部男性です。

福田 だから少し低めなんですね。女性だともう少し高く出ると思います。

虚血性心疾患における Stress Scintigraphy の臨床的評価

宮本 篤*・小林 毅*

安藤 譲二*・伊藤 一輔*

富田 籌夫*・本間 潤*・安田 寿一*

虚血性心疾患では心筋の傷害の程度とその拡がり、心機能の低下、不整脈の出現、ひいてはその予後などと密接に関係してくる。従って虚血部位や範囲、冠動脈病変と関連した心筋血流動態変化、心筋収縮障害の存在などを的確かつ非侵襲的な方法で把握することは臨床上、きわめて重要と思われる。 ^{201}Tl による心筋灌流シンチグラフィは ^{42}K のそれと同様に冠灌流状態や心筋代謝の変化をよく反映すると言われ、低灌流領域、虚血巣、壊死巣を視覚的に描出することが可能である¹⁾。

今回、著者らは虚血性心疾患において運動負荷前後で心筋シンチグラフィを行い、狭心症発作誘発時の心筋局所灌流異常の出現の有無やその範囲が拡大するか否かを検討し、心電図ならびに冠動脈写の所見と対比した。また、心電図同期 RI 心血管造影法を併用することにより負荷前後の心機能変化についても検討した。

対象および方法

検査対象は健常者ならびに労作狭心症、労作安静狭心症、心筋梗塞、脚ブロックおよび非特異的 ST、T 変化を示す症例など合計39症例である(男性35例、女性4例、年齢22~70才)。

シンチカメラは Nuclear Chicago 製、Pho/Gamma III を使用、Computer は TOSBAC 40C を用い、DAP 5000N で Data 処理をした。

(I) 負荷心筋シンチグラフィ

安静時の心筋シンチグラフィは被験者に ^{201}Tl 3 mCi を静注し、正面、左側面、第二斜位 30°、45°、60° の各角度で撮影した。運動負荷はモナーク社製立位自転車エルゴメーターにより3分毎に 150 kpm/分ずつ漸増する submaximal exercise test を施行した。

健常者ならびに運動で狭心症を誘発し得ない例では年齢別最大心拍数の85%に達した時点で、狭心症例では狭心症発作あるいは心電図上、虚血型 ST 低下 1 mm 以上出現した時に ^{201}Tl 3 mCi を静注し、さらに同程度の運動を1分30秒間続行させ、運動終了後、安静時と同様のシンチグラフィを行い、ポラロイドおよび Computer に収録した。

各症例で得られた運動負荷前後の画像上の変化をより客観化するため、5方向で撮影した負荷前後の心筋イメージから左室心筋に関心領域を任意の対象部位(A, A')と変化部位(B, B')とに設定し、それぞれの部位の負荷前後の ^{201}Tl 集積比を $X = A'/A$ 、 $Y = B'/B$ とした(ただし、対象部位は数カ所の平均値をとり、上縦隔部の Background を差引いて算出)。両者の相対的な変化率を意味する心筋局所灌流変化率(segmental myocardial perfusion ratio: SMPR)は Y/X で表わした(図1)。

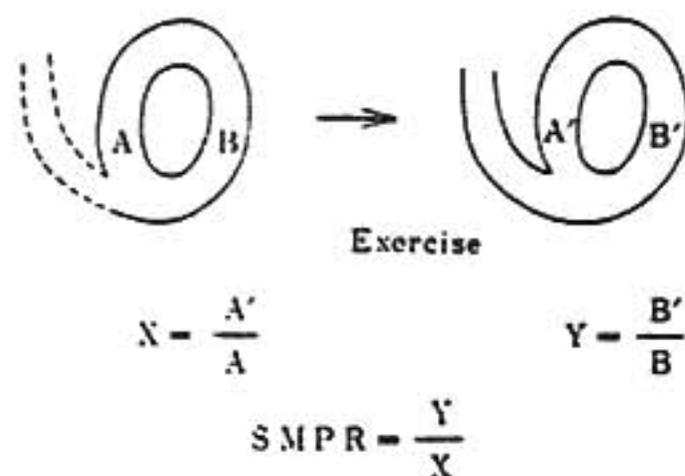


図1 コンピューターの心筋イメージによる心筋局所灌流変化率(SMPR)の計算

(II) 負荷 RI 心血管造影法

仰臥位の被験者の左前胸部第二斜位に r-カメラを密着させ、末梢静脈より $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -アルブミン 20 mCi を静注した。RI 分布が平衡に達した後、収縮終期と拡

表1 負荷心筋シンチグラムと心電図変化との比較

Findings Objects	Cases (no.)	ECG		²⁰¹ Tl MPI	
		Abnormal at Rest (-) (+)	Stress ischemic change	Abnormal at Rest	Stress New Perfusion Defect
I) Angina without MI	18	9	9	0	8
		9	9	4	7
II) Angina with MI	4	1*	1	0	1
		3	2	3	3
III) Old MI	7	7	0	7	1
IV) Others	7	7	0	4	0
Total	36	10 26	21	18	20

(*...Q波が消失した陳旧性心筋硬塞例)

張終期に心電図と同期した Gate 回路 (50 msec) を開き, 安静時 Gated Scintigram を得た. さらに仰臥位エルゴメーターにより同様な負荷 Gated Scintigram を得た (左室駆出分画は左室周囲の Background を差引き, Count 法で計算).

結 果

〔I〕 負荷心筋シンチグラフィ

健常者3例の運動負荷後の心筋シンチグラムでは運動中の冠血流量の増大, 心筋代謝の亢進を反映して心筋への ²⁰¹Tl 集積が相対的に増加する. 安静時, 負荷時ともに局所的欠損像を示す例はみられなかった.

1) 虚血性心疾患36症例の負荷心筋シンチグラムと心電図変化との対比 (表1): 虚血性 ST 低下 1mm 以上の負荷陽性例で既往に心筋硬塞のない労作性および労作安静狭心症 (I群) 18例中15例に, また, 既往に心筋硬塞のある狭心症 (II群) 4例中全例に, 心筋イメージで安静時には存在しなかった新たな局所心筋欠損像 (new perfusion defect) が描出された. 陳旧性心筋硬塞 (III群) では7例中1例に負荷により安静時の欠損が更に拡大した. 脚ブロックや非特異的 ST, T 変化を示したIV群には新たに欠損像の描出された例はなかった. 全症例36例中, 負荷心電図陽性が21例, 負荷心筋シンチグラムで新たな局所心筋欠損像の得られた症例は20例であった.

2) 冠動脈病変との比較 (表2): 冠動脈造影上, 左主幹部もしくは左前下降枝に50%以上の狭窄をもつ7例中全例にその灌流領域にあたる前壁, 前側壁, 前壁中隔部に一致して負荷心筋シンチで局所心筋欠損が

表2 負荷心筋シンチグラムと冠動脈病変との比較

Case Sex Age	Hypoperfused Area of ²⁰¹ Tl MPI						Coronary Vessels Involved			
	A	AS	Al.	PI	PS	Pl.	LMC	LAD	Cx	RCA
S.T M 60	■				■	■	○	●	●	●
Y.H M 50			■		■		○	●	●	●
S.O M 63			■		■		○	●	●	●
S.T M 54	■				■	■	○	●	●	●
M.M M 43	■						●	○	○	○
G.S M 59	■		■				●	○	○	○
T.K M 46	■				■		○	●	●	○
S.H M 53	■		■				○	●	○	○
T.M M 45					■		○	○	○	○
F.H M 56							○	○	○	○
T.S M 40							○	○	○	○
S.A M 52							○	○	○	○

A: anterior
AS: antero-septal
Al.: antero-lateral
P: posterior
PS: postero-septal
Pl.: postero-lateral
AP: apical
I: inferior

○ normal
● 50% stenosis
● 75% stenosis
● 90% stenosis
● 100% stenosis

みられた. 左回旋枝に狭窄のある5例中3例では後側壁部に, 右冠動脈狭窄の4例中全例に後壁~後下壁部に欠損像が出現した.

3) 画像変化の客観的評価—心筋局所灌流変化率 (SMPR) による検討 (表3): 負荷前後とも異常欠損のない正常例 (→→) ではその SMPR は 1.06 ± 0.09 (m±SE) であった. しかし, 負荷により新たな欠損が出現する例 (→→+) や安静時の欠損が負荷によりさらに拡大する例 (+→++) の SMPR は $0.61 \sim$

表3 負荷心筋シンチグラムと心筋局所灌流変化率

Abnormal ^{201}Tl MPI		SMPR ($m \pm \text{SE}$)	Cases (no.)
Rest	Stress		
-	-	1.06 ± 0.09	3
-	+	0.69 ± 0.05	8
+	-	1.15 ± 0.05	4
+	+	1.08 ± 0.19	4
+	+	0.61	1

- : 欠損像なし.

+ : 部分的な欠損像が描出されたもの.

++ : 欠損像がより拡大されたもの.

0.69と低値であった。また、安静時で異常がみられ負荷後に正常化または不変の例(+→-, +→+)ではその SMPR は1.15~1.08と正常上限の値を示した。従って画像上、明らかな欠損像として描出される場合の SMPR は0.7以下であることが多い。

4) 以下、代表的な症例を呈示する。

症例(図2)は53才男性、労作安静狭心症で左前下

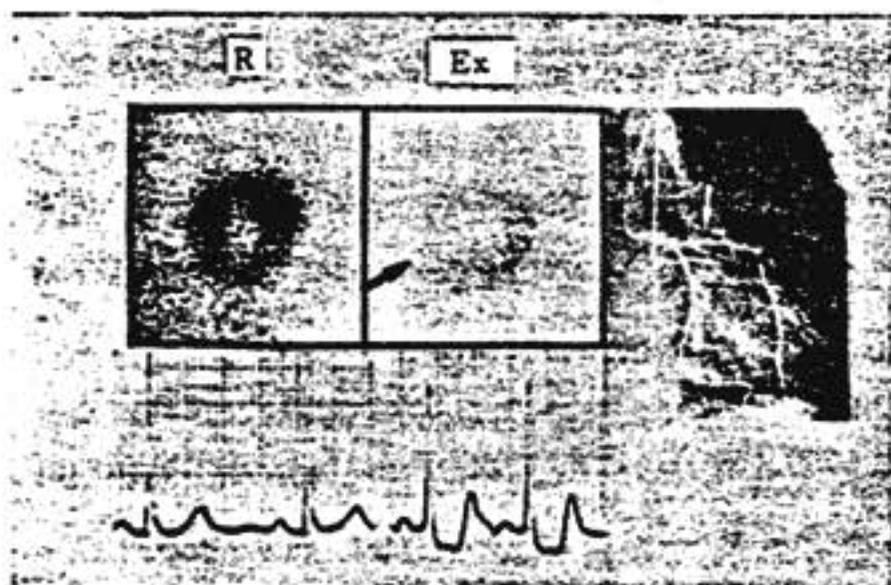


図2 症例

負荷前後のシンチグラム(LAO 45°)と左冠状動脈造影所見

降枝の75%狭窄例である。運動負荷により狭心痛の誘発、STの下降がみられた時に得た心筋イメージでは安静時には存在しなかった前壁中隔領域の欠損像が描出された。狭窄冠血管の灌流領域に相当する部位で著明な灌流の低下が視覚的に欠損像として描出でき、かつ同部での SMPR は0.56であった。

〔II〕 負荷 RI 心血管造影法

虚血性心疾患のない対照5例の左室駆出分画は安静時、負荷時いずれも平均0.71, 0.78と良好であった(図3)。労作性狭心症4例では安静時の左室駆出分画は平均0.55と正常であったが、狭心痛発作時には平均

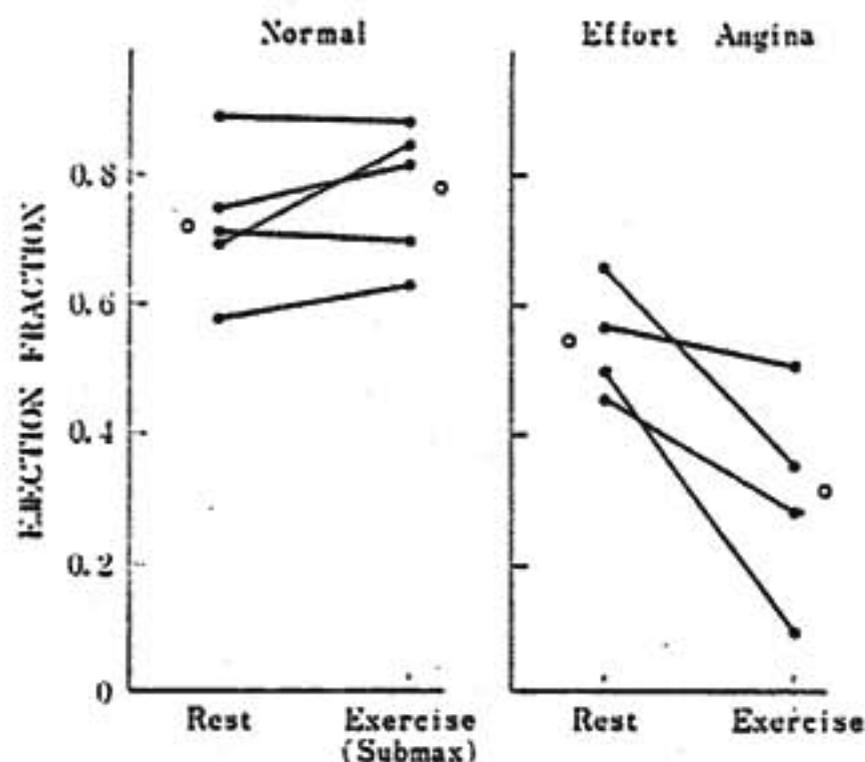


図3 運動負荷による左室駆出分画の変化

0.35と著明に低下し、低灌流部位に一致した左室の不均衡収縮が認められた。

考 按

種々の生理状態や労作ストレスにより冠血流量が減少し心筋での酸素需要供給のアンバランスが生じるとそれは負荷心筋シンチグラム上、一過性の局所的欠損像として出現すると思われる。従って、本法により狭心症の疑われる例で非侵襲的に運動負荷前後の心筋灌流状態を種々の条件下で再現させて反復検索することの臨床的意義は大きい²⁾³⁾。

著者らは労作性狭心症例に運動負荷を行い、大多数の例で心筋シンチグラム上、安静時に存在しなかった新たな局所心筋欠損像を描出することができ、その部位は心電図変化や冠動脈病変とよく相関することを示した。

Lenaers ら⁴⁾も同様に運動負荷心筋イメージと冠動脈写を対比し検討したが左前下降枝や右冠動脈病変では陰影欠損はその灌流支配領域とよく一致すると報告している。一方、左回旋枝を含む二枝または三枝の冠血管変化が種々の程度に合併しているような症例では側副血行の発達程度に影響され、通常予想されるよりも小範囲の欠損にとどまる例のあることが報告されている。

著者らの施行した submaximal の運動負荷心筋シンチグラフィによる再現性は良好であったが、なお正確な映像を得るためには ^{201}Tl 注入の時期を選ぶこ

と、ならびに注入後、狭心痛を誘発したあとにおいてもさらに運動を1分30秒～2分間持続させる必要があるなどの配慮が必要であった。McLaughlinら⁵⁾は運動負荷の程度を比較し、軽度負荷試験では局所心筋欠損の再現性が低下することなどを報告している。

また、虚血性心疾患では局所の心筋虚血によって、その部位の心筋収縮障害が現われ、心機能に著しい影響をもたらすことが予想される。著者らはこのような例で心電図同期 RI 心血管造影法⁶⁾を併用し、運動負荷前後の左心機能の変化を観察し、冠血管病変に伴う心機能状態を非侵襲的に把握した。すなわち、狭心症群では成績に示すごとく、左室駆出分画が運動によって低下することを示した。今後はこれらの方法によって経時的な病態の変化や薬剤効果などの検討にも応用し得るものと考えられる。

ま と め

運動負荷心筋シンチグラフィにより心筋での冠灌流分布の動的な変化を検討し、臨床的有用性が認められた。

また、心電図同期 RI 心血管造影法による非観血的な方法によって労作性狭心症で狭心痛誘発時に左室駆出分画の低下など心機能変化が観察された。

文 献

- 1) Fraun, J. Th. Wackers, Ellinor Busemann Sokole, Gerard Samson, J. B. v. d. Schoot, K. I. Lie, K. L. Liem and Hein, J. J. Wellens: Value and limitations of thallium-201 scintigraphy in the acute phase of myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.* 295: 1-5, 1976.
- 2) 安藤謙二, 小林 毅, 宮本 篤, 金森勝士, 伊藤一輔, 富田謙夫, 安田寿一, 古淵正徳: 負荷心筋シンチグラフィによる冠動脈病変の評価. *呼と嚔* 26: 773, 1973.
- 3) Bailey, I. K., Griffith, L. S. C., Rouleau, J., Strauss, H. W. and Pitt, B.: Thallium-201 myocardial perfusion

imaging at rest and during exercise. *Circulation* 55: 79, 1977.

- 4) Lenaers, A., Block, P., Thiel, E., Lebedelle, M., Becquevort, P., Erbsmann, F. and Ermans, A. M.: Segmental analysis of Tl-201 stress myocardial scintigraphy. *J. Nucl. Med.* 18: 509, 1977.
- 5) McLaughlin, P. R., Martin, R. P., Doherty, P., Daspit, S., Goris, M., Haskell, W., Lewis, S., Kriss, J. P. and Harrison, D. C.: Reproducibility of thallium-201 myocardial imaging. *Circulation* 55: 497, 1977.
- 6) Jeffrey, S. Borer, Stephen, L. Bacharach, Michael, V. Green, Kenneth, M. Kent, Stephen, E. Epstein and Gerald, S. Johnston: Real-time radionuclide cineangiography in the noninvasive evaluation of global and regional left ventricular function at rest and during exercise in patients with coronary-artery disease. *N. Engl. J. Med.* 296: 839-844, 1977.

質 疑 討 論

戸嶋 (司会) 負荷シンチの再現性はどうか。

宮本 (北大) 負荷の程度と ²⁰¹Tl 静注の時期が特に大切である。静注後も同程度の運動を持続させることにより再現性は良好であった。

神原 (京大) 負荷によりイメージングの改善した症例の理由は何か。

宮本 左前下降枝90%狭窄例だが側副血行路が著明に発達しており、運動時に副血行路を介して血流の増加があったものと思われる。

小林 (北大) 画像の濃淡の差を客観的に評価すると本症例では安静時にあった局所の flow distribution の異常が改善されたと思われるが、代謝的な要因等も関与している可能性がある。

宇佐美 (住友病院) 負荷時 ST 低下のない症例の ²⁰¹Tl 静注はどうするか。

宮本 年令別の target heart rate に達した時点で静注する。

運動負荷試験陽性例における冠不全誘発時の心拍数と年齢の関係

久保田一輝*・大津文雄*

鈴木謙吾*・多島信彦*・岸田浩*

橋本啓一*・早川弘一*・木村栄一*

Treadmill により運動負荷試験を行うさいに目標として用いられる最大心拍数は、アメリカ人を対象としてつくられたものであって¹⁾²⁾、日本人に対しこれを適用してよいか疑問である。わが国における報告としては松井³⁾のデータしかない。

一方、この運動時最大心拍数は加齢とともに減少することが知られている。この点より推測すると、treadmill 運動負荷により狭心症ないし冠不全を誘発した際の心拍数、すなわち end point heart rate (EHR) も加齢によって減少する可能性がある。

そこで我々は日本人における健常人最大心拍数を求めるとともに、狭心症患者の EHR についても調べてみた。

対 象

胸部理学所見、血圧、胸部レ線、心電図、血液検査に異常をみとめなかった男56例、女55例、計111例の健常人につき、運動時最大心拍数を求めるとともに、労作狭心症男51例、女19例計70例を対象として、上記の問題を検討した。年齢・性別は表1のごとくである。

方 法

運動負荷には建部青州堂製 AC 10052 A型 treadmill を用いた。負荷方法は表2に示すごとくで、運動段階 I より IV まで休止時間をおかずに、1分30秒毎に速度ないし傾斜角度を段階的に増加させた。

健常人で運動負荷を行ったさいには、心拍数がある程度増すと、それ以上あまり増加しなくなる。その時の心拍数をもって最大心拍数とした。

狭心症患者に対しては、上記日本人における最大心拍数を目標にして運動を行い、near maximal の値(すなわち最大心拍数の85~90%)に達する前に ST

表1 対象例の年齢・性別

年 令	健 常 者			労 作 性 狭 心 症		
	男	女	計	男	女	計
20~29	10	10	20			
30~39	12	10	22	3	2	5
40~49	15	10	25	11	6	17
50~59	10	14	24	11	7	18
60~69	5	8	13	14	3	17
70以上	4	3	7	12	1	13
計	56	55	111	51	19	70

表2 Treadmill protocol

段階	速度(M/分)	傾斜(度)	運動時間
I	25	5°	1'30''
II	40	5°	1'30''
III	40	7°	1'30''
IV	60	7°	1'30''
V	80	7°	1'30''
VI	100	7°	1'30''

降下あるいは狭心痛が出現したときには、運動負荷試験陽性と判定して運動を中止し、その時の心拍数を EHR とした。near maximal の心拍数に達しても、ST 降下も狭心痛も起こらないときは、運動試験陰性とする。運動中から運動終了後の心電図は、テレメータを用い、C₅~C_{5R} 誘導にて連続記録した。

成 績

(1) 各年齢層における最大心拍数

我々の調べた健常人の運動負荷時の各年齢層における最大心拍数、Robinson¹⁾や Lester ら²⁾の欧米人におけるデータ、および我が国における松井³⁾のデータとの比較を表3に示す。いずれの報告においても最大心拍数は加齢とともに減少するが、我々の値は欧米に

表3 運動負荷時の最大心拍数 (健常者)

報告者	Robinson (1937)	Lesterら (1967)	松井 (1977)	われわれ (1977)
年齢				
20~29	196	195	190	187 ± 9
30~39	187	190	185	181 ± 13
40~49	179	186	175	176 ± 11
50~59	171	182	165	167 ± 9
60~69	164	178	155	156 ± 14
70以上	160			143 ± 18

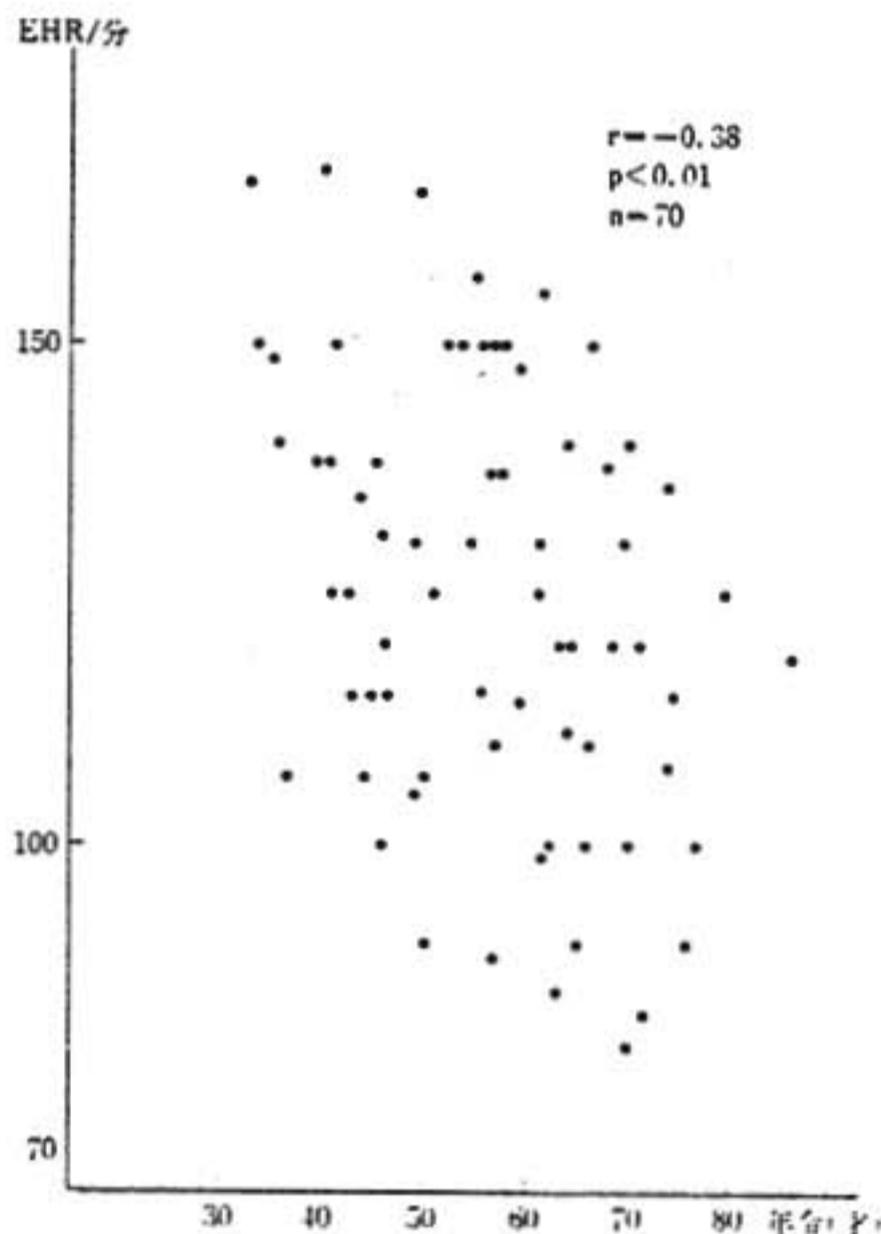


図1 狭心症における end point heart rate と年齢

おける値に比し各年齢層とも低く, 松井のデータとはほぼ同じであった。

(2) 狭心症患者における end point heart rate
狭心症患者の運動試験において観察された EHR と年齢の関係を図1に示す。加齢とともに EHR が有意の相関をもって減少するのがみられた。なお運動前の心拍数と年齢の間には有意の関係はなかった。

さらに EHR と運動前の心拍数の差 (心拍数の増加) と年齢との関係をしらべたところ, 図2に示すように, やはり有意の逆相関がみられた。このことは, 年をとるほど, 少ない心拍数の増加で冠不全のおこることをいみする。

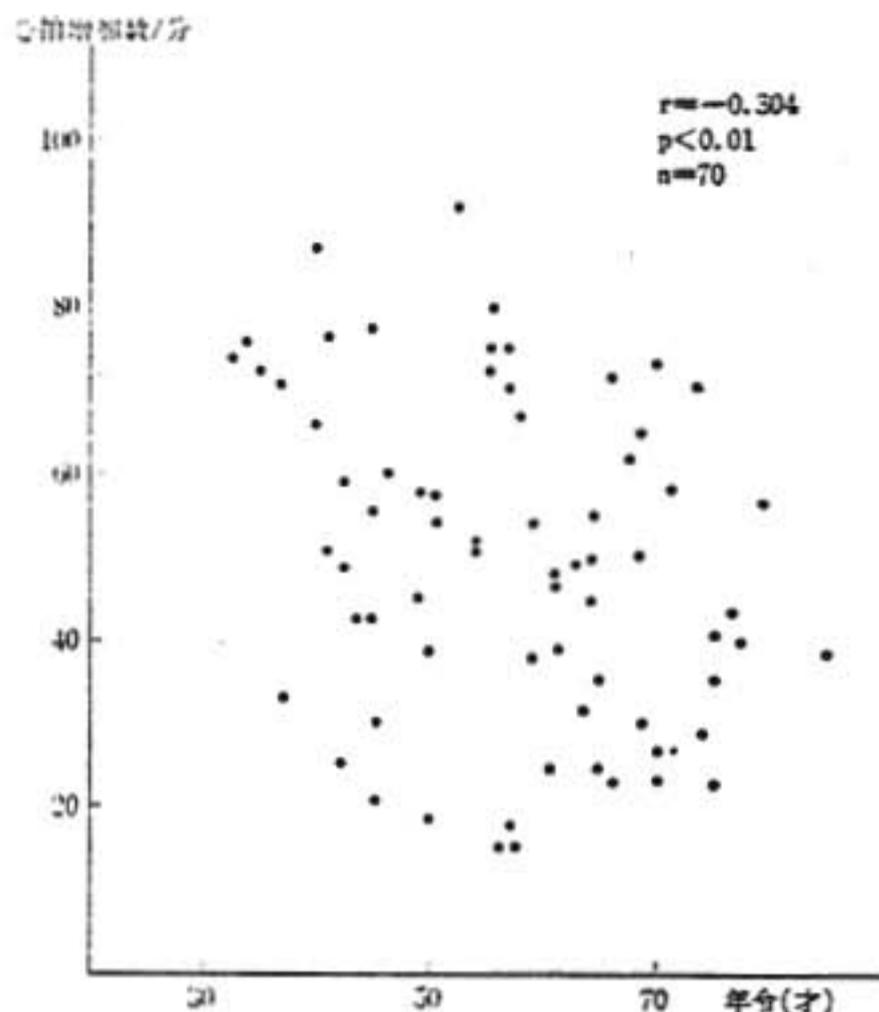


図2 狭心症における発作誘発までの心拍増加数と年齢

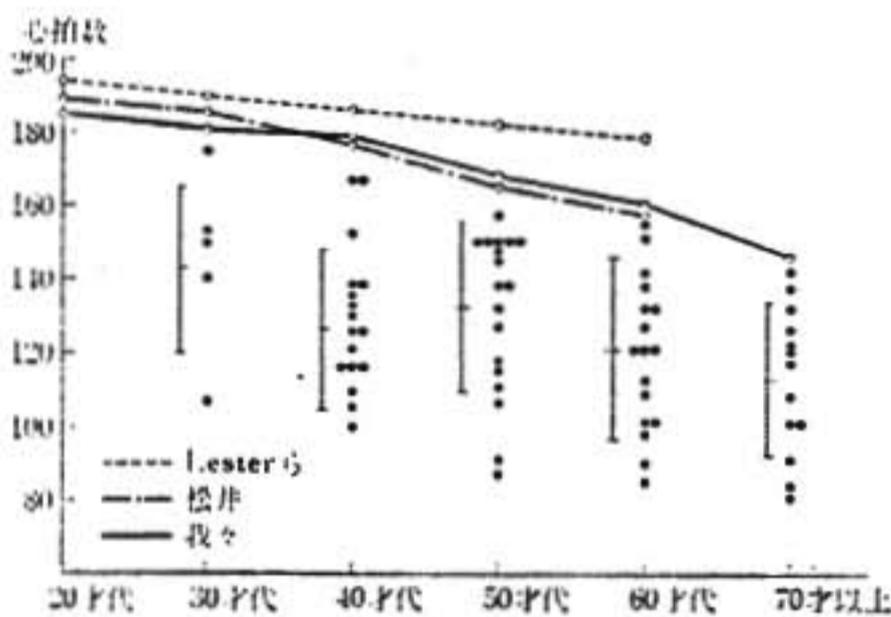


図3 運動時最大心拍数と狭心症における end point heart rate の年齢変動

上段の線は, 各報告における最大心拍数。下段のプロットは狭心症における EHR。

図3は健常者の最大心拍数の加齢による変化と狭心症の EHR のそれとを対比したものである。狭心症の EHR は加齢とともに減少するが, その減少の程度は正常者の最大心拍数とほとんど平行した。両者の差は各年代ともいづれも平均1分間約35であった。

(3) 狭心症における運動試験時の血圧変化

狭心症患者における冠不全誘発因子として, 心拍数とともに血圧も重要である。しかし図4に示すように, 冠不全誘発時の収縮期血圧と年齢の間には有意の関係はみられなかった。さらに冠不全誘発時の収縮期血圧

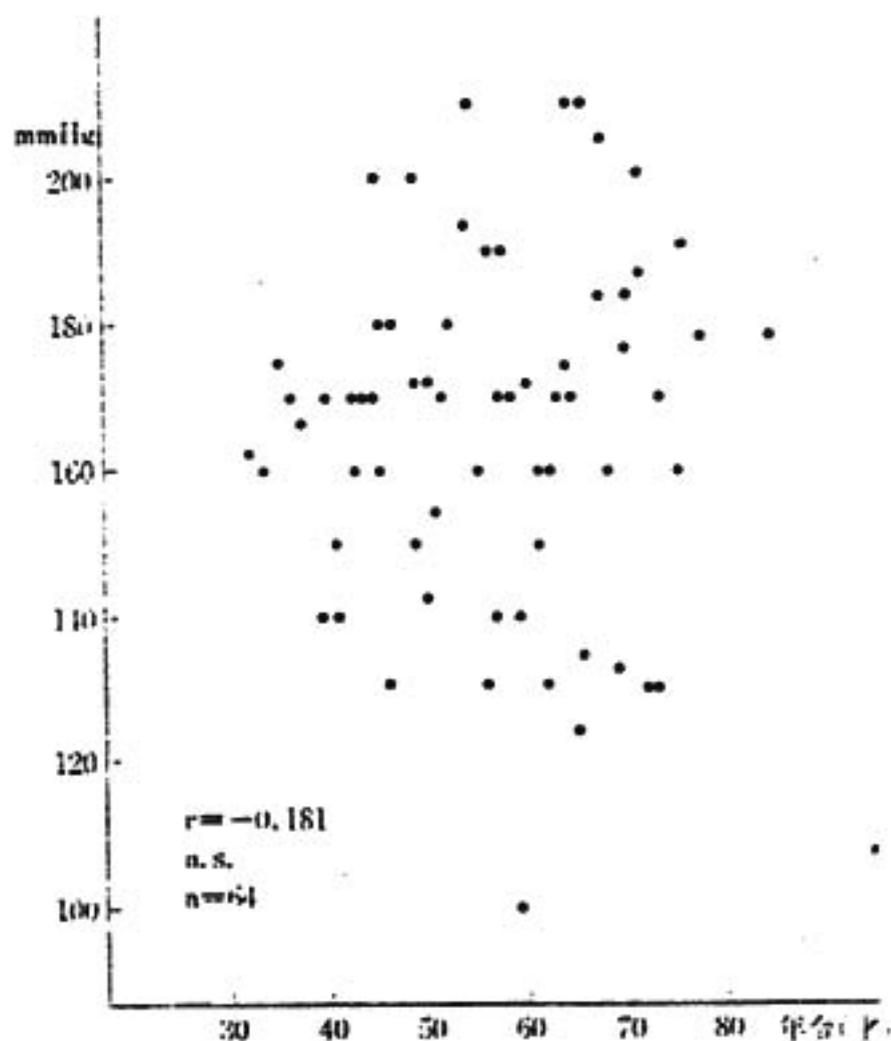


図4 冠不全誘発時の収縮期血圧と年齢

と運動前のそれとの差, すなわち血圧変動値と年齢の間にも有意の関係はみとめられなかった。ただし運動前の血圧値と年齢の間には $r = 0.291$, $P < 0.05$ の正相関があったが, これは当然のこととあってよからう。

考 察

以上のデータより次のことがいえる。

まず運動時最大心拍数は, 欧米人に比し, 日本人は低い。その点からいうと, near maximal heart rate あるいは submaximal heart rate が目標とされる treadmill 試験においては, 日本人における値を目標として行うのが妥当である。

ただし, 日本人の方が少ない心拍数ですむのであるから, 欧米人のそれを目標として行っても, 誤りをきたすことはない。能率がわるいだけのことである。

一方, 労作性狭心症において狭心症をおこす心拍数, すなわち EHR が加齢とともに減少するという結果については, 心拍数が心筋酸素消費量 ($\dot{M}V\dot{O}_2$) の一つの指標であることを考えれば, 高年齢者では若・中年者に比し運動による $\dot{M}V\dot{O}_2$ の増大がさほど著明でなくても, 容易に冠不全をおこすことを意味する。一方健常な老年令者でも最大心拍数が若・中年者にくらべて低い事実は, 加齢そのものが, $\dot{M}V\dot{O}_2$ の減少に関与していることを示唆する。従って冠不全時の EHR の加齢による低下も, 加齢そのものによる可能性があるかと推測されるが, この点については冠造影所見との対比した成績を近日中に発表する予定である。

ま と め

日本における健常者の最大心拍数をしらべるとともに, 狭心症における EHR が加齢とともに減少することを指摘した。

文 献

- 1) Robinson, S.: Experimental studies of physical fitness in relation to age. *Arbeitsphysiologie* 10: 251, 1938.
- 2) Lester, F. M., Sheffield, L. T. and Reeves, T. J.: Electrocardiographic changes in clinically normal old men following near maximal and maximal exercise. *Circulation* 36: 5, 1967.
- 3) 松井秀治: 体育科学センター方式健康づくり運動カルテ 体育科学センター編, 講談社, 1976.

運動負荷後の酸素負債償却過程における心血管反応

田 沢 勝 雄* . 今 野 拓 夫*

菅 原 真 砂 子* . 金 沢 知 博* . 野 村 武 男**

1966年, Cerretelli ら¹⁾は3段階の異なる負荷量を加え, 運動負荷中及び負荷停止直後におけるガス交換と Kim method の変法により求めた心拍出量の変化について検討を加え報告しているが, 運動負荷時の steady state より, 運動負荷停止後安静レベルへの急速な回復過程における心血管反応について, 健常群から疾患群まで幅広い検討を加えたものは少ない. 今回我々は, 運動負荷後の酸素負債償却過程において, 心血管系反応として心拍数, 心筋酸素消費量を反映すると考えられている Rate pressure product (RPP), 及び酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) の関係を, 若年長距離選手, 若年健常群, 中高年健常群, 虚血性心疾患群について検討を加えたので報告する.

対象並びに方法

対象は4群に分け, I群は17~20才までの長距離選手5名, II群は21~33才までの若年健常群4名, III群は45~64才までの中高年者5名, IV群は46~69才までの陳旧性心筋梗塞, 労作性狭心症を含む虚血性心疾患群5名で, 臨床的に呼吸器疾患を有しない男子である. 被検者は食後2時間以上経過後, 坐位にて15分以上の安静を保ち, 呼気ガスを採取また血圧, 心拍数を記録し, これらを安静時の値とし, その後運動負荷試験を行った. 負荷方法はモナーク製自転車エルゴメーターを使用, I, II, III群では600~750 kgm/min, IV群では375~600 kgm/min の負荷量を単一負荷法にて3分半負荷し, 負荷終了直前の30秒間と, 負荷終了後は30秒間ずつ, ダグラスバックに呼気ガスを連続的に採取, マイクロシヨランダーガス分析器で定期的に補正した日立製ガスクロマトグラフィーによりガス分析を行った. 同時に心電図を記録し, 心拍数を計測, 血圧は上腕動脈の聴診法により測定した. RPP は心拍数と収縮期最大血圧の積の 10^{-2} 倍として求めた.

結 果

図1 a はI群の若年長距離選手 (athletes) の例である. 安静時の心拍数 (HR), 酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$), Rate pressure product (RPP) を0%とし, 運動負荷終了直前のそれらの値を100%として基準化し, その平均値で示してある. $\dot{V}O_2$ は運動負荷終了後30秒で75%, 1分で48.4%, 1分30秒で15.6%と, 急速な減少をみた. HR と RPP は1分までは $\dot{V}O_2$ と同程度の回復をみるが, 1分半で10%, 2分頃より10数% $\dot{V}O_2$ に比して回復の遅延をみた. 図1 b はII群若年健常群 (untrained) の例である. $\dot{V}O_2$ は1分で47.3%, 2分で16.8%, 以後ゆるやかな減少をみるが, HR は運動負荷停止後1分半頃より $\dot{V}O_2$ に比して20%程度の回復の遅延をみた. RPP はHR と平行する傾向をみる. 図1 c はIII群の中高年健常群 (Sedentary) の例である. $\dot{V}O_2$ はI, II群より数%回復の遅延をみ, HR の回復は $\dot{V}O_2$ のそれよりさらに20~30%の遅延をみた. RPP はHR と $\dot{V}O_2$ の中間に位置するがI, II群と同様にHR の変化を示す曲線とはほぼ平行する. 図1 d はIV群の虚血性心疾患群 (IHD) である. $\dot{V}O_2$ の回復は1分で50.4%, 2分で20%であり, 他の3群と類似した減少傾向を示し, HR, RPP は1分で14%, 1分半で20%程度, $\dot{V}O_2$ の回復曲線と乖離をみた. HR, RPP はI, II群より回復の遅延をみるものの, III群と比較した場合回復が速いが, これは第IV群では負荷量が375~600 kgm/min と, 他の3群に比して低かったことが影響していることも考えられる.

次に $\dot{V}O_2$, HR, RPP を個別に, I~IV群の各群間で比較したものを示す. 運動負荷終了直前の値を100%とし, 安静時の値を0%としてある. 図2 a は運動負荷後の $\dot{V}O_2$ の回復過程を示す. 4群とも同様な傾向を示し, 有意な差をみない.

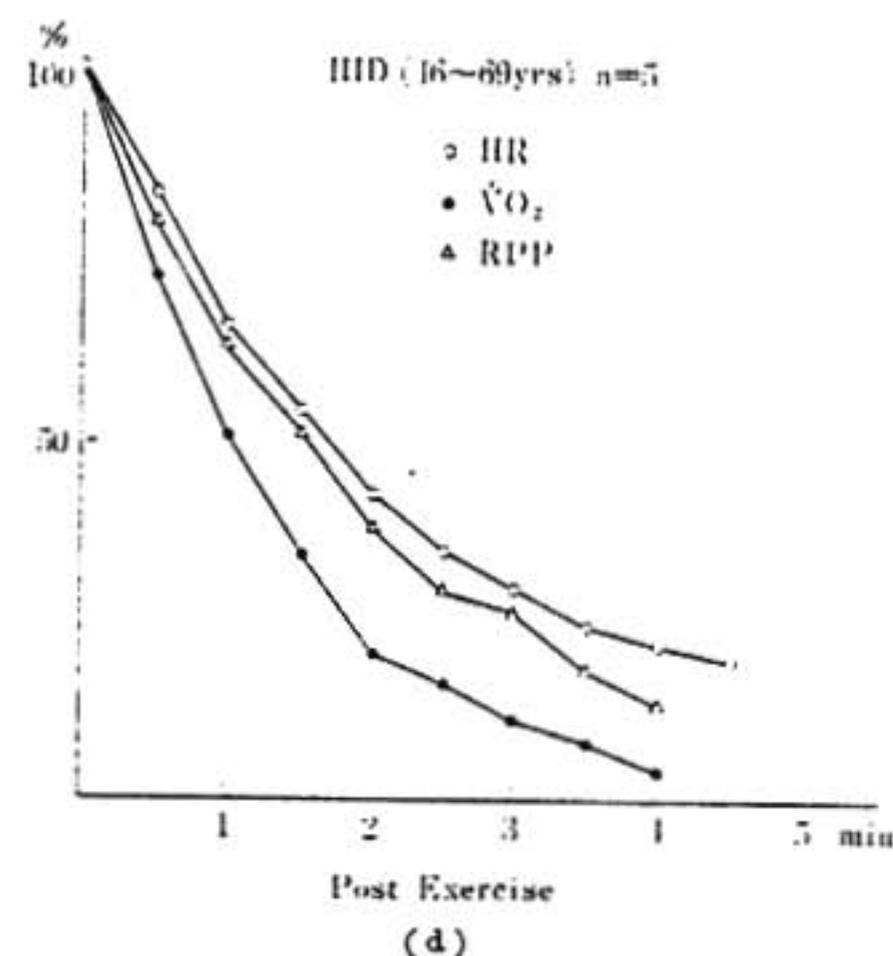
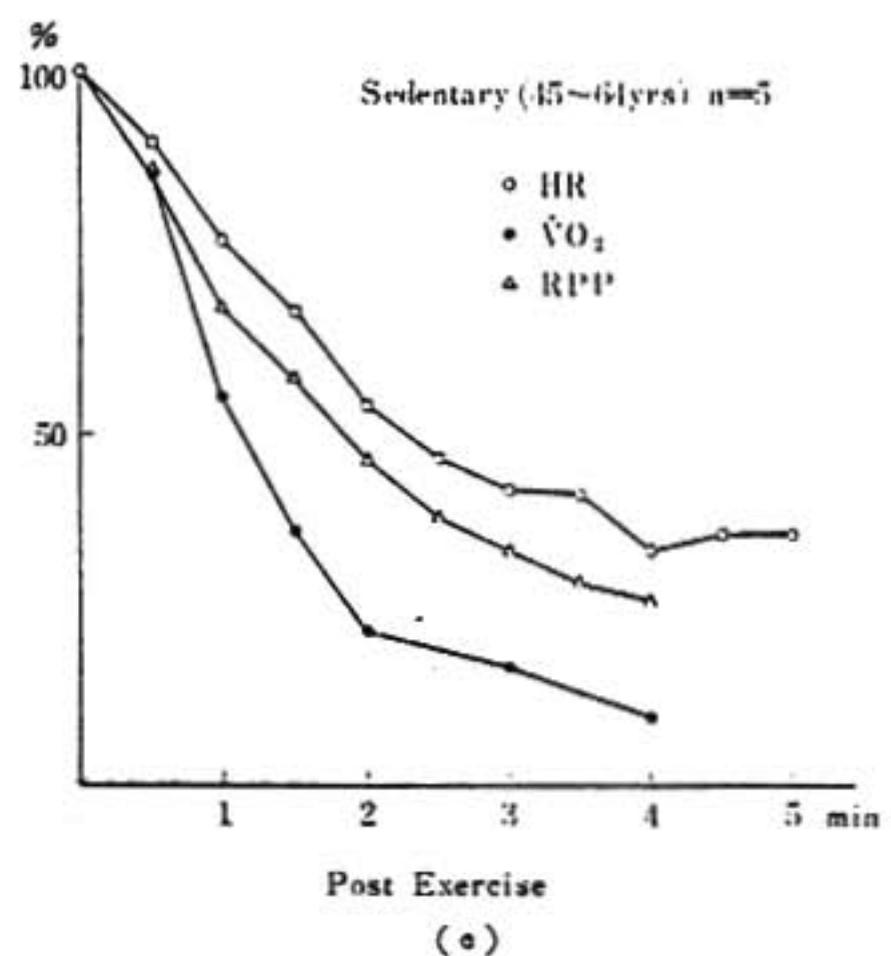
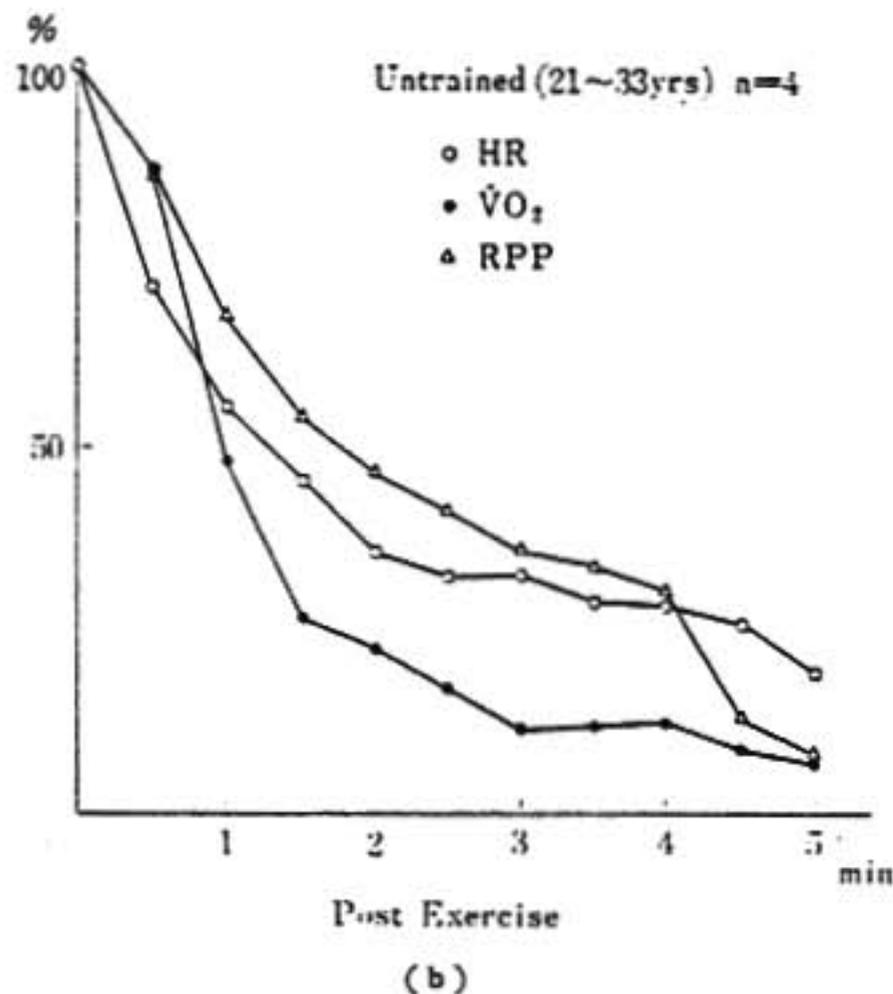
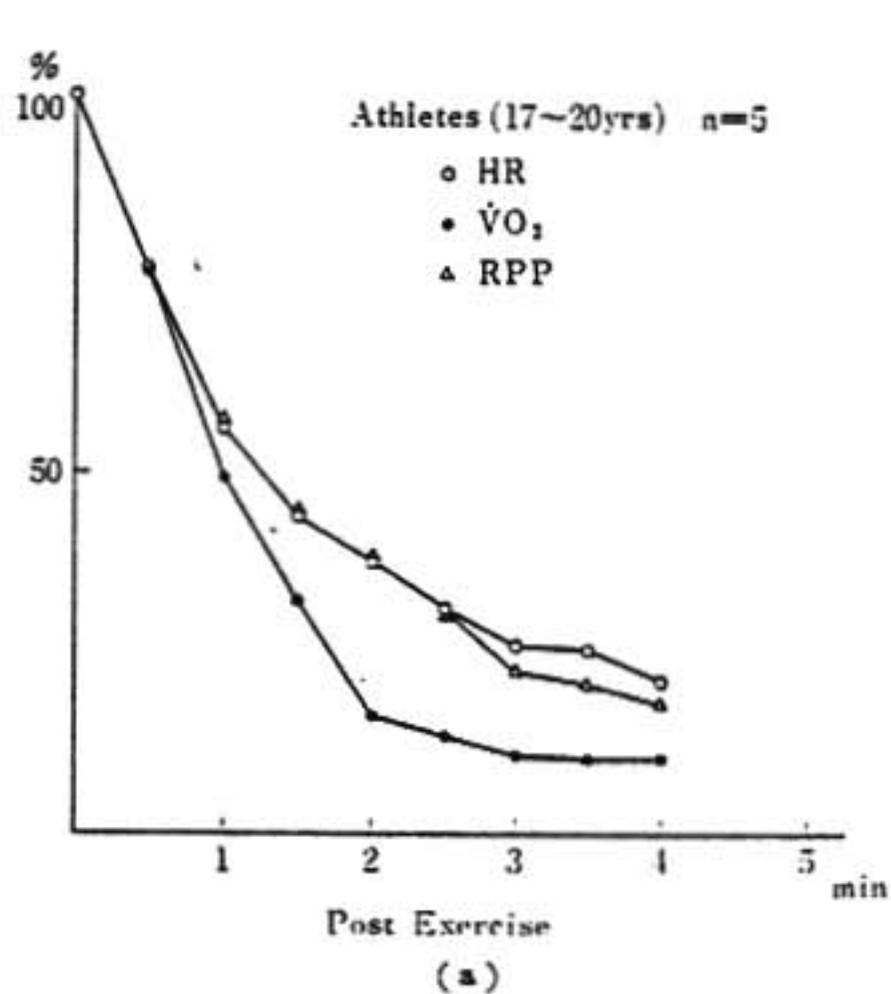


図1 a-d 運動負荷後の酸素負債償却過程における心拍数 (HR), 酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$), rate pressure product (RPP) の変化

運動負荷終了直前の値を100%, 安静時の値を0%として基準化し, それらの平均値で示した.

(a) I群の若年中距離選手群 (Athletes)

(b) II群の若年健常群 (Untrained)

(c) III群の中高年健常群 (Sedentary)

(d) IV群の虚血性心疾患群 (IHD)

nは各群の例数を表わす.

図2 bはHRの例である. III, II, I群の順で回復過程に遅延がみられるが, IV群はIII群とII群の間に位置する. これは前述したようにIV群と他の3群では負荷量に差があったためとも考えられ, 今後検討を要すると思われる. 図2 c, RPPは各群間でHR程著明な差はみず, ほぼ類似した傾向を示す. 以上のよ

うに運動負荷後の回復過程では, III, II, I群の順でHRの回復率は $\dot{V}O_2$ の回復率とより早い時期から乖離を示し, その程度も大であった. IV群ではIII群とII群の中間的反応を示したが, IV群の中には心筋障害の程度を異にするとと思われる陳旧性心筋梗塞例や労作性狭心症が含まれており, さらに負荷量が他の3群より

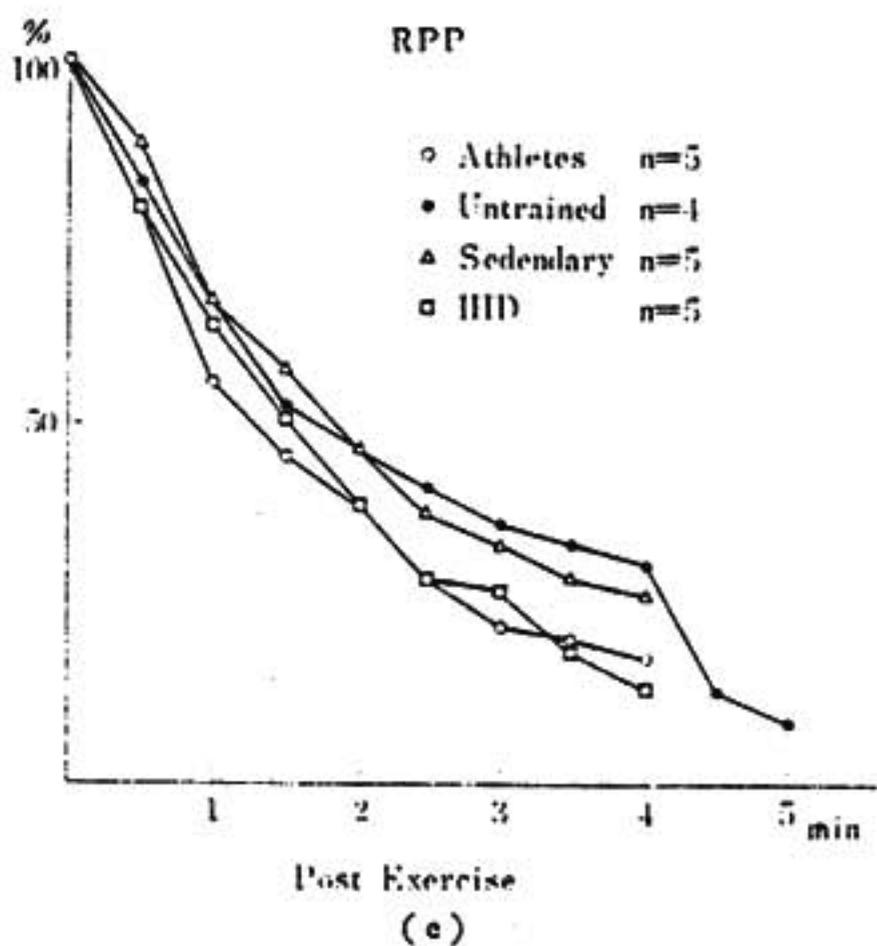
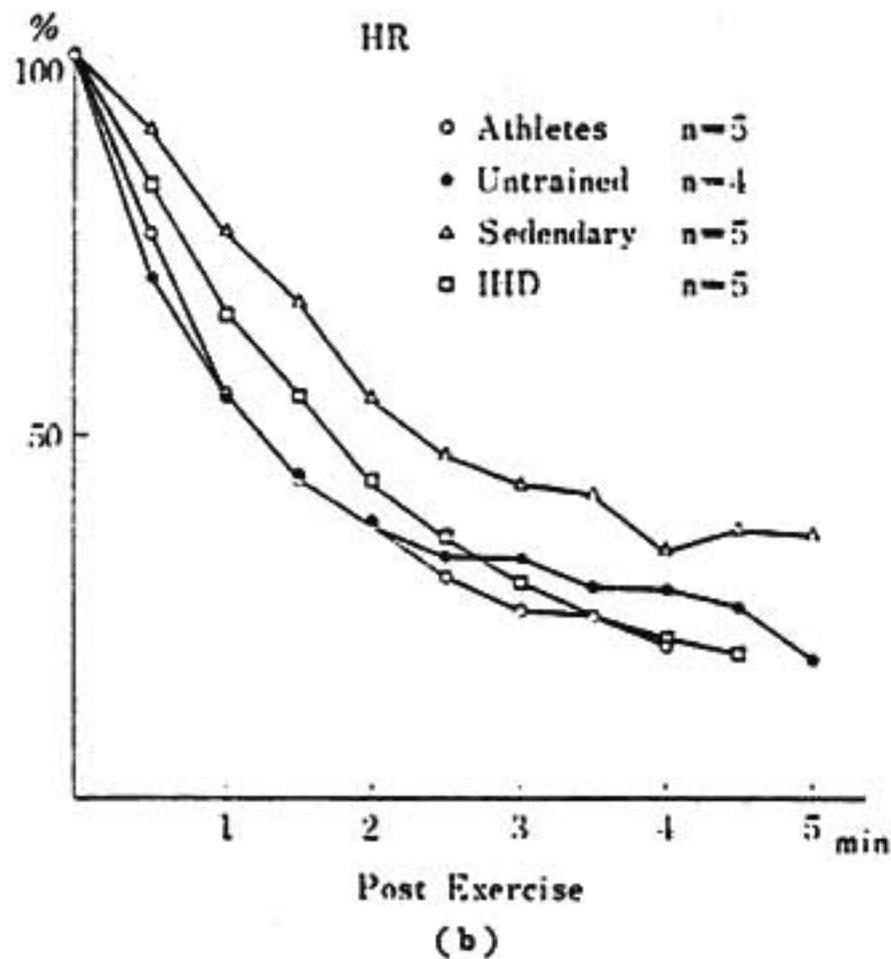
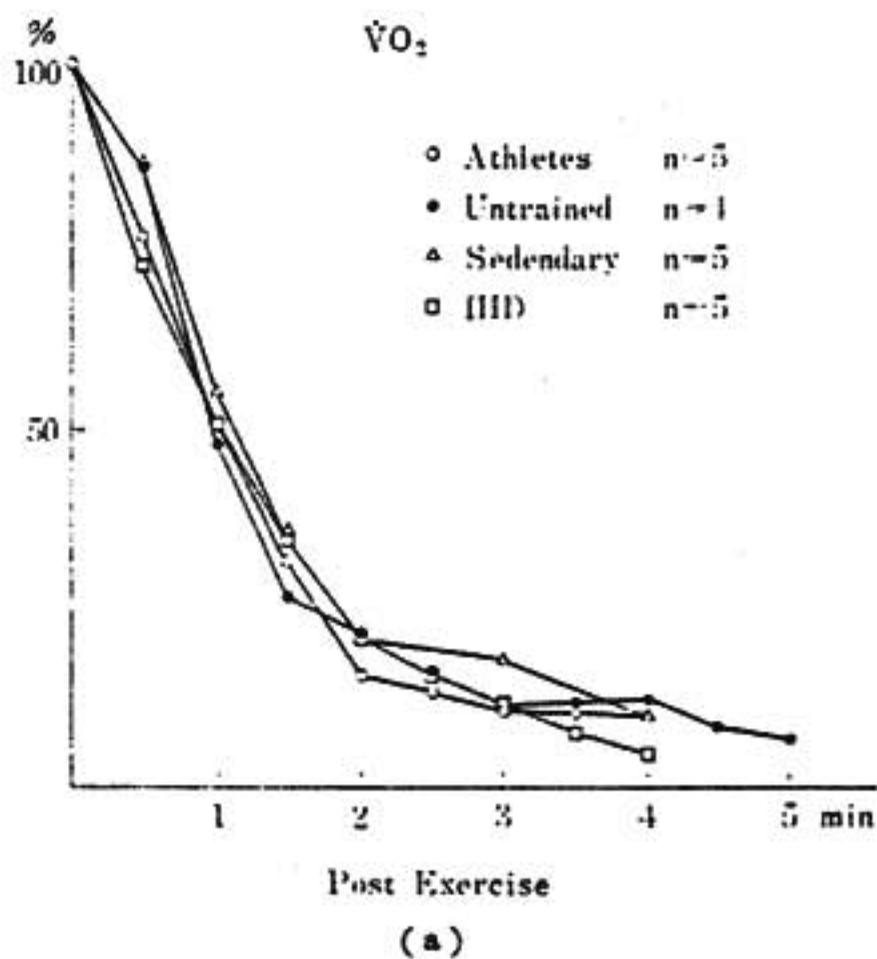


図 2 a-c 運動負荷後の酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$), 心拍数 (HR), rate pressure product (RPP) の各群間での比較

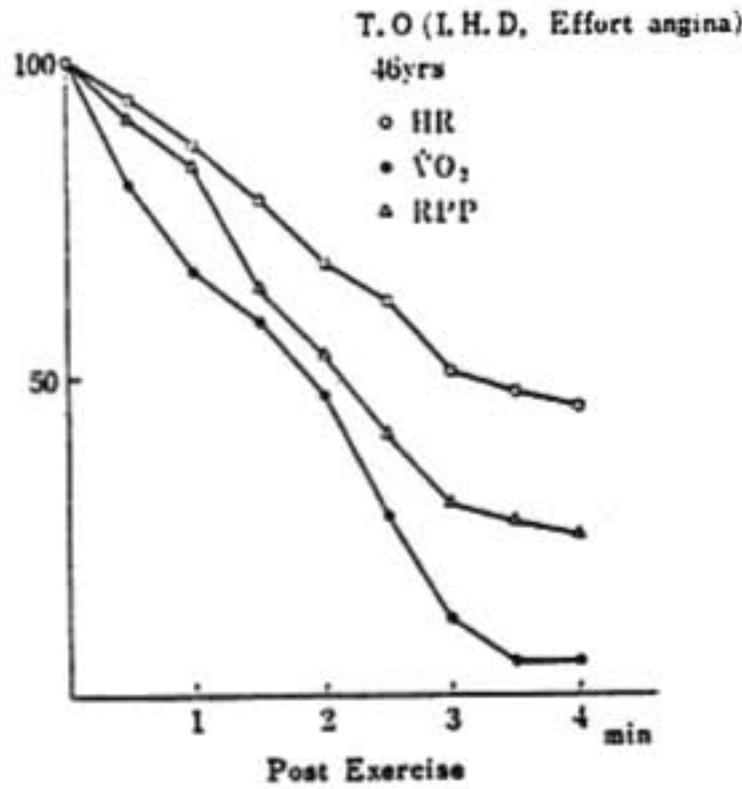
(a) は $\dot{V}O_2$, (b) は HR, (c) は RPP について図示してある。n は各群の例数を表わす。

低かったこともあり、判定の条件が必ずしも一定とはいえない。そこでIV群に関しては個々の例をいくつか呈示する。図3 a は労作性狭心症例(46才)である。負荷量は 600 kgm/min, $\dot{V}O_2$ は 1.38 l/min で、マスターダブルよりやや強いと思われる。胸痛はなかったが、負荷終了直前より、心電図胸部双極誘導にて 1 mm 程度の ST 降下がみられた。 $\dot{V}O_2$ の回復はおくれ、HR の回復曲線は、 $\dot{V}O_2$ のそれと大きな乖離をみる。図3 b は同じく労作性狭心症の例(50才)である。負荷量は 450 kgm/min, $\dot{V}O_2$ は 1.528 l/min でほぼマスターダブルに相当すると思われる。負荷終了後2分

頃より、心電図で 1.5 mm の ST 降下をみているが、この例では $\dot{V}O_2$, HR の回復曲線はむしろII群に近いパターンを示し、前の例とは明らかに異なった傾向を示した。図3 c は前壁中隔梗塞発症後2カ月目の例(68才)である。負荷量は 375 kgm/min, $\dot{V}O_2$ は 0.83 l/min, $\dot{V}O_2$ の曲線はI, II, III群と著変はみられないが、HR の回復率は1分ごろより10~20%, $\dot{V}O_2$ のそれと差をみた。

次に、酸素負債償却過程における $\dot{V}O_2$ と HR の関係について検討した。運動負荷中の steady state における $\dot{V}O_2$ と HR は広い範囲にわたって直線関係

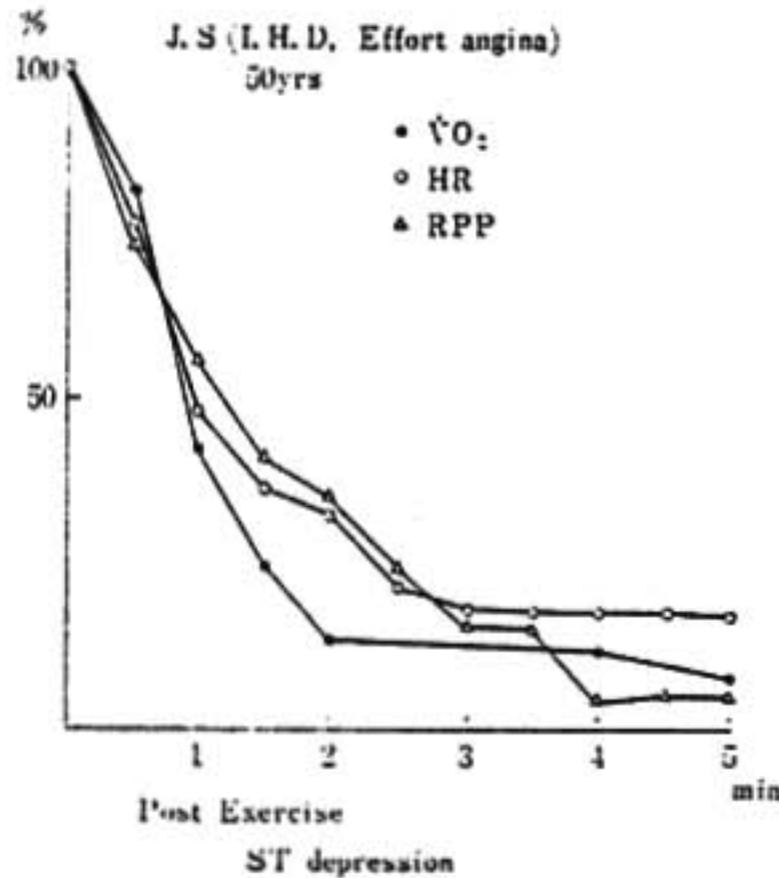
Work Load 600kgm/min
 SBP RPP HR $\dot{V}O_2$
 176 260 148 1.38



120 91 76 0.215
 mmHg (l/min)

(a)

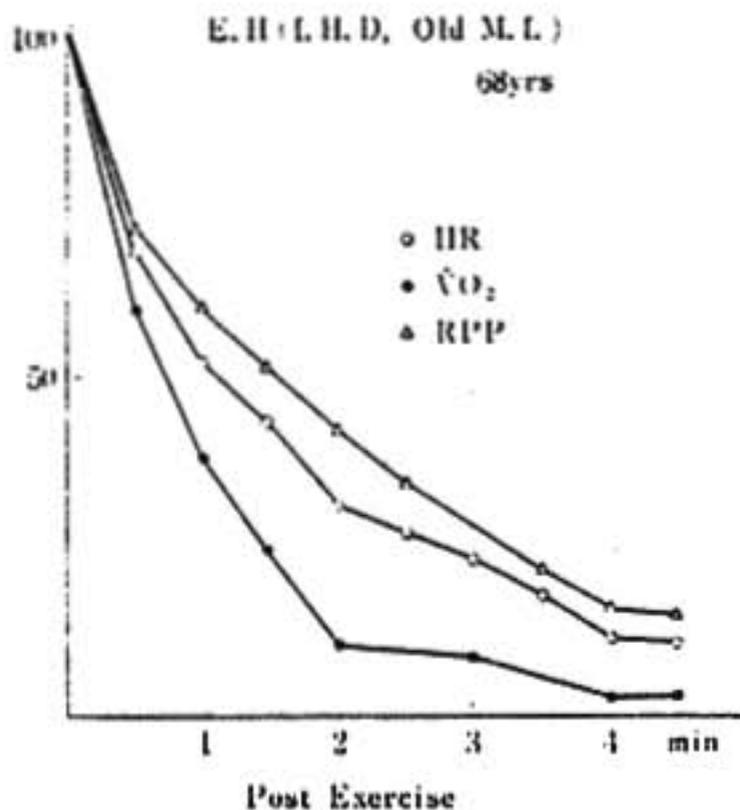
Work Load 430kgm/min
 SBP RPP HR $\dot{V}O_2$
 210 239 114 1.528



160 107 67 0.210
 mmHg l/min

(b)

Work Load 375kgm/min
 SBP RPP HR $\dot{V}O_2$
 216 291 135 0.820



150 105 70 0.189
 mmHg (l/min)

(c)

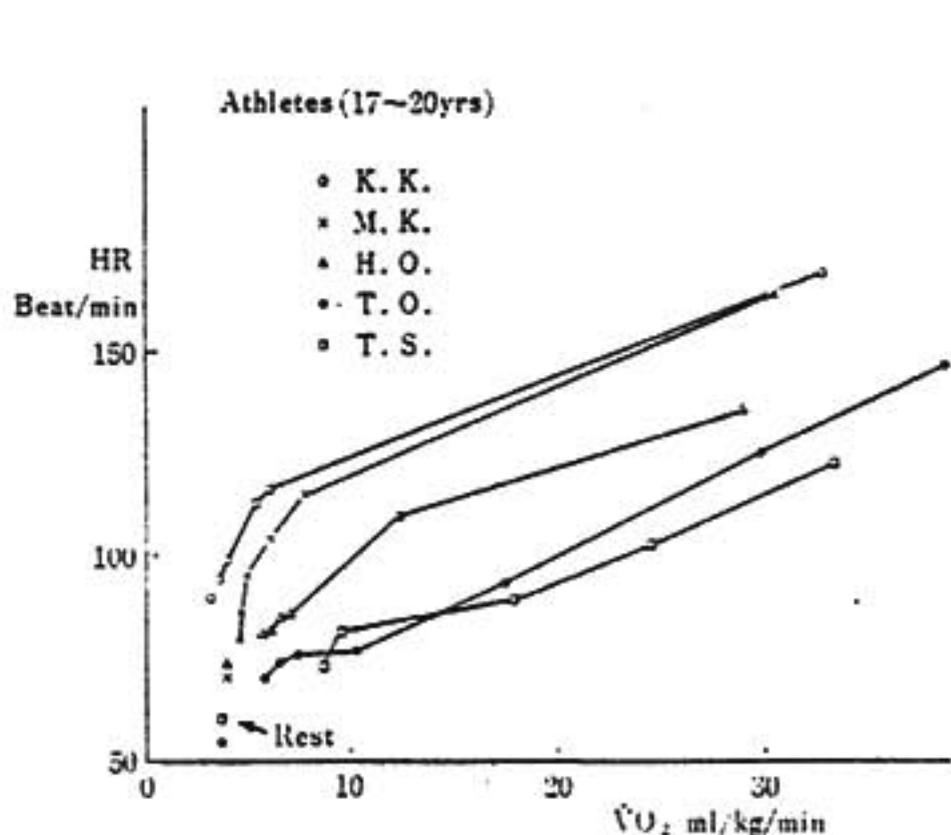
図 3 a-c 虚血性心疾患各例における、運動負荷後の HR, $\dot{V}O_2$, RPP の変化

(a) 労作性狭心症例, (b) 同じく労作性狭心症例, (c) 前壁中隔梗塞例.

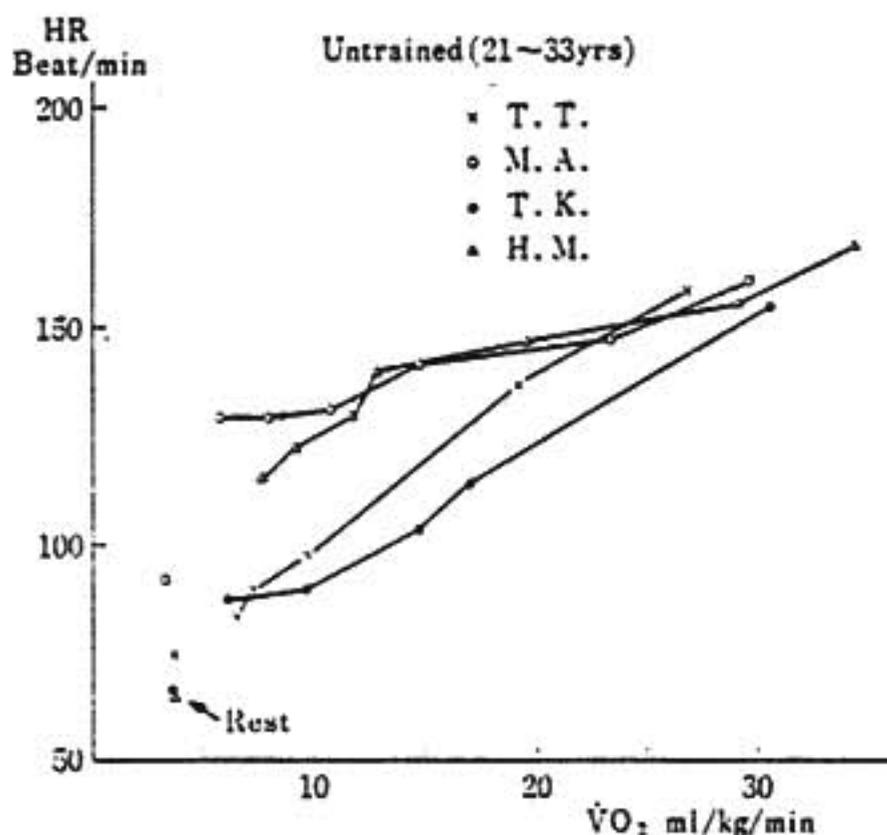
があることはよく知られているが、運動負荷終了後安静レベルへの回復過程に HR と $\dot{V}O_2$ の関係がどのようになるか興味ある問題である。図 4 a は I 群の例である。縦軸は HR、横軸は $\dot{V}O_2$ (ml/kg/min) を表わす。HR, $\dot{V}O_2$ が比較的直線的関係を示すものと、 $\dot{V}O_2$ 7 ml/kg/min 前後で明らかに二相を示すものとがみられる。II 群でも (図 4 b) I 群と同様な傾向が認められたが 2 相の顕著なもの程 $\dot{V}O_2$ と HR の回復曲線の乖離は大きかった。III 群では (図 4 c) 全体に 2 相を呈するものが多くなり、2 相の境界における $\dot{V}O_2$ と HR の値が大となる傾向をみとめる。IV 群 (図 4 d) では負荷量が比較的小であったため、 $\dot{V}O_2$ が増大している時相の特徴は明確とは言えないが、HR と $\dot{V}O_2$ の関係は 2 相を示し、他の 3 群に比して $\dot{V}O_2$ の増加に対する HR の増加率が大きであった。

結 語

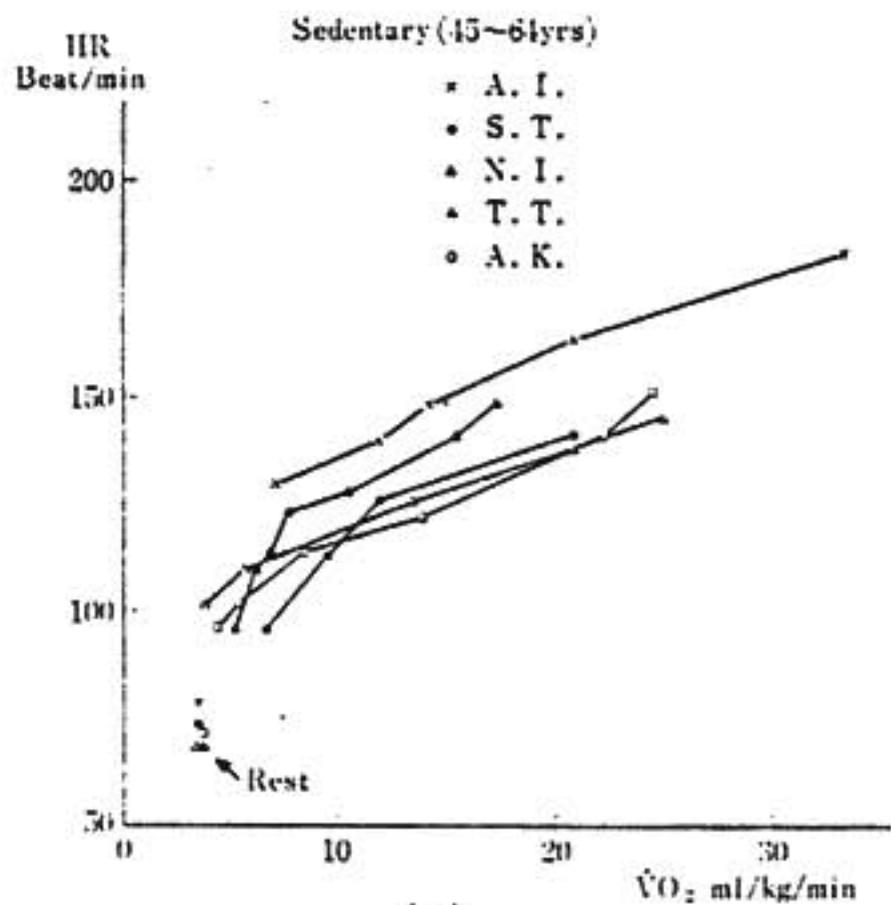
酸素負債償却過程において、心拍数は酸素摂取量に比して回復が遅延し、両者の回復曲線は、III 群、II 群、I 群の順で早期より乖離しその程度も大となる。IV 群では、対象によりかなりの差異をみた。これは心筋障害あるいは心機能障害の程度を異にすると考えられる症例が一括して含まれること、さらには負荷量が異なることなどに起因するとも考えられ今後検討を要するが、心筋障害が強いと思われる



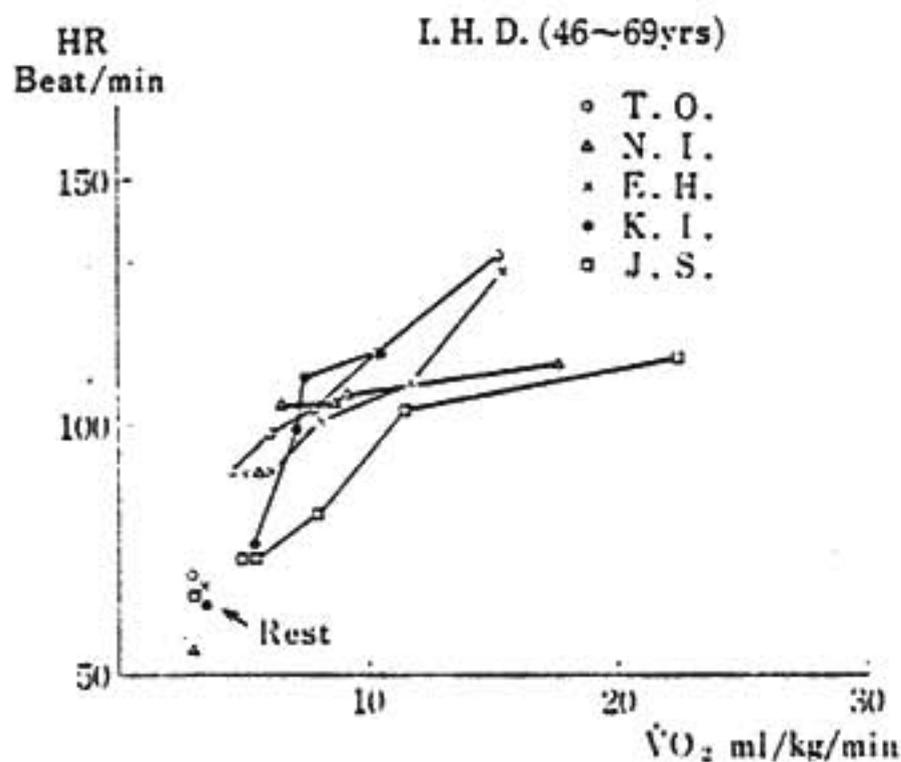
(a)



(b)



(c)



(d)

図 4 a-d 運動負荷後の酸素負債償却過程における HR (beats/min) と $\dot{V}O_2$ (ml/kg/min) の関係

(a) 若年中距離選手群 (Athletes), (b) 若年健常群 (Untrained), (c) 中高年健常群 (Sedentary)
 (d) 虚血性心疾患群 (IHD). 图中的アルファベットは各対象のイニシャルを表わす.

例程 $\dot{V}O_2$, HR の回復曲線の乖離が大であった.

RPP は4群間で, 心拍数程特徴的パターンを示さなかった.

HR と $\dot{V}O_2$ は運動負荷終了後安静レベルに至るまではほぼ直線的関係を有するものと, $\dot{V}O_2$ が 7~10 ml/kg/min を界として2相を示すものが認められ, III, IV群では後者の例が多く, 2相が明らかなもの程 $\dot{V}O_2$, HR の回復曲線に差異をみとめた.

今後心疾患例において, 重症度の違いや治療経過中の変化について, 個々の例について検討すべきものと

考える.

文 献

1) Cerretelli, T., Sikand, R. and Farhi, L. E. : Readjustments in cardiac output and gas exchange during onset of exercise and recovery. *J. Appl. Physiol.*, 21(4) : 1345-1350, 1966.

質 疑 討 論

水野 (座長) それではいまのご演題に対してご発言の方はございませんでしょうか.

宇佐美(住友病院) $\dot{V}O_2$, O_2 uptake をお測りになって運動を問題にする場合、運動の持続時間が3分半ではちょっと短いんじゃないかと思うんですが、いかがでしょうか。

田沢(秋田大学) 大体私たちが行った程度の負荷量であれば、あるいは最初の演者の方が発表されておりましたように、マスターのダブル程度の負荷強度であれば2分半から3分ぐらいではほぼ steady state になるんじゃないかと考えております。

宇佐美 heart rate を測るのは10秒もあれば測れるので3分ぐらいでいいと思いますが、酸素を測るとなりますと定常状態になってから測る時間がプラスされなければいけないんじゃないかと思うんです。大体インターナショナルのいろんな取り決めでは、6分ぐらいの運動をやって、3分で steady になってあとの3分位が酸素を測る時間だというような取り決めになっていると思うんですが。

田沢 厳密には先生のおっしゃる通りだと思いますけれども、私たちは予備試験で30秒毎に測って見まして、3分位で steady になるだろうと考えております。

紅露(東大) 第一席の演者の共同研究者ですけども、さっきの 600 kpm, 要するに 100 W ですが、あれはダブルマスターより強いんじゃないかと思えます。そうしますと我々のデータで、マスターの100%のところぐらいでは3分ぐらいで steady に入るとは思いますが、それよりも強い125%, 150%になりますと、そこではまだちょっと steady に入らないという認定だったんですが。

田沢 先生のところではどの程度違いますでしょうか。

紅露 ダブルですと大体3分ぐらいで入ります。ただ 100 W というエルゴメーターの負荷は、もうちょっと強い負荷だと思うんです。そうしますと3分(steady state に) 入るかどうかがちょっと疑問に思いました。もう一つは heart rate と $\dot{V}O_2$ の乖離の原因ですが、これは stroke volume みたいなもの影響というふうにお考えでしょうか。

田沢 Stroke volume と A-V O_2 difference の変化が問題になると思います(運動停止後の安静レベルへの)。回復過程のどんな時期にどの程度影響してくるのか興味があるわけですが、今回は Cardiac output, mixed venous Po_2 など計測しておりませんのでなんともいえません。Cardiac output も測ればいいわけですが連続的に測るのが困難ですし、呼吸生理の方でも Kim の方法などありますが、やはり連続的な測定と精度の上で問題があり今回は行いませんでした。output を測れないものですから心拍数を用いたわけです。酸素負債だとか心拍数の回復の状態から physical fitness をみるとかいろんな方法があるようですけれども、絶対値だけではバラツキもあるし、酸素摂取量との関係で見なければいけないと思っております。

紅露 確かに運動中の病態とか生理と、終了後とはちょっと違うということはあるかもしれませんが、とくに運動後を取り上げられた理由は…。

田沢 運動中は1つには、いろんなファクターがあって計測が必ずしも容易でないこと、steady state と運動負荷停止後の安静レベルというのは条件が設定しやすく、運動負荷試験という考え方からすれば、それらの状態の変化の過程をみるのも一つの方法であろうと…。

紅露 確かに負荷の強度とか長さとか、そういうものが結局 after exercise のところへ影響されてくると思いますので、それとの対比などもやっぱり必要だと思います。

田沢 はい、それはしなければいけないと思います。

野村 共同研究者ですが、紅露先生のご質問の2点について申しますと、steady state になるのがダブルより強くなると少し問題があるとのことですが、予備実験で測った結果、3分~3分半を一応適当であろうとみたわけですが、回復過程になぜポイントをおいたかといいますと、運動を開始してからの adaptation というものも心機能の評価には有効であろうと考え、今回はその一段階として、酸素負債返却過程の酸素摂取量、Heart rate, RPP を比較してみた訳です。

虚血性心疾患に於ける冠動脈造影所見と運動負荷試験

宮川政久*・五味淵秀幸*・小島 勲*
阿部博幸*・南谷和利*・北村和夫*

緒 言

近年わが国においても冠動脈造影の技術の進歩はめざましく、安全かつ確実に検査が行えるようになり、安静時心電図あるいは運動負荷心電図所見と冠動脈造影所見との対比についての検討がみられるようになってきた。

従来、我々はトレッドミルを使用して運動負荷試験を行い、心電図所見などより冠動脈疾患の診断、心機能の評価、リハビリテーション等を行ってきた。

今回、心筋硬塞及び狭心症の患者で、トレッドミル運動負荷試験と冠動脈造影検査の両者を行った症例について若干検討を行った。

方法及び対象

負荷の方法は、従来より我々が行っている、トレッドミルを使用した Single level の負荷方法である(表1)。同時に心電図の記録、血圧測定、ガス分析を行った。

心電図はテレメーター心電計を使用し、誘導は胸部の双極誘導で、心電図の判定はマスターの基準に準じて行った。ガス分析はフクダ医理化製エレクトロメタボラー BMS 1500 型瞬時ガス分析装置を使用して連続的に行った。これ等によって得られた酸素消費量、換気量、心拍数、血圧、心電図所見、心カテーテル所見及び冠動脈造影所見について検討を行った。症例は表2に示すごとくであり、年齢は心筋硬塞が32才より66才で、平均33.5才であり、狭心症は53才より63才までで平均56.4才であった。また冠動脈病変の程度を示す一つの指標として、Coronary Artery Occlusion Score を用い、点数にて表示することを試みた。冠動脈病変のまったくないものを0点、1%から49%のものを1点、50%から74%のものを2点、75%から99%

表1 トレッドミル運動負荷量

	速 度	傾 斜	時 間
(I)	2MPH	0%	5分
(II)	2	5	
(III)	3	0	
IV	2 3	10 5	
V	2.5	10	
VI	3	10	
VII	3.5	15	

表2 症例

病 名	心筋硬塞	狭 心 症	合 計
冠病変			
無病変		4 (0)	4 (0)
1枝病変	18 (5)	3 (0)	21 (5)
2枝病変	4 (1)	2 (1)	6 (2)
3枝病変	3 (2)	3 (2)	6 (4)
合 計	25 (8)	12 (3)	37 (11)

() は A-C Bypass 術施行例

のものを3点、完全閉塞をきたしているものを4点とし、1枝における2つ以上の病変については最高の閉塞部の点数のみを取って計算した。

結果及び検討

狭心症における酸素消費量及び換気量と Score の関係は、負荷量によりわずかな差はあるが、酸素消費量、換気量ともに、Score の増加につれて、減少する。心筋硬塞では負荷量の点で狭心症より一段軽いものである。心筋硬塞の場合、負荷量の増大により何らかの傾向が予想されるが、今回の負荷量では酸素消費量及び換気量と重症度との間には何らの関連も認められなかった(図1)。

Pressure Rate Product を狭心症及び心筋硬塞について検討してみた。心筋硬塞群では低値を示すが、

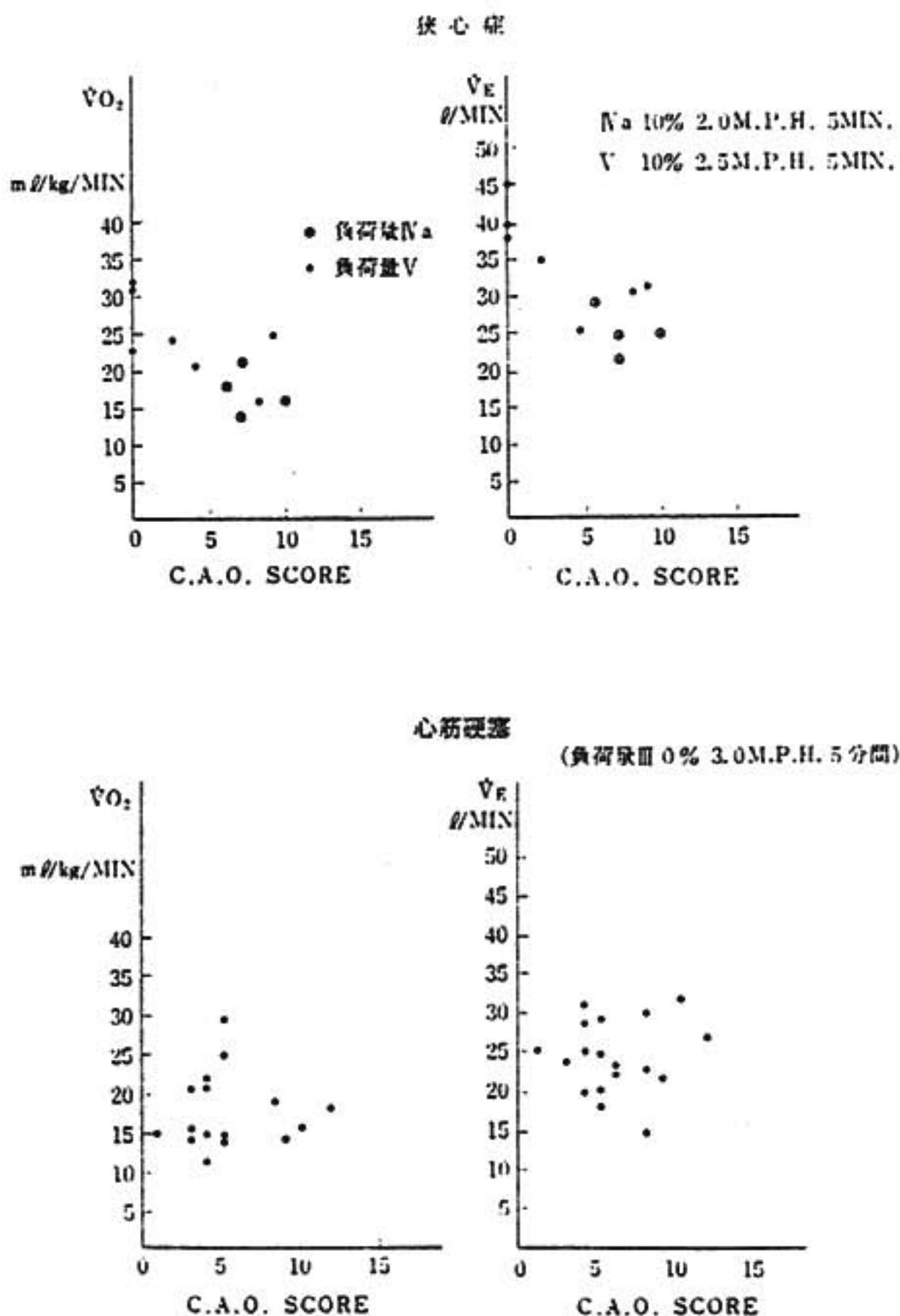


図1

重症度とは関連がなく、狭心症についても何ら傾向はみられなかった。

左室造影所見より Ejection Fraction (EF) を求め、その数値と Score を対比してみた。狭心症では何ら傾向はみられないが、心筋硬塞では EF は狭心症よりも明らかに低値を示し、かつ Score の増加に伴って低値を示した。

次にタバコ、肥満、酒、高脂血症、高血圧、糖尿病の6項目の Risk Factor について検討してみた。タバコは1日10本以上、肥満はいわゆる標準体重を基準とし、酒については晩酌をする程度以上、高脂血症は総コレステロール、 β -リポ蛋白、中性脂肪のうち一項

目でも正常域を超えるもの等を陽性とした。圧倒的に喫煙者が多く37人中33人で89.2%であり、この中でも30本以上の喫煙者は40.5%、60本以上は8.1%であった。心筋硬塞では全員が喫煙者であった。その他は肥満(73%)、酒(59.2%)、高脂血症(56.8%)、高血圧(27.0%)、糖尿病(13.5%)の順であったが、心筋硬塞と狭心症では多少順位が異なるが、タバコ、酒、肥満は3大 Risk Factor にあげられ、両疾患の一人平均の Risk Factor は3.2項目であった。Risk Factor と冠動脈疾患の重症度との間には、何ら傾向がみられなかった。

冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見について検討してみると、狭心症では症例が少ないため問題はあるが、狭心症の83.3%が陽性で冠動脈造影所見上に、まったく病変のないものでも50%の陽性率を示す。これに反して心筋硬塞では、狭心症の場合と異なり負荷量が少ないことも影響あると思われるが、25例中8例32.0%が陽性であった(表3)。

冠動脈病変の重症度を示す Score と ST 変化をみてみると、狭心症では明らかに比例関係を示し、病変の

重症度と ST 低下度とは有意に関連すると考える(図2)。しかし、心筋硬塞では、ST 変化の程度と重症度とは何らの関係も示さないように見られる。

心筋硬塞で1mm以上のST低下を認めた症例に冠動脈造影所見から viable collateral circulation が認められた。これは運動負荷療法及び外科的治療の適応を考慮する一つの指標となり得ると考える。

狭心症の患者に運動負荷試験を行った時に、運動負荷中のST変化の出現する時間について検討した(図3)。図に見るごとく、病変が重症である程ST変化の出現する時間も早く、病変の重症度とST変化の出現する時間とは明らかに相関する。

表3 冠動脈造影所見と運動負荷心電図

	心筋硬塞			狭心症		
	例数	負荷試験所見		例数	負荷試験所見	
		陽性例(%)	陰性例(%)		陽性例(%)	陰性例(%)
無病変	0	0	0	4 [0]	2 (50.0)	2 (50.0)
1枝病変	18 [5]	5 (27.8)	13 (72.2)	3 [0]	3 (100.0)	0
2枝病変	4 [1]	2 (50.0)	2 (50.0)	2 [1]	2 (100.0)	0
3枝病変	3 [2]	1 (13.3)	2 (66.6)	3 [2]	3 (100.0)	0
合計	25 [8]	8 (32.0)	17 (68.0)	12 [3]	10 (83.3)	2 (16.6)

〔 〕 A-C Bypass 術施行例

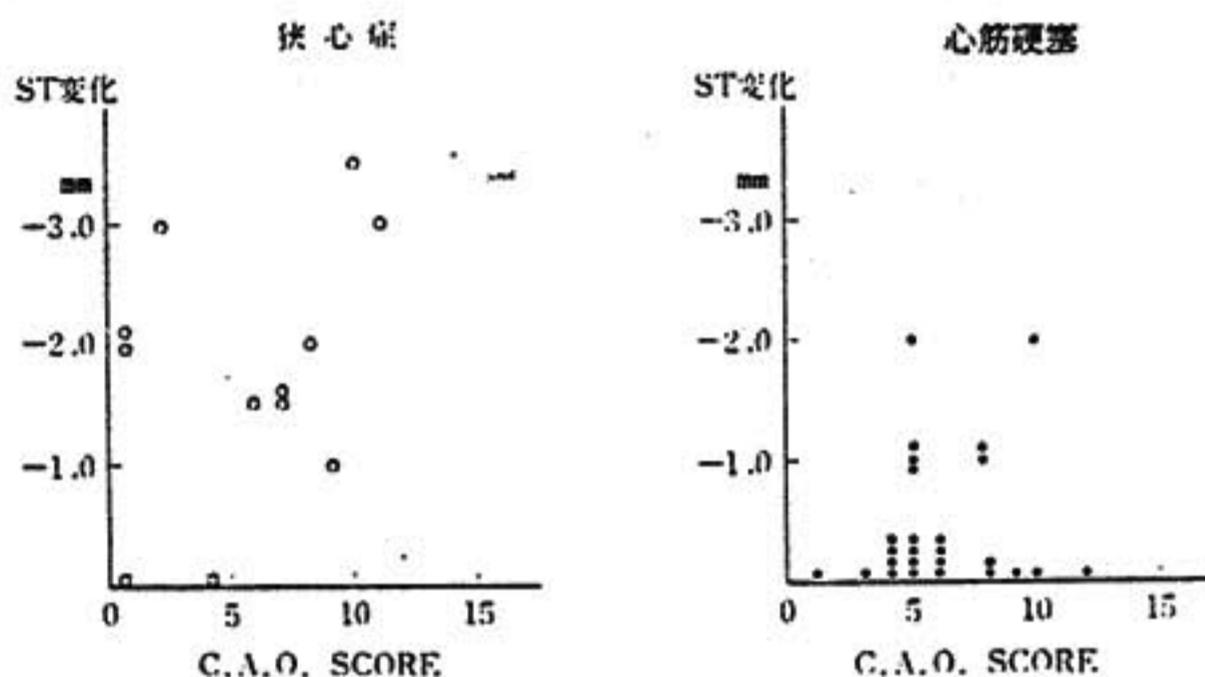


図2

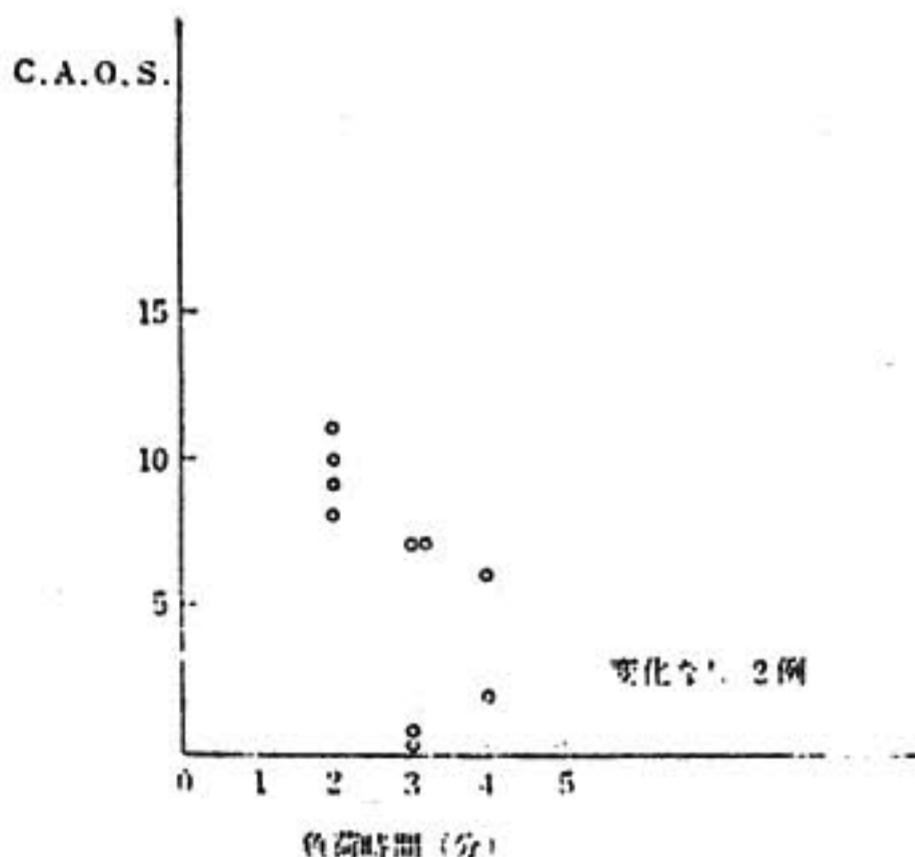


図3 狭心症に於ける ST 変化の出現時間

次に我々の経験した症例を示す。

症例1 M.K. 50才, 男性。

約10年前より胸痛を訴え, 狭心症の診断の下に治療

を行ってきた。安静時心電図に異常を認めない。昭和48年6月4日, 第V度の負荷量にてトレッドミル運動負荷試験を行い, 運動開始後4分にて胸痛出現するため中止した。負荷開始間もなくST低下を認め, 負荷中止後1~2分にかけて著明な変化を示した。その後も負荷量を減じて数回行ったが, 胸痛, ST変化等の出現のため5分間の運動は完遂不能であった(図4)。昭和50年11月18日冠動脈造影検査を行い, RCA及びLCAはいずれも完全閉塞

であり, CXも75%以上の狭窄を認め, EFは71%であった(図5)。A-C Bypass術の適応とされ, 昭和50年12月11日手術を行い, 術後経過も良好で, トレッドミル運動負荷試験第1度より第V度までを完遂し, 狭心痛はもちろんのこと, 心電図にもまったく変化を示さない。運動負荷及び, 冠動脈造影所見に著明な変化があり, 手術に成功し社会復帰をした症例である。

症例2 T.I. 62才, 男性。

最近までまったく健康であり, 何ら症状もなく, 平常に勤務していたが, 昭和52年3月ゴルフ場にてプレー中に胸痛を覚え, 一時プレーを中断したが, その日はそのまま1ラウンドのプレーを行い帰宅した。その後もゴルフ中あるいは労作時に同様の胸痛を覚え来院した。安静時心電図には異常を認めない。昭和52年5月4日, 負荷量V度にてトレッドミル運動負荷試験を行い, 負荷中5分より負荷後5分までST低下を認めた(図6)。昭和52年6月14日冠動脈造影検査を行い, RCAのSegment 3に75%の狭窄を認めると同時に,

術前

術後

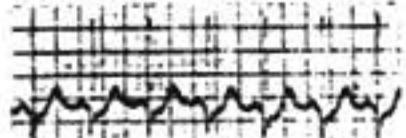
M.K. 50Y. M.

JUNE 4th, 1973.

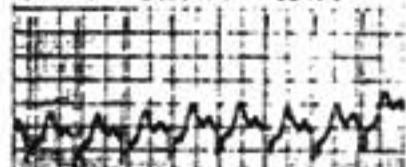
M.K. 54Y. M.

MARCH 25th, 1977.

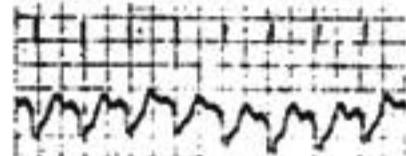
RESTING
H.R. 118/m. B.P. 120/86



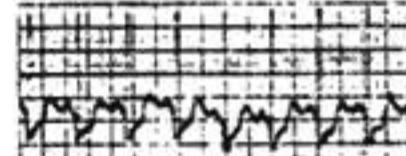
10% 2.5M.P.H. EX.
1min. 145/m. 150/90



2min. 145/m. 150/90

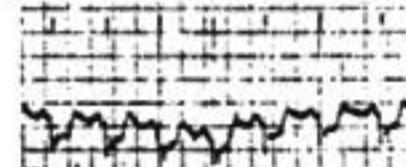


3min. 140/m. 150/90



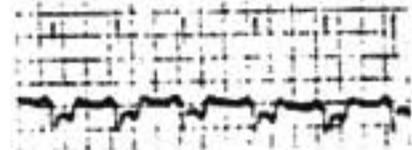
CHEST PAIN

4min. STOP 130/m. 150/100

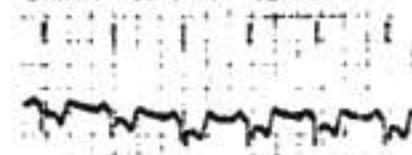


POST EX.

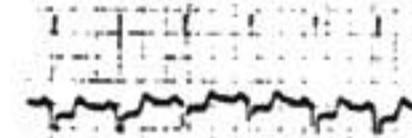
1min. H.R. 102/m. B.P. 126/88



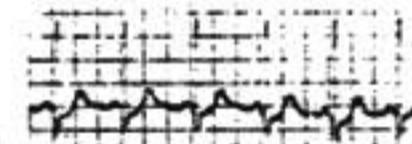
2min. 100/m. 120/80



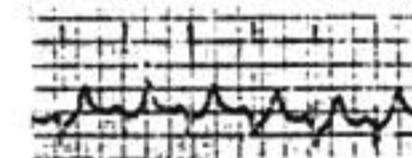
3min. 105/m. 120/76



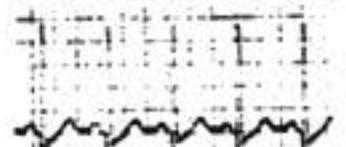
5min. 98/m. 116/70



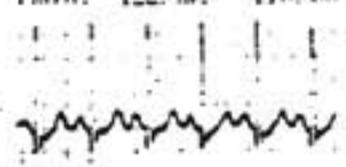
10min. 110/m. 92/68



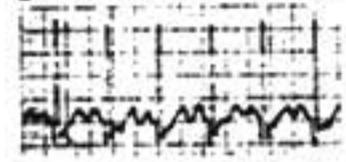
RESTING
H.R. 104/m. B.P. 110/80



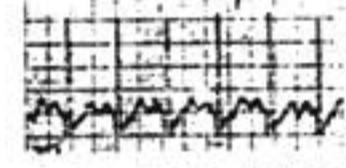
10% 2.5M.P.H. EX.
1min. 122/m. 110/80



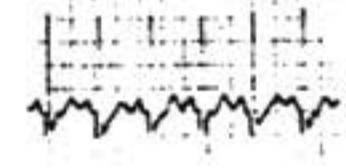
2min. 130/m. 110/80



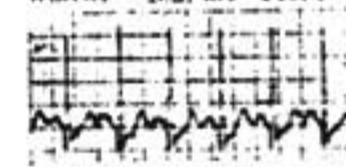
3min. 136/m. 120/80



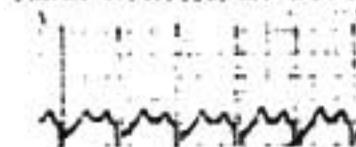
4min. 132/m. 140/90



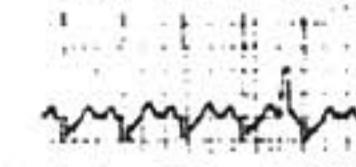
5min. 132/m. 140/90



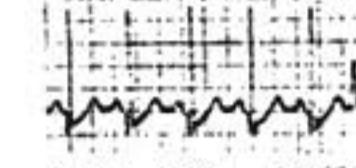
POST EX.
1min. H.R. 118/m. B.P. 120/80



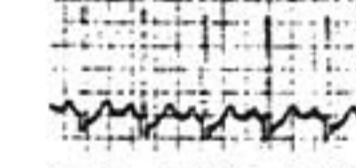
2min. 114/m. 128/74



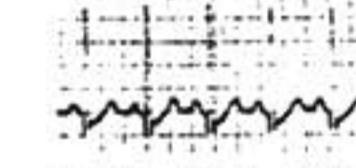
3min. 112/m. 114/80



5min. 112/m. 120/74



7min. 112/m. 120/80



10min. 108/m. 120/90

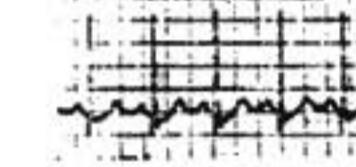


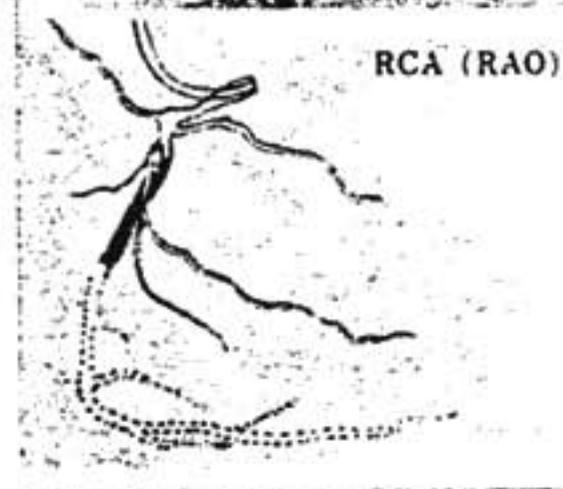
図 4

M.K. 53Y.M.

NOV. 18th. 1975



RCA (RAO)



LCA (RAO)



図 5

T. I. 62 Y. M. S. 52. 5. 4

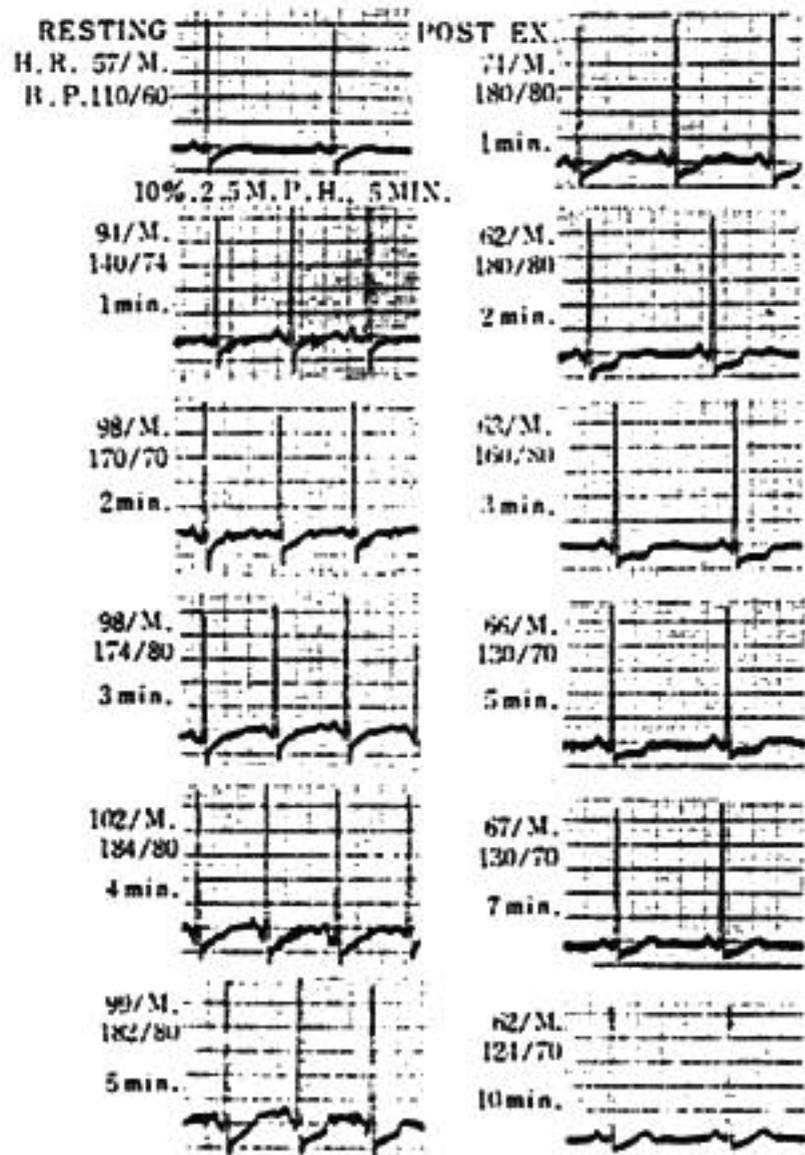


図6

LAD に75%の Squeeze を認めた (図7). 運動負荷試験により著明な変化をきたしたものの, 冠動脈造影検査にて比較的軽度の変化であった症例である.

今回の所見より決定的なことはいい難いが, 多少の傾向がみられたので整理してみる.

- ① 冠動脈病変が重症である程, 運動負荷試験の陽性率が高く, 運動負荷試験中, 早期に ST 変化を認め, ST 低下度も著明である.
- ② 負荷強度に問題もあるが, 心筋硬塞より狭心症に ST 変化を示す症例が多い.
- ③ Pressure Rate Product は心筋硬塞の方が狭心症より低値を示す.
- ④ 重症者必ずしも Risk Factor が多いとは限らない.

質 疑 討 論

井上 (女子医大心研) typical な effort angina の場合には1枝障害の例は少ないと思うので, 運動負荷 C-5, C-5R, の双極胸部誘導で陽性所見の出る場合が多いと思うが, Infarction の場合には, 必ずしもその誘導で陽性にならない. 心筋硬塞がすでに起っている領域以外の冠状動脈に所見がある時は, その領域に一致した部位に心電図変化が出ると思う. このようなことで心筋硬塞の場合の陽性率が低くなっている可能性は?

T. I. 62 Y. M.

JUN. 14th. 1977

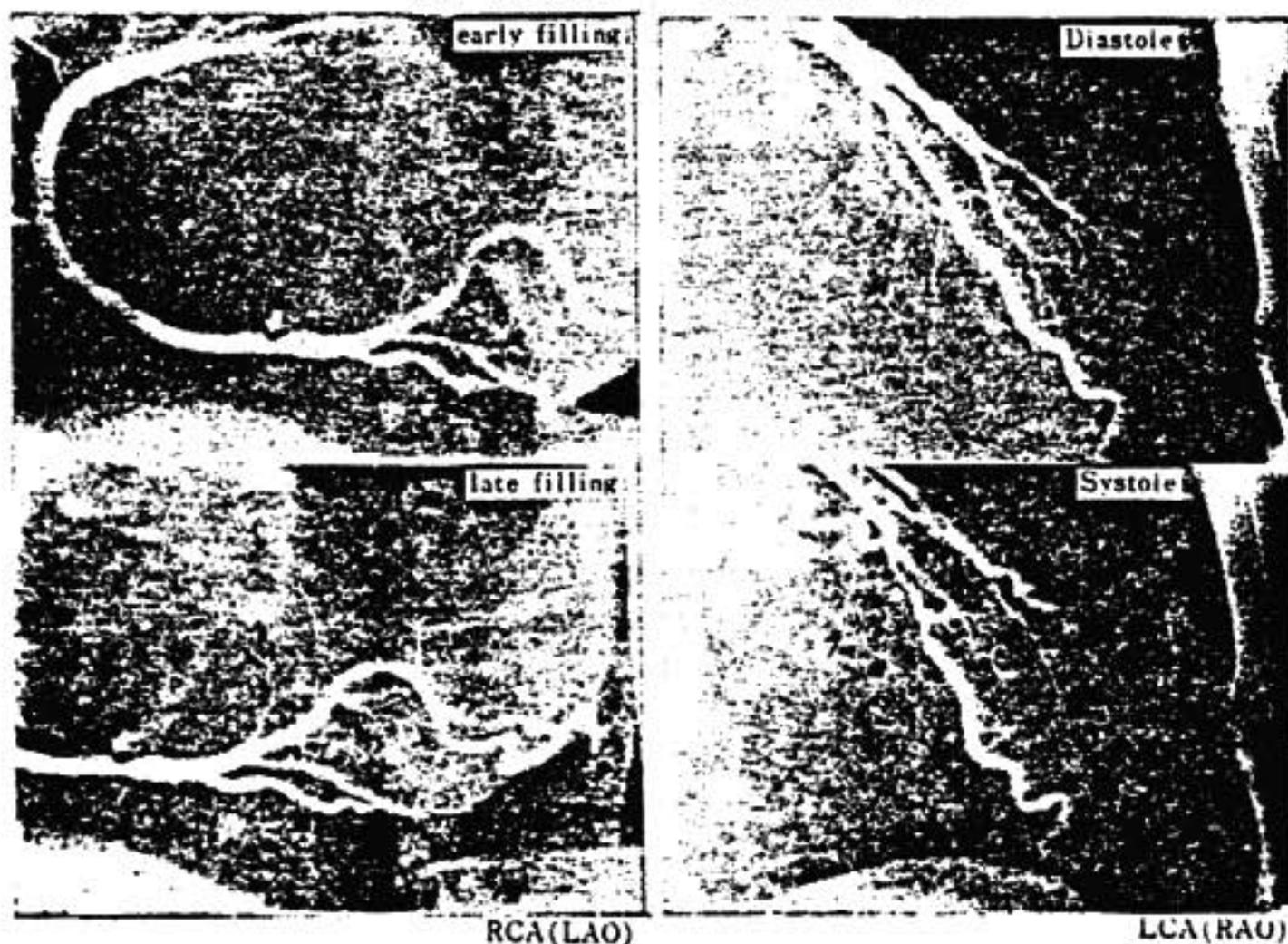


図7

富川 あると思う。我々は V_5 , V_6 の位置以外に下壁、後壁の場合には別の2点誘導を行っているが、あまり所見はみられない。

竹内(東大・第四内科)いまのトレッドミルの Exercise は Single Stage のものだが、最近では multi stage の方が functional capacity を見るのによいということで、multistage の exercise test の心電図の陽性所見とし1枝、2枝、3枝狭窄との関連をみて、非常によい Data を出している人達がいる。その意味で single stage でなく multistage でやると、もっときれいな Data が出ると思うが?

富川 我々も同感である。現在 single level load

でやっているが、同時に multistage の方法も考慮中である。

田村(新潟大・第一内科)私は先生のところの運動量は少ないと思う。狭心症にしろ心筋硬塞にしろプロトコールが全部最後までできたのは、対象例のうち何例か?

富川 1例を除いて全部やっている。

田村 我々のところでの方法だと、トレッドミルをやったあらゆる症例のうち、50%しか最後までできなかった。そのような意味で先生の答えと合わせて、やっぱり負荷量が少ないと考える。当然運動量を上げれば、心筋硬塞の所見は多くなると思う。

運動負荷と不整脈

村 山 正 博*

運動負荷と不整脈の関係については、その臨床的意義に関して不明の点が多い。今回は、(1)運動時に発生する心室性不整脈の臨床的意義、特に虚血性疾患において予後との関連においてこれを検討し、また(2)徐脈性不整脈例における本法の診断的および治療法の決定に関する意義について述べる。

I. 運動負荷と心室性不整脈

(1) 運動負荷による心室性不整脈発生頻度

運動と不整脈の関係については 1) 安静時に存在せず、運動によりはじめて誘発されるもの、2) 安静時に存在し、運動により消失するもの、3) 安静時、運動時とも存在するものの3種類の反応がある。1)に関する東大第2内科例では、狭心症、心筋硬塞を含む虚血性心疾患(IHD) 143人では心室期外収縮(VPC) 39例(27.2%)、心室頻拍(VT) 3例(2.1%)であり、非心疾患616人ではVPC 42例(6.8%)、VT 0例で、前者において頻度が高い。従来、運動により生ずるVPCは心筋障害の1つとする意見も多いが、非心疾患でもかなりの頻度においてVPCがみとめられ

ることから、VPC発生そのものには診断的意義をつけ難い。VTに関しては、IHDにのみ発生するので病的意義をつけて良いものと思われる。

2)に関してはIHD 11人、非心疾患23人につき、おのおの、運動中消失または減少するもの、7(63.6%)、22(95.7%)、運動中頻度不変または増加するもの、4(36.4%)、1(4.3%)であり、いずれも運動によりVPCの消失または頻度の減少するものが多く、運動時にVPCの消失するものは病的ではないという教科書的記載は必ずしも自験例にはあてはまらなかった。一方、運動により頻度の増加するVPCはIHDに多く、病的意義をもたせることができるものと思われる。

運動により、はじめて発生したか、頻度の増加したVPCをIHD 43例、非心疾患42例につき、その特徴を検討してみると、Coupled VPCはIHD、非心疾患において、おのおの9.3%、9.5%と両者間に差がなく、またBigeminyはおのおの、16.3%、4.8%、多源性VPCはおのおの、20.9%、2.4%といずれも前者に多い。また、単発型はおのおの、23.2%、66.7%

と後者に多く、1分間10個以上の多発型は Bigeminy を除くと、おのおの11.6%、4.8%と前者に多い。従来、運動により発生する VPC が多源性のもの、連発型のもの、Bigeminy を示すものなどは運動負荷の判定陽性とする考えもあり、上述の成績でも頻度の上から、これらは IHD に多いが、非心疾患においてもかなりの頻度にとめられるので、診断的意義については、特異的なものとはいえない。

(2) 運動により発生する VPC の予後的意義

東大第2内科にて昭和38~52年に行った運動負荷例の予後調査を行ったが、心臓死と思われる急死が32例あった。IHD 生存例113人を対象として、急死に関する要因分析を行うと、運動時に10/分以上の多発型 VPC が急死に関連した重要な要因といえる。特に、安静時に ST 変化を伴い、運動時に VPC が頻発する例の予後が悪い。これらのことが IHD 予後判定の上に重要な情報を与えてくれることは注目すべきことと思われる。

図1は68才、男性、狭心症患者の運動負荷心電図である。上段は記録紙速度を1mm/秒として圧縮した記録で VPC の頻度を判りやすくしてある。安静時には存在しない VPC が Master two-step test 中、後に多発した。運動により狭心症発作が誘発され、1分20秒にて中止している。安静時、すでに X 誘導上、1mm の ST 降下をみとめるが、運動によりさらに1

mm 以上降下した。VPC は運動中10~15/分、みとめられ、また運動後の心電図では focus の異なる2種類の VPC がみとめられる。本例は運動負荷検査施行後1年で急死した。

(3) 運動負荷による VT 例

図2は、53才、男性、狭心症患者の運動負荷心電図であるが、運動時、胸部不快感を訴え、運動を中止した。運動中止直後から図に示されているように VT が発生し、強い胸痛を訴えた。ニトログリセリン2錠投与され、VT は自然に止ったが、VT 回復後、Z 誘導上の ST の上昇がみとめられている。本例は、冠動脈造影上、左冠動脈前下行枝の起始部に近く75%の狭窄をみとめており、また左室前側壁から一部、心尖部にかけて hypokinesis をみとめた。本例にはバイパス手術が施行され、術後1年の経過では狭心症発作なく、また運動負荷においても ST 変化、不整脈の出現をみしていない。

本例は臨床的に unstable angina であったことも推定されるが、このような運動時の重症不整脈は unstable angina に多くみられることが文献的に報告されており unstable angina は運動負荷禁忌とされている。運動負荷時の事故を防止するためにも、本法施行時の患者の選択に十分注意しなければならない。

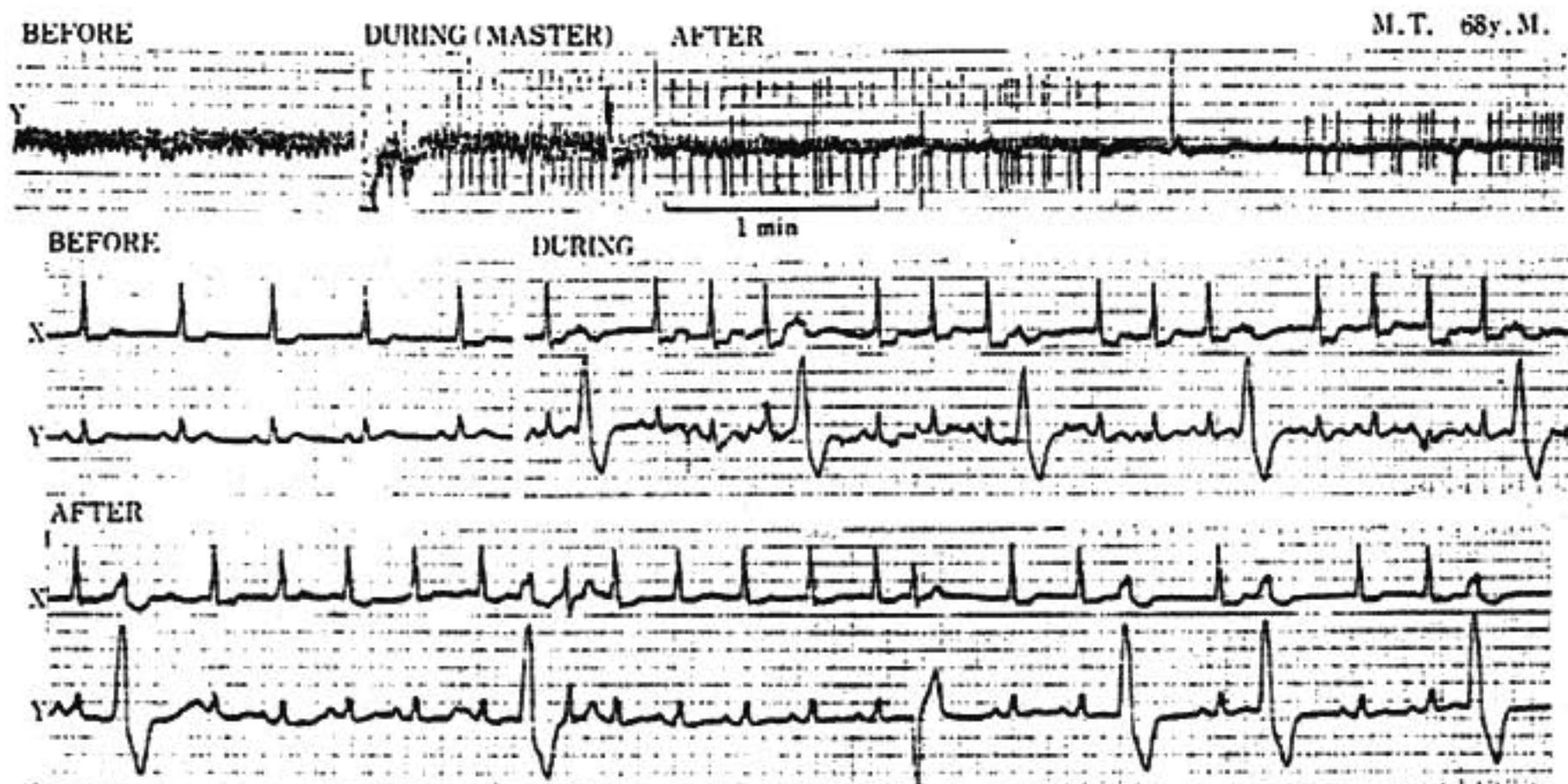


図1 68才、男性、狭心症例の運動負荷心電図

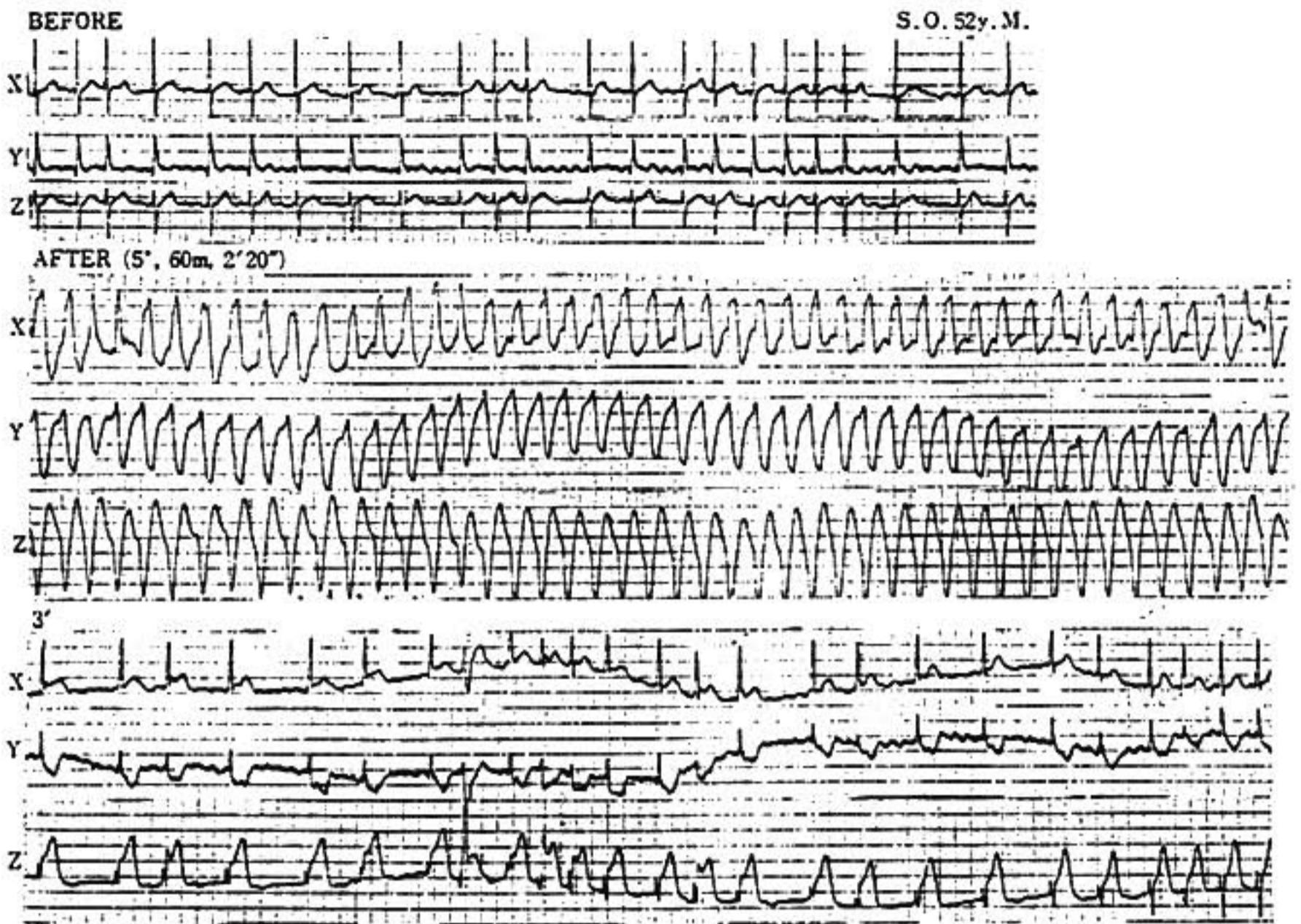


図2 52才, 男性, 狭心症患者の運動負荷心電図

(4) 実験的心筋硬塞イヌにおける運動負荷 (preliminary study)

心筋硬塞急性期における運動の影響, 特に不整脈の発生様式をみる目的で, イヌ冠動脈を結紮し, トレッドミルを走らせ, 運動時の心電図をテレメーターにより記録した. 冠動脈結紮後, 数時間から8時間後ぐらいから, VPC が頻発しはじめるが, 通常術後2~3日で消失する. 図3は術後3日目の運動負荷心電図の1例を示したが, この時期では運動によりST上昇をみとめ, 運動後にVT発生をみとめている.

運動時のVPC, VT発生機序, また治療法については不明の点が多いが, このような実験モデルからアプローチする方法もあるので, なお, さらに発展させたいと思っている.

II. 徐脈性不整脈例における運動負荷

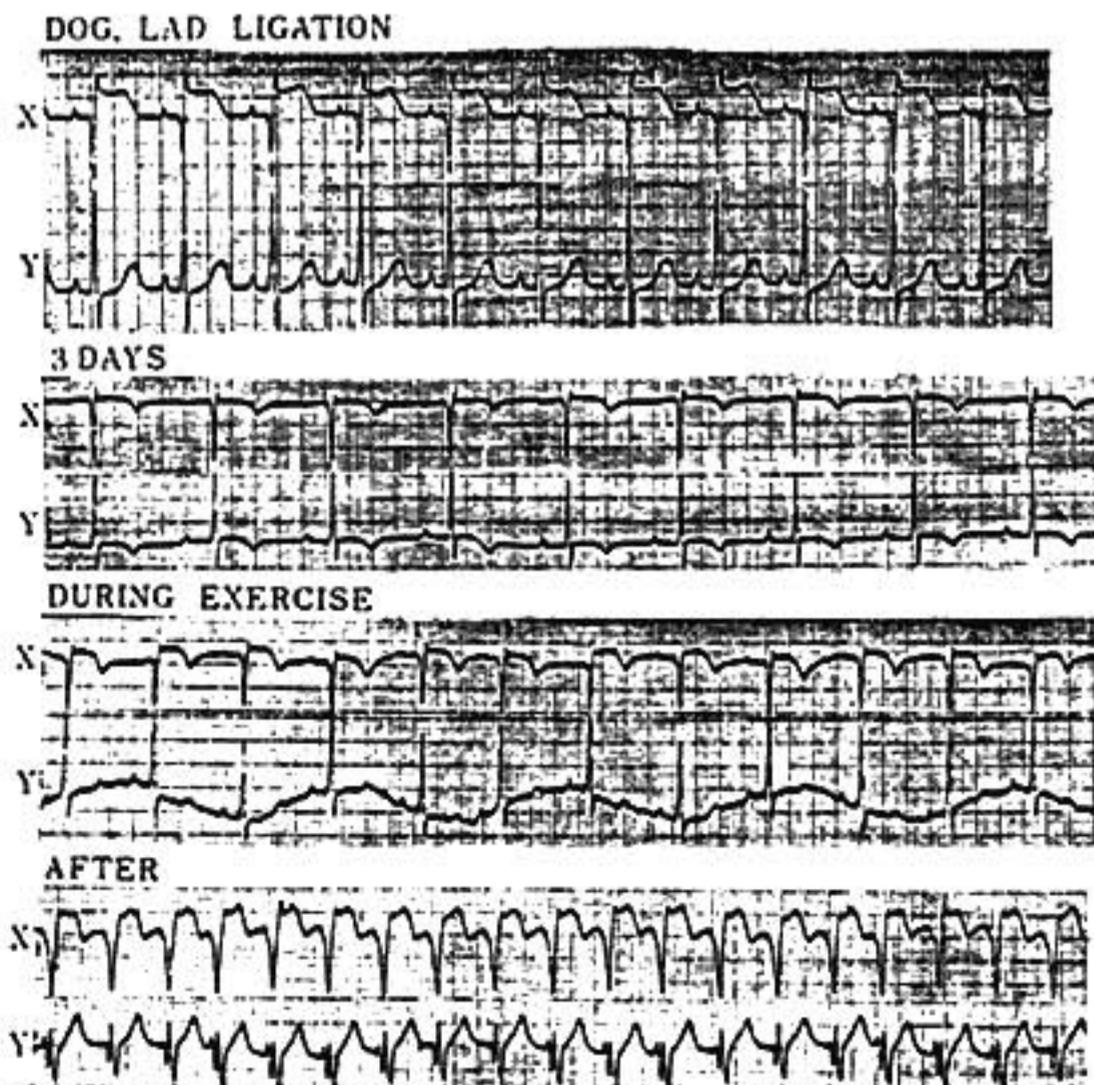


図3 冠動脈結紮イヌにおける運動負荷心電図

(記録紙速度 50 mm/秒)

Sick Sinus Syndrome (SSS), 房室ブロッ



図4 68才, 男性, Sick Sinus Syndrome 例の運動負荷心電図

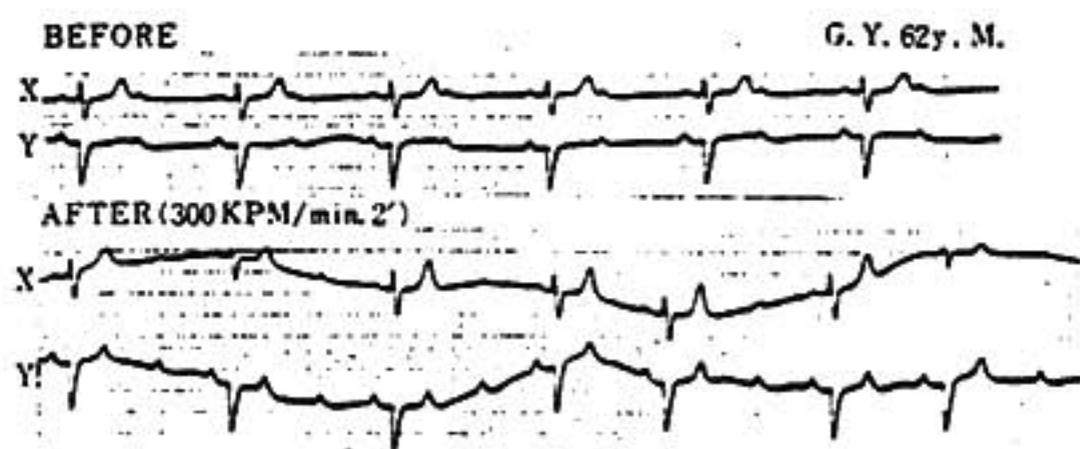
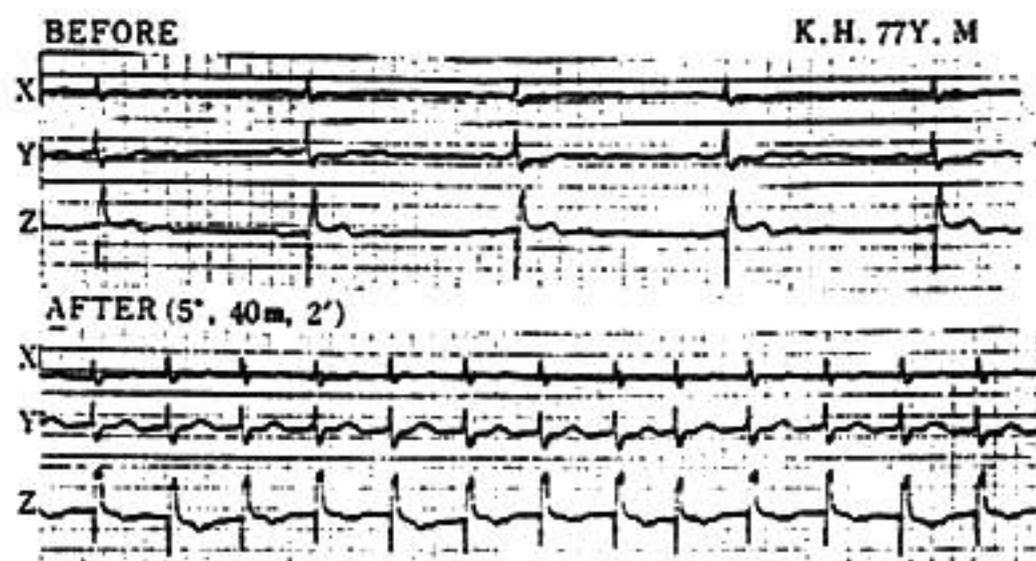


図5 2:1房室ブロックの運動負荷心電図
(上段: 77才, 男性, 下段: 62才, 男性)

ク (AVB) など徐脈例では, 患者の訴えが日常生活時の運動障害に基づくものが多いので, 運動負荷法はこれら患者の心機能評価に実際的な意味をもつといえ

る。すなわち, 本法は SSS, 2° AVB 例では洞機能, 房室伝導機能の判定に役立ち, 3° AVB 例では下位自動中枢部位の推定に有用である。また, 徐脈性不整脈例における運動に対する心拍数増加の程度は, 人工ペースメーカー植え込みなどの治療法の決定に役立つものと思われる。これらの分野における本法の利用は十分でなく, 今後広く用いられることが期待される。以下, 実例を示す。

(1) SSS 例

図4は68才, 男性で病歴上, 失神発作がある。心電図では著明な洞徐脈と房室接合部調律がみられ, また運動時, 息切れ, 脚の疲れにより運動を中止した時の最大心拍数は100/分である。運動後の回復期に最大5.34秒の心停止をみとめる。このように SSS 例では運動による洞頻度増加は100/分以下のことが多く, また回復期に心停止をみることが多い。

(2) 2° AVB 例

Wenckebach 型では運動により正常房室伝導が回復する。2:1 AVB 例では図5に示すように運動により1:1房室伝導が回復するものと(上段), 運動中2:1からさらに3:1伝導となるもの(下段)

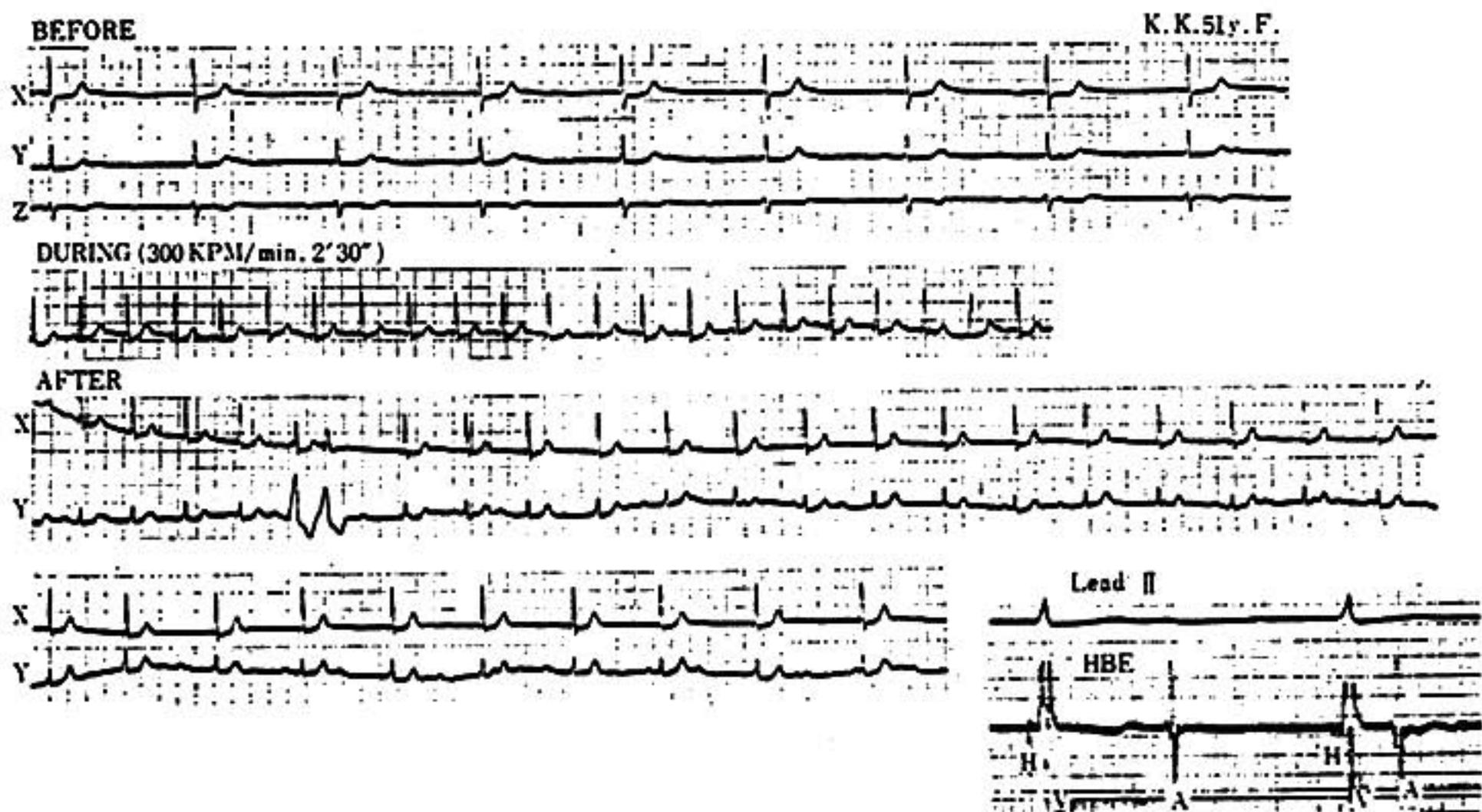


図6 51才, 男性, 完全房室ブロック例の運動負荷心電図
(右下に本例の His 束心電図を示す)

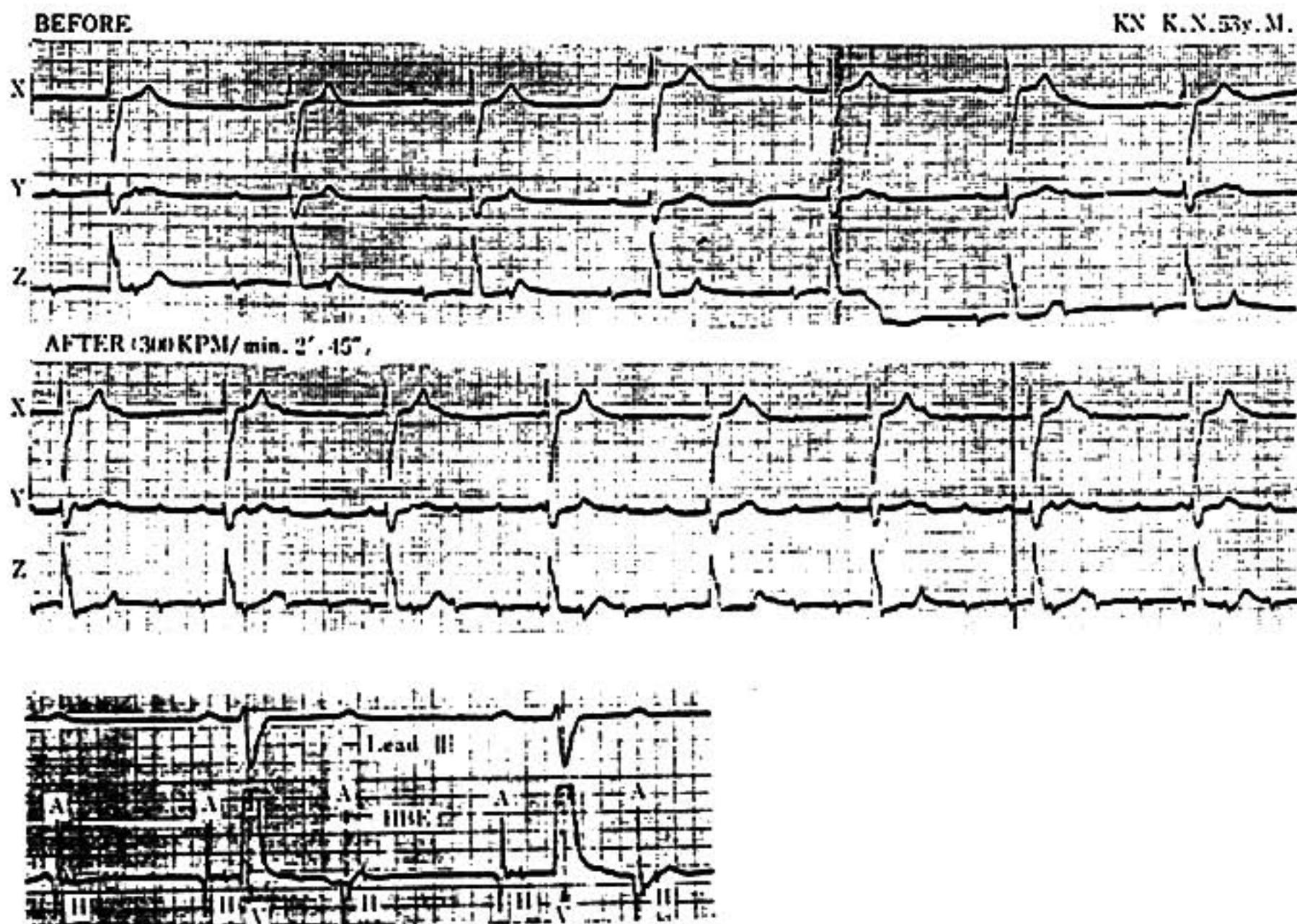


図7 53才, 男性, 完全房室ブロック例の運動負荷心電図
(下段に本例の His 束心電図を示す)

とある。

(3) 完全 AVB 例

図6, 7はいずれも完全 AVB 例であるが, 図6例は運動により心拍数増加が著明であり, 図7例ではほとんど不変である。AVB の部位は前者では above His, 後者は below His が His 束心電図から証明された。従来, 完全 AVB の下位自動中枢部位の推定は QRS の中, 型などからなされていたが, 必ずしも正確でなく本法の利用が有用であるものと思われる。また, 運動時心拍数増加の乏しい例に人工ペースメーカー植え込みの適応を考慮すると良いものと思われる。

質 疑 討 論

田村 (新潟大) Ellestadt のプロトコールで行った狭心症, 心筋硬塞200例の中 VPC が出たため負荷をやめたのは2例にすぎない。適応の差であろうか。動

物実験でみられたような運動後の重症不整脈例は臨床では経験していない。

村山 IHD 診断の目的のみではなく重症度判定, リハビリ例も含まれているためかもしれないが運動時の VPC 発生は稀なものではなくむしろ普通にあるものだという印象をもっている。動物実験は急性期のモデルを作ったもので, 人間では本来, 運動禁忌に当る時期のものであり, これに当る臨床例はない。unstable angina, 急性心筋硬塞の運動時の急死の機序を解明する目的ではじめたものである。

細田 (自治医大) VPC の左, 右室起源について, また ST 変化の部位と VPC 発生部位について関係があるか。

村山 頻度としては IHD に左室起源が多いが診断的意義を有する程ではない。ST ベクトルの方向と VPC の起源については, なお検討してみるが, 明らかな関連があるという印象をもっていない。

運動負荷における心筋血流の変動

門 田 和 紀* . 神 原 啓 文*

若 林 章* . 河 合 忠 一*

米 倉 義 晴** . 石 井 靖** . 鳥 塚 莞 爾**

タリウム-201 (^{201}Tl) の開発により, 核医学は虚血性心疾患の診断的方法として重要な地位を占めるに至った。 ^{201}Tl は生体内でカリウム (K^+) と類似の動態を示し, ほぼ血流分布に従うとされている。そのため心筋において, 局所的血流低下部位の検出に有力であろうと考えられる。このことは冠動脈造影を行う際, 放射性微粒子を直接冠動脈に注入して得たイメージと ^{201}Tl によるイメージを比較し, ほぼ同様であることを確認することで証明された (図1)。同時に ^{201}Tl の心筋集積量を測定し, Sapirstein による indicator fractionation principle¹⁾ に基づいて心筋血流量/心拍出量 (MBF/CO) を示す指標について検討した。こ

の原理は注入した核種 (tracer) の摂取率が心筋と全身で等しい場合, tracer の全投与量対心筋集積量が心拍出量対心筋血流量に近似するというものである。われわれはこの指標が運動負荷によって変化する点に注目した。

対 象 と 方 法

臨床的に虚血性心疾患と考えられた39例, 肥大型心筋症7例, 対照群13例である。方法は $^{201}\text{TlCl}$ 2 mCi を 20 ml の生食水でフラッシュして注入し, コリメーターを前胸壁にあて少なくとも3分間その経過を Searl Radiographics Pho-Gamma HP にオンライ

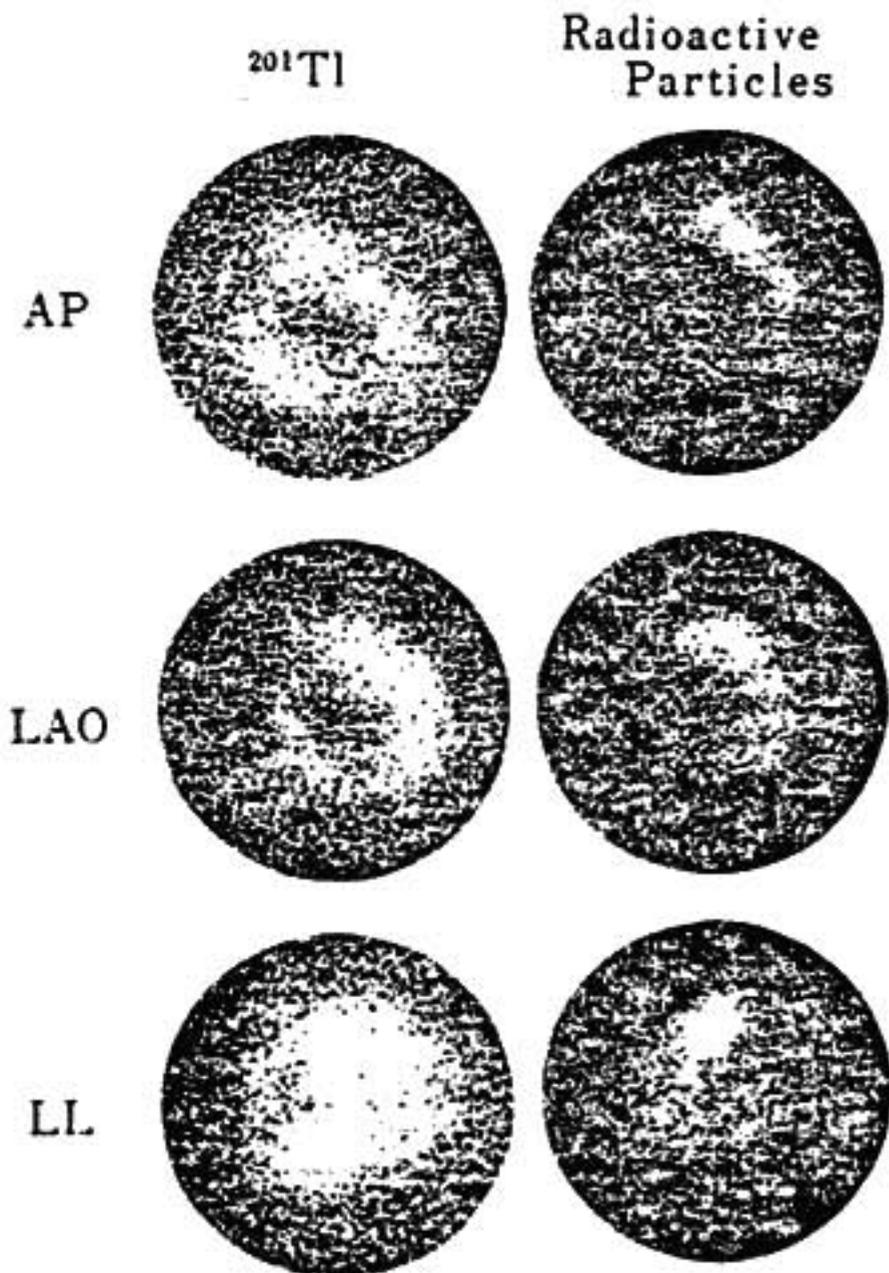


図1 陳旧性前壁中隔梗塞における ^{201}Tl と放射性微粒子による心筋シンチグラムの比較

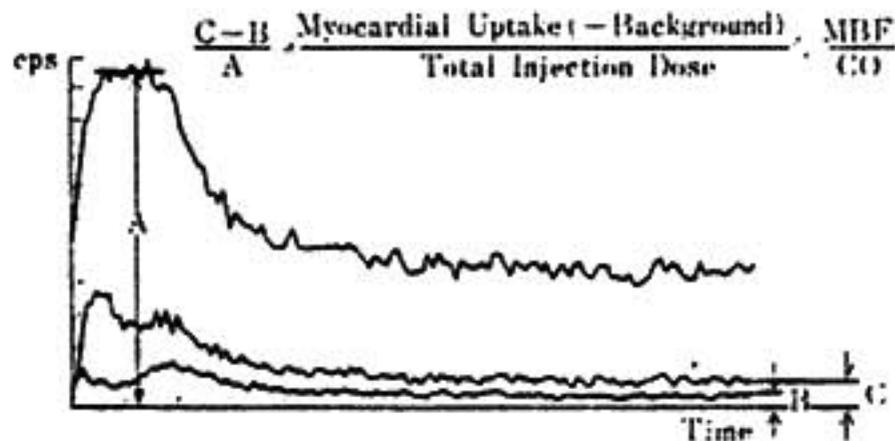


図2 全肺野(A), 心臓部(C), バックグラウンド(B)における計数率

ンで接続した Scinti-pack 200 に記録した。平衡状態に達したことを確認して記録を終了する。図2のように全肺野(A), 心臓部(C), バックグラウンド(B)の計数率から $(C-B)/A \Rightarrow \text{MBF}/\text{CO}$ が求められる。この記録の後、安静時の心筋シンチグラフィーを5方向について行った。2週間後自転車エルゴメーターによる運動負荷を立位にて行い、同様の記録を施行した。負荷は3分毎に増加する多段階法で行い、被検者に胸痛が生じたり、ECG (aV_r, V_s, s) 上 0.5 mm 以上の horizontal ないし 2 mm 以上の junctional ST 低

下が現われた時点で ^{201}Tl の注入を行う。それ以外の場合には疲弊に達するまで運動量を増加し、注入後も1分間運動を継続させ次いで急速に漸減休止させる。約10分後より仰臥位にて運動負荷心筋イメージを5方向について撮像した。

結 果

1. (C-B)/A の安静時における比較

(C-B)/A は図3のように対照群、虚血性心疾患、

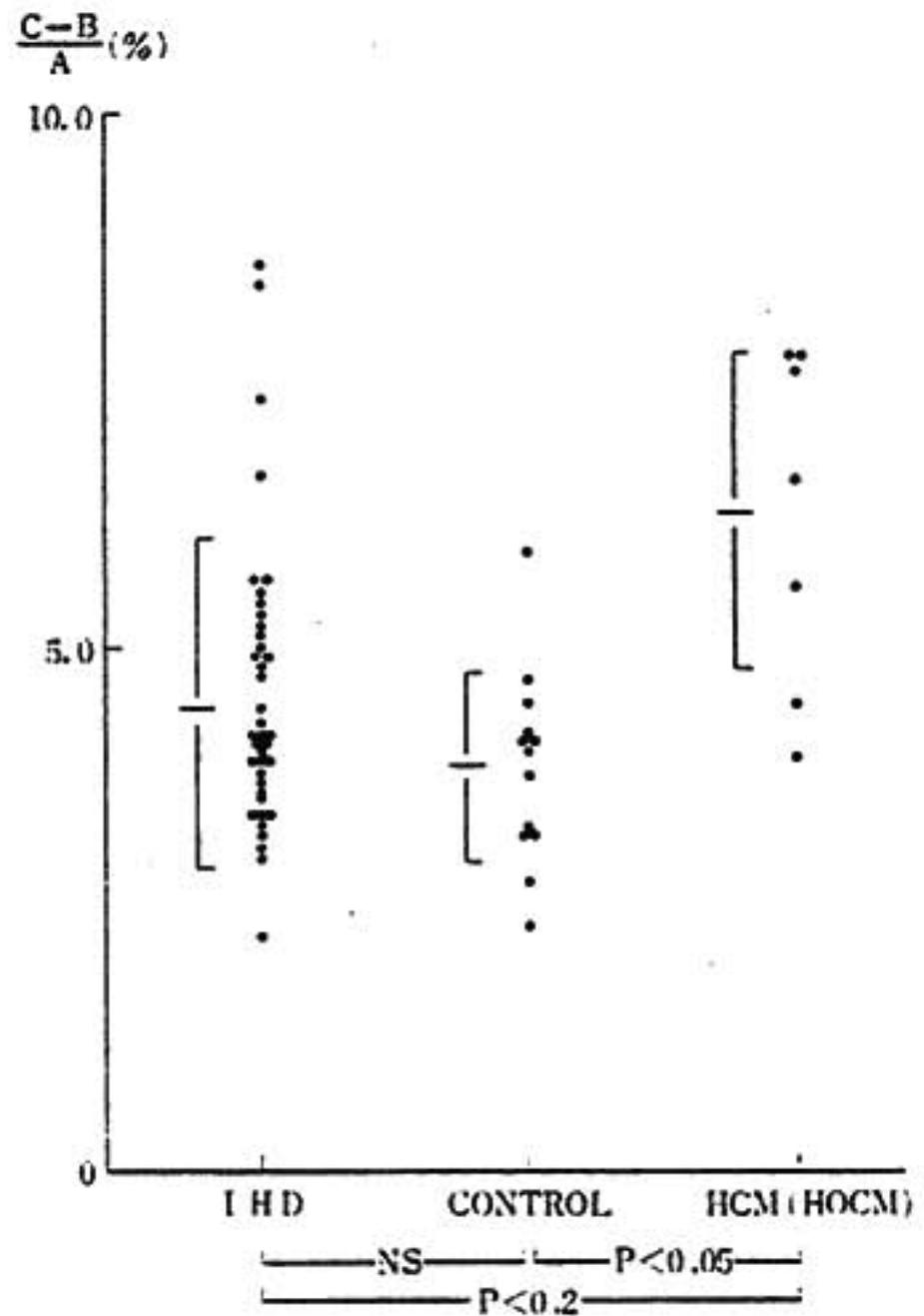


図3 虚血性心疾患、肥大型心筋症、対照群における ^{201}Tl 心筋摂取率(安静時)

肥大型心筋症の順に高い傾向にあった。これからみると、虚血性心疾患は対照群よりも心筋血流量が多いかの印象を与えるが、この指標には心筋重量、心拍出量などの因子が関与している。ちなみに左室心筋重量により (C-B)/A を補正するとこの3群間には有意差がみられなかった(図4)。虚血性心疾患における心筋重量の計測には、問題はあるが Gibson 法²⁾を用いた。

2. (C-B)/A の運動負荷による変化の比較

対照群の (C-B)/A は運動負荷によって全例増加し

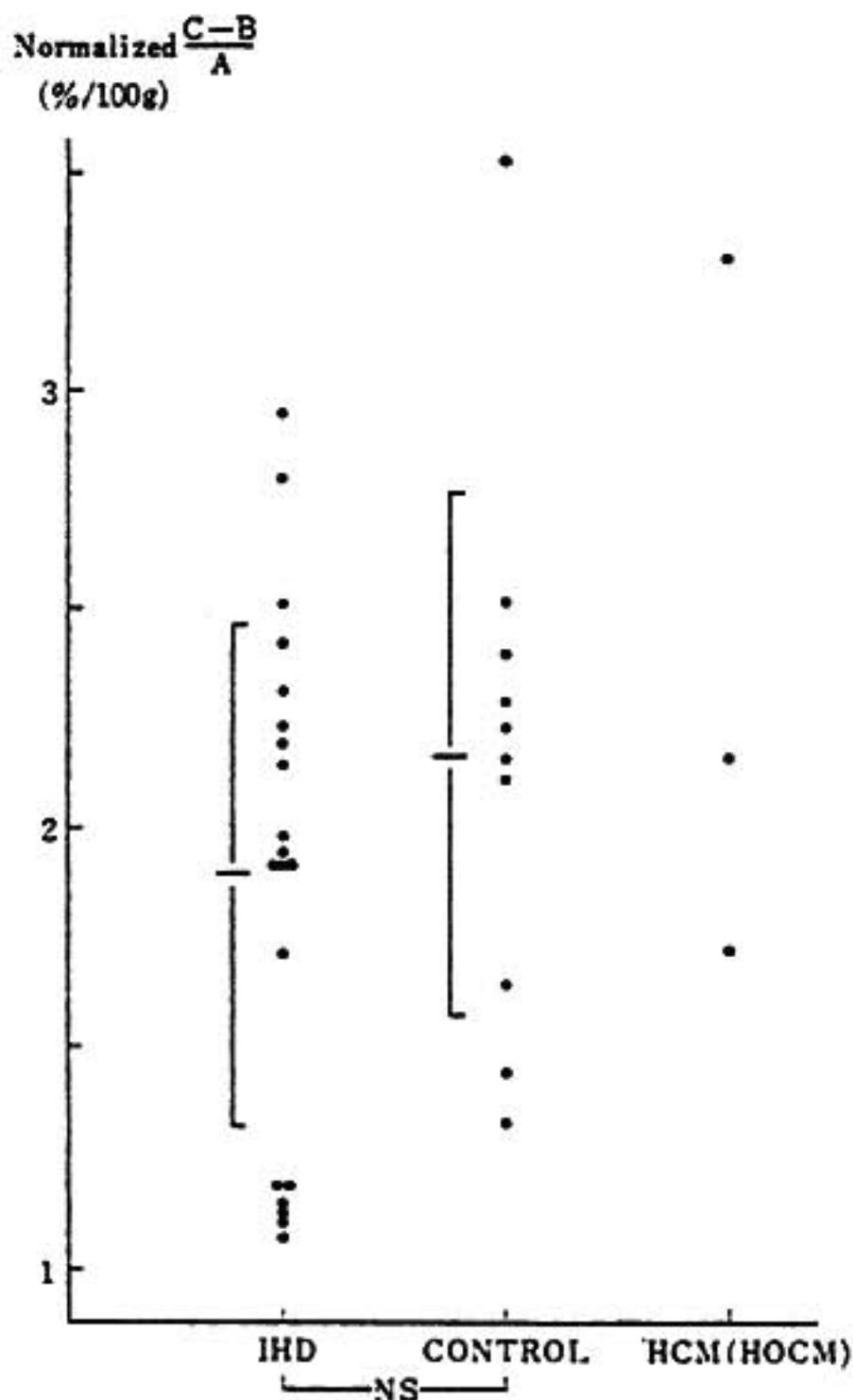


図4 心筋重量で補正した ^{201}Tl 心筋摂取率

た。虚血性心疾患では増加するものと減少するものがある (図5)。この $(C-B)/A$ の変化率を $\Delta(C-B)/A$ とし、比較すると有意差がみられた (図6)。

考 察

^{201}Tl が従来使われてきた K^+ 同族体と同様に血流分布を表わすために好適な核種であることは、主として放射性微粒子との比較によって実験的に認められているが³⁾、われわれは臨床的に冠動脈に放射性微粒子を注入することにより得られる心筋イメージとの比較を行った。実験によると K^+ 同族体は高度の心筋血流増加の場合過少評価する傾向があるが、血流低下に対しては正確に反映し⁴⁾、 ^{201}Tl 心筋シンチグラフィは虚血性心疾患のような局所的血流低下をほぼ忠実に描出すると考えられる。またこの方法は非侵襲的であるから、運動負荷試験にも適している。先にわれわれは ^{201}Tl による心筋シンチグラフィにおいて、心筋血

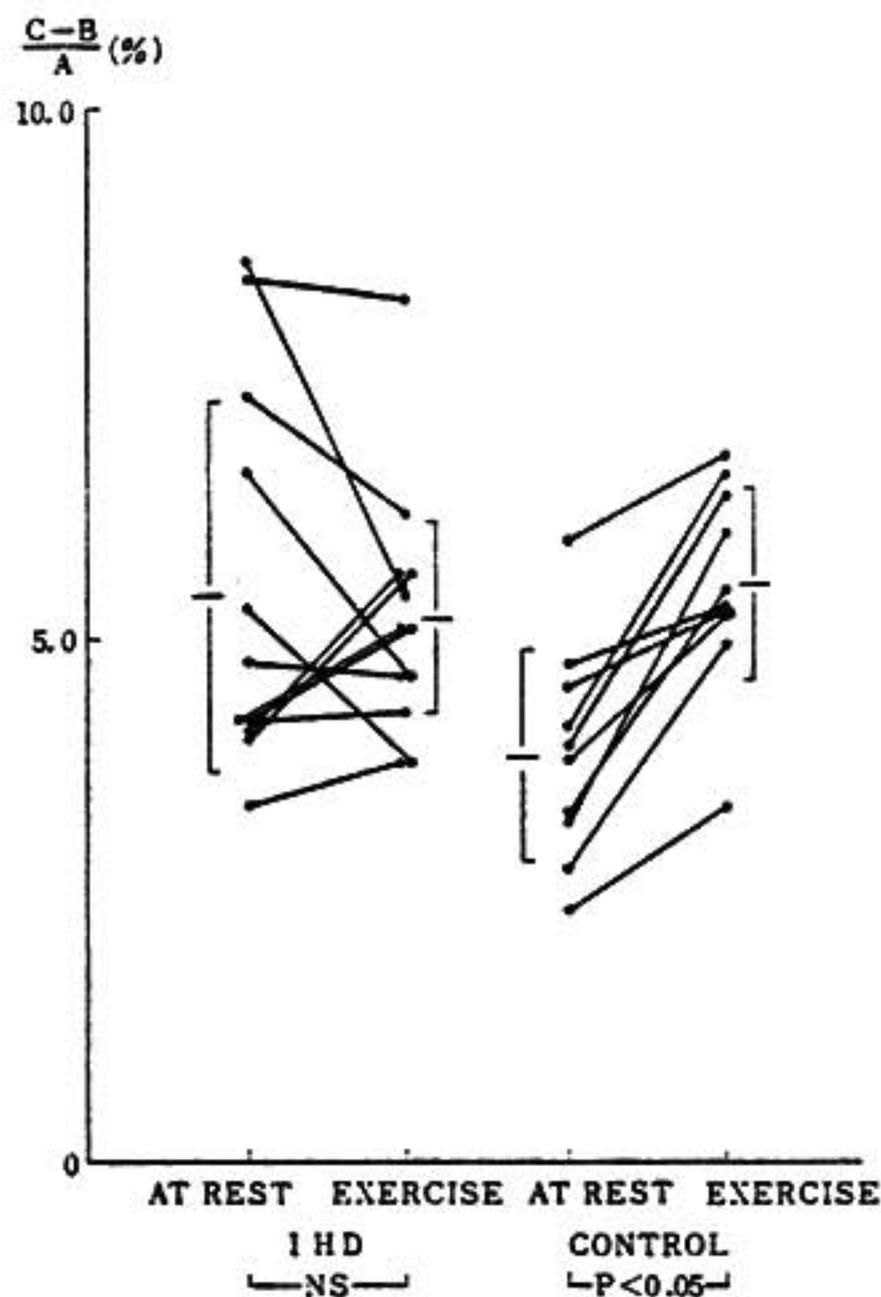


図5 虚血性心疾患と対照群における運動負荷前後の ^{201}Tl 心筋摂取率

流量測定の可能性を提唱した⁵⁾⁶⁾。この方法で得られる $(C-B)/A$ の安静時における検討では、心拍出量、心筋重量などの関与により、このままでは一定の傾向が得られず疾患を推量する指標とはなり得ないと考えられた。しかしながら運動負荷による変化率 $\Delta(C-B)/A$ は虚血性心疾患と対照群との間に有意差が認められ、虚血性心疾患では運動負荷の状態で心筋血流量が十分増加していないことが考えられた。この $\Delta(C-B)/A$ の意義を考慮してみるため胸痛による機能分類で比較を行ったところ図7のように重症度が進むに従って $\Delta(C-B)/A$ が低下する傾向にあるので、この指標が冠動脈の血流供給状態と関連する一つの根拠になると思われる。運動負荷により心筋イメージに欠損部が生じた場合はその部を灌流する冠動脈の狭窄を意味するが、隣接部位との相対的差異が余りない場合は欠損部の出現が期待できない。この場合 $\Delta(C-B)/A$ から心筋全体の反応を判断することができると考えられる。

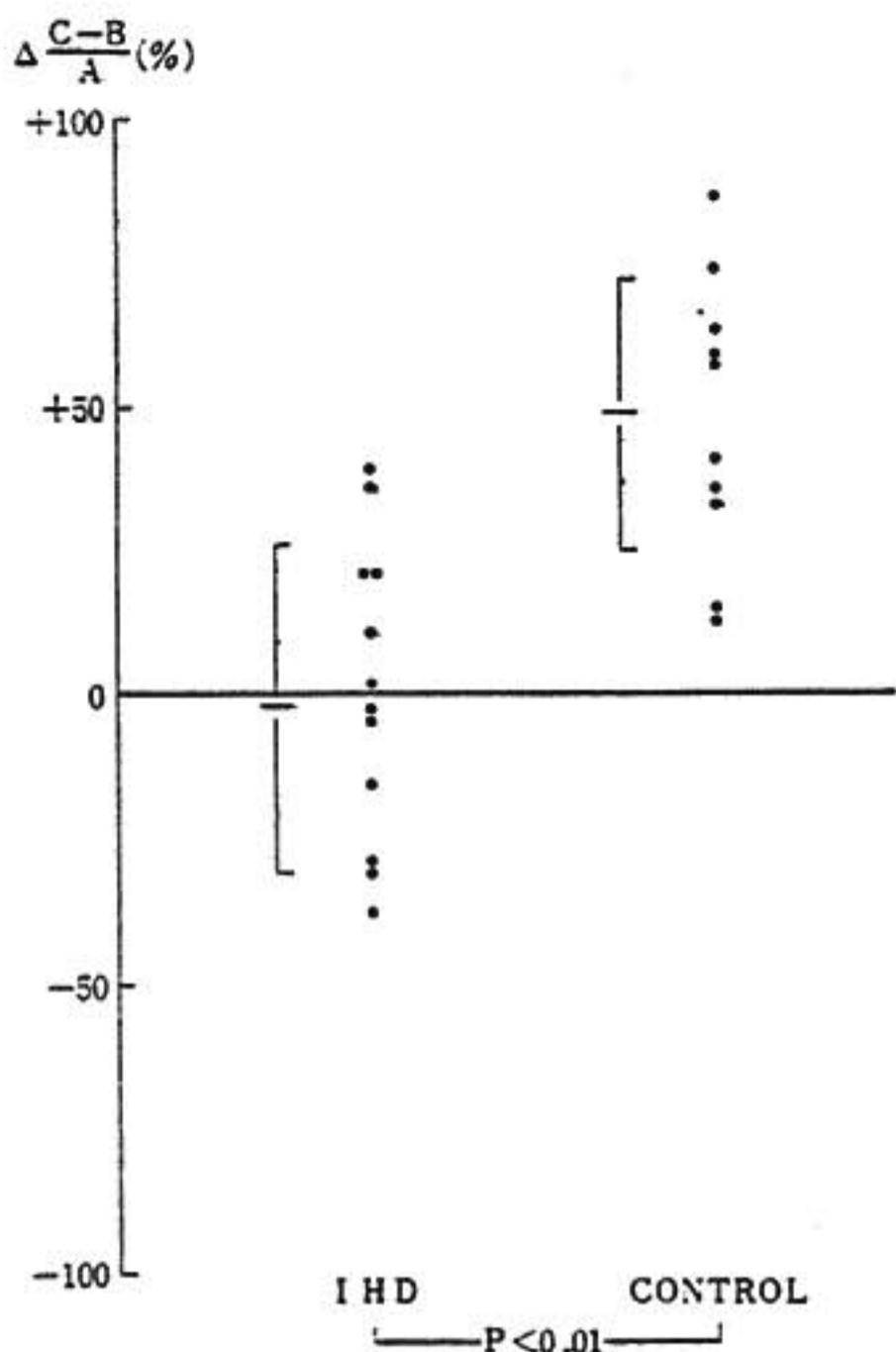


図6 虚血性心疾患と対照群における運動負荷による²⁰¹Tl心筋摂取率の変化

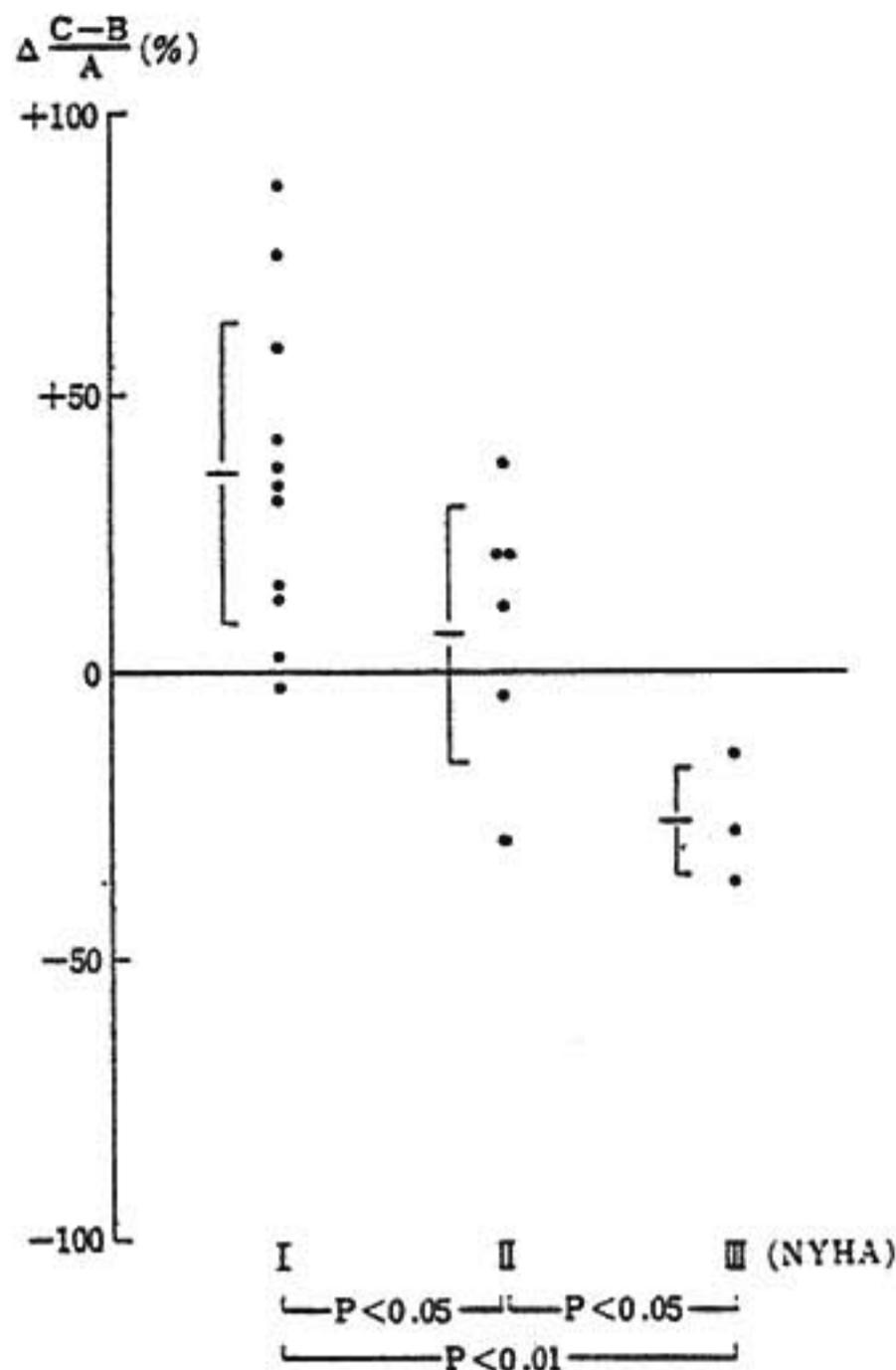


図7 運動負荷による²⁰¹Tl心筋摂取率の変化と心機能分類

結 語

²⁰¹Tl心筋シンチグラフィの虚血性心疾患診断における有用性について、運動負荷による心筋集積率の変化の面から報告した。

文 献

- 1) Sapirstein, L. A. : Regional blood flow by fractional distribution of indicators. *Am. J. Physiol.* 193 : 161, 1958.
- 2) Gibson, D. G. : Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Br. Heart J.* 35 : 128, 1973.
- 3) Strauss, H. W., Harrison, K., Pitt, B., et al. : Thallium-201 for myocardial imaging. Relation of thallium-201 to regional myocardial perfusion. *Circulation* 51 : 641, 1975.
- 4) Prokop, E. K., Strauss, H. W., Pitt, B., et al. : Comparison of regional myocardial perfusion determined by ionic potassium-43 to that determined by microspheres. *Circulation* 50 : 978, 1974.
- 5) 神原啓文, 門田和紀, 他 : 心筋シンチグラフィ(第3報) ²⁰¹Tlによる心筋血流量の評価. *Jap. Circ. J.* 41 (Suppl) : 104, 1977.

- 6) 石井 靖, 神原啓文, 米倉義晴, 他 : ²⁰¹Tlによる心筋シンチグラフィ及び心筋血流量測定について. *核医学* 13 : 787, 1976.

質 疑 討 論

成田(住友病院)²⁰¹Tlのエネルギーが低いせいと思うが、コリメーターに近いところにある defectは十分反映されるが離れたところの defectは認められないことがある。運動によって生じた虚血がコリメーターの近くにある時は coronary blood flowの減少が実際よりも overestimateされるのではないか。逆に遠いところに生じた虚血は underestimateされるか、まったく反映されないと思うがどうか。

関(大阪医大)われわれの経験では、冠血流量は安静時の3倍くらいが maximumで、cardiac outputは5~6倍にもなる。正常者でこの比がすべて大になるということは正しいか。

門田(演者)絶対値そのものについては問題がある

うが、同じ条件で行った負荷時の変化率には意味があると考えている。今までの報告では冠血流分布比が増加するかどうか明らかでなく、方法も違うので、この点についてはさらに検討が必要である。

戸嶋 (久留米大) 負荷後に ST がどかんと下がる場合には、全周にわたる心内膜下の虚血が強いように理解していたが、シンチグラムでみると前壁なり下壁の局所の transmural な変化—defect が強いように見えた。実際にそうなのか、つまり心内膜下の全周にわたる虚血というようなものはないのか、あるいは局所の変化が上乘せされて強く出ているのか、left main stem の狭窄があった症例で負荷後に ST がどかんと下がったもののシンチはどのようなであったのか。

門田 LMT 50%狭窄の例で ST もよく下がったが、

シンチでは apex に defect が出ている。

小林 (北海道大学) 広範な subendocardial ischemia がある場合には核種を変え、 ^{99m}Tc -ピロリン酸を使って stress-scintigram をとると positive に出るがそれ程 clear でないので問題がある。

神原 (京大) myocardial blood flow の測定にはいろいろ問題があり動物実験によっては7倍以上に増えるという説もある。その fraction に関してはまだ定説はないと思う。diffuse subendocardial ischemia については、むしろわれわれの指標で見ることができると考え、一つの狙いとしてやっておき regional な myocardial imaging と合わせて検討すると診断率が向上することを述べた。

循環器領域における情動ストレス

—負荷テスト (Mirror Drawing Test) の臨床的意義—

長 田 洋 文*・野 村 忍**

堤 健*・加 藤 敏 平*

松 野 進*・春 見 建 一*・石 川 中**

I. 緒 言

循環器領域における負荷テストとしては、運動負荷、Handgrip、心房ペースング、低酸素負荷、薬物負荷、Valsalva 試験などに加えて情動負荷試験がある¹⁻⁴⁾。この中で運動負荷試験については広く検討され、かつ日常臨床の中で頻用されているも、近年 American Heart Association からの Report of the Committee on Stress, Strain and Heart Disease⁵⁾ の中で、その重要性が指摘された情動ストレスについては、労作ストレスに比し、負荷試験に対する検討が未だ充分とはいえない。ここでは情動ストレス負荷試験に関する我々の今までの経験につきふれ、更にとくに今後臨床

的に有用となると思われる Mirror Drawing Test (鏡映描写テスト、以下 MDT) について紹介する。

II. 狭心症発生要因としての情動ストレス

一般に情動ストレス負荷試験としては、心理ストレスを負荷するが、具体的には、暗算を利用する法⁶⁾、色を識別する法⁷⁾、パズルを用いる法⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾、ボールペアリングを操作して行う緊張テスト¹⁰⁾などが用いられている。我々もすでに情動ストレス負荷試験としてのストレス面接、生活史面接を施行し、これら負荷時の心脈管系反応→尿中カテコラミン排泄に対する影響などを検討し、これら負荷試験の臨床面での有用性を確認し報告し¹²⁻¹⁴⁾、更にその際の mediator としてのカ

テコラミンの役割を検討すべくカテコラミン負荷試験や心脈管反応に対するβ-Blockerなどの薬剤効果なども検討し、報告してきた¹²⁾²⁰⁾²¹⁾。この際用いられるストレス面接とはすなわち予め通常の面接を通じて患者の生活史を把握し、患者にとっての心理的葛藤の材料や、不安、恐怖の対象、不快の念をもたらす事項などをみつけておく。ついで実際のストレス面接の際には半暗示をかけ、これらの不快、恐怖などの現実を思いださせるというものである。これらの手技を介して現実に血圧や心拍数の増加、心電図の変化、更には狭心症誘発の例すら我々は経験している¹²⁻¹⁹⁾。1例を挙げれば、交通事故の際の補償問題を心痛とし、これに激しい憤りを感じている例においては、この問題を話題にした面接時には心拍数増加とともに心電図変化と狭心痛が生じ、Propranololの前処置はこれらの変化を阻止した¹²⁾などである。

これらをまとめたのが表1である。33例のストレス面接施行例では心筋硬塞・狭心症の既往例18例からは6例において発作がみられたのに比し、既往のなかった例15例からは1例も発作がみられていなかった。この点は労作負荷においても同様で、心筋硬塞、狭心症の発作の既往のあるもの27例中15例において階段歩行負荷時に発作がみられたのに対し、既往のなかった例38例からは発作は1例もみられていない¹⁶⁾¹⁷⁾。これらの負荷時の心仕事量の変化は図1に示すように情動・労作両負荷時とも増加している¹⁹⁾。すなわち情動ストレスもまた労作ストレスと同様、心仕事量の増大を介して、発作のTriggerとなりうるということが明らかである。また両負荷とも、発作の既往の

あった例からのみみられている点、心仕事量の増大はほとんど同様であった点などより、負荷による発作例では、おのこのTriggerに対して閾値の下がっている例であろうと推定された。なお我々はこれら負荷前後の尿中カテコラミンに関する検討¹⁶⁾、情動ストレス負荷ラットにおける心筋カテコラミンのTurnoverに関する成績¹³⁾¹⁶⁾²¹⁾などに基づき、情動ストレス負荷時の心仕事量増大にはカテコラミンが関与していると

表1 情動および労作ストレス負荷
—対象と方法—

I. (情動ストレス)

方法：ストレス面接
対象

	面接総数	発作誘発	CA測定例数 (内発作)
心筋硬塞	5例	2例	2 (2)例
狭心症 (硬塞を伴わない)	13	4	8 (4)
冠不全 (狭心症の既往なし)	7	0	7 (0)
コントロール	8	0	8 (0)
総計	33	6	25 (6)

(労作ストレス)
方法：階段歩行
対象

	総数	発作誘発	CA測定例数 (内発作)
心筋硬塞	7	3	3 (2)
狭心症 (硬塞を伴わない)	20	12	10 (5)
冠不全 (狭心症の既往なし)	17	0	11 (0)
コントロール	21	0	13 (0)
総計	65	15	37 (7)

推定した。

以上、情動ストレス負荷も労作ストレスと同様、臨床きわめて重要な意義を有することを知った。

III. 情動ストレス負荷試験に関する問題点

従来、諸種のストレス負荷¹⁸⁾¹⁹⁾法が報告されてきているものの、そのいずれも一長一短を有し、一般的

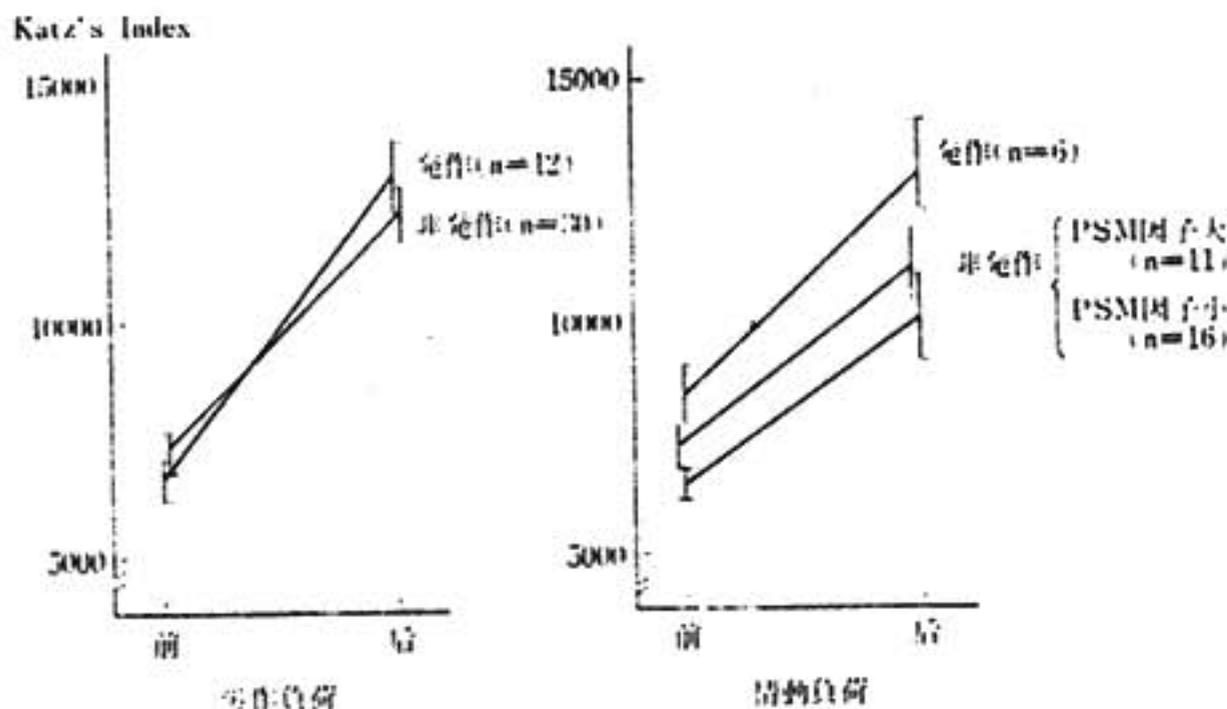


図1 負荷時におけるKatzの指標の変動(中間血圧×心拍)

とはいいい難い。その理由として、情動ストレスの負荷テストは、方法論的に問題があること、また、その得られたデータをどう評価し、診療に役立てるかがきわめてむずかしいことなどがあげられていた。すなわち従来のストレス負荷法は与える刺激が数値として定量しにくく、したがって一定の負荷量を不特定大多数の被検者に与えるとか、刺激の強さや時間を変えながら負荷を与えるということができにくく、また症例によって反応に差がみられるなどの欠点があった。この点小川らの考按による MDT²²⁻²⁵⁾ は非特異的情動ストレス負荷試験の方法として有用ではないかと思われ、我々も本検査を試みてみた。

IV. MDT に関する我々の成績

1) 対象と実験方法：対象は高血圧患者73例を含む諸種循環器疾患患者98例である。本試験に用いた装置

は鏡に映された星型の金属板を金属のペンでなぞっていくという作業をくり返すものであり、この際ペンの先がコースからはずれるとブザーによる不快な音刺激が発生するように工夫されており、その際の緊張・不安・音刺激の総和が情動ストレスになる²²⁾²⁴⁾。我々はこの負荷を3分間与え、その前後を通じ、血圧、心拍数、Frank 誘導 X, Y, Z 心電図を頻回に記録した。なお負荷は5回くり返し平均した。

2) 代表的な症例：図2に本負荷試験を施行せる2例を呈示する。左は高血圧の1例で血圧変動は著明であった。初診時 202/130 を示した血圧が、入院後の安静と食塩制限で 140~160/100 となった。この例に MDT 負荷をかけたところ、図のごとく著明な昇圧、軽度の心拍数増加、更に Frank 誘導 ECG における X 軸、Z 軸上の T 波の変化を認めた。右は ST-T 変化(非特異的)を示した正常血圧者の1例である。この例では MDT 負荷により軽度の昇圧を認めたものの心拍数の変化はほとんど認められなかった。しかし一方で ECG 上 Z 軸において陰性 T 波が陽性 T 波に変化した点注目された。図3は情動ストレスと関係して発症したと思われる不安定狭心症の1例である。この例で

Case 1 K. N. ♂ 32 yrs Juv. Hypertension EKG LVH KW IIa Scheie (S II, H II) (CMI I, Y-G A)	Case 2 M. K. ♀ 38 yrs Unpleasant Feeling on Chest EKG Non Specific ST-T (CMI II, Y-G A)
---	--

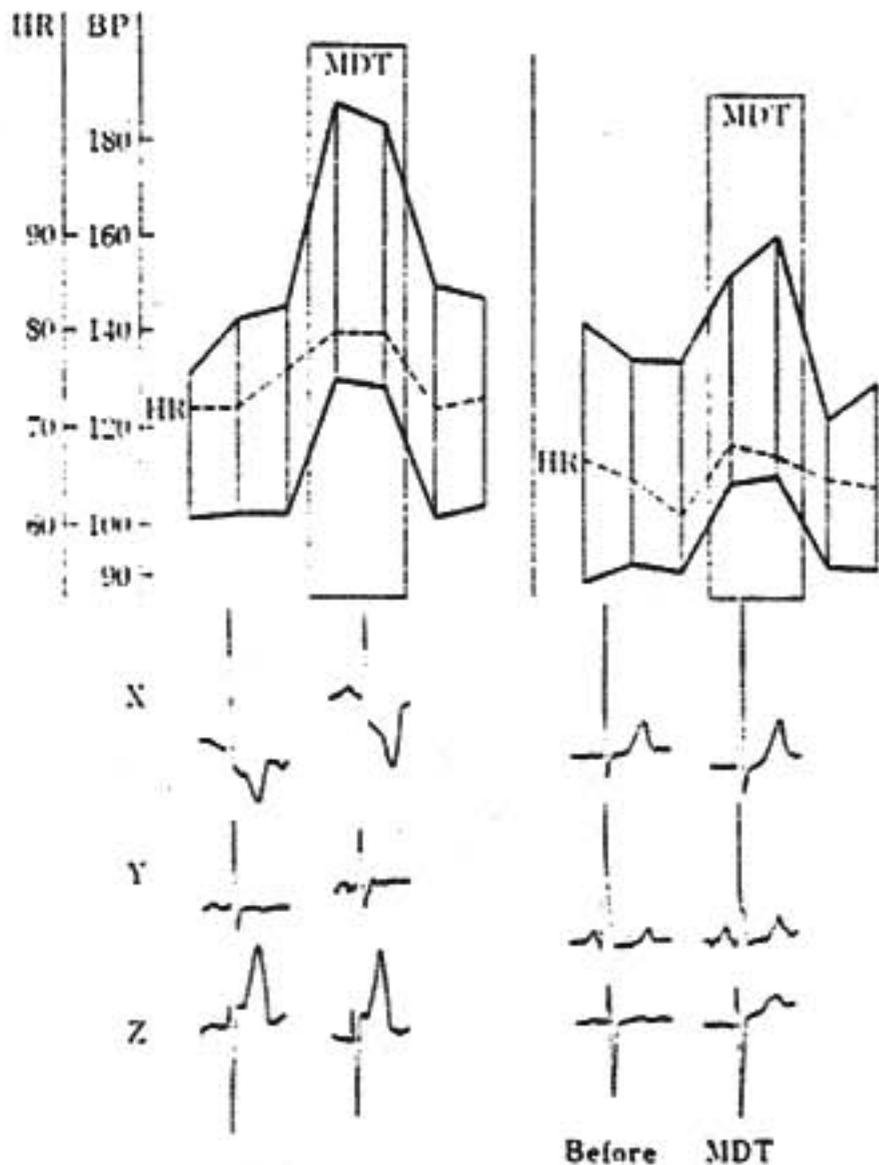


図2 Cardiovascular responses to mirror drawing test

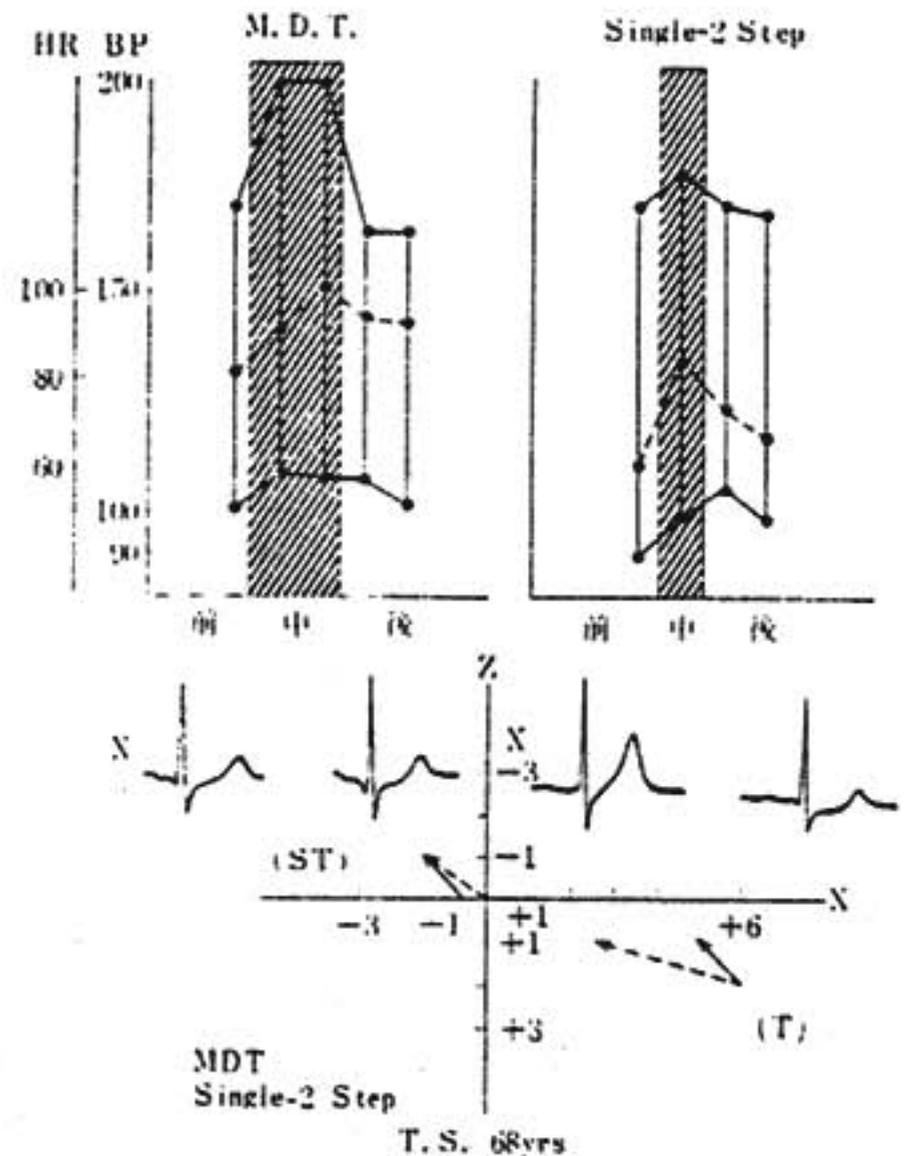


図3 M. D. T. と労作の比較

興味あることは労作負荷としての 2 step の際にはほとんど血圧の変動がみられなかったのに比し、情動ストレスとしての MDT 試験では著しい昇圧反応を示した点である。なおこの例では両負荷時とも ST も T 波も変化をきたした点注目された。

3) MDT 負荷時の心脈管系反応²⁴⁾²⁵⁾

① 血圧に対する影響：MDT 負荷時には多くの症例において血圧の上昇が認められた。しかしその昇圧反応のパターンは症例により差がみられ、大別すると5群に分けることができた²⁴⁾。すなわち平均型、反応軽度型(平坦型)、反応亢進型、後下り型(負荷前よ

り負荷後の血圧が低くなる型)、反応持続型(負荷終了後の回復遅延型)である²⁴⁾。このように情動ストレスに対する昇圧反応が個々の症例において異なることは興味深い。問題はどのような症例がどのような反応を示すかという点である。たとえば図4に73例の高血圧例と6例の正常コントロールにおける最大血圧の反応を対比して示すが、このように高血圧例ではMDTによる昇圧反応の大きい例が多い²⁴⁾²⁵⁾。しかし同じ高血圧例の中でもその昇圧反応には症例によって差が認められたが、我々はこの反応は患者の病態および心理状態などによって支配されるのではないかと推論した²⁴⁾²⁵⁾。すなわち図5に示すごとく、日常血圧が不安定な症例は安定している症例に比べ、MDTによる昇圧反応が大きかった。この傾向は高血圧性臓器障害の少ない例ほど著しく、また、臓器障害がある場合には、昇圧反応の程度はその内容により異なった²⁴⁾。また心理テストとしての CMI テスト、Y-G テスト、MAS テスト、TPI テスト、SDS テスト、ロールシャッハテストの結果と MDT 昇圧反応との対比でも、これら心理的要因により血圧反応は大きく左右されていた²⁴⁾。あるいはこれら負荷時の血圧変動に対して各種薬剤、たとえば β -blocker などがどう影響するかなどの点も MDT を用いて検討しうる。我々は β -blocker が MDT による昇圧を抑制することを確認した²⁴⁾²⁶⁾²⁷⁾。

このように情動ストレス負荷試験としての MDT は高血圧患者の病態把握や経過観察、心疾患患者の循環動態の変化の推定などにきわめて有用であった。

② 心拍数に対する影響：血圧に対すると同様、MDT はまた心拍数を増加させたがその増加の程度は患者の病態や心理状態によりやはり大きく左右された。

③ 心臓仕事量に対する影響：血圧および心拍数に対する影響から考えて MDT 負荷時には当然心仕事量すなわち心筋酸素消費量の増加が推測される。これを Pressure Rate Product でみても、MDT 負荷により明らかな増加が認められた²⁴⁾。また一部の例に対して行った Katz の Index に対する効果は図6に示すごとく、非高血圧者、高血圧者とも

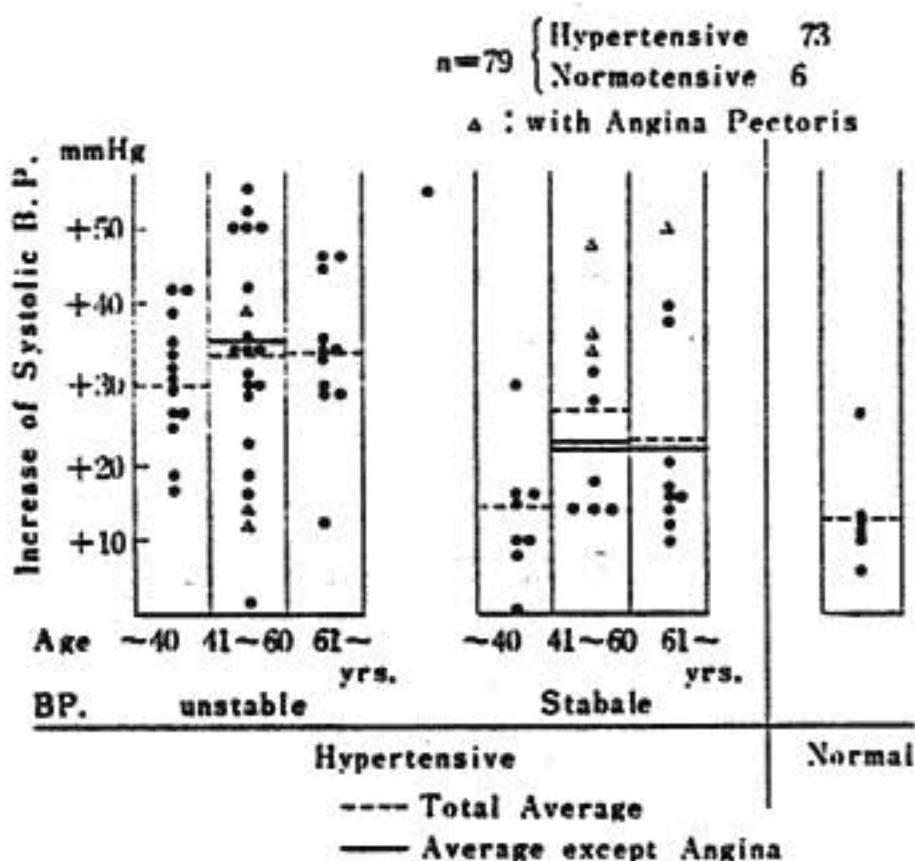


図4 Increase of systolic blood pressure by mirror drawing test

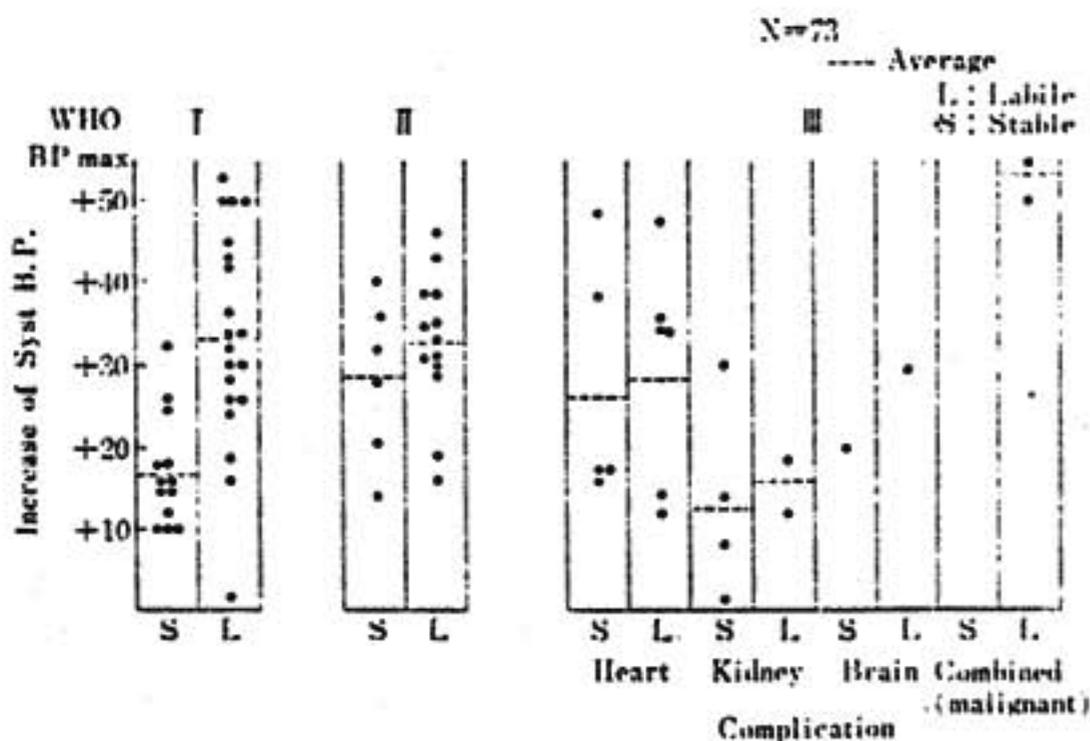


図5 Response of systolic blood pressure to M. D. T. in hypertensive patient

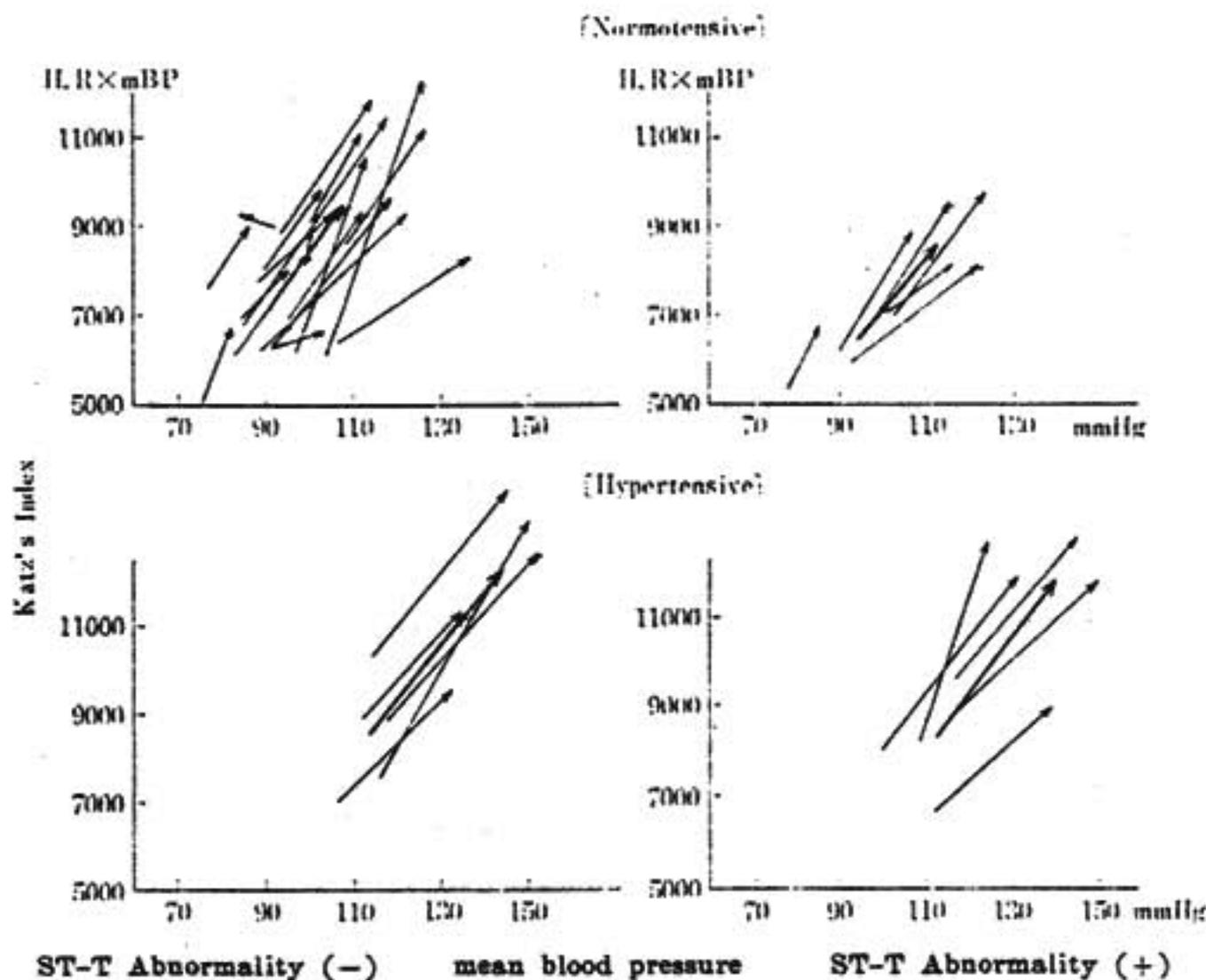


図6 Effect of mirror drawing test on cardiac work

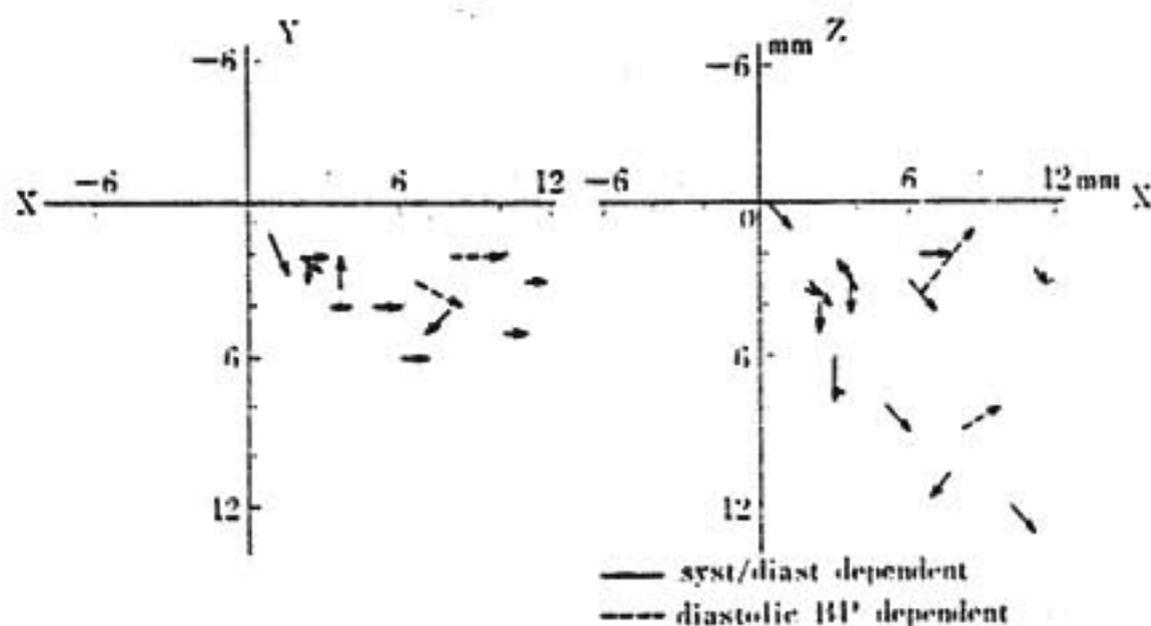


図7 Change of spatial max T vector by mirror drawing test (B. P. increase group.)

に心臓仕事量の増加が認められたが、その増加は高血圧例においてより著明であった。

④ 心電図に対する影響：MDT に対する血行動態の変化に心電図がどう対応するかを Frank 誘導心電図を用いて検討した。その結果、一番影響が大きかったのは、T波であった。その1例として図7に昇圧反応の著明であった例のT波の変化をまとめたが、X軸上、Z軸上プラスの方向に変化した例が多く、これは労作負荷時の血圧上昇による変化と類似していた。その他我々は心拍数増加、心仕事量増加などと心電図変

化とを対比させて検討しているが、その結果、①循環動態の変化を反映していると思われる心電図変化と、②循環動態の変化とは関連性の乏しいT波の変化が存在し、後者にはNCAなど心身医学的に問題の多い循環器疾患が多いことなどを知った²⁸⁾。

V. 総括

1) 情動ストレス負荷テストとしてのMDTを98例の各種循環器疾患に行ったところ、血圧、心拍数、心臓仕事量などの増加や心電図の変化が認められた。2) MDT に対するこれらの心脈管系の反応の大きさや、反応の仕方は個々の症例によって異なり、身体的要因や心理的要因などによって大きく左右された。3) 心電図の変化には、循環動態に対応すると思われる所見と、そうでない変化とが認められたが、この点はさらに分析中である。4) 以上より循環器疾患の日常診療の中で、情動ストレス負荷時の循環動態の分析、薬剤効果の判定など、MDTも有用な情報をもたらしてくれる検査法の1つであり、その簡便さからみても今後利用されるべきものと思われたのでMDTに

関する概略とその成績の一部を紹介した。

文 献

- 1) 村山正博：狭心症診断における負荷試験の意義。臨床科学 9(12)：1520, 1973.
- 2) 村山正博, 他：運動負荷心電図の展望。心臓 3(4)：307, 1971.
- 3) 上羽康之, 他：負荷心電図の方法と評価。一薬物負荷-総合臨床 26(3)：444, 1977.
- 4) 田村康二, 他：各種ストレステストの評価。心臓 8(10)：991, 1976.
- 5) Schellia, S., et al. : Report of the Cominittee on Stress, Strain and Heart Disease. Circulation 55 : 825A, 1977.
- 6) Brod, J., et al. : Circulatory changes underlying Blood Pressure (Mental Arithmetic) in Normotensive and Hypertensive Subjects. Clin. Sci. 18 : 269, 1959.
- 7) Alvin, P., et al. : Patterns of Pressor Response to Noxious Stimuli in Normal, Hypertensive, and Diabetic Subjects. J. Clin. Invest. 42(12) : 1890, 1963.
- 8) Murray, D., et al. : Renin and Sympathetic Nervous System Responsiveness to Adrenergic Stimuli in Essential Hypertension. Am. J. Cardiol. 32 : 643, 1973.
- 9) Nestel, P. J. : Blood Pressure and Catecholamine Excretion after Mental Stress in Labile Hypertension. Lancet 1 : 692, 1969.
- 10) Lorimer, A. R., et al. : Blood Pressure and Catecholamine Responses to 'Stress' in Normotensive and Hypertensive Subjects. Cardiovasc. Res. 5 : 169-173, 1971.
- 11) Ulrych, M. : Changes of General Haemodynamics during stressful mental. Arithmetic and Non-stressing quiet Conversation and Modification of the Latter by Beta-Adrenergic Blockade. Clin. Sci. 36 : 453, 1969.
- 12) 小林太刀夫, 他：Propranolol (Inderal) の抗狭心症作用と抗不整脈作用について。治療 48(4)：775, 1966.
- 13) 伊藤良雄, 長田洋文：カテコラミンと狭心症。Proceeding of Sandoz International Symposium on β -Blockers. サンド社, p. 110-122, 1974.
- 14) 石川 中, 他：情動性狭心症の3例。精神身体医学 8(4)：248, 1968.
- 15) 石川 中, 他：諸種心理的ストレスと冠動脈疾患。精神身体医学 8(2)：103, 1968.
- 16) 長田洋文, 他：狭心症発生要因としてのストレスとカテコラミン。精神身体医学 14(1)：22, 1974.
- 17) Kobayashi, T., et al. : Psychosomatic Aspects of Angina Pectoris. Scand. J. Rehab. Med. 2(3) : 87-91, 1970.
- 18) Ishikawa, T., et al. : Psychosomatic Study on Angina Pectoris. 2nd International Congr. for PSM and Hypnosis Abst. p. 49, 1967.
- 19) 長田洋文, 他：心身症としての虚血性心疾患。治療 57(7)：1533, 1975.
- 20) Kobayashi, T., et al. : Effects of Nitroglycerin on H³-Catecholamine Metabolism. Jap. Heart J. 7(5) : 430, 1966.
- 21) 長田洋文, 他：心筋内ノルエピネフリン合成の自動調節機序。精身医 12(1)：40, 1972.
- 22) 坂田利家, 他：情動の精神生理学的研究。鏡映描写テスト並びに血圧変動に対する向精神薬物 (Valnoctamide) の効果。臨床と研究 43(6)：1147, 1968.
- 23) Sakata, T. : Relationships of Aggressiveness and Anxiety to Autonomic Responses and Psychomotor Learning in Essential Hypertensives and Gastric ulcers. 福岡医学雑誌 58(6)：548, 1967.
- 24) 長田洋文, 他：Mirror Drawing Test (鏡描写テスト) の際の高血圧患者の昇圧反応を支配する心身医学的因子の検討。心身医 18(6)：150, 1978.
- 25) Osada, H., et al. : Psychosomatic Factors Regulating Cardiovascular Responses of Hypertensive patient to the Emotional stress. Proc. of 4th International Congr. of PSM., P380, 1978.
- 26) 長田洋文, 他： β -遮断剤の適応とその実際。高血圧症とその治療。治療 59(5)：1307, 1977.
- 27) 長田洋文, 他：降圧剤としての β 遮断剤の薬効評価における問題点。臨床薬理 9(1)：37, 1978.
- 28) 野村 忍, 他：情動ストレス負荷 (Mirror Drawing Test) の際の心脈管系反応と心電図変化の相関に関する検討。心身医 18(6)：447, 1978.

新しい β 受容体遮断剤 (BFE-60) の submaximal 運動中の 心拍数, 収縮期血圧に対する抑制効果

古 莊 陽 三* . 三 木 延 茂*
板 家 研 一* . 戸 嶋 裕 徳*

近年数多くの β -受容体遮断剤が開発され臨床に応用されているが, それぞれ薬効に若干の相違があるとされている。

薬効を検討するには, 薬理学的な手段や, 生理学的方法も応用されているが, 運動負荷試験に対する反応の検討はより臨床的な方法と考えられる。

今回, 科研薬化工により開発された新しい β -受容体遮断剤 BFE-60¹⁾ を投与し, 2種類の submaximal exercise を行い, 薬効評価のための負荷方法について比較検討した。

§ 対象及び方法

対象はいずれも健康若年男子であり, 第1法では6名 (平均年齢26才), 第2法では7名 (平均年齢29才) を対象とした (図1)。

Methods	N.	Age (Y.)	Weight (kg.)	$\dot{V}O_2$ max (ml/kg·min)	HR max (bpm)
I	6	25~29 (26)	57.9~62.0 (59.9)	40.5~49.8 (45.8)	193~202 (197)
II	7	28~32 (29)	56.0~77.2 (66.1)		

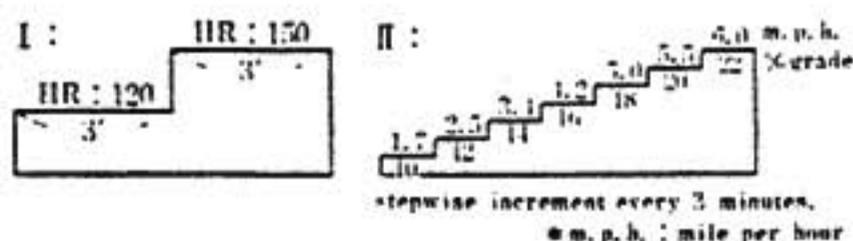


図1 Methods

運動負荷方法は Treadmill を用い, 第1法では3分ずつ2段階の運動とし, 最初の3分間は心拍数 120 bpm 前後の運動とし, 薬効評価には心拍数 150 bpm レベルを用い, 個々の例でこの目標心拍数が得られる Treadmill の speed と grade を設定した。

更に, 第2法では一連の運動強度での効果を見るために Bruce の multistage test を共通の protocol とし, 測定した最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$ max) の約85% (心拍数 180 bpm) レベルまでの運動を行わせた (図1)。

心拍数は心電図より15拍平均で求め, 収縮期血圧は Parks 811 Doppler 血流計と水銀血圧計を組み合わせ²⁾, 最初の Doppler 音により収縮期血圧を決め, 各分最終15秒間に3回測定してその中間値を用いた。

Rate Pressure Product (RPP) は心拍数×収縮期血圧とした。

第2法での $\dot{V}O_2$ は福田エレクトロメタボラー BMS 600 で連続測定した。

第1法においては time table を定め, 同一の軽食を摂取後, β -blocker を投与し, 1.5, 4, 8時間目に運動負荷を行い, 第2法では空腹状態にて β -blocker 投与し, 90分目に運動負荷を行った。

第1法, 第2法ともに, β -blocker (BFE 60, propranolol) の投与順序は at random とし, 1回投与後次回の投与までには wash out を考慮して少なくとも1週間以上の間隔をおいた。

室温は第1法 22 ± 2.0 ($19 \sim 26$) $^{\circ}C$, 第2法では 25 ± 1.5 ($23 \sim 27$) $^{\circ}C$ であった。

§ 結 果

第1法により初日に行った control 運動と, すべての β -blocker 投与後に行った最終の control 運動時の, 心拍数, 収縮期血圧の反応には有意差はなく良い再現性があり, 慣れの影響や, training 効果はないことを確認し, 初日に行った control 運動に対し, その後 β -blocker による抑制効果を比較検討した。

図2は, 第1法における最初の control 運動と,

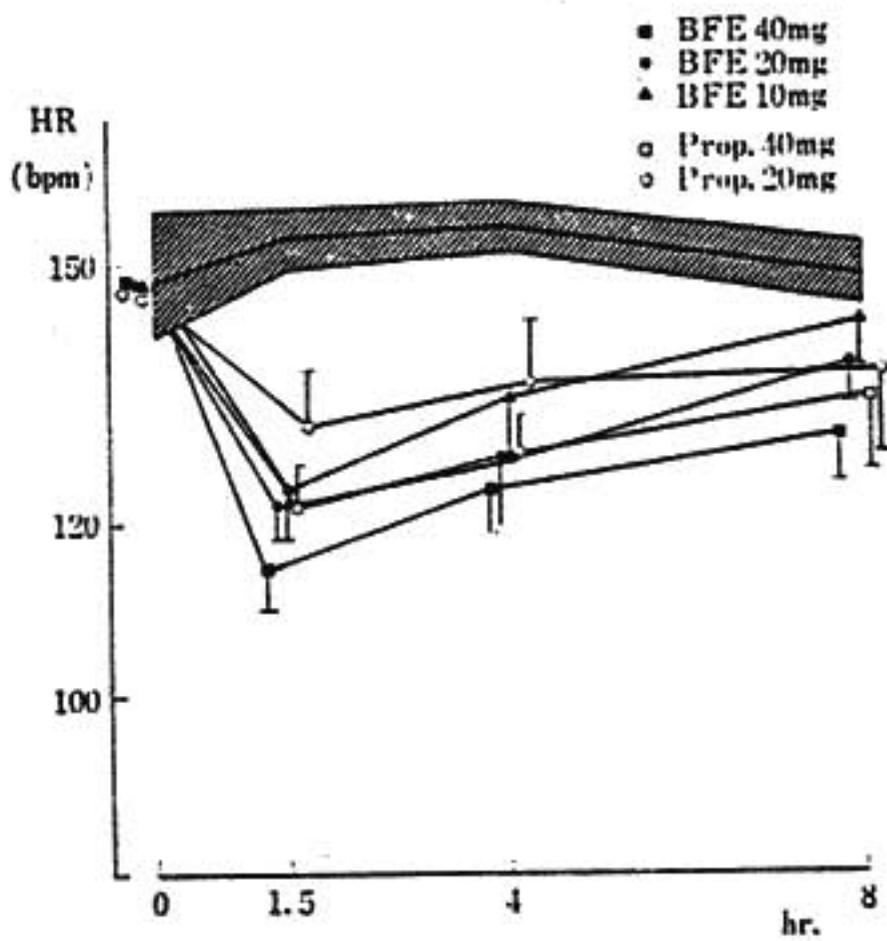


図2 Exercise HR at different times after oral administration of BFE 60 and propranolol

BFE-60 40 mg, 20 mg, 10 mg 及び propranolol 40 mg, 20 mg 投与後の submaximal 運動での心拍数の平均値を示したものである。

斜線部は control 運動の平均値と 1SD を示すが、

同一運動であるにもかかわらず、1.5及び4時間目の正午前後の運動では、午前中に行われた1回目の運動より平均4~5心拍高く日内変動を認め、4時間目運動と8時間目運動では有意差があった ($P < 0.05$)。

β -blocker 投与後、心拍数は control 運動より有意に抑制されている。1.5時間目の心拍数は BFE-60 20 mg, propranolol 40 mg ではほぼ等しく、4時間目では BFE-60 10 mg と propranolol 20 mg がほぼ等しくなり、内服後最大効果が得られるとされる1.5時間目では BFE-60 は $\frac{1}{2}$ 量で propranolol とほぼ等しい抑制効果を認めた。

収縮期血圧に対する抑制効果も心拍数と同様の傾向を認めた。

control 運動の心拍数、収縮期血圧、RPP の平均値と β -blocker 投与後の平均値の差を各時間毎にみると (図3)、各時間での BFE-60 10 mg と 20 mg, 20 mg と 40 mg の抑制効果の差はほぼ等しい。内服後8時間目までの心拍数の抑制効果の総和として面積で検討すると、BFE-60 10 mg と 20 mg, 20 mg と 40 mg の間に等しく1.3倍の dose response があり、収縮期血圧、RPP についてもこの比は等しい。更に、

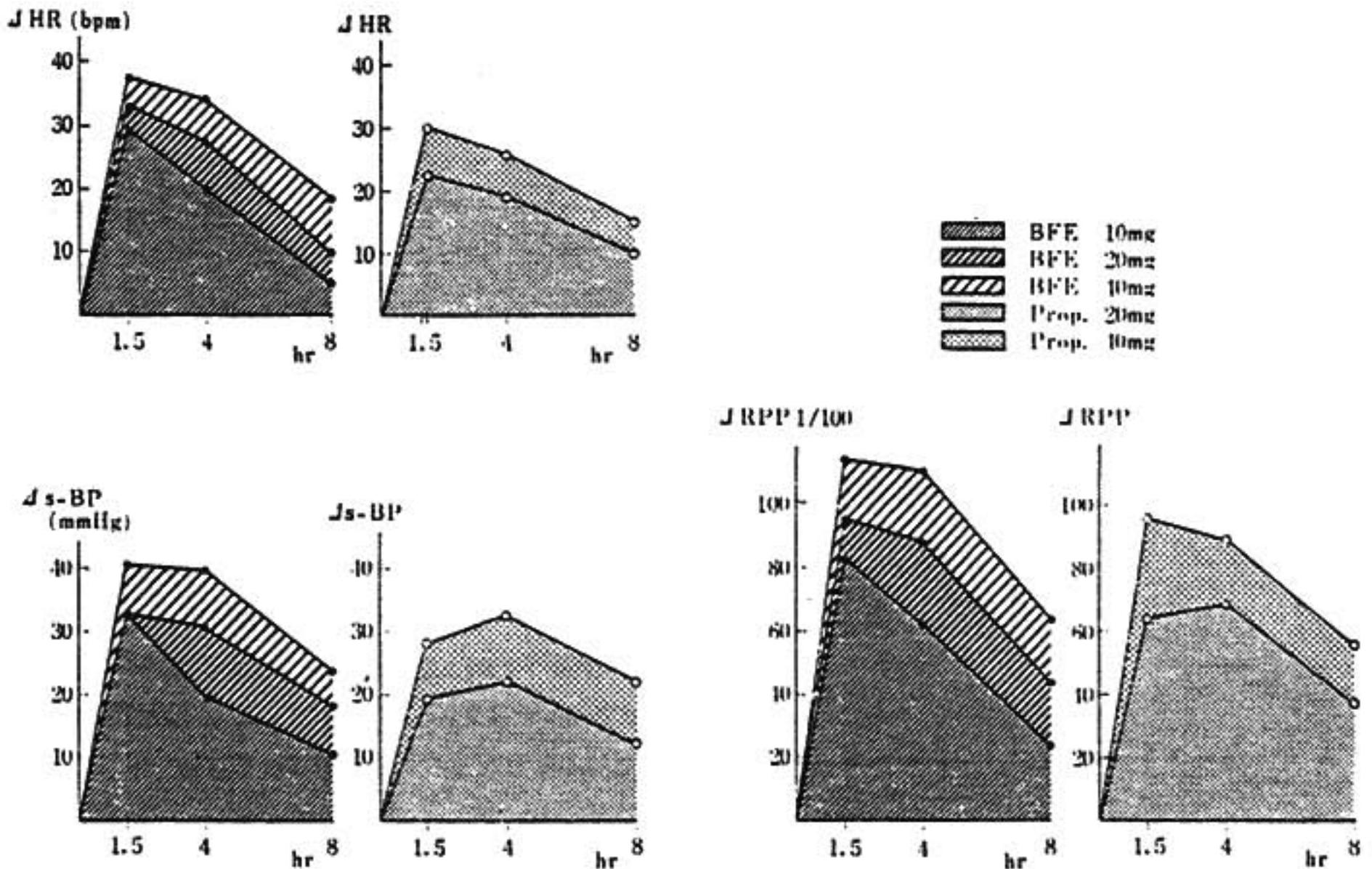


図3 Decreases in HR, s-BP and RPP induced by BFE 60 and propranolol

RPP についてみると, BFE-60 10 mg と propranolol 20 mg でその面積は等しく, 内服後8時間目までの効果として, BFE-60 は $\frac{1}{2}$ 量で propranolol と等しい力価を有しているといえる。

血中濃度が比較的安定したと考えられる4時間目の心拍数, 収縮期血圧に対する BFE-60 及び propranolol の抑制効果を比較すると図4のように BFE-60 は propranolol とほぼ等しい vector の方向を有しており, β -blocker としての心拍数及び収縮期血圧抑制効果は類似していると考えられる。

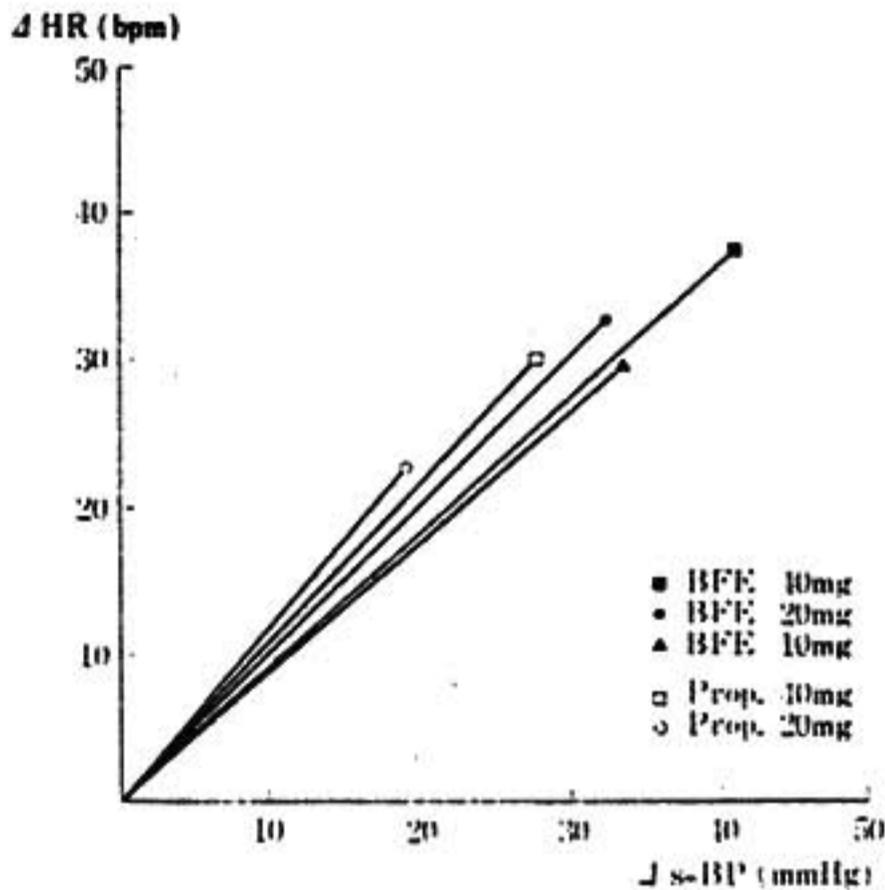


図4 Decreases in HR and s-BP during exercise in comparison with BFE 60 and propranolol

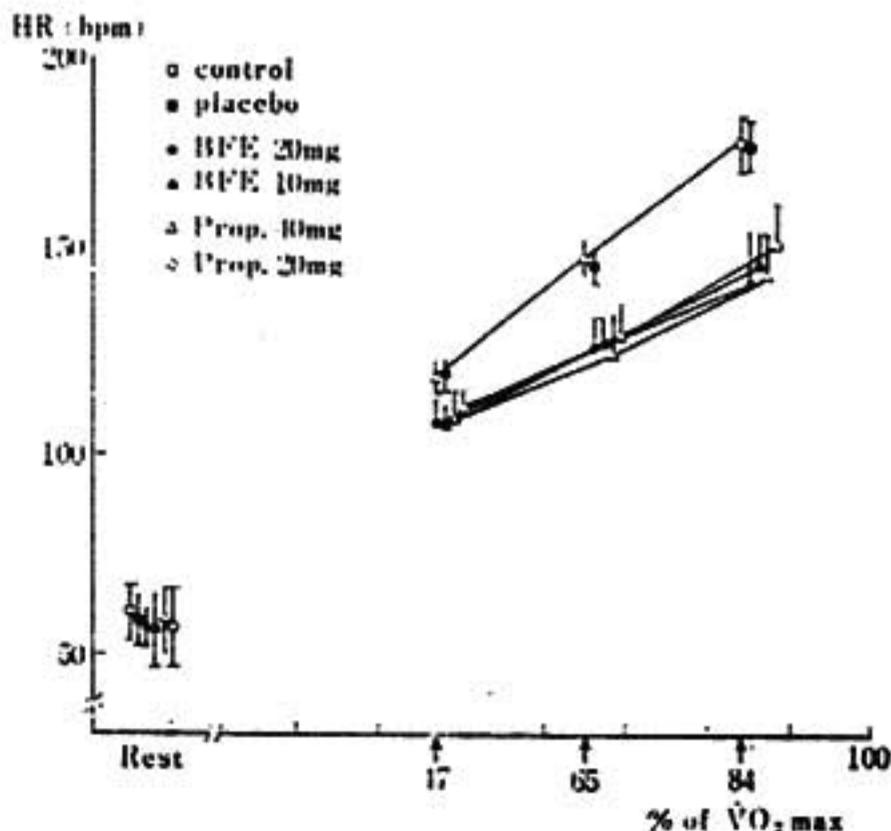


図5 Effects of BFE 60 and propranolol on HR during progressive submaximal exercise

図5は第2法を用いて検討したものである。Bruceの multistage protocol を用い, 初回に測定した $\dot{V}O_{2max}$ より相対的運動強度を求めたが, 用いた値は必ずしも各 stage 3分目の値ではない。平均47%レベルでは心拍数 120 bpm, 65%レベルでは 150 bpm, また平均84%レベルでは 180 bpm に相当し, おのおののレベルで β -blocker 投与後の抑制効果を検討した。図5に示すように control 運動の心拍数は相対的運動強度 (%) に対し直線的に増加し, β -blocker 投与後もこの関係があり, 抑制効果は扇状に拡大し, control 運動と比べ有意の抑制効果が認められ, placebo 効果はなかった。47% (心拍数 120 bpm) レベルでは各 β -blocker 間に明らかな差はなく, 65%, 84%レベルの運動では BFE-60 20 mg \geq propranolol 40 mg > BFE-60 10 mg > propranolol 20 mg の関連がみられ (図6), 第1法とほぼ同一傾向を示した。

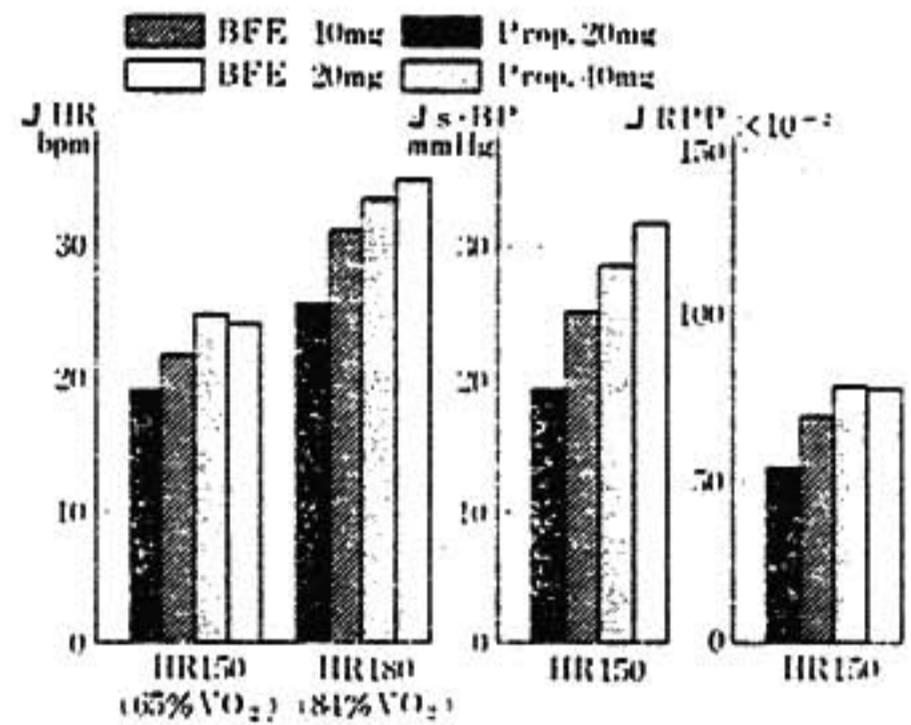


図6 Decreases in HR, s-BP and RPP after administration of EBF 60 and propranolol during exercise of 65 & 84% of $\dot{V}O_{2max}$

しかし, 推計学的に検討すると, 第1法 (心拍数 150 bpm レベル) での1.5時間目の心拍数抑制効果は, propranolol 20 mg は BFE-60 10 mg, 20 mg, propranolol 40 mg より有意に少ない結果を示したが ($P < 0.05$), 第2法 (65% $\dot{V}O_{2max}$, 心拍数150レベル) ではこの有意差がなく若干異なる結果を示した。

§ 考 察

運動負荷による β -blocker の薬効評価には種々の方

法 (multistage, single stage, maximal, submaximal) が用いられているが, 1回の運動で一連の負荷強度での薬効が観察できる点, multistage 法は利点があり, また steady state が充分考慮され各 parameter が安定した条件で測定可能な点, single stage 負荷はすぐれている. β -blocker の抑制効果の定量化, すなわち絶対数の評価には maximal 運動での検討が望ましいが³⁾, 各種疾患患者の日常生活に反映される身近な効果の検討は, submaximal 運動が妥当であるといえる⁴⁾.

運動中の心拍数, 血圧, 心拍出量等循環系の変化は, おのおのの運動能力に応じた相対的運動強度に比例し変化するとされ⁵⁾, β -blocker の薬効評価はおのおのの例での等しい相対的運動強度で行うことが望ましい. 従って, 第2法では, $\dot{V}O_2 \text{max}$ を測定し, その47%, 65%, 88%の3つのレベルで効果を検討し, これに対しより簡易な方法として第1法では, $\dot{V}O_2 \text{max}$ は測定されていないが, 心拍数が等しく 150 bpm レベルとなるようおのおのの例に応じた負荷量を決め, その効果を比較した.

Robinson ら⁶⁾は $\dot{V}O_2$ 750 ml/min 以下の運動での心拍数の変化は副交感神経系の緊張解除に伴うものであり, 交感神経系の支配域はそれ以上の運動にあるとし, 第2法で得られた結果も, 相対的運動強度47% (心拍数 120 bpm レベル, $\dot{V}O_2$ 1500 ml/min) では BFE-60, propranolol 各 dose 間に差がなく, 不十分な運動強度であることを示し, 65%では84%と等しい薬効を示した.

しかし, 84%レベルでは BFE-60 20 mg, propranolol 40 mg 投与後, 7例中2例は exhaust し, Epstein ら⁷⁾は propranolol 0.15 mg/kg 静注後, 運動時間 (40%), $\dot{V}O_2 \text{max}$ (6%) の減少を報告しているように, β -blocker 投与後 maximal 運動となり, 運動強度として84%レベルは高すぎるといえる. Bodem ら⁸⁾も, 充分な薬効差を得るには心拍数 125 bpm 以上の運動が必要であることを認め, また運動中の心拍抑制数を control 運動の心拍数に対する% (% blockade) で処理すると, 心拍数 125 bpm より最大運動レベルである 175 bpm の間, 抑制率 (%) はほぼ一定値をとっている. 第2法において β -blocker の効果が相対的運動強度に対し, 直線的に扇状に広がってい

ることも同じ所見を反映したものであろう.

相対的運動強度を考慮した第2法と比較して, 心拍数のみで運動強度を設定した第1法でも BFE-60, propranolol 各 dose の運動中の反応はほぼ同一結果を示し, 推計学的検討ではむしろすぐれている面もあった. これは第1法の対象者の年齢が25~29才と近似し, 体力 ($\dot{V}O_2 \text{max}$) にも大差がなく, 目標心拍数をそろえたことで相対的運動強度がほぼ等しいレベルに保たれたことが考えられる.

日常臨床で運動負荷を用い薬効を検討する際, おのおのの例の $\dot{V}O_2 \text{max}$ を測定することは繁雑であり, 対象者の条件 (年齢, 性, 体力, 健康) や負荷強度 ($\dot{V}O_2 \text{max}$ 65%, HR_{max} 75%) を撰択すれば, 心拍数のみで負荷量を設定した第1法のような方法でも, 充分薬効の評価が可能であると考えられた.

§ 結 語

β -受容体遮断剤 BFE-60 及び propranolol 投与後2種類の submaximal 運動を行い, その薬効を比較するとともに, 薬効評価に用いられる運動負荷方法について若干の検討を加えた.

文 献

- 1) 岳中典男, 他: 新しい β -受容体遮断薬 2-Acetyl-7-(2-hydroxy-3-isopropylamino)propoxybenzofuran hydrochloride の心血管系に対する作用, 日薬理誌 70: 385, 1974.
- 2) 三木延茂, 他: 中高年健康男子の最大酸素摂取量の標準値の検討, 久留米医学会雑誌 40: 143, 1977.
- 3) Epstein, S. E., Robinson, B. F., Kahier, R. L. and Braunwald, E.: Effect of beta-adrenergic blockade on the cardiac response to maximal and submaximal exercise in man. J. Clin. Invest. 44: 1745, 1975.
- 4) L. Brunner P. Imhof and D. Jack: Originals. Relation between plasma concentrations and cardiovascular effects of oral oxyprenolol in man. Eur. J. Clin. Pharmacol. 8: 3, 1975.
- 5) Clausen, J. P.: Circulatory adjustments to dynamic exercise and effect of physical training in normal subjects and in patients with coronary artery disease. Prog. Cardiovasc. Dis. 18: 459, 1976.
- 6) Robinson, B. F., Epstein, S. E., Beiser, G. O. and Braunwald, E.: Control of heart rate by the autonomic nervous system. Circ. Res. 19: 400, 1966.
- 7) Bodem, G., Brammell, H. L., Weil, J. V. and Chidsey, C. A.: Pharmacodynamic studies of beta adrenergic antagonism induced in man by propranolol and practolol. J. Clin. Invest. 52: 747, 1973.

〔第5回研究会集計報告〕

Master 負荷試験と冠動脈造影所見

Master 負荷試験の判定基準

戸 山 靖 一*

今回のアンケートは2つあり、1つは Master 負荷試験と冠動脈造影所見との対比であり、もう1つは、Master 負荷試験の判定基準上問題になっている点について、各機関がどういう基準を用いているかということである。

冠動脈造影について協力いただいた機関は、北大循環器内科、札幌医大第2内科、秋田大学第2内科、自治医大内科、新潟大学第1内科、日本医大第1内科、東大第2内科、東京女子医大心研、千葉大学第3内科、北里大学内科、名大第1内科、愛知県総合保健センター、名古屋保健衛生大学内科、大阪府立成人病センター、大阪医大第1内科、住友病院内科、鳥取大学第1内科、九大循環器内科、久留米大学第3内科、長崎大学第3内科である。

I) 冠動脈造影所見との対比

アンケート用紙は AHA の記載方法¹⁾を基準にし、狭窄の程度のみをとりあげた。心電図の方法は ST については実測値を、T と U については方向のみを記載することにした。なお ST の型は記入せず、J 点より 0.04 秒後の ST_{0.04} 点での値をとった。

また狭心症を中心に集めるつもりであったが、心筋梗塞例で負荷試験を行った例もあり、負荷量も一定していない。なお負荷前すでに ST 降下をみた例は、負荷後の値との差をとった。

冠動脈と対比する誘導は、右冠動脈には II, aV_r を、前下行枝は V₄, V₅, V₆ を、対角枝は I と aV_L を一応チェックしたのち前下行枝に含め、廻旋枝には I と aV_L とを比較した。

症例は135例で、うち女性は19例にすぎない。心筋梗塞例は37例で、梗塞を除いた98例のうち、2重負荷は76例、1重負荷は22例である。

1) 梗塞を含む2重負荷試験例

a) 右冠動脈 (RC) と II, aV_r

下壁梗塞は除外し、前壁梗塞を含めて検討すると、RC 100%狭窄でも II で 0.5 mm 未満の ST 降下が9例中4例あり、一方50%未満狭窄35例中 II で 1.0 mm 以上降下が9例もあった。このことは aV_r でも同じである。

b) 前下行枝 (LAD) と V₄₋₆

この場合は前壁梗塞は除いた。100%および99%狭窄例では、V₅, V₆ で ST 降下 0.5 mm 未満が16例、12例中3例みられたのに対し、50%未満例では、V₅, V₆ で ST 降下 1.0 mm 以上が20例中6例、19例中2例にみている(誘導によって例数が異なるのは V₅ を撮っていて、V₄, V₆ は撮っていない例があるため)。

c) 廻旋枝と I, V₆

この場合も前壁梗塞を除外したが、廻旋枝の高度狭窄例は少なく、1.0 mm 以上の ST 降下は I で7例、V₆ で20例で、50%未満の狭窄例がそれぞれ4例、5例を占めている。

d) T波の変化

負荷後T波が陰性化ないし二相性になった症例について、その誘導と冠狭窄との関係をみたが、はっきりした関係は認められなかった。

e) 小括

以上の成績から、冠動脈狭窄の部位と負荷後 ST 降下を示した誘導との間には、梗塞を含めた症例についてみたとき、はっきりした関係はみられなかった。

2) 梗塞を除外した場合

1) 2重負荷試験例

a) 右冠動脈と II, aV_r

RC 100%狭窄は7例あるが、ST 降下 1.0 mm 以上は II で7例中2例、aV_r で3例中2例である。99%狭窄例はなく、90%以上では、II, aV_r とともに7例中

* 大阪府立成人病センター

4例にみている。これに対し50%未満狭窄例では、ST降下1mm以上はIIで32例中9例、aV_rで24例中5例にみている。負荷試験の結果を

(+) ST降下1.0mm以上, ST上昇
T波陰性化

(+) ST降下0.5mm以上, T波平低分裂
にわけて, IIまたはaV_rでこの基準をみたしたものの例数をみると(表1),

表1 右冠動脈(RC)とII, aV_r(75例)

RC	II, aV _r ST↓≥1.0 ST↑, T↓	ST↓≥0.5 T→	(-)	計
100%	4	1	3(37.5%)	8
99%	0	0	0	0
90%	4	0	3(42.8%)	7
75%	6	1	5(41.6%)	12
50%	0	6	10(62.5%)	16
50%>	9	8	15(46.9%)	32

RC 100%狭窄では(-)の例は37.5%, 90%狭窄で42.8%, 75%狭窄で41.6%, 50%狭窄では62.5%, 50%未満狭窄では46.9%となる。

b) 前下行枝とV₄, V₅, V₆

V₄, V₅, V₆にわけてLAD狭窄度とST降下度をみると, その傾向ははっきりしないが, V₄₋₆のいずれかで, さきの基準にあう症例数でみると(表2),

表2 前下行枝(LAD)とV₄₋₆(76例)

LAD	V ₄₋₆ ST↓≥1.0 ST↑, T↓	ST↓≥0.5 T→	(-)	計
100%	4	3	0(0%)	7
99%	6	1	2(22.2%)	9
90%	10	2	3(20.0%)	15
75%	10	1	2(15.4%)	13
50%	4	2	7(53.8%)	13
50%>	8	2	9(47.4%)	19

LAD 100%狭窄では(-)の症例はなく, 99%狭窄では22.2%, 90%狭窄では20.0%, 75%狭窄では15.4%と高度ないし中等度狭窄では(-)の%は低い。これに対し50%狭窄では53.8%, 50%未満では47.4%と高い率で見られるが, 50%未満の症例でも(+)は19例中8例(42.1%)にみている。

ii) 1重負荷試験例

single test ないしはそれに近い負荷量の症例を集

めてみたが, 例数が少ないので, はっきりした成績は得られなかった。

iii) 総合的にみた冠狭窄度と負荷心電図所見

冠動脈狭窄部位と心電図の誘導との関係はLADで75%狭窄以上の場合, 負荷心電図(-)の例が少ないという所見以外, はっきりした関係がみられず, 狭窄が50%未満の症例でも(+)を示すものがかかりあった。

そこで冠動脈狭窄が75%以上あるものを取り, 1枝のみ認めるものを1枝狭窄, 2枝の場合を2枝狭窄, 3枝のものを3枝狭窄として, それと負荷試験(+), (-)の関係をみた(表3)。2重負荷試験例で

表3 0~3枝狭窄と心電図所見(75例)

狭窄数	負荷ECG ST↓≥1.0 ST↑, T↓	ST↓≥0.5 T→	(-)	計
≥75% 3枝	10(76.9%)	1	2(15.4%)	13
" 2枝	13(76.5%)	2	2(11.8%)	17
" 1枝	12(54.5%)	7	3(13.6%)	22
" 0枝	7(30.4%)	6	10(43.5%)	23

みると,

3枝狭窄例13例では, (+)が10例(76.9%), (+)は1例で, (-)は2例(15.4%)にすぎなかった。

2枝狭窄例17例でも, (+)は76.5%で, (-)は11.8%と同じ傾向を示した。

1枝狭窄は22例で, (+)は54.5%にみているが, (-)は13.6%である。

0枝狭窄すなわち75%以上の狭窄を認めない症例は23例で, (+)は30.4%と少なくなり, (-)は43.5%である。

こうしてみると, 1枝狭窄以上では, 2重負荷試験(-)を示すものは, 11~15%の範囲にあり, 負荷試験陰性を示すものは少ない。これに対し, (+)すなわちはっきりと陽性といえるものは, 3枝, 2枝狭窄では76%で, かなりの率にみられ, 1枝狭窄では54%と半数になる。そして0枝狭窄ではさらに減り30%にすぎない。

したがって, 冠狭窄度と負荷心電図所見とは, 個々の冠動脈別でなく, 総合して, 狭窄を示す冠動脈数でみると, 一応の関係が認められたことになる。

なお狭窄度を50%できると, かえってこの関係はは

っきりしなくなる。

また0枝狭窄例で(≡)は7例あるが、うち男性は3例、女性は4例である。

II) Master 負荷試験診断基準

アンケートに協力していただいた機関は、前記のほか、虎ノ門病院、東大第4内科、昭和大学第3内科、同孫ヶ丘病院、東京都養育院、東京医歯大、慈恵医大内科、富山医歯大、京大第3内科、徳島大学第2内科で、前記のうち北里大学、札幌医大はこの方のアンケートには回答はなかった。また順天堂大学内科はトレッドミルのみとのことで、この集計からは除外し、計28機関である。

1) 判定の種類

①陽性、陰性のみ	12
②陽性、疑陽性、陰性	14
③陽性、陰性、保留	1
④陽性、陰性とにわけ、疑わしいときは load をかける	1

2) ST 測定点

①J点で測定	11
②J点より0.04秒後で測定	11
③J点より0.08秒後	2
④Sの谷から0.08秒後	2
⑤Rの頂きから0.08秒後	1

3) J点の測り方(図1)



図1

①Sから上昇した線が太くなりはじめの点	11
②さらにはっきりと太くなった点	12
③昭和大学の方式(Sからの線と、STを逆にのぼした線との交点)	1
④不定	1
⑤愛知保健センター方式	1

⑥他の誘導と参照して決める	1
4) ST 降下度で陽性とする基準	
①1.0 mm 以上のH, S型	10
②0.5 mm 以上のH, S型	18
③2.0 mm 以上のJ型	12
④1.5 mm 以上のJ型	1 (ただし single)

5) ST 上昇をとるときの基準

①1.0 mm 以上	16
②2.0 mm 以上	1
③場合によって考える	1

6) T波に関する基準

①陰性化した場合を採る	16
②陰性と平坦の場合	1
③陰性と平低分裂の場合	3
④1.5 mm 以上の上向きT波が1.5 mm 以上陰性化した場合	3

7) U波に関する基準

①陰性化した場合採る	16
②陰性化と陰性度の増強の場合	2
③陰性度の増強した場合	1

8) 期外収縮に関する基準

①期外収縮が頻発した場合を採る	8
②速発した場合	1

9) 基準の適用

①2重負荷のときのみ	3
②1重負荷と2重負荷共通	23

10) ST 降下のH型の基準

①完全に水平の場合	13
②やや斜めの場合も含む	14

この場合、どの程度の傾斜のものをとるかは決っていない。+10°までという人もあるが、+15°までとる人もある。

最後に負荷後のST降下度を測定するのに、絶対値をとるか、負荷後との差をとるかについて、アンケートにはないので、会場で各機関の代表26名にきいた結果、全員負荷前すでにST降下をみているときは、前と後との差をとるということであった。

なお今回のアンケートでは、不思議と意見が二分されていることが多く、したがって、これをもつて、共通の基準をつくることは困難という印象である。

〔特別講演〕

運動負荷心電図の判定基準について

新 谷 博 一*

1. はじめに

運動負荷心電図の判定基準の問題は临床上重要であるが、なかなか困難な問題である。私がこの問題について検討をするようになったのは、昭和34年文部省科学研究費総合研究班「心臓病の診断基準、とくに心電図・ベクトル心電図の判定基準に関する研究」(班長上田英雄教授)に参加させていただいたとき、共同テーマの一つとしてこの問題がとりあげられたためである。この班研究では「日本人の正常心電図」をはじめ、多くの業績がまとめられたが、「運動負荷心電図の判定基準」については結論が得られなかった。私どもはその後検討を続け、いくつかの判定基準を提唱したが、約10年前からは、負荷量の問題、さらにリハビリテーションの立場からの運動負荷試験に移り、この判定基準の問題の研究は中止してしまった。今回、この問題について講演を依頼されたが、私どもが検討した昔話と、最近の文献からみた動向について述べる。

2. 諸家が提唱した判定基準

昭和35年(1960年)頃、運動負荷心電図の判定基準としてわが国で主に使われていたのは、Masterが1950年頃報告した判定基準である。これは基線をPQのレベルとし、少なくとも1誘導で0.5mm以上のST降下ということが中心となる。したがって0.5mm以上のjunction降下(J降下)も陽性となるが、その0.5mmをどの点で測定するかが明らかでない。この基準は、すでに当時から陽性率は高いが、偽陽性が多くなるとの批判があった。偽陽性率を減らすために、STの降下度を0.5mmより増して、0.75mm、1mmにしたり、胸部誘導では1.5mm以上としたり、誘導によって差をつけたり、あるいは各誘導の降下度の和をとったりした基準が提唱された(表1, 2)。しかしこれらの基準では偽陽性は減少するが、本来の陽

性率も減少し、偽陰性が増加するという矛盾が認められた。表1のWoodの基準(1950年)は、ST降下の形がflat or saggingという条件をあげており、運動負荷後の心電図でST降下の形を分け、今日の虚血性降下を最初に提唱したもので、注目される。さらに、1959年LepeschkinがQX/QTという概念を特徴とする基準を発表した(表2)。これは水平状あるいはsaggingの降下以外に、いわゆるjunction降下でも、少しゆるやかに上昇してゆく形(slowly ascending type)を示すものも虚血性を意味するものと考え、それを客観的数量的に表現するためにQX/QT \geq 50%という基準を用いた。この基準はMasterの旧基準より偽陽性率が減少し、陽性率も減らないと主張された。同年Brodyが虚血性降下とjunction降下と分けた基準を提唱している。降下したSTが基線の垂線に90°以上の角度を保って降下している虚血性降下で、0.5mm以上降下したものは冠疾患の診断的確實性が大きく、STの垂線となす角度が90°未満で斜に上がるjunction降下では1.5mm以上降下すれば冠不全が疑われるとしている。

1961年Masterらがdouble two-step testの新しい判定基準を発表した。これは周知のように、表3に示す通りで、ST降下の形をjunction降下と虚血性降下とに分け、前者の場合にはQX/QT, QT ratioという条件を加えた複雑なものである。STが水平というのは、この場合0.08秒以上水平であるとしている。前述のLepeschkinの基準では、ST測定上の基線としてPQの延長線とJ点に立てた垂線との交点を採用している(表2)。しかし前述の総合研究班会議で論議した結果では、基線はQ-Q線とした方がよいとされた。私どもは、Lepeschkinの基準のsingle two-step test用の変法として、基線をQ-Q線とし、0.5mm以上の降下、かつQX/QT \geq 50%に改めたものも作成した。

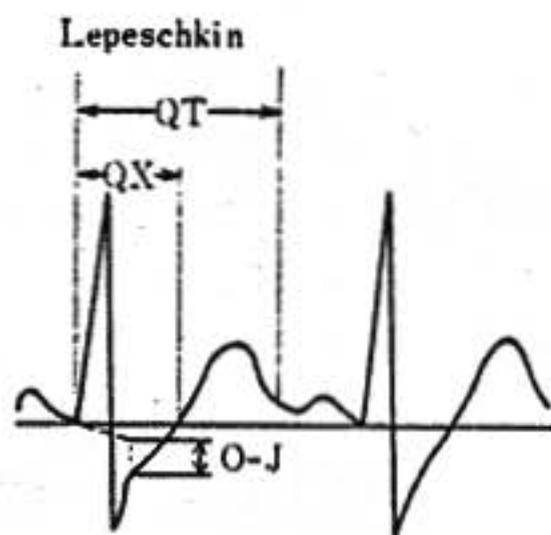
* 昭和大学医学部 第三内科

表1 諸家による運動負荷試験判定基準(その1)

ST の 降 下	Author		Master	Levan	Grossman	Wood	Mazer & Reisinger
	誘導	I II III					
	肢誘導	I II III	$\geq 0.5 \text{ mm}$	≥ 0.75	≥ 0.75	≥ 1.0	≥ 0.75 ≥ 1.5 ≥ 0.75
	胸部誘導		$V_4, V_5 \geq 0.5 \text{ mm}$	≥ 0.75	≥ 1.5	≥ 1.0	$CP_4 \geq 1.75$
T波及びその他の変化		陽性Tの全く平直化、二相性化、逆転、著明な不整脈		T ₁ , I, chest leadで全く平直化、逆転、QRSの減弱	T ₁ , I, CP ₂ , CP ₃ の平直化、逆転、著明な不整脈、A-Vブロック	ST降下の形がflat or sagging、著明な平直化、二相性化、逆転	T ₁ , I, CP ₄ の逆転

表2 諸家による運動負荷試験判定基準(その2)

ST の 降 下	Author		Twiss & Sokolow	Scherf & Schaffer	Biörck
	誘導	I II III			
	肢誘導	I II III	$\geq 1.0 \text{ mm}$ ≥ 1.5 ≥ 1.5	≥ 2.0	I II III ≥ 2.0
	胸部誘導		IV $\geq 2.0 \text{ mm}$		
T波およびその他の変化		T ₁ , II, IIIの(+) (-)相化、逆転、著明な不整脈出現			T ₁ , Iの逆転、ST _T $\geq 1.0 \text{ mm}$ を伴うT ₁ の二相性化



ST降下 $\geq 0.75 \text{ mm}$
ST降下 ≥ 0.5 以上 2分間
 $QX/QT \geq 50\%$

表3 Masterらのdouble two-step testの判定基準(II, V₄, V₅, V₆使用, 1961年)

陽性	陰性
1) ST降下の型に関係なく、2mm以上のST降下	1) 負荷後EKG不変
2) junctional depressionで $QX/QT \geq 50\%$ かつ $QT \text{ ratio} \geq 1.08$	2) 2mm未満のJ降下で $QX/QT < 50\%$ かつ $QT \text{ ratio} \leq 1.07$
3) ischemic depression (STが水平またはsagging)	$QT \text{ ratio} = \frac{QT \text{ 実測値}}{QT_c}$ $QT_c = K\sqrt{RR}$ $K = 0.40 \text{ (Bazett)}$
4) その他T逆転、U逆転、etc	

DimondはLepeschkinの $QX/QT \geq 50\%$ という条件を適用すると、自律神経性反応による偽陽性反応の多くが陽性になるとして、この概念の採用に反対している。Dimondの基準は0.5mm以上の虚血性降下であるが、負荷直後および2分後の QT_c が安静時より延長しているという条件を加えている。

戸山の基準はいろいろと発表されているが、1966年発表の基準は、(1)明らかに潜在性冠不全と認めら

れる場合(強陽性): T陰性あるいは明らかな二相性、STが著明に上昇する場合、STが水平型ないしsagging型をとり、1mm以上降下するとき、ST_Tが2mm以上降下する場合。(2)一応潜在性冠不全ありとする場合(陽性): Junction型のST降下で0.5mm以上かつ $QX/QT \geq 50\%$ のとき、水平型のST降下で0.5mm以上あるときと、している。

Mattingly, Robbらのdouble two-step testの基準では、虚血性のST降下(0.5mm以上)が唯一の確実な冠硬化の徴候であり、J降下は病的意義がなく、 QX/QT , $QT \text{ ratio}$ も信頼性がないと主張している。

その他Gazesらの基準(1964)はdouble two-step test用のもので、STなどについては従来の基準と大して変わりはないが、他の基準であまりいわれていないものにTの増高ということがある。すなわち、V₄のTが5mm、あるいは300%以上増高するという基準が入っている。

3. われわれが提唱した判定基準

(1) Single two-step test についての検討

かような多くの判定基準について比較検討した成績もなく、いかなる基準がもっとも妥当であるかを検討した。すなわち、教室の木村は人間ドック入院者、入院・外来患者、健康な医師・学生など計427例を対象とし、既往歴・現病歴・理学的所見・胸部レ線撮影・安静時心電図・尿検査、血液の一般的・生化学的・血清学的検査、一部は胃・胆嚢レ線検査などの成績から臨床診断を決定した。さらに1~6年間の予後・経過を追求し、診断を反省・補正し、次の5群に分類した。

第I群 冠硬化の比較的確實なもの：定型的狭心症、間もなく（半年以内）心筋梗塞を発症したもの、半年以内に死亡し剖検上高度の冠硬化を認めたもの。

第II群 冠硬化または冠不全の可能性のあるもの、および冠硬化を否定し得ぬもの：例えば高血圧性心疾患、高血圧で大動脈石灰沈着や脳動脈硬化や明らかな末梢動脈硬化のあるもの、糖尿病で心臓所見を認めるものなど、いろいろ雑然としたものを含む。

第III群 循環器系に器質的異常が認められない循環器系以外の疾患：主に人間ドックなどで発見された胃腸疾患あるいは軽い肝機能障害があるという症例が多い。

第IV群 NCA ないし心臓神経症：この群で負荷後ST 降下を示すものは、とくに経過の追求に努力し、慎重に診断を検討した。

第V群 正常健康者：心愁訴なく、血圧、胸部レントゲン、心電図、理学的所見上異常なく、肥満なく、尿・血液検査上異常なく、眼底 KWI 以下、末梢動脈硬化（-）のもの。

いずれの群も安静時心電図上明らかな ST・T の変化、脚ブロック、心房細動などのあるものは除外した。全例に Master の single two-step test を行い、負荷後の心電図は I, II, III, V₂, V₄, V₆ を使用し、負荷直後、3分、5分、10分後に記録した。心電図は Q-Q 線を基線として、ST-Junction (J), J から0.04秒の点 (ST_{0.04}), J 付近を除く ST 最大降下点 (ST_{max}) の各点における ST 降下度, QX/QT, QT ratio, QT_c, などを測定、ST 降下度の型を判定した。

各群における J および ST の負荷後最高降下度をみ

ると、I, II 群では J や ST が降下するのは当然であるが、V 群（正常群）でも J で 1 mm 以上降下するものがあり、第III群（循環器以外の疾患）、第IV群（心臓神経症）でも J で 1~2 mm 以上、ST_{0.04-max} で 1 mm 以上降下するのが認められる。

前述の Master の旧判定基準（表1）を ST_{0.04-max} が 0.5 mm 以上降下ということで検討すると、図1

基準	群 例数	I 41	II 120	III 95	IV 90	V 81
ST 0.04-max ↓ ≥0.5mm (I, II, III, V ₂ , V ₄ , V ₆)		56.1%	33.3	16.1	17.8	7.4
ST 0.04-max ↓ ≥0.5mm (III誘導を除く)		56.1	31.7	16.1	17.8	2.7
ST ↓ T 逆転 平低不整脈		56.1	35.8	18.9	22.2	4.9

図1 Master 旧判定基準による成績
(single two-step test)

のように、第I群で56.1%が陽性となるが、第V群健康者群でも7.4%、第III, IV群でも16.1~17.8%陽性のものがみられる。Master はT波の変化については第III誘導を除いているが、ST についても第III誘導のみの ST 降下を除外すると、第I群の陽性率を減少させることなく、第V群の偽陽性率を減少させる傾向が認められる。さらに、ST の変化がなくT波逆転のみが出現するというのは少ないが、T波逆転を加えると偽陽性率が高くなる傾向が認められる。

各種の判定基準についての検討の詳細は省略するが、陽性率がこの Master の旧基準の50%より落ちないようにして、偽陽性率を主に減らすような基準はどういうものかということの主眼にして検討した。図2のように、ST の降下度を増せば偽陽性率は減少するが、I群の陽性率が減少する。Lepeschkin の基準、あるいは Master の新基準 (double 用, 表3) を採用すると、陽性率はよくなるが、偽陽性率はやはり増してしまう。そこでわれわれは1963年 (昭38) に、はじめて次のような single two-step test の判定基準を提唱した。

(i) ST の型に関係なく、J を含めた ST の最大降下 1.5 mm 以上。

Criteria	Group No. cases	I	II	III	IV	V
Master's classic		55%	24.6%	11.6%	10.8%	0%
ST↓ ≥ 0.5mm		38.3%	18.2%	3.2%	6.7%	0%
ST↓ ≥ 1.0mm		21.9%	11.6%	1.1%	3.3%	0%
Modified * Lepeschkin's		55%	24.6%	11.6%	10.8%	0%
Master's new		55%	24.6%	11.6%	10.8%	0%
ST↓ ≥ 0.5mm Excluding junct. depress		38.3%	18.2%	3.2%	6.7%	0%
ST↓ ≥ 0.5mm QX/QT ≥ 50%		43.9%	22.1%	3.1%	6.7%	0%

図2 各種の ST 降下についての判定基準による陽性率 (single two-step test)

* Lepeschkin の基準を筆者らが single two-step test 用に改善したものである。

(ii) 0.5 mm 以上の虚血性降下。

(iii) junctional ST depression で $ST_{0.04-max}$ 降下 0.5 mm 以上でかつ QX/QT 50%以上。

(iv) T 逆転ないし完全な平低化。

以上の条件のいずれかがあるとき陽性とし、これらの変化が III, V₂ のみのときは陰性とする。この基準は Master の duoble 用の基準をまねたような形になって、数字を少し変えてあり、虚血性降下でも降下度を定めたり、QT ratio が入れてない点が異なっている。この基準によると、ST 降下のみで I 群の陽性率が 55%、健康者 (V 群) に陽性のものはなく、II 群 24.6%、III 群 11.6%、IV 群 10.8% と、III・IV 群の陽性率も 10% ぐらいにとどまっている。

前述の戸山らの基準をわれわれの症例で検討すると、陽性率が 58.8% とかなり高く、偽陽性率も 13% ぐらいで比較的少ない。当時、戸山らが記載していたように J 型の ST 降下で降下が 0.5 mm 以上あり、QX/QT ≥ 50% という条件を除くと、偽陽性率 6.7~8.4% と減少するが、I 群の陽性率が 43.9% と減少する。

また、前述の Gazes が記載していた T の増高についても、われわれの症例で検討してみた。しかし彼らのいう V₁ の T が 300% あるいは 5 mm 以上増高する

症例はあまり認められないので、200% あるいは 3 mm 以上増高としてみたが、各群ともきわめて少なく、しかも I 群 5.4%、III 群 2.1%、IV 群 5.5%、V 群 2.6% と、各群ほとんど同じように出現している。従ってこの T 増高は基準のうちに加える必要はないと考えた。

ST の判定基準上虚血性降下は問題がないが、虚血性降下以外に junction 降下で slowly ascending type を入れるか否かということが問題であり、その後検討を加えたことがある。

Mattingly らはアメリカ陸軍軍人の運動負荷試験における長期予後を追跡し、0.5 mm 以上の虚血性 ST 降下を示すものは、心筋梗塞発生率も死亡率も正常反応や他の反応 (junction 降下、異常 T 変化、伝導障害、不整脈) に比べて著しく高く、他の反応は正常反応のものと有意差がないとしている。Robb らも生命保険会社の症例を追跡し、虚血性 ST 降下例の死亡率が高く、junction ST 降下は負荷試験陰性のものと差がないとしている。これらの成績から彼らは、前述のように虚血性 ST 降下のみが唯一の確実な冠硬化の徴と主張した。

それならば、われわれの症例で虚血性降下を示すものは一体どのくらいあるか検討してみると、0.5 mm 以上の虚血性降下では I 群でも 38.3% の陽性率に過ぎない。確かに III 群・IV 群における偽陽性率は 3.2%、6.7% と非常に少なくなっているが、陽性率が約 1/3 というのでは実地上使用するのに適切でないと考えた。そこで、この虚血性降下にいろいろな条件の J 降下を加える基準を検討した。詳細は省略するが、J 降下で QX/QT 50% 以上のもの、さらにまた QT ratio 1.08 以上のものを加えると、51.2%、すなわち約 1/2 の陽性率となり、III 群・IV 群の偽陽性率はそれぞれ 9.5%、11.1% と 10% ぐらいにおさえられる。1963 年に提唱した基準では、QT ratio は煩雑であり、あまり差がないということで除いていたが、有意差はないにしても入れておいた方がよいと考え、1966 年、前述の基準に QT ratio ≥ 1.08 という条件を加えた基準を報告した。しかし現実には QT ratio を測定計算することは煩雑であり、あまり差もないので、現在の私の気持では QT ratio は除いても同じではないかというように考えている。すなわち、修正基準は、(i) ST の型に関係なく、J を含む 1.5 mm 以上の降下、(ii) 0.5 mm 以

上の虚血性降下, (iii) J 降下の形で $ST_{0.04}$ 降下が 0.5 mm 以上, かつ QX/QT が 50% 以上か, または QT ratio 1.08 以上, (iv) T 逆転ないし完全平低化 (いずれも III, V₂ の変化を除く). 以上のいずれかの変化を認めれば陽性とする. この基準では I 群の陽性率が 53.1% で, II 群 28.7%, III 群 9.5%, IV 群 11.1%, V 群 0 となる.

(2) 三つの立場からの
double two-step
test の基準の検討

以上のように, いろいろと判定基準を検討しても完全なものとはできず, また, 基準の内容が煩雑であると, 実際の使用上不便で問題である. そこでいろいろな立場から考えられる特徴のある判定基準を検討した方がよいと考えた. 第 1 に陽性率ができるだけ高いものは screening 用としてよい. しかし陽性率が高くなれば当然偽陽性率が高くなることが多いが, それにはかわりなく, 陽性率が高い基準は何かという立場のものである. 第 2 の立場は, 陽性率は多少低くても, できるだけ偽陽性率が低い基準で, この基準で陽性になれば, かなり診断上確実性があると考えられる. 第 3 の立場は, 最初われわれがねらったような, その中間をゆく実用的基準である. こ

CRITERIA	GROUP				
	I	II	III	IV	V
No. CASES	66	128	61	52	97
AUTHOR'S CRITERIA (Single two-step test)	47 71.2%	54 42.2	13 21.3	16 30.8	3 3.1
modified AUTHOR'S CRITERIA (ST J-max ↓ ≥ 2.0mm)	45 68.2	50 39.1	11 18.0	13 25.0	2 2.1
MASTER'S new CRITERIA (Double two-step test)	47 71.2	52 40.6	13 21.3	14 26.9	3 3.1
modified LEPESCHKIN'S CRITERIA (Baseline: Q-Q line)	31 47.0	35 27.3	12 19.7	10 19.2	1 1.0
DIMOND'S CRITERIA (Ischemic depression QT prolong.)	17 25.8	16 12.5	0 0	1 1.9	0 0
Ischemic depression ≥ 0.75mm	21 31.8	15 11.7	1 1.6	2 3.8	0 0
Ischemic depression ≥ 0.5mm	34 51.5	31 24.2	2 3.3	5 9.6	2 2.1
Ischemic ↓ ≥ 0.5mm and/or J ↓ ≥ 1.5mm	40 60.6	43 33.6	7 11.5	12 23.1	3 3.1
Ischemic ↓ ≥ 0.5mm and/or J ↓ ≥ 2.0mm	35 53.0	34 26.6	2 3.3	5 9.6	2 2.1
ST 0.04-max ↓ ≥ 0.5mm	47 71.2%	55 43.0	17 27.9	16 30.8	4 4.1
ST 0.04-max ↓ ≥ 0.75mm	29 43.9	28 21.9	3 4.9	7 13.5	1 1.0
ST 0.04-max ↓ ≥ 1.0mm	18 27.3	19 14.8	2 3.3	2 3.8	1 1.0
ST J-max ↓ ≥ 1.0mm	48 72.2	70 54.7	27 44.3	25 48.1	18 18.6

図 3 各種の ST 降下についての判定基準による陽性率 (double two-step test)

の3つの立場から double two-step test の判定基準を検討するため、404例について前述のような6群に分けた。

各種の基準に対する各群の陽性率は図3に示す通りである。このうち第1の、できるだけ陽性率を高くする基準としては、前述のわれわれの single 用の基準、Master の新基準(1961年)、Master の旧基準の中心になる $ST_{0.04-max}$ 降下 ≥ 0.5 mm, ST_{J-max} 降下 ≥ 1.0 mm があり、いずれもI群の陽性率は71~2%をしめる。偽陽性率はかなり高いが、正常群にも18.6%の偽陽性率を示す ST_{J-max} 降下 ≥ 1.0 mm を除き、基準の簡便性を考えると、 $ST_{0.04-max}$ 降下 ≥ 0.5 mm がもっともすぐれている。

第2のできるだけ偽陽性率を低くする基準としては、Dimond の基準、0.75 mm 以上の虚血性 ST 降下、 $ST_{0.04-max}$ 降下 ≥ 1.0 mm があげられる。このうち偽陽性率の低さ、I群の陽性率の高さ、基準の簡便性を考慮すると、0.75 mm 以上の虚血性 ST 降下がすぐれており、III, IV群の偽陽率は1.6, 3.8%, V群は0で、I群の陽性率は31.8%に過ぎない。

第3の実用的基準としては、0.5 mm 以上の虚血性 ST 降下と 2.0 mm 以上 J 降下を合わせたものがもっともすぐれており、I群の陽性率は53.0%、偽陽性率も10%未満で、しかも簡明である。すなわち、double two-step test の実用判定基準としては、(i) 0.5 mm 以上の ST の虚血性降下、(ii) 2.0 mm 以上の ST の Junction 降下、(iii) T の逆転ないし完全な平低化を提唱した。場合に応じ、第1, 第2の立場の基準も用いることができる。

(3) 三つの立場からの single two-step test の基準の検討

同じような立場から single two-step test について検討した結果、詳細は省略するが、陽性率をできるだけ高くする第1の立場の基準としては、Master らの double 用の新基準が一番よく、偽陽性率をできるだけ少なくするという第2の立場の基準としては、ST の形に関係なく、 $ST_{0.04-max}$ 降下が 0.75 mm 以上または 1 mm 以上のものがよさそうである。実用的には比較再検討したが、やはり前述のわれわれが発表した single 用の基準がよいようである。

4. Strenuous two-step test

以上のような判定基準の問題を検討しているうちに、陽性率を高めるためには対象によっては負荷量を増加させる必要のあることに気づいた。そこで Master の single two-step test の3倍量をできるだけ3分間に負荷し、無線テレメータ心電計を使用して負荷中の心電図も記録するというで始めたのが、strenuous two-step test である。これは昭和41年の日循環学会シンポジウム「心電図の診断限界」⁹⁾ではじめて提唱した。この判定基準は暫定的に前述の double の実用基準を使用した。この試験では Robinson の maximal heart rate の81~86%の心拍数になる。主として double two-step test の陰性例に実施しているが、double 陰性の心疾患の35%、double 陰性の虚血性心疾患およびその疑の50%が陽性となる。しかし正常健康者でも7%が陽性になるものが認められた。

5. 最近の stress test における判定基準

最近では心拍数を基準にして、エルゴメーターやト

表4 Stress test における心電図診断基準

報告者	Test の種類	診断基準 (ST降下)
Hellerstein (1967)	Submaximal Bicycle ergometer	≥ 1 mm flat, downsloping <1 mV/sec の upslope
Mason (1967)	Near maximal Escalator or Bicycle ergometer	≥ 1 mm (Jより0.08秒以上後方で)
Kattus (1968)	Near maximal Treadmill	≥ 1 mm flat, downsloping
Bruce (1969)	Subjective maximal Treadmill	≥ 1 mm (R下行脚から0.06秒後方点)
Ellestad (1969)	Near maximal Treadmill	≥ 2 mm (Jから0.08秒後方点, STの形無関係)
Astrand (1970)	Near maximal Bicycle ergometer	≥ 0.5 mm flat, downsloping
McHenry (1972)	Subjective maximal Treadmill	≥ 1 mm ST index = ST slope in mV/sec < 0
Naughton (1972)	Subjective maximal Treadmill	≥ 0.1 mV flat, downsloping 0.08秒以上持続
Sheffield and Reeves (1972)	Near maximal Treadmill	≥ 0.1 mV (J点) STの最初の0.08秒の傾斜が <1 mV/sec
Amer, Heart Association 運動委員会(1975)		≥ 0.1 mV, 0.08秒以上持続, 虚血性

表5 冠動脈造影所見からみた運動負荷心電図所見 (Redwood & Epstein¹¹⁾ より引用)

Study	No. pt	Selective cine criteria for CAD (% luminal narrowing)	Exercise protocol	S-T criteria for positive test (mm depression)	Sensitivity (true positive)	Specificity (true negative)
Cohen et al.	34	Not defined	2 step; HR > 120/min or exercise for > 3 min; 12-lead ECG after exercise	≥ 0.5	27/34 (63%)	—
Likoff et al.	74	≥ 50	Supine bicycle 50-150 W; leads I, II, III, aV _r ; V ₁ -V ₆ recorded during and after exercise	≥ 1.0	14/24 (58%)	34/50 (68%)
Demany et al.	75	≥ 50	Double Master's; leads II, V ₁ -V ₆ after exercise	≥ 1.0	18/42 (43%)	23/33 (69%)
Hultgren et al.	65	≥ 50	"Usually" double Master's; leads II, V ₁ -V ₆ after exercise	≥ 1.0	20/32 (60%)	23/23 (100%)
Mason et al.	84	≥ 50	Graded exercise (escalator or treadmill) 90% predicted max HR; modified 12-lead ECG during and after exercise	≥ 0.5 ≥ 0.75 ≥ 1.0	43/49 (88%) 41/49 (84%) 38/49 (78%)	24/35 (69%) 29/35 (83%) 31/35 (89%)
Kassebaum et al.	67	≥ 50	Supine bicycle 85% predicted max HR; 12-lead ECG during and after exercise	≥ 0.5 ≥ 1.0	25/34 (73%) 24/34 (71%)	32/33 (97%) 32/33 (97%)
Most et al.	65	≥ 50	Master's; 12-lead ECG after exercise	≥ 0.5 ≥ 1.0 ≥ 2.0	43/65 (66%) 38/65 (58%) 18/65 (28%)	— — —
Roitman et al.	46	≥ 50	Multistage treadmill; 90% predicted max HR; Frank and V ₆ leads during and after exercise	≥ 1.0	24/30 (80%)	14/16 (88%)
Fitzgibbon et al.	132	"Cor obstr index" approx 50	Double Master's; lead II, aV _r , V ₁ -V ₆ after exercise	≥ 0.5	44/92 (48%)	32/40 (80%)
McConahay et al.	100	≥ 50	Double Master's; 12-lead ECG (except V ₄ , V ₆) after exercise	≥ 0.5 ≥ 0.75 ≥ 1.0	41/65 (63%) 27/65 (42%) 23/65 (35%)	29/35 (83%) 32/35 (91%) 35/35 (100%)
Cohn et al.	110	≥ 75	Double Master's; 12-lead ECG or II, V ₁ -V ₆ after exercise	≥ 0.5 ≥ 1.0 ≥ 2.0	66/77 (86%) 59/77 (77%) 31/77 (41%)	24/33 (73%) 29/33 (88%) 33/33 (100%)

Abbreviations: CAD=coronary artery disease; W=work load in watts; HR=heart rate; ECG=electrocardiogram.

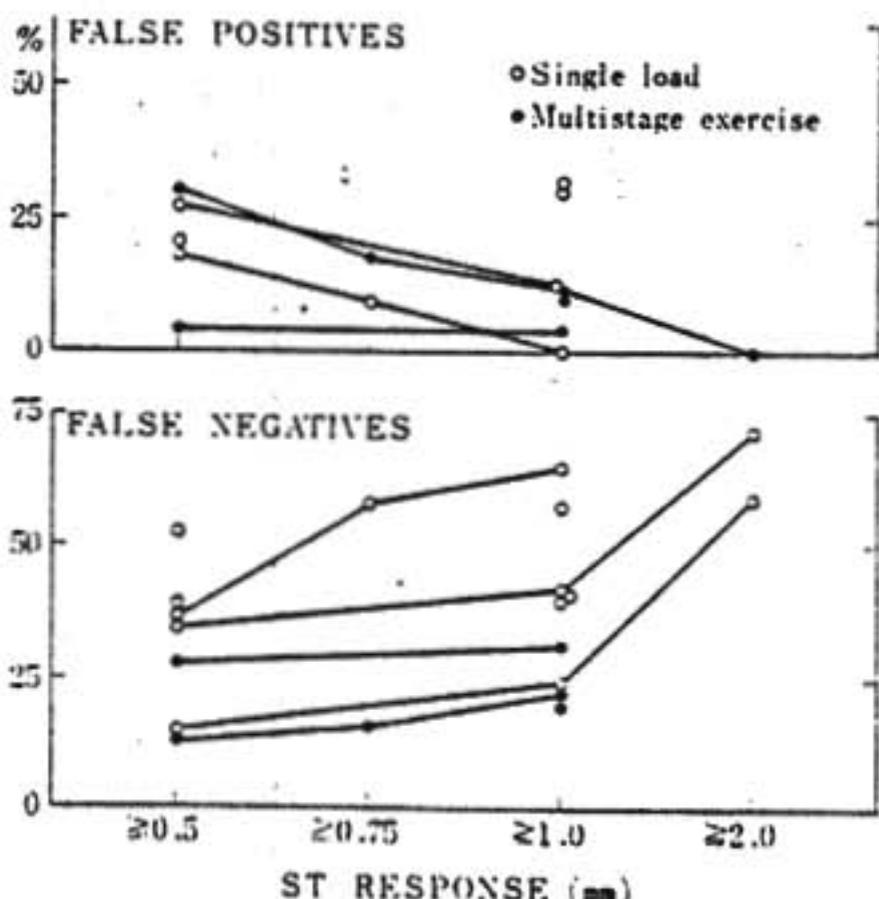


図4 表5の成績から得られた偽陽性及び偽陰性率

レッドミルを用いた maximal ないし submaximal (near maximal) test が行われている。かような stress test でどのような基準が使われているか、主として ST 降下について調べてみると、表4のように、大部分は 1 mm の flat, downsloping という虚血性降下を採用しているものが多い。しかし Ellestad のように、J から 0.08 秒後方の点で 2 mm 以上で、ST の形に無関係という基準や、Astrand のように 0.5 mm 以上の虚血性降下をとっているものもある。また、ST index といって、ST の傾斜を mv/sec で出して使用しているものもある。American Heart Association の運動負荷委員会も 0.1 mV で 0.08 秒以上持続している虚血性降下ということが大体一致した意見ではないかとしている。

Ellestad らは前述のように 2 mm 以上の ST の降下をとりあげているが、多段階試験で早くに、3 分以内

に ST 降下が出現したものはとくに予後が悪く、梗塞などの発生、死亡が多いと述べている。同じ変化が出現しても遅くに(例えば7分以上)出現するものは予後が比較的良いという。

6. 運動負荷心電図と冠動脈造影所見との関係

最近冠動脈造影所見と運動負荷心電図との関係について多くの報告がみられる。表5は少し古いが、Redwood および Epstein¹¹⁾ がまとめているものである。ST 降下の陽性基準は 1.0 mm が多いが、0.5 mm, 0.75 mm, 2.0 mm のときの sensitivity と specificity が示されている。このうち、要点になるのは図4で、ST 降下度が 0.5 mm より 1.0 mm になると false positive が減少しているが、false negative は 0.5 mm と 1 mm とはあまり差がなく、2 mm になると増加しており、やはり 1 mm がよいようである。この図4でみると、single load (two-step test など) より multistage exercise の方が false negative が少なく、false positive が増加していない。この点からも当然のことながら multistage の方がすぐれている。Gorlin 一派の Cohn ら¹²⁾ は冠動脈造影所見と double two-step test との成績から、負荷後の心拍数が 110 未満の場合には冠動脈に変化があっても陰性にとどまるものが多いから、負荷後の心拍数が 110 未満で陰性の場合には判定不能とし、負荷量を増して再検査すべきであると強調している。

運動負荷心電図判定上の問題点の一つとして、女性の負荷心電図の問題がある。例えば Sketch ら¹⁴⁾ は冠動脈造影を行った胸痛のある例について運動負荷心電図の偽陽性率が男では 8% に過ぎないのに、女では 67% と非常に多くなり、真の陽性率も男 89% に対して女

33% と低くなるとしている。しかし女性で陰性の場合には偽陰性が 12% に過ぎず、冠狭窄がないことはかなりの確実性があるとしている。

かような事実から女性のための判定基準を男性用とは別に考えるべきであると主張している。

7. おわりに

以上われわれの昔の成績と、最近の文献を不完全であるが拾って、運動負荷心電図の判定基準について述べた。この問題は今日でもなお議論のある難しい問題であり、最近の Circulation 誌上の Editorial でも、Redwood らの運動負荷心電図に対する批判的・否定的な見解に対して、Sheffield 以下の大家が連名で限界はあるが、十分有用性のあることを反駁している。この判定基準についても、理想的なものはなかなか得られないが、本研究会である程度共通した一定の基準がきめられることを期待したい。

主要文献

- 1) 木村：昭和医学会誌 27：832, 昭42.
- 2) 新谷：呼吸と循環 13：183, 昭40.
- 3) 新谷, ほか：胸部疾患 5：1557, 昭36.
- 4) 新谷, ほか：臨床と研究 39：1134, 昭37.
- 5) 新谷, ほか：臨床と研究 43：1976, 昭41.
- 6) Niitani, H. : Jap. Circul. J. 30 : 1564, 1966.
- 7) 新谷, ほか：呼吸と循環 16：507, 昭43.
- 8) Niitani, H. : "Cardiology-Current Topics and Progress" ed. by Eliakim, M. and Neufeld, H. N., Academic Press, New York & London, p. 108, 1970.
- 9) 成沢, ほか：診断と治療 56：1941, 昭43.
- 10) Sheffield, L. T. & Roitman, D. : Prog. Cardiovasc. Dis. 19 : 33, 1976.
- 11) Redwood, D. R. & Epstein, S. E. : Circulation 46 : 1115, 1972.
- 12) Cohn, P. F., et al. : JAMA 220 : 501, 1972.
- 13) Sheffield, L. T., et al. : Circulation 55 : 681, 1977.
- 14) Sketch, M. H., et al. : Am. J. Cardiol. 36 : 169, 1975.

循環器負荷研究会

第5回：昭和52年8月6日

於：新阪急ホテル

〔第5回研究会〕

集計報告

Master 負荷試験と冠動脈造影所見.....大阪府立成人病センター 戸山靖一 (205)
Master 負荷試験の判定基準

特別講演

運動負荷心電図の判定基準に.....昭和大学 新谷博一 (208)
ついて