

K. K. 36M 2-14-74

図 1(a)

な問題は、負荷試験の結果が再梗塞を起こす危険のある重症病変、すなわち Jeopardy 状態の有無を表わしているかどうかである。この観点からみると単冠動脈病変での陰性例23例中5例、二冠および三冠動脈病変では陰性例全例がなお危険な重症病変をもっていることになる。実際例を示すと、図1の例は前壁梗塞があり、負荷試験は陰性である(図1a)。しかし冠動脈像では左前下行枝に99%狭窄を有し、delayed fillingを示すが、左室像では心筋の機能がよく回復し、前壁心尖部にごくわずかの収縮不良部分を残すだけで(図1b)、このような場合は左前下行枝に再び梗塞をおこす危険性、Jeopardy 状態を有していることになる。

##### 5) ST低下と冠動脈病変重症度

ASHD 群の中で負荷試験により ST 低下を示した



図 1(b) の 1



図 1(b) の 2

症例において ST 低下の程度と冠動脈病変を検討すると(表4a), 1mm 以下の軽度低下においては比較的、単冠動脈病変が多いのに比べ、1mm 以上の高度の低下は二冠、三冠動脈病変に多くみられた。また 1mm 以上の低下を示した単冠動脈病変18例はほとんどが左前下行枝近位部病変であり、さらに左主幹部病変において9例全例が 2mm 以上の低下を示した。

表4 心電図変化と冠動脈病変  
(a) 運動負荷後ST低下度と冠動脈病変

ST 低下度	例数	罹患冠動脈数			
		単冠病変	二冠病変	三冠病変	(左主幹 部病変)
≥0.5 mm	21	9	6	6	
≥1.0 mm	35	15	3	17	
≥2.0 mm	24	3	10	11	(9)
計	80	27	19	34	(9)

(b) 陽性例心電図変化の特徴 (ASHD 群)

ST低下		80(例)
形	Junctional	5
	Horizontal	70
	Wing	2
	Sagging	3
戻脱時間	Soon	21
	3 min.	40
	6 min.	14
	9 min.	3
	12 min.	1
	15 min.	1
ST上昇		12
T波逆転		7
心室性期外収縮多発		2

負荷試験におけるST低下の形については(表4b), horizontal型がもっとも多く, Junctional型は5例にすぎない。ST低下が元に戻るまでの時間については大半は3分以内に戻るが, 9分以上, 最高15分かかってやっと戻る例があり, これらの症例はすべて左主幹部病変であった。

### III 考 案

今回の成績をCohnら<sup>4)</sup>の305例の結果と比較してみるとASHD群では84%, 正常群では27%に陽性で, とくにASHD群における陽性率はCohnらの方が高いが, これはCohnらが判定に際して, 負荷後の脈拍を110以上と高く設定していることにもよると考えられる。しかし今回の成績では負荷後の脈拍が110以

上を示した例は約20%と少なかったにもかかわらず, 偽陽性が43%も含まれていたこと, さらに負荷後の脈拍増加がみられないのに著明なST低下を示す例があったことなどから, 病態を知らずに一律にいきなり最大負荷をかけることは実用的でないとともに, ときには危険を伴う例があると思われる。

今回の成績のもう一つの問題点は, 非梗塞群に比べて梗塞群の陽性率が低いことで, これは梗塞によるST上昇分がST低下を修飾する可能性があること, 完全な血流途絶によりもはや虚血を示さない梗塞壊死部におきかえられた場合, あるいは副側血行の発達により, よく回復した場合などが考えられる。さらに梗塞例の運動負荷心電図の判定に際して, 厄介な問題は, 負荷試験が陰性であっても, なお再梗塞の危険をはらんだ症例のあることで, 負荷陰性をすべて信頼して運動量増加を行うには注意すべきである。

負荷試験が陽性でありながら冠動脈造影上, 有意の狭窄病変をみとめなかった216例(正常冠動脈所見群)については, 第8回本研究会記録に詳述した<sup>2)</sup>ので本稿においては割愛した。

### 文 献

- 1) 石村孝夫, 山口 洋: 冠動脈狭窄と負荷心電図。冠動脈造影に基づく検討。総合臨床 26: 395-403, 1977.
- 2) 石村孝夫, 西山信一郎, 白鳥健一, 長崎文彦, 中西成元, 山口 洋: 運動負荷試験陽性, 正常冠動脈造影所見群の検討。最新医学 35: 664-667, 1980.
- 3) Master, A. M.: The Master two-step test. Am. Heart J. 75: 809-837, 1968.
- 4) Cohn, P. F., Vokonas, P. S., Most, A. S., Herman, M. V. and Gorlin, R.: Diagnostic accuracy of two-step post-exercise ECG. Results in 305 subjects studied by coronary arteriography. J. A. M. A. 220: 501-506, 1972.



## シンポジウム

## 冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見

井 上 康 夫\*

## はじめに

我々は心筋梗塞群, 労作性狭心症群, 運動負荷により ST 上昇を示した狭心症群の 3 群に分けて, 運動負荷心電図所見と選択的冠動脈造影所見 (以下 CAG と略す) の対比検討を行った。

運動負荷は原則として, 心筋梗塞群では発症後 1 カ月前後の Master's two step test (以下 Master と略す) single を, 労作性狭心症群では Master double を, ST 上昇群では single または double を採用し, 判定は ST segment の偏位のみにより行った。ST segment の偏位は QRS の initial から 0.12 秒の時点で測定し, 四肢誘導では 0.5 mm 以上の, 胸部誘導では 1.0 mm 以上の虚血性変化を有意とした。また脚ブロックや心室内伝導障害, WPW の合併例などは除外した。

CAG 所見は 50% 以上の狭窄を有意とすべきか, 75% 以上の狭窄を有意とすべきか議論のあるところだが, 今回は原則として 50% 以上の狭窄を有意として検討を進め, 一部 75% 以上の狭窄を有意とした場合についても検討した。

## I 心筋梗塞群

前壁梗塞の 30 例と下壁から高位後壁に拡がりを示す心筋梗塞の 19 例について検討を行った。高位後壁への拡がりの判定は Massie の criteria より緩くとり, 急性期ないしは発症前と比べて明らかに  $V_1$ ・ $V_2$  の R 波が増高し,  $V_2$  の R/S 比が 1 以上あるものとした。

前壁梗塞の 30 例のうち 27 例が Master single 陽性であり, 陽性と判定した内容は, 胸部誘導で ST 上昇を示しただけのものが 15 例, 胸部誘導で ST 上昇, 下壁誘導で ST 降下を示したものが 8 例, 胸部下壁ともに ST 降下を示したものが 2 例, 胸部のみで ST 降下を示したものが 1 例, 下壁のみで ST 降下を示したものが 1 例であった。したがって, 27 例の陽性例中 23 例

が胸部誘導で ST 上昇を示したことになるが, これらの ST 上昇例はそのほとんどが QS pattern になっている部位に最大の ST 上昇を認めている。冠動脈病変別にみると, 陽性例中 posterior descending branch を分岐する枝に 75% 以上の狭窄を有する 2 枝・3 枝障害例は 8 例あるが, このうち下壁誘導で ST 降下を示したのはわずか 2 例のみであったのに対して, LAD 1 枝障害例の 19 例中 9 例に下壁誘導での ST 降下がみられた。このように前壁梗塞例の Master single では大部分の症例が陽性と判定されるような ST 変化を示すが, その多くは梗塞部位での ST 上昇であり, Master single 程度の負荷では LAD 以外の冠動脈病変を読みとることは困難かと思われた。

一方, 下壁から高位後壁へと拡がりを示す心筋梗塞では 19 例中 17 例が Master single 陽性であり, 陽性と判定した内容は胸部誘導での ST 降下のみが 12 例, 胸部での ST 降下と下壁での ST 上昇が 4 例, 下壁で ST 上昇のみが 1 例であった。したがって 17 例の陽性例中 16 例が胸部誘導での ST 降下を示したことになり, この 16 例について ST 降下の程度と LAD 病変の関係をみると, LAD に 75% 以上の狭窄を有する例は 2 例しかないがいずれも 2 mm 以上の著明な ST 降下を示している。しかしながら, LAD には 50% 以上の有意の狭窄が存在しない症例でも 7 例中 2 例に 2 mm 以上の著明な ST 降下がみられており, この降下の程度だけからでは LAD の病変を確実に読みとることはできそうもない。そこで胸部誘導の各誘導間の ST 降下の程度を, LAD 50% 以上の狭窄の有無別に比較してみると表 1 に示したような結果となる。すなわち,  $V_2$ - $V_3$ ,  $V_2$ - $V_4$ ,  $V_2$ - $V_5$ ,  $V_4$ - $V_5$  の間では差はみられないが,  $V_3$ - $V_4$ ,  $V_3$ - $V_5$  の比較では, LAD に病変のないものは  $V_4$ ,  $V_5$  より  $V_3$  での降下が大きい例が多く, 逆に LAD に病変のある例では  $V_3$  より  $V_4$ ,  $V_5$  での降下の方が大きい例が多いという傾向がみられた。症例数が少なく, また Master single と

\* 東京女子医科大学 付属日本心臓血圧研究所 内科

表1 下後壁梗塞の胸部誘導 ST 降下と LAD 病変の有無 (50%以上)

	LAD (-)		LAD (+)	
	(-)	(+)	(-)	(+)
$V_1 > V_4$	1	3	4	3
$V_1 = V_4$	3	2	1	1
$V_1 < V_4$	3	4	2	5

[16例]

	LAD (-)		LAD (+)	
	(-)	(+)	(-)	(+)
$V_2 > V_5$	3	3	5	3
$V_2 = V_5$	1	1	1	1
$V_2 < V_5$	3	5	1	5

	LAD (-)		LAD (+)	
	(-)	(+)	(-)	(+)
$V_3 > V_6$	3	5	5	6
$V_3 = V_6$	2	1	2	3
$V_3 < V_6$	2	3	0	0

ということで心拍数の増加が不十分な症例が多いことから、これだけで結論を出すことには問題があるかと思われるが、LAD に病変のないもの、すなわち後壁側での ST 上昇の reciprocal は変化として前壁側で ST が降下していると思われる症例は、LAD に病変がある症例と比べてやや右寄りの胸部誘導で強い変化を示すのではないかという印象を得た。

## II 労作性狭心症群

心電図上明らかな梗塞波形を示さず、Master double 陽性の労作性狭心症28例について検討を行った。

ST 降下部位の拡がりを四肢誘導、胸部誘導に分けて CAG 所見別に示したものが表2である。CAG 所見は50%以上の狭窄を有意とし、前壁と後壁の違いと

表2 ST 降下部位と冠状動脈病変 (50%以上)  
[労作性狭心症28例]

ST 降下部位	CAG 所見		LAD + RCA or LCX	LAD + RCA + LCX	LMT
	LAD	RCA and/or LCX			
I II III (.V <sub>1</sub> , V <sub>r</sub> )			1	8	6
I II (.V <sub>1</sub> )		2	1	1	
II III (.V <sub>r</sub> )	3	1	2	2	1
V <sub>1</sub> V <sub>4</sub>			1	8	6
V <sub>2</sub> (V <sub>1</sub> ) V <sub>4</sub>	1	2		2	1
V <sub>3</sub> (V <sub>1</sub> ) - V <sub>4</sub>	1	1	2	1	

LAD: 左前下行枝, RCA: 右冠状動脈, LCX: 左回旋枝, LMT: 左主幹部  
四肢誘導のみでしか ST 降下がみられない症例が2例あり、胸部誘導の合計は26例

いうことを意識して、LAD 1枝の群、RCA または LCX の1枝、あるいは RCA+LCX の2枝の群、LAD+RCA または LCX の2枝の群、3枝障害の群、左主幹部障害の群の5群に分類した。表2に示した通り、四肢誘導全域にわたり ST 降下を示しているのは3枝障害例や左主幹部障害例がほとんどであり、1枝、2枝の例の大部分は I, II, aV<sub>L</sub> または II, III, aV<sub>r</sub> と限局した部分に ST 降下を示している。LAD 1枝の例で I, aV<sub>L</sub> の降下がみられず、3例とも四肢誘導に関しては II, III, aV<sub>r</sub> で変化がみられることは興味深い。一方胸部誘導についてみると、V<sub>2</sub> から V<sub>4</sub> の全域にわたって ST 降下を示す例の大部分はやはり3枝障害と左主幹部障害の症例であり、1枝、2枝の例は胸部誘導の中でも限局した部分に降下を示している。また RCA, LCX にしか病変の存在しない症例でも胸部誘導での ST 降下が認められている。

表3 最大 ST 降下と冠状動脈病変 (50%以上)  
[労作性狭心症28例]

最大 ST 降下 (mm)	LAD	RCA and/or LCX	LAD + RCA or LCX	LAD + RCA + LCX	LMT
1.5未満	2	2	2		
1.5~1.9		1		3	1
2.0~2.9	1		1	7	1
3.0以上			1	1	5

ST 降下の程度と CAG 所見の関係は表3に示した通りであり、3枝障害例や左主幹部障害例は 2mm 以上の著明な ST 降下を示す例が多く、中でも左主幹部障害例は3枝障害例よりもさらに著明な ST 降下を示す例が多かった。

ST 降下部位の拡がりや QRS axis の関係をみると、四肢誘導に関しては +45° より左へ向いているものは I, aV<sub>L</sub> で変化を示すものが多く、逆に +60° より右へ向いているものでは I, aV<sub>L</sub> で変化しているものではなく、II, III, aV<sub>r</sub> のみに変化を示すものが多かった。

以上から労作性狭心症の運動負荷による ST 降下の範囲は、直接冠状動脈病変の部位を示すというよりは、ST 降下の程度や QRS axis との間に関連を持ち、



ST 降下の程度は冠状動脈の障害の広さをある程度反映するものと思われた。したがって ST 降下の程度やその拡がりから, 3 枝障害や左主幹部障害のような高度な病変が存在するものか, 1 枝や 2 枝のような比較的軽い変化しかないものかを鑑別することはある程度可能かと思われるが, 分枝単位での冠状動脈病変の有無を判定することは困難かと思われた。

### Ⅲ 運動負荷により ST 上昇を示した狭心症群

Master single または double で ST 上昇を示した狭心症 12 例について検討を行った。この中には異型狭心症の症例も含まれている。表 4 は全 12 例の ST 上昇部位と CAG 所見を示したものである。前壁のみで ST 上昇を示した例は 4 例あり, 1 例のみが LAD に 25% 程度の狭窄しかなかったが, 残る 3 例はいずれも LAD に 90% 以上の狭窄を認めている。下壁誘導のみで ST 上昇を示した例は 7 例あり, うち 4 例は RCA に, 1 例は LCX に 75% 以上の狭窄を, 残る 2 例はそれぞれ RCA, LCX に 50% 前後の狭窄を認めている。II, III, aV<sub>F</sub>, V<sub>4</sub>~V<sub>6</sub> で ST 上昇を示した 1 例は LAD に狭窄があり, RCA は spastic で非常に細くなっていたが, この 1 例を除く 11 例ではいずれも ST 上昇部位に一致した冠状動脈に何らかの狭窄性病変を

表 4 運動負荷による ST 上昇部位と冠状動脈病変 (12 例)

症例 (才)	ST 上昇部位	冠状動脈狭窄 (%)		
		LAD	LCX	RCA
NT 59	V <sub>1</sub> —V <sub>4</sub>	90		
MT 49	I, V <sub>4</sub> , V <sub>1</sub> —V <sub>3</sub>	25	50	
YS 58	V <sub>1</sub> —V <sub>3</sub>	90		
YK 31	aV <sub>F</sub> , V <sub>1</sub> —V <sub>4</sub>	99		
KF 69	II, III, V <sub>4</sub> , V <sub>1</sub> —V <sub>6</sub>	75		
SI 66	II, III, V <sub>4</sub>		50	
MK 66	II, III, V <sub>4</sub>			50
KM 67	II, III, V <sub>4</sub>	25		75
YI 62	II, III, V <sub>4</sub>	75		90
MI 58	II, III, V <sub>4</sub>			90
TM 55	II, III, V <sub>4</sub>		75	
MK 51	III, V <sub>4</sub>	25	50	75

認めた。しかしながらその狭窄の程度は必ずしも高度なものばかりではなかった。

これらの ST 上昇例はいずれも CAG 上側副血行路がみられず, また 1 枝障害例が多いことも特徴的と思われた。また内科的治療を加えた後に再度運動負荷を行うと, 必ずしも再現性をもって ST 上昇は起こらず, このような ST 上昇には冠状動脈の spasm などのような functional な factor が関与しているものと思われた。

## シンポジウム

### 虚血性心疾患における treadmill 運動負荷試験の血圧反応

外 畑 巖\*・近 藤 照 夫\*

志 野 友 義\*\*・都 築 実 紀\*\*

#### はじめに

多段階運動負荷試験の exercise end point の 1 つとして安全保持の面から運動中の収縮期血圧の低下が重要視されており, また冠動脈病変の重症度または予後と運動負荷に対する収縮期血圧反応との相関が報

告されている。我々は虚血性心疾患における多段階 treadmill 運動負荷試験に対する収縮期血圧の臨床意義を解明するためこの研究を行った。

#### I 対 象

対象は 37 例の虚血性心疾患患者 (男性 33 例, 女性 4

\* 名古屋大学医学部 中検・第一内科 \*\* 大同病院 循環器内科

例)で、対象の平均年齢は男性群48.4才、女性群50.8才であった。陳旧性貫壁心筋梗塞は20例で、このうち9例は労作性狭心症を伴っていた。心筋梗塞の既往のない労作性狭心症は13例、安静狭心症は4例であった。全例に修正 Bruce 法 treadmill 運動負荷試験および選択的冠動脈造影及び左室造影を施行した。

## II 方 法

運動負荷試験前2時間以降は飲食、喫煙を禁じた。運動負荷試験成績に明らかに影響を及ぼすと考えられる薬剤は検査前日の朝から服用を中止した。

心電図は Frank 誘導法を用い、運動前、中及び回復期を通じ oscilloscope 面上に連続 monitor し、3 channel 直記式心電計で運動前の control、運動中1分毎、回復期には6分間連続して記録した。血圧は左上腕に cuff を巻き、運動前臥位及び treadmill 上立位、運動中は1分毎に、回復期6分間は30秒毎に記録した。運動中収縮期血圧低下が認められたなら、数10秒毎に数回測定を繰り返し、収縮期血圧の低下が持続的であることを確認した。我々は、peak 値より 10 mmHg 以上の収縮期血圧低下を exercise end point の1つとして用いている。運動中止徴候がみられなくても、心拍数が最大予測心拍数の85%に達したならば運動を中止した。狭心痛発症時及び運動終了時には血圧及び心電

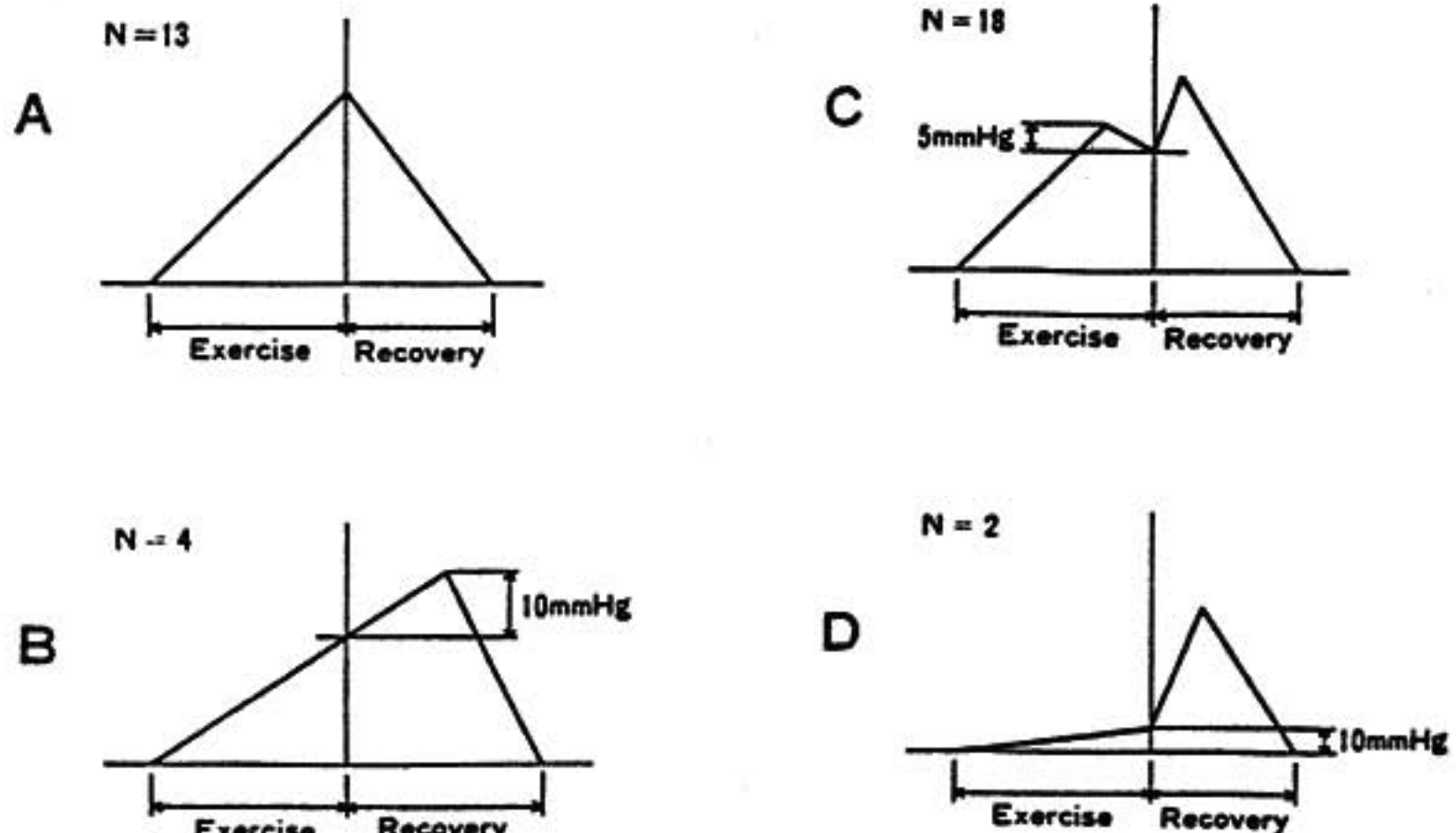
図を追加記録した。

修正 Bruce 法 treadmill 運動負荷試験の III' 段階 (3.8 mph, 14%) を終了しえた正常成人男子18例の収縮期血圧平均値は安静立位の 117 mmHg から運動終了時の 173 mmHg までほぼ直線状に上昇し、回復期にはほぼ指数関数的に急速に運動前値へ復した。これより運動強度が弱い場合には回復期の収縮期血圧低下率は更に急速であった。

## III 結 果

虚血性心疾患患者の修正 Bruce 法 treadmill 運動負荷に対する収縮期血圧を図1に示すように4型に分類した。A型は、収縮期血圧が運動に伴い漸次上昇する正常反応で、13例存在した。運動中の収縮期血圧反応はA型と同じであるが、回復期に入り収縮期血圧が運動中の peak 値より更に 10 mmHg 以上一過性上昇する型をB型 (4例) とした。C型は漸次上昇した収縮期血圧が運動中または運動終了直後に 6 mmHg 以上低下し、回復期に再上昇するもので、18例存在した。D型は運動に伴い収縮期血圧が逆に低下、または運動による収縮期血圧上昇分が 10 mmHg 以下の血圧反応不全型で、2例存在した。

運動中の peak 収縮期血圧平均値はA型13例では163.8 (±28.3)、B型4例では156.0 (±11.9)、C型18例で



Recoveryではsupine positionにてBP測定

図1 虚血性心疾患々者 (37例) の Multistage Treadmill Exercise に対する収縮期血圧反応のパターン分類



は152.6 (±24.4) であった。回復期の peak 収縮期圧平均値はB型では181.5 (±19.8) で、運動終了時の平均値より約 25 mmHg 高かったが、C型では158.7 (±20.2) で運動中の peak 値と大差なかった。

D型では収縮期圧平均値は安静立位に143.0で、運動終了時には128.0へと低下した。

運動負荷試験時に典型的胸痛発作をきたしたものは19例、胸痛のなかったものは18例存在した。胸痛 (+) 群中AまたはB型はただ4例にすぎず、残りはすべてC型であった。胸痛 (-) 群ではAまたはB型は13例、C型は3例、D型は2例であった。表1の成績より運

表1 狭心痛誘発の有無と血圧反応型

	狭心痛誘発群 (N=19)	狭心痛非誘発群 (N=16)
AまたはB型	4	13
C型	15	3

$\chi^2=12.6$      $df=1$      $P<0.005$

動負荷試験では胸痛を生じたものはそうでないものに比し有意にC型頻度が高いといえる ( $\chi^2=12.6$ ,  $df=1$ ,  $p<0.005$ )。胸痛 (-) 群でC型を示した3例はすべて3枝病変を有し、D型の2例は心室瘤を有した。

この研究では主要冠動脈中枢部に75%以上の狭窄があるものを有意な狭窄例とし、冠動脈病変と血圧反応との相関を分析した。有意な狭窄がない4例はすべて安静狭心症例で、AまたはB型を呈した。1枝狭窄14例中9例はA型、1例はB型、3例はC型、1例はD型を呈した。C型の3例はすべて運動負荷により強い胸痛と著しい虚血性 ST 低下を示した。D型の1例は左室造影で心室瘤の存在が認められ、運動負荷により胸痛は生じなかった。2枝病変7例ではA型が1例、C型が5例、D型が1例あった。D型の1例は心室瘤患者であった。3枝病変10例ではA型およびB型がそ

れぞれ1例、残りの8例はC型であった。左冠動脈主幹部狭窄は2例にみられ、2例ともC型を呈した。

心室瘤の2例 (D型) を除いた35例を有意な狭窄がないもの及び1枝病変例よりなる軽症群 (17例) と2枝、3枝及び左冠動脈主幹部病変よりなる重症群 (18例) とに分類し、各群での血圧反応を検討した。軽症群の82%がAまたはB型を呈したのに対し、重症群の83%はC型を呈した (表2)。すなわちC型は重症群に有意に多くみられた ( $\chi^2=13.3$ ,  $df=1$ ,  $p<0.005$ )。

表2 冠動脈病変重症度と血圧反応型

	軽症群* (N=17)	重症群** (N=18)
AまたはB型	14	3
C型	3	15

$\chi^2=15.1$      $df=1$      $P<0.005$

\* 有意な狭窄がないもの及び1枝病変例

\*\* 2枝、3枝、及び左冠動脈主幹部病変 (両群とも心室瘤のD型1例を除く)

運動中の peak 心拍数、peak 収縮期血圧及び peak pressure rate product の平均値と標準偏差を罹患冠動脈別に表3に示す。1枝病変は多枝病変に比し明らかに peak 心拍数が低かった。peak 収縮期圧及び PRP の平均値は1枝病変、2枝病変、3枝病変、左冠動脈主幹病変の順に減少する傾向にあった。

#### IV 考 案

狭心痛誘発群での収縮期血圧低下は心筋虚血誘発に伴う左室壁運動異常による心拍出量低下に原因すると考えられる。収縮期圧が回復期に一過性に再上昇するのは運動中止に伴う心筋酸素需要の減少、心筋虚血の軽減による心拍出量の増加及び作業骨格筋の血流減少によると考えられる。狭心痛が誘発されなかった症例

表3 修正 Bruce 法 treadmill 運動負荷試験成績

	1枝病変 (N=13*)	2枝病変 (N=6*)	3枝病変 (N=10)	左冠動脈主幹病変 (N=2)
運動持続時間 (秒)	417.2 ± 148.6	334.7 ± 68.6	355.0 ± 100.0	372.5 ± 279.3
Peak 収縮期圧 (mmHg)	164.0 ± 29.4	157.0 ± 23.2	105.4 ± 16.7	142.0 ± 36.8
Peak 心拍数 (/分)	127.6 ± 15.0	106.5 ± 9.7	105.4 ± 16.7	97.0 ± 8.5
Pressure rate product ( $\times 10^{-3}$ )	211.1 ± 52.2	167.6 ± 31.2	158.2 ± 38.8	136.2 ± 23.6

\* D型例を除く

(すべて陳旧性心筋梗塞患者)での運動中の収縮期圧低下は、安静時よりすでに存在する左心機能不全のためある限度以上に心拍出量を増加することができず、作業骨格筋血流増大に対処できないことによると考えられる。treadmill 運動により収縮期血圧がむしろ control 立位値より低下、または運動による収縮期血圧上昇分が 10 mmHg 以下の症例 (D型) は狭心痛を伴わないC型症例に比し左心機能低下が著しいと考えられる。

Thompson と Keleman ら (1975) によると Bruce 法 treadmill 運動負荷試験で狭心痛発作とともに収縮期圧が control 立位時の値より低下する場合には高度の左室冠循環不全が示唆されるという。彼らの成績ではこのような血圧反応を示した症例17例中2例は6週後に突然し、残りの15例は全例左前下行枝に90%以上の狭窄が存在した。AC bypass 手術を受けた6例は術後には正常血圧反応を示した。また Irvingら(1977) は Seattle Heart Watch study で treadmill 運動負荷試験による心室細動5例を観察し、全例に運動中の収縮期圧の著しい低下を認めた。

このような運動中の低血圧は、閉塞性弁膜症、閉塞性肥厚性心筋症、左室機能不全、降圧剤、 $\beta$ 遮断剤服用、起立性低血圧症、vasovagal reflex、高度の運動に伴う熱産生に対処する放熱機構の作動などもみられる。したがって運動中の収縮期圧低下の成因を左室筋

虚血に求めるには随伴する虚血 ST 変化または狭心痛が必要であろう。

運動に対する収縮期圧上昇反応の鈍化は physical training や $\beta$ 遮断剤服用で見られる。また、正常人でも精神緊張のため control 血圧が上昇している場合には収縮期圧は運動初期にむしろ低下し、運動強度の増大とともに再び上昇することがある。

## 結 語

1) 虚血性心疾患患者37例の修正 Bruce 法 treadmill 運動負荷試験に対する収縮期血圧反応を分析し、冠動脈及び左室造影所見と対比した。

2) 運動負荷試験で狭心痛が誘発された症例はC型反応を呈する頻度が有意に高かった ( $p < 0.005$ )。

3) 軽度冠動脈病変群 (有意な狭窄ないものまたは1枝病変) に比し重症病変群 (2枝, 3枝または左主幹病変) はC型反応の頻度が有意に高かった (18 vs 83%) ( $p < 0.005$ )。

4) D型反応は2例にみられ、いずれも左室造影で左室 dyskinesis がみられた。

5) peak 心拍数, peak 収縮期血圧, peak PRP は冠動脈病変の重症化に伴い低下する傾向にあった。

6) Treadmill 運動負荷試験における収縮期圧反応は虚血性心疾患重症度の推測に有用と考えられた。

## シンポジウム

### 冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見

出 村 康 二<sup>\*†</sup>, 小 沢 武 文<sup>\*</sup>

#### はじめに

我々はこれまでに、局所の心筋虚血で、変化する諸因子について総合的に考えて検討してきている<sup>1)</sup>。そこで今回は、主にトレッドミル法による“near maximal”運動負荷法の成績を冠動脈造影法の所見と比較した成績について述べる。

#### I 方 法

1) トレッドミルによる運動負荷法は既報<sup>2)</sup>の Ell-estadt のプロトコールにしたがい、胸部双極誘導により、次に述べる中止基準に合わぬ限り、10分間負荷を行った。

心電図の陽性基準は、ST の降下では水平型 1.0 mm

\* 新潟大学医学部 内科学第一教室 † 梨山梨医科大学 第二内科



以上, upsloping 型 1.5 mm 以上並びに downsloping 型は 1.0 mm 以上とした. 中止基準は, 症状血行動態の変化, 心電図異常等の出現と目標心拍数をこえた場合とした.

ii) シネ冠動脈造影法は主に Judkins 氏法で東芝社製Gアーム管電流 160 mA 電圧 80~100 kv の装置を使用した. そのために冠動脈の細部の分析には装置上の限界が未だにある. したがって, 冠動脈造影法の施行例中からあえて明らかな変化を示した例のみ21例を選び, トレッドミル試験の結果と対比した.

## II 結 果

トレッドミル負荷試験で陽性の20例中, 冠動脈造影所見の正常と思われたのは6例(30%)で, 冠動脈造影所見の異常は14例(70%)であった.

また, トレッドミル負荷試験で陰性の1例では, 逆に冠動脈造影所見は異常であった.

### 1. トレッドミル負荷試験の偽陽性例

図1は, 運動開始後8分目に下肢や全身の疲労と同時に ECG 上の ST 変化は, upsloping 型で, J点から0.06秒後に 1.5 mm 以上の低下を示したので, 陽性とした.

しかし, 冠動脈造影所見は正常と思われたので, upsloping 型の診断基準を考えてみる必要があると思う.

心筋症の例, 図2で, 運動負荷開始後すぐに完全左脚ブロックの形をとった.

基準上は異常であったが, 心拍数依存型の左脚ブロックであったので, 必ずしも虚血の表現と同じものではないと思われた.

### 2. トレッドミル試験偽陰性例

下壁心筋梗塞例, 図3で, 8分後, 心拍数が毎分170拍と洞頻脈となり, 予測心拍数を超えたので負荷を中止したが, ST, T には異常は認められなかった.

胸部双極誘導法では下壁の変化は反映されにくいので, 心電図変化が出にくかったものと思われる.

なお, 冠動脈造影所見では segment-2 の部分に50%以上の狭窄が認められた.

冠動脈造影所見での冠動脈の狭窄本数と, トレッドミル運動負荷中止の時間とを対比してみた(図4).

冠動脈の狭窄本数の増加につれて, トレッドミル運動負荷の中止時間も短縮するように見え, とくに2枝以上の狭窄例では, 7分以上の運動に耐えた例はなかった.

トレッドミル運動負荷試験で陽性を示した例では, いずれの場合も7分以内で中止している例が多く, 前に述べた冠動脈の本数の変化と対照して考えると, 運動中止時間は冠動脈の変化の広がりを含み得るので, 運動負荷に際し考慮すべき1つの因子であると考えた.

次に, トレッドミル運動負荷試験による ST 変化の

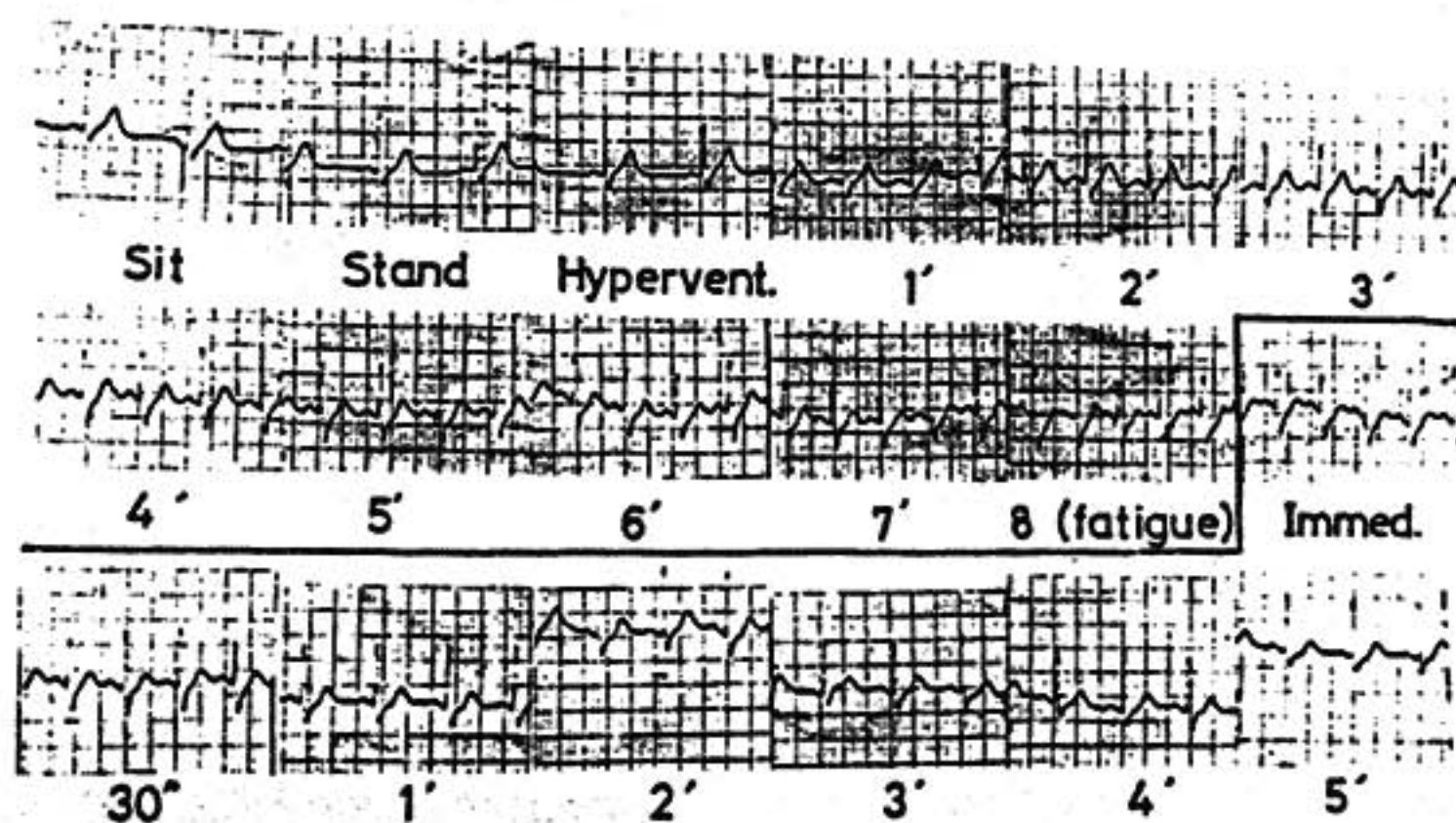


図1 トレッドミル運動負荷試験は陽性で冠動脈造影所見が正常であった例

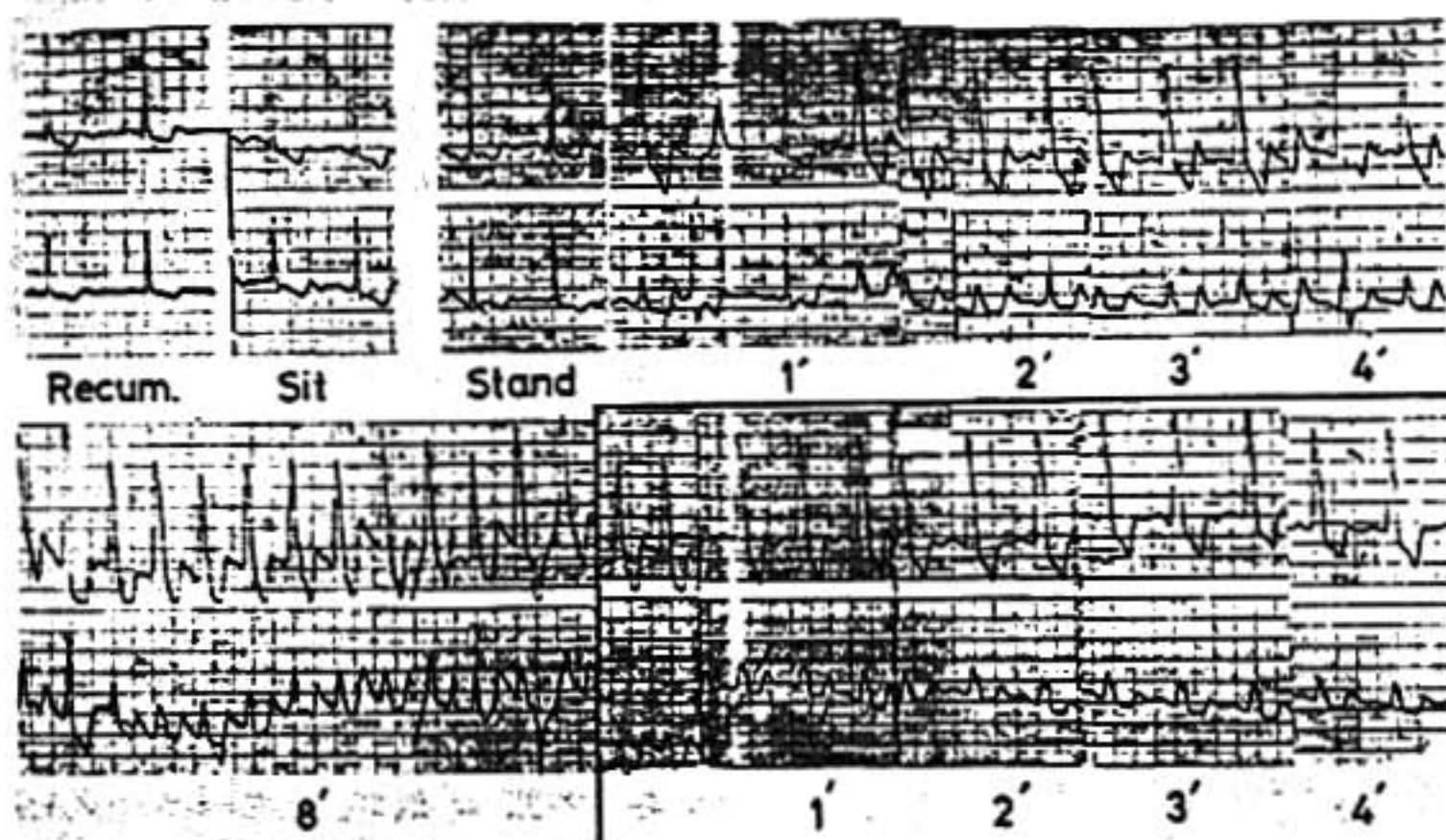


図2 運動負荷により左脚ブロックとなりSTの判定ができなかった例

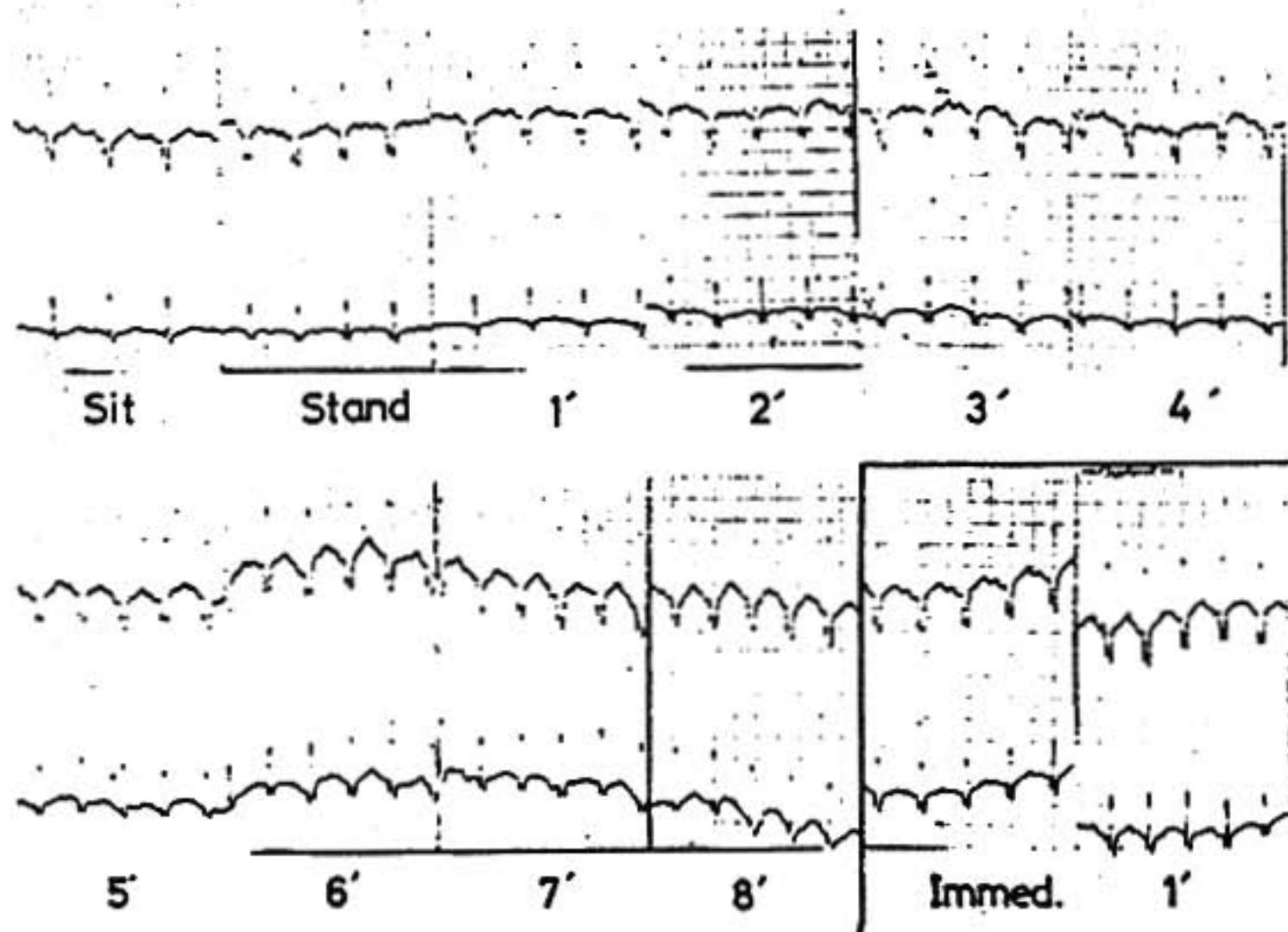


図3 下壁梗塞で心電図上陽性変化がでなかった例

出現時間と、冠動脈の狭窄本数との関係を検討した(図5)。

この場合も、2枝以上の狭窄例では、6分以内しか運動に耐えられなかった。

このことから、ST変化の出現時間も、冠動脈病変の広がりとは逆比例して短縮し得るのではないかと考え

ている。

以上のことから、冠動脈造影に加えて、トレッドミル運動負荷法を用いると、心機能の経時的な評価に有用であると思われた。



	No. of involved coronary A.	Time of termination of treadmill test (minute)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0					1		1	1	1		2
1						2		2		1	1
2				1	1	1	2				
3			1	1	1						

図4 冠動脈造影所見とトレッドミル試験の終了時間との対比

	No. of involved coronary A. (>50%)	Appearance time of ST change (minute)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0				1	2				1		
1			2	1	1		1				1
2					3	1					
3		2		1							

図5 冠動脈造影所見とトレッドミル試験での ST 変化出現時間との関係

## ま と め

### 1. 冠動脈造影法やトレッドミル運動負荷法の方法

論の今後の検討が、さらに必要である。

2. 両法の対比では、true positive が70%, false positive が30%であった。

トレッドミル運動負荷法で冠動脈アンジオに基づく虚血の大きさと広がりとを推定し得ると思われた。

3. トレッドミル負荷試験は、心機能評価にすぐれていると思われた。

## 文 献

- 1) 田村康二：心筋虚血の早期診断について。呼吸と循環 27：1102, 1979.
- 2) 田村康二：運動負荷試験。診断と治療 67：8, 昭和54年.
- 3) 田村康二, 他：各種ストレステストの評価—特に冠循環に及ぼす効果の違いについて—。心臓 10：991, 1976.
- 4) Tamura, K., Ozawa, T. and Murooka, H. : "near maximal" exercise test by treadmill for evaluation of cardiac function. Jpn. Circul. J. 43：171, 1979.

## シンポジウム

### 冠狭窄有無決定のため Master 負荷心電図判定基準について

鈴木 恵子\*・戸山 靖一\*

## はじめに

Master の負荷心電図を判定する場合、当然、診断基準により結果が異なってくるが、Master の基準はあるものの、実際には諸家がそれぞれの基準で判定し、いまだ一致したものがないのが現況である<sup>1)2)</sup>。

ところで、これまでの診断基準では、Master 負荷心電図所見と冠動脈造影所見とは必ずしもよく合っているとはいえない<sup>3)4)</sup>。それは、一つには判定基準にも問題があると思われる。

そこで今回は、診断基準をその構成因子に分解し、

それらを再び組み合わせることにより、多くの診断基準を作り、それらで判定した負荷心電図所見を冠動脈造影所見と対比することによって、診断基準の差が、冠狭窄有無の診断率にどう影響するのか、また、冠狭窄有無を診断するための望ましい基準はどのようなものかを検討した。

## I 対象及び方法

対象は当院の、冠動脈造影が行われた労作性狭心症46例(男性29, 女性17)で、年齢は29~65才(平均年齢48.9才)である。冠動脈に全く狭窄を認めないもの

\* 大阪府立成人病センター

は16例 (男4, 女12), 50%以下の狭窄例は5例, 75%以上の狭窄例のうち, 1枝狭窄群は14例 (男12, 女2), 2枝以上狭窄群は11例 (全例男) である. 心筋梗塞症, 心筋症, 心筋炎, 弁膜疾患は除外した. Master 負荷試験は原則として二重負荷を行った.

診断基準構成因子として下記のものを取り上げた.

1. 負荷前後の ST の差のとり方

i) 負荷前後の ST の値からそのまま差をとる (No. 1 方式). ii) 安静時に ST が上昇しているものは ST の値を0とみなして差をとる (No. 2 方式).

2. ST の測定点

i) J点, J点が2段になっているときは, ① J-①点 (はじめの点), ② J-②点 (2段目の点).

ii) S<sub>1-6</sub> S の各から 80 msec の時点.

3. ST 降下度陽性の区分値

i) 0.5 mm, ii) 0.75 mm, iii) 1.0 mm

4. 陽性区分値の判定法

i) 区分値を陽性にする (例 $\geq 0.5$  mm を陽性).

ii) 区分値を陰性にする (例 $> 0.5$  mm を陽性).

5. ST 降下の型 (H型, S型, J型)

i) H型, S型のみ陽性とする. ii) H型, S型のみでなく, J型も陽性とする.

6. T波及びU波の所見

i) 判定に考慮する. ii) 考慮しない.

7. 判定する時間

i) 直後のみ, ii) 3分のみ, iii) 直後及び3分

8. 判定に用いる誘導部位

i) V<sub>4-6</sub> のみ, ii) II 及び V<sub>4-6</sub>

上記1~8までの条件を, いろいろに組み合わせて判定基準を作り, 各基準による負荷心電図所見と冠動脈造影所見とを対比し, 各基準による場合の False Positive (F.P.) や False Negative (F.N.) を求めた.

II 成 績

上記8項目の条件を組み合わせると, 約600種の判定基準が得られる. 表1, 2はそれらのうちの代表例を取り上げ, 各基準で判定したときの, 冠狭窄のないN群の F.P. と75%以上1枝狭窄群, 及び同2枝以上狭窄群の F.N. の%を示したものである. Aは負荷前後の ST の差を No.1 方式でとり, V<sub>4-6</sub> で判定した場合, Bは No.1 方式であるが V<sub>4-6</sub>, II で判定した場合, Cは No.2 方式で, V<sub>4-6</sub>, II で判定する最も一般的な基準である. Dはそれに, T 及びU波の所見を加味したものである.

まず個々の条件を変えることで, F.P. や F.N. の

表 1

STの差のとり方	誘 導	測定点	STの型	判定の時間	ST降下(陽性)	F. P. / F. N.		
						N	1枝	2枝
<b>A</b>								
① No. 1	V <sub>4-6</sub>	J		直~3	>0.5	38	36	9
② No. 1	V <sub>4-6</sub>	J		直~3	$\geq 0.5$	63	14	0
③ No. 1	V <sub>4-6</sub>	S <sub>1-6</sub>		直~3	>0.5	44	21	0
④ No. 1	V <sub>4-6</sub>	S <sub>1-6</sub>		直~3	$\geq 0.5$	56	21	0
⑤ No. 1	V <sub>4-6</sub>	J	(H. S.)	直~3	>0.5	19	64	18
⑥ No. 1	V <sub>4-6</sub>	J	(H. S.)	直~3	$\geq 0.5$	38	50	18
⑦ No. 1	V <sub>4-6</sub>	S <sub>1-6</sub>	(H. S.)	直~3	>0.5	31	43	9
⑧ No. 1	V <sub>4-6</sub>	S <sub>1-6</sub>	(H. S.)	直~3	$\geq 0.5$	44	43	9
<b>B</b>								
① No. 1	II, V <sub>4-6</sub>	J		直~3	$\geq 0.5$	69	29	0
② No. 1	II, V <sub>4-6</sub>	S <sub>1-6</sub>		直~3	$\geq 0.5$	56	14	0
③ No. 1	II, V <sub>4-6</sub>	J	(H. S.)	直~3	$\geq 0.5$	38	36	9
④ No. 1	II, V <sub>4-6</sub>	S <sub>1-6</sub>	(H. S.)	直~3	$\geq 0.5$	44	29	9
⑤ No. 1	II, V <sub>4-6</sub>	J		直~3	$\geq 1.0$	19	50	9
⑥ No. 1	II, V <sub>4-6</sub>	S <sub>1-6</sub>		直~3	$\geq 1.0$	13	57	9
⑦ No. 1	II, V <sub>4-6</sub>	J	(H. S.)	直~3	$\geq 1.0$	19	71	36
⑧ No. 1	II, V <sub>4-6</sub>	S <sub>1-6</sub>	(H. S.)	直~3	$\geq 1.0$	13	71	27



表2

STの差のとり方	誘導	測定点	STの型	測定の時間	ST降下(陽性)	F. P.		F. N.	
						N	1枝	2枝	
<b>C</b>									
① No. 2	II, V <sub>1-6</sub>	J	(H. S.)	直~3	≥0.5	31	43	27	
② No. 2	II, V <sub>1-6</sub>	S <sub>1-6</sub>	(H. S.)	直~3	≥0.5	38	43	27	
③ No. 2	II, V <sub>1-6</sub>	J	(H. S.)	直~3	≥1.0	13	71	55	
④ No. 2	II, V <sub>1-6</sub>	S <sub>1-6</sub>	(H. S.)	直~3	≥1.0	13	71	45	
<b>D</b>									
① No. 2	II, V <sub>1-6</sub>	J	(H. S.)(T. U.)	直~3	≥0.5	31	29	18	
② No. 2	II, V <sub>1-6</sub>	S <sub>1-6</sub>	(H. S.)(T. U.)	直~3	≥0.5	38	36	18	
<b>E</b>									
① No. 1	II, V <sub>1-6</sub>	J		3	>0.75	0	71	36	
② No. 1	II, V <sub>1-6</sub>	J		3	>0.5	0	71	27	
③ No. 1	II, V <sub>1-6</sub>	J		3	≥0.75	0	86	55	
④ No. 1	II, V <sub>1-6</sub>	S <sub>1-6</sub>		直	>0.5	25	29	0	

％がどう変わるかをみて行く。1) 陽性の区分値を、陽性に入れる時と入れない時との比較(例、陽性を $\geq 0.5$  mm にするときと $>0.5$  mm にするときの比較)(A):  $\geq 0.5$  mm では F. P. が増す。F. N. は減少する場合もあるが、不変の場合が多い。したがって一般には $\geq 0.5$  mm がとられているが $>0.5$  mm の方がよいかも知れない。2) J点と S<sub>1-6</sub> との比較(A~D): S<sub>1-6</sub> では F. P. が減少するものは11組中4組で、逆に増加するものが6組もある。なおC群では減少するものはない。一方、F. N. の増加するものは、1枝で3組あるだけでC群にはない。減少するものは2枝以上で5組、1枝で5組、1枝2枝以上共は3組ある。予想では S<sub>1-6</sub> にする方がきびしいので、F. P. が減少し F. N. が増加すると思われたが、そうした場合はむしろ少なかった。したがって、S<sub>1-6</sub> でもJ点でもどちらでもよい。ただJ点の場合は、2段のときは J-②点をとるなど正しく定めなければならない。これまでも、一般にはJ点をとられているが、その定め方は必ずしも容易ではなく問題が生じやすい。その点、S<sub>1-6</sub> は簡単で安全かも知れない。3) ST の型を考慮した時としない時との比較(A, B): ST の型を考慮し、H型、S型のみを陽性にとると、F. P. は多くの場合減少するが不変のものもある。F. N. はすべて増加する。H型S型のみを陽性とするのが一般的であるが、F. P. が減少する反面、F. N. が増加するのだから、必ずしも得策とはいえない。むしろ目的に応じて、見

落しは覚悟で冠硬化のはっきりしたものをとり上げたい時は、H型S型をとり、見落したくない時はJ型を用いるとすべきかも知れない。4) 陽性の区分値が $0.5$  mm のときと $1.0$  mm のときとの比較(B, C):  $\geq 1.0$  mm の場合は、F. N. が増す。ことに1枝では大巾に増す。F. P. は減少するが0にはならない。F. P. を少なくするために $1.0$  mm をとる人は、我国の大学でも約半数に見られるが、冠狭窄を見逃さないためには問題がある。5) No. 1方式とNo. 2方式の差(Bの③, ④, ⑦, ⑧, C) No. 2方式でとるとF. P. はわずかに減少するか不変であるが、F. N. は2枝以上群のF. N. がかなり増加する。したがって、一般にはNo. 2方式がとられているが、むしろNo. 1方式の方がよいように思われる。6) ST のほかにT波やU波の所見を考慮した時としない時の比較(C①, ②, D): T波やU波の所見を考慮したものでは、F. P. は変わらないがF. N. がやや減少する。

つぎに冠狭窄の有無を診断するための望ましい基準であるが、理想的にはF. P. もF. N. もともに0になるものであるが、当然のことながら、これは得られなかった。F. P. 又は2枝以上狭窄群のF. N. のどちらか一方が0になるものはいくつか見られた。前者なら陽性になれば冠狭窄を認め、後者なら陰性になれば2枝以上の有意な狭窄は認めないということはいえるわけである。しかし、F. P. が0になるものは、F. N. が2枝以上でもかなり高く、1枝では非常に高くなる

(E①②③). 一方2枝以上の F.N. が0になるものでは F.P. (A②③④, B①②) が高い。

したがってこれらの基準は、狭窄のないものを除外したり、2枝以上の狭窄群を見落さないようにするというような目的には役に立つといえよう。

つぎに、F.P. や F.N. がともに比較的小さいものを探すと、F.P. が13%と比較的小さいものはいくつみられる (Bの⑥⑧, Cの③④)。これらは一枝の F.N. はいずれも高いが、2枝以上の F.N. が9%と比較的低いものにBの⑥がある。結局Bの⑥が一番バランスのいいものといえるが、1枝の F.N. は57%と高い。そこで一枝の F.N. をある程度低いものを探すとEの④があるが、F.P. は25%とかなり大きくなる。いずれにしる三者とも満足できるような基準をみつけることは非常に困難である。

なお、Bの⑥は、一般に用いられていない No.1 方式で、しかも判定には ST の型を考慮に入れず、陽性の区分値は  $\geq 1.0$  mm をとった場合である。ただこの基準の場合でさえ、陽性になれば、冠狭窄のないものは少なく、陰性になれば2枝以上の冠狭窄は少ないということがいえる程度で一枝狭窄については何もいえないわけである。

ところで、このように診断基準を工夫しても F.P. や F.N. をある程度以上に小さくすることができないのはほかにも問題があるからであろう。一つには F.N. の原因として心拍数の増加が不充分であることがよくいわれる。しかし、冠狭窄群では心拍数の増加率が小さくても陽性になるものや、一方増加率が大きく

表3

心拍数増加率 (直後)	冠狭窄 (+)		冠狭窄 (-)	
	F. N.	P	F. P.	N
<30 (%)	1	6	0	3
$\geq 30 \sim < 40$	0	2	1	3
$\geq 40 \sim < 50$	3	2	0	4
$\geq 50 \sim < 60$	0	6	0	0
$\geq 60$	2	3	5	0

ても F.N. になるものがかなりみられる (表3)。したがって、心拍数が充分増加しないから F.N. になるとはいえない。また冠狭窄のない群では、F.P. のほとんどで心拍数の増加率が大きい (表3)。すなわち、心拍数を増すことは必ずしも F.N. や F.P. を小さくすることにはならない。

### ま と め

労作性狭心症の症例で Master 負荷心電図所見から冠狭窄有無の診断がどの程度まで行えるかを判定基準の条件をいろいろ変えて検討し、その限界と利用方法について述べ、F.N. や F.P. と心拍数との関係についてもふれた。

### 文 献

- 1) 戸山靖一, 鈴木恵子: 呼吸と循環 14: 513, 1966.
- 2) 戸山靖一, 鈴木恵子: 内科 Mook No. 4 狭心症 金原出版, 東京, 29, 1978.
- 3) 戸山靖一: 最新医学 34: 205, 1979.
- 4) 戸山靖一, 鈴木恵子: 診断と治療 63: 182, 1975.

### シンポジウム

## 冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見

成田充啓\*・栗原 正\*・宇佐美 暢久\*

### はじめに

運動負荷心電図は、虚血性心疾患の非観血的診断法として広汎に用いられてきたが、近年その有用性に関

して、かなり疑問点を呈示されている<sup>1,2)</sup>。したがって我々は、冠動脈造影を施行しえた49例を対象に運動負荷心電図を施行し、その意義に関して検討した。

\* 住友病院 内科



## I 対象と方法

対象は表1に示すごとく, 冠動脈疾患(冠動脈の1枝以上に50%以上の狭窄を有する)35例(内12例で心梗塞の既往あり)を, 冠動脈に有意の狭窄を有さぬ14例, 計49例(29才~67才, 男45例, 女4例)である。内29例で, 自転車エルゴメーターによる多段階負荷を, 30例では, double Master two step test を施行した。両群の間には, 冠動脈疾患5例, 非冠動脈疾患5例で overlap が存在する。自転車エルゴメーターは, Siemens 社製電気ブレーキ自転車エルゴメーターを用い, 50 watt を開始負荷量とし, 坐位で 30 watt 毎の漸増負荷を行い, 負荷中は胸部双極誘導(CM<sub>2</sub>)で心電図モニターを行った。運動負荷の中止基準は, 狭心症の発生, CM<sub>2</sub>でのST低下がischemic typeで2mm以上, maximal predicted heart rateの85%に至る, 重症不整脈, 自転車回転数維持困難等である。自転車エルゴメーターによる負荷心電図の判定は, 負荷中CM<sub>2</sub>, 負荷直後12誘導でのST低下のタイプと程度より, 表2に示すごとく positive, equivocal,

表1 運動負荷試験対象例

	自転車エルゴメーター	Master 法	計
冠動脈疾患	20 (9)	20 (7)	35 (12)
1枝疾患	9 (4)	10 (5)	15 (6)
2枝疾患	7 (4)	8 (2)	14 (5)
3枝疾患	4 (1)	2 (0)	6 (1)
非冠動脈疾患	9	10	14
計	29 (18)	30 (14)	49

( ) 陳旧性心梗塞例

表2 エルゴメーター負荷心電図判定基準

- 1) Positive  
both during and post-exercise  
ST-depression: J-type  $\geq 2$  mm & QX/QT  $\geq 50\%$   
or  
H or S-type  $\geq 1$  mm
- 2) Equivocal (a and/or b)  
a) during exercise  
ST-depression: J-type  $\geq 2$  mm & QX/QT  $\geq 50\%$   
or  
H or S-type  $\geq 1$  mm  
b) post-exercise  
ST-depression: H or S-type  $0.5 \leq < 1.0$  mm
- 3) Negative

negativeの3群に分類した。double Master two step testの判定には, 1968年のMasterの判定基準<sup>2)</sup>の内ST低下のみより判定した。いずれの場合もT波の変化, 不整脈等は, 判定の基準より除外した。

## II 結果

図1は, 自転車エルゴメーター負荷の心電図結果を示したものであり, 冠動脈疾患20例中 positive 6例, equivocal 3例, negative 11例と低い診断率を示しており, 2, 3枝疾患では, 11例中5例が positive response を呈したのに反し, 1枝疾患では equivocal を含めても3例(33%)が有意のST低下を示したのみで, 1枝疾患の診断率は極めて低い。また, 冠動脈に有意の狭窄のない9例中3例が positive response を示しており, false positive も高率に存在した。Master 負荷の場合もエルゴメーターの場合と同様の結果を見た(図2)。次いで陳旧性心梗塞例を除く冠動脈疾患例のみで負荷心電図の結果を比較した。図3

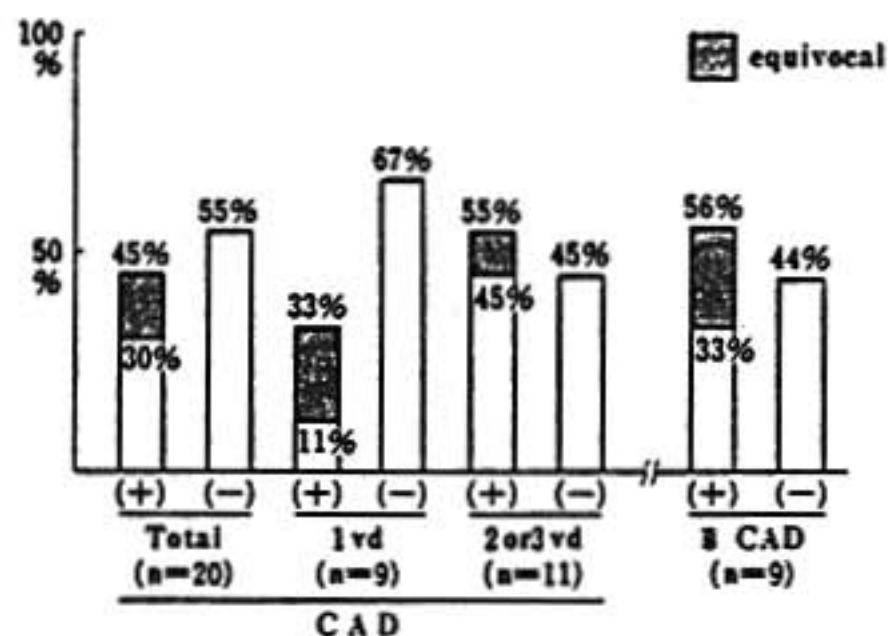


図1 エルゴメーター負荷心電図結果

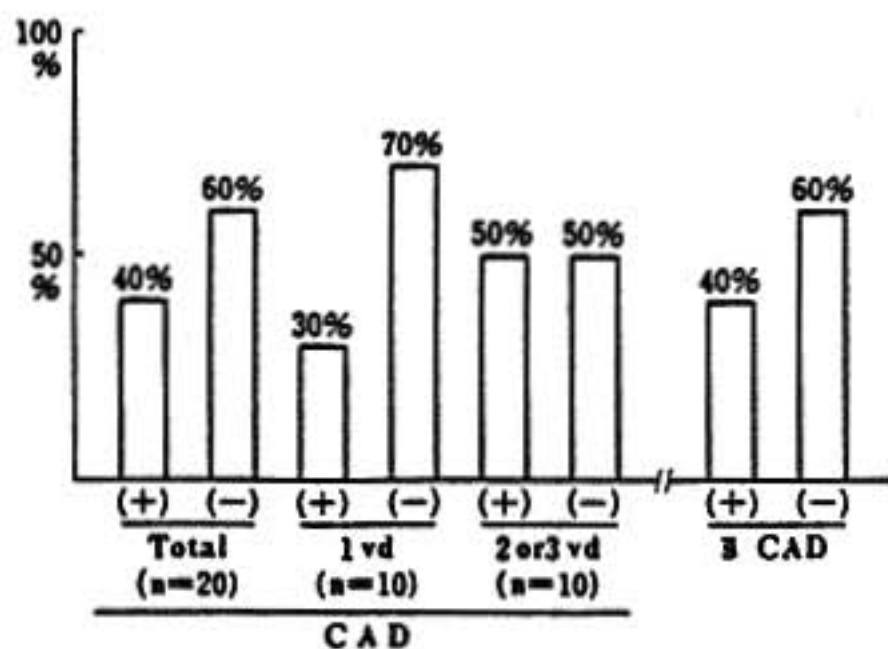


図2 Master 負荷心電図結果

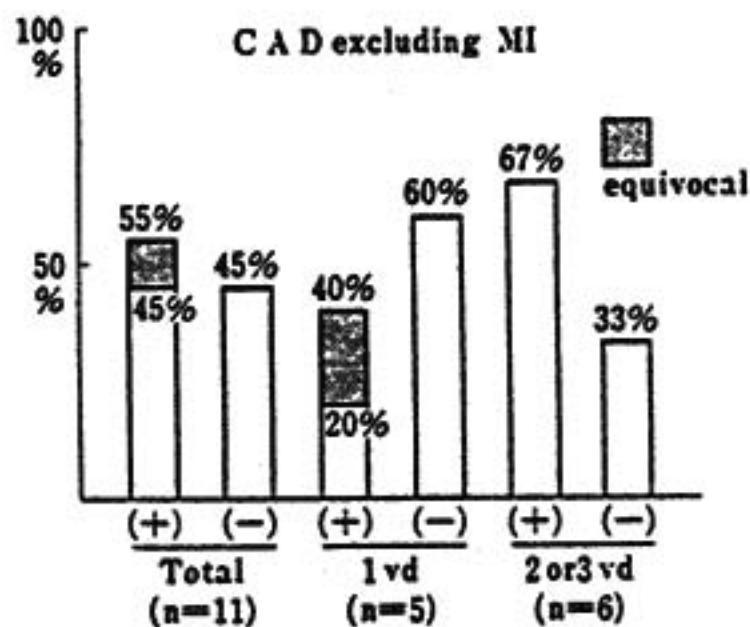


図3 心梗塞例を除く冠動脈疾患例におけるエルゴメーター負荷心電図結果

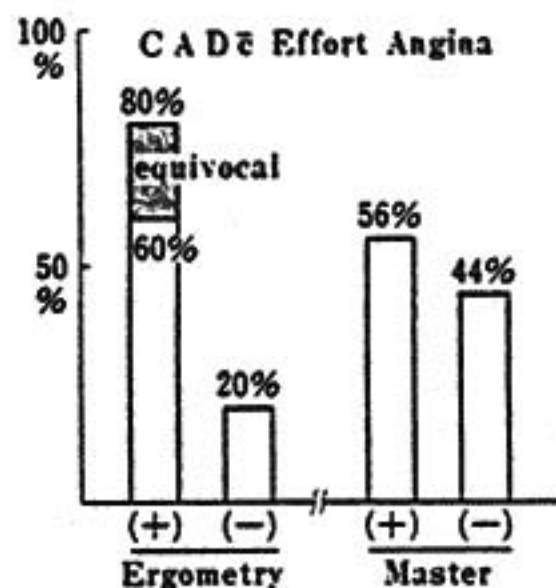


図4 狭心症を有する冠動脈疾患でのエルゴメトリー, Master 負荷心電図の結果

はエルゴメーター負荷の結果を示しているが、心梗塞例を除くと、positive response は、11例中5例と統計学的には有意ではないが心梗塞を含む場合よりも向上、また、この場合でも多枝疾患の方が診断率が高かった。Master 負荷の際も同様の結果をみた。更に狭心症を有する例のみで負荷心電図の結果を比較した所(図4) positive response が ergometry で60%、Master で56%と冠動脈疾患全例での30%、40%より良好の結果を呈した。なお、エルゴメトリー, Master

負荷両者の間には、冠動脈疾患の診断上有意の差を認めなかった。

### III 考 案

運動負荷心電図は、虚血性心疾患の診断上精度の高いものとして報告されてきた<sup>4)</sup>が、最近これに対して疑問を呈する向きも多い<sup>1)2)</sup>。我々の成績では、運動負荷心電図の冠動脈疾患の診断率は、従来の報告よりかなり低かった。これには、predicted maximal heart rate の85%を、ergometry の中止基準の一つとしていること、運動負荷中の心電図記録は CM<sub>5</sub>のみであることも一因であるかもしれない。しかし我々も示したごとく、対象群に症状を有する冠動脈疾患がどの程度含まれるか、また安静時心電図の異常の有無も、sensitivity, specificity を決定する大きな因子となりうる。さらに疾患冠動脈数も、負荷心電図の sensitivity を決定する重要な因子の一つである<sup>5)</sup>と考えられた。更に本法は、false positive response もかなりの率で出現するため、冠動脈疾患診断の sensitivity, specificity の向上には、運動負荷 <sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィ<sup>6)</sup>の併用が必要と考えられた。

### 文 献

- 1) Redwood, D. R., et al. : Circulation 46 : 1115, 1972.
- 2) Redwood, D. R., et al. : Circulation 54 : 703, 1976.
- 3) Master, A. M. : Am. Heart J. 75 : 809, 1968.
- 4) Froelicher, V. F., et al. : Prog. Cardiovasc. Dis. 18 : 256, 1976.
- 5) McConhay, D. R., et al. : Am. J. Cardiol. 28 : 1, 1971.
- 6) Narita, M., et al. : Jpn. Circul. J. 43 : 191, 1979.



## シンポジウム

## 冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見との対比

薦 田 信\* . 楠 川 禮 造\*

海老原 博 徳\*\* . 清 水 正 雄\*\* . 野 本 良 一\*\*

谷 本 欣 也\*\* . 谷 門 治\*\* . 村 上 勝 人\*\*

## はじめに

冠動脈病変を知るため Master's two-step test をはじめ負荷試験はルーチンに日常行われ、またこれを形態時に表現するため冠動脈造影法も広く行われるようになった。

冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見の対比は、現在のところまだ十分満足すべき結果がえられていないが、われわれも今回34例について冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見との対比検討を行ったので報告する。

## I 対 象

この2年間に済生会下関病院で行った約200例の冠動脈造影のうち、胸痛などの自覚症状および心電図所見より狭心症の疑われた34例を対象とした。心筋梗塞例は原則として除外した。

## II 方 法

冠動脈狭窄の grading は AHA の報告作成要項にしたがって判定し<sup>1)</sup>、51%以上の狭窄を異常所見とした。運動負荷試験は Master's two-step test 法(以下 Master 法)によった。

原則としてダブルで行い、病歴、安静時心電図所見よ

りダブル困難と判定した例(これらは冠動脈造影異常者のほとんど)ではシングル又はシングルの $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ で行った。心電図記録は負荷前、負荷直後、3分後、5分後、7分後で行った。

運動負荷心電図判定基準は ST 低下のみで行い、負荷後最も ST 低下の強い誘導をとった。ほとんどの例では負荷直後に、2~3の例では3分後に ST 最大偏位を示した。負荷後 1.0 mm 以上の horizontal 又は sagging type の ST 低下を陽性と判定した。Junctional ST 低下は1例にみたが、3分後には horizontal 低下を示したのでこれで判定した。

## III 結 果

Coronary arteriography (以下 CAG) で50%以下の有意の狭窄のない非疾患群 (No Disease) は18例で、16例では RCA, LAD, CX のいずれかに51%以上の狭窄を認め疾患群 (Disease) とした。

表1は CAG と Master 法との関連をみたもので、非疾患群18例のうち14例は負荷陰性、1例は 1.0 mm 未満の ST 低下、3例は 1.0 mm 以上 ST 低下すなわち陽性例であった。18例のうち11例は労作時に、3例は安静時に胸痛があり、4例はいわゆる Variant type の狭心症と考えられた。この4例の Variant

表1 Relation between coronary arteriography and master's two-step test

	Master's two-step test			Total
	Negative	<1.0 mm	≥1.0 mm	
Coronary arteriography				
No disease	14	1	3	18
Single or two vessel disease	1	2	5	8
Three vessel disease	0	1	7	8
			Total	34

type のうち1例負荷陽性であった。他の2例の陽性例のうち1例はデジタリス剤の投与を受けており、これを負荷陽性とするのは問題がある。

疾患群16例のうち1枝又は2枝病変 (Single or Two Vessel Disease) は8例で全例労作時狭心症状を認め、うち1例のみダブルを、他はシングル以下の負荷を行った。負荷陽性例は8例中5例、陰性3例 (ST 低下 1.0 mm 未満を含む) であった。負荷陰性例のうち1例では、CAG で RCA に約50%、LCA の main に100%の閉塞を認め、LAD は RCA からの collateral により逆行性に造影されていた。すなわち本例では LCA の main が完全閉塞したにもかかわらず、RCA からの collateral により LCA 領域の灌流が比較的良く保たれ負荷陰性を示したものと考えられ、collateral の存在が負荷心電図所見を修飾したものである。

3枝病変群 (3枝のいずれにも51%以上の狭窄病変あり、three Vessel Disease) は8例でこれも全例労作時狭心症状を示し、1例にダブル、7例にはシングル以下の負荷を行った。1例を除き7例で負荷陽性であった。

負荷陰性とした1例も、安静時すでに 1.0 mm の horizontal ST 低下をみ、シングル負荷直後さらに 0.5 mm の ST 低下をみたもので、もう少し強い負荷例えばダブルを行えば 1.0 mm 以上の ST 低下を示した可能性がある。なお3枝病変8例のうち3例は負荷後2.0以上の ST 低下を、3例は安静時に1.0、負荷後さらに1.0以上の ST 低下を示した。

表2は CAG と Master 法による負荷心電図所見との対比をまとめたもので、exercise test positive で CAG 異常者 (Disease) は16例中12例で Sensitivity 75%、したがって false negative 25%となる。逆に exercise test negative で CAG で No Disease

は18例中15例で Specificity 83%、したがって false positive 17%となる。

#### IV 考 按

臨床的に狭心症の疑われた34例について Master 法と CAG 所見との対比の結果 Sensitivity 75%、Specificity 83%で、これは諸家の報告とほぼ同様であった<sup>23,24</sup>。Sensitivity は報告者により33~80%とバラツキがある。これは負荷心電図判定基準や負荷方法にもよるが、test population によっても変ってくるものと考えられる。すなわち対象が狭心症をもたない群であれば sensitivity は悪くなり、われわれのような胸痛を伴い狭心症が疑われる群では比較的 sensitivity は良くなる可能性がある。一方2枝以上の高度の狭窄があっても Master 法で陰性例がわれわれの例でも8例中1例あり、宮田らも51例中3例でみられ、Master 法で陰性は冠動脈病変の存在を否定しえないと述べている<sup>25</sup>。

Master test は虚血性心疾患の有無を選択する上で広く行われているが、本法は元来 exercise tolerance test であり、冠動脈疾患の screening test ではない。Screening test を目的とするためには、心拍数を maximal level になるまで、又は symptom limited maximal まで負荷強度を増やし<sup>26</sup>、運動負荷中の心電図 (運動中のみ有意の ST 低下を示す例がある) を記録することが望ましい。この意味では treadmill や ergometer などのいわゆる graded exercise test (以下 GXT) が望ましい。GXT 法による sensitivity は50~85%で Master 法よりやや良く、Froelichen<sup>27</sup> は諸家の報告を平均して64%であったと述べている。しかし GXT 法は Master 法に比べて高価で、場所をとり、1人の検査に約30分の時間と、医師と技術員2人以上要し経済的な面で問題があり、Master 法ほど普及していないが、今後本邦でも Master 法と同様に一般に行われるようになるであろう。

以上 Master 法は理想的な負荷法ではないが、病歴や、負荷の際の諸条件を考慮して判定すれば、また CAG 判読の際は狭窄の程度のみでなく collateral circulation の有無を考慮すれば<sup>28</sup> sensitivity, specificity とも十分高くなると考えられる。

表2

		Coronary arteriography	
		Disease	No Disease
Exercise test	Positive	12	3
	Negative	4	15

Sensitivity = 12/16 (75%)

Specificity = 15/18 (83%)



## 結 論

狭心症の疑われた34例につき冠動脈造影所見と Master 運動負荷心電図所見との対比を行い, sensitivity 75%, specificity 83%であった. 病歴, false positive をきたす因子, 負荷強度などを考慮して判定すれば, 操置の簡便な Master's two-step test は虚血性心疾患の screening test として有用であると考えられる.

## 文 献

- 1) AHA Committee Report : A reporting system on patients evaluated for coronary

- artery disease. *Circulation*, 51 : June, 1975.
- 2) Ascoop, C. A. : *Coronary Heart Disease, Exercise Testing and Cardiac Rehabilitation*, Stratton International Medical Book Co., New York : 143, 1977.
- 3) 宮田捷信, 細田瑛一 : *呼吸と循環* 25 : 309, 1977.
- 4) Cohn, P. F., et al. : *JAMA* 220 : 501, 1972.
- 5) Redwood, R. R., et al. : *Circulation* 46 : 1115, 1972.
- 6) Froelichen, V. F. : *Ann. Rev. Med.* 28 : 1, 1977.
- 7) Sketch, M. D., et al. : *Am. J. Cardiol.* 36 : 169, 1975.

## シンポジウム

### 冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見

#### — ことに負荷心電図判読基準の検討 —

大北 泰夫\* . 戸次 久敏\*\* . 戸嶋 裕徳\*

#### はじめに

病歴より狭心症が疑われた症例において, 運動負荷試験前後での心電図変化は狭心症の補助診断として重要なものとされている. 運動負荷試験の中でも二階段負荷試験は最も歴史が長く, 心電図の判定基準については Master の基準<sup>1)</sup>が広く使用されているが, これまでにも負荷心電図判定に際してのいくつかの問題が指摘されている<sup>2)</sup>. 今回はこうした負荷心電図判読上のいくつかの問題点を中心に, 二階段負荷試験と冠動脈造影所見とを比較検討した.

#### I 対象および方法

昭和49年8月より昭和53年5月までに, 狭心症を疑わせる胸痛を有し精査加療の目的で久留米大学第三内科に入院した患者のうち, 弁膜症, 先天性心臓病, 貧血, 電解質異常, ジギタリス使用例, 脚ブロック例,

肥大型心筋症さらには陳旧性心筋梗塞例を除いた60例を対象とした. 今回は負荷試験にて ST 上昇する狭心症例は除いた. 全例に Master の提唱した二階段負荷試験および選択的冠動脈造影を施行した.

二階段負荷試験はすでに発表した方法<sup>3)</sup>で施行し, 負荷直後の12誘導心電図で負荷前に比し最も著明に ST 低下した誘導部位での ST 低下について主に検討した. 負荷後 ST 低下のみられた例についての ST 低下の型を肉眼により3型に分けた. Upsloping type は ST 部分がJ点より上昇する型. Horizontal type は ST 低下部分がJ点より0.08秒ほぼ水平にある型, 更に downsloping type は ST 低下部分がJ点より更に低下する型である (図1). ST 低下の程度をはかる場合の基線としては, 負荷前に ST 低下がみられない例では PQ-junction を結ぶ線<sup>4)</sup>から, 負荷前にすでに ST 低下がみられる例ではその差をとった.

冠動脈造影検査は, 全例 Sones 法にて施行し, 狭

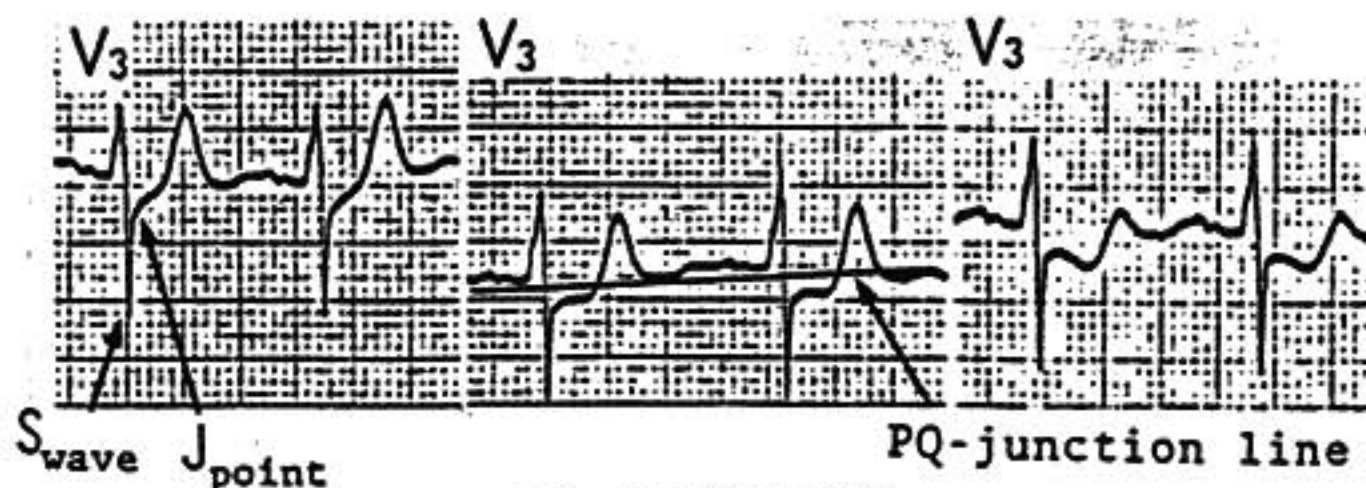


図1 ST低下の3型

窄径の測定は全て isosorbide dinitrate 投与後に行い, AHA 基準<sup>10)</sup>で75%以上の狭窄を有意の病変とした。

## II 結果および考按

### A. ST低下の測定点について

負荷後に ST 低下がみられた49例について, ST 低下の程度を10倍のルーペを使用して, J点より0.04秒後 ( $J_{0.04}$ ), S波より0.06秒後 ( $S_{0.06}$ ), J点より0.08秒後 ( $J_{0.08}$ ) の3点でおおの計測し, 各測定点間での ST 低下の程度の差 (単位は mm) をみた (表1)。

表1 測定点によるST低下の程度差

	$S_{0.06}-J_{0.04}$	$S_{0.06}-J_{0.08}$
Upsloping type (n=11)	$0.15 \pm 0.23$	$0.75 \pm 0.48$
Horizontal type (n=31)	$0.01 \pm 0.03$	$0.07 \pm 0.31$
Downsloping type (n=7)	$0.13 \pm 0.29$	$-0.40 \pm 0.53$

ST 低下の3型全て  $J_{0.04}$  と  $S_{0.06}$  との間には余り差はなかったが, これは実際にはかってみるとS波とJ点の間が0.02秒前後の例が多かったためと考えられた。一方,  $S_{0.06}$  と  $J_{0.08}$  との間には, upsloping type 及び downsloping type では明らかな差を認め, ST 低下の程度から負荷心電図の判定基準を決める場合には

測定点を明示する必要が確認された。また, upsloping type では測定点の差による ST 低下の程度の差が最も大きく, ST 低下の程度を判定基準とする場合の困難さが考えられた。一方, 虚血型 ST 低下とされている downsloping type では, ST 低下の測定点を  $J_{0.08}$  とすると同じ虚血型 ST 低下の代表とされている horizontal type との間で ST 低下の程度にかなり差のでてくることが予想され, ST 低下の程度と冠動脈病変の重症度との関連をみる場合などにギャップの生じることが予想された。以上より, 虚血型 ST 低下の程度を測定する場合には  $S_{0.06}$  が最も妥当であると考えられた。

### B. ST低下の程度からみた判定基準について

虚血型 ST 低下 (horizontal type および downsloping type) における判定基準については,  $S_{0.06}$  で, 負荷後 0.5 mm 以上, 0.75 mm 以上, 1.0 mm 以上の3段階に分け, 負荷後 ST 低下のみられなかった11例と合わせて冠動脈造影所見と比較検討した (表2)。ST 低下の判定基準を厳しくすればする程, 真の陽性 (true positive) が減少し, 偽陰性例 (false negative) が増加して sensitivity が低くなることが明らかとなった。他の値には余り変動はなく, 二階段運動負荷試験を狭心症診断の上でのスクリーニング試験として考える場合には偽陰性例の少ない判定基準, すなわち虚

表2 ST低下の程度による判定基準の検討

	T. P.	F. N.	Sensitivity	F. P.	T. N.	Specificity	Predictive value
$\geq 0.5$	33	6	85%	5	5	50%	87%
$\geq 0.75$	29	10	74%	4	6	60%	88%
$\geq 1.0$	27	12	69%	4	6	60%	87%

T. P. = True Positive, F. N. = False Negative, F. P. = False Positive, T. N. = True Negative

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{TP + FN} \quad \text{Specificity} = \frac{TN}{TN + FP} \quad \text{Predictive value} = \frac{TP}{TP + FP}$$



血型 ST 低下については Master の基準でもある 0.5 mm 以上を陽性とするのが良いと考えられた。判定基準を 0.5 mm 以上とした場合の sensitivity は 85%とこれまでの諸家の報告<sup>6)7)8)</sup>よりも高かったが、今回の対象60例中の中で冠動脈病変例が46例 (77%) と高かったこと<sup>9)</sup>や、くり返し二階段負荷試験を施行した例では ST 低下の最も著明であった心電図を今回の検討に使用しているためと考えられた。

Upsloping Type については、 $QX/QT \geq 50\%$ <sup>10)</sup> を判定基準とし冠動脈造影所見と比較検討した。Upsloping Type で ST 低下する11例中有意の冠動脈狭窄を有するのは7例で、predictive value は64%であった。この値は、downsloping type での86%および horizontal type での81%よりも低く、負荷心電図において  $QX/QT 50\%$  を負荷陽性とするのは偽陽性例の増加をみる点で問題があると考えられた。

## 結 語

二階段負荷試験前後での心電図変化と冠動脈造影所見との対比から、負荷心電図判読上のいくつかの問題について検討した。

1. ST 低下の程度を判定基準とする場合には測定点を明示する必要があり、horizontal type および downsloping type の ST 低下では、測定点は  $S_{0.05}$

が妥当と考えられた。

2. 狭心症の補助診断として二階段負荷心電図を考える場合には、horizontal type および downsloping type では  $S_{0.05}$  で 0.5 mm 以上の低下を負荷陽性とするのが良いと考えられた。

Upsloping type では  $QX/QT \geq 50\%$  は、predictive value が64%と低く問題があると考えられた。

## 文 献

- 1) Master, A. M., et al. : Am. Heart J. 75 : 809-837, 1968.
- 2) 戸山靖一, ほか : 治療 60 : 45-53, 1978.
- 3) 大北泰夫, ほか : 臨床病理 28 : 19-25, 1980.
- 4) Ellestad, M. H. : Stress testing ed. 7 Philadelphia : Davis Company, 1975.
- 5) AHA Commitee Report. : Circulation 51(6) : 7-38, 1975.
- 6) McConahay, D. R., et al. : Am. J. Cardiol. 28 : 1-8, 1971.
- 7) 石村孝夫, ほか : 総合臨床 26 : 395-403, 1977.
- 8) 延吉正晴, ほか : 日本臨床 35 : 2343-2361, 1977.
- 9) Epstein, S. E. : Am. J. Cardiol. 42 : 667-674, 1978.
- 10) Lepschkin, E. : Circulation 22 : 986-1001, 1960.

## シンポジウム

## 冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見

岸 田 浩\*

## はじめに

狭心症の診断のために本邦ではマスター2段階試験が多くの施設で用いられているのに対し、欧米ではトレッドミルやエルゴメータが普及しており、本邦におけるそれらの有用性はまだ充分検討されていない。当教室では10年来、トレッドミル法を使用しており、それによって得られた心電図所見を冠動脈造影所見と対比し、その有用性を調べた。

## I 対象と方法

対象は典型的狭心痛発作を有する患者で、運動試験陽性の43例(男29例, 女14例), 年齢は33~76才, 平均53.7才である。心筋梗塞後狭心症・弁膜症・先天性心疾患・伝導障害・特発性心筋症および狭心症治療薬服用例は本研究から除外された。

運動負荷装置は建部青州堂製トレッドミルを使用, 負荷方法は Ellestad ら<sup>1)</sup>の変法により駆動速度と傾斜角度を1分30秒毎に段階的に増加させた。moderateな胸痛が出現した時に運動を中止した。誘導方法は、関電極を  $V_1$  に、 $V_{5R}$  に不関電極を置き、運動前・中・終了後の間テレメータにて心電図を連続記録した。

運動負荷心電図の陽性基準は、ST部分が horizontal 又は downward 型で、J点より0.04秒にて0.1 mV 以上下降した場合である。なお、ST降下度とは運動中・終了後のいずれかにて最大ST降下の値である。

冠動脈造影法は大部分の例にて Judkins 法により、一部 Sones 法にて施行した。左冠動脈は約30度の右前斜方向、約60度の左前斜方向・右→左方向にて、右冠動脈は約30度の右前斜方向、約60度の左前斜方向より philips 社製 image intensifier にて撮影した。シネカメラは Eclair GV35, フィルムは kodak WX を用い、1秒間30~60コマにて撮影した。

冠動脈所見は51%以上の器質的病変を狭窄ありと判

定した。

## II 結 果

表1はST降下度と冠動脈障害の関係を示す。負荷

表1 ST降下度と冠動脈障害枝数の関係

ST降下度	障害枝数				計
	なし	1枝	2枝	3枝	
0.10~0.19mV	1	7	3(1)	4(4)	15(5) <sup>例</sup>
0.20~0.29mV	4	7(2)	4(2)	5(3)	20(7)
0.30mV以上	0	1	2(1)	5(4)	8(5)
計	5	15(2)	9(4)	14(11)	43(17)

( ) は側副血行を有する例を示す。

$\chi^2$  検定  $P < 0.001$

心電図所見にて 0.1 mV 以上 ST 降下をきたした43例中33例(88.4%)は51%以上の器質的狭窄を有した。0.10~0.19 mV ST 降下群(A群)および 0.20~0.29 mV ST 降下群(B群)にて多枝障害例はそれぞれ15例中8例(53.3%)・20例中9例(45.0%)であったのに比し、0.30 mV 以上 ST 降下群(C群)のそれは8例中7例(87.5%)とはるかに多く、C群の冠動脈障害枝の数はA・B群に比して有意の差をもって増加した( $p < 0.001$ )。一方、側副血行もAおよびB群に比してC群に多く、8例中5例(62.5%)に認め、いずれも多枝障害例であった。

ST降下度と最大冠動脈狭窄度との関係は表2に示すごとく、76%以上狭窄を有する例はA群にて15例中13例(86.7%)、B群にて20例中15例(75.0%)であったのに対し、C群は8例全例がそうであった。さらに、狭窄基準を91%以上とすると、その頻度はそれぞれ15例中3例(20.0%)、20例中8例(40.0%)、8例全例(100%)であり、それらの関係には有意の差があった( $p < 0.001$ )。したがって、負荷心電図にて 0.30 mV 以上の ST 降下をきたした場合には91%以上狭窄の存



## 〔第7回研究会〕

## 1. 運動負荷 UCG

## —健常及び弁膜症例—

野 田 汎 史\*・荻 田 啓 子\*

天 野 直 美\*・紅 露 恒 男\*・伊 藤 良 雄\*

## I はじめに

心機能評価の一つとして運動負荷による心電図, 心音図, 心拍数, 血圧値, 体酸素消費量の変化の検討が広く行われているが, 心不全傾向を有する例においては, 軽量負荷による検討が必要であり, 更に心筋収縮性及び左室径に関する情報採取が強く望まれている。

## II 対象と方法

NYHA 心機能分類でⅢ度以上の心不全傾向を有する例においても可能と思われる負荷量を 50 watt 6分間と設定し, 健常男子19例, 僧帽弁狭窄症 (MS) 17例, 僧帽弁閉鎖不全症 (MR) 5例, 大動脈弁閉鎖不全症 (AR) 8例を対象に bicycle ergometer の単一水準運動負荷を臥位にて施行した。心電図は第Ⅱ肢誘導の他, テレメーターによる胸部双極2誘導を記録し, 体酸素消費量の測定はダグラスバック法により1分毎に行い,  $O_2$ ,  $CO_2$  の分析に関してはフクダ産業 Respilyzer BM-10 を用いた。血圧はマンシェット法にて1分毎に測定した。負荷前, 負荷中6分, 負荷後6分を通じての UCG 記録は東芝 01A にて行い, 2.25 MHz の探触子を用い, 紙送り速度は 50 mm/sec とした。全経過を通じて良好な記録を得たものにつき, 心拍数 (HR), 血圧 (BP), 左室拡張終期径 (LVDd), 収縮終期径 (LVDs), 左室全駆出量 (TLVSV), 分時左室全拍出量 (TLV output), 体酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ ), PRP,  $\dot{V}O_2/HR$ ,  $\dot{V}O_2/HR/TLVSV$  の1分毎の経時的変化を検討した。左室容量に関しては原則として Pombo ら<sup>1)</sup>に従ったが, LVEDV が 300 ml をこえる場合は Gibson の式<sup>2)</sup>にて補正算出した。

## III 結果及び考察

負荷時の心拍数の反応様式をみると, 交感神経系の関与により, 各群とも運動開始1分後に大きく反応し, 以後はほぼプラトーを形成した。MS 群は他群より有意に高い心拍数のレベルで反応を示したが, ジギタリス使用中とはいえ, 多くの心房細動例を含んでいるためかも知れない。

体酸素消費量は各群とも心拍数の反応より遅れて酸素欠損の相を作り, 運動開始4~5分に約 250 ml から約 950 ml に達してプラトーを形成し, 各群の反応の大きさには有意差は認められなかった。

一心拍当たりの酸素運搬能を表わす酸素脈  $\dot{V}O_2/HR$  の各群の経時的変化は, AR, MR 群ともに比較的軽症例が多かったためか, 健常群と同じレベルに反応し, 有効駆出量が十分に保たれていることがわかる。一方 MS 群は, 心拍数反応の高さを反映して, 酸素脈は低値をとり, 拍出効率の低下を露呈している。

afterload としての平均大動脈圧の反応様式をみると, 各群とも迅速に反応し, 最大値に到達するが, 運動開始2~4分で末梢循環の運動への適応を反映してか, やや低下傾向をみせる。一方高まった循環機能を支える心筋の酸素消費量を示すといわれる PRP の動きをみると, 迅速反応を示し運動開始1~2分で high level に達する。MS, AR 群ともに高値をとるが, 前者は心拍数依存性であり, 後者は血圧依存性である。

Total LV output の動きをみると健常群では運動開始4分で最大偏位値の95%に達してプラトーを形成するが, MS 群では初期に安静時の25%程の増加を示すものの, 次いで徐々に減少し, 運動による拍出量の増大は十分に得られていない。MR, AR 群は他群

\* 東京大学医学部 第四内科

より高いレベルで反応し、前者では運動開始1分程で最大値に達し、ほぼプラトーを維持するが、後者では最大値到達後再び減少する傾向をみせる。健常群でのCOと $\dot{V}O_2$ との関係はDonald, Bevegardらによれば $\dot{V}O_2$ の係数すなわち1/の $\dot{V}O_2$ の増しに対するQの増し分はそれぞれ、6.13, 5.34などとされているが、我々の検討では5.53となった。なお、相関係数は0.93と高値を示した。

Total LV outputの構成成分であるtotal LV stroke volumeの動きをみると、健常群では緩徐反応を示し、5~6分後でsteady stateに達するが、MS群では運動開始後漸減し、5~6分の時点で安静時の約30%の減少を示した。AR群も同様に運動開始後漸減を始め、6分後に安静時の約28%の減少を示した。一方MR群は運動中特に目立った変動は示さなかった。

この点をLV Dd, LVDsの動き(図1)から更に検討してみると、健常群のDdは運動中を通じ緩徐な増大をみるが、変化量は微少である。一方Dsは運動開始後より5~6分に至るまではほぼ直線的に減少し、推計学的に有意の縮小反応を示す。すなわち健常群の心拍出量の運動中の漸増的反応の主体は、左室動態に関しては、Dsの運動に対する速応的反應であると推測できる。なお、Ddのrecovery phaseであるが、運動終了直後に比較して30秒~1分後の時点で一過性に増大するようにみえる。これは運動終了後交感神経緊張が急速に減弱するが、venous returnの減少速度との間に時間的ずれを生じ、Frank-Starling機構が露呈してDdの一過性の増加がみられたと解釈することもできる。MS群についてみると、Dd, Dsはともに運動開始後漸減し、6分後にはそれぞれ安静時の12%, 13%程の減少を示した。またMR群では

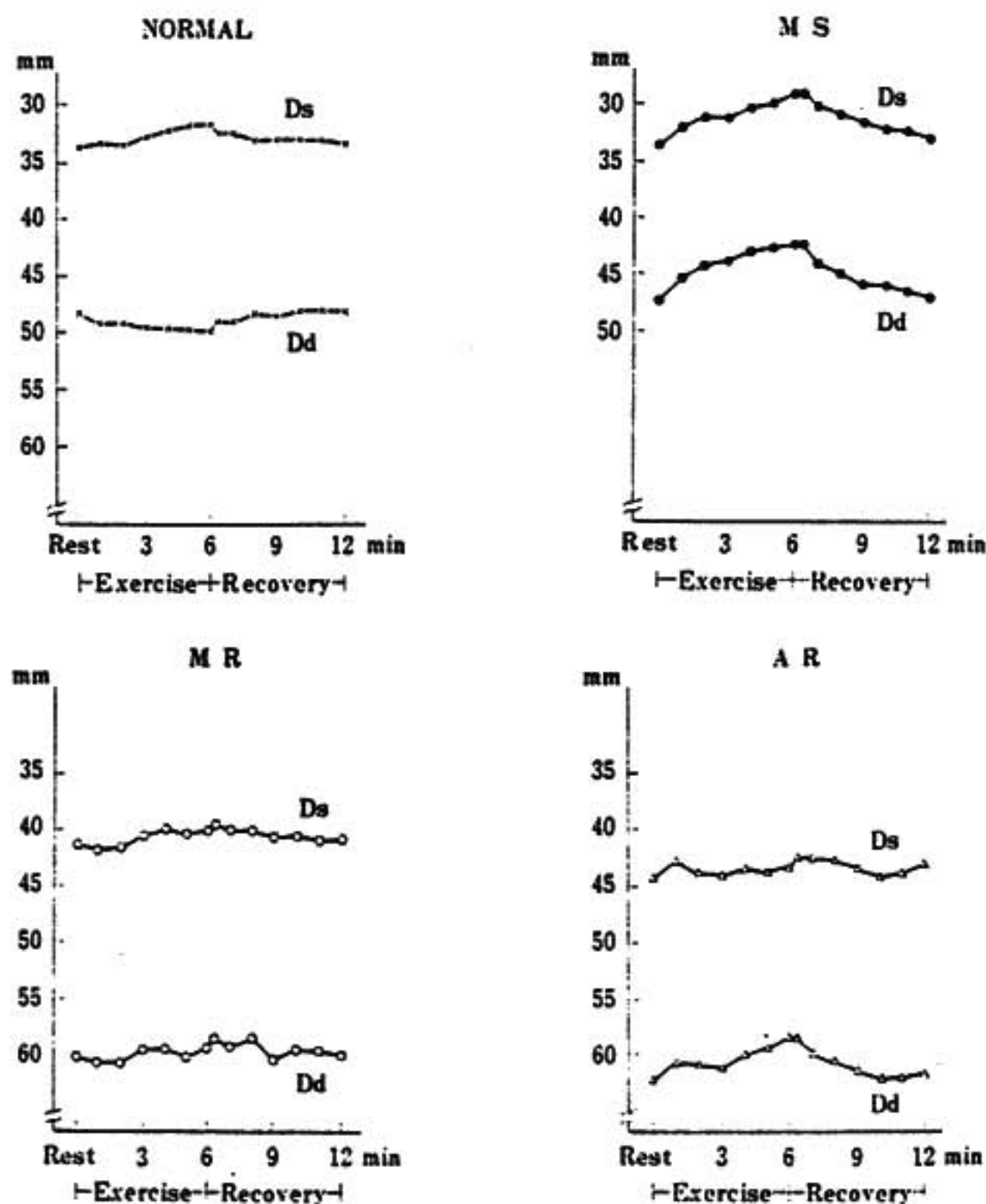


図1 LVDd, LVDsの経時的変化



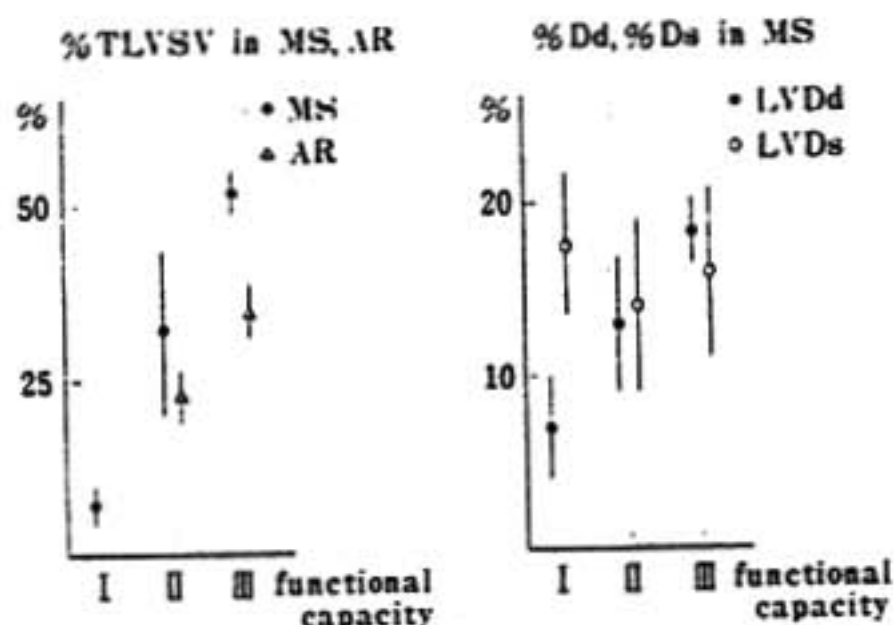


図2 SV, Dd, Ds の減少率と重症度

Dd, Ds とともに変化は微小にとどまった。一方 AR 群では Dd は運動開始6分で約7%程の減少を示すが Ds の減少は2%となり有意ではない。

MS 群での SV, Dd, Ds の減少率と重症度との関係を見ると(図2), NYHA 心機能分類で重症度の高い例ほど SV, Dd の減少率が有意に高いことが認められた。

このように UCG を利用することにより, 運動中の左室の動態が明らかになるが, MR, AR のように逆流のある疾患では, 大きな Dimension を基礎に大きな振巾で動いており, TLVSV は大きい, 有効拍出量がどれ程あるか判定できない弱点を有する。今回我々は外的運動量が一定であり,  $\dot{V}O_2$  の経時変化も各群同水準であることを確かめた上で,  $\dot{V}O_2/HR/TLVSV$  なる index を検討した(図3)。 $\dot{V}O_2/HR$  は有効な拍出量と同質の変量であるが, これと TLVSV との比が健常群にくらべ小さければ小さい程逆流量が大きいと考えた。MR 群ではこの指数は健常群よりも低いレベルをとるものの, 運動による増加反応量は健常群と同等であり, 運動に対する有効心送血量の増大反応は十分に保たれている。この有効心送血量増大反応の本体は TLVSV が大きな変動を示さないことを考えれば, 逆流量の減少によるものと推察される。なお, AR 群も MR 群と同様の反応を示すが, その反応パターンは MR 群とやや異なっているようにもみえる。これが重症度の差によるものか, 疾患の病態の相違そのものによるものかに関しては今後検討を進める積りである。この運動中の逆流量減少反応に関しては HR の増加による total diastolic

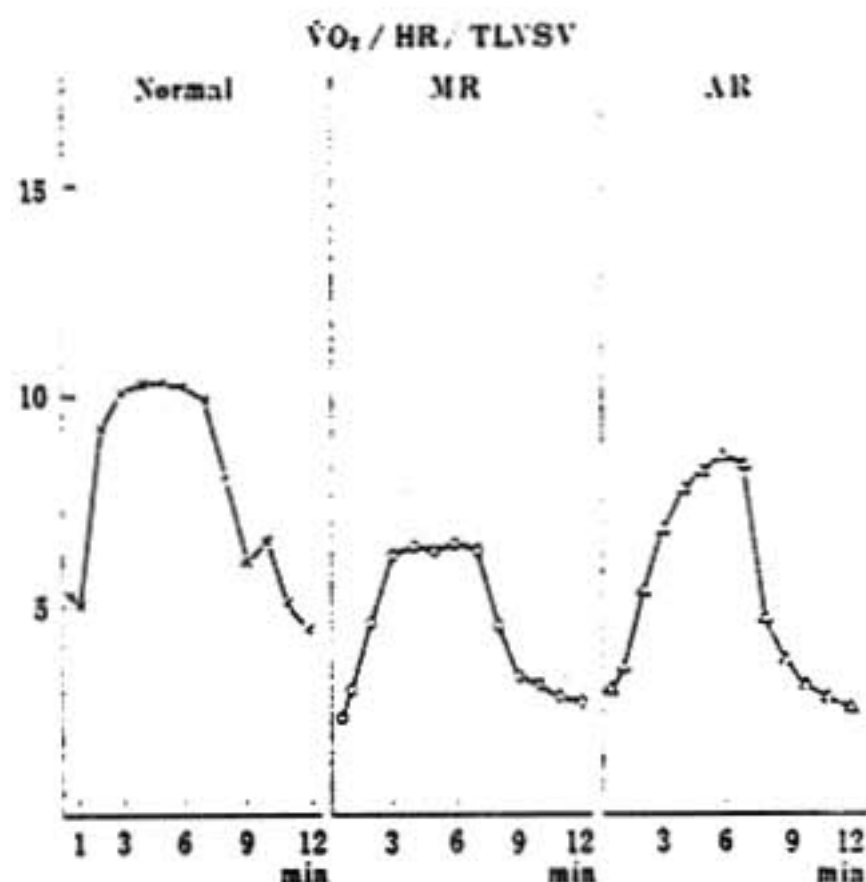


図3  $\dot{V}O_2/HR/TLVSV$  の経時変化

period の減少や, peripheral vascular resistance の減少が関与" するものと思われるがなお詳細は不明である。このように心エコー図を利用した逆流性疾患の運動時の forward flow, regurgitant flow など血行動態の検討に際しては  $\dot{V}O_2/HR/TLVSV$  なる index は有効な一手段となりうると思われる。

かくのごとく運動負荷心エコー図による左室動態の経時的計測は, 弁膜症例における病態, 反応様式の検討に有効であり, 臨床上, 治療, 管理への有効な情報を提供しうると考える。

## 文 献

- 1) Pombo, J. F., Troy, B. L. & Russel, R. D. : Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* 43 : 48, 1971.
- 2) Gibson, D. G. : Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Br. Heart. J.* 35 : 129, 1973.
- 3) Lawrence, D. H., James, M. A. and Stephen, J. L. : Role of the Frank-Starling mechanism in exercise. *Circ. Res.* 31 : 868, 1972.
- 4) Warner, H. R., Toronto, A. F. : Effect of heart rate on aortic insufficiency as measured by a dyedilution technique. *Circ. Res.* 9 : 413, 1961.

## 質 疑 討 論

杉下 MS の場合に左房の動きについては如何でしたか?

野田 運動中の左房の検討はしておりません.

司会 心エコー図法は正常心の場合は SV や CO は大体正しいとされ, 弁膜症の場合はその絶対値が正しいかどうか疑問がありますが, その点は如何でしょうか.

野田 今回は絶対値そのものは余り問題にしておらず, time course を追うのには構わないと考えております.

戸嶋 こういう方法で physical capacity という

のは, どのように判定したらよいのか.

野田 今回の study は single level load ですの physical capacity を評価するのは難しいと思いますが, 例えば MS については, SV が運動中にぐんと減ってしまうもの程, capacity は悪いだろうと考えています.

紅雲 今回の研究は同一の single level load で各疾患群の Dimension がどう変化するか, 実際の体で酸素をうまく使えるかどうかは Oxygen Pulse が使えるのではないか, 逆流量の検討については  $\dot{V}O_2/HR/TLVSV$  が多少とも臨床に役立つのではないか, などということを検討したわけです.

## 2. 狭心症における血行動態変化の検討

—自転車エルゴメーター運動負荷と等尺性負荷の比較及び  
ニトログリセリンの影響について—

伊 藤 一 輔\* . 村 上 林 児\*

西 島 宏 隆\* . 本 間 潤\* . 安 田 寿 一\*

## I はじめに

狭心症の病態のなかでも発作中の循環動態については, 未解明な点が少なくない<sup>1)</sup>. 本研究の目的の第1は, 運動により狭心症を誘発した時の血行動態の変化を知ること, 第2は, dynamic exercise と isometric exercise の成績を比較すると, 第3は, ニトログリセリンの影響を知ることの3つである.

## II 対 象 (表1)

異型狭心症3名, 神経循環無力症2名で運動負荷により狭心症発作が誘発されなかった者 (I群) 5名と労作性狭心症で狭心症発作が誘発された者 (II群) 9名の計14名である. 冠動脈写で50%以上の狭窄を有意

の冠血管病変とした. II群は3枝病変以上が5名と重症例が多い.

## III 方 法

運動負荷は仰臥位自転車エルゴメーターを用い, 負荷量は2~3分目に狭心痛が発現し, さらに6分間まで同等負荷を続けられるように決められた. 血圧は聴診法にて, 心電図は全誘導を経時的に記録した. スワンガンツカテーテルを肺動脈内に留置して, 肺毛細管圧と肺動脈圧を測定し, 心拍出量は5%冷却ブドウ糖液10ccの注入による熱稀釈法によって測定した. ハンドグリップ負荷は, 最大握力の1/3で3分間行った. ニトログリセリンは, 0.3mg 舌下3分後にエルゴメーター負荷を投与前と同等負荷量にて行い比較した.

\* 北海道大学医学部 循環器内科



表1 対象症例と運動負荷成績

症 例	診 断	ECG ST 低下		狭心症誘発に要した運動負荷量	狭心症誘発時のPRP $\times 10^3$	冠動脈写
		安静	負荷後			
I 群	1 A. T. 37 $\odot$ 神経循環無力症	0	0 mm			0
	2 O. Y. 48 $\odot$ 異型狭心症	0	1.0			1
	3 S. K. 48 $\odot$ "	0	0			0
	4 S. S. 42 $\odot$ "	0	0			0
	5 M. A. 46 $\odot$ 神経循環無力症	0	0			1
II 群	1 H. Y. 50 $\odot$ 労作性狭心症	0	3.5	300 2'45'' kpm	13.4 mmHg/min	3
	2 K. T. 52 $\odot$ "	0	3.0	300 1'50''	17.8	1
	3 U. T. 56 $\odot$ "	0	6.0	225 4'00''	12.6	2・L
	4 D. H. 50 $\odot$ "	0	1.0	300 2'00''	12.6	2
	5 M. K. 64 $\odot$ "	0	3.0	180 2'40''	13.1	3
	6 I. Y. 55 $\odot$ "	0	3.0	300 2'30''	18.0	3・L
	7 T. S. 54 $\odot$ "	0	3.0	180 2'00''	10.1	3
	8 I. S. 53 $\odot$ "	0.5	5.0	300 2'00''	14.3	1
	9 K. T. 61 $\odot$ "	0	4.0	300 1'00''	13.8	3

冠動脈写 (0正常, 1-1枝病変, 2-2枝病変, 3-3枝病変, L-左主幹部病変)

IV 成 績

仰臥位自転車エルゴメーター負荷：総負荷量はI群で平均 402 watt (270~540) であり, II群で平均 288 watt (126~360) であり狭心痛発作時の負荷量は 107 watt (50~162) であった。狭心症が誘発された代表例を示す(図1)。55歳, 男性, 冠動脈写は3枝病変兼左主幹部病変の重症例である。負荷により当初血圧, 心拍数, 心係数は増加する。心電図にST部分の低下が出現し, 次に狭心痛が発現し血圧と心係数は低下し肺動脈圧と肺毛細管圧は著明に上昇する。負荷を止め狭心痛が消えた後に, 血圧と心係数は増加して前値に戻った。図2は, 全症例の負荷中の心機能の経時的な推移を, 縦軸に左室一回仕事係数の変化を横軸に肺毛細管圧の変化をとって両者の関係で示す。I群( $\circ$ 印実線)は, 運動後右上方に急峻に推移する。一方, II群( $\triangle$ 印破線)は, 運動の当初には右上方に向うが狭心痛の発現( $\bullet$ 印)とともに右下方に向う者

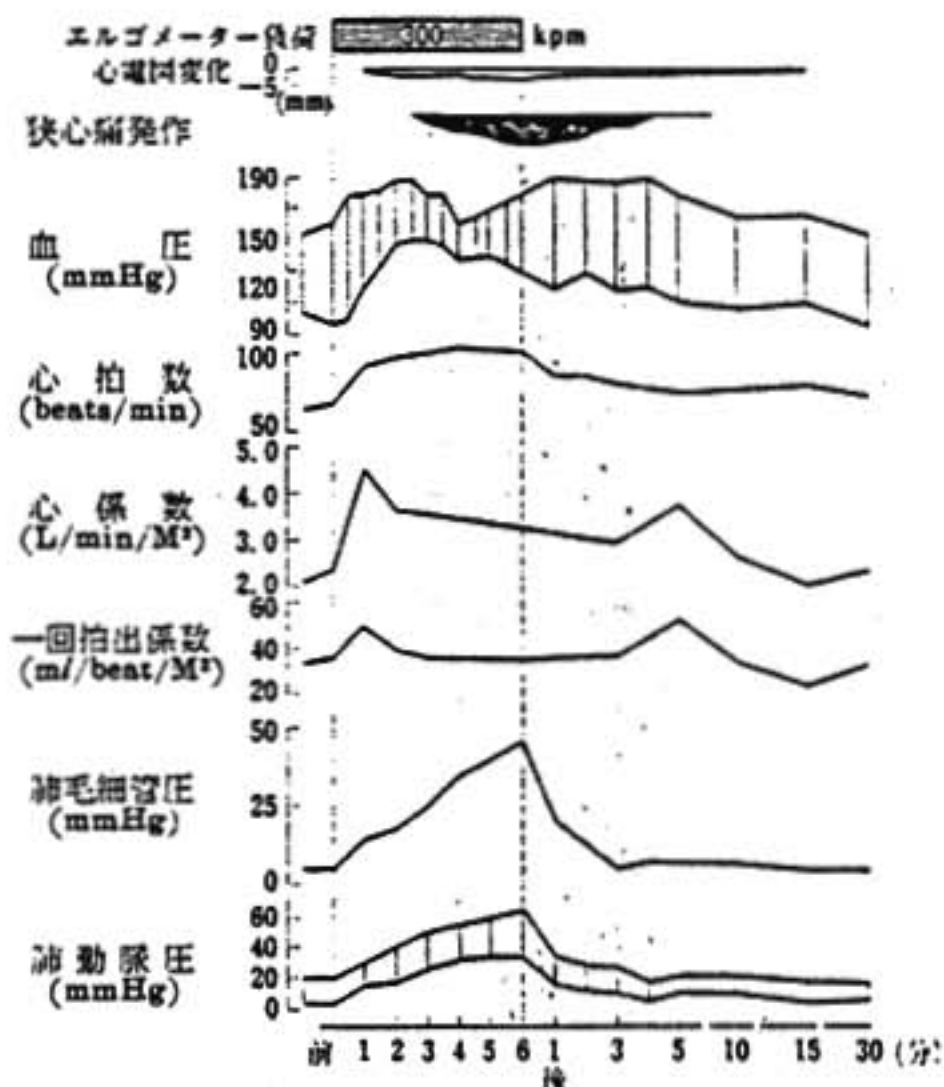


図1 エルゴメーター負荷時の血行動態変化 狭心症誘発群 症例6

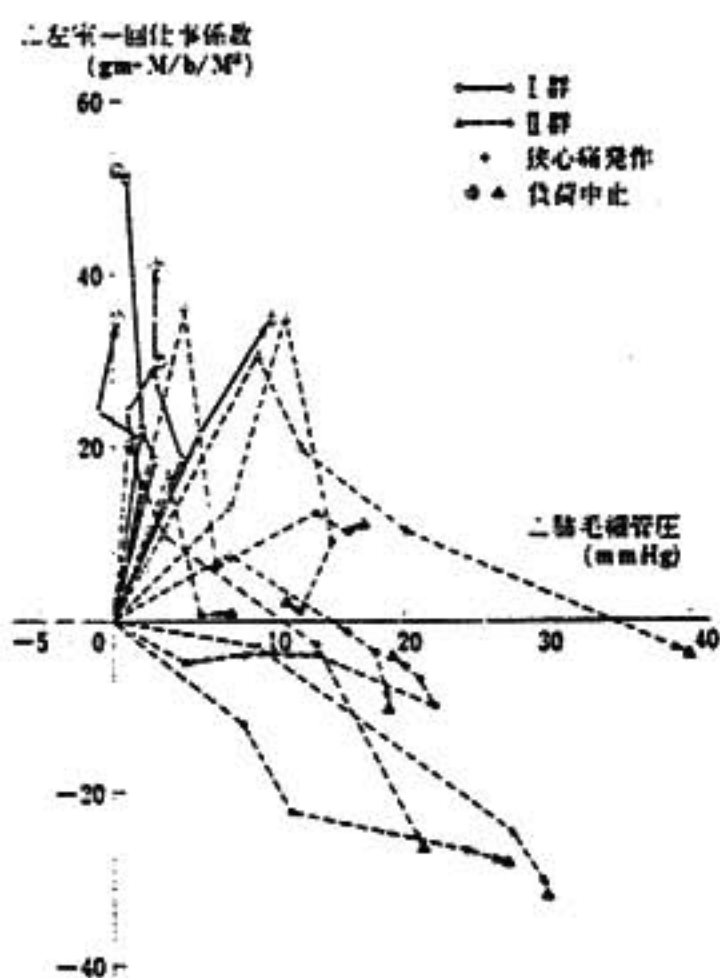


図2 エルゴメーター負荷時の心機能変化

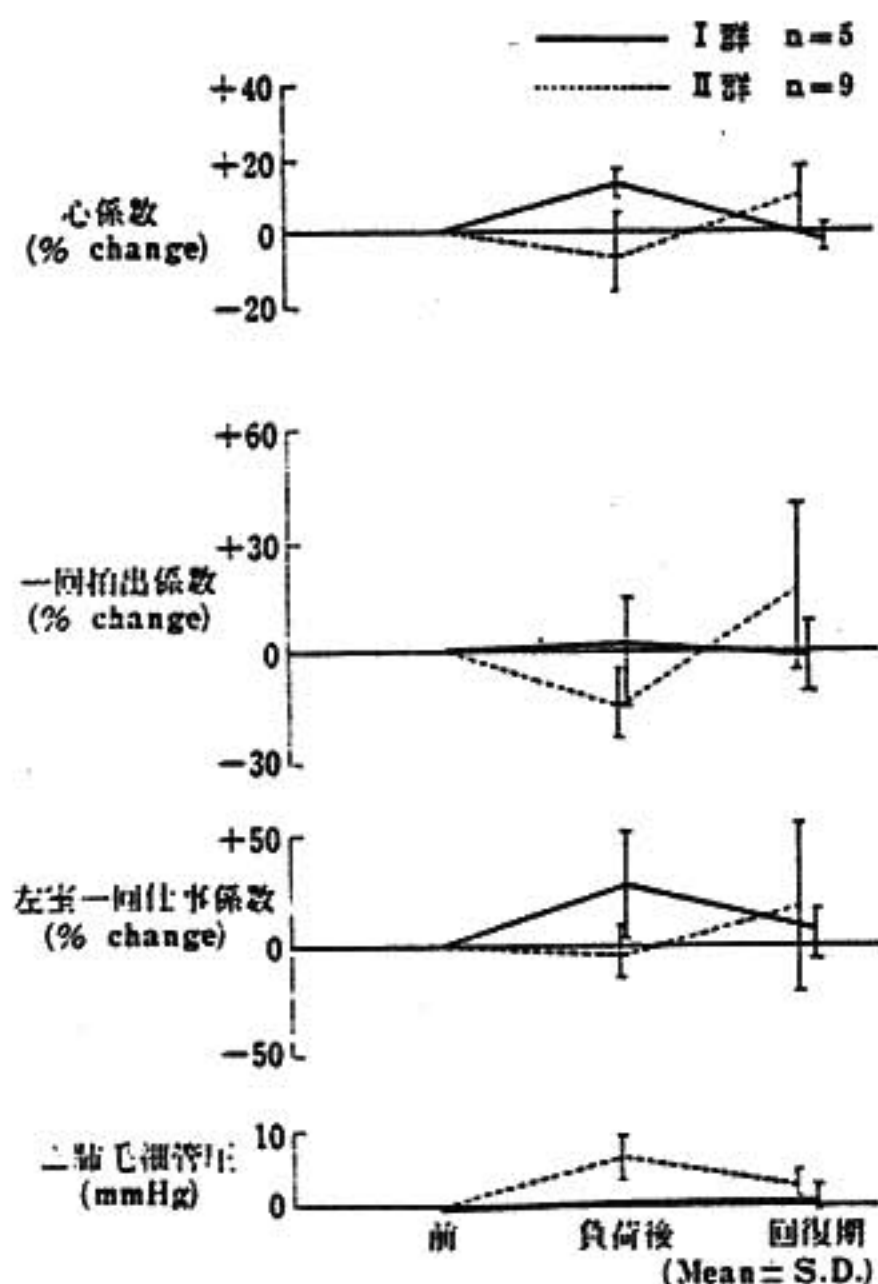


図3 ハンドグリップ負荷の成績

と、運動開始の当初より右下方に向い狭心痛発現後さらに右下方に向う者、そして両者の中間型をとる者がみられた。

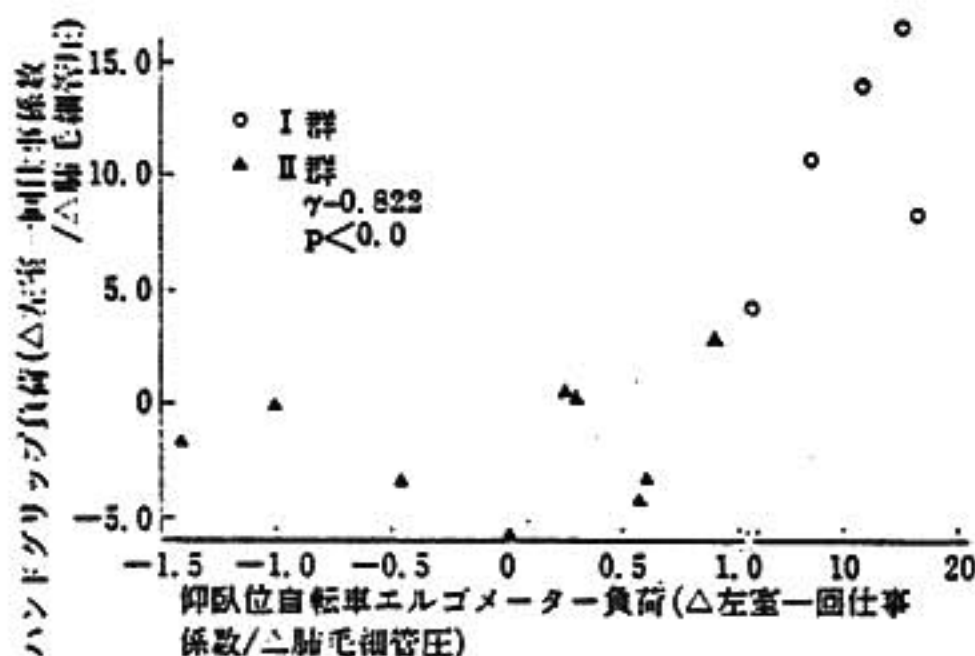


図4 エルゴメーター負荷とハンドグリップ負荷の機能的重症度の比較

運動当初より右下方への推移が強い者は、冠血管病変が高度であった。つまり低負荷量で右下方への偏位の強い者ほど機能的に重症であると考えられた。

ハンドグリップ負荷：(図3) 最大握力の1/3, 3分間で行った。両群のダブルプロダクトに差をみない。II群の1例で狭心症が発現したが他はI群の症例を含め心電図変化と狭心症は発現しなかった。I群は、負荷中心係数と左室一回仕事係数は軽度増加する。一方II群では、心係数と一回拍出係数は減少する。△肺毛細管圧はII群で有意に高い。このようにI群とII群では異なる血行動態を示した。

仰臥位自転車エルゴメーター負荷とハンドグリップ負荷の比較：(図4) エルゴメーター負荷とハンドグリップ負荷による機能的重症度を△左室一回仕事係数/△肺毛細管圧で表わし、同一症例で両者の成績を比較検討した。両者の関係は、 $r=0.822$  ( $p<0.01$ ) で有意であった。つまり両者は異なった負荷様式であるにもかかわらず良い相関を示した。

ニトログリセリンの影響：(図5) II群のうち7例で、ニトログリセリン投与前と0.3mg 舌下3分後のエルゴメーターの同等負荷量の成績に比較した。ニトログリセリン投与前後で、ダブルプロダクトと心係数には差をみとめない。ニトログリセリン投与後の運動では、左室一回仕事係数は軽度上昇するが、もっとも著明な特徴は肺毛細管圧の低下である。すなわちニトログリセリンの影響は、左室仕事量を増すことより、肺毛細管圧と肺動脈圧を著しく低下させることにあるようである。



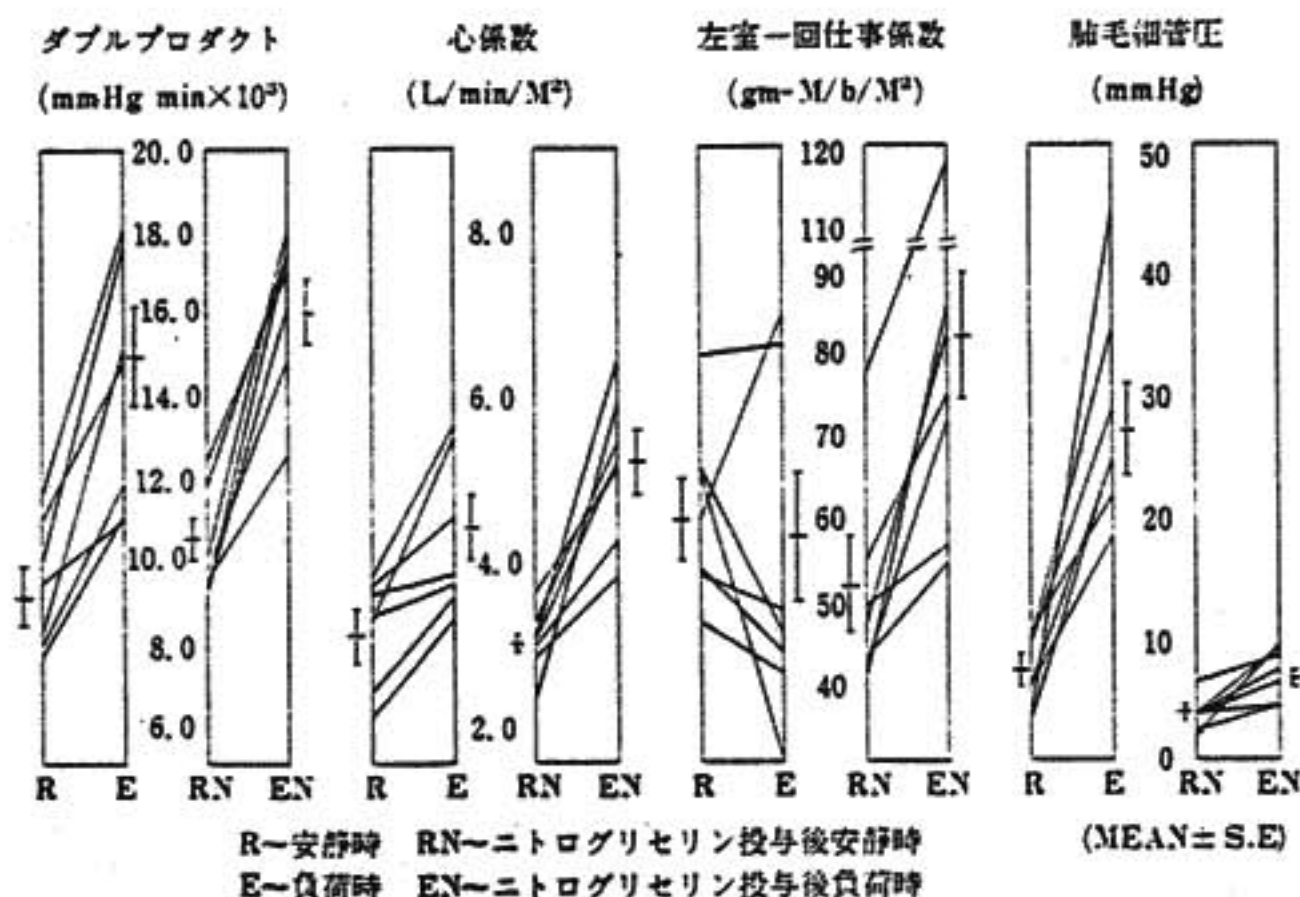


図5 ニトログリセリン投与前後のエルゴメーター負荷成績

## V 考 按

本研究の第1は、運動負荷による狭心症発作時の血行動態の変化を知ることである。労作性狭心症で検査時実際に狭心症が誘発された群では、左心仕事係数の減少と肺毛細管圧の上昇が、一過性に出現することが明らかにされた。これは心筋虚血にもとづく心筋の収縮不全を反映する変化と思われた。なお狭心症が誘発された群のなかには、狭心症の発現以前は正常と同様の血行動態をとるが狭心発作とともに心筋の収縮不全をきたす者、狭心発作以前に負荷に伴い心筋の収縮不全をきたす者、両者の中間型を示す者が認められた。これらの機能的重症度は<sup>2)</sup>、 $\Delta$ 左室一回仕事係数/ $\Delta$ 肺毛細管圧で表わすことができ、それらは冠血管病変の程度とある程度相関した。第2は、dynamic exercise と isometric exercise の成績の比較であるが、両者の機能的重症度 ( $\Delta$ 左室一回仕事係数/ $\Delta$ 肺毛細管圧) は良い相関を示した。等尺性負荷では、軽度のストレスで心筋の収縮不全を反映する特徴ある血行動態を示すことが分った。等尺性負荷は dynamic exercise と異なり体酸素消費の増加は少なく後負荷の増加が著しい。狭心症例では、狭心症の発現にいたらなくとも虚血部周辺の bulging の増加または酸素需給均衡のアンバランスなどにより、収縮不全をきたすことが考えられる<sup>3)</sup> が、今後解明すべき問題が残されている。

第三は、ニトログリセリンの影響をみた。ニトログリセリンは運動耐性を増し、狭心発作を抑えるのみでなく、虚血にもとづく心筋の収縮不全に有効である。その特徴は、肺毛細管圧の低下が主であり、心仕事係数の改善は軽度であった。

## VII ま と め

労作性狭心症を対象として、エルゴメーター負荷により狭心症を誘発させ血行動態の変化を観察し、その成績と等尺性負荷の成績を比較検討した。またニトログリセリンの影響を検討した。

本研究の一部は、財団法人 代謝異常治療基金「虚血性心疾患の治療と予防効果に関する共同研究」の研究費によりなされた。

## 文 献

- 1) 安田寿一, 伊藤一輔, 宮本 篤: 血行動態の立場よりみた狭心症. 治療 60: 23, 1978.
- 2) McCallister, B. D., Yipintsoi, T., Hallerman, F. J., et al.: Left ventricular performance during mild supine leg exercise in coronary artery disease. Circulation 38: 922, 1968.
- 3) Helfant, R. H., DeVilla, M. A. and Meister, S. G.: Effect of sustained isometric handgrip exercise on left ventricular performance. Circulation 44: 982, 1971.

## 質 疑 討 論

藤原 (東京医歯大) エルゴメーター負荷で狭心症が発現した時血圧が上昇する者と下降する者に分れるが、血行動態上の差はあるか。

伊藤 (北大) 血圧が下降する者は、心機能不全が強度である重症例に多くみられ、上昇する者では比較的

心機能不全が軽症であった。

中村 (九大) 狭心痛と心電図の変化そして血行動態は、どこでコネクションするか。

伊藤 (北大) 血行動態の変化が、狭心発作の誘因か、その結果としておこったものかは区分が難かしく、今後残された問題です。

## 3. 心放射図 (RCG) による運動負荷の評価

門 田 和 紀\* . 神 原 啓 文\*  
川 下 憲 二\* . 河 合 忠 一\*

## I はじめに

$^{125}\text{I}$  ヒト血清アルブミン (RISA) をトレーサーに用いた心放射図 (RCG) は、循環血液量および心拍出量の測定法として正確な方法であり、頻用されている。

今回さらに compartment analysis により右心、肺、左心および体容量の測定を行って、虚血性心疾患における血行動態をこの方法によって検討し、とくに運動負荷による変化について報告する。

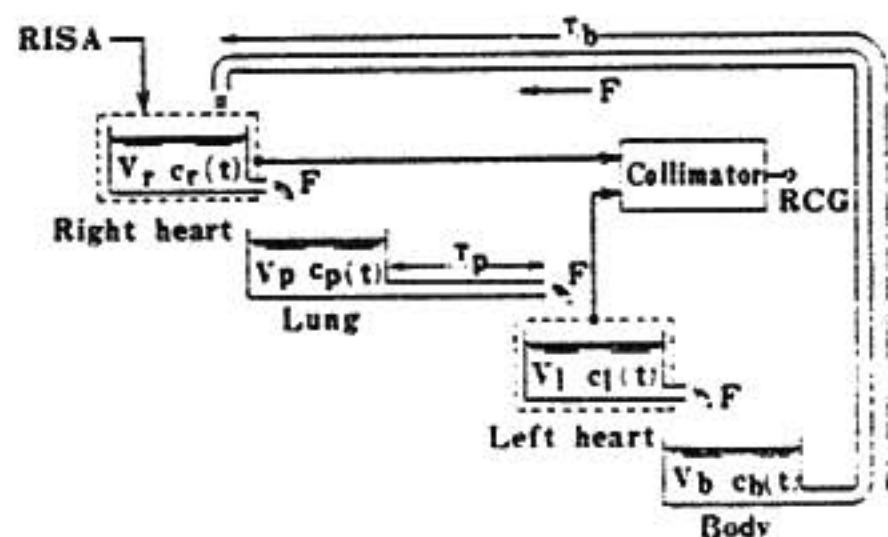
## II RCG Compartment analysis の

## 原理 (図1)

右肘静脈から急速に注入されたトレーサーが一定の流量  $F$  で全身を循環することから、全身を右心、肺、左心の3つの compartment と、残りを体として4つの compartment を想定し、全身の循環血液量を、おのこの平均通過時間の比率によって分配すれば、それぞれの容量が得られる。

実際には RCG に対し analog computer を用いた simulation curve を fit させ、これから平均通過時間を求める方法がとられる (図2)。

心臓部に当てられた RCG から右心、肺、左心の平均通過時間を求める。この RCG による心拍出量



Cardiac Output :  $F = \text{Blood Volume} / \text{MTT}_{\text{one-around}}$

Right Heart :  $\text{MTT}_r = T_r$

Lung :  $\text{MTT}_p = T_p - t_p$

Left Heart :  $\text{MTT}_l = T_l$

Body :  $\text{MTT}_b = \text{MTT}_{\text{one-around}} - (\text{MTT}_r + \text{MTT}_p + \text{MTT}_l)$

図1 心放射図の原理

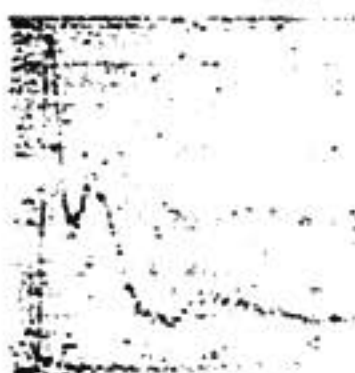
は平衡状態では background を多く含むので、Fick 法より約30% overestimate することが知られている。そこで同時に、左第2肋間で同様に記録し、心拍出量すなわち平均一巡時間の補正を行う。

## III 左心容量と左室拡張終期容積

RCG による左心容量とは、左房+左室の平均的な容量を示しているものと考えられるが、正常例および



RADIOCARDIOGRAM



Original trace



Simulated curve

BLOOD VOLUME

4.10 L=91% of Predicted Value

MEAN TRANSIT TIME

	Mean	SD
Right Heart	1.9sec	(2.3±0.5)
Lung	3.9	(4.5±0.5)
Left Heart	2.0	(2.0±0.5)
Body	31.7	(32.5±5.0)
One Around	39.8	(41.3±6.0)

BLOOD FLOW RATE

C.O.	6.18L/min	(5.75±0.87)
C.I.	3.69L/min/m <sup>2</sup>	(3.63±0.48)
S.I.	52.0ml/beat/m <sup>2</sup>	(51.0±6.8)

BLOOD DISTRIBUTION

Lung	243ml/m <sup>2</sup>	(272±45)
Body	1950	(1955±199)
Right Heart	121	(135±24)
Left Heart	129	(134±24)

図2 正常心放射図

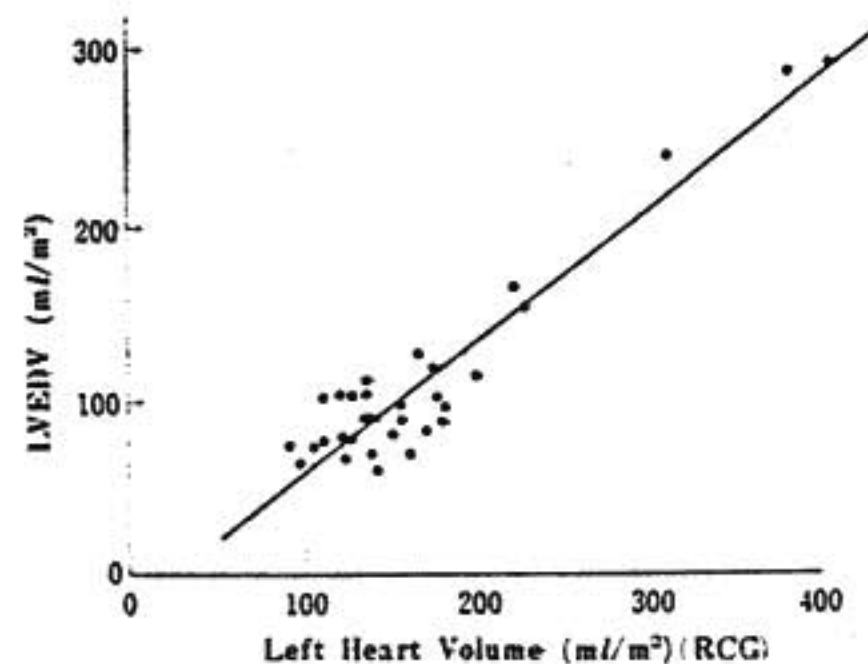


図3 左心容量と左室拡張終期容積 (n=32, r=0.94)

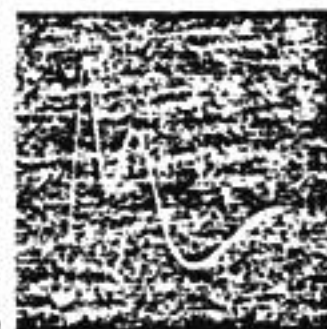
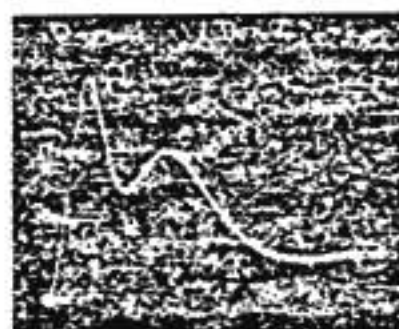
虚血性心疾患32例の左室造影より得られた左室拡張終期容積とは0.94のよい相関が見られるので、RCGによる左心容量から左室拡張終期容積が推定できると考えられる(図3)。

IV 運動負荷 RCG

右肘静脈より中心静脈カテーテルまたは Swan-Ganz カテーテルを挿入し、安定して確実なトレーサーの上大静脈内注入を要す。運動負荷は、仰臥位にて電磁制動型エルゴメーターにより 25W から漸次増加する。臨床症状と心電図変化に注意しながら、1分ごとに pressure rate product を測定し、安静時の約

RCG AT REST

RCG DURING EXERCISE



	RCG AT REST	RCG DURING EXERCISE
Blood Volume (L)	5.02	5.01
C.I. (L/m <sup>2</sup> )	2.30	5.64
S.I. (ml/beat/m <sup>2</sup> )	41.8	58.8
Lung (ml/m <sup>2</sup> )	274	419
R-Heart (ml/m <sup>2</sup> )	139	176
L-Heart (ml/m <sup>2</sup> )	156	193

図4 安静時および運動負荷時の心放射図

表1 安静時および運動負荷時の RCG パラメータとその変化率

	CONTROL RCG (Mean±SD)		
	Control n=5	IHD n=12	p
Blood Volume(L/m <sup>2</sup> )	2.36±0.10	2.44±0.21	NS
C.I. (L/min/m <sup>2</sup> )	3.02±1.09	2.76±0.56	NS
S.I. (ml/beat/m <sup>2</sup> )	44.8±13.0	44.8±8.3	NS
Lung (ml/m <sup>2</sup> )	270±59	277±58	NS
R-Heart (ml/m <sup>2</sup> )	123±19	112±22	NS
L-Heart (ml/m <sup>2</sup> )	135±26	156±35	NS
	EXERCISE RCG (Mean±SD)		
	Control N=5	IHD N=12	p
Blood Volume(L/m <sup>2</sup> )	2.33±0.15	2.50±0.29	NS
C.I. (L/min/m <sup>2</sup> )	5.26±1.10	4.78±0.57	NS
S.I. (ml/beat/m <sup>2</sup> )	47.6±10.1	48.1±7.70	NS
Lung (ml/m <sup>2</sup> )	290±73	331±72	NS
R-Heart (ml/m <sup>2</sup> )	110±3	127±34	NS
L-Heart (ml/m <sup>2</sup> )	131±22	176±34	<0.005
	% CHANGE IN RCG (Mean±SD)		
	Control n=5	IHD n=12	p
Blood Volume(L/m <sup>2</sup> )	-1.2±2.1	-2.5±3.6	NS
C.I. (L/min/m <sup>2</sup> )	+84.0±32.2	+78.4±32.6	NS
S.I. (ml/beat/m <sup>2</sup> )	+11.3±25.9	+10.0±22.7	NS
Lung (ml/m <sup>2</sup> )	+8.2±14.9	+22.0±26.8	NS
R-Heart (ml/m <sup>2</sup> )	+8.3±13.9	+15.4±31.4	NS
L-Heart (ml/m <sup>2</sup> )	+8.9±16.9	+15.2±22.1	<0.05

2倍になる程度を目標とした。

運動負荷を加えると、RCG は図4のように第1峰、第2峰ともに短縮し、心拍出量は2倍以上に増加した。

stroke volume にも増加が見られた。このときの血液分布は、ここに示すように右心、肺、左心に増加が見られ、スターリング効果を示すものと考えられる。

この例では、運動負荷中胸痛は誘発されず pressure rate product は8,000 から15,000に増加し、また肺動脈の拡張期圧は15から 40 mmHg にまで上昇した。

## V 結 果 (表1)

対照群5例と虚血性心疾患 IHD 群12例について、安静および運動負荷 RCG を比較すると、IHD 群で心拍出量が少なく、左心容量が多い傾向にあるが、有意ではない。

運動負荷時の RCG パラメーターを比較すると、IHD 群では心拍出量はやはり少ない傾向で、右心、肺容量は多い傾向にあり、左心容量について明らかな差を認めることができる。RCG パラメーターの変化率を比較すると有意であったのは左心容量についてのみであった。IHD 群のうち7例について、Swan-Ganz カテーテルを挿入し、肺動脈圧を測定した。運動負荷により肺動脈圧は全例上昇したが、左心容量は必ずしも増加しない場合がある。左心容量が増加した例では、肺動脈拡張期圧は大体 20 mmHg 以上上昇しているようであった (図5・左)。

図5・右は心機能曲線を推定する図である。左室拡張終期圧として肺動脈拡張期圧を代用し、また左室収縮期圧を血圧計による収縮期血圧で代用すると、一応 stroke work が求められ、運動負荷によるこの指標の増減と、肺動脈圧、拡張期圧、肺動脈拡張期圧の変化から心機能曲線の変異が推定できると考えられる。

## VI ま と め

RCG は直接的に左心機能を見ているとはいいがた

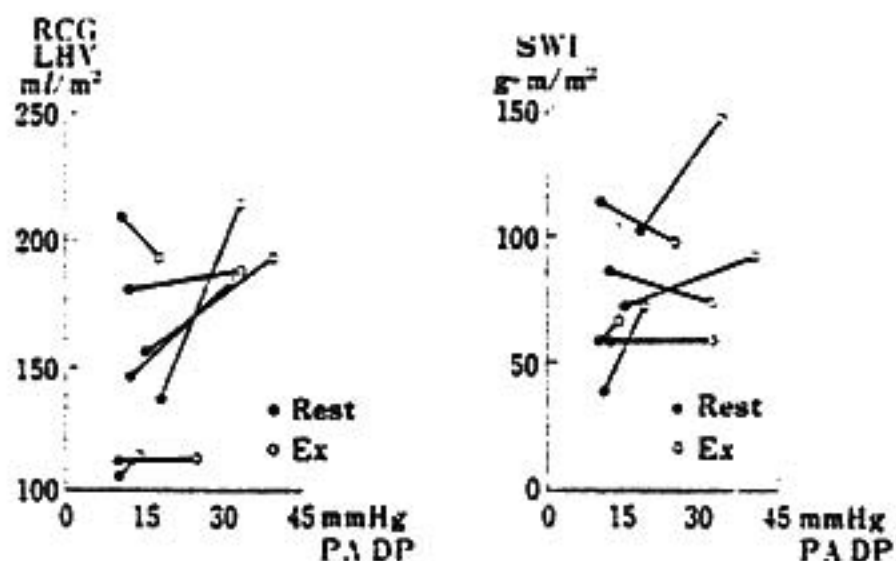


図5 安静時および運動負荷時の左心容量と一回心仕事係数の肺動脈拡張期圧との関係

い。しかし、この方法は非侵襲的で、とくに運動負荷を左心カテーテル中に行うことはむづかしいが、Swan-Ganz カテーテルを使って圧・容量関係の解析ができることを報告した。

この  $^{125}\text{I}$ -RISA を用いた RCG は、われわれの経験では、4回までの連続的な計測が可能であり、さらに他の組み合わせについて検討中である。

## 質 疑 討 論

戸嶋 (久留米大) 狭心症、呼吸困難の出現、心電図変化等と、左心容量変化との関係は。

門田 (演者) 個々の関係について結論の得られたわけではないが、左心容量が増すという結果であった。

司会 心エコーを同時に行ったことは。

演者 同時に行うことは困難である。

木村 (日本医大) 虚血性心疾患をただ運動させただけで比較しても本当のことは言えない。

神原 (京都大) この点を考慮して一応 Double product が2倍になる点で比較した。なお運動時の左室造影について経験がある方はないか。



表2 ST降下度と最大冠動脈狭窄度の関係

ST降下度	冠動脈狭窄度					計
	~50%	51~75%	76~90%	91~99%	100%	
0.10~0.19mV	1	1	10(2)	3(3)	0	15(5)
0.20~0.29mV	4	1	7(2)	5(3)	3(2)	20(7)
0.30mV以上	0	0	0	3(1)	5(4)	8(5)
計	5	2	17(4)	11(7)	8(6)	43(17)

( ) は側副血行を有する例を示す。  
 $\chi^2$  検定  $P < 0.001$

表3 運動試験における陰性U波出現と冠動脈障害枝数の関係

	障害枝数				計
	なし	1枝	2枝	3枝	
陰性U波出現群	0	3	6	9	18例
陰性U波非出現群	5	12	4	4	25

$\chi^2$  検定  $P < 0.001$

在を示唆するといえよう。

負荷心電図所見にて陰性U波出現と冠動脈障害との関係を表3に示す。陰性U波出現の頻度は、障害枝のない例にはみられず、1枝障害15例中3例(20.0%)、2枝障害10例中6例(60.0%)、3枝障害13例中9例(69.2%)であり、障害枝数が多くなるにつれて、増加した。それらの間には有意な関係がみられた( $p < 0.001$ )。したがって、陰性U波出現の際には、冠動脈に器質的狭窄の存在を示し、多枝障害の可能性が強く疑われる。

運動終了後のST降下パターンと冠動脈障害の関係を表4に示す。運動終了後におけるST降下がhorizontal又はupslopingのパターンにて回復する群とdownward slopingを経て回復する群とに分類した。前者の出現頻度は1枝障害にて15例中12例(80.0%)、2枝障害9例中5例(55.6%)、3枝障害14例中4例(28.6%)であり、障害枝数が増すとともに減少した。一方、それとは反対にdownwardパターンは障害枝数が多くなるにつれて増加した。ここで注目すべき点は、障害枝のない例のST降下は3枝障害のそれと同じdownwardパターンの多いことであった。したがって、このST降下パターンから冠動脈障害の重症度を予測す

表4 ST降下パターンと冠動脈障害枝数の関係

ST降下パターン	障害枝数				計
	なし	1枝	2枝	3枝	
horizontal または upsloping	1	12	5	4	22例
downward sloping	4	3	4	10	21
計	5	15	9	14	43

ることはできない。

### III 考 察

本邦では労作狭心症の診断にマスター2階段試験が多く使用されているが、その診断率はトレッドミルやエルゴメータに劣る。その理由としては虚血性変化が出現するのに必要な運動量が充分でないことによる。本研究では典型的狭心痛出現まで運動を施行し得た例を対象とし、43例中38例(88.4%)に冠動脈狭窄を認めた。Weinerら<sup>2)</sup>によれば91%に、Coleら<sup>3)</sup>は85%に、一方運動試験中胸痛なくST降下のみの場合にはそれぞれ65%、64%であったと述べている。

運動中に胸痛がなくともST降下の程度から、その冠動脈狭窄の程度を予測することは可能である。Goldmanら<sup>4)</sup>によれば0.3mV以上ST降下例における3枝障害の占める割合は69%であり、著者の8例中5例(62.5%)とほぼ同じ頻度であった。

ST降下の程度は心筋虚血の重症度やその広がりを反映している。それを決定する主なる因子となるのは冠動脈狭窄度である。Zohmanら<sup>5)</sup>によれば75%以上狭窄が存在すれば運動試験における虚血性変化の出現が期待できると述べた。著者の結果からも76%以上狭窄例は43例中36例(82.8%)に認め、さらに0.3mV以上ST降下を呈した全例に91%以上の狭窄を有した。

陰性U波は異常とみなされるが<sup>6)</sup>、Gersonら<sup>7)</sup>によれば運動試験にて陰性U波出現は左前下行枝狭窄の存在を示すと述べた。一方、著者の場合、障害枝数の増加とともに陰性U波の出現頻度は著しく増し、冠動脈正常例には1例も出現しなかった。

ST降下パターンについて、Goldschlagerら<sup>8)</sup>は、downward sloping ST降下例の1例を除く全例に冠動脈狭窄を有したと述べ、虚血性変化を示す所見とし

での重要性を示唆した。著者の場合、冠動脈障害枝数の増加とともにかかるボタンが多くなったが、冠動脈正常5例中4例に同様のボタンが出現した。したがって、著者の成績からは、正常冠動脈例は陰性U波を除き、ST 降下度又はボタンにて冠動脈疾患例と鑑別することは難しいといえよう。

## ま と め

トレッドミル法による胸痛出現例の負荷心電図所見は、冠動脈狭窄の存在を高率に推測できることを指摘した。

## 文 献

- 1) Ellestad, M. H., Allen, W., Wan, M. C. K., et al. : Maximal treadmill stress testing for cardiovascular evaluation. *Circulation* 39 : 517, 1969.
- 2) Weiner, D. A., McCabe, C., Hueter, D., et al. : The predictive value of chest pain as an indicator of coronary disease during exercise testing. (abstr) *Circulation* 54 (Suppl II) : II-10, 1976.
- 3) Cole, J. P. and Ellestad, M. H. : Significance of chest pain during treadmill exercise. *Am. J. Cardiol.* 41 : 277, 1978.
- 4) Goldman, S., Tselos, S., Cohn, K., et al. : Marked depth of ST-segment depression during treadmill exercise testing. *Chest* 69 : 729, 1976.
- 5) Zohman, L. R. and Kattus, H. A. : Exercise testing in the diagnosis of coronary heart disease. *Am. J. Cardiol.* 40 : 243, 1977.
- 6) Kishida, H., Cole, J. S. and Surawicz, B. : Negative U wave ; Clinical significance and possible mechanism. (abstr) *Circulation* 58 (supple II) : II-239, 1978.
- 7) Gerson, M. C., Phillips, J. F., Morris, S. N., et al. : Exercise-induced U-wave inversion as a marker of stenosis of the left anterior descending coronary artery. *Circulation* 60 : 1014, 1979.
- 8) Goldschlager, N., Selzer, A. and Cohn, K. : Treadmill stress test as indicators of presence and severity of coronary artery disease. *Ann. Intern. Med.* 85 : 227, 1976.

## シンポジウム

### 冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見

石 村 孝 夫\*・山 口 洋\*

#### は じ め に

運動負荷心電図の診断的価値およびその問題点について検討すべく、自験例385例について冠動脈造影所見と運動負荷心電図所見を対比検討したので報告する。なおその成績の一部はすでに報告済みであり<sup>1)</sup> 割愛した。

#### I 対象並びに方法

患者は胸痛を主訴として来院し、冠動脈疾患を疑って冠動脈・左室造影を施行した計385例で、この中には明白な心筋梗塞、労作性狭心症から、非定型的な胸

痛、あるいは、おそらく器質的病変に基づかない単なる胸痛症であろうと予測されても、いまだ断定しかねるもの、さらには異型狭心症までが含まれ、また特発性心筋症、弁膜症、心膜炎や、ジギタリス、 $\beta$ -遮断剤などの治療中のものは除外した。

冠動脈病変の分類は造影所見により、主要冠動脈に70%以上の狭窄病変を有する群 (ASHID 群) と、有意の狭窄病変をもたない群 (正常冠動脈所見群) に分類し、ASHD 群はさらに、過去に明らかな心筋梗塞発作を有し、心電図上、明白な梗塞パターンを呈した梗塞群と、そうでない非梗塞群に分類した。

運動負荷は Master double 二階段試験を標準とし、



心筋梗塞後や、あらかじめ重症病変が疑われるものでは1/2 single 量からはじめ、陽性のものはそれ以上の負荷は施行しなかった。運動負荷心電図の判定は1968年の Master の基準<sup>2)</sup>のうち、ST 下降 0.5 mm 以上、上昇 1.0 mm 以上、T 陰性化あるいは有意の変化を示したものを、および重症不整脈の出現したものを陽性とした。また負荷試験陰性のもののうち、負荷後の脈拍増加が負荷前に比べ20%以上にならないものは負荷不十分として除外した。

## II 結 果

### 1) 運動負荷心電図の陽性率 (表 1)

ASHD 群は169例中101例 (60%) が負荷試験陽性を示し、このうち非梗塞群では74%が陽性であったのに対し、梗塞群では50%においてのみ陽性であったのは注目される。一方、正常冠動脈所見群においては216例中93例 (43%) が陽性を示した。

表 1 運動負荷心電図の陽性率

冠動脈造影所見	例数	負荷試験結果	
		陽性例	陰性例
ASHD 群*	169	101(60%)	68
非梗塞群	72	53(74%)	19
梗塞群	97	48(50%)	49
正常冠動脈所見群**	216	93(43%)	123

\* 70%以上の狭窄病変を有するもの

\*\* 20%未満あるいは有意の狭窄を示さないもの

### 2) 罹患冠動脈数と負荷試験陽性率 (表 2 a)

非梗塞群72例について罹患冠動脈数により検討すると、単冠動脈病変では63%、二冠動脈病変では75%、三冠動脈病変では88%の高率に陽性を示し、罹患冠動脈数がふえるほどその陽性率も高くなった。一方、左主幹部病変だけをとり出すと9例全部が陽性を示した。

### 3) 罹患冠動脈部位と負荷試験陽性率

非梗塞群における単冠動脈病変の陽性率は60%と低いが、罹患冠動脈別に検討すると (表 2 b), 左前下行枝病変20例のうち15例 (75%) が陽性であったのに反し、右冠動脈では55%が陽性、左回旋枝単独病変では全例が陰性であり、単冠動脈病変では前下枝病変において負荷陽性率が高かったことは注目される。また二冠動脈病変の場合も (表 2 c), やはり左前下行枝

表 2 非梗塞群の運動負荷心電図

#### (a) 罹患冠動脈数と陽性率

罹患冠動脈数	例数	負荷試験結果	
		陽性例	陰性例
単冠病変	32	20 (63%)	12
二冠病変	16	12 (75%)	4
三冠病変	24	21 (88%)	3
左主幹部病変	9	9 (100%)	0

#### (b) 罹患冠動脈数と陽性率 (単冠動脈病変)

罹患冠動脈	例数	負荷試験結果	
		陽性例	陰性例
LAD	20	15 (75%)	5
RCA	9	5*(55%)	4
LCX	3	0 (0%)	3

LAD: 左前下行枝, RCA: 右冠動脈, LCX: 左回旋枝

\* うち3例は V<sub>4</sub> で ST 低下

#### (c) 罹患冠動脈数と陽性率 (二冠動脈病変)

罹患冠動脈	例数	負荷試験結果	
		陽性例	陰性例
LAD+LCX	11	9 (82%)	2
LAD+RCA	4	3 (75%)	1
RCA+LCX	1	0 (0%)	1

病変を含む症例に陽性率が高い。

### 4) 梗塞群の負荷試験陽性率 (表 3)

梗塞群の陽性率は97例中48例 (50%) と非梗塞群の74%に比べると有意に低く、さらに罹患冠動脈数と対比すると単冠動脈病変では40例中23例 (58%) が陰性、二冠動脈では45%、三冠動脈でさえも46%が陰性であったことは注目すべき点である。

また梗塞例の運動負荷心電図の判定に際しての重大

表 3 梗塞群の負荷試験結果

罹患冠動脈数	例数	負荷試験結果	
		陽性例 (Jeopardy*)	陰性例 (Jeopardy)
単冠病変	40	17 { (+) 5 (-) 12 }	23 { (+) 5 (-) 18 }
二冠病変	22	12 { (+) 11 (-) 1 }	10 { (+) 10 (-) 0 }
三冠病変	35	19 { (+) 19 (-) 0 }	16 { (+) 16 (-) 0 }
計	97	48 (50%)	49

\* なお冠動脈に危険な病変を有するもの (本文参照)

# 循環器負荷研究会

第7回：昭和53年8月5日 於：エーザイ本社ホール

## 〔第7回研究会〕

### 研究発表

#### 1. 運動負荷 UCG—健常および弁膜症例—

東京大学 第四内科

野田 汎史, 荻田 啓子, 天野 直美, 紅露 恒男

伊藤 良雄 ..... (619)

#### 2. 狭心症における血行動態変化の検討

—自転車エルゴメーター運動負荷と等尺性負荷の比較及び

ニトログリセリンの影響について—

北海道大学 循環器内科

伊藤 一輔, 村上 林児, 西島 宏隆, 本間 潤

安田 寿一 ..... (622)

#### 3. 心放射図 (RCG) による運動負荷の評価

京都大学 第三内科

門田 和紀, 神原 啓文, 川下 憲二, 河合 忠一 ..... (626)