

## アンケート集計報告

## 運動負荷試験と冠動脈所見

春 見 建 一\* . 外 畑 巖\*  
早 川 弘 一\* . 村 山 正 博\*

## はじめに

循環器負荷研究会が発足した目的の一つは、運動負荷試験の共通した診断基準を作ることである。その第一段階として、Master の2段階試験と冠動脈造影法の対比を行うことになり、その結果がまとまったので報告する。

## I 対象ならびに方法

対象は表1に示す各施設からの症例252例で、Master の2段階試験を行い且つ冠動脈造影が行われた

表1 冠動脈造影と運動負荷心電図

施設名	症例数
日本医科大学 第一内科	5
虎ノ門病院 循環器科	38
東京女子医大 心 研	25
名古屋大学 (安城厚生病院) 中検・第一内科	71
大阪府立成人病センター	9
住友病院 内 科	20
山口大学 第二内科	27
久留米大学 第三内科	57
計	252

運動負荷方法：マスター2段階法  
第8回循環器負荷研究会資料

症例である。Master の2段階試験は double を基本としているが、single にて明らかな陽性者、ならびに、double 施行不可能例は single の資料で分析を行った。各症例につき、安静時心電図および運動負荷後の心電図および、冠動脈造影所見の提出を求めた。春見、早川、村山の3人が、心電図を読影し、運動負荷後心電図のうち最大 ST 変化の誘導を決め、対照心電図と負荷心電図の ST 接合部および、接合部より 80 msec の点で、Q-Q 線からの ST の偏位を測定した。負荷前の ST 偏位を、ST<sub>Jc</sub> (接合部) ST<sub>80c</sub> (接

合部より 80 msec)、負荷後の ST の偏位を ST<sub>Jex</sub> (接合部)、ST<sub>80ex</sub> (接合部より 80 msec) とし、負荷後と負荷前の ST の差を求め、冠動脈造影所見と比較した。冠動脈造影所見は、いずれかの冠動脈に最大 51%以上の狭窄のある場合と、76%以上の狭窄のある場合とに分けた。

運動負荷心電図と冠動脈造影所見の結果を次のごとく表現した。表2に見るごとく、冠動脈造影所見が陽

表2 統計諸値計算法

	冠動脈造影	運動負荷
True Positive	+	+
True Negative	-	-
False Positive	-	+
False Negative	+	-

$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{True P}}{\text{True P} + \text{False N}}$$

$$\text{Specificity} = \frac{\text{True N}}{\text{False P} + \text{True N}}$$

$$\text{Predictive value (positive)} = \frac{\text{True P}}{\text{True P} + \text{False P}}$$

$$\text{Predictive value (negative)} = \frac{\text{True N}}{\text{True N} + \text{False N}}$$

性で且つ運動負荷試験陽性群を true positive, 両所見ともに陰性群を true negative, 運動負荷試験陽性のものを false positive, 冠動脈造影所見のみ陽性の群を false negative とした。sensitivity は、冠動脈造影所見者のなかの運動負荷試験陽性率、specificity は、冠動脈造影所見陰性者のなかで運動負荷試験の陰性の率、predictive value (positive) は、運動負荷試験陽性者中の冠動脈造影陽性所見の率、predictive value (negative) は運動負荷試験陰性者のなかの冠動脈造影所見陰性の率である。運動負荷試験がどの程度冠動脈疾患を診断できるかには predictive value の値が重要といえよう。

表3 冠動脈造影と運動負荷心電図(非梗塞例)

C.A.G. (%)	Jex-Jc			J <sub>max</sub> ex-J <sub>max</sub> c		
	計			計		
	~50	51~75	76~	~50	51~75	76~
~2.0	3		4	3		5
1.9~1.0		2	1	5		1
0.9~0.5	1			7		4
0.4~0.1	6	1	5	7	1	2
0	2	2	2	2	2	4
-0.1~-0.4	12		1	8	4	1
-0.5~-0.9	8	2	11	9	6	7
-1.0~-1.9	14	7	25	9	2	18
-2.0~	6	3	11	2	2	18
計	52	17	60	52	17	60

C.A.G. %	Jex-Jc				J <sub>max</sub> ex-J <sub>max</sub> c			
	≥76	≥76	≥51	≥51	≥76	≥76	≥51	≥51
	≥1 mm ↓	≥0.5 mm ↓	≥1 mm ↓	≥0.5 mm ↓	≥1 mm ↓	≥0.5 mm ↓	≥1 mm ↓	≥0.5 mm ↓
True Positive	36	47	46	59	36	43	40	53
True Negative	26	16	22	14	31	16	19	10
False Positive	30	40	20	28	15	30	11	20
False Negative	14	3	18	5	12	5	21	11
小計	106	106	106	106	94	94	94	94
上昇例	23	23	23	23	35	35	35	35
Sensitivity	0.720	0.940	0.719	0.922	0.750	0.896	0.625	0.828
Specificity	0.464	0.286	0.524	0.333	0.674	0.348	0.633	0.333
Predictive Value (Positive)	0.545	0.510	0.697	0.678	0.706	0.589	0.784	0.726
Predictive Value (Negative)	0.650	0.842	0.550	0.736	0.720	0.761	0.441	0.476

## II 結 果

### (1) 非梗塞例における冠動脈造影所見と運動試験との対比

表3に冠動脈造影所見と、ST 接合部および ST 接合部より 80 msec の点における ST 降下度の対比の表、および sensitivity, specificity, および predictive value の表を示す。上の表に見るごとく、冠動脈狭窄50%以下は52例、51~75%は17例、76%以上は60例である。表の上半分は運動負荷後 ST が上昇した例、0は不変、それより下は ST の下降した例を示す。下の表の左半分は、ST 接合部で測定した時、右半分は、ST 接合部より 80 msec の点で測定した時の

それぞれの症例数と、統計的諸値である。ST 接合部で判定した場合、冠動脈造影所見からみた運動負荷の sensitivity は、心電図の ST 降下を 1 mm で陽性とする、冠動脈狭窄76%でも51%でも、陽性率は72%であり、ST を 0.5 mm でとると、それぞれ94%、92%と高い値をとる。しかしながら、specificity は悪く、1 mm でとると、46%~52%、0.5 mm でとると、0.29~0.33と低い。一方、運動負荷試験の確からしさを示す predictive value をみると、76%以上を検出する率は 1 mm でも 0.5 mm でも、54%であり、51%の狭窄する率は70~68%で比較的高い。一方、運動負荷試験が一であった場合に冠動脈造影所見が陰性である確からしさは、0.5 mm 以下を陰性とする、76

%以下の狭窄は84%, 51%以下の狭窄は74%とかなりよい値を示す。同様にして, J点より 80 msec の点における ST の降下度と冠動脈所見を比較すると, 4つのパラメータが平均してよいのは  $J_{80}$  msec 1 mm 以上の降下で, 76%以上の冠動脈狭窄を判定した場合である。specificity が67%であるが, 他は70%で良い値を示している。陽性陰性所見を含め, 70%の確からしさが得られたことは, 今後この判定基準が用いられるべきことを示唆している。スクリーニングとしては, J点で 0.5 mm をとると, 運動負荷試験陽性の確からしさ, すなわち predictive value + は, 68%, 0.5 mm 以下の降下, すなわち陰性の確からしさは, 74%でこの値を臨床的に用いられ得ると思われる。

## (2) 梗塞症例における冠動脈造影所見と運動負荷心電図との対比

表4に梗塞症例の結果を表3と同様にして示す。なお梗塞症例としたのは, 心電図に明らかな異常Qを認め, 心電図判定者3人の意見が梗塞と一致したものである。冠動脈狭窄50%以下が31例, 51~75%が10例, 76%以上が82例, 計123例であり, 心電図が梗塞所見があった123例中冠動脈狭窄が50%以下の症例が31例, 25%含まれていたことになる。このうち運動負荷でSTの上昇を生じた10例をのぞき113例につき表3と同様の分析を行った。表3と表4を比較して目立つことは, 梗塞例にあっては, 冠動脈造影陽性で, 運動負荷試験陽性の false negative の症例が多いことであ

表4 冠動脈造影と運動負荷心電図 (梗塞例)

C.A.G. (%)	Jex-Jc			J <sub>80</sub> ex-J <sub>80</sub> c		
	計			計		
	~50	51~75	76~	~50	51~75	76~
~2.0			2			3
1.9~1.0			2			3
0.9~0.5	1		1	3		6
0.4~0.1	2	1	1	8	2	7
0	4		6	1		4
-0.1~-0.4	3	3	14	4	3	10
-0.5~-0.9	5	2	12	5	1	15
-1.0~-1.9	10	2	28	7	1	16
-2.0~	6	2	16	3	3	18
計	31	10	82	31	10	82

C.A.G. %	Jex-Jc				J <sub>80</sub> ex-J <sub>80</sub> c			
	≥76	≥76	≥51	≥51	≥76	≥76	≥51	≥51
	≥1 mm ↓	≥0.5 mm ↓	≥1 mm ↓	≥0.5 mm ↓	≥1 mm ↓	≥0.5 mm ↓	≥1 mm ↓	≥0.5 mm ↓
True Positive	44	56	48	62	34	49	38	54
True Negative	17	10	12	7	14	8	10	5
False Positive	20	27	16	21	14	20	33	17
False Negative	32	20	37	23	29	14	10	15
小計	113	113	113	113	91	91	91	91
上昇例	10	10	10	10	32	32	32	32
Sensitivity	0.579	0.737	0.565	0.729	0.540	0.778	0.792	0.783
Specificity	0.459	0.270	0.429	0.250	0.500	0.286	0.233	0.227
Predictive Value (Positive)	0.530	0.675	0.750	0.747	0.708	0.110	0.535	0.761
Predictive Value (Negative)	0.346	0.333	0.244	0.233	0.325	0.363	0.500	0.250

る。Jex-Jc の左の項で、false negative の全症例に  
対する%をみると、各列の%は非梗塞例は左より、  
13.2, 2.8, 16.9, 4.7%であるが、梗塞群では、28.3,

17.6, 32.7, 20.3%とそれぞれの項目で、高い値を示  
し、梗塞群では、false negative が多いことが示され  
ている。したがって、このため、sensitivity は梗塞

表5 冠動脈造影と運動負荷心電図 (Jex-J<sub>soex</sub>)

STの形状による考察

梗 塞						Jex-J <sub>soex</sub> (mm)	非 梗 塞						
ST↓-0.4~0.4mm			ST↓0.5mm以上				ST↓-0.4~0.4mm			ST↓0.5mm以上			
~50	51~75	76~	~50	51~75	76~		~50	51~75	76~	~50	51~75	76~	
	2		4	3	14	sagging 型 0.1~	3			4	1	12	
2	1				4	horizontal 型 0	1	1		1	1	4	
1			5	6	9	slow uploping 型 -0.1~ -0.4	3		1	5	2	8	
4	1	9	6	1	10	slow upstopping 型 -0.5~ -0.8	3	2	3	3	4	10	
2			7	5	2	19	junctional 型 -0.9~	10		4	15	4	13

表6 冠動脈造影と運動負荷心電図 (Jex-Jc)

冠動脈造影51%以上陽性の組合

	一枝	二枝	三枝	小計	50%以下	計
梗 塞	1+14+25 25/39 64.1%	2+9+18 18/27 66.7%	1+2+18 18/20 90.0%	90	1+9+21 21/30 70%	121
非梗塞	6+10+30 30/40 75.0%	1+0+14 14/14 100.0%	0+1+15 15/16 93.8%	77	4+20+28 28/48 58.3%	129

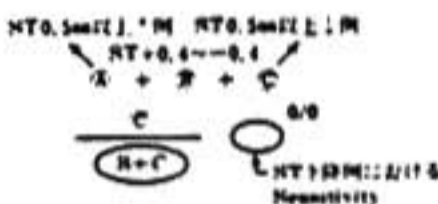
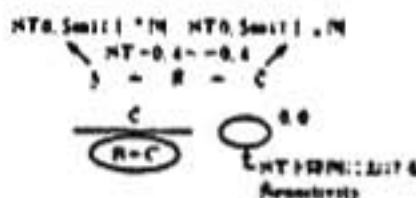


表7 冠動脈造影と運動負荷心電図 (Jex-Jc) : 一枝

冠動脈造影51%以上陽性の場合

	RCA	LMT	LAD	CX	計
梗 塞	0+2+6 6/8 75.0%	0+1+4 4/5 80.0%	1+11+14 14/25 56.0%	0+0+1 1/1 100.0%	1+14+25 25/39 64.1%
非梗塞	2+1+5 5/6 83.3%	0+0+3 3/3 100.0%	4+7+18 18/25 72.0%	0+2+4 4/6 66.7%	6+10+30 30/40 75.0%



例にあつては、非梗塞例に比し低く、  
接合部で ST の降下を判断した群で  
は74%をこえず、接合部より 80  
msec の部で測定した場合も80%以  
下である。又 specificity も同様の  
傾向を示している。梗塞例では、非  
梗塞例に比し、false positive 例が  
少ない傾向がある。したがって、  
predictive value positive すなわち、  
運動負荷試験陽性者の確からしさ  
は、梗塞例において高く、各パラメ  
ーターにおいて、非梗塞例に比しや  
や高い。しかしながら、predictive  
value negative, すなわち運動負荷  
試験陽性者で、冠動脈造影所見の陰  
性の症例の頻度は、梗塞例では、非  
梗塞例に比し著明に低く、J<sub>soex</sub>-J<sub>soe</sub>,  
51%冠狭窄、ST 降下 1mm の項の  
0.5を除くとほとんど0.35以下であ  
る。

以上表3, 表4を通じて示唆され  
ることは、sensitivity, specificity,  
predictive value positive, 同 nega-  
tive とともに平均して良い値をとっ  
ているのは、非梗塞例で、J点より  
80 msec の点で ST が 1mm 以上  
下降した症例を陽性にとった場合で、  
specificity が0.674以外はすべて  
0.70以上であり、すぐれていると思  
われる。

この診断基準は、梗塞例にあつて  
はやや悪く、sensitivity, specificity  
ともに5割で predictive value は  
positive は0.7と高いが negative  
は0.32と低い。Master の2階段試  
験の側からみた場合、試験陽性の確  
からしさである predictive value  
positive と試験陰性の確からしさ、

predictive value negativ の両者が、ともに70%近くにあるのは、非梗塞例のみにみられ、上述の項目と、J点において0.5 mm 以上低下した場合、51%以上の冠動脈狭窄の存在を疑う項目の2つである。したがって、後者は Master の運動負荷試験のスクリーニングの規準として用いられ得る可能性があり、より確かな診断のためには、前者ということになる。

### (3) 運動負荷後心電図のパターンと冠動脈狭窄度との関係

運動負荷後の心電図につき、J点と、80 msec の時点の ST 降下度を測定した値の差を表5のごとく分類した。値が0.1以上は、80 msec の点がJ点より下っている ST sagging を示す。0は両点が同じ、すなわち horizontal を示す。-0.1~-0.4および-0.5~-0.8の項は ST の傾斜 1 mV/1秒以内のいわゆる upsloping ST depression のパターンに入るものである。-0.9~の群は、junctional ST depression である。非梗塞例につき、ST -0.4~0.4 mm でも slow upsloping, horizontal, sagging 型を運動負心電図陽性、冠動脈狭窄51%以上を陽性としてみると、運動負荷試験で ST 降下が 0.5 mm にみたなくて負荷陰性としたもの31例中21例が陽性になる。このなかに冠動脈狭窄が有意であるものが7例含まれるが、冠動脈狭窄のない14例も負荷陽性となり、結果を悪くすることになる。ST の降下のパターンをどの程度考慮すべきかは今後の課題である。

### (4) 疾患冠動脈枝と運動負荷心電図所見

表5上段に51%以上狭窄のある冠動脈の数と、ST 接合部における ST 降下の程度を比較した結果を示す。一枝、二枝、三枝はそれぞれ51%以上の狭窄が1枝、2枝又は3枝にあるという意味である。カッコの数字は右上に説明があるように、一枝非梗塞の例をみると、運動負荷後の ST が負荷前の ST に比し 0.5 mm 以上上昇している例6例、両者の差が、0.4~-0.4 mm の間にある者すなわち有意の ST 変化のないもの10例、ST 接合部で負荷後 0.5 mm 以上下降した例30例で計対象は46例であることを示し、ST 上昇例を除外し、ST 接合部の不変ないし下降例のみについて、ST 接合部 0.5 mm 以上降下を陽性した場合の運動負荷試験の陽性率すなわち sensitivity は30/40, 75%であることを示している。二枝、三枝ではそれぞれ

100%, 93.8%と高い sensitivity を示す。非梗塞例で冠動脈疾患のあった例は計77例である。50%以下の項では心電図所見の例数の示し方は同じであるが、同様にして ST 降下を生じた症例の%を算出してある。これは false positive の頻度で、58.3%と高く、したがって100%からこの値を引いた specificity は悪いことがわかる。梗塞例を上段に示してあるが、1~3枝ともに非梗塞例に比し、負荷心電図の陽性率がやや悪い。以上の傾向は、冠動脈狭窄を76%以上とした場合にもほぼ同様の傾向が示されている。

### (5) 冠動脈1枝疾患の場合、狭窄の局在性と運動負荷試験結果との対比

表7に、冠動脈狭窄が1枝に限られた非梗塞40例、梗塞39例、計79例につき、罹患冠動脈と負荷心電図陽性との関係をみた結果を示す。狭窄は51%以上を、心電図所見のとり方は表6と同様である。各項目ともに症例数が少ないので、参考程度の結論となるが、左主幹動脈 (LMT) は梗塞、非梗塞にかかわらず、心電図陽性率が最も高く、右冠動 (RCA) がこれにつき、前下降枝 (LAD) は、陽性率がおとり、特に梗塞例は56%と最も低い値を示した。

## 結 語

循環器負荷研究会参加諸施設合同で、冠動脈造影所見と Master's two step test による心電図所見を対比し、次の結果を得た。

1. 対象は8施設より提供された252例である。
  2. Master's two step test の sensitivity, specificity, predictive value positive および negative の値は、非梗塞例において梗塞例より高い値を示した。
  3. 非梗塞例において、冠動脈狭窄度51%以上および運動負荷前後の ST 接合部の差 0.5 mm 以上を陽性所見とすると、sensitivity 0.92, specificity 0.33, predictive value 0.74であり、specificity において劣るが、スクリーニングとして使用し得ると思われる。
- 冠動脈狭窄度70%以上および運動負荷前後の ST 接合部より 80 msec の点の差 1.0 mm 以上を陽性とする、sensitivity 0.75, specificity 0.67, predictive value positive 0.71, predictive value negative 0.72 と平均して約0.7の値をとり、診断基準としてはすぐれていることが示唆された。
3. 1枝疾患より多枝疾患の方が運動負荷陽性率が高かった。

## 〔第8回研究会〕

## 1. 一般マラソン鍛練者の運動負荷試験

石 田 恵 一\*・井 上 健\*

鈴 木 寛\*・関 清\*

## I はじめに

心臓疾患を防ぐために、運動をどのように位置づけていくかは、人類の幸福や健康と切り離して考えられない重要な問題である。ここでは、その概念的な議論はさておき、昨今ブームといわれるほど飛躍的に増加しているマラソンを取り上げ、とくに循環器の立場から、運動の身体に与える影響の一端を検討する。すなわち、この研究の目的は、趣味または健康の維持のためにマラソンを行っている一般の中高年齢者を対象に、運動負荷試験を行い、潜在性冠不全の存在、重篤な不整脈などの危険因子の有無、あるいはマラソンの身体に与えるよい面、そうでない面などを検討することである。

## II 対象と方法

対象は昭和53年5月から53年12月までに、全国から無差別に募った106例、男102例、女4例、年齢31ないし77才、平均年齢 $49.3 \pm 9.4$ 才、平均身長 $164.8 \pm 6.0$  cm、平均体重 $58.5 \pm 6.5$  kg、ランニングの経験 $\frac{1}{2}$ ないし30年、平均 $5.1 \pm 5.0$ 年であった(表1)。既往歴は、高血圧症22例(20.8%)、高脂血症19例(17.9%)、糖尿病15例(14.2%)、不整脈13例(12.3%)、その他の心電図異常13例(12.3%)、狭心症10例(9.4%)などであるが、これらはすでに治癒したり、十分にコントロールされているものがほとんどであった。また、ST-segmentのパターンを比較するために、当院で経験した主要冠状動脈の1枝以上に75%以上の狭窄を有する虚血性疾患27例を別に選んだ。

負荷の方法は、case<sup>1)</sup>を用いて、BruceのProtocolによりMaximal exerciseを行った。検査項目は、運動負荷前、負荷中、負荷後の心電図と心拍数の連続記録、Cuff法による非観血的血圧測定および胸

表1 対象の内訳と負荷心電図所見

	Total (106 subjects)	Exercise ECG	
		Positive (31 subjects)	Negative (75 subjects)
Age (Years)	$49.3 \pm 9.4$	$53.2 \pm 10.6$	$47.4 \pm 8.4$
Height (cm)	$164.8 \pm 6.0$	$162.6 \pm 5.9$	$165.9 \pm 5.3$
Weight (kg)	$58.5 \pm 6.5$	$56.7 \pm 6.3$	$59.3 \pm 6.4$
Experience (km/month)	$153.6 \pm 94.1$	$158.0 \pm 96.3$	$151.6 \pm 93.8$
(Years)	$5.1 \pm 5.0$	$6.4 \pm 7.3$	$4.4 \pm 3.2$
Chest X-P (CTR) (%)	$46.4 \pm 4.2$	$46.9 \pm 3.8$	$46.5 \pm 4.5$
Exercise time (Min)	$14.0 \pm 2.4$	$14.1 \pm 2.4$	$14.0 \pm 2.4$
Heart Rate: Rest (Beats/min)	$68.3 \pm 11.1$	$65.9 \pm 8.8$	$69.4 \pm 11.9$
Max.	$166.5 \pm 8.1$	$165.6 \pm 6.2$	$166.9 \pm 8.7$
Blood Pressure: (mmHg)			
Rest: Syst.	$137.4 \pm 17.3$	$144.8 \pm 18.7$	$134.4 \pm 15.8$
Diast.	$90.3 \pm 10.4$	$94.1 \pm 13.9$	$88.9 \pm 8.2$
Max: Syst.	$194.5 \pm 25.0$	$200.6 \pm 28.3$	$192.0 \pm 23.3$
Diast.	$88.5 \pm 12.0$	$88.4 \pm 14.2$	$88.5 \pm 11.2$

部レントゲンである。心電図の判定は、ST-j点、ST-slopeからST-indexを用いる方法<sup>2)</sup>によった。

## III 成 績

運動負荷時間は、平均 $14.0 \pm 4.2$ 分、心拍数平安静時 $68.3 \pm 11.1$ /分から最大 $166.5 \pm 8.1$ /分まで増加、血圧(立体)は安静時の収縮期 $137.4 \pm 17.3$  mmHg、拡張期 $90.3 \pm 10.4$  mmHgから、それぞれ最大 $194.5 \pm 25.0$  mmHg、 $88.5 \pm 12.0$  mmHgとなった(表1)。運動負荷心電図に陽性を示したものは31例(29.2%)、陰性を示したものは75例(70.8%)であった(表1, 2)。このうち陽性を示したものを、ST-segmentのパターンにより4つに分類した(表2)。J-point

表2 ST-Segmentのパターンによる分類

	No.	Age	J-Point ST-DEP.	Upsloping ST-DEP.	Horizontal ST-DEP.	Downward ST-DEP.
Marathonetes	31	53.2±10.6	14 (45%)	12 (39%)	5 (16%)	0
IHD	27	55.5±8.3	0	9 (33%)	12 (44%)	6 (22%)

表3 既往歴と負荷心電図所見との関係

	Total		Exercise ECG			
	No.	(%)	Positive		Negative	
			No.	(%)	No.	(%)
	106		31		75	
Hypertention	22	(20.8)	9	(29.0)	13	(17.3)
Hyperlipidemia	19	(17.9)	5	(16.1)	14	(18.7)
Diabetes mellitus	15	(14.2)	9	(29.0)	6	(8.0)
Arrhythmia	13	(12.3)	4	(12.9)	9	(12.0)
ECG abnormality	13	(12.3)	6	(19.3)	7	(9.3)
Angina pectoris	10	(9.4)	2	(6.5)	8	(10.7)
Hyperuricemia	6	(5.7)	2	(6.5)	4	(5.3)
Myocardial infarction	1	(0.9)	0		1	(1.3)

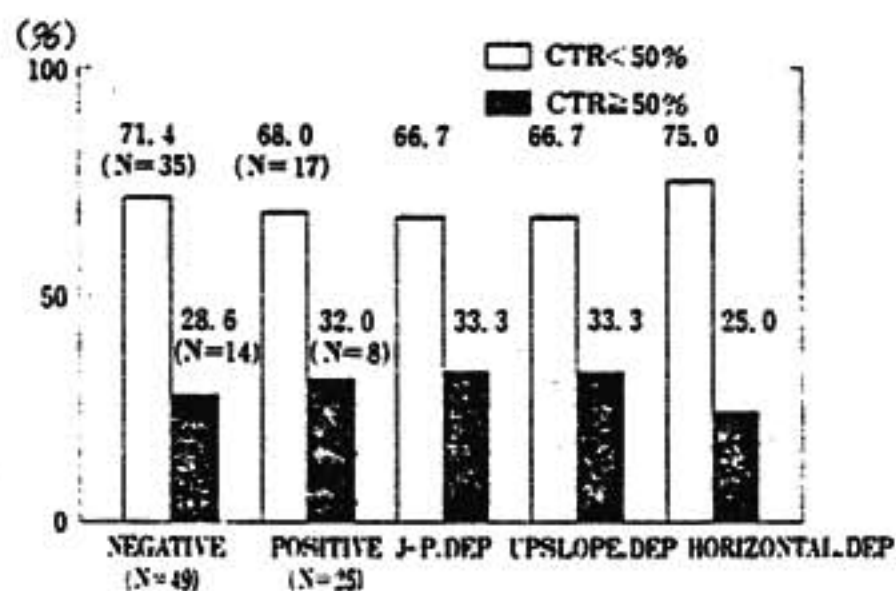


図1 心胸廓比と心電図所見との関係

depression と Upsloping depression との区別は、J点より 80 mm の ST depression 1 mm を境とする Ellestadt らに従った。これによるとマラソン鍛練者は、J-point が約半数をしめ、Upsloping と合わせると 26 例 (83.9%) をしめており、Downsloping は認められない。一方、主要冠状動脈に 75% 以上の狭窄を有する 27 例では、そのピークはマラソン鍛練者より右寄りを示している。すなわち、マラソン鍛練者の ST-segment のパターンは、正常群とも虚血性心疾患群とも異なることを示している。また、これら陽性例すべてが何ら狭心症を考えさせる臨床症状のなかった

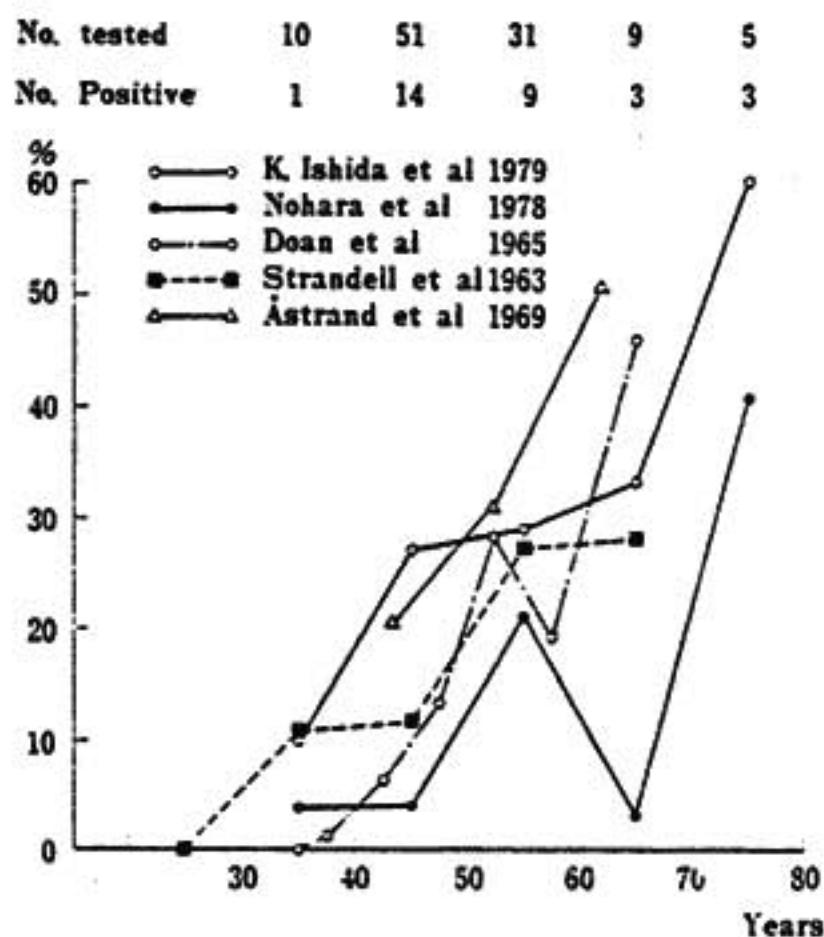
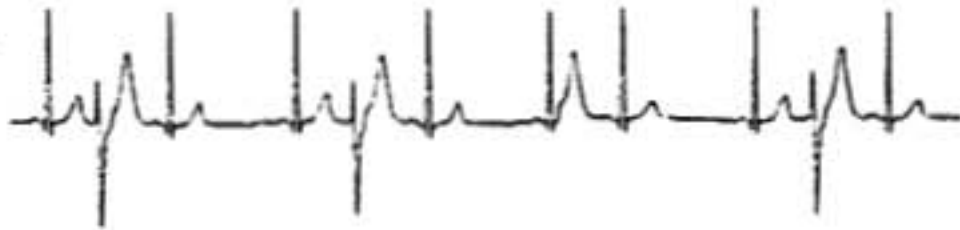


図2 正常例の年齢別心電図陽性率

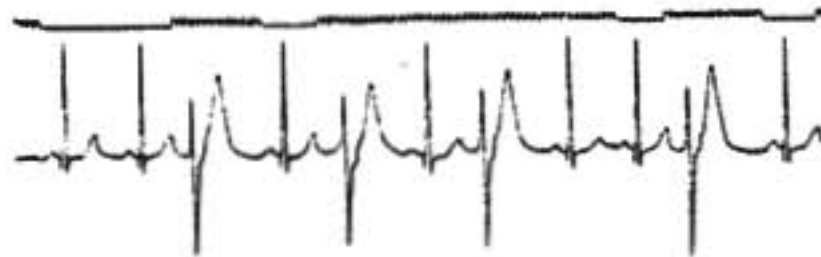
ことは興味のあることと思われる。表3は既往歴と負荷心電図との関係を示している。高血圧、高脂血症、不整脈、狭心症、高尿酸血症は、陽性例の方が、陰性例より多くをしめている。図1は心胸廓比と ST-index との関係を示す。ST-index 陰性例では、陽性例に比

S.M. 46 yo M. (No 400) 7/25/78  
 W : 61 kg H : 167 cm  
 CTR : 54%

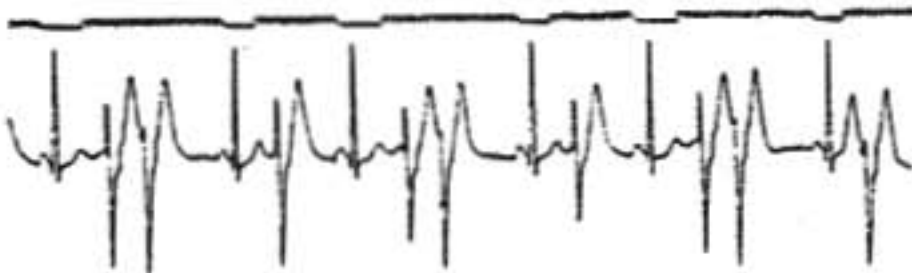
STANDING REST  
 HR59 / min  
 BP130 / 100 mmHg  
 V<sub>5</sub>



1 MIN  
 1.7 MPH, 10%  
 HR106  
 -0.2 / 0.9



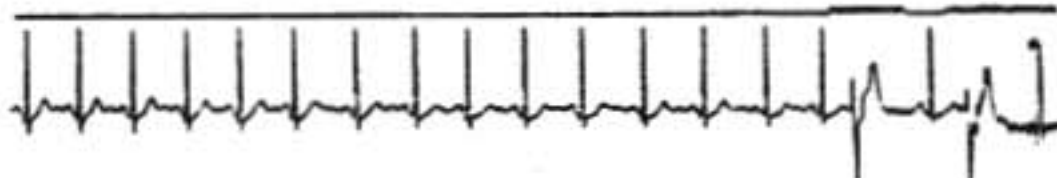
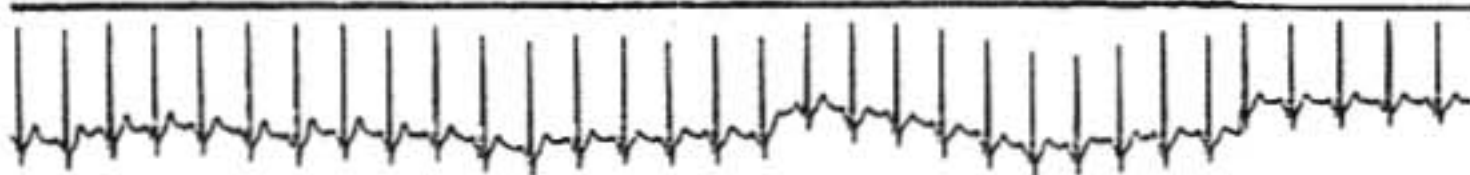
5 MIN  
 2.5 MPH, 12%  
 HR144  
 BP160  
 -1.0 / 1.1



12 MIN  
 4.2 MPH, 16%  
 HR190  
 BP170  
 -2.8 / 2.7



RECOVERY  
 STAGE 0 - 1  
 HR186 / min  
 -2.2 / 3.5



STAGE 0 - 3	STAGE 0 - 4	STAGE 0 - 5	STAGE 0 - 6	STAGE 0 - 7
HR98 / min	HR84	HR97	HR83	HR106
-1.0 / 2.5	-1.0 / 1.5	BP syst 148 -1.0 / 1.1	-0.8 / 1.2	-0.9 / 0.9

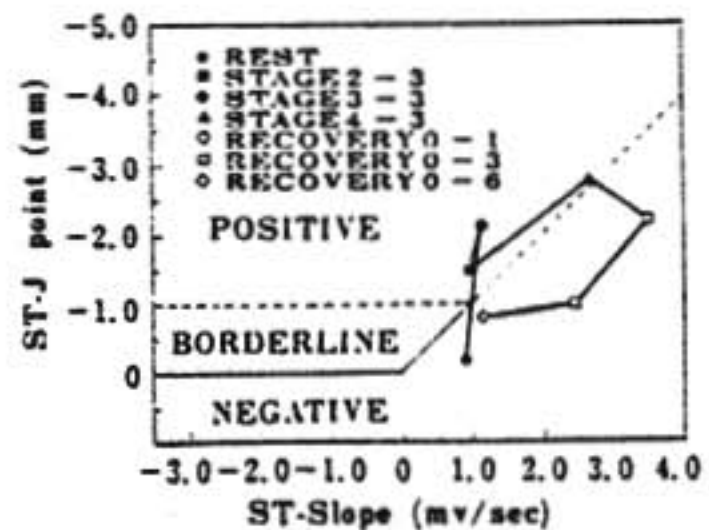


図3 症例1 : 46才, 男子



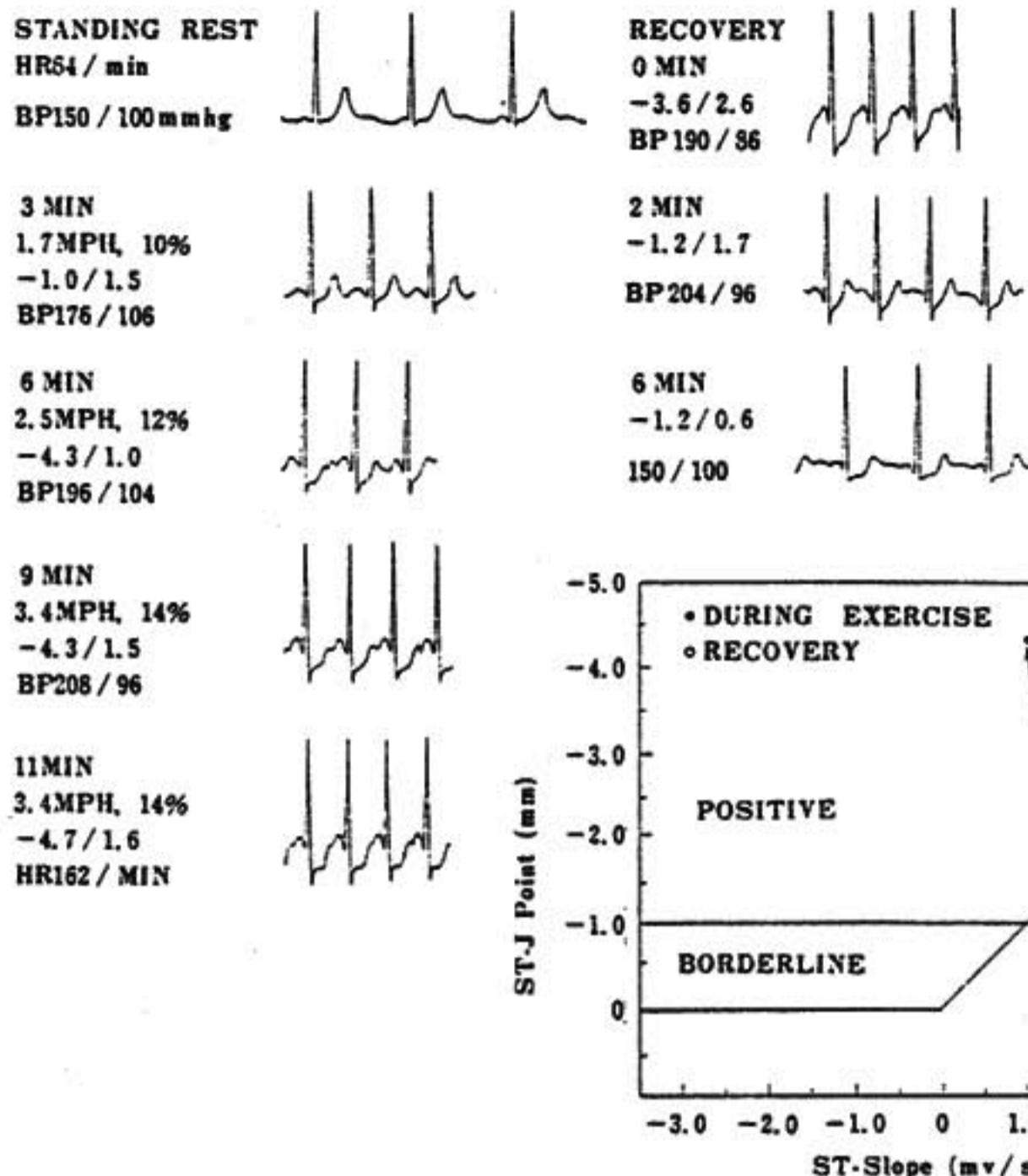


図4 症例2: 49才, 男子

べて心胸部比50%以下のものがわずかながら多く, また50%以上例は, わずかながら少ない。また, ST-Segmentのパターンによる分類では, J-pointとUpslopingとは両者まったく同じであるが, Horizontalでは予想に反して, 心胸部比50%以下の方が多い。図2はST偏位の陽性率を年齢ごとにプロットし, 他のいわゆる正常群の報告と比べたものである。30才代は10例中1例(10%), 40才代は51例中14例(29.0%), 50才代31例中9例(29.0%), 60才代9例中3例(33.3%), 70才代5例中3例(60%)であった。この図で特徴的な点の一つは, 30才代から40才代にかけてと, 60才代から70才代にかけて2つの急峻な直線を示していること, もう一つの特徴はマラソン鍛練者の陽性率が他に比べて決して少なくないことである。

症例1: 46才の男子, CTR 54%, 血圧 130/100 mm Hg, 5年前から毎日 3 km, 週末に 10 km を走っており, 2年前に脈の異常を指摘されているが放置して

いた。安静時心電図ですでに VPC の多発があり, 運動とともに増加, Bruce の Stage 2 で 2 連発, Stage 4 では 2 ないし 4 連発, ST-j 点は  $-2.8$  mm の低下を示した。Recovery phase で一旦, VPC は消失, 6 分後から再び出現した。ST-index は Positive zone に認められる。負荷の全経過を通じてまったく無自覚であった。本人は走ることをどうしても諦めることができず, 現在でも軽い Jogging を続けている(図3)。

症例2: 49才の男子, 2年前から走り始めた。Bruce の Protocol 11分後に ST-j 点  $-4.7$  mm, Slope  $1.6$  mv/sec と著明な低下を示した。ST-index の時間的経過も明らかに Positive zone に認められる(図4)。

症例3: 77才の男子, 4年前からマラソンを開始, 毎回大会に出場している既往歴のない元気な老人であるが,  $-4$  mm の ST 低下を認める(図5)。

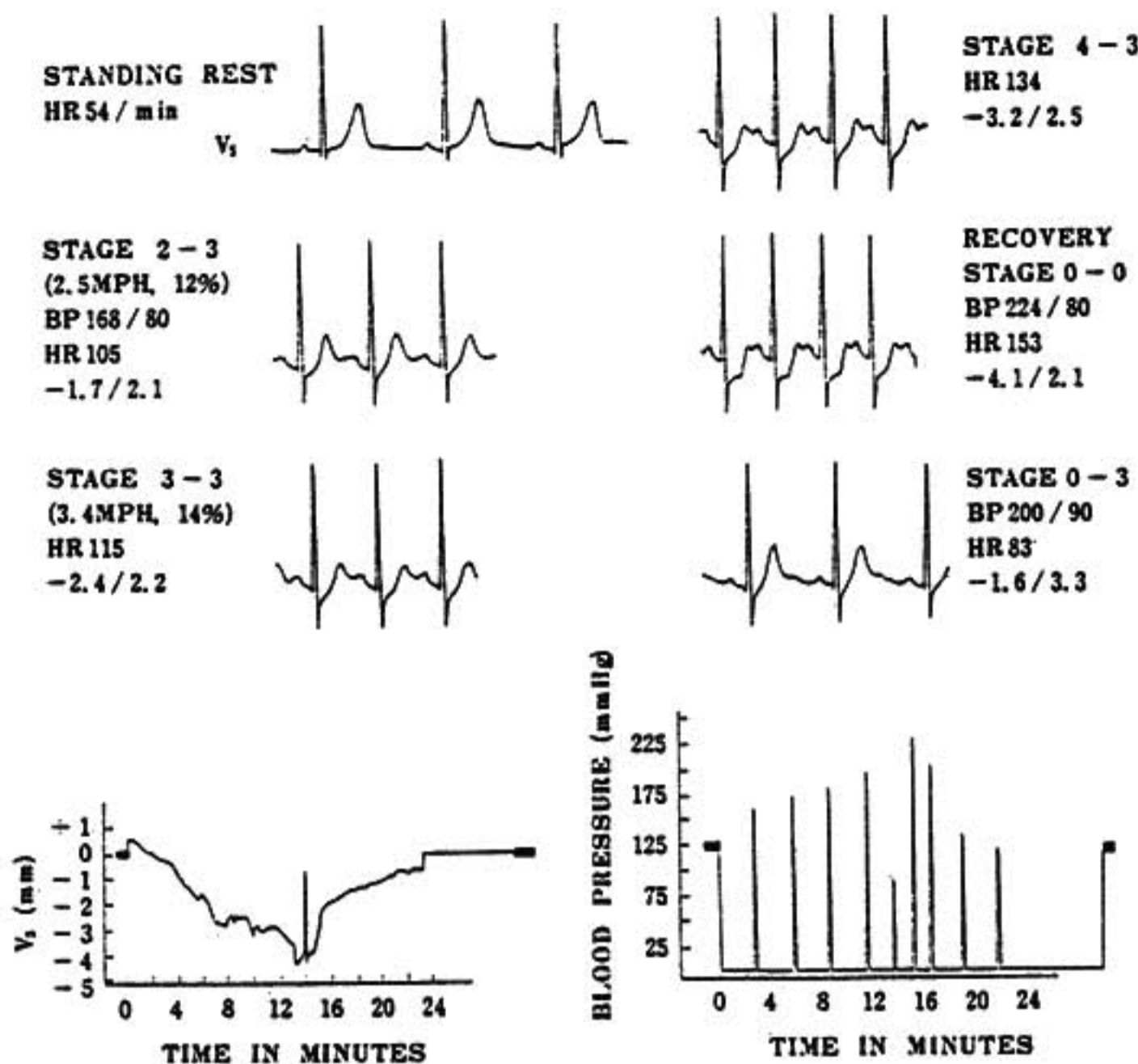


図5 症例3 : 77才, 男子

#### IV 考案並びに結語

激しい仕事をする人は、ほとんど身体的運動をしない人に比べて、虚血性心疾患に罹患する頻度が極端に異なる<sup>3)</sup>といわれているが、本成績や最近の報告<sup>4)</sup>から、マラソン選手は虚血性心疾患にならないとする大胆な仮説<sup>5)</sup>は誤りであろう。一方、臨床的に正常な中年が運動負荷によって、心電図上 ST-segment が 1mm 以上降下を示す頻度は 5~13%<sup>6)</sup>という。しかし、図2に示すごとく Åstrand のように高いもの、Nohara のように低いものなど報告者により、相当の差が認められるが、これは負荷の程度、心電図の判定規準、人種の差などに起因しよう。著者の陽性率は他の報告者のそれより高い頻度にあることは注目されよう。これは一つには、Maximal exercise test であることにもよっているが、Running が心臓に与える影響は、虚血性変化というものに限ってみれば必ずしもよい結果を示してはいないであろう。しかし、持久的運動が心拍数を減少させる、血圧を降下させる、

血流の粘性を弱め血栓形成を抑制する、体重を減少させるなど、また精神面では Stress の除去にも役立つことを考えれば、プラスマイナス両面から、個々に適したランニングを選択すべきであることを蛇足ながら付記する。

#### 文 献

- 1) 石田恵一, 他: 日本臨床 35: 156, 1979.
- 2) Zuckel, et al.: Am. J. Public. Health 49: 1630, 1959.
- 3) Noakes, T. D., et al.: Am. Heart J. 98: 669, 1979.
- 4) 上野正彦, 他: 医学のあゆみ 107: 664, 1978.
- 5) Bassler, T. J.: Lancet 2: 712, 1972.
- 6) Bassler, T. J.: Science 182: 113, 1973.
- 7) Detry, J-M. R.: Exercise testing and training in coronary artery disease. The Williams and Wilkins Company. Baltimore. p31, 1973.

## 質 疑 討 論

杉下 (筑波大) 若年者で, 運動負荷中 ST の相当降下する例があるが, その機序をどう考えるか.

石田 重要かつ難しい問題ですが, 例えばここに法医学のデータがあります. 若い年齢層が半数を占めております. 参考までに提示いたします (表4).

村山 (座長) CAG を施行した例はあるか.

石田 陽性例でも, 自覚症がほとんどないためか, 本人の承諾が得られず行っておりません.

本間 (北大) 血圧の反応はどうか.

石田 収縮期血圧 200 mmHg を越える例が相当みられる.

沖下 (日医大) QRS amplitude についてはどうか.

石田 今回, それに関しては検討していない.

水野 (愛知県総合保健センター) XYZ でみていると, 負荷で ST が上昇し, 中止後 Terminal inversion のかっこうを示し, これはどこかに ST depression のところがあって, Reciprocal にそうになっているのかもしれないが, このような例では判定に迷うことがある.

石田 スカラーだけでみておきますと, Variant form のタイプを示す例は認めておりません.

表4 東京都医務監察院で取り扱った都内23区内での, 過去4年間のマラソン中の死亡9例と, 冠状動脈硬化症が原因で運動中に死亡した3例を示す.

マラソン中の死亡  
過去4年間, 都内23区で起きた死亡例

年齢(才)	性	疾患名ないし剖検所見	西歴
16	男	急性心機能不全	1975
68	男	冠状動脈入口より1~3cmに閉塞	1976
21	男	急性心機能不全	1976
33	男	求心性肥大	1976
58	男	冠状動脈硬化症 (全体につよい)	1977
47	男	冠状動脈硬化症	1978
14	男	急性心機能不全	1978
19	男	急性心機能不全, 心血管系の低形成	1978
※25	男	前下行枝の閉塞と破裂	1978

その他の運動中の死亡

過去4年間, 都内23区で起きた死亡例, 冠状動脈硬化症を原因とするもののみ

年齢(才)	性	運動の種類	疾患名ないし剖検所見	西歴
62	男	阿波踊	急性心筋梗塞, 冠状動脈硬化症	1976
26	男		冠状動脈硬化症 (全体につよい)	1977
69	男	スケート	急性心筋梗塞左冠状動脈血栓症	1978

文献: 1. 上野正彦, 田島義文: スポーツ中の急性死について, 医学のあゆみ 107: 664, 1978.

2. 上野正彦: 私情

※ T病院症例

## 2. トレンドアナリシスからみた運動負荷陽性者の性差

水野 嘉子\*・岡本 登\*・岩塚 徹\*

## I はじめに

健康人を多く含む総合健診受診者を対象として, 安静時心電図所見で Master's two step test (double) 施行可能と判定したものの全員に負荷試験を施行して得た心電図所見の経時的変化と, 同時に施行した他の検査値との関連性を性差を加味して検討した.

## II 対象ならびに方法

20才から79才までの総合健診受診者 (延人数) 男106,505名, 女26,257名のうち, 運動負荷施行できたもの男103,466, 女24,993名であった.

Frank X, Y 誘導で 0.1 mV 以上 ST 下降を陽性, 0.05 mV 以上下降を疑陽性とした. ST 下降の形状は horizontal, sagging type をとった.

\* 愛知県総合保健センター 成人病診断部

2回以上受診しているもので負荷陽性～疑陽性を示したものの経時的に前・後の心電図所見を比較し、改善した群(男264名, 女131名), 悪化した群(男275名, 女117名)につき, 同時に得られた測定項目(肥満度, 血圧, 血清コレステロール, 50g ブドウ糖負荷後1時間血糖値, 比肺活量, 血色素, 尿酸)の値の変動を検討した。また, 複数関与因子の関係も検討した。

### Ⅲ 成 績

#### A. 負荷心電図悪化・改善と諸検査項目値の平均値の差の検定と性差(図1)

##### 1) 負荷陽性ないし疑陽性から陰性となった群(改善群)の諸検査値の変動

男264名の平均年齢51.00才で, 2回目との差1.50年, 女131名の平均年齢47.97才で2回目との差1.66年であった。肥満度は男・改善群で有意( $p=1\%$ )に減少, 女でもやや減少傾向をみたが有意差はみられなかった。血圧に関しては, 収縮期・拡張期血圧男女とも有意差を認めなかった。コレステロールは男1%, 女5%で有意に心電図所見改善とともに減少したが, 負荷血糖値は男女とも非常にばらつきが大きく有意差は認められなかった。比肺活量は, 男のみ1%で有意に上昇を認めた。尿酸値, ヘモグロビン値は, データ

自身に性差はあるが, 心電図所見改善前後ではほとんど差はみられなかった。

##### 2) 負荷陰性から陽性ないし疑陽性となった群(悪化群)の諸検査値の変動

男275名の平均年齢50.76才で2回目との差1.43年, 女117名の平均年齢47.62才で2回目との差1.51年であった。肥満度は, 悪化群では男女とも改善群より高値を示したが, 心電図所見悪化前後で有意差は認められなかった。血圧に関しては, 改善群と異なり, 悪化群では上昇を認めた。すなわち, 収縮期血圧は, 男1%, 女5%で有意に上昇, 拡張期血圧は, 男女とも1%で有意に上昇をみた。コレステロールは, 男で心電図悪化時に逆に減少を認めた(1%で有意)が, 改善群より高値を示した。女では前後の差も, また, 改善群との差も認められなかった。負荷血糖値は改善群と同様, 男女とも非常にばらつきが大きく, 有意差は認められなかった。比肺活量は, 改善群より悪化群の方が平均値は下まわるが, 悪化群で2回目の方が増加しているのは, この検査が慣れを要するためかもしれない。尿酸値, ヘモグロビン値も改善群と同様性差が認められたが, 心電図所見悪化前後に有意差はみられなかった。ただし, 女ではヘモグロビン値減少の傾向がみられた。

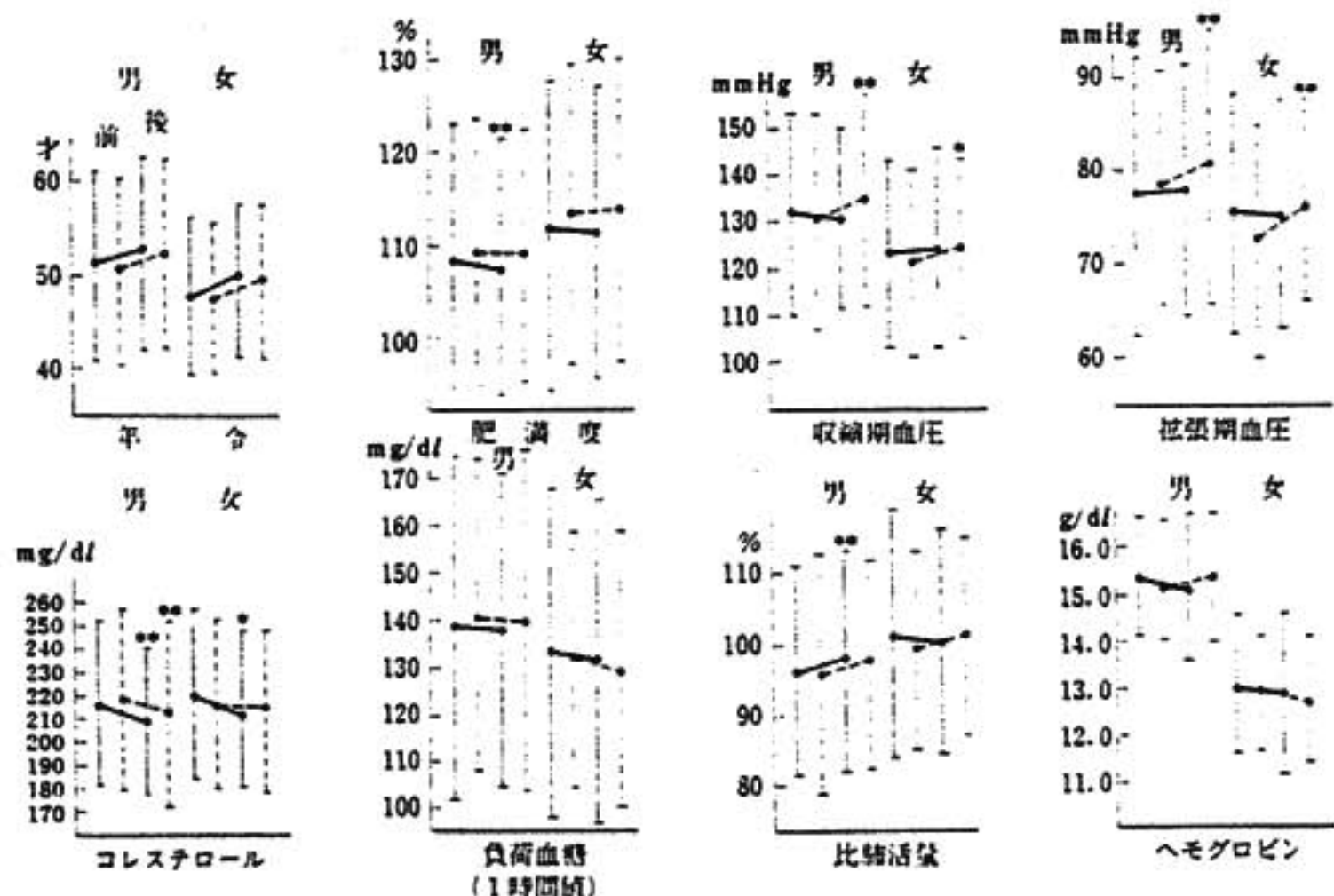


図1 運動負荷(ダブル・マスター)改善群(男n=264, 女n=131実線)と悪化群(男n=275, 女n=117点線)の比較

### B. 負荷心電図悪化・改善と諸検査項目値の悪化・改善と性差 (表1)

対象が総合健診受診者のため、負荷心電図悪化群も改善群も諸検査項目値が正常範囲に留まったものが過半数であったが、負荷心電図所見悪化群において、諸検査項目値の悪化したものと異常範囲のままであったものの合計と、負荷心電図所見改善群における諸検査項目値の同様に悪化したものと異常範囲のままであったものの合計を比較した。

肥満度、コレステロールは、女で異常%も多く、二群間の差も大きく、血圧は収縮期・拡張期とも逆に男で同様のことがいえる。負荷血糖値は、異常%は余り変わりが無いが、両群間の差は男で著しい。比肺活量の異常%は、男に多いが、両群間の差は女で多い。ヘモグロビンは、異常%も両群間の差も断然女に多い。逆のことが尿酸値でいえ、女の尿酸 8.0 mg/dl 以上はきわめて少ないので関与因子として適当でない。

### C. 負荷心電図悪化・改善と諸検査多項目関連性と性差

例えば (B) 項 表1)-a) 肥満度改善にもかかわらず、負荷心電図悪化 (矛盾群) 男13例の他の諸項目の変動を検討すると、血圧悪化2例コレステロール値悪化4例、コレステロール・負荷血糖値悪化2例、血圧・負荷血糖値悪化1例、負荷血糖値のみ悪化2例、血圧・尿酸値悪化1例、尿酸値のみ悪化1例、すなわち13例とも他に1~2の悪化因子を持っていた。一方、同群の女10例のうち、他の悪化因子を持つものは、コレステロール、負荷血糖値悪化1例のみであった。各項目矛盾群を検討し、他の諸検査の関与項目数に性差があるのではないかと検討した (表2)。

関与項目数の増加したものが、男子心電図悪化群29.9%に対し、改善群20.8%、女子悪化群27.4%に対し、改善群19.0%、逆に関与項目数の減じたもの、男子悪化群23.0%に対し改善群29.9%、女子悪化群16.4

表1 負荷心電図悪化・改善と諸検査項目値の悪化・改善

諸項目値の推移		a) 負荷心電図所見 悪化群 (男275名 女117名)				b) 負荷心電図所見 改善群 (男264名 女131名)			
		悪化	異常範囲→	正常範囲←	改善(矛盾群)	改善	正常範囲←	異常範囲→	悪化(矛盾群)
1) 肥満度 (正常範囲 桂指数 120% ↓)	男	9(3.3%)	44(16.0%) (19.3%) ↓	209(76.0%)	13(4.7%)	20(7.5%)	201(76.1%)	34(12.9%) (16.4%) ↓	9(3.5%) (21.4) ↓
	女	10(8.4)	22(18.5) (26.9) ↓	80(67.2)	10(8.4)	10(7.6)	95(71.0)	21(16.0) (21.4) ↓	7(5.4) (21.4) ↓
2) 収縮期 血圧 (150mmHg ↓)	男	31(11.3)	10(3.6) (14.9) ↓	223(81.1)	11(4.0)	29(11.0)	220(83.3)	4(1.5) (5.7) ↓	11(4.2) (5.7) ↓
	女	5(4.2)	0 (4.2) ↓	109(91.6)	5(4.2)	5(3.9)	120(91.6)	0 (4.6) ↓	6(4.6) (4.6) ↓
3) 拡張期 血圧 (90mmHg ↓)	男	46(16.7)	23(8.4) (25.1) ↓	183(66.5)	23(8.4)	27(10.2)	197(74.6)	20(7.6) (15.2) ↓	20(7.6) (15.2) ↓
	女	12(10.0)	5(4.2) (14.2) ↓	97(81.5)	5(4.2)	11(8.4)	103(82.4)	5(3.8) (9.2) ↓	7(5.4) (9.2) ↓
4) 血清 コレステロール (250mg/dl ↓)	男	27(9.8)	8(2.9) (12.7) ↓	209(76.0)	31(11.3)	35(13.3)	211(79.9)	3(1.1) (6.7) ↓	15(5.6) (6.7) ↓
	女	14(11.7)	5(4.2) (15.9) ↓	91(76.5)	9(7.6)	22(16.8)	100(76.3)	0 (6.9) ↓	9(6.9) (6.9) ↓
5) 負荷血糖 (180mg/dl ↓)	男	26(9.4)	4(1.5) (10.9) ↓	229(83.3)	16(5.9)	20(7.6)	231(87.5)	1(0.4) (4.9) ↓	12(4.5) (4.9) ↓
	女	11(9.2)	0 (9.2) ↓	103(86.6)	5(4.2)	9(6.9)	115(87.8)	2(1.5) (5.4) ↓	5(3.9) (5.4) ↓
6) 比肺活量 (80% ↑)	男	16(5.8)	13(4.7) (10.5) ↓	237(86.2)	9(3.3)	7(2.6)	233(88.3)	15(5.7) (9.1) ↓	9(3.4) (9.1) ↓
	女	4(3.3)	2(1.7) (5.0) ↓	111(93.3)	2(1.7)	2(1.5)	126(96.2)	1(0.8) (2.3) ↓	2(1.5) (2.3) ↓
7) ヘモグロビン (男14.0g/dl ↑ 女12.0g/dl ↑)	男	10(3.7)	16(5.9) (9.6) ↓	237(86.2)	12(4.4)	14(5.4)	224(84.3)	10(3.9) (10.0) ↓	16(6.1) (10.0) ↓
	女	15(12.6)	4(3.4) (16.0) ↓	95(79.8)	5(4.2)	7(5.3)	109(83.2)	10(7.6) (11.4) ↓	5(3.8) (11.4) ↓
8) 尿酸 (8.0mg/dl ↓)	男	29(10.5)	14(5.1) (15.6) ↓	216(78.5)	16(5.8)	28(10.6)	201(76.1)	14(5.3) (13.2) ↓	21(7.9) (13.2) ↓
	女	1(0.8)	0 (0.8) ↓	118(99.2)	0	0	129(98.5)	1(0.8) (1.6) ↓	1(0.8) (1.6) ↓

表2 負荷心電図所見の推移と関連検査項目数の推移

項目数	0	1	2	3	4	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	4	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	
負荷心電図所見の推移	0	1	2	3	4	1	2	3	2	3	4	3	4	4	5	5	0	0	1	0	1	2	1	2	3	1	2	
Male																												
---+	21.1	14.2	6.9	3.6	1.1	6.2	3.3	1.1	8.4	1.1	1.8	4.0	1.5	1.1	0.7	0.7	6.9	1.8	7.3	0.7	0.3	3.3	0.4	0.4	1.5		0.4	
+--	25.0	14.4	6.4	2.3	1.1	6.5	3.4	0.4	4.5	2.3		3.0				0.4	7.6	3.0	7.2	1.1	3.0	3.8	0.4	1.1	1.9	0.4	0.4	
Female																												
---+	20.5	27.4	6.8	1.7		12.8	1.7	0.9	7.7	0.9	1.7		1.7				7.7	0.9	3.4			2.6	0.9		0.9			
+--	19.8	22.0	6.1			7.5	2.3		6.8		0.8	1.5					11.5	3.8	10.7			3.1	3.1			0.8		
Male																												
---+		46.9																									23.0	
+--		49.2																									29.9	
Female																												
---+		56.4																									16.4	
+--		47.9																									33.0	

%に対し改善群33.0%であった。次に、関与因子が2つ以上増したものの、男子悪化群9.5%に対し改善群6.1%、女子悪化群5.2%に対し改善群3.1%、逆に2つ以上減じたもの、男子悪化群4.0%に対し改善群9.4%、女子悪化群1.8%に対して改善群6.9%であった。

IV 考按ならびに結語

1) 男女とも悪化群の方が肥満度が高く、前後の変動は余りみられない。体重減少させると負荷心電図所見が改善するという結果は、男にみられたが(有意)女改善群ではややその傾向があるが有意ではない。

2) 収縮期・拡張期血圧とも上昇すれば、男女とも負荷心電図所見悪化につながった(有意)。

3) 男女とも血清コレステロールが下がれば負荷心電図所見改善。ただし、男悪化群もコレステロールが有意に下がっていたのは、他の因子との関連を更に充分検討する必要がある。

4) 負荷血糖値は、ばらつきが多く指標になりがたい。一因としては、総合健診開始時刻が 8.45 am から 11.00 am までに互ること、また、多数の受診者をこなすため2コースあり、糖飲後心電図をとる群と、空腹状態で先に心電図をとる群にわけられていることなど影響があると考えられる。

5) 比肺活量は、男改善群で上昇したが、肥満度減少と関連があるかもしれない。女では差はみられなかった。この検査は、本人の努力を必要とすること、また、2回目の方が慣れ、要領がよくなるという現象があるかもしれない。

6) 尿酸は、女には異常例がきわめて少なく、男でも単独因子としては関連性はみられなかった。

7) ヘモグロビン値は、女悪化群でやや低下した。

8) 多項目関連性を検討すると、われわれの採用した諸検査に限られるが、関連項目数が男では多く、女では少ない。

対象の男女間には、平均で約3年の年齢差があるが、悪化群と改善群では、平均年齢差は認めなかった。

V その他

矛盾例の検討から気づいたことであるが、今回の統計処理的には negative の方向にはたらく低血糖、高血圧の下げすぎ、体重の過度の減少などが充分負荷心電図所見の変動に関連する因子となりうるということ。諸検査項目値の変動幅の問題、多重解析が今後の課題となるといえよう。

文 献

- 1) Welch, C. C., et al. : Am. J. Cardiol. 35 : 211, 1975. Coronary arteriographic findings in 1,000 women under age 50.
- 2) Sketch, M. H., et al. : Am. J. Cardiol. 36 : 169, 1975. Significant sex differences in the correlation of electrocardiographic exercise testing and coronary arteriograms.
- 3) Oliver, M. F. : Coronary heart disease in young women. session 4, 121-172, Churchill Livingstone, London and New York, 1978.

- 4) Hetcher, G. F., Cantwel, J. D.: Exercise and coronary heart diseases. ed. 2., chapter 4, 47-71, Charles C. Thomas, Springfield, Ill., U. S. A. 1979.

### 質 疑 討 論

宇佐美 (住友病院) 1回目の健診後リスクのある人は指導をしますか。

水野 リスクのあるものについては、毎回指導します。指導されたことをよく守った例については、生活態度の改善ということがかなり影響を与えると考えます。対象は、大体4回位健診をくり返し受けた人が多

いが指導を受けた初回と2回目の差は大きいですが、2回以後はマンネリ化の傾向があります。

宇佐美 喫煙の増減の因子は分析に入っていますか。

水野 喫煙量を少なくするよう指導はしておりますが、本数の増減、喫煙歴は、今回の分析には入っておりません。

宇佐美 ST の悪化改善と心筋梗塞の発症・予後と必ずしも平行しないが。

水野 それは諸文献にも発表されておりますし、午後からの session で聞けるのを期待しております。

## 3. Treadmill 運動負荷時の血圧反応の臨床的意義

本 間 潤\*・南 勝\*

川 口 秀 明\*・林 邦 生\*・金 森 勝 士\*

村 上 林 児\*・藤 田 浩 介\*・安 藤 讓 二\*

宮 本 篤\*・小 林 毅\*・安 田 寿 一\*

### I はじめに

運動負荷による血圧の上昇はよく知られているが、その詳細についての知見に乏しいのが現状である。そこで今回は狭心症例、高血圧者および健常者などを含めて、運動時の血圧反応について検討を加えた。

### II 対象と方法

健常者50名、狭心症例50名、高血圧者20名および肥大型心筋症8名の計128名について Bruce 法による multistage submaximal exercise test を行った。心電図は CM、誘導の連続記録により、虚血性 ST 変化の規準は ST 1 mm 以上の上昇ないし下降を陽性とした。血圧は聴診法により、運動時は1分毎に運動後は2分毎に左上腕で測定し、収縮期圧について以下の検討を加えた。

### III 成績および考察

#### 1) 狭心症における運動負荷時の血圧反応と冠病変との関係について

運動負荷により狭心症を誘発し得なかった非労作狭心症(安静3, 異型6)の9例(I群)および狭心症が誘発された労作狭心症15例(II群)では、運動開始より各 stage の血圧は次第に上昇し、全例最高値は安静時よりも 20 mmHg 以上の増加を示した。これら2群にみられた血圧変化を血圧上昇型(A型)とした(図1 a, b)。冠動脈写を行った20例中主要冠動脈に75%以上の狭窄がみられたのはI群では9例中1例II群では11例中7例であった。心筋シンチグラムを行った16例中I群は2例に自然発作時、II群では14例中8例に負荷時にそれぞれ新たな灌流欠損(cold area)が描出された。

労作狭心症群でA型を示さない異常血圧反応群(Ⅲ群)は運動開始後血圧上昇を示すが運動中止時に最大値よりも10 mmHg以上の低下を示した前期上昇, 後期下降型(B型)3例と運動開始時より血圧の上昇が

みられず低下を示す平低ないし下降型(C型)の2型がみられた。Ⅲ群中4例には運動後, 運動中止時よりも20 mmHg以上の血圧の上昇がみられた(図1c)。B型は狭心症の発現, 虚血性心電図変化に続き血圧の下降を示すのに対し, C型では血圧の下降と同時に心拍数の増加が著明となり, 両群とも運動時の心機能の低下の反映を示唆しており, McHenry<sup>1)</sup>の述べる冠動脈疾患の異常血圧反応型のI型, II型の分類とほぼ対応しているようであった。冠動脈写では全例に多枝病変4例を含む有意の狭窄がみられた。負荷心筋シンチグラムを行った5例は, いずれも少なくとも2カ所以上の広範囲にわたる新たな cold area が出現した。

3群の運動耐容能, 心拍数, 血圧および心電図の虚血性変化について比較すると表1のごとくB~C型を

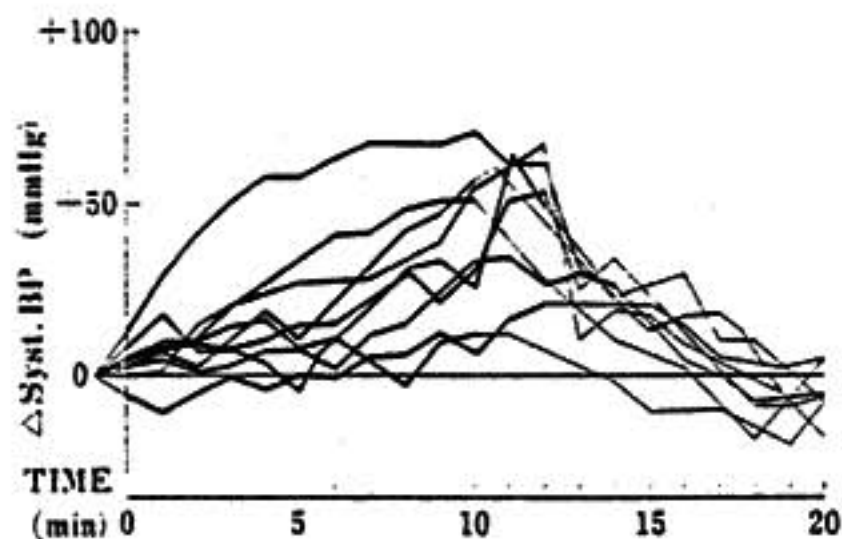


図1 a Angina not provoked (A type)

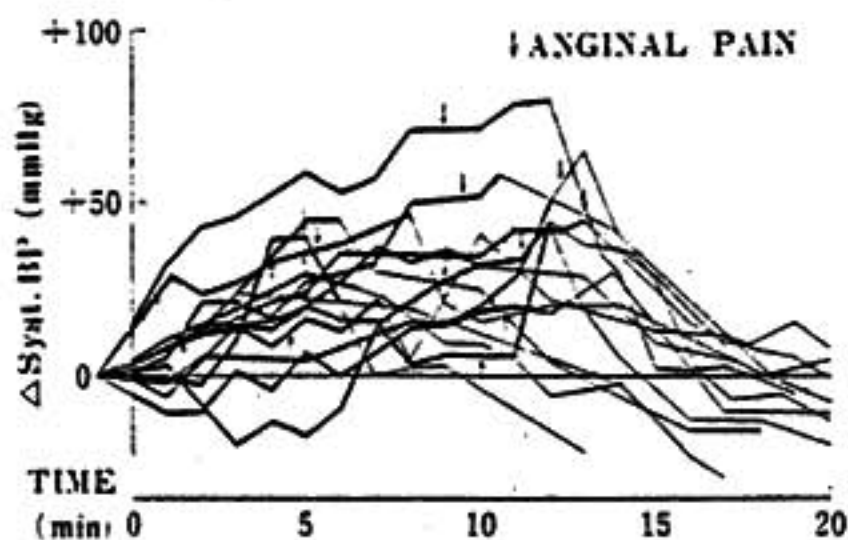


図1 b Angina provoked (A type)

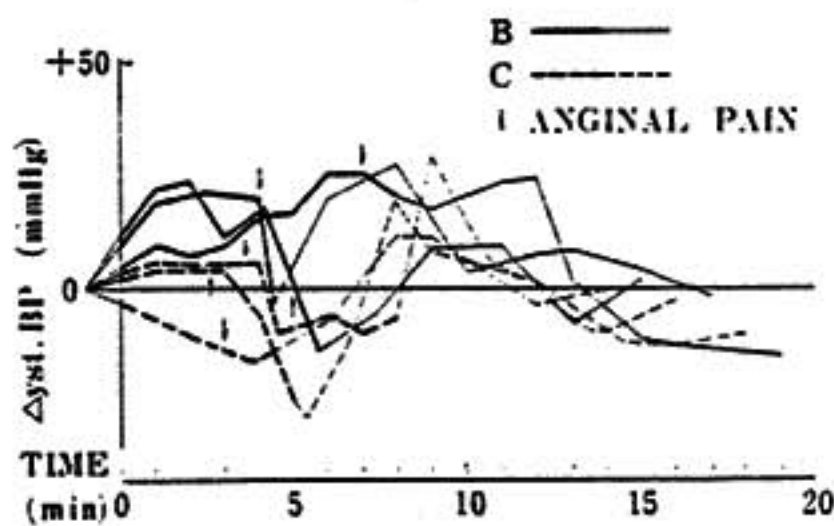


図1 c Angina provoked (B or C type)

表1 Clinical Characteristics and Results of Exercise Test

	Angina not provoked Type A (n=9)	Angina provoked Type A (n=15)	Angina provoked Type B or C (n=6)
Sex			
Male	8	14	6
Female	1	1	0
Age (yrs)	49 ± 7	52 ± 9	53 ± 6
Resting variables			
SBP (mm)	125 ± 21	130 ± 17	142 ± 12
DBP (mmHg)	88 ± 14	87 ± 5	92 ± 11
HR (bpm)	72 ± 10	68 ± 13	62 ± 13
Previous M1	1	1	1
Exercise variables			
Duration (min)	11.3 ± 1.2	8.5 ± 3.2	6.1 ± 1.6
SBPmax (mmHg)	173 ± 21	168 ± 20	151 ± 20
HRmax (bpm)	157 ± 8	130 ± 23	131 ± 20
ST depression	0	1.8 ± 0.8	2.3 ± 0.8

mean ± SD



表 2

SBP response with Ex.	CAG (75% stenosis) n=26						myocardial Scintigram n=22	
	1 vessel		2 vessel or LMC		LAD		New Hypoperfusion area	
	+	-	+	-	+	-	≥ 3	< 3
	14	12	8	18	10	16	6	16
1. Abnormal (B or C)	6	0	4	2	6	0	4	2
Normal (A)	8	12	4	16	4	16	2	14
	(p<0.05)				(p<0.01)		(p<0.05)	
2. SBP decrease during Ex.								
≥10 mmHg	8	7	5	10	7	8	4	8
<10 mmHg	6	5	3	8	3	8	2	8
3. ΔSBP during Ex.								
<20 mmHg	3	1	3	1	3	1	1	2
≥20 mmHg	11	11	5	17	7	15	5	14
4. ΔSBP after Ex.								
≥20 mmHg	6	1	5	2	6	1	2	3
<20 mmHg	8	11	3	16	4	15	4	13
			(p<0.05)		(p<0.02)			

表 3 SBP Responses with Submaximal Exercise

Groups	A type	B type	C type	total
1 Healthy	41 (82%)	9 (18%)	0 (0%)	50
2 Angina of effort	28 (70%)	4 (10%)	8 (20%)	40
3 Angina at rest	10 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	10
4 HCM	5 (62%)	3 (38%)	0 (0%)	8
5 Hypertensive	15 (75%)	5 (25%)	0 (0%)	20

示すⅢ群はA型を示すⅠ, Ⅱ群よりも運動耐容能も小で, 虚血性 ST 変化が明らかであり, 臨床的にも重症狭心症例であることを示している。

最近運動負荷時の血圧の下降は重症な冠血管病変を反映するとの報告がみられるが<sup>23)</sup>, 今回の著者らの A, B, C 型の分類, 運動中の一過性の 10 mmHg 以上の低下, 運動負荷による 20 mmHg 以上の昇圧の欠除および運動負荷後の昇圧(中止時よりも 20 mmHg 以上)などの 4 項目について冠動脈写及びシンチグラム所見との関連性について検討した。表 2 に示すごとく運動中の血圧反応型式及び運動後の昇圧反応の 2 項目が, 心機能低下と密接である前下行枝病変, 多枝冠病変の存在および運動時の広範囲にわたる心筋虚血と関連していることが示されている。従って狭心症

においては運動耐容能, 虚血性心電図変化と併わせて血圧反応についてもルーチンに検討することは本症の解剖学的のみならず機能的な重症度の判定に際しきわめて有用であると考えられる。

#### 2) 各種心疾患における血圧反応について

前述した運動時の血圧反応の異常は労作狭心症に specific な現象かどうかを確かめる意味で冠病変の確認されていない狭心症, 肥大性心筋症, 軽症高血圧者ならびに健常者を加えて血圧反応を検討した。表 3 のごとく健常者および労作狭心症以外の疾患においても B 型例が若干あるが, C 型は狭心症以外の他群ではみられていない。この成績は運動時の血圧反応を評価する際に, 健常者, 高血圧者, 虚血性心疾患および心筋症など各群により異なった意義づけを考慮する必要性を示唆しており, Bruce ら<sup>4)</sup>の見解と一致する。

そこで狭心症, 高血圧者および健常者の 3 群について運動負荷時の血圧反応を運動時の血圧增加值(ΔSBP)に注目し, 安静血圧値, 運動時間および年齢の ΔSBP との関連性について検討を加えた。

狭心症群, 健常者群では ΔSBP は安静時仰臥位血圧と逆相関の傾向であるのに対し, 高血圧者群ではその関係は有意ではなかった(図 2 a)。そこで高血圧者群で心合併症を伴わない収縮期血圧が 160 mmHg 以下の例のみを健常者群に加えて同様な検討を行うと,

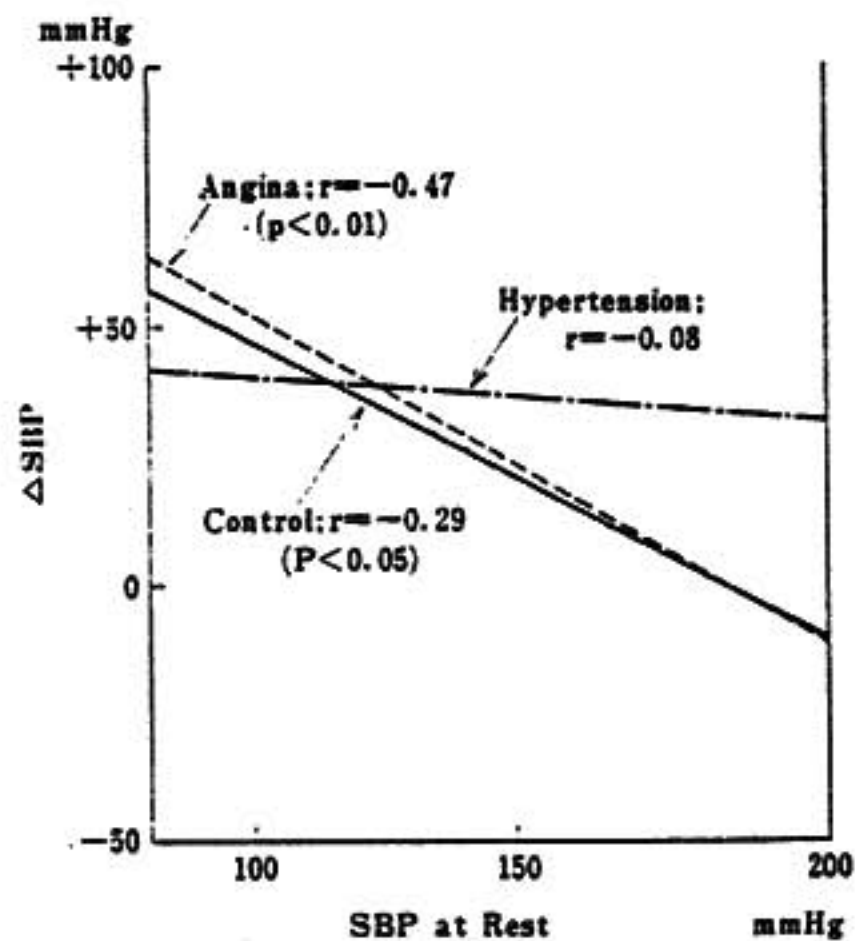


図 2 a ΔSyst BP and syst BP at rest

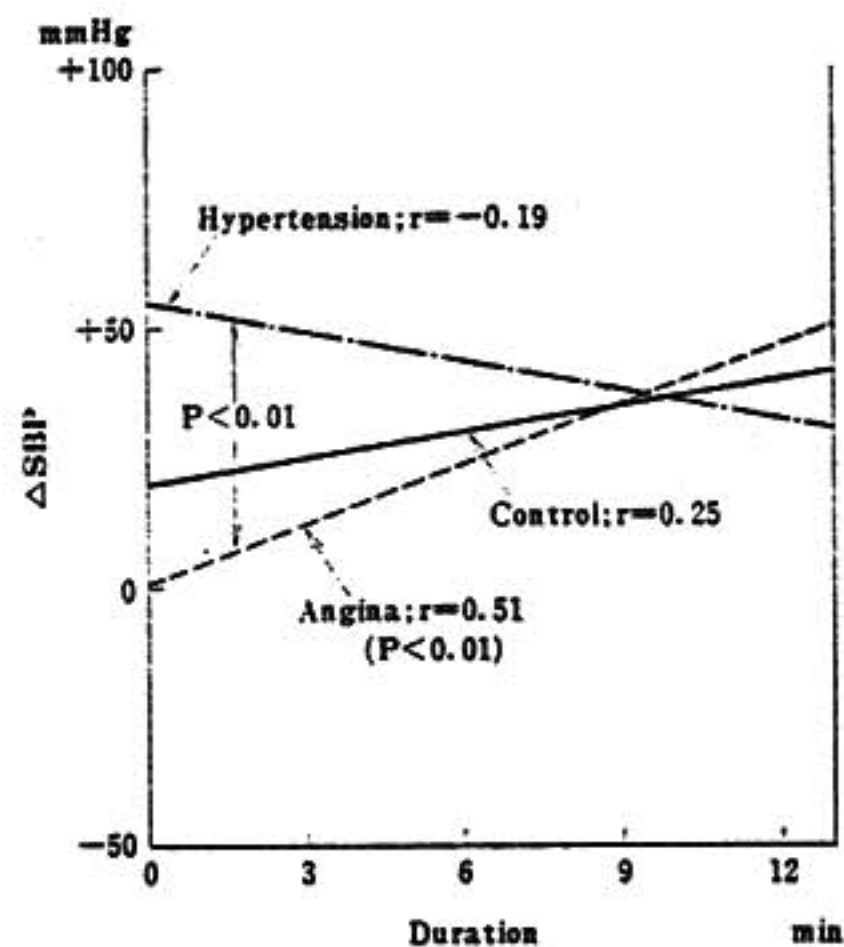


図 2 c ΔSyst BP and Exercise duration

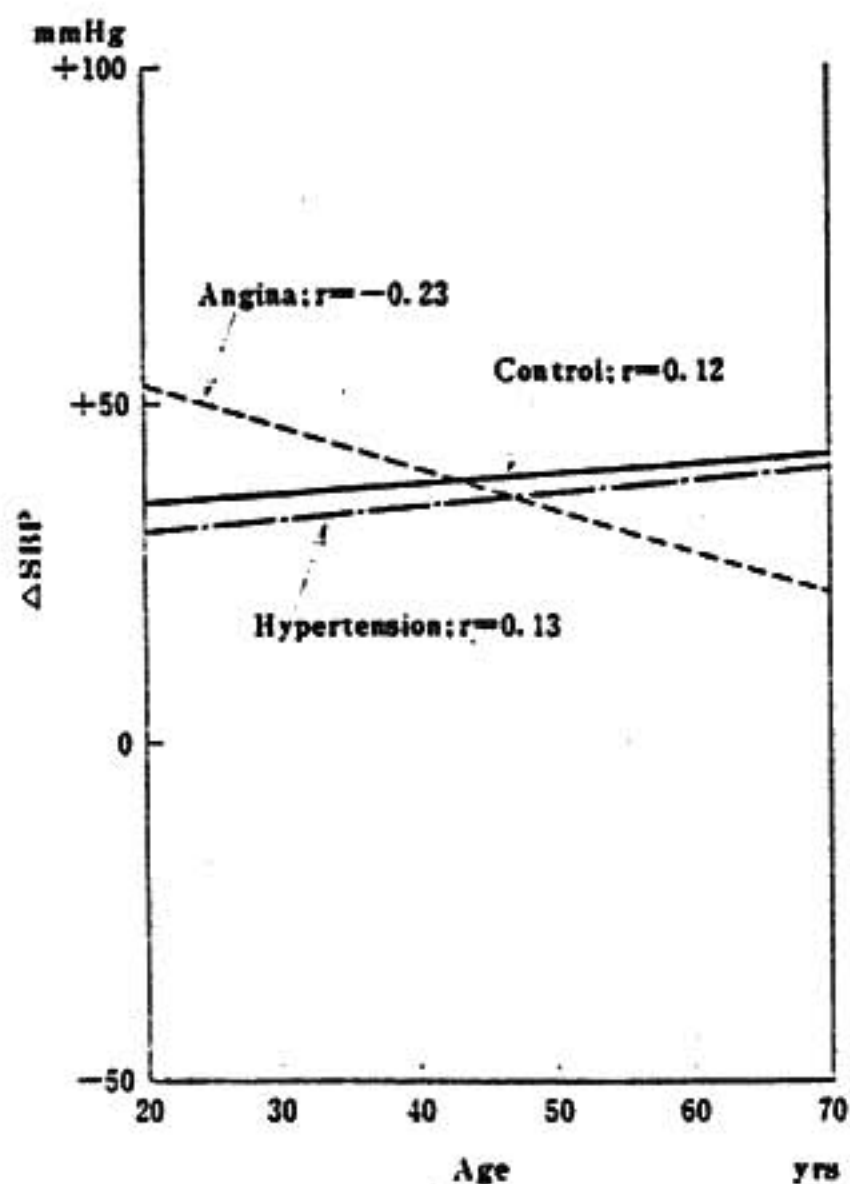


図 2 b ΔSyst BP and age

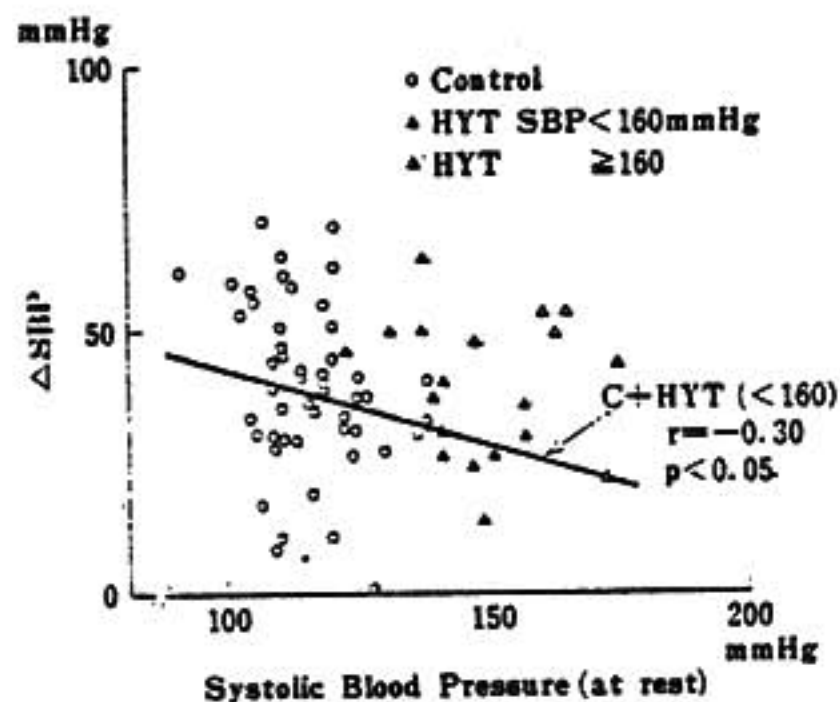


図 3

検討が必要と思われる。ΔSBP に対する年齢の影響は3群とも明らかではなかった(図2b)。さらに運動時間については高血圧者群では運動時間の増大に伴ってΔSBPは減少する傾向であるのに対し、狭心症、健常者の両群はその逆であった(図2c)。

#### IV ま と め

年代別目標心拍数を運動中止点として亜最大負荷により多段階トレッドミル試験を行い収縮期血圧の変化について検討を加えた。

1. 運動負荷中止前に血圧下降を示すことが、多くの心疾患、健常者などにみられるが、狭心症の血圧下

はほぼ健常者群と同様 ΔSBP と安静時血圧とは逆相関の関係であった(図3)。血圧の下降が疾患により異なった意義を有するのに対し、運動時の血圧の上昇は心疾患の有無にかかわらず安静時の血圧値により制限されるという、興味深い結果となり、今後更に詳細な

降例の多くは冠病変も高度であり心機能の異常を反映すると解釈される。

2. 運動負荷時の収縮期血圧の増加の程度は心疾患の有無にかかわらず安静時の血圧値に影響されるが、狭心症例ではさらに運動耐容能も一部関与していると考えられる。

## 文 献

- 1) McHenry, P. L. : Am. J. Cardiol. 39 : 935, 1977.
- 2) Levites, R., et al. : Am. Heart. J. 95 : 747, 1978.
- 3) Morris, S. N., et al. : Am. J. Cardiol. 41 : 221, 1978.
- 4) Irving, J. B., et al. : Am. J. Cardiol. 39 : 841, 1977.

## 4. 虚血性心疾患の左室壁動態

藤 原 秀 臣\* . 診 坂 隆 一\*  
谷 口 興 一\* . 武 内 重 五 郎\*

### I はじめに

虚血性心疾患は左室壁の局所的な収縮異常すなわち asynergy を呈し、心挙動に多大な影響を及ぼすことが知られている。この asynergy のなかには、運動負荷によって誘発されてくるものもあり<sup>1)</sup>、虚血性心疾患の心機能評価のうえで重要な所見である。近年、左室壁動態を非観血的に検討する手段として心エコー図法がひろく用いられており、臨床上の有用性が高く評価されている<sup>2)</sup>。そこで、虚血性心疾患患者に運動負荷を実施し、左室後壁および中隔の相互の動きおよび左室の dimension から asynergy を検出し、虚血性心疾患患者の左室壁動態および心機能の一面を評価する方法を検討したので報告する。

### II 対象および方法

対象は、虚血性心疾患患者20例で、男性17例、女性3例、年齢は31才から67才(平均51才)である。疾患は労作狭心症9例、陳旧性心筋梗塞6例、無痛性虚血性心疾患5例である。運動負荷は、われわれの考案した定滑車重量負荷法<sup>3)</sup>を用い、負荷量は50% MVC、3分間とした。18例に冠動脈造影と左室造影を施行し、

12例には運動負荷時に観血的血行動態測定を行った。UCG 記録装置は Aloka SSD-90 を用い、第3ないし第4肋間胸骨左縁よりビームを投入し、strip chart 上に記録速度 50 mm/sec で心電図と同時記録した。心エコー図上の指標としては、運動中も計測が容易で誤差も少ないと考えられる振幅 (excursion) を用い、安静時の正常値として左室後壁振幅 (PWE) 9~16 mm, 心室中隔振幅 (IVSE) 3~8 mm をとった<sup>4)</sup>。また運動負荷による正常範囲は既報の<sup>5)</sup> ように IVSE 7 mm, PWE 13 mm 以上とした。これによると虚血性心疾患の運動負荷における左室壁動態は asynergy の程度により、IVSE 3 mm, PWE 9 mm 以下の absolute asynergy 群 (安静時での評価規準でも asynergy を呈している)、IVSE 7 mm, PWE 13 mm 以上の正常群、その中間の relative asynergy 群 (安静時の評価規準では asynergy ではないが、運動負荷時の評価規準では asynergy を呈している) の3群に分けて考えることができる (図1)。さらに運動負荷による左室 dimension の変化として、左室拡張末期径 (Dd)、左室収縮末期径 (Ds) の推移について検討した。

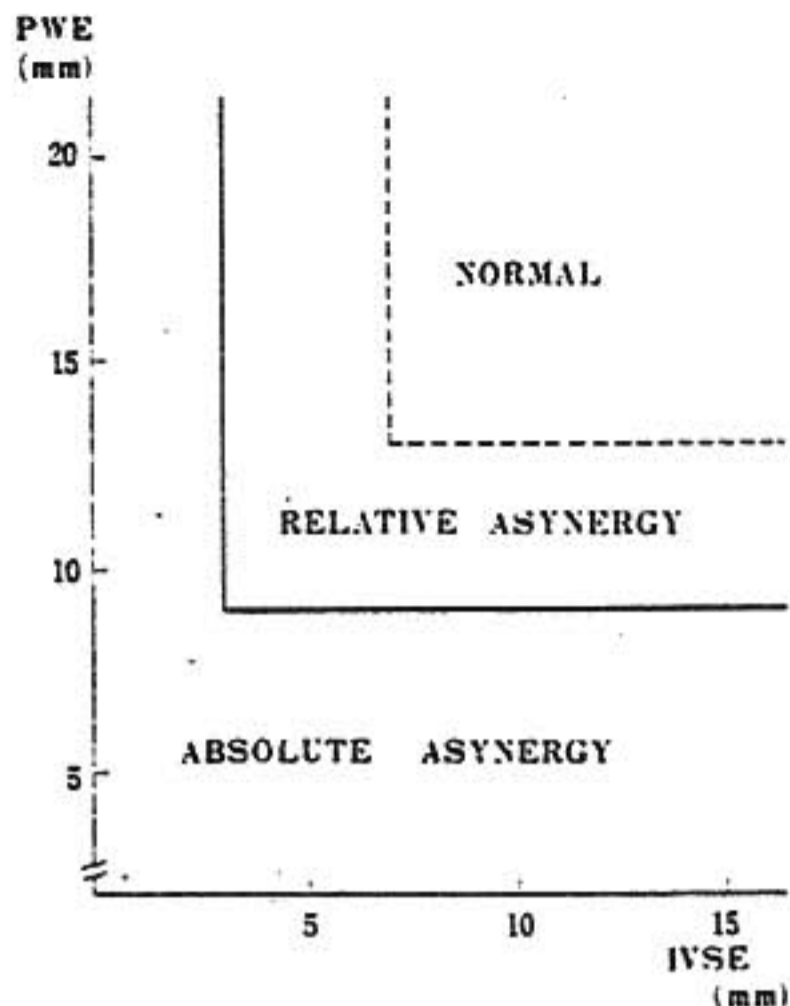


図1 虚血性心疾患の運動負荷による左室壁動態のパターン

左室後壁張幅 (PWE) と心室中隔張幅 (IVSE) により, absolute asynergy, relative asynergy, normal の3群に分けることができる。

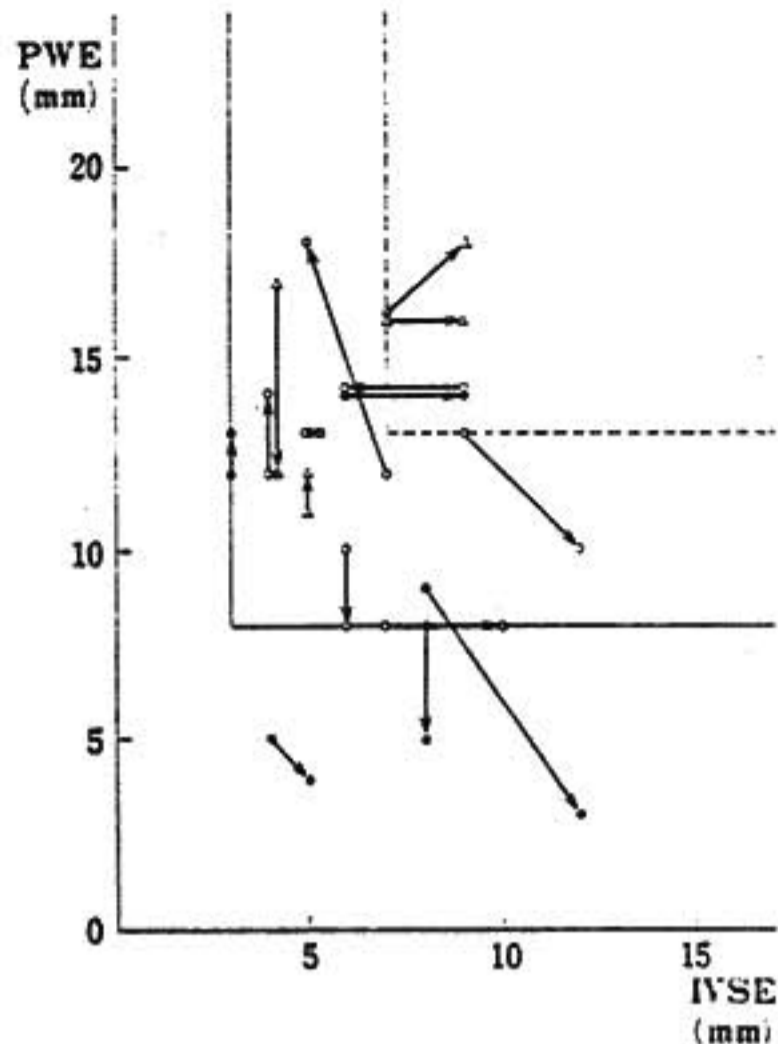


図3 各症例の左室壁動態

心筋梗塞の4例は absolute asynergy 群に, 労作狭心症の7例は全例 relative asynergy に属した。

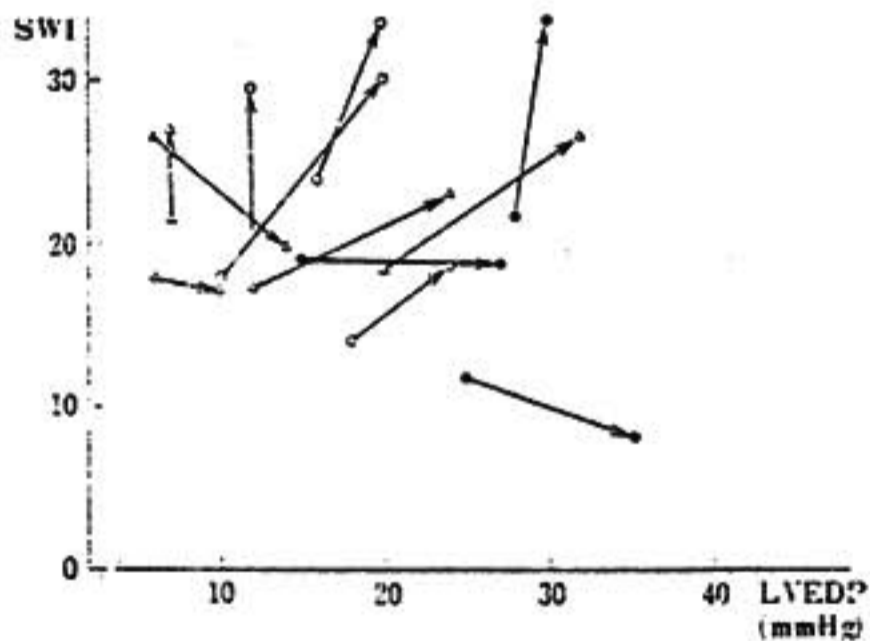


図2 心機能曲線

LVEDP と SWI の関係でみると心筋梗塞の2例は右下方に向かっており, 心機能は不良であると考えられる。

### III 結 果

運動負荷時に観血的血行動態測定を施行した12例についての心機能を検討した。すなわち, 縦軸に一回拍出仕事量, 横軸に左室拡張終期圧をとり心機能曲線を見ると, 心筋梗塞の2例は右下方に向かっており, 心機能不良であると考えられた (図2)。

縦軸に PWE, 横軸に IVSE をとり, 左室壁動態

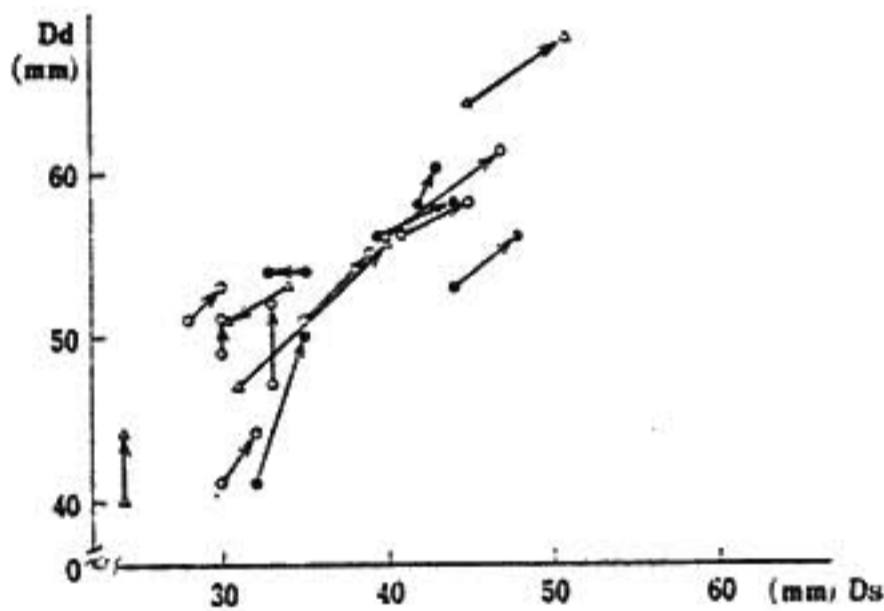


図4 各症例の左室 dimension の変化

心筋梗塞の4例, 労作狭心症の5例は右上方に向かい, asynergy の存在が示唆され。

の推移から asynergy の検出を試みた。その結果, 無痛性虚血性心疾患の2例は PWE 13 mm 以上, IVSE 7 mm 以上の正常域にあり, 心筋梗塞のうち冠動脈病変が高度な4例は PWE 9 mm 以下, IVSE 3 mm 以下の absolute asynergy 群に属した。また労作狭心症7例は全例, 運動時に誘発される asynergy すなわち relative asynergy を呈した (図3)。

つぎに収縮期および拡張期の左室 dimension の変

化に着目してその推移を検討した。すなわち、縦軸に LVDd, 横軸 LVDs をとり, 両者の関係から asynergy の程度ないし, 心機能の一面をみた (図4)。一般に健常者では運動負荷により Dd, Ds とともに不変ないし減少するが, asynergy のあるもの, 心機能不良のものでは Dd および Ds の増大が認められる。その結果, 心筋梗塞のうちの4例, 労作狭心症の5例, 無痛性虚血性心疾患の2例は右上方に向かっており, 運動負荷による asynergy の出現が示唆された。

#### IV 考 察

虚血性心疾患では, 安静時すでに asynergy を呈しているもの, 安静時には asynergy がなく, 労作時にのみ asynergy を呈するものがある<sup>12)</sup>。後者の場合には労作により心機能の障害が明らかになってくるものが含まれており asynergy の検出は临床上重要である。一般に労作によって出現する asynergy を検出するために, 観血的方法である左室造影法を用いることは困難であるし, わずかな asynergy の検出には左室造影法よりも, UCG の方がむしろ鋭敏であるともいわれている<sup>7)</sup>。UCG で asynergy を検出する場合, IVSE, PWE のいずれか一方または両者の低下を asynergy と考えることができる。すなわち, 労作による asynergy の概念は, IVSE, PWE の労作による増大が健常者に比べて少ないか, 逆に労作により低下する場合である。そこで虚血性心疾患の労作時における asynergy の存在とその程度を評価するために, 縦軸に PWE, 横軸に IVSE をとり, 相互の変動による検討を試みた。すなわち, 安静時での asynergy の概念に合致する, IVSE 3 mm, PWE 9 mm 未満の領域を absolute asynergy とし, 安静時での asynergy 領域ではないが, 労作時での正常域に達しない領域を relative asynergy とした。それによると, 広範な心筋梗塞や, 心室瘤を呈した症例では absolute asynergy を呈しており, 明らかな心機能の低下が示唆された。また労作狭心症の多くの例では relative asynergy を呈しており, 安静時のみで心機能を推測することには問題があることを示唆するとともに本法の有用性を示していると考えられた。

左室内腔の収縮末期径 (Ds) および拡張末期径 (Dd) についての運動負荷による変動を検討したとこ

ろ, 冠動脈病変が明らかで asynergy を呈する症例では Ds, Dd の両者ともに上昇する傾向が認められた。一般に asynergy の存在する場合, Dd を preload の指標とすることに問題がないわけではないが<sup>13)</sup>, asynergy は収縮期の現象であることより, Dd を preload の指標とみなすと, asynergy を呈する症例の Dd の増大は, 左室壁の代償的過剰動の存在, あるいは心収縮性の低下を代償する preload の増大と考えることができる。

以上, UCG により, 虚血性心疾患の asynergy の検出が可能で临床上の有用性も高いと考えられるが, Mモード心エコー図は単一ビームを用いていることより若干の問題点をふまえる必要がある。まず UCG 計測における呼吸および体動の影響で, ことに高齢者でその影響が大きいことである。つぎに, 左室全体の壁運動を検出しえないことである。したがって心尖部領域の asynergy を検出しにくいこと<sup>14)</sup>, また他部位の asynergy による代償性過大運動を誤って評価する可能性などが生じてくる。しかし冠動脈病変でもっとも頻度の高い左前下行枝の病変は通常記録ビームでの中隔動に何らかの変化をもたらすことが多いこと, UCG 記録が非観血で容易であること, 指標が簡便であることなどより本法の有用性は高いと考えられる。

#### 文 献

- 1) McLaughlin, P. R., Doherty, P. W., Martin, P. R., Goris, M. R. and Harrison, D. C.: Myocardial imaging in a patient with reproducible variant angina. *Am. J. Cardiol.* 39: 126, 1977.
- 2) Corya, B. C., Rasmussen, S., Knobel, S. B. and Feigenbaum, H.: Echocardiography in acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.* 36: 1, 1975.
- 3) Feigenbaum, H., Corya, B. C., Dillon, J. C., Weyman, A. E., Rasmussen, S., Black, M. J. and Chang, S.: Role of echocardiography in patients with coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 37: 775, 1976.
- 4) 藤原秀臣, 谷口興一, 飯泉智弘, 丹羽明博, 鈴坂隆一, 家坂義人, 新富芳明, 武内重五郎: 等尺性負荷による循環諸指標の評価一定滑車重量負荷法による。心臓 10: 791, 1978.

- 5) 町井 深: 心臓の超音波診断法, 中外医学社, 東京, 4版, p412, 1977.
- 6) 診坂隆一, 藤原秀臣, 丹羽明博, 飯泉智弘, 谷口興一, 武内重五郎: 労作狭心症の運動負荷における心室壁運動: 心エコー図法による検討. *J. Cardiography* 9: 511, 1979.
- 7) Jacobes, J. J., Feigenbaum, H., Corya, B. C. and Phillips, J. F.: Detection of left ventricular asynergy by echocardiography. *Circulation* 68: 263, 1973.
- 8) Sweet, R. L., Moraski, R. E., Russell, R. O. and Rackley, C. E.: Relationship between echocardiography, Cardiac output and abnormally contracting segments in patients with ischemic heart disease. *Circulation* 52: 634, 1975.
- 9) Teichholz, L. E., Kreulen, T., Herman, M. V. and Gorlin, R.: Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am. J. Cardiol.* 37: 7, 1976.
- 10) 吉川純一, 加藤 洋, 大脇 嶺, 田中久米夫: Echocardiography による左室心尖部後壁 asynergy の診断. *心臓* 7: 1402, 1975.

## 5. 左室壁拡張速度の運動反応性

### —動的運動負荷心エコー図法による検討—

松 田 光 生\* . 杉 下 靖 郎\*  
小 関 迪\* . 伊 藤 巖\*

#### I はじめに

左室の拡張早期(急速流入期)における拡張は, これにより左室1回拍出量のほぼ70%に相当する血液が流入するとされており, 左室の拡張期血液充満にとって重要な因子である. ことに運動中の頻拍により拡張期が短縮する場合には, 左室の血液充満にとって一層重要な意義を持つと考えられる. 動的運動負荷心エコー図法<sup>1)</sup>を用いた左室壁収縮速度の運動反応性については, すでに本研究会においても杉下らが発表した<sup>2)</sup>が, 今回は本法を用いて, 左室壁の急速流入期における拡張速度の運動反応性について報告する.

#### II 対象と方法

対象は19歳から51歳にわたる健常男性14例である. 左室エコー図は, 仰臥位にて僧帽弁腱索部位において, 紙送り速度毎秒 10 cm で連続記録した. 運動負荷は本法のために作成した台の上で, 肩の部位を固定

し, モナーク社製ないしシーメンス社製自転車エルゴメーターを用い行った. 負荷運動量は毎分40回転 0.5 kp ないし 20 Watt で始め, その後30秒ごとに回転数不変のまま 0.5 kp ないし20W 増加させた. 記録の計測には, 安静時, 負荷中心拍数が100拍/分前後に達したとき, 及び負荷終了から3分ないし4分後に心拍数がほぼ負荷前の水準に復したときの記録を用いた.

得られた左室エコー図から, 心室中隔の左室心内膜面と, 左室後壁の心内膜面を, 同時記録した心電図, 心音図とともに, X-Y ジギタイザーを用いて, 電子計算機にサンプリング点を1心周期約150点として読みとり, これを一次近似を用いて約500点とした. このデータを用いて, 電子計算機により内径(D), 内径の変化速度(dD/dt), 及び内径の変化速度を内径で基準化したもの(dD/dt·1/D)の値を0.03秒ごとに計算して得た. 収縮期, 及び拡張期における基準化した内径の変化速度の極値をそれぞれ pVef(S), 及

\* 筑波大学医学部 臨床医学系内科

び pVef (D) として得た。

統計的分析は t 検定によった。

### III 成 績

安静時, 及び運動負荷中, 及び負荷終了後における pVef (S) と pVef (D) の推移を図 1 に示す。負荷

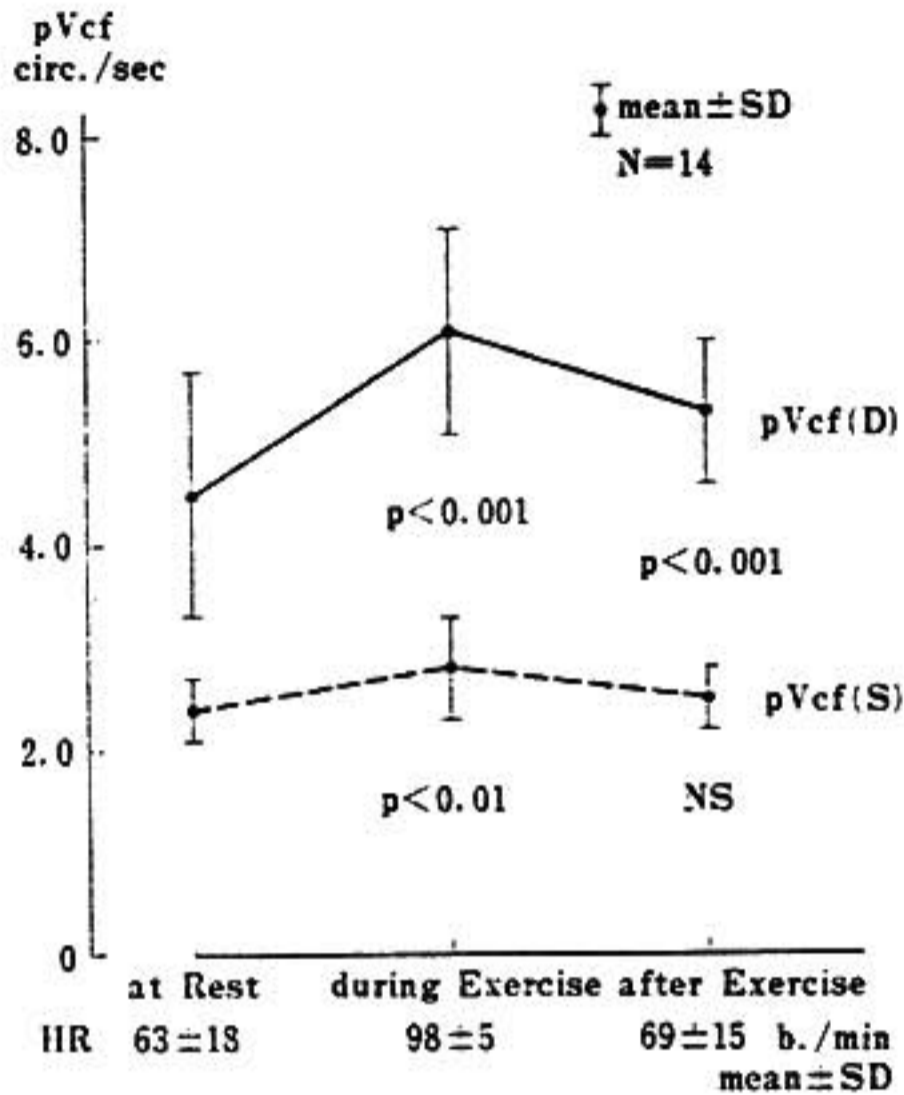


図 1 左室壁収縮速度および左室壁拡張速度に対する動的運動負荷の影響

pVef (S) = 駆出期最大左室壁収縮速度: pVef (D) = 急速流入期最大左室壁拡張速度: HR = 心拍数

中 pVef (S) と pVef (D) はともに有意 (p < 0.01, および p < 0.001) に増加しているが pVef (D) の変化がより大であると思われ, また負荷終了後心拍数がほぼ負荷前の値に復している時期に, pVef (S) はほぼ負荷前の値に復しているのに対し, pVef (D) は依然として負荷前の値に比し高値を示した (p < 0.001). pVef (D) と pVef (S) の比の推移をみると, 負荷中の pVef (D) の増大が pVef (S) より大であること, 負荷終了後もこの比が高値を示し続けていることが明らかである (図 2).

図 3 に pVef (S) と pVef (D) との関係を示す。両者の間には正の相関関係が認められた。安静時には, 若年者 (19~33 歳) と中高年者 (41~51 歳) との間に

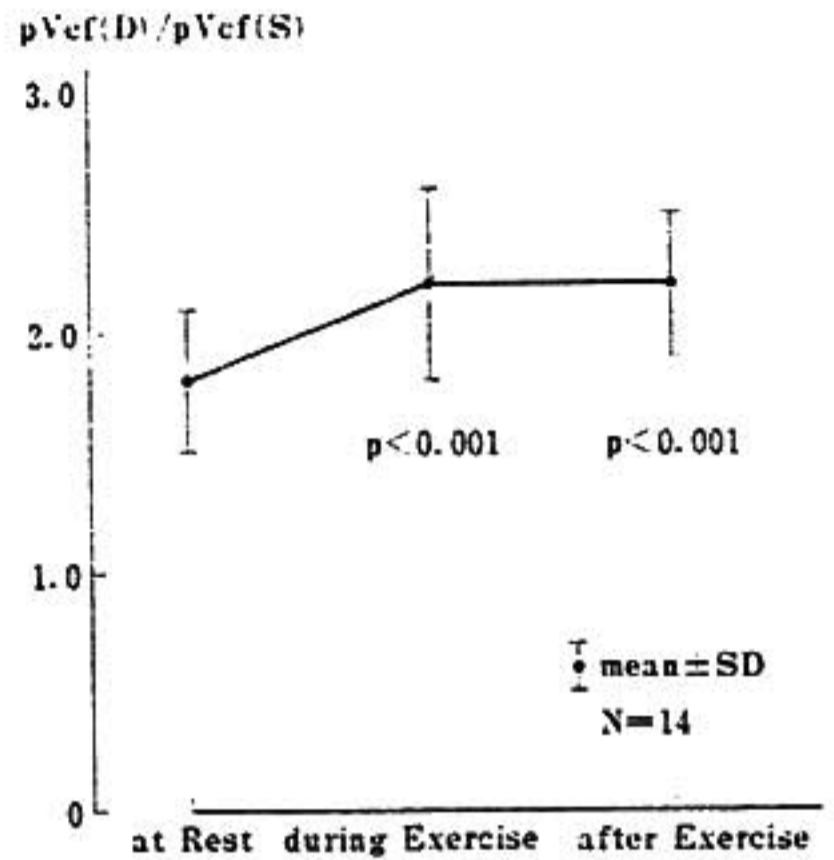


図 2 左室壁拡張速度と左室壁収縮速度の比に対する動的運動負荷の影響

分布の差がないが, 運動負荷中には, 回帰直線を境にして上方に若年者, 下方に中高年者が分布する傾向がある。表 1 に安静時及び負荷中における pVef (S), pVef (D) および pVef (S) / pVef (D) を, 若年者と中高年者において比較したものを示す。運動負荷中に pVef (D), 及び pVef (S) / pVef (D) が, 中高年者においてやや低値を示すが有意のものではなかった。

### IV 考 察

急速流入期における左室の拡張は, 単なる房室間圧較差による受動的なものではなく, 収縮によって心室壁に蓄えられたエネルギーが拡張期に解放されることによる, elastic recoil に基づくものであるという考え方があり<sup>19)</sup>。左室壁の駆出期における最大収縮速度と, 拡張期における最大拡張速度との間に, 一次的な正の相関関係が認められたことは, この elastic recoil 説から考えれば, 当然のこととして説明され得る。しかし動的運動負荷による pVef (S) の増加に比べ, pVef (D) の増加はより著しく, pVef (D) / pVef (S) が増加し, この比の増加は, 負荷終了後も持続した。これらの結果を, 単なる elastic recoil mechanism のみで完全に説明することは難かしく, 左室の拡張早期における拡張は, 収縮に際して心室壁に蓄えられたエネルギーのほか, 独自にエネルギー

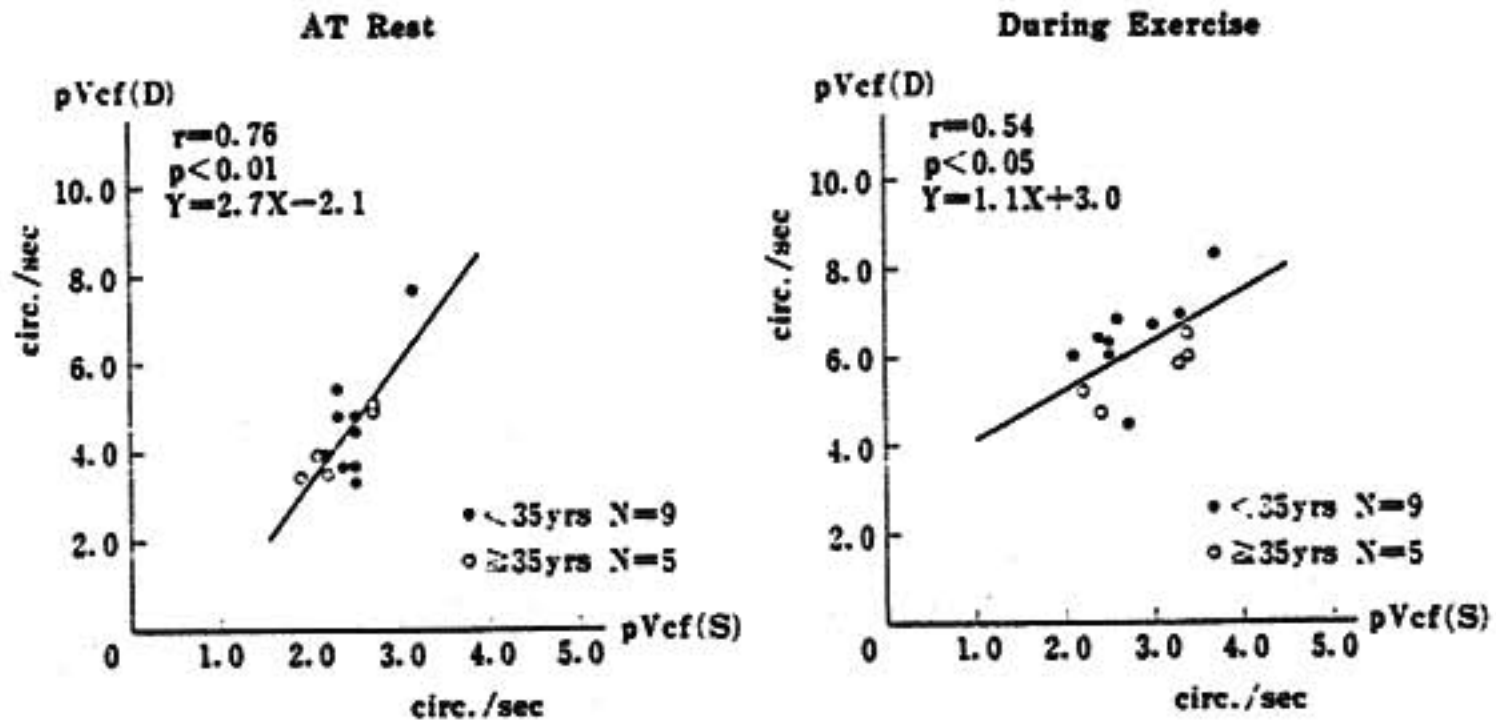


図3 左室壁収縮速度と左室壁拡張速度との関係

表1 左室壁収縮速度と左室壁拡張速度に対する年齢の影響

	NO. Age	pvcf(s) (circ./sec)		pvcf(D) (circ./sec)		pvcf(D)/pvcf(s)	
		at rest	dur. exercise	at rest	dur. exercise	at rest	dur. exercise
若年者	9 19-33	2.5±0.3	2.8±0.5	4.6±1.3	6.4±1.0	1.9±0.4	2.4±0.4
中高年者	5 41-51	2.3±0.4	2.9±0.6	4.1±0.8	5.6±0.7	1.8±0.1	2.0±0.3
P		NS	NS	NS	NS	NS	NS

mean ± SD

を要する過程であり、運動負荷による影響が、心筋の収縮過程と弛緩過程に対して異なっていることを推察させる。

最近 Grassi ら<sup>10</sup>は、ラットの摘出心を用いて、左室の isometric 及び isotonic の収縮速度と拡張速度を観察し、いずれの場合にも、isoproterenol により収縮速度と拡張速度が増大するが、拡張速度の増大がより著しかったことを報告している。このことから、われわれが得た成績は、運動負荷により交感神経系ないしは体液中の catecholamine の作用が増大し<sup>10</sup>、その結果心筋の弛緩速度が収縮速度を上回って増大した結果と解釈することが可能かもしれない。

急速流入期における左室の拡張速度に影響を与え得る因子としては、心筋の弛緩速度の他に、心筋の慣性、弾性、粘性、及び静脈還流などが考えられる。このうち慣性は負荷中もほぼ一定としてよいと思われるが、弾性及び粘性についても Taubert ら<sup>11</sup>によれば、catecholamine, calcium などによる inotropic state の変化は、心筋の粘性及び弾性に变化を与えないとされている。運動負荷中の静脈還流の増大により、左房圧

の上昇が生じ、その結果として急速流入期における左室の拡張速度が増加した可能性は否定できないが、このような機序によっては負荷終了後心拍数が平常に復した後も拡張速度の増大が持続したことを説明できないと思われる。

いずれにせよ、運動中に左室の急速流入期拡張速度が増加することは、頻拍による拡張期の短縮に際して、血液充満を保つ上に生体にとって有利に働くと考えられる。

文 献

- 1) 杉下靖郎, 小関 迪: 動的運動負荷心エコー図法: 仰臥位エルゴメーター運動負荷における方法の検討. J. Cardiography 7: 551, 1977.
- 2) Sugishita, Y., Koseki, S.: Dynamic exercise echocardiography. Circulation 60: 743, 1979.
- 3) 杉下靖郎, 小関 迪, 新富芳明, 松田光生, 伊藤 巖: 動的運動負荷心エコー図法. 一特に一般人およびスポーツマンにおける左心機能予備力の検討—第6回循環器負荷研究会発表, 1978.
- 4) Brecher, G. A., Kolder, H., Horres, A. D.:



- Ventricular volume of nonbeating excised dog hearts in the state of elastic equilibrium. *Circ. Res.* 19 : 1080, 1966.
- 5) Horwitz, L. D., Bishop, V. S. : Left ventricular pressure-dimension relationships in the conscious dog. *Cardiovasc. Res.* 6 : 163, 1972.
- 6) Grassi De Gende, A. O., Pérez Alzueta, A. D., Cingolani, H. E. : Effect of isoproterenol on relation between maximal rate of contraction and maximal rate of relaxation. *Am. J. Physiol.* 233 : H404, 1977.
- 7) Robinson, B. F., Epstein, S. E., Beiser, G. D., Braunwald, E. : Control of heart rate by the autonomic nervous system. Studies in man on the interrelation between baroreceptor mechanisms and exercise. *Circ. Res.* 19 : 400, 1966.
- 8) Christensen, N. J., Brandsborg, O. : The relationship between plasma catecholamine concentration and pulse rate during exercise and standing. *Eur. J. Clin. Invest.* 3 : 299, 1973.
- 9) Taubert, K., Willerson, J. T., Shapiro, W., Templeton, G. H. : Contraction and resting stiffness of isolated cardiac muscle : Effects of inotropic agents. *Am. J. Physiol.* 232 : H275, 1977.

## 6. 運動負荷による抗狭心症薬の効果判定

### —薬剤血中濃度との関係—

長谷川 昭\*・宮田 捷 信\*

田原 一二\*・関 克美\*・土谷 正雄\*

橋本 啓\*・柳 沼 淑夫\*・細田 瑳一\*

#### I はじめに

我々は、安定した典型的労作性狭心症患者を対象に、繰り返して Treadmill 運動負荷試験を行い、心電図変化、血圧、心拍数等の10%以内の再現性を確認した上で、代表的抗狭心症薬である Isosorbide dinitrate (以下 I. S. D. N.) と Propranolol (以下 Prop.) の薬剤効果を薬剤血中濃度と併せて検討したので報告する。

#### II 対象及び方法

対象は自治医科大学循環器内科に入院した安定した典型的労作性狭心症10例、性別は男9例女1例、年齢は41才から71才まで平均59才である。陳旧性心筋梗塞の合併は5例で、いずれも梗塞の範囲は小さく、左室

拡張終期圧は 13 mmHg 以下、駆出率は55%以上である。9例に冠動脈造影を施行し、75%以上の狭窄を有意な病変とすると、1枝病変1例、2枝病変2例、3枝病変6例であった。

運動負荷試験は、抗狭心症薬を48時間前より休薬し、朝空腹時安静を保った後、Marquett 社製 CASE Treadmill を用いた多段階負荷試験を行い、2度以上の狭心痛<sup>1)</sup>の出現または 2 mm 以上の虚血性 S-T の低下を終点とした。薬剤投与前に同じ方法で同量の負荷を2回以上行い、心電図 S-T 降下度、血圧、心拍数の再現性が10%以内の範囲であることを確認した。

薬剤投与後の運動負荷方法は、ISDN においては、薬剤投与前の運動負荷に続き60分間の安静を保たせた後、ISDN 5 mg を舌下し、融解後15分目に、投与前と同量の運動負荷を行った。Prop. においては、30

\* 自治医科大学 循環器内科

mg 経口投与後90分目に、投与前と同量の運動負荷を行った。

薬剤血中濃度は、ISDN は舌下融解後5分、15分に、Prop. は経口投与後90分、150分にそれぞれ採血し、ISDN はガスクロマトグラフィーによる定量法<sup>2)</sup>で、Prop. は Radioimmunoassay 法<sup>3)</sup>で測定した。

S-T 降下度は、全例 V<sub>5</sub> 誘導での S-T index (Mc Henry ら<sup>4)</sup>) で表わし、同時に心拍数 (以下 H. R.), 収縮期血圧 (以下 B. P.) を測定し、Pressure-rate-product (以下 P. R. P.) を計算した。

S-T index が投与前の運動負荷と比べて投薬後30%以上減少した例を有効とした。

### III 結 果

#### 1) 薬剤血中濃度

ISDN の血中濃度は、舌下融解後5分で  $60 \pm 21$  ng/ml, 15分で  $39 \pm 26$  ng/ml であり、Prop. は90分後に  $33 \pm 15$  ng/ml, 180分後に  $43 \pm 19$  ng/ml であった。

#### 2) B. P., H. R., P. R. P. への薬剤効果 (図1)

図1は、投薬前 (横軸 B) と投薬後 (横軸 A) の B. P., H. R., P. R. P. の値で、上段は安静時、下段は運動負荷中の最大値である。

図1右のごとく、Prop. 投与後の H. R. P. R. P. は安静時及び運動負荷中の最大値ともに有意 ( $p <$

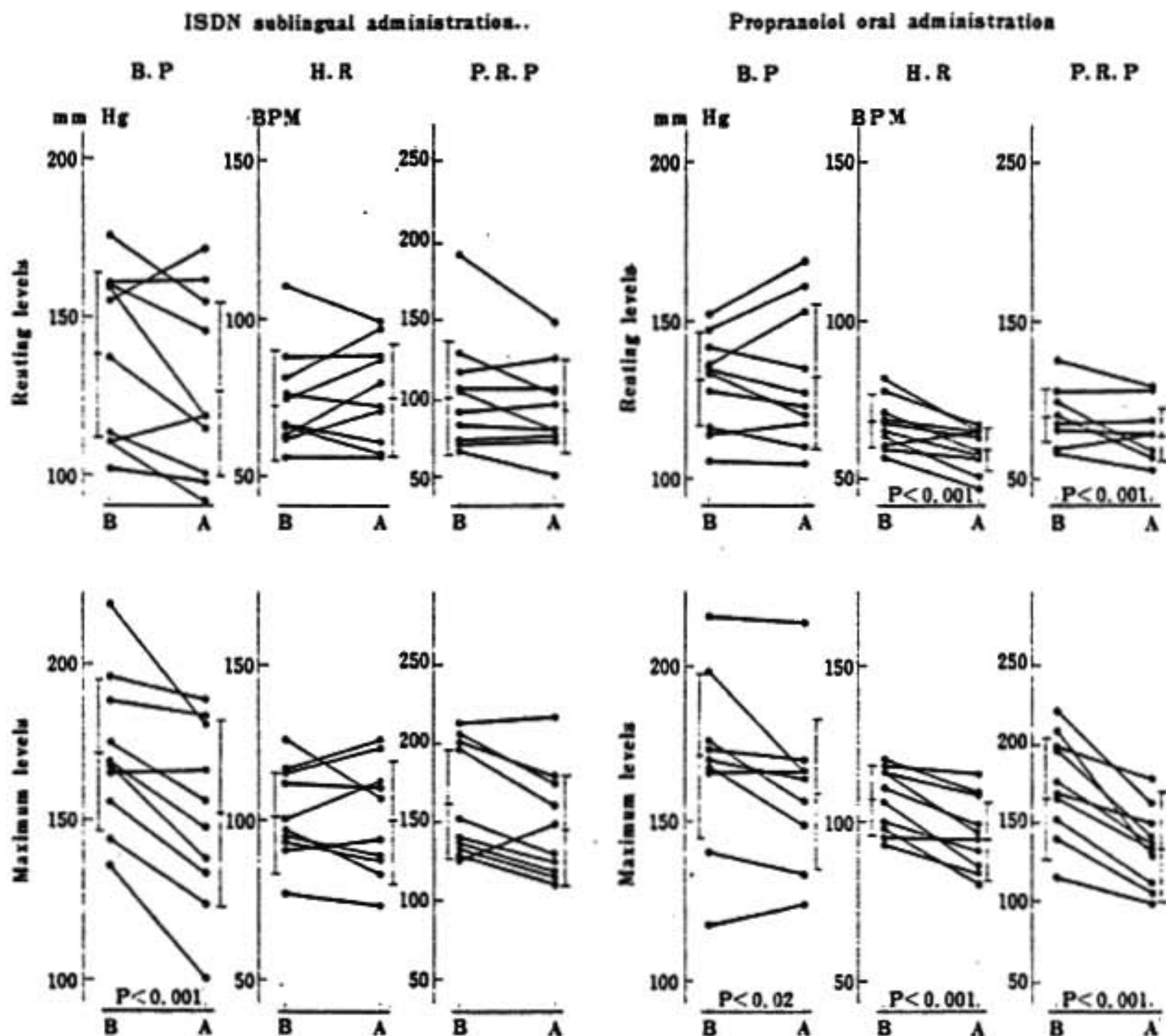


図1 Blood pressure(B. P.), Heart rate(H. R.), and Pressure rate product(P. R. P.)

left: 5 mg ISDN sublingual administration.  
right: 30 mg Propranolol oral administration.

B: Before admin.  
A: After admin.

0.001) に減少した. B.P. は安静時は有意な変化を示さなかったが, 運動負荷中の最大値は低下傾向 ( $p < 0.02$ ) を示した.

ISDN では, 図1左のごとく, B.P. は運動負荷中の最大値が, 投与後有意 ( $p < 0.001$ ) に減少し, H.R., P.R.P. は安静時, 運動負荷中の最大値ともに有意の変化を示さなかった.

3) B.P., H.R., P.R.P. 減少率と薬剤血中濃度との関係 (図2)

図2-a は Prop. 投与前の運動負荷中の P.R.P. 最大値に対する投与後の P.R.P. 最大値の減少率と血中濃度の関係を示した図である. 図中黒丸は S-T index 減少率が30%以上で有効と判定した例, 白丸は S-T index 減少率が30%未満で無効と判定した例である. 最大 P.R.P. 減少率は, 11%から37%平均20%で, 最大 P.R.P. 減少率と血中濃度は正相関 ( $R=0.82$ ) した. 最大 H.R. 減少率は, 2%から19%平均13%, 最大 B.P. 減少率は, -4%から17%平均7%で, ともに血中濃度との間に有意の相関を認めなかった.

図2-b は ISDN 投与後の最大 P.R.P. 減少率と血中濃度との関係である. 最大 P.R.P. 減少率は, -16%から17%平均7%であり血中濃度と有意の関係は認めなかった. 最大 H.R. 減少率は, -13%から15%平均2%, 最大 B.P. 減少率は, 0%から27%平均10%であり, ともに血中濃度と有意の関係は認めなかった.

4) S-T index 減少率と血中濃度の関係

Prop. 投与後の S-T index 減少率は, -32%から85%で, Prop. 有効と判定した S-T index 減少率30%以上は7例, 無効と判定した S-T index 減少率30%未満は3例であった. 無効例3例のうち2例は S-T index が増加した. S-T index 減少率と血中濃度の間には粗な相関 ( $R=0.51$ ) を認めた.

ISDN 投与後の S-T index 減少率は, 23%から100%平均74%であり, 30%未満は1例であった. 無効と判定した1例は, 血中濃度を増加させた時 S-T index の改善を認めた.

5) Prop. 投与例の H.R. と S-T index との関係 (図3)

図3-a は, 典型的労作性狭心症の1例である. 左

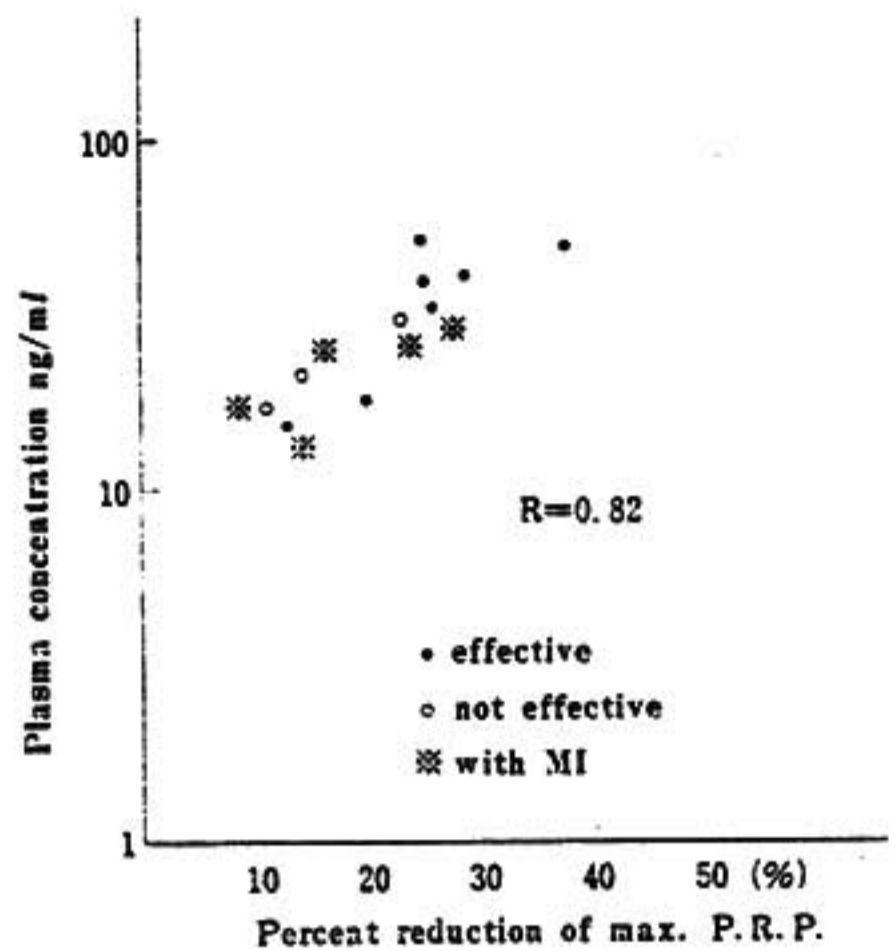


図2-a Relation between plasma Prop. concentration and percent reduction of max P.R.P.

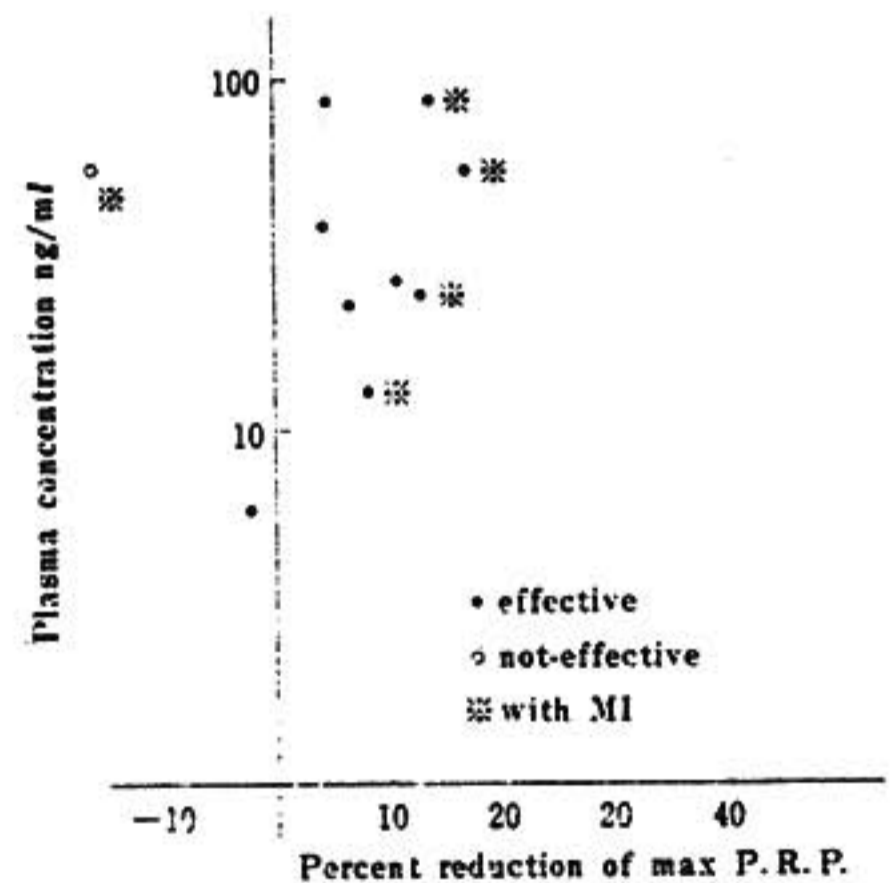


図2-b Relation between plasma ISDN concentration and percent reduction of max P.R.P.

より順に, Prop. 投与前, 投与後90分 (血中濃度 32.8 ng/ml), 及び投与後150分 (血中濃度 34.4 ng/ml) に行った運動負荷である. Prop. 投与後90分には Prop. 投与前の運動量と同量の負荷を行い, Prop. 投与後150分には Prop. 投与前の最大心拍数を目標に運動負荷を行った. 図は上より運動負荷量, 安静時及び最大変化時の心電図 V<sub>5</sub> 誘導, 運動中及び回復期を

Treadmill Exercise	Before Propranolol		90mins. after Propranolol Serum Level : 32.8 ng/ml		150 mins. after Propranolol Serum Level : 34.4ng/ml	
	2.3M.P.H. 5 percent Slope	6 min. 2 min.	2.3M.P.H. 5 percent Slope	6 min. 2 min.	2.3M.P.H. 5 percent 10 Slope 15	6 min. 2 min. 1.4 min.
	Rest.	Max.	Rest.	Max.	Rest.	Max.
ST Level V5						
ST index	1.5	-2.3	1.8	0.9	1.3	-2.4
BP (mmHg)	115	140	117	133	117	147
HR (bpm)	60	97	55	79	54	93
PRP	69	136	64	105	63	137

図3-a S. N. 69 y. M.

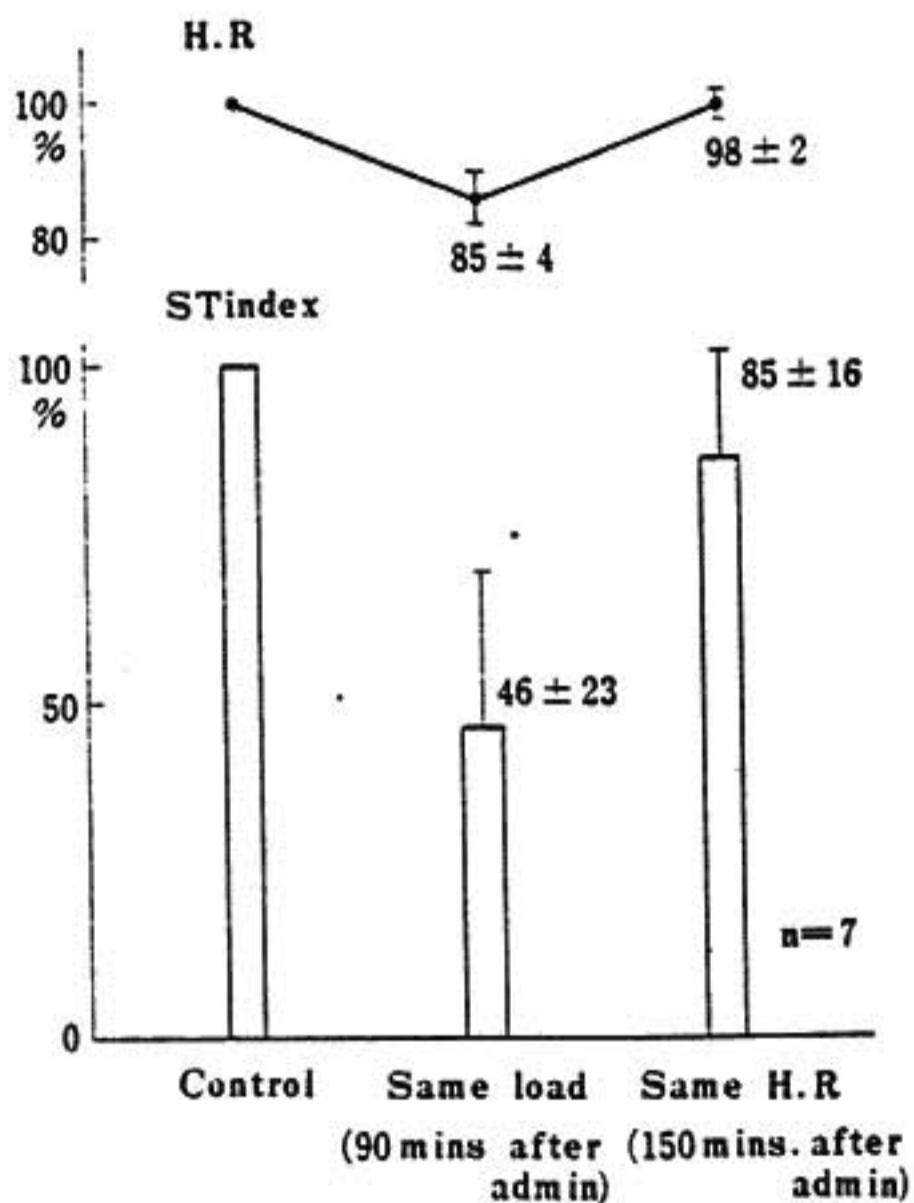


図3-b

投与前と比べ差を認めず、この時の P. R. P. もほぼ同じ値をとっていた。図3-bは、Prop. の有効な7例を同様の方法で検討した結果である。同量の運動負荷で、H. R. は投薬前の85±4% S-T index は46±23%で改善を認めた。しかし、投薬前の運動負荷中の最大心拍数と同じ心拍数まで運動負荷を続けた時の S-T index は、投薬前の85±16%を示した。

#### IV 考 案

運動負荷を用いて薬効判定を行う場合、運動負荷により得られた指標の再現性が問題となる。コントロール運動負荷後短時間の間隔で続けて運動負荷を行うと warm up 効果が生じる”とされている。我々は、運動の間に60分以上の安静を保つことにより warm up 効果の影響を除外”し、更にいずれの症例も再現性が10%以内であることを確認して、薬効判定を行った。

Prop. の抗決心作用としては、Prop. の投与後の運動負荷で、最大 H. R. 及び最大 P. R. P. が減少していること、薬剤投与前の最大 H. R. を目標に Prop. 投与後運動負荷を行うと S-T index も投与前の値に近くなることより、P. R. P. の減少が、心筋酸素消費量を低下させるもっとも大きな要因になっていると考えられる。一方、P. R. P. が減少しているにもかかわらず、S-T index が改善しない例が3例認められたが

通じてのJ点の S-T 偏位のヒストグラム、S-T index、B. P., H. R., P. R. P. の安静時及び最大値を示している。Prop. 投与前の運動負荷中の最大心拍数を目標に行った投与後150分の運動負荷では S-T index は

i) P. R. P. の減少程度が少なく, S-T index を改善させるに至らない ii) Negative inotropic action により心室容量が増加し P. R. P. では現われない心筋酸素消費量が増加した iii) 心筋梗塞合併例であり心機能がやや低下していたことなどの可能性がある。

ISDN による P. R. P. 減少率は, Prop. 投与に比べ少ないが, S-T index は, Prop. に比べ著明に改善している。無効と判定した1例は, ISDN 投与による H. R. の増加が著しく, P. R. P. が増加したと考えられるが, S-T index は23%減少している。ISDN の抗狭心症作用は, P. R. P. 減少による心筋酸素消費量の減少以外に, i) Preload の減少による心室容量の減少<sup>9)</sup>, ii) 比較的太い冠血管の拡張<sup>10)</sup>が考えられる。

Prop. の抗狭心症作用を示す有効血中濃度は, Pine<sup>7)</sup>によれば 14 ng/ml 以上, Harrison<sup>8)</sup>によれば 30 ng/ml 以上である。我々の成績では, P. R. P. を 10%減少させる血中濃度は 13~15 ng/ml であり, 25%減少させるのは 30 ng/ml である。S-T index 減少率からみた薬剤効果判定では, 血中濃度が 30 ng/ml 以上の例は総て有効で, S-T index 改善の有効血中濃度は 30 ng/ml と考えられる。

ISDN の有効血中濃度に関する報告は少ないが, 有効血中濃度は 5 ng/ml 程度で個人差が大きい<sup>9)</sup>とされている。我々の例でも個人差は大きい<sup>9)</sup>が, 5.6 ng/ml 以上の全例で有効であった。

## V ま と め

典型的労作性狭心症10例を対象として, Treadmill

運動負荷試験により, ISDN と Prop. の薬効判定を血中濃度と併せて検討した。

Prop. の抗狭心症作用は, P. R. P. の減少によると考えられる。ISDN の抗狭心症作用は, P. R. P. 減少以外に, Preload 減少による心室容量の減少や比較的太い冠血管拡張作用が考えられる。

S-T index の改善度からみた Prop. の有効血中濃度は 30 ng/ml, ISDN の有効血中濃度は, 個人差は大きい<sup>9)</sup>が, 5 ng/ml 程度と考えられる。

謝辞: 血中 ISDN 濃度測定に御協力いただいた東亜栄養化学工業(株)開発室研究部の皆様に深謝致します。

## 文 献

- 1) Kawashima, K. : J. Pharmacol. Exp. Ther. 196 : 517-523, 1976.
- 2) 加藤隆一, 他 : 臨床薬理 10 : 509-523, 1979.
- 3) McHenry, P. L., et al. : Am. J. Cardiol. 30 : 747-752, 1972.
- 4) 宮田捷信, 他 : 第9回循環器負荷研究会にて発表.
- 5) Clausen, J. P., et al. : Circulation 53 : 436-442, 1976.
- 6) Detry, J. R., et al. : Circulation 18 : 155-163, 1971.
- 7) Pine, M., et al. : Circulation 52 : 886-893, 1975.
- 8) Alderman, E. L., et al. : Circulation 51 : 964-975, 1975.
- 9) 待井一男, 他 : 薬理と治療 8 : 94-100, 1980.
- 10) Goldstein, R. E., et al. : Prog. Cardiovasc. Dis. 14 : 360-398, 1972.

## 7. 血中乳酸値測定による運動中の心機能評価の試みについて

吉崎哲世\*・古川伸夫\*・渋谷敏幸\*  
相沢一徳\*・小沢武文\*・田村康二\*

## I はじめに

虚血性心疾患の診断に対してトレッドミル運動負荷試験が広く行なわれている。しかし虚血性心疾患の病態の特徴として患者が老人に多いため、運動負荷試験の負荷量の判定・中止点の決定を何で定めるかには多くの問題点がある<sup>1)2)</sup>。一般的には心拍数が用いられているが、負荷量の判定には体酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ ) も使用されている<sup>3)</sup>。また運動負荷試験陽性基準としては ST-T 変化を取ることが多い<sup>4)</sup>。我々はトレッドミル運動負荷試験中に血中乳酸値を測定し運動負荷量の決定に血中乳酸値がどれ位有用なのかについて検討した。

## II 対 象

(1) 健康成人男性8例(28~42才)を対象としてトレッドミル運動負荷試験中に  $\dot{V}O_2$  と心拍数を記録した。(2) 血中乳酸値は以下の症例でトレッドミル運動負荷試験中測定した。

(a) トレッドミル運動負荷試験陰性例の男性5例(33~51才)。(b) トレッドミル運動負荷試験陽性例の男性4例(51~57才)。(c) 冠状動脈造影上冠状動脈に75%以上の狭窄が1枝以上ある男性例4例(47~55才)。この症例は全例でトレッドミル運動負荷試験は陽性であった。なお3群の症例はすべて呼吸器疾患や肝機能障害はなかった。

## III 方 法

Ellestad の方式に従い<sup>5)</sup>トレッドミル運動負荷試験を行った。心電図は左右の鎖骨上と左側腹部の3点を左手・右手・左足の代わりの誘導部位とし、四肢誘導を記録した。また胸部誘導は  $V_1$ ,  $V_5$ ,  $V_7$  に導子を置き、通常は  $V_7$ ,  $V_1$ ,  $V_5$  の三誘導を同時記録した。随時他の誘導も記録した。心電図記録は負荷前臥位、

坐位、立位で記録し、負荷中、回復期は1分間隔で行った。トレッドミル運動負荷試験は10%のトレッドミル(Avionics社製)の台上で2.7km/時(1.7マイル/時)3分間、4.8km/時(3マイル/時)2分間、6.4km/時(4マイル/時)2分間、8km/時(5マイル/時)3分間の計10分間行った。回復期は8分後まで見た。

トレッドミル運動負荷試験の陽性基準は Ellestad の基準<sup>6)</sup>に従った。 $\dot{V}O_2$  は開放回路方式の磁気酸素分析計(フクダ産業, type MAH-606)で連続して行った。乳酸値は Roche model 640 lactate analyzer で測定した。採血は尺側皮静脈より Sorenson catheter を挿入し、上大静脈または右房と思われる部位より行った。採血時間は、負荷前と負荷中・回復期は2分間隔で行った。

## IV 結 果

1)  $\dot{V}O_2$  と心拍数(図1, 図2)

運動中は心拍数の増加に伴い  $\dot{V}O_2$  も増加した。回復期では直線関係にないが、心拍数の減少につれ  $\dot{V}O_2$  も減少した。しかし中に1例心拍数と  $\dot{V}O_2$  が負荷中相関しない症例が認められた。

## 2) 血中乳酸値の変動

図3は44才狭心症例の血中乳酸値の変化である。負荷心電図は虚血性変化を示した。血中乳酸値は回復期一時上昇し再度減少している。

図4は3群の血中乳酸値である。a群では、負荷前  $3.18 \pm 2.63$  mg/dl (平均  $\pm$  1標準偏差) が負荷10分で  $20.06 \pm 3.62$  mg/dl と増加し、回復期1分で  $20.85 \pm 3.68$  mg/dl と最高に達し以下減少した。b群では、負荷前  $3.58 \pm 2.42$  mg/dl, 負荷10分  $21.51 \pm 8.15$  mg/dl, 回復期1分  $22.37 \pm 8.24$  mg/dl, 回復期5分  $21.99 \pm 8.73$  mg/dl であった。c群では、負荷前  $4.06 \pm 2.13$  mg/dl, 負荷10分  $22.07 \pm 11.29$  mg/dl,

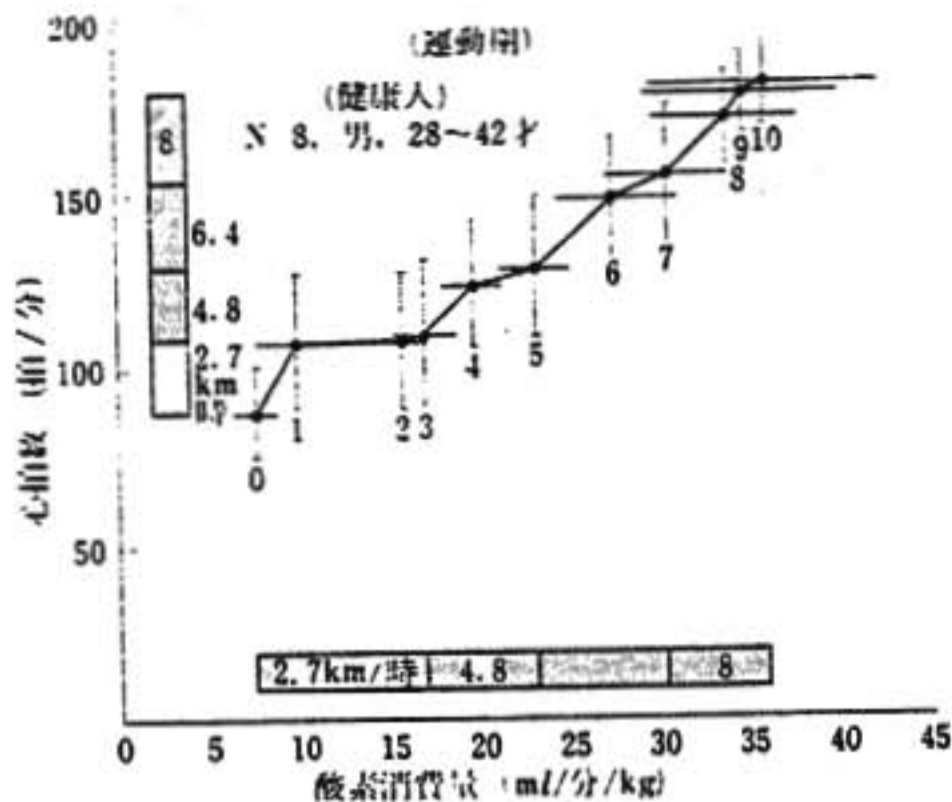


図1 運動負荷時の心拍数と酸素消費量との関係

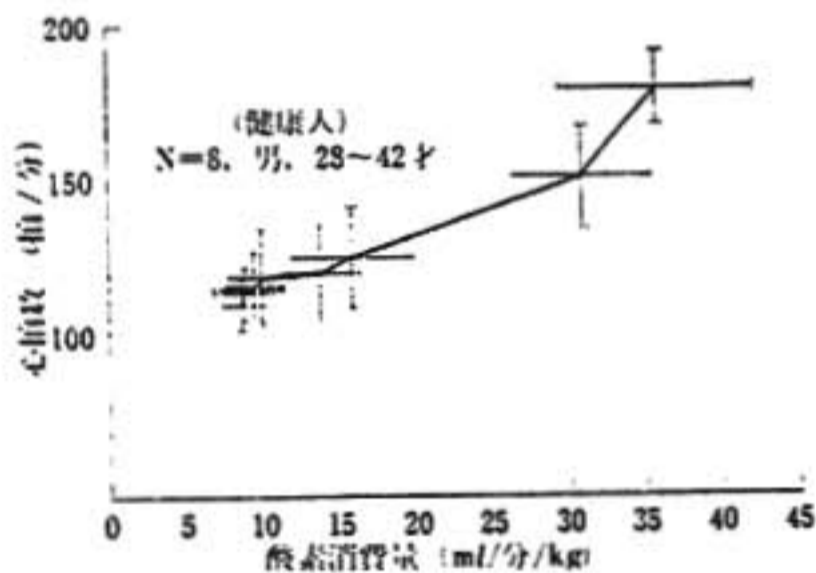


図2 運動負荷回復期の心拍数と酸素消費量との関係

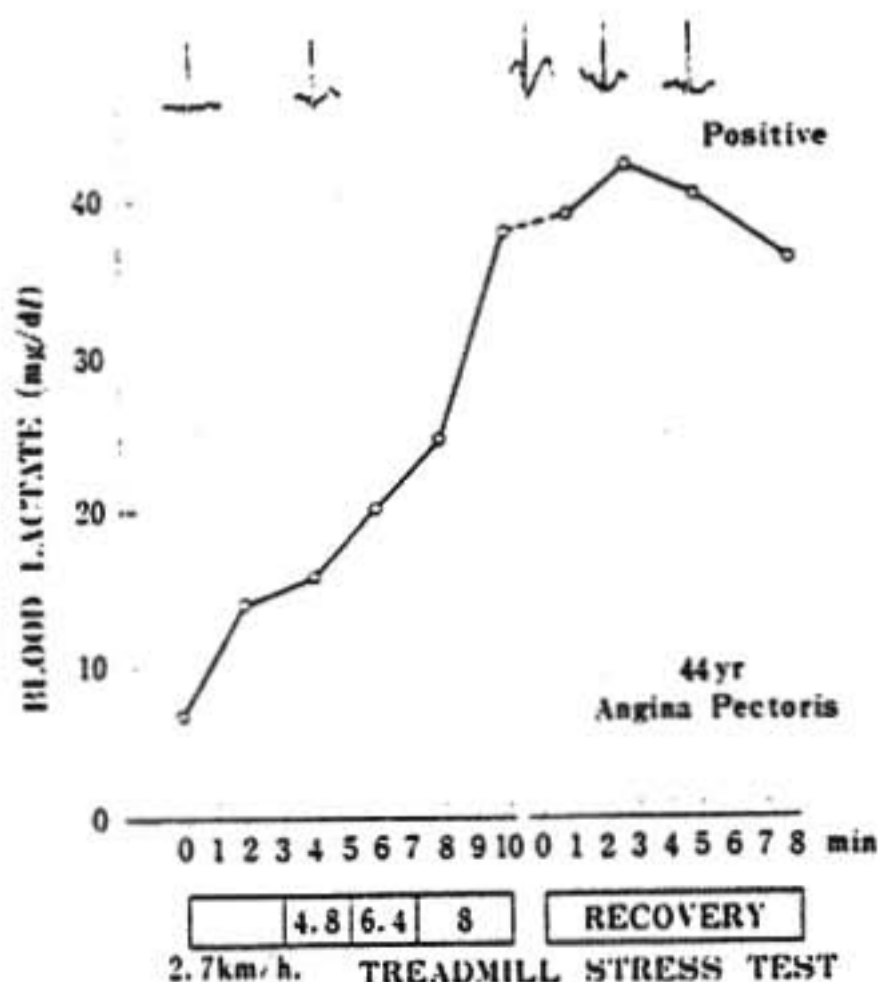


図3 狭心症例の運動負荷に伴う血中乳酸値と心電図変化

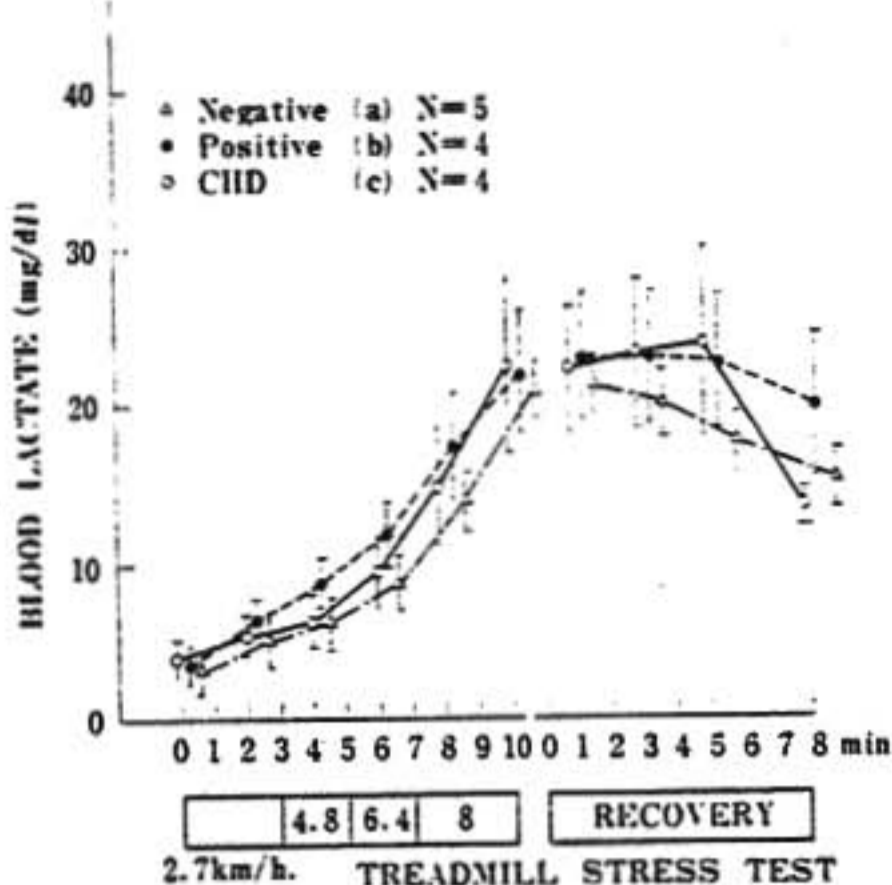


図4 運動負荷に伴う血中乳酸値の変化

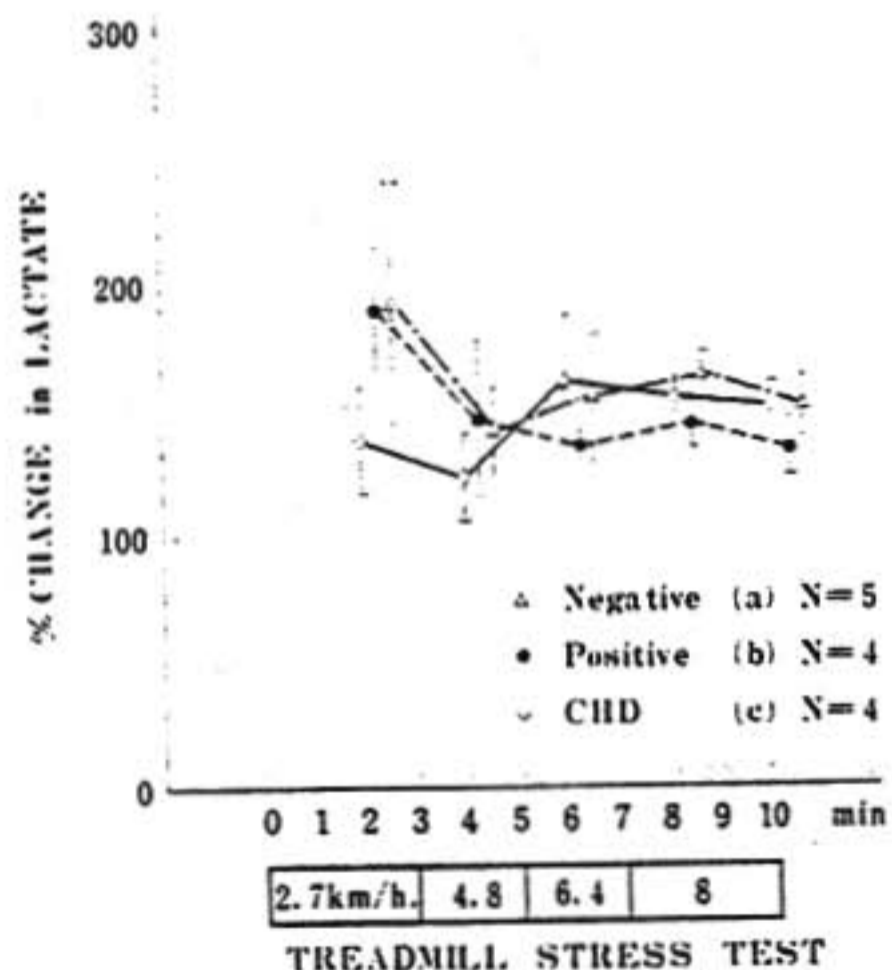


図5 運動負荷時の血中乳酸値の前値よりの増加率

回復期1分 21.82±9.73 mg/dl, 回復期5分23.19±11.78 mg/dl であった。

図5は3群の運動負荷中の血中乳酸値の前値よりの増加率を示している。3群の間では増加率に有意差はなかった。

図6は回復期の血中乳酸値の変化である。

a群では回復期5分で-12.6%, b群では-2.25%, c群では+0.25%であった。虚血性心疾患例, トレッドミル運動負荷試験陽性例では陰性例に比較し, 回復

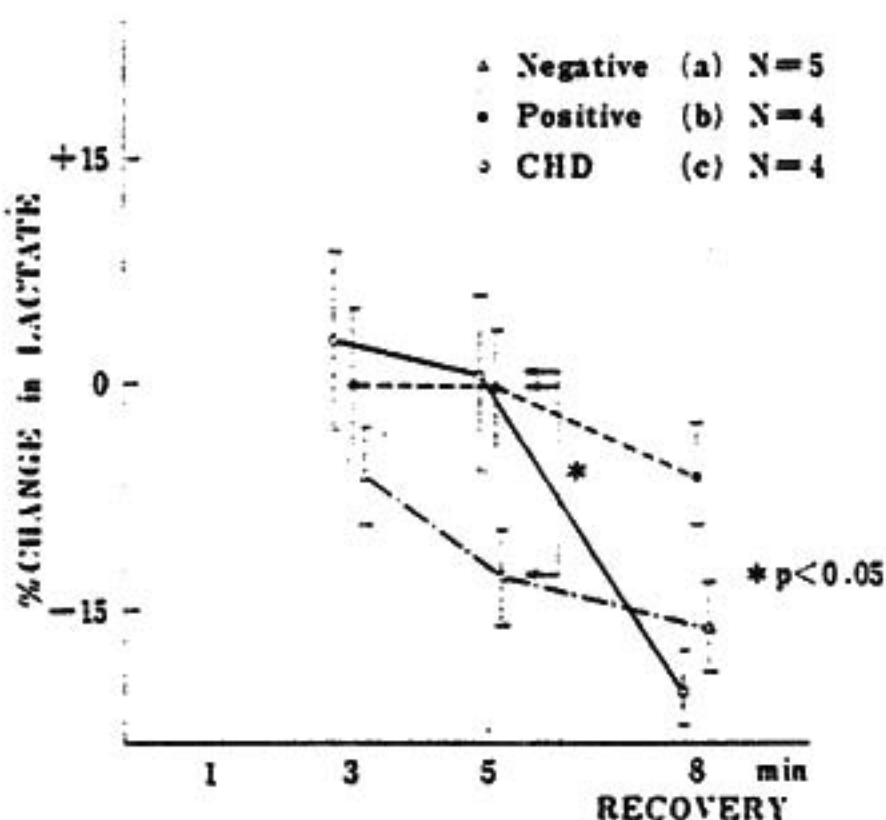


図6 運動負荷回復期の血中乳酸値の前値よりの増加率

期5分では血中乳酸値が減少しにくく有意差があった。

## V 考 案

運動負荷試験において負荷量を予測するために、心拍数や体酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ ) が広く使われている<sup>13,14</sup>。しかし運動負荷中の心拍数はたとえばスポーツマンでは他と反応が異なることがある。また中には心拍数と  $\dot{V}O_2$  が相関しない症例も認められる。全例に運動負荷中  $\dot{V}O_2$  を測定することは難かしく、特に老人では困難である。最近、血液中や組織液中の乳酸値の測定が簡単にできるようになった。そこで乳酸測定の方法を運動負荷試験に使用することが可能となってきた。R. J. Chalmers ら<sup>15</sup>によると、運動負荷中虚血性心疾患例では正常例に比較して静脈血中乳酸値が高く、また回復期では反対に減少しにくいとしている。我々の例では、運動負荷中の血中乳酸値では絶対値、増加率に負荷陽性例と陰性例では差がなかった。しかし回復期では運動負荷試験陽性例は陰性例に比較して血中乳酸値が減少しにくかった。虚血性心疾患例は正常例に

比較して Work Capacity が減少しており早期に組織中の Anaerobic metabolism が亢進すると思われる。また Peripheral circulation が悪く、乳酸値の分解能も低下していると思われる。それらが回復期に血中乳酸値が減少しにくい一因と考えられる。老人においては運動負荷試験途中中止例が多く、負荷試験判定不能例が多数認められる。そのような症例に運動負荷中血中乳酸値を測定することは、心機能を見る上で意味があると思われた。

## VI 結 論

- (1) 虚血性心疾患例およびトレッドミル運動負荷試験陽性例は陰性例に比較して運動負荷試験回復期の血中乳酸値が減少しにくかった。
- (2) 運動負荷試験中血中乳酸値を測定することは、個々の症例の心機能を知る上で意味があると思われた。

## 文 献

- 1) 田村康二：トレッドミル負荷試験。現代臨床機能検査。日本臨床夏季増刊号 37：2054, 1979。
- 2) 循環器負荷研究会編：運動負荷試験におけるアンケート。同上事務局, 1976。
- 3) Bruce, R. A., Kusumi, F. and Hosmer, D. : Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. Am. Heart J. 85 : 546, 1973.
- 4) Ellestad, M. H. : Stress testing. F. A. Davis, Co., 1975, U. S. A.
- 5) 田村康二：運動負荷試験，機能検査法の進歩。診断と治療 67：1513, 1979。
- 6) Chalmers, R. J., Johnson, R. H., et al. : Metabolic Changes during Exercise Testing of Patients with Ischemic Heart Disease. Eur. J. appl. Physiol. 35 : 261, 1976.



## 8. 多段階 treadmill 運動負荷による血中ホルモンの変動

—健康成人を対象として—

岡 島 智 志\* . 勅使河原 敬 明\*

近 藤 武\* . 大 橋 進\*

宮 城 裕\* . 野 村 雅 則\* . 菱 田 仁\*

長 坂 顕 雄\* . 久 田 澄 夫\* . 水 野 康\*

## I はじめに

運動負荷試験は循環器疾患の診断, 治療効果の判定, 心機能の評価などに広く用いられているが, 心血管系反応の背景となる体液性因子について追求した報告は少ない。

本研究では, 循環器疾患における運動負荷時の血中ホルモンの変動に関する検討の第1段階として, 健康男子に多段階 treadmill 運動負荷を行い, その前後の血中ホルモンを経時的に測定して変動を分析した。

## II 対象と方法

対象は健康成人男子11名で, 年齢は21才から33才(平均24.4才)であった。前処置としての食塩制限は行わなかった。

被検者は, 検査前飲食を2時間以上, 喫煙を1時間以上禁止し, 仰臥位にて1時間安静, 続いて10分間立位安静をとった後, 運動を開始した。修正 Bruce 法<sup>1)</sup>による多段階 treadmill 運動負荷試験を行い, 運動負荷の end-point は心拍数が最大予測心拍数<sup>2)</sup>の90%以上に達した時点とした。運動終了後と同時に被検者を再び仰臥位とし, 3時間安静を保たせた。採血は, 安静臥位, 安静立位および運動終了直後, そして運動後5分, 10分, 30分, 1時間, 2時間および3時間に行ったが, 2例では更に運動中3分毎に, いずれも肘静脈に翼状針を留置して行った。血中 adrenaline, noradrenaline は自動高速液体クロマトグラフィー法で分離後蛍光法にて, renin 活性, angiotensin I および II, aldosterone は radioimmunoassay にて測定

した。血圧は sphygmomanometer を用い右上腕動脈にて1分毎に測定し, 心拍数は同時に記録した心電図より30秒毎に求めた。

推計学的検定には paired t test または sign test を用いた。

## III 結果ならびに考案

## 1) adrenaline と noradrenaline

図1は, 7例の健康者における運動負荷時の血中 adrenaline および noradrenaline 濃度の経時的变化である。臥位から立位への体位変換により, adrenaline は1例を除きほとんど変化しなかったが, noradrenaline は平均 0.07 ng/ml と軽度の上昇を認めた。運動中の adrenaline および noradrenaline 濃度は, 2例で測定したのみであるが, stage 毎に増加し, 運動終了直後に最高値に達した。両者とも運動後には漸減して, 30分後に安静時の level に回復した。

11例について, 安静立位時と経時的变化で最高値を示した運動終了直後の血中 adrenaline および noradrenaline 濃度を比較した。adrenaline 濃度は安静立位時  $0.05 \pm 0.03$  ng/ml (平均値  $\pm$  標準偏差, 以下同じ) から運動直後  $0.13 \pm 0.10$  ng/ml へ増加し, noradrenaline 濃度は安静立位時  $0.18 \pm 0.05$  ng/ml から運動直後  $0.43 \pm 0.17$  ng/ml へ増加し, 両者とも推計学的に有意であった (おのおの  $p < 0.02$ ,  $p < 0.001$ )。

運動時に血中 noradrenaline 濃度が著明に増加することはすでに報告されている<sup>3)4)</sup>。しかし, 運動時の血中 adrenaline 濃度の変化に関しては, ほとんど

\* 名古屋保健衛生大学医学部 内科

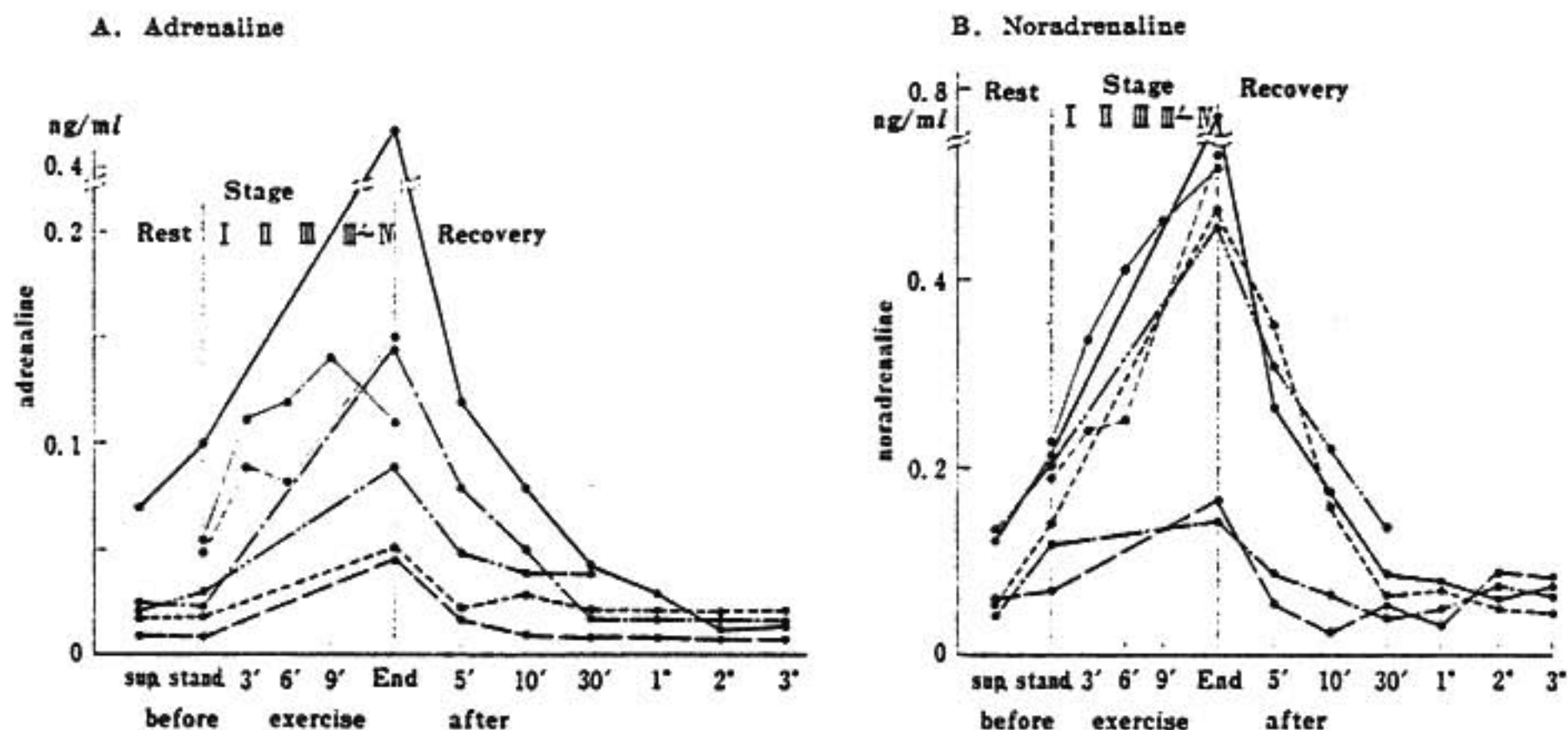


図1 運動負荷時の adrenaline および noradrenaline の血中濃度の経時的変化

変化しないとする報告<sup>1)</sup>, まったく変化しない症例から著しい上昇を示す症例まで個体により一定しないとする報告<sup>2)</sup>, noradrenaline と平行して変化するという報告<sup>3)</sup> などがあり, 意見の一致をみない. 本研究では, 運動終了直後に血中 noradrenaline 濃度のみならず adrenaline 濃度も有意に増加することを認めた. noradrenaline は交感神経終末あるいは副腎髄質から遊離され, 一方 adrenaline は副腎髄質から分泌される. 従って我々の成績から, 副腎髄質もまた catecholamine の分泌を通して運動中の心血管系反応に参与しているものと考えられた.

図2上段は, 安静立位時 (open circle) と運動終了直後 (solid circle) における心拍数, 収縮期 (SBP) および拡張期血圧 (DBP), pressure rate product (PRP) と血中 adrenaline 濃度との関係を plot したものである. 安静立位時の adrenaline 濃度と心拍数, SBP, DBP, PRP のおのおのとの間に, 運動直後の adrenaline 濃度と PRP との間に, いずれも有意な正相関を認めた. 下段は血中 noradrenaline 濃度について同様の検討をしたものである. noradrenaline 濃度は安静立位時に DBP との間に, 運動直後は SBP, PRP のおのおのとの間に有意な正相関を示した.

## 2) renin

図3Aは, 運動負荷時の血漿 renin 活性 (PRA) の経時的変化である. PRA は臥位から立位への変化により, 4例中3例が上昇傾向を示し, 1例は軽度減

少した. 運動中は次第に増加し, 運動終了直後または5分後に peak に達した. 運動後は漸減して, 30分ないし2時間後に PRA は安静時の level に復した. 11例の健常者における運動直後の PRA ( $3.50 \pm 1.51$  ng/ml/hr) は安静臥位時のそれ ( $1.65 \pm 0.93$  ng/ml/hr) に比較し有意に高かった ( $p < 0.001$ ).

図3Bは, 安静臥位時と運動終了直後における血中 noradrenaline 濃度と PRA との関係を示したものである. 両者間には有意な正相関 ( $r = 0.44$ ,  $p < 0.05$ ) を認めた. 従って PRA の変化は一部には血中 noradrenaline 濃度の増加による傍糸球体装置の刺激を介しているものと考えられる. renin と心拍数, SBP, DBP のおのおのとの間に有意な相関を認めなかった.

## 3) angiotensin

図4Aは, 7例における運動負荷時の angiotensin I の血中濃度の経時的変化である. angiotensin I の血中濃度は運動開始とともに増加し, 運動終了直後, 5分後あるいは10分後に最高値を示した. その後漸減して, 運動後30分ないし3時間で angiotensin I の濃度は安静時の level に復した. 11例における運動直後の angiotensin I の血中濃度 ( $444.5 \pm 225.1$  pg/ml) は安静臥位時のそれ ( $223.0 \pm 137.0$  pg/ml) に比し有意に高かった ( $p < 0.001$ ).

angiotensin I は, 腎の傍糸球体装置より分泌される renin が angiotensinogen に作用して生成される. そこで PRA と angiotensin I との関係を検討した.

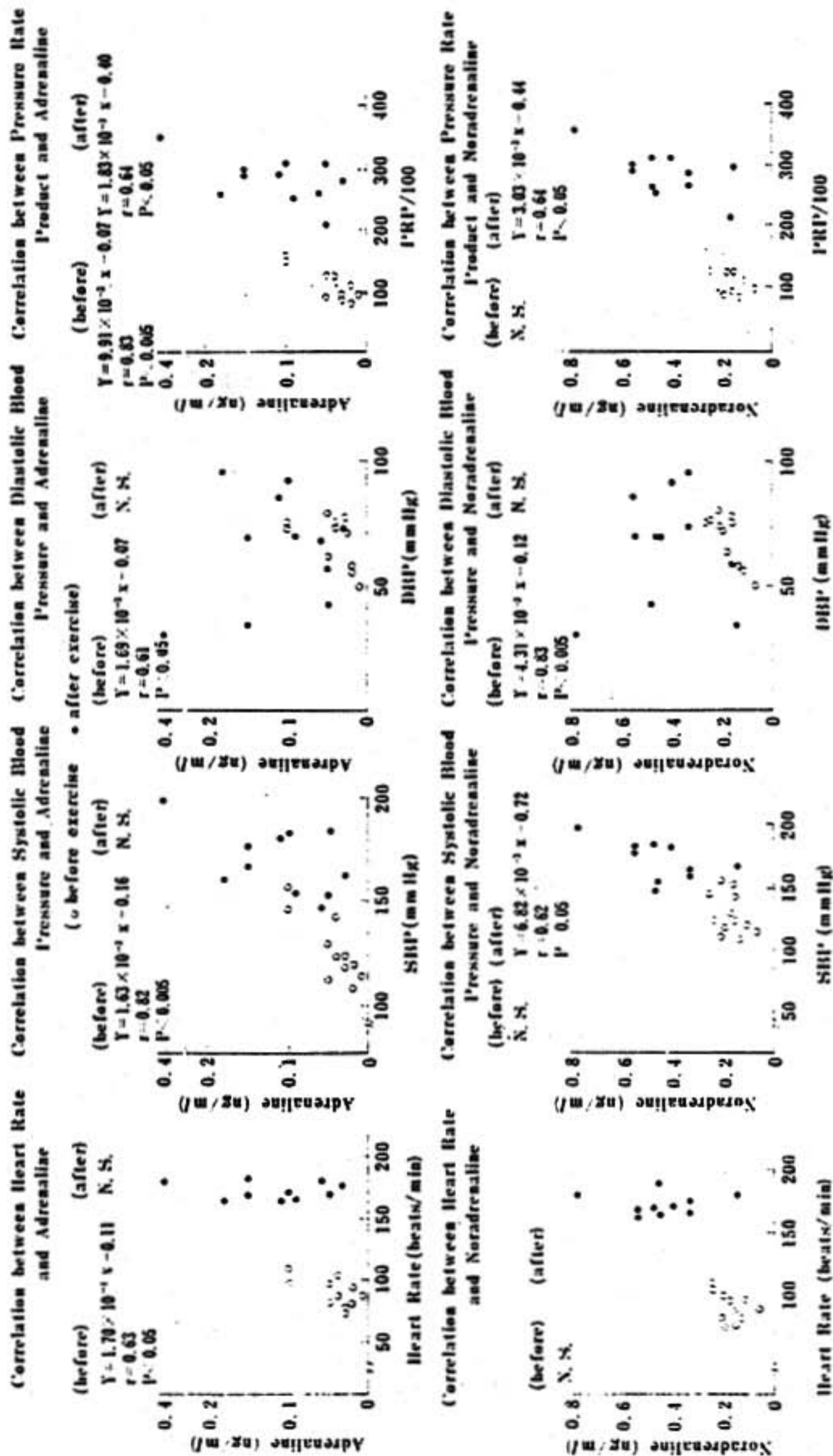


図2 運動負荷前後における adrenaline および noradrenaline の血中濃度と心拍数, 収縮期および拡張期血圧, pressure rate product との相関

open circle および solid circle はそれぞれ安静立位時および運動終了直後の値を示す。

安静臥位時及び運動終了直後における PRA と angiotensin I の血中濃度との間には  $r = 0.65$  の有意な正相関 ( $p < 0.005$ ) を認めた。安静臥位時から運動直

後への PRA の増加分と angiotensin I の濃度の増加分との間にも  $r = 0.73$  の有意な正相関 ( $p < 0.05$ ) が認められた。

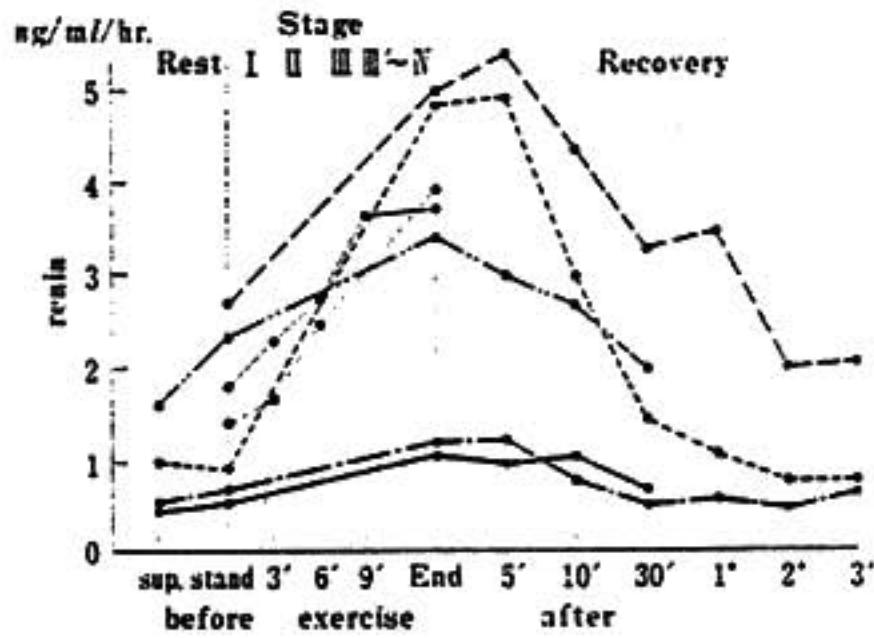


図3 A 運動負荷による血漿 renin 活性 (PRA) の経時的変化

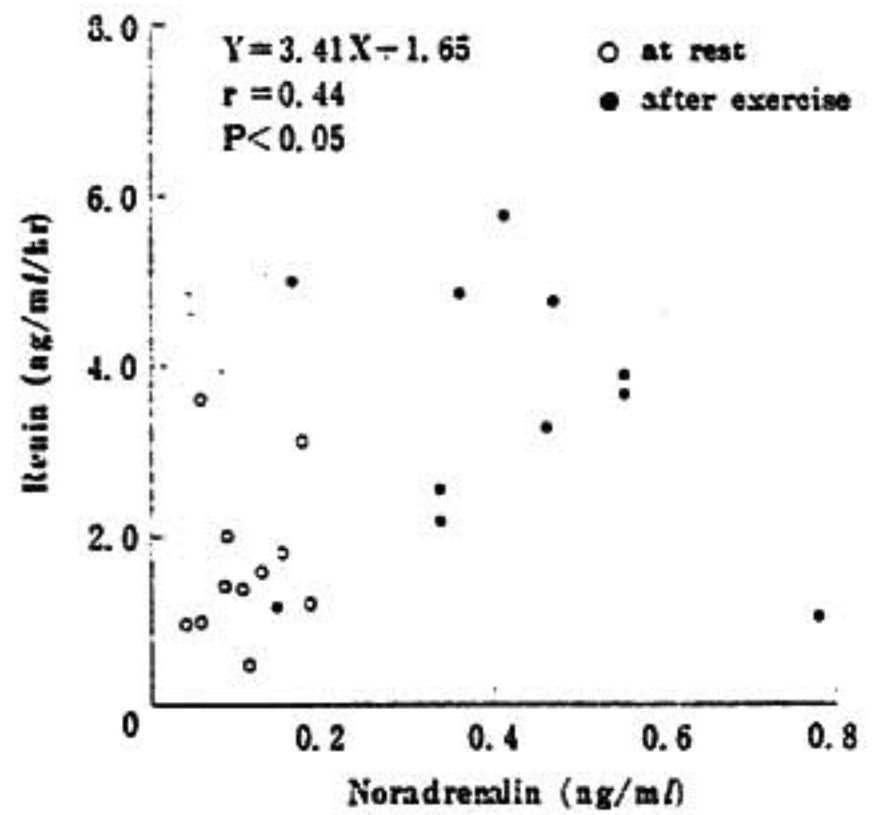
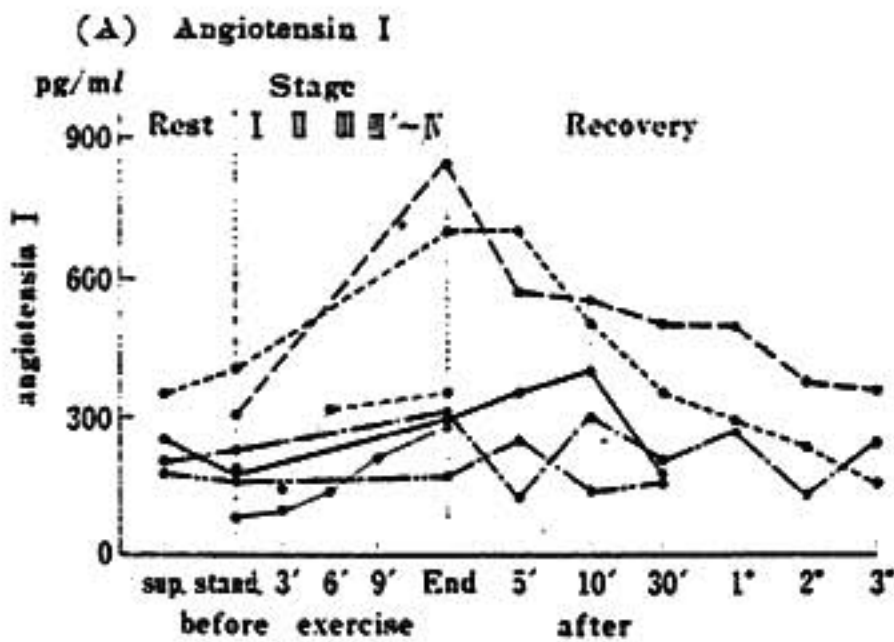
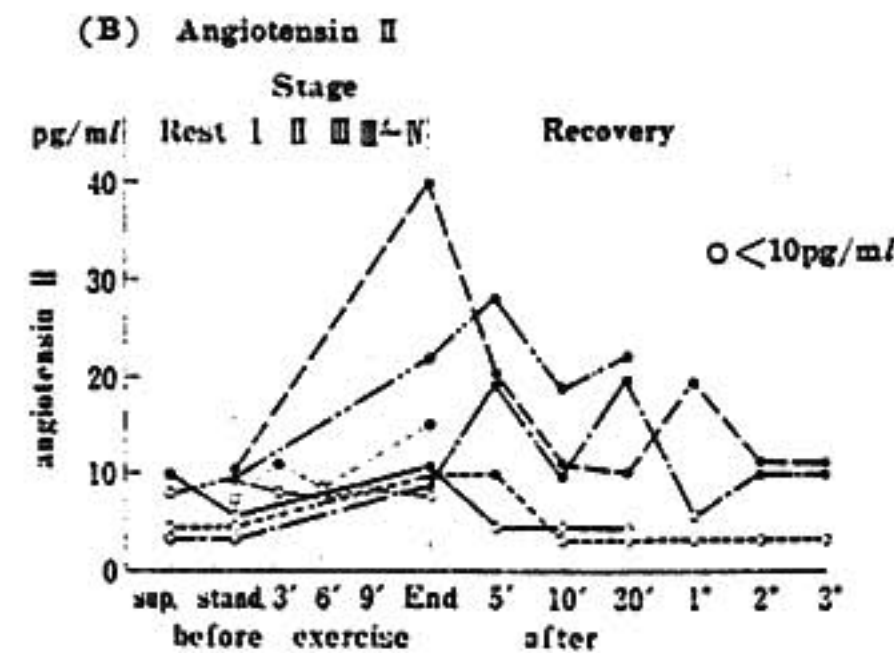


図3 B 血中 noradrenaline 濃度と血漿 renin 活性との相関

open circle および solid circle はおのこの安静臥位時および運動終了直後の値を示す。



(A) Angiotensin I



(B) Angiotensin II

図4 運動負荷による angiotensin I および II の血中濃度の経時的変化

図B中の open circle は 10 pg/ml 以下を示す。

図4 Bは、運動負荷による angiotensin II の血中濃度の経時的変化を示す。angiotensin II の濃度は運動中増加し運動終了直後または5分後に最高値を示し、

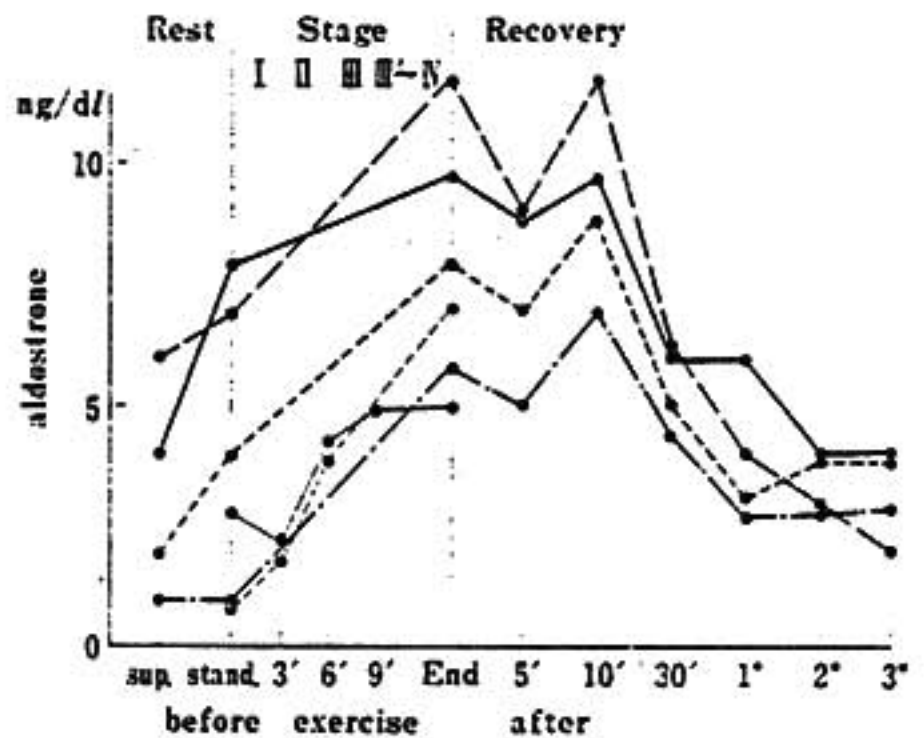


図5 運動負荷による aldosterone の血中濃度の経時的変化

以後減少した。11例における angiotensin II の血中濃度は安静臥位時に比し運動直後に増加し、sign test にて有意であった ( $p < 0.05$ )。

#### 4) aldosterone

図5は、運動負荷による血中 aldosterone 濃度の経時的変化を示したものである。aldosterone の血中濃度は運動中上昇し、運動終了直後著増した。運動終了5分に aldosterone の濃度は軽度低下するが、10分後には再び上昇して2峰性を示し、以後漸減した。

aldosterone の分泌には renin-angiotensin 系の他に adrenocorticotrophic hormone (ACTH) も関与す

るため、運動負荷時の血中 ACTH 濃度の経時的変化を3例について検討した。ACTH の血中濃度は運動開始とともに次第に増加し、運動の後半ないし運動終了直後に peak に達し、以後漸減した。一方 renin, angiotensin 分泌の最大反応は前述のごとく、運動終了直後、5分後あるいは10分後にみられ、ACTH の反応に比較して少し遅延していた。従って血中 aldosterone の濃度の前の peak は ACTH の直接刺激によるものであり、後の peak は renin-angiotensin 系が関与しているものと考えられる。aldosterone の血中濃度は安静臥位時の  $2.8 \pm 1.9$  ng/dl から運動直後には  $7.4 \pm 2.7$  ng/dl へ有意に上昇した ( $p < 0.001$ )。

aldosterone の血中濃度と SBP との間には  $r = 0.56$  の有意な正相関 ( $p < 0.05$ ) を認めた。

#### IV 結 語

正常成人男子11名を対象として、多段階 treadmill 運動負荷を行い、血中ホルモンを経時的に測定し、その変化を分析した。

1) 安静時に比し運動直後に adrenaline, noradrenaline, PRA, angiotensin I・II, および aldosterone の血中濃度の有意な増加を認めた。

2) aldosterone の血中濃度は運動直後と10分後に peak を有し、2峰性を示した。

3) 血中 adrenaline 濃度は安静立位時に心拍数、

SBP, DBP, PRP のおのおのとの間に、運動直後では PRP との間に、また血中 noradrenaline 濃度は安静立位時に DBP との間に、運動直後では SBP, PRP のおのおのとの間に有意な正相関を認めた。

4) 血中 noradrenaline 濃度と PRA, および PRA と angiotensin I の血中濃度との間に有意な正相関を認めた。

以上の結果より、心血管系は運動負荷時これらの血中ホルモンの変動と密接に関連して反応を示すものと考えられる。

#### 文 献

- 1) 石川征雄, 他: Jap. Circ. J. 40: 828, 1976.
- 2) 外畑 巖, 他: 最新医学 31: 2031, 1976.
- 3) Robinson, S.: Arbeits physiol. 10: 251, 1938.
- 4) Häggendal, J., et al.: Scand. J. Clin. Lab. Invest. 26: 337, 1970.
- 5) Howley, E. T.: Med. Sci. Sports 8: 219, 1976.
- 6) Kotchen, T. A., et al.: J. Appl. Physiol. 31: 178, 1971.
- 7) Gray, I., et al.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 96: 636, 1957.
- 8) Banister, E. W., et al.: J. Appl. Physiol. 33: 674, 1972.
- 9) Galbo, H. J., et al.: J. Appl. Physiol. 38: 70, 1975.

## 9. 冠動脈造影所見正常例と Master 負荷試験

戸 山 靖 一\* . 鈴 木 恵 子\*  
前 田 泰 治\* . 藤 本 淳\*

## I はじめに

冠動脈造影所見で異常を認めないのに、Master の負荷試験で陽性のものがあることは第7回循環器負荷研究会のシンポジウムで、共同研究者の鈴木が報告しているが<sup>1)</sup>、今回は冠動脈正常例で、負荷試験陽性のものと、陰性のものとを、冠動脈の形状を中心に対比してみた成績を報告する。

## II 対 象

大阪府立成人病センター循環動態科で冠動脈造影を行ない、狭窄所見を認めなかった41例を選んだ。男性22例、女性19例で、年齢は20才台4例、30才台9例、40才代12例、50才代16例で、平均年齢は男性43.2才、女性46.5才である。

特発性心筋症、心筋炎、弁膜疾患、高血圧性心疾患は除外した。Master 負荷試験は原則として2重負荷を行なっている。

## III 症例および成績

1) 茶○義○, 57才女性。階昇時胸部圧迫感を訴える。血圧 146/92 mmHg。Master 負荷試験は36回中26回で中止。負荷直後  $V_4$  の  $ST_{s-30}$  で 1.4 mm 降下している。右冠動脈は全く狭窄を認めず、左冠動脈も狭窄をみないが、前下行枝、廻旋枝に蛇行をみる。

大○保○, 51才女性。以前高血圧があったが、現在は降圧剤によりほぼ正常値になっている。夜と昼の労作時に胸部圧迫感をみる。Master 2重負荷で  $V_4$  の  $ST_{s-30}$  では 1.0 mm 降下するが、 $\beta$ ブロック剤でよく改善される。

しかし $\beta$ ブロック剤で治療中安静時に冠性T波の出現をみたことがある。右冠動脈には狭窄はないが、前下行枝に蛇行を認め、左室造影で心尖部は Hypokinetic である<sup>2)</sup> (図1)。

伊○鈴○, 39才女性。労作時、安静時に狭心痛と失神発作をみる。血圧 160/90 mmHg, Master 2重負荷で著明な ST 降下と T 陰性とをみる。失神をみたときは洞停止の形をとる。携帯用心電計で撮ると、結節調律から心室調律になっている。1% Pilocarpine 注射で負荷時と同じ ST, T 変化をみるが、isoproterenol では心拍数はふえても ST, T 変化をみない。右冠動脈正常、左冠動脈回旋枝に spiral 様の著明な蛇行をみる。この患者は道路上で急死している<sup>3)</sup>。

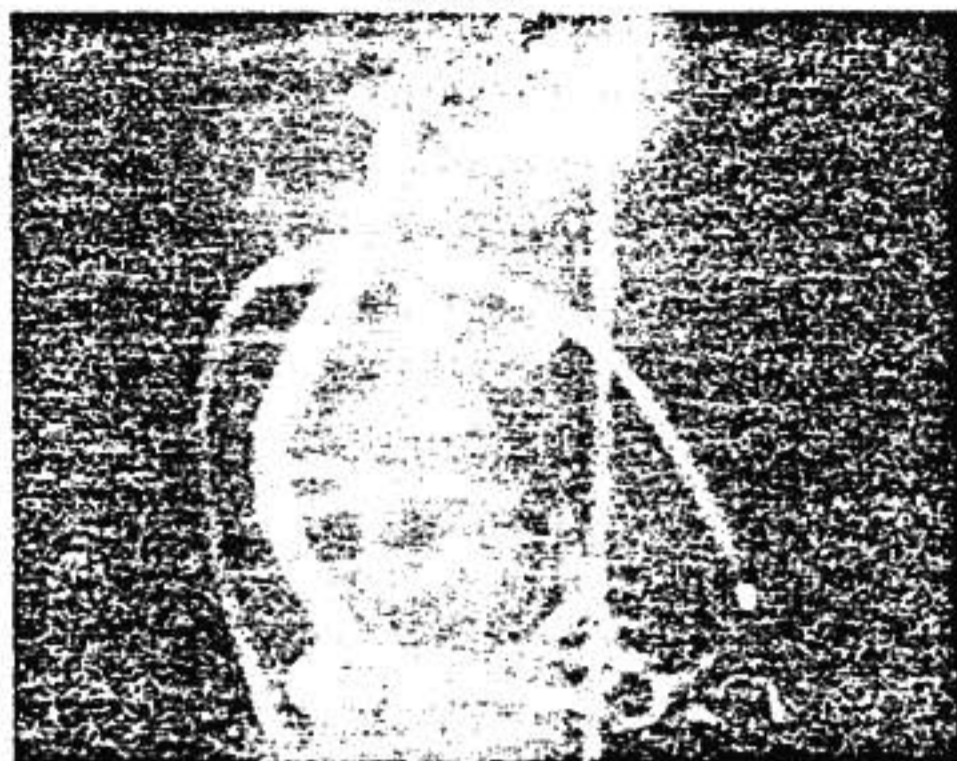
高○史○, 53才男性。狭心症症状なく、失神発作をおこすことがある。血圧は境界域で、Master 2重負荷で  $V_4$  の  $ST_{s-30}$  は 1.6 mm 降下し、T波の陰性化もみる。右冠動脈正常、左冠動脈では前下行枝に蛇行を認め、左室造影では心尖部がやや Hypokinetic である。

岡○久○, 35才男性。労作後に動悸を訴える。血圧 92/60 mmHg。Master 2重負荷では3分後  $V_4$  の  $ST_{s-30}$  で 1.2 mm のH型降下を示す。isoproterenol 点滴で、Master 負荷試験のときより著明な ST 降下をみる。左冠動脈前下行枝でかなりはっきりした蛇行をみ、廻旋枝は小さく、発育不全を思わせる。

右○進○, 39才男性。血圧 98/60 mmHg, 労作時、緊張時に左肩から左手にかけて放散する索引痛を訴えている。Master 2重負荷試験ではIIで ST が 0.6 mm 降下する程度で、右冠動脈、左冠動脈ともに蛇行や発育不全を思わせる所見はない。しかし、トレッドミルでは 3MPH, 10%および 3MPH, 18%の stage IV, Vで、2分後に  $V_4$  誘導で ST 降下と T 陰性をみ、右冠動脈造影中にもこれと似た所見をモニターでみている。

2) 男女別に各症例について調べ、 $ST_{s-30}$  での負荷前後の ST 降下度の差 ( $\Delta$ ST), トレッドミルでの成績 (TR ⊕または⊖), 症状 (労作時、安静時狭心症状の有るもの—(労)または(安)), 蛇行の有無 (ある

右冠動脈



左冠動脈

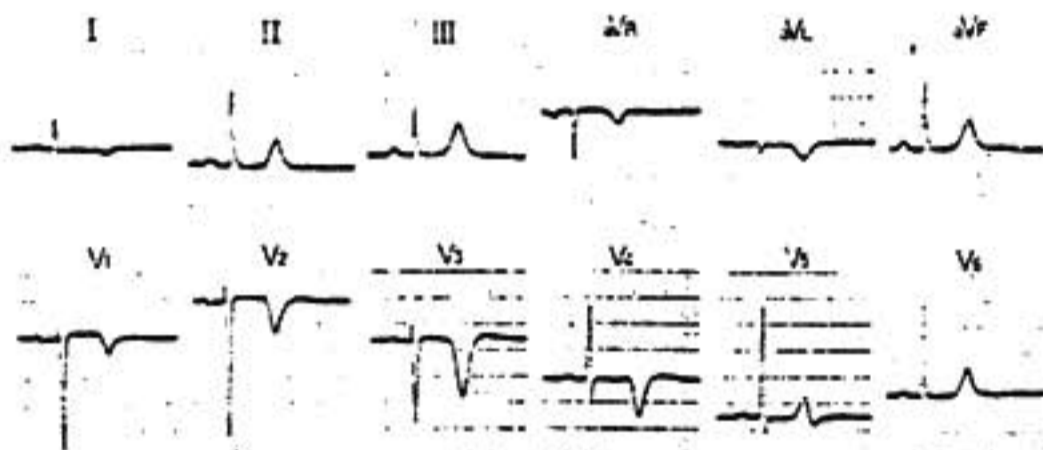


図1 大○保○ 52才女性 冠性T波を生じた症例  
冠動脈造影では蛇行を認めるのみ

表1 男性

		JST	TR	蛇行	發育不全
北○	(勞)	0	⊖	(-)	(-)
東○		0	⊖	(-)	(-)
山○		0		(-)	(-)
吉○		0	⊕	(-)	CX
片○	(安)	0		(-)	(-)
川○	(勞)	0	⊖	(-)	(-)
吉○		0		(-)	(-)
中○		0		(-)	(-)
丸○		0	?	(-)	(-)
当○	(異)	-0.2		(-)	(-)
益○	(勞)	-0.3	⊖	(-)	(-)
水○		-0.4	⊖	(-)	(-)
佐○		-0.4	⊖	(-)	(-)
妹○		-0.6		(-)	RC⑤
本○		-0.6	⊕	(-)	RC
右○		-0.6	⊕	(-)	(-)
西○		-0.7	⊕	(-)	RC
藤○		-0.8		(-)	CX
戸○		-0.8		LAD	(-)
日○	(勞安)	-1.0		(-)	CX
岡○		-1.2		LAD	CX
高○		-1.6	⊕	LAD	(-)

表2 女性

		JST	TR	蛇行	發育不全
佐○	(勞)	0	?	(-)	(-)
丹○	(勞)	0	?	(-)	(-)
宮○	(勞)	-0.2	⊕	LAD, CX	(-)
上○		-0.2	?	LAD	(-)
小○	(勞安)	-0.3	⊖	(-)	(-)
伊○	(安)	-0.3		(-)	(-)
西○	(勞)	-0.3		(-)	LAD
原○		-0.4	⊖	(-)	(-)
吉○	(勞)	-0.4		(-)	LAD⑤
前○	(勞)	-0.5		(-)	CX 欠
山○	(勞)	-0.5	⊕	(-)	(-)
佐○	(勞)	-0.6		(-)	LAD
酒○	(勞)	-0.6		(-)	LAD
深○	(勞)	-0.6		(-)	LAD
松○		-0.6	?	RC, CX	(-)
藤○		-0.7		LAD, CX	(-)
大○	(勞安)	-1.0		LAD	(-)
藤○	(勞)	-1.4	⊕	LAD, CX	(-)
伊○	(勞安)	-3.5		LAD	(-)

(勞) 労作性, (安) 安静時, (異) 異型, JST-  
負荷前後の STs-Ts の差, TR-トレッドミル,  
?は判定不能  
⑤は流れがおそいもの CX 欠は回旋枝欠損

ときは分枝名), 發育ないし形成不全の有無(あるときは分枝名), さらに流れのおそいものは⑤, 冠動脈分枝で欠損しているものは欠損とした。

3) 男性22例のうち  $\Delta$ ST が  $0 \sim -0.4$  mm の負荷陰性13例は全例蛇行を認めず, 發育不全は遠位枝で1例のみであった。

これに対し  $\Delta$ ST が  $-0.5$  mm より大きい9例では, 蛇行3例, 發育不全ないし流れのおそいもの6例で, 9例のうち8例になんらかの異常をみている。

女性19例のうち  $\Delta$ ST が  $-0.4$  mm 以下の陰性9例では, 蛇行2例, 發育不全2例であるが,  $-0.5$  mm 以上の10例では蛇行7例, 發育不全3例と, 全例に何らかの異常を認めている。

すなわち男性で負荷陰性例は蛇行ないし發育不全などの異常は7.6%にすぎないが, 陽性例では88.9%と高率であり, 女性でも陰性例では44.4%であるのに, 陽性例では100%で, 冠動脈正常例での負荷試験によるST, T変化と, 冠動脈の蛇行ないし發育不全との間にはかなり深い関係があるように見える。

#### IV 考 按

冠動脈造影所見が正常と考えられるのに, 負荷試験でST, T変化が認められる症例はしばしばみられる。その原因についてはいまだ明らかでないが, 今回負荷試験の成績と冠動脈の形状異常すなわち蛇行とか發育不全との関係を検討したところ, かなり関係があるのではないかという成績を得た。

しかし, 蛇行がみられるといっても39才で急死した例のような蛇行であったり, またどの程度の蛇行を有意とするかといった問題もある。また發育不全といっても, 他の冠動脈分枝との関係もあり, 今回のような症例でそれを異常とするのに反対する人もあろう。

そうすると負荷後のST, T変化がおこるのに他の原因を考える必要がある。

もちろんふつうの診断法で診断できない特発性心筋症や心筋炎, 高血圧に伴う左室肥大による冠不全などが考えられるが, 今回の症例では考え難い。

共同研究者の鈴木が<sup>9)</sup>9年前に若年性狭心症の病因として交感神経緊張による冠動脈の収縮をその一つにあげているが, 交感神経の反応の仕方が非常に過敏になっているのではないかと述べている。

今回の症例でも伊○鈴○のように, Pilocarpine 注射で著明なST降下を生じたり, 岡○久○のように Isoproterenol で Master 負荷試験のときよりもSTが降下するような例があり, 交感神経刺激による冠動脈の変化, あるいはカテコールアミンに対する反応の仕方に差があるといったことも考えられる。あるいはカテコールアミンの心筋への直接作用という可能性も考えられ, この点さらに検討する必要がある。

#### V 結 論

冠動脈造影所見が正常であった症例41例について, Master 負荷試験の成績と, 冠動脈の形状との関係をみたところ, 蛇行ないしは發育不全例と負荷試験陽性との間にかなり深い関係がみられた。

#### 文 献

- 1) 鈴木恵子: シンポジウム「冠動脈造影所見と運動負荷心電図」第8回循環器負荷研究会, 東京, 1978.
- 2) 戸山靖一: 非冠動脈狭窄性狭心症, 日本臨床 36 (春期増刊号): 1966, 1978.
- 3) 戸山靖一ほか: 失神発作を伴った非冠狭窄性狭心症, 日本臨床 33: 1960, 1975.
- 4) 鈴木恵子: 心臓神経症と誤診され易い若年狭心症, 日本臨床 28: 2863, 1970.

#### 質 疑 討 論

松田(山口大) 蛇行のとき造影剤の充満や排泄の様子はどうか, 發育不全はどの冠動脈によくみられたか, また他の冠動脈とのバランスをみられたか。

戸山 流れのおそいときはSと印した。また發育不全は各分枝にみられ一定していない。

また他の分枝との関係も考慮したが, しかし一方が優勢であるから他が小さくても意味がないといえるかどうかは問題があろう。

井上(東女医大) 蛇行というのは主観的になる可能性がある。今回の程度はHCMとかASとか心筋の厚い症例の方がもっと著明なものがみられると思う。またHypoplastyも右冠動脈と左冠動脈を同じ斜位で比べて, どこかに欠損部分がないといえないのではないか。

戸山 もちろん蛇行とか發育不全とかをどこまでと



るかはわれわれのところでも検討している。

戸嶋 (座長) ST 降下が何によって来るのか, Spasm がどの程度関与しているか演者の考えは。

戸山 この場合の冠縮は異型狭心症のように強い

ものではないと思う。またカテコールアミンの心筋への直接作用も考えられるが, 伊○鈴○では Isoproterenol で ST 降下をみず, 岡○久○は ST 降下をみるといったことがある。

## 10. 運動負荷試験陽性, 正常冠動脈造影所見群の検討

石村孝夫\*・西山信一郎\*・白鳥健一\*  
長崎文彦\*・中西成元\*・山口洋\*

### I はじめに

何らかの胸痛を訴え, かつ運動負荷試験が陽性でありながら, 冠動脈造影において有意の狭窄を示さない, いわゆる false positive 例については以前から多くの検討がなされてきたが, いまだその理由は不明と言わざるをえない。今回, 我々は自験例についてその運動負荷試験の特徴と原因について考察を行なった。

### II 対象並びに方法

患者は胸痛を主訴として来院, 冠動脈疾患を疑って左心カテテル, 冠動脈・左室造影を施行した症例のうち, 冠動脈に25%以上の有意の狭窄病変を認めなかった216例 (以下, 正常冠動脈所見群) である。運動負荷は double Master 二階段試験を標準とし, 運動負荷心電図の判定は1968年の Master の基準<sup>1)</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, 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。陽性例の運動負荷試験結果の特徴, またその原因について陽性例と陰性例で何らかの差異がみられないか検討した。

### III 結 果

#### 1) 性別, 年齢と陽性率 (表1)

216例の内訳は表1の通りで, 陽性率は男性が37%, 女性は60%と女性で有意に高く, 年齢別では統計的には有意ではないが中年女性に陽性率が高い傾向がみられた。

表1 性別, 年齢と運動負荷試験陽性率

Age	No. of Patients	Exercise Tests	
		Positive	Negative
Male	159	59 (37%)	100
20~39 yrs.	18	6 (33%)	12
40~59	100	35 (35%)	65
60~	41	18 (44%)	23
			(p=NS)
Female	57	34 (60%)	23
20~39	9	3 (33%)	6
40~59	41	28 (68%)	13
60~	7	3 (43%)	4
			(p=NS)

#### 2) 陽性例における心電図変化の特徴 (表2)

ST 低下を示したものは85例あり, そのうち 1 mm 以上の低下を示したものは45例もあり, ST 低下は必ずしも軽度ではない。また ST 低下を示す誘導は V<sub>4-6</sub> がもっとも多いが, II, III, V<sub>r</sub>, V<sub>4-6</sub> の広い範囲

表2 運動負荷試験結果

(a) 心電図変化の特徴

ST Depression		No. of Patients
Depth	0.5 mm	40 (cases)
	1.0 mm	30
	1.5 mm	15
Leads	I, aV <sub>1</sub>	1
	II, III, aV <sub>F</sub>	6
	V <sub>1-3</sub>	46
	I, II, aV <sub>F</sub> , V <sub>1-3</sub>	32
ST elevation		0
T inversion		7
PVCs*		1

\*: premature ventricular contractions

(b) ST 低下の形

Type	Normal Coronary Group	ASHD Group
Junctional	41	5 (cases)
Horizontal	36	70
Wing	4	2
Sagging	4	3
Total	85	80

(p<0.01)

(c) ST 低下の持続時間

Duration	Normal Coronary Group	ASHD Group
Soon	39	21 (cases)
3 min.	41	40
6 min.	5	14
9 min.	0	3
12 min.	0	1
15 min.	0	1
Total	85	80

(p<0.01)

で ST 低下を示す例が多くみられるのは1つの特徴といえる(表2a)。ST 低下の形について、冠硬化症群(主要冠動脈に70%以上の狭窄病変を有するもの)80例と比較すると正常冠動脈所見群では有意に Junctional 型が多い(表2b)。また ST 低下の持続時間も本群では大半が3分以内に ST が基線に戻るのに対し、冠硬化症群では有意に延長している(表2c)。

3) 運動負荷試験陽性となる因子

正常冠動脈所見群において負荷試験陽性となる因子

表3 負荷試験前後の脈拍増加率

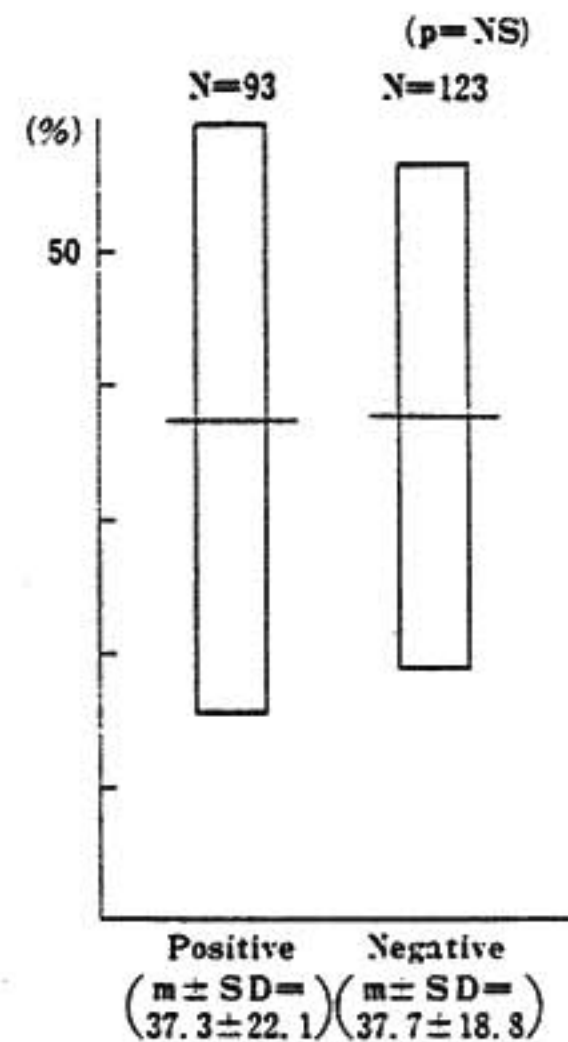


表4 高血圧が負荷試験に及ぼす影響

	Exercise Tests			
	Male		Female	
	Positive	Negative	Positive	Negative
Normotensive	25(29%)	62	20(59%)	14
Hypertensive*	34(47%)	38 (p<0.05)	14(61%)	9 (p=NS)

\*: ≥150/100 mmHg

を検討してみた。

負荷試験前後の脈拍増加率(表3):陽性例と陰性例で差異はみられなかった。

高血圧(表4):従来から考えられている因子の1つに高血圧の関与がある。表4のように男性では正常血圧群の陽性率は29%であるのに対し、高血圧群では47%と高血圧群で有意に高率であった。一方、女性ではとくに差異はみとめられなかった。

肥満(表5):肥満の影響をみると、男性ではかえって標準体重の方が陽性率がやや高い。一方、女性では肥満者と標準体重者で陽性率に差異はないが、肥満者だけをとり上げて男性と女性で比較すると、女性の方が有意に高率であった(p<0.001)。

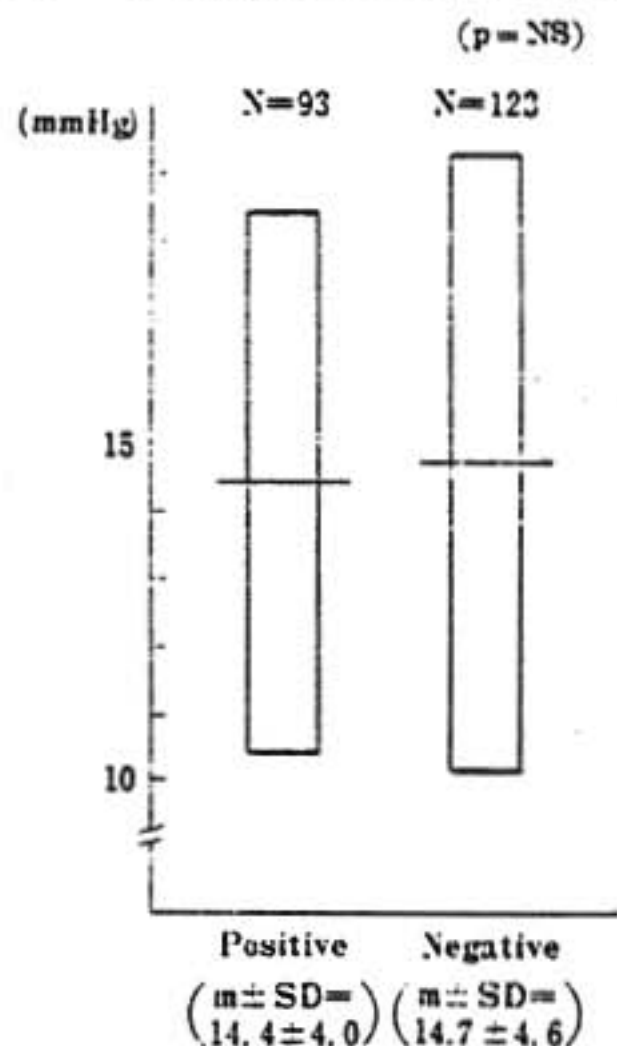
左室拡張終期圧(表6):何らかの心筋機能が関与し

表5 肥満が負荷試験に及ぼす影響

	Exercise Tests			
	Male		Female	
	Positive	Negative	Positive	Negative
Normal Weight	50 (42%)	68	22 (55%)	17
Over Weight*	9 (22%)	32 ( $p < 0.05$ )	12 (67%)	6 ( $p = NS$ )

\* :  $\geq 15\%$  over standard weight

表6 左室拡張終期圧と負荷試験結果



うると考え左室拡張終期圧を検討したが、陽性例と陰性例において差異はなかった。

冠動脈造影所見の特徴：負荷試験陽性の原因として何らかの特徴が見出しえないかという点については興味深いところである。図1は54才の女性で高血圧のある例の冠動脈造影像で、著明な屈曲 (tortuosity) を示し、末梢血管は多くの細かい枝分れを示す。負荷試験陽性率が高血圧例で高いことを考えると、これらの所見は興味深い。これらの特徴を客観的な指標で表現するのは困難で、どうしても主観的となり方法論上に問題があると思われ、今回は具体的な検討は行なわなかった。また従来から問題にされている myocardial squeezing (冠動脈が収縮期に心筋によって外から絞られ細くなる) と陽性率の間には相関はみられな



図1 冠動脈造影像 (54才, 女性, 高血圧あり)  
上段: 左冠動脈, 下段: 右冠動脈

かった。

#### IV 考 案

正常冠動脈所見群における運動負荷試験陽性例の心電図変化の特徴は、Junctional 型 ST 低下が多いこと、広い誘導に ST 低下が出現する例が多いこと、ST 低下は3分以内に回復することがあげられる。また男性では高血圧、女性では中年の肥満例で陽性に出る傾向を示す。

一方、冠動脈造影上、有意の狭窄病変を認めないにもかかわらず、負荷試験が陽性となる理由についてはいくつかの説明がなされてきた<sup>20)</sup>。すなわち、どんな高性能の器械を使っても造影で判別しうる血管径は最小限 200  $\mu$  位でそれ以下の小さい血管の病変、いわゆる "Small vessel disease" など 50~200  $\mu$  以下の細い動脈に広汎に狭窄病変を有している可能性がありうる。また冠動脈の spasm、酸化ヘモグロビン解離の欠陥、心筋での酸素利用の障害などいずれにせよ心筋虚血がおこっていると考えられる。またカテコール

アミン分泌に対する過剰反応をあげるものもある<sup>9)</sup>。肥満のある中年女性で運動不足気味であれば何らかの理由で運動負荷など急激な心筋仕事量の増加に速やかに順応できない状況もありうる。ともかく冠動脈造影所見からは未だ不明と言わざるをえない。

### 文 献

- 1) Master, A. M. : The Master two-step test. *Am. Heart J.* 75 : 809-837, 1968.
- 2) Kemp, H. G., Vokonas, P. S., Cohn, P. F. and Gorlin, R. : The anginal syndrome associated with normal coronary arteriograms. Report of a six year experience. *Am. J. Med.* 54 : 735-742, 1973.
- 3) 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. *綜合臨床* 26 : 395-403, 1977.
- 4) Davidson, R. M. : Controversies in the use of exercise stress testing in the diagnosis and management of ischemic heart disease. In *Controversies in cardiology*, ed. by Corday, E., F. A. Davis, Philadelphia, pp. 159-170, 1977.
- 5) Zohman, L. R. and Kattus, A. A. : Exercise testing in the diagnosis of coronary heart

disease : A perspective. *Am. J. Cardiol.* 40 : 243-250, 1977.

### 質 疑 討 論

山田(名大) 負荷試験陽性例の左室像で何か変化はなかったか。

石村 駆出率で見ると陽性例と陰性例で全く差異はないが、経験的に見ると心尖部の収縮がごくわずかに低下している例が多い。

井上(東女医大) 私たちも同感で、とくに収縮初期で落ちているように思う。

戸嶋(司会) 加藤先生, カテコールアミンでSTの下がる話をして下さい。

加藤(心研) カテコールアミンが代謝を介するもの、冠動脈の spasm を介するもの、交感神経刺激が直接心電図を変化させる、などが考えられる。

木村(日医大) STの上昇, 低下についてはまだ不明の点が多い。健康人でも立たせただけでSTが下がったり, NCAで発作中にSTが下がっているものもある。いずれにせよまだ十分に検討されていないことが多く, 結論を出すには早いように思う。

# 循環器負荷研究会

第8回 昭和54年2月10日 エーザイ本社五階ホール

## I. アンケート集計報告 (第8回)

### 運動負荷試験と冠動脈所見

循環器負荷研究会 幹事

春見 建一, 外畑 巖, 早川 弘一, 村山 正博…………… (1)