

各種心疾患における負荷心電図 STについて

東京女子医科大学心臓血圧研究所 (主任 榎原 任教授)

山 田 辰 一
ヤマ タツ イチ

(受付 昭和 35 年 5 月 31 日)

目 次

第一章 緒言

第二章 検査対象及び方法

第三章 負荷後STの変化

A. 各疾患群別陽性率及びその程度

B. 各疾患別陽性率及びその程度

1. 先天性心疾患
2. 弁膜症
3. 他の後天性疾患
4. 動脈硬化性心疾患

C. 負荷後ST上昇について

D. 各誘導における観察

1. ST変動発生誘導
2. 各疾患における心室負担と所謂左・右冠不全型
3. 各疾患のST変動誘導
 - i) 右室負担群
 - ii) 左室負担群
 - iii) 両室負担群
 - iv) 心室負担の不定群

E. 心臓手術前後の比較

1. 右室負担群
2. 左室負担群
3. 両室負担群

第四章 考按

第五章 総括

第一章 緒 言

一定の運動負荷または O_2 欠乏負荷試験により潜在性冠不全を証明することが冠疾患診断上広く行われているが、その他の心疾患については極く一部の学者が簡単な試みをしているに過ぎない^{2) 7) 19) 28)}。

著者はこの負荷心電図、ことに Master 二階段試験^{1)~9)}を広く先天性、リウマチ性及び動脈硬化性心疾患例に行なってみた。それぞれの疾患により、陽性所見の

程度の差ばかりでなく陽性所見発現誘導にも一定の傾向があることを見だし、これと心室負担との関係を追求した。

また心臓手術前後の負荷試験成績を比較して、手術効果判定上最も有用であることを知った。

附記：本論文中文の略号を用いる。

Ms 法 (Master シングル二階段試験), MD 法 (同ダブル試験), 階段法 (階段昇降による運動負荷試験)

MS (僧帽弁口狭窄症), MI (僧帽弁閉鎖不全症), MSI (僧帽弁口狭窄兼閉鎖不全症), "A" (大動脈弁膜症), T/F (Fallot 氏四徴), PDA (動脈管開存症), ASD (心房中隔欠損症), VSD (心室中隔欠損症), PS (肺動脈弁口狭窄症), 梗塞 (心筋梗塞)

第二章 検査対象及び方法

第1表のように昭和33年7月より35年3月迄の当心臓血圧研究所入院、外来患者の中、心疾患192例、非心疾患37例、計229例に対しMs法100回、MD法23回、階段法121回の負荷を行なった。心疾患の中27例には更に術後にも負荷をおのおの1~3回行なった。

Ms法は負荷前、直後、4, 8, 12分後を、MD法及び階段法は負荷前および直後をおのおの12誘導撮影した。その中一部の患者は上記負荷法中の2, 3を数日以内に前後して試みた。なお階段法は心研外来の階段20段を5分以内に10回昇降するのを標準とした。

心電図記録はフクダのユニバーサルEU3型三素子撮影式心電計を用いI II III, aV_{RLF}, V_{1,3,5}, V_{2,4,6}の各3誘導を同時撮影した。増幅はすべて1mV 1cm, フィルムの廻転速度は1秒間約3cmとした。

被検患者は第2表a, b, c, dのように4群22疾患に及び、非心疾患群は健康者及び心臓神経症患者を含めた。

尙被検先天性心疾患及び弁膜症患者中の71例及び冠硬化症中の1例は心臓手術により診断を確認し得たものである。

Tatsuichi YAMADA (The Heart Institute of Tokyo Women's Medical College) : The electrocardiographic exercise test On various heart diseases—On RS-T changes—

以下述べる結果は Ms 法によるものを中心として論じ Mo 法及び階段法による結果を参考にした。

第三章 負荷後 S T の変化

S T 下降 (或いは上昇) の判定には Master²⁾ の基準を用いず、QRS の終りより 0.04⁷⁾ 後の所を QRS の起始部と比較測定して T_a 波の影響による false positive^{24) 26)} の加わるのを避けた。判定には少なくとももいずれか一つの誘導で 0.05 mV 或いはそれ以上の下降を示した例、及び著るしい上昇を示した場合を陽性とした。尚負荷前より下降している場合は負荷前の値との差を求めた。冠硬化症以外は安静時心電図で顕著な S T · T 異常のある者にも負荷を行なつた。

負荷後 S T 下降 0.05~0.09 mV を +1, 0.10~0.14 mV を +2 とし、以下 0.05 mV 毎にこれに準じた。さらにその全 12 誘導についての +印の総和を以つてその患者の S T 下降程度とした。

A. 各疾患群別陽性率及びその程度

第1表 各疾患群の負荷後 S T 下降

疾患群	全症例数	負荷法別例数			S T 下降例数 (カッコ内は%)			S T 下降程度 (カッコ内は症例当り平均)		
		Ms 法	MD 法	階段法	Ms 法	MD 法	階段法	Ms 法	MD 法	階段法
先天性	51	40	0	18	21(53)		12(67)	67(1.68)		48(2.67)
弁膜症	47	35	0	14	30(86)		9(64)	175(5.00)		39(2.79)
其他後天性	24	5	1	18	3(60)	0(0)	4(22)	23(4.60)	0(0)	10(0.56)
動脈硬化性	70	17	16	42	10(59)	7(44)	22(52)	45(2.65)	28(1.75)	84(2.00)
計	192	97	17	92	64(66)	7(41)	47(51)	310(3.20)	28(1.66)	186(2.02)
非心疾群	37	3	6	29	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

第2表 負荷による S T 変動頻度及び下降程度

a. 先天性心疾患

病名	T/F	PS	ASD		VSD		PDA		Valsalva ^o 等	T/A ^{oo}	WPW	計	
全例数	12	2	15		10		5		4	1	2	Ms 階	51
負荷方法	Ms	Ms	Ms	階	Ms	階	Ms	階	Ms	階	Ms	階	Ms 階
負荷例数	12	2	11	7	8	5	3	2	3	2	1	2	40 18
S T 変動例数	8	1*	4	4	5	4	2	2	**2	0	1*	2	***23 12
S T 変動%	67	50	36	57	63	80	67	100	67		100	100	58 67
下程 + 印数	23	0*	12	25	15	14	4	4	*9	0	*5	5	***68 48
降度 同平均	1.92		1.09	3.57	1.88	2.80	1.33	2.00	3.00		5.00	2.50	1.70 2.67

^o Valsalva 洞破裂, 大動脈中隔欠損を含む。 ^{oo} 三尖弁閉鎖症

* 負荷後 S T 上昇例 1 例を含む

** " " " 2 例 "

階 階段法

第1表に示したように、非心疾患群には負荷後の S T 下降が 1 例も見られなかったのに対し、他の疾患群では次の順位に陽性であった。中でも弁膜症が最高であり下降頻度 86%, 下降程度 +5 を呈した。

下降頻度: 弁膜症 > 其他後天性 ≥ 動脈硬化性 ≥ 先天性
下降程度: 弁膜症 ≥ 其他後天性 > 動脈硬化性 > 先天性
この中、其他後天性心疾患の下降程度が比較的強いのはこの中の心筋炎の 1 例に強い下降が見られた為である (第2表 C)。

B. 各疾患別陽性率及びその程度

本論文中 S T 変動とは上記基準による負荷後下降と著るしい上昇を含み、本項中には主として前者について論じ、後者については項を改めて詳述する。

1. 先天性心疾患 (第2表 a)

例数の少なかった PS, Valsalva 洞動脈瘤破裂, 三尖弁閉鎖症及び WPW 症候群を除き、変動率は PDA, T/F VSD の約%, ASD の約% に及んだ。

病名		MS		MSI		MI		"A"		M+A		計	
全例数		21		10		7		4		5		47	
負荷	方法例数	Ms	階	Ms	階	Ms	階	Ms	階	Ms	階	Ms	階
		16	5	7	4	5	2	3	2	4	1	35	14
ST変動	例数	14	3	6	3	4	1	*3	1	3	1	*30	9
	%	88	60	86	75	80	50	100	50	75	100	86	64
下降度	+印数	83	12	40	10	13	10	*6	6	33	1	175	39
	同平均	5.19	2.40	5.72	2.50	2.60	5.00	2.00	3.00	8.25	1.00	5.00	2.79

c. 其他後天性心疾患

病名		心筋炎		発頻作拍性症		期外収縮		PC	冠不全	心臓筋害	計			
全例数		3		6		10		1	2	2	24			
負荷	方法例数	Ms	階	Ms	階	Ms	MD	階	階	階	Ms	MD	階	
		2	1	1	5	2	1	7	1	2	2	5	1	18
ST変動	例数	2	0	0	3	1	0	0	0	0	1	3	0	4
	%	100			60	50					50	60		22
下程降度	+印数	15	0	0	9	8	0	0	0	0	1	23	0	10
	同平均	7.50		1.80	4.00					0.50	4.60			0.56

d. 動脈硬化性心疾患

病名		冠硬化			高血圧			梗塞		計		
全例数		48			18			4		70		
負荷	方法例数	Ms	MD	階	Ms	MD	階	Ms	階	Ms	MD	階
		9	13	29	6	3	11	2	2	17	16	42
ST変動	例数	5	5	14*	3	2	6	2*	2	10**	7	22
	%	56	38	48	50	67	55	100	100	59	44	52
下程降度	+印数	17	25	47*	12	3	14	16	23	45*	28	84
	同平均	1.89	1.92	1.62	2.00	1.00	1.27	8.00	11.50	2.65	1.75	2.00

+印数の和を以て現わしたST下降の程度はT/F, VSDが最も強く, 1症例当りの平均は+2に近く, 次いでPDA, ASDはいずれも+1以上であった。

2. 弁膜症(第2表b)

各疾患共陽性率は高度で100~75%すなわち大多数例にST変動を来たした。疾患別による陽性率の差は認められない。

ST下降の程度はM+A>MSI>MS>MI>"A"の順に+8.25~+2であり, MSとMIの間に段をなして開きがあった。最高のM+Aの中でMS+ASの2例は共に極めて強いST下降を示した。以上のように弁膜症中MS+AS, MSI, MSのような少なくともMSを有

する患者に負荷後ST下降の強いことは注目に値する。

また最も下降程度の弱かった"A"でさえT/F, VSD, PDA, ASD, 冠硬化症, 高血圧症よりも強く下降していた。

3. 其他の後天性心疾患(第2表c)

心筋炎以外の疾患ではSTが変動した者は稀であった。

4. 動脈硬化性心疾患(第2表d)

心筋梗塞の全例, 心筋梗塞を伴わない冠動脈硬化症の56%, 高血圧症の50%において陽性であった。

下降程度の平均は梗塞は+8に及び, 他の二者は+2以下であった。

ここに著者等の基準での冠硬化症の負荷陽性率が高いにも拘らず心臓神経症を含めた非心疾患群に1例も陽性者がなかつた事、さらにまた false positive を防ぐ為のSTの形に対する検討²⁶⁾や面倒な操作²⁴⁾の必要がない事等より、この基準は従来の諸基準^{3) 5) 15) 24) 31) 33)}に比し実用性が高いと思われる。

C. 負荷後ST上昇について

全症例中負荷後著るしいST上昇を呈したものが7例あつた(第3表)。表中 No. 5 を除いた6例は安静時心電図で心筋障害像すなわちST・Tの変化を有していた。

No. 1, 2, 3 は安静時に次の諸誘導でSTが著しく下降していた。No. 1 (III, V₁₋₃), No. 2 (I, II, aVL, V₄₋₆), No. 3 (I, II, aVF, V₄₋₆)。表に見るようにNo. 1 は負荷後V₁₋₄でST下降の軽快及び一部O線を越えての上昇を、No. 2 はaVL, V₆でST下降の軽快

を、No. 3 はII, III, V₄, V₆でST下降の軽快及び一部O線を越えての上昇を来した。このことは、No. 1, 2及び3はそれぞれの疾患の性質上右室、左室及び両室に負担がかかつており、その負担心内膜下筋層に起きていた乏酸素状態が運動負荷により更に心外膜下に及んでST下降の減弱を来したものと思われる。尙ST II, IIIの変動が右室冠不全を現わすことについては後述する。

次にNo. 4は歴史不明の梗塞例であり、安静時にすでにST IIIの下降とST V₁₋₆の著しい上昇を呈しており、負荷後にST I, II V₃₋₅(移行帯はV₄₋₅)に最高0.4 mV (V₅)の上昇を来した。

No. 5 は安静時心電図の全く正常な高血圧患者であつたが、加療前に行なつた階段法ではST II, III, V₃₋₆の下降とST V₆₋₆の著しい上昇を来した。同じ患者に加療後再び同一の運動を負荷した結果は前に相違して表のように

第3表 負荷後ST上昇例 (↓, ↑: 負荷後ST下降, 上昇) : ST変動程度 (+印数の総和)

No.	姓	年令	病名	ECG診断 (QRST)	負荷	負荷後ST変動	
						四肢誘導	胸部誘導
1	亀井	18	PS	右室肥 大害 心筋 障害	M _S	不変	右側↑(5), 左側↑(1)
2	飯島	25	AI+MI	左室肥 大害 心筋 障害	M _S	II ↓(1), aVL ↑(1)	左側↑(1)
3	堀江	26	Valsalva	心筋障害	M _S	II, III ↑(2)	右側↑(2)
4	横山	35	梗塞	心筋障害 ↑ ST V ₁₋₆ 異常 Q	M _S	I, II ↑(3)	右側↑(7), 左側↑(2)
5	古山	38	高血圧 冠硬化	正常	階段 (治療前) / (治療後)	II, III ↓(6)	右側↓(3), ↑(7)
						II, III ↓(4), aVL ↑(1)	(左側下降の傾向)
6	小池	15	大動脈中隔欠	両室肥 大害 心筋 障害	M _S	III ↑(1)	両側↓(10) (左>右)
7	高橋	17	三尖弁鎖	左室肥 大害 心筋 障害	M _S	II, III, aVF ↑(4)	右側↑(10), 左側↑(1) ↓(5)

第4表 ST変動の状況(各誘導別)

		I	II	III	aVR	aVL	aVF	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
ST変動例数	M _S	3	35	25	2	0	12	3	3	11	34	44	33
	M _D	1	3	1	0	0	0	0	2	2	4	4	3
	階	2	21	19	0	1	8	3	1	2	16	33	21
+印数	M _S	2	59	35	2	0	16	2	1	19	50	72	52
	M _D	1	3	1	0	0	0	0	2	3	8	7	3
	階	3	31	25	0	0	10	8	2	4	21	52	25
ST上昇例		1	3	3	0	2	1	3	2	4	4	2	3

先にST上昇を来した誘導で0.05 mV未満のST下降を来したに過ぎない。

No. 6は安静時ST_{II, III, aVF, V₁₋₆}の下降を呈していた大動脈中隔欠損患者であり、負荷後に全胸部誘導ことに左側で更に強いST下降を来す一方、ST_{III}下降度の軽快傾向を来した。

No. 7は安静時ST_Iが下降していた三尖弁閉鎖患者であり、負荷後のSTは左側胸部誘導で強い下降を、またII, III, aVF及び主として右側胸部誘導で強い上昇を来した。

以上のように負荷後ST上昇はaVR以外の全四肢および胸部誘導に見られた。

負荷後STの上昇にはその部位及び反対側の心内膜下および外膜下筋層間の脂肪酸の平衡の問題が入るので極めて複雑であるが以上の諸例のように予め心内膜下脂肪酸の為にSTの下降している場合に起き易い。

以下負荷後の著しいST上昇をも陽性所見として論じて行く。

D. 各誘導における観察

1. ST変動発生誘導 (第4表)

負荷後STの変動する誘導は全12誘導におよび、MS法における各誘導の変動例数および下降程度は次の順になる。

変動例数: $V_5 > II > V_4 > V_6 > III > aVF > V_3 > I$
 $= V_1 = V_2 > aVR$

下降程度: $V_5 > II > V_6 > V_4 > III > V_3 > aVF > I$
 $= aVR = V_1 > V_2$

すなわちII, III, V₄₋₆での変動例数および下降程度が大であり、中でもV₅で最大である。陽性者の% \sim はV₅, II, V₄, V₆の孰れでもST変動を呈することが第1, 4表の比較でわかる。V₃, aVFが之等についており、また個々の症例ではIのST下降はすべてに+1止まっていた。

2. 各疾患における心室負担と所謂左・右冠不全型

(第5表)

四肢6誘導(I \sim aVF)で見られた負荷後ST変動を観察すると、第5表上段のような種々のST変動誘導の組合せが存在していることがわかった。この表は各疾患中でこの組合せでST変動の見られた例数を示してあり、例えばII III aVFの項には四肢誘導中II, III, aVFだけでST変動が、またIIの項には同じくIIだけで変動が見られた症例数を記してある。

先にBüchner等^{10)~13) 18)}によりII III 或いはII III aVFのSTの変化が右冠不全の所見と称された。表に見られるように著者の症例中II III 或いはII III aVFの組合せで負荷後ST変動の起きた疾患はT/F, ASD, MSのような右室に負担のかかる疾患と、PDA, MSI, MI + Aのような両室に負担のかかる疾患、および負担

心室別の不定な諸疾患に限られていた。また以上の諸疾患の中にはII III 或いはII III aVF という組合せの他にII aVF, II aVR, III, aVR, aVF, II 等の誘導あるいは誘導組合せでもSTの変動した例があった。一方これらの組合せ(IIだけの変動は別として)では左室だけに負担のかかる三尖弁閉鎖, MI, "A"及び高血圧症では1例もST変動を呈しなかつた。

以上のことからBüchner等の所謂右冠不全の概念は更に負荷心電図にも応用することが出来、またII, aVF, II aVR, III, aVR, (aVF), IIの組合せでのST変動もまた右冠不全の亜型と見るべきものが多いと考えられる。ここにIIだけでの変動は後述するように左冠不全でも見られる。

Büchner^{11) 14)}はI IIのST下降を以つて左冠不全としているが、この2誘導共に負荷後ST変動を来した症例は意外に少なく、僅かに"A"の1例に過ぎなかつた。しかしIだけでSTの変動したものは不定群中冠硬化症および梗塞に見られた。IIだけでの変動例はMI, "A", 高血圧にも、また両室負担群、不定群中にも少数見られた。

この事からBüchnerらの所謂左冠不全の概念も同様に負荷心電図に応用出来、また恐らくI 或いはIIだけにST変動の見られるものも左冠不全の亜型と見るべきものが多いと思われる。

ただし左室の冠不全が負荷後にも典型的左冠不全型すなわちI, IIにおいて同時にSTが変動することが少ない事は注目に値する。

以上のように左室および右室負担群共にIIだけのST変動を呈するものが多く、この場合には右冠不全、左冠不全の区別がつかかねるので、不完全変動を来した他の四肢誘導との総合判定が必要になる。

I II III 及び I II III aVF でST変動の見られた例が梗塞及びMSIでそれぞれ1例ずつあったが、之等は左右両冠不全と思われ、いずれも臨床上重症であつた。

3. 各疾患のST変動誘導

i) 右室負担群

例数の少ないPSは別として、第6表のようにT/F, ASD, MS共に四肢誘導で右冠不全(II III aVFにおけるST変動)を呈する頻度が、右側胸部誘導(QRS移行帯を基にしてこれより右側の誘導。左側もこれに準ずる)でST変動を来す頻度より高く、またT/F及びASDでは右冠不全を来す頻度が左側胸部誘導でST変動を来す頻度を上廻つていた。またその程度も第7表のように四肢誘導での右冠不全が強く出る傾向があり、また個々の症例でも左側胸部誘導での負荷後ST下降は極めて程度が軽かつた。

MSは血行力学上右室負担群に入れるべきであると思われ、かつ実際に安静時に左側胸部誘導のST \cdot T異常は比較的少なく、また負荷後右冠不全像を呈する者が多

第5表 心室負担と負荷後左右冠不全の関係

(数字は症例数)

疾患	例数	右冠不全								左冠不全		右或左	左右冠不全		不変
		II, III aVF	II III	II aVF	II aVR	III	aVR	aVF	I II	I	IIのみ	I II III	I II III aVF		
右室負担群	T/F	12	1	1			2	1				1			6
	PS	2													2
	ASD	15	3			1						1			10
	MS	21	3	4	1	1	2					3			7
左室負担群	T/A	1													1
	MI	7										1			6
	"A"	4								1		1			2
	高	18										4			14
両室負担群	VSD	10													10
	PDA	5		1			1								3
	ワルザル ワ等	4					1					1			2
	MSI	10	2	2					1			1		1	3
	M+A	5	2	1											2
不定群	WPW	2			1										1
	心筋炎	3										1			2
	頻拍症	6		1											5
	Extra	10		1											9
	冠 梗	48	1	6					1		1	2			37
	其他	4	1								1		1		1
	5													5	
			13	17	2	1	7	1	2	1	2	16	1	1	

い。しかしながら T/F, ASDと異なり左側胸部誘導の負荷ST変動が四肢誘導の右冠不全より頻度でも(第6表), また下降の程度でも(第7表)遙かに強い。

この理由についてはいろいろ考えられるが, MSが右室に与える血行力学的影響は左房更に肺という緩衝地帯を介しているのでは直接的ではないが, 一方冠循環の面より見ると血流は僧帽弁口で直接機械的に阻害されるので運動時心筋の需要に応じて冠血流量が増加し難い為に左右室共冠不全に陥り, その結果Rの最も高い左側胸部誘導に顕著なST下降が起きるのであろう。また広沢は潜在性のMIあるいはAIの合併およびリウマチ性心筋炎の存在等が左側胸部誘導のST変動を来す原因の一部であり, また後述するように交連切開後に之等誘導における負荷心電図の回復が著るしくない一因として重視している。

之に反しT/Fのような肺血流量及び動脈血O₂飽和度の減少した場合, またはASDのような左右短絡のある場合等には運動時に左室の収縮増強, 心搏の増加により冠血流量の増加を来し得る為に左側胸部誘導でのST変動は僅かに止まるのであろう。

ii) 左室負担群

高血圧を除いた三尖弁閉鎖, MI, "A"では負荷後左側胸部誘導にST変動(第6, 7表)がおきており, また"A"は更に四肢誘導でも左冠不全を来す。高血圧症では後述の冠硬化症同様に左側胸部誘導のST変動以外に四肢誘導で右冠不全を呈するが, これは高血圧症に合併した冠硬化に起因する右冠不全によるものかも知れない。

iii) 両室負担群

VSDを除いたPDA, Valsalva 洞動脈瘤破裂等, MSI, M+Aでは右冠不全及び左側胸部誘導のST変動の合併がかなり高頻度(第6表)かつ高程度(第7表)であり, MSI以外の疾患では左側胸部誘導でかなりの率にST変動が見られた。VSDに対するMs法負荷では左側胸部誘導における変動のみが見られた。

iv) 心室負担の不定群

発作性頻拍症(非発作時)は階段法で5例中ST変動例数3例(第2表c)であり右冠不全より左側胸部誘導のST下降が強い(第6, 7)。

心筋炎も左室のST下降が強い。

第6表 四肢及び胸部誘導における負荷後ST変動頻度(%)

各症例別例数は第5表参照

疾患	負荷法	四 肢 誘 導			胸 部 誘 導		
		右冠不全	左冠不全	II のみ	右側	左側	
右室 負担 群	T/F	Ms	42	0	8	17	25
	PS	Ms	0	0	0	50*	50*
	ASD	Ms	18	0	9	0	18
		階	43	0	0	29	29
	MS	Ms	50	0	19	0	81
階		60	0	0	0	40	
左室 負担 群	T/A	Ms	100*	0	0	100*	100*
	MI	Ms	0	0	20	0	80
		階	0	0	0	0	50
	"A"	Ms	0	33	33	0	100
		階	0	50	0	0	50
	高	Ms	0	0	17	0	50
MD		階	33	0	33	0	0
			9	33*	18	0	45
両室 負担 群	VSD	Ms	0	0	0	0	63
		階	20	0	0	0	80
	PDA	Ms	33	0	0	0	67
		階	50	0	0	0	50
	ワルザ ルワ等	Ms	67**	0	33	0	67*
		階	0	0	0	0	0
	MSI	Ms	43	0	14	14	43
階		75	0	0	0	75	
M+A	Ms	75*	0	0	33*	75*	
	階	0	0	0	0	100	
不 定 群	WPW	階	50	0	0	0	100
	心筋炎	Ms	0	0	50	0	100
		階	0	0	0	0	0
	頻拍症	Ms	0	0	0	0	0
		階	20	0	0	0	60
	Extra	Ms	50	0	0	0	50
		MD	階	0	0	0	0
	冠	Ms	33	0	22	0	33
		MD	階	0	8	8	15
	梗	Ms	21	0	0	3	45
		階	0	33*	0	50*	100*
	其 他	階	50	50	0	0	100
		階	0	0	0	0	20

備考 MSI及び梗にはこの表以外に各1例の左右冠不全があつた。胸部誘導移行帯におけるST下降は略した。

* 各1例の負荷後ST上昇を含む。ワルザルワ等はワルザルワ洞動脈瘤破裂、大動脈中隔欠損症を含む。

第7表 四肢及び胸部誘導におけるST下降程度(各症例当り平均の+印数)

疾患	負荷法	四 肢 誘 導			胸 部 誘 導		
		右冠不全	左冠不全	II のみ	右 側	左 側	
右室負担群	T/F	Ms	0.92	0	0.08	0.42	0.50
	PS	Ms	0	0	0	0*	0*
	ASD	Ms	0.64	0	0.91	0	0.36
		階	2.00	0	0	0.57	1.00
	MS	Ms	1.69	0	0.31	0	2.88
階		1.2.	0	0	0	1.20	
左室負担群	T/A	Ms	0*	0	0	0*	4.00*
	MI	Ms	0	0	0.20	0	2.40
		階	0	0	0	2.50	2.50
	"A"	Ms	0	0	1.00	0	1.00
		階	0	1.00	0	0	2.00
	高	Ms	0	0	0.33	0	1.67
		MD	0.67	0	0.33	0	0
階		0.45	0*	0.18	0	0.64	
両室負担群	VSD	Ms	0	0	0	0	1.88
		階	0.20	0	0	0	2.60
	PDA	Ms	0.33	0	0	0	1.00
		階	1.50	0	0	0	0.50
	ワルザ ルフ等	Ms	0**	0	0	0	2.67*
		階	0	0	0	0	0
	MSI	Ms	2.14	0	0.14	0.29	1.57
		階	1.50	0	0	0	1.00
	M+A	Ms	3.25*	0	0*	0	5.00*
		階	0	0	0	0	1.00
不 定 群	WPW	階	1.00	0	0	0	1.50
	心筋炎	Ms	0	0	0.50	0	7.00
		階	0	0	0	0	0
	頻拍症	Ms	0	0	0	0	0
		階	0.60	0	0	0	1.20
	Extra	Ms	1.50	0	0	0	2.50
		MD	0	0	0	0	0
		階	0	0	0	0	0
	冠	Ms	0.78	0	0.22	0	0.89
		MD	0	0.08	0.08	0.15	1.46
		階	0.55	0	0	0.14	0.90
	梗	Ms	0	0*	0	0*	5.50*
		階	3.50	1.00	0	0	7.00
	其他	階	0	0	0	0	0.20

備考 MSI及び梗にはこの表以外に各1例の左右冠不全があつた。胸部誘導移行帯におけるST降下は略した。

* 各1例の負荷後上昇等がこの外にあつた。

ワルザルフ等にはワルザルフ洞動脈瘤破裂、大動脈中隔欠損症を含む。

原因の不明な期外収縮患者はSTの変動例が殆んどなかつた(第2表c, 第6, 7表)。

冠硬化症は前記高血圧症と類似した傾向を有し, 右冠不全を来す一方胸部誘導では左側, 一部では右側のST変動が見られる。

梗塞では症例によつて差はあつても全体としては殆んどすべての誘導で強いST変動が見られる。

冠不全型によつては考按の項で更に検討を加える。

E. 心臓手術前後の比較

27例に対し心臓疾患に対する手術前後のMs法負荷結果を比較し得た。その内訳は第8~10表の通りである。心臓手術より術後負荷までの期間は大多数は1ヶ月であり, 最長9ヵ月, 1例のみ1年1ヵ月であつた。

MIとMSI以外の疾患では大多数が負荷によるSTの変動が術後には消失ないし好転しており, 術後の臨床経過全般とよく一致している。

1. 右室負担群(第8表)

T/F及びASDは右冠不全の好転, 1例を除いては左側胸部誘導上の負荷時所見の消失が見られるが, その中ASDの2例では右側胸部誘導で軽度の悪化が見られた。しかし総合すると術後短期間での成績では悪化した

ものはASDの1例に過ぎず, これも経過を追えば回復するものと思われる。

MS 13例中, 術前後共に負荷によるST変動のない者を除き, 12例の術前負荷陽性者中術後負荷で4例消失, 4例好転, 1例不変, 3例悪化の成績を得た。更にこの四肢及び胸部誘導のそれぞれについて術前後の比較をした。四肢誘導では術前に右冠不全を呈するもの7例中で術後その消失~好転した者6例, 不変の者1例であり, また術前負荷で四肢誘導中IIだけでSTが下降し恐らく右冠不全の亜型と思われる3例は全例術後に消失した。これらを合せると四肢誘導では10例の右冠不全中9例が好転~消失, 1例が不変であり, 悪化した者は1例もなかつた。これに反し術前に左側胸部誘導で負荷陽性の者11例中術後負荷で好転消失した者は5例に止まり, 不変の者2例, 悪化した者4例であつた。悪化の1例は術中に僧帽弁の断裂を来し逆流を生じた者である。MS交連切開後の自覚症および一般所見の消長と比較すると四肢誘導の右冠不全像の消長がこれとよく一致し, 胸部誘導左側のST変動——ことに不変ないし悪化したもの——とは一致していない。

個々の例について見ると術後負荷で右冠不全(II, III

第8表 負荷ST変動の術前後比較(右室負担群)

病名	姓	年齢	術式	術後負荷	四肢誘導			胸部誘導			総合結果
					右冠不全	左冠不全	IIのみ	右側	移行帯	左側	
T/F	清水	14	プロロツク	1½月後	0 → 0	0 → 0		0 → 0		2 → 0	消失 好転
	野尻	14	〃	2½月後	5 → 3	0 → 0		0* → 0*		0 → 0	
	渡辺	34	根本	1年1月後	0 → 0	0 → 0		0 → 0		0 → 0	
ASD	小松	16	欠損縫合	1½月後	0 → 0	0 → 0		0 → 0		3 → 0	消失 好転 悪化
	合田	33	〃	2½月後	6 → 2	0 → 0		0 → 1		0 → 0	
	柴田	17	〃	1½月後	0 → 0	0 → 0		0 → 1		0 → 1	
MS	西	28	交連切開	1½月後	0 → 0	0 → 0	1 → 0	0* → 0		3 → 0	消失
	白石	32	〃	4½月後	6 → 0	0 → 0		0* → 0	4 → 0	9 → 0	〃
	宮川	19	〃	3月後	1 → 0	0 → 0		0 → 0		1 → 0	〃
	島津	42	〃	9月後	4 → 0	0 → 0		0* → 0		1 → 0	〃
	生方	19	〃	1½月後	3 → 1	0 → 0		0 → 0		3 → 4	好転
	右京	48	〃	7月後	2 → 0	0 → 0		0 → 0		0 → 1	〃
	阿部	41	〃	6½月後	0 → 0	0 → 0	2 → 0	0 → 0		4 → 2	〃
	倉持	26	〃	6月後	7 → 2	0 → 0		0 → 0		6 → 6	〃
	堀内	35	〃	1½月後	0 → 0	0 → 0		0 → 0		3 → 3	不変
	山田	23	〃	4月後	0 → 0	0 → 0	2 → 0	0 → 0		1 → 8**	(悪化)
	奈須	41	〃	1½月後	0 → 0	0 → 0		0 → 0		3* → 5	(〃)
	渡辺	39	〃	4月後	2 → 2	0 → 0		0 → 0*	1 → 0	3 → 5	(〃)
菊地	42	〃	2月後	0 → 0	0 → 0		0 → 0		0 → 0	〃	

数字は+印総和, 矢印の前は術前, 後は術後

* 負荷前後でTの変動があつたもの

** 術後に逆流を生じたもの

aVF)及び左側胸部誘導ST変動の両者が改善した例ではその改善の程度が著しいのに反し、術中に逆流を生じた者を除き左側胸部誘導で悪化した例はその悪化の程度が僅少であつた事、更にその2例は年令41才、39才であり共に病歴29年に及ぶことは意義があると思われる。

これは交連切開後左室に入る血液が急激に増加する為に、今迄長期に亘り負荷を免れ、また症例によつては潜在的慢性冠不全ないしは心筋障害を来していた左室が過大の仕事を強いられるために負荷結果の一時増悪を招くのであろう。しかし交連切開は冠血流量をも増す結果となるので一般的には急性左心不全を来すに至らないものと思われる。術後時間が経ち手術侵襲による非特異的な変化が消失すると共にやがては左室側の術後負荷成績悪化も回復する可能性が考えられる。遠隔成績を未だ検査していないが、この中の1例(渡辺)は更に術後10か月に再び負荷した時には右冠不全O、左側胸部誘導ST下降+4であつて左室側でも術前に復して来ており、この可能性を物語っている。

2. 左室負担群

MIに術前後負荷した結果第9表のように2例共1½月後に負荷結果の悪化を見た。すなわち左側胸部誘導では1例好転、1例悪化でその変動は僅かであつたが右側胸部誘導では2例共術後負荷の悪化を来している。これは恐らく僧帽弁線維輪の縫縮により僧帽弁口で血流が

なり阻害される為に右室に負担がかかるのであろう。しかし何故にMSに対する負荷の時のように四肢誘導で右冠不全型を呈して来ないかは不明である。

3. 両室負担群

VSDは第10表のように2例共左側胸部誘導で術前負荷陽性であつたが術後には陰性になつている。

MSI 3例中交連切開と僧帽弁線維輪縫縮を共に行なつた2例はいずれも左側において非常に悪化して来ている。此の2例は術前より左室心筋障害があり複雑な手術侵襲により更に悪化した恐らく縫縮の左冠動脈小分枝血行への影響²¹⁾も考えられる。更にMS交連切開による左側胸部誘導の負荷時所見の一時悪化(前述)がこれに加つたのであろう。左側胸部誘導は術前後共に負荷陰性であるが、これは全く影響を受けなかつたものであるか或いは左側の術後負荷によるST下降が強い為に相殺されて発現し得なかつたものであるかは不明である。

MSIの他の1例は交連切開だけを行なつたが、術前に負荷により見られた右冠不全及び左側胸部誘導ST下降が術後負荷でも同程度に見られた。

AS+MSで両者の交連切開を行ない臨床症状の顕著な改善を見た1重症例ではMSの影響を受けたと考えられる右冠不全、ASとMSの両者よりの影響を受けたと考えられる左側胸部誘導のST下降の何れもが術後負荷で消失し、一般臨床所見とよく一致した成績を得た。

第9表 負荷ST変動の術前後比較(左室負担群)

病名	姓	年令	術式	術後負荷	四肢誘導		胸部誘導		総合結果
					右冠不全	左冠不全	右側	左側	
M I	児玉	11	線維輪縫縮	1½月後	0 → 0	0 → 0	0 → 1	1 → 2	悪化
	角田	6	"	"	0 → 0	0 → 0	0 → 3*	3 → 1	悪化

* 負荷前後でTの変動があつたもの

第10表 負荷ST変動の術前後比較(両室負担群)

病名	姓	年令	術式	術後負荷	四肢誘導			胸部誘導		総合結果
					右冠不全	左冠不全	左全冠不全	右側	左側	
V S D	堀内	5	欠損縫合	7½月後	0 → 0	0 → 0		0 → 0	4 → 0	消失
	藤本	16	"	1½月後	0 → 0	0 → 0		0 → 0	3 → 0	"
M S I	高橋	31	交切+縫縮	9月後			8 → 7	2* → 0*	7 → 15	悪化
	井口	26	"	3月後	0 → 0	0 → 0		0 → 0	2 → 6	"
	八島	37	交連切開	4月後	3 → 3	0 → 0		0 → 0	2 → 2	不変
AS+MS	高見	51	両交切	4½月後	5 → 0	0 → 0		0 → 0*	7 → 0	消失

* 負荷前後でTの変動があつたもの

第四章 考 按

「右冠不全」,「左冠不全」の概念は 1933 年以来 Büchner ら^{10), 14), 31)}の動物実験における心電図所見と病理解剖上の所見との関係により樹立され, ST II, III の下降を右冠不全 (rechtsbetonte Coronarinsuffizienz), ST I, II の下降を左冠不全 (linksbetonte Coronarinsuffizienz) と称し臨床に応用されるに至つた¹⁷⁾。更にその後の学者により aVL, aVF 及び左右側胸部誘導をも左・右冠不全の条件に加えられた^{18) 25)}。

また ST I, II の下降が左冠不全である事に対しては諸家の意見が一致しているが^{18) 20) 22) 25) 27)} ST II, III (aVF) の下降については意見が二様であり, あるいは Büchner 一派と同じく右冠不全とし¹⁸⁾, あるいはその大部分いは一部分が垂直位における左室冠不全であり直ちに右室冠不全と断じ得ないでいる^{23) 31) 32)}。後者の意見は胸部誘導 ST 下降部位との対比²²⁾ および冠動脈硬化の左右別との比較^{25) 27)}により裏付けが試みられている。すなわち ST II, III が下降する際に ST V_{4-R} が下降し ST V_{1-R} が必ずしも下降しない事よりこれはむしろ垂直位における左冠不全と考えた方が妥当と論じ, また老人剖検例で左冠動脈硬化と ST I, II 下降の間に相関があるのに反し右冠硬化と ST II, III の下降とに相関なしと論じられている。

著者の症例を分析して見ると上述のように負荷後 ST I, II が下降するものはすべて疾患の本質上血行力学的に左室に負担がかかると考えられる疾患であり, II III (aVF) および著者が右冠不全の亜型と考えた誘導組合せ (第 5 表) での ST 下降を来した例はすべて右室に負担のかかる疾患あるいは負担のかかり方に左右の特異性のない疾患及び冠硬化的要素を含む為右室にも弱点ありと考え得る高血圧であつた。つまり位置の如何に拘らず——右室負担群中垂直位をとる者が高率であるにも拘らず——負荷によつて生じた右室の冠不全は Büchner の右冠不全型を, 左室の冠不全は左冠不全型をとつていた。

ここに左室の冠不全は四肢誘導では表現され難く, むしろ左側胸部誘導に顕著に見られ, 一方右室の冠不全は右側胸部誘導に表現され難く, むしろ四肢誘導に顕著に見られる結果を得た。また MS 術後に前述したように右冠不全と左側胸部誘導 ST 変動の回復が平行しない事をも併せ考えた時に, たとえ垂直位であつても左側胸部誘導 ST 下降との比較により ST II, III の下降をも左冠不全に入れる考え方には同意し難い。

また Büchner 等の動物実験上の左・右冠不全の考えは左右心室に起きた病理解剖的变化を観ているのであり左右冠動脈の硬化を調べているのではない。左右冠動脈の分布がそれぞれ左右の心室に一致している例は殆ど過ぎず, 他は左或いは右冠動脈の分布が優勢で反対側心室

の一部にも分布している¹⁶⁾。また更に, 多くの学者が Büchner に対する反論に用いている動脈硬化性疾患の性質上, 例えば右又は左冠動脈に硬化が強い場合にも夫々反対側の冠動脈にも全く硬化, 更に硬化に基く左または右の冠不全がないとは考え難い。私の負荷症例中冠硬化症, 心筋梗塞及び高血圧症では, 他の右室および左室負担群に負荷した時の結果と相違して負荷後 ST 変動の見られる誘導に一定の傾向を欠き, 四肢誘導で右冠不全型, 左冠不全型, 胸部誘導で右側, 左側負荷陽性を呈する例が混在することはこの事を物語っている。右冠不全 (II, III, (aVF) の ST 下降) と右冠動脈硬化との間に相関がないからといつて直ちに ST II, III (aVF) の下降が右室冠不全でないとはいえない。また冠不全は病理解剖学的変化を伴わなない心室の機能的障害をも含めているのであるから心室の病理解剖学的変化との相関のみを以つて論ずる事も出来ない。

先天性心疾患, 弁膜症の右室負担群は前述したように右冠不全型およびその亜型を呈する。故に動脈硬化性心疾患者(高血圧症を含めて)がもし右冠動脈優勢であり, その分布が右室および左室後壁に及ぶ時にはその右冠動脈硬化による冠不全は右室及び左室後壁に及んでも, その右室冠不全の為に負荷後の ST II, III, (aVF), ST aVF, ST II 等の変動すなわち右冠不全型を呈するのではなからうか。

著者は以上のことより ST 変動は左右心室の冠不全を表現するのであつて, 直接には冠動脈病変の左右別を表現するものではないと考える。

なおかつて本研究所の重症 MS の 1 例で末期に ST II, III, aVF の著しい下降を呈し, 剖検で左室後壁の壊死を認めたことがあつた^{20) 29)}。また一般に左室後壁の梗塞が, II, III, aVF に特徴ある異常波型を呈することも周知のことである。II, III, aVF の ST-T の異常が右室を中心としてどの様な病的機序を表現しているのか, 問題は簡単ではない。

第五章 総 括

著者は負荷心電図を先天性心疾患, 弁膜症, 動脈硬化性心疾患および健康者等に應用し, ST の変動につき次の結果を得た。

1. 弁膜症, 動脈硬化性心疾患, 先天性心疾患の順に高率な陽性結果を得た。中でも僧帽弁口狭窄症およびこれを合併する疾患では最も高率でありその程度も強かつた。
2. 負荷後の著しい ST 上昇も陽性所見と見做し得る。
3. ST の変動は V₅, II, V₄, V₆ の順に多発し, 全 12 誘導に見られた。
4. 著者は Büchner の左および右冠不全の概念が負荷心電図を通じて各種心疾患に当てはまることおよび

これは左および右室の冠不全であつて左および右冠動脈不全ではないと考えられることを述べた。

5. 右室の冠不全は右冠不全型をとつて四肢誘導に表現され易く、左室の冠不全はむしろ左側胸部誘導に表現され易い。

6. Fallot 四徴、心房中隔欠損症等の右室負担疾患は負荷により右冠不全を呈する。

7. 大動脈弁膜症、僧帽弁閉鎖不全症等の左室負担疾患は負荷により左側胸部誘導で ST 変動を来す一方、四肢誘導でも左冠不全を呈する。

8. 動脈管開存、Valsalva 洞動脈瘤破裂、僧帽弁口狭窄兼閉鎖不全症および連合弁膜症等の両室負担疾患は負荷により右冠不全及び左側胸部誘導での ST 変動を来す。

9. 僧帽弁口狭窄症は一次的には右室負担疾患であると考えられるが、弁口での血流阻害による搏出量の制限等の為に負荷後右冠不全だけでなく左側胸部誘導でもかなりの ST 下降がおきる。

10. 心室中隔欠損症は左側胸部誘導だけに負荷後 ST の下降が起きた。

11. 冠動脈硬化症、心筋梗塞、高血圧症には動脈硬化により、左右に関し特異性のない冠循環不全の因子が入る為に負荷後 ST 変動の見られる誘導は不定である。

12. Fallot 四徴の Blalock 法手術、心房あるいは心室中隔欠損部縫合及び僧帽弁或いは大動脈弁交連切開等の心臓手術の前後で負荷成績を比較するとその殆んど全例が退院前に既に好転～消失したが、僧帽弁閉鎖不全症の線維輪縫縮はむしろ右側胸部誘導における負荷成績の悪化を来した。

13. 僧帽弁口狭窄症の交連切開後の負荷では殆んど全例に右冠不全の好転～消失を見たが、発病の歴史の長い症例では左側胸部誘導での軽度の悪化を見た。本症の臨床症状好転の度とは右冠不全像の消長が一致する。

本研究の一部は第 23 回日本循環器学会総会で発表した。

今回の症例に対する負荷後の T 波の変化、不整脈の発生および負荷試験検査上の注意等については後に稿を改めて発表する予定である。

絶えず御指導御校閲を賜つた恩師藤原任教授、広沢弘七郎助教授に深く感謝致します。また協力者芹沢雄二博士、沼尾智代子博士及び御便宜を頂いた心研究所員並びに本学外科教室員の各位に深謝致します。

文 献

- 1) **Master, A.M.** : The two-step test of myocardial function. *Am Heart J* **10** 495 (1935)
- 2) " : The two-step exercise electrocardiogram, A test for coronary insufficiency. *Ann Int Med* **32** 842 (1950)

- 3) **Scherlis, L., Sandberg, A.A., Wener, J. & Master A.M.** : The effects of the single and double "two-step" exercise tests upon the electrocardiograms of 200 normal persons. *J Mt Sinai Hosp* **17** 242 (1950)
- 4) **Master, A.M. et al.** : The two-step exercise electrocardiogram in functional heart disturbances and in organic heart disease. The use of ergotamine tartrate. *Circul* **1** 692 (1950)
- 5) **Storch, S. & Master, A.M.** : RS-T segment, T wave and heart rate after two step and 10 per cent anoxemia test *JAMA* **146** 1011 (1951)
- 6) **Chesky, K., Master, A.M., Arai, H.S. & Pordy, L.** : The extremity and circumferential chest lead electrocardiogram in induced acute coronary insufficiency. *Circul* **3** 433 (1951)
- 7) **Master, A.M. et al.** : The two-step exercise electrocardiogram : Follow-up investigation in patients with chest pain and normal resting electrocardiogram. *JAMA* **151** 485 (1953)
- 8) **Master, A. M.** : Personal Communication. Mar 2 (1959)
- 9) **Master, A.M. et al.** : Coronary artery disease and the "two-step exercise test". *NY State J Med* **57** 1051 (1957)
- 10) **Büchner, F.** : Das morphologische Substrat der Angina pectoris im Tierexperiment. *Beit Path Anat* **92** 311 (1933)
- 11) **Büchner, F. & Lucadou, W.** : Elektrokardiographische Veränderungen und disseminierte Nekrosen des Herzmuskels bei experimenteller Koronarinsuffizienz. *Beitr Path Anat* **93** 169 (1934)
- 12) **Christ, C.** : Experimentelle CO-Vergiftung, Herzmuskelnekrosen und Eelektrokardiogram. *Beitr Path Anat* **94** 111 (1934)
- 13) **Büchner, F.** : Die Deutung des Electrocardiograms bei den Durchblutungsstörungen des Herzmuskels. *Klin Wsch* **17** 1713, 1745 (1938)
- 14) **Büchner, F.** : Experimente über Coronarinsuffizienz und ihre morphologische und electrocardiographische Manifestierung. *Verh Dtsch Inn Med* **50** 73 (1938)

- 15) **Davis, F. W. Jr. et al.** : The effects of exercise and smoking on the electrocardiograms and ballistocardiograms of normal subjects and patients with coronary artery disease. *Am Heart J* **46** 529 (1953)
- 16) **Gregg, D.E.** : Coronary circulation in health and disease. Lea & Febiger (1950)
- 17) **Hass, I. & Weber, A.** : Über Rechtscoronarinsuffizienz. *Verh Dtsch Gesell Inn Med* **48** 344 (1936)
- 18) **原 享・谷口成之** : 狭心症の心電図 最新医学 **15** 9 (1960)
- 19) **Hickman, J.B. & Cargill, W.H.** : Effect of exercise on cardiac output and pulmonary artery pressure in normal persons and in patients with cardiovascular disease and pulmonary emphysema. *J Clin Invest* **20** 10 (1948)
- 20) **広沢弘七郎** : 後天性弁膜症の心電図 最新医学 **15** 43 (1960)
- 21) **石原 昭** : 未発表
- 22) **岸本道太** : 医学の動向 9 心電図の臨床 金原出版KK (1957)
- 23) **小山晋太郎・榎田良精・村尾 寛** : 狭心症の心電図 綜臨 **5** 782 (1956)
- 24) **Lepeschkin, E. & Surawicz, B.** : Characteristics of true-positive and false-positive results of electrocardiographic Master two-step exercise tests. *New Eng J Med* **258** 511 (1958)
- 25) **村上元孝** : 冠不全と心電図 綜臨 **9** 553 (1952)
- 26) **Myers, G.B. & Talmers, F.N.** : The electrocardiographic diagnosis of acute myocardial ischemia. *Ann Int Med* **43** 361 (1955)
- 27) **新谷博一** : S Tと冠不全 特に剖検所見との比較考察 浴風園調研紀 **26** 127 (1955)
- 28) **Ramsey, L.H. & Beeble, J.** : Electrocardiographic response to exercise in patients with mitral stenosis. *Circul* **19** 424 (1959)
- 29) **渋谷 実** : 未発表
- 30) **Taterka, W.** : Vergleichende histotopographische und elektrokardiographische Untersuchungen über linksbetonte und rechtsbetonte Coronarinsuffizienz bei Collaps. *Beitr Path Anat* **102** 267 (1939)
- 31) **上田英雄** : 心臓学 南山堂 (1959)
- 32) **上田英雄** : 狭心症(冠不全)の心電図診断 最新医学 **9** 1377 (1954)
- 33) **上田英雄等** : Further studies on Master 2-step test. *日循誌* **22** 263 (1958)