運動負荷STマッピングからみたST偏位の臨床的意義

東京大学医学部第二内科（指導 村尾 寛教授）

川久保 清

CLINICAL SIGNIFICANCE OF EXERCISE ST MAPPING

Kiyoshi KAWAKUBO, MD

The Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Tokyo

(Director: Prof Satoru Murao)

概要 運動負荷心電図の判定上重要なST偏位については、虚血領域や心筋の病態との関連、偽陽性との鑑別など不明の部分も少なくない。そこで虚血性心疾患（IHD）90例〔狭心症（AP）46例、陈旧性心筋梗塞症（OMI）44例〕と神経循環無力症（NCA）12例に、著者の考案した胸壁36誘導法による運動負荷試験を行ない、ST等電位線図（ST map）を作成し、冠動脈造影（CAG）、左室造影（LVG）、負荷心筋タリウムシンチ（Ex. TI）の所見と対比し、ST偏位の意義を検討した。ST下降のみを示すもの（AP 31, OMI 17, NCA 12）ではST mapは V_4V_5 中心に分布するが、症例による分布の差がみられ、責任冠動脈病変、虚血発生領域と対応関係がみられた。又最大ST下降の大きさとST下降領域の広さの関係は、左冠動脈主幹部狭窄例（6例）、NCA例と他のIHD群との鑑別点となつた。ST上昇例（AP 15, OMI 27）の内、AP例ではST上昇領域に一致して虚血が発生したと考えられたが、OMI例では、ST上昇領域と異常Q波の領域、LVG上の壁運動異常部とが一致する場合が多く、これらのST上昇は壁運動異常の表現と考えられた。一方ST上昇と同時にST下降を伴う例（AP 15, OMI 15）では、ST下降領域はST上昇領域との部位的関係や時間的経過から対側性変化と考えられる場合と、虚血性ST下降と考えられる場合があつた。本法はST偏位と虚血部位との関連の解明、偽陽性との鑑別などに有用と考えられた。

I. 緒 言

運動負荷心電図は虚血性心疾患の診断、予後や治療効果の判定に広く使用されているが、運動負荷によつて生ずるST偏位の意義については、なお解明すべき点が少なからず残されている。その一つは偽陽性、偽陰性の理由と偽陽性と真の陽性との鑑別であり、その二は今日冠動脈造影法が普及し、造影法を行なう前に非侵襲的にその傷害の重症度などを予測する事が望まれるが、従来臨床的に用いられている運動負荷法では罹患冠動脈枝を推定する事が必ずしも容易でない事である¹⁾。運動負荷の方法に関係するものとしては運動負荷量

と誘導法の選択が問題となる。負荷量に関しては多段階式負荷法が広く用いられるようになって、統一をはかる事が一応可能となつた。誘導の選択については昔から多くの検討がなされているが、上記の問題点の解決には従来の方法では不確実である事が明らかになつている。これに関連して最近胸壁マッピング法²⁾によつてより多くの情報を得る事が試みられており、さらに運動負荷中から負荷後の時間的経過を追う事により情報を増す試みもなされてきた。

著者は、胸壁上36点の電極によるST偏位の等電位図（ST map）を作成し、その分布と時間的経過を、冠動脈造影（CAG）所見、負荷心筋タリウムシンチグラフィ（Ex. TI）所見と対比し、ST

〔昭和58年4月15日受稿〕

mapの意味を冠動脈狭窄部および虚血部との関係において検討した。

II. 対象および方法

(A) 対象：

運動負荷試験を行なったのは臨床的に明らかな虚血性心疾患 (IHD) 90例と, neurocirculatory asthenia³⁾ (NCA) の症状を呈する女性12例である。弁膜症, 肥大型心筋症, 脚ブロックの症例は除外した。その内訳は, (1) 心筋梗塞の既往のない狭心症 (AP) 46例 (男39例, 女7例, 年令31~73才, 平均56.4才), (2) 陳旧性心筋梗塞症 (OMI) 44例 (男41例, 女3例, 年令28~84才, 平均57.5才), いずれも急性期より1カ月以上経過し, 安静時心電図上陳旧性心筋梗塞所見を呈するもの。うち20例は狭心症を合併, (1) (2) いずれも本法の誘導法による運動負荷試験にて0.1mV以上のST偏位がみられたものであつた, (3) NCA群12例 (いずれも女性, 年令21~62才, 平均40.3才), 非定型的胸痛, 動悸, 息切れを訴えるが, 臨床的に虚血性心疾患と考えられず, また運動負荷にてST部の下降がみられたもの。いずれもST下降時に狭心痛の訴えを生ぜず, 基礎に高血圧その他の心血管病を有せず, 安静時心電図は正常であつた。うち比較的高令者の4例 (年令46~62才, 平均53.5才) にはCAGを施行し正常冠動脈像が得られた。他の8例は冠動脈硬化症危険因子を欠く閉経前の青壮年者 (年令21~47才, 平均33.7才) であつた。

(B) 運動負荷法：

身体的理由にて自転車エルゴメーター法による負荷 (300kpmより3分ごとに150kpmずつ増量) を行なつた3例を除いて, Bruceのプロトコル⁴⁾に従い, トレッドミルによる多段階式負荷を行なつた。運動負荷中止基準は, (1) 年令別予測最大心拍数の85%に到達, (2) 進行性に増強する狭心痛, 下肢疲労, 息切れ, (3) ST偏位発生 (判定基準は下述) とした。

(C) CAG, 左室造影 (LVG) 法：

IHD群90例中, 54例においては, Judkins法にてCAGとLVGがおこなわれた。運動負荷試験の時期と, 心カテーテル検査の時期は47例にては6カ月

以内で, その間臨床症状の悪化をみなかつた。これらの所見はAHAのレポート形式⁵⁾にて報告され, 主要冠動脈枝の径の75%以上の狭窄を有意にとつた。また右前斜位LVGにて壁運動異常の判定をおこなつた。

(D) 負荷心筋タリウムシンチグラフィ法 (Ex. T1)：

IHD群90例中32例 (AP 17例, OMI 15例) においてはEx. T1が施行された。胸部36誘導中の最大ST偏位の部位に電極をおいて心電図をモニターし, 臥位自転車エルゴメーター負荷にてST偏位, あるいは自覚症状出現時タリウム201, 2mCi注射し, 1分間負荷を続けた後中止し, 負荷後の撮影を行なつた。4時間後再度撮影し再分布像とした。負荷後にみられた欠損部で, 4時間後に再分布を示すものを虚血領域と判定し, Rigoらの方法⁶⁾に従い虚血領域を分類した。これらの判定は放射線科医師により独立になされた。

(E) 心電図誘導法：

アドバンス社製Lectrodeの電極をもちい図1のように, 前胸部から背部にかけて36誘導点を設定した。すなわち, V_1 から V_9 の9点の標準誘導点を含め, 上方は第2肋間, 下方は剣状突起下10cm, 右方は胸骨右縁, 背方は胸椎の左縁の領域において, 左前胸部に26個, 左背部に10個, 合計36電極をつけた。肢誘導としてはMasonらの方法⁷⁾に従い, 鎖骨下と腸骨稜上に電極をおいた。各電極をテープで皮膚に固定し, リード線を7接点のス

図1. 体表面36誘導の電極の位置。図左側は前面, 右側は背面を示す (説明本文)。

図2. 体表面36誘導と肢誘導の運動負荷前後の心電図記録とそれにより作成したST map. ST mapの最外側の線は1mmST下降領域, 上方, 下方の直線は電極の上下端を示し, ●印はV₁~V₆誘導点を示す.

イチボックス(1接点は肢誘導記録用)を経て, 日常臨床的に用いられる6素子心電計(フクダ電子社製)に連結した. 心電図は紙送り速度25mm/秒, 1mV=10mmの大きさで, 運動前, 運動中1分ごと, 直後, 1分, 2分, 3分, 5分, 7分後とST偏位の運動前値にもどるまで, すべて立位で記録した. 胸部36誘導と肢誘導1回の記録はスイッチボックスの切り替えにより30秒以内に終了し得た.

(F) ST map作製法:

胸部36誘導点についてJ点より0.08秒にてST偏位を計測し, 安静立位時に比べて1mm(0.1mV)以上の偏位を検討の対象とした. ただしST下降が下方傾斜型(downslope)の場合はJ点にてST下降を計測した. また安静立位にてST上昇がみられ, 運動にてこれが基線にもどる場合はST下降とみなさなかつた. これらの判定方法に従って各誘導ごとのST偏位量を測定し, 0.5mmごとの等電位線図を作製し, ST mapとした(図2).

なおST下降領域内の電極の数と最大ST下降の大きさの相関の統計的検討はt検定にておこない, $p < 0.05$ を有意と判定した.

III. 結 果

IHD群90例, NCA群12例の運動負荷後にみられ

表1. ST mapにおけるST偏位の方向とその症例数.
()内の数字はCAGを施行した例数を示す.

	I H D			NCA
	A P	OMI	Total	
(A) ST↓ only	31 (23)	17 (10)	48 (33)	12 (4)
(B) ST↑ and ↓	15 (9)	15 (8)	30 (17)	
(C) ST↑ only	0	12 (4)	12 (4)	
Total	46 (32)	44 (22)	90 (54)	12 (4)

たST map上のST偏位の結果を表1に示す. ST偏位の方向から, (A) ST下降のみ, (B) ST上昇に下降を伴う, (C) ST上昇のみ, の3群に分けられた. 以下ST mapパターンと他検査との関連について各群ごとに述べる.

(A) ST上昇を認めずST下降のみを示したものの:

本型にはIHD群48例(AP 31例, OMI 17例)とNCA群12例全例が含まれた. これらのうち検査時狭心痛を生じたのはAP 25例(81%), OMI 10例(59%)であつたが, 前述のようにNCA例では1例もなかつた. OMIの内訳は前壁梗塞10例, 下壁梗塞6例, 前下壁梗塞1例であつた.

(1) ST mapの分布 (IHD群48例):

ST下降領域の分布をみると, AP, OMIともにV₄V₅中心に分布する傾向にあり, 47例(98%)ではV₅にてST下降がみられた. またOMIでは異

図3. ST下降例のST map (左図は運動直後, 右図は回復期を示す). 1 = 前方型, 2 = 下方型, 3 = 側方型, 4 = 広範囲型。

常Q波のない領域であつた。しかし周辺部の分布には症例による差があり, その分布の方向と時間的経過から次の4型に分類できた(図3)。(i) 前方型 (Anterior Type) (17例); V_4V_5 の上下中心にST下降領域がみられ, 回復期には面積縮小さらに前方に局限する分布を示したもので, 17例中15例では V_4V_5 のいずれかが最大ST下降を示した。(ii) 下方型 (Inferior Type) (11例); V_4V_5 から末広がり下方に分布し, 最下端の誘導点(剣状突起下10cm)に及び, 回復期にさらに下方に局限したもので, 11例中7例では最大ST下降点が V_4V_5 より下方の位置であつた。(iii) 側方型 (Lateral Type) (9例); V_5V_6 から上側方に分布する型で, 9例中5例では最大ST下降点が V_5V_6 より上方の誘導点でみられた。(iv) 広範囲型 (Global Type) (11例); 運動直後は V_4V_5 中心

図4. ST下降例(IHD群48例)の最大ST下降点の分布図。*印は $V_1 \sim V_6$ 誘導点を示す。● = AP例, ■ = OMI例。

表2. ST下降例のST mapとCAG所見(数字は症例数を示す)。1枝 = 1枝狭窄, 2枝 = 2枝狭窄, 3枝 = 3枝狭窄, LMCA狭窄例は1~3枝狭窄に含めず。LMCA狭窄例6例のうち3例はLMCAにのみ狭窄のあつた例である。

ST map \ CAG	1枝	2枝	3枝	LMCA	LAD	LCX	RCA
(1) 前方型13	3	8	2	0	12	6	7
(2) 下方型5	2	3	0	0	4	2	2
(3) 側方型5	0	3	2	0	3	5	4
(4) 広範囲型10	0	2	2	6	7	7	4

に前方から下方まで広く分布するが, 回復期にはST下降領域縮小すると前方に局限し, 上述の前方型に似る分布を示す型で, 11例すべて V_4V_5 のいずれかが最大ST下降を示した。

(2) 最大ST下降点の分布 (IHD群48例):

胸部36誘導における最大ST下降点の分布をみると(図4), AP, OMIともに V_4V_5 の周辺に分布し, V_5 の頻度が最大(18/48=38%)であつた。しかし15例においては $V_4V_5V_6$ の上方, あるいは下方にずれて最大ST下降がみられた。

(3) ST mapとCAG (IHD群33例):

IHD群のうちCAGを施行した33例についてST mapパターンと有意狭窄冠動脈枝との関係を見ると表2のようになった。前方型13例中12例では左前下行枝(LAD)に有意の狭窄がみられた(LAD 1枝狭窄3例を含む)。下方型5例でも冠病変の分布は前方型とほぼ同様であつたが, 右冠動脈(RCA)

表3. ST下降例のST mapとEx. T1による虚血領域(数字は症例数を示す). ※前壁には前側壁, 前壁中隔を含む.

ST map	Ex. T1虚血領域			
	前壁*	後側壁	下後壁	心尖部
(1) 前方型(8)	6	2	0	1
(2) 下方型(2)	0	0	2	0
(3) 側方型(3)	2	3	0	0
(4) 広範囲型(4)	3	2	0	2

1枝狭窄が1例にみられたが, 他にLAD 1枝狭窄例が1例あった. 側方型は全例左回旋枝(LCX)狭窄のある多枝狭窄例であった. 広範囲型10例中6例は左冠動脈主幹部(LMCA)狭窄例であり, 他の4例はLADを含む多枝病変例であった.

(4) ST mapとEx. T1 (IHD群20例):

IHD群のうちEx. T1を施行した20例についてST mapパターンと一過性虚血領域と対比した. 虚血領域はRigoら⁶⁾の分類に従い前壁, 後側壁, 下後壁, 心尖の4領域にわけた(表3). 3例にては一過性虚血の所見が得られず, 17例について検討した. 前方型では前壁(6/8), 下方型では下後壁(2/2), 側方型では後側壁(3/3), 広範囲型では前壁(3/4), あるいは心尖部(2/4)に再分布像と比して一過性の欠損像がみられた.

(5) ST下降領域の広さと最大ST下降の大きさとの関係 (IHD群33例):

IHD群のうちCAGを施行した33例について最大ST下降の大きさ(X (mm))と, 体表面36誘導のうちSTが1mm以上下降した領域に含まれる誘導電極の数(Y)を比べると, $Y = 4.94X + 1.67$ ($r = 0.78, p < 0.001$)の有意の相関が得られ, ST下降の程度が大きい程ST下降領域が広いという関係が示された(図5左). 最大ST下降の大きさ3mm以上, ST下降領域18コ以上の範囲にはLMCA狭窄例6例全例がはいった.

(6) NCA例のST mapとの対比:

NCA群12例中, 負荷直後よりST下降がみられたもの6例, 回復期になつて始めてST下降がみられたもの6例であったが, ST mapパターンは前述の下方型(10例), あるいは前方型(2例)を示した. しかしこれらのST mapは, IHD群のように

図5. ST下降領域内の誘導電極の数(Y)と, 最大ST下降の大きさ(Xmm)との関係. (左図はIHD群33例, 右図はNCA群12例) LMCA(+) = 左冠動脈主幹部狭窄例, Triple = 3枝狭窄例, Double = 2枝狭窄例, Single = 1枝狭窄例.

負荷後回復期に明らかな縮小をみず, そのままの大きさで持続する傾向にあった(図6). NCA群にても最大ST下降の大きさ(X (mm))と体表面36誘導のうち, STが1mm以上下降する領域に含まれる電極の数(Y)を比べると有意な相関($Y = 12.23X - 4.15, r = 0.83, p < 0.001$)が得られたが(図5右), IHD群に比して, ST下降の広さは同程度であるが(12.7 ± 4.5 vs 13.7 ± 6.0 , NS), 最大ST下降の大きさは有意に小であった(1.4 ± 0.3 mm vs 2.4 ± 1.0 mm, $p < 0.01$). またIHD群でNCA群と同程度の最大ST下降の大きさ(1~1.5mm)を示した13例と比較すると, NCA群の方がST下降領域は有意に広がった(12.7 ± 4.5 vs 8.6 ± 2.8 , $p < 0.02$).

(B) ST上昇とST下降を示したもの:

本型はAP 15例とOMI 15例でみとめられた. 前者の中11人(73%)は検査時狭心痛を訴えたが, 後者では検査時狭心痛を訴えたものはなかった. 以下AP群(BA)とOMI群(Bo)とを別に述べる.

(BA) AP群:

本群15例のうち11例は長時間心電図にて自然発作(ST上昇)を確認し得た異型狭心症例であり, 自然発作時のST上昇を示した誘導は運動負荷時

図6. NCA例（正常冠動脈像を示した53才，女性）のST map所見（直後より5分後まで）。図中1はV₃，2はV₅の1肋間上方の心電図を示す。

にST上昇のみられた誘導と一致した。

(1) ST mapの分布：

ST上昇領域の分布により，前方型（8例）と下後方型（7例）に分ける事ができた（図7）。これらの例のST上昇領域は，前述のST下降例のST mapの分布（図3）と異なり，V₄V₅から右上方あるいは下方に離れた比較的限局した分布を示し，前方型と下後方型の分布の差が明瞭であつた。またいずれの例もST下降領域を伴っていたが，ST下降がST上昇と同時に出現し，同時に消失するものの7例（図7 anterior 1, infero-posterior 1），ST下降がST上昇消失後にもST上昇領域以外に残存するもの7例（図7 anterior 2），ST下降がST上昇に先行したもの1例（図7 infero-posterior 2）であつた。前者と後2者では，後者の方がよりST上昇領域に近接し，広いST下降領域を示した。

(2) 最大ST偏位点の分布：

胸部36誘導における最大ST上昇点と同時に伴う最大ST下降点の分布をみると（図8），前述のST下降のみの例のV₄V₅中心と異なり，V₂V₃周辺あるいは下後方が中心であつた。また7例では背部にて最大ST上昇あるいは最大ST下降を示した。

(3) ST mapとCAG：

図7. ST上昇型APのST map（左図は運動直後，右図は回復期を示す）。点線領域はST上昇領域を示す。

表4. ST上昇型APのST mapとCAG所見(数字は症例数を示す)。

ST map	CAG	正常	1枝	2枝	LAD	LCX	RCA
(1) 前方型(6)		2	3	1	4	1	0
(2) 下後方型(3)		1	1	1	1	1	1

図8. ST上昇型AP(15例)の最大ST上昇点(○)と同時に伴う最大ST下降点(●)の分布図。直線で結ばれた○と●は1対1の対応を示す。

CAGを施行した9例について、ST mapパターンと有意狭窄冠動脈枝との関係を表4に示した。ST下降のみを示したIHD群(表2)と異なり、有意冠狭窄のない例(3/9)や1枝狭窄例(4/9)が多かった。有意冠狭窄のある6例では、ST mapの前方型4例は何れもLAD狭窄を有し、下後方型2例ではRCAあるいはLCX狭窄を有する例であった。またLADの近位狭窄例(図7 anterior 2)と遠位狭窄例(図7 anterior 1)でST上昇領域に差がみられ、後者の方がより心尖部方向に分布していた。

(4) ST mapとEx. Tl:

Ex. Tlを施行した4例では、その時にはいずれの例もST上昇発作がみられず、解析に資する事ができなかった。

(Bo) OMI群:

本群は前壁梗塞4例、下壁梗塞9例、前下壁梗塞2例で、下壁梗塞には高位後壁梗塞の2例が含まれた。

図9. ST上昇・下降型OMIのST map(左図は運動前、右図は運動直後を示す)。斜線領域は異常Q波の領域、点線の領域はST上昇領域を示す。

(1) ST mapの分布:

ST上昇領域の分布により、前方型(4例)、下後方型(9例)、前下方型(2例)に分類する事ができた(図9)。いずれの例もST上昇領域は異常Q波の領域に含まれた。また同時に伴うST下降領域はST上昇と同時に出現し、回復期に同時にもどつた。

(2) 最大ST偏位点の分布:

これらの例の胸部36誘導における最大ST上昇点と同時に伴う最大ST下降点の分布をみると(図10)、ST上昇、ST下降を示したAP例(図8)と同様にいずれもV₄V₅から離れた分布を示した。

(3) ST mapとCAG, LVG:

CAGを施行した8例では、有意冠狭窄を示さなかった1例を除いて、ST上昇領域の責任冠動脈枝とみなされる冠動脈枝に狭窄がみられた(6例は100%狭窄)。ST下降領域の責任冠動脈枝には3例において有意の狭窄がみられなかった。右前斜位LVG上のakinesis,あるいはhypokinesisの部位とST上昇領域は、8例全例にて一致がみられた。

(4) ST mapとEx. T1:

Ex. T1を施行した5例では、ST上昇領域に一致して欠損像がみられたが再分布を示さなかつた。また4例にてはST下降領域には負荷後の欠損像

図10. ST上昇・下降型OMI (15例) の最大ST上昇点(○)と同時に伴う最大ST下降点(■)の分布図。直線で結ばれた○と■は1対1の対応を示す。

はみられなかつた。

(C) ST上昇のみを示したもの:

OMIの12例にみられ、前壁梗塞8例、前下壁梗塞4例で、下壁梗塞の例はなかつた。うち2例(17%)が運動負荷時狭心痛を訴えた。

(1) ST mapの分布:

8例では異常Q波の領域に一致してST上昇領域がみられ、前方に分布した。他の4例では一部異常Q波の領域よりずれてST上昇領域が分布していた。その1例を図11に示す。後者4例のうち2例は自然発作の確認された梗塞後異型狭心症の例であつた。

(2) 最大ST上昇点の分布:

これら12例における胸部36誘導中の最大ST上昇点の分布は、 $V_3V_4V_5$ およびその上方をしめ、5例(42%)は、 $V_3V_4V_5$ の上方の誘導にて最大ST上昇を示した(図12)。

(3) ST mapとCAG, LVG:

図11. ST上昇型OMIのうち異常Q波領域(Q area)とST上昇領域の不一致例(左図は運動前、右図は運動直後を示す)。図中1は V_3 、2は V_5 の1肋間上、3は V_6 の1肋間上の心電図を示す。

図12. ST上昇型OMI (12例) の最大ST上昇点 (○) の分布図。

CAG, LVGを施行したのは4例のみであったが、ST上昇領域の責任冠動脈枝に狭窄がみられ、また右前斜位LVG上、前側壁から心尖部にかけてakinesisないしdyskinesisがみられた。

(4) ST mapとEx. T1:

Ex. T1を施行したのは3例のみであったが、梗塞周辺の一過性虚血の所見が得られた。うち2例は前述の異常Q波の領域よりずれてST上昇のみられた例であった。

IV. 考 案

胸壁上の36点を用いる誘導によつて運動負荷をおこない、ST偏位についてさらに多くの情報を得る可能性を検討した。本研究では6素子心電計に多誘導を切り換えていれる簡便な方式をとり、特殊な装置を用いなくても、ST偏位に関しては、ほぼ連続的とみなし得る経過を観察することができた。Foxら⁹⁾は、左前胸部のみから16点の誘導を用いて運動負荷試験を行ない、従来の誘導法に比べてsensitivityの向上がみられたとしているが、ST上昇部やそれに伴うST下降領域の検出には、背部および前胸部下方へも電極をつける必要がある事が、本法の36誘導法で明らかにされた。

ST下降の意義:

運動負荷にてST下降のみがみられた例では、AP, OMIともにST下降領域は V_4V_5 の心尖部近辺を中心にしてみられ (図3), 48例中47例 (98%) では V_5 誘導にてST下降がみられた。この V_5 の高

陽性率は従来の報告⁷⁾と一致し、少数誘導法ではST下降誘導から虚血領域を推定するのが困難である事¹⁾と関連があり、ST下降が血管床の少ない心尖部中心の心内膜下虚血の結果生ずるためと考えられた。Foxらが示す⁹⁾様な、標準誘導点 ($V_1 \sim V_6$) を含まず、その上方あるいは下方に局限した領域にのみST下降を示した例は経験されなかった。

この群ではST下降の検出という意味では本法が特にすぐれているものではないが、ST mapの分布は症例によつて一様ではなく、その区分はEx. T1の虚血領域、罹患冠動脈枝との間に少なからず関連性がみられた。しかし本対象は多枝狭窄例が多く、またST下降領域と狭窄冠動脈枝の灌流領域とは合致しない例も少なからずあり、むしろEx. T1による虚血領域とよくあう結果が得られた。冠動脈の解剖学的位置、体型の個人差やsteal現象⁹⁾の関与が合致しない場合の原因と考えられ、ST下降領域は、心筋の機能的な一過性虚血分布をよりよく反映することによるものと考えられた。

LMCA狭窄例のST mapの特徴:

虚血性心疾患の中で、high risk groupとされている¹⁰⁾LMCA狭窄例の運動負荷試験の特徴についてはST下降の大きさを問題にした報告が多い¹¹⁾が、本法にてST下降領域の広さをも考慮する事も有用である事が示された。すなわち図5左のようにST下降領域の広さと、最大ST下降の大きさとの関係は、LMCA狭窄例とLMCA非狭窄例との鑑別に有用であった。またLMCA狭窄のない3枝狭窄例ではST下降領域が狭く、ST下降度も比較的小さい例もあり、このST map上の特徴は、LMCA狭窄そのものが関係し、運動負荷による広範囲な虚血の結果生じたものと考えられた。

NCAにおけるST mapの特徴:

従来より若年女性にて運動負荷心電図の偽陽性が多いとされている¹²⁾。NCA例で、ST部が1mm以上下降を示した12例にて、ST下降領域の広さと最大ST下降の大きさを検討した。IHD群に比してこれらの例ではST下降領域の広さの割に最大ST

下降の大きさが小さく、また運動負荷後のST mapの経過も異なつた。この所見は本法により明らかにされた新しい知見であり、IHD群のST下降との有用な鑑別点になること、またこれらのNCA群のST下降の機序は虚血によるもの¹³⁾ではなく、運動にて変化した自律神経系の関与などを考えさせる結果であることを示唆するものと考えられた。

APにおけるST上昇の意義：

従来労作にては発作は誘発されないといわれていた異型狭心症でも、運動負荷にてST上昇発作が誘発される事が最近報告されている¹⁴⁾。本型のST上昇領域は従来の自然発作の検討からも推定されるように、前上部、あるいは下後方に限局して分布しており、狭窄冠分枝から予想される領域と比較的よく一致したが、ST下降のみを示したIHD群と異なり、有意冠狭窄のない例もみられた。以上の事実は、正常冠動脈例でもスパズムがみられ¹⁵⁾、また冠動脈スパズムが冠狭窄の部位に一致して生ずるという報告¹⁶⁾に合致する結果と考えられた。

一方これらの例はいずれもST上昇時にST下降を伴っていたが、最大ST上昇点と最大ST下降点の分布(図8)および、ST上昇とST下降の出現、消失時相から、ST下降はST上昇に伴う変化¹⁷⁾である可能性が考えられた。しかし症例によつては、ST下降領域がST上昇領域に近接し、かつ時間的経過でST下降とST上昇とが一致しない場合があつた。この場合ST下降領域はST上昇部周辺の虚血の反映である可能性があるが、Ex. TI法の情報が得られず推測の域を出ない。

ST上昇、下降を同時に伴う例では背面で最大ST上昇、ST下降をみる場合も多かつた。かかる場合には背面電極を欠く胸壁マッピング法では解釈を誤る恐れが大きい。ST上昇部とST下降部の部位的関係は、背面にも電極をおいた本法によつてより正確に把握されると考えられた。

OMIにおけるST上昇の意義：

ST上昇を示したOMIはST下降を伴う場合(Bo)と、伴わない場合(C)の2群に分けられた

が、いずれの場合もST下降のみを示したOMIに比して運動負荷狭心痛を訴える事が少なかつた。本法では一部の例外を除いてST上昇領域は異常Q波の領域の中に含まれ、またLVG上の壁運動異常を示した部位と一致した。これは文献成績¹⁸⁾と同様であり、ST上昇は新たに生じた虚血を意味するものでなく、安静時より存在する壁運動異常に關係すると考えられる所見である。しかし一部の例(図11)では異常Q波の領域よりずれたST上昇分布を示す事があり、Ex. TIの所見からも、このようなST上昇は梗塞周辺の虚血¹⁹⁾を考えさせるものであつた。以上のようにST上昇部と異常Q波の部位的関係はOMIにおけるST上昇の解釈に重要であり、その正確な関係の把握にも本法は有用と考えられる。

一方OMIにてST上昇と共にST下降を伴う例については、ST下降領域は別の領域の虚血を示唆するとの意見もみられる¹⁸⁾⁻²⁰⁾。しかし本研究では、ST下降領域とST上昇領域は、運動負荷後同じ時間的経過で消褪し、またST下降領域の責任冠動脈枝に狭窄をみとめない例(3/8)もあり、Ex. TIの結果からも、少なくとも本研究の症例ではST下降はST上昇の対側性変化¹⁷⁾である可能性が大きいと考えられた。ST上昇のみの例は前壁の比較的広範囲の梗塞例であつたが、ST上昇にST下降を伴う例は下壁梗塞例が多かつた。最大ST上昇点の分布(図10, 12)でみるように、OMIにおけるST上昇例がST下降を伴うかどうかは、梗塞の大きさと位置、すなわちST上昇領域の差によるものと考えられた。またST上昇のみを示した例の最大ST上昇点(図12)は、 $V_3V_4V_5$ およびその上方にみられ、ST下降のみを示した例の最大ST下降点(図4)が V_4V_5 およびその上下にみられたのとは異なつた。これはOMIにおけるST上昇誘導の検出上重要な点と考えられた。

V. 結 論

独自の方法を用いた体表面36誘導による運動負荷ST mapと、CAG, LVG, Ex. TI法と対比する事により、虚血部位診断上の問題点、NCA例のST下降との鑑別の可能性について検討し、以下の新

しい知見が得られた。

(1) ST下降のみを示すものでは、AP、OMIともにST下降領域は V_4V_5 中心に分布するが、症例により分布の偏りがみられ、その偏りが責任冠動脈病変、虚血発生領域と対応関係がみられた。

(2) ST下降領域の広さと最大ST下降の大きさの関係は、LMCA狭窄例と他のIHD群、またNCA群とIHD群との鑑別に有用であると考えられた。

(3) ST上昇と下降が併存する例では、ST下降が、ST上昇の対側性変化と考えられる場合と、虚血性ST下降と考えられる場合とがあり、ST mapが両者の鑑別上有用である可能性が示唆された。

(4) ST上昇を示すAPではST上昇領域に一致して虚血が発生したと考えられる結果を得たが、OMIにおけるST上昇の多くは壁運動異常の表現と考えられた。

(5) 本法は通常の心電計を利用出来る簡便な方法であり、日常臨床に応用して、冠動脈病変の重症度や狭窄分枝の推定、NCAとの鑑別に利用するものと考えられる。

謝辞 シンチグラフィ検査に御協力くださった東京大学放射線科 飯尾正宏教授、町田喜久雄助教授はじめ教員の方々に感謝いたします。

文 献

- 1) Kaplan MA, et al: Inability of the submaximal treadmill stress test to predict the location of coronary disease. *Circulation* 47: 250, 1973.
- 2) Yamada K: Body surface isopotential map. Past, present and future. *Jpn Circ J* 45: 1, 1981.
- 3) Kannel WB and Dawber TR: The electrocardiogram in neurocirculatory asthenia (anxiety neurosis or neurasthenia): A study of 203 neurocirculatory asthenia patients and 757 healthy controls in Framingham study. *Ann Intern. Med* 49: 1351, 1958.
- 4) Bruce RA and Horsten TR: Exercise stress testing in evaluation of patients with ischemic heart disease. *Prog Cardiovasc Dis* 11: 371, 1969.
- 5) AHA Committee Report: *Circulation* 51(4): 1975.
- 6) Rigo P, et al: Value and limitations of segmental analysis of stress thallium myocardial imaging for localization of coronary artery disease. *Circulation* 61: 973, 1980.
- 7) Mason RE, et al: Multiple-lead exercise electrocardiography. Experience in 107 normal

subjects and 67 patients with angina pectoris, and comparison with coronary cinearteriography in 84 patients. *Circulation* 36: 517, 1967.

- 8) Fox KM, et al: Relation between the precordial projection of S-T segment changes after exercise and coronary angiographic findings. *Amer J Cardiol* 44: 1068, 1979.
- 9) Robertson D, et al: The localization of coronary artery stenosis by 12 lead ECG response to graded exercise test: Support for intercoronary steal. *Amer Heart J* 91: 437, 1976.
- 10) Cabin HS and Roberts WC: Fatal cardiac arrest during cardiac catheterization for angina pectoris: Analysis of 10 necropsy patients. *Amer J Cardiol* 48: 1, 1981.
- 11) Conti CR, et al: Left main coronary artery stenosis: Clinical spectrum, pathophysiology, and management. *Prog Cardiovasc Dis* 22: 73, 1979.
- 12) Sketch MH, et al: Significant sex differences in the correlation of electrocardiographic exercise testing and coronary arteriograms. *Amer J Cardiol* 36: 169, 1975.
- 13) Likoff W, et al: Paradox of normal selective coronary arteriograms in patients considered to have unmistakable coronary heart disease. *New Engl J Med* 276: 1063, 1967.
- 14) Waters DD, et al: Exercise testing in patients with variant angina: Results, correlation with clinical and angiographic features and prognostic significance. *Circulation* 65: 265, 1982.
- 15) Heupler FA Jr: Syndrome of symptomatic coronary arterial spasm with nearly normal coronary arteriograms. *Amer J Cardiol* 45: 873, 1980.
- 16) MacAlpin RN: Relation of coronary arterial spasm to sites of organic stenosis. *Amer J Cardiol* 46: 143, 1980.
- 17) Wolferth CC, et al: Negative displacement of the RS-T segment in the electrocardiogram and its relationships to positive displacement: An experimental study. *Amer Heart J* 29: 220, 1945.
- 18) Tubau JF, et al: Detection of multivessel coronary disease after myocardial infarction using exercise stress testing and multiple ECG lead system. *Circulation* 61: 44, 1980.
- 19) Dunn RF, et al: Exercise-induced ST-segment elevation. Correlation of thallium-201 myocardial perfusion scanning and coronary arteriography. *Circulation* 61: 989, 1980.
- 20) Weiner DA, et al: ST segment changes post-infarction: Predictive value for multivessel coronary disease and left ventricular aneurysm. *Circulation* 58: 887, 1978.