原 著 体表面電位図上のQ波による左室前壁収縮異常の診断

標準12誘導心電図に梗塞所見の見られない冠動脈疾患を対象として

名古屋大学医学部第一内科（主任 齋藤英彦教授）

矢部誠太郎◇ 林 博史 石川富久 宮地恭一 大杉茂樹 高見和秀 外畑 厳

概要 標準12誘導心電図による心筋梗塞の診断が困難であるが、心血管造影にて、左室前壁に限局する収縮異常を示した冠動脈疾患患者48名（疾患群）を対象とし、体表面電位図を記録し、各誘導点の Q_{30} （ $Q波 \geq 30 \text{ msec}$ ）の出現率を健常群57名のそれと比較した。疾患群ではV1・V2誘導点の上方領域および右胸部で Q_{30} の出現率が有意に高かった。 Q_{30} による感度は17～56%であつたが、陽性予測率は63～92%と高かった。収縮異常高度群は軽度群に比べ、同様の領域で Q_{30} の出現率が高かった。これらの結果から、標準12誘導心電図誘導にV1・V2誘導点の上方領域および右胸部の誘導を加えることにより前壁収縮異常の心電図診断の精度が向上すると考えられた。
〔日内会誌 75：375～381, 1981〕

緒 言

標準12誘導心電図での異常Q波、または胸部誘導におけるpoor r wave progressionは心筋梗塞の診断、または左室壁収縮異常の推定に重要な所見としてその臨床的価値は高い¹⁾²⁾。しかし、壁収縮異常の存在にもかかわらず標準12誘導心電図に異常Q波、またはpoor r wave progressionを認めないことも必ずしも少なくない。この理由の一つとして、標準12誘導心電図では胸壁上の誘導点数が6点と限定されているため、心筋梗塞、あるいは心筋虚血を示唆する電気情報が表現されないことが考えられる³⁾⁴⁾。これまでに、poor r wave progressionを示す症例の中での心筋梗塞と他の左室肥大、右室肥大等との鑑別に適当な電位基準の検討⁵⁾や、標準12誘導心電図に心筋梗塞所見がないにもかかわらず、V1～V6以外の単極胸部誘導で心筋梗塞診断が可能であつた症例の報告は散見されるが⁶⁾⁷⁾、標準12誘導心電図で心筋梗塞の診断が不能であつた症例の標準誘導点以外の領域に

おける異常Q波の出現率についての詳細かつ系統的な観察はほとんどみられない。

本研究は、左前下行枝病変を伴う左室前壁収縮異常を有するが、標準12誘導心電図上、異常Q波に基づく従来の診断基準からはその判定が困難であつた例について、左室前壁収縮異常の有無を判定するために有用な標準胸部誘導以外の誘導を検索することを目的とした。

対象・方法

対象は標準12誘導心電図、および心血管造影所見にもとづいた以下の選択基準全てを満たした冠動脈疾患患者48名であり、これを疾患群とした。

1) 冠動脈造影上、少なくとも左前下行枝に内径75%以上の狭窄を有し、左室造影上、前壁または前壁中隔にのみ収縮異常が存在する。

2) 標準12誘導心電図上、IIIおよびaVR以外の誘導で30msec以上の幅を有するQ波（ Q_{30} ）を認めないか、または胸部誘導においてpoor r wave progression⁵⁾あるいはreversed r wave

〔昭和60年6月24日受稿〕本論文の一部は第47回日本循環器学会総会（昭和58年4月3日）において発表した。

Diagnostic value of the Q wave in body surface potential map for estimation of left anterior wall asynergy in patients with coronary artery disease without abnormal Q wave on standard 12-lead electrocardiogram.

Seitaro YABE, Hiroshi HAYASHI, Tomihisa ISHIKAWA, Kyoichi MIYACHI, Shigeki OHSUGI, Kazuhide TAKAMI and Iwao SOTOBATA, The First Department of Internal Medicine, Nagoya University, School of Medicine, Nagoya (Director: Prof. Hidehiko Saito)

progression⁵⁾が認められない。ただし、IまたはaVLのどちらか一方にのみQ₃₀を示す症例は正常でもありうる⁸⁾とされているため対象に含めた。弁膜症、心奇型、心筋症、胸郭形成術施行などによる胸郭変形および肺気腫を有する患者は除外した。また、前額面QRS平均電気軸が-30度を越える左軸偏位または+110度以上の右軸偏位を示す患者は対象から除外した。

1)の条件を満たした前壁収縮異常例は145例であり、このうち97例(67%)が標準12誘導心電図で異常Q波、あるいはpoor r wave progressionにより心筋梗塞との診断が可能であつたので、残りの48例(32%)を対象とした。対象は全例男性であり、年齢は40才から68才、平均53.6±7.0才であつた。典型的な臨床症状、標準12誘導心電図変化および血清酵素学的変化により診断された急性心筋梗塞の既往を有する患者(心筋梗塞群)は48例中15例(31%)であり、その他の33例(69%)は急性心筋梗塞の既往のない労作狭心症患者(狭心症群)であつた。

左室壁収縮状態は左右両斜位左室造影像にて評価し、dyskinesisおよびakinesisを高度収縮異常、hypokinesisを軽度収縮異常とした。疾患群におけるそれぞれの頻度は高度収縮異常群が11例(23%)、軽度収縮異常群が37例(77%)であつた。また、心筋梗塞群の中では、前者は3例(20%)、後者は12例(80%)であり、狭心症群においては、8例(24%)および25例(76%)であつた。

対照群として、明らかな心血管系疾患のない健康成人男子57名(平均年齢33.5±11.4才)を用いた。

体表面電位図はHPM-5100(中日電子社製)を用いて、Wilson中心電位を基準として、胸部および背部の85誘導点(図1)より同時記録した単極誘導心電図をもとに作製した⁹⁾。T-P線にて基線補正し、同時に記録したFrank法空間マグニチュード心電図および空間速度心電図からQRS開始点を決定した。

疾患群と対照群それぞれについて各誘導点毎に

図1. 電極配置図

上段はtorso上の電極配置を、下段はその展開図を示す。図中の6つの白丸は標準胸部誘導点を示す。

Ant. chest=胸部, Back=背部, RMAL=右中腋窩線, LMAL=左中腋窩線

Q₃₀の出現率を求め、両群間におけるQ₃₀の出現率の差を直接確率計算法を用いて検定した。次いで心筋梗塞群と狭心症群別、および収縮異常の程度別にQ₃₀の出現率を対照群のそれと比較した。さらに心筋梗塞群と狭心症群間でQ₃₀の出現頻度を比較した。“Q₃₀の存在”を収縮異常の診断基準として以下の式に従い各群における感度、特異度、陽性予測率、陰性予測率および診断精度を求めた。

感度(%)=(真陽性/(真陽性+偽陰性))×100:
疾患群におけるQ₃₀陽性率

特異度(%)=(真陰性/(真陰性+偽陽性))×100:
対照群におけるQ₃₀陰性率

陽性予測率(%)=(真陽性/(真陽性+偽陽性))×100:
Q₃₀陽性例中の疾患群の頻度

陰性予測率(%)=(真陰性/(真陰性+偽陰性))×100:
Q₃₀陰性例中の対照群の頻度

診断精度(%)=((真陽性+真陰性)/全症例)×100:
正診率

図2. 対照群の1例

図中、斜線で囲った領域は Q_{30} （幅30msec以上のQ波）の出現領域を示す。また、6つの白丸は標準胸部誘導点を示す。右下段の校正波は1mVの大きさを示す。

右背部上方を中心に Q_{30} が出現している（M列2～6，L列2～7，K列4～7，J列6）。

次に、前壁収縮異常を推定するうえで有用な誘導点を抽出するために、陽性予測率が高く、かつ感度も高い2誘導点を選択し、どちらかの誘導点に Q_{30} が出現すれば Q_{30} 陽性とした場合の上記諸診断率を求めた。同様に3および4誘導点を選択した場合についても検討した。

結 果

対照群における Q_{30} 出現率の体表面分布

図2は対照群の1例であるが、 Q_{30} は右背部上方を中心に出現し（M列2～6，L列2～7，K列4～7，J列6），胸部および背部中央から下方にかけては出現しなかった。

対照群全体においては図3のように、 Q_{30} の出現率が90%以上の領域は右背部および背部中央上方（M列4～5，L列4～7，K列7）であり、右背下部、左背部および右胸部下方へ行くに従い Q_{30} の出現率が減少した。一方、左胸部を中心にした領域には Q_{30} は全くみられなかった。

疾患群における Q_{30} 出現率の体表面分布

図4は前壁収縮異常群の56才男性例で、左前下行枝に高度狭窄があり、左室前壁および心室中隔のakinesisを認めた。 Q_{30} は右胸部、胸部中央上部および背部のほとんどの領域に認められた。疾患群全体を推計学的にみると（図5）、対照群に比べ

7	36.8	26.3	12.3	8.8	7.0	5.3	3.5				93.0	94.7	
6	14.0	7.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0			24.6	84.2	94.7	89.5
5	52.6	17.5	8.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.4	96.5	94.7
4	50.9	19.3	10.5	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.5	96.5	91.2
3	35.1	17.5	8.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	70.2	70.2
2	14.0	14.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	35.1	35.1
1	10.5	7.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	12.3	15.8
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M

（%）

図3. 対照群における Q_{30} の体表面出現率分布

図は健康男子57名における Q_{30} （幅30msec以上のQ波）の出現率（%）を示す。右背部上方を中心に Q_{30} が高頻度で出現し、左前および左側胸部を中心に Q_{30} が出現しない領域が広がる。

図4. 前壁収縮異常群の1例

斜線で囲った領域は Q_{30} の出現領域を示す。また、6つの白丸は標準胸部誘導点を示す。左前下行枝近位部に高度（90%）狭窄があり、左室前壁および中隔はakinesisを呈する。右胸部、胸部中央上部および背部の大部分に Q_{30} が出現している。V1のr波は小さいが、標準12誘導心電図に病的Q波およびpoor r wave progressionは出現していない。

てV1・V2誘導点の上方の胸部中央上方部、左鎖骨下部および右胸部で Q_{30} の出現率が有意に高かった。特に、胸部中央上方部（D列6・7，E列6・7，F列7），左鎖骨下部（G列7，H列7）および鎖骨中線付近右胸部（B列4・6，C列2・4・6・7）では Q_{30} の出現率が16.7%から56.3%であり、対照群との出現率差が顕著であつた（ $p < 0.01$ ）。これらの領域における Q_{30} の前壁収縮異常に対する陽性予測率（図6）は63.4%から92.3%であつた。

収縮異常の程度別による Q_{30} の出現率の検討（図7）では、疾患群全体と同様に軽度収縮異常群、

図5. 前壁収縮異常群における Q_{30} の体表面出現率分布

図は前壁収縮異常群48名の Q_{30} の出現率分布を示す。星印は Q_{30} の出現率が対照群のそれに比べて有意に高い領域を示す。胸部上方および右胸部で Q_{30} の出現率が有意に増加している。

図 6. 前壁収縮異常群における Q_{30} の陽性予測率

図は前壁収縮異常群48名における Q_{30} の収縮異常に対する陽性予測率を示す。太枠は Q_{30} の出現率が対照群に比べ有意に増加していた領域（図5参照）を示す。この領域において胸部上方および右胸部で陽性予測率が高値を示した。

標準心電図誘導点以外の領域における誘導点の組合せによる左室前壁収縮異常の推定

感度15%以上かつ陽性予測率85%以上を示した誘導点はV1・V2誘導点の上部に位置するD6およびE6の2点であつた。これらのうち少なくともいずれか1点にQ₃₀が存在すれば“Q₃₀陽性”とした場合の感度は27.1%，陽性予測率92.9%，診断精度

7	53.8	46.2	53.8	61.5	53.8	38.5	23.1				92.3	76.9		
6		61.5	46.2	46.2	46.2	23.1	15.4	7.7			15.4	84.6	100.0	84.6
5	53.8	53.8	46.2	23.1	15.4	15.4	15.4	7.7	7.7	15.4	61.5	100.0	69.2	
4	69.2	61.5	46.2	23.1	7.7	7.7	0.0	0.0	0.0	15.4	30.8	76.9	76.9	
3	61.5	46.2	38.5	30.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	23.1	76.9	61.5	
2	53.8	46.2	38.5	23.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	61.5	46.2		
1	38.5	38.5	15.4	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.8	46.2	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	

7		56.8	54.1	48.6	56.8	40.5	27.0	24.3				97.3	91.9	
6		32.4	32.4	18.9	10.8	2.7	5.4	2.7			27.0	91.9	94.6	89.2
5	64.9	29.7	21.6	8.1	2.7	2.7	0.0	2.7	2.7	10.8	67.6	100.0	89.2	
4	48.6	37.8	29.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	32.4	91.9	86.5	
3	37.8	27.0	16.2	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	78.4	73.0	
2	27.0	27.0	18.9	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.4	54.1	
1	13.5	13.5	10.8	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	18.9	24.3	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	(%)

*p<0.05
+p<0.06

akinesis, dyskinesiaおよびaneurysmを高度収縮異常 (Severe Asynergy) とし, hypokinesisを軽度収縮異常 (Mild Asynergy) とした。上段は高度収縮異常群11例の, 下段は軽度収縮異常群37例の Q_{30} の出現頻度を示す。太わくは対照群に比べて Q_{30} の出現頻度が有意に ($p < 0.05$) 増加した領域を示す。また, 高度収縮異常群につけた*および+で示す有意差検定は高度収縮異常群と軽度収縮異常群間における Q_{30} の出現率の比較である。中央寄り右胸部および胸部中央上方で高度収縮異常群の Q_{30} の出現率が軽度収縮異常群のそれと比べて有意に高い。

なお、電気軸異常偏位例は対象から除外したため、疾患群の前額面QRS平均電気軸は、 -14 度か

ら+90度の範囲にあり、その平均は 44.8 ± 25.9 度(平均±標準偏差)であった。

考 案

標準誘導心電図上の異常Q波は心筋梗塞の診断に有用であるが、血清酵素検査にて、あるいは病理学的に確認された心筋梗塞または心筋線維化瘢痕の診断に対して19~39%の偽陰性率を示すといわれている^{10)~13)}。一方、標準12誘導心電図異常Q波の左室壁収縮異常に対する感度は44~87%と報告され^{14)~17)}、一般に標準12誘導心電図上の異常Q波は左室壁収縮異常に対する感度が低いとされている¹⁸⁾。本研究では前壁収縮異常例の67%が標準誘導心電図でその判定が可能であり、上記の報告と一致した。

V1~V6誘導点以外の領域における Q_{30} による左室前壁収縮異常の推定

V1・V2誘導点の上方領域を含めた胸部中央上部および右胸部領域における Q_{30} の左室前壁収縮異常に対する感度は十分高くはなかつたが、対照群におけるこれらの領域での Q_{30} 出現率は非常に低く、このため陽性予測率は高値を示した。この結果は標準12誘導心電図に異常Q波が存在しなくても、これらの領域に Q_{30} が認められれば左室前壁の収縮異常が存在する可能性が高いことを示す。なお、本研究の対照群におけるV1・V2誘導点の上方領域で Q_{30} の出現率が低かつたのはPrinzmetalら⁹⁾の報告とよく一致した。Prinzmetalら⁹⁾や、Wenら⁷⁾は心臓カテーテル検査などによる裏付けおよび推計学的検討を行なつてはいないが、標準誘導心電図で診断できず胸骨上部領域の異常Q波により診断できた急性前壁梗塞例を報告し、胸骨上部の領域における異常Q波の重要性を強調しており、我々の結果とよく一致した。

本研究では、疾患群で右胸部および胸部中央上部に Q_{30} が出現した理由は明らかではないが、いくつかの説明が可能である。すなわち、対照群においてもこれらの領域ではr波はかなり小さく、心筋梗塞、または心筋虚血によるQRS初期のわずかな起電力の減弱がこれらの領域でのr波の消失を招き、 Q_{30} を形成する可能性が考えられる。我々は標

準12誘導心電図に梗塞所見の認められた例も含めた前壁収縮異常群全体ではV1~V3誘導点を含め、その上方領域で Q_{30} の感度および診断精度が最も高いという結果を得ている¹⁹⁾。本研究では標準12誘導心電図に異常Q波、またはpoor r wave progressionが存在した症例は予め対象から除外したため、V1~V3誘導点領域には Q_{30} がなく、胸部中央上部に Q_{30} が存在する症例が対象として残されたものと考えられる。Selvesterら²⁰⁾はsimulation studyの結果、左室前壁の一部の起電力は胸部中央上部に、中隔に近い前壁および中隔の起電力は右胸部におのおの反映されるとしており、右胸部およびV1・V2の上方に Q_{30} が出現した我々の結果に符合する。なお、右胸部下方でも Q_{30} の出現率が対照群と比べて高い領域が見られたが、この理由は不明である。

QRS平均電気軸の偏位が生じると正常では出現しない領域に異常Q波が出現することがありうる。本研究では異常軸偏位例は対象から除外しており、疾患群のQRS平均電気軸は対照群のそれと差がなく、得られた所見は軸偏位によるものとは考えられない。

なお、本研究では胸部全体において、 Q_{30} の左室前壁収縮異常に対する感度は高くなかつたため診断精度もあまり高くはならなかつた。これは標準12誘導心電図で異常Q波を認めた例は、対象から除外した結果と考えられる。

収縮異常の程度と Q_{30} 出現率との関係

高度収縮異常群、軽度収縮異常群共に対照群と比べて Q_{30} の出現率がV1・V2誘導点の上方および右胸部の一部で有意に増加していた。さらに、高度収縮異常群は軽度収縮異常群に比べて上記とほぼ同様の領域で Q_{30} の出現率が高い傾向を示したが、このことは心筋線維化の程度の違いを反映していると考えられた。

心筋梗塞群では狭心症群に比べ、 Q_{30} の出現率が上記とほぼ同じ領域で高い傾向を示したものの、有意差ではなかつたが、この結果は両者間に高度収縮異常群と軽度収縮異常群の占める割合に差がなかつたことによると考えられる。

標準誘導以外の少数の誘導の組み合わせによる診断率

日常臨床上、非常に多数の誘導の心電図を記録することは容易ではないので、できるだけ少ない誘導数で、かつ診断に有用な誘導点を見い出すことがのぞまれる。今回の検討ではV1・V2誘導点の上方に位置するD6・E6の2誘導点、またはそれに右胸部のC6を加えた3誘導点を用いると、標準12誘導心電図で診断できなかった前壁収縮異常例のおおの27%および35%が検出でき、かつその陽性予測率が93%および81%と高かった。この結果から、前壁収縮異常の心電図診断に際し、これらの誘導のQ₃₀を観察することが有用と考えられた。さらに右胸部中央のC4を加えた4誘導を用いると感度は41%に上昇したが、陽性予測率は64%に低下し、有用性はむしろ低下した。これらの結果からV1・V2の上方領域および右胸部の2、3の誘導を標準誘導心電図に加えることは、冠動脈病変による前壁収縮異常の見落としを防ぐために極めて有用と考えられた。

標準12誘導心電図上の異常Q波が一般に左室壁収縮異常を過少評価する理由として、相対する左室壁、例えば前壁と後壁両者の梗塞による起電力欠損による電氣的効果の相殺¹¹⁾、線維化巣と正常心筋の混在¹²⁾、梗塞の大きさが小さいこと¹³⁾などが指摘されている。さらに、標準12誘導心電図の異常Q波は、心外膜電位mappingにおけるQ波よりも左室壁収縮異常の反映度が低いことが報告されており¹⁸⁾、標準12誘導心電図は誘導点数が少ないこと、および心電図誘導点と心臓との相対的な位置関係が個々の症例で異なることも、標準12誘導心電図異常Q波の感度が十分でない理由と考えられる。本研究では起電力欠損による電氣的効果の相殺による影響を除くため、対象を前壁以外の領域には収縮異常を認めない症例のみに限定した。

本研究において標準12誘導心電図に病的Q波およびpoor r wave progressionを示す例は除外したが、ST-Tの異常のみを示す例は心筋梗塞の確定診断が困難なため⁹⁾、また、IまたはaVLのどちらか一方にのみ病的Q波を示す例は正常でもあり

うるとされているため⁹⁾対象に含めた。

本研究における左室収縮状態の評価は2方向の左室造影によったこと、および造影剤を高圧力で注入するため、厳密には左室の収縮異常の観察に完全なものではない。したがって、左室造影に比べて解像力は劣るが、より自然な収縮状態を反映すると考えられる超音波検査、あるいは心筋血流分布を反映するアイソトープ検査法等とQ₃₀の出現率の対比が今後望まれる。また胸郭の形状および誘導点と心臓との位置関係により、各誘導点のQ₃₀の出現率が変化する可能性があり、本研究においては肺気腫および胸郭形成術施行者は除外したが、レントゲンCT検査等に基づいた、誘導点と心臓との位置関係によるQ₃₀の分布の差異に対する検討も今後必要と考えられる。

結 論

左室造影上、前壁にのみ収縮異常を呈するが、標準12誘導心電図に異常Q波およびpoor r wave progressionを認めない冠動脈疾患患者48名(疾患群)における体表面上のQ₃₀($\geq 30\text{msec}$)の出現率を健常対照群57名のそれと比較した。

疾患群では、V1・V2誘導点の上方領域および右胸部でQ₃₀の出現率が対照群に比べて有意に高かった。その感度は17%~56%と高くはなかったが、対照群ではこれらの領域にはQ₃₀はほとんど出現しないため、陽性予測率は63%~92%と高かった。

高度収縮異常群は軽度収縮異常群に比べて、上記と同様の領域でQ₃₀の出現率が高かった。

V1・V2誘導点の上方領域および右胸部領域の2ないし3誘導の組み合わせにより、標準12誘導心電図で診断できない前壁収縮異常例の27ないし35%が新たに診断でき、かつその陽性予測率が93ないし81%と高かった。

これらの成績から体表面電位図は標準12誘導心電図で診断の困難な左室前壁収縮異常の診断に有用であった。また、これらの結果から、V1・V2誘導点の上方領域および右胸部領域における2ないし3個の誘導を標準12誘導心電図に加えることは冠動脈病変による左室前壁収縮異常の心電図診断の向上に有用と考えられた。

謝辞 本研究に御協力いただいた三菱重工名古屋病院
市江良康先生および県西部浜松医療センター 平山治雄先
生に深謝します。

文 献

- 1) Williams RA, et al: Electrocardiographic, arteriographic and ventriculographic correlations in transmural myocardial infarction. *Amer J Cardiol* 31: 595, 1973.
- 2) Miller RR, et al: Electrocardiographic and cineangiographic correlations in assessment of the location, nature and extent of abnormal left ventricular segmental contraction in coronary artery disease. *Circulation* 49: 447, 1974.
- 3) Yamada K, et al: Body surface isopotential maps: Clinical application to the diagnosis of myocardial infarction. *Jpn Heart J* 19: 28, 1978.
- 4) Hayashi H, et al: Diagnostic value of body surface map in myocardial infarction: Assessment of location, size and ejection fraction as compared with coronary cineangiography and 201 Tl myocardial scintigraphy. *Jpn Circ J* 44: 197, 1980.
- 5) Zema MJ, et al: Electrocardiographic poor r wave progression. II. Correlation with angiography. *J Electrocardiology* 12(1): 11, 1979.
- 6) Printzmetal M, et al: High anterior myocardial infarction: XX. Studies on the mechanism of ventricular activity. *Circulation* 15: 575, 1957.
- 7) Wen Y, et al: Multiple precordial leads QRS mapping and its clinical application: A preliminary report. *Chinese Med J* 94: 755, 1981.
- 8) Littmann D: Textbook of electrocardiography. Harper and Row, New York, 1972, p277.
- 9) Toyama J, et al: Microcomputer processing system for body surface isopotential map. *Proceedings of Computers in Cardiology*, 191, Williamsburg, 1980.
- 10) Horan LG, et al: Significance of the diagnostic Q wave of myocardial infarction. *Circulation* 43: 428, 1971.
- 11) Abbott JA, et al: Nondiagnostic electrocardiogram in patients with acute myocardial infarction. *Amer J Med* 55: 608, 1973.
- 12) Burch GE, et al: A correlative study of post-mortem, electrocardiographic, and spatial vectorcardiographic data in myocardial infarction. *Circulation* 18: 325, 1958.
- 13) Roberts WC: The coronary arteries and left ventricle in clinically isolated angina pectoris. A necropsy analysis. *Circulation* 54: 388, 1976.
- 14) Gottlieb RS, et al: Correlation of abnormal Q waves, coronary pathology, and ventricular contractility. *Amer Heart J* 90: 451, 1975.
- 15) Bodenheimer MM, et al: Q waves and ventricular asynergy: Predictive value and hemodynamic significance of anatomic localization. *Amer J Cardiol* 35: 615, 1975.
- 16) Young E, et al: Vectorcardiographic diagnosis and electrocardiographic correlation in left ventricular asynergy due to coronary artery disease. *Circulation* 51: 467, 1975.
- 17) 鷹津文麿, 他: 左室造影と心電図所見一虚血性心疾患202例における検討. *心臓* 9(4): 299, 1977.
- 18) Bodenheimer MM, et al: Correlation of pathologic Q waves on the standard electrocardiogram and epicardial electrogram of the human heart. *Circulation* 54: 213, 1976.
- 19) Kojima H, et al: Distribution of abnormal Q waves on body surface in relation to left ventricular wall motion abnormalities in myocardial infarction. *Texas Heart Institute J* 10: 23, 1983.
- 20) Selvester RH and Gillespie TL: Simulated ECG surface map's sensitivity to local segments of myocardium. *Adv Cardiol* 10 Karger, Basal, 1974, p120.