

超音波心断層法による心筋
梗塞部位診断：心電図所見、
冠動脈病変との対比

Two-dimensional echo-
cardiographic approach
to the localization of
myocardial infarction :
Echocardiographic, elec-
trocardiographic, and
coronary arteriographic
correlations

三田村秀雄
小川 聡
村山 晃
藤井 効
半田俊之介
中村 芳郎

Hideo MITAMURA
Satoshi OGAWA
Akira MURAYAMA
Isao FUJII
Shunnosuke HANDA
Yoshiro NAKAMURA

Summary

Location of infarct lesions (IL) demonstrated by two-dimensional echocardiography (2DE) was correlated with electrocardiographic patterns of myocardial infarction and with the sites of obstructive lesions in the individual coronary arteries.

The left ventricular wall was displayed by phased-array 2DE in 47 patients with healed myocardial infarction, 29 of whom underwent coronary arteriography. Segmental analysis of IL was performed on 14 segments, 10 of which were obtained by the parasternal short-axis recordings at the mitral (basal) and papillary muscle (mid) levels (each level containing the anterior septum, anterior wall, lateral wall, posterior wall, and posterior septum). The remaining 4 segments (septum, anterior wall, lateral wall, posterior wall) were obtained by the apical 2-chamber and 4-chamber recordings. IL were defined as akinesis, thinning, increased echo density, or absent systolic thickening of the left ventricular wall.

All 22 patients with anterior infarction (Q in V_1 - V_4) had IL in the mid anterior septum which was specific for the lesion of the left anterior descending artery (LAD). The presence or absence of the r wave in V_1 could not predict the involvement of this segment. IL in the apical anterior wall and septum were observed in 21 of 22 patients. The presence of Q waves in V_5 , V_6 suggested the ad-

慶応義塾大学医学部 呼吸循環内科
東京都新宿区信濃町 35 (〒160)

Cardiopulmonary Division, Department of Medicine,
Keio University School of Medicine, Shinanomachi
35, Shinjuku-ku, Tokyo 160

Presented at the 22nd Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 25-26, 1981
Received for publication April 25, 1981

ditional involvement of the apical posterior wall. Additional Q waves in I, aVL indicated the extension of IL from the mid anterior septum to the basal anterior septum, anterior wall, and mid anterior wall. The basal and mid lateral walls appeared normal in most patients. This pattern of IL distribution was observed in 5 of 6 patients with a stenosis in the proximal LAD.

All 14 patients with inferior infarction (Q in II, III, aVF) had IL in the mid posterior wall and posterior septum. In contrast, 5 patients with infero-posterior infarction (Q in II, III, aVF+R in V₁) and 6 patients with posterior infarction (R in V₁) had IL in the mid lateral as well as the mid posterior wall without an involvement of the posterior septum. Coronary arteriography revealed that all of the 10 patients with inferior infarction had a stenosis in the right coronary artery, whereas 6 patients with infero-posterior or posterior infarction invariably had a stenosis in the left circumflex coronary artery.

It was concluded that 2DE provides a reliable method for detecting IL and anatomic location of myocardial infarction reflecting a specific coronary artery disease.

Key words

Two-dimensional echocardiography
artery disease

Electrocardiography

Myocardial infarction

Coronary

はじめに

陳旧性心筋梗塞の部位診断法として、従来主として体表心電図法が用いられてきたが、心電図上の Q 波が梗塞病変の指標として必ずしも鋭敏とはいえないことが、剖検¹⁾やカテーテル左室造影法²⁾などとの対比検討により指摘されている。心臓各部分の心室断面を描出しうる超音波心断層法(以下、断層エコー法)による梗塞病変の検出は、この方面における新しいアプローチとして注目される。

陳旧性心筋梗塞に伴う癒痕組織が心エコー図上、壁菲薄化、輝度増強部として反映され、その検出が梗塞病変の同定に役立つことは Rasmussen らにより報告されている³⁾。彼らは M モード法により判定した癒痕の有無を剖検、手術所見と対比し、95%の正確度で確認し得た。壁菲薄化に関連して出現する左室拡張や心室瘤は、断層エコー法の利用により、高率かつ詳細に観察しうるとされる⁴⁻⁸⁾。さらに断層エコー法で判定された壁運動異常の範囲と ^{99m}Tc-pyrophosphate で求めた心筋梗塞の大きさが、動物⁹⁾および人間¹⁰⁾において相関することが知られており、また無収縮、奇異性収縮は貫壁性梗塞全例に認められることを、剖検心との対比を行った Weiss らは

報告している⁸⁾。断層心エコー図上の局所心室壁収縮異常の部位は、カテーテル左室造影法により診断された異常部位と比較的良く一致し、解剖学的局在判定を断層エコー法により非侵襲的に行える可能性が示唆されている¹¹⁻¹⁶⁾。とくに断層エコー法によってのみ得られる左室短軸面は、主要冠動脈3枝の灌流域を含み、おのおのの狭窄に対応した梗塞病変を観察し得ることが予想される。

本研究ではこれらの知識を前提に、心室壁の無収縮、菲薄化、輝度増強、収縮期壁厚不変などの所見を断層エコー法で検出し、異なる断層面の記録を組み合わせることにより、梗塞病変の3次元的分布の把握を試みた。またその結果を基に、従来の心電図による部位診断法の妥当性を検討し、さらに病変分布のパターンから特定の冠動脈狭窄の存在を予測し得るか否かを検討した。

対象と方法

対象は病歴、心電図所見、酵素学的検査により貫壁性心筋梗塞と診断された47例で、異常 Q 波を欠くいわゆる心内膜梗塞および心電図上前壁梗塞と下壁梗塞の合併所見を呈した例は除外した。男性46例、女性1例、年齢分布は29~79歳で、いずれも発作後2カ月以上経過した陳旧性心筋梗塞例であった。心電図上左脚ブロックや心室早期

興奮などを示した例は含まれなかった。

1. 断層エコー法

断層エコー法には電子走査型心断層装置(東芝製 SSH-11A)を用いた。検査は患者を軽度側臥位とし、第3、第4、あるいは第5肋間胸骨左縁より左室長軸と直角をなす方向にビームを向け、僧帽弁レベル(心基部)と乳頭筋レベル(乳頭筋部)の左室短軸面を描出した。さらに心尖部の情報を得るために、心尖部より第1斜位像ならびにその面と直角をなす四腔像を描出して記録した。

梗塞病変の局在を明確にするため、Robertsら

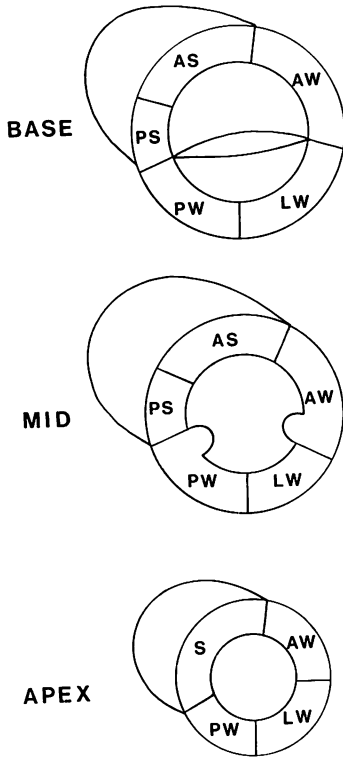


Fig. 1. Schematic diagram of the short-axis, cross-sectional view of the left ventricle at the levels of the mitral valve (top), papillary muscles (mid), and apex (bottom).

AS=anterior septum; AW=anterior wall; LW=lateral wall; PW=posterior wall; PS=posterior septum. Same abbreviations are used in the following illustrations.

の提唱¹⁷⁾を参考に、左室を以下のように計14区画に区分した(Fig. 1)。心基部および乳頭筋部において心室中隔を前2/3と後1/3に分け、おのおの前中隔(AS)、後中隔(PS)とした。前壁(AW)は心室中隔接点から、心基部では僧帽弁前交連部付着部まで、乳頭筋部では前乳頭筋の後方境界部までとし、残りの部分を2分し、おのおの側壁(LW)、後壁(PW)とした。心尖部については心尖部第1斜位像で観察し得る心尖部前壁(AW)と

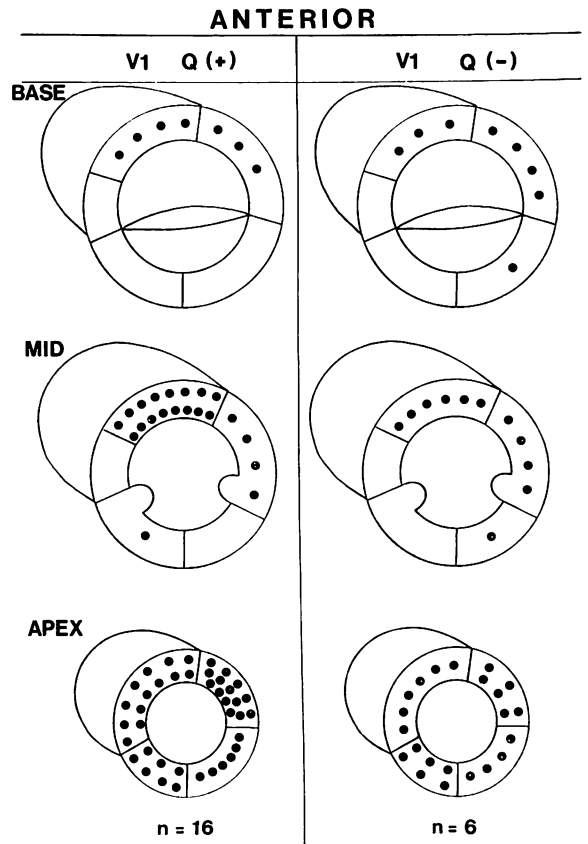


Fig. 2. Frequency of infarct lesions (IL) associated with electrocardiographic subgroups of anterior infarction.

Dots represent number of patients with IL in each segment in this and subsequent figures. Note that all patients with anterior infarction have IL in the mid anterior septum irrespective of the Q wave in V₁.

心尖部後壁 (PW), 心尖部四腔像で観察し得る心尖部側壁 (LW) と心尖部中隔 (S) の4区画の病変の有無を調べ, それを基に心尖部短軸面上の病変分布を合成し解析に供した. 各区画ごとに心室壁の無収縮, 菲薄化, 輝度増強, 収縮期壁厚不変などの虚血性変化の有無を検討し, その分布を断層エコー図上の梗塞病変分布とした.

2. 心電図法

標準12誘導心電図に基づく心筋梗塞部位診断は, 異常Q波(幅0.04秒以上, 深さRの1/4以上)の出現する誘導およびV₁の異常R波(幅0.04秒以上, R/S≥1)の有無から, 次のように

定めた. 前壁梗塞-V₁~V₄のいずれかにQ波; 下壁梗塞-II, III, aVFあるいはIII, aVFにQ波; 下後壁梗塞-下壁梗塞の診断基準+V₁に異常R波; 後壁梗塞-V₁に異常R波.

3. 冠動脈造影法

47例中29例についてJudkins法による左右選択的冠動脈造影法を施行した. 冠動脈狭窄部位および程度についてはAmerican Heart Associationの提唱¹⁸⁾に従い判定し, 直径の51%以上の狭窄を有意とした.

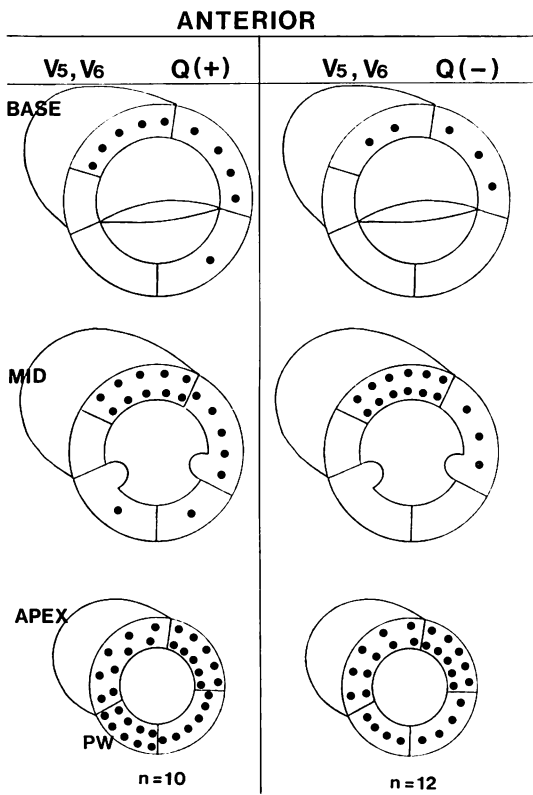


Fig. 3. Frequency of IL associated with electrocardiographic subgroups of anterior infarction.

Note that patients with Q wave in V₅, V₆ have IL in the apical posterior wall more frequently than those without such Q waves.

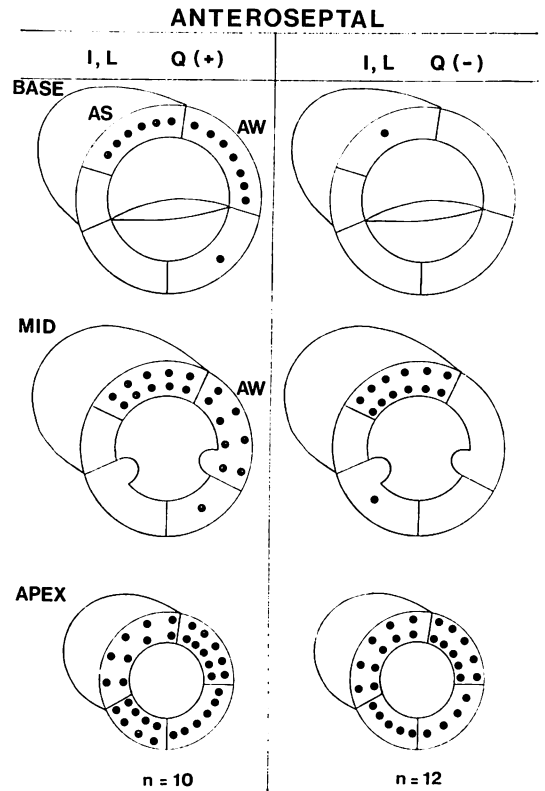


Fig. 4. Comparison of IL distribution in patients with and without Q waves in I, aVL in addition to V₁-V₄.

Note that the segments of the basal anterior septum, anterior wall, and mid anterior wall are frequently involved in patients with Q waves in I, aVL.

結 果

心電図診断に基づく梗塞部位の内訳は、前壁梗塞 22 例、下壁梗塞 14 例、下後壁梗塞 5 例、後壁梗塞 6 例であった。

冠動脈造影を施行した 29 例中、左冠動脈前下行枝 (LAD)、左冠動脈回旋枝 (LCX)、右冠動脈 (RCA) の 1 枝狭窄がおのおの 7 例、2 例、3 例で、2 枝、3 枝狭窄はおのおの 9 例、8 例であった。

1. 前壁梗塞

前壁梗塞 22 例の断層エコー図上の病変分布を検討してみると、前壁病変が心基部と乳頭筋部においておのおの 7 例、8 例に観察されたにすぎなかったのに対し、乳頭筋部前中隔、心尖部前壁、

心尖部中隔には高頻度に病変が認められた (おのおの 22 例, 20 例, 19 例)。V₁ に Q 波の存在する 16 例と V₁ に Q 波のない 6 例に分けて調べみると (Fig. 2), 両群の病変分布に有意差はなく、しかも乳頭筋部前中隔の病変は両群の全例に観察された。すなわち、V₁ の Q 波の有無は前中隔の梗塞の有無とは関係がなかった。心尖部の病変は 22 例中 21 例に観察され、しばしば全周におよんでいたが、V₅, V₆ にまで Q 波を認めた 10 例と認めない 12 例との比較では (Fig. 3), 前者に心尖部後壁の病変がより高率に合併していた (9/10 vs 4/12, p<0.05)。

一方 V₁~V₄ の Q 波に加え、I, aVL に Q 波を認めた 10 例と認めない 12 例との比較では、I, aVL に Q 波を呈した例に心基部における前中隔

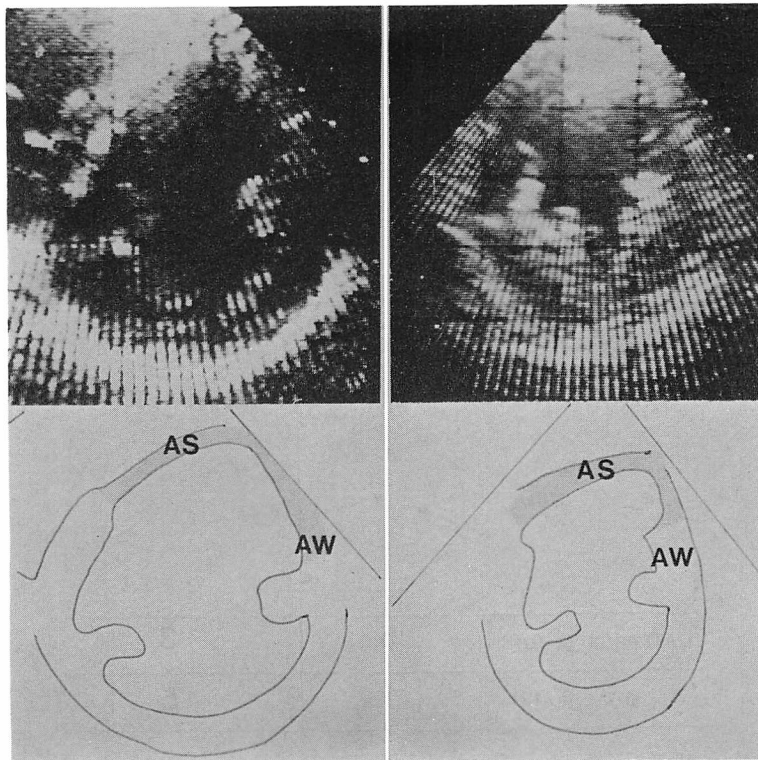


Fig. 5. Illustrative examples of the short-axis view at the level of the papillary muscles showing distinctive patterns of IL distribution (shaded areas) in patients with (left panel) and without (right panel) Q waves in I and aVL.

(6/10 vs 1/12, $p < 0.05$) と前壁 (7/10 vs 0/12, $p < 0.01$), 乳頭筋部における前壁 (8/10 vs 0/12, $p < 0.001$) への病変の拡大をより高率に認めた (Figs. 4, 5). しかしながら心基部あるいは乳頭筋部側壁への病変の拡大は, I, aVL に Q 波を認めた 10 例中 1 例に観察されたにすぎず, I, aVL の Q 波に側壁梗塞の関与が少ないことが示唆された.

この I, aVL の Q 波の有無でみられる特徴的な病変の分布様式と冠動脈所見とを対比させると (Fig. 6), 心基部および乳頭筋部前壁まで病変のおよぶ 6 例中 5 例で LAD 起始部に有意狭窄が認められたのに対し, I, aVL に Q 波を示さず, 乳頭筋部前中隔に限局する梗塞例では, 8 例中 5 例が LAD 中部に狭窄を有していた.

2. 下壁, 下後壁, 後壁梗塞

II, III, aVF に Q 波を呈した下壁梗塞 14 例では, 全例に乳頭筋部後壁および後中隔の病変を認めた (Fig. 7). これに対し, V_1 に異常 R 波の出

現を伴った下後壁梗塞 5 例では, 乳頭筋部後壁の病変に加え, 全例に同部側壁への病変の拡大を認め, また V_1 の異常 R 波のみの後壁梗塞 6 例でも同部側壁病変を認めた. これら 11 例のうち後中隔に病変を呈した例は皆無であった. Fig. 8 にこれらの代表例を示した. なお V_5, V_6 の Q 波の有無に基づく検討では, 病変分布に特徴的な相違は認められなかった.

さらに乳頭筋部断面の病変分布と冠動脈造影所見とを対比させることにより, 以下の点が明らかになった (Fig. 9). まず LAD 1 枝狭窄例 7 例では, 後中隔, 後壁のいずれの病変をも伴わなかった. 後中隔および後壁に病変を示した下壁梗塞 10 例では全例が RCA の狭窄 (RCA の 1 枝狭窄 3 例を含む) を伴っていたのに対し, 側壁病変を認めた下後壁梗塞 4 例あるいは後壁梗塞 2 例では全例が LCX の狭窄 (LCX 1 枝狭窄 2 例) を伴っていた. なお II, III, aVF に Q 波を呈した 1 例に, 乳頭筋部前壁, 前中隔の心室瘤が観察され

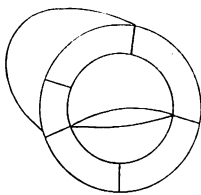
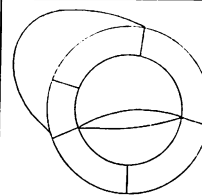
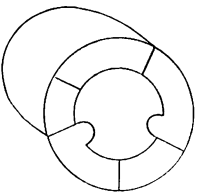
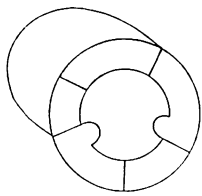
| | I, aVL Q(+) | I, aVL Q(-) |
|----------------|---|---|
| BASE |  |  |
| MID |  |  |
| LAD PROX (n=9) | 5 | 3 |
| MID (n=12) | 1 | 5 |

Fig. 6. Relation of IL in the basal anterior septum, anterior wall, and mid anterior wall to the location of disease in the left anterior descending artery (LAD).

Note that 5 of 6 patients with IL in such segments have a stenosis in the proximal portion (prox) of LAD.

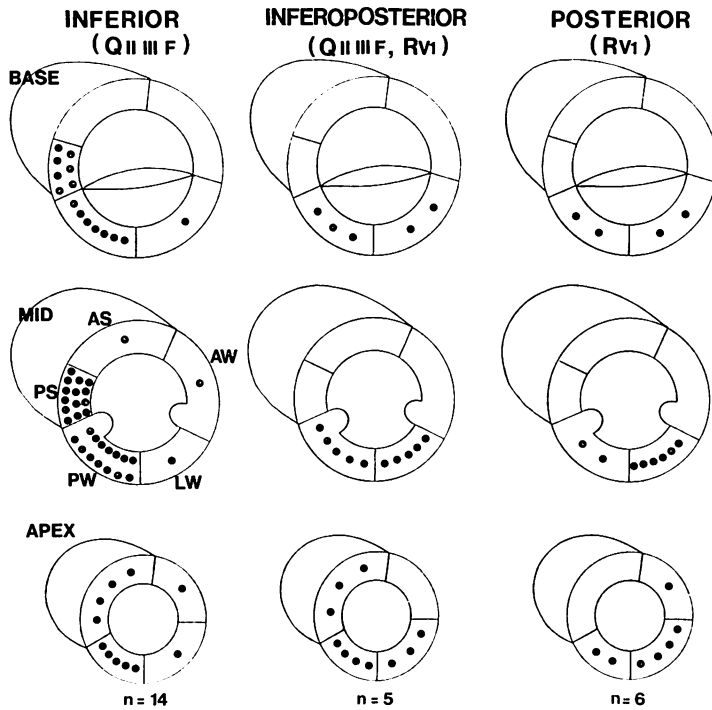


Fig. 7. Distribution of IL in patients with inferior, infero-posterior, and posterior infarction.

All of the patients with inferior and inferoposterior infarction had IL in the mid posterior wall. Note IL in the mid posterior septum invariably appeared in inferior infarction, while IL in the mid lateral wall were frequently accompanied by inferoposterior and posterior infarction.

たが、この例では LAD, RCA の両方に完全閉塞が認められた。

3. 特異的冠動脈灌流域

梗塞病変が冠動脈狭窄の結果であるとの仮定のもとに、断層エコー図上の病変分布と特定の冠動脈とを対応できるか否かを検討した。この目的のため主要冠動脈3枝について、おのおのの冠血管に有意狭窄の無い例(他の1枝あるいは2枝に有意狭窄のある例)の病変分布を調べた (Fig. 10)。この方法は特定の狭窄血管に対応した病変分布を知る上で、他の冠血管からの側副血行の有無に影響されない利点をもつ。統計学的に有意に特異的と判定されたのは LAD と乳頭筋部前中隔との対応で、その他病変の出現をみず、特異的な傾向が示唆された区画は図上、色で塗られた区画、す

なわち LAD における心基部前中隔ならびに全レベルの前壁、LCX における心基部および乳頭筋部の側壁、RCA における心基部および乳頭筋部の後中隔などであった。

考 案

心筋梗塞病変の局在を明確にするためには、断層エコー法で描出される左室壁を各主要冠動脈の分布様式を反映して区分することが望まれるが、従来報告されている断層エコー図上の左室区分法は主として左室造影所見との対比を目的としたもので、冠動脈分布との関連を検討されておらず、その区分法も報告者により一定しない^{8,10,12-16,19}。一方 Q 波に基づく心電図上の心筋梗塞部位命名法も必ずしも統一されておらず²⁰⁻²²、心エコー図

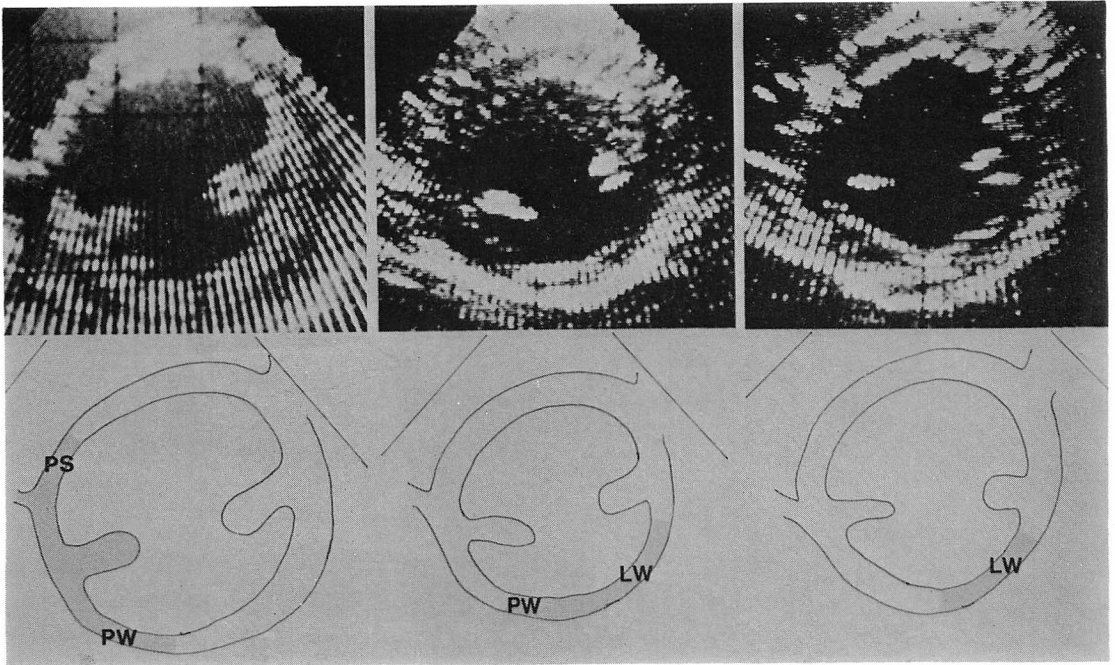


Fig. 8. Illustrative examples of the short-axis view at the level of the papillary muscles from patients with inferior (left), inferoposterior (middle), and posterior (right) infarction. Note the three distinctive patterns of IL distribution (shaded areas).

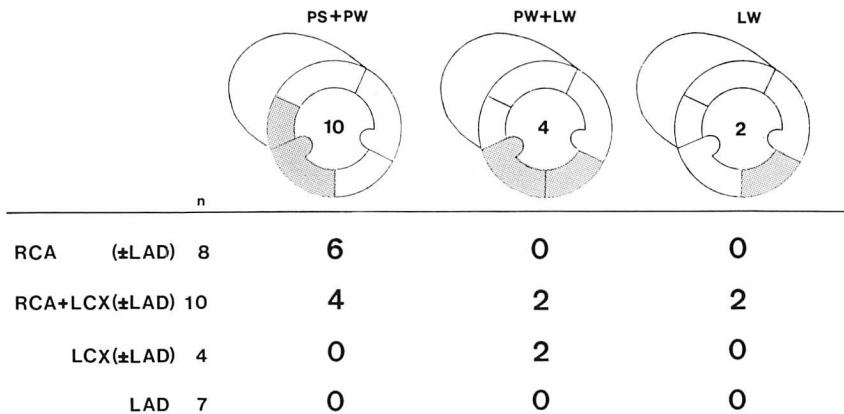


Fig. 9. Comparison of 3 patterns of IL distribution with disease in the individual coronary arteries.

Although the patients with single-vessel LAD disease do not have IL in the shaded areas, IL in the mid posterior septum+posterior wall (left) and in the mid posterior wall+lateral wall (middle) or the mid lateral wall (right) correspond to the stenosis in the right coronary artery (RCA) and left circumflex coronary artery (LCX), respectively.

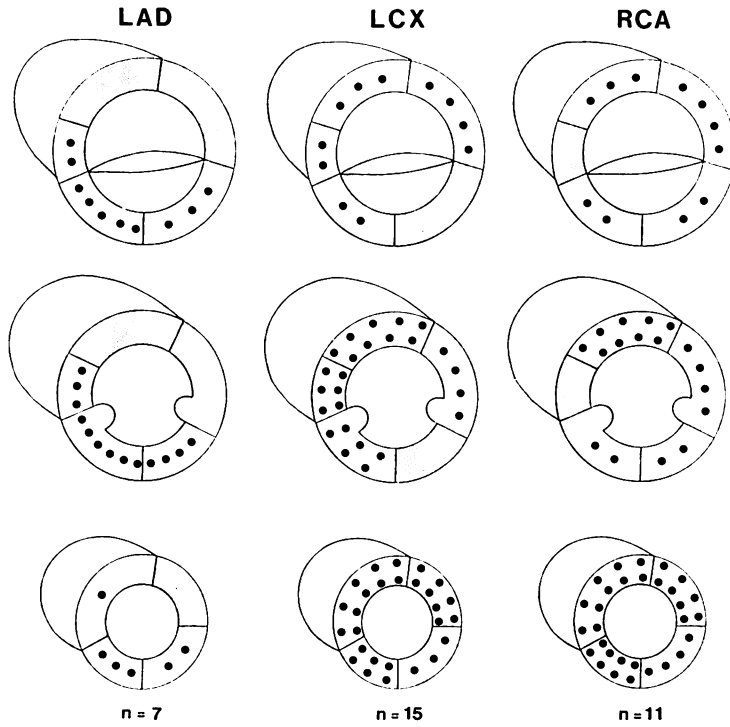


Fig. 10. Specificity of IL localization.

Specificity for each vessel is found by examining all patients without disease in that vessel. Shaded areas represent segments without IL.

との対比にさいしては一層の混乱が予想される。Roberts らはこのような混乱を避けるために、病理学の立場から新しい左室区分法を提唱したが¹⁷⁾、我々はこの区分法に準じて分析を行った。その結果、心電図上の各診断基準に対応して特徴的な梗塞病変の分布様式が明らかとなり、さらに冠動脈病変との対比においても各冠動脈に対し特異性 100% の区画を見出すことができた。これは我々の区分法が、梗塞部位および冠動脈狭窄部位の診断に適したものであることを支持する所見といえよう。

前壁梗塞では V_1 の r 波の有無により中隔梗塞の合併が心電図上診断されるが²⁰⁾、本研究では V_1 の r 波の有無によって心基部、乳頭筋部、心尖部の各レベルにおいて病変分布に有意差がみられなかった。とくに乳頭筋部では r 波を有する 6 例

全例に病変を認めた。 V_1 の r 波は心室中隔中 1/3 から生ずる初期興奮ベクトルを反映したものとされるが²³⁾、今回の結果からはこの r 波の存在から中 1/3 に相当すると考えられる乳頭筋部の中隔梗塞を否定することは必ずしも適切でないと考えられた。しかし本研究では各区画における病変の占める割合については検討しておらず、前中隔病変のある例でもすべてがその区画全域に病変を有しているとは限らず、中隔ベクトルを生ずる限局した部位がなお正常に保たれている可能性は残されている。また梗塞病変の存在にもかかわらず r 波が出現した別の理由として、 V_1 の r 波が中隔ベクトルを反映したものでなく、心尖部後壁の梗塞病変の鏡像としての異常 r 波である可能性も考えられた。

前壁梗塞における心尖部病変の合併に関しては

従来の報告^{19,24,25)}と同様高率にみられ, とくに心尖部前壁と中隔の病変を22例中おのおの20例, 19例と多く認めた. またV₅, V₆にQ波のおよぶ例では, およばない例に比し心尖部後壁病変の合併を有意に多く認め, 心尖を超えて下壁に向かう発達したLADの関与が推測された.

一方, 側壁病変の合併は1例のみで, V₅, V₆のQ波あるいはI, aVLのQ波のいずれもこれを予測する良き指標となり得なかった. V₅, V₆のQ波は前述のごとく心尖部病変に対応するものであって, これはSavageら²⁴⁾, Dunnら²⁶⁾の剖検結果と一致する. 前壁梗塞例におけるI, aVLのQ波の存在は, 心電図上高位側壁梗塞の合併と診断されるが^{20~22)}, 本研究での区分法を用いると心基部前中隔, 前壁および乳頭筋部前壁への病変の拡大を示唆する所見であった. すなわちI, aVLのQ波出現に關与する因子は, 短軸面での前中隔から前壁への病変の拡大, あるいは長軸方向での乳頭筋部から心基部への病変の拡大, あるいはその両者であり, いずれにしろLAD起始部の狭窄病変の結果と考えられた. 左室長軸断面上, 大動脈弁下部1~2cmのLAD第1中隔枝に栄養されていると考えられる心室中隔は, I, aVLにQ波の無い例では正常に保たれているが, Q波のある例では弁直下から異常を認めることが多い. この部分はMモード法で通常観察される領域であり, Gordonら²⁷⁾はこの方法により心室中隔振幅低下(≤2mm)を認めた12例中9例が, Joffeら²⁸⁾は左室後壁と心室中隔の振幅の比の大きい(≥2.5)19例中15例がLAD起始部狭窄を有していたと報告している.

II, III, aVFにQ波を呈した下壁および下後壁梗塞例では, 全例に乳頭筋部後壁の病変を認め, Savageらの剖検心分析の結果²⁴⁾と一致する所見を得た. 我々と同様に断層エコー法による検討を試みたHegerら¹⁹⁾は, II, III, aVFにのみQ波を認めた14例中4例では, 病変が心室中隔におよび, 心室中隔欠損を合併していたと報告しているが, 本研究では下壁梗塞単独の14例全例

に乳頭筋部後中隔の病変を認めた. 興味あることにV₁に異常R波の出現をみた後壁あるいは下後壁梗塞例では, 後中隔の病変を伴わず, 乳頭筋部側壁への病変の拡大が観察された. 剖検心では必ずしもこの区別は明確になされていないが^{1,24)}, Hegerらの断層エコー法による検討では¹⁹⁾, 下後壁梗塞2例がともに側壁への病変の拡大を示しており, 我々の成績と一致した. すなわちV₁の異常R波の存在は心基部(高位)後壁への病変の拡大を意味するものではなく, 乳頭筋部短軸面での側壁病変を反映するものであることが明らかになった. さらに本研究では冠動脈狭窄部位との対比検討を行うことにより, 乳頭筋部後壁病変はRCAあるいはLCXの狭窄を反映するが, さらに後中隔あるいは側壁への病変拡大の有無により, 前者はRCA狭窄を, 後者はLCX狭窄を強く示唆するものと解釈された. この関係は右室梗塞が我々の区分法でいう後中隔を含む後壁梗塞例の半数に認められたのに対し, 後中隔病変を含まない後壁梗塞例には認められなかったというIsnerらの剖検心分析の結果²⁹⁾と合致するものである.

断層エコー法は単に心筋梗塞病変をとらえるだけでなく, その3次元的拡がり認識することにより病変部位を明確にし, さらにその背後にある冠動脈疾患を予測しうる点で有用な方法といえる.

要 約

超音波心断層法を用いて心筋梗塞に伴う心室壁虚血性変化をとらえ, その分布と心電図Q波出現部位との対比ならびに冠動脈病変との関連につき検討した.

陳旧性心筋梗塞47例に電子走査型心断層装置による心室壁の観察, 記録を行い, そのうち29例に冠動脈造影を施行した. 梗塞病変の局在を明確にするため, 胸骨左縁から記録された左室心基部および乳頭筋部の短軸面をおのおの前中隔, 前壁, 側壁, 後壁, 後中隔の5区画に, また心尖部

第1斜位像と四腔像から分析可能な左室心尖部を中隔、前壁、側壁、後壁の4区画に分けた。各区画ごとに心室壁の無収縮、菲薄化、輝度増強、収縮期壁厚不変などの虚血性変化(以下病変)の有無を検討した。

前壁梗塞 ($V_1 \sim V_4$ のいずれかに Q 波) 22 例では、左冠動脈前下行枝 (LAD) に特異的な灌流域と判定された乳頭筋部前中隔の病変を、 V_1 の r 波の有無に関係なく全例に認めた。心尖部病変は 22 例中 21 例に認め、とくに心尖部前壁と中隔の病変を高率に認めたが、 V_5, V_6 まで Q 波のみられる例ではみられない例に比し心尖部後壁病変を多く認めた。心基部、乳頭筋部の側壁病変は 22 例中 1 例のみで、I, aVL に Q 波を呈する例では心基部前中隔、前壁、乳頭筋部前壁に高率に病変を認めた。この病変分布は LAD 起始部狭窄 6 例中 5 例に観察された。

下壁梗塞 (II, III, aVF に Q 波) 14 例全例に乳頭筋部後壁および後中隔の病変を認めた。下後壁梗塞 (II, III, aVF に Q 波 + V_1 に R 波) 5 例および後壁梗塞 (V_1 に R 波) 6 例では乳頭筋部後壁に加え 11 例全例に側壁への病変の拡大を認め、後中隔の病変はみられなかった。冠動脈造影施行例中、下壁梗塞では 10 例全例に右冠動脈狭窄が認められたのに対し、下後壁あるいは後壁梗塞では 6 例全例に左冠動脈回旋枝狭窄を認めた。

超音波心断層法により、心筋梗塞病変の観察が可能であるのみならずその 3 次元的分布を認識することにより、冠動脈疾患に対応した梗塞部位を明確に診断できる。

文 献

- Horan LG, Flowers NC, Johnson JC: Significance of the diagnostic Q wave of myocardial infarction. *Circulation* **43**: 428, 1971
- Bodenheimer MM, Banka VS, Helfant RH: Q waves and ventricular asynergy. Predictive value and hemodynamic significance of anatomic localization. *Am J Cardiol* **35**: 615, 1975
- Rasmussen S, Corya BC, Feigenbaum H, Knoebel SB: Detection of myocardial scar tissue by M-mode echocardiography. *Circulation* **57**: 230, 1978
- Yoshikawa J, Owaki T, Kato H, Tanaka K: Ultrasonic diagnosis of ventricular aneurysm. *Jpn Heart J* **16**: 394, 1975
- Weyman AE, Peskoe SM, Williams ES, Dillon JC, Feigenbaum H: Detection of left ventricular aneurysms by cross-sectional echocardiography. *Circulation* **54**: 936, 1976
- Eaton LW, Weiss JL, Bulkley BH, Garrison JB, Weisfeldt ML: Regional cardiac dilatation after myocardial infarction. Recognition by two-dimensional echocardiography. *New Engl J Med* **300**: 57, 1979
- Barrett MJ, Charuzi Y, Corday E: Ventricular aneurysm. Cross-sectional echocardiographic approach. *J Cardiol* **46**: 1133, 1980
- Weiss JL, Bulkley BH, Hutchins GM, Mason SJ: Two-dimensional echocardiographic recognition of myocardial injury in man. Comparison with postmortem studies. *Circulation* **63**: 401, 1981
- Meltzer RS, Woythaler JN, Buda AJ, Griffin JC, Harrison DC, Popp RL: Two dimensional echocardiographic quantification of infarct size alteration by pharmacologic agents. *Am J Cardiol* **44**: 257, 1979
- Nixon JV, Narahara KA, Smitherman TC: Estimation of myocardial involvement in patients with acute myocardial infarction by two-dimensional echocardiography. *Circulation* **62**: 1248, 1980
- Teichholz LE, Cohen MV, Sonnenblick EH, Gorlin R: Study of left ventricular geometry and function by B-scan ultrasonography in patients with and without asynergy. *New Engl J Med* **291**: 1220, 1974
- Kisslo JA, Robertson D, Gilbert BW, von Ramm O, Behar VS: A comparison of real-time, two-dimensional echocardiography and cineangiography in detecting left ventricular asynergy. *Circulation* **55**: 134, 1977
- Ohuchi Y, Kuwako K, Umeda T, Machii K: Real-time, phased-array, cross-sectional echocardiographic evaluation of left ventricular asynergy and quantitation of left ventricular function. A comparison with left ventricular cineangiography. *Jpn Heart J* **21**: 1, 1980
- Hattori R, Kouchi K, Itoh Y, Nishimura K, Katoh T, Ogata Y, Hiasa Y, Gouji M, Nosaka H, Nobuyoshi M: Comparison of cross-sectional echocardiography and cineventriculography in

- assessment of left ventricular wall motion in myocardial infarction. *J Cardiography* **10**: 811, 1980 (in Japanese)
- 15) Ohsugi J, Yamamoto S, Hirai, M, Hirayama H, Shiki K, Kinoshita A, Hiraiwa K, Takatsu F, Ishikawa H, Nagaya T: A correlation between left ventriculography and ultrasonic cardiography in cases of ischemic heart disease. *J Cardiography* **10**: 1169, 1980 (in Japanese)
 - 16) 大杉順一, 平井真理, 平山治雄, 志貴一仁, 木下淳, 大口貞雄, 平岩聖太郎, 鷹津文麿, 石川宏靖, 長屋昭夫: 虚血性心疾患における左室造影と超音波心断層像との対比. *心臓* **13**: 165, 1981
 - 17) Roberts WC, Gardin JM: Location of myocardial infarcts. A confusion of terms and definitions. *Am J Cardiol* **42**: 868, 1978
 - 18) Austen WG, Edwards JE, Frye RL, Gensini GG, Gott VL, Griffith LSC, McGoon DC, Murphy ML: A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of Ad Hoc Committee for grading of coronary artery disease. Council on Cardiovascular Surgery. American Heart Association. *Circulation* **51** (Supple 4): 29, 1975
 - 19) Heger JJ, Weyman AE, Wann LS, Dillon JC, Feigenbaum H: Cross-sectional echocardiography in acute myocardial infarction. Detection and localization of regional left ventricular asynergy. *Circulation* **60**: 531, 1979
 - 20) Lipman BS, Massie E, Kleiger RE: Clinical scalar electrocardiography. 6th ed., Year Book Medical Publishers, Chicago, 1972
 - 21) Friedman HH: Diagnostic electrocardiography and vectorcardiography. 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1977
 - 22) Chou T: Electrocardiography in clinical practice. Grune & Stratton, New York, 1979
 - 23) Scher AM: The sequence of ventricular excitation. *Am J Cardiol* **14**: 287, 1964
 - 24) Savage R, Wagner GS, Ideker R, Podolsky SA, Hackel DB: Correlation of postmortem anatomic findings with electrocardiographic changes in patients with myocardial infarction. Retrospective study of patients with typical anterior and posterior infarcts. *Circulation* **55**: 279, 1977
 - 25) Sullivan W, Vlodayer Z, Tuna N, Long L, Edwards JE: Correlation of electrocardiographic and pathologic findings in healed myocardial infarction. *Am J Cardiol* **42**: 724, 1978
 - 26) Dunn WJ, Edwards JE, Pruitt RD: The electrocardiogram in infarction of the lateral wall of the left ventricle. A clinicopathologic study. *Circulation* **14**: 540, 1956
 - 27) Gordon MJ, Kerber RE: Interventricular septal motion in patients with proximal and distal left anterior descending coronary lesions. *Circulation* **55**: 338, 1977
 - 28) Joffe CD, Brik H, Teichholz LE, Herman MV, Gorlin R: Echocardiographic diagnosis of left anterior descending coronary artery disease. *Am J Cardiol* **40**: 11, 1977
 - 29) Isner JM, Roberts WC: Right ventricular infarction complicating left ventricular infarction secondary to coronary heart disease. Frequency, location, associated findings and significance from analysis of 236 necropsy patients with acute or healed myocardial infarction. *Am J Cardiol* **42**: 885, 1978