

^{201}Tl 心筋 SPECT による左 心室瘤の診断

Diagnosis of left ventricular aneurysm by exercise thallium-201 myocardial single photon emission computed tomography

岡野 光志
大鈴 文孝
勝然 秀一
柳田 茂樹
妹尾 正夫
青崎 登
中村 治雄

Mitsuji OKANO
Fumitaka OHSUZU
Shuuichi KATSUSHIKA
Shigeki YANAGIDA
Masao SENOO
Noboru AOSAKI
Haruo NAKAMURA

Summary

To diagnose and characterize post-infarction left ventricular aneurysms, we performed exercise thallium-201 myocardial single photon emission computed tomography (SPECT) combined with selective coronary angiography and left ventriculography. The subjects consisted of 79 patients with acute myocardial infarction; 42 with anteroseptal, three with both anterior and inferior, 29 with inferior and five with posterior infarction. Visual classification of ventricular wall morphology by either a horizontal or a vertical long-axis image was designed into convergent (C), parallel (P) and divergent (D) types, according to the interrelationship between either septal and lateral wall or anterior and inferior wall, respectively. This method was applied in poststress and delayed images, and these patients were divided into five groups (Group A~E) in accordance with varying morphological types from the poststress to the delayed as follows: C-C (Group A, 36 patients), P-C (Group B, 8), P-P (Group C, 7), D-P (Group D, 5) and D-D (Group E, 23).

A high incidence (21/23) of a left ventricular aneurysm by left ventriculography was recognized in Group E patients in comparison with other Groups. Provided that either Group D or E (all patients had anterior infarction) had left ventricular aneurysms, the diagnostic sensitivity, specificity and accuracy were 89%, 92% and 86%, respectively. Two of three patients with false negative diagnosis had only apical involvement. Furthermore, these two Groups had significantly larger defect scores as calculated by polar maps than did the other three Groups. When patients with anterior infarction with defect scores of 200 or greater were defined positive, the sensitivity, specificity and accuracy of ventricular aneurysms were 96%, 75% and 86%, respectively. One false negative case was apical infarction, and

防衛医科大学校 第一内科
所沢市並木 3-2 (〒359)

The First Department of Internal Medicine, National
Defense Medical College, Namiki 3-2, Tokorozawa
359

Received for publication March 16, 1989; accepted (Ref. No. 36-415)

one of the two false positive cases was extensive anteroseptal infarction involving the apex.

These results suggest that a left ventricular aneurysm which is important in predicting prognostic sequence could be diagnosed only by exercise SPECT, and that it could be characterized by extensive and severe apicoanterior infarction and a divergent-type ventricular wall arrangement on a poststress SPECT image.

Key words

Thallium-201 Single photon emission computed tomography Left ventricular aneurysm

目 的

心室瘤は心筋梗塞後の合併症として重要である。心筋梗塞後の全患者の 3.5~25% にみられ、そのうち 80% は前壁および心尖部梗塞に合併するとされている^{1,2)}。心室瘤の付随する合併症として、血栓塞栓症、心不全および重症不整脈などがあり、予後判定に心室瘤の診断は重要である。臨床的には心室瘤は心エコー図法、^{99m}Tc-心プールシンチおよび心室造影法などにより診断されることが多いが³⁾、最近では虚血や生存能 (viability) の有無の検討に²⁰¹Tl-運動負荷心筋 SPECT が頻用される、今回、我々は本法による心室瘤の診断およびその特徴的所見について検討した。

対象および方法

対象は心筋梗塞発症後 2 ヶ月以内に、トレッドミル運動負荷心筋 SPECT、選択的冠状動脈造影、および左心室造影を施行された 79 例で内訳は前壁梗塞 42 例、下壁梗塞 29 例、前壁および下壁合併梗塞 3 例、そして後壁梗塞 5 例である。前壁梗塞患者のうち 10 例では、心筋シンチ再分布像にて心尖部のみに欠損を認め、心尖部梗塞とした。また障害冠状動脈枝数別では、一枝病変患者 23 例、二枝病変患者 25 例および三枝病変患者 31 例であった。

運動負荷心筋シンチは、symptom-limited で Bruce の多段階トレッドミル法を用い、負荷終了 1 分前に 2~4 mCi の ²⁰¹Tl を静注し、負荷終了 5~10 分後に負荷直後像を、3~4 時間後に再分布像を撮像した。GE 製ミニコンピューター Star

にて短軸像、水平および垂直長軸像を再構成し、負荷直後像と再分布像の最大カウントが一致するように処理し、以下の検討に供した。

CRT 画面上で視覚的に、左心室水平長軸断層

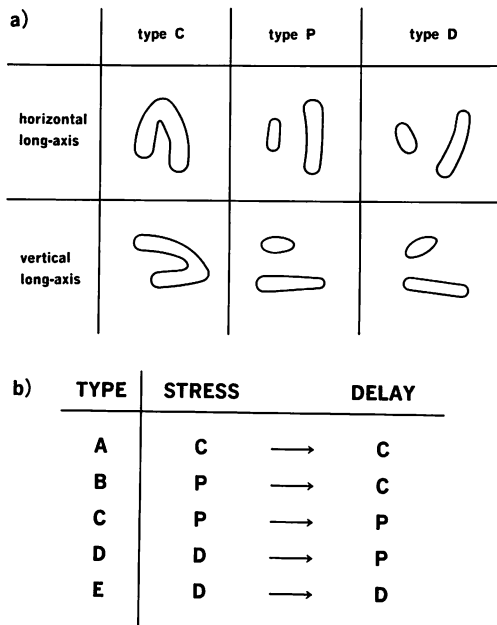


Fig. 1. Schematic representation of SPECT left ventricular morphology.

Three typical morphological types on SPECT long-axis images are defined as follows; convergence of reciprocal left ventricular walls from the base to apex of the myocardial images (type C), nearly parallel arrangement (type P) and divergent contour (type D) (upper panel). Then, five patient variables (type A-E) are present according to morphological patterns from poststress images to the delayed images on exercise SPECT studies (lower panel).

像の中隔と側壁、または垂直長軸断層像の前壁と下壁のなす角度が、心基部から心尖部に向かい収束 (C), 平行 (P), 開大 (D) する例の 3 タイプに、負荷直後像および再分布像をおのおの分類し、それぞれのタイプが C → C, P → C, P → P, D → P, D → D となる 5 種類に分け、それぞれ A, B, C, D, E 群とした (Fig. 1). CRT 画面上で判読したため、梗塞部および非梗塞部の各心室壁の同定は容易であった。また、短軸像より Emory's bull's-eye program を用い、defect score を算出した。今回の検討には、circumferential profile curve 上、健常人の平均-2SD 曲線より、患者の profile curve が低値となる面積である severity score を用いた。

冠状動脈造影は Judkins 法または Sones 法を用い、75% 以上狭窄を有意とした。また左心室造影にて、明らかな margin を有し dyskinesis を呈する convex な心筋 segment を左心室瘤と定義し、スキヤンの結果と比較検討した。左心室造影より one-plane area-length 法にて左心室駆出率 (LVEF) を算出した。なお、スキヤンおよび左心室造影の読影は、これらに習熟した 2 名の医師の合議によりなされた。

結 果

79 例の全患者のうち、27 例 (34%) に左心室瘤が認められ、全例心尖前壁梗塞に合併していた。タイプ別では A~E 群の順にそれぞれ 0 例, 0 例,

3 例 (43%), 3 例 (60%) および 21 例 (91%) で、E 群に有意に多く認められた。また、心尖部梗塞 10 例の内訳は、A 群 1 例, B 群 3 例, C 群 4 例および D 群 2 例であり、C 群の 2 例および D 群の 2 例に心室瘤が認められた (Table 1)。

極座標表示法による前壁梗塞患者の defect score は A~E 群の順に、それぞれ 208 ± 278 , 105 ± 65 , 299 ± 257 , 639 ± 211 および 713 ± 320 (mean ± SD) であり、D 群および E 群で、A~C 群に比し有意に大であった。また A 群の 1 例は心尖部を除く前壁梗塞例で、defect score が 769 と大でありながら心室瘤を有していなかった (Fig. 2)。

心尖前壁梗塞群の LVEF は A~E 群の順にそれぞれ 61.0 ± 13.4 , 64.3 ± 4.3 , 54.4 ± 4.4 , 48.8 ± 6.9 および 41.7 ± 8.9 (mean ± SD) であり、E 群が A~C 群に比し、また D 群が B 群に比し有意に低値となった。Defect score (DS) と LVEF の間に $LVEF = 65.2 - 0.03 DS$ ($r = -0.75$, $p < 0.01$) の有意な負の相関がみられた。

以上の結果より、全患者を対象にして、運動負荷シンチのタイプ D および E 群を心室瘤陽性とした場合、診断感度 89%, 特異性 92%, 正診率 86% であった (Table 2)。偽陽性の 4 例はタイプ D 群の再分布を伴う前壁広範梗塞例と、同じく再分布を伴う広範前壁下壁梗塞例、およびタイプ E 群の再分布を伴わない広範前壁梗塞例 2 例であり、偽陰性の 4 例はタイプ C の心尖部梗塞 3 例

Table 1. Correlations of contrast ventriculography with SPECT thallium-201 images for diagnosis of aneurysms

Contrast ventriculography results	SPECT ²⁰¹ Tl imaging (no. of patients)					
	Total	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E
LV aneurysm	27	0	0	3	3	21
Ant/apical aneurysm	27	0	0	3	3	21
No aneurysm	52	36	8	4	2	2
Total no. of patients	79	36	8	7	5	23

SPECT=single photon emission computed tomography; LV=left ventricle; Ant=anterior.

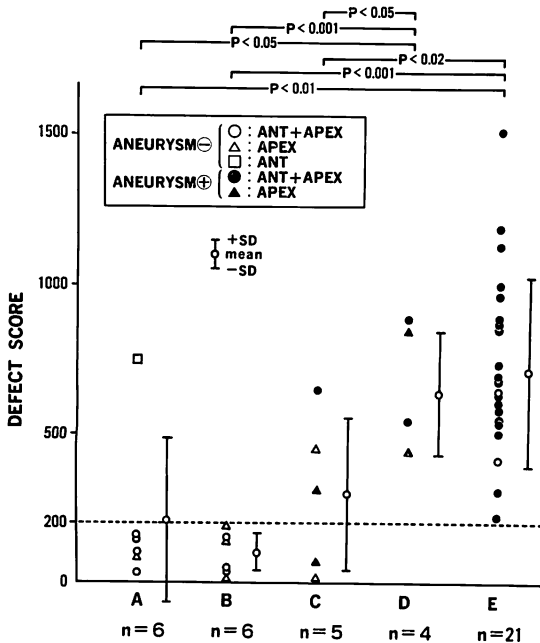


Fig. 2. Correlations between five patient populations with apicoanterior infarction and the bull's eye defect scores.

Types D and E have significantly higher defect scores than do those of the other three groups. The dotted line at defect score 200 is arbitrarily settled. Twenty-four of 37 ventricular aneurysms are included in types D and E. One type A patient (□) who shows a large defect score has extensive anteroseptal infarction without apical involvement.

ANT=anterior infarction; APEX=apical infarction

と, 再分布を伴わない広範前壁梗塞 1 例であった。また Fig. 2 に示すごとく心尖前壁梗塞患者に限定し, 任意に defect score ≥ 200 を心室瘤陽性とした場合, 診断感度 96%, 特異性 75%, 正診率 86% であった (Table 2)。偽陰性の 1 例はタイプ C の心尖部梗塞例であり, 偽陽性の 4 例の内訳は, タイプ A の心尖部を除く広範前壁梗塞 1 例 (Fig. 8), タイプ C の心尖部梗塞 1 例, タイプ E の再分布を伴わない広範前壁梗塞 2 例であった。

また心尖前壁梗塞例で同部位に再分布のみられた割合は, A~E 群の順に, それぞれ 33% (2/6), 50% (3/6), 20% (1/5), 75% (3/4) および 24% (5/21) であり, B および D 群に多い傾向がみられ, 再分布は全例, 心尖部を含む広範な前壁領域にみられた。

症例呈示

症例 1: 59 歳, 男性. 前壁梗塞. 安静時心電図にて V₅ 誘導に異常 Q 波. 運動負荷は心拍数 126 にて胸痛出現したため中止した. 心筋 SPECT ではタイプ A を呈し, 心尖, 前壁中隔に広範な完全再分布を認めた. CAG では AHA 分類の #6 に 100% の狭窄を認めた. 左心室造影上, 壁運動異常を認めず, LVEF は 72% であった (Fig. 3)。

症例 2: 54 歳, 男性. 前壁梗塞. 安静時心電図にて V₁~V₃ 誘導に異常 Q 波を認め, 運動負荷は心拍数 134 にて胸痛が出現したため中止した. 心筋 SPECT ではタイプ B を呈し, 心尖, 前壁中隔に広範な再分布を認めた. CAG では #7 に 99% の狭窄を認めた. 壁運動異常を認めず,

Table 2. Reliability of detection of left ventricular aneurysms by SPECT thallium-201 scintigraphy

Patient population	Total no. of pts	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Accuracy (%)
Type (D and E)	79	24/27 (89)	48/52 (92)	24/28 (86)
Ant/apical infarction by SPECT scintigraphy (defect score ≥ 200)	42	25/26 (96)	12/16 (75)	25/29 (86)

SPECT=single photon emission computed tomography; D, E=types D and E shown in Table 1; Ant=anterior.

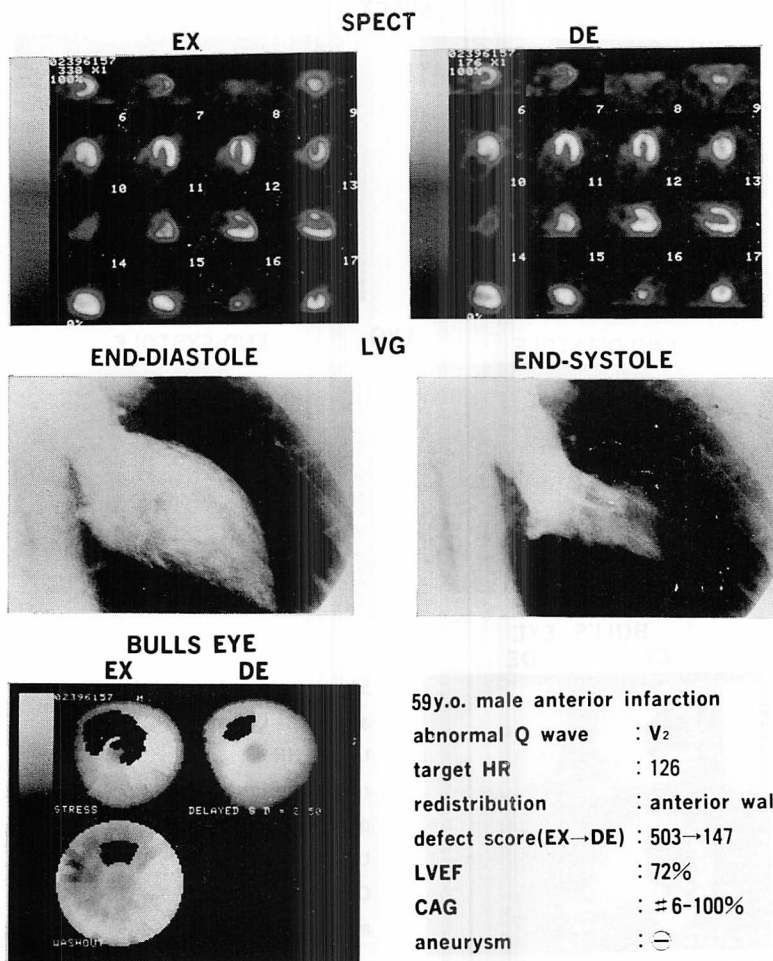


Fig. 3. A typical case of type A.

Both poststress (EX) and delayed (DE) images show convergent myocardial walls and the redistribution in the anterior wall on the SPECT images. No abnormal wall motion is detected by left ventriculography (LVG).

LVEF は 68% であった (Fig. 4).

症例 3: 47 歳, 男性. 前壁梗塞. 安静時心電図にて V₁~V₄ 誘導に異常 Q 波を認め, 運動負荷は心拍数 152 で足の疲れにて中止した. 心筋 SPECT ではタイプ C を呈し, 心尖部に恒常的欠損を認めた. CAG では #4, #6, #12 および #13 にそれぞれ 90% の狭窄を認めた. 心尖部 akinesis を認め, LVEF は 55% であった (Fig.

5).

症例 4: 51 歳, 男性. 前壁梗塞. 安静時心電図にて異常 Q 波を認めない. 運動負荷は心拍数 126 にて胸痛が出現したため中止した. 心筋 SPECT ではタイプ D を呈し, 心尖, 前壁中隔に再分布を認めた. CAG では #1 に 75%, #2 に 90%, #6 に 75% および #7 に 99% の狭窄を認めた. 壁運動異常を認めず, LVEF は 59% であった

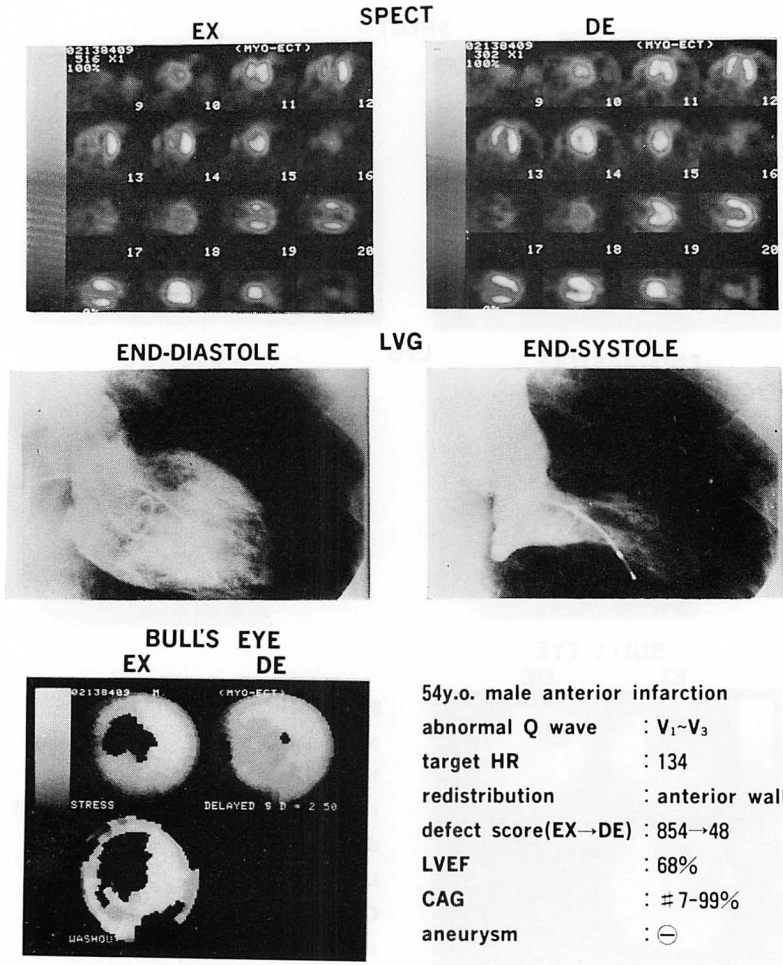


Fig. 4. A typical case of type B.

The poststress image (EX) shows parallel myocardial walls which became a convergent in type on the delayed SPECT image (DE) with complete redistribution in the apex and anteroseptal wall. The left ventriculogram (LVG) shows normal wall motion.

(Fig. 6).

症例 5: 58 歳, 男性. 前壁梗塞. 安静時心電図にて V₁~V₆ に異常 Q 波を認め, 運動負荷は心拍数 151 にて疲労のため中止. 心筋 SPECT ではタイプ E を呈し, 心尖部, 前壁に広範な恒常的欠損を認めた. CAG では #1 に 75%, #6 に 90% および #7 に 99% の狭窄を認めた. 壁運動は dyskinesis を呈し, 巨大な左心室瘤例である.

LVEF は 28% であった (Fig. 7).

症例 6: 53 歳, 男性. 前壁梗塞. 安静時心電図にて V₁~V₅ に異常 Q 波. 運動負荷は心拍数 133 にて疲労のため中止. 心筋 SPECT ではタイプ A を呈し, 心尖部を除く広範前壁中隔に中等度の恒常的欠損を認めたが, 壁運動異常は認めなかった. CAG では #6 に 90% の狭窄を認め, LVEF は 65% であった (Fig. 8).

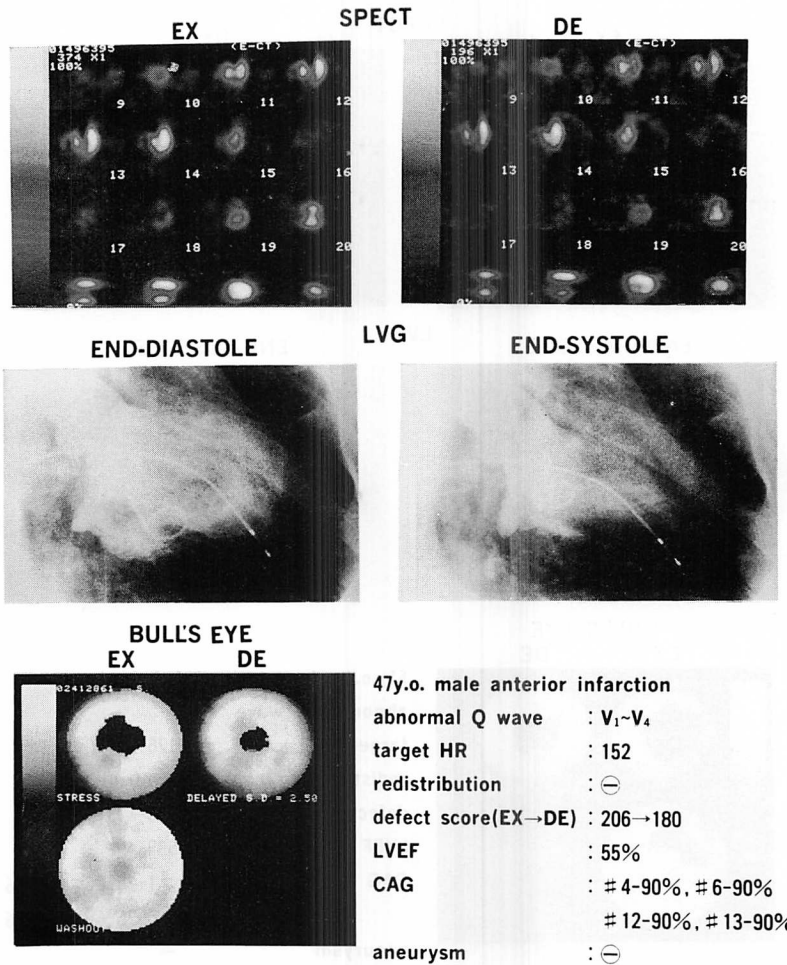


Fig. 5. Typical case of type C without a left ventricular aneurysm.

Both poststress (EX) and delayed (DE) images show a parallel myocardial pattern with the permanent defect in the apex. The left ventriculogram (LVG) shows apical akinesis.

考 按

心筋梗塞後の心室瘤の合併、その大きさ、および冠状動脈病変の重症度は、予後を左右する重要な要因である^{2,4,5}。心筋梗塞後早期に心室瘤を診断する方法として理学的所見としての収縮期前胸部膨隆、心電図、胸部レントゲン写真などでは、たかだか 60~70% の診断率である⁴。最近では心エコー図法、心室造影法や心プールシンチを用

いれば、心室瘤の検出はほぼ全例可能である³。Morton らは連続 74 名の安静時心筋 SPECT 対象者から、視覚的判定のみにより診断感度 94%、特異性 97% および正診率 96% で左心室瘤を検出できたと報告している⁶。

今回我々は、視覚的な心筋壁の形態的タイプ分類は彼らの方法に準じ、トレッドミル運動負荷直後および再分布時心筋 SPECT 像で、これらの形態的变化により、心室瘤の診断能およびその特

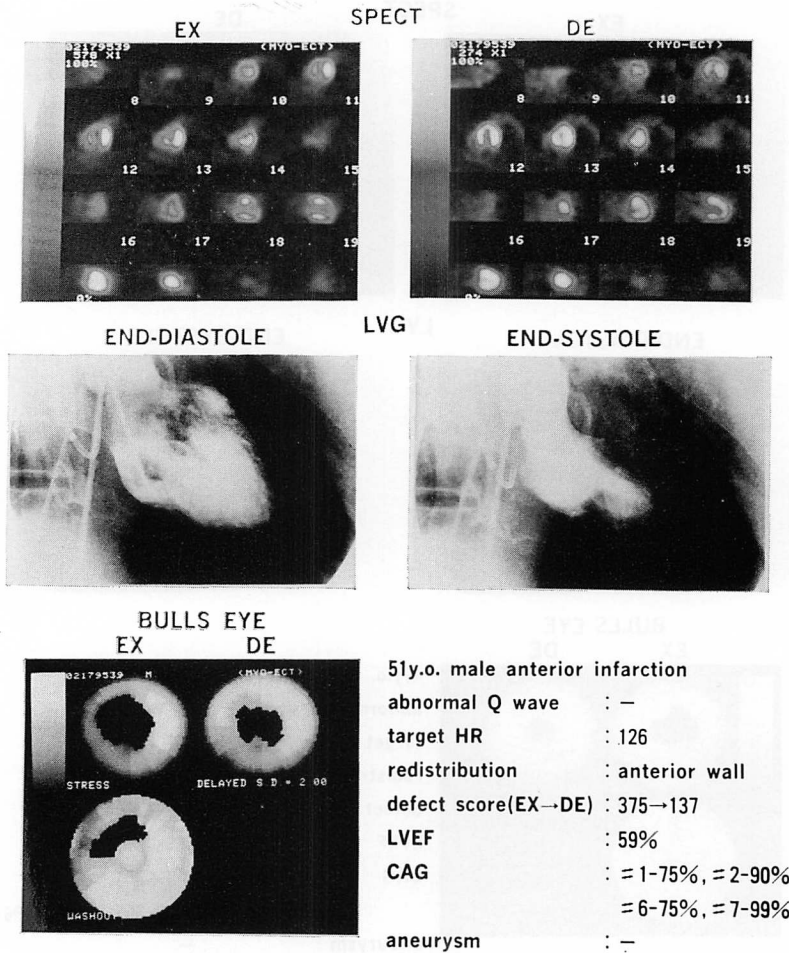


Fig. 6. Typical case of type D without left ventricular aneurysm.

Reciprocal walls of divergent-type in a poststress (EX) image improve to a parallel pattern in a delayed image (ED) and incomplete redistribution is shown. Wall motion is normal on left ventriculograms (LVG).

徴について検討した。

従来より左室瘤はその 80% 以上が、特に心尖部を含む左室前壁梗塞に合併するとされ、今回の我々の報告と一致する^{1,7)}。1例ながら広範な前壁梗塞にもかかわらず心室瘤を合併しなかったことから、心室瘤の発生には心尖部梗塞の関与が血行力学上必要条件であると思われた。D および E 群は、負荷直後像にて心筋壁が心基部から心尖部にかけて開大し、再分布時には不変かまた

は平行位に心筋壁が回復する群である。特に D 群では梗塞部周辺に再分布を示す例が高頻度に見られ、これらの群に心室瘤が多く含まれることから、運動負荷により心室瘤周辺部の心筋虚血および高度な壁運動異常がより一層憎悪された状態を、この負荷直後心筋シンチ像の壁配列異常所見が反映しているものと推測される。このことはさらに運動負荷心プールシンチを用いて検討する予定である。また、再分布像で正常の収束像を呈す

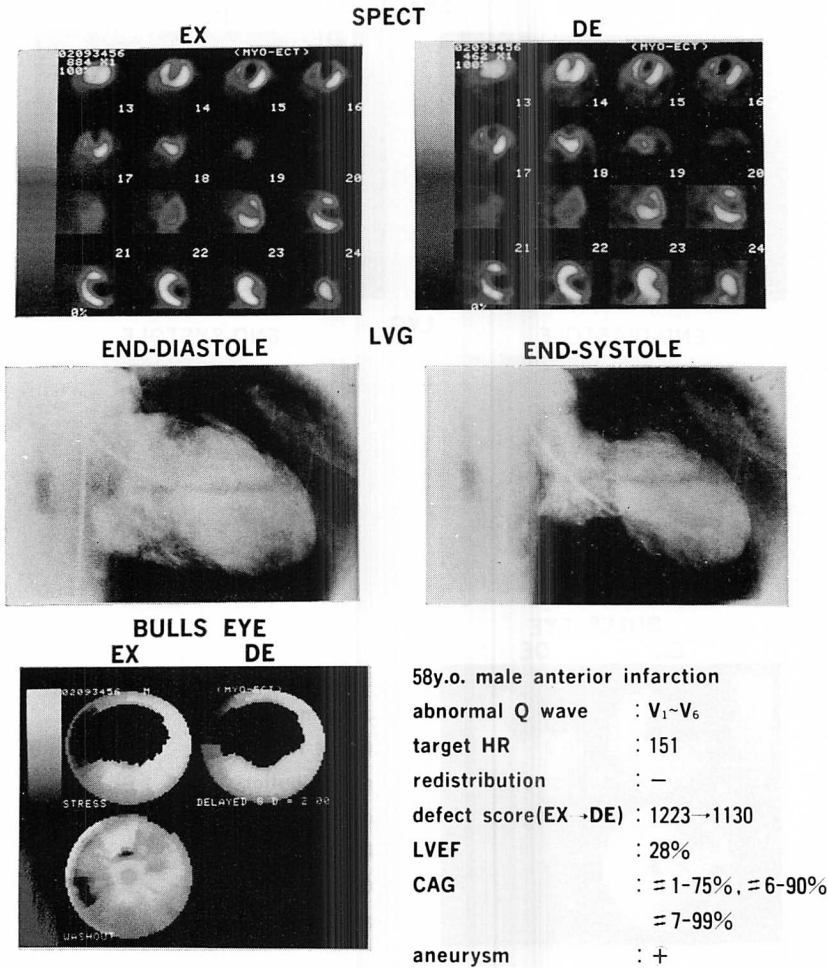


Fig. 7. Typical case of type E with left ventricular aneurysm.

Divergent walls are seen in both images and a large permanent defect in the extensive anterior wall. A large aneurysm can be seen in the apex, and anterior and inferior walls.

る B 群にも心尖および前壁に再分布を示す例が多く、生存可能な心筋の一過性壁運動異常を示す所見と考えられた。

以上のことより、心室瘤の大きさが小さい例などで、安静時像のみでは検出できなくても、負荷シンチを用いれば診断率を向上でき得るものと考えられ、事実、小範囲である心尖部にのみを限局した心室瘤も、C, D および E 群を陽性とした場合、正診率 67% (4/6) で診断可能であった。

結 論

発症 2 ヶ月以内の 79 例の心筋梗塞患者を対象に、運動負荷心筋 SPECT および左心室造影を施行し、負荷直後および再分布像の左心室長軸断層像の形態的变化より 5 つのタイプに分類した。それに基づき左心室瘤の診断精度を検討した結果、以下の結論を得た。

1. 今回の検討では左心室瘤はすべて心尖また

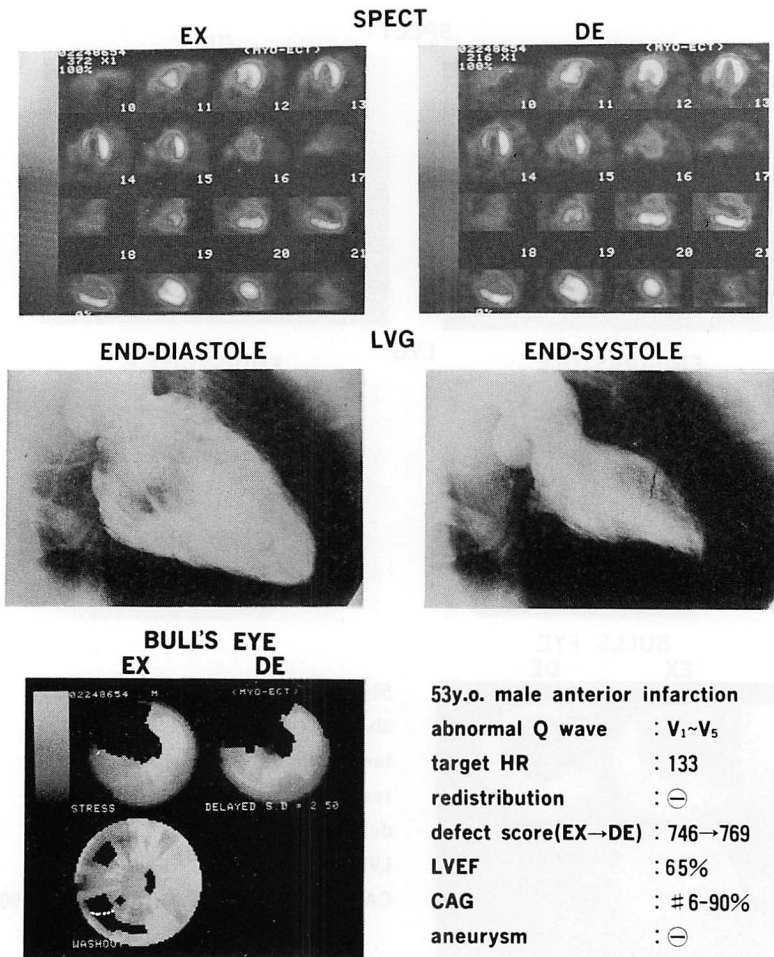


Fig. 8. A specific case of type A.

A convergent wall pattern in poststress (EX) and delayed (DE) images is typical but the defect score, ≥ 200 , is atypical for A. Note a small defect in the apex.

は心尖前壁梗塞例であった。

2. 負荷直後像にて、心基部から心尖部にかけて心室壁の開大する所見を呈する例を心室瘤陽性としたとき、診断感度 89%、特異性 92%、正診率 86% であった。偽陰性 3 例中 2 例は心尖部梗塞であった。

3. D および E 群の defect score は A~C 群に比し有意に大であった。

4. 対象を心尖前壁梗塞に限定し、defect score

≥ 200 を左心室瘤陽性としたとき、診断感度 96%、特異性 75%、正診率 86% であった。また偽陽性 4 例中 1 例は正常の心室壁パターンを呈する心尖部を除く広範前壁梗塞であり、偽陰性の 1 例は心尖部梗塞例であった。

以上より、予後判定に重要な心室瘤の診断は心筋 SPECT のみで十分可能であり、その特徴として SPECT 像上広範かつ重症な還流欠損を呈する心尖部を含む前壁梗塞例に限られ、負荷直後

像にて心基部から心尖部に向かい開大する所見を有していた。また心尖部梗塞例ではその判定に慎重であるべきであると思われた。

要 約

左心室瘤の ^{201}Tl 心筋 SPECT による診断およびその特徴について検討した。対象は心筋梗塞発症後 2 ヶ月以内にトレッドミル運動負荷心筋 SPECT および選択的冠状動脈造影、左心室造影を施行した前壁(42)、前壁+下壁(3)、下壁(29)、後壁(5) 梗塞 79 例(一枝病変: 23 例, 二枝病変: 25 例, 三枝病変: 31 例)である。視覚的に心筋 SPECT 左心室水平長軸断層像の中隔と側壁、または垂直長軸断層像の前壁と下壁が心基部から心尖部に向かい収束(C)、平行(P)、開大(D)する例の 3 タイプに負荷直後像および再分布像について分類し、これらのタイプが経時的にそれぞれ C-C、P-C、P-P、D-P、D-D となる 5 種類に分け、それぞれ A 群(36 例)、B 群(8 例)、C 群(7 例)、D 群(5 例)、E 群(23 例)とした。左心室造影で左心室瘤の確認された例は A~E 群の順に 0 例、0 例、3 例、3 例、21 例で E 群が有意に多かった。ここで D 群および E 群(全例前壁梗塞)を心室瘤陽性とした場合、診断感度 89%、特異性 92%、正診率 86% であり、偽陰性 3 例中 2 例は心尖部梗塞であった。また極座標表示法を用いて再分布像で defect score を算出した結果、D、E 群が A~C 群に比し有意に大であった。ここで前壁梗塞患者で defect score ≥ 200 を心室瘤陽性としたとき、感度 96%、特異性 75%、正診率 86%

であり、偽陰性 1 例は心尖部梗塞であり、偽陽性 2 例中 1 例は心尖部を除く広範な前壁梗塞であった。

以上より、予後判定に重要な心室瘤の診断は心筋 SPECT のみで可能であり、その特徴は SPECT 像にて広範な壊死を伴う心尖前壁梗塞例で、負荷直後像にて D タイプを呈するものであった。

文 献

- 1) Schlichter J, Hellerstein HK, Katz LM: Aneurysm of the heart: A correlated study of 102 proved cases. *Medicine* **33**: 43-86, 1954
- 2) Dubnow MH, Burchell HB, Titus JL: Post-infarction ventricular aneurysm: Clinicopathological and electrocardiographic study of 80 cases. *Am Heart J* **70**: 753-760, 1965
- 3) Friedman MJ, Cantor RE: Reliability of gated scintigrams for detection of left-ventricular aneurysm: Concise communication. *J Nucl Med* **20**: 720-723, 1979
- 4) Hurst JW, Logue RB, Schlant RC, Wenger NK: *The heart, arteries and veins*. 4th ed, McGraw Hill, New York, 1978, p 1277
- 5) Meizlish JL, Berger J, Plankey M, Errico D, Levy W, Zaret BL: Functional left ventricular aneurysm formation after acute anterior transmural myocardial infarction. *N Eng J Med* **87**: 249-257, 1963
- 6) Morton AM, Alazraki PA, Taylor AT, Datz FL: SPECT thallium-201 scintigraphy for the detection of left-ventricular aneurysm. *J Nucl Med* **28**: 168-172, 1987
- 7) Weyman AE, Peskoe SM, Williams ES, Dillon JC, Feigenbaum H: Detection of left ventricular aneurysms by cross-sectional echocardiography. *Circulation* **54**: 936-943, 1976