

急性心筋梗塞における梗塞量と心エコー図所見との相関

Relationship between infarct size estimated by thallium-201 myocardial imaging and echocardiographic findings in acute or convalescent phase of myocardial infarction

片岡 一
上田 慶二*
坂井 誠*
田淵 博巳**
外山比南子**
村田 啓**
高岡 茂
中村 一彦
橋本 修治
飯尾 正宏***

Hajime KATAOKA
Keiji UEDA*
Makoto SAKAI*
Hiromi TABUCHI**
Hinako TOYAMA**
Hajime MURATA**
Shigeru TAKAOKA
Kazuhiko NAKAMURA
Shuji HASHIMOTO
Masahiro IIO***

Summary

The relationship between infarct size estimated by computer-assisted thallium (Tl)-201 myocardial imaging and echocardiographic parameters of left ventricular function was studied in 15 patients in acute transmural myocardial infarction. Four projections (anterior, LAO 30°, LAO 60° and left lateral projections) of Tl-201 myocardial images were obtained in each patient using the standard technique within six to 32 days (mean 17.1 days) after the onset of acute myocardial infarction. The estimate of the infarct size was made using a computer-assisted quantitative method ("corrected" circumferential

鹿児島大学医学部 第二内科
鹿児島市宇宿町 1208-1 (〒890)
*東京都養育院付属病院 循環器科
**同 核医学放射線部
東京都板橋区栄町 35-2 (〒173)
***東京大学医学部 放射線科
東京都文京区本郷 7-3-1 (〒113)

The Second Department of Internal Medicine,
Kagoshima University School of Medicine, Usuki-cho
1208-1, Kagoshima 890

*The Division of Cardiology, **The Department of
Nuclear Medicine and Radiological Sciences, Tokyo
Metropolitan Geriatric Hospital, Sakae-cho 35-2,
Itabashi-ku, Tokyo 173

***The Department of Radiology, Faculty of Medi-
cine, University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-
ku, Tokyo 113

Presented at the 24th Meeting of the Cardiography Society held in Tokyo, March 23-24, 1982
Received for publication May 14, 1982

profile method), by which the sum of the defect score in four projections was obtained and defined as the total “corrected” defect score.

All patients underwent an echocardiographic study within three to 35 days after the onset of acute myocardial infarction. The echocardiographic measurements included: 1) left ventricular end-diastolic dimension (LVDd), 2) left atrial dimension (LAD), 3) distance between the E point of the mitral valve and the interventricular septum (DLVOT) and 4) mitral diastolic descent rate (MDDR).

The following results were obtained;

1) Computer-assisted Tl-201 estimates of infarct size correlated well with visually interpreted infarct size ($r=0.831$, $p<0.001$).

2) There existed an excellent linear correlation between total “corrected” defect score and LVDd ($r=0.779$, $p<0.001$) or LVDd index (LVDd/body surface area) ($r=0.852$, $p<0.001$). However, there was no relation between total “corrected” defect score and LAD or LAD index (LAD/body surface area).

3) DLVOT was correlated well with total “corrected” defect score ($r=0.613$, $p<0.02$). Correlation between MDDR and the total “corrected” defect score was poor.

In conclusion, our present study suggests that, although there is controversy about the influence of myocardial infarction on cardiac chamber size, there does exist a significant effect of myocardial infarct size upon left ventricular dimension. However, left atrial dimension was not affected by myocardial infarction in acute or convalescent phase.

Key words

First myocardial infarction Quantitative analysis of Tl-201 image Infarct size Echocardiography
Left ventricular dimension

はじめに

急性心筋梗塞における梗塞量は、心機能、予後の重要な規定因子である¹⁾。梗塞量と左心機能との相関を検討した研究は多いが、急性期の心筋梗塞における梗塞量と左室容積との関係についてはまだ議論の多いところであり、梗塞量が左室容積に影響するとする報告²⁾、しないとする報告³⁻⁵⁾など、一定の結論ををみていない。

一方、thallium (Tl)-201 心筋シンチグラフィは、直接的に心筋虚血の評価が可能で⁶⁾、最近ではコンピューター利用による Tl-201 心筋シンチ像の定量的解析法が報告されている^{7,8)}。我々も Tl-201 心筋シンチ像の定量的解析法として、“corrected” circumferential profile method を考案し、その有用性を報告した⁹⁾。本研究においては、急性期、回復期の心筋梗塞初発例を対象として、Tl-201 心筋シンチ像の定量的解析により求めた梗塞量と心エコー図所見との対比を行

い、梗塞量の左心機能に及ぼす影響につき検討した。

対象と方法

対象は心疾患のない正常対照群 10 例と、急性心筋梗塞初発例の患者群(以下 AMI 群) 15 例である。正常対照群は健康成人男子よりなり、年齢分布は 25~32 歳、平均年齢 27.5 歳で、病歴、理学的所見、心電図、胸部 X 線写真にて心疾患を示唆する異常所見を認めないものである。AMI 群は発作後平均 2.2 日目に東京都養育院付属病院循環器科 CCU に入院し、典型的胸痛発作、心電図上 ST の上昇、異常 Q 波の出現、酵素学的検査にて CPK-MB の上昇により貫壁性心筋梗塞と診断されたもので、男性 9 例、女性 6 例、年齢分布は 58~83 歳、平均年齢は 70.7 歳であった。これらの対象例について、以下のごとき検討を行った。

1. Tl-201 心筋シンチ像の定量的解析法—“cor-

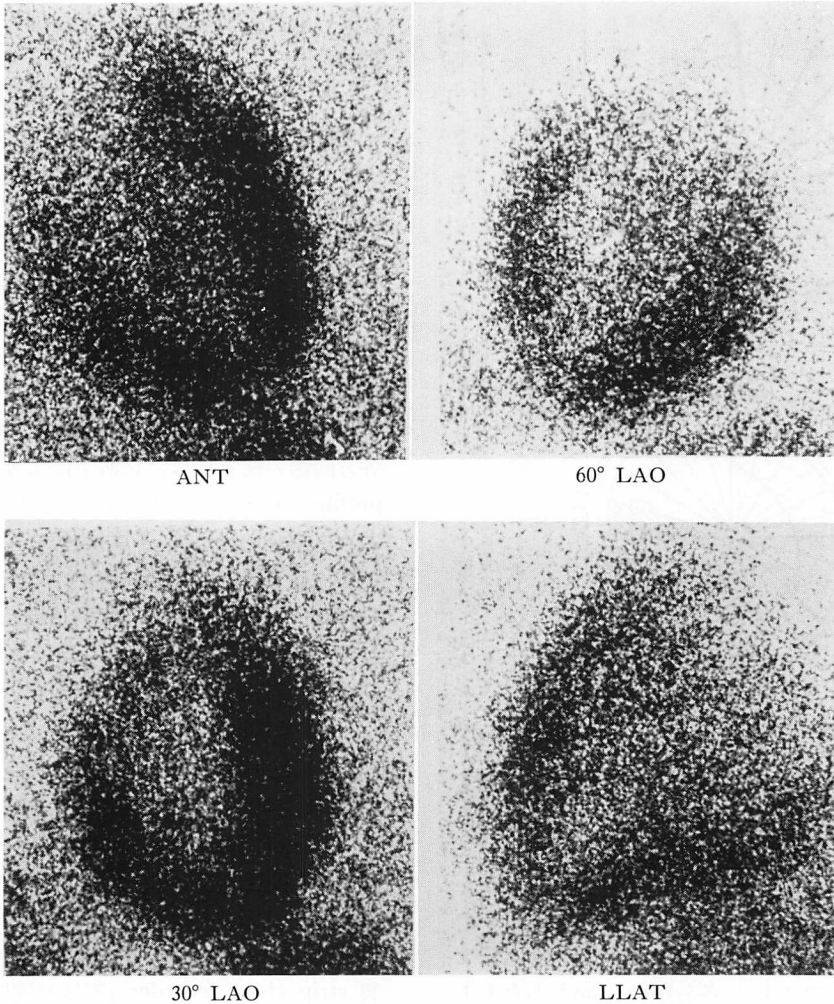


Fig. 1. Representative Tl-201 myocardial image from a normal volunteer.
ANT=anterior; LAO=left anterior oblique; LLAT=left lateral.

rected circumferential profile method—

Tl-201 心筋シンチ像は、安静臥位にて Tl-201 chloride 2 mCi を静注し、約 10 分後より正面、左前斜位 30 度、左前斜位 60 度、左側面の 4 方向像で撮影した (Fig. 1)。各方向のイメージは、コンバージングコリメーター (CMS 製) を装着した γ カメラ (Searle 製 PHO/Gamma V) とコンピューターシステム (島津シンチパック 1200, 128 kW) を用いて、プリセットタイム 300 秒、128×

128 マトリックスにて収録した。

Fig. 2 は Tl-201 心筋シンチ像の定量的解析における関心領域 (region of interest, 以下 ROI) の設定法を示す。ブラウン管 (CRT) 上に再現された心筋シンチ像において、視覚的に左心室外縁を設定し、左心室中央よりの放射線にて左心室を 12 時の方向から時計回りに 15 度ずつの 24 分割とし、分割番号 (1~24) を付した。

まず対照群の心筋シンチ像の定量的解析によ

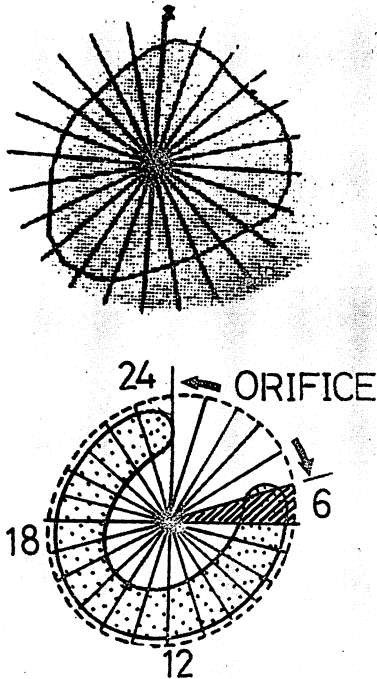


Fig. 2. The method of placing the region of interest.

Upper panel shows the processed image on CRT and lower panel represents its schematic drawing. Number represents the segmental number.

り, 各方向像ごとに, 正常コントロールのための profile curve を求めた (Fig. 3). 上述の方法で ROI を設定したのち, 各分割の pixel あたりの平均カウントを求め, 最大平均カウント分割を 100% として標準化した. ついで各分割ごとに, 正常対照群 10 例より求めた相対的カウントの平均値の 100% に対する比率を求め, これを分割個々の補正係数 (以下 correction factor) とした (Fig. 3 の白丸が correction factor を示す). かくして得られた correction factor を相対的カウントに乗じたのち, 対照群 10 例より, 各分割の平均値 (=100%) と, 標準偏差値 (SD) を求め, $100-4SD$ (%) ラインを正常下限とし, 縦軸にカウント比を, 横軸に分割番号をとり, 正常 profile curve を作製した. なお, 正常対照群の心筋シン

チ像の検討成績に基づき, 弁口部の含まれる分割を除外した.

AMI 群の心筋シンチ像は, 発症後平均 17.1 日目に撮影し, 正常対照群より求められた correction factor により補正して得られた患者 profile curve を作製し, 正常 profile curve と比較した. 患者 profile curve の作製にあたっては, Fig. 2 に示された方法で ROI を設定し, 分割ごとに分割個々の補正係数に乗じたのち, pixel あたりの平均カウントを求め, 最大の平均カウント分割を 100% として標準化し, 縦軸にカウント比を, 横軸に分割番号をとり, 患者 profile curve とした. 各方向像の梗塞量は, 正常下限より偏位した患者 profile curve の面積の正常下限以下の全面積に占める割合 (%) から “corrected” defect score として定量化し, 4 方向像の score の和を total “corrected” defect score (以下単に defect score) とした. Fig. 4 に, 下壁心筋梗塞例で, 左前斜位 60 度心筋シンチ像の定量的解析により得られた患者 profile curve の 1 例を呈示した.

2. M モード心エコー図による解析

AMI 群で, 発症後平均 7.6 日目に M モード心エコー図記録を行った. 日立製 EUB 10 を使用して, 仰臥位あるいは左側臥位にて検査し, 第 3, 第 4, あるいは第 5 肋間胸骨左縁より, 左心室長軸と直角になる方向にビームを向け, Honeywell 製 strip chart recorder (紙送り速度 50 mm/秒) により, 心エコー図の記録を行った. 記録された心エコー図について, 左室拡張末期径 (left ventricular end-diastolic dimension, LVDd), 左房内径 (left atrial dimension, LAD), 僧帽弁 E 点-中隔間距離 (mitral E point to ventricular septal separation, EPSS), 拡張期僧帽弁前尖後退速度 (mitral diastolic descent rate, MDDR) の測定を行った. LVDd は心電図の R 波の頂点に一致した時点で中隔左室側エコーから左室後壁心内膜エコー前面までの距離を, LAD は収縮末期において, 大動脈後壁エコーから左房後壁エコーの前面までの垂直距離を, また EPSS は僧帽弁

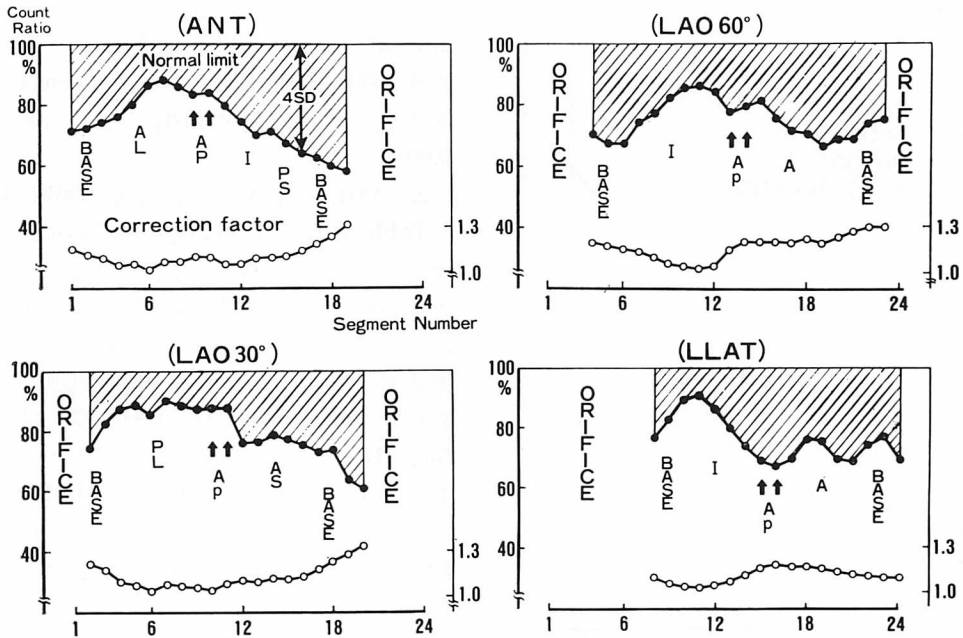


Fig. 3. Circumferential profile curves for normal control drawn from the analysis of 10 normal volunteers using the "corrected" circumferential profile method.

Shaded area shows the normal limit. The open circle represented at the lower half of the diagram shows the correction factor.

A=anterior; AL=anterolateral; AP=apical; AS=anteroseptal; I=inferior; P=posterior; PL=posterolateral; PS=posteroseptal.

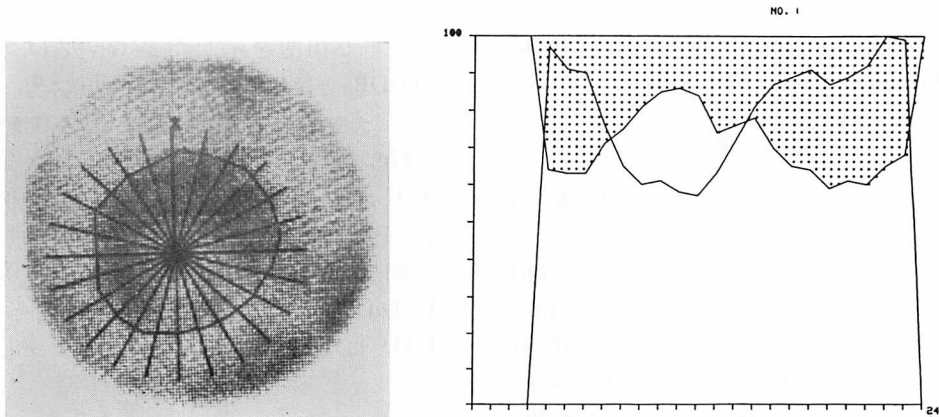


Fig. 4. Representative drawing of the "corrected" circumferential profile curve obtained from a patient with inferoposterior myocardial infarction.

Patient's curve is obtained from analysis of the 60° left anterior oblique projection. Shaded area shows the normal limit and solid line represents the patient's curve.

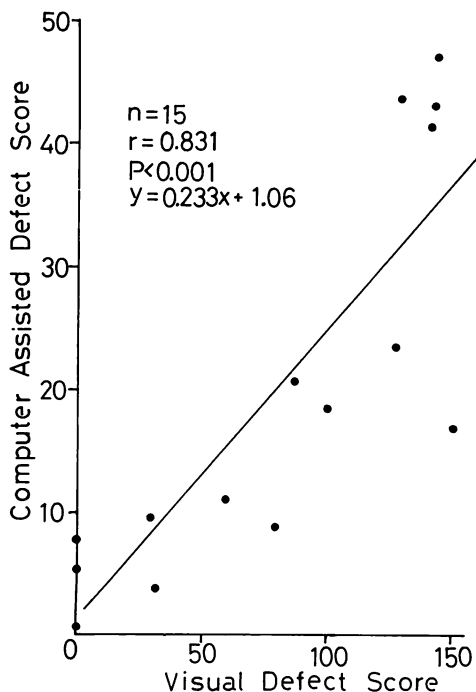


Fig. 5. Correlation between the total “corrected” defect score (computer-assisted) and the total visually interpreted defect score.

前尖エコーの E 点と中隔左室側エコーの最短距離を計測して求めた。LVDD, LAD については、さらに体表面積にて補正して求めた LVDD index, LAD index についても検討した。

結 果

1. Defect score と視覚的判断による梗塞量との相関

我々の考案した Tl-201 心筋シンチ像の定量的解析法である “corrected” circumferential profile method の妥当性を検討するために、AMI 群を対象として、本法により得られた defect score と心筋シンチ像の視覚的判断により求めた梗塞巣の拡がりとの相関を検討した。Fig. 5 において、横軸は視覚的に求めた梗塞巣の拡がり、接線方向に投影された心筋部分に占める梗塞巣の割合

(%) の 4 方向像の和を示し、縦軸は “corrected” circumferential profile method により求められた 4 方向像の梗塞量の和、つまり defect score を示すが、両者は良く相関した ($r=0.831, p<0.001$)。

2. AMI 群の臨床像と検査成績 (Table 1)

Table 1 に AMI 群の臨床像、心筋シンチ像のコンピューター処理により得られた defect score と、心エコー図上の諸計測値を示す。AMI 群の心電図による梗塞部位は、前壁梗塞 8 例、下壁梗塞 7 例であった。コンピューター処理により求められた defect score は、 $0.44\sim 47.1 (20.1\pm 15.6 (\bar{m}\pm SD))$ であった。心エコー図上で計測して得られた LVDD, LAD, EPSS, MDDR はそれぞれ、 $54.3\pm 10.3 \text{ mm}$, $40.4\pm 8.3 \text{ mm}$, $12.7\pm 10.8 \text{ mm}$, $74.7\pm 40.9 \text{ mm/sec} (\bar{m}\pm SD)$ であった。

3. Defect score と左心系内腔との関係

LVDD および LVDD index は defect score と有意な相関を示した ($r=0.779, 0.852$, ともに $p<0.001$) (Fig. 6)。しかし、LAD あるいは LAD index と defect score との間には有意な相関を認めなかった (Fig. 7)。

4. Defect score と EPSS, MDDR との関係

Fig. 8 に示すごとく、defect score は EPSS とは粗な相関を示したが ($r=0.613, p<0.02$)、MDDR とは相関しなかった (Fig. 9)。

5. 大梗塞群と小梗塞群との心エコー図所見の比較

Fig. 10 に示すごとく、defect score 値により、AMI 群を defect score 20 以上の大梗塞群 (L 群) と 20 未満の小梗塞群 (S 群) とに分け、心エコー図所見の比較を行うと、LVDD, EPSS, EPSS/LVDD の平均値は両者間で有意差を示したが、LAD には有意差を認めなかった。

考 案

Tl-201 心筋イメージングは、非侵襲的に冠血流分布状態を直接的に把握することが可能で⁶⁾、現在、虚血性心疾患の評価に広く臨床的に応用さ

Table 1. Summary of TI-201 defect score and echocardiographic data in 15 patients with myocardial infarction

Case No.	Age & Sex	BSA	Location	TI-201 defect score	LVDd (mm)	LVDd/BSA	LAD (mm)	LAD/BSA	EPSS (mm)	EPSS/LVDd	MDDR (mm/sec)
1	72 M	1.55	A	0.44	51	32.9	29	18.7	10	0.196	62
2	76 F	1.44	A	3.78	48	33.3	48	33.3	6	0.125	48
3	73 F	1.18	A	5.22	35	29.7	38	32.2	7	0.2	21
4	83 F	1.11	A	7.85	40	36.0	22	19.8	6	0.15	64
5	70 F	1.30	I	8.88	47	36.2	50	38.5	0	0	118
6	70 M	1.47	I	8.97	50	34.0	43	29.3	5	0.10	32
7	72 M	1.48	A	11.3	60	40.5	40	27.0	15	0.25	130
8	79 M	1.50	I	16.8	49	32.7	54	36.0	7	0.143	54
9	58 M	1.49	A	18.5	45	30.2	39	26.2	3.5	0.07	68
10	63 M	1.57	I	20.7	60	38.2	40	25.5	9	0.15	56
11	73 M	1.45	A	23.6	67	46.2	37	25.5	37	0.55	80
12	71 F	1.16	A	41.6	60	51.7	33	28.4	9	0.134	48
13	62 M	1.55	I	43.0	67	43.2	46	29.7	17	0.254	73
14	75 F	1.32	I	43.7	67	50.8	50	37.9	24	0.358	188
15	67 M	1.37	I	47.1	68	49.6	37	27.0	35	0.515	78

Abbreviations: M=male; F=female; BSA=body surface area; A=anterior; I=inferior; LVDd=left ventricular end-diastolic dimension; LAD=left atrial dimension; EPSS=mitral E-point septal separation; MDDR=mitral diastolic descent rate.

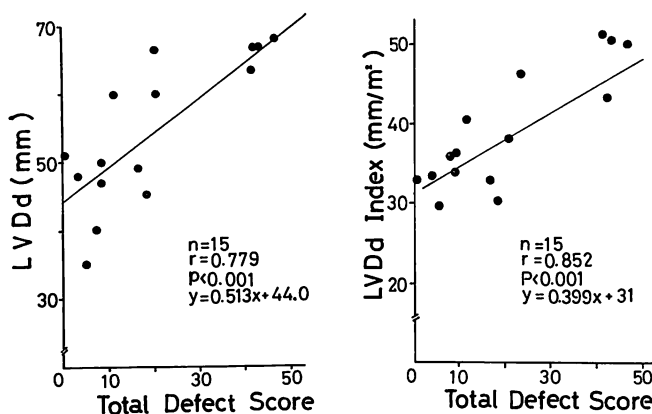


Fig. 6. The relationship between TI-201 estimate of infarct size (Total Defect Score) and LVDd (left panel) or LVDd index (right panel).

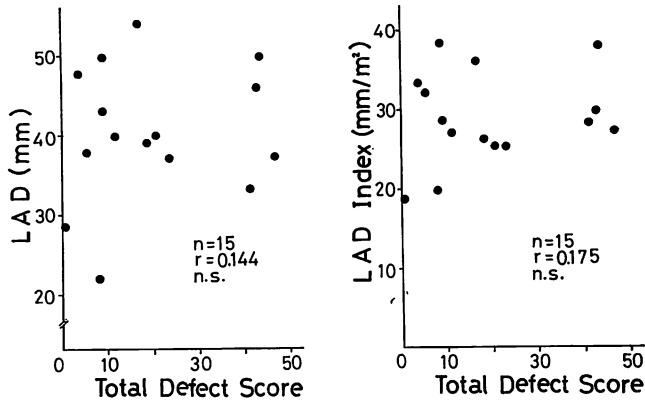


Fig. 7. The relationship between TI-201 estimate of infarct size (Total Defect Score) and LAD (left panel) or LAD index (right panel).

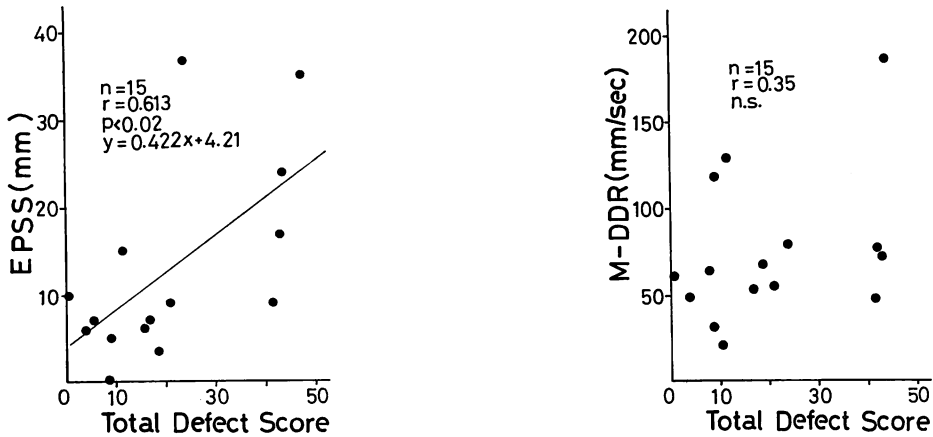


Fig. 8. The relationship between TI-201 estimate of infarct size (Total Defect Score) and EPSS.

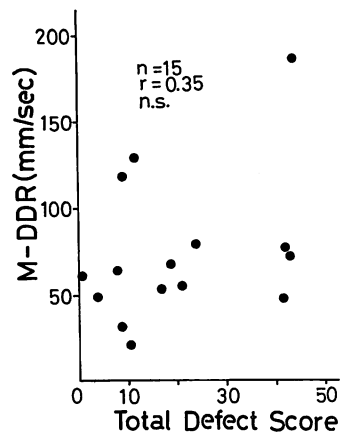


Fig. 9. The relationship between TI-201 estimate of infarct size (Total Defect Score) and MDDR.

れている。さて、急性心筋梗塞における梗塞量は、心機能、予後の重要な規定因子であり¹⁾、梗塞量を知ることは治療方針や病態の把握にとっても重要である。心筋梗塞量の指標としては、TI-201心筋イメージングのほかに、左心室造影による方法¹⁰⁾、血清酵素値の経時的測定によるもの¹¹⁾、心電図、ことに前胸部STマッピングによる方法¹²⁾などが用いられている。しかしながら、いずれの方法も、心筋虚血あるいは心筋梗塞量の評価のため

に間接的指標を用いており、冠血流分布を直接的に反映しているものとはいい難い。さらにCPKについては、発症初期の測定という時間的制約や、心筋以外に由来する血清酵素の影響を受けやすいこと、左心室造影においては侵襲的であり、急性期には施行が困難であること、心電図、ことにSTマッピングにおいては、時間的制約や、必ずしも梗塞量と相関しないとの報告もあり、一致した見解が得られていないことなど、問題点も少なく

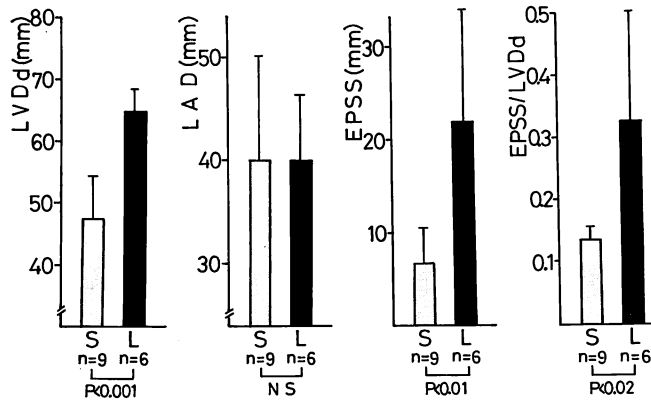


Fig. 10. Comparison of echocardiographic parameters between large defect score group and small one.

S=small; L=large.

ない。これに対し、Tl-201 心筋イメージングは、心筋内の冠血流分布状態を、解剖学的位置づけとともに、直接的、可視的に把握可能とする。さらに、負荷 Tl-201 心筋イメージングにおいて再分布像を撮影することで、心筋の可逆性の虚血と不可逆性の心筋壊死との鑑別も可能となる¹³⁾。

以上のごとく、Tl-201 心筋イメージングは、直接的に心筋虚血を知り得る点で優れた非侵襲的方法であるが、虚血や梗塞の程度をいかに定量化して表現するかが、梗塞量を評価する上で重要な問題となる。検者の視覚による主観的方法では、経験や熟練を必要とし、また Tl-201 心筋シンチ像は、単なる虚血巣の2次元的な拡がりのみでなく、放射性活性の程度という3次元的拡がりを併せもっており、視覚的判断により評価するには困難な点が少なくない。最近、コンピューター利用による Tl-201 心筋シンチ像の定量的解析法が報告され、その有用性が指摘されている^{7,8)}。

我々も、コンピューター利用による Tl-201 心筋シンチ像の定量的解析法として“corrected” circumferential profile method を考案し、その臨床的有用性を報告した⁹⁾。正常者の Tl-201 心筋シンチ像にも、心筋内の Tl-201 分布は一様でなく、各方向像ごとに特徴的 Tl-201 の分布様式

を呈する¹⁴⁾。本法は患者心筋シンチ像の定量的解析において、正常者心筋シンチ像より得られた“correction factor”を利用し、本来備わった不均一分布を是正した上で患者 profile curve を作製し、異常偏位の程度を定量化するもので、客観的な梗塞量の定量化が可能であると考えられる。

心エコー図は非観血かつ簡便に心機能評価が可能であり有用な方法であるが、segmental asynergy を有する虚血性心疾患を対象とした M モード心エコー図は、多くの問題点と限界を有しており、かかる症例を対象とした場合、M モード心エコー図上の各種のパラメーター解釈には注意を要する。ことに、心機能の重要な指標とされる駆出率を M モード心エコー図より算出することは適切でない¹⁵⁾。本研究において、我々は梗塞量の心機能におよぼす影響を M モード心エコー図を用い検討したが、このさい、segmental asynergy の影響の少ないとされる LVDd, LAD, EPSS, MDDR を指標とした。

Asynergy を有する虚血性疾患を対象として、M モード心エコー図の左室内径より算出した左室容積と、左室造影により求めたそれとの相関を検討した研究をみると、両者間の相関は左室収縮期容積では粗であるが、左室拡張期容積との相関

は良好であった¹⁶⁾。ゆえに、我々は M モード心エコー図より求めた左室拡張末期径 (LVDD) を左室拡張末期容積の指標とし、TI-201 心筋シンチ像より求めた梗塞量との関係を検討した。

心筋梗塞の左室容積におよぼす影響については議論の多いところである。Hood ら³⁾は、実験的に作製した心筋梗塞犬において、梗塞巣の stiffness 増加に起因すると思われるコンプライアンスの低下、および左室拡張末期圧の上昇はあるものの、左室容積には有意の変化を認めなかったとしている。臨床的にこの成績を裏付けるものとして、Broder ら⁴⁾、Smith ら⁵⁾は、急性心筋梗塞症例において、左室拡張末期圧の上昇は認めたものの、心エコー図上は LVDD の増加を認めなかったと述べている。しかしながら、Corya ら²⁾は心筋梗塞初発症例を対象とした心エコー図所見の検討の中で、前壁梗塞の 70%、下壁梗塞の 35% の症例において、LVDD index の増加を認め、LVDD index の増加は心不全症状の発現と関連し、LVDD index/PR-AC ratio が予後の判定に有用であったと報告している。

我々の今回の心筋梗塞初発症例を対象とした研究においても、TI-201 心筋シンチ像の定量的解析により求めた梗塞量と、LVDD の実測値ならびに index とはよく関連し、両者は密接な関係にあることが示唆された。心筋梗塞に伴うかかる左室容積の増加は、Frank-Starling 機序による心機能の代償機転を推定させるが、梗塞量は心機能、予後の重要な規定因子であること¹⁾、心筋梗塞後に生じた心拡大の予後が悪いこと^{2,17)}を考え併せると、梗塞量と心拡大と予後との密接な関連性が強く示唆され、我々の今回の研究も、それを強く裏付けることとなった。

急性期における心筋梗塞の左房容積におよぼす影響についての報告は、我々の知り得る範囲では少ない。本研究においては、急性期および回復期における梗塞量と心エコー図より求めた LAD との関係についても検討したが、両者間に有意の相関はなく、また、defect score 20 以上と、20 未

満の群の比較においても、LAD の平均値はほぼ等しく、有意差を認めなかった。腱索断裂など急性に生じた僧帽弁閉鎖不全症においては、左房の拡張は目だたないとされるが¹⁸⁾、本研究は心筋梗塞の急性期において、梗塞量に応じた左室拡張末期圧の上昇や乳頭筋機能不全症候群に伴う僧帽弁閉鎖不全が生じて、左房負荷の程度が軽く、短期間のうちに左心房の拡張を来すことは少ないことを示唆するものと思われる。

EPSS は、asynergy の有無にかかわらず左室駆出率とよく関連し¹⁹⁾、駆出率の低下を伴わない左室拡張末期径のみの増大では影響が少ないことが知られており²⁰⁾、左室機能の有用な指標として広く用いられている。EPSS が病因とは非特異的な関係にあり、駆出率とよく関連することを考慮すると、今回の研究における梗塞量と EPSS との関係も、直接的な相関関係でなく、間接的な相関関係である可能性を考慮する必要がある。すなわち、心筋梗塞初発症例においては、TI-201 心筋シンチ像の定量的解析により求められた梗塞量と左室駆出率とは互いに良好な相関関係にあるため⁹⁾、梗塞量に比例した左室駆出率の低下が EPSS の増大を生じ、EPSS と梗塞量とに相関関係を生じたものと考えられた。

要 約

急性期および回復期の心筋梗塞初発症の 15 症例において、TI-201 心筋シンチ像のコンピューター処理により求めた梗塞量と心エコー図所見の対比を行い、梗塞量の心機能におよぼす影響につき検討した。各症例において、心筋梗塞発症後 6~32 日目に、4 方向像(正面、左前斜位 30 度および 60 度、左側面)の TI-201 心筋シンチ像を撮影した。各方向像において、コンピューター処理による解析法 (“corrected” circumferential profile method) により梗塞量を defect score とし、4 方向像の和を total “corrected” defect score とした。心エコー図は、発症後 3~35 日目に記録し、左室拡張末期径 (LVDD)、左房

内径 (LAD), 僧帽弁 E 点-中隔間距離 (EPSS), 僧帽弁前尖後退速度 (MDDR) につき計測して, 以下の結論が得られた.

1) Tl-201 心筋シンチ像のコンピューター処理により求めた梗塞量と, 視覚的判断により求めた梗塞量の拡がりとは, よい相関を示した ($r=0.831, p<0.001$).

2) LVDd の実測値および体表面積で補正して得られた LVDd index は, それぞれ相関係数 0.779, 0.852 で, Tl-201 心筋シンチ像の定量解析により求めた梗塞量と有意の相関を示した ($p<0.001$). しかしながら, 梗塞量と LAD あるいは LAD index とは相関しなかった.

3) EPSS と梗塞量との間には粗な相関が認められたが, これは直接的な相関関係というより, 左室駆出率を介しての間接的な関係であると思われる. 梗塞量と MDDR とは相関しなかった.

文 献

- 1) Page DL, Caulfield JB, Kastor JA, DeSanctis RW, Sanders CA: Myocardial changes associated with cardiogenic shock. *N Engl J Med* **285**: 133, 1971
- 2) Corya BC, Rasmussen S, Knoebel SB, Feigenbaum H, Black MJ: Echocardiography in acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **36**: 1, 1975
- 3) Hood WB Jr, Bianco JA, Kumar R, Whiting RB: Experimental myocardial infarction. IV. Reduction of left ventricular compliance in the healing phase. *J Clin Invest* **49**: 1316, 1970
- 4) Broder MI, Cohn JN: Evolution of abnormalities in left ventricular function after acute myocardial infarction. *Circulation* **46**: 731, 1972
- 5) Smith M, Ratshin RA, Harrell FE Jr, Russell RO Jr, Rackley CE: Early sequential changes in left ventricular dimensions and filling pressure in patients after myocardial infarction. *Am J Cardiol* **33**: 363, 1974
- 6) Wackers FJ, Schoot JB, Sokole EB, Samson G, Niftrik GJ, Lie KI, Durrer D, Wellens HJ: Noninvasive visualization of acute myocardial infarction in man with thallium-201. *Br Heart J* **37**: 741, 1975
- 7) LeFree MT, Vogel RA, Kirch DL, Steele PP: A method for computerized interpretation of myocardial perfusion scintigraphic images. *J Nucl Med* **19**: 748, 1978
- 8) Burow RD, Pond M, Schafer W, Becker L: "Circumferential profiles": A new method for computer analysis of thallium-201 myocardial perfusion images. *J Nucl Med* **20**: 771, 1979
- 9) Kataoka H, Takaoka S, Ueda K, Sakai M, Sato Y, Shimizu T, Toyama H, Murata H, Iio M: A new method for quantitative analysis of thallium-201 myocardial scintigram. Corrected circumferential profile method (abstr). *Jpn Circ J* **45**: 987, 1981
- 10) Kimata S, Inoue Y: Relationship between left ventriculographic findings and clinical symptoms and signs in acute myocardial infarction. *Jpn Circul J* **44**: 218, 1980
- 11) Sobel BE, Bresnahan GF, Shell WE, Yoder RD: Estimation of infarct size in man and its relation to prognosis. *Circulation* **46**: 640, 1972
- 12) Maroko PR, Libby P, Covell JW, Sobel BE, Ross J Jr, Braunwald E: Precordial ST segment elevation mapping: An atraumatic method for assessing alterations in the extent of myocardial ischemic injury. *Am J Cardiol* **29**: 223, 1972
- 13) Pohost GM, Zir LM, Moore RH, McKusick KA, Guiney TE, Beller GA: Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of thallium-201. *Circulation* **55**: 294, 1977
- 14) Cook DJ, Bailey I, Strauss HW, Rouleau J, Wagner HN Jr, Pitt B: Thallium-201 for myocardial imaging: Appearance of the normal heart. *J Nucl Med* **17**: 583, 1976
- 15) Teichholtz LE, Kleulen T, Herman MV, Gorlin R: Problems in echocardiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am J Cardiol* **37**: 7, 1976
- 16) Ratshin RA, Boyd CN Jr, Rackley CE, Russell RO Jr: The accuracy of ventricular volume analysis by quantitative echocardiography in patients with coronary artery disease with and without wall motion abnormalities. *Am J Cardiol* **33**: 164, 1974 (abstr)
- 17) Waris EK, Siitonen L, Himanka E: Heart size and prognosis in myocardial infarction. *Am Heart J* **71**: 187, 1966
- 18) Ronan JA Jr, Steelman RB, DeLeon AC Jr, Waters TJ, Perloff JK, Harvey WP: The clinical diagnosis of acute severe mitral insufficiency. *Am J Cardiol* **27**: 284, 1971
- 19) Massie BM, Schiller NB, Ratshin RA, Parmley WW: Mitral-septal separation: New echocardiographic

片岡, 上田, 坂井, ほか

graphic index of left ventricular function. Am J
Cardiol **39**: 1008, 1977
20) Child JS, Krivokapich J, Perloff JK: Effect of

left ventricular size on mitral E point to ventri-
cular septal separation in assessment of cardiac
performance. Am Heart J **101**: 797, 1981