

## 《原 著》

タリウム 201 心筋シンチグラムによる求心性  
および拡張性肥大の心形態についての検討鳥居 幸雄\* 足立 晴彦\* 勝目 紘\* 落合 正和\*  
伊地知浜夫\*

**要旨**  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラム (TMS) を用いて、心肥大をきたす各種心疾患患者 90 名、健常者 29 名の心形態について検討した。6 方向左室心筋像のうち長軸がもっとも垂直となる方向を移行面と定義し、心電図の移行帯と比較した。また、左前斜位心筋像で、長径、短径、壁厚の計測を行った。その結果、TMS の移行面は、心電図と比べて心臓の解剖学的位置をより正確に示した。また、大動脈弁狭窄症および高血圧性心疾患では壁厚の増加、内腔の球形化および心拡大を示す求心性肥大を示した。僧帽弁閉鎖不全症 (MR) および大動脈弁閉鎖不全症 (AR) はともに著明な内腔拡張を認める拡張性肥大を呈し、慢性 MR では球形化、AR では正常心と類似形、急性 MR は長軸上の著明な伸展を示した。肥大型心筋症では特異な壁厚、うっ血型心筋症では壁の菲薄化、球形を示す拡張性肥大を呈した。以上のごとく、TMS は心臓の位置、大きさ、形状の観察に有用であった。

## I. はじめに

タリウム-201 による心筋シンチグラム (以下 TMS) は虚血性心疾患の診断に賞用されている<sup>1,2)</sup> が、TMS は心筋の血流分布のみならず、その組織性状の異常をも加味した心形態の多方向からの観察にも有用である。一方、心形態はその背景となる心機能の一つの表現でもあり、心形態の把握は疾患自体の同定のみならず、その基盤である病態の推定に重要な情報を提供するものである。しかし、TMS は心収縮、拡張という要因が介入するので、心形態の詳細な把握の方法として十分に評価されたものとは言い難い。すなわち、心電図と同期しない場合の TMS は全心周期に亘る像の集約であるため、心時相による差異、収縮の様式、

さらに摂取放射能のみならず心臓とコリメーターの距離などの物理的因子の影響を考慮することが必要である。

著者らは心形態把握に不可欠である径、壁厚の計測を TMS による左心室心筋像で試み、心エコー図の計測値と比較して若干過大に計測されるが、良好な相関が得られたので、TMS による計測は心形態把握の概測法として妥当であることを報告した<sup>3)</sup>。さらに今回、この方法を用いて、求心性および拡張性肥大を有する各種心疾患について検討した。

## II. 対象と方法

## (1) 対 象

各種心疾患患者 90 名と健常者 29 名の計 119 名である (Table 1)。

患者群 (年齢: 20~80 歳) は、主として高血圧性心疾患、弁膜症および特発性心筋症であり、その内訳は、求心性肥大をきたす大動脈弁狭窄症 (AS) 3 例、高血圧性心疾患 (HHD) 21 例、肥大型心筋症 (HCM) 9 例であり、拡張性肥大をもたら

\* 京都府立医科大学附属病院第二内科

受付: 60 年 1 月 8 日

最終稿受付: 60 年 2 月 25 日

別刷請求先: 京都市上京区河原町通広小路上路梶井町

(〒602)

京都府立医科大学附属病院第二内科

鳥 居 幸 雄

す大動脈弁閉鎖不全症 (AR) 14 例, 僧帽弁閉鎖不全症 (chronic MR) 8 例, 腱索および乳頭筋断裂

による急性僧帽弁閉鎖不全症 (acute MR) 6 例, うっ血型心筋症 (CCM) 3 例である。さらに, 僧帽弁狭窄症 (MS) 10 例, 肺性心 (CP) 3 例を含む右心負荷疾患群26名である。

Table 1 Subjects

Normal control	29
Left ventricular pressure overloading	33
aortic stenosis (AS)	3
hypertensive heart disease (HHD)	21
hypertrophic cardiomyopathy (HCM)	9
Left ventricular volume overloading	31
aortic regurgitation (AR)	14
chronic mitral regurgitation (chronic MR)	8
acute mitral regurgitation (acute MR)	6
congestive cardiomyopathy (CCM)	3
Right ventricular overloading	26
mitral stenosis (MS)	10
cor pulmonale (CP)	3
primary pulmonary hypertension	1
atrial septal defect	3
Ebstein's anomaly	4
tricuspid regurgitation	2
endocardial cushion defect	1
corrected transposition of great artery	1
tetralogy of Fallot	1
Total	119

HHD の一部を除いて全例心臓カテーテル法, 心血管造影法などにより診断を確定した。なお, 弁膜症例は中等度以上のものに限定し, 軽症は除外した。また, HHD は WHO 分類<sup>4)</sup>の II 度, すなわち心電図上, 高電位 ( $Sv_1 + Rv_5 \geq 3.5$  mV) と ST 低下ないし T 波の逆転を認め, かつ胸部 X 線上心胸郭比が 51% 以上の 21 例とし, このうち 8 例は心臓カテーテルおよび心血管造影検査を施行した。

健常対照群 (年齢, 25~51 歳, 平均 37 歳) は心電図 (負荷を含める), 胸部 X 線像および心エコー図などにおいて異常のないもので, このうち 5 例は狭心症を疑ったが, 冠動脈および左心室造影で異常のないものを含めた。

## (2) 方法

使用した装置は, 高分解能, 平行孔コリメーター (有効視野直径 38.7 cm, 39,500 孔) を装着し

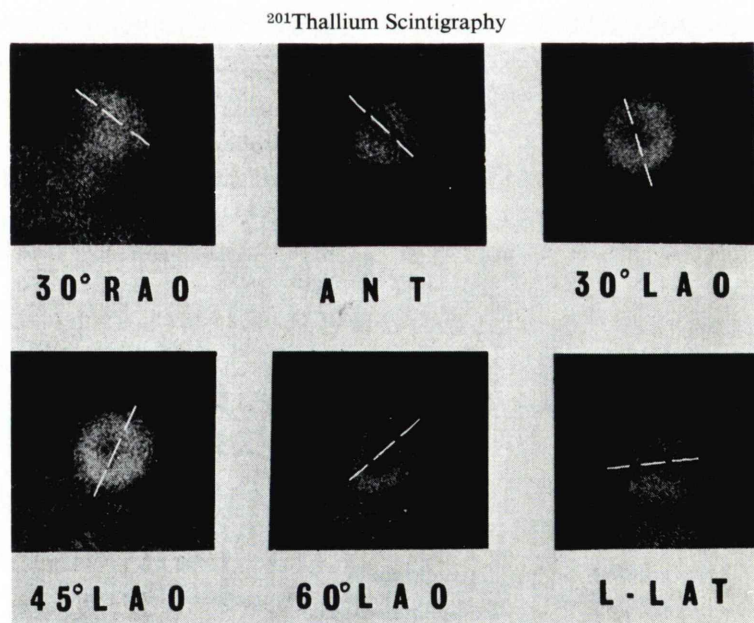


Fig. 1 Standard myocardial images in various projection. Broken lines indicate long axis of left ventricle.

たガンマシンチレーションカメラ (Searle 社 PHO/Gamma LFOV 型) であり, count peak を 70~80 KeV, window 幅は 30% にそれぞれ設定した. 一方向イメージの preset count は 90~150 万カウントにて撮像したが, この場合心筋由来の放射能は 5~8 万カウントであった. すなわち,  $^{201}\text{Tl}$  2 mCi の静注後 5 分より仰臥位にて撮像を開始し, 前面 (ANT), 左前斜位 (LAO 30°, 45°, 60°), 左側面 (L-LAT), 右前斜位 (RAO 30°) の順で 6 方向から撮像し, この場合 ANT 方向の撮像時に  $10.0 \times 2.0 \times 0.3$  cm の鉛板を横隔膜下で心筋と重ならない部位を選んでコリメーターに接着し, この鉛板による陰性像を計測の基準とした.

撮像は Polaroid film で行った. 6 方向の左室心筋像は通常自由壁と心室中隔とで馬蹄形ないしドーナツ型を呈し, その長軸は右前斜位から左側面に移行するにしたがい左傾斜から右傾斜に推移する (Fig. 1) が, この中で水平面ともっとも垂直になる方向を移行面 (transitional aspect) と定義し, 心電図の移行帯と対比した. また, 左心室形態の計測は Bulkley ら<sup>5)</sup>の方法に準じ, LAO 45° のシンチグラムで心筋像の長軸上で長径 (Le), また長軸の midpoint で垂直となる線上にて短径 (De), 壁厚 (Th: 心室中隔壁厚 IVST と後側壁厚 PWT の和) および内径 (Di) を計測した (Fig. 2). なお, 計測値

は 2 人の計測者の 2 回の平均値を採用した. この方法での測定誤差は, 計測者 7 名における LAO 45° の心筋像 6 枚の測定者間の誤差すなわち interobserver variation では, De は  $0.24 \pm 0.14$  cm, Di は  $0.17 \pm 0.11$  cm, IVST は  $0.17 \pm 0.08$  cm, PWT は  $0.23 \pm 0.12$  cm であり, 測定者内の誤差いわゆる intraobserver variation の平均は  $0.11 \pm 0.10$  cm であった.

また, 計測方向は LAO 45° に規定したが, これは TMS と心エコー図との対比した結果によるものである<sup>3)</sup>.

### (3) Phantom 実験

直径 7.4 cm のプラスチックの円筒型の容器中に直径 6.0 cm の球体をいれ, 平均心筋壁厚に近似の 0.7 cm の間隙に 500  $\mu\text{Ci}$  の  $^{201}\text{Tl}$  溶液を満たし, かつ球体中には生食水を満たした. この phantom の中心を検出器から 5 cm の距離におき Polaroid film で撮像し, 壁厚を計測した. なお, background はカウント数が僅小のため特に設置しなかった.

## III. 結 果

### (1) 心筋シンチグラムの移行面と心電図の移行帯との関係

健常対照群 29 例における TMS の移行面と心電図の移行帯との位置的関係では, TMS の移行面

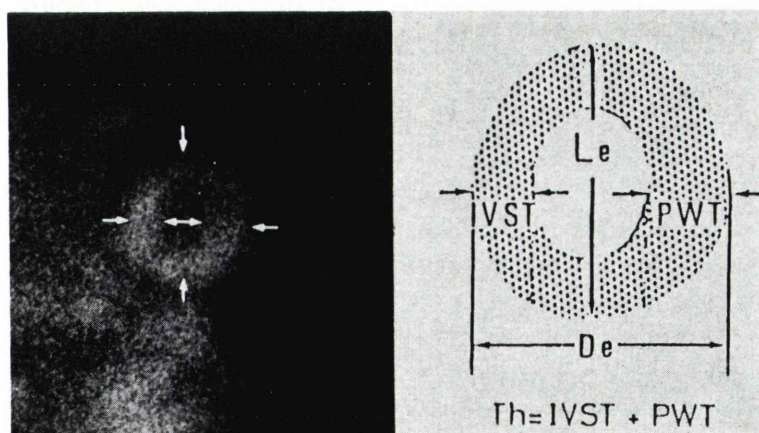


Fig. 2 Measurements of left ventricular dimensions in LAO 45° projection of thallium-201 myocardial scintigram, Le: dimension in long axis, De: dimension in short axis, IVST: interventricular septal thickness, and PWT: posterolateral wall thickness.



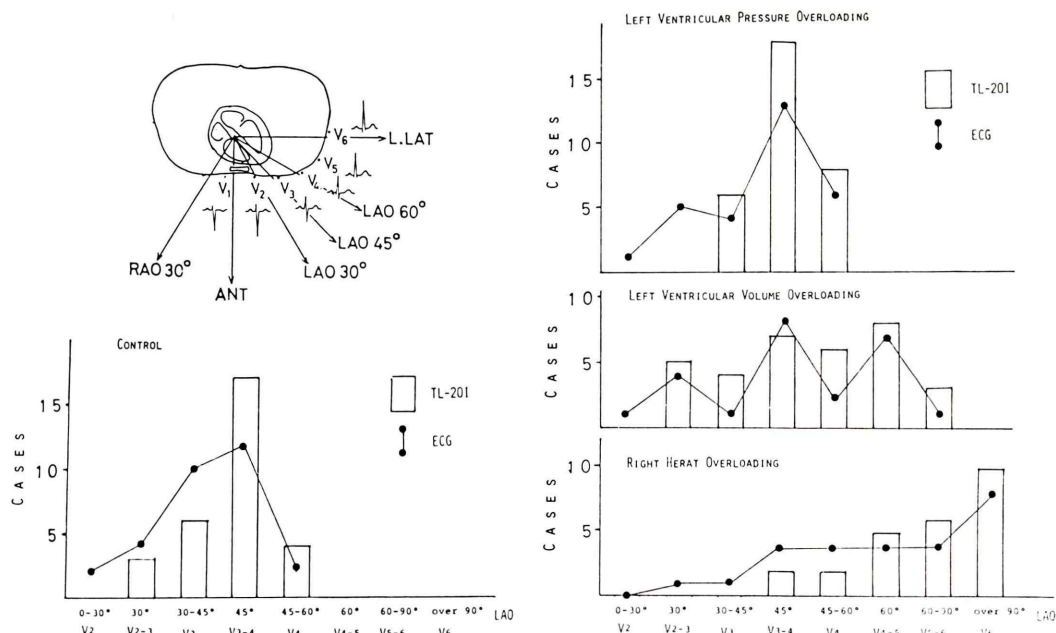


Fig. 3 Relationship between transitional aspect in thallium-201 myocardial scintigraphy and transitional zone on electrocardiography.

は LAO 45° が頂点となる分布を, 移行帯は V3-4 が頂点となる分布を示し, 両者の一致率は84%であった。左室圧負荷疾患32例では, 両者の分布は正常対照例と近似し, 一致率は80%であったのに対し, 容量負荷疾患33例の分布は, 両者ともに左右に分散し, その一致率も57%と低値であった。右室負荷疾患 26 例の分布では, 両者とも右側に偏在する傾向を示し, その一致率は 75%であった (Fig. 3)。

## (2) 各種心疾患例の諸計測値と左室形態

健常対照者29例では, 長径 (Le) は  $7.6 \pm 0.7$  cm (mean  $\pm$  S.D. 以下同様), 短径 (De) は  $6.4 \pm 0.6$  cm, その比 (De/Le) は  $0.84 \pm 0.06$  および壁厚・短径比 (Th/De) は  $0.63 \pm 0.04$  であった。

各種心疾患について比較すると, Le (Fig. 4) は圧負荷疾患である高血圧性心疾患 (HHD) では  $8.4 \pm 1.0$  cm ( $p < 0.01$ ), 肥大型心筋症 (HCM) では  $8.6 \pm 0.9$  cm ( $p < 0.001$ ) と増大し, 大動脈弁狭窄症 (AS) では有意差はなかった。容量負荷疾患である慢性および急性僧帽弁閉鎖不全症 (chronic

MR および acute MR), 大動脈弁閉鎖不全症 (AR) およびうっ血型心筋症 (CCM) では, それぞれ  $8.9 \pm 1.1$  cm,  $9.6 \pm 1.1$  cm,  $10.1 \pm 1.5$  cm および  $11.8 \pm 1.8$  cm となりともに増加した ( $p < 0.001$ )。また, 右室負荷疾患である僧帽弁狭窄症 (MS) は  $7.1 \pm 0.5$  cm と減少し ( $p < 0.05$ ), 肺性心 (CP) も減少傾向を示した。

短径 (De, Fig. 4) は, AS で  $7.5 \pm 0.3$  cm と増大傾向, HHD  $7.8 \pm 0.8$  cm ( $p < 0.001$ ) および HCM  $7.6 \pm 0.7$  cm ( $p < 0.01$ ) では増大し, acute MR  $7.5 \pm 1.0$  cm で増大傾向, chronic MR  $8.3 \pm 1.3$  cm, AR  $8.6 \pm 1.3$  cm および CCM  $11.0 \pm 1.2$  cm では増加した ( $p < 0.001$ )。MS および CP では減少傾向を示した。

短径・長径比 (De/Le, Figs. 5, 6) は, AS  $0.93 \pm 0.09$  ( $p < 0.01$ ) および HHD  $0.93 \pm 0.05$  ( $p < 0.001$ ) と増大し, より球形に近づくことが示されたが, HCM は  $0.83 \pm 0.10$  であり正常心と差異はなかった。chronic MR は  $0.93 \pm 0.06$  および CCM は  $0.93 \pm 0.05$  と増加し ( $p < 0.001$ ), 球形に近づくが,

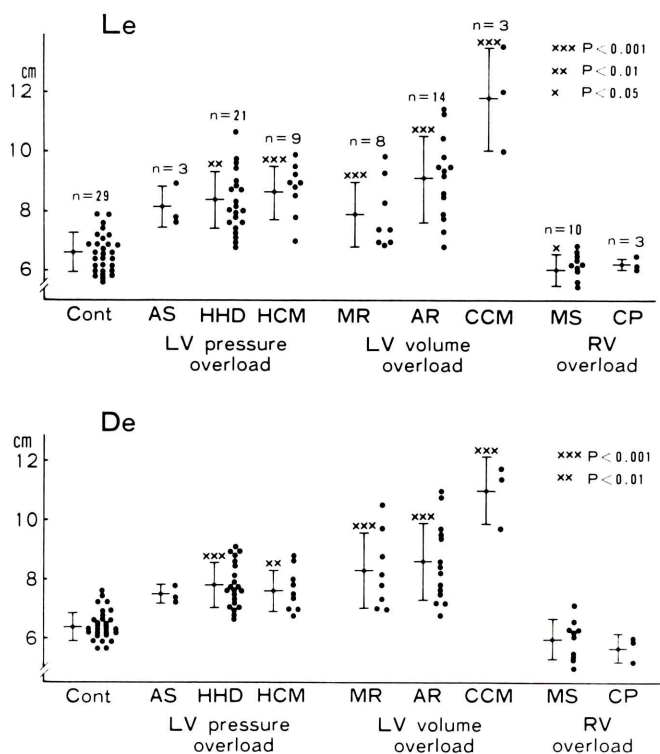


Fig. 4 Le and De in various heart diseases, Cont: normal control, AS: aortic stenosis, HHD: hypertensive heart disease, HCM: hypertrophic cardiomyopathy, MR: chronic mitral regurgitation, AR: aortic regurgitation, CCM: congestive cardiomyopathy, MS: mitral stenosis and CP: cor pulmonale.

AR は  $0.85 \pm 0.04$  であり正常心と差異はなく、逆に acute MR は  $0.78 \pm 0.05$  と減少し ( $p < 0.05$ ), 縦長の傾向を強めた (Fig. 6). MS および CP は正常心と差異はなかった。

壁厚・短径比 (Th/De, Fig. 5) では, CCM は  $0.73 \pm 0.07$  と増加し ( $p < 0.001$ ), AS は  $0.65 \pm 0.07$  および HHD は  $0.63 \pm 0.07$  で差異がなく, acute MR は  $0.60 \pm 0.06$  と減少傾向, chronic MR  $0.56 \pm 0.05$ , AR  $0.53 \pm 0.07$  および CCM  $0.41 \pm 0.09$  ではそれぞれ減少し ( $p < 0.001$ ), 特に CCM は著明な内腔拡大を示した。また CP では増加したが, MS では差異はなかった。

これらの結果から, 左室圧負荷疾患である AS および HHD は球形化の動向を示し, HCM は正常心と同様楕円形になり, これらには壁肥厚が随

伴し, HCM は特に著明で内腔の狭小化を示した (Fig. 7)。また左室容量負荷疾患 MR, AR および CCM ではいずれも内腔拡張を伴うものの, chronic MR および CCM はより球形となるが, AR は楕円形を維持し, acute MR はさらに細長い楕円形を示した (Figs. 7, 8)。右室負荷疾患 MS および CP とも左心室は縮小するが, 形状は変化しなかった。

また, 心尖部の hypoperfusion は正常心 29 例中 2 例認められたのに対し, AR では 14 例中 6 例, acute MR では 6 例中 3 例に認めたが, 外縁は明瞭であり計測に支障はなかった。

### (3) Phantom 実験における計測

Phantom 像は撮像時間の変動により壁厚と内外径の計測値が変化し, 撮影カウント数の増加に

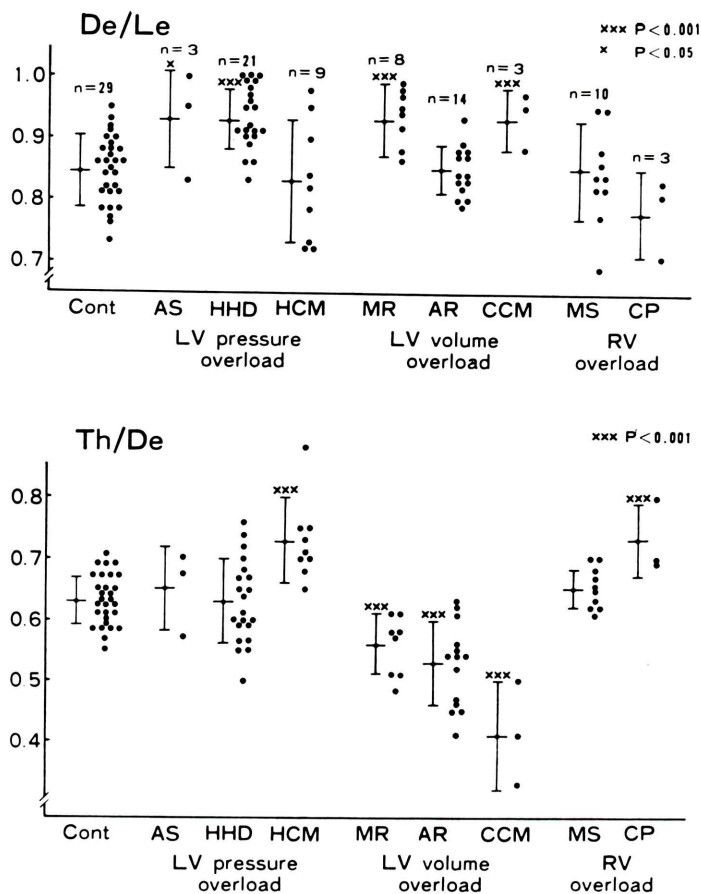


Fig. 5 De/Le and Th/De, Th=IVST+PWT.

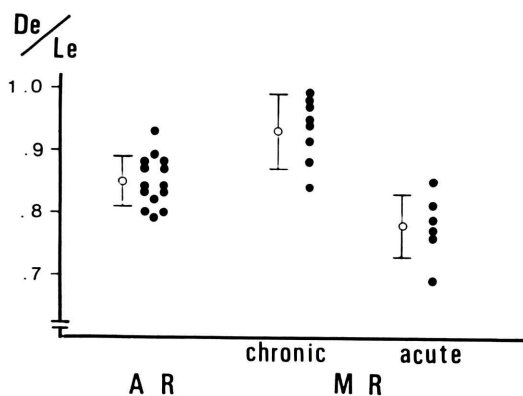


Fig. 6 De/Le in patients with aortic regurgitation (AR), chronic mitral regurgitation (chronic MR) and acute mitral regurgitation (acute MR).

伴い外径および壁該当部の増大, 内径の縮小を認めた (Fig. 9). 撮像条件としては心筋部位が 5~8 万カウントと設定したが, この条件下では phantom の内外径および壁該当部の厚さの計測値の誤差は 1~2 mm 前後であり, これ以下の放射能では像が不鮮明になり, 計測困難の場合があった.

#### IV. 考 察

左室壁肥大, 左室腔拡大などの心形態の異常は, 主にその背景としての心血行力学的異常を反映し, 重要な心機能の指標であり, 一般に肥大心は求心性および拡張性肥大の二つに大別され, 前者は圧負荷, 後者は容量負荷疾患に代表される. これらの形態異常を臨床的に把握する非侵襲的評価法と

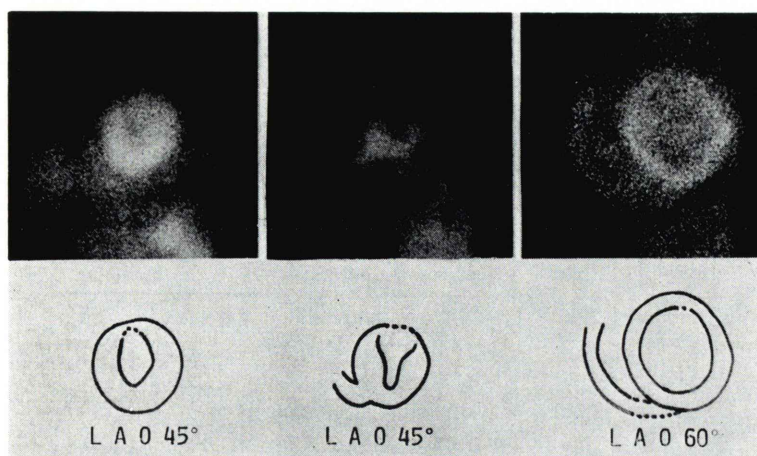


Fig. 7 Thallium-201 scintiscans in patients with AS (left), HCM (middle) and CCM (right). In AS left ventricular image reveals hypertrophied wall and spherical shape, in HCM thick wall with asymmetrical septal hypertrophy and in CCM thin wall with marked dilatation and spherical shape.

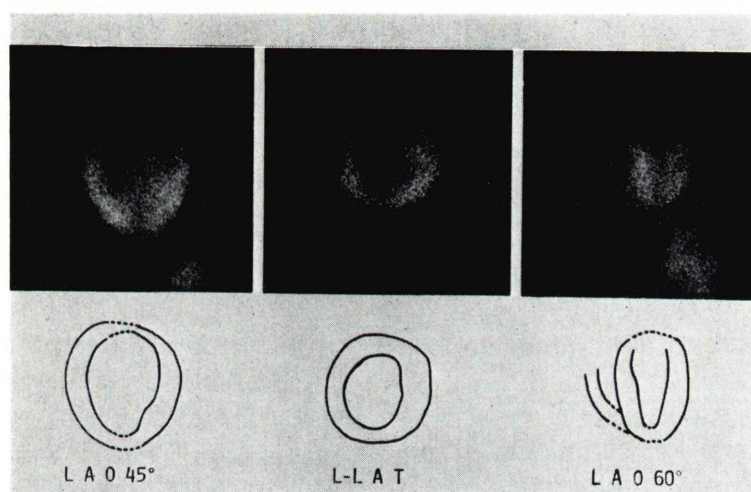


Fig. 8 Thallium-201 scintiscans with patients with AR (left), chronic MR (middle) and acute MR (right). Both MR and AR show ventricular dilatation, spherical shape in chronic MR and ellipsoid shape in AR and acute MR. Especially acute MR shows more ellipsoid than AR.

して、心電図、心エコー図および CT などがあり、侵襲的評価法として心血管造影法などがある。心血管造影法は形態、容積および心機能の把握に優れているが、壁厚計測が左室壁の一部に限定され、かつ侵襲的であり、反復も困難である<sup>6,7)</sup>。非観血的な心電図では、左室肥大は Sokolow ら<sup>8)</sup>や

Romhilt & Estis ら<sup>9)</sup>の基準があるが、その限界は周知のところであり、左室の拡張と肥大との鑑別も不可能である<sup>10)</sup>。また心エコー図は壁厚計測には優れている<sup>11-13)</sup>が、計測部位が限定され、かつ全体像の観察には不十分であり、CT は概括的把握は可能であるが、左心室自由壁の描出は困



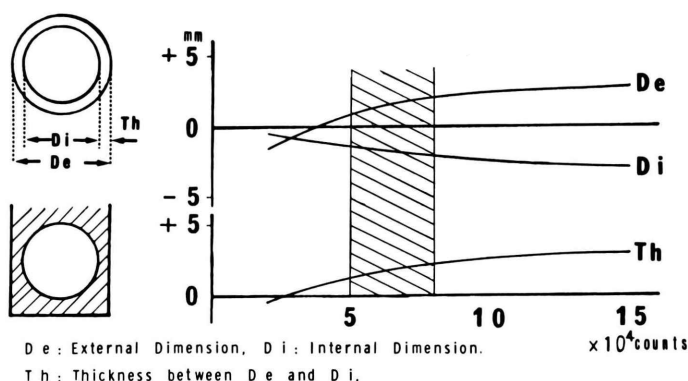


Fig. 9 Effect of count rates in the measurements of De, Di and Th.

難なことがある。これらに対し、TMSの主目的は心筋局所血流分布の診断であるが、その組織性状の異常をも加味して多方向からの心形態の観察が可能である。

すなわち、心臓の位置、回転を検討するために、TMSの移行面と心電図の移行帯と対比したが、両者は比較的良好に対応した。心電図の移行帯は通常心室中隔部に一致し、肥大または拡張時などでは必ずしも一致しないとされるが、正常例で移行面と移行帯の一致率が大きいものに対し、左心室容量負荷疾患例ではこれが低下することがからも支持される。すなわち、解剖学的位置は心電図のみの情報では不十分であり、TMSの方がより有力である。

Cook<sup>14)</sup>やBulkley<sup>5)</sup>は心形態の把握のためにTMSによる計測を試みた。著者らもTMSの径、壁厚を計測し、左心室肥大ならびに拡張の診断が可能であることを示し、TMSにおける心形態の評価の重要性を主張した<sup>3)</sup>。しかし、TMSによる計測は簡便であるが、心拍動の影響が多岐であり、シンチカメラの分解能が関係するために、その実施には十分な慎重さが必要である。

事実、今回のphantom実験からphantom画像の内縁は実際よりも内側に偏し、外縁は実際よりも外側に偏し、静止物体でのこの事実はTMSの計測時には心拍動以外にシンチグラム上の物理的特性を考慮する必要性を示すものである。

一般的に、シンチグラム上での測定時には(1)ガンマカメラおよびコリメーターの分解能、(2)コリメーターと被検体との距離、(3)被検体の放射能、(4)被検体以外の放射能、いわゆるバックグラウンド、(5)被検体の生理的移動(呼吸、拍動など)、(6)画像のインテンシティとコントラストの表示条件などが、画像の鮮明度に影響する因子と考えられる。拍動する心臓の場合は、内縁の決定は注意が必要であり、肥大型心筋症のごとく左室腔の狭小例や乳頭筋肥大例では壁部分と内腔部分のコントラストが不十分で、内縁が不鮮明となり壁厚計測の困難な例もある。

実際、測定誤差の検討では計測者間の誤差は測定部位により異なり、外径の測定誤差が $0.24 \pm 0.14$  cmと最大であり、心室中隔は $0.17 \pm 0.08$  cmと最小であった。これは心拍動による壁運動の影響によると考えられ、Hamilton<sup>15)</sup>の成績と一致した。また計測者内の誤差の平均は $0.11 \pm 0.10$  cmであり、著者らが使用したシンチカメラの解像力が0.24 cmであることを考慮すると、本法においてmm単位の計測値は妥当と考える。また、phantom実験から壁厚計測は被検体の放射能にも影響されることが示されたが、今回の撮像条件である心筋摂取放射能の範囲は5～8万カウントであり、この影響は小さいと考えられる。

通常、心形態の異常は多くの場合、種々の血行力学的背景を基盤とするので、この異常の検出は



個体の血行動態上の異常の検出に有用である。Grossman ら<sup>16)</sup>は左室圧負荷時には、心内圧上昇による peak systolic stress の増大に伴い、systolic wall stress を正常化せしめるような negative feed back が働き、sarcomere の並列的増生と筋原線維の肥厚をもたらす、その結果求心性肥大が生じ、また容量負荷時には diastolic wall stress の増大に伴い sarcomere の直列的増生と筋原線維の延長をもたらす、壁肥厚を伴う拡張性肥大に至ると仮定した。すなわち、求心性肥大では心筋肥大により単位心筋当たりの壁張力は代償され、Laplace の式  $T=P \cdot r/2h$  で張力  $T$  はおよそ不変となり、かつ stroke volume を保持するために半径  $r$  を一定に保ち、心室内圧  $P$  の上昇に対応しての壁厚  $h$  の増加により収縮性を維持する。また拡張性肥大では、単位心筋当たりの壁張力が容量負荷により増大し、Laplace の式で張力  $T$  の増加に対応して壁厚の僅かな増加かつ半径  $r$  の著増により収縮性を維持する。

以上の機序により、圧負荷に対しては左心室の容積は不変のまま、幾何学的に類楕円体の形態ならびに心室壁厚の著明な増加で対応し<sup>17~21)</sup>、容量負荷に対しては左心室は内腔の拡大、幾何学的に球形化および壁厚の増加で対応するとされている<sup>17,18,20~22)</sup>。

しかし、上記の対応は、負荷後の病期、圧ならびに容量負荷などの病的機転の混在、その他の機転により相異するとされている。

本検討では、慢性左室圧負荷疾患である AS、HHD は心拡大および壁厚の増加が認められ、より球形となり、慢性容量負荷疾患である MR、AR は著明な内腔拡張を認めたが、chronic MR では球形を示し、AR では正常心と相似な類楕円体となった。ところが、発症の様相を異にする acute MR は、AR 以上に縦長となり、この原因は不明であり今後の検討の余地があると考えられるが、急激な容量負荷時には構築上弱い部位である心尖部を中心として負荷が相対的により大であるために、左心室全体が心尖部の方向へ伸展される可能性も考えられる。

他方、原因不明の心肥大、拡張をきたす HCM、CCM は特異な血行動態を示す<sup>23,24)</sup>とされ、HCM は心筋壁厚、特に心室中隔の著明な肥大、かつ心室腔の狭小を特徴とし<sup>24)</sup>、CCM は心筋収縮力の減少から内腔の著明な拡張が特徴とされる<sup>23)</sup>。本検討でも HCM では著明な壁肥厚、非対称性中隔肥厚などを認め、CCM では球形化、壁厚减小、著明な内腔拡張などを認めた。

また、LAO 方向における心尖部の hypoperfusion は正常心では心尖部の相対的壁菲薄、また病的心では拡張による壁菲薄化によるものと考えられているが、同じ拡張を示す chronic MR、CCM ではほとんど検出されず、AR、acute MR において高頻度である。これは AR の場合、拡張による壁菲薄化とともに、壁運動において心尖部が下方、左方また後方に伸展されるため<sup>25)</sup>、コリメーターからの距離が増大することも一因と考えられる。

以上のように TMS による壁厚、径の計測値は血管造影法<sup>26,27)</sup>または剖検心<sup>28)</sup>での報告を若干異なるが、その理由は長軸の計測方向が TMS では LAO 方向、心血管造影法では RAO または ANT の方向であるなど、この測定方向の差による可能性も考えられる。

## V. 結 論

心肥大をきたす各種心疾患の心形態の特徴を心筋シンチグラムにより評価するために、LAO 方向にて長径、短径および壁厚を計測し、次の結論を得た。

1) TMS の移行面は心電図に比べて、心臓の解剖学的位置をより正確に示し、有用である。

2) 求心性または拡張性肥大をきたす各種心疾患の左室形態は基礎疾患により、その様式を異にする。

3) AS および HHD は壁厚増加、内腔の球形化および心拡大を示す求心性肥大を呈し、MR および AR はともに著明な内腔拡張を認める拡張性肥大を示し、chronic MR では球形化、AR では正常心と相似形、また acute MR では長軸上の

著明な伸展を示し、HCM では特異な壁肥厚、CCM では壁の菲薄化、球形化を呈する拡張性肥大をそれぞれ呈した。

4) 以上のごとく、TMS は心臓の位置、大きさ、形状などの観察に有用であり、各種心疾患はそれぞれ特有の形態を示すことを証明した。

## 文 献

- 1) Pitt B, Strauss HW: Myocardial perfusion imaging and gated cardiac blood pool scanning: Clinical application. *Am J Cardiol* **38**: 739-746, 1976
- 2) Strauss HW, Pitt B: Thallium-201 as a myocardial imaging agent. *Semin Nucl Med* **7**: 49-58, 1977
- 3) 鳥居幸雄, 足立晴彦, 勝目 紘, 他: タリウム 201 心筋シンチグラムによる左室径, 壁厚計測について: 心エコー図との対比による左室肥大および拡張の検討. *心臓* **13**: 141-148, 1981
- 4) World Health Organization: Arterial hypertension and ischemic heart disease, preventive aspects. Report of an expert committee. *Tech Rep Ser*, 1962, p. 231
- 5) Bulkley BH, Rouleau JR, Strauss HW, et al: Idiopathic hypertrophic subaortic stenosis: Detection by thallium-201 myocardial perfusion imaging. *N Engl J Med* **293**: 1113-1116, 1975
- 6) Rackley CE, Dodge HT, Coble YD, et al: A method for determining left ventricular mass in man. *Circulation* **29**: 666-671, 1964
- 7) Hood WP, Rackley CE, Rolett EL: Wall stress in the normal and hypertrophied human left ventricle. *Am J Cardiol* **22**: 550-558, 1968
- 8) Sokolow M, Lyon TP: The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads. *Am Heart J* **37**: 161-186, 1949
- 9) Romhilt DW, Estes EH: A point score system for the ECG diagnosis of left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* **75**: 752-758, 1968
- 10) Soloff LA, Laurence JW: The electrocardiographic findings in left ventricular hypertrophy and dilatation. *Circulation* **26**: 553-560, 1962
- 11) Feigenbaum H, Popp RL, Chip JN, et al: Left ventricular wall thickness measured by ultrasound. *Arch Inter Med* **121**: 391-395, 1968
- 12) Feigenbaum H, Popp RL, Wolfe SB, et al: Ultrasound measurements of the left ventricle: A correlative study with angiocardiology. *Arch Inter Med* **129**: 461-467, 1972
- 13) Henry WL, Clark CE, Epstein SE: Asymmetric septal hypertrophy: Echocardiographic identification of the pathognomonic anatomic abnormality of IHSS. *Circulation* **47**: 225-233, 1973
- 14) Cook DJ, Strauss HW, Rouleau J, et al: Thallium-201 for myocardial imaging appearance of normal heart. *J Nucl Med* **17**: 583-589, 1976
- 15) Hamilton GW, Narahara KA, Trobaugh GB, et al: Thallium-201 myocardial imaging: Characterization of the ECG-synchronized images. *J Nucl Med* **19**: 1103-1110, 1978
- 16) Grossman W, Jones D, McLaurin LP: Wall stress and pattern of hypertrophy in the human left ventricle. *J Clin Invest* **56**: 56-64, 1975
- 17) Rackley CE, Hood WP Jr: Quantitative angiographic evaluation and pathophysiologic mechanisms in valvular heart disease. *Prog Cardiovasc Dis* **15**: 427-448, 1973
- 18) Ross J Jr: Afterload mismatch and preload reserve: A conceptual framework for the analysis of ventricular function. *Prog Cardiovasc Dis* **18**: 255-264, 1976
- 19) Sasayama S, Ross J Jr, Flamin D, et al: Adaptation of left ventricle to chronic pressure overload. *Circ Res* **38**: 172-178, 1976
- 20) Fischl SJ, Gorlin R, Hermann LV: Cardiac shape and function in aortic valve disease: Physiologic and clinical implication. *Am J Cardiol* **39**: 170-176, 1977
- 21) Lin HL, Katele KV, Grimm AF: Functional morphology of the pressure- and volume-hypertrophied rat heart. *Circ Res* **41**: 830-836, 1977
- 22) Vokonas PS, Gorlin R, Cohn PF, et al: Dynamic geometry of the left ventricle in mitral regurgitation. *Circulation* **48**: 786-797, 1973
- 23) Goodwin JF: Congestive and hypertrophic cardiomyopathies: A decade of study. *Lancet* **1**: 731-739, 1970
- 24) Kreulen TH, Gorlin R, Herman MV: Ventriculographic patterns and hemodynamics in primary myocardial disease. *Circulation* **47**: 299-308, 1973
- 25) Braunwald E: Heart disease: A textbook of cardiovascular medicine. 1st Edition, Baron MG ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia London Tronto, 1980, p. 168
- 26) Gould KL, Lipscomb K, Hamilton GW, et al: Relation of the left ventricular shape, function and wall stress in man. *Am J Cardiol* **34**: 627-634, 1974
- 27) Heintzen PH, Stephan E: Dynamic geometry of the left ventricle in hypertrophy studied by quantitative angiocardiology. *Basic Res Cardiol* **72**: 190-197, 1977
- 28) Okada R, Kitamura K: Histopathological study of hypertrophied myocardium of known etiologies with special reference to correlation of ECG changes. In: Recent advances in studies on cardiac

structure and metabolism, Vol. 12, ed. by Kobayashi T, Ito Y & Rona G eds. University Park

Press, Baltimore, 1978, pp. 141-147

### Summary

#### **Cardiac Morphology in Left Ventricular Hypertrophy Using Thallium-201 Myocardial Scintigraphy**

Yukio TORII, Haruhiko ADACHI, Hiroshi KATSUME,  
Masakazu OCHIAI and Hamao IJICHI

*The Second Department of Internal Medicine, Kyoto Prefectural  
University of Medicine, Kyoto, Japan*

To evaluate cardiac morphology in the patients with various cases of hypertrophy, we measured left ventricular (LV) size using thallium-201 myocardial scintigraphy in 29 normal subjects and in 90 patients.

Cardiac shape and dimension were assessed by measuring the wall thickness and external length in the short and long axis of LV image in LAO projection. In aortic stenosis and hypertensive heart disease the shape was spherical and the wall was thickened. In both mitral (MR) and aortic (AR) regurgitations, LV dilatation were shown; spherical shape in chronic MR but ellipsoid shape in acute MR and AR. Decreased LV size but normal shape was observed in mitral stenosis and cor

pulmonale. In hypertrophic cardiomyopathy the LV wall was asymmetrically hypertrophied, while in congestive cardiomyopathy the wall is thin with marked LV dilatation and the shape was spherical.

We concluded that the heart had characteristic configuration which might reflect cardiac performance or compensate for the load to the heart, and that thallium-201 myocardial scintigraphy is useful in the evaluation of cardiac morphology as well as in diagnosis of myocardial ischemia.

**Key words:** Thallium-201 myocardial scintigraphy, Left ventricular dimension and shape, Left ventricular pressure and volume overload, Concentric hypertrophy, Eccentric hypertrophy.