

## 《原 著》

<sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィーによる左室壁肥厚の診断

本原征一郎\* 玉井 秀男\* 尾藤 慶三\* 上畠 拓\*

田巻 俊一\* 芹生 陽一\* 丹保 幸広\*\* 米倉 義晴\*\*\*

石井 靖\*\*\* 鳥塚 菁爾\*\*\*

**要旨** 左室心筋肥厚の診断を目的として、single bolus injection 後の <sup>201</sup>Tl の心腔内通過過程、および心筋への集積の動態を、computerized multicrystal gamma camera を用いて左前斜位 35 度にて収録し、以下の処理を行なった。(1) 初回循環時の右室および左室内腔像を合成し、両室間にある心室中隔を陰性像として造影する。(2) 左室内腔像を引き算した左室心筋像を陽性像として造影する。(3) indicator fractionation principle を用いて、心筋血流量／心拍出量比を、全左室心筋、中隔部、心尖部、自由壁部別に得る。正常 5 例、高血圧症による左室肥大 7 例、肥大型心筋症 6 例について検討し、これら三法を用いて左室肥大の診断が可能なことを示した。とくに、非対称性肥大型心筋症における肥大の局所差の検出には有益な方法であり、心室中隔下部から心尖部にかけての肥厚の診断については、超音波法の盲点を補う。

## はじめに

タリウム (Tl) は生体内でカリウムと類似の態度をとる元素であり<sup>1)</sup>、血管内注入後は急速に細胞膜を通過して細胞内に移行する。その同位元素の一つである <sup>201</sup>Tl は、静注後冠血流量に比例して心筋内にとりこまれ、陽性心筋シンチグラムが得られる<sup>2),3)</sup>。冠血流減少部位は摂取率低下により相対的に陰性像となるため、心筋梗塞症や狭心症の有益な診断法としての地位が確立した<sup>4),5)</sup>。一方、心筋シンチグラムによる心筋壁肥厚の診断の可能性も報告されている<sup>6)</sup>が、壁肥厚の著しい例では心室内腔縁が不明瞭であり、壁厚の評価はしばしば困難である。この点を改良し、<sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラムによる左室壁肥厚とともに非対称型肥厚の診断を試みるのが、本論文の目的である。

## I. 方法および対象

**1) 装置** computerized multicrystal gamma camera (Baird-Atomic 社製 System 77) を用いた<sup>7)</sup>。このカメラの検出器は 21 列 14 行に配列された 294 個の直方体 ( $11 \times 11 \times 38$  mm) NaI crystal から成り、crystal からの信号は各 crystal に対応する 294 個の memory に計数され、指定された任意の計測時間ごとに computer の disk に転送され記憶される。本装置の dead time は  $2.25 \mu\text{sec}$  ときわめて短かいため計数落しが少なく、Anger 型カメラに比して計数効率が数倍良いこと、計数落しが内蔵の computer によって補正できることが特徴である。この優秀な計数効率により、わずか 2 mCi の <sup>201</sup>Tl 投与によっても明瞭な右室および左室内腔像が得られ、後述のごとき手法による作像が可能であった。

本装置の理論的分解能は、moving bed 機構を作動した静態像撮影においては 2.78 mm である。この機構は、bed を縦横 2.78 mm ずつ移動させて記録した 16 position の像を、再び computer にて 1 枚の像に合成することにより分解能を高めるものであるが、撮像時間の短い動態撮影に際し

\* 滋賀県立成人病センター内科

\*\* 滋賀県立成人病センター放射線部

\*\*\* 京都大学医学部放射線核医学科

受付：52年11月16日

最終稿受付：53年4月25日

別刷請求先：守山市守山町 328-1 (番524)

滋賀県立成人病センター内科

本 原 征一郎

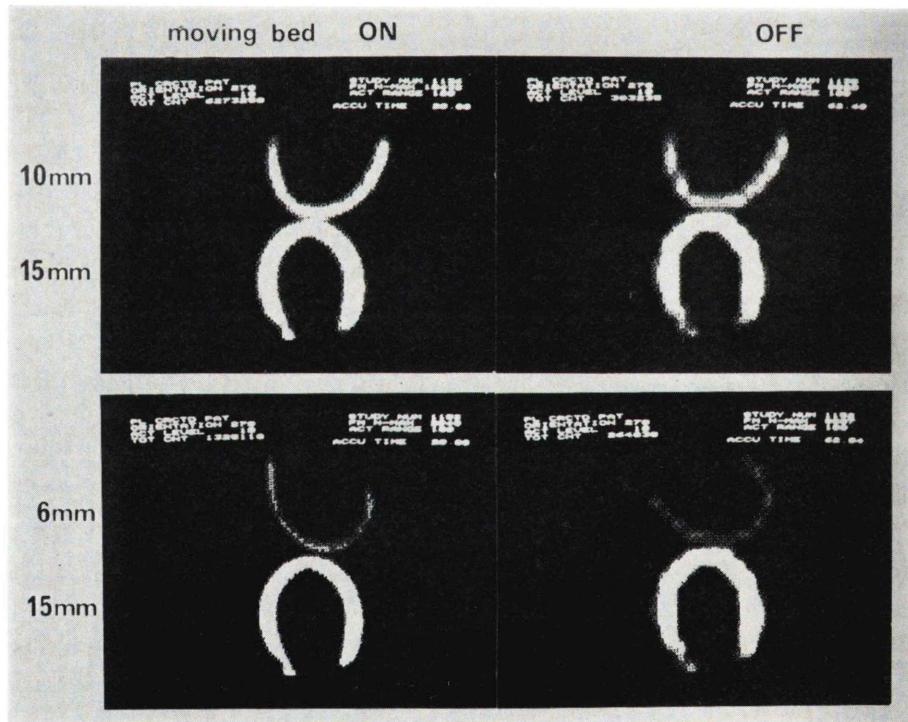
ては作動できない。従って動態像の分解能は基本的には crystal size に規定される。ただしその際には、三角法を用いた smoothing 操作によって像は改良されている。Fig. 1 はアイソotopeをつめた直径 10 mm と 15 mm, 6 mm と 15 mm のチューブの像である。moving bed 機構非作動像は作動像に比して少々ひずみがあり画質は劣るが、チューブの径は一定に写っており、各チューブ径の差も識認可能であった。

撮像に際しては、高い計数値を得る必要も考慮の上、波高分析器の lower level を 30 KeV に、upper level を 180 KeV に設定した。

**2) 方法** 絶食安静状態、仰臥位の患者を左前斜位35度で撮影した。2mCi の  $^{201}\text{TlCl}$  を、15 ml の生理食塩水でフラッシュし、肘静脈から心臓内へ bolus として急速注入する。注入時から約4分

後までのアイソotopeの動態を1フレーム 0.3秒ごとに計800フレーム記録し、computer の disk に収録する。記録終了後、データを play back し、以下の処理を行なう。まず、注入直後の心内通過時に、右室と左室とが明瞭に造影されているフレームを computer で加算し、それぞれ右心室像と左心室像とを作成する。この2枚の像を2重露光によって写真上で合成すると、両室間に介在する心室中隔が陰性像として示される。この陰性像の厚みと形状を中隔肥厚の有無の診断の一助とした(Fig. 2)。

さらに、700フレーム目から800フレームまでの100フレーム、すなわち3分30秒から4分までの像を加算して心筋像を作成する。この心筋像は、肥大症例においては心内腔縁が不明瞭で、壁厚の判定が困難なことが多い。そこで、先に作成した



**Fig. 1** Images of tubes filled with radioisotope recorded by a multicrystal gamma camera. Images on the left panel were recorded with the "moving bed mechanism" on and those on the right with the mechanism off. The diameter of the tubes are 10 and 15 mm in the upper panel and 6 and 15 mm in the lower panel.

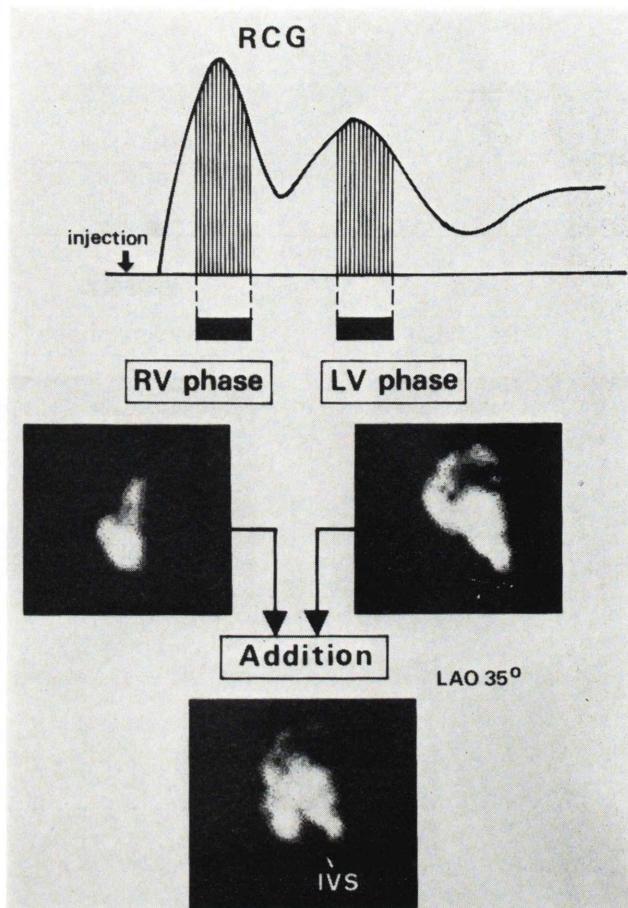


Fig. 2 Negative visualization of the interventricular septum. Images of the right and the left ventricular cavities were synthesized on film by double-exposure of the images. The interventricular septum is demonstrated between the two ventricles.

左室内腔像をこの心筋像から computer 上で引き算する。この操作により、心室中隔、心尖部、自由壁が明瞭に判定できる左室心筋壁像が、陽性像として得られる (Fig. 3)。これを、肥厚とくに非対称型肥厚の定性的診断に用いた。

次に、全左室心筋血流量および左室壁部位別の冠血流量の差を推定した (Fig. 4)。Sapirstein の indicator fractionation principle<sup>8)</sup>によれば、心筋血流量の心拍出量に対する比率は、心筋に摂取された  $^{201}\text{TI}$  の全投与量に対する比率として算出される。すなわち、

$$m/T = \text{MBF}/\text{CO}$$

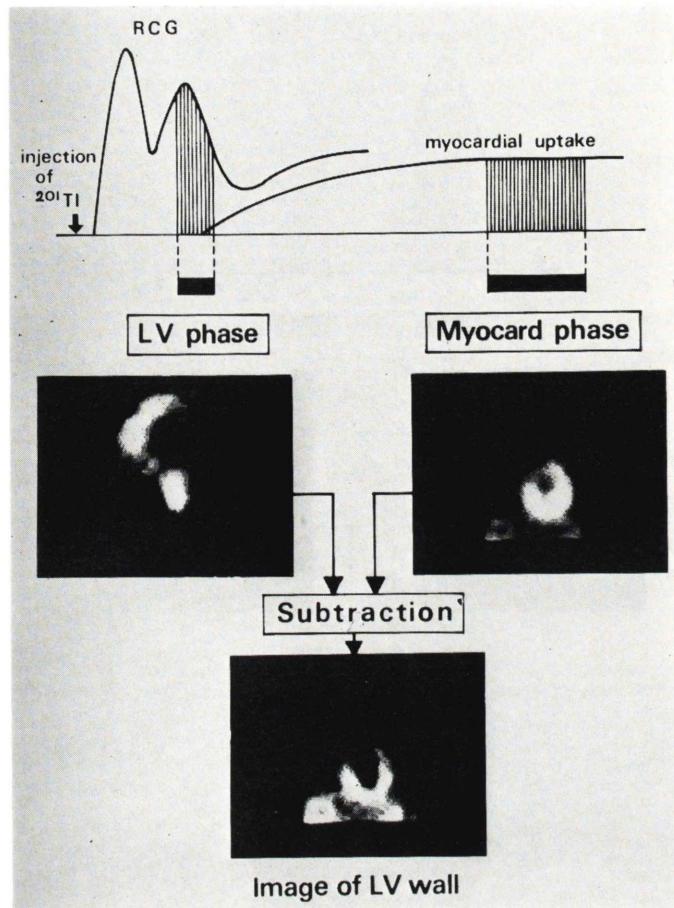
$m$ : amount of tracer taken by the myocardium

$T$ : total amount of injected tracer

MBF: myocardial blood flow

CO: cardiac output

前述の陽性心筋像にて描出された左室壁全体に閑心領域を設定する (ROI-T)。また、心室中隔部、心尖部、自由壁部別に同一面積の閑心領域を定め、それぞれを ROI-S, ROI-A, ROI-F とする。background count を除去するために、肺野に心筋部閑心領域と同一面積の閑心領域 ROI-L を定める。histogram mode にてデータを play back し、各閑心領域における  $^{201}\text{TI}$  の集積過程を示す time-



**Fig. 3** Positive visualization of the left ventricular wall. The image of the left ventricular cavity was subtracted from the myocardial image by a computer. Septal, apical and free wall portions of the ventricle are clearly demonstrated.

activity curve を得る。ROI-T, ROI-S, ROI-A, ROI-F の histogram から ROI-L の histogram を引くことにより、左室壁全体、心室中隔部、心尖部および自由壁部心筋への  $^{201}\text{TI}$  集積過程の histogram を得、その注入後4分時点での計数値を m count/sec とする。さらに、検出器の全視野に閑心領域を設定し、注入直後心内通過時の time-activity curve を得る。注入された  $^{201}\text{TI}$  の全量が右心通過時にこの閑心領域内に入っている時点で計数値は最大かつ一定となる。この値を T count/sec とし、各閑心領域における m/T すなわち MBF/CO を得る。症例ごとの閑心領域の大きさの相違

を補正するために、m/T を閑心領域の面積で割って、基準化した。なお、 $^{201}\text{TI}$  によると思われる副作用は認めていない。

**3) 対象** 長期にわたる高血圧症で、心電図上著しい左室肥大を呈した7例（年齢31～76歳、平均62歳）を高血圧症による左室肥大群とした。高血圧がなく、しかも超音波心臓検査上左室壁肥厚が認められ、心電図上左室高電位、ST 降下、逆転T波を呈した6例（年齢53～69歳、平均61歳）を肥大型心筋症による左室肥大群とした。5例の非心臓疾患症例（年齢30～60歳、平均41歳）を正常群とした。

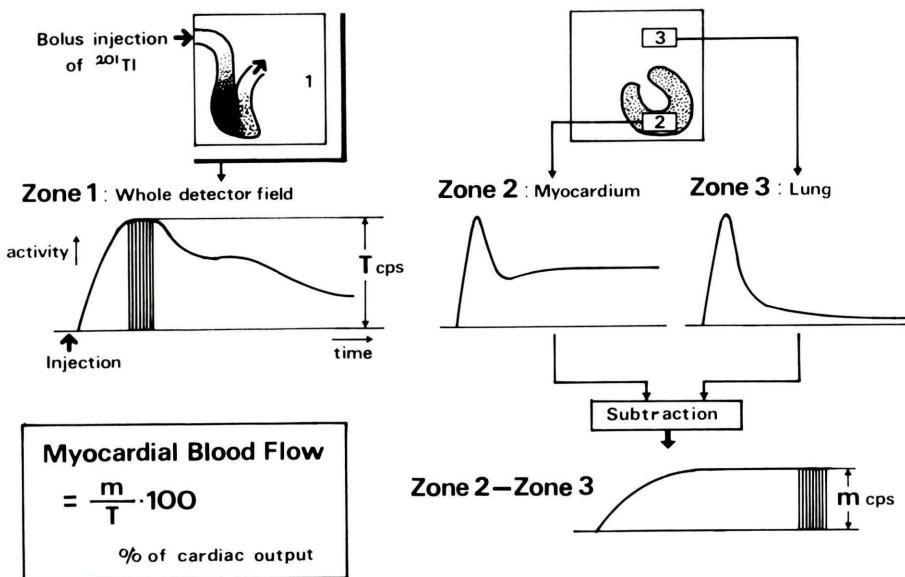


Fig. 4 Method of estimating the myocardial blood flow by the indicator fractionation principle.

## II. 結 果

正常例において、心室中隔は左室側に凹の薄い陰性像として示される (Fig. 5). 左室内腔像を引き算した陽性左室心筋像は、壁厚の薄いU字型に描出され、部位による著しい差は認められなかつた (Fig. 6). 全左室心筋血流量は心拍出量の  $2.48 \pm 0.32$  (mean  $\pm$  standard deviation) % であった。心室中隔、心尖部、自由壁部別の心筋血流量に差は少なく、また、その症例間の差も小さかつた (Fig. 7).

高血圧症による左室肥大群において、心室中隔陰性像は正常に比して厚い。陽性心筋像においても壁厚は大で、明瞭なU字型ないし馬蹄型に描出され、部位による肥厚度の差はみられなかつた。Fig. 8, 9 はその一症例である。血压  $230/120\text{mmHg}$ 、超音波検査にて拡張終期心室中隔厚 (IVS)  $14\text{ mm}$ 、後壁厚 (PW)  $15\text{ mm}$  の肥厚を呈したが、IVS/PW 比は  $0.93$  で不均等はみられない。本群 7 例の全左室心筋血流量は心拍出量の  $2.90 \sim 8.31\%$ 、mean  $\pm$  SD =  $4.91 \pm 1.83\%$  で、正常群に比して高値 ( $p < 0.02$ ) であった。部位別の冠血流量の症例間のバラツキは大であったが、症例毎の部位別の差は小

さかつた (Fig. 7).

肥大型心筋症による左室肥大群 6 例のうち 1 例は心筋シンチグラム上均等な肥厚を呈し、高血圧症群と鑑別困難であった。残る 5 例のうち 1 例は心室中隔を中心とする肥厚、3 例は心尖部を中心とする肥厚、1 例は心尖部から自由壁にかけての肥厚の症例であった。

Fig. 10, 11 は心室中隔肥厚が特に著しかった asymmetrical septal hypertrophy の症例である。中隔の肥厚が左右心室を広い角度におし括げている。陽性心筋像においても中隔肥厚が特に著しいが、心尖部と自由壁も正常に比して厚い。超音波検査にて左室中部での拡張終期 IVS は  $28\text{ mm}$ 、PW は  $15\text{ mm}$  といずれも厚く、IVS/PW 比は  $1.87$  であった。冠動脈造影上狭窄や閉塞の所見なく、むしろ柳枝状に発達した太い冠動脈が証明された。左室造影にて心室中隔の膨隆による左室腔の狭小像をみた。局所別心筋血流量は最小であった心尖部を  $100\%$  とすると、心室中隔部  $130\%$  と増加していた。

Fig. 12 は心尖部を中心とする肥厚の 1 例である。超音波検査にて、左室中部での IVS  $12\text{ mm}$ 、

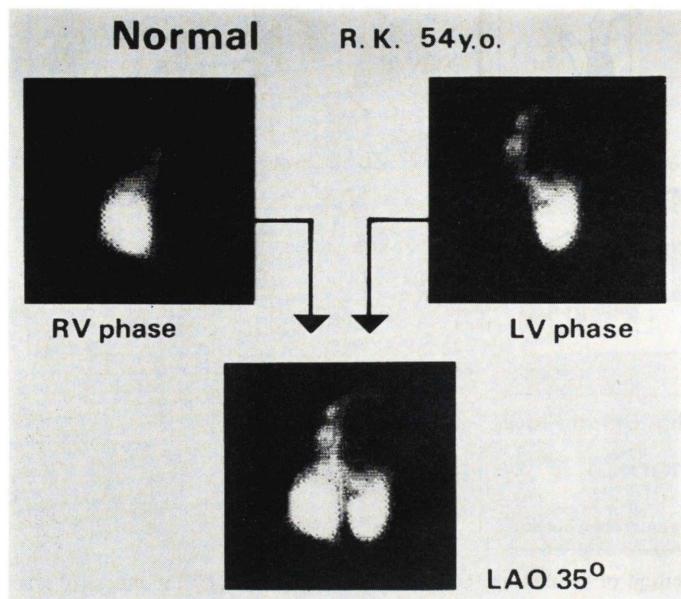


Fig. 5 Negative visualization of the interventricular septum in a normal subject.

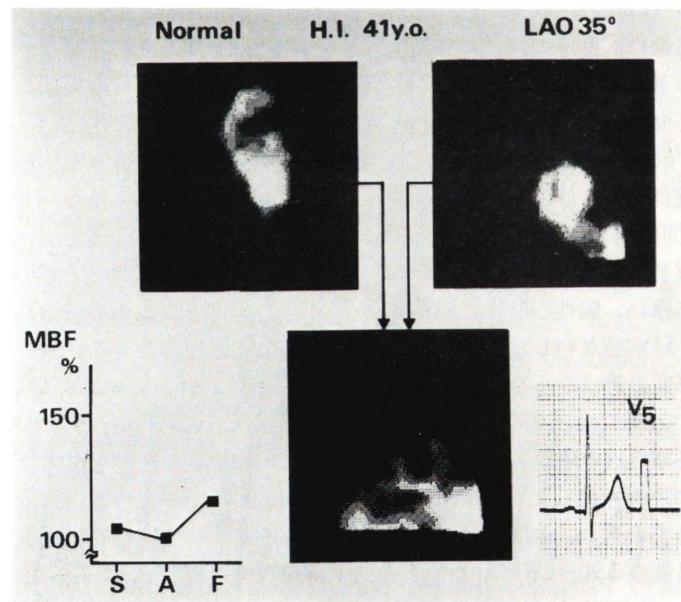
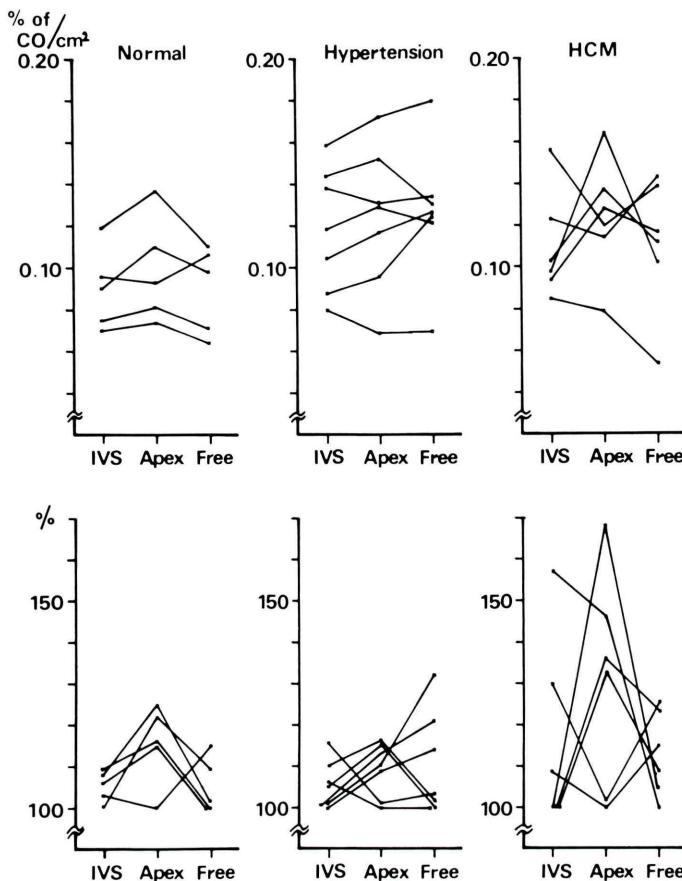


Fig. 6 Positive image of the left ventricular wall in a normal subject. Myocardial blood flow (MBF) at the septum (S), the apex (A) and the free wall (F) of the ventricle are shown as a percentage of that at the minimum site.



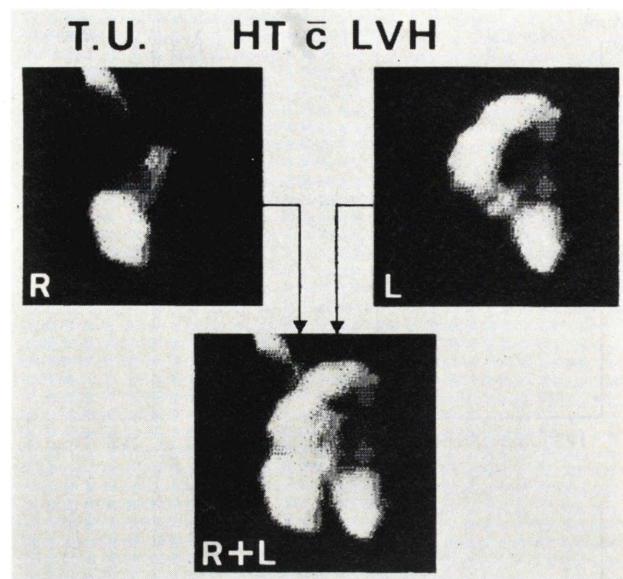
**Fig. 7** Regional myocardial blood flow (RMBF) in normal, hypertensive and hyperrophic cardiomyopathy (HCM) patients. The upper panel shows the RMBF as a percentage of cardiac output per unit detector area. The lower panel shows the RMBF expressed as a percentage of that at the minimum site. IVS, Apex and Free denote the interventricular septum, the apex and the free wall of the left ventricle, respectively.

PW 8 mm, IVS/PW 比 1.50 と中隔の相対的肥厚をみたものの、著明な肥厚は検出できなかった。陽性心筋像にて心室中隔下部から心尖部にかけての肥厚が著しかったが、自由壁は正常厚と判定した。心尖部心筋血流量は、中隔上部、自由壁に比して明らかに高値であった。心室中隔の陰性像には肥大部位の存在を示す異常所見はみられなかった。他の 2 例も同様の所見で、心尖部肥厚型と診断した。

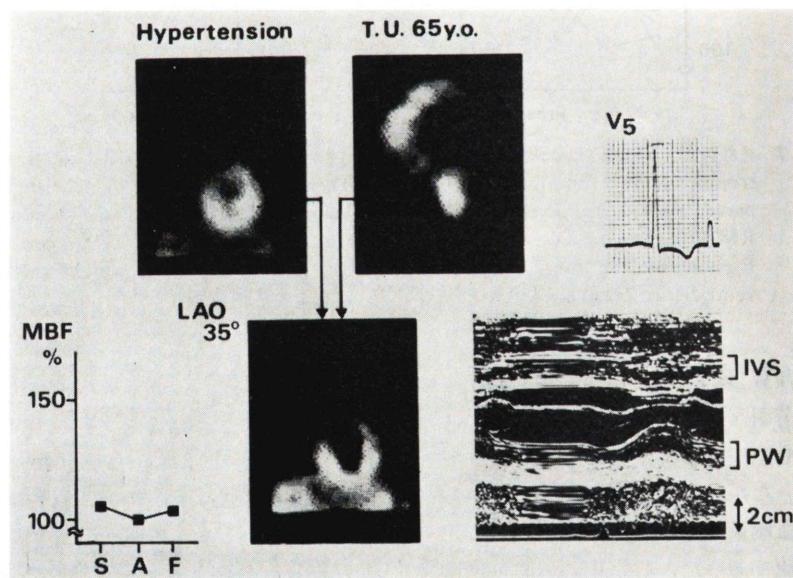
Fig. 13 は、陽性心筋壁像にて心尖部から自由

壁にかけての肥厚が著しかった症例である。左室下部での超音波像にて IVS 13 mm, PW 16 mm, IVS/PW 比 0.81 であった。局所別心筋血流量は中隔部に比して心尖部 136%, 自由壁部 124% と高値の傾向を示した。心電図上、著しい ST 降下、T 逆転をみたが、冠動脈造影にて狭窄はみられなかった。

肥大型心筋症群の全左室心筋血流量は、心拍出量の 2.80~7.57%, mean  $\pm$  SD = 4.68  $\pm$  1.60% で、正常群に比して大であった ( $p < 0.02$ )。局所別心



**Fig. 8** Negative visualization of the interventricular septum in a hypertensive patient with diffuse left ventricular hypertrophy.



**Fig. 9** Positive image of the hypertrophied left ventricular wall in the same patient as in Fig. 8. Regional myocardial blood flow showed no significant difference. IVS and PW in the ultrasonocardiogram denote the interventricular septum and the posterior wall of the left ventricle.

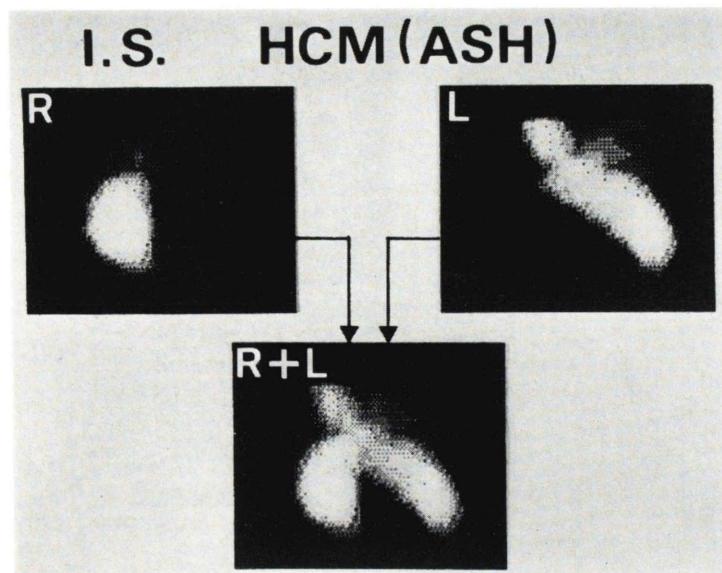


Fig. 10 Negative visualization of the interventricular septum in a patient with asymmetrical septal hypertrophy.

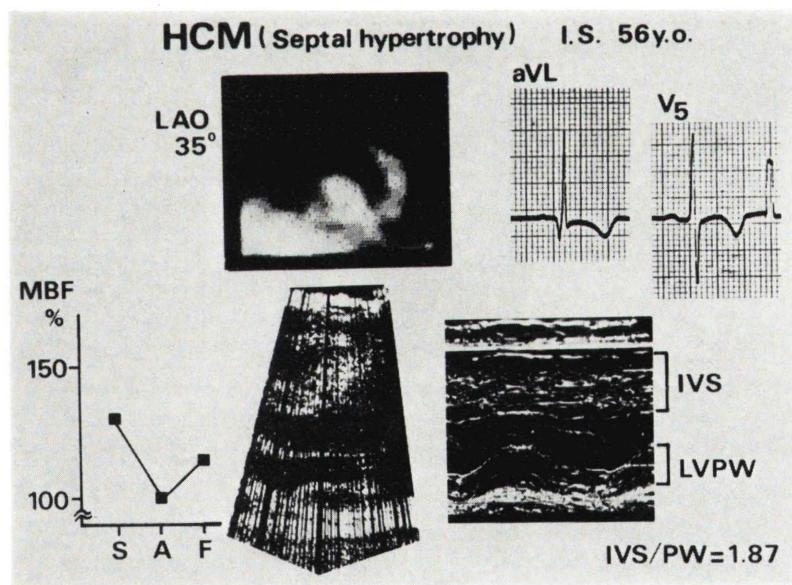
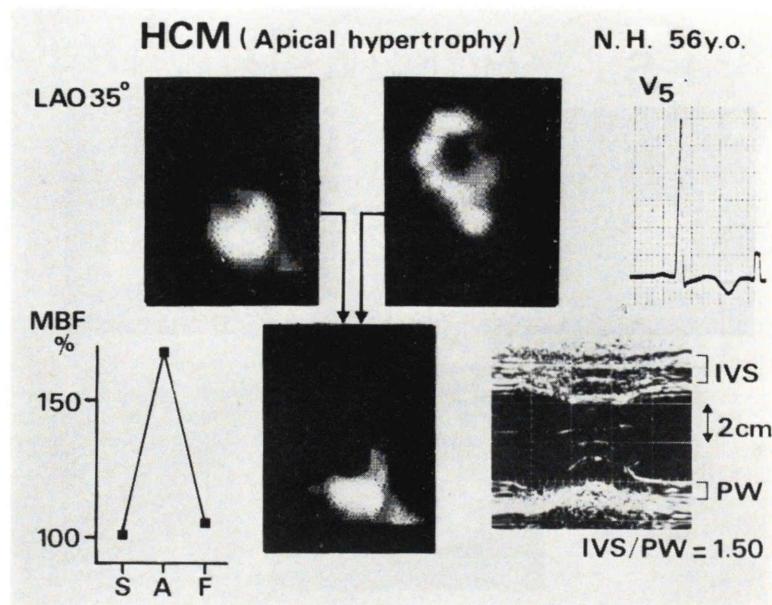
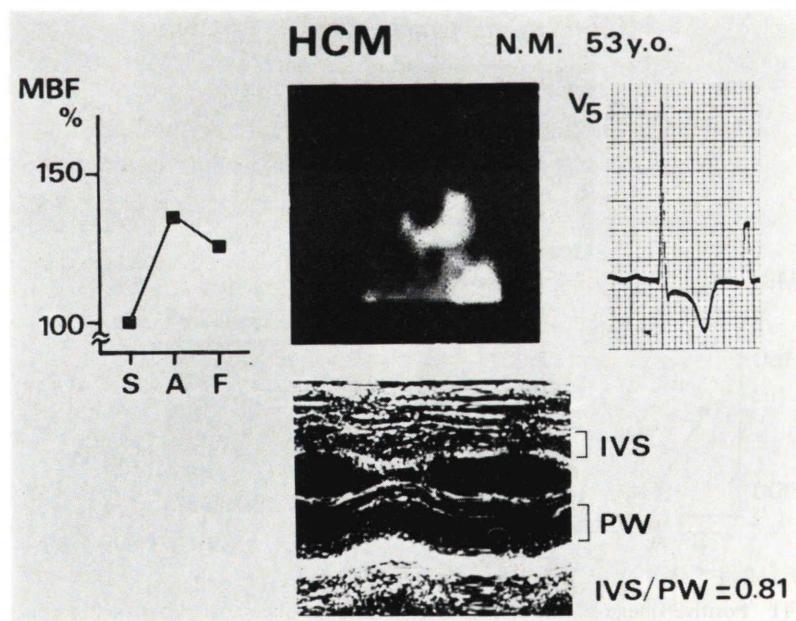


Fig. 11 Positive image of the left ventricular wall in the same patient as in Fig. 10. Localized abnormal hypertrophy of the interventricular septum is clearly demonstrated. Regional myocardial blood flow at the septum is definitely increased.



**Fig. 12** Positive image of the left ventricular wall in a patient with apical hypertrophy. Regional myocardial blood flow at the apex shows the highest value.



**Fig. 13** Positive image of the localized hypertrophy at the free wall and the apex. Myocardial blood flow at these sites is definitely increased.

筋血流量については、肥厚部での相対的な高値が特徴的であった。

### III. 討　論

ラジオアイソトープ-イメージング法による左室肥大の診断法として、二法が考えられる。一つは、心筋細胞内へ高濃度に摂取されるアイソトープを用いて心筋を陽性画像として描出し、その像から肥厚の有無を診断する方法である。他の一つは、右心室と左心室との合成像を作り、両心室腔にはさまれた陰性部分として描出される心室中隔について、肥厚の有無をみる方法である。これらの二つの方法は、その目的に応じた異なるアイソトープを用いて行なわれるのが通常である。本研究の特徴は、心筋イメージング用アイソトープとして繁用されている<sup>201</sup>TlCl の1回静脈注射のみを行ない、その初回循環時の心内腔像と、心筋内摂取後の心筋像とを収録して、上記二法を一度に行なった点にある。

<sup>201</sup>Tl の導入は、臨床上実用に耐える明瞭な陽性心筋像の撮影を可能にした<sup>3)</sup>。その臨床応用に関する報告の大部分は、虚血性心疾患における冠血流低下ないし途絶部位の検出に関するものであるが、肥大型心筋症を診断する試みも報告されている<sup>6)</sup>。しかし、著しい左室肥大例において、左室内腔部を示す比較的陰性な部分が不鮮明となり、壁厚の同定が困難なことがしばしば経験される。これは、壁の肥厚と左室腔の狭小化のために、壁部分と内腔部分とのコントラストが弱くなるためである。また、正常人の<sup>201</sup>Tl 心筋像について、心筋壁厚を計測する試みも報告された<sup>9)</sup>。しかし、その値は他の方法を用いた場合に比して過大であり、収縮に伴う心臓の大きさの変化が原因とおもわれる。すなわち、心収縮を無視して撮影した心筋像において、外縁は拡張期の、内縁は収縮期の位置を示しているからである。このことは、拡張・収縮が良好な、駆出率の良い左室については、肥大との鑑別が困難なことを示唆する。

本論文で報告した、心筋像から左室内腔像を引き算する計算機処理の目的は、左室肥大例における

左室心筋壁像の明瞭化である。この処理により、左室内腔と重なる部分の左室壁の計数値を減少させ、重ならない部分の計数値を相対的に増加させて、内腔側の辺縁の明瞭な左室壁像が得られる。この際、心筋および左室内腔のそれぞれの像が、十分な計数値をもつ良好なものでないと、できる像は歪みを生ずる。われわれは経験にもとづいて、心筋像の総計数値 80~100K (1 crystal 当りの最大計数値 600~900) counts 左室内腔像の総計数値 20~30K (1 crystal 当りの最大計数値 200~300) counts を、およそそのめやすとしている。一方、撮影された心筋壁の厚さは、撮像時の background count 除去レベルの設定値によって、同一像であっても変化する。このため壁厚を計測して定量的診断に供することは困難であり、肥厚の有無の定性的判断にとどめた。しかし、局所的な肥大部位の発見、すなわち、非対称型肥大型心筋症の診断には、本法是有益な方法であった。

右室腔と左室腔とを1枚の画像上に同時に撮影し、両室間にあらわれる心室中隔の陰性像を、中隔肥厚の診断に応用した報告は少ない<sup>10)</sup>。本論文で示した如く、非対称型中隔肥厚型心筋症や対称型左室肥大症例にみられる心室中隔肥厚は、この方法によって診断可能である。最近、われわれは心電図同期装置を用いて<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>による心血管造影を行ない、その初回循環時の像から 100 m sec ごとの serial biventriculogram を一心周期にわたって得た。これを用いると、心収縮・拡張に伴う心室中隔の形状と厚さの変化が、右室および左室腔の形状との相対的な関係と共にとらえることができ、上記の疾患のみならず、非対称型心尖部肥厚型心筋症の診断にも寄与することを報告した<sup>11)</sup>。

本研究で示した二つの方法は、初回循環時の心内腔像を必要とする。従って、1回の注射に際して一方向の像しか得られない。われわれは心室中隔肥厚の有無を検する目的から、左前斜位35度で撮影したが、この角度において、検出器面が心室中隔に対して直角に位置しているかどうかについては問題が残る。右室と左室の位置関係の個人差および疾病差も考慮されねばならない。ただ、

Pohost らの検討によると<sup>10)</sup>、左前斜位30度ないし40度が、中隔厚をみるのに適当な角度であると考えてよいようである。像の一方向性という欠点を補うためには、血管外へ漏出しない放射性医薬品を用いて、平衡状態において多方向から撮影する必要があり、Pohost らは<sup>99m</sup>Tc-albumin を使って肥大型心筋症の診断を行なっている<sup>10)</sup>。

収縮・拡張による心臓の動きを無視して撮影された像が、心周期のどの時相をあらわしているかについての検討が Fig. 14 である。心収縮無視の non-gated image および心電図による gated image の拡張終期像と収縮終期像とを、右心と左心の内腔像およびその合成像について示した。non-gated image は、拡張終期像にほぼ類似している。同じ理由から、心筋像の non-gated image の外縁は、ほぼ拡張終期像をあらわしていると予想され、従って、これから左室内腔像を引いて得られる心筋壁像は、拡張終期心筋像を表現していると考えられた。

心臓の収縮・拡張像を経時的に追うには、心電図同期装置を用いた gating による撮影が必要である。このためには高濃度の計数値が要求され、従って、初回循環で行なうには多量のアイソトープの注入が、平衡状態で行なうには長時間のくりかえし記録が必要となる。本研究で用いた 2 mCi 1 回静注法では、心電図同期による撮影は困難である。村田ら<sup>12)</sup>は<sup>201</sup>Tl 心筋イメージングに際して、数千心拍に及ぶくりかえし記録を行ない、計算機処理にて数 10 m sec ごとの経時的心筋像を撮影することに成功している。Pohost らは<sup>99m</sup>Tc-albumin を用いて心電図同期による心内腔像を平衡状態にて撮影し<sup>10)</sup>、われわれは<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>の初回循環時の心電図同期心内腔像から serial biventriculogram を得た<sup>11)</sup>。これらの試みは、今後の研究方向を示すものといえる。

K 同族体である<sup>201</sup>Tl の臓器への摂取は、microsphere など塞栓粒子におけるほど完全ではないがきわめて高率であり、血中からの消失の半減期は

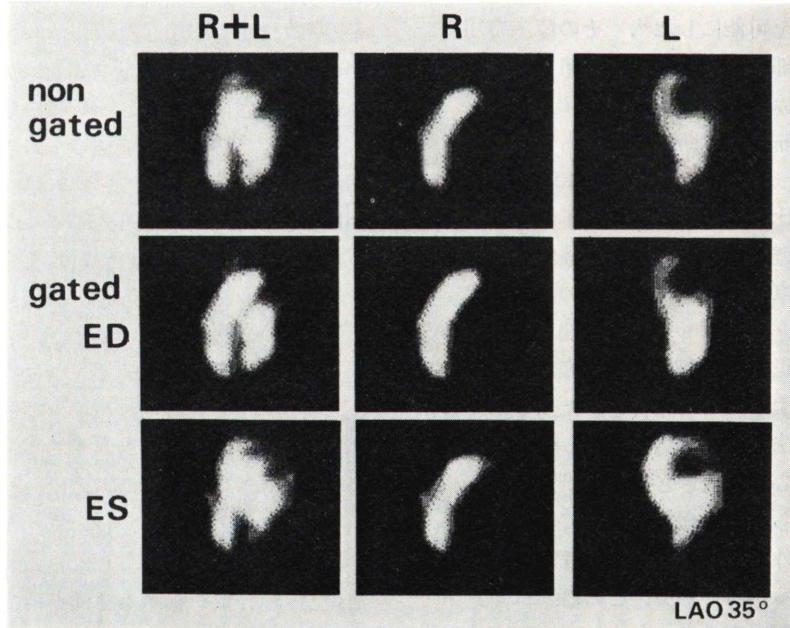


Fig. 14 Comparison of the non-gated image with the ECG-triggered end-diastolic and end-systolic images. Images of the right (R) and the left heart (L) are shown with the synthesized image (R+L). The nongated image resembles the gated end-diastolic image.

1分以内で、注入後3~4分で大部分は臓器内へ移行する<sup>2)</sup>。そして、心筋への摂取量は冠血流量に比例する<sup>3)</sup>。従って、再循環による臓器相互間での移行再配分のおこらない注入初期において、<sup>201</sup>Tl の末梢分布状況は塞栓粒子と同様の血流分布を反映すると考えられる<sup>13)</sup>。この考え方にもとづいて、indicator fractionation principle<sup>8)</sup>を適用し、<sup>201</sup>Tl による心筋血流量測定を行なった。

正常人における心筋血流量の心拍出量に対する比率は、<sup>86</sup>Rb を用いた Donato らの報告<sup>14)</sup>では、心臓全体について  $5.91 \pm 0.79\%$ 、<sup>84</sup>Rb を用いた Knoebel らの報告<sup>15)</sup>では  $5.2 \pm 1.6\%$ 、<sup>84</sup>Rb を用いた Mymin らの報告<sup>16)</sup>では  $6.39 \pm 1.64\%$ 、<sup>201</sup>Tl による石井らの報告<sup>13)</sup>では  $4.0 \pm 0.5\%$  であった。本研究の正常例では  $2.48 \pm 0.32\%$  と、従来の報告に比してやや低値である。その理由として、測定部位が厳密に左室心筋に限局されたこと、multicrystal gamma camera は Anger 型 gamma camera に比して高濃度計測時の数え落しが少ないために、初回循環時の投与総量の計数が正しく行なわれ、さらに数え落しに対する補正が行なわれたことが考えられる。

肥大型心筋症の肥厚部心筋において、クリスタル単位面積当たりの血流量増加が示され、局所的肥厚診断の一助となった。これが、単位心筋量当たりの冠血流量が増加したためか、あるいは、単位心筋量当たりの冠血流量は不变のまま心筋量が増加したためか、今後検討を要する問題であろう。

肥大型心筋症における肥大は、必ずしも高血圧症や大動脈弁狭窄症におけるごとき対称性を呈するものではない。心室中隔肥厚の著しい型<sup>17)</sup>、心尖部肥厚の著しい型<sup>18)</sup>など、その非対称性が重視されている。また、非対称性中隔肥厚型心筋症における中隔の肥大は、上部中隔から下部中隔へ向かうにつれて顕著となり、自由壁にも非一様性の肥大がみられたという報告<sup>19)</sup>もある。本研究においても、肥大型心筋症群の中に、肥大が心室中隔を中心とする型、心尖部を中心とする型、自由壁を中心とする型、左室全体にわたる型がみられた。下部中隔から心尖部は、超音波検査に際してビー

ムが入りにくく死角になりやすい部分であり、とくに本法の意義がある。また、本研究での肥大型心筋症例が全例50歳以上であったことは、本症が高齢者においてもまれな疾患でないことを示唆する<sup>20)</sup>。心電図上、著しいST降下や逆転T波を伴う左室肥大所見をみたとき、高齢であるという理由から冠動脈疾患の診断に走るのではなく、肥大型心筋症の可能性も考えて検査を進めるべきである。

(本論文の要旨は第41回日本循環器学会総会において報告した)。<sup>201</sup>TlCl を提供下さった日本メディフィジックス株式会社に深謝します。

## 文 献

- 1) Kawana M, Krizek H, Porter J, et al: Use of <sup>199</sup>Tl as a potassium analog in scanning. J Nucl Med **11**: 333, 1970
- 2) Bradley-Moore PR, Lebowitz E, Greene MW, et al: Thallium-201 for medical use. II: Biological behavior. J Nucl Med **16**: 156-160, 1975
- 3) Strauss HW, Harrison K, Langan JK, et al: Thallium-201 for myocardial imaging. Relation of thallium-201 to regional myocardial perfusion. Circulation **51**: 641-645, 1975
- 4) Wackers FJTH, Shoot JBVD, Sokole EB, et al: Noninvasive visualization of acute myocardial infarction in man with thallium-201. Br Heart J **37**: 741-744, 1975
- 5) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleau J, et al: Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise: Comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease. Circulation **55**: 79-87, 1977
- 6) Bulkley BH, Rouleau J, Strauss W, et al: Idiopathic hypertrophic subaortic stenosis: Detection by thallium 201 myocardial perfusion imaging. N Eng J Med **293**: 1113-1116, 1975
- 7) Granier RP, Bender MA, Jones RH: A computerized multicrystal scintillation gamma camera. Instrumentation in Nuclear Medicine. Vol. 2. Hines HJ, eds. Academic Press, New York, 1974, p. 101
- 8) Sapirstein LA: Regional blood flow by fractional distribution of indicators. Am J Physiol **193**: 161-168, 1958
- 9) Cook DJ, Bailey IB, Strauss HW, et al: Thallium-201 for myocardial imaging: Appearance of the normal heart: J Nucl Med **17**: 583-589, 1976

- 10) Pohost GM, Vignola PA, McKusick KE, et al: Hypertrophic cardiomyopathy. Evaluation by gated cardiac blood pool scanning. *Circulation* **55**: 92-99, 1977
- 11) 本原征一郎, 玉井秀男, 尾藤慶三, 他: ECG triggered radionuclide biventriculography および  $^{201}\text{TI}$ -myocardial scintigraphy による肥大性心筋症の診断. *Jap Circ J* **42** (Suppl) 127, 1978
- 12) 村田 啓, 飯尾正宏, 外山比南子, 他: 心筋梗塞の核医学的診断, ECG gated RI cardiography による心プールおよび心筋イメージングを中心. *心臓* **9**: 107-114, 1977
- 13) 石井靖, 神原啓文, 米倉義晴, 他:  $^{201}\text{TI}$  による心筋シンチグラフィー及び心筋血流量測定について. *核医学* **13**: 787-796, 1976
- 14) Donato L, Bartolomei G, Federighi G, et al: Measurement of coronary blood flow by external counting with radioactive rubidium. Critical appraisal and validation of the method. *Circulation* **33**: 708-718, 1966
- 15) Knoebel SB, McHenry PL: Myocardial blood flow. Measurement by a coincidence counting system and single belus of  $^{84}\text{Rb}$ . *Arch Intern Med* **127**: 767-772, 1971
- 16) Mymin D, Sharma GP: Total and effective coronary blood flow in coronary and noncoronary heart disease. *J Clin Invest* **53**: 363-373, 1974
- 17) Abbasi AS, MacAlpin RN, Eber LM, et al: Left ventricular hypertrophy diagnosed by echocardiography. *N Eng J Med* **289**: 118-121, 1973
- 18) Sakamoto T, Tei C, Murayama M, et al: Giant T wave inversion as a manifestation of asymmetrical apical hypertrophy (AAH) of the left ventricle. Echocardiographic and ultrasono-cardiotomographic study. *Jap Heart J* **17**: 611-629, 1976
- 19) Redwood DR, Scherer JL, Epstein S: Biventricular cineangiography in the evaluation of patients with asymmetrical septal hypertrophy. *Circulation* **49**: 1116-1121, 1974
- 20) Gulotta SJ, Hamby RI, Aronson AL, et al: Coexistent idiopathic hypertrophic subaortic stenosis and coronary arterial disease. *Circulation* **46**: 890-896, 1972

## Summary

### Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy by $^{201}\text{TL}$ -myocardial scintigraphy

Seiichiro MOTOHARA\*, Hideo TAMAI\*, Keizo BITO\*, Hiromu UEHATA\*,  
Yoichi SERIU\*, Shunichi TAMAKI\*, Yukihiko TAMPO\*, Yoshiharu YONEKURA\*\*,  
Yasushi ISHII\*\* and Kanji TORIZUKA\*\*

*\*Shiga Prefectural Medical Center for Adult Diseases*

*\*\*Department of Radiology and Nuclear Medicine, Kyoto University*

A new approach to the diagnosis of diffuse and localized left ventricular hypertrophy (LVH) was made with the isotopic imaging technic. Five normal subjects, seven patients with LVH caused by hypertension and six patients with idiopathic hypertrophic cardiomyopathy (HCM) were studied. A computerized multicrystal gamma camera (System-77, Baird-Atomic Co.) was used.

The detector was set to the 35 degrees left anterior oblique position and a bolus injection of  $^{201}\text{TL}$  (2.4 mCi) was made via the antecubital vein. The transportation process of the tracer in the cardiac chambers and its accumulation process in the myocardium were recorded in 800 serial frames over 240 seconds (0.3 sec/frame) and stored in the disc memory of the computer.

The data were played back and processed as follows:

(1) Images of both the right and left ventricular cavities were made by adding the appropriate frames. By double-exposure of the two images both ventricles were synthetized on film by which the interventricular septum (IVS) was visualized as a negative portion between the ventricles.

- (2) The image of the left ventricular cavity was subtracted from a myocardial scintigram by the computer. This processing clarified the inner border of the left ventricular wall and ventricular wall thickness was visualized as a positive image.
- (3) Myocardial blood flow (MBF) in the total left ventricle, apical, septal and free-wall portions were measured by application of the indicator fractionation principle.

The positive image of the ventricular wall was useful in the diagnosis of LVH, especially when the LVH was localized. In HCM, one patient showed localized hypertrophy at IVS, three at the apical portion and one mainly at the free wall. The negative image of IVS was useful in patients with septal hypertrophy, as in asymmetrical septal hypertrophy or diffuse LVH. Total left ventricular MBF was  $2.48 \pm 0.32\%$  of cardiac output in normal,  $4.91 \pm 1.83\%$  in hypertension and  $4.68 \pm 1.60\%$  in HCM patients. MBF was increased at the site of localized hypertrophy.

**Key words:**  $^{201}\text{TL}$  scintigraphy, computer processing, left ventricular hypertrophy, hypertrophic cardiomyopathy, myocardial blood flow.