

## Thallium-201 心筋シンチ グラフィーにおける右心自 由壁描出の検討：圧負荷と 容量負荷の対比

## Comparative studies on right ventricular pressure and volume overloading by thallium-201 myo- cardial scintigraphy

大和田憲司  
東原 康文  
木島 幹博  
宮崎 吉弘  
小野 和男  
竹沢 将俊  
蛸谷 勸  
待井 一男  
刈米 重夫

Kenji OWADA  
Yasunori TSUKAHARA  
Mikihiro KIJIMA  
Yoshihiro MIYAZAKI  
Kazuo ONO  
Masatoshi TAKEZAWA  
Susumu EBITANI  
Kazuo MACHII  
Shigeo KARIYONE

### Summary

Thallium-201 myocardial scintigraphy was performed in 44 patients with various heart diseases including mitral stenosis (MS), atrial septal defect (ASD), primary pulmonary hypertension (PPH), and left atrial myxoma. The morphological findings of right ventricular (RV) free wall on the scintigram and RV/IVS (interventricular septum) uptake ratio of the images obtained from the left anterior oblique projection were studied in the patients with RV pressure or volume overloading.

The RV free wall was visualized by scintigraphy in 13 out of 22 patients (59%) with MS, and in 15 out of 17 patients (88%) with ASD. In 5 patients with PPH or left atrial myxoma, the RV free wall was visualized in all cases. The patterns of RV free wall image were classified into three types. Type I with the smaller right ventricle than left ventricle was mainly seen in cases of MS, and type II with the dilated right ventricle was seen in cases of ASD and PPH. The RV free wall was visualized in most of the patients with MS whose RV systolic pressure (RVSP) was higher than 35 mmHg and mean pulmonary artery pressure (PAMP) was 20 mmHg or more, and with ASD whose RVSP was higher than 30 mmHg and PAMP was 10 mmHg or more.

The ratio of radioactivity on the RV free wall and interventricular septum (RV/IVS uptake ratio) was calculated using 45 degree left anterior oblique view images. The RV/IVS uptake ratio ranged from 0.38 to 0.73 in the cases with MS, from 0.40 to 0.77 in the cases with ASD, and from 0.64 to

福島県立医科大学 第一内科  
福島市杉妻町 4-45 (〒960)

The First Department of Internal Medicine, Fuku-  
shima Medical College, Sugitsuma-cho 4-45, Fuku-  
shima 960

Presented at the 23rd Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kurume, October 8-10, 1981

Received for publication November 9, 1981

0.79 in the cases with PPH. In two cases with left atrial myxoma, the ratio was 0.50 and 0.55, respectively. The RV/IVS uptake ratio was compared to various hemodynamic parameters in right ventricular overloading. In the cases with MS, the RV/IVS uptake ratio was closely correlated with RVSP ( $r=0.93$ :  $p<0.001$ ), PAMP ( $r=0.92$ :  $p<0.001$ ), pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) ( $r=0.83$ :  $p<0.01$ ), RV work index (RVWI) ( $r=0.82$ :  $p<0.001$ ), and pulmonary vascular resistance (PVR) ( $r=0.71$ :  $p<0.02$ ), respectively. In the cases with ASD, the RV/IVS uptake ratio was closely correlated with RVSP ( $r=0.89$ :  $p<0.001$ ), PAMP ( $r=0.68$ :  $p<0.01$ ), PVR ( $r=0.77$ :  $p<0.01$ ), and a left-to-right shunt ratio ( $r=0.785$ :  $p<0.001$ ).

It was concluded that the analysis of thallium-201 myocardial scintigraphy is valuable as a non-invasive technique for the qualitative and quantitative estimation of RV pressure or volume overloading.

#### Key words

Thallium-201 myocardial scintigraphy  
RV/IVS uptake ratio

Right ventricular overloading

Right ventricular wall image

### はじめに

先天性心疾患や弁膜疾患における右心負荷の診断は、心電図および心エコー図などの非観血的検査法では左心負荷の場合のように容易ではない。心カテーテル検査では、正確な情報は得られるが、被検者の一般状態や年齢により限界があり、経過観察のために繰り返して行うことは難しい。

近年、非観血的で簡単な核医学的検査法が発展し、臨床的に technetium-99 m-pyrophosphate や thallium-201 による心筋シンチグラフィが行われるようになった<sup>1-4)</sup>。Thallium-201 は、主として虚血性心疾患の診断に利用されてきたが、chronic pulmonary hypertension を有する症例で右心自由壁の描出を認めたと Cohen ら<sup>5)</sup>が報告して以来、右心負荷の診断にも利用されるようになった。我々は、thallium-201 心筋シンチグラフィより右心自由壁描出の有無およびその形態的特徴により、右心負荷の有無とその程度を判定でき、数値的に求めた右心の左心に対する放射能化 (RV/IVS uptake ratio) が右心負荷の評価に有用であると報告してきた<sup>6)</sup>。

今回は、右心の圧負荷および容量負荷を有する症例に、thallium-201 心筋シンチグラフィを行い、右心自由壁描出の有無およびその形態的特徴

を比較した。さらに右心自由壁摂取率 RV/IVS uptake ratio を求めて、右心の血行力学的指標との関係を、右心の圧負荷および容量負荷例にて比較し、その臨床的有用性を検討した。

### 対象および方法

対象は、福島医大第一内科に入院した心疾患患者 44 例で、男 21 例、女 23 例である。年齢は 20 歳から 61 歳で、平均年齢は 37 歳であり、内訳は、圧負荷群として僧帽弁狭窄症 (MS) 22 例、原発性肺高血圧症 (PPH) 3 例、左房粘液腫 2 例および容量負荷群として心房中隔欠損症 (ASD) 17 例である (Table 1)。

方法は、安静的に thallium-201, 2.0 mCi を肘静脈より注入し、東芝製 GCA-202 型ガンマカメラ

Table 1. Clinical diagnosis of patients studied

Pressure overloading	
Mitral stenosis (MS)	22 cases
Primary pulmonary hypertension (PPH)	3
Left atrial myxoma	2
Volume overloading	
Atrial septal defect (ASD)	17
Total	44 cases

ラを使用して、10分後より心筋イメージを正面、左側面および左前斜位 30, 45, 60 度の 5 方向で撮像した。撮影条件はエネルギーピーク 80 KeV, ウィンド幅 25%, 20 万カウントで行った。左前斜位像より得られた心筋イメージから右心自由壁描出例について、その特徴を次のように 3 型に分類した。すなわち、I 型：左室に比して右室腔が

小さく描出され、右室の拡大を有しないもの、II 型：右室腔の拡大を有し、左室は正常か、やや小さく左上方へ押し上げられた形をとるもの、III 型：左室の拡大と同等に右室の拡大を有するもの、すなわちいわゆる “omega pattern” を示すものとした (Fig. 1).

Thallium-201 心筋シンチグラフィの左前斜

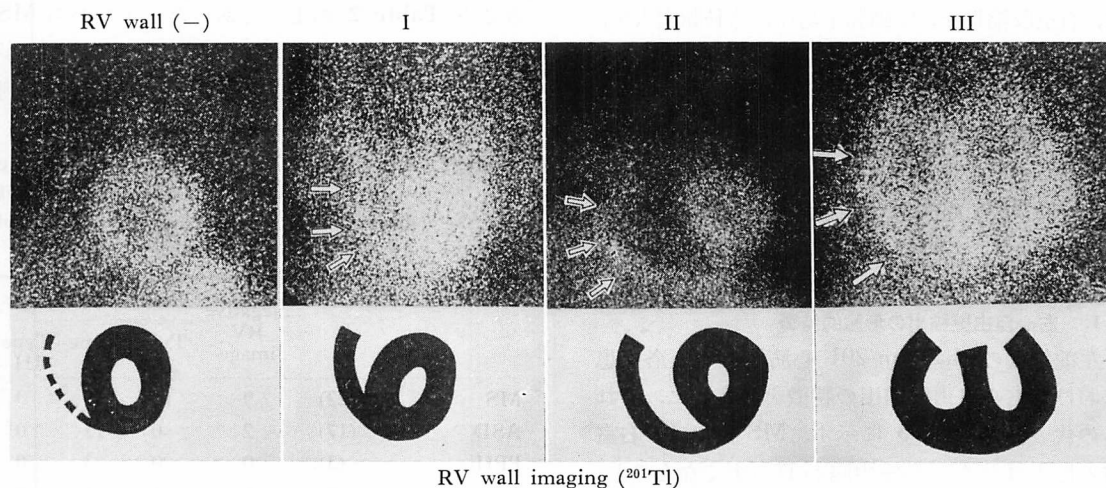
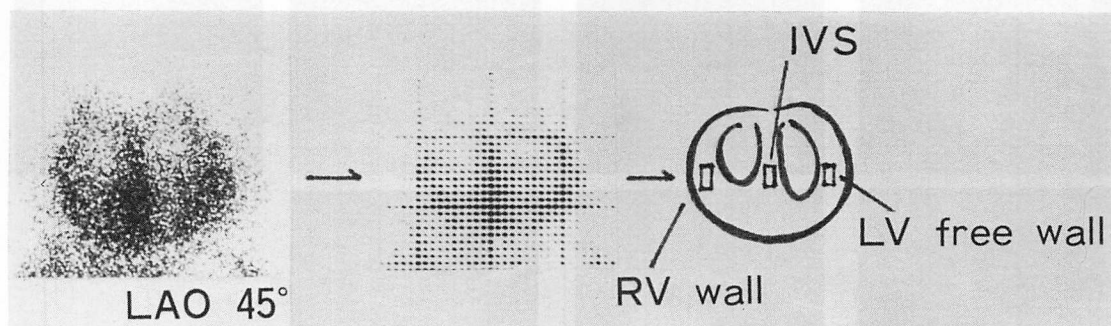


Fig. 1. Classification of the visualized right ventricular (RV) wall image at the left anterior oblique projection (LAO) by thallium-201 myocardial scintigraphy.

The upper row shows scintigrams representative of the respective group. Arrows indicate the visualized RV wall. The bottom row shows schematic drawings of the image pattern in each group.



$$\text{RV/IVS uptake ratio} = \frac{\text{RV (count)} - \text{Lung (count)}}{\text{IVS (count)} - \text{Lung (count)}}$$

Fig. 2. Method for the calculation of the RV/IVS uptake ratio in the 45 degree left anterior oblique projection by thallium-201 myocardial scintigraphy.

The regions of interest (ROI) are located in the right ventricular free wall (RV wall) and inter-ventricular septum (IVS).

位 45 度像の撮影のさい, 同時に東芝製 Tosbac-40 を使用して, 磁気ディスクに 64×64 matrix として収録した. その画像より右心自由壁 (RV wall) と心室中隔 (IVS) に関心領域 (ROI) を決め, background として肺野の count を差し引いて, 右心の左心に対する放射能比 RV/IVS uptake ratio (右心自由壁摂取率) を求めた(Fig. 2).

右心負荷判定における血行力学的指標としては, 右室収縮期圧, 肺動脈平均圧, 肺動脈楔入圧, 右室拡張末期圧および肺血管抵抗を測定した. さらに MS 例では右室仕事係数, ASD 例では肺体血流比および左右短絡率を測定し, thallium-201 心筋シンチグラフィによる右心自由壁の描出および RV/IVS uptake ratio との関係を見た.

成 績

1. 右心自由壁描出の形態的特徴

左前斜位の thallium-201 心筋像より, 各疾患における右心自由壁描出の特徴を観察した. それらの代表例を Fig. 3 に示す. MS 例では, 右室腔の拡大はなく, 心室中隔が真っすぐなものと, 右心側へ凸のものがみられた. ASD 例では, 拡

大した右心と左上方へ押し上げられた左心を呈するもの, および右心の拡大のみを有するものがみられた. そして, PPH, left atrial myxoma 例では, ASD と同様に右室の拡大を示すものが多くみられた.

Thallium-201 心筋シンチグラフィによる右心自由壁描出の形態的特徴は, Fig. 1 のごとく 3 型に分類し得た. 今回の対象例について比較してみると Table 2 のようであった. すなわち MS では, 22 例中 9 例 (41%) に右心自由壁の描出がみられなかったのに対し, ASD では 17 例中 2 例

Table 2. Classification of right ventricular free wall image pattern by thallium-201 myocardial scintigraphy in a total of 44 cases

	Negative RV image	Positive RV image		
		Type I	Type II	Type III
MS	(22)	9	10	3
ASD	(17)	2	0	15
PPH	(3)	0	0	3
LA myxoma	(2)	0	1	1

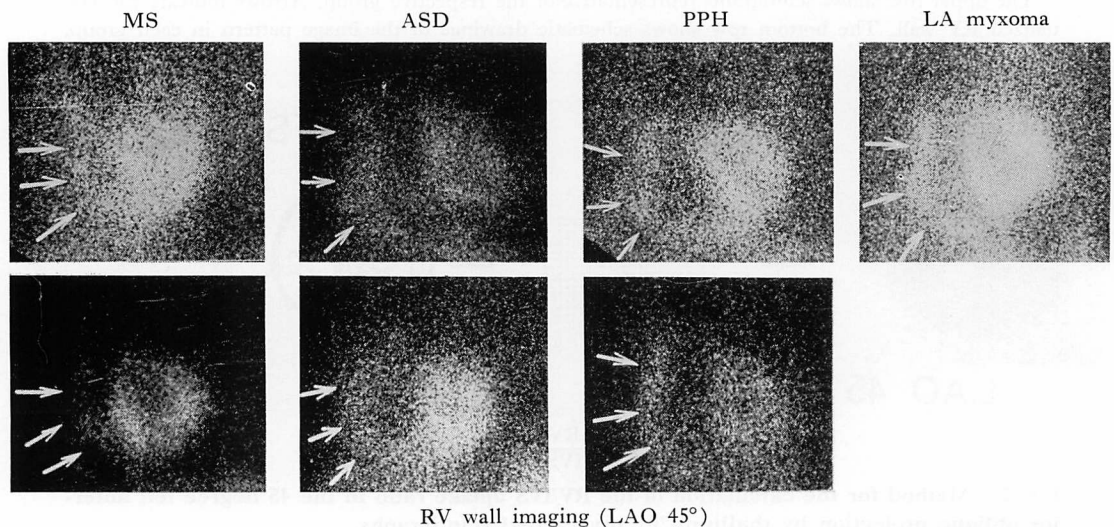
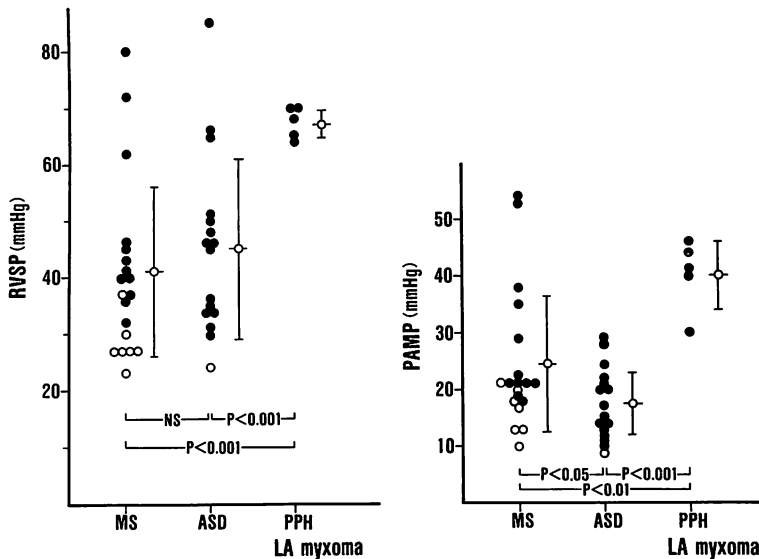


Fig. 3. Thallium-201 myocardial scintiphotograms in seven cases with the visualization of the RV wall.

のみであり、ASD 例において右心自由壁描出を高率に認め、病態による差異を示した。右心自由壁の描出は、MS で 13 例 (59%) に認め、そのうち 10 例は I 型、3 例は II 型であった。II 型を示した 3 例のうち 2 例はおのおの右室収縮期圧が 62 および 80 mmHg と高値であった。残る 1 例は 43 mmHg であったが、三尖弁閉鎖不全を合併する症例であった。ASD では、15 例 (88%) に右心自由壁の描出を認め、全例が II 型を示した。また、PPH では 3 例ともに II 型を示し、右室収縮期圧はおのおの 68, 70, 70 mmHg であった。Left atrial myxoma 2 例中 1 例は I 型を示し、右室収縮期圧は 65 mmHg であり、もう 1 例は II 型で、64 mmHg であった。これらの症例は圧負荷を有するにもかかわらず 5 例中 4 例が II 型を示し、異なった所見を呈した。今回の症例では III 型を示すものはなかった。

右心カテーテルを行った 40 症例 (MS 19 例 ASD 16 例、その他 5 例) について、thallium-201 心筋シンチグラフィーによる右心自由壁の描出の有無と右室収縮期圧、肺動脈平均圧、肺動脈楔入圧および右室拡張末期圧との関係をみた。右室収縮期圧 (RVSP) は、MS 例では平均  $40.6 \pm 15.5$  mmHg (23~80 mmHg) であり、ASD 例では平均  $45.4 \pm 15.9$  mmHg (24~85 mmHg) で、両群間に有意差はみられなかった。しかし、肺動脈平均圧 (PAMP) は、MS 例では平均  $24.4 \pm 12.3$  mmHg (10~54 mmHg) であり、ASD 例では平均  $17.4 \pm 6.2$  mmHg (9~29 mmHg) で、両群間に有意差を認めた (Fig. 4)。これは、ASD 例では肺動脈-右室間に圧較差を生ずる場合があるためである。

MS においては、RVSP が 32 mmHg 以上の 13 例中 12 例、PAMP 21 mmHg 以上の 11 例中



**Fig. 4. Right ventricular systolic pressure (RVSP) and pulmonary arterial mean pressure (PAMP) in patients with MS, ASD, PPH or left atrial myxoma.**

Symbols (●) indicate values from cases with the visualized RV wall image, and circles (○) indicate the negative image. MS group shows RVSP of  $40.6 \pm 15.5$  mmHg (mean  $\pm$  SD), ASD group has  $45.4 \pm 15.9$  mmHg, and the cases with PPH or left atrial myxoma has  $67.4 \pm 2.8$  mmHg. Also, MS shows PAMP of  $24.4 \pm 12.3$  mmHg, ASD has  $17.4 \pm 6.2$  mmHg, and PPH or left atrial myxoma has  $40.2 \pm 6.2$  mmHg.

10例に右心自由壁の描出を認め、RVSPが32 mmHg未満の6例、PAMPが21 mmHg未満の8例中6例には認めなかった。ASDでは、RVSP 24 mmHg、PAMP 9 mmHgと最小値を示した1症例を除く全例に右心自由壁の描出を認めた。PPH、およびleft atrial myxoma例では平均 $67.4 \pm 2.8$  mmHg、PAMPは平均 $40.2 \pm 6.2$  mmHgで、MSおよびASD例に比し有意に高値を示した。

肺動脈楔入圧(PCWP)は、MS例では平均 $17.1 \pm 7.1$  mmHg (10~34 mmHg)、ASD例では平均 $7.5 \pm 3.2$  mmHg (5~13 mmHg)と0.1%以下の危険率で有意にMS例で高値を示し、PCWP 15 mmHg以上の10例中8例に右心自由壁の描出を認めた。右室拡張末期圧(RVEDP)は、MS例では平均 $6.4 \pm 2.7$  mmHg (1~14 mmHg)、ASDでは平均 $7.4 \pm 2.7$  mmHg (3~12 mmHg)で両群間に有意差はみられなかった(Fig. 5)。また、PPHおよびleft atrial myxoma例においては、PCWPは後者においてやや高値であり、RVEDPは他の2群に比し高値を示した。

これらの結果から、thallium-201心筋シンチグラフィによる右心自由壁の描出は、圧負荷を有する僧帽弁狭窄症例よりも、容量負荷を有する心房中隔欠損症例において高率に認められ、その右心の形態的特徴はMSではI型、ASDではII型であった。また、MSではRVSP 35 mmHgおよびPAMP 20 mmHg、ASDではおのおの30および10 mmHg以上の例において、右心自由壁の描出を認め、MSに比しASDは、より低値でその傾向を示した。PPHやleft atrial myxoma例では、全例に右心自由壁の描出を認め、II型を示すものが多く、MSとは異なる興味ある所見を呈した。

2. RV/IVS uptake ratio (右心自由壁摂取率)と血行力学的指標との比較

左前斜位45度のthallium-201心筋シンチグラフィ撮像のさい、同時に磁気ディスクに64×64 matrixとして収録した画像より、右心自由壁描出例について、右心壁の心室中隔に対する放射能比RV/IVS uptake ratioを求めると、MS例では0.38~0.73、ASD例では0.40~0.77であっ

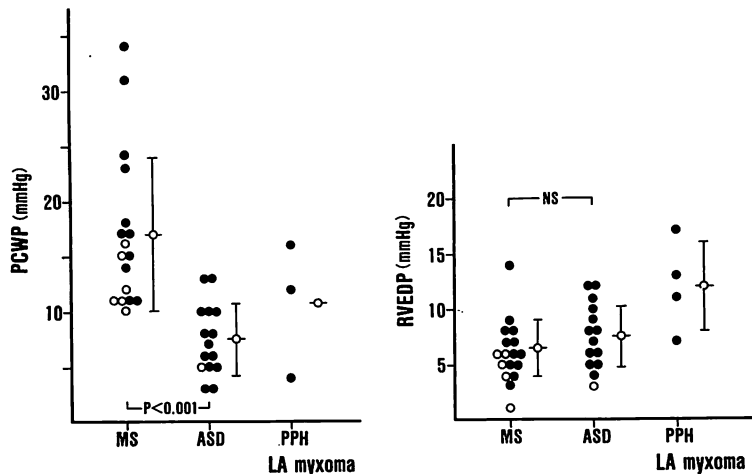
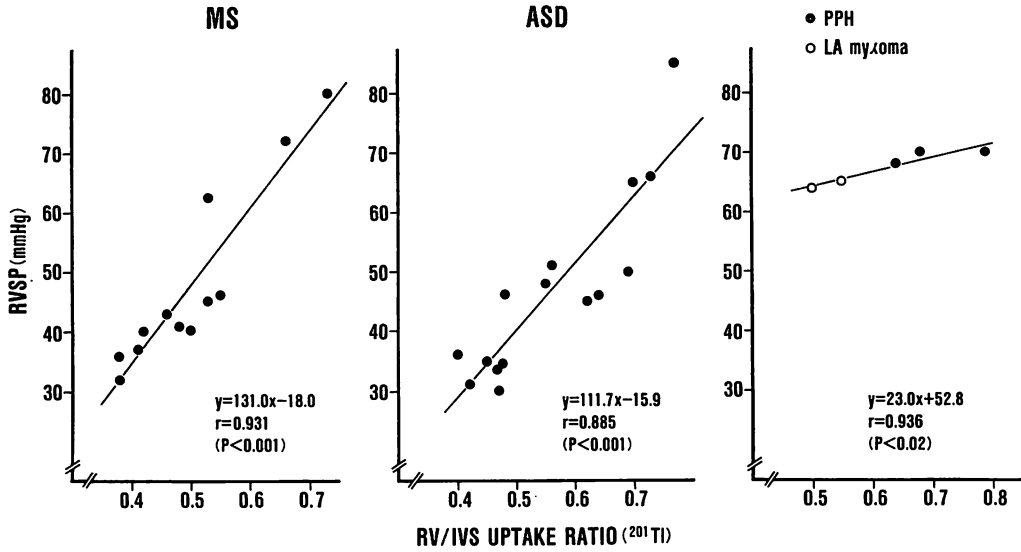


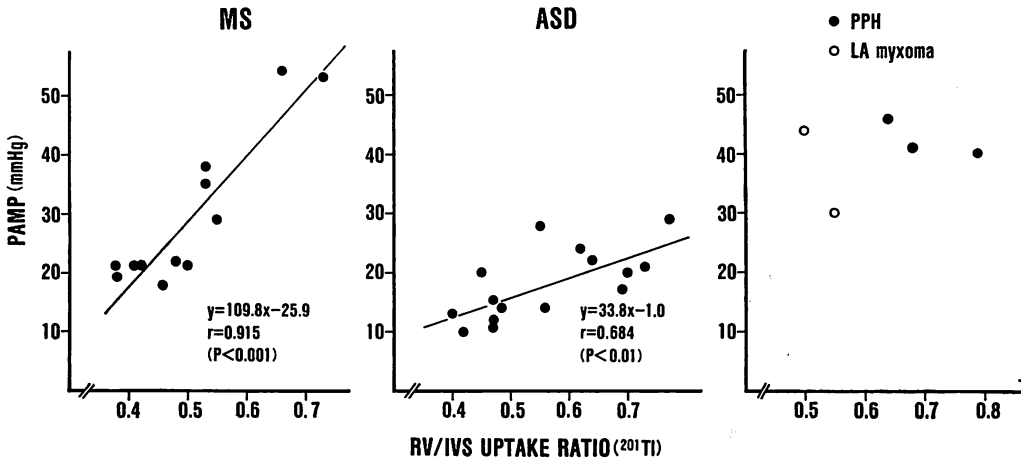
Fig. 5. Pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) and right ventricular end-diastolic pressure (RVEDP) in patients with MS, ASD, PPH or left atrial myxoma.

Symbols (●) indicate values from cases with the visualized RV wall image, and circles (○) indicate the negative image. MS group shows PCWP of  $17.1 \pm 7.1$  mmHg (mean±SD) and ASD group has  $7.5 \pm 3.2$  mmHg ( $p < 0.001$ ). Also, MS shows RVEDP of  $6.4 \pm 2.7$  mmHg and ASD has  $7.4 \pm 2.7$  mmHg.



**Fig. 6. Relationship between the RV/IVS uptake ratio by thallium-201 myocardial scintigraphy and the RVSP in the three groups.**

The correlation coefficient is 0.93 ( $p < 0.001$ ) in the MS group, 0.89 ( $p < 0.001$ ) in the ASD group, and 0.94 ( $p < 0.02$ ) in the cases with PPH or left atrial myxoma.



**Fig. 7. Relationship between the RV/IVS uptake ratio by thallium-201 myocardial scintigraphy and the PAMP in the three groups.**

The correlation coefficient is 0.92 ( $p < 0.001$ ) in the MS group and 0.68 ( $p < 0.01$ ) in the ASD group.

た。また, PPH 例では 0.64~0.79 で, 左房粘液腫 2 例の 0.50, 0.55 に比し, 高値であった。

各疾患について, RV/IVS uptake ratio の値と右室収縮期圧 (RVSP) との関係を見ると, MS 例では  $r=0.93$ , ASD 例では  $r=0.89$  と 0.1% 以下の危険率で有意な正相関を示した (Fig. 6). PPH, 左房粘液腫例でも  $r=0.94$  ( $p<0.02$ ) と良い相関をみたが, RVSP 値が 64~70 mmHg とほぼ一定であったのに対し, RV/IVS uptake ratio は 0.50~0.79 とバラつきを示し, 他の 2 群と異なった関係を示した。RV/IVS uptake ratio と肺動脈平均圧 (PAMP) との関係を見ると, MS

例では  $r=0.92$  ( $p<0.001$ ) と RVSP と同様に良い相関がみられたのに対し, ASD 例では  $r=0.68$  ( $p<0.01$ ) の相関を認めたのみであった (Fig. 7). これは ASD 例においては各症例により, 肺動脈-右室間の圧較差が相違することによると考えられた。PPH や左房粘液腫例では一定の傾向はみられなかった。

その他の血行力学的指標として, 肺動脈楔入圧 (PCWP), 右室拡張末期圧 (RVEDP) および肺血管抵抗 (PVR), さらに MS 例では右室仕事係数 (RVWI), ASD 例では肺体血流比 (flow ratio) および左右短絡率 (L-R shunt ratio) を求め, RV/

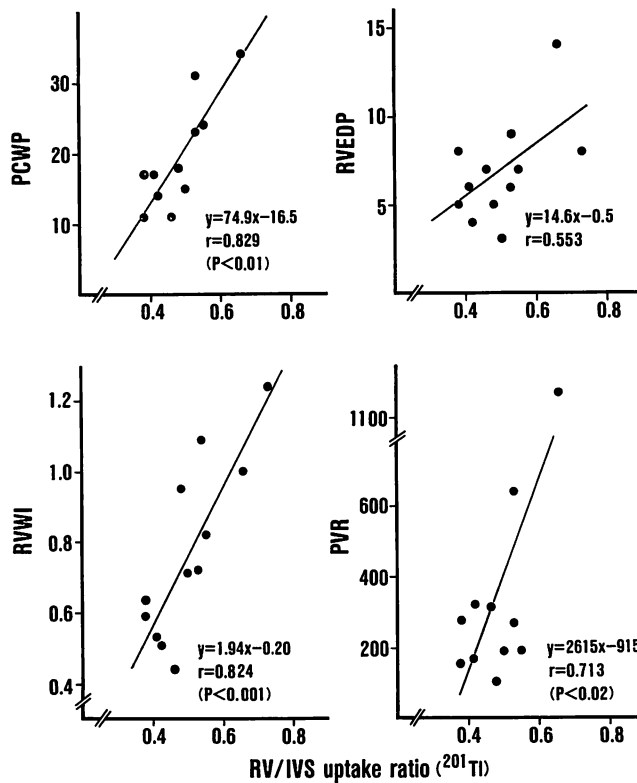


Fig. 8. Relationship between the RV/IVS uptake ratio by thallium-201 myocardial scintigraphy and PCWP, RVEDP, right ventricular work index (RVWI) or pulmonary vascular resistance (PVR) in patients with mitral stenosis.

There are significant correlations between the RV/IVS uptake ratio and PCWP ( $r=0.829$ :  $p<0.01$ ), RVWI ( $r=0.82$ :  $p<0.001$ ) and PVR ( $r=0.71$ :  $p<0.02$ ).



IVS uptake ratio との関係を見た。MS 例では、PCWP とは  $r=0.83$  ( $p<0.01$ ) の相関を見たが、RVEDP との間にはみられなかった (Fig. 8)。RVWI は 0.44 から 1.24 に分布し、平均  $0.77 \pm 0.25$  であり、RV/IVS uptake ratio との間に  $r=0.82$  ( $p<0.001$ ) の良い相関を認めた。PVR は 101~1177 に分布し、平均は  $345 \pm 310$  であり、 $r=0.71$  ( $p<0.02$ ) の相関があった。

ASD 例においては、PCWP、PVEDP と RV/IVS uptake ratio との間に相関はみられなかった。PVR は 95~497 に分布し、平均は  $219 \pm 109$  であり、RV/IVS uptake ratio との間に  $r=0.77$  ( $p<0.01$ ) の相関を見た (Fig. 9)。Flow ratio は

1.42~3.86 に分布し、平均は  $2.38 \pm 0.87$  であったが、相関はみられなかった。L-R shunt ratio は 39 から 69% の間にみられ、RV/IVS uptake ratio との間に  $r=0.79$  ( $p<0.001$ ) の良い相関を認めた。

これらの結果から、RV/IVS uptake ratio は右室収縮期圧、肺動脈平均圧と良い正相関を示し、かつ血行動態的に相違する MS と ASD 例について、疾患別にみるとおのおのより高い相関が得られた。MS 例では、その他に肺動脈楔入圧、右室仕事係数および肺血管抵抗とも良い相関を示し、ASD 例でも、左右短絡率および肺血管抵抗と同様の相関を見た。PPH や左房粘液腫例では、

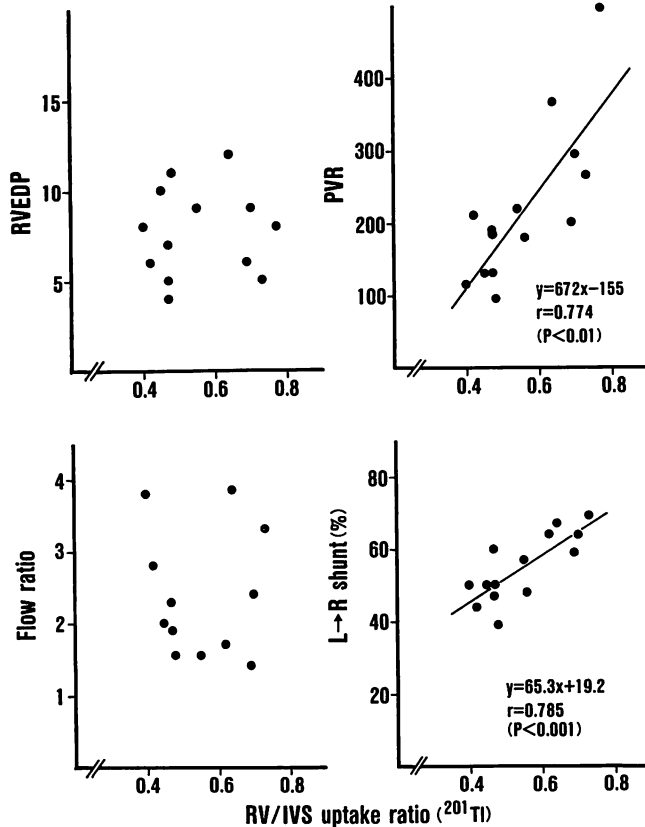


Fig. 9. Relationship between the RV/IVS uptake ratio by thallium-201 myocardial scintigraphy and RVEDP, PVR, flow ratio or shunt ratio in patients with atrial septal defect.

There are significant correlations between the RV/IVS uptake ratio and PVR ( $r=0.77$ :  $p<0.01$ ) and the shunt ratio ( $r=0.79$ :  $p<0.001$ ).

MS とは違った関係を示した。

### 考 案

Thallium-201 はその代謝状況がカリウムに類似していると、1970年に Kawana ら<sup>7)</sup>が報告し、Bradley-Moore ら<sup>8)</sup>がヤギで鮮明な心筋イメージを得たと報告して以来、ヒトの虚血性心疾患における有力な診断法として利用されてきた。心筋梗塞や狭心症における rest imaging および exercise imaging の研究は盛んであり、さらに定性的診断のみでなく、定量的に解析する研究の報告がみられるようになった<sup>9-11)</sup>。我々も梗塞巣の大きさ (infarct size) の定量的評価について報告してきた<sup>12)</sup>。

健常例においては、安静時の <sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィーは通常左心を描出するのみで、右心壁の描出はみられない。しかし、運動負荷時には、myocardial blood flow の増大や background activity の減少による contrast の増大などにより、右心自由壁の描出を認める<sup>13)</sup>。Cohen ら<sup>5)</sup>は、肺高血圧症を有する症例では、rest imaging でも右心自由壁の描出がみられたと報告し、その後、定性的に右心壁描出の有無と右室圧および右室仕事量などとの比較が行われるようになった<sup>14,15)</sup>。我々は従来より右心負荷を有する症例に thallium-201 心筋シンチグラフィーを行い、右心自由壁の描出例について、その特徴を3型に分類し、さらに右心自由壁の心室中隔に対する放射能比 RV/IVS uptake ratio を算出し、右心負荷の定量的評価を試みてきた<sup>6)</sup>。すなわち、先天性心疾患や弁膜疾患の71%に右心自由壁の描出を認め、右室収縮期圧 35 mmHg、肺動脈平均圧 25 mmHg 以上の例では、ほぼ全例に認められた。また、右心自由壁描出の形態を3型に分類すると、I型は圧負荷、II型は容量負荷そしてIII型は両室負荷を有する疾患に特徴的な所見であった。さらに、IおよびII型に比して、III型の症例にて右室収縮期圧は有意に高値を示した。

今回、右心の圧負荷および容量負荷例について

検討してみると、MS例では右心自由壁の描出を59%しか認めなかったのに対し、ASD例では88%と高率に認め、右室収縮期圧 30 mmHg、肺動脈平均圧 10 mmHg とMS例に比し、より低値で右心自由壁が描出された。これは、肺うっ血による肺野の放射能の増加、および右心負荷の程度の差異によるものだけでなく、血行動態の相違も関係していると考えられた。右心自由壁描出について、III型を示した症例はなく、MSでは主としてI型、ASDではII型を示した。しかし、高値の右室圧を有するMS例ではII型を示すものもみられた。PPH、および左房粘液腫例は、血行動態的にはMSと同様の態度をとるが、右心自由壁の形態はII型を示した。これは、右室圧が高値であったということのほかに、MSに比較して急激な右心負荷の増強が右室腔の拡大に関係していると考えられた。

Thallium-201 心筋シンチグラフィーによる右心自由壁描出の有無による右心負荷の診断についての報告はあるが、その程度を定量的に評価する研究は少なく、わずかに視覚的に心筋シンチグラムより右心自由壁の描出を(1+)から(3+)に分類して、右室圧や右室仕事量などとの比較を行っているのみである<sup>14,16)</sup>。この評価に関しても、先天性心疾患、特にファロー四徴症や肺動脈弁狭窄症のような高度の右室圧上昇を来す疾患では、右心壁の放射能が左心壁のそれよりも大となる(3+)例もみられるが、MSやASD例では(2+)も少なく、ほとんど(1+)の中に含まれてしまって相互に比較することは不可能である。実際、今回の症例でも、右心自由壁に対する心室中隔の放射能比 RV/IVS uptake ratio は、最大値 0.79 であり、1.0 を超える例はみられなかった。

Thallium-201 心筋シンチグラフィーによる右心負荷の評価については、最近、Ravinobitch ら<sup>17)</sup>が、hypoxic rats を使用しての実験より、LV/RV の thallium-201 activity ratio と LV/RV mass ratio との間に良い相関がみられたと報告し、さらに先天性心疾患例について、RV/LV <sup>201</sup>Tl

uptake ratio と RVSP とは  $r=0.78$  ( $p<0.001$ ) の相関をみたと報告している<sup>16)</sup>。我々も、先天性心疾患および弁膜疾患例において、RV/IVS uptake ratio と RVSP および PAMP との間には、おのおの  $r=0.88$  ( $p<0.001$ ) および  $r=0.82$  ( $p<0.001$ ) の良い相関がみられ、Rabinovitch らと同様の結果を示した<sup>17)</sup>。

今回の検討では、圧負荷を有する MS 例では右室収縮期圧、肺動脈平均圧ともに良い相関を認めたのに対し、ASD 例では前者についての相関をみたことから、病態による相違を示すとともに、左心負荷を合併する場合には左室側の放射能増大のために RV/IVS uptake ratio が相対的に低値を示す傾向がみられた。このことから、右心負荷の評価のさい、RV/IVS uptake ratio との比較には、各疾患ごとの検討が必要であると考えられた。さらに、MS 例では肺動脈楔入圧、右室仕事係数、肺血管抵抗とも良い相関がみられたが、ASD 例では肺血管抵抗、左右短絡率のみであった。

MS においては、心カテーテル時の右心系の各圧および右室仕事係数と良い相関がみられ、RV/IVS uptake ratio は右心の圧負荷の程度を良く示した。また、ASD においては右室収縮期圧とは良い相関をみたが、肺動脈平均圧、右室拡張末期圧および肺体血流比とは相関がなく、右心自由壁の描出は高率に認めるが病態の程度を把握するにはやや不十分とも考えられた。しかし、左右短絡率とは良い相関を示し、これを利用することによりある程度の右心負荷の評価が可能と考えられた。PPH や左房粘液腫例については、症例が少なく今回は詳細な検討は加えられなかったが、圧負荷を有するにもかかわらず MS とは異なる所見を認め、血行力学的指標との間にも一定の関係はみられなかった。

以上より、右心負荷を有する疾患において thallium-201 心筋シンチグラフィを行うことは、右心自由壁の描出による右心負荷の定性的診断にとどまらず、右心自由壁の形態的特徴より圧負荷

および容量負荷の鑑別が可能であり、右心負荷の定量的評価にも利用しうる臨床的に有用な非観光的検査法と考えられた。

## 要 約

僧帽弁狭窄症 (MS)、心房中隔欠損症 (ASD)、原発性肺高血圧症 (PPH) および左房粘液腫を有する 44 症例に thallium-201 心筋シンチグラフィを行い、右心自由壁描出の有無および形態的特徴を観察し、さらに右心自由壁放射能摂取率 RV/IVS uptake ratio を求めて、右心の圧負荷および容量負荷例について比較検討した。

MS では 22 例中 13 例 (59%)、ASD では 17 例中 15 例 (88%) で右心自由壁の描出が陽性であり、PPH および左房粘液腫では 5 例全例が陽性であった。右心自由壁の形態的特徴を 3 型に分類すると、左室より小さい右室を有する I 型は主として MS 例にみられ、拡張した右室を有する II 型は ASD および PPH 例にみられた。MS では右室収縮期圧 (RVSP) 35 mmHg、肺動脈平均圧 (PAMP) 20 mmHg 以上、ASD ではおのおの 30、10 mmHg 以上の例で右心自由壁描出が陽性であった。

左前斜位 45 度の心筋イメージより、右心の左心に対する放射能比 RV/IVS uptake ratio を求めると、MS では 0.38~0.79、ASD では 0.40~0.77、PPH では 0.64~0.79 および左房粘液腫の 2 例では 0.50、0.55 であった。RV/IVS uptake ratio と右心の血行力学的指標との関係をみると、MS では RVSP と  $r=0.93$  ( $p<0.001$ )、PAMP と  $r=0.92$  ( $p<0.001$ )、肺動脈楔入圧 (PCWP) と  $r=0.83$  ( $p<0.01$ )、右室仕事係数 (RVWI) と  $r=0.82$  ( $p<0.001$ )、および肺血管抵抗 (PVR) と  $r=0.71$  ( $p<0.02$ ) の良い相関を示した。ASD では RVSP と  $r=0.89$  ( $p<0.001$ )、PAMP と  $r=0.68$  ( $p<0.01$ )、PVR と  $r=0.71$  ( $p<0.01$ ) および左右短絡率と  $r=0.79$  ( $p<0.001$ ) の相関を示した。

以上の結果から、thallium-201 心筋シンチグラ

フィーは, 右心の圧負荷および容量負荷の定性的および定量的評価に対して, 有用な非観血的検査法であると考えられた。

文 献

- 1) Strauss HW, Harison K, Langan JK, Lebowitz E, Pitt B: Thallium-201 for myocardial imaging. Relation of thallium-201 to regional myocardial perfusion. *Circulation* **51**: 641-645, 1975
- 2) Wackers FJTh, Schoot JB, Sokole EB, Samson G, Niftrik GJC, Lie KI, Durrer D, Wellens HJJ: Noninvasive visualization of acute myocardial infarction in man with thallium-201. *Br Heart J* **37**: 741-744, 1975
- 3) Parkey RW, Bonte FJ, Meyer SL, Atkins JM, Curry GL, Stokely EM, Willerson JT: A new method for radionuclide imaging of acute myocardial infarction in humans. *Circulation* **50**: 540-546, 1974
- 4) Botvinick EH, Shames D, Lappin H, Tyberg JV, Townsend R, Parmley WW: Noninvasive quantitation of myocardial infarction with technetium 99m pyrophosphate. *Circulation* **52**: 909-915, 1975
- 5) Cohen HA, Baird MG, Rouleau JR, Fuhrmann CF, Bayley IK, Summer WR, Strauss HW, Pitt B: Thallium-201 myocardial imaging in patients with pulmonary hypertension. *Circulation* **54**: 790-795, 1976
- 6) Owada K, Ebitani S, Funayama S, Muroi S, Ikeda K, Asaki T, Machii K, Uchida T, Kariyone S: Clinical studies on quantitative estimation of the right ventricular overloading with thallium-201 scintiphotography. *Jpn Circulat J* **43**: 721, 1979 (abstr)
- 7) Kawana M, Krizek H, Porter J, Lathrop KA, Charleston D, Harper PV: Use of <sup>199</sup>Tl as a potassium analog in scanning. *J Nucl Med* **11**: 333, 1970 (abstr)
- 8) Bradley-Moore PR, Lebowitz E, Greene MW, Atkins HL, Ansari AN: Thallium-201 for medical use. *J Nucl Med* **16**: 156-160, 1975
- 9) Wackers FJTh, Becker AE, Samson G, Sokole EB, Schoot JB, Vet AJTM, Lie KI, Durrer D, Wellens H: Location and size of acute transmural myocardial infarction estimated from thallium-201 scintiscans. *Circulation* **56**: 72-78, 1977
- 10) Niess GS, Logic JR, Russell RO, Rackley CE, Rogers WJ: Usefulness and limitations of thallium-201 myocardial scintigraphy in delineating location and size of prior myocardial infarction. *Circulation* **59**: 1010-1019, 1979
- 11) Hör G, Sebening H, Dressler J, Lutinsky L, Wagner-Manslau C, Bofilias I, Wolf I, Pabst HW: <sup>201</sup>Tl-redistribution analysis in early and delayed myocardial scintigrams of patients with coronary heart disease (CHD). *Eur J Nucle Med* **4**: 343-350, 1979
- 12) Owada K, Machii K, Tsukahara Y, Abe H, Ono K, Ebitani S, Muroi S, Iwaya K, Ikeda K, Kida T, Uchida T, Kariyone S: Evaluation of the myocardial infarct size using thallium-201 scintiphotography. *Kokyu to Junkan* **29**: 185-193, 1981 (in Japanese)
- 13) Cook DJ, Bailey I, Strauss HW, Rouleau J, Wagner HN, Pitt B: Thallium-201 for myocardial imaging: Appearance of the normal heart. *J Nucl Med* **17**: 583-589, 1976
- 14) Kondo M, Kubo A, Yamazaki H, Ohsuzu F, Handa S, Tsugu T, Masaki H, Kinoshita F, Hashimoto S: Thallium-201 myocardial imaging for evaluation of right-ventricular overloading. *J Nucl Med* **19**: 1197-1203, 1978
- 15) Khaja F, Alam M, Goldstein S, Anbe DT, Marks DS: Diagnostic value of visualization of the right ventricle using thallium-201 myocardial imaging. *Circulation* **59**: 182-188, 1979
- 16) Rabinovitch M, Fischer KC, Treves S: Quantitative thallium 201 myocardial imaging in assessing right ventricular pressure in patients with congenital heart defects. *Br Heart J* **45**: 198-205, 1981
- 17) Rabinovitch M, Fisher K, Gamble W, Reid L, Treves S: Thallium-201: Quantitation of right ventricular hypertrophy in chronically hypoxic rats. *Radiology* **130**: 223-225, 1979