

## 《原 著》

## 虚血性心疾患における運動負荷 $^{201}\text{Tl}$ 全身シンチグラフィ の臨床的有用性についての検討

金子 堅三\* 渡辺 佳彦\* 近藤 武\* 加藤 善久\*  
 桐山 卓三\* 桜井 充\* 黒川 洋\* 菱田 仁\*  
 水野 康\* 竹内 昭\*\* 古賀 佑彦\*\*

**要旨** 正常 (N) 群 12 例, 狹心症 (AP) 群 19 例, 心筋梗塞 (MI) 群 18 例の計 49 例を対象に運動負荷タリウム-201-全身シンチグラフィ (WB-S) を施行し, タリウムの全身分布および動態について検討した. 指標として全身の総カウントに対する各臓器のカウント比: % distribution (%D), および各臓器の washout rate (WR) を算出し検討した.

1) 心臓の %D は安静時, 負荷時ともに約 5% であった. 2) 肺と肝の %D は負荷時減少し, 大腿と下腿の %D は負荷時著増した. 3) 臥位負荷法は坐位負荷法に比べて肺の %D は高く, 大腿の %D は低い傾向を示した. 4) 心臓の WR は N 群に比べ AP 群 MI 群とも有意に低下し, 特に多枝病変群, ST 低下群でより有意に低下した. 心臓の WR と PRP の間には正相関を認めず, WR には虚血の程度が関与すると思われた. 5) 肺の WR は MI 群で有意に高値を示し, 大腿の WR は AP 群 MI 群で有意に低値を示した.

### I. はじめに

心臓核医学の分野において Thallium-201 ( $^{201}\text{Tl}$ ) は従来心筋シンチグラフィとして虚血性心疾患をはじめ各種心疾患に広く応用されてきた.

われわれは  $^{201}\text{Tl}$  が静注後, 全身血流分布にほぼ比例して分布する性質に注目し, 虚血性心疾患を対象に  $^{201}\text{Tl}$  の全身分布について検討した.

また最近  $^{201}\text{Tl}$  の washout rate についてもその有用性が検討されているが, 不十分な運動負荷では washout rate が低下し, 診断能を減弱するとの報告もある. われわれは全身シンチグラフィにより心臓をはじめ各臓器の washout rate を算出し,  $^{201}\text{Tl}$  の動態について検討した.

### II. 対 象

冠動脈造影にて正常冠動脈所見を示したもの, あるいは負荷心電図などで異常を示さなかった正常 (N) 群 12 例 (男 6 例, 女 6 例, 平均年齢  $50.0 \pm 9.0$  歳 : mean  $\pm$  SD), 労作性狭心症 (AP) 群 19 例 (男 18 例, 女 1 例, 平均年齢  $54.0 \pm 4.8$  歳), 陳旧性心筋梗塞 (MI) 群 18 例 (男 16 例, 女 2 例, 平均年齢  $51.8 \pm 9.4$  歳) の計 49 例を対象とした.

AP 群は全例冠動脈造影にて主要冠動脈に 75% 以上の内腔狭窄を示し, 罹患血管病変数により, 1 枝病変 (1VD) 群 9 例, 2 枝病変 (2VD) 群 4 例, 3 枝病変 (3VD) 群 6 例に分類した.

MI 群は心電図上, 前壁梗塞 13 例, 下壁梗塞 2 例, 後壁梗塞 3 例で, 18 例中 16 例に冠動脈造影を施行し, その内訳は 1VD 群 8 例, 2VD 群 4 例, 3VD 群 4 例であった.

### III. 方 法

運動負荷は臥位, または坐位にてモナーク社製自転車エルゴメーターを使用し, 25 Watt/分より

\* 藤田学園保健衛生大学内科

\*\* 同 放射線科

受付: 59 年 8 月 24 日

最終稿受付: 59 年 10 月 25 日

別刷請求先: 愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1-98

(番号 470-11)

藤田学園保健衛生大学医学部水野内科

金子 堅三

負荷を開始し、3分ごとに25Wattずつ増加させる多段階漸増負荷を施行した。1) 胸痛、2) 心電図上STの虚血性変化、3) 血圧の低下、4) 危険な不整脈の出現、5) 下肢倦怠感、6) 胸部不快感、7) 予想最大心拍数の85%以上的心拍数、のいずれかの発現時、 $^{201}\text{TI-Cl}$ を約2mCi静注し、同レベルの運動を約1分間継続し、負荷終了とした。負荷中および回復期に標準12誘導心電図記録、血圧測定を施行した。

$^{201}\text{TI-Cl}$ 静注5分後より、前面、左前斜位45度、左側面の3方向にて通常の心筋シンチグラム撮像後、全身イメージングを施行した。全身イメージングはウインド幅20%，低エネルギー用高分解能平行コリメーターを装着した超大型 $\gamma$ カメラRECTANGULAR FIELD CAMERA OMEGA-500を使用し、前面にて頭部より下肢へ30cm/分の走査速度にてシングルパス全身像を撮像した。 $^{201}\text{TI-Cl}$ 静注より全身イメージング撮像終了まで約20~30分であった。4時間後も同様に心筋シンチグラムおよび全身イメージングを撮像した。なお一部の症例では別に安静時にも全身イメージングを施行した。画像収録およびデータ処理はADAC System IVを使用した。全身シンチグラフィ(WB-S)の解析には $64 \times 64$ マトリックスのカラーディスプレイ上より、Fig. 1 で示すように全身および各臓器(心臓、肺、肝、腎を含む腹部臓器、頭部、大腿、下腿、上肢)に閑心領域(Region of interest: ROI)をマニュアルにて設定し、それぞれのROIにおける総カウント、ピクセル数、1ピクセルあたりの平均カウントを算出して以下の指標を求めた。

$$\% \text{ distribution} (\% \text{D}) = \frac{\text{各臓器の総カウント}}{\text{全身の総カウント}} \times 100 (\%)$$

#### washout rate (WR)

$$= \frac{\text{負荷直後の総カウント/撮像時間} - \text{4時間後の総カウント/撮像時間}}{\text{負荷直後の総カウント/撮像時間}}$$

なお、4時間後の総カウントを求める際には、各臓器にて負荷直後のピクセル数と同じになるように面積補正した。また大腿におけるROIは下肢虚血のないと思われる筋肉部位に $15 \times 10$ マトリック

スの固定したROIを設定して算出した。 $\% \text{D}$ およびWRの2つの指標より以下の検討を行った。

#### 1) 安静時と運動負荷時における $^{201}\text{TI}$ 全身分布の比較

運動負荷により心拍出量は増大し、それに伴い下肢の筋肉をはじめ全身の臓器灌流量は増加する。血流量と密に関係する $^{201}\text{TI}$ の全身分布の安静時と運動負荷時の比較を、各臓器における $\% \text{D}$ で表現した。

#### 2) 運動負荷体位の違いによる $^{201}\text{TI}$ 全身分布の比較

N群において坐位エルゴメーター(坐位法)を施行した群と臥位エルゴメーター(臥位法)を施行した群における主要臓器(心臓、肺、肝、大腿)の $\% \text{D}$ の相違を検討した。

#### 3) WRの検討

WB-Sより全身の各臓器におけるWRの算出が可能であり、特に心臓、肺、大腿のWRを算出し、正常群と虚血性心疾患群における有意差を検討した。AP群は病変数より1枝病変(1VD)群、2枝病変(2VD)群、3枝病変(3VD)群に分類し、MI群は同時に記録した負荷心電図所見より、ST

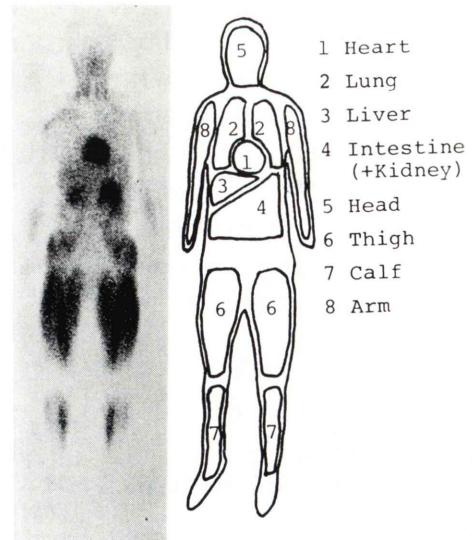
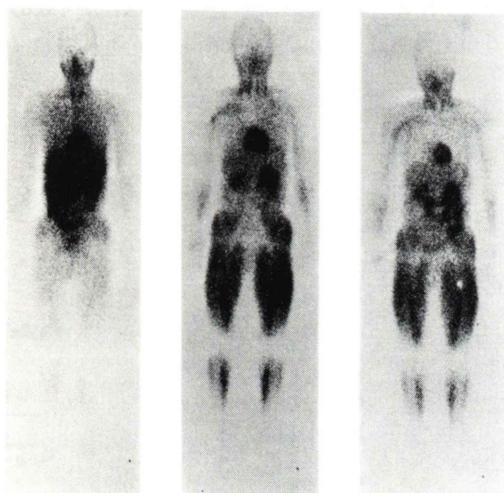


Fig. 1 Various ROIs in whole body scintigraphy.

**Table 1** % Distribution of various organs at rest and exercise in normal subjects (N), angina pectoris (AP) and myocardial infarction (MI)

|      |                | Heart          | Lung            | Liver           | Intestine       | Head           | Thigh           | Calf           | Arm            |
|------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| (N)  | Rest (n=5)     | 5.22<br>(0.75) | 14.64<br>(2.56) | 9.12<br>(2.45)  | 38.24<br>(6.41) | 6.52<br>(1.63) | 6.58<br>(1.56)  | 3.44<br>(0.42) | 7.36<br>(0.65) |
|      | Supine (n=7)   | 5.49<br>(0.50) | 11.27<br>(1.99) | 4.86<br>(1.67)  | 25.33<br>(3.17) | 4.37<br>(0.99) | 26.94<br>(6.16) | 7.16<br>(2.77) | 5.63<br>(2.32) |
|      | Exercise       |                |                 |                 |                 |                |                 |                |                |
|      | Upright (n=5)  | 5.38<br>(0.56) | 9.48<br>(1.25)  | 4.40<br>(0.65)  | 22.50<br>(1.50) | 4.02<br>(0.55) | 31.62<br>(2.25) | 7.46<br>(2.28) | 6.86<br>(1.10) |
|      | Rest (n=5)     | 5.04<br>(0.61) | 16.18<br>(2.05) | 9.10<br>(1.84)  | 36.78<br>(1.99) | 6.86<br>(0.92) | 6.72<br>(1.68)  | 3.16<br>(0.79) | 7.76<br>(0.23) |
|      | Exercise (n=8) | 4.86<br>(0.52) | 12.34<br>(0.77) | 6.69<br>(0.53)  | 28.29<br>(3.79) | 5.30<br>(0.92) | 22.61<br>(3.48) | 5.76<br>(1.17) | 7.13<br>(2.17) |
| (AP) | Rest (n=8)     | 5.68<br>(0.55) | 14.25<br>(3.23) | 10.21<br>(2.82) | 38.95<br>(5.20) | 6.69<br>(0.95) | 7.68<br>(2.04)  | 2.73<br>(0.90) | 6.54<br>(0.63) |
|      | Exercise (n=8) | 5.17<br>(0.73) | 12.10<br>(2.01) | 5.66<br>(1.58)  | 26.54<br>(3.02) | 5.56<br>(0.68) | 23.69<br>(3.42) | 5.01<br>(0.91) | 6.16<br>(0.80) |

Mean (SD)

**Fig. 2** Whole body scintigraphy in normal subject at rest, exercise and redistribution.

の虚血性変化を示さなかった ST(−)群 10 例と示した ST(+) 群 8 例に分類して検討した。

#### 4) WR と運動負荷強度との検討

運動負荷試験における負荷強度の目安として Pressure Rate Product (PRP) を選び、WR に及ぼす影響を検討するために、PRP と各臓器の WR との相関関係をみた。

文中の数値は平均値±標準偏差を示し、統計学的有意差は t 検定で行った。

## IV. 結 果

### 1) 安静時と運動負荷時における $^{201}\text{TI}$ 全身分布の比較

正常例における全身シンチグラム (Fig. 2) 上、安静時に比べて運動負荷時は下肢の筋肉部に  $^{201}\text{TI}$  の集積が強まっていた。

Table 1 に N 群、AP 群、MI 群における安静時と運動負荷時の各臓器の %D を示した。心臓の %D は安静時に N 群、AP 群、MI 群でそれぞれ  $5.22 \pm 0.75\%$ 、 $5.04 \pm 0.61\%$ 、 $5.68 \pm 0.55\%$  とほぼ同様な値を示し、運動負荷時は N 群でわずかに増加し、AP 群、MI 群でわずかに減少した。また負荷後における心臓の %D が、筋肉の発達程度による運動量の違いによって差を生じるか否かを検討するため、N 群で下肢の筋力が発達している男性 6 例と比較的の発達の悪い女性 6 例で比較してみるとそれぞれ  $5.48 \pm 0.24\%$ 、 $5.40 \pm 0.37\%$  と有意な差を認めなかった。

大腿、下腿など運動に関係した部位の %D は運動負荷時著しく増加し、特に N 群で高値を示した。一方肺、肝、腹部臓器の %D は運動負荷時減少し

## 2) 運動負荷体位の違いによる<sup>201</sup>Tl全身分布の比較

Table 1 および Fig. 3 に N群における安静時と

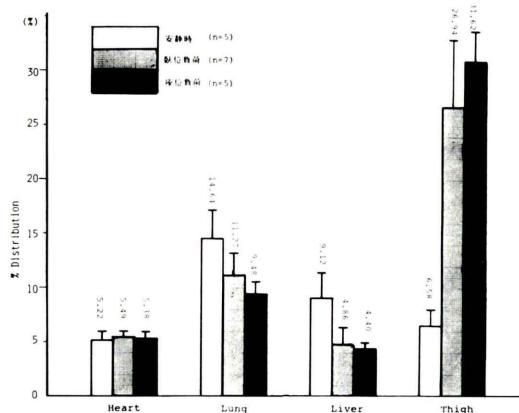


Fig. 3 % Distribution of the heart, lung, liver and thigh at rest, supine exercise and upright exercise in normal subjects. Mean $\pm$ SD

た。坐位法、臥位法の運動負荷における各臓器の%Dを示した。心臓の%Dは安静時、臥位法および坐位法でそれぞれ $5.22\pm 0.75\%$ 、 $5.49\pm 0.50\%$ 、 $5.38\pm 0.56\%$ とほぼ同様な値を示した。肺および肝の%Dはそれぞれ有意差を認めなかつたが坐位法より臥位法で高い傾向を示し、反対に大腿の%Dは臥位法より坐位法で高い傾向を示した。

## 3) WRの検討

心臓、肺、および大腿の主要臓器におけるWRをFig. 4に示した。心臓のWRはN群:n=12,  $0.387\pm 0.047$ に対し、AP群:n=19,  $0.321\pm 0.035$ 、MI群:n=18,  $0.336\pm 0.048$ とそれぞれ有意( $p<0.005$ ,  $p<0.01$ )に低値を示した。肺のWRはN群: $0.103\pm 0.056$ に対し、MI群: $0.156\pm 0.041$ と有意( $p<0.025$ )に高値を示したが、AP群: $0.121\pm 0.092$ とは有意差を認めなかつた。大腿のWRはN群: $0.110\pm 0.059$ に対し、AP群: $0.035\pm 0.084$ 、MI群: $0.060\pm 0.066$ とそれぞれ有意( $p$

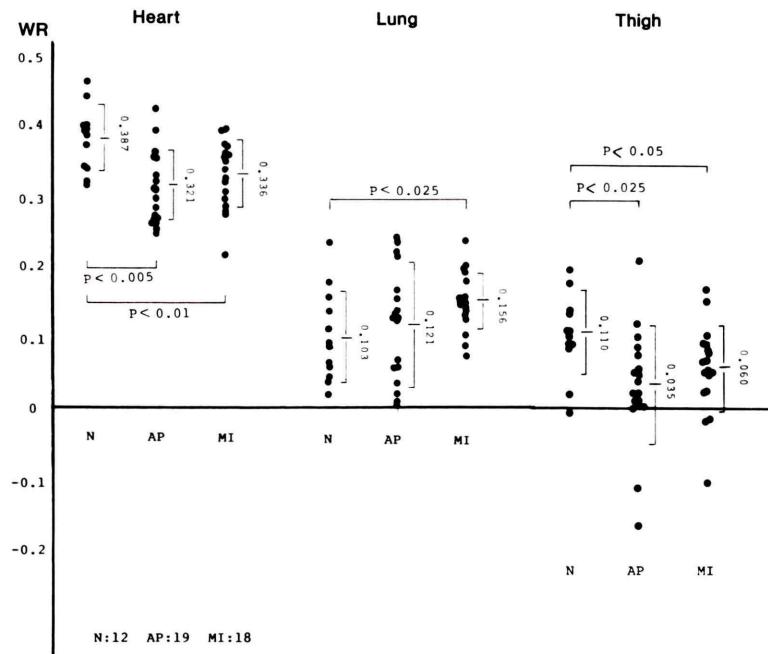


Fig. 4 Washout rate of the heart, lung and thigh in normal subjects and ischemic heart diseases.

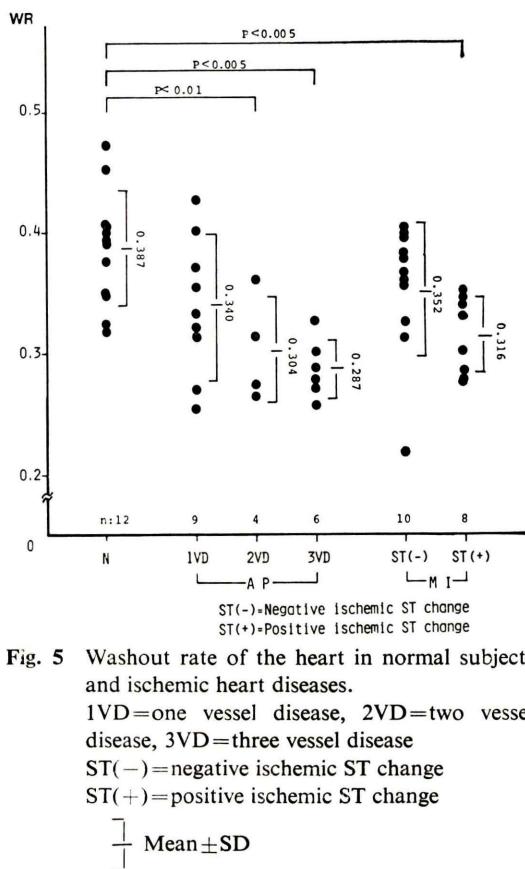


Fig. 5 Washout rate of the heart in normal subjects and ischemic heart diseases.

1VD=one vessel disease, 2VD=two vessel disease, 3VD=three vessel disease

ST(-)=negative ischemic ST change

ST(+) =positive ischemic ST change

Mean  $\pm$  SD

Table 2 Duration and pressure rate product of exercise test in normal subjects and ischemic heart diseases

|               | n  | Duration(sec)     | Pressure Rate Product |
|---------------|----|-------------------|-----------------------|
| N             | 12 | 601.1 $\pm$ 138.4 | 28404.7 $\pm$ 6958.7  |
| 1VD           | 9  | 422.0 $\pm$ 157.8 | 22670.0 $\pm$ 7864.6  |
| AP 2VD        | 4  | 347.8 $\pm$ 132.4 | 18046.5 $\pm$ 6444.4  |
| 3VD           | 6  | 388.8 $\pm$ 120.2 | 19672.2 $\pm$ 1912.0  |
| MI ST(-)      | 10 | 490.1 $\pm$ 155.3 | 23666.4 $\pm$ 7641.0  |
| ST(+)         | 8  | 344.0 $\pm$ 46.6  | 20370.8 $\pm$ 2388.2  |
| MEAN $\pm$ SD |    |                   |                       |

$<0.025$ ,  $p<0.01$ ) に低値を示した。さらに心臓の WR について疾患群を重症度に分類して検討すると (Fig. 5), N 群に対し AP 群では 1VD 群: n=9,  $0.340 \pm 0.059$  (有意差なし), 2VD 群: n=4,  $0.304 \pm 0.044$  ( $p<0.01$ ), 3VD 群: n=6,  $0.287 \pm 0.024$  ( $p<0.005$ ) と罹患血管病変数に比例して有意に低値を示した。MI 群では N 群に対し ST(-) 群: n=

10,  $0.352 \pm 0.056$  (有意差なし), ST (+) 群: n=8,  $0.316 \pm 0.031$  ( $p<0.005$ ) と心電図にて梗塞以外に虚血部位の存在が疑われた群で低値を示した。

#### 4) WR と運動負荷強度との検討

運動負荷試験における各群の運動持続時間 (Duration) と Pressure Rate Product (PRP) を Table 2 に示した。両者とも N 群より AP 群 MI 群で低値を示し、さらに 1VD 群より 2VD 群、 3VD 群で低値を示し、 ST (-) 群より ST (+) 群でより低値を示した。

運動負荷強度としての PRP と心臓の WR について検討すると (Fig. 6), 正常群をはじめ各疾患群とも有意な相関を認めなかった。また正常群では PRP の大きい症例が多いのでほぼ同じ負荷強度での心臓の WR を比較するために、 PRP が 15,000 から 25,000 の間ににおける症例で検討すると (Fig. 7), N 群より 3VD 群、 ST (+) 群でそれぞれ有意 ( $p<0.005$ ,  $p<0.01$ ) に低下を示した。

仕事量として運動持続時間と心臓の WR を検討すると全群で  $r=0.34$  と特に有意な相関を認めなかった。

また PRP と他の臓器 (肺、 肝、 大腿) の WR についても検討したが、有意な相関を認めなかった。

## V. 考 察

### 1) $^{201}\text{TI}$ 全身分布についての検討

Sapirstein<sup>1)</sup> はラットおよび犬を使って  $\text{K}^{42}$ ,  $\text{Rb}^{86}$ ,  $\text{I}^{131}$  などの K 同族体は静注直後短時間で各臓器に摂取され、その分布は全身血流分布を反映するという fractional principle を報告した。さらに Strauss ら<sup>2)</sup> は犬を使って、  $^{201}\text{TI}$  の全身分布は血流の二重支配を受ける肺、 肝を除いた臓器 (心筋、 腎、 甲状腺、 骨格筋) では安静時でも、 norepinephrine にて昇圧した時でも、栓塞粒子の分布とよく一致 ( $r=0.93$ ) すると報告した。 $^{201}\text{TI}$  のこのような性質を利用して、これまでにも投与全量、あるいは左室通過量に対する心筋摂取率を求めて心筋血流量を評価<sup>3,4)</sup> したり、間歇性跛行の患者に運動負荷をして下肢の局所血流量を評価した報

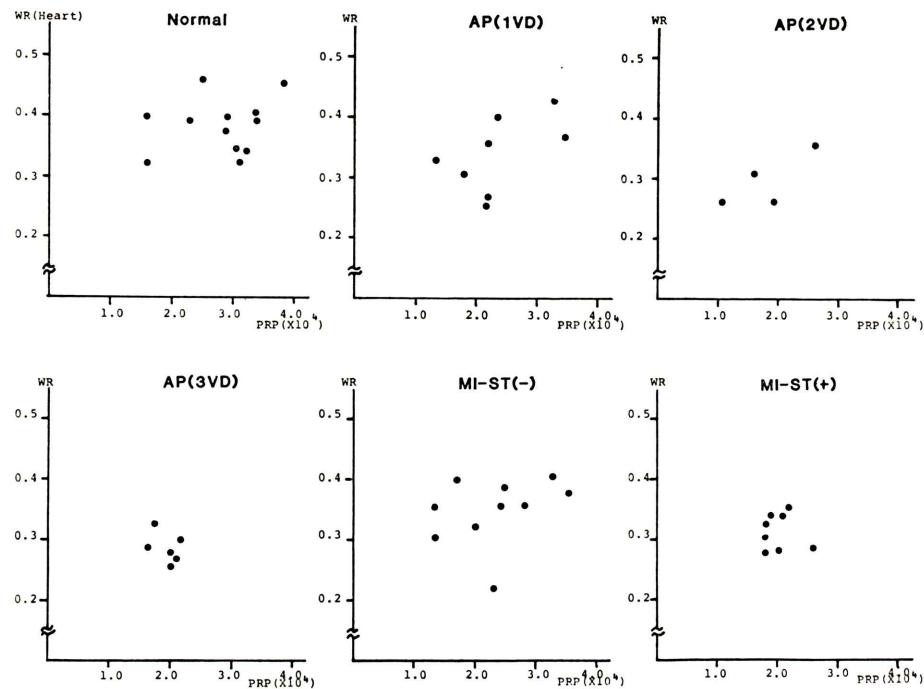


Fig. 6 Correlation between washout rate of the heart and pressure rate product (PRP) in normal subjects and ischemic heart diseases.

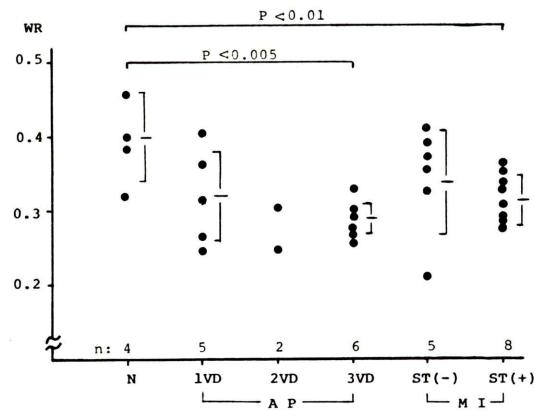


Fig. 7 Washout rate of the heart in normal subjects and ischemic heart disease, whose PRP indicate among from 15000 to 25000.

Mean  $\pm$  SD

告<sup>5)</sup>などがある。 $^{201}\text{TI}$ の臓器分布は局所血流量と局所における extraction ratio によって決定される。心筋における extraction ratio は約88%と

高く、pacing, Insulin, propranololなどの負荷を加えても変化はないが、低酸素状態では78%に低下する<sup>6)</sup>。一般に冠状動脈の血流分布は全身の約4%であり、われわれが WB-S より求めた心臓の%D が約5%であり両者に差がみられる。これは主として WB-S ではイメージングは前面像にて撮像しているので体後部にある臓器(腎など)の分布は低い値を示し、また各臓器における  $^{201}\text{TI}$  の extraction ratio の違い(特に脳では血液脳閂門のため、実際の血流量より  $^{201}\text{TI}$  分布は低い値を示す)などによって相対的に心臓の%D がやや高い値を示したものと思われる。なお正常例で後面像より全身イメージングを施行し、分布を検討したが、%D は腎(両側)では約17%、肺(両側)は19%を示した。WB-S による  $^{201}\text{TI}$  全身分布より、おおよその臓器灌流分布が推定可能であり、簡便性、非侵襲性といった点からも有用な検査法であると思われる。

米倉ら<sup>3)</sup>は安静時における心筋摂取率はコント

ロール群に比べて虚血性心疾患群、肥大型心筋症群で有意に増加し、運動負荷によってコントロール群では全例増大したが、重症虚血性心疾患では増大する例と減少する例があると報告している。われわれの結果では安静時において心臓の%DはN群、AP群、MI群では約5%前後でほぼ同様な値を示し、運動負荷後N群でやや増加し、AP群、MI群でやや減少した。この要因としては<sup>201</sup>Tl静注から撮像までの時間の違い、バックグラウンド処理の問題、およびわれわれは全身イメージから各臓器分布を検討した点などによるものと思われる。バックグラウンド処理に関しては、WB-Sより肺の%D、あるいは肺の1ピクセルあたりの平均カウントは安静時でもN群より虚血性心疾患群が高く、運動負荷によりさらに差は大きくなり、心筋血流を評価に当たっては対照群によって肺野の影響を十分に考慮して判定すべきと思われる。

今回運動負荷法としてエルゴメーターを使用し、臥位負荷法と坐位負荷法を用いた。両負荷法の特徴としては、坐位法は生理的な状況に近い体位であり、一方臥位法は同時に心エコー法、体表面心臓電位図記録などの併用検査が容易ではあるが、下肢倦怠感あるいは静脈環流の増大による胸部不快感の症状が出現しやすく、狭心痛誘発まで負荷が持続できにくい欠点もある。WB-Sの検討による両負荷法が及ぼす臓器分布の特徴としては、臥位法では坐位法に比べて肺の%Dは高く、大腿の%Dは低い傾向を示し(Table 1, Fig. 3)、上記の症状が出現しやすい根拠を定量的に示している。このようにWB-Sより負荷体位の違いによる血流分布の相違が把握可能であり、その他各種の負荷(マスター階段試験、トレッドミルテスト、薬剤負荷など)による血流分布の推定が可能である。また同時に心拍出量を測定すれば血流量の絶対値の推定も可能であり今後発展が期待できる。

## 2) <sup>201</sup>Tl動態についての検討

<sup>201</sup>Tlは静注時にはほぼ全身血流に比例して分布し、その後は各臓器の組織親和性の差によって再分布が形成されてゆく。WB-Sにて安静時に静注

後から経時的に24時間後まで<sup>201</sup>Tlの全身分布の変化を検討したところ、筋肉組織では時間とともに分布の比率が増加し、心臓をはじめ他の諸臓器では減少した。Pohostら<sup>7</sup>はこの再分布過程において局所心筋では一過性虚血部位のwashoutは低下し、正常部位および梗塞部位のwashoutは同じ動きを示し、従来の視覚的評価法とは異なった評価を試みた。特に3枝病変例のような重症な虚血性心疾患では<sup>201</sup>Tlのび漫性な取り込みの低下がおこり、心筋イメージ上では偽陰性を示しやすく、WRの測定により判定される場合もある<sup>8</sup>。われわれはWB-Sより心臓全体のWRについて検討したが、AP群では単独病変群より多枝病変群で低下し、MI群では梗塞以外に虚血部位の存在が疑われなかった群より疑われた群で低下し、重症度の評価に有用であると思われた。しかしここで問題となるのはMassieら<sup>9</sup>が報告しているようにWRが負荷量によって影響を生じる可能性である。重症疾患群ほど当然運動耐容能は低く、われわれの結果でもTable 2に示すように重症度により負荷量の差がみられた。負荷量によるWRの変化を取り除くために、Massieら<sup>10</sup>は運動負荷持続時間と心拍数を加味して検討したり、渡辺ら<sup>11</sup>は正常部位のWRにて標準化して評価している。われわれはこの問題について運動負荷強度の目安としてPRPを選び心臓のWRと検討した(Fig. 6)が、各疾患群とも有意な正相関はみられず、また同程度の負荷強度の症例を選んで検討すると、Fig. 7に示すごとく、重症群ほど有意に低下を示した。さらに仕事量としての運動持続時間とも相関は認めなかった。これらのこととはやはりWRを規定する因子は冠灌流状態や心筋のviabilityの状態が大きく関与しているものと思われた。

<sup>201</sup>Tlシンチグラフィにおける肺集積の意義はこれまでにも左室駆出率、肺動脈楔入圧と対比して安静時<sup>12</sup>、運動時<sup>13</sup>で検討され左心機能低下例に<sup>201</sup>Tlの肺集積の増加を認めている。その機序としては肺血流量の増加というよりもむしろ間質の浮腫が増加し拡散スペースへの<sup>201</sup>Tlの滲み出し現象がおこり肺野への<sup>201</sup>Tl集積が増加すると

考えられる。WB-S による肺の WR は MI 群において N 群より有意に上昇を示した。これは運動負荷により左心機能低下、肺うっ血がおこり、肺野への  $^{201}\text{Tl}$  集積が増加し、その再分布過程の変化を示したものと推察されるがこの点については今後の検討が必要であると思われた。

## VI. 結 論

虚血性心疾患を対象に超大型  $\gamma$  カメラを利用した全身イメージングによる  $^{201}\text{Tl}$  全身シンチグラフィを運動負荷時、再分布時および一部の症例では安静時に施行し、臨床的有用性を検討した。

1) 心臓の %D は安静時、負荷時ともに約 5% で、正常群と虚血性心疾患群の間に特に有意差はみられなかった。

2) 肺と肝の %D は負荷により減少し、大腿下腿の %D は負荷により著増した。

3) 臥位負荷法は坐位負荷法に比べて肺の %D は高く、大腿の %D は低い傾向を示し、両負荷法の血流分布の相違を推定可能であった。

4) 心臓の WR は重症病変群でより有意に低下し、しかも負荷強度とは相関が認められなかった。

5) 肺の WR は梗塞群で有意に高値を示し、大腿の WR は疾患群で有意に低値を示した。

## 文 献

- 1) Sapirstein LA: Regional blood flow by fractional distribution of indicators. *Am J Physiol* **193**: 161-168, 1958
- 2) Strauss HW, Harison K, Pitt B: Thallium-201: Non-invasive determination of the regional distribution of cardiac output. *J Nucl Med* **18**: 1167-1170, 1977
- 3) 米倉義晴, 石井 靖, 鳥塚莞爾, 他:  $^{201}\text{Tl}$  心筋摂取率測定による心筋血流の評価. *核医学* **17**: 1211-1220, 1980
- 4) 分校久志, 中嶋憲一, 利波紀久, 他:  $^{201}\text{Tl}$  心筋摂取率測定の新しい試みとしての心筋/左室通過量 (H/S) 比の検討. *核医学* **18**: 1263-1269, 1981
- 5) 浜中大三郎, 石井 靖, 熊田 馨, 他: 末梢循環の研究— $^{201}\text{Tl}$  による間歇性跛行の定量的評価—. *核医学* **19**: 1199-1210, 1982
- 6) Weich HF, Strauss HW, Pitt B: The extraction of thallium-201 by the myocardium. *Circulation*, **56**: 188-191, 1977
- 7) Pohost GM, Zir LM, Moore RH, et al: Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of thallium-201. *Circulation* **55**: 294-302, 1977
- 8) Maddahi J, Garcia EV, Berman DS, et al: Improved noninvasive assessment of coronary artery disease by quantitative analysis of regional stress myocardial distribution and washout of thallium-201. *Circulation* **64**: 924-935, 1981
- 9) Massie BM, Wisneski J, Kramer B, et al: Comparison of myocardial thallium-201 clearance after maximal and submaximal exercise.: Implications for diagnosis of coronary disease.: Concise communication. *J Nucl Med* **23**: 381-385, 1982
- 10) Massie BM, Hollenberg M, Wisneski JA, et al: Scintigraphic quantification of myocardial ischemia.: A new approach. *Circulation* **68**: 747-755, 1983
- 11) 渡辺佳彦, 殿岡一郎, 金谷 透, 他: 心筋梗塞症における運動負荷タリウム心筋像の初期摂取率および再分布の意義について. *核医学* **21**: 319-330, 1984
- 12) 玉木長良, 米倉義晴, 山本和高, 他:  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィーにおける肺集積の意義. *核医学* **18**: 159-166, 1981
- 13) Boucher CA, Zir LM, Beller GA, et al: Increased lung uptake of thallium-201 during exercise myocardial imaging: Clinical hemodynamic and angiographic implications in patients with coronary disease. *Am J Cardiol* **46**: 189-196, 1980

## Summary

### Clinical Evaluation of Exercise Thallium-201 Whole Body Scintigraphy in Ischemic Heart Disease

Kenzo KANEKO\*, Yoshihiko WATANABE\*, Takeshi KONDO\*, Yoshihisa KATO\*,  
 Takuzo KIRIYAMA\*, Mitsuru SAKURAI\*, Hiroshi KUROKAWA\*, Hitoshi HISHIDA\*,  
 Yasushi MIZUNO\*, Akira TAKEUCHI\*\* and Sukehiko KOGA\*\*

\*Department of Internal Medicine, \*\*Department of Radiology,  
*Fujita-Gakuen University School of Medicine, Toyoake 470-11, Japan*

To evaluate whole body distribution and kinetics of Thallium-201 at exercise and redistribution, whole body scintigraphy (WB-S) was performed on 12 normal subjects (N), 19 patients with angina pectoris (AP) and 18 patients with old myocardial infarction (MI). WB-S was obtained using a gamma camera OMEGA 500 and analized by ADAC System IV.

We estimated the following parameters from WB-S; 1) %Distribution (%D): the ratio of whole body counts to organ counts 2) washout rate (WR) in each organ.

%D of the heart in N, AP and MI was similar at rest and exercise. At exercise, %D of the lung and the liver decreased and %D of thighs increased remarkably than at rest.

At supine exercise, the lung indicated high %D and thighs indicated low %D compared with at upright exercise.

WR of the heart in AP and MI was significantly lower than in N ( $p<0.005$ ,  $p<0.01$ ) and further decreased proportionally to the number of stenotic coronary arteries and related to the ischemic ST depression of exercise ECG.

WR of the heart was not correlation with pressure rate product and this finding suggested that WR of the heart was not prescribed by the tolerance of exercise but related to coronary flow at exercise a certain degree.

WR of the lung in MI was significantly higher ( $p<0.025$ ) and WR of thighs in AP and MI was significantly lower ( $p<0.025$ ,  $p<0.05$ ) compared with N.

**Key words:** Thallium-201 whole body distribution, Whole body imaging, Ischemic heart disease, Supine and upright stress test, Washout rate.