

## 《短 報》

# 冠動脈病変の重症度評価における運動負荷 Thallium-201 心筋像の定量解析の臨床的意義

河合 直樹\* 松島 英夫\* 山本 秀平\* 岡田 充弘\*  
 志貴 一仁\* 外畑 巍\* 小幡 康範\*\* 佐久間貞行\*\*  
 都田 裕之\*\*\* 鈴木 晃夫\*\*\*

## I. はじめに

運動負荷 Tl 心筋像による冠動脈病変の重症度の評価法として、従来の Tl 灌流欠損の拡がりの評価の他に、最近では左室心筋全体における Tl washout rate あるいは運動直後の肺の Tl 摂取などの評価が用いられるようになった<sup>1~7)</sup>。しかしこれら定量諸指標間の相関および冠動脈血行再建術前後の定量諸指標の変化についての検討は必ずしも十分には行われていない<sup>8~10)</sup>。本研究では運動負荷 Tl 心筋像の定量諸指標について、冠動脈病変の重症度と比較、冠動脈血行再建術前後の変化および各指標間の相関を検討することによりこれらの定量諸指標の臨床的意義を検討することを目的とした。

## II. 対象および方法

### 1. 対 象

心筋梗塞の既往を有しない労作狭心症 53 名(男 45 名、女 8 名、平均 52 歳)、正常対照 11 名(男 8 名、女 3 名、平均 47 歳)を対象とし、冠動脈血行再建術前後の検討にはこの労作狭心症群のうち同手術を受けた 4 名(全例男、平均 49 歳)の他に陳旧性梗

塞を合併した労作狭心症 5 名(全例男、平均 48 歳)を対象に加えた。陳旧性心筋梗塞を合併しない労作狭心症群における罹患本数別の症例数は 1 枝病変 22 名、2 枝病変 15 名、3 枝病変 16 名であった。正常対照群は冠動脈造影にて有意狭窄の存在が否定された 8 名と胸痛発作の既往を有しない若年健常成人 3 名よりなった。

### 2. 方 法

運動負荷は、原則として 25 W から開始し、3 分間ごとに 25 W ずつ運動強度を漸増する坐位自転車エルゴメータ連続多段階方式を用いた。狭心痛出現と同時に thallium-201 を 2 mCi 静注し、さらに約 1 分間運動を継続した後に運動を終了した。Searle Pho/Gamma LFOV シンチカメラと、島津シンチパック 200 ミニコンピュータシステムを用い、運動終了直後および 3 時間後血流再分布時に正面、左前斜位 30°、同 45°、同 60° および左側面の 5 方向において、それぞれ約 50 万カウントのデータを収録した。

Goris の方法<sup>11)</sup>によって background 処理を行った後、各撮像方向ごとに数個の関心領域 (ROI) を設定した (Fig. 1)。各方向ごとに最大のカウント数を示した ROI カウントを 100% として各 ROI における相対的な局所 Tl 摂取率を算出し、運動直後に相対的な低灌流 (局所 Tl 摂取率 65% 以下) を示す ROI 数を左室全 ROI 数で除した値 (Tl 欠損率: %Tl defect) を運動誘発低灌流領域の拡がりの指標とした。なおこの Tl 欠損率の算出では通常の局所 Tl 欠損部位診断の場合とは異なり、左室全体に対する Tl 低灌流領域の比率を各症例

\* 名古屋大学医学部第一内科

\*\* 同 放射線科

\*\*\* 国立名古屋病院循環器科

受付: 59 年 6 月 25 日

最終稿受付: 59 年 8 月 21 日

別刷請求先: 名古屋市昭和区鶴舞町 65 (〒466)

名古屋大学医学部第一内科

河 合 直 樹

ごとに比較するのが目的であるため、局所 TI 摂取率の正常下限値は一律に 65%とした。また運動直後から 3 時間後までの各 ROI における TI count の減少率を局所の TI washout rate とし、これらの左室全 ROI における平均値を左室平均 washout rate (左室平均 WR) として求めた (Fig. 1)。一方、正面像において肺野に ROI を設定し、肺野の pixel 当たりの平均 count 数と左室 ROI で最大 count を示した ROI の pixel 当たりの平均 count 数との比 (肺 TI 指数) を肺 TI 摂取の定量指標とした (Fig. 2)。

### III. 結 果

#### 1. 各定量指標の計測における基礎的検討

運動負荷 TI 心筋像の 3 定量指標の計測再現性を Fig. 3 に示す。半年以上の間隔をおいて同一検者が行った 2 回の data 处理の間で肺 TI 指数は  $r=0.98$  ( $p<0.001$ ) と最も再現性が高く、TI 欠損率 ( $r=0.88$ ,  $p<0.01$ ) および左室平均 WR ( $r=0.89$ ,  $p<0.01$ ) もともに高い再現性を示した。

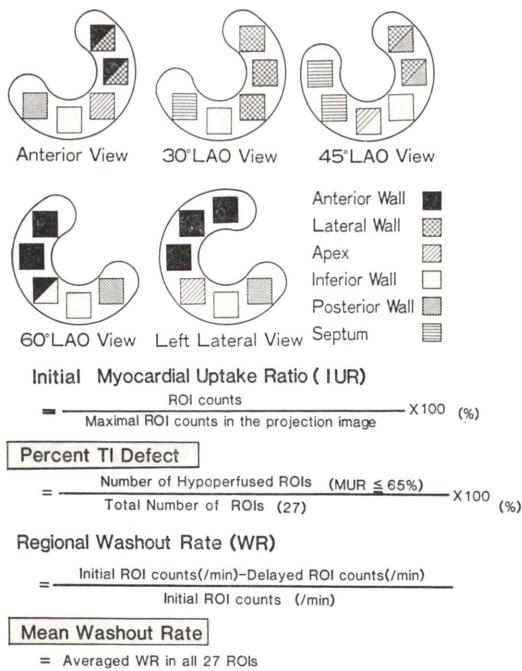


Fig. 1 Calculation of percent TI defect and mean washout rate.

健常人 11 名における各指標の上下限値、平均値および標準偏差を Table 1 に示す。

#### 2. 冠動脈罹患本数と各定量諸指標との関係

Figure 4 は陳旧性梗塞を有しない労作狭心症 53 名について、冠動脈罹患本数別の各指標の平均および標準偏差を示す。TI 欠損率は 1 枝、2 枝、3 枝間で有意差がみられず、3 枝群では 2 枝群より低い傾向にあった。左室平均 WR は冠動脈罹患

Table 1 Normal values of three quantitative parameters in exercise and redistribution myocardial imaging with thallium-201

	Mean	SD	Range
Percent TI defect (%)	0	0	0
Mean WR	0.54	0.10	0.43–0.73
Lung TI index (%)	45.3	9.5	30.9–58.4

(n=11)

Abbreviations: SD=standard deviation;  
WR=washout rate.

### Anterior View

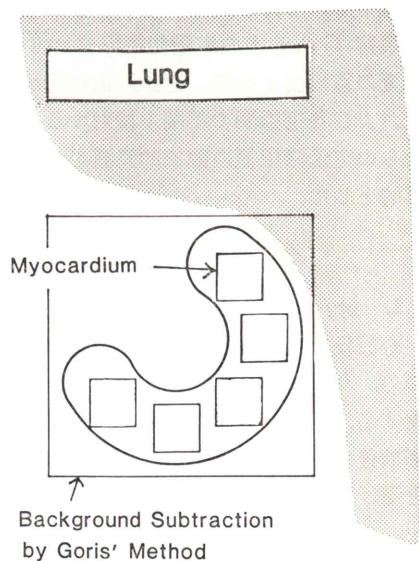


Fig. 2 Calculation of lung TI index.

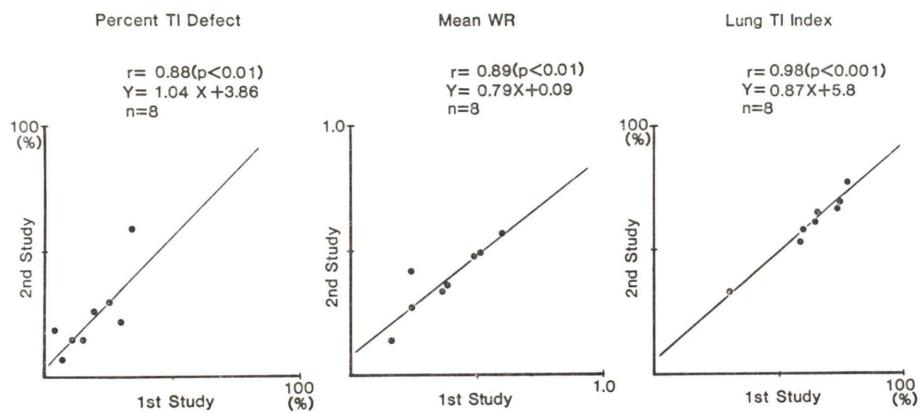


Fig. 3 Reproducibility of calculation of three quantitative parameters in exercise and redistribution imaging.

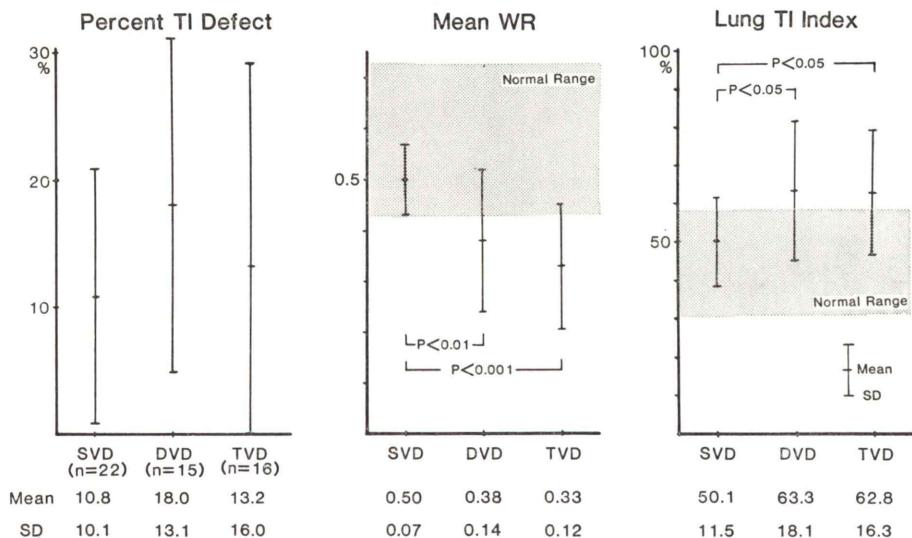


Fig. 4 Relationship between the severity of coronary artery disease and three quantitative parameters.

本数が増加するに従って低くなり、2枝、3枝群では1枝群に比し、おのおの危険率1%以下および0.1%以下で有意に低値を示した。肺TI指数は1枝群に比し、2枝、3枝群では危険率5%未満の有意差で高値を示した。

### 3. 冠動脈血行再建術前後の各定量指標の変化

陳旧性梗塞を合併した5例を含む計9例の狭窄症患者における冠動脈血行再建術前後の検討では、

TI欠損率は術前に比し、術後有意に減少した( $p<0.01$ )。また左室平均WRおよび肺TI指数も術前に比し術後有意に改善し(おのおの  $p<0.05$ ,  $p<0.02$ )、9例中7例では術後この両指標は正常値を示した(Fig. 5)。

### 4. 各定量指標間の相関

陳旧性梗塞を有しない労作狭心症53名において、左室平均WRと肺TI指数との間には  $r=-0.68$ ,

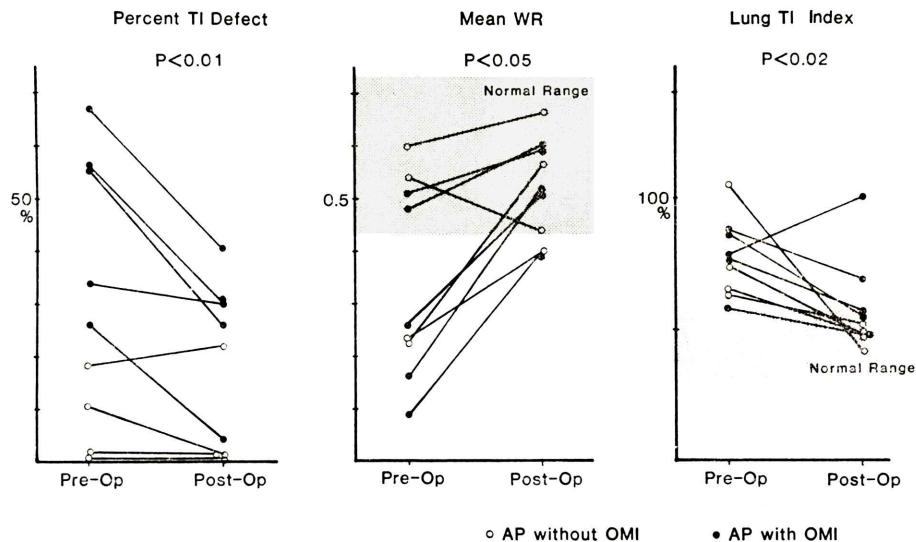


Fig. 5 Changes in three quantitative parameters before and after coronary bypass surgery.

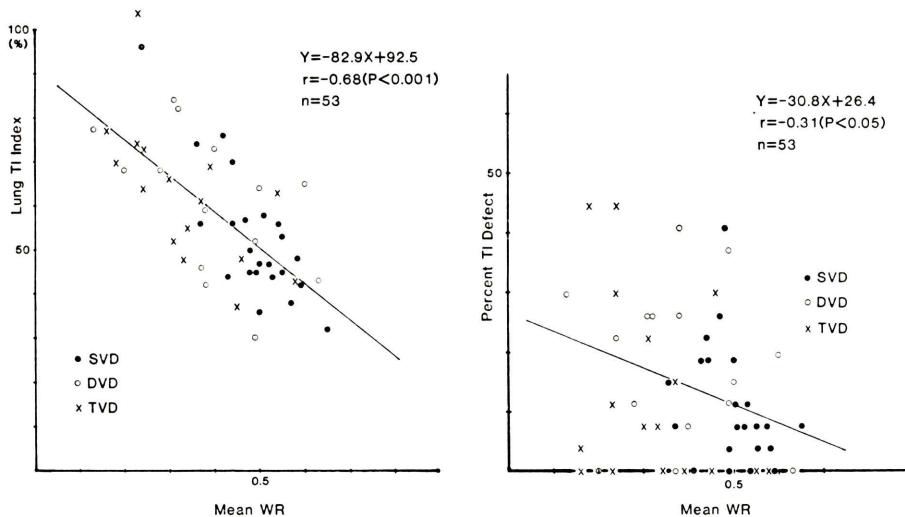


Fig. 6 Correlation between mean washout rate and lung TI index (left) or percent TI defect (right).

危険率0.1%以下の有意な相関がみられた(Fig. 6)。すなわち左室平均WRが低い症例ほど肺TI指数は有意に高値を示した。左室平均WRとTI欠損率との間にも $r=-0.31$ 、危険率5%以下の軽度の相関がみられたが(Fig. 6)、肺TI指数とTI欠損

率の間には有意な相関は存在しなかった。

#### IV. 考 案

運動負荷TI心筋像において冠動脈病変が高度になるほど、TIの心筋からのwashoutが低下す

ること、また肺の Tl 摂取率が増加することは従来の諸家の報告とほぼ一致した<sup>1~7)</sup>。最近、washout rate は運動負荷量に影響されることが指摘されている<sup>12)</sup>が、本研究の患者対象では全例狭心痛出現により運動を中止する最大負荷を行った。したがって今回の結果より運動負荷量に関係なく狭心痛出現時には多枝病変群では 1 枝病変群よりも有意に左室平均 washout rate が低下することが示された。冠動脈血行再建術前後における washout rate あるいは肺 Tl 摂取の定量指標の変化に関する報告は必ずしも多くない。本研究では両指標が冠動脈血行再建術後に改善することより、両指標と左室の心筋虚血との間に密接な関係が存在することが示された。

過去に WR と肺 Tl 摂取との相関を検討した報告はあまりみられない。今回、両指標間に良好な相関がみられたことは、肺の Tl 摂取増加が心筋虚血による左室機能低下に起因することを考えると理解しやすい。一方、運動負荷時の Tl 欠損領域の拡がりが冠動脈病変の重症度と一致しなかったことは、広範な左室領域に比較的均等に虚血が起きると一見正常の Tl 心筋像を呈することがあるという従来の諸家の指摘とほぼ一致する結果と考えられた<sup>1~4)</sup>。運動負荷時の Tl 欠損領域の拡がりは他の 2 指標と必ずしも良好な相関を示さなかつたことより、運動負荷時 Tl 心筋像の評価においては、左室灌流欠損の拡がりの判定の他に心筋の Tl washout あるいは肺の Tl 摂取のいずれかを評価することは臨床的にきわめて重要と考えられた。ただし方法論的に、Tl washout rate の計測は通常、肺の background 処理を経て行われるため、高度な心筋虚血例では肺の Tl 摂取増加による background 増大のため、washout rate がより低値を示す可能性は否定できないと考えられた。

## V. 結 語

冠動脈病変の重症度診断における運動負荷 Tl 心筋像の評価法として、従来の Tl 灌流欠損の拡がりの評価の他に、心筋の Tl washout あるいは肺の Tl 摂取を定量的に評価することは臨床的に重要と考えられた。

## 文 献

- 1) 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
- 2) Watson DD, Campbell NP, Read EK, et al: Spatial and temporal quantitation of plane thallium myocardial images. *J Nucl Med* **22**: 577~584, 1981
- 3) Suzuki H, Watanabe Y, Kubota I, et al: Quantitative evaluation of stress thallium-201 myocardial perfusion imaging for detection of the severity of coronary artery disease. *Jpn Circulation J* **47**: 170~179, 1983
- 4) 河合直樹, 岡田充弘, 都田裕之, 他: 運動負荷タリウム心筋像による冠動脈病変部位の非観血的診断. *核医学* **20**: 371~383, 1983
- 5) Watanabe N, Machida K, Nishikawa J, et al: Functional imaging of thallium-201 myocardial washout and the clinical utility of this method. *Radiation Medicine* **1**: 281~292, 1983
- 6) 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 artery disease. *Am J Cardiol* **46**: 189~196, 1980
- 7) Kushner FG, Okada RD, Kirshenbaum HD, et al: Lung thallium-201 uptake after stress testing in patients with coronary artery disease. *Circulation* **63**: 341~347, 1981
- 8) Rozanski A, Berman DS, Gray R, et al: Use of thallium-201 redistribution scintigraphy in the preoperative differentiation of reversible and nonreversible myocardial asynergy. *Circulation* **64**: 936~944, 1981
- 9) Pfisterer M, Emmenegger H, Schmitt HE: Accuracy of serial myocardial perfusion scintigraphy with thallium-201 for prediction of graft patency early and late after coronary artery bypass surgery. A controlled prospective study. *Circulation* **66**: 1017~1024, 1982
- 10) Gibson RS, Watson DD, Taylor GJ, et al: Prospective assessment of regional myocardial perfusion before and after coronary revascularization surgery by quantitative thallium-201 scintigraphy. *J Am Coll Cardiol* **1**: 804~815, 1983
- 11) Goris ML, Daspit SG, McLaughlin P, et al: Interpolative background subtraction. *J Nucl Med* **17**: 744~747, 1976
- 12) 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. *J Nucl Med* **23**: 381~385, 1982

## Summary

### Noninvasive Assessment of Severity of Coronary Artery Disease by Quantitative Analysis of Exercise Thallium-201 Myocardial Perfusion Imaging

Naoki KAWAI\*, Hideo MATSUSHIMA\*, Shuhei YAMAMOTO\*, Mitsuhiro OKADA\*, Kazuhito SHIKI\*, Iwao SOTOBATA\*, Yasunori OBATA\*\*, Sadayuki SAKUMA\*\*, Hiroyuki MIYAKODA\*\*\* and Akio SUZUKI\*\*\*

*\*First Department of Internal Medicine, Nagoya University School of Medicine, Nagoya*

*\*\*Department of Radiology, Nagoya University School of Medicine, Nagoya*

*\*\*\*Department of Internal Medicine, Nagoya National Hospital, Nagoya*

A clinical usefulness of quantitative analysis of exercise thallium-201 (Tl) myocardial perfusion imaging in diagnosing the severity of coronary artery disease was evaluated.

The materials consisted of 53 effort angina patients without old myocardial infarction (OMI) and 11 normal controls. Additional 5 effort angina patients with OMI were selected for the study before and after aorto-coronary bypass surgery. Exercise and 3-hour redistribution images were obtained in the anterior, the 3 left anterior oblique and the left lateral projections. Three quantitative parameters, percent Tl defect and lung Tl index in the initial images, and mean Tl washout rate (WR) in the left ventricular wall were calculated. The reproducibility of these parameters was good ( $r=0.88\sim0.98$ ), and their normal ranges were determined. No significant difference in percent Tl defect was shown among single, double and triple vessel disease. In the

contrary, the mean WR was significantly lower and lung Tl index was significantly higher in multi-vessel than in single vessel disease. In 9 patients who underwent A-C bypass surgery, the three parameters were either normalized or became less abnormal postoperatively. A significant correlation was shown between mean WR and lung Tl index ( $r=-0.68$ ,  $p<0.001$ ). There was a less significant correlation between percent Tl defect and mean WR ( $r=-0.31$   $p<0.05$ ), and no significant correlation between percent Tl defect and lung Tl index.

It was concluded that the quantitative evaluation of mean washout rate or lung Tl index was important in diagnosing the severity of coronary artery disease with exercise Tl myocardial imaging.

**Key words:** Exercise thallium-201 myocardial imaging, Quantitative analysis, Tl washout rate, Angina pectoris, Aortocoronary bypass surgery.