

## 《原 著》

# タリウム 201 心筋 polar map による虚血部 および梗塞部における重症度と再分布の定量化 ——1 枝病変についての検討——

中西 文子\* 春日 敏夫\* 曽根 健輔\*\* 酒井 康子\*\*  
 伊藤 邦泰\*\* 山下公仁彦\*\* 小口 和浩\*\* 佐々木康之\*\*\*  
 武田 昌慶\*\*\*\* 矢野今朝人\* 横田 憲一\*

**要旨** TI-201 心筋 polar map を用いて冠動脈 1 枝病変 66 例における病変部心筋の viability を定量的に検討した。正常人 16 例を対照とした。

polar map 上の病変部に閑心領域を設定し、ここでの灌流の程度を正常領域内のカウントを基準とする initial % uptake (%Ui) と delayed % uptake (%Ud) で表し、再分布の程度を %Ud/%Ui により評価した。対照群の %Ui は  $85.8 \pm 9.4$ 、%Ud/%Ui は  $1.03 \pm 0.04$  であった。再分布 redistribution の認められた 25 例 RD (+) では %Ui は  $51.5 \pm 13.3$  と低下し、%Ud/%Ui は  $1.37 \pm 0.26$  と増加を示した。再分布の認められなかった 41 例 RD (-) は 2 群、すなわち %Ui と %Ud/%Ui とが相関を示す 17 例 RD (-) (1) と、相関を示さない 24 例 RD (-) (2) に分けられ、RD (-) (1) の %Ui は  $74.5 \pm 4.7$  と軽度低下を示し、RD (-) (2) では %Ui は  $31.7 \pm 8.7$  と高度低下を示したが %Ud/%Ui はこれら 2 群においては正常範囲にあった。以上の結果から %Ui と %Ud/%Ui は心筋の viability についての指標として有用であると考えられた。これらのデータと冠動脈造影所見や左室造影所見との比較検討も行った。

## I. はじめに

心筋タリウム負荷シンチグラムで見られる一過性虚血部位には、viable な心筋が残存し、この領域は心筋シンチグラムにおいて再分布現象を示すとされている。一方心臓核医学において Garcia ら<sup>1)</sup>により考案された表示法、polar map (Bull's eye image) 法は、病巣の部位や範囲、重症度などを客観的に評価するのに適している。さらに polar

map 上の虚血領域や再分布領域などに閑心領域を設け、これを定量評価できれば一層効果的と思われる。そこで今回われわれは、冠動脈の 1 枝病変例を対象として病巣部の initial % uptake (%Ui) と delayed % uptake (%Ud) を測定し、さらに両者の比 %Ud/%Ui を算出して、これらのデータの正常対照群のものとの比較、および再分布のみられる群とみられない群に細分しての比較を行った。冠動脈造影 (CAG) 所見や左室造影 (LVE) との比較検討も行ったので合わせて報告する。

## II. 対 象

昭和 60 年 7 月から昭和 62 年 10 月までに運動負荷タリウム心筋 SPECT を行い、その 1 週間前後に CAG および LVE を行った症例中、CAG で AHA 分類の 75% 以上の狭窄の 1 枝病変を示した 68 例を対象とした。男性 56 例、女性 12 例、平均

\* 信州大学医学部附属病院放射線部

\*\* 同 放射線科

\*\*\* 同 第二内科

\*\*\*\* 同 第三内科

受付：63 年 6 月 8 日

最終稿受付：63 年 11 月 28 日

別刷請求先：松本市旭 3-1-1 (番 390)

信州大学医学部放射線科

中 西 文 子

年齢は  $55 \pm 9$  歳であった。臨床的に労作性狭心症 angina pectoris of effort (AP) と分類されたもの 17 例、陳旧性心筋梗塞 old myocardial infarction (OMI) 45 例、心筋梗塞の既往があり狭心症が加わったもの (OMI+AP) 6 例であった。冠動脈の罹患部位別には、前下行枝 47 例、回旋枝 6 例、右冠動脈 15 例であった。

対照群は 16 例であり、その平均年齢は  $49 \pm 14$  歳で、男性 9 例、女性 7 例であった。このうちの 2 例は normal volunteer であり、他の 14 例は、胸痛を訴え心電図で異常が疑われて当院を受診したが、心疾患や高血圧の既往がなく、負荷時心電図では 1 mm 以上の ST 降下がなく、負荷中胸痛発作も認めず、心筋 SPECT や CAG, LVG などでも異常所見のみられなかった症例である。

### III. 方 法

運動負荷は、自転車エルゴメータ（シーメンス社製）による多段負荷法で行い、最大負荷時に Tl-201 の 3 mCi(111 MBq) を静注し、さらに 1 分間運動を続けさせた。静注約 10 分後と 4 時間後に SPECT の撮像を行い、負荷時および再分布時にそれぞれの断層像を得た。

使用装置は、低エネルギー汎用コリメータを装着した回転型ガンマカメラ（島津 ZLC 75）であり、RI データ処理システム (Scintipac 2400) とオンラインで接続した。データ収集は、背臥位をとった患者の右前斜位 45 度から左後斜位 39.4 度までの 180 度 32 方向から行い、データ収集時間は 1 方向につき 20 秒を要した。再構成にはバターワース フィルタ (order 8) を使用し、吸収補正是行わなかった。

負荷時および再分布時の短軸断層像から polar map を作成した。この場合に、心基部から心尖部までの 10~12 スライスのそれぞれの中心位置をまず求め、これらを放射状に 60 分割して、ここで得られた各領域の最大カウント数を用いた circumferential profile を作成し、これらのデータを心尖部のものを中央に、心基部に近いものほど円の周辺にくるように順次配列した。ただしカウ

ント数は全スライスにおける最大値を 1,000 として標準化し、最大を赤、最小を紫までの 5 段階のカラーで表示した。

定量評価のために、まず負荷時の polar map で認められた病巣部に同心領域 (ROI) を設定した。この場合の ROI は同じ色調を示す病巣の中心部をとったが、その大きさは  $321 \pm 100$  ピクセルであり、1 ピクセル当たりの平均カウント数として計測した。再分布像についても以上と同じ測定を行った。これらの値を、正常領域内の ROI, 321 ピクセルのカウント数より求めた 1 ピクセル当たりの平均カウント数、すなわち基準値と比較し、その比をそれぞれ initial % uptake (%Ui)、および delayed % uptake (%Ud) とし、さらに %Ud/%Ui ratio を求めた。

対照群の polar map において、前壁、中隔、後下壁および側壁の ROI から求めたそれぞれの平均カウントから全体の平均値を求めると、%Ui  $85.8 \pm 9.4$ 、%Ud  $88.5 \pm 7.7$ 、%Ud/%Ui  $1.03 \pm 0.04$  となった。そこで対照群の %Ud 平均値  $- 2$  SD である 73% を基準にして、%Ud がこれと同じか大きいものを完全再分布とし、%Ud がこの値より小さいものを不完全再分布とした。病巣の一部では再分布がみられるが、中心部では %Ui と %Ud がほぼ同じ値を示すものを部分再分布とした。

冠動脈造影での側副血行路は Hecht<sup>2)</sup> の分類に従い good, intermediate, poor とし、good と intermediate を側副血行路が良好な群 collaterals (+) とした。

LVG については心室の局所壁運動をスコア化して検討した。すなわち normokinesis を 0, hypokinesis を 1, akinesis を 2, dyskinesis を 3 とした。

### IV. 結 果

CAG で 1 枝病変を認めた 68 例について、タリウム分布の異常の有無および再分布の有無を視覚的に評価し、さらに再分布例については完全再分布、不完全再分布、部分再分布を前述の基準にもとづいて判定し、臨床診断別にその頻度を示した

Table 1 Thallium-201 uptake pattern in 68 patients with 1 vessel coronary artery disease

Patient group	No. of patients	Tl-201 uptake pattern			RD (+) n=25		
		Normal (%)	RD (+) (%)	RD (-) (%)	CRD	ICRD	PRD
AP	17	2 (11.8)	8 (47.1)	7 (41.2)	7	1	0
OMI	45	0 (0)	13 (28.9)	32 (71.1)	2	7	4
OMI+AP	6	0 (0)	4 (66.7)	2 (33.3)	1	3	0
Total	68	2 (2.9)	25 (36.8)	41 (60.3)	10	11	4

RD=Redistribution, CRD=Complete redistribution, ICRD=Incomplete redistribution, PRD=Partial redistribution, AP=Angina pectoris, OMI=Old myocardial infarction.

Table 2 Quantitatively analyzed data in control group and coronary artery disease; Comparison of reversible and non-reversible defect. Comparison among complete, incomplete and partial redistributions

Control	Coronary artery disease					
	RD <sub>i</sub> (+)	RD(-)	RD (+)			
			CRD	ICRD	PRD	
n	16	25	41	10	11	4
%Ui	85.8±9.4	51.5±13.3	36.7±18.5	61.3±8.9	44.1±10.1	37.0±1.7
%Ud	88.5±7.7	67.5±15.6	38.9±19.1	80.4±6.4	61.5±5.3	40.0±4.9
%Ud/%Ui	1.03±0.04	1.37±0.26	1.06±0.13	1.32±0.18	1.46±0.34	1.08±0.10

%Ui=Initial % uptake, %Ud=Delayed % uptake, RD=Redistribution, CRD=Complete redistribution, ICRD=Incomplete redistribution, PRD=Partial redistribution.

(Table 1). タリウム SPECT および polar map において異常所見を認めたものは 66 例であり, false negative の 2 例は AP で, 前下行枝に 75% の狭窄を有するものであった。

全症例中 25 例 (36.8%) で再分布 (+), 41 例 (60.3%) で再分布 (-) であり, これをさらに臨床診断別にみると, AP 17 例中の 8 例 (47.1%) で再分布 (+), 7 例 (41.2%) で再分布 (-) であった。OMI 45 例中の 13 例 (28.9%) で再分布 (+), 32 例 (71.1%) で再分布 (-) であり, OMI にも再分布を認めた。再分布 (+) の 25 例中の 10 例で完全再分布を, 11 例で不完全再分布, 4 例で部分再分布を認めた。完全再分布を示した 10 例中の 7 例は AP, 2 例は OMI, 1 例は OMI+AP であったが, 不完全再分布を示した 11 例中の 7 例は OMI, 1 例は AP, 3 例は OMI+AP であり, 完全再分布は AP に不完全再分布は OMI に多く認められた。部分再分布を示した 4 例はすべて OMI であった。

病変部の %Ui や %Ud あるいは %Ud/%Ui を対照群や再分布 (+) 群, あるいは再分布 (-) 群について比較し, さらに再分布 (+) 群では完全再分布, 不完全再分布, 部分再分布を示すもので比較した (Table 2)。%Ui は冠動脈疾患群では対照群より低値を示した。再分布 (+) 群の中では, 完全再分布と不完全再分布および部分再分布の順でより低値を示すようになり, 部分再分布群と再分布 (-) 群ではほぼ同等の低値を示した。%Ud/%Ui については再分布 (+) 群では, 対照群より高値を示したが, 再分布 (-) 群と対照群には差はなく, また再分布 (+) 群のうち部分再分布群の %Ud/%Ui は正常範囲内にあった。

冠動脈狭窄度別の %Ui を再分布 (+) 群と再分布 (-) 群に分けて比較した (Table 3)。%Ui は 75% 狹窄群に比し, 90% 以上の狭窄群では低く, 再分布 (-) 群では再分布 (+) 群に比し低い傾向が認められた。

再分布と側副血行路の良否との関係を Table 4

**Table 3** Comparison of thallium-201 initial percent uptake with coronary artery percent stenosis in reversible and non-reversible defects

	Stenosis (%)			
	75	90	99	100
RD	63.9±13.9 (+) (n=4)	50.0±10.6 (n=5)	46.9±13.7 (n=10)	51.0±8.6 (n=6)
RD	72.5±12.1 (-) (n=9)	54.9±20.2 (n=9)	37.8±16.6 (n=10)	36.7±18.5 (n=13)

RD=Redistribution

**Table 4** Frequency of collaterals in patients with reversible and non-reversible defects

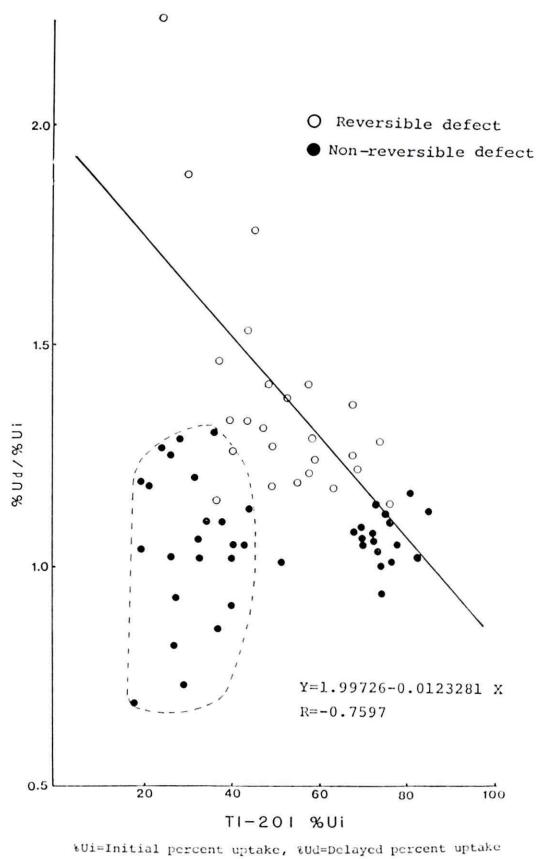
	RD (+)	RD (-)
Collaterals (+)	15	1
Collaterals (-)	10	40
Total	25	41

RD=Redistribution

に示した。再分布(+)25例中collaterals(+)は15例で、すべてが90%以上の冠動脈狭窄を有するものであった。再分布(-)群では1例に側副血行路を認めたにすぎなかった。

LVGにおける局所壁運動状態別に、これと%Ui、再分布の有無、再分布(+)例における側副血行路の良否との関係をみたものをTable 5に示す。%Uiは壁運動異常の強いものほど低値を示した。再分布は、hypokinesis群20例中の13例(65%)と最も高頻度にみられた。壁運動状態と側副血行路の頻度には関連がみられなかった。

%Uiと%Ud/%Uiの関係をFig. 1に示した。  
%Uiが50%以下で再分布(-)例を点線で囲ん

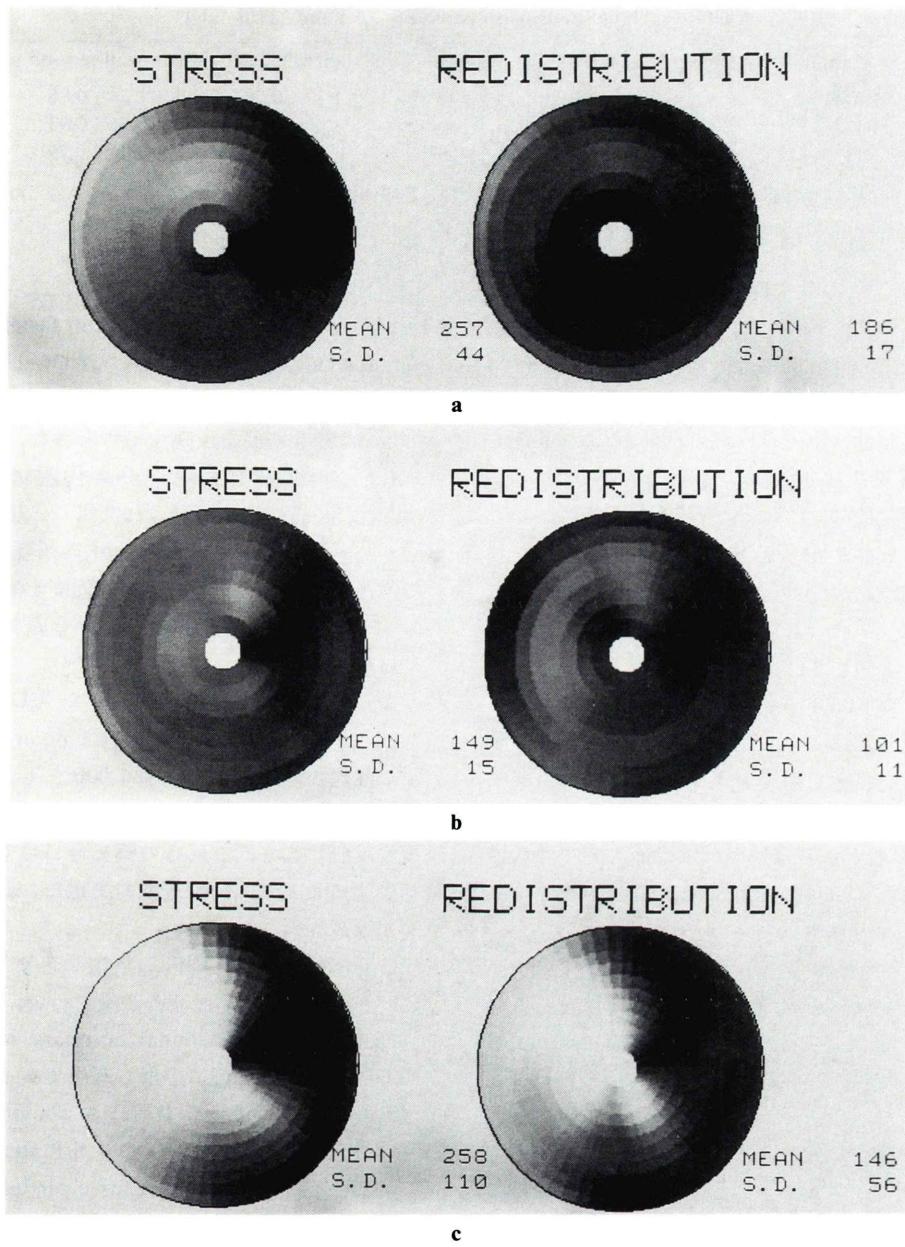


**Fig. 1** Relationship between initial percent uptake and ratio of delayed percent uptake to initial percent uptake. Linear regression analysis demonstrated a correlation of -0.76 for the patients with reversible defect and non-reversible defect showing minimal reduced initial percent uptake. Note the another patient group with non-reversible defects with mostly reduced initial percent uptake in the area of the dotted line.

**Table 5** Comparison of regional wall motion with initial percent uptake and frequency of reversible defect in 66 patients. Comparison of regional wall motion with frequency of collaterals in the patients with reversible defect

	Regional wall motion			
	Normokinesis	Hypokinesis	Akinesis	Dyskinesis
Initial % uptake	71.5±10.4	55.0±15.4	39.3±16.0	35.7±12.9
RD (+)	3/13	13/20	6/16	3/17
Collaterals (+)/RD (+)	2/3	7/13	4/6	2/3

RD=Redistribution



**Fig. 2** a. Group 1 A 70-year-old female with angina pectoris. Her coronary angiogram showed 90% stenosis at seg. 7. On stress TI-201 polar map, low perfusion area ( $\%Ui=57.3$ ) was observed in anteroseptal wall. Four hours later, redistribution was observed in this area ( $\%Ud/\%Ui=1.41$ ). b. Group 2. A 48-year-old male with old myocardial infarction. His coronary angiogram showed 90% stenosis at seg. 7. On stress TI-201 polar map, low perfusion area ( $\%Ui=68.3$ ) was observed in anteroseptal wall. Four hours later, no redistribution was observed in this area ( $\%Ud/\%Ui=1.08$ ). c. Group 3. A 61-year-old male with old myocardial infarction. His coronary angiogram showed occlusion at seg. 6. On stress TI-201 polar map, perfusion defect ( $\%Ui=21.0$ ) was observed in anteroseptal and inferior wall. Four hours later, no redistribution was observed in these areas ( $\%Ud/\%Ui=1.18$ ).

Table 6 Three subdivision based on %Ui and %Ud/%Ui

Group	No. of patients	%Ui	%Ud/%Ui	Mean wall motion score
1 RD (+)	25	51.5±13.3	1.37±0.26	1.36±0.86
2 RD (−)(1)	17	74.5±4.7	1.06±0.06	0.65±0.93
3 RD (−)(2)	24	31.7±8.7	1.05±0.17	2.46±0.79

%Ui=Initial % uptake, %Ud=Delayed % uptake, RD=Redistribution

で示したが、これらを除くと両者の相関は  $r=-0.76$  ( $p<0.01$ ) であった。したがって、50% 以上の %Ui を示す症例では、両者に相関が認められた。%Ud/%Ui は再分布(+)群で高く、しかも %Ui との相関が認められた。再分布(−)群では %Ud/%Ui は 1 に近いが、%Ui が 50 以下では %Ud/%Ui の値にばらつきが大きい。

%Ui と %Ud/%Ui によって 1 枝病変を以下の 3 群に分けることができる (Table 6)。1) 再分布(+)群: %Ui は 51.5±13.3、壁運動スコアは 1.36±0.86 と他の 2 群の中間にあり、しかし %Ud/%Ui は 1.37±0.26 と最も高い。2) 再分布(−)(1)群: %Ui, %Ud/%Ui は正常値に近く、壁運動スコアも良好である。3) 再分布(−)(2)群: %Ui は 31.7±8.7 ときわめて低いが %Ud/%Ui は正常値を示す。壁運動スコアは最も不良である。これら 3 群の代表例を Fig. 2 a, b, c に示す。

## V. 考 察

タリウム心筋 SPECT の 3 次元表示法としての polar map を用いて、心筋血流と心筋の viability の定量的評価を試みた。今回は 1 枝病変例に限って、病巣における %Ui と %Ud を測定し、これより両者の比 %Ud/%Ui を求め、これを再分布現象の有無や、CAG あるいは LVG 所見と関連させて検討した。

再分布現象は、灌流低下にともなう心筋細胞からの緩徐な washout を反映し<sup>3)</sup>、washout rate は再分布の指標となると考えられている。しかし病巣部のタリウム摂取が少ない場合、washout rate を絶対値を用いて求めると誤差を生じやすい。一方、梗塞部と正常部の washout rate は同程度で、タリウムの time-course もよく一致しているとの

指摘<sup>4)</sup>もあるが、その病態に関しては十分解明されていない。あるいは、間質の faster washout component<sup>3)</sup>の影響とも考えられている。さらに、梗塞部にも再分布が認められ、再分布の程度が viable な残存心筋を反映する<sup>5)</sup>とされ、ポジトロン CT での灌流やグルコース代謝によっても viable な心筋の存在が示された<sup>6)</sup>。一方、梗塞部位への再分布例に cardiac event の頻度が高かった<sup>7)</sup>との報告もあり、再分布の程度を定量化し、%Ui と合わせて評価することは意義あると考えられた。

今回は虚血と再分布の程度を %Ui と %Ud/%Ui で示したが、これらの値は polar map 上の正常部(最高カウント部)を 1,000 とした relative count に基づいている。polar map 上における視覚評価に加え、これらの値を合わせて定量的に評価することは、治療方針の決定や、経過観察に有用と考えた。

Goldstein ら<sup>8)</sup>は Rb-82 を用い、ポジトロン CT で病変部の心筋血流の定量を行い、この値を percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) 前後の評価に応用し有用であったと報告している。この場合、負荷時の activity (S) に対する安静時の activity (R) より S/R stenosis/S/R normal を算出し、これを relative perfusion reserve と称している。この方法は、Mullani<sup>9)</sup>の数学的モデルにもとづいているが、この ratio はわれわれの %Ud/%Ui の逆数に相当する。さらに Leppo<sup>10)</sup>は心筋への Tl-201 と Rb-82 の transport が同じように血流に依存することを動物実験により明らかにしている。

SPECT による定量評価は planar image によるよりもすぐれており<sup>11)</sup>、risk area の sizing に有用

なこと<sup>12~14)</sup>、実験的梗塞犬の摘出心でのタリウム摂取比と、SPECT 上でのそれとの相関<sup>15)</sup>、さらに CAG における jeopardy score とタリウム心筋 SPECT 上の灌流欠損の範囲との相関<sup>16)</sup>などが報告されている。われわれは polar map を用いたが、欠損領域の広さを定量化するに当たり、外周部と中心部で拡大、縮小率が異なるため、その部位によって過小、過大評価する可能性が指摘されている<sup>17,18)</sup>ので、今回は欠損の範囲でなく、その重症度と再分布の程度を評価した。

虚血部の initial uptake は運動負荷量に影響される<sup>19)</sup>。しかし、今回対象とした患者の pressure rate product (心拍数×収縮期血圧) は、再分布(+)群と再分布(−)群とではそれぞれ  $18,322 \pm 4,205$  と、 $20,209 \pm 4,294$  で両者間に有意差はなくこの点に問題はなかった。

タリウムの initial uptake は、冠動脈狭窄度に依存する<sup>20,21)</sup>といわれるが、われわれの結果でも再分布(−)群ではこの傾向を示した。しかし再分布(+)群では、狭窄度が強くなても再分布(−)群ほどの低下を示さなかった。

再分布現象と側副血行路の関係については従来より検討されている<sup>22~24)</sup>。われわれの結果では、再分布(+)群では 90% 以上狭窄群の 71% に良好な側副血行路が認められたが、再分布(−)群では 1 例にこれが認められたに過ぎず、側副血行路が再分布に関与していることが示された。

LVG と %Ud との関係は、壁運動異常が高度になるほど %Ui は低下したが、これは従来の報告<sup>20)</sup>と一致する。さらに壁運動と再分布の有無との関係であるが、再分布は hypokinesis 群に最も高頻度にみられたが、この群の %Ui は  $55.0 \pm 15.4$  であり、akinesis, dyskinesis のそれに比し低下度は少なかった。一方 akinesis や dyskinesis 群にも再分布を認める症例があったが、これは Rosanski ら<sup>25)</sup>の指摘した reversible asynergy すなわち coronary artery bypass grafting (CABG) に反応する可能性の高い症例と考えられた。

心筋のタリウム欠損の重症度および再分布の定量的評価より以下の 3 群に分類できた。

1) 再分布(+)群：%Ui は  $51.5 \pm 13.3$  で中等度の低下を示し、%Ud/%Ui は  $1.37 \pm 0.26$  と高い。wall motion score の低下は少なく、側副血行路の頻度も高く、心筋の viability はあると考えられるが、虚血に対して PTCA などの治療の必要性が高い。

2) 再分布(−)(1)群：%Ui は  $74.5 \pm 4.7$  と虚血の程度は少なく、%Ud/%Ui は 1 に近く、現時点では PTCA の必要はないと考えられる。なお、(1)群と(2)群においては %Ui と %Ud/%Ui との間に相関が認められた。

3) 再分布(−)(2)群：%Ui は  $31.7 \pm 8.7$  と最も低く、%Ui と %Ud/%Ui との相関関係よりも 1) および 2) とは異なった群であり、心筋の viability に乏しく、PTCA の対象とならないと考えられる。

今回は 1 枝病変に限って検討したが、多枝病変に関しては基準値を設定する部位など問題がある。

## VI. 結 語

1) 負荷タリウム心筋 SPECT から作成された polar map 上で、病巣の %Ui および %Ud を測定し、これより %Ud/%Ui を求めた。

2) 1 枝病変で異常所見の認められた 66 例を再分布(+)群、再分布(−)群に分け、これらと対照群 16 例について検討した結果、%Ui と %Ud/%Ui によって両群を定量的に分けることができた。

3) %Ui と %Ud/%Ui との相関関係が、再分布(+)群と再分布(−)群のうち %Ui の高値を示すものにおいて認められた。しかし、%Ui が 50% 以下の再分布(−)群においては %Ui と %Ud/%Ui との相関は認められなかった。これにもとづいて再分布(−)群をさらに 2 群に分けることができた。

4) 以上により分類できた 3 群とそれぞれの測定値は以下のとくであった。

① 再分布(+)群：%Ui は  $51.5 \pm 13.3$ 、%Ud/%Ui は  $1.37 \pm 0.26$ 。

② 再分布(−)1群: %Ui は  $74.5 \pm 4.7$ , %Ud/%Ui は  $1.06 \pm 0.06$ .

③ 再分布(−)2群: %Ui は  $31.7 \pm 8.7$ , %Ud/%Ui は  $1.05 \pm 0.17$ .

5) これらの測定値は治療方針の決定や経過判定の指標になると考える。

### 文 献

- Garcia EV, Train KV, Maddahi J, et al: Quantification of rotational thallium-201 myocardial tomography. *J Nucl Med* **26**: 17-26, 1985
- Hecht HS, Aroesty JM, Morkin EM, et al: Role of the coronary collateral circulation in the preservation of left ventricular function. *Radiology* **114**: 305-313, 1975
- Grunwald AM, Watson DD, Holzgrefe HH, et al: Myocardial thallium-201 kinetics in normal and ischemic myocardium. *Circulation* **64**: 610-618, 1981
- 不藤哲郎, 神原啓文, 橋本啓男, 他: 虚血性心疾患における TI-201 の washout に関する検討 ring single photon emission CT を用いて. *心臓* **19**: 363-369, 1987
- 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平, 他: 運動負荷心筋スキャンによる梗塞部位再分布に関する検討—臨床所見, 心電図, 心血行動態との対比を中心として—. *核医学* **24**: 1343-1350, 1987
- Brunken R, Tillisch J, Schwaiger, et al: Regional perfusion, glucose metabolism, and wall motion in patients with chronic electrocardiographic Q wave infarctions: evidence for persistence of viable tissue in some infarct regions by positron emission tomography. *Circulation* **73**: 951-963, 1986
- Brown KA, Weiss RM, Clements JP, et al: Usefulness of residual ischemic myocardium with prior infarct zone for identifying patients at high risk late after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **60**: 15-19, 1987
- Goldstein RA, Kirkeeide RL, Smalling RW, et al: Changes in myocardial perfusion reserve after PTCA: Noninvasive assessment with positron tomography. *J Nucl Med* **28**: 1262-1267, 1987
- Mullani NA: Myocardial perfusion with rubidium-82: Theory relating severity of coronary stenosis to perfusion deficit. *J Nucl Med* **25**: 1190-1196, 1984
- Leppo JA: Myocardial uptake of thallium and rubidium during alterations in perfusion and oxygenation in isolated rabbit hearts. *J Nucl Med* **28**: 878-885, 1985
- Kaul S, Chesler DA, Boucher CA, et al: Quantitative aspects of myocardial perfusion imaging. *Semin Nucl Med* **17**: 131-144, 1987
- Prigent F, Maddahi J, Garcia EV, et al: Quantification of myocardial infarct size by thallium-201 single-photon emission computed tomography: Experimental validation in the dog. *Circulation* **74**: 852-861, 1986
- Prigent F, Maddahi J, Garcia EV, et al: Comparative methods for quantifying myocardial infarct size by thallium-201 SPECT. *J Nucl Med* **28**: 325-333, 1987
- Keyes JW, Brady TJ, Leonard PE, et al: Calculation of viable and infarcted myocardial mass from thallium-201 tomograms. *J Nucl Med* **22**: 339-343, 1981
- 二瓶東洋, 中沢芳夫, 石橋 豊, 他: TI-201 心筋シングルラムの定量性の検討—左冠動脈結紮犬を用いて—. *核医学* **24**: 1351-1357, 1987
- Prigent F, Maddahi J, Garcia EV: Noninvasive quantification of the extent of jeopardized myocardium in patients with single-vessel coronary disease by thallium-201 single-photon emission computerized rotational tomography. *Am Heart J* **111**: 578-586, 1986
- 島田智好, 栗本 透, 神鼻 宏, 他: TI-201 SPECT の新しい定量的表示法(展開図法)に関する基礎的検討. *核医学* **24**: 853-863, 1987
- 今井嘉門, 安藤達夫, 弓倉 整, 他: Thallium-201 心筋 SPECT における 2 次元表示 (Bullet) 方法—Polar map との対比検討—. *核医学* **24**: 865-869, 1987
- Kaul S, Chesler DA, Pophost GM, et al: Influence of peak exercise heart rate on normal thallium-201 myocardial clearance. *J Nucl Med* **27**: 26-30, 1986
- 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**: 319-329, 1984
- Reisman S, Berman D, Maddahi J, et al: The severe stress thallium defect: an indicator of critical coronary stenosis. *Am Heart J* **110**: 128-134, 1985
- Cooper R, Puri S, Francis K, et al: Role of coronary artery disease and collateral circulation in redistribution of thallium-201. *Clin Nucl Med* **5**: 292-298, 1980
- Rigo P, Becker LC, Griffith LSC, et al: Influence of coronary collateral vessels on the results of thallium-201 myocardial stress imaging. *Am J Cardiol* **44**: 452-458, 1979
- Eng C, Patterson RE, Horowitz SF, et al: Coronary collateral function during exercise. *Circulation* **66**: 309-316, 1982
- Rosanski A, Berman DS, Gray R, et al: Use of thallium-201 redistribution scintigraphy in the preoperative differentiation of reversible and non-reversible myocardial asynergy. *Circulation* **64**: 936-944, 1981

## Summary

### Quantification of Severity and Redistribution of Ischemic and Infarcted Myocardium by Thallium-201 Polar Map: Evaluation in Patients with Single Vessel Disease

Fumiko NAKANISHI\*, Toshio KASUGA\*, Shusuke SONE\*, Yasuko SAKAI\*,  
 Kuniyasu ITO\*, Kunihiko YAMASHITA\*\*\*, Kazuhiro OGUCHI\*,  
 Yasuyuki SASAKI\*\*, Masayoshi TAKEDA\*\*\*, Kesato YANO\*  
 and Kenichi YOKOTA\*

\*Department of Radiology, \*\*The Second Department of Internal Medicine,  
 \*\*\*The Third Department of Internal Medicine, Shinshu University School of Medicine

Quantitative analysis of the polar map obtained from Tl-201 single photon emission computed tomogram was employed to assess regional myocardial viability in 66 patients with single vessel coronary artery disease and 16 control subjects.

Counts of region of interest in the stenotic and infarcted lesions and normal reference areas were calculated on the polar map. Severity of hypoperfused myocardium was determined as initial percent uptake (%Ui) and delayed percent uptake (%Ud). Redistribution was analyzed as a ratio of %Ud to %Ui (%Ud/%Ui). In the control group, the average %Ui was  $85.8 \pm 9.4$  and %Ud/%Ui was  $1.03 \pm 0.04$ . Twenty five with reversible defect showed reduced %Ui ( $51.5 \pm 13.3$ ) and increased %Ud/%Ui ( $1.37 \pm 0.26$ ). Forty one cases with non-reversible defect were divided into two groups according to the value of %Ui. In the first group

with a high %Ui ( $n=17$ ), the average %Ui was  $74.5 \pm 4.7$  and %Ud/%Ui was in normal range ( $1.06 \pm 0.06$ ). In the second group ( $n=24$ ), %Ui was most reduced ( $31.7 \pm 8.7$ ), although %Ud/%Ui was in normal range ( $1.05 \pm 0.17$ ). No significant correlation was shown between %Ui and %Ud/%Ui in the two groups with non-reversible defect. Correlation between %Ui and %Ud/%Ui was high ( $r=-0.76$ ) in the group of reversible defect and the group of non-reversible defect with minimal reduced %Ui.

It is concluded that the quantitative criteria obtained from polar map is valid to assess regional myocardial viability. The quantitative imaging data were also compared with coronary angiographic and left ventriculographic data.

**Key words:** Thallium-201 SPECT, Polar map, Redistribution, Myocardial viability.