

## 《原著》

## 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

渡辺 佳彦\* 殿岡 一郎\*\* 金谷 透\*\* 立木 楷\*\*  
 安井 昭二\*\* 駒谷 昭夫\*\*\* 山口 邦一\*\*\*

**要旨** 陳旧性心筋梗塞症(MI) 29例および労作性狭心症(AP) 29例を対象として、トレッドミル運動負荷<sup>201</sup>Tl心筋シンチグラフィを施行し、その<sup>201</sup>Tl動態を経時的に観察し検討した。<sup>201</sup>Tl 2 mCiを負荷終了1分前に投与し、直後像および3時間後の遅延像を4方向にて撮像した。心筋を6分節に分割し、各部位の初期摂取率(IU)、およびredistribution index(RDI、最大washout rateに対する各部位のwashout rateの比率)を指標とし、冠動脈および左室造影所見と対比検討した。MIでは、壁運動異常が高度なほどIU、RDIは低値であった。また冠動脈狭窄度が高度なほどIU、RDIは低値であった。一方、APでは冠動脈狭窄度が大なるに伴いIUは低下したが、RDIは増加を示した。以上の事実は、<sup>201</sup>Tlの初期摂取率および再分布には冠狭窄度が強く関与するが、残存心筋量とも密に関係するためと考えられた。

### I. はじめに

<sup>201</sup>Tl心筋シンチグラフィが臨床応用され、ことに虚血性心疾患の診断および予後判定に有用であることは汎く認められている。心筋梗塞巣の部位、拡がりの診断は、心内膜下梗塞など一部の特殊な例を除いて、コンピュータを用いた定量的解析法により著しく進歩した。一方、狭心症など、冠動脈狭窄に基づく運動負荷時の心筋虚血の診断は、負荷直後のイメージに加え、負荷後3~4時間後のイメージを解析することで可能となった。その分析法も、空間および時間経過を考慮したパラメータにより、1枝のみならず、2・3枝の多枝病変においてもspecificityを犠牲にすることなくsensitivityを上げることができるようになった。著者らも、狭心症を対象として、submaximal

treadmill testを用いた心筋シンチグラフィによる冠動脈病変の程度および拡がりの判定法についてすでに報告した<sup>1)</sup>。

最近心筋梗塞症においても、壊死におちいった部位と、残存心筋の存在する部位、さらに側副血行路の有無により、運動負荷時に投与した<sup>201</sup>Tlの動態が異なることが指摘され、そのメカニズムについて議論が交されている。著者らは、今回、心筋梗塞症にsubmaximal treadmill exerciseを負荷し、<sup>201</sup>Tlによる心筋イメージングを行い、<sup>201</sup>Tlの動態を観察した。あわせて、側副血行路の関与による影響についても考察したので報告する。

### II. 対象および方法

対象は当院に入院した虚血性心疾患患者58名である。臨床症状、GOT、LDH、CPK-MBなどの心筋逸脱酵素の変動で診断された陳旧性心筋梗塞症29例(男性25例、女性4例、年齢分布42~74、平均年齢56歳)と労作性狭心症29例(男性27例、女性2例、年齢分布41~70、平均年齢52歳)である。心筋梗塞症の内訳は、前壁梗塞15例、下壁梗塞3例、前壁+下壁梗塞11例であった。全例、Judkins法による冠動脈造影と、左室造影

\* 名古屋保健衛生大学医学部内科

\*\* 山形大学医学部第一内科

\*\*\* 同 放射線科

受付: 58年10月17日

最終稿受付: 59年2月3日

別刷請求先: 豊明市沓掛町田楽ケ窪1-98 (5470-11)

名古屋保健衛生大学医学部内科

渡辺 佳彦

を施行して、有意狭窄(75%以上)のある冠動脈を少なくとも1枝以上に認めた症例である。

### 1) 運動負荷タリウム心筋イメージング

運動負荷はトレッドミルによる多段階負荷をBruce変法プロトコールに基づいてsymptome limitedで実施した。なお、ST下降が0.2mV以上出現した症例で、target heart rateを越したものはその時点では、<sup>201</sup>Tl-Cl 2mCiを静脈内投与し、引きつづき同レベルの運動を少なくとも1分間持続させた。負荷直後5分より、右前斜位30°、正面、左前斜位45°、左側面の4方向にて、1Kカウント/cm<sup>2</sup>、80KeVにおけるwindow幅20%にてストレス像を撮像した。ストレス像撮像開始より3時間後に、遅延像を同様4方向にて撮像した。ガンマーカメラシステムはOhio-nuclear Σ410SにDEC社のGamma-11システムを組み合わせてデータ処理した。運動負荷タリウム心筋イメージング前後1週間ないし、2週間に安静時のタリウム心筋像を撮像した。

### 2) 心筋イメージの解析

各種パラメータの算出に先立ち、Goris法によるbackground処理を施行した。つづいて、各面ごとに、心筋イメージ上に9個の関心領域(ROI)をFig.1のごとく自動設定し、弁口部を除くROIについて、心筋を6個のsegment(前壁、側壁、心尖部、下壁、後壁および心室中隔)に分割し、各面の当該部位のカウント数を求めた。

#### ① 負荷直後心筋タリウム摂取率(Initial Uptake)

前述のごとく、4方向の心筋イメージについて、心筋を6segmentに分割した。各面の心筋イメー

ジに9個のROIを設定し、その摂取率を各面の最大ROIカウント数に対する比率(%)で表現した。4面の各segmentに相当する部位の平均摂取率にて、当該segmentの負荷直後の摂取率(Initial Uptake, IU)とした。3時間後のタリウム摂取率についても同様に算定したが、次項の再分布値を判定する際の参考にする程度にとどめた。

#### ② Washout Rate (WR) および Redistribution Index (RDI)

心筋における<sup>201</sup>Tlのクリアランスは、動物実験などから、fast componentとslow componentが存在することが明らかになされてきた<sup>2,3)</sup>。また虚血心における<sup>201</sup>Tlの動態は興味ある問題であり、この<sup>201</sup>Tlの動態を評価するため次の指標を導入した。まず運動負荷時の心筋カウントを基準とし、3時間後遅延像撮影時の心筋カウントの比率を求め、Washout Rate (WR)とした。さらに、このWRは撮影方向の違いおよび運動負荷量により異なるため、各segmentの再分布の程度を評価するための指標として、次の式によるRedistribution Index (RDI)を算定した。

すなわち、各面の正常<sup>201</sup>Tl摂取領域(95%以上)の内最大のWRを求め、各ROIごとのWRで除し、RDIを求めた。

$$RDI = \max WR / WR$$

### 3) 冠動脈造影および左室造影

全ての患者は、運動負荷タリウム心筋イメージング施行後、1週間ないし1か月の間に多方向撮影の冠動脈造影と2方向左室造影を施行した。冠動脈の重症度の評価はAmerican Heart Association基準にもとづく分類に加え、狭窄度および

THALLIUM - 201 MYOCARDIAL SCINTIGRAM

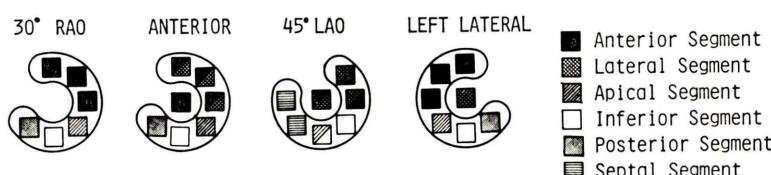


Fig. 1 Region of interest of 6 segments on myocardial perfusion images.

Table 1 Criteria for Pujadas' score

Grade	狭窄長	内腔狭窄度
0	—	なし
1	—	不整形
2	短(<5 mm) 長(5-10 mm) 筒状(>10 mm)	<40% <20% <10%
3	短 長 筒状	40-85% 20-60% 10-50%
4	短 長 筒状	>85% >60% >50%
5	—	完全閉塞

狭窄部の長さを考慮した Pujadas による評価法を用いた (Table 1)。正常冠動脈 (grade 0) から完全閉塞 (grade 5) の 6 段階評価とした (Pujadas score)。このうち、運動時血流障害をきたす grade 3 以上を有意狭窄とした。左室造影は右前 30 度および左前 60 度の両方向撮影を施行し、segment ごとに正常、reduced, none, dyskinetic, aneurysmal の 5 段階に分類評価した。

各 segment を解剖学的に支配する冠動脈との対応を以下のとく定め、当該領域を灌流する冠動脈の障害度をおのおの Pujadas の評価法に従って評価し、各 segment に対応する Pujadas score とした。すなわち、前壁・中隔=LAD、下壁=RCA、側壁・後壁=LCX、心尖部は左優位=LAD、右優位=RCA とした。また、冠動脈造影所見より、collateral の有無、性状を判読し、donar 血管の障害度 (50% 以上の狭窄を有する場合 = jeopadized, それ以下の場合 = non-jeopadized) も考慮して、側副血行路が十分か否か判定した。

### III. 結 果

#### 1. 心筋梗塞症

##### 1) 左室造影による壁運動異常の判定

正常壁運動を示した segment 数は 60, reduced 28, none 21, dyskinetic 10, aneurysmal 26 であった。部位別の壁運動異常数を Table 2 に示す。

##### 2) 冠動脈造影

Pujadas 法による grade 評価は Table 3 のと

Table 2 Wall motion abnormalities determined by left ventriculograms in myocardial infarction

	Ant-	Apex	Inf	Post	Sept	Total
Normal	3	6	16	18	17	60
Reduced	8	2	5	7	6	28
None	6	5	1	4	5	21
Dyskinetic	3	5	1	0	1	10
Aneurysmal	9	11	6	0	0	26

Abbreviations: Ant-Lat=Antero-lateral wall; Inf=Inferior wall; Post=posterior wall; Sept=Septum.

Table 3 Coronary arterial score (Pujadas' score) determined by coronary arteriograms in myocardial infarction

	Pujadas' score						
	0	1	2	3	4	5	4+5
RCA	6	3	0	6	8	6	14
LMT	25	0	3	1	0	0	0
LAD	1	0	0	3	20	5	25
LCX	9	2	0	4	8	6	14
Total	41	5	3	14	36	17	53

Abbreviations: RCA=Right coronary artery; LMT=Main trunk of left coronary artery; LAD=Left anterior descending artery; LCX=left circumflex artery.

くであった。安静時にても冠血流の障害のみられる grade 4 以上の分布は RCA 14/29 (48%), LAD 25/29 (86%), LCX 14/19 (48%) であり、LAD 障害例に多くみられた。

また、運動時の血流増加が阻害される grade 3 以上の分布は、RCA 20/29 (69%), LAD 28/29 (97%), LCX 18/29 (62%) と同様に LAD 障害例に多くみられた。

罹患冠動脈数別の分類では、1 枝病変 7 例、2 枝病変 6 例、3 枝病変 16 例と比較的多枝病変例を多く認めた。

#### 3) 壁運動異常別側副血行路出現頻度

正常壁運動を呈する部位で 12/67 (17.9%), reduced で 9/39 (23.1%), none で 8/25 (32%), dyskinetic で 7/12 (58%), aneurysmal で 12/31 (38.7%) であり、壁運動異常が高度な部位では正常部位に比し、側副血行路の出現が高頻度 ( $p < 0.02$ ) であった。前壁および下壁間に側副血行路の出現頻

Table 4 Initial uptakes in myocardial infarction classified by wall motion abnormalities and collaterals

	n	IU	Collaterals			
			n	(-) IU	n	(+) IU
Normal	67	85.2±11.1	55	86.0±11.7	12	81.8±7.4
Reduced	39	76.6±14.2	30	78.6±13.4	9	70.1±15.4
None	25	68.1±13.3	17	67.9±14.8	8	68.4±10.4
Dyskinetic	12	63.4±12.5	5	60.4±15.3	7	65.6±10.8
Aneurysmal	31	57.9±14.9	19	60.5±15.9	12	53.9±13.0
			126	76.9±16.5	48	68.0±15.0

\*\*

Abbreviations: RDI=Redistribution index (see text). Values are mean±standard deviations.

\*: p<0.05, \*\*: p<0.01, \*\*\*: p<0.001

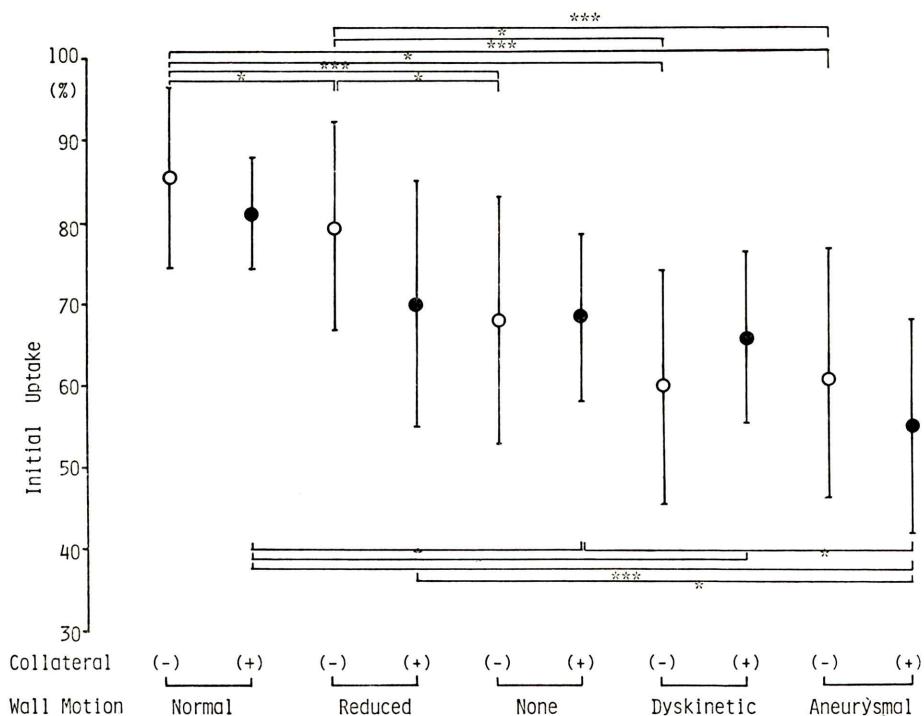


Fig. 2 Initial uptake in myocardial infarction classified by left ventricular wall motion abnormalities and collaterals.

Initial uptake was decreased in proportion to the severity of wall motion abnormality. The segments with good collaterals showed lower initial uptake compared with those without collaterals.

度に差を認めなかつた。

#### 4) 壁運動異常および側副血行路と Pujadas Score

Normal 部位で側副血行路(+)群の平均 Pujadas score は  $4.33 \pm 0.49$ , (-)群で  $2.45 \pm 1.51$  ( $p < 0.001$ ), reduced で(+)群  $4.44 \pm 0.53$ , (-)群  $3.89 \pm 0.99$ . none, dyskinetic, aneurysmal を一括して asynergy として評価すると(+)群で  $4.15 \pm 0.46$ , (-)群で  $4.0 \pm 0.68$  であり、いずれも側副血行路

(+)群で Pujadas score が大であった。また側副血行路(-)群では壁運動異常の強度な程 Pujadas score は大なる傾向があつた。また Pujadas score が大なる程、側副血行路の出現頻度が増加した。

#### 5) 壁運動異常および側副血行路の有無と Initial Uptake (IU) の関連

Table 4 および Fig. 2 に結果を示す。IU は正常 > reduced > none > dyskinetic > aneurysmal の関係を認めた。また側副血行路(-)群の IU は

Table 5 Initial uptakes in myocardial infarction classified by pujadas's score and collaterals

Pujadas' Score	n	IU	Collaterals		
			n	(-) IU	n
0-2	26	$88.8 \pm 5.8$	26	$88.8 \pm 5.8$	0
3	21	$82.5 \pm 10.4$	20	$83.4 \pm 9.8$	1 64.0
4	99	$71.8 \pm 15.0$	65	$73.4 \pm 16.0$	34 68.7 $\pm 12.4$
5	28	$64.7 \pm 21.4$	15	$63.1 \pm 22.1$	13 66.5 $\pm 21.4$

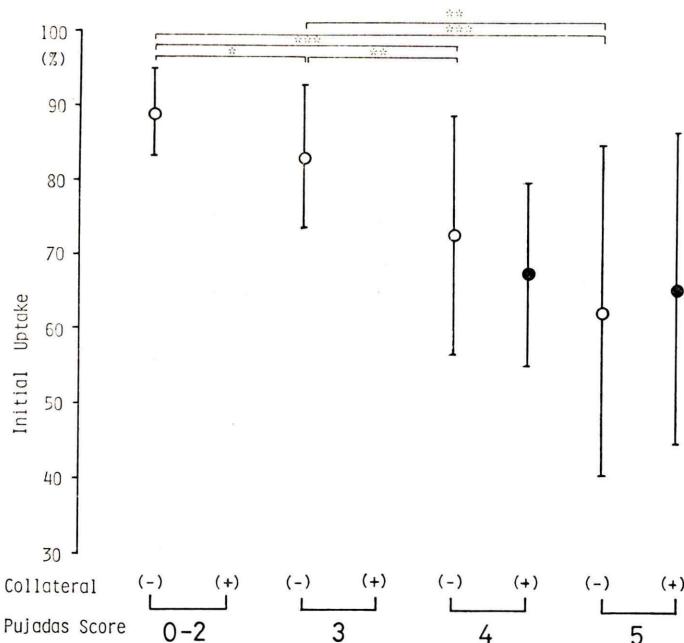


Fig. 3 Initial uptake in myocardial infarction classified by Pujadas' score and collaterals. The segments perfused by stenosed coronary artery of grade 4 or 5 showed lower initial uptake compared with those of grade 0-2 or 3.

76.9±16.5で、側副血行路(+)群のIU 68.0±15.0より大であった。

6) Pujadas score および側副血行路とIUの関連

Table 5およびFig. 3に示すとく、側副血行路(-)群では、Pujadas scoreが増加する程IUが低下した。すなわち、grade 0~2では平均88.8%であるのに対し、grade 5では63.1%と低下した。

Table 6 Redistribution index (RDI) in myocardial infarction classified by wall motion abnormalities and collaterals

	n	RDI	Collaterals		n	RDI
			n	(-) RDI	(+) RDI	
Normal	67	1.38±0.82	55	1.21±0.41	12	2.15±1.54
Reduced	39	1.18±0.53	30	1.15±0.59	9	1.27±0.21
None	25	1.23±0.34	17	1.19±0.29	8	1.31±0.44
Dyskinetic	12	1.08±0.28	5	0.95±0.16	12	1.17±0.32
Aneurysmal	31	1.22±0.30	19	1.16±0.33	12	1.32±0.22
			126	1.17±0.42	48	1.49±0.87

\*  
\*  
\*

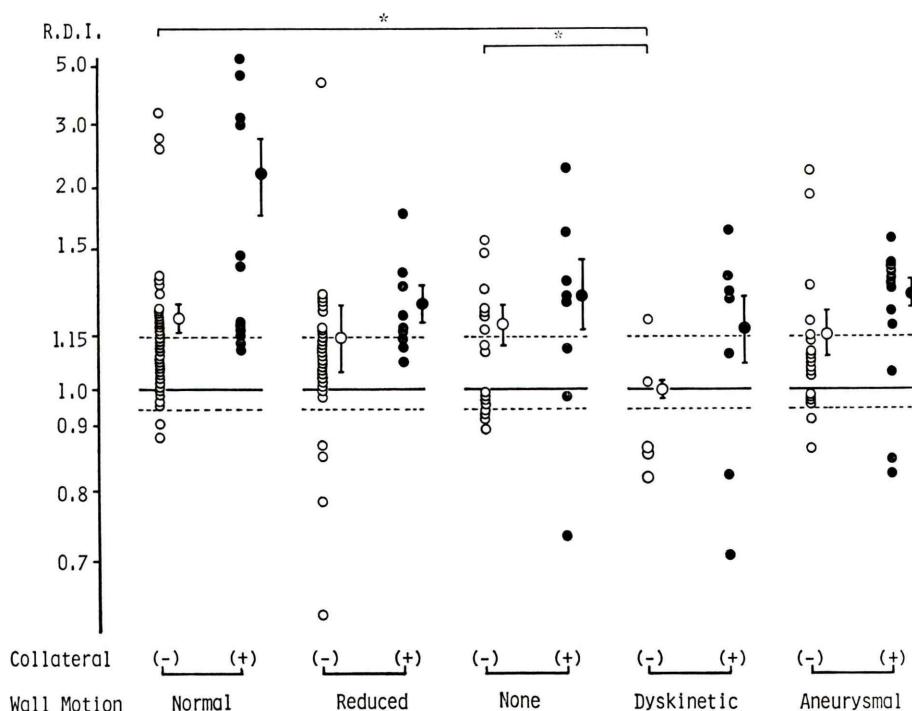


Fig. 4 Redistribution index (RDI) in myocardial infarction classified by left ventricular wall motion abnormalities and collaterals.

RDI was proportionally decreased to the severity of wall motion abnormality. The segments with good collaterals showed higher RDI compared with those without collaterals.

一方側副血行路(+)群では、grade 4と5の間に有意差を認めなかった。

7) 壁運動異常と側副血行路の有無による RDI 値

Normal 部位 (n=67) の RDI 値は  $1.381 \pm 0.815$  で、dyskinetic 部位 (n=12) の RDI 値  $1.081 \pm 0.280$  に比し有意に大であった。また、側副血行路(-)群の RDI 値は  $1.170 \pm 0.423$ 、(+)群の RDI

値は  $1.494 \pm 0.874$  で、側副血行路(+)群で有意に大であった ( $p < 0.05$ ) (Table 6 および Fig. 4)。

8) Pujadas score と側副血行路の有無による RDI 値

壁運動異常を考慮せず、Pujadas score と側副血行路により集計した RDI 値を Table 7 および Fig. 5 に示す。grade 4 での RDI 値は  $1.321 \pm 0.683$  で他の grade に比し高値であり grade 0~2

Table 7 Redistribution index (RDI) in myocardial infarction classified by Pujadas' score and collaterals

Pujadas' score	n	RDI	Collaterals	
			n	(-) RDI
0~2	26	$1.10 \pm 0.08$	26	$1.10 \pm 0.08$
3	21	$1.23 \pm 0.34$	20	$1.23 \pm 0.34$
4	99	$1.32 \pm 0.68$	65	$1.22 \pm 0.55$
5	28	$1.21 \pm 0.68$	15	$1.03 \pm 0.12$

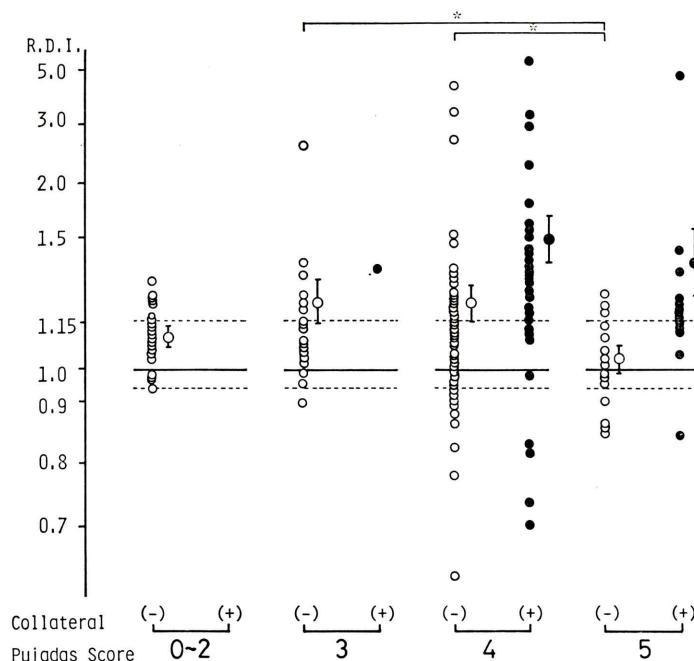


Fig. 5 Redistribution index (RDI) in myocardial infarction classified by Pujadas' score and collaterals.

RDI in grade 4 was higher than those in grade 5. The segments with collaterals demonstrated higher RDI compared with those without collaterals.

Table 8 Incidence of RDI less than 1.0 in myocardial infarction

		0-2	3	4	5	Total
(+) Collateral	Normal (%)	—	—	0/8 (0)	0/4 (0)	0/12 (0)
	Reduced (%)	—	—	0/5 (0)	0/4 (0)	0/9 (0)
	Asynergy (%)	—	—	4/21 (19)	1/5 (20)	5/26 (19.2)
	Total	2/24 (8.3)	1/13 (7.7)	3/15 (20.0)	1/2 (50.0)	7/54 (13.0)
(-) Collateral	Normal (%)	—	0/3 (0)	5/17 (29.4)	2/7 (28.6)	7/27 (25.9)
	Reduced (%)	—	1/5 (20.0)	12/31 (38.4)	4/7 (57.1)	17/43 (39.5)
	Total	2/24 (8.3)	2/18 (11.1)	20/63 (31.7)	7/16 (43.8)	31/124 (25.0)

の  $1.095 \pm 0.084$  に比し有意に高値であった ( $p < 0.01$ )。側副血行路(-)群では grade 3>4>5 の順序となり、狭心症群と明らかに異なった(2参照)。側副血行路(+)群は grade 4, 5 のみに認められ同様に grade 4>5 であった。

#### 9) 壁運動および側副血行路による RDI $\leq 1.0$ の頻度 (Table 8)。

側副血行路(-)群では、側副血行路(+)群に比し高頻度であった。grade 4 および 5 について両者を比較すると(-)群 27/79 (34.2%), (+)群 5/26 (19.2%) で(-)群に高頻度であった。また、側副血行路(-)群で normal (13.0%) > reduced (25.9%) < asynergy (none, dyskinetic+aneurysmal) (39.5%) であり、かつ grade 3 (11.1%) > grade 4 (31.7%) < grade 5 (43.8%) であった。側副血行路(+)群では asynergy 群のみに認めた。

#### 10) reverse redistribution

心筋梗塞 29 例中 7 例、8 segment に安静時の  $^{201}\text{TI}$  摂取率に比し、運動負荷時の initial uptake が大きく、画像上ではほぼ正常化し、遅延像で再び安静時と同様な摂取率となり、defect が出現するのを認めた。これはいわゆる “reverse redistribution” といわれる現象である<sup>4)</sup>。壁運動との関連では、normal 5, reduced 1, none 1, dyskinesis 1 であり normal が多數を占めた。また、grade 別

Table 9 Pujadas' score in angina pectoris

	Pujadas' score					
	0	1	2	3	4	5
RCA	7	2	1	5	11	3
LMT	27	0	1	1	0	0
LAD	7	1	3	6	10	2
LCX	14	2	3	3	5	2
Total	55	5	8	15	26	7

の集計では、grade 0~2; 2 例、grade 4; 6 例であった。

#### 2. 狹心症

##### 1) 冠動脈造影所見

冠動脈写により RCA, LMT, LAD, LCX について、Pujadas の評価法によって 0~5 の 6 段階に分類した結果を Table 9 に示す。grade 3 以上を有意狭窄とすると、RCA 19, LMT 1, LAD 18, LCX 10 本に認められた。罹患冠動脈本数による分類では、1 枝病変 17 例、2 枝病変 6 例、3 枝病変 6 例であった。

##### 2) 左室造影所見

壁運動が reduced であった症例が 18 例存在した。segment 1 または 2 が reduced であったもの：12 例、segment 3: 11 例、segment 4: 7 例、segment 6: 2 例であった。

##### 3) Pujadas score に基づく IU および RDI

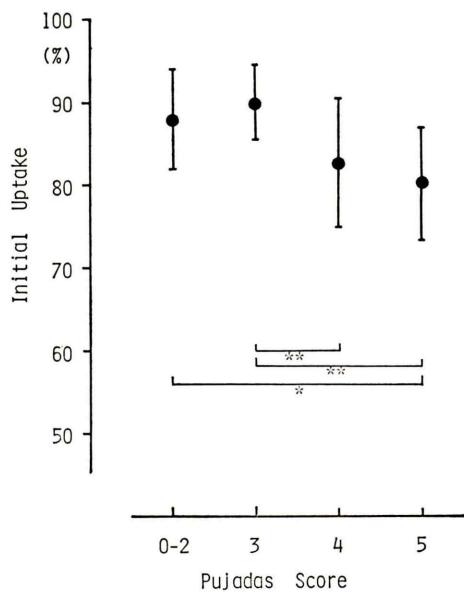


Fig. 6a Initial uptakes in angina pectoris classified by Pujadas' score.  
Initial uptake was lower in grade 4 or 5 than in grade 0-2 or 3.

Table 10 Redistribution index and initial uptake classified by Pujadas' score in angina pectoris

Pujadas' score					
0-2	3	4	5		
n	66	22	44 (9)	13 (13)	
RD <sub>I</sub>	1.14±0.15	1.13±0.08	1.43±0.63	1.75±1.03	
		***			
IU	88.4±6.3	90.8±4.6	83.6±8.2	81.6±6.8	
		**	**		
	*				

Pujadas score 別の IU と RD<sub>I</sub> を Table 10 および Fig. 6a, b に示す。IU は grade 0~2, 3 に比し grade 4, 5 では有意に低値であり, grade 3>4>5 の関係を認めた。その平均 IU は各 grade ともに MI に比し高値であった。一方, RD<sub>I</sub> 値は, grade 0~2, 3 に比し grade 4, 5 では有意に高値であり (grade 4 vs. 3:  $p<0.001$ , grade 5 vs. 3:  $p<0.01$ ), grade 3<4<5 の関係を認めた。

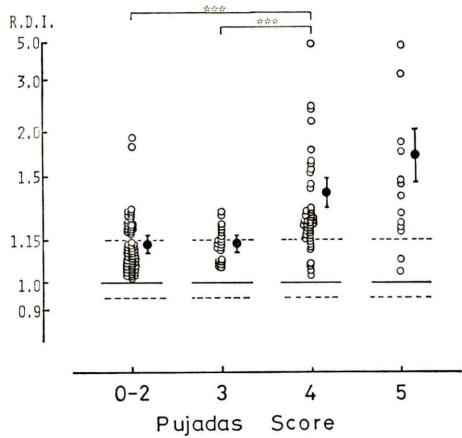


Fig. 6b Redistribution index in angina pectoris classified by Pujadas' score.  
The score in grade 4 or 5 was higher than in grade 0-2 or 3.

4) 側副血行路の有無による IU および RD<sub>I</sub> grade 4 および 5 のみについて検討した。IU は側副血行路(+)群で  $80.8\pm6.5$  ( $n=22$ ), (-) 群で  $84.9\pm7.3$  ( $n=27$ ) であり, (+) 群で低値であった。RD<sub>I</sub> は (+) 群で  $1.76\pm1.08$ , (-) 群で  $1.34\pm0.34$  であり, (+) 群で高値を呈した。

#### IV. 考 案

虚血性心疾患（陳旧性心筋梗塞および労作性狭心症）における運動負荷タリウム心筋イメージを解析した結果, 心筋梗塞では, 安静時の defect ( $n=112$ ) に加え, 運動負荷で一過性の defect を 19 segment に認めた。また defect の程度が強化したものは 40 segment であった。一方, 運動時 defect を認めないが, 遅延像で defect を呈するいわゆる reverse redistribution を示したのは 8 segment であった。一過性の defect は梗塞部以外の部位を灌流する冠動脈に有意病変のある症例であり, 狹心症におけるそれと同一機序によると考えられた。一方, reverse redistribution は normal motion を呈する部位に多くみられ, grade 4 以下の障害部位にみられたことから, むしろ, 当該部位に比し, 他の部位が redistribution (slow wash-out) を呈した結果にほかならないのではないかと

推測された。

(1) 運動負荷直後の心筋  $^{201}\text{Tl}$  摂取率 (IU) を、冠動脈狭窄の grade 別に検討した結果、grade 0~2 では MI と AP 間に差を認めなかつたが、grade 3, 4, 5 においてはいずれも  $\text{MI} < \text{AP}$  であった。また、MI, AP ともに grade 0~2 > 3 > 4 > 5 であった。この事実は  $^{201}\text{Tl}$  摂取率が冠血流に強く依存し、かつ、viable 心筋の量に相関するという過去のデータと矛盾しない<sup>5~13)</sup>。

(2) MI 群では、壁運動異常別の  $^{201}\text{Tl}$  心筋摂取率は normal > reduced > none > dyskinetic > aneurysmal segment であり、壁運動異常が強度な程、 $^{201}\text{Tl}$  摂取率が低下していたが、この事実は、心筋梗塞でも壁運動異常の程度により残存心筋量が異なるためと考えられる。Bodenheimer らの報告<sup>14)</sup>によると akinesis, dyskinesis 部位においても全ての心筋細胞が壊死におちいつているのではなく、25~70% 程度の残存率を認めている。

側副血行路の関与については、運動負荷時の心筋  $^{201}\text{Tl}$  摂取率自体は改善せず、側副血行路(+)群( $68.0\% \pm 15.0\%$ , n=48)では側副血行路(-)群( $76.9\% \pm 16.5\%$ , n=126)に比し、むしろ低値であった。すなわち、側副血行路が運動時の  $^{201}\text{Tl}$  摂取率を改善する程、冠血流を増加させない可能性を示唆している。一方、Rigo ら<sup>15)</sup>は 124 例の冠動脈疾患患者(CAD)において、側副血行路(-)群では心筋シンチグラム上の defect を 100% の症例に認めたが、側副血行路(+)群では、65/92 (70.7%) に defect を認めたにすぎず、側副血行路が障害冠動脈由来のものでなければ、運動時の defect を生ぜず、したがって側副血行路の CAD における効用ありと評価している。しかし、彼らは、MI と AP の両者を併せ CAD として評価しているので、MI のみの場合の効果については明らかではない。また、Eng ら<sup>16)</sup>は、当該心筋を灌流すべき冠動脈枝の完全閉塞を認めるが、側副血行路の存在により、梗塞を生じなかつた部位(31 例, 41 部位)について、運動負荷時の反応を検討し、側副血行路の効用を評価した。負荷後 22/41 に欠損を認めたが、これらは LAD 閉塞例に多く、側副

血行路の有無に関係しなかつた。一方負荷後 19/41 には defect を生ぜず、当部位には良好な側副血行路の発達を認めた。すなわち、LAD を除いて、側副血行路の有用性を認めている。著者らのデータで側副血行路が有用でない結果を得たのは LAD 病変例が多かつた(86%)ためと思われる。

(3) MI および AP における RDI について； RDI 値は、AP では grade 0~2 < 3 < 4 < 5 の関係を認めたが、MI では grade 4 でやや高値である以外、grade 間に差を認めなかつた。これは、AP では、冠動脈狭窄度に応じて冠血流が低下し、 $^{201}\text{Tl}$  の uptake および clearance (viable cell の摂取率が平衡状態に達するまでの時間が延長し、かつ、washout も低下する) が変化した結果と考えられる<sup>2,17)</sup>。一方、MI では、AP に比し、いずれの grade でも低値であったが、これは viable cell の少ないことで説明しうる。また、MI では grade 4 で側副血行路(-), (+) ともに grade 5 より大であったが、この事実は、負荷 3 時間値の RDI 値が高値になるにはある程度以上の血流が必要であるという点を考慮すれば当然の結果と考えられる。

RD<sub>I</sub> 値におよぼす側副血行路の影響については、AP, MI ともに側副血行路(+)群 > (-) 群の関係は明らかであった。MI における壁運動異常と RDI の関連は、側副血行路の有無に関らず normal 群で高値であった。以上の事実より RDI 値は viable cell 量と冠血流の減少に深く関係していることが考えられた。

## 文 献

- 1) 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
- 2) Grunwald AM, Watson DD, Holzgrefe HH, et al: Myocardial thallium-201 kinetics in normal and ischemic myocardium. Circulation 64: 610~618, 1981
- 3) Nishiyama H, Adolph RJ, Gabel M, et al: Effect of thallium-201 uptake and washout. Circulation 65: 534~542, 1982
- 4) Tanasecu D, Berman D, Staniloff H, et al: Apparent

worsening of thallium-201 myocardial defects during redistribution—what does it mean? *J Nucl Med* **20**: 688, 1979

5) Hoer G, Sebening H, Sauer E, et al: Tl-201 redistribution analysis in early and delayed myocardial scintigrams of patients with coronary heart disease. *Eur J Nucl Med* **4**: 343-350, 1979

6) Bergmann SR, Hack SN, Sobel BE: "Redistribution" of myocardial thallium-201 without reperfusion: Implications regarding absolute quantification of perfusion. *Am J Cardiol* **49**: 1691, 1982

7) Leppo J, Rosenkrantz J, Rosenthal R: Quantitative thallium-201 redistribution with a fixed coronary stenosis in dogs. *Circulation* **63**: 632, 1981

8) Nielsen AP, Morris KG, Murdock R, et al: Linear relationship between the distribution of thallium-201 and blood flow in ischemic and nonischemic myocardium during exercise. *Circulation* **61**: 797-801, 1980

9) 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, 1981

10) Turner JD, Schwartz KM, Logic JR, et al: Detection of residual jeopardized myocardium 3 weeks after myocardial infarction by exercise testing with thallium-201 myocardial scintigraphy. *Circulation* **61**: 729, 1980

11) Dunn RF, Freedman B, Bailey IK, et al: Exercise thallium imaging: Location of perfusion abnormalities in single-vessel coronary disease. *J Nucl Med* **21**: 717-722, 1980

12) Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, et al: Value and limitations of segmental analysis of stress thallium myocardial imaging for localization of coronary artery disease. *Circulation* **61**: 973, 1980

13) Iskandrian AS, Lichtenberg R, Segal BL, et al: Assessment of jeopardized myocardium in patients with one-vessel disease. *Circulation* **65**: 242, 1982

14) Bodenheimer MM, Banka VS, Hermann GA, et al: Reversible synergy histopathologic and electrocardiographic correlations in patients with coronary artery disease. *Circulation* **53**: 792, 1976

15) 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, 1979

16) Eng C, Patterson RE, Horowitz SF, et al: Coronary collateral function during exercise. *Circulation* **66**: 309, 1982

17) Beller GA, Watson DD, Ackell P, et al: Time course of thallium-201 redistribution after transient myocardial ischemia. *Circulation* **61**: 791, 1980

## Summary

### Evaluation of Initial Uptake and Redistribution on Stress Thallium-201 Myocardial Perfusion Images in Patients with Myocardial Infarction

Yoshihiko WATANABE\*, Ichiroh TONOOKA\*\*, Tohru KANAYA\*\*, Kai TSUIKI\*\*, Shouji YASUI\*\*\*, Akio KOMATANI\*\*\* and Kouichi YAMAGUCHI\*\*\*

\*Department of Internal Medicine, Fujita Gakuen University

\*\*First Department of Internal Medicine, \*\*\*Department of Radiology,  
Yamagata University School of Medicine

Stress thallium-201 myocardial perfusion imaging was performed on 29 patients with previous myocardial infarction and 29 patients with angina pectoris at exercise to evaluate thallium-201 kinetics in ischemic heart disease.

Four views of thallium-201 images (right anterior oblique, antero-posterior, left anterior oblique and left lateral views) were obtained at 5 min after treadmill exercise with administration of 2 mCi of thallium-201 chloride (initial image) and at 3 hours later (delayed image).

Myocardial images were divided into 6 segments (anterior, lateral, inferior, posterior, apical and septal segments) and initial uptake (IU) and redistribution index (RDI, the ratio of the maximal washout rate to a washout rate in each segment) were calculated in order to assess the relations of

thallium-201 kinetics to wall motion abnormality and coronary artery stenosis.

In myocardial infarction, IU and RDI were decreased in proportion to the severity of wall motion abnormality and coronary artery stenosis. Contrarily, in angina pectoris, IU was decreased but RDI was increased proportionally to the severity of coronary arterial stenosis.

In conclusion, IU and redistribution of thallium-201 were affected essentially by both the grade of coronary arterial stenosis and the amount of residual viable heart muscle in patients with ischemic myocardial disease.

**Key words:** Myocardial perfusion image, Redistribution, Myocardial infarction, Angina pectoris, Ventricular wall motion.