

《原 著》

## Percutaneous coronary intervention (PCI) の適応判定における運動負荷心筋シンチグラフィの有用性について

圧センサー付きワイヤーによる myocardial fractional flow reserve (FFRmyo) との比較

藤繩 学\* 阿部 正宏\*\* 大久保信司\* 山科 章\*\*\*

**要旨** [目的]  $^{201}\text{TlCl}$  負荷心筋シンチグラフィ (St-MPI) による percutaneous coronary intervention (PCI) 適応判定の有用性を検討すること。[背景]近年、PCI の適応判定に圧センサー付きワイヤーを用いた myocardial fractional flow reserve (FFRmyo) の有用性が報告されている。しかし本法の結果と St-MPI の結果との不一致をしばしば経験する。[対象と方法]対象は AHA 分類 75~90% の冠動脈狭窄を有する 1 枝病変の慢性虚血性心疾患 42 例。冠動脈造影 (CAG) 時に FFRmyo を測定し、全例 0.75 未満であることを確認した。CAG 直前に施行された St-MPI の結果より負荷陽性群 (P 群) 18 例と陰性群 (N 群) 24 例に分け、P 群のみに PCI を選択した。両群を  $4.4 \pm 0.6$  年追跡し、心事故の有無を調査した。心事故のない症例群では 1 年後に St-MPI を再検した。[結果]P 群において致死的心筋梗塞が 1 例発生したが、N 群では重大心事故 (心臓死や非致死的心筋梗塞) の発生はなかった。軽度心事故 (新たな PCI と target lesion re-vascularization: TLR, 冠動脈バイパス術および心不全) は P 群で 8 例 (44%) に、N 群で 3 例 (13%) に認められ、P 群で有意に高率であった ( $p < 0.05$ )。P 群のうち非再狭窄例での PCI 1 年後の運動負荷時  $\text{VO}_2$  は PCI 前より改善していたが、その値は N 群では差を認めなかった。[結論]1 枝病変の安定虚血性心疾患の生命予後は良好であることから、主たる心事故は軽度心事故となる。軽度心事故を end point とした場合、St-MPI による PCI の適応判定は FFRmyo より有用である。

(核医学 44: 97~104, 2007)

### I. はじめに

安定虚血性心疾患の長期予後には、心筋梗塞既往の有無・左室駆出率・左室容積指数・病変枝と灌流領域・病変枝数・冠危険因子保有数など多数

の因子が関与するが<sup>1~4)</sup>、1 枝病変例は長期生命予後が概ね良好であり<sup>5~8)</sup>、このような症例群に対する percutaneous coronary intervention (PCI) の意義は quality of life (QOL) の改善が主である。ゆえに PCI 施行に際しては、障害された QOL の原因が病変冠動脈に起因する心筋虚血であることを他覚的に証明することが重要である。有用な検査法として、従来より  $^{201}\text{TlCl}$  負荷心筋シンチグラフィ (St-MPI) が汎用されてきたが<sup>9,10)</sup>、近年、圧センサー付きワイヤーにより算出した myocardial fractional flow reserve (FFRmyo) の有用性が報告されるようになった<sup>11~15)</sup>。しかし臨床では St-MPI と FFRmyo の結果が乖離することもあり、

\* 東京医科大学霞ヶ浦病院循環器内科

\*\* 牛久愛と総合病院

\*\*\* 東京医科大学第二内科

受付: 18 年 4 月 12 日

最終稿受付: 19 年 1 月 11 日

別刷請求先: 茨城県稻敷郡阿見町中央 3-20-1

(番号 300-0395)

東京医科大学霞ヶ浦病院循環器内科

藤 繩 学

そのような場合にいずれを採択するか判断に窮するのが現状である。そこで今回われわれは、安定1枝疾患症例におけるPCI施行の適応判定に対して、St-MPI所見はFFRmyo所見に優ると仮定し、同症例の長期予後を追跡し、St-MPI所見の有用性を検証したので報告する。

## II. 対象と方法

1999年10月から2000年10月までに、必要に応じてPCIを施行することに対する承諾を得た上で、冠動脈造影(CAG)を施行した1枝病変の慢性虚血性心疾患42例(陳旧性心筋梗塞22例、安定狭心症20例)を対象とした。症例をCAG前日に施行したSt-MPIの結果より、陽性群(P群)と陰性群(N群)の2群に分け、P群にはPCIを施行した。1年後までに心事故のない症例群にはSt-MPIを再検した。さらに2004年10月までカルテ確認または電話による聞き取りにて追跡し(平均観察期間 $4.4 \pm 0.6$ 年)、その後の心事故の有無を調査した。

### 1. St-MPIの撮像と評価法

St-MPIはCAGの前日に、硝酸薬を主とした十分な抗狭心薬を内服した状態で施行した。負荷は坐位自転車エルゴメータによる25W毎の多段階漸増法で、負荷終了は目的心拍数到達・胸痛・下肢疲労・-1mm以上のhorizontalまたは-1.5mm以上のdown sloping ST低下のいずれかが出現した時点とし、最大負荷時に $^{201}\text{TlCl}$ を111MBq静注した後に1分間負荷を継続して負荷終了とした。撮像は負荷終了5分後と3時間後に施行した。撮像には汎用型コリメータを装着した対向二検出回転型ガンマカメラ(島津社製PRISM2000XP)が用いられ、画像再構築用コンピュータにはPICKER社製ODYSSEYが用いられた。撮像は159keV $\pm 15\%$ のエネルギー幅で、1方向30秒の5度毎ステップ360度収集を行った。SPECTの評価法は、負荷像・再分布像とも短軸像と長軸像を20の領域に分け、各々の領域について4段階に設定したdefect score(0:正常、1:軽度低下、2:高度低下、3:欠損)により集積度

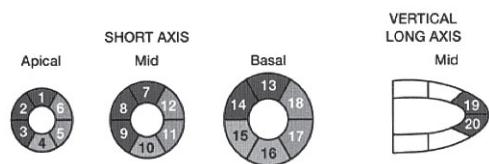


Fig. 1 Schematic diagrams of the 20 left ventricular segments measured by single photon emission computed tomography for scoring the myocardial uptakes. The density was assessed visually using 4 point defect score; 0 = normal, 1 = mild perfusion defect, 2 = moderate perfusion defect, 3 = severe perfusion defect.

を視覚的に評価した(Fig. 1)。defect scoreの総和を summed defect score (SDS) とし、負荷時と再分布時の SDS の差を  $\Delta\text{DS}$  ( $\Delta\text{DS} = \text{負荷時 SDS} - \text{再分布時 SDS}$ ) とした。負荷陽性の判定は  $\Delta\text{DS} > 2$  とした。

### 2. CAGと冠内圧測定

CAGは5Fのジャドキンスカテーテルを用いたセルジンガー法で施行した。AHA分類75~90%の狭窄を確認後、0.014inch圧センサー付きワイヤー(RADI社製、プレッシャーワイヤー)を病変遠位部に進め、標的冠動脈内に2mgの硝酸イソソルビドを注入した後に、塩酸パバペリン(左冠動脈; 15mg, 右冠動脈; 10mg)を注入することで最大冠充血を得た。この時点でただちに造影カテーテル先端とプレッシャーワイヤーの3心拍分の平均内圧を同時測定し、最大充血時のプレッシャーワイヤー圧(平均狭窄遠位冠内圧; Pd)をカテーテル先端圧(平均大動脈内圧; Pa)で除した値(Pd/Pa)からFFRmyoを算出し、FFRmyo  $< 0.75$ の場合を虚血ありと判定した。

### 3. PCI

PCIは全例bair metal stent(BMS)を留置して、残存狭窄率AHA分類25%以下、かつFFRmyo  $> 0.9$ をもって終了とした。

### 4. 心事故の定義

心事故は重大心事故と軽度心事故に分けた。重大心事故は非致死性心筋梗塞および心臓死とし、軽度心事故は狭心症状の増悪、新たなPCIやバイ

Table 1 Clinical characteristics of study patients (n = 42)

	Stress MPI		
	Positive (n = 18)	Negative (n = 24)	p Value
Age (yrs)	63.7 ± 6.7	61.8 ± 11.9	NS
Gender (% male)	12 (67)	20 (83)	NS
Prior MI (%)	6 (33)	16 (67)	0.006
Risk factors			
Smoking (%)	12 (67)	14 (55)	NS
Hyperlipidemia (%)	13 (72)	14 (45)	NS
Hypertension (%)	12 (67)	14 (59)	NS
Diabetes (%)	7 (39)	8 (36)	NS
Diseased vessel			
LAD (%)	12 (67)	19 (51)	NS
LCx (%)	4 (22)	1 (14)	NS
RCA (%)	2 (11)	4 (35)	NS
Cardiac function			
LVEDVI (ml/m <sup>2</sup> )	66.5 ± 18.6	73.8 ± 15.8	NS
LVESVI (ml/m <sup>2</sup> )	25.7 ± 12.2	27.7 ± 10.0	NS
LVEF (%)	62.7 ± 10.0	62.9 ± 9.1	NS
MPI SDS			
Stress	14.1 ± 9.4	11.5 ± 10.1	NS
Redistribution	7.4 ± 6.8	11.3 ± 11.3	NS
ADS	6.7 ± 6.7	0.2 ± 3.9	0.001
FFRmyo	0.52 ± 0.12	0.63 ± 0.11	0.003
Medication			
β-blockers (%)	5 (28)	7 (29)	NS
Ca antagonists (%)	11 (61)	14 (58)	NS
Nitrates (%)	18 (100)	24 (100)	NS

Data are presented as the mean value ± SD or percentage. FFRmyo = myocardial fractional flow reserve; LAD = left anterior descending coronary artery; LCx = left circumflex coronary artery; LVEDVI = left ventricular end-diastolic volume index; LVEF = left ventricular ejection fraction; LVESVI = left ventricular end-systolic volume index; MPI SDS = summed defect score of stress myocardial perfusion imaging; ADS = summed different defect score between stress and redistribution; RCA = right coronary artery.

パス手術、心不全による入院、および target lesion re-vascularization (TLR) とした。なお、PCI 6～12ヶ月後の確認 CAG 時の再狭窄は FFRmyo < 0.75 の場合を TLR の適応とした。

### 5. 運動時 VO<sub>2</sub> の推定

運動時 VO<sub>2</sub> の推定はアメリカスポーツ医学会のガイドライン<sup>16)</sup>に記載されている、運動時 VO<sub>2</sub> (ml/分) = 仕事量 (kgm/分) × 2 ml/kgm + 300 ml/分 (安静時 VO<sub>2</sub>) の式により算出した。

### 6. 統計解析

結果は平均 ± 標準偏差として示した。各群の平均値は t 検定を、事象の発生頻度の比較には  $\chi^2$

検定を用いた。予後の解析は Kaplan-Meier 法により心事故回避生存曲線を作成し、Log-rank 検定を用いて行った。危険率は 5% として評価した。

## III. 結 果

入院前日に施行した St-MPI の結果、P 群は 18 例、N 群は 24 例であった。

### 1. 患者背景

P 群と N 群の間に年齢・性別・冠危険因子・罹病冠動脈・心機能・服薬内容には有意差を認めなかったが、N 群において心筋梗塞の既往が多かつた (p = 0.006)。初回の St-MPI 所見として ADS

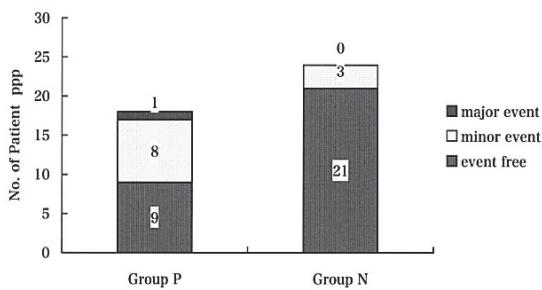


Fig. 2 Comparison with event rate between groups P and N. group P = patients showing positive test, group N = patients showing negative test.

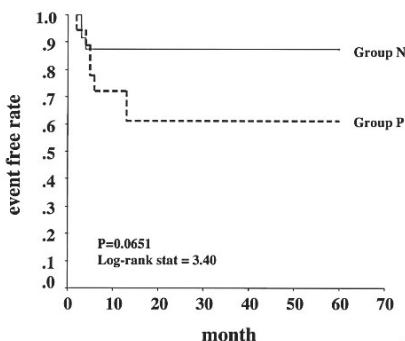


Fig. 3 Kaplan-Meier event-free survival curves for whole cardiac events based on the finding of stress myocardial perfusion imaging.

は、P群において有意に大であった( $p = 0.001$ )。一方、P群の負荷時 SDS はN群に比べ大であり、再分布時 SDS は小であったが、両群間に統計的有意差は認められなかった。FFRmyo はP群において有意に低値であった(Table 1)。

## 2. 心事故の発生

P群に急性心筋梗塞による心臓死を1例(5%)認めたが、P群とN群間で重大心事故発生率には有意差は認められなかった。軽度心事故はP群で TLR 6 例と CABG 2 例の合計 8 例(44%)、N群で狭心症増悪による PCI 3 例(13%)が発生し、P群において有意に高率であった( $p < 0.05$ )。心事故の内訳(Fig. 2)と総心事故回避曲線(Fig. 3)を示す。

## 3. 非心事故例における St-MPI 所見の経時的变化

P群 9 例と N群 21 例が心事故なく経過した。

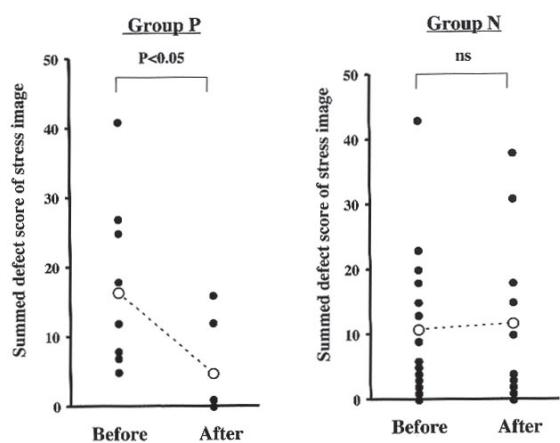


Fig. 4 Comparison with SDS of stress image between groups P and N.

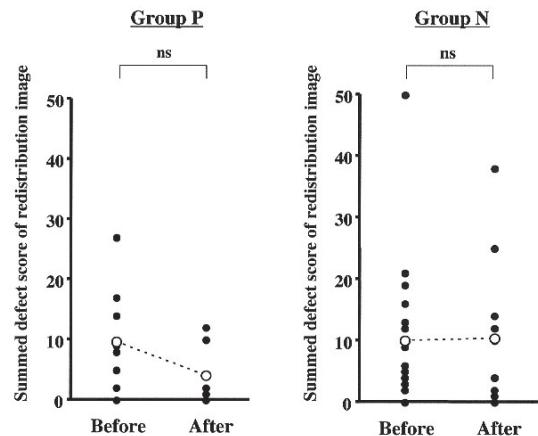


Fig. 5 Comparison with SDS of redistribution image between groups P and N.

これらの症例で1年後にSt-MPIを再検し、初回と再検時の SDS の変化を検討した。負荷時においてP群の SDS は初回に比べ再検時に有意に縮小しており( $16.4 \pm 12.4$  vs.  $4.8 \pm 7.2$ ,  $p < 0.05$ )、虚血の改善が確認されたが、N群では不变であった( $11.5 \pm 10.3$  vs.  $11.8 \pm 12.1$ ,  $p = \text{ns}$ ) (Fig. 4)。再分布時の SDS は初回と比べてP群( $9.6 \pm 8.5$  vs.  $4.2 \pm 5.4$ ,  $p = \text{ns}$ )、N群( $10.8 \pm 11.4$  vs.  $10.4 \pm 11.1$ ,  $p = \text{ns}$ )ともに変化は認められなかった (Fig. 5)。

#### 4. 非心事故例の推定運動時酸素摂取量 (VO<sub>2</sub>) の変化

非心事故例の初回と再検時の運動時 VO<sub>2</sub> の変化を検討した。P 群は初回に比べ再検時の運動時 VO<sub>2</sub> は有意に増加していたが、N 群では不变であった (Fig. 6)。

#### IV. 症例呈示

48 歳の男性。労作性狭心症の診断で内服加療中であった。内服下の St-MPI は陰性であったが、確定診断目的に CAG を施行した。左冠動脈

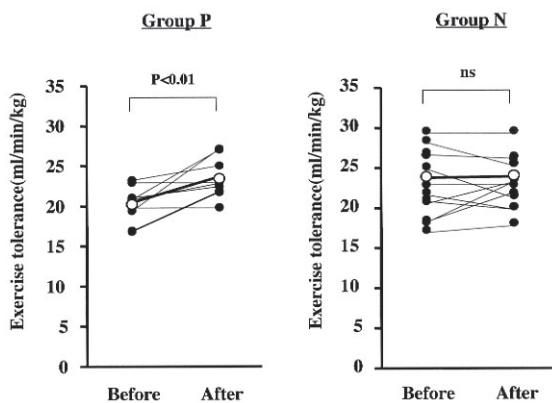


Fig. 6 Comparison with exercise tolerance between groups P and N.

近位部に求心性の狭窄を認め FFRmyo は 0.68 であったが、St-MPI 陰性であったため薬物療法にて加療し、心事故なく経過している (Fig. 7A, B)。

#### V. 考 案

##### 1. St-MPI と FFRmyo の虚血検出能について

St-MPI の心筋虚血検出能は、CAG にて有意狭窄を有す患者での感度と特異度は非常に優れているが、非典型的な症状あるいは CAG 上中等度の病変のみをもつ患者での精度は低下することが知られている<sup>17)</sup>。しかし検査としては偽陰性であっても、心事故発生がなければ患者にとっては影響がないので問題がないともいえ、実際、正常灌流で負荷陰性であれば冠動脈の有意狭窄の有無にかかわらず重大心事故(心筋梗塞・心臓死)の発生率が 1% 以下 / 年と低率であることが報告されている<sup>18~21)</sup>。一方 FFRmyo の閾値は、FFRmyo < 0.75 の 21 例に対して非侵襲的検査(運動負荷試験・タリウム心筋シンチ・ドブタミン負荷エコー)を施行し、心筋虚血の徵候が少なくとも 1 つの試験で惹起されたこと、この群に血行再建し、その後に陽性であった試験を再検し陰性化を確認したこと、FFRmyo 0.75 であった 24 例の患者のうち 21 例において、すべての非侵襲的検査が陰性であったことなどの結果<sup>13)</sup>から、Bayes 理論<sup>22)</sup>に基

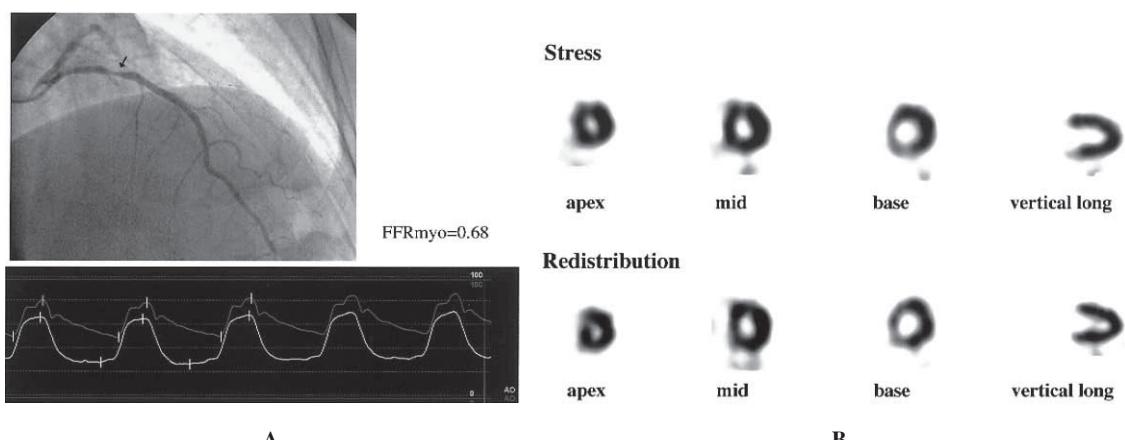


Fig. 7 A: A case showing discordance between St-MPI and FFRmyo. The patients showed significant stenosis in the proximal LAD lesion on CAG and FFRmyo of this lesion was 0.68. B: St-MPI shows no evidence of myocardial ischemia.

づいて設定されたものである。よって、軽度虚血まで高感度と高特異度で検出できると考えられるが、この軽度虚血が予後にどの程度まで関連するかは不明である。また、FFRmyo は薬理学的機序で最大反応性充血を惹起して冠予備能を評価する方法であるが、薬理学的な血管拡張と運動誘発性の血管拡張は異なる可能性がある。すなわち正常な冠動脈においては、運動と種々のストレスにより心外膜血管が拡張するが、動脈硬化が存在する場合の運動誘発性の細動脈拡張は、交感神経の神経刺激によって狭窄部位での血管収縮(奇異性血管収縮 paradoxical constriction)を伴うことが知られており<sup>23)</sup>、FFRmyo で検出される虚血は生理的なものと異なるとも考えられる。また今回の症例群に梗塞合併例が含まれていることも St-MPI と FFRmyo に乖離が生じた理由の一因としてあげられる。梗塞例で責任冠動脈に狭窄が残存していて FFRmyo < 0.75 かつ充分な心筋 viability を有す場合には、QOL や予後改善効果について、概ね梗塞既往のない症例と同じように扱ってよいと考えられる。一方、灌流領域の心筋 viability がない場合には、FFRmyo < 0.75 であっても、St-MPI では固定性欠損となるので判定上は陰性となり、FFR との乖離の原因となる。ゆえに St-MPI で示される虚血判定と FFRmyo で示される虚血判定とは異なる可能性があり、この相違が虚血性心疾患患者の予後にどう影響を及ぼすか検討することは興味がある。

## 2. PCI の結果と St-MPI の有用性について

臨床では他覚的に虚血が証明されて禁忌病変でない場合には PCI が選択されることが多く、虚血検出能が上がれば必然的に PCI も増加することになる。一方で ST-MPI と FFRmyo で乖離を示すような軽度の虚血が QOL や長期予後に与える影響は不明である。本研究では FFRmyo および St-MPI 双方で虚血と判定した場合には PCI を選択し、FFRmyo のみ虚血と判定した場合には薬物療法を選択して経過を観察した。結果として N 群に重大心事故の発生は認められず、FFRmyo < 0.75 であっても薬物治療下の St-MPI で虚血が検出さ

れなければ生命予後は良好であることが示された。N 群より FFRmyo が有意に低値で St-MPI も陽性である P 群では、PCI の QOL 改善効果は明らかで、有意な運動耐容能の改善が得られたが、TLR の基準を確認造影時の FFRmyo < 0.75 としたことで、軽度心事故としての TLR も多かった。このことより、服薬下であれば運動耐容能が良好で生命予後も良好であった N 群に対し、FFRmyo で適応判定を行った場合、同等の TLR が発生したと推察され、医療経済的には問題であると考えられた。PCI の再狭窄率は plain old balloon angioplasty で 40~50%、BMS 留置で 20~30% であったが<sup>24,25)</sup>、近年使用可能となった drug eluting stent (DES) では数% と報告されている<sup>26)</sup>。よって虚血が証明されて DES の留置が可能な病変なら、すべて PCI を施行する傾向もみられる。しかし DES をもってしても遠隔期 mortality が改善しないことから<sup>27)</sup>、依然として PCI の意義は予後改善よりも狭心症状解除による QOL 改善の面が大きいと考えられ、その適応は DES の時代に入っても慎重であるべきである。今回の症例群のように 1 枝病変例の場合、生命予後は良好であること、PCI のメカニズム上、遠隔期に術前より高度の再狭窄や遅発血栓症を生じるリスクがあること、低心機能で心筋バイアビリティのない症例では薬物療法と血行再建術で予後に差はないとする報告もあること<sup>28)</sup>などを考慮すれば、単純に FFRmyo < 0.75 のみで PCI の適応を判定せず、St-MPI による虚血の重症度(範囲や程度)を考慮すべきと考えられた。

## VI. 結 論

1 枝病変の安定虚血性心疾患の生命予後は良好であることから、主たる心事故は軽度心事故となる。PCI 適応判定に際し St-MPI と FFRmyo を比較すると、軽度心事故を end point とした場合、St-MPI による適応判定は FFRmyo より有用であると考えられた。

## 文 献

- 1) Emond M, Mock MB, Davis KB, Fisher LD, Holmes

- DR, Chaitman BR, et al: Long-term survival of medically treated patients in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *Circulation* 1994; 90: 2645-2657.
- 2) Hosoda S, Iino T, Yasuda H, Takishima T, Ito H, Kimata S, et al: Long-term follow-up of medically treated patients with coronary artery disease. Incidence of major cardiac events and its risk factors in Japanese with coronary artery disease. *Jpn Circ J* 1990; 54: 231-240.
- 3) Nishiyama S, Kato K, Nakanishi S, Seki A, Yamaguchi H: Long-term prognosis in 990 medically treated Japanese patients with coronary artery disease. *Jpn Heart J* 1993; 34: 539-550.
- 4) Poldermans D, Fioretti PM, Boersma E, Bax JJ, Thomson IR, Roelandt JRTC, et al: Long-term prognostic value of dobutamine-atropine stress echocardiography in 1737 patients with known or suspected coronary artery disease: A single-center experience. *Circulation* 1999; 99: 757-762.
- 5) Nishiyama S, Imamura H, Iwase T, Nishi Y, Ishiwata S, Komiyama N, et al: Long-term outcome in single vessel coronary artery disease in Japanese patients. *Jpn Heart J* 1996; 37: 165-175.
- 6) 西山信一郎: 冠疾患治療法の選択: 内科治療による長期予後 PTCA, CABG と比較して . 循環器専門医 1997; 5: 295-302.
- 7) Parisi AF, Folland ED, Hartigan P: A comparison of angioplasty with medical therapy in the treatment of single-vessel coronary artery disease. *N Engl J Med* 1992; 326: 6-10.
- 8) Hartigan PM, Giacomini JC, Folland ED, Parisi AF: Two-to-three year follow-up of patients with single-vessel coronary artery disease randomized to PTCA or medical therapy (result of a VA cooperative study). Veterans Affairs Cooperative Studies Program ACME Investigators. *Am J Cardiol* 1998; 82: 1445-1450.
- 9) Mahmarian JJ, Verani MS: Exercise thallium-201 perfusion scintigraphy in the assessment of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1991; 67: 2D-11D.
- 10) Bateman TM: Clinical relevance of a normal myocardial perfusion scintigraphic study. American Society of Nuclear Cardiology. *J Nucl Cardiol* 1997; 4: 172-173.
- 11) De Bruyne B, Baudhuin T, Melin JA, Pijls NH, Sys SU, Bol A, et al: Coronary flow reserve calculated from pressure measurements in humans. Validation with positron emission tomography. *Circulation* 1994; 89: 1013-1022.
- 12) De Bruyne B, Bartunek J, Sys SU, Heyndrickx GR: Relation between myocardial fractional flow reserve calculated from coronary pressure measurements and exercise-induced myocardial ischemia. *Circulation* 1995; 92: 39-46.
- 13) Pijls NH, De Bruyne B, Peels K, Van Der Voort PH, Bonnier HJ, Bartunek J, et al: Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenosis. *N Engl J Med* 1996; 334: 1703-1708.
- 14) Pijls NH, Van Gelder B, Van der Voort P, Peels K, Bracke FA, Bonnier HJ, et al: Fractional flow reserve. A useful index to evaluate the influence of an epicardial coronary stenosis on myocardial blood flow. *Circulation* 1995; 92: 3183-3193.
- 15) Pijls HJ, De Bruyne B: 有意狭窄を識別する血流予備量比: 診断力テル検査においての使用法 . 赤坂隆司, 高沢謙二, 訳, 冠内圧: 冠動脈狭窄変の生理学的評価の理論と実際 . 南江堂, 東京, 2004: 165-182.
- 16) Allman KC, Shaw LJ, Hachamovitch R, Udelson JE: *American College of Sports Medicine: Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription*. 2nd ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1980.
- 17) Detrano R, Janosi A, Lyons KP, Marcondes G, Abbassi N, Froelicher VF: Factors affecting sensitivity and specificity of a diagnostic test: the exercise thallium scintigram. *Am J Med* 1988; 84: 699-710.
- 18) Brown KA, Boucher CA, Okada RD: Prognostic value of exercise thallium-201 imaging in patients presenting for evaluation of chest pain. *J Am Coll Cardiol* 1983; 1: 994-1001.
- 19) Pameria FX: Prognosis with chest pain and normal thallium-201 exercise scintigrams. *Am J Cardiol* 1985; 55: 920-926.
- 20) Iskandrian AS, Hakki AH, Kane-Marsch S: Prognostic implications of exercise thallium-201 scintigraphy in patients with suspected or known coronary artery disease. *Am Heart J* 1985; 110: 135-143.
- 21) Machecourt J: Prognostic value of thallium-201 single-photon emission computed tomographic myocardial perfusion imaging according to extent of myocardial defect. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 1096-1106.
- 22) Detrano R, Leatherman J, Salcede EE: Bayesian analysis versus discriminant function analysis: Their relative utility in the diagnosis of coronary disease. *Circulation* 1986; 73: 970-977.
- 23) Nabel EG, Ganz JB, Alexander RW, Selwyn AP: Dilatation of normal and constriction of atherosclerotic coronary arteries caused by the cold pressor test. *Circulation* 1988; 77: 43-52.
- 24) Fischman DL, Leon MB, Baim DS, Schatz RA, Savage MP, Penn I, et al: A randomized comparison of coronary stent placement and balloon angioplasty in the treatment of coronary artery disease. *Stent*

- Restenosis Study Investigators. *N Engl J Med* 1994; 331: 496–501.
- 25) Serruys PW, de Jaegere P, Kiemeneij F, Macaya C, Rutsch W, Heyndrickx G, et al: A comparison of balloon-expandable-stent implantation with balloon angioplasty in patients with coronary artery disease. Benestent Study Group. *N Engl J Med* 1994; 331: 489–495.
- 26) Lemos PA, Serruys PW, van Domburg RT, Saia F, Arampatzis CA, Hoye A, et al: Unrestricted utilization of sirolimus-eluting stents compared with conventional bare stent implantation in the real world: the Rapamycin-Eluting Stent Evaluated At Rotterdam
- Cardiology Hospital (RESEARCH) registry. *Circulation* 2004; 109: 190–195.
- 27) Sousa JE, Costa MA, Abizaid A, Feres F, Seixas AC, Tanajura LF, et al: Four-year angiographic and intravascular ultrasound follow-up of patients treated with sirolimus-eluting stents. *Circulation* 2005; 11: 2326–2329.
- 28) Allman KC, Shaw LJ, Hachamovitch R, Udelson JE: Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 1151–1158.

## Summary

### Usefulness of Stress MPI for Assessment of PCI Indication —Comparison with FFRmyo Evaluation Using Pressure Sensor Wire—

Manabu FUJINAWA\*, Masahiro ABE\*\*, Shinji OKUBO\* and Akira YAMASHINA\*\*\*

\*Department of Cardiology, Tokyo Medical University Kasumigaura Hospital

\*\*Ushiku Aiwa General Hospital

\*\*\*Second Department of Internal Medicine, Tokyo Medical University

**Purpose:** To examine the usefulness of percutaneous coronary intervention (PCI) indication assessment using stress myocardial perfusion imaging (St-MPI).

**Background:** The usefulness of myocardial fractional flow reserve (FFRmyo) using a pressure sensor wire for the assessment of PCI indication has been reported in recent years. However, we have frequently experienced discrepancies between results from FFRmyo and St-MPI. **Subjects and Methods:** Forty-two patients with single-vessel disease with 75–90% (AHA classification) stenosis and chronic ischemic heart disease were enrolled in this study. We measured FFRmyo during coronary angiography (CAG), and determined that it was less than 0.75 in all cases. We separated the cases into groups based on the results of the St-MPI, which was carried out just prior to the CAG: 18 patients showing positive stress test (group P); and 24 patients showing negative stress test (group N). We selected PCI only for the group P. We tracked both groups for  $4.4 \pm 0.6$  years and investigated the existence or non-existence of cardiac events therein. We carried out another St-MPI one year later on the group of cases without cardiac events. **Results:**

Although a fatal cardiac infarction occurred in 1 case in the group P, there were no occurrences of major cardiac events (cardiac death or fatal cardiac infarctions) in the group N. Minor cardiac events (new PCI, target lesion re-vascularization: TLR, coronary artery bypass surgery and heart failure) were detected in 8 cases (44%) in the group P and 3 cases (13%) in the group N, thus being a significantly high percentage in the group P ( $p < 0.05$ ). In group P patients without having restenosis at 1 year after PCI,  $VO_2$  was significantly improved as compared to that before PCI. However, no significant difference in  $VO_2$  before and after follow-up was observed in group N. **Conclusion:** Because the prognosis of patients with single-vessel stable ischemic heart disease is good, it can be inferred that the principal cardiac events therein are minor cardiac events. When we define minor cardiac event as endpoint, St-MPI can be a more beneficial test for the assessment of PCI indication than FFRmyo.

**Key words:** Cardiac event, Fractional flow reserve, Ischemic heart disease, Percutaneous coronary intervention, Stress myocardial perfusion imaging.