

## 経皮的冠動脈形成術の終了点決定における血管内エコー法の有用性

## *Intravascular Ultrasound in Determining the End Point of Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty*

瀬尾 俊彦  
山尾 一磨  
林 孝浩  
小竹 親夫  
戸田 常紀  
小林 克也  
横田 慶之\*

Toshihiko SEO, MD  
Kazuma YAMAOKA, MD  
Takahiro HAYASHI, MD  
Chikao KOTAKE, MD  
Tsunenori TODA, MD  
Katsuya KOBAYASHI, MD  
Yoshiyuki YOKOTA, MD, FJCC\*

### Abstract

Intravascular ultrasound (IVUS) imaging was used to measure internal luminal area immediately after percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) in 83 patients (59 males, 24 females, mean age  $63 \pm 12$  years) with angina pectoris to determine the need for additional intervention. The effectiveness of these interventions to prevent restenosis was also studied. Thirty-five patients (42%) with insufficient dilatation revealed an internal luminal area less than  $5 \text{ mm}^2$  or luminal stenosis greater than 60% as evaluated by IVUS imaging following the procedure.

The luminal area increased from  $4.5 \pm 1.1$  to  $7.9 \pm 2.8 \text{ mm}^2$  and the percentage luminal stenosis improved from  $66 \pm 9\%$  to  $54 \pm 9\%$  in patients who underwent further dilatation with a larger size balloon, longer dilatation time, directional coronary atherectomy, or stenting. The insufficient dilatation group exhibited hard plaque and calcification more frequently than in the other group (48 patients, 58%) in whom sufficient dilatation of the target lesion was achieved. The incidence of restenosis in the sufficient dilatation group was 25%, compared to 33% of the patients receiving additional treatment after IVUS imaging and 42% in the 192 patients who underwent PTCA without IVUS imaging. IVUS imaging is a useful method for evaluation of complex luminal morphology to decrease the incidence of restenosis and for determination of the end point and the extent of dilatation required.

### Key Words

**Intravascular ultrasound, Angioplasty (percutaneous transluminal coronary), Restenosis, Coronary heart disease**

### はじめに

近年、虚血性心疾患の増加とともに経皮的冠動脈形成術 (percutaneous transluminal coronary angioplasty: PTCA) の実施例も増加してきたが、再狭窄率も高く、その対策はいまだ不十分である。再狭窄の原因としては、以前より平滑筋細胞の増殖が主な原因とされてきたが<sup>1)</sup>、術後早期から生じるものや数ヵ月後に観察され

る例もあり、その機序は明らかでない。一方、PTCA後に十分な内腔面積が得られているかを冠動脈造影所見のみで判定することは難しい。そのためPTCAの終了点の判断が困難とされている。しかし近年、血管内エコー法 (intravascular ultrasound: IVUS) が臨床応用されるようになり、詳細な内腔の評価やプラーク形態、解離の有無も観察可能となった<sup>2,3)</sup>。

今回我々は、PTCA後にIVUSを実施し、その所見

済生会中津病院 循環器内科: 〒530 大阪市北区芝田 2-10-39; \*神戸大学医学部 保健学科

Cardiovascular Department, Osaka Nakatsu Saiseikai Hospital, Osaka; \*Health Science, Kobe University School of Medicine, Kobe

Address for reprints: SEO T, MD, Cardiovascular Department, Osaka Nakatsu Saiseikai Hospital, Shibata 2-10-39, Kita-ku, Osaka 530

Manuscript received September 18, 1995; revised October 18, 1995, January 8, July 2, 1996; accepted July 11, 1996

### Selected abbreviations and acronyms

DCA=directional coronary atherectomy  
 IVUS=intravascular ultrasound  
 PTCA=percutaneous transluminal coronary angioplasty

をもとに、十分な内腔が得られているかを検討し、不十分な例にはインターベンションを追加施行し、再狭窄に与える影響を検討した。

### 対象と方法

対象は1992年2月-1994年2月に狭心症により当院でPTCAを施行した83例(男59例,女24例,平均年齢 $63 \pm 12$ 歳)である。症例の内訳は心筋梗塞後狭心症23例,労作性狭心症49例,不安定狭心症11例である。対象病変は左前下行枝45,右冠動脈27,回旋枝11で,冠動脈造影での狭窄度は $86 \pm 11\%$ である。対象とした症例のうち,急性心筋梗塞および屈曲が強い例(4例),瀰漫性の狭窄例で,遠位部の血管径が1.5 mm以下でIVUSカテーテルの挿入が困難な例やカテーテル挿入により虚血が生じると考えられる例は除外した。

PTCA成功の基準は,冠動脈造影で20%以上の内腔拡大と50%以下の残存狭窄という定義を用いた<sup>4)</sup>。PTCA施行の83例全例にIVUSを実施した。それにより十分な内腔面積を得られているものを拡張群とし,冠動脈造影では残存狭窄50%以下でもIVUSでは内腔不十分と考えてインターベンションを追加した例を追加拡張群とした。IVUSにおける拡張不十分の定義は,内腔狭窄率60%以上あるいは内腔面積 $5 \text{ mm}^2$ 未満とした。冠動脈造影は各インターベンション前後で最低2方向以上から撮影し,狭窄率は近接正常部に対する病変部の径の割合を計測して求めた。再狭窄は拡大部の狭窄率が実測50%以上となった場合と定義した。再造影は83例全例に施行し,施行時期はPTCA実施の3-6ヵ月後であった。

対照は同時期に血管造影のみで成功の判定をし,性別,年齢,臨床病型(心筋梗塞後狭心症,労作性狭心症,不安定狭心症)および罹患冠動脈枝,冠動脈造影での狭窄度に有意差のないIVUS未施行群192例とし,3群間で再狭窄の頻度を比較した。

IVUSはCVIS製30 MHz機械走査カテーテルを用い, Fig. 1のように,3層構造の血管壁のうち最内側の

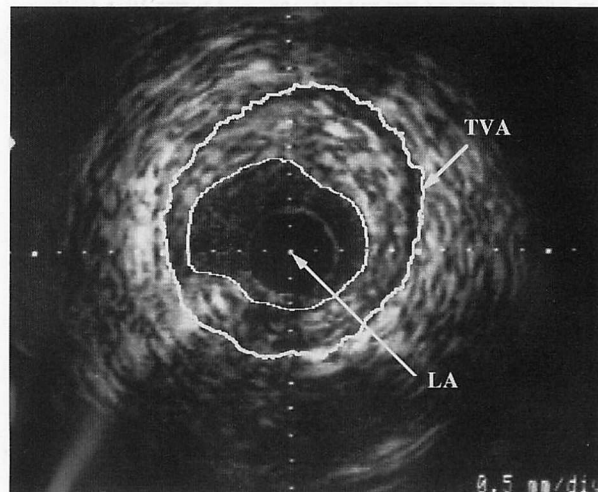


Fig. 1 Intravascular ultrasound measurement

The area of the lumen (LA) and the area of the vessel at the boundary of the media (TVA) were measured by ultrasound imaging. The ratio of lumen stenosis (%LS) was calculated as  $(TVA - LA) / TVA \times 100$ .

高エコーの内側縁に囲まれる領域を血管内腔断面積とし,中層の低エコー層の外側縁に囲まれる領域を全血管断面積とし,両者の差からプラーク断面積を求めた。また血管内腔断面積に対するプラーク断面積の占める割合をエコー上の内腔狭窄率とした。

プラークの性状から外膜エコーより低エコーをソフトプラークとし,外膜エコーと同程度あるいはそれより高輝度のものをハードプラークとし,音響陰影を伴う高輝度エコーを石灰化とした。石灰化が全周の120%以上に及ぶものを石灰化プラーク群とした。

解離の定義は中膜後方に及ぶ透亮像(echo lucent area)とした。

統計学的検討はStudentの $t$ 検定および $\chi^2$ 検定を用いた。

### 結 果

#### 1. 血管内エコー法による拡張効果の検討

IVUSで,内腔狭窄率が60%未満であり,更に内腔断面積 $5 \text{ mm}^2$ 以上と,十分内腔面積を得ているために手技を終了した拡張群は48例(58%)であった。拡張不十分な例は35例(42%)で,そのうち内腔狭窄率60%以上は13例,内腔狭窄率60%以上で内腔断面積 $5 \text{ mm}^2$ 未満は15例,内腔断面積 $5 \text{ mm}^2$ 未満は7例であった。

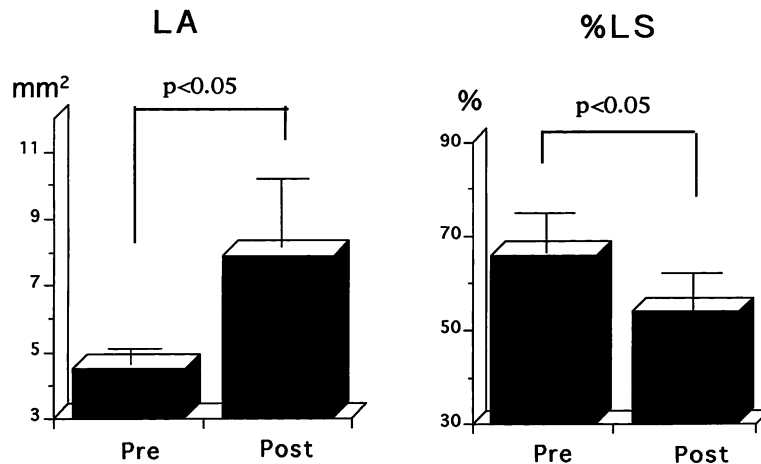


Fig. 2 Changes of lumen area and percentage lumen stenosis in the intervention repeated group

Lumen area was increased and percentage lumen stenosis was decreased on IVUS images in the intervention repeated group (further interventions were determined according to the results of IVUS imaging).

Abbreviations as in Fig. 1.

## 2. 機器 (デバイス) の選択

追加拡張群で全血管断面積およびプラーク断面積が大きく、プラーク表面に石灰化を認めない例には、方向性冠動脈アテレクトミー (directional coronary atherectomy : DCA) を施行し (9 例), 末梢動脈が蛇行し DCA を施行できない例や石灰化を伴う例には中膜径を参考にバルーンサイズを大きくして再度拡張した (21 例). PTCA 終了時のバルーンサイズは 2.72 mm で, 追加時に使用したサイズは 3.36 mm で, IVUS での中膜径の平均は 85% であった. 大きな解離を呈した例にはステントを使用した (2 例). 解離面積が小さく, ステント挿入困難な例には拡張時間を延長した (3 例).

## 3. インターベンションの結果

追加拡張群においてインターベンションに成功したものは, 内腔狭窄率 60% 以上の 13 例中 13 例, 内腔狭窄率 60% 以上でかつ内腔断面積 5 mm<sup>2</sup> 未満の 15 例中 13 例で, 内腔断面積 5 mm<sup>2</sup> 未満は 7 例中 6 例, 合計 35 例中 32 例 (91%) であった. 不成功例の 3 例中 1 例はほぼ全周性の石灰化例で, バルーンでの拡張は不可能であった. 限局性の石灰化を伴う硬いプラークを呈した 2 例では, DCA の挿入が困難と考えられバルーンサイズを大きくしたが, 解離を生じた. そのためステントの留置も考慮したが, 手技上困難と判断され十分な内腔断面積は得られなかった.

インターベンション追加成功 32 例中 28 例で, 前後で計測しうる IVUS 像を得た. 内腔断面積は 4.5 ± 1.1

Table 1 Type of plaque shown by IVUS imaging in target lesion

|                               | Soft | Hard | Calcification |
|-------------------------------|------|------|---------------|
| Insufficient dilatation group | 26%  | 54%  | 20%           |
| Sufficient dilatation group   | 38%  | 52%  | 10%           |

Percentages of hard plaque and calcification in target lesions were higher in the insufficient dilatation group (further interventions were determined according to the results of IVUS imaging) than in the sufficient dilatation group (adequate lumen area was confirmed by IVUS imaging).

から 7.9 ± 2.8 mm<sup>2</sup> へと増大し, 内腔狭窄率は 66 ± 9% から 54 ± 9% へと減少した (Fig. 2). 解離は 3 例 (11%) から 10 例 (35%) と増加したが, 急性冠閉塞の合併は生じなかった. 解離例での再狭窄率は 10 例中 3 例 (30%) であった.

## 4. プラークの性状と拡張効果の関係

追加拡張群 35 例におけるプラークの性状はソフトプラーク 9 例 (26%), ハードプラーク 19 例 (54%), 石灰化 7 例 (20%) と, ハードプラークの頻度が有意に大であった ( $p < 0.05$ ). 拡張群 48 例でのプラークはソフトプラーク 18 例 (38%), ハードプラーク 25 例 (52%), 石灰化 5 例 (10%) と石灰化の頻度が有意に小であった ( $p < 0.01$ ). 追加拡張群と拡張群の病変には有意差は認めなかった (Table 1).

## 5. 再狭窄との関係

IVUS 施行例の再狭窄は 83 例中 14 例 (29%) であり, そのうち拡張群の再狭窄は 48 例中 12 例 (25%) と

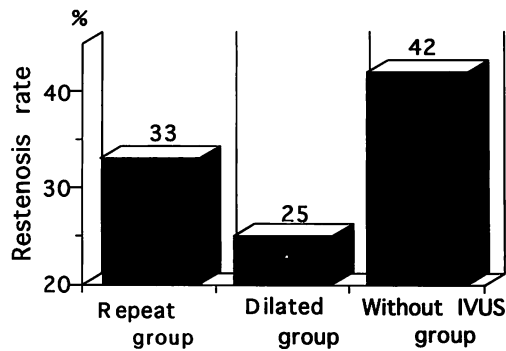


Fig. 3 Rate of restenosis in various groups

The rate of restenosis was 25% in the sufficient dilatation group (adequate lumen area confirmed by IVUS imaging) and 33% in the intervention repeated group (further interventions determined according to IVUS imaging) compared to 42% in patients undergoing PTCA without IVUS imaging.

有意に低値で ( $p < 0.05$ ), 追加拡張群は 32 例中 11 例 (33%) で, IVUS 未施行群 192 例中 81 例 (42%) のそれに比し, 小なる傾向であった (Fig. 3).

### 症例呈示

#### 症例 56 歳, 男

1994 年 8 月, 急性心筋梗塞により来院. ダイレクト PTCA により内腔狭窄率は 100% から 25% となり, 心不全症状も軽快し退院.

同年 11 月, 造影目的で入院. 入院時の冠動脈造影では (Fig. 4-左上), 高度狭窄と同時に解離像を認め, 3 mm のバルーンカテーテルにより拡張した (Fig. 4-右上). PTCA 後の造影では狭窄は 25% と改善したが (Fig. 4-左下), IVUS では 5 時から 10 時に多量のハードプラークと, 11 時から反時計方向に伸びる解離像が観察された (Fig. 5-左). 内腔断面積は  $3.37 \text{ mm}^2$ , 内腔狭窄率は 69% であり, 追加拡張が必要と考え再インターベンションを決定した. デバイスは, バルーンサイズを大きくするだけでは解離像の増大が考えられたので, ステントを選択した. ステント後の造影では狭窄部の造影濃度は濃くなったが, 血管径はあまり変わらなかった (Fig. 4-右下). IVUS では解離のため辺縁の突出した半月状の不整な内腔から, 正円形に近づき内腔断面積も  $6.77 \text{ mm}^2$  となった (Fig. 5-右).

以上のように終了点の決定に IVUS は有用であった.

### 考 案

血管内エコー法は我が国でも次第に普及し, その有用性に関する報告がみられるようになってきた. しか

し, 現時点では PTCA 後の内腔拡大の程度が血管造影と相関するか否か, あるいはプラークの局在性による再狭窄の頻度の違い<sup>5)</sup>, DCA<sup>6,7)</sup> やステント<sup>8,9)</sup> の成功に関する報告が多い. 今回我々は, PTCA 後の IVUS 所見をもとに終了点を決定し, その効果を検討した.

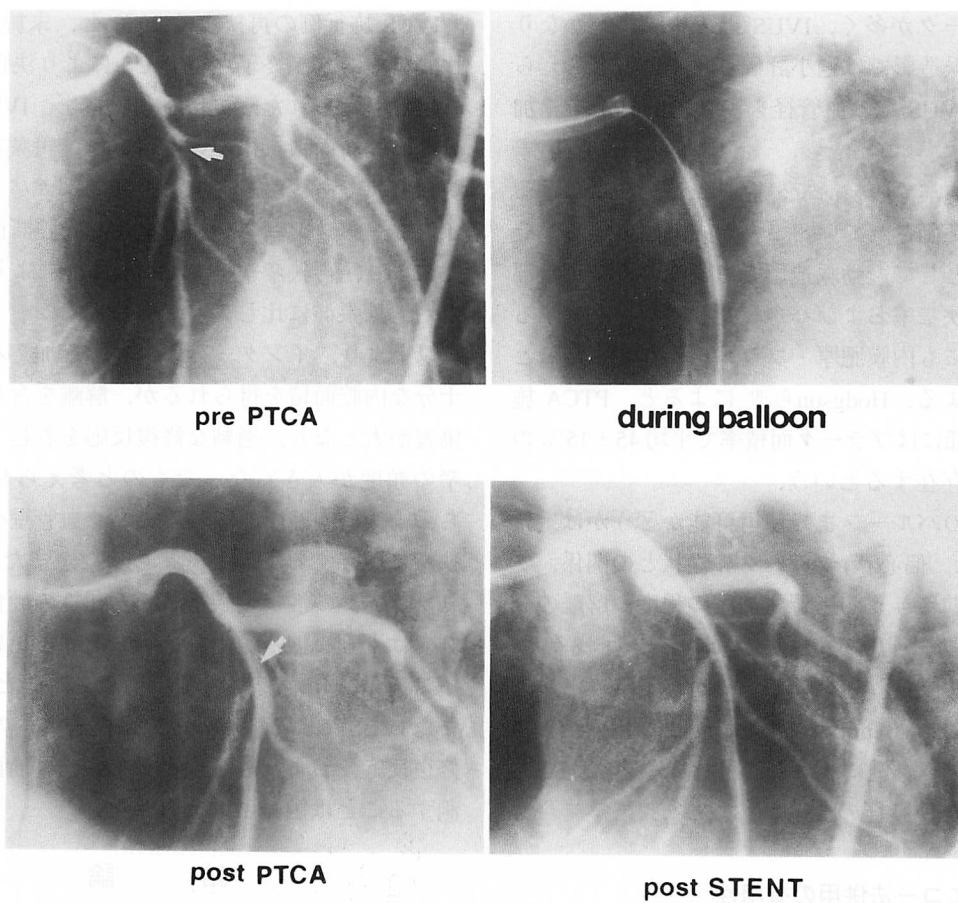
#### 1. 血管内エコー所見からみた経皮的冠動脈形成術後の開大度

従来の冠動脈所見より成功と考えられた症例でも, IVUS を施行し内腔狭窄率 60% 以上, あるいは内腔断面積  $5 \text{ mm}^2$  未満の例の頻度は 42% (35 例) であった. PTCA の開大機序が内膜の亀裂, 中膜解離, 血管の伸展である<sup>10)</sup> と考えると, PTCA 後の複雑な内腔では造影剤が解離腔や不整形の突出部に入り込むため, 冠動脈造影のみでは正確な判定は困難な例もあると考えられた. 同一部位の血管内エコー像と冠動脈造影像での内径・断面積は良好に相関するが<sup>11)</sup>, PTCA 後の病変部位では内膜損傷・中膜解離が生じ複雑な形態を示すため必ずしも相関しないとの報告もある<sup>12)</sup>.

IVUS による動脈硬化性病変の組織学的検討では, 線維筋性成分を多く含む組織はエコー輝度が弱く, 膠原線維に富む線維組織はエコー輝度が高く, 石灰化組織は外側に音響陰影を伴った高エコー輝度として観察されると報告されている<sup>13,14)</sup>. 我々の例を Tobis ら<sup>15)</sup>, Siegel ら<sup>16)</sup> によるプラークの性状から検討すると, PTCA 後十分な拡張が得られた拡張群には石灰化病変例は少なかった. 今回我々が拡張不良と考えた追加拡張群では硬い病変が多く, 硬い病変では良好な拡張は得難く, 解離や不整な形態を示すため造影で判定が困難な例が含まれると考えられた.

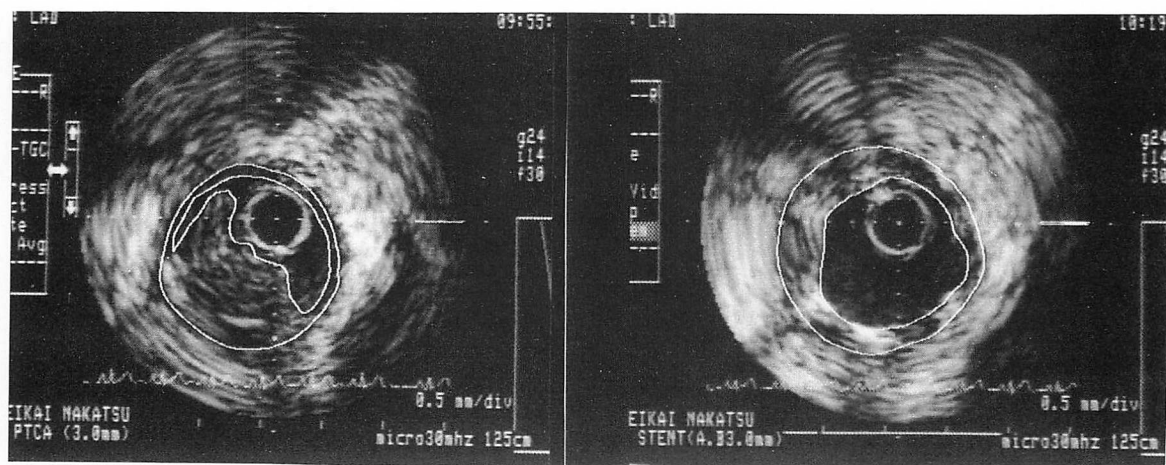
#### 2. デバイスの選択

IVUS 上, どの程度の残存狭窄が再狭窄に影響を与えるかの判断基準はないが, 今回我々は IVUS で内腔狭窄率 60% 以上, あるいは内腔断面積  $5 \text{ mm}^2$  未満の例を拡張不十分としてインターベンションを追加した. どのような病変に対して, どのようなデバイスを用いるかに関しては確立された定見はない<sup>17)</sup>. 我々は IVUS により広範囲の石灰化の認められない浅在性の偏在性病変には DCA を選択し, 病変部に広範囲の解離を認める例にはステントを挿入した. 血管腔の比較的保たれた小解離例にはバルーンによる長時間拡張を施行



**Fig. 4** Coronary angiograms

*Upper left* : On admission showing severe stenosis and dissection.  
*Upper right* : After 3 mm balloon catheter was inserted.  
*Lower left* : Stenosis appeared improved.  
*Lower right* : Stenosis and vessel size were not so changed.



**Fig. 5** IVUS images

*Left* : Before treatment showing thick and complicated plaque in the lower right and dissection with a lumen area of 3.37 mm<sup>2</sup>, and 69% lumen stenosis at the target lesion.  
*Right* : After stent implantation showing the lumen area was increased to 6.77 mm<sup>2</sup> and the lumen shape became nearly round.

し、残存プラークが多く、IVUS 上の中膜径がかなり大きく、冠動脈造影では過小評価されていると考えられる例には、IVUS での血管径を参考に PTCA を追加した。

摘出冠動脈標本での検討で、冠動脈造影法における狭窄率は過小評価されていることが知られている。その理由は、主として冠動脈造影では病変の近接正常部を対照として狭窄率およびバルーンサイズを決定するが、対照部位にも内膜肥厚・プラークが存在することが多いことによる。Hodgsonら<sup>18)</sup>によると、PTCA 施行の近接対照部にはプラーク面積率で平均  $45 \pm 15\%$  の硬化性病変が存在するという。

どのサイズのバルーンまで使用可能かどうかは、狭窄形態(同心状、偏心状)プラークの性状との関係、プラークのない壁に与える影響、加圧の程度、解離の発生などの問題があり、明らかでない。今回我々は、IVUS での全血管面積を参考に、前回終了時のバルーンサイズより  $0.5\text{--}1.0\text{ mm}$  アップしたものをを用いた。バルーンサイズアップ例における使用バルーンは、IVUS により計測した中膜径の  $85\%$  であった。

### 3. 血管内エコー法併用の有用性

インターベンション後に内腔断面積を IVUS により評価することで、冠動脈造影のみでは十分と考えられても、IVUS では拡張不十分と考えられた追加拡張群は  $42\%$  と頻度が大であった。そこで IVUS での評価をもとに、追加拡張の再狭窄に与える影響を検討した。

IVUS 施行例の再狭窄は  $29\%$  と、未施行例  $42\%$  に比し小であり、終了点を IVUS により決定することは有用と考えられた。更に冠動脈造影、IVUS とともに十分な内腔断面積を得ていた例では、再狭窄は  $25\%$  と、更に低値であった。追加拡張群ではデバイスを選択しインターベンションを加え十分な内腔断面積を得ることにより、再狭窄率は IVUS 未施行群より低値となったが、拡張群に比し大であった。

以上より、インターベンションを加えることにより十分な内腔面積を得られるが、解離を含む血管壁への傷害が大となり、過剰な修復反応を惹起したため再狭窄の頻度が大きくなったものと考えられた。すなわち、術後の内腔断面積のみでなく血管壁への傷害が再狭窄に関与するものと考えられた。また、IVUS によりプラークの性状を観察し、表在性の硬化像や石灰化例では十分な拡張が困難な例もあり、更に現状のデバイスでは硬化病変で解離が生じやすいと考えられる。また IVUS による観察のみでは血管壁への損傷の程度、修復反応、および終了点としての内腔断面積などを予測することは困難と考えられた。

## 結 論

IVUS は PTCA 後の複雑な血管内腔形態やプラークの性状の判定に有用で、そこから得られるプラークと内腔の状態を評価することによりインターベンション適応の判定とした。これにより内腔は拡大し再狭窄率は低下した。

## 要 約

経皮的冠動脈形成術(PTCA)後に血管内エコー法(IVUS)を施行し、血管内腔が十分に拡張されていない例に対しインターベンションを追加し、追加拡張が再狭窄に与える影響を検討した。

対象は狭心症により PTCA を施行した 83 例(男 59 例, 女 24 例, 平均年齢  $63 \pm 12$  歳)である。術後の IVUS により内腔断面積  $5\text{ mm}^2$  未満, 内腔狭窄率  $60\%$  以上の拡張不良例は 35 例 ( $42\%$ ) であった。

これらの例に対し IVUS 所見をもとにバルーンサイズ増大, 拡張時間延長, 方向性冠動脈アテレクトミー, ステントを追加したところ, 内腔断面積は  $4.5 \pm 1.1$  から  $7.9 \pm 2.8\text{ mm}^2$  に拡張し, 内腔狭窄率は  $66 \pm 9\%$  から  $54 \pm 9\%$  に減じた。拡張不良群の IVUS 所見では, PTCA 直後より十分な径の得られていた拡張群 48 例 ( $58\%$ ) に比し, ハードプラークや石灰化の頻度が大であった。再狭窄率は冠動脈造影のみで判定した 192 例の IVUS 未施行群 ( $42\%$ ) に比し, IVUS 所見により拡張を追加した群, IVUS でも拡張十分の群の再狭窄率はそれぞれ  $33\%$ ,  $25\%$  であった。IVUS は PTCA 後の複雑な内腔の評価, どこまで拡張を行うかの終了点の判定および再狭窄率の減少に有用であった。

## 文献

- 1) Liu MW, Roubin GS, King SB III : Restenosis after coronary angioplasty : Potential biologic determinants and role of intimal hyperplasia. *Circulation* 1989; **79** : 1374-1387
- 2) York PG, Linker DT, White NW, Rowe MH, Selmon MR, Robertson GC, Hinohara T, Simpson JB : Clinical application of intravascular ultrasound imaging in atherectomy. *Int J Card Imaging* 1989; **4** : 117-125
- 3) Nissen SE, Gurley JC, Grines CL, Booth DC, McClure R, Berk M, Fischer C, DeMaria AN : Intravascular ultrasound assessment of lumen size and wall morphology in normal subjects and patients with coronary artery disease. *Circulation* 1991; **84** : 1087-1099
- 4) Kent KM, Bentivoglio LG, Block PC, Cowley MJ, Dorros G, Gosselin AJ, Gruntzig A, Myler RK, Simpson J, Sterzer SH, Williams DO, Fisher L, Gillespie MJ, Detre K, Kelsey S, Mullin SM, Mock MB : Percutaneous transluminal coronary angioplasty : Report from the registry of the National Heart, Lung and Blood Institute. *Am J Cardiol* 1982; **49** : 2011-2020
- 5) Honye J, Mahon DJ, Jain A, White CJ, Ramee SR, Wallis JB, Al-Zarka A, Tobis JM : Morphological effects of coronary balloon angioplasty in vivo assessed by intravascular ultrasound imaging. *Circulation* 1992; **85** : 1012-1025
- 6) Matar FA, Mintz GS, Pinnow E, Javier SP, Popma JJ, Kent KM, Satler LF, Pichard AD, Leon MB : Multivariate predictors of intravascular ultrasound end points after directional coronary atherectomy. *J Am Coll Cardiol* 1995; **25** : 318-324
- 7) Fitzgerald PJ, Belf M, Connolly AJ, Sudhir K, Yock PG : Design and initial testing of an ultrasound-guided directional atherectomy device. *Am Heart J* 1995; **129** : 593-598
- 8) Mudra H, Klauss V, Blasini R, Kroetz M, Rieber J, Regar E, Theisen K : Ultrasound guidance of Palmaz-Schatz intracoronary stenting with a combined intravascular balloon catheter. *Circulation* 1994; **90** : 1252-1261
- 9) Goldberg SL, Colombo A, Nakamura S, Almagor Y, Maiello L, Tobis JM : Benefit of intracoronary ultrasound in the deployment of Palmaz-Schatz stents. *J Am Coll Cardiol* 1994; **24** : 996-1003
- 10) Wall BF : Morphologic correlation of coronary angiographic pattern at the site of percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Clin Cardiol* 1989; **11** : 817-822
- 11) Potkin BN, Bartorelli AL, Gessert JM, Neville RF, Almagor Y, Roberts WC, Leon MB : Coronary artery imaging with intravascular high resolution imaging. *Circulation* 1990; **81** : 1575-1585
- 12) Davidson CJ, Sheikh KH, Harrison JK, Himmelstein SI, Leithe ME, Kisslo KB, Bashore TM : Intravascular ultrasonography versus digital subtraction angiography : A human in vivo comparison of vessel size and morphology. *J Am Coll Cardiol* 1990; **16** : 633-636
- 13) Nishimura RA, Edwards WD, Warnes CA, Reeder GS, Holmes DR Jr, Tajik AJ, Yock PG : Intravascular ultrasound imaging : In vitro validation and pathologic correlation. *J Am Coll Cardiol* 1990; **16** : 145-154
- 14) Tobis JM, Mallery JA, Gessert J, Griffith J, Mahon D, Bessen M, Moriuchi M, McLeay L, McRae M, Henry WL : Intravascular ultrasound cross-sectional arterial imaging before and after balloon angioplasty in vitro. *Circulation* 1990; **80** : 873-882
- 15) Tobis JM, Mallery J, Mahon D, Lehmann K, Zalesky P, Griffith J, Gessert J, Moriuchi M, McRae M, Dwyer M-L, Greep N, Henry WL : Intravascular ultrasound imaging of human coronary arteries in vivo : Analysis of tissue characterization with comparison to in vitro histological specimens. *Circulation* 1991; **83** : 913-926
- 16) Siegel RJ, Ariani M, Fishbein MC, Chae J-S, Park JC, Maurer G, Forrester JS : Histopathologic validation of angioscopy and intravascular ultrasound. *Circulation* 1991; **84** : 109-117
- 17) Mintz GS, Pichard AD, Kent KM, Satler LF, Kovach JA, Javier SP, Wong SC, Ditrano CJ, Leon MB : The influence of pre-intervention intravascular ultrasound imaging on subsequent transcatheter treatment strategies. *Circulation* 1993; **88** (Suppl I) : I-597 (abstr)
- 18) Hodgson JM, Reddy KG, Suneja R, Nair RN, Lesnefsky EJ, Sheehan HM : Intracoronary ultrasound imaging : Correlation of plaque morphology with angiography, clinical syndrome and procedural results in patients undergoing coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1993; **21** : 35-44