

Title	閉塞性動脈硬化症に対するアテレクトミーの治療成績-146症例186病変の検討-
Author(s)	熊倉, 久夫; 横井, 良明; 草場, 宏靖 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1996, 56(9), p. 638-643
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18679
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

閉塞性動脈硬化症に対するアテレクトミーの治療成績

—146 症例 186 病変の検討—

熊倉 久夫¹⁾ 横井 良明²⁾ 草場 宏靖³⁾
古賀 伸彦³⁾ 東上 震一²⁾ 市川 秀一¹⁾ 丹下 正一¹⁾

1) 北関東循環器病院内科

2) 岸和田徳洲会病院循環器科 3) 古賀病院循環器内科

Atherectomy in Patients with Arteriosclerosis Obliterans : Angiographic Follow-up Study of 186 Lesions in 146 Patients

Hisao Kumakura, Yoshiaki Yokoi*,
Hiroyasu Kusaba**, Nobuhiko Koga**,
Shinichi Higashiue*, Shuichi Ichikawa
and Shoichi Tange

Atherectomy (ATE) is a new catheter-mediated technique for the removal of atheroma in patients with arteriosclerosis obliterans (ASO). ATE was performed using 7-10 Fr. Simpson Peripheral AtheroTrack™ catheters at 186 sites in 146 patients, whose lesions involved 49 common iliac arteries, 66 external iliac arteries, 68 femoral arteries and three other arteries.

The initial success rate was 94.1%. The mean percent of the diameter stenosis was reduced from $79.0 \pm 1.2\%$ (mean \pm SD) to $22.7 \pm 1.0\%$. There were two cases of perforation that required surgical treatment (1.1%). The complication rate was 4.4%. The 0.5-, 1-, 2- and 3-year patency rates were 87.6%, 79.6%, 62.5% and 62.5%, respectively. The rate of long-term patency in each segment of arterial lesions revealed that the patency rate in the common iliac artery was significantly higher than the rates in the external iliac artery ($p < 0.05$) and femoral artery ($p < 0.01$). The patency rates for long lesions (≥ 2.0 cm) and occluded lesions were significantly ($p < 0.01$) lower than those for short lesions (< 2.0 cm). Diabetic patients had a higher re-stenosis rate than nondiabetic patients ($p < 0.05$).

In conclusion, ATE is an effective new method for the treatment of patients with ASO.

Research Code No. : 508.4

Key words : Atherectomy, Arteriosclerosis obliterans

Received Jun. 1, 1995; revision accepted Nov. 15, 1995

Department of Internal Medicine, Cardiovascular Hospital of Central Japan

* Department of Cardiology, Kishiwada Tokushukai Hospital

** Department of Cardiology, Koga Hospital

はじめに

アテレクトミー (ATE) は閉塞性動脈硬化症 (ASO) に対する新しい治療法の一つである¹⁾⁻³⁾。本邦にて ATE が一般に施行されるようになってから 3 年が経過しているが^{4), 5)}、その長期治療効果はまだ明確ではなく^{6), 7)}、多症例による治療成績の報告は未だ見られない。今回、本治療法の有用性を、3 施設における多症例について、初期成績、合併症および遠隔期開存率から検討した。

対象および方法

対象は、1991 年 11 月から 1994 年 8 月までの間に入院した Fontaine II-IV 度の ASO 患者 146 例 (男 123 例, 女 23 例, 平均年齢 69.5 歳), 186 病変である。Fontaine 分類の内訳は、II 度 117 例, III 度 25 例, IV 度 4 例であった。部位別病変数は総腸骨動脈 49 病変, 外腸骨動脈 66 病変, 浅大腿動脈 68 病変, その他 3 病変である。部位別の完全閉塞病変数は、総腸骨動脈 4 病変, 外腸骨動脈 6 病変, 浅大腿動脈 10 病変である。症例は、Fontaine 分類にて間歇性跛行以上の自覚症状があり、血管造影にて狭窄率 75% 以上の単独病変あるいは 50% 以上の重複病変を対象とした。患者に対しては治療方法、効果および危険性につき十分説明し了承を得た後に ATE を施行した。

ATE は、DVI 社製 AtheroTrack™ (7-10F) を使用した。前処置として、カテーテル挿入時に体重 1Kg あたり 80 単位のヘパリンを動脈内注入した。鼠径部を穿刺し、腸骨動脈には逆行性に、大腿動脈には順行性にカテーテルを病変部に挿入し、病変方向に対して 3-12 回のカッティングを施行した。カッティング時のバルーン圧は 40PSI 以下とした。カテーテルのサイズは狭窄病変前後の血管径にカテーテルの working diameter が一致するものを選択し、サイズの一致するものが無い場合は、前後の血管径より working diameter の小さいものをまず選択し、拡張が不十分の場合にはさらに太いサイズのカテーテルを追加使用した。

初期成功率、治療前後の狭窄率、合併症および遠隔期開存率について retrospective に検討した。初期成功の定義は、

平井らの方法により、術前狭窄率より20%以上の拡張かつ残存狭窄率が50%未満となったものを成功とした⁸⁾。長期成績は3カ月間以上観察できた121症例143病変(最長38カ月, 中間値11カ月)について検討した。血小板凝集抑制薬としてチクロピジン200mg/dayないしアスピリン81mg/dayを経口投与した。再狭窄の評価には血管造影または経静脈的 digital subtraction angiography (DSA)を用い、原則として術後3-6カ月, 1年, 2年, 3年で施行し、臨床症状等から再狭窄が疑われる時にはその時点で追加した。術直後の狭窄率から30%以上の増悪または狭窄率50%以上を再び呈したものを再狭窄とした⁹⁾。血管狭窄率はキャリパー法にて計測した。

再狭窄に与える病変部因子として、病変長、術前狭窄率および末梢run-offの状態それぞれ2群に分けて比較検討した。病変の長さは、単一部位でのATEによるカッティングで処理できる2.0cm未満と、複数部位での処置を必要とする2.0cm以上の2群に分けた。術前狭窄率は、狭窄率が99-50%の狭窄群と完全閉塞病変群の2群に分けた。末梢run-offの状態については、他に病変のない単独病変群と末梢に有意狭窄病変ないし閉塞病変のある重複病変群に分けて検討した。

その他の再狭窄に関与する危険因子として、年齢、糖尿病、高血圧および脂質異常の有無につき開存率を比較した。年齢は、症例の平均年齢が70歳であることから、69歳以下群と70歳以上群の2群に分けた。脂質異常群は総コレステロール220mg/dl以上またはHDLコレステロール35mg/dl

以下を呈する症例とした。

結果は平均値±標準誤差で表した。長期開存率はKaplan-Meier法を用いて比較検討し、Wilcoxon testにて検定を行った。部位別の完全閉塞病変数の比較はカイ2乗検定を用いた。

結 果

初期治療成績をTable 1に示す。初期成功率は94.1%であった。不成功10例11病変の内訳は、病変部をカテーテルが通過しなかったもの4病変、穿孔2例3病変、残存狭窄50%以上2病変、解離によるもの1病変、急性再閉塞によるもの1病変であった。カテーテル不通過症例は総腸骨動脈1病変、外腸骨動脈3病変で、術前狭窄率は平均 $84.0 \pm 4.8\%$ であり完全閉塞病変はなく、いずれも屈曲と石灰化の強い腸骨動脈病変であった。穿孔症例はいずれも外腸骨動脈の完全閉塞病変であった。血管の屈曲はほとんど無かったが、バルーンによるpredilatationの過程で解離を合併しており、ATEによるカッティングを追加した時に穿孔を合併した。カッティング時のバルーン圧はいずれも30PSIだった。

成功症例の平均狭窄率は術前 $79.0 \pm 1.2\%$ (mean ± SE)から術後 $22.7 \pm 1.0\%$ に改善した。合併症では穿孔が2例1.1%に、巨大血腫が2例1.2%に、解離が4例2.2%に認められた。穿孔症例ではいずれも外科的処置を必要とした。部位別初期成功率も各部位間に差を認めなかったが(Fig.1)、浅大腿動脈では100%で成功した。

Kaplan-Meier法による全症例での遠隔期開存率は、6カ月:87.6%, 1年:79.6%, 2年:62.5%, 3年:62.5%であった。病変部位別の1年および2年開存率は、それぞれ総腸骨動脈では97.1%, 90.7%, 外腸骨動脈では78.6%, 62.5%, 浅大腿動脈では67.4%, 38.3%であり、浅大腿動脈病変および外腸骨動脈病変では総腸骨動脈病変に比較して開存率が有意に低く、血管径が細くなるほど開存率が低くなる傾向があった(Fig.2)。ただし、部位別の完全閉塞病変の比率は、総腸骨動脈8.2%, 外腸骨動脈9.1%, 浅大腿動脈14.7%と浅大腿動脈でやや多い傾向があったが有意差を認めなかった。病変長別では、病変長2.0cm以上群での開存率は1年:70.5%, 2年:48.1%と低いのに比較し、2.0cm未満

Table 1 Initial results of atherectomy in the patients with arteriosclerotic lesions.

Cases (lesions)	146 (186)
Mean age	69.5±1.2%
Initial success rate	94.1% (175/186)
Mean percent stenosis	
Before	79.0±1.2%
After	22.7±1.0%
Complication	
Dissection	2.2% (4/186)
Hematoma	1.2% (2/169)
Perforation	1.1% (2/186)

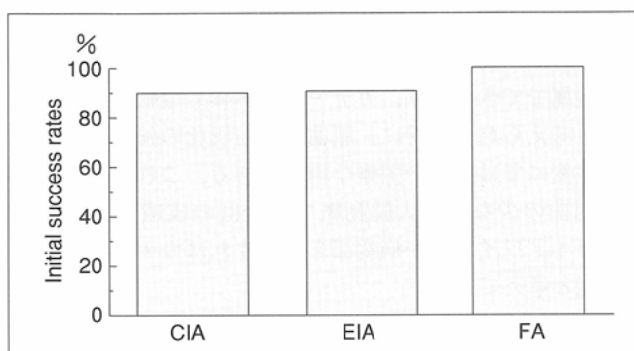


Fig.1 Initial success rates of atherectomy in common iliac arteries (CIA), external iliac arteries (EIA) and femoral arteries (FA).

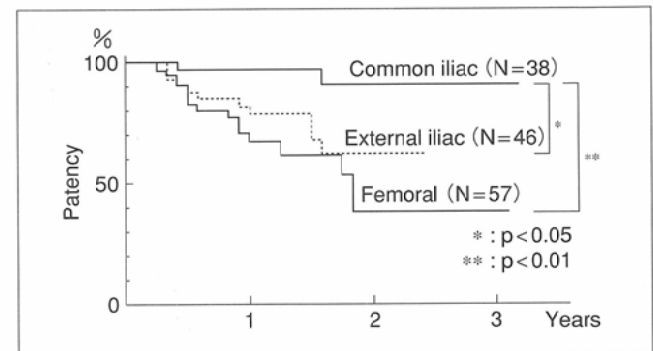


Fig.2 Long-term patency of atherectomy in common iliac arteries, external iliac arteries and femoral arteries.

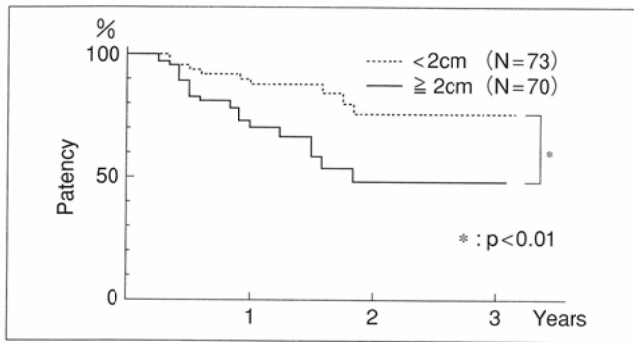


Fig.3 Long-term patency of atherectomy in < 2cm lesions versus that in ≥ 2 cm lesions.

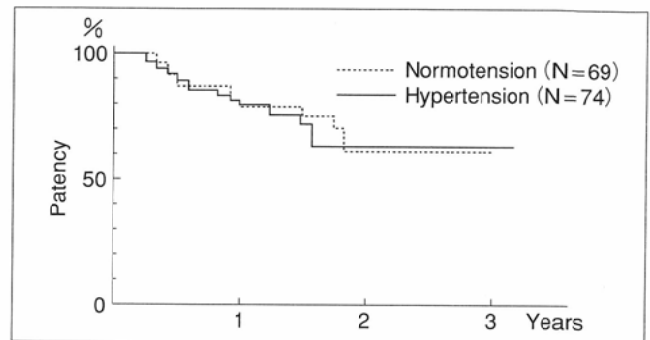


Fig.6 Long-term patency of atherectomy in normotensive patients versus that in hypertensive patients.

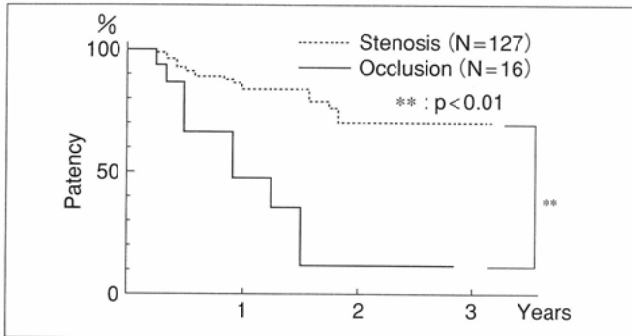


Fig.4 Long-term patency of atherectomy in occluded lesions versus that in stenotic (99-50%) lesions.

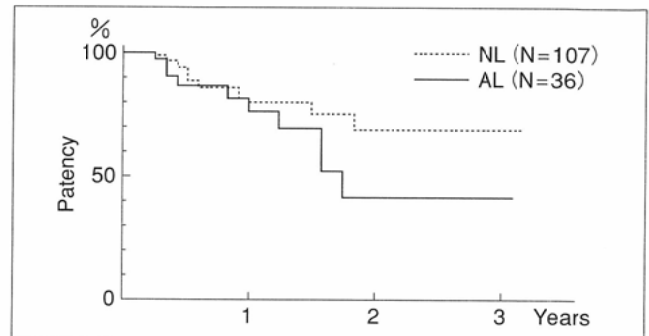


Fig.7 Long-term patency of atherectomy in normal serum lipid patients (NL) versus that in abnormal serum lipid patients (AL).

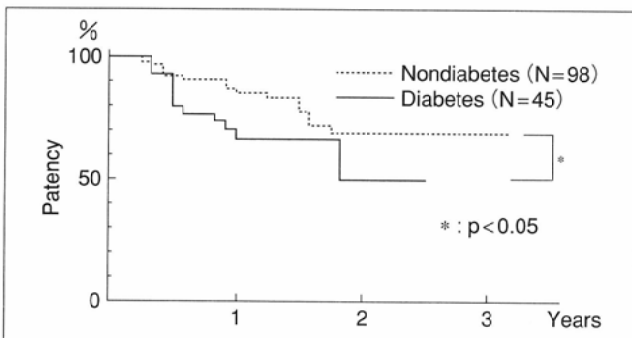


Fig.5 Long-term patency of atherectomy in nondiabetic patients versus that in diabetic patients.

群での開存率は1年：88.0%，2年：75.5%と良好であり，病変長2cm以上群は2cm未満群に比較して開存率が有意に低かった(Fig.3)．狭窄群での開存率は1年：83.9%，2年：70.6%と良好であるが，完全閉塞病変群での開存率は1年：47.6%，2年：11.9%と有意に低値であった(Fig.4)．末梢のrun-offの影響については，単独病変群での開存率は1年：85.3%，2年：60.6%であり，重複病変群での開存率は1年：66.8%，2年：66.8%であった．重複病変では1年以内の早期に再狭窄を起こす傾向がみられたが，全経過を通じての開存率には有意差を認めなかった．

年齢および危険因子の検討では，69歳以下の開存率は1年：83.1%，2年：68.1%，70歳以上の開存率は1年：72.3%，2年：55.1%と，69歳以下群でやや良好な傾向があったが有意差は認めなかった．糖尿病合併例では遠隔期開存率が有意に低かった(Fig.5)．高血圧の合併の有無により長期開存率には有意差を認めなかった(Fig.6)．脂質異常群では

正常脂質群に対し初期の開存率には差がないが，2年後の開存率が低くなる傾向を示した(Fig.7)．経過が良好であった総腸骨動脈病変症例(Fig.8)と再狭窄を来した糖尿病合併の浅大腿動脈病変症例(Fig.9)を示す．

考 察

ATEは，Simpsonら^{1),2)}により開発された特殊カテーテルを用いて，血管壁に過度の外力を加えずに血管内腔の狭窄病変部を直接切除する治療法である．本法の利点は，1)アテローム等の狭窄物質を削り取るため内腔を確保でき，切除後の断面が平滑である，2)血管壁を過伸展させアテロームや内膜に亀裂を入れるバルーンメカニズムとは異なることから^{10),11)}，血管の解離が発生しにくい，3)切除片を病理組織学的に検討することが可能であることなどである．

今回，初期成功率は94.1%と良好であった．初期不成功病変の36%はカテーテルが病変部を通過しなかったためである．これは，現在のAtheroTrack™はハウジング部が屈曲不能な金属でできており，カテーテル本体も柔軟性に乏しいためと考えられる．特に，屈曲及び石灰化の強い外腸骨動脈の病変には挿入が困難な場合がある．これに対し，血管の屈曲の少ない浅大腿動脈では今回の成績も良好であり，ガイドワイヤーが病変部を通過すればカテーテルも通過可能と考えてよい．

アテレクトミーによる合併症は5-21%と報告されている^{2),11)-14)}．Simpsonらは1例の血管の解離を報告しているのみであるのに対し²⁾，Kimらは21%の合併症を報告しており，鼠径部の

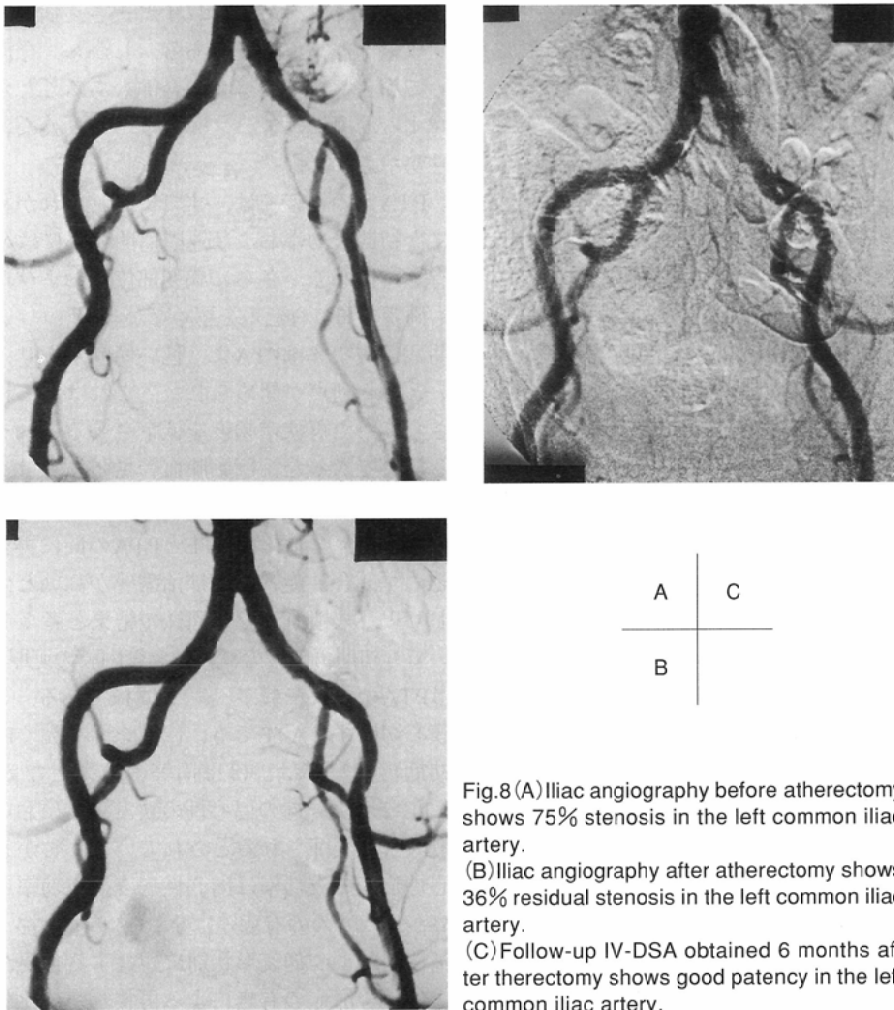


Fig.8 (A) Iliac angiography before atherectomy shows 75% stenosis in the left common iliac artery.
 (B) Iliac angiography after atherectomy shows 36% residual stenosis in the left common iliac artery.
 (C) Follow-up IV-DSA obtained 6 months after atherectomy shows good patency in the left common iliac artery.

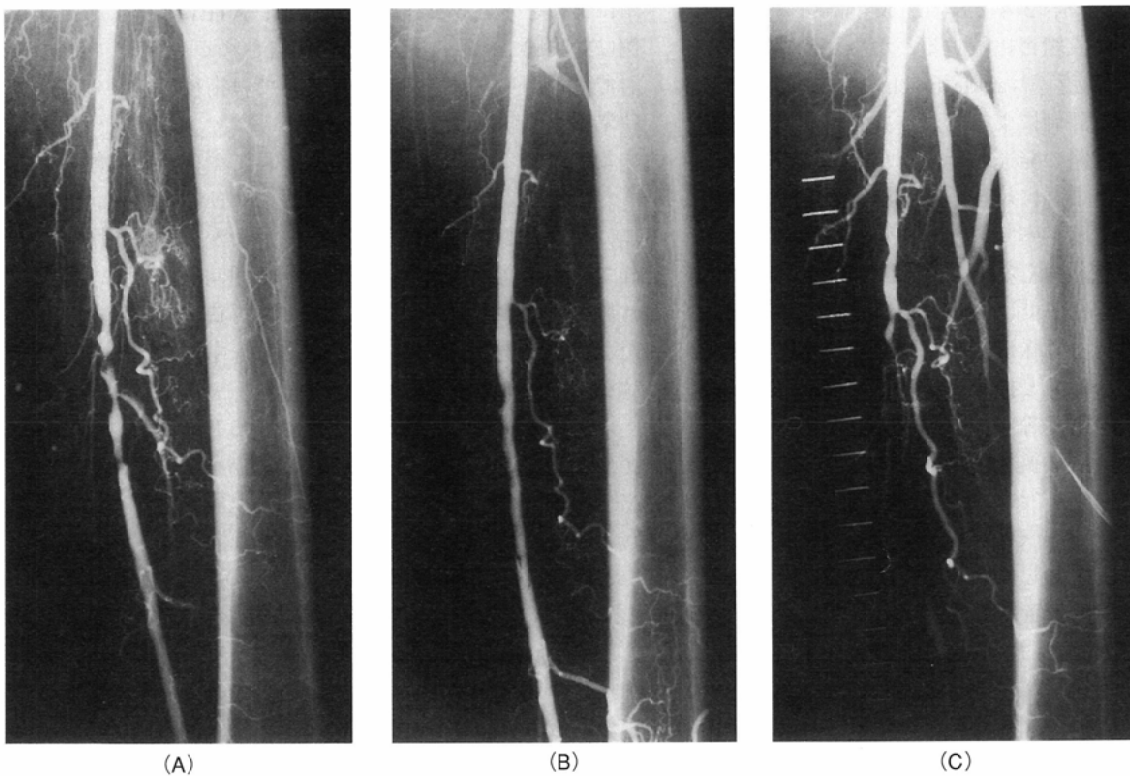


Fig.9 (A) Left superficial femoral angiography before atherectomy shows long segmental stenosis (maximum 92%)
 (B) Left superficial femoral angiography after atherectomy shows 21% residual stenosis.
 (C) Left superficial femoral angiography obtained 6 months following atherectomy shows occlusion.

血腫が大部分を占めるが、血管の穿孔も1例報告している¹⁴⁾。今回のわれわれの検討では、合併症が4.4%に認められ、中でも重篤な合併症である穿孔が2例1.1%に生じた。穿孔症例はいずれも完全閉塞の外腸骨動脈病変であり、predilatationの過程で解離を合併しており、解離により血管壁の薄くなった部分にさらにカッティングを行ったために穿孔を合併した可能性が考えられる。また、Kuntzらは、冠動脈に対するインターベンションについて再狭窄に関する量的理論を提唱している^{15), 16)}。これは、再狭窄における遠隔期の血管内腔径等には術直後の内腔径および残存狭窄度のみ関係があり、手技の種類(PTA, ATEおよびステント)とは関係がないことより、術直後の血管径(gain)を出来るだけ大きくすることが再狭窄率(late loss)を低下させる(bigger is better)という考え方である。われわれの初期の症例では、冠動脈に対するATEと同様に残存狭窄率を出来るだけ小さくすることを目的としたため穿孔を合併した可能性があると考えている。その後の症例では残存狭窄の目標を25%以下と緩和したため穿孔は経験しておらず、穿孔の合併は技術的な問題であると同時にgainのとり方も大きな要因と考える。なお、ATEのカテーテルは7-11Frであり、PTAのカテーテルと比較するとまだ非常に太い。腸骨動脈病変には10Fr以上のシースイントロデューサーが必要であり、圧迫止血に十分注意を払わないと血腫を形成する可能性がある。今回の検討でも穿刺部巨大血腫が2例1.2%に認められており、圧迫止血時は一般の血管造影以上に慎重に対処する必要がある。

ASOに対するATEの長期予後の成績はまだ確立されていない。遠隔期予後の検討もまだ少ないが、1年後の再狭窄率は7-28%と報告されている^{12), 13)}。Kimらは¹⁴⁾ATE単独治療による開存率を1年:92%, 2年:84%, 3年:84%と報告しており、われわれの成績と比較するとかなり良好である。しかし、彼らの長期開存率はankle-brachial index等の非観血的な臨床所見による評価によっており、外腸骨動脈や浅大腿動脈では側副血行路の発達が良好なため評価が不正確となる可能性がある。これに対し、われわれの検討はすべて血管造影所見による開存率であり、病変部に対するより正確な評価が得られたと考える。

病変部位別の遠隔期開存率では、浅大腿動脈病変および外腸骨動脈病変では総腸骨動脈病変と比較して開存率が有意に低く、血管が細くなるほど再狭窄率が高くなる傾向があった。これはKuntzらの再狭窄に関する量的理論や^{15), 16)}、PTAで血管径が大きいほど再狭窄率が小さいとの報告に一致するものである^{8), 17)}。ATEにおける初期再狭窄は血管内膜の肥厚によるものであり^{6), 18)}、それぞれの血管で同じように血管内膜の肥厚が起こったとしても、血管内腔の直径の大きい方が相対的な狭窄率は小さくなると推定される。

病変長についての検討では、病変長2.0cm以上群が病変長2.0cm未満群に比較して開存率が有意に低く、病変長が長いほど再狭窄率は高い。同様に、完全閉塞病変群での開存率は狭窄群と比較すると極めて低値であった。完全閉塞に対

する治療では、ATEはワイヤーさえ病変部を通過すれば初期成績は非常に良好である。しかし、今回遠隔期予後は極めて不良であり、穿孔の合併もあることから、完全閉塞に対する治療にはステント等の^{19), 20)}新たな治療法選択の必要性が示された。

PTAとの比較では、すでにわれわれが報告しているように、初期成功率および遠隔期開存率にはATEとPTAの間に有意差はなく、さらに病変部位別および形状別に検討しても両者の間に有意差を認めなかった^{7), 11)}。ただし、ATEの初期残存狭窄率はPTAより低い傾向があり、解離の合併も低いという利点が認められた。これは、これまでATEに期待されていた再狭窄頻度を低下させるという可能性を否定する結果であった。冠動脈血管拡張術では、部位別に検討すると左冠動脈起始部病変のみATEの開存率がPTAより良好であるが、全体ではATEとPTAの間に再狭窄率の有意差を認めず、合併症率および治療費が高いとの報告がなされており²¹⁾、末梢血管でも同様の結果と考えられる。ATEにおいても初期再狭窄の機序は血管内膜の肥厚であり^{6), 18)}、これはPTAの再狭窄機序^{22), 23)}と同様である。このため、血管内膜を切除するATEでも、内膜を引き裂くPTAであっても、初期再狭窄率は、ほぼ同等の結果となると考えられる。ATEでは限局性の偏心性の狭窄病変においてその治療法が最大限に発揮されるとされている。しかし、ATEでも、偏心性病変の成功率は同心性病変の成功率に比較しわずかに高かったものの有意差はなく⁷⁾、今後はさらに長期の予後を部位別および病変形状別に観察する必要がある。

各種合併症の有無による再狭窄率の比較では、糖尿病の合併症例において遠隔期開存率が有意に低かった。糖尿病の再狭窄に与える影響については、PTAにおいて初期再狭窄に影響を与えることが報告され⁸⁾、ATEにおいても再狭窄例に糖尿病の合併の多いことが報告されている¹⁴⁾。今回の検討では、明らかに糖尿病合併症例では術後早期から高い再狭窄率を呈することが示された。

年齢による検討では、69歳以下群でやや良好な傾向があったが有意差はなかった。高血圧および脂質異常合併の有無により長期開存率に有意差を認めなかったが、脂質異常群では2年後の再狭窄率が高くなる傾向を示した。脂質異常群では血管内膜の肥厚による初期再狭窄とは異なり、新たな動脈硬化の進展により再狭窄を来す可能性があるのではないかと考える。

以上のように、ATEはASOに対する有効な治療法であるが、穿孔等の危険性もあり慎重に施行するべきである。ATEはPTAに比較して初期成功率、遠隔期開存率が同等としても、初期残存狭窄率がやや低く、血管解離の合併が低いという利点があるため、PTAでは拡張不能な硬い病変、flapを伴う複雑病変、ステント挿入後の再狭窄病変などに対する利用価値は高いと考える。今後、ステント^{19), 20)}、ロータックス^{24), 25)}、ロータプレーター^{26), 27)}等の新治療法が広く行われるようになった場合には、それぞれの病変に対する適切な治療法の選択が必要となり、ATEについても、さら

に、病変部位別および形状別の長期の予後を観察する必要があろう。

結 語

1. Fontaine II-IV度のASO146例, 186病変に対するATEの初期成功率は94.1%であった。
2. 合併症は4.4%に認められ, そのうち穿孔は2例1.1%であった。
3. Kaplan-Meier法による遠隔期開存率は6カ月:87.6%,

- 1年:79.6%, 2年:62.5%, 3年:62.5%であった。
4. 病変部位別の遠隔期開存率は, 外腸骨動脈および浅大腿動脈に比較して総腸骨動脈病変では有意に高かった。
5. 病変長2cm以上群では2cm未満群に比較して遠隔期開存率が有意に低く, 完全閉塞病変群の開存率も狭窄群に比較して有意に低値であった。
6. 糖尿病の合併症例では遠隔期開存率が有意に低かったが, 高血圧および脂質異常合併の有無では有意差を認めなかった。

文 献

- 1) Schwarten DE, Katzen BT, Simpson JB, et al : Simpson catheter for percutaneous transluminal removal of atheroma. *Am J Rentgenol* 150 : 799-801, 1988
- 2) Simpson JB, Selmon MR, Robertson GC, et al : Transluminal atherectomy for occlusive peripheral vascular disease. *Am J Cardiol* 61 : 96G-101G, 1988
- 3) 橋本 統, 井戸邦雄, 平松京一 : 腸骨動脈領域の閉塞性動脈硬化症に対する経皮的アテローム切除術. *日本医放会誌* 48 : 367-368, 1988
- 4) 白土桃子, 橋本 統, 成松芳明, 他 : 大腿・腋窩動脈領域の狭窄に対するOver-the-wire typeのカテーテルを用いたAtherectomy. - 初期治療効果および8カ月間の経過観察結果 -. *日本医放会誌* 53 : 820-826, 1993
- 5) 横井良明, 中村陽一, 横家正樹, 他 : 閉塞性動脈硬化症に対するアテレクトミー初期成績と再狭窄に関する検討-. *脈管学* 34 : 43-48, 1994
- 6) 草場宏靖, 古賀伸彦, 佐藤 隆, 他 : 下肢閉塞性動脈硬化症に対するアテレクトミーの予後-血管内視鏡検査と病理所見により再狭窄を予測できるか-. *脈管学* 34 : 383-389, 1994
- 7) 熊倉久夫, 市川秀一, 丹下正一, 他 : 閉塞性動脈硬化症におけるアテレクトミーとPTAの遠隔期治療成績の比較. *脈管学* 35 : 251-256, 1995
- 8) 平井俊範, 興柁征典, 小国達郎, 他 : 腸骨・大腿・膝窩動脈のPTA-初期および長期の治療成績について-. *日本医放会誌* 54 : 1339-1346, 1994
- 9) Castaneda-Zuniga WR, Formanek A, Tadavarthi M, et al : The mechanism of balloon angioplasty. *Radiology* 135 : 565-571, 1980
- 10) Block PC : The mechanism of transluminal angioplasty. *Inter Angiol* 4 : 77-79, 1985
- 11) 山岸敏治, 熊倉久夫, 市川秀一, 他 : 閉塞性動脈硬化症に対するアテレクトミーとPTAの初期治療成績. *脈管学* 35 : 239-244, 1995
- 12) Graor RA, Whitlow PL : Transluminal atherectomy for occlusive peripheral vascular disease. *J Am Coll Cardiol* 15 : 1551-1558, 1990
- 13) Von Pölniz A, Nerlich A, Berger H, et al : Percutaneous peripheral atherectomy : Angiographic and clinical follow-up of 60 patients. *J Am Coll Cardiol* 15 : 682-688, 1990
- 14) Kim D, Gianturco LE, Porter DH, et al : Peripheral directional atherectomy : 4-year experience. *Radiology* 183 : 773-778, 1992
- 15) Kuntz RE, Hinohara T, Safian RD, et al : Restenosis after directional coronary atherectomy : Effects of luminal diameter and deep wall excision. *Circulation* 86 : 1394-1399, 1992
- 16) Kuntz RE, Gibson CM, Nobuyoshi M, et al : Generalized Model of restenosis after conventional balloon angioplasty, stenting and directional atherectomy. *J Am Coll Cardiol* 21 : 15-25, 1993
- 17) Standards of practice committee of the society of cardiovascular and interventional radiology : Guidelines for percutaneous transluminal angioplasty. *Radiology* 177 : 619-626, 1990
- 18) Johnson DE : Directional peripheral atherectomy: histological aspects of a new interventional technique. *JVIR* 1 : 29-33, 1990
- 19) Rees CR, Palmaz JC, Garcia O, et al : Angioplasty and stenting of completely occluded iliac arteries. *Radiology* 172 : 953-959, 1989
- 20) Zollkofer CL, Antonucci F, Pfyffer M, et al : Arterial stent placement with use of the wallstent : Midterm results of clinical experience. *Radiology* 179 : 449-456, 1991.
- 21) Topol EJ, Leya F, Pinkerton CA, et al : A comparison of directional atherectomy with coronary angioplasty in patients with coronary artery disease. *New Eng J Med* 329 : 221-227, 1993
- 22) Zarins CK, Lu CT, Gewertz BL, et al : Arterial disruption and remodeling following balloon dilatation. *Surgery* 92 : 1086-1095, 1982
- 23) Wolf GL, LeVeen RF, Ring EJ : Potential mechanism of angioplasty. *Cardiovasc Intervent Radiol* 7 : 11-17, 1984
- 24) Kaltenbach M, Vallbracht C : Reopening of chronic coronary artery occlusions by low speed rotational angioplasty. *J Interven Cardiol* 2 : 137-145, 1989
- 25) 熊倉久夫, 山田龍作, 木村 剛, 他 : ロータックス・カテーテルシステムの臨床的評価. *新しい医療機器研究* 3 : 57-63, 1995
- 26) Ahn SS, Auth DC, Marcus DR, et al : Removal of focal atheromatous lesions by angioscopically guided high speed rotary atherectomy : Preliminary experimental observations. *J Vasc Surg* 7 : 292-300, 1988
- 27) Zacca NM, Raizner AE, Noon, GP, et al : Treatment of symptomatic peripheral atherosclerotic disease with a rotational atherectomy device. *Am J Cardiol* 63 : 77-80, 1989