



Title	下肢動脈のatherectomy-その初期経験について-
Author(s)	興梠, 征典; 平井, 俊範; 坂本, 祐二 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1994, 54(8), p. 743-750
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17590
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

下肢動脈の atherectomy

—その初期経験について—

興梠 征典

平井 俊範

坂本 祐二

原田 幹彦

山本 宏昭

浜武 諭

生嶋 一朗

高橋 瞳正

熊本大学医学部放射線医学教室

Transluminal Atherectomy for Occlusive Peripheral Vascular Disease : Preliminary Results

Yukunori Korogi, Toshinori Hirai,
Yuji Sakamoto, Mikihiko Harada,
Hiroaki Yamamoto, Satoshi Hamatake,
Ichiro Ikushima and Mutsumasa Takahashi

We studied the preliminary results of atherectomy of atherosclerotic lesions involving the lower extremities in 10 patients. Fifteen arterial stenotic lesions, five iliac, eight superficial femoral, one popliteal, and one anterior tibial, were treated. Five lesions were re-stenoses after balloon angioplasty, while the remaining lesions were previously untreated primary stenoses. For atherectomy, over-the-wire atherectomy catheters ranging in size from 7 to 10-F were used. Balloon angioplasty was also performed in cases 3, 6 and 9. Atherectomy was considered a success in all patients based on angiographic and clinical criteria. Complications occurred in three patients: intimal dissection, distal embolism and arterial spasm. In the patients with distal embolism, a surgical approach was required

to remove the embolus. The internal elastic lamina or media was resected in 10 lesions on the histopathologic specimens. Although further assessment of complications and long-term results is required, these results suggest that atherectomy is useful for treating occlusive peripheral vascular disease.

はじめに

閉塞性動脈硬化症の治療において vascular intervention の果たす役割は年々大きくなっています。特に balloon catheter を用いた percutaneous transluminal angioplasty(PTA)は臨床に広く応用されている¹⁾。Simpson ら²⁾の開発した atherectomy は、atheroma 自体を切除する新しい vascular intervention の方法であり、欧米では遠隔成績の報告も見られる³⁾⁻⁶⁾。本邦では橋本ら⁷⁾により初めて施行されたが、治験段階であったため、その他には限られた報告を認めるのみである^{8),9)}。本邦においては 1991 年 7 月より、atherectomy catheter が保険適用となり、また同時に over-the-wire 型の atherectomy catheter が使用可能となった。

我々は PTA 後の早期再発例を含む下肢の閉塞性動脈硬化症 10 症例、15 病変に対して over-the-wire 型の catheter を用いて atherectomy を施行したので、その初期経験を報告する。

Research Code No. : 508.9

Key words : Atherectomy, Arteriosclerosis, PTA,
Iliac artery, Femoral artery

Received Jun. 16, 1993; revision accepted Sep. 8, 1993

Department of Radiology, Kumamoto University School of Medicine

対象および方法

症例は間欠性跛行ないし安静時疼痛を主訴とする57~88歳の男性8例、女性2例で、施行部位は総腸骨動脈3病変、外腸骨動脈2病変、浅大腿動脈8病変、膝窩動脈1病変、前脛骨動脈1病変である(Table 1)。このうち症例1の両側浅大腿動脈、症例3の左浅大腿動脈、症例5と症例8の左外腸骨動脈はいずれもPTA後の再発例であり、ほかの例はすべて初回治療としてatherectomyを施行した。atherectomyの適応としては、PTAに準じ、血管造影上50%以上の狭窄を認めかつ上記の症状を伴うものとした。

血管造影所見に基づき、病変をconcentric, eccentric, diffuseに分類した。concentricは狭窄が限局性でかつほぼ対称性に存在するもの、eccentricは狭窄が限局性でかつ偏在しているもの、diffuseはびまん性の狭窄である。

atherectomyにはDVI社製のover-the-wire型のSimpson peripheral atherectomy catheter(Athero Track™)を使用した。血管造影上で計測した血管径に応じて、6F(実効径3.5mm), 7F(実効径5.3mm), 8F(実効径6.7mm), 10F(実効径9.3mm)のいずれかのサイズを選択した。ただし3病変(症例3, 6, 9)では、PTAも併用した。病変部と同側の大腸動脈から、腸骨動脈の場合は逆行性に、浅大腿・膝窩動脈の場合は順行性に穿刺し、catheter径と同サイズないし1F大きいシースを挿入した。DSAのロードマップ下にまずguide wireで狭窄部位を通過した後、それに沿わせてatherectomy catheterを進めた。次にwindowの部分をatheromaの方向に向けて20~30psiにてballoonを加圧し、atheromaをwindow内に取り込んだ後、モーターを駆動させつつカッターを進めて切除した。catheterを回転させながら、全方向に対しても

Table 1 Summary of cases

case/age/ sex/	lesion characteristics			%stenosis	complications	histopathology			follow-up			
	vessels	morphology	balloon angioplasty			FIT/AP calc. media						
1/73/M	Lt. SFA	diffuse	-	75→30	-	FIT	-	+	12mo.			
	Rt. SFA	diffuse	-	60→30	-	FIT	-	-				
2/70/M	Rt. CIA	concentric	-	90→10	-	AP	+	+	10mo.			
	Rt. SFA	eccentric	-	60→25	-	FIT	+	-				
3/70/M	Rt. PA	eccentric	-	50→20	-	AP	-	+	10mo.			
	Lt. SFA	diffuse	+	80→30	dissection	FIT	-	+				
4/63/M	Lt. SFA	concentric	-	85→30	-	FIT	+	+	8mo.			
5/88/M	Lt. EIA	eccentric	-	70→30	-	AP	-	-	7mo.			
6/80/F	Rt. CIA	eccentric	+	85→25	embolism	NA			3mo.			
7/57/M	Lt. SFA	diffuse	-	60→20	-	AP	-	+	2mo.			
	Lt. ATA	concentric	-	90→60	spasm	AP	+	+				
8/62/M	Lt. EIA	diffuse	-	50→15	-	AP	+	+	2mo.			
	Lt. SFA	eccentric	-	90→30	-	AP	+	+				
9/68/F	Rt. CIA	concentric	+	80→30	-	FIT	+	+	2mo.			
10/72/M	Lt. SFA	eccentric	-	70→40	-	AP	-	-	1mo.			

CIA=common iliac artery, EIA=external iliac artery, SFA=superficial femoral artery,

PA=popliteal artery, ATA=anterior tibial artery

AP=atherosclerotic plaque, FIT=fibrous intimal thickening, NA=not available, calc.=calcification

様の操作を行った。

ハウジング内に回収された切除検体は、直ちにホルマリン液に浸し H/E 染色と弾性線維染色を行った。病理組織所見は光学顕微鏡にて観察し、特に、内膜肥厚の性状、石灰化、中膜組織の有無について検討を行った。肥厚した内膜の病理所見は Johnson ら¹¹⁾の検討に従い、atherosclerotic plaque と fibrous intimal thickening に大きく分類した。すなわち atherosclerotic plaque は線維性肥厚に加え脂質の沈着を伴う動脈硬化病変、fibrous intimal thickening は線維性肥厚が主体の病変である。なお症例 6 では、技術的な問題により切除検体の標本作成ができなかったため、病理組織所見の検討は行っていない。

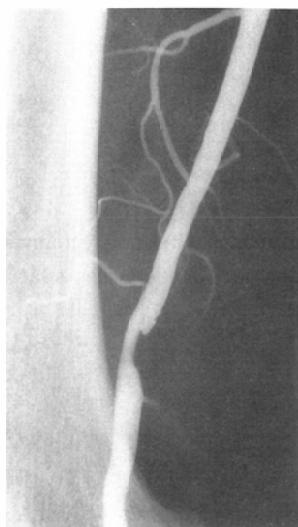
抗血小板剤は PTA に準じ、塩酸チクロピジン 200mg を術前 3 日前より開始し、3 カ月以上投与した。またウロキナーゼ 12 万単位を術後 3 日間点滴静注した。なお術中のヘパリン投与は行わなかった。

結 果

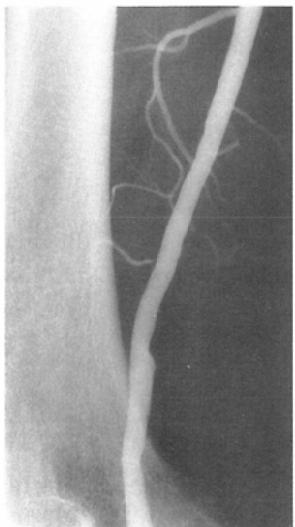
atherectomy 後の血管造影では、PTA 併用例

を含め全病変で有意の狭窄率の改善を認め、臨床的にも自覚症状の軽減または消失が見られた (Table 1) (Fig. 1, 2)。これまであまり適応とされていなかった、びまん性の狭窄や高度の石灰化を伴う病変に対しても、良好な結果が得られた (Fig. 3)。PTA を併用しなかった例では、術後有意の内膜解離の所見を認めなかった。

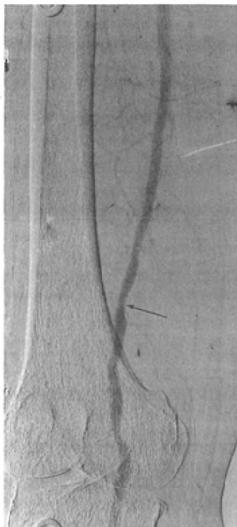
技術的には、浅大腿・膝窩動脈の病変では、全例容易に狭窄部までウインドウの部分を進め、catheter を回転させながら全周性に atheroma を切除することが可能であった。一方、catheter 先端のハウジングの部分の柔軟性が乏しいため、屈曲蛇行を伴う腸骨動脈を経由して、総腸骨動脈の病変に catheter を進めるのはやや困難であった。症例 6 では、総腸骨動脈病変の遠位部約半分は切除できたが、近位側まで十分 catheter を進めることができず結局 PTA を併用した。症例 9 では atheroma が少量しか切除できず、PTA を併用した。また症例 2, 6 では血管の屈曲のため、catheter を全周性に回転させることができず、atheroma の一部が切除できなかったが、有意の拡張が得られたため PTA は追加しなかった。脛骨動脈起始部の病変に対しては 6F の小血



(A) Initial angiogram shows eccentric stenosis of the right popliteal artery.

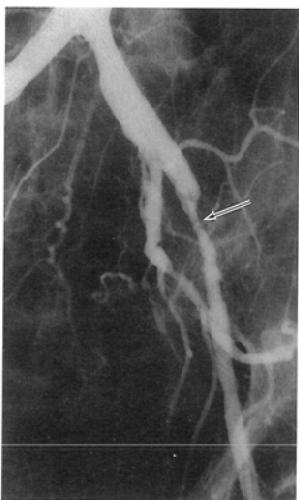


(B) Angiogram immediately after atherectomy shows successfully dilated stenosis.

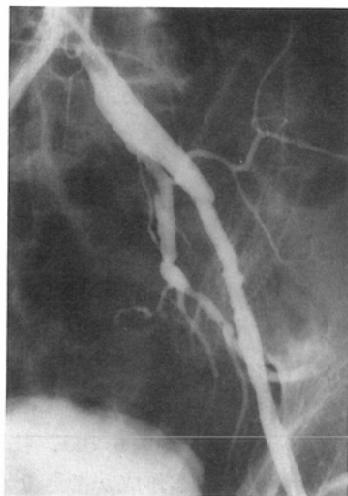


(C) Follow-up IVDSA, 8 months after PTA, shows no recurrence of the stenosis (arrow).

Fig. 1 Case 3

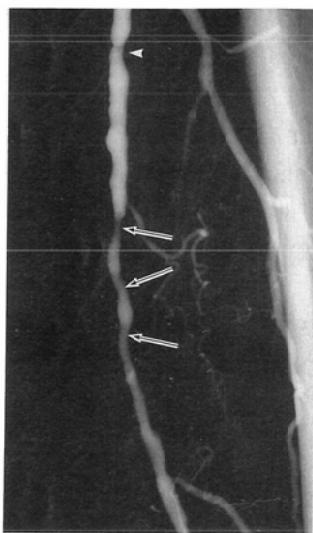


(A) Angiogram shows eccentric stenosis of the left external iliac artery (arrow).



(B) Postatherectomy angiogram demonstrates mild residual stenosis.

Fig. 2 Case 5



(A) Angiogram shows eccentric (arrowhead) and diffuse (arrows) stenoses of the left superficial femoral artery.



(B) Angiogram immediately after atherectomy shows mild residual stenosis. One of the branches is sacrificed by atherectomy (arrow).

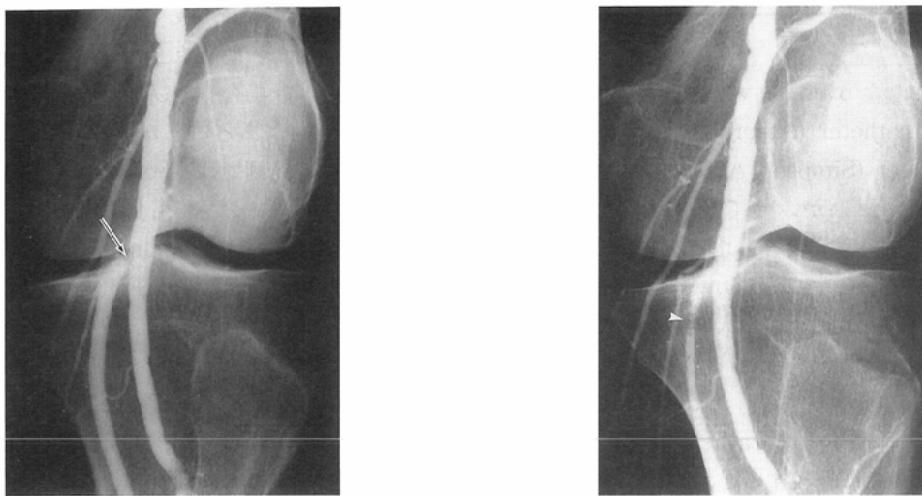
Fig. 3 Case 1

管用の atherectomy catheter (window: 1.0cm) を使用し、狭窄部に進めることができた (Fig. 4)。

過去 2 回にわたる PTA 後に早期再発を繰り返した症例 1 では、3 カ月後の IVDSA にて軽度の狭窄の再発が見られたが、10 カ月後の IVDSA

にても変化なく、また症状も軽快しているため、現在 12 カ月経過し観察中である。ほかの例では最長 10 カ月のフォローにて再発を認めていない。

合併症は 3 例に認めた。症例 3 においては、 atherectomy 後の造影にて内腔が極めて不整となり血流が遅延したため、高度の内膜解離を疑い



(A) Angiogram shows sever stenosis at the ostium of the left anterior tibial artery (arrow).

(B) Postatherectomy angiogram demonstrates successfully dilated stenosis with some spasms (arrowheads)

Fig. 4 Case 7

PTA を追加した。症例 6においては、右総腸骨動脈の狭窄は良好な拡張が得られたが、確認の造影にて反対側の腸骨動脈閉塞の所見を認めた。まずウロキナーゼの動注を試みたが改善しないため、結局外科的に左総大腿動脈を露出後、塞栓を摘出した。上で述べたように、atherectomy catheter 先端の柔軟性が乏しいため、総腸骨動脈の病変に catheter を進める際に atheroma の一部が損傷剥離し、対側へと流入したものと思われた。ただし患者は術中ごく軽度の左下肢の冷感を訴えたのみであった。症例 7 の脛骨動脈の atherectomy では、その末梢の spasm が発生したが、後に改善し臨床的には特に問題とならなかった (Fig. 4)。そのほか臨床的には問題なかったが、石灰化の強い病変による Balloon 破裂が 1 例、太いシースを挿入したことによる血流の遅延が 2 例に見られ、うち 1 例では血栓形成との鑑別が問題となつた。

病理組織学的検討では、得られたほとんどの組織で線維性の肥厚所見が含まれていた。14 病変中 atherosclerotic plaque の所見が主体だったものが 8 病変、fibrous intimal thickening 主体であったものが 6 病変であった (Fig. 5)。石灰化

は 7 病変で得られた。14 病変中 10 病変に内弾性板または中膜の組織が含まれていた。なお PTA 後の早期再発例では、fibrous intimal thickening の所見が主体となっていた。



Fig. 5 Fibrous intimal thickening in postangioplasty restenosis (Masson's trichrome stain). Proliferation of smooth muscle cells within a loose connective tissue matrix was observed.

考 察

今回使用した over-the-wire 型の Simpson atherectomy catheter (AtheroTrackTM) は、これまでの catheter (Simpson AtheroCathTM) に比べて、guide wire にかぶせて進めることができるために、複雑な狭窄病変でも比較的安全に行えるようになつた。さらに window を atheroma に圧着させるための balloon が大きくなつたので、実効径が拡大し、最大 9.7mm (11F) まで使用可能となつた。

しかし、ほとんどの catheter が 5F 以下となっている PTA に比較すると、catheter のサイズは小さいとは言えない。atherectomy の合併症として穿刺部の血腫や偽動脈瘤の発生頻度が高いことが報告されているが⁵⁾、over-the-wire 型においても穿刺部の合併症や catheter の操作に伴う危険性は高いと考えられる。なお我々の症例では、シース抜去後の用手的圧迫、および病棟での固定帶による圧迫とともに十分時間をかけることにより、穿刺部血腫は経験しなかつた。具体的には、PTA の場合、術後 8 時間で圧迫、安静を解除しているが、atherectomy では翌朝まで（8 時間は通常の強度で、それ以降は弱く）圧迫した。

catheter の柔軟性の問題もまだ解決されておらず、我々もそのためと考えられる合併症を経験した。遠隔塞栓を起こした症例 6 では、catheter を進める際に硬いウインドウの部分で血管壁を損傷して、変性の著明な atheroma の一部が剥離したものと思われた。atherectomy ではこれまでに数例の遠隔塞栓の報告^{3),5)}があるが、我々と同様の機序による遠隔塞栓の報告は見られない。屈曲蛇行を伴う腸骨動脈の高度狭窄例では、atherectomy は非適応と考えられる。また、腸骨動脈分岐部を経由して対側へと catheter を進めることができないため、大腿動脈穿刺部近傍の病変を治療する際には困難が伴う。今後、サイズ、柔軟性の問題が解決されることが望まれる。

全周性に少しづつ切除していくため、手技に時間を要するのも問題点の一つである。Kim ら⁵⁾は、PTA に比較して約 20 分余計に時間をかか

ったと述べているが、我々の印象もほぼ同様であった。そのほかの問題点としてはこれまでに、硬い石灰化を伴う場合や、びまん性の狭窄の場合削れない可能性があることがあげられている^{3),4)}。しかし我々の症例では石灰化を伴う病変、びまん性の狭窄いずれにおいても良好な結果が得られており、積極的に atherectomy を試みてよいと考えられる。ただし高度の石灰化を伴う場合、balloon 破裂の可能性があることを念頭に置いておく必要がある。なお atherectomy のカッターを進める際の抵抗が、どの程度切除されているかのだいたいの目安になるが、石灰化を切除する際には時に、モーターの回転が遅くなるほどのかなり大きな抵抗が感じられることもあった。

PTA と比較した atherectomy の利点として、組織学的な検索が可能であること、内膜の断裂、解離や中外膜の過伸展といった血管壁の機械的損傷が少ないことがあげられる。血管壁の損傷が軽微なため、施行後の内腔が平滑で内膜解離による血管閉塞の可能性はほとんどないと考えられている¹⁰⁾。ただし、我々の症例 3 ではびまん性の高度の狭窄に対して atherectomy を施行した結果、広範な内膜解離様の所見を認めた。高度の狭窄が数 cm 以上に及んでいるような症例では、PTA においても重篤な内膜解離を起こす可能性があるが、atherectomy の場合 window を atheroma に圧着させるための balloon を拡張させるのみでも内膜解離を起こす可能性があり、注意が必要と思われる。なお症例 7 で認めた脛骨動脈の spasm も同様に、atherectomy だけでなく PTA でも起こり得る合併症である。

PTA においては、早期の再狭窄が問題点の一つとしてあげられている。再狭窄の原因として balloon 拡張時の内膜損傷、特に内皮細胞の障害が重要と考えられている。すなわち、内皮の障害に伴い血小板が粘着、凝集すると、血小板から放出された成長因子などにより刺激を受けた中膜の平滑筋細胞が、内弹性板の窓を通り内膜に移動し増殖する。増殖した平滑筋細胞は細胞間結合織を產生し内膜が線維性に肥厚していく。PTA 後の再狭窄では、このような内膜の線維性の肥厚が主

体をなす^{11),12)}。抗血小板剤の投与により、最初のステップである血小板の粘着、凝集をある程度は防止できる可能性があるが、再発防止には限界がある。

atherectomy は、PTA に比較して血管に対する機械的損傷が少ないと考えられたため、当初長期予後が期待された⁷⁾。遠隔成績の報告としては 1 年開存率 72%³⁾、あるいは 3 年開存率 84%⁵⁾と比較的良好な結果を出しているものがあるが、PTA よりも明らかに優れた成績はこれまでのところ得られていない。また血管造影上 5 カ月以上の経過観察で再発が 53% と極めて高率に見られたとする報告があり⁶⁾、さらに atherectomy 後の血管壁の状態を剖検¹⁰⁾および atherectomy で得られた組織¹²⁾で検討してみると、PTA と同様にかなり高率に内膜の線維性の肥厚が見られている。atherectomy による切除自体が、血小板の凝集、中膜の平滑筋細胞の遊走、さらには内膜の線維性肥厚といった一連の過程を引き起こすわけで、臨床的にもまた組織学的にも、当初の期待ほどは長期予後がよくないと考えられる。

以上より、我々は現時点での atherectomy の適応を以下のように考えている。まず PTA 後の早期再発例、および balloon による拡張に抵抗性の病変は原則として atherectomy を第一選択とする。先に述べたように石灰化を伴う病変、びまん性の狭窄は atherectomy の非適応とはならない。一方穿刺部付近の血管の動脈硬化性変化、特に高度の壁不整像、石灰化、狭窄が認められれば、穿刺径の小さな PTA にする。

浅大腿・膝窩動脈の病変では、血管径が比較的小さいため PTA の際に内膜の解離により血管が閉塞してしまうことがある。atherectomy は内膜解離の可能性が低いのが利点であり、PTA とほぼおなじ遠隔成績が得られているので、atherectomy の適応とする。ただし run-off が不良な例などでは、太いシースの留置のみで下肢の虚血症状が悪化し得るので、細いシースで済み短時間で行える PTA が望ましい。

外腸骨動脈は同様に atherectomy が第一選択となり得るが、カテーテルサイズが大きくなるた

め狭窄の性状により決定する。すなわち限局性の 90%以下の狭窄では atherectomy を選択するが、完全閉塞に近い狭窄や外腸骨動脈全体に病変が存在するような場合には、balloon で拡張する。総腸骨動脈では、血管径が比較的大きいため内膜の解離が起きても閉塞に至ることはまれである。よって腸骨動脈の屈曲がほとんど見られない場合を除き、PTA を第一選択とする。総大腿動脈の病変は、PTA を第一選択とする。

いわゆる 3 分岐部以下の病変は PTA の成功率がやや低く、血管径が小さいため内膜解離により内腔が閉塞してしまう危険性が高い。さらに我々の症例 7 のような起始部病変は balloon の拡張に抵抗性であることが知られている。よって小血管や起始部病変は atherectomy の適応とするが、スパスマに対する予防を行うことが必要である。そのほかの atherectomy の適応として、PTA 後の血管を閉塞させる内膜の解離を治療したとの報告があるが¹³⁾、ステントが一般に使用できるようになれば適応も変化していくと思われる。

atherectomy のみの初期効果、長期効果を評価する必要性もあり、atherectomy と PTA の積極的な併用についてはこれまであまり述べられていない。最初予定したサイズの atherectomy catheter で十分量削れないときには、サイズを大きくするよりも PTA を追加する方が、良好な初期効果と合併症の軽減が得られると我々は考えている。ただし、症例数は少ないものの、Kim ら⁵⁾の報告によると、PTA 併用による遠隔成績の方が不良である。彼らはその適応について記載していないため、PTA 併用により本当に成績が悪くなるのかどうかは不明であり、今後の検討が必要と思われる。なお完全閉塞例においては、atherectomy catheter が通るまで内腔を拡げるのに PTA が用いられている³⁾。

多くの臨床的データが蓄積されている PTA と異なり、atherectomy はまだ報告が比較的限られているのが現状である。atherectomy に対しても、今後症例を重ね合併症、長期予後などについて検討していく必要がある。

ま と め

1. balloon angioplasty (PTA)後の早期再発例を含む下肢の閉塞性動脈硬化症 10 症例、15 病変に対して atherectomy を施行した。
2. PTA併用例を含め全病変で有意の狭窄率の改善を認め、臨床的にも自覚症状の軽減または消失が見られた。
3. 合併症は内膜解離、対側への塞栓症、spasm を各 1 例ずつに認めた。対側への塞栓を起こした症例では外科的処置が必要であった。
4. 今後症例を重ね atherectomy の合併症、長期予後などについて検討していく必要がある。

なお本論文の要旨の一部は第 21 回日本血管造影 IVR 研究会で発表した。

文 献

- 1) Korogi Y, Takahashi M, Bussaka H, Miyawaki M, Yamashita Y. Percutaneous transluminal angioplasty of the ilio-femoro-popliteal arteries: initial and long-term results. *Radiation Medicine* 5: 68-74, 1987
 - 2) Simpson J B, Selmon MR, Robertson GC, Cipriano PR, Hayden WG, Johnson DE, Fogarty TJ. Transluminal atherectomy for occlusive peripheral vascular disease. *Am J Cardiol* 1988; 61: 96G-101G
 - 3) Von Polnitz A, Nerlich A, Berger H, Hofling B. Percutaneous peripheral atherectomy: angiographic and clinical follow-up of 60 patients. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 682-8
 - 4) Graor RA, Whitlow PL. Transluminal atherectomy for occlusive peripheral vascular disease. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 1551-8
 - 5) Kim D, Gianturco LE, Porter DH, Orron DE, Kuntz RE, Kent KC, Siegel JB, Schlam BW, Skillman JJ. Peripheral directional atherectomy: 4-year experience. *Radiology* 1992; 183: 773-778
 - 6) Dorros G, Lyer S, Lewin R, Zaitoun R, Mathiak L, Olson K. Angiographic follow-up and clinical outcome of 126 patients after percutaneous directional atherectomy for occlusive peripheral vascular disease. *Catheterization and cardiovascular diagnosis* 22: 79-84, 1991
 - 7) 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マ切除術。日本医学会誌、48: 367-369, 1988
 - 8) 河野秀雄：閉塞性動脈硬化症に対する新しい血管形成術の検討。日外会誌、90: 1087-1095, 1989
 - 9) 草場宏靖、渡辺一夫、白石昇三、他：閉塞性動脈硬化症に対するアテレクトミー。脈管学、32: 635-643, 1992
 - 10) Garratt KN, Edwards WD, Vlietstra RE, Kaufmann UP, Holmes DR. Coronary morphology after percutaneous directional coronary atherectomy in humans: autopsy analysis of three patients. *J Am Coll Cardiol* 1990; 16: 1432-6
 - 11) Johnson DE, Hinohara T, Selmon MR, Braden LJ, Simpson JB. Primary peripheral artery stenoses and restenoses excised by transluminal atherectomy: a histopathologic study. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 419-425
 - 12) Johnson DE. Directional peripheral atherectomy: histopathologic aspects of a new interventional technique. *JVIR* 1990; 1: 29-33
 - 13) Mayner M, Reyes Ricardo, Cabrena V, Roman M, Pulido JM, Castaneda F, Letourneau JG, Castaneda-Zuniga WR. Percutaneous atherectomy as an alternative treatment for postangioplasty obstructive intimal flaps. *Radiology* 1989; 170: 1029-1031
 - 14) Wilms G, Pauwels P, Peene P. et al: Percutaneous transluminal atherectomy: preliminary results. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1990; 13: 18-21
 - 15) Porter DH, Kim D, Siegel JB, Storella JM, Silverstone DZ. Atherectomy facilitated by long vascular sheaths. *AJR* 156: 173-175, 1991
-