

浅大腿動脈慢性完全閉塞病変に対する末梢血管インターベンションの初期および慢性期成績

Clinical Result of Percutaneous Peripheral Intervention to Chronic Total Occlusions in Superficial Femoral Artery

宇都宮 誠* 船津 篤史 宮本 知苗 山本 龍治 溝渕 正寛 村西 寛実 小林 智子 円城寺 由久 中村 茂
Makoto UTSUNOMIYA, MD*, Atsushi FUNATSU, MD, Chinae MIYAMOTO, MD, Ryuji YAMAMOTO, MD,
Masahiro MIZOBUCHI, MD, Hiromi MURANISHI, MD, Tomoko KOBAYASHI, MD, Yoshihisa ENJOJI, MD,
Shigeru NAKAMURA, MD, FJCC

京都桂病院心臓血管センター

要 約

目的 末梢動脈疾患に対するインターベンションは技術の向上によりその適応を拡大しつつある。しかし大腿動脈領域の慢性完全閉塞病変に対する末梢動脈インターベンションの臨床成績は明らかではない。今回、われわれは浅大腿動脈の慢性完全閉塞病変に対する末梢動脈インターベンションの初期および慢性期臨床成績を検討した。

対象および方法 2002年7月から2008年2月までの間に浅大腿動脈の慢性完全閉塞に対し経皮的末梢動脈インターベンションを施行した連続85症例、109病変について検討した。

結果 平均年齢は74.1歳、平均閉塞長は13.8 cm、TASC II分類のC、D病変が54例(49.5%)であった。78例(71.6%)で双方向性アプローチを使用し、血管内超音波使用率は74例(67.9%)であった。初期成功は105病変96.3%で得られ、ABIは術前が0.57から術後0.93まで改善した。また合併症として穿刺部血腫が2例、末梢塞栓が3例にみられたが末梢塞栓の3例は血栓吸引を行い血流は改善した。慢性期まで経過観察が可能であったのは98病変93.3%、平均観察期間は20.4カ月であった。慢性期成績としては再狭窄が53.1%にみられたが、近年使用頻度が増しているニチノールステントを使用した例で再狭窄率は他の治療と比較して有意に低かった(28.6% VS 57.1%, $p=0.047$)。また標的病変再血行再建術の成績は良好であり二次開存率は21カ月で81.7%と高率であった。

結論 大腿動脈の慢性完全閉塞病変に対するインターベンションは安全かつ有用である。再狭窄率は相対的に高いものの、ニチノールステントの使用で改善する可能性がある。高い二次開存率を維持するために、ABIや超音波検査などを頻回に行い、早期に再狭窄を発見し閉塞に至る前に再血行再建を行うことが重要であると考えられた。

<Keywords> 閉塞性動脈硬化症
末梢動脈インターベンション
慢性完全閉塞

J Cardiol Jpn Ed 2009; 3: 13-20

目 的

経皮的末梢血管インターベンション(percutaneous peripheral intervention: PPI)は、その技術の進歩から適応を拡大し、末梢動脈疾患(peripheral artery disease: PAD)治療の中心となりつつある。2007年に発表されたTASC II (Trans Atlantic Inter-Society Consensus II)¹⁾でもPPIの適応は拡大され、大腿-膝窩動脈領域においては、

その治療戦略は大きく変更された。大腿動脈閉塞性病変も5 cm以下ではタイプAに加えられカテーテル治療が推奨されるまでになった。しかし日常臨床では長い閉塞長を有する大腿動脈完全閉塞病変に遭遇することも多く、それらに対するPPIの成績は決して満足できるものではなく多くの問題点が残されている。様々な技術の向上に伴い、その初期成績は向上している。またニチノールステントの登場によって慢性期成績も向上したが²⁾、依然としてバイパス術に匹敵する成績には至っていない³⁾。また複雑病変になればその二次開存率も低下してくることが知られている⁴⁾。複雑病変であっても大腿-膝窩動脈バイパスの成績は4年開存率75%前後と決して悪くないが、周術期死亡や合併症が少なくなく、簡便

* 京都桂病院心臓血管センター
615-8256 京都市西京区山田平尾町 17
E-mail: kvcv.utsunomiya@katsura.com
2008年8月4日受付, 2008年8月25日改訂, 2008年8月27日受理

性に勝るPPIが第一選択となることも多い。しかしその初期および慢性期成績は不明な点も多い。

今回、われわれは浅大腿動脈 (superficial femoral artery: SFA) の慢性完全閉塞 (chronic total occlusion: CTO) 病変に対するPPIの初期および慢性期成績について検討した。

対象と方法

1. 対象

2002年7月から2008年2月の間にSFAのCTO病変に対してPPIを施行した連続85症例、109病変を後ろ向きに検討した。98病変 (93.3%) で慢性期 (6カ月以上) まで経過観察可能であり、平均観察期間は 20.4 ± 14.9 カ月であった。

2. 方法

CTOの診断は閉塞期間が不明あるいは3カ月以上であるものとした。対象症例において患者背景、病変背景、手技背景、初期成績、合併症および慢性期開存性、予後について調査した。定量的動脈造影によりインターベンション前後の対象血管径 (reference diameter: RD), 最小血管径 (minimal lesion diameter: MLD), 狭窄率 (% diameter stenosis: % DS) および閉塞長 (Occlusion Length) を測定した。定量的動脈造影はQCA CMS 5.1を用いて各パラメーター (Occlusion Length, RD, MLD, % DS) を測定した。また慢性期まで経過観察可能であった症例98病変に対して、血管開存性が維持された群46病変と再狭窄を来した群52病変の2群に分け患者背景、病変背景、手技背景などについて比較検討を行った。

3. 治療手技および薬物治療

PPIは対側大腿動脈、同側大腿動脈、上腕動脈からのアプローチに加え、必要に応じて膝窩動脈、前・後脛骨動脈などから双方向性アプローチを併用した。手技開始時にはヘパリン5,000単位を動脈内投与し、術中はACT (activated clotting time) を測定しながらヘパリンを適宜追加投与した。治療はバルーン拡張術を基本とし、造影所見にて血流障害を生じる血管解離や残存狭窄がある場合には術者の判断でステント留置術を追加することとした。抗血小板療法として術前よりアスピリン100 mg/日に加えチクロピジン200 mg、シロスタゾール200 mg、クロピドグレル75 mg

Table 1 Baseline patient characteristics ($n=85$).

Age (Mean \pm SD, y)	74.1 \pm 8.1
Sex Male	57 (67%)
BMI	21.7 \pm 8.1
Cardiovascular risk factors	
Hypertension	68 (80%)
Dyslipidemia	36 (42%)
Diabetes mellitus	38 (45%)
Smoking	51 (60%)
Coronary artery disease	58 (68%)
Renal dysfunction (Cr>1.5)	10 (12%) 3 dialysis patients

Continuous data presented as the mean \pm standard deviation.

いずれかの投与を行った。術後は原則としてアスピリンは投与を継続し、ステント留置を行ったものに関しては基本的に2剤を併用することとした。

4. 定義

手技成功は最終造影で残存狭窄率が30%未満のものと定義した。また経過観察中における血管開存は足関節上腕動脈血圧比 (ankle-brachial index: ABI) が治療直後と比較して0.10以上低下せず症状の出現がないものとした。

5. 経過観察

術後は1カ月、3カ月、6カ月、1年およびその他症状出現時にABIを測定し、血管開存性の喪失が疑われた場合には積極的に体表超音波検査、CT、血管造影検査などで精密な血管開存性の評価を行い、必要に応じて追加治療を行った。

6. 統計

統計的解析にはStatViewJ5.0を用いた。連続変数は平均 \pm 標準偏差で示し比較には対応のないstudentの t 検定を用いた。非連続変数の出現頻度の比較は χ^2 独立性の検定を行った。慢性期血管開存性の評価はKaplan-Meier法を用いて行った。いずれも $p < 0.05$ をもって有意差の判定とした。

結果

1. 患者背景

患者背景を **Table 1** に示す。平均年齢は 74.1 ± 8.1 歳、男

Table 2 Lesion characteristics (*n*=109).

Rt femoral artery		50 (45.9%)
Lt femoral artery		59 (54.1%)
Rutherford classification	I	76 (69.7%)
	II	20 (18.3%)
	III	8 (7.3%)
Preprocedure ABI		0.57 ± 0.20
Lesion calcification		81 (74.3%)
Mean occlusion length		137.7 ± 79.3 mm
TASC II classification	A	20 (18.3%)
	B	35 (32.1%)
	C	25 (22.9%)
	D	29 (26.6%)
BTK runoff	0	13 (11.9%)
	1	35 (32.1%)
	2	35 (32.1%)
	3	26 (23.9%)
Graft failure		2 (1.8%)

ABI: ankle brachial pressure Index, TASC: Trans Atlantic Inter-Society Concensus, BTK: below the knee.

性が57名(67%)であった。冠危険因子としては80%に高血圧を合併し、糖尿病を有する例も45%にみられた。冠動脈疾患の合併は68%にみられた。また血清クレアチニン濃度が1.5 mg/dl以上の腎機能障害を有する例が12%にみられ、維持透析患者も3例含まれていた。

2. 病変背景

病変背景をTable 2に示す。全109病変中、右SFAが50病変(45.9%)、左SFAが59病変(54.1%)であった。症状は間欠性跛行(Rutherford分類Grade I)が69.7%を占めていたが、重症下肢虚血(critical limb ischemia: CLI)の症例も25.6%にみられた。術前のABIは0.57 ± 0.20と低値であった。閉塞長は137.7 ± 79.3 mm (7.3-341.4 mm)でTASC II分類におけるC、D病変が54例(49.5%)を占めていた。対象血管径は4.4 ± 0.8 mmと小血管が多かった。膝下3分岐以下の血流は3枝ともに閉塞している病変は13例(11.9%)にみられた。バイパス術後、グラフト閉塞の症例が2例みられた。

3. 手技背景

手技背景をTable 3, 4に示す。治療に用いたアプローチ部

Table 3 Approach sites (*n*=109).

Single puncture		31 (28.4%)
	Contralateral femoral artery	14 (12.8%)
	Ipsilateral femoral artery	8 (7.3%)
	Brachial artery	3 (2.8%)
	Popliteal artery	3 (2.8%)
	Posterotibial artery	3 (2.8%)
Bidirectional approach		78 (71.6%)
Popliteal	Brachial	5 (4.6%)
	Ipsilateral femoral	21 (19.3%)
	Contralateral femoral	44 (40.4%)
Posterotibial	Ipsilateral femoral	5 (4.6%)
	Contralateral femoral	1 (0.9%)
Anterotibial	Ipsilateral femoral	1 (0.9%)
	Contralateral femoral	1 (0.9%)

Table 4 Interventional procedure (*n*=109).

Mean wire crossing time		69.2 ± 67.4 minutes
Wire cross		105 (96.3%)
IVUS		74 (67.9%)
Distal protection		7 (6.4%)
Aspiration		3 (2.8%)
No. of stents	0	47 (43.1%)
	1	20 (18.3%)
	2	25 (22.9%)
	3	17 (15.6%)
Stent implanted lesion		62 (56.9%)
Nitinol stent		17 (15.6%)
Stainless steel stent		45 (41.3%)
Total stent length		160 ± 85.0 mm

IVUS: intra-vascular ultrasoundgraphy.

位としては、71.6%で双方向性アプローチを用いて治療を行っており、膝窩動脈と対側もしくは同側大腿動脈の組み合わせが多数を占めた。基本となるワイヤーは0.018インチワイヤーを用いて可能な限りプラーク内の通過を試みた。ワイヤークロスに要した時間は69.2 ± 67.4分(3-310 minutes)であり105病変(96.3%)でワイヤーを通過させることが可

Table 5 Initial results (*n*=109).

Initial success		105 (96.3%)
Post MLD		3.3 ± 0.9 mm
Post %DS		28.4 ± 9.8%
ABI		pre 0.57, post 0.93 (<i>p</i> < 0.0001)
Complications	Vessel rupture	0
	Approach site hematoma	2
	Distal embolization	3 (Flow improve after suction)
In-hospital event	Death	1 (MOF due to limb necrosis)
	Amputation	1 (CLI, major amputation after PPI)
	Sub-acute thrombosis	2

MLD: minimal lesion diameter, DS: diameter stenosis, MOF: multiple organ failure, CLI: critical limb ischemia.

能であった。ワイヤー不通過の原因は1例がバイパス術後のグラフト不全、3例が高度石灰化であった。74病変(67.9%)で血管内超音波(intra-vascular ultrasoundgraphy: IVUS)を併用した。閉塞部のIVUS所見、ワイヤー通過の容易さ、臨床症状の経過から末梢塞栓の可能性を疑わせる所見を有する病変には末梢保護デバイスの併用も行った。バルーン拡張術にて血流障害を及ぼす解離を生じた例や残存狭窄のある例にはステント留置術を行った。62病変(56.9%)でステントを使用し平均ステント長は160 ± 85.0 mmであった。ステント使用例のうちニチノールステントの使用は17例(27.4%)であり45例(72.6%)はステンレスステントであった。

4. 初期成績

初期成績をTable 5に示す。105例(96.3%)で初期成功が得られた。術後のMLDは3.3 ± 0.9 mm、% DSは28.4 ± 9.8%であった。ABIは術前の平均が0.57であったのに対して術後は平均0.93と有意差をもって改善していた。合併症としては穿刺部の血腫が2例、末梢塞栓が3例にみられた。末梢塞栓となった3例はいずれも血栓吸引デバイスを使用し血流は改善し手技を終了している。院内死亡は1例でCLI、下肢壊疽から敗血症に至った症例であった。またCLIの症例で、PPIは成功したものの、壊疽の進行を止めるには至らず下肢切断を行った症例も1例みられた。

5. 慢性期成績

慢性期成績をTable 6に示す。93.3%、98病変で慢性期ま

Table 6 Long term results (*n*=98).

Clinical follow up rate	93.3% (98/105 lesions)
Mean follow up length	20.4 ± 14.9 months
Death	7/78 patients (9.0%)
Sudden death	1
SMA thrombosis	1
Non cardiovascular death	5
Amputation	4 (4.1%)
Clinical restenosis	52 (53.1%)
TLR	43 (49.9%)
Bypass	1 (1.0%)
Repeat intervention	42 (42.9%)

で経過観察可能であった。平均観察期間は20.4カ月であった。観察期間内で全死亡は7例(9.0%)であり、うち5例は非心血管死であった。原因不明の突然死が1例、上腸間膜動脈閉塞症による死亡が1例であった。下肢切断に至った症例は4例(4.1%)であった。うち2例はCLIの症例でPPI後一時臨床症状は改善したものの慢性期に下肢切断となった症例であった。その他2例は跛行の症例であったがPPI後の再狭窄でCLIとなり下肢切断となった症例であった。ABIの0.10以上の低下もしくは下肢症状再発を血管開存性の喪失と定義し、臨床的再狭窄が52例(53.1%)にみられた。うち42例が標的病変再血行再建術(target lesion revascularization: TLR)となり、1例は外科的バイパス術

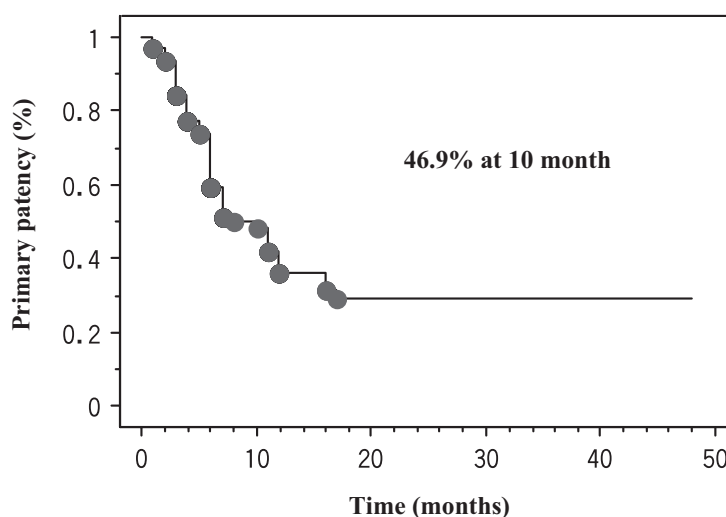


Fig. 1 Primary patency after intervention for chronic total occlusions in superficial femoral artery.

Patency was evaluated by ABI or symptom, and patency was defined as maintenance of achieved improvement in the ABI, that is not more than 0.10 below the highest postoperative index. Primary patency was defined as uninterrupted patency.

Table 7 Risk factor of restenosis.

	Patent group <i>n</i> = 46	Restenosis group <i>n</i> = 52	<i>p</i> value
Age	73.2 ± 8.7	74.9 ± 7.1	0.29
DM	18 (39.1%)	27 (51.9%)	0.20
Pre ABI	0.59 ± 0.19	0.56 ± 0.20	0.42
Occlusion length (mm)	150.4 ± 83.3	124.5 ± 77.8	0.12
TASC C or D	25 (54.3%)	24 (46.2%)	0.79
Reference	4.88 ± 1.04	4.35 ± 0.90	0.008
No of BTK runoff	1.8 ± 0.9	1.7 ± 1.0	0.56
Stent use	29 (62.0%)	27 (52.0%)	0.27
Nitinol stent use	10 (21.7%)	4 (7.7%)	0.047
Post MLD	3.63 ± 0.92	3.02 ± 0.72	0.0004

ABI: ankle brachial pressure index, TASC: Trans Atlantic Inter-Society Consensus, BTK: below the knee, MLD: minimal lesion diameter.

を行い、41例が再度カテーテル治療を行った。一次開存性のKaplan-Meier曲線をFig. 1に示す。開存性を維持できた病変は10カ月で46.9%であった。ステント留置後の病変で慢性期に血管造影検査を施行できた30病変では透視所見上明らかなステント断裂はみられなかった。

6. 再狭窄予測因子

慢性期まで一次開存性が維持された群46病変と再狭窄となった52病変を患者背景、病変背景、治療手技、治療前後各種パラメーターで比較した (Table 7)。年齢、性別、冠危険因子、冠動脈疾患の合併、腎機能障害の有無など患者背景には両群で有意差はみられない。病変背景では、治療前のABIや閉塞長、TASC II分類におけるタイプや膝下

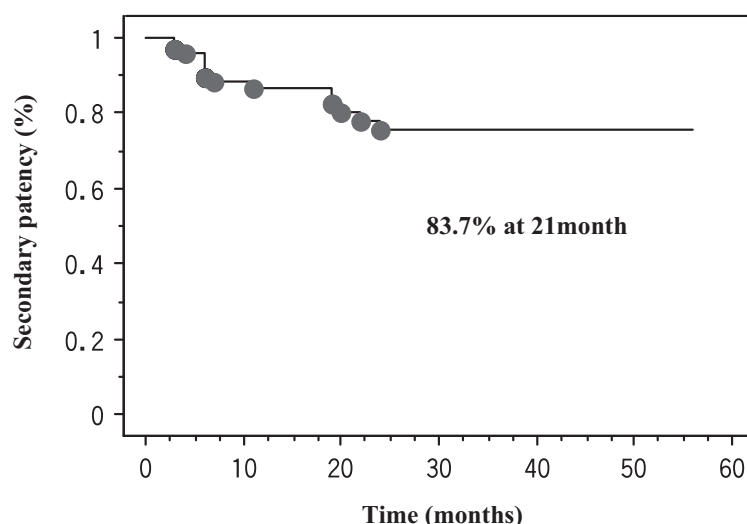


Fig. 2 Secondary patency after intervention. Secondary patency was defined as restored after occlusion.

3分岐以下の血流では両群で有意差はみられなかったが、対象血管径は開存群で 4.88 ± 1.04 mm，再狭窄群で 4.35 ± 0.90 mmと開存群で有意に血管径が大きかった ($p = 0.008$)。治療背景としては併用するデバイスでは両群間に差はなく，ステント使用の有無やその長さでは両群に有意差はみられなかった。しかしニチノールステント使用の有無は開存群10例21.7%，再狭窄群4例7.7%と有意差を持って開存群にニチノールステント使用例が多かった ($p = 0.047$)。またニチノールステントを使用した例で再狭窄率は他の治療と比較して有意に低かった (28.6% VS 57.1%, $p = 0.047$)。治療後のパラメーターとしては治療後の最小血管径が開存群で 3.63 ± 0.92 mm，再狭窄群で 3.02 ± 0.72 mmと開存群で有意に大きかった ($p = 0.0004$)。多変量解析では有意差はみられなかった。

7. TLRの成績

TLRの成績をTable 8に示す。再狭窄となった病変のうち42例がTLRを受けている。うち41例 (97.6%) が再カテーテル治療を受けた。再狭窄病変に対するカテーテル治療は41例全例で初期成功を獲得した。慢性期まで下肢切断を免れたのは94例 (95.9%) であった。TLRを受けながらも開存性が維持できた状態を二次開存と定義し，二次開存性のKaplan-Meier曲線をFig. 2に示す。21カ月で83.7%に二次開存性が維持された。

Table 8 Clinical result of TLR ($n = 43$).

Bypass surgery	1 (2.3%)
Repeat intervention	42 (97.7%)
Intervention success	41/42 (97.6%)
Amputation free	94/98 (95.9%)

TLR: target lesion revascularization.

考 察

近年の技術の向上に伴いPPIの成績も向上しておりその適応も拡大する傾向にある。SFAの閉塞性病変に対するPPIであっても，その初期成功率は90%程度とされており，同時にABIや臨床症状の改善もみられるとする報告が多くみられる。しかしその慢性期成績に関する報告では，その成績は決して満足できるものではなくバイパス術や薬物治療に対する優位性は確立したものではない。最近ではニチノールステントの有用性が報告され，その慢性期成績も向上しつつある。ニチノールステントを使用し大腿動脈病変に対する治療戦略としてバルーン治療とステント治療を比較した研究ではステント治療の有用性が報告されている⁵⁾。また大腿動脈閉塞性病変に対し人工血管を用いたバイパス手術と比較して治療成績が同等であったとする報告もある⁶⁾。これらの結果を受け，2007年に改定されたTASC IIでは浅大腿動脈領域に対する血管内治療の適応は大きく拡大された。旧TASCでは外科的治療の適応とされたCTO病変

も TASC II では 5 cm 以下で TASC A へ変更され血管内治療の適応とされるまでとなった。

今回の検討において SFA の CTO 病変に対する PPI の初期成功は 96.3% と高率であった。その要因としては双方向アプローチを 71.6% と多用していたことがあげられる。閉塞近位部および遠位部断端の形状によって順行、逆行いずれのワイヤーが閉塞を通過する可能性が高いかを予想することは大切なことではあるが、一度仰臥位で手技を開始してしまうと、途中で腹臥位にして膝窩動脈を穿刺することは非常に煩雑である。当院では逆行性アプローチを使用する可能性があり、狭窄がなく穿刺可能である場合には手技を開始する前にエコーガイドで膝窩動脈にシースを留置することとしている。双方向性アプローチを用いることによって順行、逆行いずれかのワイヤーで通過が可能となる。また両方向ともに偽腔に迷入した場合でも IVUS ガイドで真腔を捕らえるか、CART (controlled antegrade and retrograde subintimal tracking) テクニックを用いてワイヤーを通過させることが可能となる。CTO 病変に用いるワイヤーは 0.035 インチ、0.018 インチ、0.014 インチがあり、その選択は術者により異なっており一定の決まりはない。CTO 病変に対するワイヤー通過技術としてワイヤーをループ状にして偽腔を鈍的に進む方法 (subintimal angioplasty) もあるが⁷⁾、当院では可能な限り 0.018 インチワイヤー使用しプラーク内を通過するよう努めている。0.018 インチワイヤーを用いて順行、逆行ともにワイヤー通過が困難であった場合は subintimal angioplasty を行う。その際はステント留置が必要となる。

体表面エコーを用いた膝窩動脈穿刺を行うようになり動静脈穿刺などの合併症を避けることができる。また初期成功の得られた症例では ABI は平均で 0.57 から 0.93 と有意に改善し、SFA の CTO 病変に対する PPI は安全かつ有用であるといえる。

慢性期の成績をみると、ニチノールステントの導入される前の症例が多く含まれていることもあり再狭窄率は 49.9% と高率である。ニチノールステントを使用した症例ではバルーン拡張のみもしくはステンレスステントを使用した症例と比較して一次開存率が 71.4% と有意に高かった。今後、ニチノールステントの使用例が増えれば再狭窄率も減少することが予測される。

再狭窄を生じた群と一次開存が保たれた群に分けた検討の結果では、ニチノールステントの使用が開存群で有意に多

かったことと、治療前の対象血管径と治療後の最小血管径が再狭窄群で有意に小さかったことがあげられた。SFA の CTO 病変では血管の negative remodeling と考えられる非常に小さな血管がみられることがある。IVUS を行うと外膜-外膜径が 4 mm 以下のものがある。これは大腿動脈-膝窩動脈バイパス術後、グラフト不全など閉塞期間が非常に長いものにみられる。そういった小血管ではステントを植込むものはばかられバルーンによる治療を行っていたが、慢性期成績が非常に悪いことが明らかとなった。そういった血管に対する PPI にニチノールステント、将来的には薬剤溶出性ステントの使用が期待される場所である。逆に今回の検討では膝下 3 分岐以下の血流は再狭窄との関係は明らかではなかった。

また一次開存率は低率であっても再血行再建の成績は良好であり、二次開存率は高く保たれており下肢切断に至る症例も少ない。当院では PPI 後、症状の有無だけでなく 1 カ月、3 カ月、6 カ月、1 年と頻回に ABI を確認し再狭窄を可能な限り早く検出するように努め、再狭窄が疑われる症例では、エコーや血管造影などを積極的に行うようにしている。再閉塞に至る前に再治療を行うことで TLR の成功率を向上させ高い二次開存率を維持でき、ADL も確保されることが考えられる。

結 論

SFA の CTO 病変に対する PPI は初期成功率も高く、安全かつ有用な治療である。再狭窄率は比較的高いものの、ニチノールステントの使用により今後改善されることが期待される。二次開存率を高く維持するために症状や ABI を頻回に観察し、積極的に再治療を行うことが重要である。

文 献

- 1) Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg* 2007; 45 Suppl S: S5-67.
- 2) Vogel TR, Shindelman LE, Nackman GB, Graham AM. Efficacious use of nitinol stents in the femoral and popliteal arteries. *J Vasc Surg* 2003; 38: 1178-1184.
- 3) Sabeti S, Schillinger M, Amighi J, Sherif C, Mlekusch W, Ahmadi R, Minar E. Primary patency of femoropopliteal arteries treated with nitinol versus stainless steel self-expanding stents: propensity score-adjusted analysis. *Radiology* 2004; 232: 516-521.

-
- 4) Surowiec SM, Davies MG, Eberly SW, Rhodes JM, Illig KA, Shortell CK, Lee DE, Waldman DL, Green RM. Percutaneous angioplasty and stenting of the superficial femoral artery. *J Vasc Surg* 2005; 41: 269-278.
 - 5) Schillinger M, Sabeti S, Loewe C, Dick P, Amighi J, Mlekusch W, Schlager O, Cejna M, Lammer J, Minar E. Balloon angioplasty versus implantation of nitinol stents in the superficial femoral artery. *N Engl J Med* 2006; 354: 1879-1888.
 - 6) Kedora J, Hohmann S, Garrett W, Munschaer C, Theune B, Gable D. Randomized comparison of percutaneous Via-bahn stent grafts vs prosthetic femoral-popliteal bypass in the treatment of superficial femoral arterial occlusive disease. *J Vasc Surg* 2007; 45: 10-16; discussion 16.
 - 7) Spinosa DJ, Leung DA, Matsumoto AH, Bissonette EA, Cage D, Harthun NL, Kern JA, Angle JF, Hagspiel KD, Crosby IK, Wellons HA Jr, Tribble CG, Hartwell GD. Percutaneous intentional extraluminal recanalization in patients with chronic critical limb ischemia. *Radiology* 2004; 232: 499-507.