

末梢・腸骨動脈ステント

1. 下肢閉塞性動脈硬化症に対する外科治療の現状と適応 —外科治療の実際と遠隔成績よりみた治療戦略—

東京大学 血管外科
宮田哲郎

はじめに

下肢閉塞性動脈硬化症（以下ASO）患者は全身の動脈硬化のため、下肢の虚血のみならず、全身血管病を持つ患者として捉える必要がある。欧米のデータでは、ASO患者の52%に冠動脈疾患が、23%に脳血管疾患が合併している（図1）^{1,2)}。ASO診断後5年で20%に非致死的な心筋梗塞や脳梗塞が発生し、10～15%が死亡し、死因の75%は心脳血管病変であるうえ³⁾、下肢虚血が重症であるほど生命予後が不良である（図2）。ASO患者は、また、高齢者が多く、肺機能、悪性疾患の合併を評価する必要もある。

ASOの治療目的は生命予後と下肢症状を改善し患者のQOL向上を目指すことである。禁煙を徹底させ、血圧、糖尿病、脂質代謝異常、ホモシステイン血症といったアテローム血栓症の危険因子をコントロールすることで、虚血性心疾患、脳血管障害、末梢血管疾患の増悪を抑えることが治療の基本となる。特に重症下肢虚血患者は心脳血管障害の合併頻度が高く、リスクファクターの改善をより積極的に行う必要がある。その上で下肢機能改善・救肢のための治療を行う。

さらに、ASO患者は高齢者で社会的にも複雑な要因を抱えている場合が多く、日常生活の肉体的、精神的activityも治療適応判定に大切な要素となる。虚血肢重症度に加え、並存疾患の重症度、閉塞部位と血行再

建開存率、生命予後、社会的状況を総合的に検討して治療目標を設定したうえで、適切な治療方法を選択することになる。

近年ASOに対する、国際的に標準化された診断治療指針を作成する必要性が高まり、2000年にTASC（Trans-Atlantic Inter-Society Concensus）が⁴⁾、さらに2007年にその改定版であるTASC IIが発表された³⁾。TASC IIはその作成に欧米、オーストラリア、南アフリカ、日本から16の学会代表が参加し、血管専門医のみならず、プライマリケア医にも役立つガイドラインとなった。本稿ではその記述を参照しつつ、ASOの治療適応と治療法の選択についてまとめた。

治療適応決定のための診断

治療適応決定のための診断には下肢虚血症状を評価する機能診断と動脈閉塞部位を確定する部位診断がある。

簡便な機能診断は足関節上腕血圧比（ankle brachial pressure index；ABI）測定である。0.9以下あるいは1.4以上を異常所見とする。症状の有無に関わらずABI低下は将来の心血管イベントの予測因子であるが、必ずしも下肢虚血症状の重症度とは相関しない。

間歇性跛行ではその症状が、整形外科的神経運動

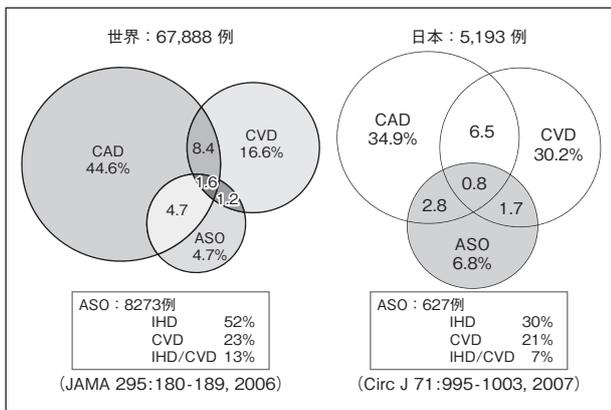


図1 冠動脈疾患(CAD)と脳血管疾患(CVD)と閉塞性動脈硬化症(ASO)の重複率(REACH studyより一部改変)

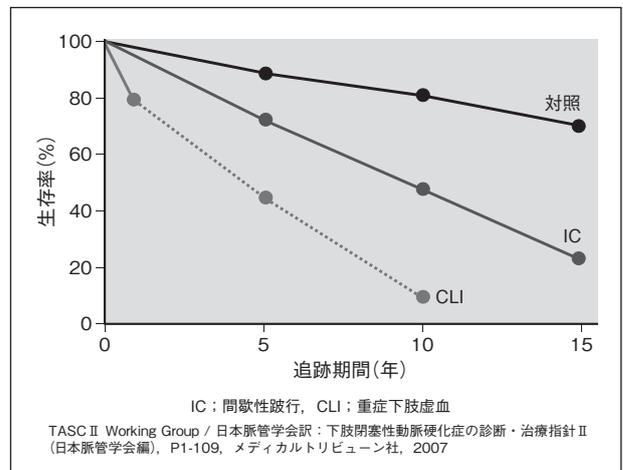


図2 末梢動脈疾患患者の下肢虚血重症度別生存率(TASC IIより)

表 下肢慢性虚血の重症度分類 (Rutherford)

等級	カテゴリー	臨床症状	客観的基準
0	0	無症状	トレッドミル歩行テスト, 充血テスト正常
	1	軽度の跛行	トレッドミル歩行テストを完遂でき, 運動後の足関節圧 > 50mmHgだが, 安静時値より20mmHg以上低下する
	2	中等度の跛行	基準1と2の間
I	3	重度の跛行	トレッドミル歩行テストが完遂できず, 運動後の足関節圧 < 50mmHg
	4	虚血性安静時疼痛	安静時足関節圧 < 40mmHg, 足関節部及び中足骨部PVRがflatかろうじて描出できる。TP < 30mmHg
II	5	組織小欠損：難血性潰瘍, 趾全体の虚血を伴った局所壊死	安静時足関節圧 < 60mmHg, 足関節部及び中足骨部PVRがflatかろうじて描出できる。TP < 40mmHg
	6	組織大欠損：中足骨部位より中枢に広がる壊死, 機能を残して足部を救えない	基準5と同じ

J Vasc Surg 26 : 517, 1997

器疾患由来ではなく、歩行時の歩行筋への血流低下により生じることを確定することが重要である。トレッドミル運動負荷検査を行い、跛行出現距離、最大歩行距離、歩行後のABI低下の程度で重症度を診断する(表)⁵⁾。近赤外線分光法検査を用いるとリアルタイムに歩行時の筋組織血流測定が可能である。トレッドミ

ル後の筋肉組織内オキシヘモグロビン回復時間測定が有効な重症度評価法である(図3)。

重症下肢虚血では皮膚血流評価で重症度を判定する。レーザードップラー皮膚灌流圧 (skin perfusion pressure ; SPP) 検査は皮膚毛細血管の灌流圧を測定する(図4)。経皮酸素分圧測定 (TCPO₂) 検査では、皮膚を加温し毛細管を拡張させ皮膚面から拡散してくる酸素を測定する。TCPO₂は30mmHg以下を重症下肢虚血とするが、環境因子の影響を受け易く再現性が不良との意見もあり、負荷をかけて測定する試みもある。SPPは30mmHg以上で潰瘍自然治癒率が85%といわれる(図5)⁶⁾。我々はSPP 40mmHg以下の皮膚血流圧の場合血行再建手術の適応としている。

部位診断はインターベンションや術式を決める上で必要であり、最近ではCTアンギオやMRアンギオで低侵襲に詳細な画像情報を得ることができる。従来からあるIADSAはdistal bypassの吻合部決定には依然として重要な画像診断手段である。超音波検査では断層法とドプラ法を併用することで機能診断と部位診断を同時に行えるが、全体像が把握できないという欠点があるため、他の画像診断を併用して局所評価を行うこ

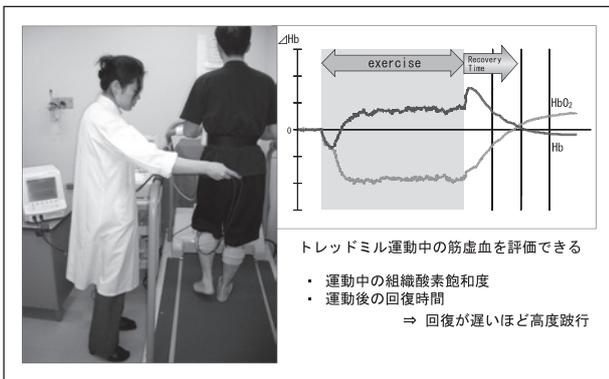


図3 間歇性跛行の診断
近赤外分光法によりトレッドミル歩行時の下腿屈筋群のヘモグロビン状態をリアルタイムに測定する。

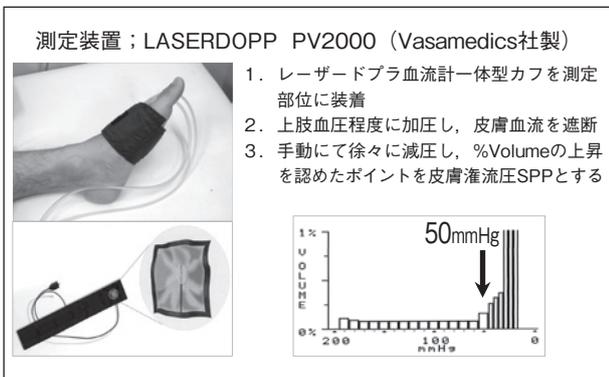


図4 レーザードプラ皮膚灌流圧測定
レーザードプラを用いて皮膚毛細血管での赤血球の動きを感知して皮膚灌流圧を測定する。

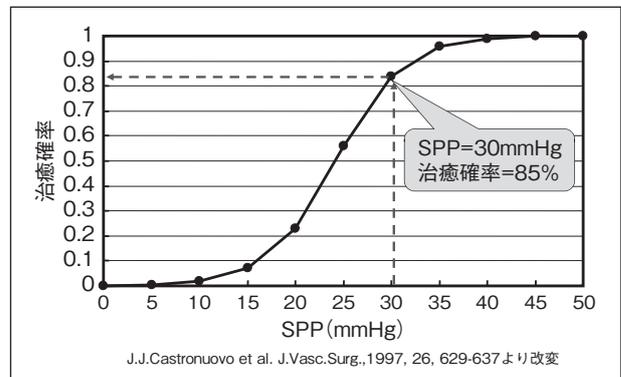


図5 SPPと潰瘍の治癒確率の関係
SPP = 30mmHgであれば85%の確立で保存的治療で潰瘍が治癒可能と判断できる。

とで治療の強力な補助手段となる。検査により起こりうる合併症や禁忌を考慮しつつ画像検査を選択する。

下肢血行障害に対する治療

ASOに対する外科治療は、症状を劇的に改善する最後の切り札である。しかし、合併症を併発する場合もあるため、手術適応が重要となる。周術期に心筋梗塞や脳梗塞を発症する率が高いため、手術適応の決定には心、脳、腎血管病変の評価が不可欠であり、糖尿病や慢性腎不全透析などの特殊な問題に関しても吟味する必要がある。間歇性跛行の患者は日常生活における不便さと将来重症虚血肢へと悪化し肢切断に至るのではないかとの不安を併せ持っている。

(1) 間歇性跛行

間歇性跛行肢の自然予後は、診断から5年間に症状が改善あるいは不変なのは70~80%、跛行が悪化するのは10~20%、重症虚血肢となっているのは5~10%で、大切断となるのは更にその一部に過ぎない(図6)³⁾。このため、将来の下肢切断の予防を目的とした手術適応はない。あくまでも日常生活のQOLの改善が間歇性跛行肢に対する治療の第一目標であり、患者が治療法を選択する根拠である。血行障害を治療することで患者の活動性を向上させることが心血管障害発生を減らすことにつながると期待されているが、明示するデータはない。

治療の第一選択は運動療法であり、専門医療従事者の管理下で1日1時間、週に3回、3から6ヵ月間行う(図7)。ただし、大動脈腸骨動脈病変に対しては適応

があれば血管内治療を初期治療として選択する。間歇性跛行患者が適切な内科的治療(運動リハビリテーションおよび/または薬物療法)を受けた後もQOLの制限が続く場合、次の基準に当てはまれば血管内治療を含めた血行再建を考慮する(図8)。(a) 血行再建術に適した病変が確認される、(b) 手技に対する全身的な禁忌がない、(c) 患者がさらなる治療を望んでいる^{3,7)}。

外科治療、血管内治療を含めて、患肢の自然予後を悪化させるものであってはいけない。特に血管内治療と外科治療の選択を決める場合は、血管外科としての一般的な考え方をまとめると以下ようになる。大動脈腸骨動脈病変では、末梢塞栓や動脈破裂などの合併



図7 78歳男性。広範囲の動脈閉塞ではあるが、運動療法により2~3km休まずに歩行可能となった。

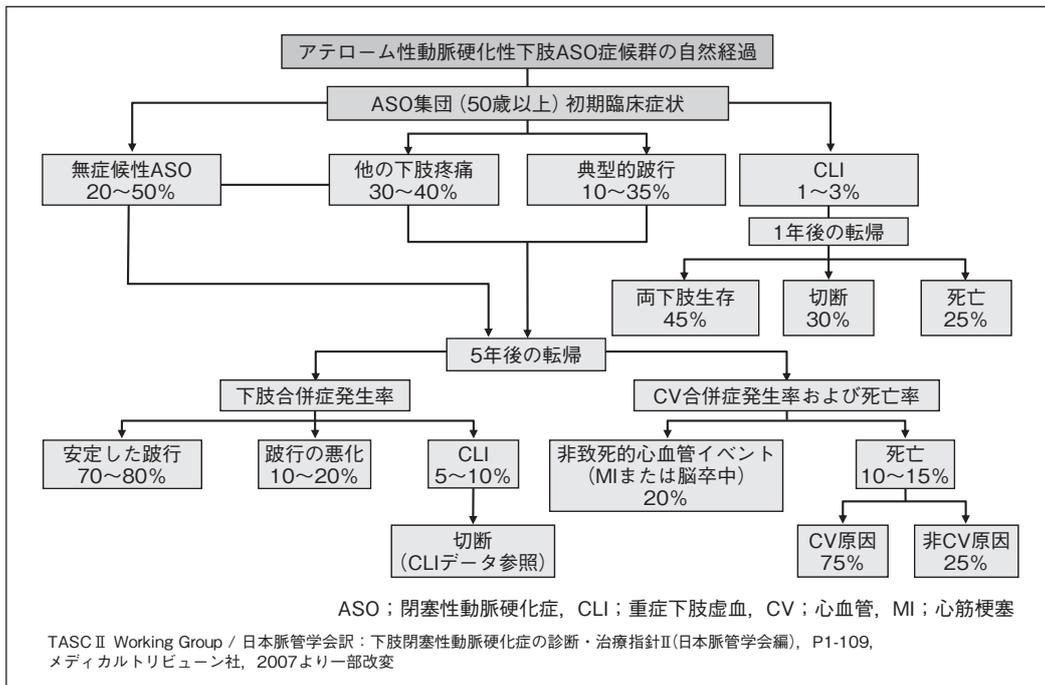


図6 ASOの自然経過(TASC IIより)

症には充分留意する必要があるが、かなりの症例は血管内治療が可能である。ただし、施設や施行者によって柔軟に判断するべきであり、特に完全閉塞例などで

は無理に血管内治療の遂行にこだわるべきではないようにすべきである。大腿膝窩動脈病変では、側副血行路の起始部である大腿深動脈や、膝窩動脈への側副血行路の流入部を損傷しないようにすること、屈曲部にはステントを入れない(図9)、血管内治療が不成功の場合に施行する手術治療の余地を残すということが血管内治療を行う際の原則である。そのうえで、現在のデバイスを用いる血管内治療では、長期成績を考えると、TASC II の分類に関係なく限局病変に限定し、びまん性病変は手術治療とするのが良い。



図9 屈曲部の膝窩動脈にステントを挿入した症例。ステントが破損し閉塞後、術前より高度の間歇性跛行となり当院を受診した。

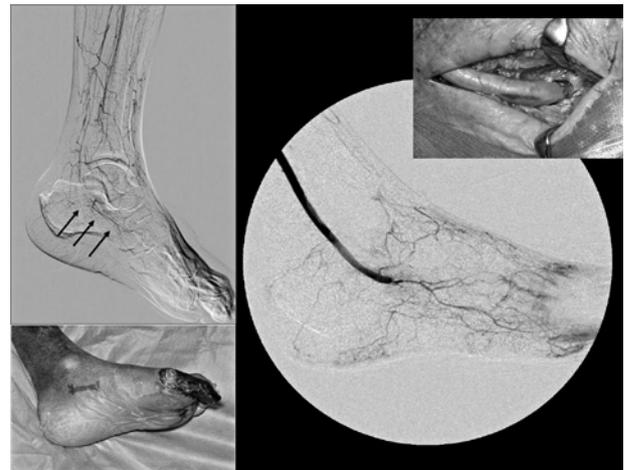


図10 80歳男性。糖尿病。左第1趾壊死の重症下肢虚血に対して、遠位膝窩動脈-足底動脈バイパス術を施行した。壊死した第1趾を切断したが、救肢できた。

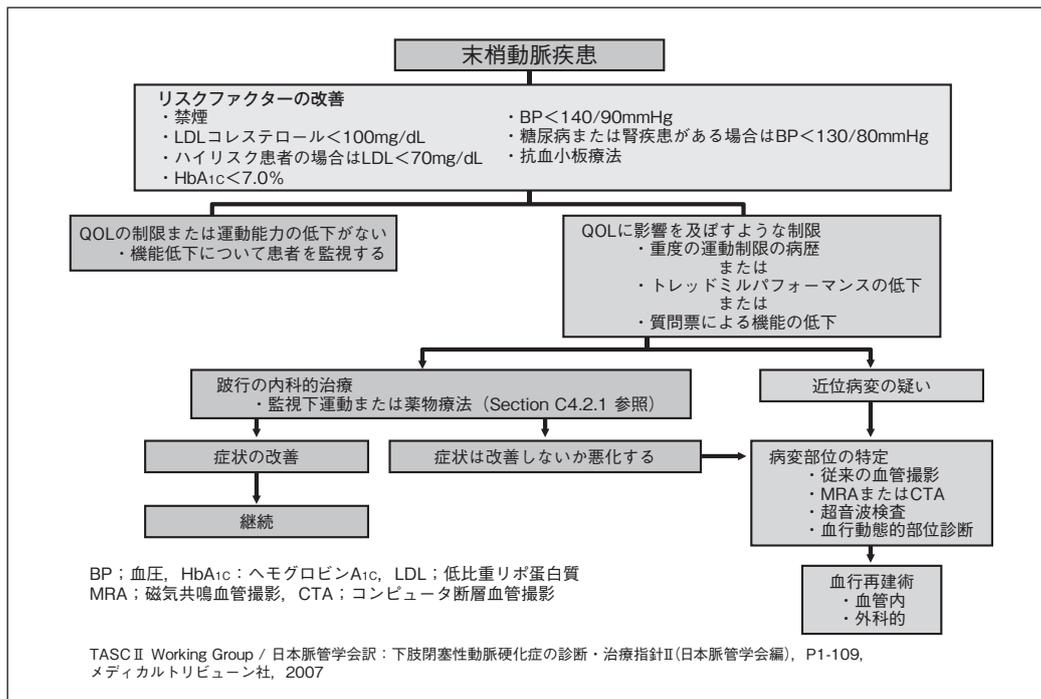


図8 間歇性跛行治療のフローチャート(TASC IIより)

(2) 重症下肢虚血

慢性重症虚血肢患者では潰瘍、壊疽、安静時痛が末梢動脈閉塞により引き起こされたものであり、下肢機能温存のためには治療の第一選択は血行再建である。しかし、間歇性跛行肢患者と比べて循環器系の重大な障害を合併する可能性があり、手術リスクが高く、生命予後も制限されているため、薬物療法、一次切断も含めた検討を行わざるを得ない場合もある(図10)³⁾。

おわりに

ASOの治療目的は、生命予後と下肢症状を改善し患者のQOL向上を目指すことであることを念頭に、ASOの自然予後と治療による予後とを考慮しつつ、治療計画を立てることが重要である。

【参考文献】

- 1) Bhatt DL, Steg PG, Ohman EM, et al : International prevalence, recognition, and treatment of cardiovascular risk factors in outpatients with atherothrombosis. *Jama* 295 : 180-189, 2006.
- 2) Yamazaki T, Goto S, Shigematsu H, et al : Prevalence, awareness and treatment of cardiovascular risk factors in patients at high risk of atherothrombosis in Japan. *Circ J* 71 : 995-1003, 2007.
- 3) Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, et al : Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg* 45 Suppl S : S5-67, 2007.
- 4) Dormandy JA, Rutherford RB : Management of peripheral arterial disease (PAD). TASC Working Group. *TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC)*. *J Vasc Surg* 31 (1 Pt 2) : S1-S296, 2000.
- 5) Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, et al : Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version. *J Vasc Surg* 26 : 517-538, 1997.
- 6) Castronuovo JJ Jr., Adera HM, Smiell JM, et al : Skin perfusion pressure measurement is valuable in the diagnosis of critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 26 : 629-637, 1997.
- 7) Hiatt WR : Medical treatment of peripheral arterial disease and claudication. *N Engl J Med* 344 : 1608-1621, 2001.

末梢・腸骨動脈ステント

2. 下肢閉塞性動脈硬化疾患に対する内科的治療と
インターベンション適応の考え方北関東循環器病院 内科
熊倉久夫

はじめに

下肢閉塞性動脈硬化疾患(peripheral arterial disease: PAD)の内科的治療としては、運動療法、薬物療法、人工炭酸泉などの理学療法、LDLアフェレーシス、そして近年登場した血管再生治療など多種の治療が行われている¹⁾。一方、侵襲が少なく、短期間で治療できるIVRが選択される症例が近年増加している。これは、従来のバルーン拡張術(plain old balloon angioplasty: POBA)に加えてステントによる治療の発達が大きく寄与している。2007年に出された日欧米の統一ガイドラインTASC-II(TransAtlantic Inter-Society Consensus II)でも、大動脈腸骨動脈および大腿膝窩動脈においてIVRを第一選択として推奨する病変形状の範囲が拡大した¹⁾。特に、腸骨動脈病変に対するIVRの初期成績および遠隔期成績は、ステントの使用により極めて良好である²⁾。一方、大腿動脈での再狭窄率は未だ極めて高く、本邦にて現在使用できるdeviceも限られており、慎重な病変選択が肝要である。

PADは末梢動脈の狭窄性病変であるが、各種の心血管系合併症率も高く、全身性動脈硬化疾患の一部分症であるとの認識が重要である。このためPAD治療にあたっては、全身管理という点からも治療を行うことが重要となる。また、間歇性跛行に対する治療法選択は遠隔期成績とQOLの改善という点から論じる必要がある。そのため、それぞれの治療法の利点と欠点を十分説明した後に、個々の患者ごとに最適な治療法を選択しなくてはならない。

基本的治療

PAD患者の管理にあたっては、致命的でもある心血管系の合併症の危険が高いことを認識することが重要である。我々の調査では³⁾、死亡の第一位は心疾患であり、PAD患者の5年生存率は68.8%で、死亡率は同年代の2.2倍と極めて高い。TASC-IIでも、まず動脈硬化の進行を起こす危険因子の排除に治療の重点をおくべきであるとしている¹⁾。また、血管の狭窄や閉塞があっても、自覚症状のない患者に血行再建治療を行う必要はなく、生命予後改善のための治療を行うことが重要である。

運動療法

運動療法は、TASC-IIにおいても間歇性跛行に対する第一選択の治療法として推奨されている¹⁾。間歇性跛行は、下肢動脈の閉塞性動脈硬化病変によって血液の供給能力が低下するために、歩行時に下肢の酸素等の需要増加に対応できず、虚血による疼痛を生じて歩行が継続できなくなる状態である。運動療法を行うと次第に痛みは出現する歩行距離が延長し、治療効果が現れる。ただし、運動療法による歩行能力改善のメカニズムは解明されていない。運動療法は単独でも有効であるが、薬物療法の併用によりさらに効果が向上することが示されているので、患者の病態に応じて適宜薬物を併用することも有用である。

薬物療法

PADの薬物療法に適応のある薬剤は、その作用から抗血小板剤、血管拡張剤、血管収縮抑制剤、抗凝固剤などに分類される。薬物療法単独では、バイパス手術やIVRで得られる動脈自体の閉塞性病変を直接改善する効果はないが、微小循環改善、側副血行路の発達、血栓形成の抑制、血管攣縮の軽減や抗動脈硬化作用な

表1 PADの治療薬

# 血小板凝集抑制作用	チクロピジン(バナルジン) クロピドグレル(プラビックス)
# 血小板凝集抑制, 血管拡張, 微少循環改善作用	シロスタゾール(プレタール)
# 血小板凝集抑制, 抗脂質作用	イコサペント酸(エパデール)
# 血小板凝集抑制, 抗血管収縮作用, 抗セロトニン作用	サルボグレラート(アンブラーグ)
# 血管拡張作用, 血小板凝集抑制作用	プロスタグランディン(PG)E ₁ (プロスタンディン) リポ化PGE ₁ 製剤(リプル, バルクス) PGE ₁ 誘導体, リマプロスト(オパルモン, プロレナール) PGI ₂ 誘導体, ベラプロスト(ドルナー, プロサイリン)
# 抗トロンビン, 血小板凝集抑制作用	アルガトロバン(スロンノン, ノバスタン)
# フィブリノーゲン低下作用	バトロキソピン(デフィブラーゼ)

どから臨床症状を改善するとされ、多種の薬剤が使用可能である(表1)。投与経路としては経口剤と注射剤があるが、大多数の患者は外来で治療を受けており、投与が簡単な経口剤の使用頻度が高い。

比較的軽症のPADでは、虚血に起因する間歇性跛行など諸症状の改善が第一の治療目的であり、特にいくつかの薬剤で跛行距離を伸ばすとの報告が見られる^{4,5)}。さらに抗血小板薬には、バイパス手術やIVR後の再狭窄予防目的としても使用され^{6,7)}、心血管事故の一次予防薬としての役割もある⁸⁾。PAD患者の死因の第一は、併発した脳・心血管系疾患によるものであり、経口剤の抗血小板作用によるその予防効果が期待されている¹⁾。

IVR

末梢血管病変に対するIVRの進歩は著しく、バルーン拡張術(plain old balloon angioplasty: POBA)に加えて、種々のステントの選択が可能となったため、ステントによる治療が増加している^{1,2)}。IVRは、外科的バイパス術より侵襲が少なく、薬物治療より効果の発現が確実に早いという利点がある。

1. IVRの長期成績

当院でIVRを施行した586例718病変の検討では、腸骨動脈でのステントの開存率は1年:94%, 3年:91%, 5年:81%, 10年:76%とPOBAの1年:88%, 3年:70%, 5年:58%, 10年:56%に対し有意に良好である(図1)。TASC-II分類のC型およびD型病変の遠隔期開存率は、POBAではA型およびB型病変に比較し有意に不良であったが、ステント群では有意差を認めなかった(図2)。比例ハザードモデルでは、POBAはステントに対し2.4倍再狭窄を起こしやすかった。一方、大腿動脈病変は腸骨動脈に比較して3.7倍再狭窄しやすく、遠隔期開存率はステントとPOBA間に差はなく、3年および5年開存率は何れも約50%と不良であった(図3, 4)。その他の再狭窄ハザード比に影響を与える因子は、再狭窄病変は新規病変に対して1.8倍、run off不良病変はrun off良好病変に対して1.8倍、完全閉塞病変(chronic total occlusion: CTO)は75%狭窄病変に対して1.5倍再狭窄率が高かった。IVR時の重篤な合併症は3.8%に認めた。特に、治療時には血管穿孔やCTO治療時の末梢塞栓症が、遠隔期には再狭窄にともなう急性下肢虚血やステント離断が問題となる。

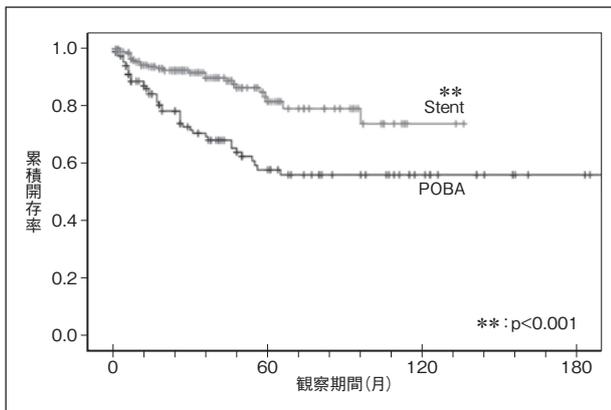


図1 腸骨動脈に対するPOBAとstentの遠隔期開存率の比較

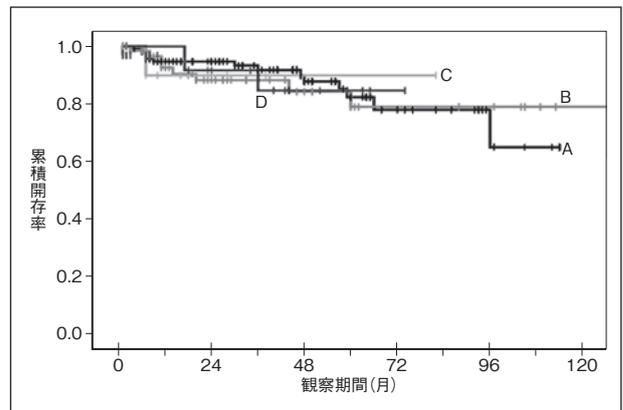


図2 腸骨動脈に対するstent植え込み術後のTASC-II分類別遠隔期開存

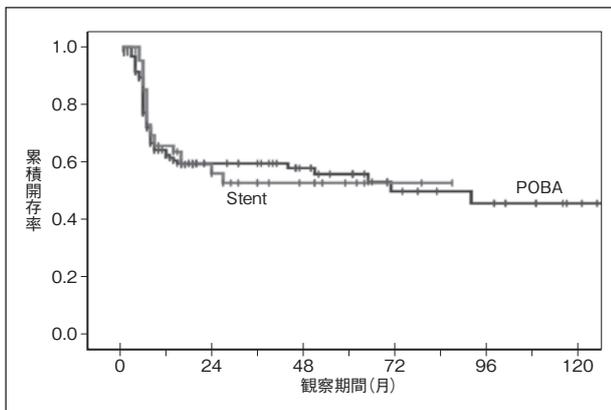


図3 大腿動脈病変に対するPOBAとstentの遠隔期開存率の比較

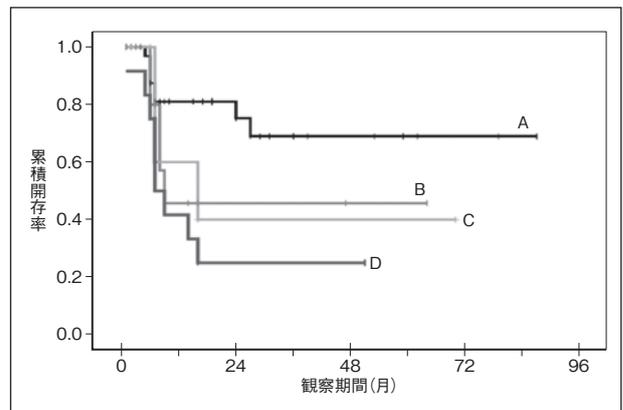


図4 大腿動脈病変に対するstent植え込み術後のTASC-II分類別遠隔期開存率

2. 腸骨動脈の適応

腸骨動脈領域では、TASC-II分類のA型およびB型病変はIVRの良い適応となる¹⁾。すなわち、病変長10cm以下の狭窄病変や、片側性の総腸骨動脈CTOが適応である(図5)。C型およびD型病変の一部も、経験を積んだ術者は治療可能である。特に、C型病変のうち両側性の外腸骨動脈狭窄病変は、ステントを用いれば容易に治療可能である。さらに、片側性であれば10cmを越えるようなCTOでも、ワイヤーが通過できステント留置を行えば初期開通が可能であり、遠隔期開存率も80%程度と良好である。ただし、総大腿動脈を含む病変ではステント留置を必要とする病変部遠位端の位置で適否が分かれる。また、短区域の腹部大動脈と両側腸骨の複合病変はkissing stent留置術で対応できるが、長区域の腹部大動脈CTOや腹部大動脈瘤を合併した病変は外科的バイパス術を第一選択とすべきである。

3. 大腿動脈病変の適応

大腿動脈領域では、ステントを使用しても遠隔期開存率が腸骨動脈病変より低いため、現時点では、TASC-II分類A型およびB型の病変長15cm以下の狭窄

ないし閉塞との複合病変がIVRの適応と考える(図6)。ただし、B型病変の2年開存率も50~60%程度である。C型病変も治療は可能であるが、遠隔期開存が不良でありステント離断等の合併症率も高く、全身状態不良の重症虚血肢にのみ施行するべきである。また、現時点で大腿動脈にはステントの保険適応はないことも認識すべきである。

最近、いくつかのニチノール製ステントが登場し、大腿動脈における遠隔期開存の向上が期待されPOBAより優れると報告されているが、2年後の開存率は55~70%と十分ではない⁹⁾。さらに、末梢用のdrug eluting stentの開発が進行中であるが、現時点では、遠隔期開存率は十分な改善が得られておらず¹⁰⁾、鼠径部以下のIVRについてはさらに新しい技術の開発、導入が必要と考える。

術後の再狭窄は、末梢血管では内膜増殖、血管リモデリングに加えて血栓形成も原因となっている。我々は原則としてアスピリンにもう1剤の抗血小板作用を持つ薬を加え2剤を投与している。シロスタゾールやベラプロストでは、抗血小板作用に加えIVR後の内膜過増殖も抑制することが示唆され⁷⁾、今後の詳細な臨床検討が待たれる。

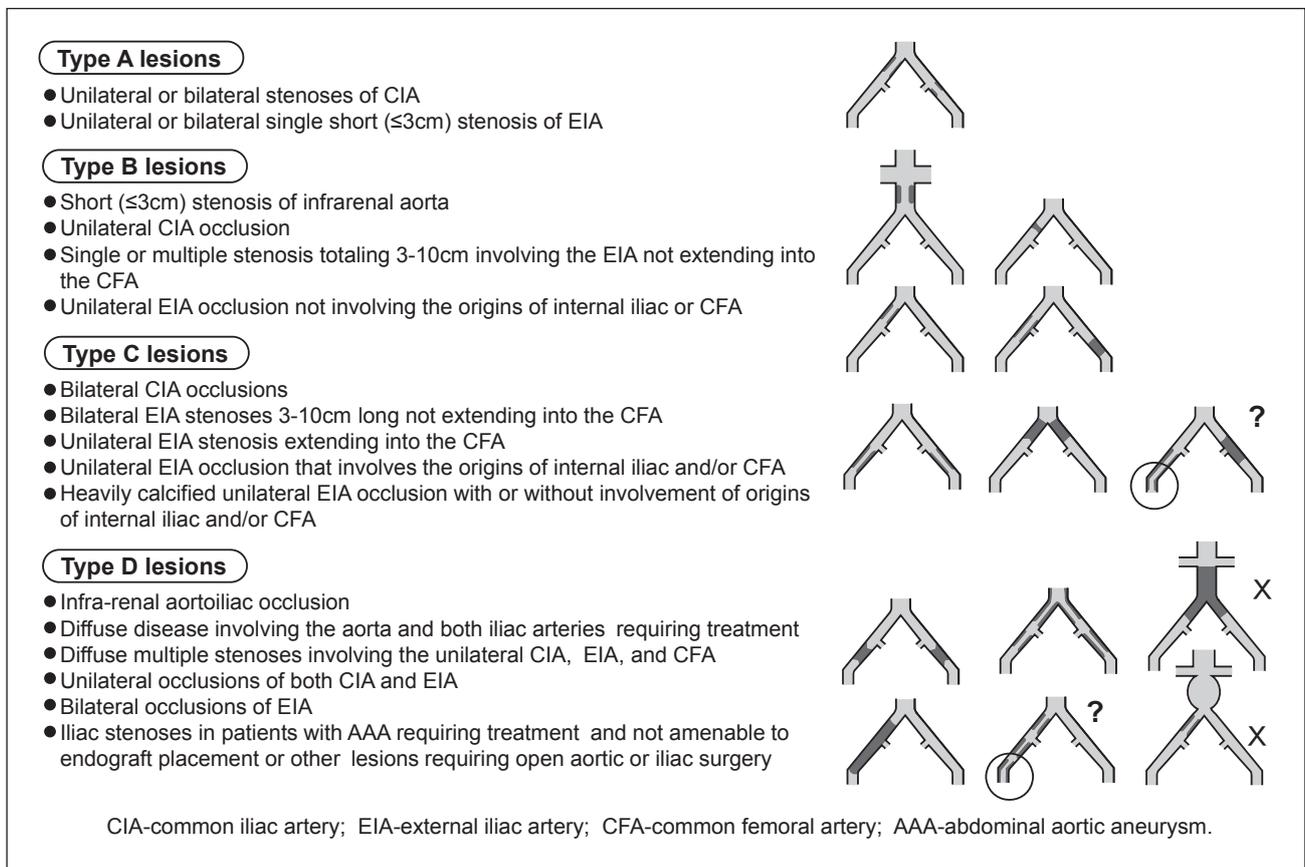


図5 大動脈-腸骨動脈病変のTASC-II分類とそのIVR治療の適否

Xは不適応。?は総大腿動脈に高度狭窄があれば不適応(文献1より改変)

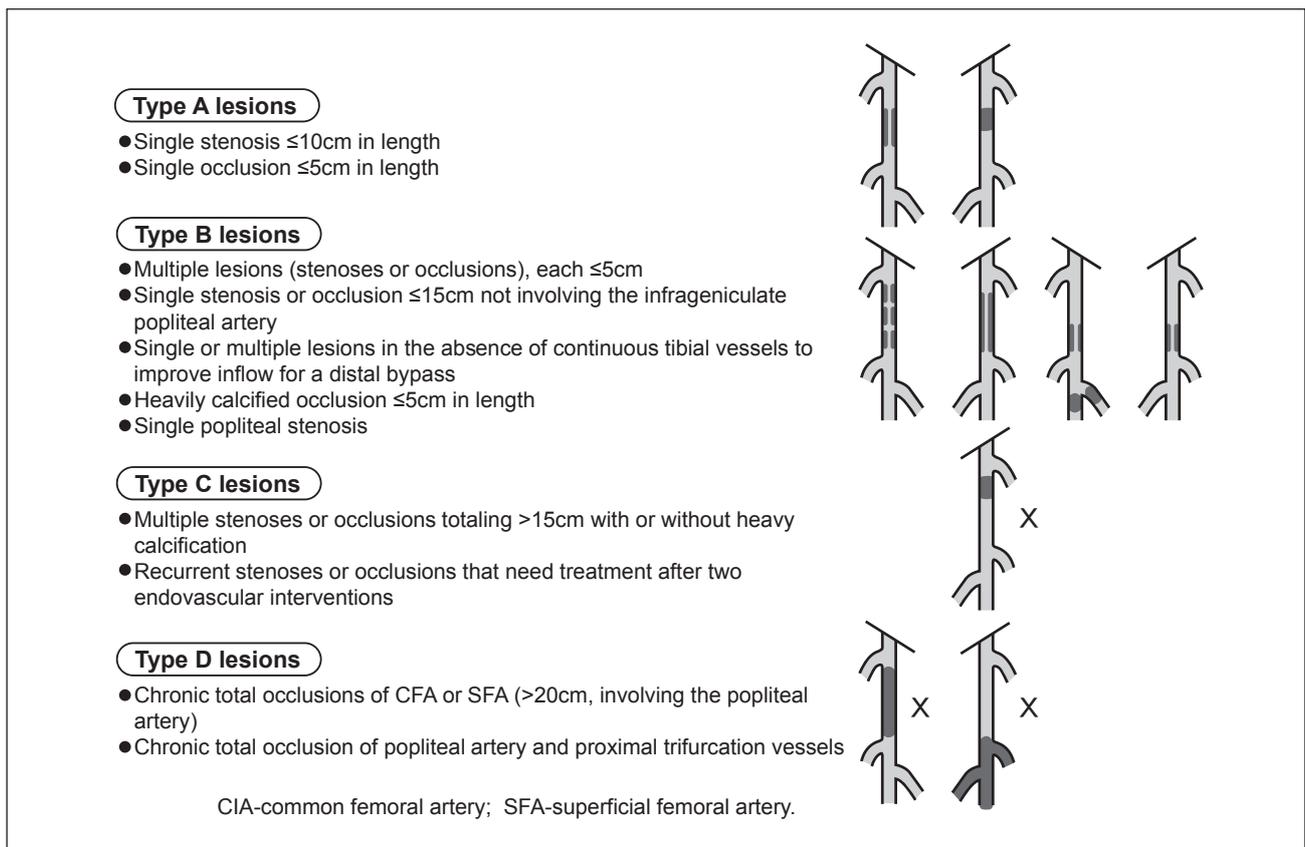


図6 大腿膝窩動脈病変のTASC-II分類とそのIVR治療の適否

Xは一般的には不適であるが、症例により個別に適応決定(文献1より改変)

4. IVR時の注意点、重篤な合併症を避けるために

腸骨動脈CTOに対する治療時の、最も重篤な合併症は血管穿孔と末梢血栓塞栓症であり、これらの合併症を回避する治療戦略が重要である。腸骨動脈の長区域CTOでは、粥状硬化病変は閉塞の一部のみであり、その前後に大量の血栓が存在する病変が高頻度に認められる。閉塞から1年以上経過しても血栓は軟弱なことが多く、拡張時には末梢血栓塞栓症の原因となり得る。このため、ワイヤー通過後に前拡張のバルーンを拡張した際に末梢血栓塞栓症が起こることが多く、ステント留置後もステント内に血栓のprotrusionが起こる。

さらに、CTOでは内膜下や粥腫内をワイヤー通過することは問題ないが、血管内超音波(intravascular ultrasound: IVUS)で観察すると、時にワイヤーが中膜筋層と外膜の間にあることもある。自己拡張型ステントは留置後もステント径が次第に増大するため、中膜筋層と外膜の間にステントを留置すると、治療中だけでなく夜間になってから血管穿孔をきたした症例も報告されている。血管穿孔の防止には、通過させたワイヤーが中膜筋層の内側を通過している事を、IVUSを用いて確認すべきである。

長区域のCTO病変の治療時の末梢血栓塞栓症を回避するためには、血栓を末梢に流す可能性のある前拡張を

施行せず、ステントを直接留置するdirect stentingが有効である。IVUSによる観察で、病変部に高度の石灰化を認めない場合には、前拡張を施行せずステント留置を施行する。また、高度の石灰化病変を認めた場合には、その部分のみに4mm程度の小径バルーンにて前拡張を施行し、ステント留置を行ってから次第にステントを拡張していく方法が有効である。さらに、自己拡張型ステントでは、遠隔期に30%程度ステント断面積が拡大することを勧告し⁷⁾、後拡張時にはあまりステントを拡張しすぎないように注意が必要である。また、バルーン拡張時に患者が痛みを訴えた場合には、血管穿孔の前兆と考え、拡張を一時中断することも重要である。さらに、血栓部分は遠隔期に自己溶解するので、粥腫部のみ十分拡張し血栓部はステント留置直後の拡張を抑えた方が血栓のステント内へのprotrusionの可能性が低い。

まとめ

1. 血管の狭窄や閉塞があっても、自覚症状のない患者に血行再建治療を行う必要はなく、生命予後改善のための危険因子に対する治療を行うことが重要である。
2. まず、運動療法と薬物療法を施行し、十分な症状の

改善が得られない場合に、血行再建術を考慮する。

3. 腸骨動脈領域では、ステント治療はPOBAより遠隔期開存が良好であり、経験を積んだ施設であればC型病変やD型病変の一部もIVRの適応となる。
4. 大腿動脈領域ではステント治療の再狭窄率が高く、B型病変までがIVRの適応となるが、B型病変でも高率の再狭窄を認める。
5. IVR治療時の各種合併症を低減する治療戦略の習得が重要である。

【参考文献】

- 1) Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, et al : Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg* 45 Suppl 5 : S5-67, 2007.
- 2) Koizumi A, Kumakura H, Kanai H, et al : Ten-year patency and factors causing restenosis after endovascular treatment of iliac artery lesions. *Circ J* 73 : 860-866, 2009.
- 3) 熊倉久夫, 杉戸美勝, 笠間 周, 他 : 閉塞性動脈硬化症の生命予後－危険因子, 合併症, 治療方法との関係－. *脈管学* 42 : 889-895, 2002.
- 4) Thompson PD, Zimet R, Forbes WP, et al : Meta-analysis of results from eight randomized, placebo-controlled trials on the effect of cilostazol on patients with intermittent claudication. *Am J Cardiol* 90 : 1314-1319, 2002.
- 5) Lievre M, Morand S, Besse B, et al : Oral Beraprost sodium, a prostaglandin I (2) analogue, for intermittent claudication : a double-blind, randomized, multicenter controlled trial. *Beraprost et Claudication Intermittente (BERCI) Research Group. Circulation* 102 : 426-431, 2000.
- 6) Iida O, Nanto S, Uematsu M, et al : Cilostazol reduces restenosis after endovascular therapy in patients with femoropopliteal lesions. *J Vasc Surg* 48 : 144-149, 2008.
- 7) Kumakura H, Kanai H, Araki Y, et al : Effects of antiplatelet agents and other factors on neointimal proliferation in iliac artery stenting : Intravascular ultrasound analysis. *Ann Vasc Dis* 2 : 100-108, 2009.
- 8) Antithrombotic trialists' collaboration : Collaborative meta-analysis of randomised trials of antiplatelet therapy for prevention of death, myocardial infarction, and stroke in high risk patients. *BMJ* 324 : 71-86, 2002.
- 9) Schillinger M, Sabeti S, Dick P, et al : Sustained benefit at 2 years of primary femoropopliteal stenting compared with balloon angioplasty with optional stenting. *Circulation* 115 : 2745-2749, 2007.
- 10) Duda SH, Bosiers M, Lammer J, et al : Drug-eluting and bare nitinol stents for the treatment of atherosclerotic lesions in the superficial femoral artery : long-term results from the SIROCCO trial. *J Endovasc Ther* 13 : 701-710, 2006.

末梢・腸骨動脈ステント

3. 下肢閉塞性動脈疾患に対する
インターベンションの実際奈良県立三室病院 放射線科
東浦 渉

はじめに

2007年にTransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC)-IIが発表され¹⁾、末梢動脈閉塞性疾患(peripheral arterial disease; 以下PAD)に対し、ますますinterventional radiology(以下IVR)による治療適応が拡大している。本邦においても腸骨動脈を中心に、観血的治療の第一選択が、外科的治療からIVRによる治療にシフトしつつある。なかでも、ステントはIVR治療の中心的役割を担っている。

本稿では末梢動脈ステント治療におけるステント留置手技の実際と治療後の注意点について述べる。

1. 留置手技の実際

病変の再開通

シース・ガイドイングとアプローチの選択

アプローチ方法はstumpの有無、バックアップの取りやすさ、ガイドワイヤ・カテーテルの操作性などを考えて、総合的に判断する。一般的にCIA病変は逆行性、EIA病変は大動脈分岐部を超えてcross-overで順行性、CIA-EIA病変では逆行性を基本とし、一方向で貫通出来ない場合は両方向性アプローチとする。逆行性アプローチでは6Fマーカー付きロングシース(メディキット)を使用する。Cross-overでは大動脈分岐部から閉塞部までの距離が短ければ6Fマーカー付きJシース(メディキット)を、長ければ6F Balkin(COOK)や6F Destination(テルモ)を使用することが多い。総大腿動脈からアプローチできない症例では上腕動脈からアプローチすることもある。この場合は90cm長の6F Destination(テルモ)を大動脈分岐部もしくはCIAまで挿入する。

大腿膝窩動脈病変では、SFA近位部病変では6F Destinationを用いてcross-overでアプローチすることが多い。SFA遠位から膝窩動脈狭窄例でも多くの場合、同様のアプローチで治療可能である。SFA遠位から膝窩動脈閉塞例ではトルク伝達性を重視し、同側総大腿動脈から順行性にアプローチすることが多い。腸骨動脈蛇行の有無や大腿動脈分岐位置(高位分岐か否か)、患者の体格なども考慮して総合的に決定する。

一方向からのアプローチで閉塞部を貫通できない場合は、二方向からのアプローチを行うことで、再開通

率を著しく向上できる。二方向からのガイドワイヤがいずれもsubintimal spaceに迷入し真腔をとらえられない場合は、一方向のガイドワイヤを他方向から挿入したスネアで補足し、貫通する方法が有用である。

大腿動脈長区域閉塞例では膝窩動脈からのアプローチが病変貫通に有用な場合がある。ただし、動脈穿刺時の動静脈ろう形成や神経損傷、止血時の仮性動脈瘤形成などの合併症に注意する必要がある。

ガイドワイヤによる再開通

狭窄病変では多くの症例で、ガイドワイヤによる再開通は比較的容易ではあるが、完全閉塞病変ではガイドワイヤによる貫通が治療の成否を分ける。

腸骨動脈病変では狭窄・閉塞病変ともに通常親水コーティングの0.035 inchガイドワイヤ(ラジフォークスアングル; テルモ)を使用することが多い。ただし、多数の石灰化プラークによるいわゆるコーラルリーフ状の狭窄などの複雑病変では0.035 inchガイドワイヤではプラーク下に迷入し、プラーク剥離・動脈解離を生じたり、真腔への選択に難渋する場合があります。0.014 inch親水性ガイドワイヤ(Cruise; 朝日インテック)などが有用である。大腿膝窩動脈狭窄病変では多くの症例で0.035 inch親水性ガイドワイヤによる再開通が可能であるが、上述した石灰化複雑病変や高度狭窄病変では0.014 inch親水性ガイドワイヤが有用である。大腿膝窩動脈閉塞では0.035 inch親水性ガイドワイヤも有用ではあるが、subintimal spaceへ迷入することも多い。真腔を丹念にdrillingもしくはpenetrationしていくには0.014~0.018 inchガイドワイヤ(TreasureやAstatto; 朝日インテックなど)が有用である。

前拡張

前拡張の目的はデリバリーシステムのアクセスをより安全に容易にすることである。近年、ステントのlow profile化に伴い、前拡張を必ずしも行うことはないが、石灰化プラークによる高度狭窄病変や完全閉塞病変では前拡張を行うこともある。前拡張時に使用するバルーンはデリバリーシステムのアクセスに必要な径を選択し、血管障害を最小限に抑え末梢塞栓の回避に努めるべきである。またプラークのmigration予防と、拡張回数を少なくし末梢塞栓を回避するために、

バルーンはプラーク全体をカバーできる長さを用いることが多い(図1)。ただしバルーン長が長くなれば血管内での抵抗が増し、通過性に劣るため、適宜短いバルーンを使用する。

ステントの選択

現在使用可能なステントはバルーンカテーテルにマウントされ、バルーンで拡張することでステントが拡張するballoon-expandable stentと自己の拡張力で広がるself-expanding stentの2種類がある。各ステントの特徴と利点・欠点について述べる。

Balloon-expandable stentはバルーンカテーテルの拡張力で広がるため、バルーンにマウントし、目的位置に留置するステントである。ステントはrigidであるが、一度拡張した後の保持力は強く、石灰化病変に対し有用である。バルーンで拡張させるため、正確な位置に留置することが可能である。これらの理由から、特に総腸骨動脈入口部病変に対し、使用されることが多い。欠点としては、rigidであり、血管の蛇行・屈曲への追従性に劣り、外力によりひとたび変形すれば、復元しない。また長区域の病変には適さないといった欠点があり、使用時には病変部位・病変長を考慮する必要がある。バルーンにマウントされているため、profileが大きいことが欠点であったが、近年、本邦でもExpress LD(ポストンサイエンティフィック)が認可され、多くのサイズのステントが6Fシースで挿入可能となった。

Self-expanding stentは自己の拡張力で拡張するタイプのステントであり、外力に対する変形には比較的強い。独自のデザインで、長軸方向の柔軟性があり、血管の蛇行や屈曲にも比較的追従する。Closed cellタイプとopen cellタイプがあり、各ステントのデザインにより、柔軟性、拡張力、内腔へのprotrusion、プラークmigrationの程度やステント破損の頻度などが異なる。

サイズ選択

ステント径は通常、基準血管径の1.1~1.2倍の径を選択する。Intravascular Ultrasound(以下IVUS)を使用する場合、media径と同じ径を選択することが多い。病変が長区域におよび、長いステントを留置する場合、時に中枢側の血管径と末梢側の血管径が異なることがある。このような場合には、中枢側の血管内腔径を参考に、中枢側の健常血管で壁に密着する径を選択するようにしている(図2)。

ステント留置時の注意点

・Balloon-expandable stent

ステントを適切な位置に比較的容易に留置可能である。バルーンで拡張するため、ステント端での解離

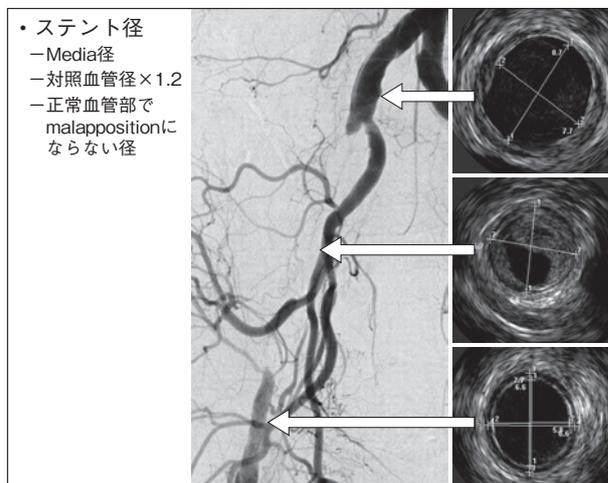


図2 ステントサイズの選択

基準血管径の1.1~1.2倍のステント径を選択する。IVUSを使用する場合、media径と同じ径を選択する。病変が長区域に及び中枢側の血管径と末梢側の血管径が異なる症例では、中枢側の血管内腔径を参考に中枢側の健常血管で壁に密着する径を選択するようにしている。



a | b

図1 ロングバルーンを用いた前拡張

- a: 左外腸骨動脈閉塞を認める。
- b: 前拡張では血管障害を最小限に抑え末梢塞栓の回避に努めるべきである。プラークのmigration予防と、拡張回数を少なくし末梢塞栓を回避するために、バルーン長はプラーク全体をカバーできる長さのバルーンを用いることが多い。

や破裂など血管損傷に注意する必要がある。ステント径をバルーン径で調節出来るので、小さい径にマウントされたステントを留置し、適切な径のバルーンで後拡張する方法が安全な場合がある。特に中枢側と末梢側で血管径に差がある場合は小さい径のステントを選択し、留置後に短い長さで大きい径の血管に見合った径のバルーンでピンポイントに後拡張を行い、ステント径を合わせることで、解離などの重篤な合併症を回避可能である(図3, 4)。いずれにしる過拡張は禁忌である。

・ Self-expanding stent

Balloon-expandable stentと比較して、正確な位置に留置するには多少のコツが必要になる。現在広く使用されているnitinol stentはシステム展開開始時にジャンピングが生じることが多く、システム全体に少しテンションをかけてジャンピングをコントロールする必要がある。また1~2ベンドが展開した時点で留置位置を微調整することも正確な留置を行うために有用な方法である。

Nitinol stentはステントデザインにより多少の差はあるものの、おおむねflexibilityに優れており、ステント展開に伴いステントは血管の走行に沿って留置される。高度に蛇行した血管はガイドワイヤとデリバリーシステムのシャフトが血管の最短距離を通過しており、ステントの展開とともに手前側のステント端が先端側へ移動していき(図5)、一見ステントが短縮してしまうように見える。このため高度屈曲した血管では

nitinol stentの手前側を正確に留置することが困難な場合があり、念頭に置く必要がある。またこのスリッパアウトを補正しようとステント展開中にシステム全体を手前に引いてしまうとnitinol stentのストラットが長軸方向に引き延ばされ、ステント破損の原因になり得る(図6)。

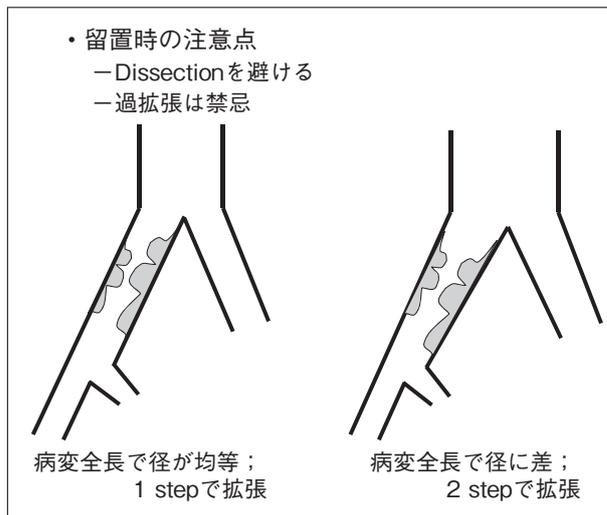


図3 Balloon-expandable stent留置

中枢側と末梢側で血管径に差がある場合は小さい径のステントを選択し、留置後に大きい径の血管に見合った径で短い長さのバルーンを用いてピンポイントに後拡張を行い、ステント径を合わせる。こうすることで解離などの重篤な合併症を回避可能である。

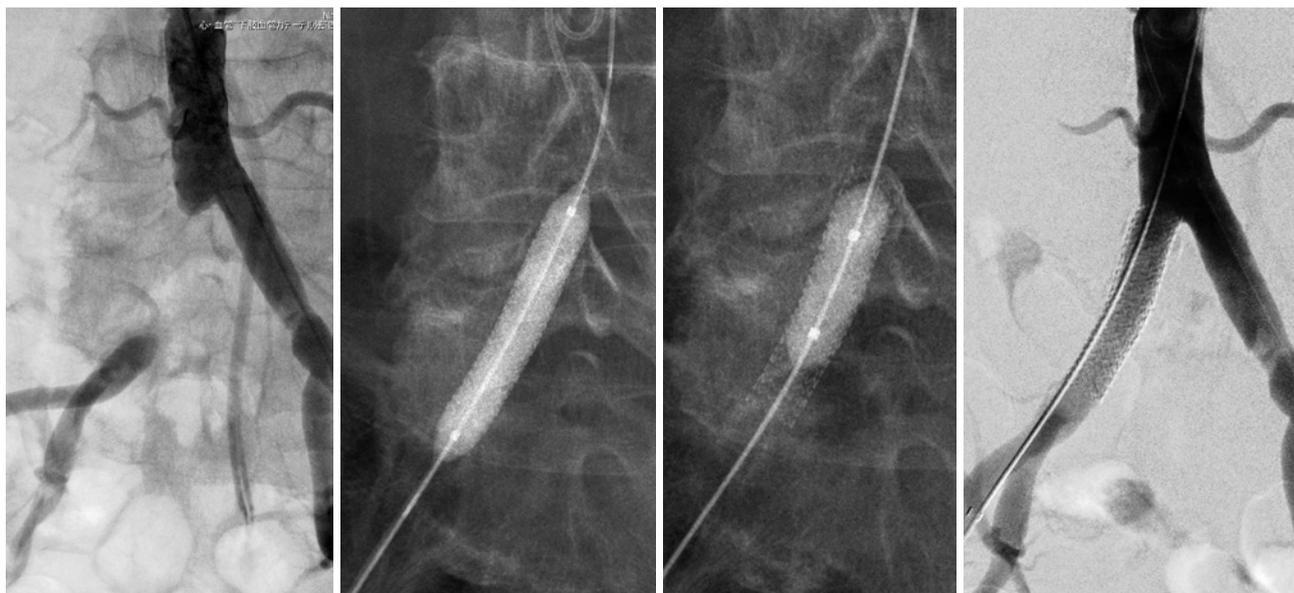


図4 右総腸骨動脈閉塞例

- a: 右総腸骨動脈閉塞を認める。
- b: Express LD (径8mm, 長さ37mm)を留置。
- c: 径10mm, 長さ20mmのバルーンで中枢側の血管径に合わせて拡張。
- d: ステントは血管壁に密着し、良好に拡張している。動脈解離も認めない。

a | b | c | d

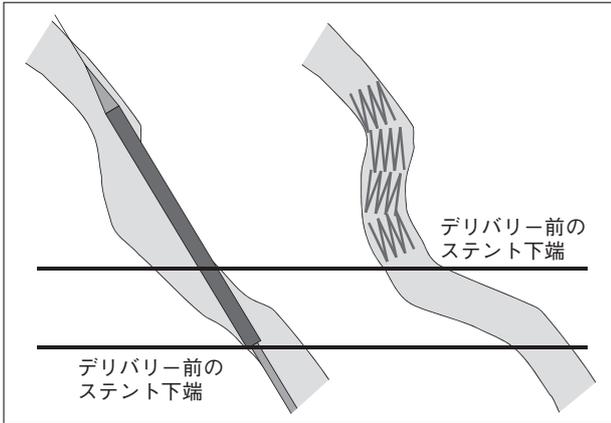


図5 蛇行血管に対するself-expanding stent (nitinol stent) 展開間際のスリップアウト
 高度に蛇行した血管はガイドワイヤとデリバリーシステムのシャフトが血管の最短距離を通過している。ステントの展開とともにステントは血管走行に沿って留置されるため、手前側のステント端が先端側へ移動していき、一見ステントが短縮してしまふように見える。

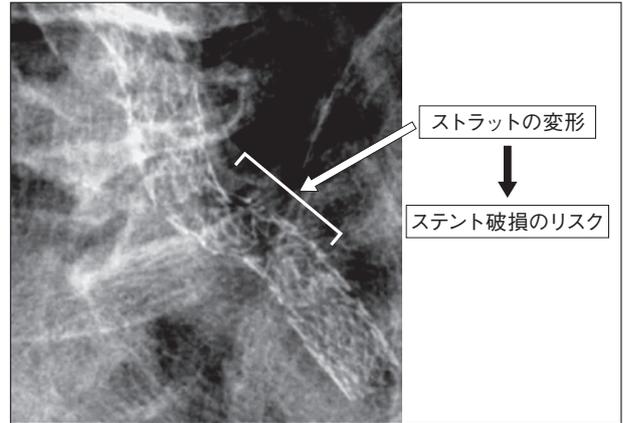


図6 ステント展開中に過度のテンションをかけたことによるステントストラットのelongation
 スリップアウトを補正しようとステント展開中にシステム全体を手前に引いてしまうとnitinol stentのストラットが長軸方向に引き延ばされ、ステント破損の原因になり得る。

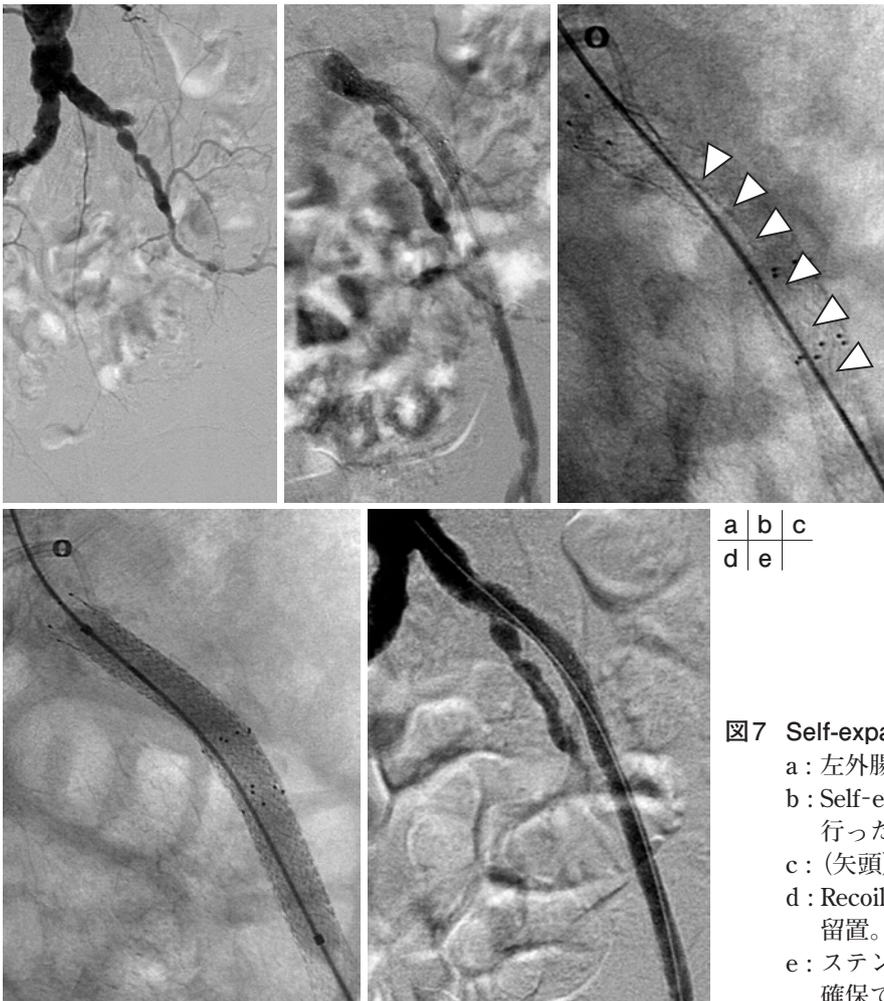


図7 Self-expanding stentのrecoilに対する対処
 a: 左外腸骨動脈閉塞を認める。
 b: Self-expanding stentを留置し、後拡張を行ったが十分な拡張が得られていない。
 c: (矢頭)ステントがrecoilしている。
 d: Recoil部分にballoon-expandable stentを留置。
 e: ステントは良好に拡張し、十分な内腔を確保できている。

後拡張

動脈解離を防ぐために、後拡張はステントより短いバルーンカテーテルで、ステント内のみを行う。バルーン拡張時には、患者に疼痛の有無を聞きながら拡張する。疼痛が強い場合は血管損傷や破裂を生じる危険サインであり、それ以上の拡張は行わない方がよい。閉塞病変にself-expanding stentを留置した場合、stentがrecoilし十分な血流が得られないことがある。Self-expanding stentは留置後、時間経過とともに徐々に拡張していくが、動脈疾患では急性閉塞する危険性がある。このような症例ではrecoil部分をX線撮影とIVUSで正確に把握し、recoil部分にballoon-expandable stentを留置することで、良好な血流を確保できる(図7)。

2. ステント治療後の経過観察における注意点

ステント破損

ステント治療後の遠隔期にステント破損が生じることが報告されている。腸骨動脈・大腿動脈では関節の可動に伴い、動脈の屈曲、ねじれ、長軸方向への進展・収縮などが見られ、self-expanding stentでさえ、ステントの破損を生じる。腸骨動脈領域では5.1%²⁾、大腿膝窩動脈では37.2%³⁾の発生頻度であると報告されており、留置部位、ステントのデザインや研磨の違いにより発生頻度が異なる。完全閉塞病変、複数のステント留置後、日常生活上の歩行距離などが、ステント破損の発生頻度に影響を与えると報告されている。ステント破損が再狭窄を招くとの報告や、高度の破損は瘤化を生じるとの報告もある。ステント破損によりalignmentが乱れ、閉塞した症例では再開通手技が困難となる場合がある⁴⁾。

薬物療法

ステント留置後の再狭窄予防を目的に、アスピリンを中心とした抗血小板療法を行うのが一般的である。我々はシロスタゾールによるステント内の新生内膜肥厚抑制効果を実験的に確認しており⁵⁾、ステント導入初期よりシロスタゾールを抗血小板剤の第一選択として用いてきた。近年、臨床でもシロスタゾールが大腿膝窩動脈領域のステント留置後に再狭窄を抑制するという報告が散見されるようになった。Iidaらは浅大腿

動脈病変に対するステント留置後の症例において、バイアスピリンおよびシロスタゾール内服群ではバイアスピリンおよび塩酸チクロピジン内服群と比較して、有意に高い開存率を得ることが出来たと報告している⁶⁾。同様に、Sogaらも治療2年後の再治療率をエンドポイントとして評価したところ、シロスタゾール群で有意に再治療率を抑制できたと報告しており⁷⁾、シロスタゾールは浅大腿動脈病変に対するステント治療後のスタンダードな内服治療になりつつある。

【参考文献】

- 1) Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, et al : Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). J Vasc Surg 45 (Suppl S) : S5-67, 2007.
- 2) Higashiura W, Kubota Y, Sakaguchi S, et al : Prevalence, factors, and clinical impact of self-expanding stent fractures following iliac artery stenting. J Vasc Surg 645-652, 2009.
- 3) Scheinert D, Scheinert S, Sax J, et al : Prevalence and clinical impact of stent fractures after femoropopliteal stenting. J Am Coll Cardiol 45 : 312-315, 2005.
- 4) Higashiura W, Sakaguchi S, Morimoto K, et al : Stent fracture and reocclusion after placement of a single self-expanding stent in the common iliac artery and endovascular treatment. Cardiovasc Intervent Radiol 31 : 1013-1017, 2008.
- 5) Kubota Y, Kichikawa K, Uchida H, et al : Pharmacologic treatment of intimal hyperplasia after metallic stent placement in the peripheral arteries. An experimental study. Invest Radiol 18 : 125-128, 1995.
- 6) Iida O, Nanto S, Uematsu M, et al : Cilostazol reduces restenosis after endovascular therapy in patients with femoropopliteal lesions. J Vasc Surg 48 : 144-149, 2008.
- 7) Soga Y, Yokoi H, Kawasaki T, et al : Efficacy of Cilostazol after endovascular therapy for femoropopliteal artery disease in patients with intermittent claudication. J Am Coll Cardiol 53 : 48-53, 2009.