

AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

糖尿病の療養指導 糖尿病学の進歩 (2007.03) 41回:64～69.

糖尿病療養指導に必要な知識 糖尿病性閉塞性動脈硬化症に対する外科治療 糖尿病足の管理

笹嶋唯博

レクチャー②

糖尿病療養指導に必要な知識 (2)

7 糖尿病性閉塞性動脈硬化症に対する外科治療

糖尿病足の管理

笹嶋唯博

旭川医大第一外科

はじめに

糖尿病 (DM) にみられる閉塞性動脈硬化症 (arteriosclerosis obliterans : ASO) は diabetic atherosclerosis (DA) といわれ, その特徴的な好発部位に DM 特有の血行障害が重畳して虚血重症度の高い病態であり, 足壊疽を発生しやすい. その救肢にはバイパス術が必須であるが, 内径 1 ~ 1.5mm の小動脈が対象のため外科的血行再建術は不可能と判断されがちな一方, ただちに整形外科による大切断が安易に行われる現状は悲劇である. 外科治療の目標は DA 患者の足壊疽を防止すると同時に足壊疽を来した例に対し, 全身的管理の基に下肢動脈バイパス, 感染治療, 遊離組織移植などにより自力歩行を可能にすることにある.

DA の病態

DA は DM を合併しない ASO とは異なる次の 3 つの特有の血行障害病態を有する.

1) DA における動脈閉塞の好発部位

ASO は骨盤, 大腿, 下腿型の 3 型に分けられる. 骨盤型は DM 合併率が僅か 5% に対し, 下腿型は 75% に達する. すなわち DA は下腿動

脈の粥状硬化性多発分節閉塞を特徴とする (図 1-A).

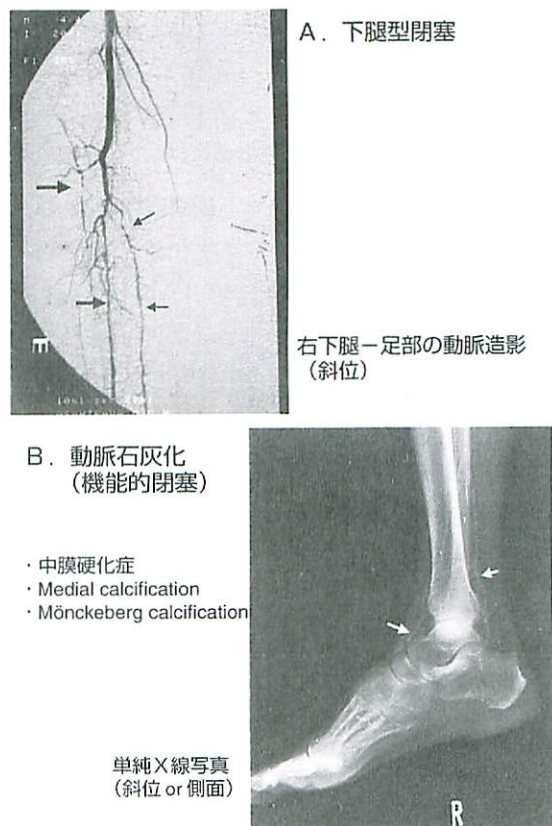


図 1. 糖尿病性閉塞性動脈硬化症の特徴.

- A. 下腿動脈の多発分節性狭窄, 閉塞 (矢印)
 B. 中膜硬化症 (Mönckeberg 石灰化: 矢印)

2) 中膜硬化症 (Mönckeberg 型石灰化)

末梢動脈中膜は微小石畳状石灰化を発生する(図 1-B)。足部から始まり下腿に進展し、単純 X 線撮影で動脈走行に一致する石灰化像をみる。これは内膜硬化症(粥状硬化)と異なり内腔狭窄を生じないが、進行すると全体が鋼管となってコンプライアンスが低下し血流抵抗増大により微小循環障害(機能的閉塞)をきたす。ABI 測定は不正確・不可能となる。

3) 末梢神経障害に伴う微小循環障害

DM では微小循環障害により末梢神経障害をきたす。その結果、血管運動反射の消失により皮膚温を調節する生理的皮膚動静脈シャント血流調節機能失調をきたしてシャント血流が非生理的に増大する。その結果、静脈血酸素飽和度や皮膚温の上昇をみる一方、毛細血管床の血流が盗血され、皮膚組織は虚血に陥る(図 2)。

DA は以上 3 つの器質的、機能的血行障害を重畳するため虚血重症度が高く、非糖尿病 ASO では問題にならない程度の狭窄病変でも高度の虚血病態を発生する。救肢のための外科治療ではこれらの病態を理解したバイパスストラテジーと術式を取らねばならない。

ASO の血行再建に向けての 診断・検査

間欠性跛行 (intermittent claudication : IC) は血管性と神経性 IC との鑑別診断が重要である。ASO では跛行出現距離 (painless walking distance : PWD) と ABI (後述) が関連し、たとえば ABI > 0.6 の血管性 IC では PWD は短くとも 200m 以上のはずである。それが 50 ~ 100m ならば、神経性 IC が疑われる。神経性



図 2. 糖尿病性神経障害に伴う皮膚微小循環障害
シャント開放による毛細血管血流の盗血。

IC の特徴は①歩き始めから疼痛が出現し、②立位のままでは回復せず、③前屈すると速やかに回復するが、何らかの神経症状が常に遺残し、④安静時からしびれ感を伴い、通常、⑤両側性である。⑥神経性 IC 単独ならば足背 and/or 後脛骨動脈拍動が触知される。末梢拍動が触知されない例は以下の検査を行う。

1) Ankle Brachial pressure Index (ABI)

測定前に足部動脈の石灰化を確認する。足背動脈または後脛骨動脈の一方が正常 ($1.25 > \text{ABI} > 0.95$) ならば虚血症状は出現しない。ABI 0.7 以下で IC が出現し、0.4 以下は重症虚血肢に属し、0.2 以下で安静時疼痛が発生する。しかし DA では、前述の虚血病態により ABI > 0.6 でも壊疽を発生する。

2) 趾動脈血圧・皮膚灌流圧の測定

石灰化で ABI が測定出来ない虚血または潰瘍・壊疽例では趾動脈血圧 toe pressure, toe index (趾動脈/上腕動脈血圧比; 正常 or 無症状 > 0.7) や皮膚灌流圧 skin perfusion pressure (正常 $> 60\text{mmHg}$) を測定する。いずれも 30mmHg 未満は潰瘍の保存的治療が無効で¹⁾、血行再建の適応となる。

3) DA 壊疽足の画像検査

足部動脈石灰化の程度と範囲を把握するため約 30° 斜位 (または側面) で単純 X 線撮影する (図 1-B)。足趾壊疽例ではしばしば骨髓炎を合併するので、足部の発熱、発赤、圧痛などの炎症所見や膿瘍などがある場合は骨髓炎診断のため足部の MRI が必須 (図 3) である。

動脈造影 (MRA and/or IADSA ; 約 30° 斜位) により下腿動脈多発分節性狭窄・閉塞病変 (図 2) の存在を明らかにして DA を確診する。

4) 副病変の診断

ASO では冠動脈病変を 50% に合併するのでまずジピリダモール負荷心筋シンチグラフィを行い、虚血が疑われる例には冠動脈造影を実施する。また 25% に無症候性頭蓋内・外頸動脈病変を合併するので MRA 検査を行う。

外科治療方針・手術適応

IC は薬物療法が第一選択の治療法であるが、ABI > 0.5 が条件となる。しかし年齢を問わず活動性の高い患者で虚血肢の完治を希望される例は手術適応である。また DM では運動制限が血糖コントロールの支障となるので積極的な血行再建が望ましい。

DM で動脈閉塞があり足趾の潰瘍・壊疽が発生した場合、ABI, SPP, 趾動脈圧などを測定し治療方針を決定するが、重症虚血はバイパス術の絶対適応である。湿性壊疽は蜂窩織炎を合併しやすく急速に中枢進展し、数日で下腿膿瘍を形成する。足背または後脛骨動脈に感染が及んだ場合は、バイパス不能で、切断が不可避となる。

有意な頭蓋外頸動脈狭窄や冠動脈病変合併例



図 3. 糖尿病足壊疽に合併した骨髓炎 (矢印) の MRI 診断 (T2 画像)

は、これらを先に再建し、下肢動脈再建は2期的に行う。しかし下肢虚血が高度な例では頸動脈や冠動脈再建を同時に行う。骨盤型閉塞が合併する例はバルーン血管形成術+ステントや腹部大動脈-大腿動脈バイパスや腋窩-大腿動脈バイパスなどを併施する。

外科治療の実際

動脈閉塞を伴うDM壊疽に対する外科治療は3段階に分けられる：1) バイパス術と壊疽切除、2) バイパス術後蜂窩織炎や骨髄炎の防止、洗浄・デブリドマンによる壊疽切除創の浄化・肉芽形成促進、3) 遊離植皮による広範囲開放創の閉鎖、足根骨露出例に対する遊離筋皮弁移植。

1) バイパス

DAに対する血行再建はバイパス術が標準で、同側の大伏在静脈を用いて足関節以下の足背または終末脛骨、足底動脈バイパスが必要となる(図4)²⁾。これは足部の壊疽切除創近くにそれを治癒させる旺盛な血液供給源の形成を目的とするもので、前述の虚血病態に対応するものである。同側大伏在静脈が使用できない場合には同側の小伏在静脈、外側副伏在静脈、右上肢静脈または対側大伏在静脈、浅大腿静脈などを連結してspliced vein graftを作成し移植する。これによりほぼ全例で自家静脈グラフトによるバイパスが可能である。壊疽は手術終了時に切断する。

2) Dialal venous arterialization (DVA)

救肢のためにバイパスする足部末梢動脈が病変進行や血栓などにより得られない例があり、これらは大切断が必須であった。DVAはこのような例に対し動脈から足部静脈にバイパスし逆

行性に末梢循環を改善させる方法で、救肢の最後の血行再建術である。本法の歴史は古いが、1999年、Taylorが術式を確立し高い救肢成功率を報告した³⁾。筆者も5例の組織欠損を伴う重症虚血肢に施行し救肢に成功した。

2) バイパス後壊疽切除創の管理

バイパスにより下肢は急速に浮腫を発生し、壊疽例では蜂窩織炎や骨髄炎を合併しやすくなり、これらに対する全身的・局所的管理が必須である。壊死組織の丹念なデブリドマンと排膿、抗菌外用薬(カルデナリン[®]、ゲーベン[®]など)などにより感染の鎮圧につとめる。vacuum assisted closure法⁴⁾(VAC; 開放創をスポンジで覆い、チューブを差し込んでドレープで完全に密閉し、120mmHgの陰圧で3~4日間吸引する：図5)は排膿・デブリドマンがなされ、ある程度、感染が抑制されたら開始する。VACはバイパス術後早期の滲出液の多い創管理にきわめて効果的である。骨露出例でもVACを長期継続することにより骨上に肉芽が形成され、遊離植皮による閉鎖も可能である。



図4. 糖尿病性閉塞性動脈硬化症に対する自家静脈グラフトを用いた大腿-膝下膝窩動脈-終末脛骨動脈バイパス。

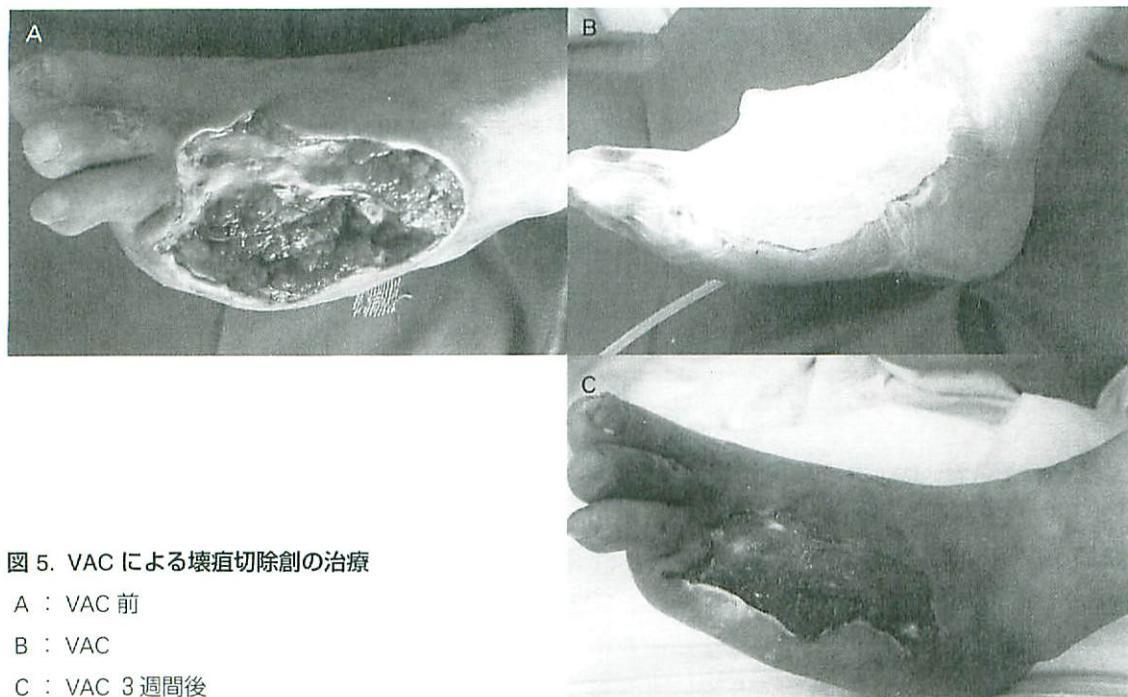


図 5. VAC による壊疽切除創の治療

A : VAC 前

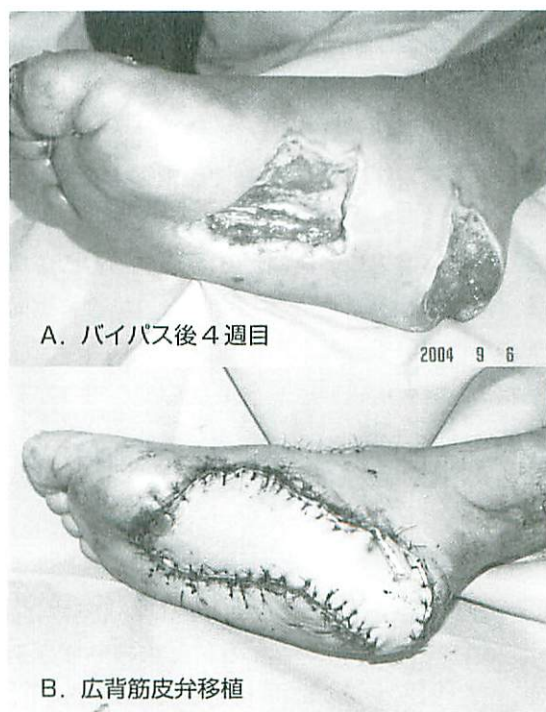
B : VAC

C : VAC 3 週間後

3) 組織補填による足形成

広範潰瘍，組織欠損例において，バイパス術後，新鮮肉芽形成がみられたら最終段階の手術となる．一本の趾でも足部の先端知覚を担い，第 1，2 趾は歩行の踏み出し，5 趾は起立時の側方バランスの機能を担う．足関節位へのバイパス例では生存趾，組織は可能な限り温存し，グラフト血流量を少しでも増加させて開存性を高めるべきで，定型切断は行わない．

血行再建後は広範潰瘍ならば遊離植皮により治療期間を短縮する．足部広範壊疽例の自力歩行機能を取り戻すためには踵の温存は重要である．特に骨露出例では肩甲皮弁，腹直筋，広背筋皮弁を用いた遊離筋皮弁移植による足形成手術が必須である（図 6）^{5,6)}．



A. バイパス後 4 週目

2004 9 6

B. 広背筋皮弁移植

図 6. バイパス術と組織補填による救足:遊離広背筋皮弁による踵の温存

おわりに

DA による壊疽は段階的に進行・拡大し、一歩進んだ段階では外科治療は数段難しくなる。動脈閉塞が明らかな例の一步早期の外科治療を推進したいものである。

文献

1. Orchard TJ, et al: Assessment of peripheral vascular disease in diabetes. *Circulation* 88;819-28, 1993.
2. Taylor RS, Anna-Marta Belli, Sabu Yacob: Distal venous arterialisation for salvage of critically ischemic inoperable limbs. *Lancet* 354;1962-1965, 1999.
3. 東 信良, 笹嶋唯博: 足関節以下へのバイパス成績. *日血外会誌* 6 ; 334-349, 1997.
4. 羽賀将衛, 稲葉雅史, 笹嶋唯博, ほか: 糖尿病合併閉塞性動脈硬化症の足病変に対する vacuum-assisted closure (VAC): 持続陰圧吸引療法. *日血外会誌* 14 ; 689-693, 2005.
5. McCarthy WJ, Matsumura Js, Fine NA et al: Combined arterial reconstruction and free tissue transfer for limb salvage. *J Vasc Surg* 29;814-820, 1999.
6. 東 信良, 稲葉雅史, 笹嶋唯博, ほか: Bypass と遊離筋皮弁による foot salvage. *日血外会誌* 14 ; 151-158, 2005.