

AMCoR

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

International Review of Thrombosis (2007.03) 2巻1号:30～34.

INTERFACE 臨床 糖尿病合併PADに対する血行再建術の成績、工夫

笹嶋唯博

糖尿病合併PADに対する血行再建術

の成績、工夫

笹嶋 唯博

旭川医大外科

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、足趾壊疽を発生し易い。その救肢／足には足関節以下へのバイパス術が有効であるが、内径1～1.5 mmの小動脈が対象となることや静脈グラフトによる長いバイパスが必要なことなどから、バイパス術は困難とする血管外科医が多い一方、大切断が安易に行われる本邦の現状は悲劇である。足壊疽を来したDA患者に対し今求められる外科治療は、救肢により自力歩行機能の回復を達成し、健康寿命を延長することであり、それにはバイパス手技、感染管理、足形成などにおける様々な工夫が必要であり、また粥状硬化性動脈閉塞を基礎疾患とする全身病として冠動脈と脳動脈病変を含めた全身管理が必要なことは申すまでもない。

1. 手術の適応と方針

DAでは湿性壊疽を発生やすく、悪化が始まると蜂窩織炎を来して急速に中枢進展し、下腿膿瘍を形成する。この段階では緊急バイパスが必須であるが、壊疽・膿瘍が足関節周囲の再建対象動脈（足背または後脛骨動脈）に感染が及んだ場合には、バイパス不能で、切断が不可避となる。従って時期を失しない的確な感染管理とバイパス術に向けて必要な検査を迅速に実施することが重要である。

下肢動脈バイパスの適応となった例の手術手順として、術前スクリーニングにおいて有意な頭蓋外頸動脈狭窄や冠動脈病変の存在が明らかになった場合には、これらを先に再建し、下肢動脈再建は2期的に行うことになる。虚血が高度で時間的猶予がない例では頸動脈や冠動脈の同時再建が必要となる。下肢動脈再建においても下腿型閉塞に加えて骨盤型閉塞が合併する場合にはバルーン血管形成術＋ステントや腹部大動脈（または腸骨動脈）ー

大腿動脈バイパス、腋窩－大腿動脈バイパスなどの併設が必要であるが、その場合にも2期手術となる例がある。

2. DAに対する外科治療

DAでは、閉塞病変の首座が下腿動脈にあり、微小循環障害や動脈石灰化などの虚血病態が重畳するので、救肢のためには足関節以下へのバイパスが必須であるが(図1)¹⁾⁻³⁾、その後も専門的な治療が必要である。

動脈閉塞を伴う糖尿病性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) バイパス術後浮腫に伴って発生する蜂窩織炎や骨髓炎の防止、壊死切除創の洗浄・デブリドマンによる壊疽切除断端の浄化、vacuum assisted closure法⁴⁾⁵⁾(VAC; 開放創をスポンジで覆い、吸引チューブを差し込んでドレープで完全に密閉し、125mmHgの陰圧で3-4日間吸引する: 図2)による肉芽形成促進、3) 遊離植皮による広範開放創の閉鎖、足根骨露出例に対する遊離筋皮弁による足部

断端形成術。

1) バイパス術における工夫

DAでは、多くの場合、足関節以下のバイパスが必要となるが、これは足部の組織欠損部を治癒に向かわせる旺盛な血液供給を意図するもので、DAに特有の虚血病態に対応するものである。バイパスは吻合する動脈に石灰化がなく、良質の同側大伏在静脈が使用可能であれば手技は容易であるが、教室における連続症例では、20%がバイパスに長時間を要する困難である。

吻合部の選定：重症虚血肢であっても足背または終末脛骨～足底動脈のいずれかは、通常、開存してバイパス可能である。これら足部主幹動脈がなく、外側踵動脈などの足背動脈分枝へのバイパスの有効性も報告されている⁶⁾。吻合部は、足関節位で、願わくばrun-off血管に狭窄がなく足部末梢動脈に連続している動脈で、石灰化の最も少ない部位を選定する。

石灰化動脈への吻合法：維持透析に代表され

る高度の石灰化は手術を難しくはするが、手術を不可能にするものではなく、優れた手術成績が報告されている⁷⁾。石灰化動脈は中膜石灰化（微小石畳状で針は刺入可能）に内膜石灰化（板上で針の刺入困難）が混在する。動脈の遮断は選定された動脈分節に最も近い無石灰化部を選ぶ。連続する石灰化ではクレバスを見つけて、そこを吻合部toeに設定し、石灰化動脈は2 Fr. Fogarty balloon catheter (Bard. USA) で閉鎖する。また下肢を挙上し、中枢吻合と同時に末梢吻合を行うことなどにより遮断なしでも吻合可能な程度に逆流出血を減らすことが出来る。縫合糸は3/8-circle 7-0ポリプロピレンとし、針の中程を把持し、動脈刺入部の外膜側に鑷子を当てがって刺入点を固定し、数秒間保持すると石灰化壁を貫通する。針先が損傷されるので結節縫合を適宜加えて針を新しくする。内膜石灰化が厚くて刺入出来ない場合は、外膜側からの外-内の運針や、バイトやピッチを大小に変化させ

て貫通部位を探すなどにより吻合する。

中枢動脈吻合部の選定と吻合法：中枢吻合部

は総大腿、深大腿、浅大腿、膝下膝窩動脈な

どが選ばれるが、in-flowに狭窄がない部位の

最も末梢部を選定してバイパス長を短縮する

べきである⁸⁾。石灰化が高度な場合は4～5Fr.

バルーンカテーテルで遮断する。方法はクレ

バスや無石灰化部から透析用16 G針を刺入し

そこから4 Fr. Fogarty balloon catheterを

挿入して遮断する。中枢側が遮断されたら刺

入部から動脈切開を加え末梢側を同様に遮断

する。動脈切開を大きめに開大する。直接同

部に静脈グラフトを吻合すると閉塞させる危

険があるので、まず静脈パッチを当てる。板

上石灰化は把針器で破砕すると刺入可能とな

る。パッチ形成後、その上に静脈グラフトを

吻合する。

膝窩動脈へのsequential bypass:総大腿から

足関節動脈までの長距離バイパスではグラフ

ト内膜肥厚やinterval ischemiaによる間欠

性跛行の発生など問題が少なくない。そのためこのような長距離バイパスでは開存性や救肢率の向上、間欠性跛行の防止などに寄与するため可能な限り膝下膝窩動脈への中間バイパスを併設する（図1）。

静脈グラフト：バイパスの成否は吻合部動脈の性状ではなく、静脈グラフトの質的良否で決まる。静脈グラフト使用可否の我々の基準は内径2.5mm(2.5mmサイザー内挿可能、欧米は3mmが多い)、中膜が保持され、拡張性が良好であることが条件となる。同側大伏在静脈が何らかの原因で使用できず、バイパスグラフト長が不足な場合にはspliced vein graftの応用が必須で⁹⁾、同側の外側副伏在静脈、小伏在静脈、右上肢静脈¹⁰⁾、浅大腿静脈などを連結して使用する。これにより初回手術例ではバイパス不能例の経験はないが、手術が長時間に及ぶことは免れない。DAでは対側の大伏在静脈は対側下肢ASO発症、左上肢静脈は維持透析の可能性を考慮して優先使用を控える場

合が多い。

足趾壊疽の切除：バイパスが完了したら、すべての術創を閉鎖し、壊死に陥った足趾の壊死切除に取りかかる。通常、出血する領域まで切り込むが、生死不明の境界組織はこの時点では温存し、次の手順に委ねる。

2). Diatal 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症などにより得られない例があり、これらは大切断の対象であった。DVAはこのような例に対し救肢を達成する方法として開発され、発展の歴史は1800年代までさかのぼるが、1999年、Taylorが術式を確立し高い施行率を報告した¹¹⁾。足部静脈に動脈グラフトをバイパス移植し逆行性に末梢循環を改善させる方法で、我々も6例に実施し5例で救肢に成功した。

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血流が回復すると同時に、浮腫を発生し、壊疽／感染例では蜂窩織

炎を合併しやすくなる。同時に骨髄炎併発の可能性が高まりこれらに対する全身的・局所的管理が重要である。残存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。VACは排膿・デブリドマンがなされたら開始し、滲出液の多いバイパス術後早期の創管理に極めて有効であり、新鮮肉芽形成がみられたら最終段階の形成手術となる。骨膜の脱落した骨露出例でも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となる。遊離筋皮弁が容易でない維持透析例では選択肢の一つである。

3). 組織補填による足部断端形成

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 趾は起立時バランスの機能を担っている。足関節位へのバイパス例では生存組織は極力温存し、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には遊離植皮により

治療期間を短縮する（図3）。足部広範壊疽例に自力歩行機能を保持させるためには踵の温存が不可欠である。広範組織欠損例に対する腹直筋や広背筋を用いた遊離筋皮弁による切断端の形成手術（図4）¹²⁾¹³⁾は、自力歩行機能を保持させ、治療期間を短縮させるが、nutrient flap¹⁴⁾として有効健常血管床を拡大させる効果が期待される。

3. バイパス手術成績

バイパスの5年開存率は骨盤型の90%以上に対し、大腿～下腿型の自家静脈バイパスは一次開存が60～70%にとどまる。これは進行性内膜肥厚によるグラフト狭窄が約15%の例に発生するため、これを修復手術で救済した5年2次開存率は85-90%と満足できるものである。従って厳密なサーベイランス／修復術が必須で¹⁵⁾¹⁶⁾、それにより耐久性は保証される。DMに対する足部バイパスが救肢率を向上させることは前述の通りであるが¹⁾⁻³⁾¹⁷⁾、それと同時に生命予後も改善する¹⁸⁾。

終わりに

DAによる壊疽は段階的に進行・拡大し、一步進んだ段階では外科治療は数段難しくなる。一方、内科治療で例え改善したとしても治癒に長期間を要しかつ治癒後も再発や間欠性跛行などの問題が残り、健全な日常生活は阻害され続ける。どのような疾患においても早期治療が良好な結果をもたらすことは論を待たない。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。

参考文献

- 1). Pomposelli Jr FB et al. A decade of experience with dorsalis pedis artery bypass: analysis of outcome in more than 1000 cases. J Vasc Surg 37:2003;307-15
- 2). Kalra M, Gloviczki P, Bower TC, et al: Limb salvage after successful pedal bypass grafting is associated with improved long-term survival. J Vasc Surg 2001;33:6-16
- 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. 6:1997;334-349
- 4). Youssef F et al. The value of suction wound drain after carotid and femoral artery surgery: A randomized

trial using duplex assessment of the post-operative haematoma. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 29:2005;162-166

5). 羽賀将衛、稲葉雅史、笹嶋唯博他：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*2005;14:689-93

6). Connors JP, Walsh DB, Nelson PR, et al: Pedal branch artery bypass: A viable limb salvage option. *J Vasc Surg* 2000;32:1071-9

7). Ballotta E, Renon L, Toffano M, et al: Patency and limb salvage res after distal revascularization to unclampable calcified outflow arteries. *J Vasc Surg* 2004;39:539-46

8). Ballotta E, Renon L, De Rossi A et al: Prospective randomized study on reversed saphenous vein infrapopliteal bypass to treat limb-threatening ischemia: Common femoral artery versus superficial femoral or popliteal and tibial arteries as inflow. *J Vasc Surg* 2004;40:732-40

- 9). Kreienberg PB et al. Early results of a prospective randomized trial of spliced vein versus polytetrafluoroethylene graft with a distal vein cuff for limb-threatening ischemia
J Vasc Surg 2002;35:299-306
- 10). Faries PL, Arora S, Pomposelli FB Jr, et al: The use of arm vein in lower-extremity revascularization: Results of 520 procedures performed in eight years. J Vasc Surg 2000;31:50-9
- 11). Taylor RS, Anna-Marta Belli, Sabu Yacob. Distal venous arterialisation for salvage of critically ischemic inoperable limbs. Lancet 1999; 354:1962-5
- 12). Lepantalo M, Tukiainen E. Combined vascular reconstruction and microvascular muscle flap transfer for salvage of ischaemic legs with major tissue loss and wound complications. Eur J Vasc Endovasc Surg 1996;12:65-9
- 13). McCarthy WJ, Matsumura JS, Fine NA, et al. Combined arterial reconstruction and free tissue transfer for limb salvage. J Vasc Surg 1999;29:814-20

- 14). Minoun M, Hilligot P, Baux S: The nutrient flap: A new concept of the role of the flap and application to the salvage of arteriosclerotic lower limbs. *Plast reconstr surg* 1989;84:458-67
- 15). Darling RC, Roddy SP, Chang BB, et al: Long-term results of revised infrainguinal arterial reconstructions. *J Vasc surg* 2002;35:773-8
- 16). Landry GJ, Moneta GL, Taylor LM Jr, et al: Long-term outcome of revised lower-extremity bypass grafts. *J Vasc Surg* 2002;35:56-63
- 17). Pomposelli FB Jr, Marcaccio EJ, Gibbons GW, et al: Dorsalis pedis arterial bypass: Durable limb salvage for foot ischemia in patients with diabetic mellitus. *J Vasc Surg* 1995;21:375-84
- 18). Kalra M, Głowiczki P, Bower TC, et al: Limb salvage after successful pedal bypass grafting is associated with improved long-term survival. *J Vasc Surg* 2001;33:6-16

Legends

図 1. 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—終末後脛骨動脈バイパス。

図 2. VACによる壊疽切除創の治療

図 3. バイパス術と組織補填による救肢：広範囲潰瘍に対するメッシュ植皮による治癒。

A, 術前; B, 術後治癒

図 4. バイパス術と組織補填による救足：遊離腹直筋皮弁による踵の温存。A, 術前; B, 術後治癒

内容要旨： 動脈閉塞を伴う糖尿病性壊疽は、下腿動脈の多発閉塞、動脈石灰化、神経障害に伴う微小循環障害の3つの虚血機序を重畳する重症虚血病態がある。救肢には自家静脈による足関節位動脈へのバイパスが必須で、spliced vein graftの積極的な使用でほぼ全例に実施可能である。再建動脈がない例には足部静脈への逆行性バイパスが救肢の新たな手術として確立され、外科治療の幅が広がった。術後は浮腫の発生が感染に好条件を与え、術創感染、蜂窩織炎、骨髄炎などに対する厳密な管理が必要である。広範壊疽切除創は一次閉鎖のため適切な創処置が必要で、特にVACは有効ある。救肢の最終治療として植皮や遊離筋皮弁などの組織移植により踵と足部を最大限温存するための足形成術が行われる。退院後はHbA1c<6.5を目標とする積極的な歩行と静脈グラフト異常に対するsurveillance、心疾患、脳血管病変に対する年1回の定期検査など専門的な総合管理が求められる。



← Vein graft

← Sequential bypass

← Vein graft

← 足関節位へのバイパス

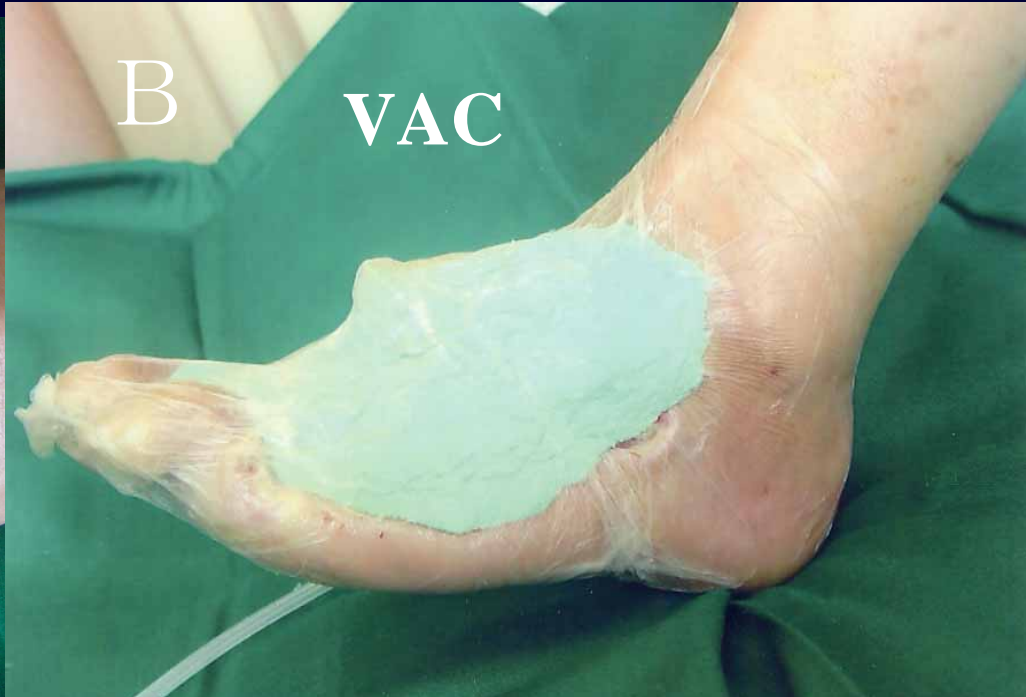
Vacuum-Assisted Closure (VAC)

A



B

VAC



3 wks after VAC

C



52才 男 閉塞性動脈硬化症



86 5 29

大腿・後脛骨動脈 bypass
メッシュ植皮 3カ月後



