

AMCoR

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

北海道外科雑誌 (2010.12) 55巻2号:2～6.

外科治療の進歩とトピックス
重症虚血肢治療の進歩

稲葉雅史、東 信良、笹嶋唯博

外科治療の進歩とトピックス 重症虚血肢治療の進歩

稲葉 雅史 東 信良 笹嶋 唯博

要 旨

重症虚血肢は今日その7-8割が糖尿病合併例であり、冠動脈、脳動脈疾患などの合併により生命予後も不良である。糖尿病合併PADでは下腿動脈病変が主体となるため、TASC IIでもこの領域の血管内治療はその成績も満足できるものではなく、現状ではコンセンサスが得られていない。一方、足部動脈は比較的動脈硬化性病変を免れるため、この部位へのバイパスにより良好な血流が得られ、断端治癒、救肢も比較的容易に達成される。しかし、糖尿病合併透析例では足部動脈そのものの動脈硬化が高度で、さらに高度石灰化も加わり組織治癒遷延や感染の持続により手術成績を低下させる要因となっている。今回は外科的治療の進歩とトピックスと題して、これら重症虚血肢に対する治癒促進のためのさまざまな血行再建手技の工夫と意義および低侵襲化を目的とした試みについて報告したい。また、早期治癒達成と救肢には外科的手技と同時に局所治療が重要な役割を担っている。糖尿病では感染が急速に進展しやすいという特徴も踏まえ、看護師を含む病棟スタッフ全体での注意深い観察などが重要性を増すものと考えられる。

Key Words : Diabetes, Paramalleolar bypass, Free tissue transfer, Critical limb ischemia, Limb salvage

はじめに

血管内治療（以下EVTとする）がその低侵襲性を利点に広く普及する時代が到来した。重症虚血肢（以下CLIとする）は全身の動脈硬化性 risk factor や全身状態を考えると、閉塞した動脈をまず簡単に開存させたいという戦略は納得できなくもない。しかし、糖尿病（以下DMとする）がCLIの7~8割を占める昨今の状況では、下腿動脈に病変の主体があり、石灰化も高度である症例が大部分である。中枢側腸骨・大腿動脈のみのEVTでは、効果が不十分であり¹⁾、下腿動脈の拡張はむしろ病変の悪化にもつながり得る²⁻³⁾。

旭川医科大学外科学講座循環呼吸腫瘍病態外科学分野

一方、心機能や冠動脈疾患、あるいは脳血管の評価は必須であり、救命率をも向上させるというCLI治療の目的も考慮する必要がある。DMを合併した動脈閉塞では、足部の動脈に良質の静脈グラフトを用いてバイパスを行うかぎり、通常早期に治癒に十分な血流が得られることが多い⁴⁻⁵⁾。EVTでは救肢率がバイパスと同等との報告が散見されるが、壊死、潰瘍の程度、下肢特に下腿動脈の病変の特徴、断端、潰瘍の最終治療法と治癒時期を含めた同一条件での検討が今後なされるべきである⁶⁾。一方、バイパス施行例でも、手術死亡を回避し、創部関連合併症は最少とする努力が求められる。今回は、特に透析例を含むDM合併例に対する外科治療の現況と成績および救肢、QOL向上の対策を組織治癒促進の面から報告したい。

対象症例と術式

2006年4月から2009年3月までに施行した全末梢バイパス320例中261例(81%)がCLI症例であった。CLI症例の70%にあたる183例186肢がDM合併例で、この内慢性腎不全による透析例が80例(44%)を占め(CD群)、非透析例は103例(56%)(NCD群)であった。両群の男女比は21%で差がなかったが、平均年齢はCD群65.2歳、NCD群70.8歳とCD群で約5歳若年であった(表1)。バイパスでは、両群ともに自家静脈グラフトが9割以上に使用され、*In Situ*バイパスが約7割に選択されている。大腿動脈が中枢吻合部として選択されることが多いが、NCD群の25%またCD群では40%で膝窩動脈が中枢吻合部位として選択されている⁷⁻⁸⁾。一方、末梢吻合部ではいわゆる *paramalleolar* バイパスが推奨されているが、NCD群では下腿動脈バイパスが全体の6割を占めるのに対し、膝窩動脈を中枢吻合部とするCD群では、55%が足部動脈への吻合であった。吻合部位の決定には、下肢のX線単純撮影による石灰化の評価が有用であり、造影像との比較から決定している。中枢側大動脈・腸骨動脈領域の同時再建は、NCD群28例(27%)、CD群12例(15%)とNCD群で有意に高率であり(p<0.05)、大動脈を吻合部とする解剖学的バイパスはこの内1/4の症例に施行されている。しかし、CD群には本法の適応となった例はなく、両群ともに腸骨動脈や大腿動脈を起源とするバイパスや大腿動脈の血栓内膜剥離、腸骨動脈のEVTなどが大部分を占めた。

表1 糖尿病合併重症虚血肢に対するバイパス症例

	透析例 (CD群)	非透析例 (NCD群)	p value
例数 / 肢数	80 / 82	103 / 104	
女性 / 男性 (女性の割合)	17 / 36 (21%)	22 / 81 (21%)	NS
平均年齢±SD (範囲)	65.2±9.3 (44~84)	70.8±7.8 (51~89)	p<0.05

2006. 4 - 2009. 3

術式の工夫

●膝窩一足部動脈バイパス

前述のようにDM合併例の動脈硬化病変分布の特

徴から、CD群では、バイパスの中枢吻合部は膝関節中枢(4肢)あるいは末梢(29肢)側の膝窩動脈としたものが33肢(40%)を占めた(以下PDBとする)。本法では、*In Situ*バイパスを選択した場合、基本的に大腿部まで皮膚切開の必要がない。静脈グラフト温存や特にCD群での手術侵襲や合併症軽減に有利である。本術式をより積極的に応用するため、大腿・膝窩動脈領域のTASC A, B病変に対するEVTとPDBを組み合わせた術式を9例に選択した⁹⁻¹⁰⁾。

●Hybrid治療

中枢側動脈病変に対するEVTと末梢再建の同時施行により多発動脈病変治療の低侵襲化を目的とした術式である。多くは大動脈・腸骨動脈領域のEVTと大腿動脈以下の再建例であり、過去5年間で40例41肢に実施した。平均年齢は70.9歳で、虚血重症度では80%がCLI症例であり、EVTにおけるTASC病変分類ではA, B型が85%を占めた。末梢再建は鼠径靭帯以下のバイパスが30肢(73%)であるが、腸骨(大腿)動脈から対側大腿動脈バイパス(2肢)、さらにその末梢側バイパス追加のためのinflow再建として、4肢では同側の大腿動脈再建との併用などで実施されている(表2)。Hybrid治療は多発動脈病変を有するCLI症例の、Inflow再建や末梢バイパスの開存維持のための低侵襲治療として意義があり成績も満足できる(図1)。

●持続カテーテル動注療法

バイパス完成直後の術中足部動脈グラフト血流量は、CD群22.5±15.8ml/分、NCD群40.5ml±21.9ml/分(平均値±SD)であり、有意にDM透析例で低値であった(表3)。低血流量に伴う術後早期のグラフト血栓症を防止するため、PI(Pediatric infusion)カテー

表2 Hybrid治療の内訳

■大動脈・腸骨動脈閉塞	40例41肢
腸骨動脈 PTA+Stenting	
• infrainguinal bypass (IB)	30
• 腸骨(大腿)一大腿動脈バイパス	6
単独 2 + 対側 IB 4	
• 血栓剥離	1
• 大腿動脈再建	4
■大腿・膝窩動脈閉塞	9例9肢
浅大腿動脈(8), 膝窩動脈(1) PTA (+Stenting)	
• 膝上膝窩-脛骨・足部動脈バイパス	1
• 膝下膝窩-脛骨・足部動脈バイパス	8

2004. 1 - 2009. 3

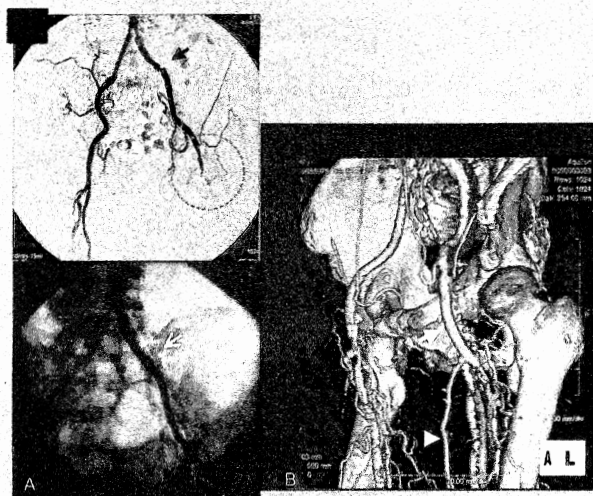


図1 Hybrid 治療

77歳 男性 糖尿病 CABG 術後 ペースメーカー移植 (SSS) 後 左踵部潰瘍, 壊死症例

A: 上段矢印(黒)で示す外腸骨動脈に50%狭窄が存在し, 下段矢印(白)のように PTA, STENT 挿入にて改善。

B: 左鼠径部破線の大腸動脈~大腿深動脈根部に高度狭窄が存在し, 外腸骨動脈-大腿深動脈バイパス(白矢印)に加え大腿-膝窩-後脛骨動脈バイパス(In Situ バイパス)グラフト(白矢頭)を Dacron[®] 人工血管に吻合した。

表3 術中 Graft 血流量の比較 足部動脈バイパス直後

・糖尿病・透析 (N=13) CD 群	22.5±15.8ml	p < 0.05
・糖尿病 (N=11) NCD 群	40.5±21.9ml	
・非糖尿病・透析 (N=6)	33.1±9.8ml	

テル[®] を静脈分枝から挿入し, ヘパリン, PGE₁ 製剤の持続動注を CD 群の PDB 施行例33肢中10肢 (NCD 群2肢) に併用した。

●Dual bypass

広範な組織壊死や感染により組織欠損が大きくなる場合, あるいは透析例のように足背動脈・後脛骨動脈系のいずれの動脈にも強い石灰化が存在するために末梢血管抵抗が高度で, 一方のみのバイパスでは足部に十分な血流を供給できない症例が主な対象となる (図2)。両動脈系へのバイパスで血流増大による治癒促進や救肢のための遊離組織移植の feeding artery としての役割を担うことを目的としており, 二期的に行われることが多い¹¹⁾。

●遊離組織移植

最終的に足根骨レベルより中枢側での切断や中足骨

や足根骨骨髓炎による骨切除, 足底部の腱を含む広範な組織欠損例などでは時に, 残余皮膚や三次元的組織欠損, 体重荷重域の関係で救肢のための断端被覆が通常の方法では困難な例に遭遇する。このような例では PAD に対するバイパスに加え遊離筋 (皮) 弁移植を行い救肢を得る必要がある。過去8年間に CLI に対するバイパス例21例 (全体の7%) に実施した。PAD に対するバイパス術式は, 大腿, 膝窩動脈あるいは既往の中枢側グラフトから脛骨・腓骨動脈へのバイパスがそれぞれ10例 (48%), 5例 (24%) と2/3以上を占めた。一方再建可能な末梢動脈が欠如する例に対する足背, 足底静脈へのバイパス, distal venous arterialization (DVA) も3例に行っている¹²⁾。遊離組織移植はバイパス後の治癒改善度と細菌培養結果を考慮して原則として術後1~3か月後に二期的に行っている。使用した遊離組織は, 腹直筋 (皮) 弁10例, 広背筋 (皮) 弁6例, 肩甲筋膜皮弁5例であった (図3)。

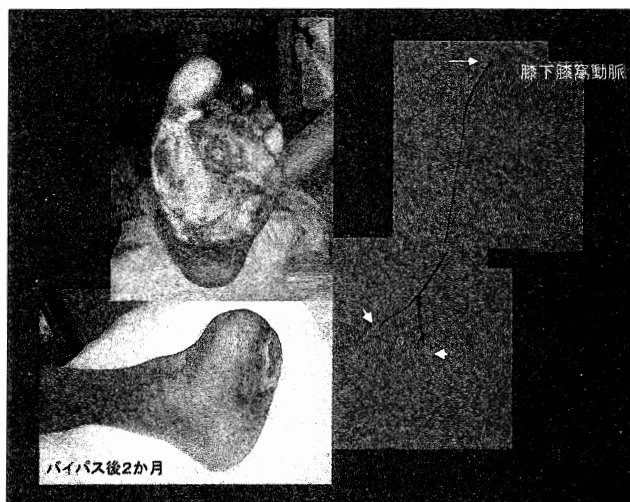


図2 Dual bypass 症例

56歳 男性 糖尿病, 透析例

足趾, 足底部の壊死, 広範な膿瘍で, 足部で足背, 後脛骨動脈両系への Dual bypass を行い (中枢吻合部は膝下膝窩動脈), 2か月後にはほぼ治癒が得られた。

結 果

CD 群80例82肢の手術死亡例は1例 (1.2%), NCD 群103例104肢でも1例 (1.0%) であり, 有意差はなく良好な成績であった。死因は前者が肺動脈血栓症, 後者が心筋梗塞であった。グラフト狭窄・閉塞発生率は, CD 群26肢 (31%), NCD 群21肢 (20%) で差はないが, CD 群では術後6か月以内の発生が多く, re-



図3 遊離腹直筋皮弁移植例

- 63歳 男性 糖尿病 血液透析 右足底部(MRSA)膿瘍
 A: 右膝下膝窩一後脛骨動脈バイパス(*In Situ* バイパス), PTA(膝窩動脈), 足背動脈への二期的 Dual バイパス, デブリドメント後
 B: 遊離腹直筋皮弁移植。flapの栄養動脈, 流出静脈は後脛骨動静脈を使用した。
 C: 6か月後にはほぼ治癒した。

visionにより二次開存が得られた割合は明らかに低率であった(表4)。PDBは特にCD群における大腿動脈を中枢吻合部とする足部動脈バイパスと比較した。手術時間(296±70特分対348±97分)および出血量(154±145ml対364±413ml)で有意に手術時間は短く、出血量が少ないことが示された($p < 0.05$)。下肢切断はCD群5例(6.2%)でNCD群1例(1.0%)に比較し有意に高率となった。下肢切断例の大部分は、バイパスによっても治癒が遷延している間に感染進展が起り、敗血症や骨髓炎が制御できず肢切断に到った例であった。

表4 重症虚血肢に対するバイパス成績

	透析例 (CD群)	非透析例 (NCD群)	p value
例数 / 肢数	80 / 82	103 / 104	
手術死亡 死亡原因	1例(1.2%) 肺血栓	1例(1.0%) 心筋梗塞	NS
グラフト狭窄・閉塞 二次開存(+)	26(31%) 15(58%)*	21(20%) 15(71%)*	NS $p < 0.05$
肢切断	5(6.2%)	1(1.0%)	$p < 0.05$

2006. 4 - 2009. 3

revisionにより二次開存が得られた割合ではCD群が有意に低率であった。(*: 二次開存が得られた割合 $p < 0.05$)

考 察

糖尿病足病変の治療の原則はまずPADの存在の有無を診断することであり¹³⁾, その存在下では感染制御が行われていても血行再建による十分な血流供給がな

いと早期の治癒には到らない。しかし、前述のように透析例では足部動脈そのものに高度石灰化を有し、バイパス吻合部位の動脈硬化病変も避けがたい。このことが特にCD群での術中血流量の低下や早期のグラフト狭窄進行、バイパス後の治癒遷延や局所感染の残存に強く関与しており、免疫能低下と相まって肢切断にもつながっている。PDBは手術侵襲や静脈グラフト温存の意味でCD群では特に有利な術式であることが示されたが、本法により良質な静脈を使用できる可能性も高くなる。静脈グラフトは感染抵抗性が高いのはもちろん、低血流量でも開存維持が可能という強みがある。このため、石川ら¹⁴⁾の指摘した静脈グラフト再内皮化がほぼ達成される術後4日前後までPIカテーテル挿入によりグラフト開存が維持できると dual bypass 追加など二期的な治療も可能となる。局所感染が高度で蜂窩織炎合併例などでは感染制御のために肢切断となる可能性が高い。しかし、これらの例ではむしろ宿主動脈は、バイパスに適した状態が維持されていることが多い。この場合はバイパス後の血流増加により、新たな感染領域が急速に顕性化し得ることに注意が必要である。この際には徹底した感染域の切除により細菌量減少をはかり、遊離組織移植により治癒をはかる方針の変更も必要である。このようにCD群では上述のような治癒が比較的良好な例と治癒が極めて遷延する例の選別も検討されるべきであろう¹⁵⁾。生命予後やQOLを考慮し、バイパス後3~4か月までにはある程度の治療の方向性を決定することも必要と考える。糖尿病合併例においては、血行再建後の注意深い局所観察と適確なデブリドメント追加、細菌培養検査と至適抗菌薬の選択、持続陰圧療法の併用などによる局所療法の良否も早期治癒、救肢に一層重要であることが認識されるべきである。このためには看護師を含めた診療スタッフ全体で取り組むことが薦められる¹⁶⁾。

文 献

- 1) 飯田 修, 南都伸介. 重症下肢虚血(CLI)に対するカテーテル治療(腸骨動脈/大腿動脈/膝下動脈). 市岡 滋, 他編集, 足の創傷をいかに治すか. 東京: 克誠堂; 2009; 28-39.
- 2) DeRubertis RG, Francis PL, McKinsey JF, et al. Shifting paradigms in the treatment of lower extremity vascular disease: a report of 1000 percutaneous interventions. *Ann Surg* 2007; 246: 415-422.
- 3) Gray BH, Grant AA, Kalbaugh CA, et al. The impact of

- isolated tibial disease on outcomes in the critical limb ischemic population. *Ann Vasc Surg* 2010 ; 24 : 349-359.
- 4) Pomposelli FJ, Kansal N, Hamdan AD, et al. A decade of experience with dorsalis pedis artery bypass: Analysis of outcome in more than 1000 cases. *J Vasc Surg.* 2003 ; 37 : 307-315.
 - 5) Conte MS, Bandyk DF, Clowes AW, et al. Results of PREVENT III : multicenter, randomized trial of edifoligide for the prevention of vein graft failure in lower extremity bypass surgery. *J Vasc Surg* 2006 ; 43 : 742-751.
 - 6) Ihnat DM, Mills JL. Current assessment of endovascular therapy for infrainguinal arterial occlusive disease in patients with diabetes. *J Vasc Surg* 2010 ; 52 : 92S-95S.
 - 7) Albers M, Romiti M, Brochado-Neto FC, et al. Meta-analysis of popliteal- to-distal vein bypass grafts for critical ischemia. *J Vasc Surg* 2000 ; 43 : 498-503.
 - 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 : 732-740.
 - 9) Schneider PA, Caps MT, Ogawa DY, et al. Intraoperative superficial femoral artery balloon angioplasty and popliteal to distal bypass graft: An option for combined open and endovascular treatment of diabetic gangrene. *J Vasc Surg* 2001 ; 33 : 955-962.
 - 10) Schanzer A, Owens CD, Conte MS, et al. Superficial femoral artery percutaneous intervention is an effective strategy to optimize inflow for distal origin bypass grafts. *J Vasc Surg.* 2007 ; 45 : 740-743.
 - 11) 稲葉雅史. 末梢血管バイパス術. 市岡 滋編. 足の創傷をいかに治すか. 東京: 克誠堂出版; 2009; 40-47.
 - 12) Sasajima T, Nobuyoshi A, Uchida H, et al. Combined distal venous arterializations and free flap for patients with extensive tissue loss. *Ann Vasc Surg.* 2010 ; 24 : 373-381.
 - 13) Akbari CM, LoGerfo FW. Diabetes and peripheral vascular disease. *J Vasc Surg,* 1999 ; 30 : 373-384.
 - 14) Ishikawa M, Sasajima T, Kubo T. Re-endothelialization in Autogenous vein grafts. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1996 ; 11 : 105-111.
 - 15) Conte MS. Challenges of distal bypass surgery in patients with diabetes: Patient selection, techniques, and outcomes. *J Vasc Surg* 2010 ; 52 : 96S-103S.
 - 16) 稲葉雅史, 笹嶋唯博, 塩野谷美恵子, 他. 「下肢閉塞性動脈硬化症の集学的治療」外科治療. 看護技術 2009 ; 55 : 30-33.

Summary

Technical advancements and recent treatment modalities in vascular surgery for patients with critical limb ischemia

Masashi INABA, Nobuyoshi AZUMA
Tadahiro SASAJIMA

Department of Cardiovascular Surgery, Asahikawa Medical University

In recent years, most of the patients who are candidates for vascular surgery for critical limb ischemia suffer from diabetes. The most common predisposing site is the crural artery, but the lesion is somewhat rare in the foot artery. Therefore, the recommended surgical strategy for vascular reconstruction is to perform paramalleolar bypass via an autogenous vein graft in order to supply full blood flow to the foot. However, diabetic patients who have end-stage renal disease (ESRD) also have typical healing deterioration.

During the long-term course before complete healing, some serial complications related to infection will occur in the remnant foot, and sometimes it will finally need to be amputated. The postoperative course of diabetic patients without ESRD is comparable to that of nondiabetic patients. In this article, our surgical modalities developed during the past decade and operative results are presented and discussed. In addition, we would also like to emphasize the importance of topical management for quicker healing in these patients.