

AMCoR

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

手術 (1990.04) 44巻4号:457～461.

足関節以下へのバイパス手術

笹嶋唯博、久保良彦、和泉裕一、稲葉雅史、小窪正樹

足関節以下へのバイパス手術

笹嶋唯博* 久保良彦** 和泉裕一*
稲葉雅史* 小窪正樹*

はじめに

血管外科手技の総合的な進歩により下肢動脈血行再建レベルは、ますます末梢へと進展し、良好な開存成績が得られるようになってきた¹⁾。自家静脈 (AVG) を用いた bypass では内径 1 mm までの動脈再建が可能であり、吻合手技のみの可能性だけではなく、遠隔開存や手術効果からも満足すべき成績が得られつつある。われわれはこれまでの経験から下肢末梢動脈再建では、その限界を内側足底動脈までと考えている。本稿では慢性下肢動脈閉塞症に対する足背および足底動脈 bypass 手技を中心に述べる。

I. 足部動脈 Bypass のための外科解剖

足底動脈は一般解剖書では、後脛骨動脈が内果と踵骨頂点を結ぶ線で分岐して内側および外側足底動脈と

なる。血管外科的には 1970 年 Baird²⁾ が総足底動脈 bypass を報告しているが、その中には総足底動脈の解剖学的範囲は明記されておらず、術後造影で見えるかぎり内外側足底動脈分岐直前の後脛骨動脈への吻合となっている。Andros³⁾ は屈筋支帯の上縁から分岐部までを総足底動脈としている。総足底動脈という名称が必要か否かは議論があるが、われわれの見解を述べるならば (図 1)、後脛骨動脈は内、外果を結ぶ線 (図 1 X) 以下では、浅く屈筋支帯の直下を走行する。この範囲を通常の後脛骨動脈 bypass と区別するため終末後脛骨動脈とするならば、終末後脛骨動脈は内側、外側足底動脈分岐前 1~2 cm の範囲において、内側には後内果動脈、外側には複数の踵骨動脈が分岐し、このレベルへの bypass 手術では血管の露出および吻合手技上若干の相違が生じてくる。

すなわち吻合では 1) 内側、外側足底動脈を別個に

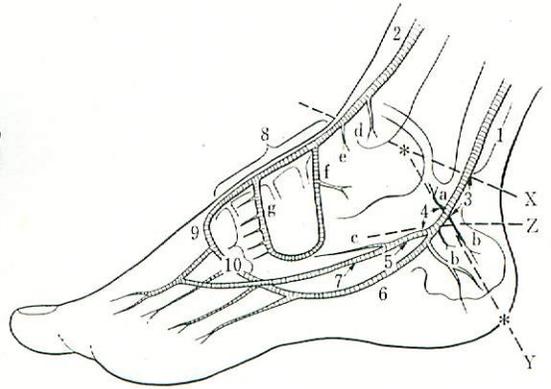


図 1 足部動脈の外科解剖

1 後脛骨動脈, 2 前脛骨動脈, 3 終末後脛骨動脈, 4 総足底動脈, 5 内側足底動脈, 6 外側足底動脈, 7 深枝, 8 足背動脈, 9 深足底枝, 10 足底動脈弓, a 後内果動脈, b 踵骨枝, c 浅枝, d 前内果動脈, e 前外果動脈, f 外側足根動脈, g 弓状動脈, X 外、内果間線, Y 内果・踵骨頂(*)間線, Z 拇趾外転筋上縁 (屈筋支帯下縁)

* Tadahiro SASAJIMA et al. 旭川医科大学第1外科学教室

** Yoshihiko KUBO 同教室 教授

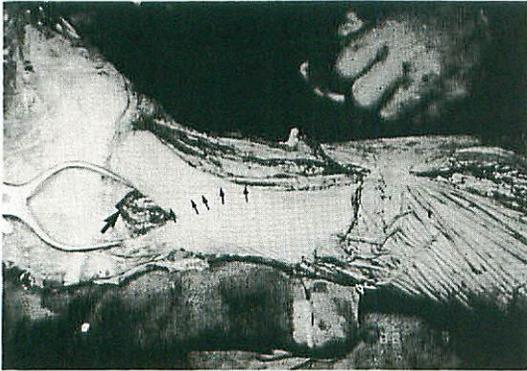


図 2 78 歳, ASO, 総足底動脈に対する ISVB
⇔: SV graft, →: 末梢吻合部

遮断する必要がある, そのため屈筋支帯からさらに拇趾外転筋に切開を加える必要があること, 2) 後内果動脈は前内果動脈との間で内果動脈網を形成し, 踵骨動脈は腓骨動脈踵骨枝との間で踵骨動脈網を形成することから, run-off の限られるこの領域の bypass ではこれらを重要な有効 run-off 血管として温存せねばならないこと, 3) 拇趾外転筋または短趾屈筋切断では, 術後ギプス固定により約 2 週間の足部安静が必要なことなどが挙げられ, 手技的難度を高めている。

以上の諸点から血管外科的には, 後脛骨動脈は屈筋支帯上縁から終末後脛骨動脈とし, 後内果動脈の分岐後から総足底動脈として区別するのが妥当と思われる。内側足底動脈は拇趾外転筋の直下を縦走し, これはさらに浅枝を分岐した後, 内側足底動脈深枝となるが, 諸分枝型があり, さらに閉塞性疾患では, 開存枝の代償性発達や側副血行が加わるため一定しないが, 内径 1 mm を限界に, 深枝の次の分岐である中足骨動脈前までが再建可能な範囲と考えられる。

一方, 外側足底動脈は分岐後ただちに短趾屈筋の下を外方に向かうので拇趾外転筋を切断しただけでは根部 1~1.5 cm の範囲しか露出しえない。さらに末梢に向かうには短趾屈筋の切断が必要である。足背動脈は, 前脛骨動脈が前脛骨筋と長拇趾伸筋間を下降し, さらに内果と外果の頂点を結ぶ高さで長拇趾伸筋が斜めに交差する点で下伸筋支帯直下に出現し, 前内, 外果動脈を分岐して足背動脈となる。

II. 手術適応

足底動脈 bypass は, 足関節レベルで前および後脛骨動脈閉塞があることが前提となり, 絶対適応は, 薬物療法あるいは腰部交感神経節切除術に反応しない難

治性阻血性潰瘍あるいは limb salvage, 相対的適応は再発を繰り返す潰瘍, 3) 青壮年 Buerger 病 (TAO) の特徴的症候である足底部間欠性跛行⁴⁾である。足部切断は容易であり, 装具による補填が行われるが, いかなる形にしる足趾が温存された場合の機能代償性とは比べるべくもない。拇趾を中心に全足趾は歩行踏み出し時の踏ん張りに不可欠であり, 小趾は直立時の側方バランスを掌る。これらの諸点を踏まえて足部 bypass 術の意義と適応を考えるべきである。

III. 静脈 Graft の選択

この手術で一番最初に皮切を加える部位は膝下内側であり, 大伏在静脈 (SV) を使用しうるか否かを判定する。足底動脈 bypass における AVG は reversed vein bypass とする方が確実である。in-situ saphenous vein bypass (ISVB) は SV 末梢を内果後方に移行するだけでよく (図 2), 術式として理想的であるが次のような理由から, その適用は慎重でなければならない。足底動脈 bypass では十分な graft 血流量が得られるとは限らない点を前提に考える時, 1) SV 内膜が弁破壊に伴う多数の機械的損傷を有することから, 血行再開初期の低血流により graft 血栓を発生する危険性が高く, そのうえ 2) ISVB に特有の動静脈瘻 (AVF) の遺残が一時的にしるその末梢血流量を極端に低下させて, やはり血栓を誘発する可能性があり, また逆に AVF の遺残と血栓形成の鑑別が確実に行えないこと, 3) recipient artery が細いため血栓に対する血栓摘除術や修復手術はきわめて困難で, またそのような余分な操作を加えるようなことでは, graft 開存は期待できない領域であることなどが挙げられる。足部動脈系は, 内径 1~2 mm の範囲にあるので, これに対する graft 口径は 3~4 mm が吻合しやすい。その点から膝上位から内果末梢までの範囲の SV を reverse 移植するのがよい。AVG は内膜肥厚や狭窄のないことが必須であり, 不良部分は躊躇なく切除すべきである。また AVG の末梢吻合部は結紮分枝や静脈弁のない部分を選択すべきである。

IV. 足部動脈の露出法

足底動脈の剝離では, 内果後方を巡り, plantar arch (土踏まず) に向かって皮切を延長する (図 3 a)。末梢吻合部位の選択は閉塞性動脈硬化症 (ASO) では, もっとも太く造形されている近位部でよいが, TAO では太さだけでなく病変や二次血栓の再疎通血管を見極

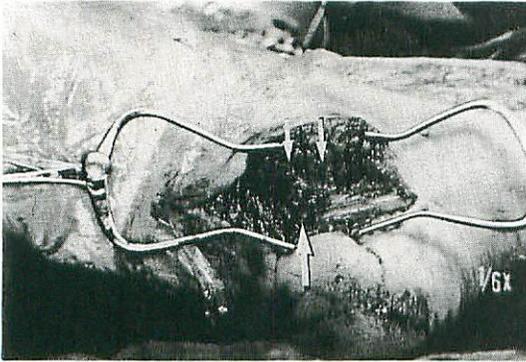


図 3 a 35 歳, TAO, 第 1 趾潰瘍,
内側足底動脈 bypass

⇄ : 拇趾外転筋切断端, ⇨ : 末梢吻合部

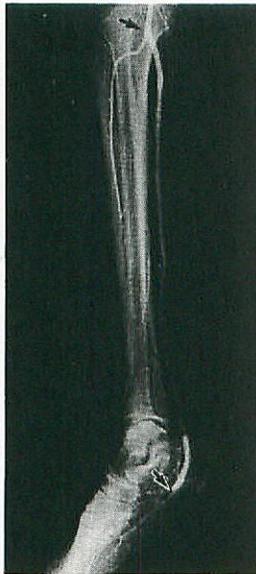


図 3 b 術後 3 週目の動脈造影

⇨ : 中枢および末梢吻合部

める必要がある。病変血管は狭窄や内腔狭小化があり、再疎通部では、血管の輪郭がわずかに不鮮明である点が唯一の所見である。これらの動脈の剝離では外膜と周囲組織との間に強い癒着が認められ、同部の動脈を切開すると内膜の浮腫性肥厚、さらには荒廃した内膜で血管内腔が認定できない場合すらある。内膜荒廃部は吻合すべきでない。内膜肥厚部は吻合せざるをえない場合があるが、吻合は困難で早期閉塞の risk も高くなる。造影上予定された部位の外膜に癒着がある場合には、その前後を検索してみる。いずれも少なからず癒着が見られる場合には肥厚の少ない部位を切開

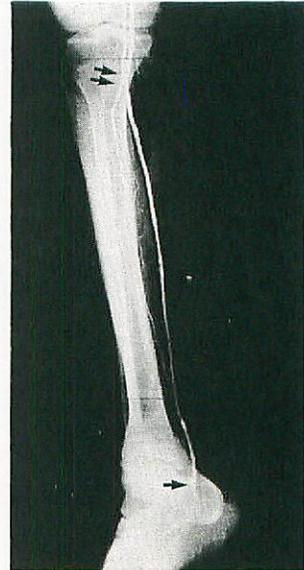


図 4 61 歳, ASO, 第 5 趾潰瘍,
総大腿—膝窩—総足底動脈
sequential bypass

⇄ : 側側吻合部, ⇨ : 末梢吻合部

し、内腔を露出して吻合の可能性を検索する。総足底動脈 bypass では後内果動脈と踵骨動脈を温存し、拇趾外転筋をわずかに切り込んで、内、外側足底動脈を露出し、これらを別個に遮断する。血管テープはいかなるものも使用しない。内側または外側足底動脈への吻合では拇趾外転筋を踵骨付着部で切断し(図 3 a)、これを内果方向に圧排する。内側足底動脈は拇趾外転筋の直下を走行するので展開はきわめて良好となる。足背動脈露出のための皮切はあえて 1 横指外側として吻合部被覆に備える。足背動脈は Ascer の報告¹⁾に見られるように、足底動脈弓に向かう深枝根部まで再建可能である。吻合部の動脈剝離は血流遮断に必要な最小限にとどめ血管全周を完全に遊離するようなことをしてはならない。

V. 中枢吻合部の選択

Bypass 手術の原則として donner artery に問題がなければ、中枢吻合部はできるだけ下位に選定し、bypass 長を短く取る方が成績がよい⁵⁾。これは bypass graft が長くなればそれだけ内膜肥厚罹患領域が広くなることからもうなずける。足背および足底動脈 bypass では膝下膝窩動脈を中枢吻合部に選択できれば最良である(図 3 b)。isolated popliteal segment



図 5 44 歳, TAO, 第 1 趾潰瘍, 後脛骨—外側足底動脈 bypass

A : 術前, ▶ : 外側足底動脈, B : 術後 4 週目, ◀ : 中枢および末梢吻合部

の形をとっている場合はそれを中継点とする大腿—膝下膝窩動脈—足底動脈 sequential bypass としなければならない (図 4)⁹⁾。閉塞病変が足関節に局限している場合は下腿 3 分枝以下の主幹動脈を中枢吻合部に選択して, さらに bypass を短縮してもよい (図 5, 6)。

VI. 吻合手技⁷⁾

Bypass 術の手順は, 1) SV の良否判定, 2) 足底または足背動脈の剝離と吻合の可否判定, 3) graft 採取, 4) 中枢吻合部動脈の露出 (膝窩動脈など) と graft 調整, 5) tunneling, 6) 末梢吻合, 7) 中枢吻合の順となる。末梢吻合部動脈が露出されたならば, 3)~5) の間は 2% Lidocaine 浸漬小ガーゼで覆っておく。これにより剝離操作で高度に収縮した動脈は, 吻合開始の段階では再びある程度拡張している。足底動脈を露出して, ただちに吻合を開始するような手順は, わざわざむずかしい状態で吻合することになるので避けるべきである。手術器械は microset を使用し, とくに血流遮断は microbulldog 鉗子を用い, 吻合部周辺のすべての分枝を温存する。吻合口は, graft 口径の約 1.5 倍とし, toe, heel とも 3 点, または toe のみ 5 点結節としてもよい。側壁は連続縫合とする。縫合糸は 8-0



図 6 48 歳, TAO, 第 1 趾潰瘍, 前脛骨—足背動脈 bypass

→ : 中枢および末梢吻合部

polypropylene 糸を用いることが多いが, 内側足底動脈では, 9-0 nylon 糸を用いる。

吻合完了後は, 必ず電磁血流形による graft 平均血流量, 血流波形, および血管造影により異常の有無を確認する。AVG の中間の太い分枝の 1 本を長めに残しておき, ベニユラー針を留置して造影および薬剤動注用の access として利用する。動注薬剤として, angiospasm の除去と run-off 血管床の拡張のためには塩酸 papaverine (20 mg/10 ml/分) を用いる。吻合部周辺の bulldog 鉗子による spasm は術後の回復を待つしかない。術中造影で末梢吻合部付近に二次血栓が確認された場合には Urokinase (6~12 万単位/50 ml/10 分) を動注する。いずれも足部動脈 bypass では必須の術中補助手段である。

VII. 手術成績

教室ではこれまで足関節以下の bypass を 23 例に施行している (表 1)。ISVB は 4 例に施行した。最長観察 6 年で全体開存率は 65.2% と今ひとつ満足すべきものではない。しかし開存例の手術効果は顕著であり, infrapopliteal bypass に匹敵する確固たる bypass 術式と考えられる。閉塞例はほとんどが 6 カ月以内の早期閉塞で, 閉塞原因は病変進行のほか, 吻合手技の不適切, 病変血管への吻合および run-off 血管内血栓

表 1 手術成績

	Bypass 数	閉塞数	最長観察期間	開存率
足背動脈 bypass	5	2	3年 1 カ月	60 %
終末後脛骨動脈 bypass	6	1	3年 10 カ月	83.3%
総足底動脈 bypass	5	3	2年 4 カ月	33.3%
内側足底動脈 bypass	6	2	6年 1 カ月	66.7%
外側足底動脈 bypass	1	0	1年 5 カ月	100 %
	23	8		65.2%

などであり、手技の改善により、今後さらに開存率の向上が見込まれる興味深い領域である。下肢末梢動脈再建の goal としてその有効性を踏まえて、今後大いに採用すべき術式であることを強調したい。

参考文献

- 1) Ascer E et al : Bypass to plantar arteries and other tibial branches : An extended approach to limb salvage. *J Vasc Surg*, **8** : 431—441, 1988
- 2) Baird RJ et al : Saphenous vein bypass grafts to the arteries of the ankle and foot. *Ann Surg*, **172** : 1059—1063, 1970
- 3) Andros G et al : Lateral plantar artery bypass grafting : Defining the limits of foot revascularization. *J Vasc Surg*, **10** : 511—521, 1989
- 4) Shionoya S : Buerger's disease (Thromboangiitis obliterans, In Rutherford RB (ed) : *Vascular Surgery* 3rd ed, Philadelphia, WB Saunders, 1989, pp 207—217
- 5) Veith FJ et al : Superficial femoral and popliteal arteries as inflow sites for distal bypass. *Surg*, **90** : 980—990, 1981
- 6) 笹嶋唯博ほか : 末梢血行障害. 下腿潰瘍この症例の評価と治療方針. *外科*, **51** : 430—435, 1989
- 7) 笹嶋唯博ほか : 手術のコツ. 大伏在静脈バイパス術. *外科治療*, **62** : 79—88, 1990