



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

手術 (1991.04) 45巻4号:431～440.

血管閉塞に対する手術のコツ
Biograft閉塞に対する手術

笹嶋唯博、久保良彦

特集

血管閉塞に対する手術のコツ

Biograft 閉塞に対する手術

笹嶋 唯博* 久保 良彦**

はじめに

移植代用血管閉塞に対する手術は、“redo surgery 再手術”と“revision surgery 修復手術”がある¹⁾。前者は、閉塞グラフトが再利用できずに新しい代用血管を用いて置換またはバイパスした場合であり、通常、閉塞後数週間以上が経過している。後者は、狭窄あるいは閉塞グラフトのサルベージ手術で、閉塞後数日以内が手術の限界であり、多くの場合グラフトの限局性狭窄が修復の対象となっている。いずれも特有のむずかしさがあるが、今回のテーマは後者である。

グラフト閉塞の原因として、人工血管では血流低下によるグラフト血栓症もありうるが、通常は必ずどこかに何らかの閉塞原因が存在するはずである。この異常を修復することなく単にグラフトの血栓摘除のみで手術を終了するならば、修復手術とはいえ近い将来の再閉塞を覚悟せねばならない。修復手術成功の秘訣は特殊なことではなく、その原因を的確に診断し確実に修復することにある。

Dardik Biograft (DB) は、閉塞原因の90%以上が吻合内膜肥厚(AIH)である²⁾。その修復手術では、この材料の特性や閉塞の主因であるAIHの特徴などを熟知しておく必要がある。本稿では、これらの諸点を含めて修復手術手技の実際を述べることにする。

I. グラフト異常の術前、術中診断

1. グラフト狭窄の早期診断

修復手術では、閉塞グラフトに比べ、開存の状態での手術の方が、異常部位を的確に把握できるので、手術操作が簡略化され成績も良好である。そのため最近ではグラフト狭窄の早期無侵襲診断に努力が傾けられ、種々の代用血管について閉塞直前の段階での診断による修復手術が多くなってきている。

バイパス術後の経過観察においては、グラフトおよび吻合部の血流雑音の有無を聴診することがもっとも手軽で確実な狭窄の早期診断法である。DBに限らずグラフト狭窄が発生してくると限局性の血管雑音が聴取されるようになる。この血管雑音の強弱は血流速度と量に依存し、低流量では、狭窄があっても雑音は発生しない³⁾。血管雑音は、%-狭窄度(直径比)が40~60%前後から発生し始め、その進行とともに強く高周波化し(500 Hz以上)^{3)~5)}、絶対流量が多いほど周波数帯域も広く(300~1 kHz)荒々しい雑音になる。逆に周波数帯域が狭まるほど楽音調になるが、高周波楽音(500 Hz以上)は無害性ではなく、やはり狭窄音である。狭窄の進行に伴って、流速により狭窄度50~70%以上になると、血流量の低下が始まり、それに伴って雑音も減弱してゆき、90%以上で消失する。

吻合部雑音は、移植早期からすでに存在する例もある。狭窄が存在しないにもかかわらず発生する雑音は、通常術後早期の反応性充血期に

* Tadahiro SASAJIMA 旭川医科大学第1外科
学教室 講師

** Yoshihiko KUBO 同教室 教授

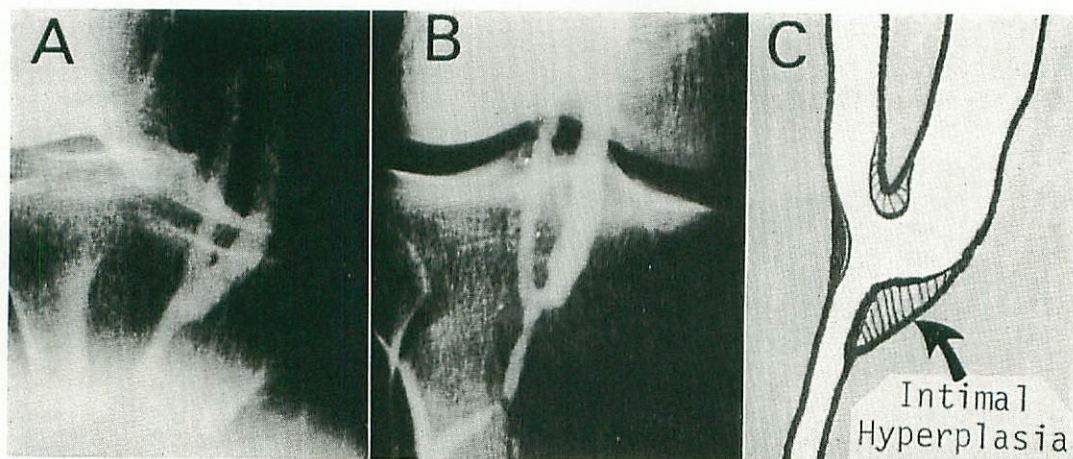


図 1 DB による大腿膝窩動脈バイパス術後の末梢 AIH の局在

A : 術後 1 カ月

B : 術後 16 カ月では toe と heel に AIH が見られる。

C : AIH の局在のシエーマ

経験され、大血流によるレイノルズ数の上昇により発生する。多くの場合低周波 (300 Hz 以下) 主体で、流量の減少とともに消失または減弱する、いわゆる無害性雑音である。しかし拙劣な吻合手技による狭窄、末梢吻合部のコブラヘッド (発散流)、端側吻合部中枢側流出路の過大血流配分などでは高周波、広帯域雑音が初期より聴取され⁶⁾、無論これらは無害性ではない。DB の閉塞原因の特徴は、AIH による吻合部狭窄であるので、両吻合部を聴診すればよいが、前述のごとく最初から聴取される場合には、雑音の性状を聞き分けその経時変化を追跡することが重要である。

グラフト血流の超音波 Doppler 周波数解析 (DSSA) も有用である⁷⁾⁸⁾。周波数波形は必ずしも I 型とは限らないので、同様に経時変化を比較追跡することが大切である。

以上のいずれかの変化を捉えたならば、注意深く観察し、Ankle Brachial Pressure Index 0.1 以上の低下をもって臨床的に有意とみなし、血管造影によりグラフト狭窄の存在を確認する。ただし、DB は自家静脈と比べ急性閉塞に陥りやすいので早めに対処することが望ましい。

2. 閉塞グラフトの原因診断

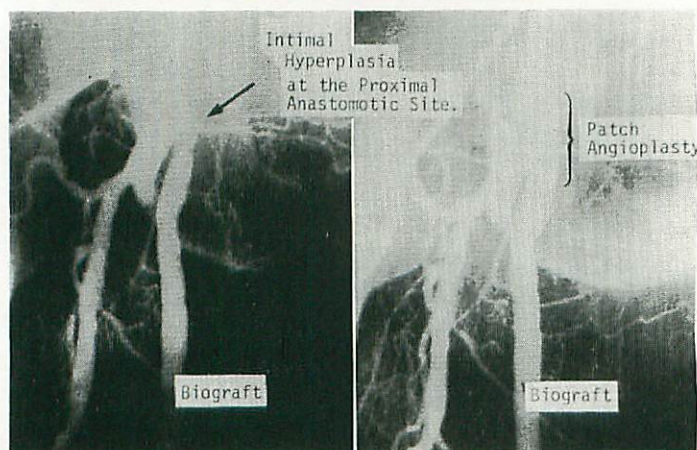
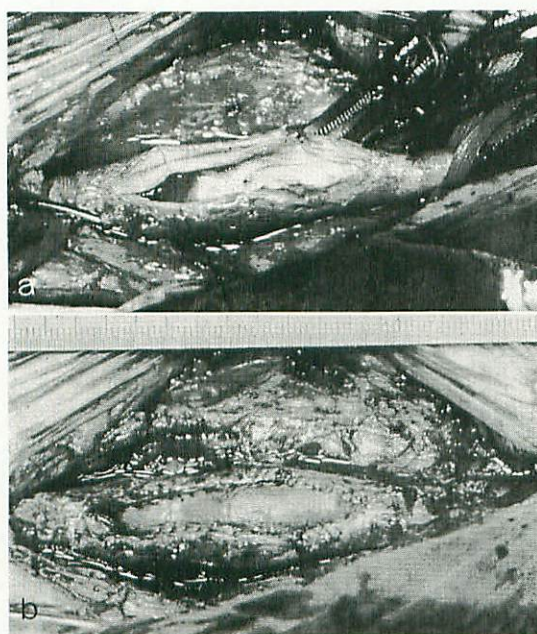
深在経路の腓骨動脈バイパスを除いて、グラフト閉塞の診断に困ることはない。しかしその修復手術にあたり、閉塞後では原因の正確な診断がしにくくなり、手術成績も大いに影響をうける。DB の場合、閉塞例の大部分を AIH と断定してもよいと思われる。吻合部狭窄の有無は、グラフト血栓摘除後の造影で確認する。まれには中枢側宿主動脈 (inflow) の病変進行があり、吻合部狭窄と同時に再建が必要な場合もある。そのため吻合部狭窄の有無にかかわらず術前血管造影や DSSA による inflow の確認は不可欠である。また run-off 不良例では、修復後のグラフト血栓閉塞や再狭窄などを発生しやすいので、原因に対する確実な修復が必須である。

II. Dardik Biograft の特徴

閉塞グラフトの修復手術では、その代用血管の特性を理解しておく必要がある。DB は、ヒト臍帯静脈を酵素処理を加えず、そのまま 1% グルタルアルデヒド (GA) で固定し、50% アルコールに保存してある。内面性状は、内皮細胞が脱落しているが、内弾性板が比較的温存されており、これが良好な血液適合性を発揮し

ている⁹⁾。薄い中膜と厚いワートンジェリーが外側をなし、その外周をダクロンメッシュで被覆補強している。移植後の変化として、ダクロンメッシュの有無にかかわらず外包層は形成されるが、臍帯血管壁内への組織侵入 (tuft 形成) は永久に起こらない⁹⁾。吻合部は、宿主動脈から約 1 cm 程度の吻合部内膜パンスが形成されるが、内面全体を覆う内包層は形成されず、中央部はフィブリン膜のままで存続する。

AIH は、末梢吻合部では toe と heel (図



c

1), 中枢吻合部は heel の内膜肥厚が狭窄を発生する (図 2 a, 3 a-2)。ここで大切な点は肥厚した内膜パンスの DB 内壁への着床の良否をみることであり、パンスの着床が良好な場合 (図 2 a) とグラフト壁から剥離して血栓を介在する場合 (図 6 a) とがある¹⁰⁾。以上のような DB の特徴を踏まえて病変に応じた適切な修復手術が選択されねばならない。

III. 修復手術のストラテジー

グラフトが開存のままで修復手術を行う場合とすでに閉塞した場合とでは、手技の内容や手順が異なってくるので狭窄と閉塞に分けて述べる。

1. 開存狭窄グラフト

DB の AIH は、中枢、末梢のいずれにも発生する。いずれにしろパンスの着床が良好ならば静脈パッチとし、剥離して血栓を介在しているようならば置換術を施行する。末梢吻合部 toe の狭窄は、修復がむずかしいので、最初は heel よりのグラフトを切開し (図 3 a)、血管ゾンデを挿入して狭窄の有無、修復の必要性を確認する。

部分置換は、末梢吻合部が膝窩動脈にとどまる場合と中枢吻合部では、DB を再び使用してよい。しかし下腿 3 分岐以下に及ぶ場合には自家静脈との composite graft とする。その場合、

図 2 大腿膝窩動脈バイパス術後 46 カ月目で確認された中枢 AIH

- a : 中枢吻合部を縦切開 heel に肥厚がみられる。
- b : 自家静脈片によるパッチ形成術
- c : 中枢吻合部狭窄に対するパッチ形成術前 (左), 術後 (右)。狭窄は完全に解除され 8 年経過良好

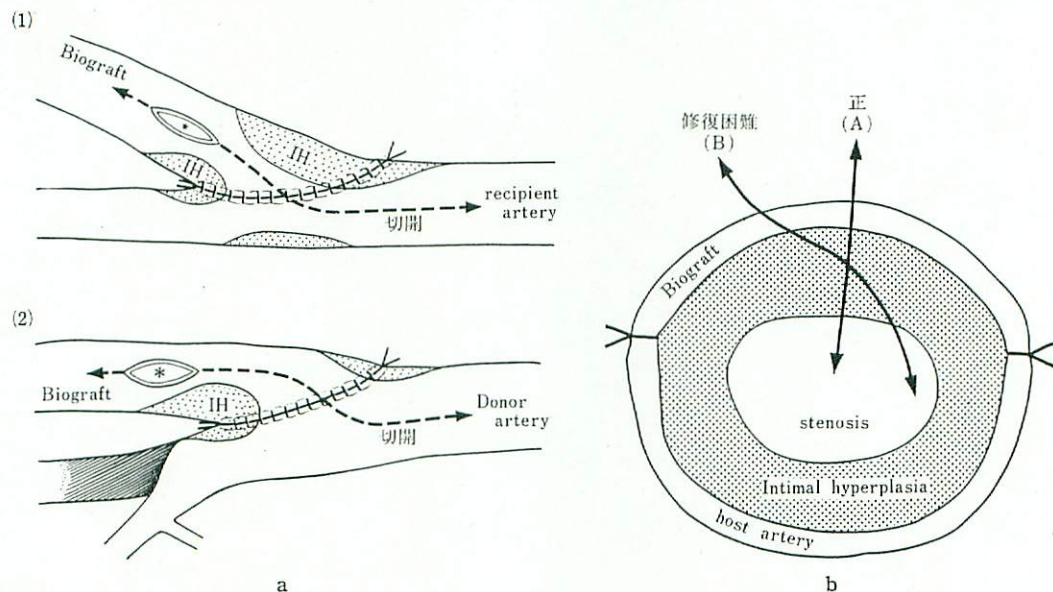


図 3 吻合部狭窄に対する修復手術

- a : 狭窄部切開法 1) 末梢吻合部, 2) 中枢吻合部。切開の始点 (*) は, 狭窄に近いグラフトの非狭窄部に加え, 狭窄部に向かって血管剪刀で縦切開する。切開口は狭窄端から 10 mm 程度とする。
- b : AIH に対する血管剪刀による切開の注意点。(A) グラフトおよび肥厚内膜に対して直角に切開する。(B) 剪刀の刃が少しでも斜めになると内膜が削がれ修復が困難となる。

付近の自家静脈を採取して単純に連結する従来の方法は, 中間期に連結部の内膜肥厚を発生して閉塞することになる。そこで対策として, 連結部を GA で固定する modified composite graft (MCG) の応用により好成績が得られているので¹¹⁾, 詳細について後述する。

2. 閉塞グラフト

まず閉塞原因とその局在を診断せねばならないが, それには血栓摘除をして血管造影するか, 吻合部を切開して直接確認するかである。この材料の特性として Fogarty balloon catheter (FBC) による血栓摘除術はもっとも避けたい手技であり, とくに AIH のある吻合部が FBC で擦過されることで修復不能に陥る心配がある。一方誤診から AIH のない吻合部を切開することは, 安定している吻合部を損傷することになり, これまた課題である。このジレンマを念頭に置いて適切な手術手順を踏まねばならない。

手術の手順としては, 術前動脈造影により inflow に異常が確認された場合には, まずそれを再建してからグラフトの修復手術に移る。中枢か末梢の吻合部狭窄の存在が, すでに確認されている例では, まず狭窄側の吻合部のみを切開し, 内膜肥厚の程度, 修復の可能性などを確認し, グラフトは血栓摘除を行う。

狭窄側がまったく不明の場合には, 大腿の表在を走行するもっとも末梢でグラフトを横切開し, まず末梢側から血栓摘除を施行して狭窄の有無を確認する。狭窄があれば中枢側の血栓摘除より先に修復手術を完了してしまう。FBC が最初の挿入から吻合部でつかえる場合には躊躇なく吻合部を切開して直视下に確認すべきである。中枢も同様に確認する。

IV. 修復手術手技

1. 吻合部およびグラフトの剝離

再手術であるのでできるだけ過剰な剝離は慎

むべきである。吻合部の露出は、中樞も末梢もDBのダクロンメッシュに形成された外包層を切開し、臍帯静脈壁を頼りに吻合部に達し吻合部のポリプロピレン(PP)糸を目印として動脈の剝離を進める。DBは、壁の器質化が起こらないのでグラフトの治癒障害を懸念して剝離を慎む配慮は必要ないが、ダクロンメッシュを核とする外包層は宿主動脈外膜と連続し、吻合部強度を担っている。したがって吻合部から宿主動脈にかけては外膜を剝離しないように注意し、剝離範囲も遮断鉗子がかかる最小限とする。グラフト中央部からのアプローチは、閉塞原因診断のための血栓摘除と造影が目的となるのでFBC挿入のための遮断鉗子かけられる最小限の剝離とする。

2. グラフトの遮断、切開

吻合部を中心に形のごとく血流遮断する。末梢吻合部狭窄の修復で、inflowの遮断のためにグラフト自体に鉗子をかけざるをえない場合は、Fogarty血管鉗子を用い、シリコンオイルチップを両側に装着してグラフトの挫滅を防止する。末梢側は低圧プラスチックブルドック鉗子でよい。グラフト遮断中は必ず内腔にヘパリン生食を充填しておく。

中樞、末梢吻合部とも切開は、グラフトのheel側から狭窄に向かって縦切開する。切開の長さは、狭窄を越えて1cmまででよい(図3a)。グラフト切開が壁に対して斜めにならないように(図3b)、細心の注意が必要である。初回の吻合部連続縫合糸は切断されることになるが、移植後6カ月以上経過して良好な外包層が形成されていればもはや縫合糸の支持性はないので¹²⁾、旧連続縫合糸を求めて固定する必要はなく、移行部に1針ずつ固定糸を加えればよい(図4a)。AIHの性状から、置換が適当と判断されたならば新たな吻合部を求めて宿主動脈を剝離する。

3. グラフトの血栓摘除術

DBの血栓摘除では、人工血管の場合のようにただ血栓を除去するというのではなく、内弾性板を損傷しないよう十分に配慮することが重

要である。無論、バルーンを緊満させて内壁を擦過しながら引き抜く操作は厳に慎むべきである。FBCは3Fr.を使用し、バルーンはグラフト内径と同じ程度に膨らませ、中に多少空気を残して弾力性を保持させる。摘除操作は、原則として1回とするが、1回目の挿入で吻合部を通過するとは限らない。途中でつかえる場合には分節的に血栓摘除を進めて吻合部に到達することになるが、血栓が除去されてグラフト内が空虚になると挿入時にカテーテルが壁につかえて内面を損傷することがある。これを避けるためには、ヘパリン生食をグラフト内に充填して拡張させながらFBCを挿入する。グラフト中央部の血栓は容易に摘除されるため両吻合部に切開をおいた場合は静かに血栓を摘除し、遺残血栓はヘパリン生食でwash outするのがよい。両吻合部を修復する場合には、修復の間グラフト内にヘパリンを加圧充填して徐放化処理を加え、術後早期血栓を防止する。

4. 静脈パッチ形成術

パッチ形成術は、パッチの両端が狭窄部を越えて至適に拡大されることと同時に、拡大しすぎないことも(図5b)、この代用血管の特性上大切な条件となる。DBでは正確な手技が求められるので、パッチ材料は自家静脈を使用すべきである(図2, 5)。手技はパッチの両端を2点支持とし、非狭窄部は連続縫合でよいが、内膜肥厚の高度な狭窄部は結節縫合とすべきである(図4a)。また内膜肥厚は血管剪刀による不適切な切開(図3b)や吻合操作の進行に伴うグラフト壁からの解離などにより縫合がむずかしくなるので、8-0~7-0ポリプロピレン糸でグラフトと解離した内膜を数針固定する(図4)。

5. MCGを用いる置換術またはバイパス

MCGは、左右いずれかの上腕尺側皮膚静脈(BV)を採取する。BVは、上肢静脈の中ではもっとも壁が厚く吻合しやすい。長さはできるだけ長い方がよく、通常は8~15cm採取される。末梢吻合部は旧吻合部を再利用するよりもさらに末梢の正常部を求めて新たに吻合する方がよい。吻合に先立って、BVを術中GA固定

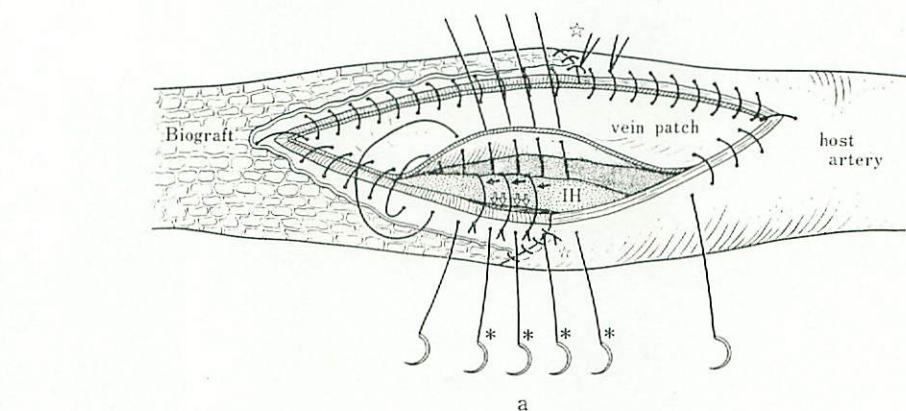


図4 DBのAIHに対するパッチ形成術

- a: 修復手技の要点。パッチ形成に先立って解離部(⇐)は結節縫合により内膜固定する(⇒)。次にパッチ両端を固定する。連続縫合操作に伴って解離が進展するのでIHの高度な部分は結節縫合とする(*)。旧縫合線の切開端に縫合固定が必要な場合もある(☆)。
- b: 内膜固定法。(A) 7-0ポリプロピレン糸による通常の固定法, (B) horizontal mattress 縫合を用いる場合もある。

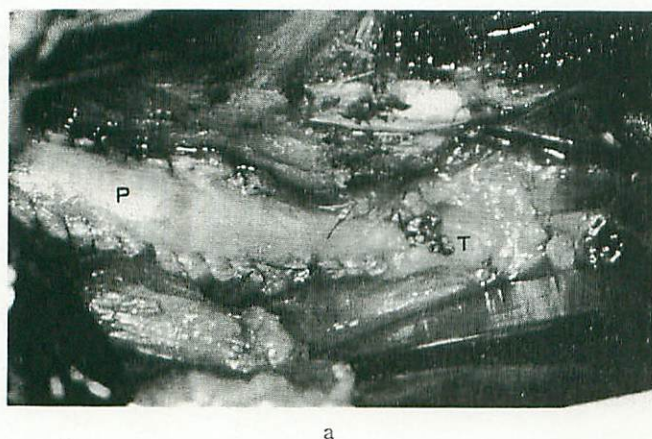
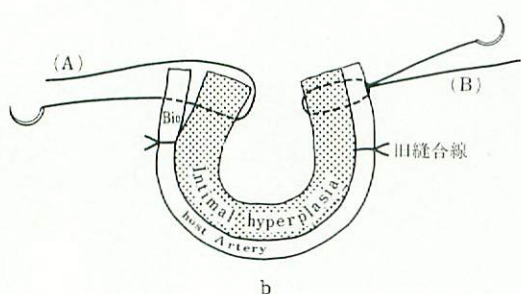


図5 大腿膝窩動脈バイパス術後23カ月目に発生した末梢AIHに対するパッチ形成術

- a: 静脈パッチ(P)は後脛骨腓骨動脈幹(T)に及ぶ。
- b: 術後造影。やや過大形成で好ましくない。



する(図7a)。BVの固定範囲は、DBとの連結部から2~3cmでよい。方法はBVの腔内にDBと同サイズのガラス棒を挿入し、1%

GAを微量滴下することにより5~10分で静脈は黄変し固くなる。ただしGAは毒性が高いため周囲に拡がらないように注意深くガーゼで保

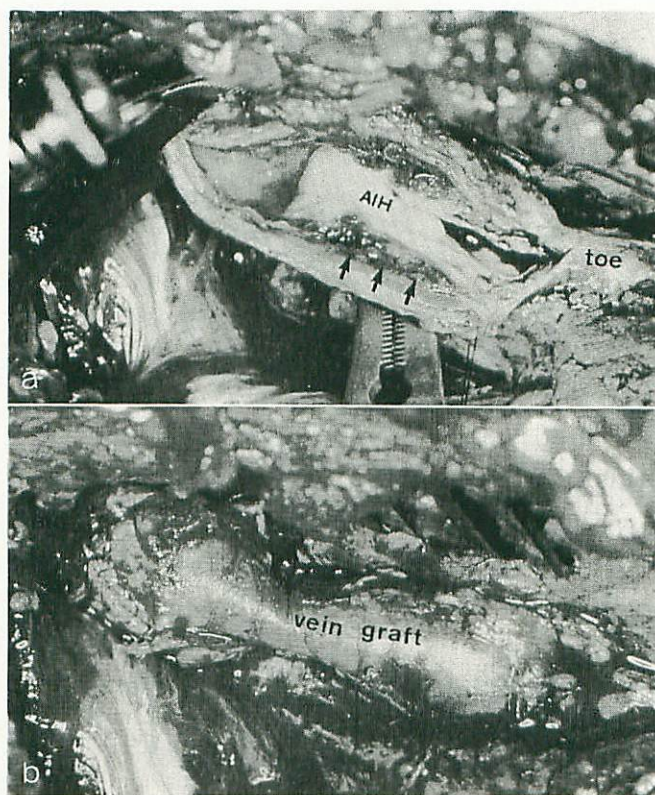


図6 大腿膝窩動脈バイパス術後4年目の末梢 AIH

a: AIH が解離し血栓を介在している (矢印)。

b: 自家静脈グラフトによる置換術施行

護し、グラフトは固定後ヘパリン生食で十分局所内外を洗浄する。末梢吻合は形のごとく端側吻合を行う。ついで、BV 中枢側と旧 DB との端端吻合を行うが、BV の GA 固定された部分が DB との連結部となるように長さを調節する。おのおの斜めに切断し、7-0 ポリプロピレン糸による2点支持連続縫合で端端吻合する。この吻合は狭窄、拡張などの吻合部形状に歪みをつくらないよう慎重な吻合手技が要求される。連結部は DB の短冊で被覆する (図7b)。この時連結部の多少の拡張は調節される。

6. DB を用いる置換またはバイパス

DB の連結は、前者と同様に吻合形状に歪みを形成してはならない。人工血管と異なり DB の内面は抗血栓性の高い内弾性板であるのでこの面が外反接合するように吻合する¹³⁾。ダクロ

ンメッシュを翻転し、通常斜めに切断して、6-0~7-0 ポリプロピレン糸を用いて2点支持連続縫合が行われる (図8)。連結部は組織侵入による内膜肥厚を生ずることがあるので DB の短冊片で被覆する (図9)。中枢吻合部の AIH は旧吻合部を閉鎖し、そのさらに中枢に新たに吻合した方がよい。

グラフト内に充填したヘパリンはすべての修復、吻合が完了する直前に wash out することを忘れてはならない。

7. 修復後の術中グラフト造影

修復術では、数回の術中造影が行われることも少なくない。グラフト口径が太いので良好な造影が得られない場合があり、複数病変では個々の修復を終えた時点で、グラフト内への直接造影によりひとつずつ確認の方がよい。末梢

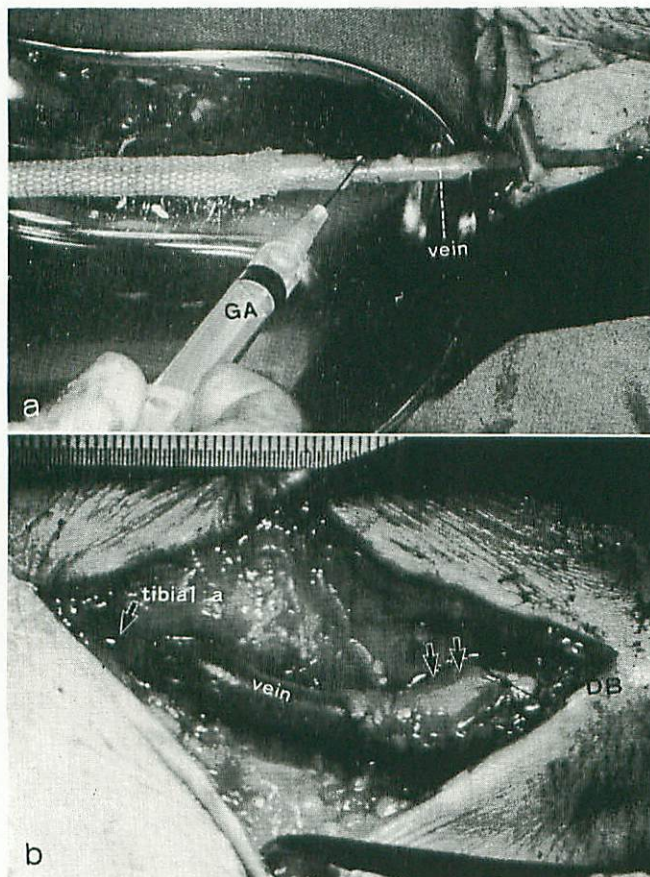


図 7 MCG の作成法

- a : DB との連結部自家静脈の GA 固定
b : 連結部の DB 片による被覆 (矢印)

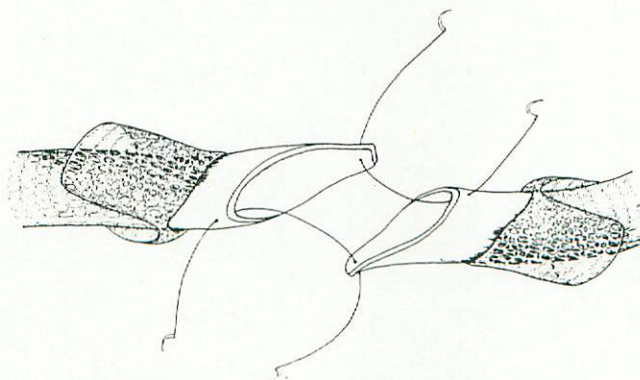


図 8 DB 端端吻合

2 点支持連続縫合: 辺縁をトリミングし内膜 (内弾性板 + 筋層) を外反接合させる。



図9 DB 連結部の被覆

吻合部狭窄の修復は、最初に完了すべきである。造影経路としてグラフトを直接穿刺することはワートンジェリー層と中膜の解離を生じる可能性があり危険である。

V. 術後の抗凝血療法

DB は前述のごとく器質化の得られない代用血管であるので、抗凝血療法は術中から術後に引き続き生涯継続されるべきである。術後早期はヘパリン 0.5 mg/kg を3~4時間ごと静注し、ワーファリンに移行する。抗血小板療法も併用する。

おわりに

DB の特徴は、発達した内弾性板の残存によるすぐれた抗血栓性と閉塞原因としての AIH に要約される。閉塞グラフトの修復術では血栓摘除を施行せざるをえないが、それが内弾性板と吻合部内膜パンヌスを破壊しグラフトのすぐれた特性を失わせる。したがって修復術ではこれらの内面性状を極力損傷しないような繊細な手技が要求される。われわれも初期には、内弾性板はおろか中膜まで抜去し、3~5回にも及ぶ血栓摘除を繰り返したこともあった。しかしこれらの手技は数カ月の短期間で再閉塞をきたし、DB の修復手術としてきわめて不適当であったことをいまさらながら反省させられる。今後この代用血管が新たに適用される機会は多くないものと推察されるが、その再手術に関してはこの材料の特性からみて少なからず経験され

るものと思われる。その時の最大の注意点として、静脈グラフトにもまして内面が愛護的に取り扱われねばならないことを強調したい。

参考文献

- 1) Rutherford RB et al : Suggested standards for reports dealing with lower extremity ischemia. J Vasc Surg, 4 : 80-94, 1986
- 2) 笹嶋唯博 : 小口径代用血管としての Glutaraldehyde 固定 ヒト 臍帯血管—基礎的、臨床的検討—. 日外会誌, 85 : 65-76, 1984
- 3) Strandness DE Jr et al : The effect of geometry on arterial blood flow. In Hemodynamics for Surgeon, pp 96-119, Grune & Stratton, New York, 1975
- 4) 小窪正樹ほか : 血管雑音周波数解析による bypass 術後吻合部狭窄の診断. 第4回血管に関する無侵襲診断法研究会抄録集, 57-58, 1984
- 5) 笹嶋唯博ほか : 血管雑音周波数解析法による bypass graft 狭窄の診断. 第5回血管に関する無侵襲診断法研究会抄録集, 43-44, 1985
- 6) 笹嶋唯博ほか : 血管雑音周波数解析による anastomotic geometry の評価. 第2回血管に関する無侵襲診断法研究会抄録集, 41-42, 1983
- 7) 小窪正樹ほか : Doppler sound spectrum analysis によるバイパス術後血管狭窄の診断. 第5回血管に関する無侵襲診断法研究会抄録集, 35-36, 1985
- 8) 森本典雄ほか : 術中術後の bypass graft 血流波形とその開存性について. 第7回血管に

- 関する無侵襲診断法研究会抄録集, 39—40, 1987
- 9) 笹嶋唯博ほか：小口径代用血管の現状と問題点．生体由来代用血管内弾性板の生物学的適合性．人工臓器, **20** : 414—419, 1991
- 10) 小窪正樹：吻合部内膜肥厚に及ぼす血流異常の影響—基礎的, 臨床的検討—．日外会誌, **89** : 1707—1715, 1987
- 11) 境 普子ほか：連結部に処理を加えた modified composite graft の検討．人工臓器, **19** : 1266—1269, 1990
- 12) 直江綾子：吸収性縫合糸を用いた血管吻合—吻合部治癒過程に見られる縫合糸の影響—．日外会誌, **90** : 941—948, 1989
- 13) 久保良彦ほか：Biograft吻合術．手術, **40** : 647—654, 1986