



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

手術 (1992.12) 46巻13号:2005～2010.

Modified Composite Graftによる下腿動脈バイパス術

笹嶋唯博、久保良彦

手術手技

Modified Composite Graft
による下腿動脈バイパス術

笹 嶋 唯 博* 久 保 良 彦**

はじめに

下肢末梢動脈再建に用いられる代用血管は一般的に自家静脈を第一選択, expanded polytetrafluoroethylene graft (GoreTex®, Impraflax®, Vitagraft®, 以下 e-PTFE), glutaraldehyde (GA) 固定ヒト臍帯静脈 (Dardik Biograft®, 以下 DB) 及び EXS® (Noncrimped supported external velour weft-knit Dacron) などが第二選択代用血管として位置付けられている。第二選択代用血管の適用率は、各施設の方針と特殊性により大きな相違がみられるが、我々の経験では、大伏在静脈が得られない場合、小伏在静脈や上肢静脈などを利用して、自家静脈によるバイパスを徹底しようとするば第二選択代用血管が必要となる例は、8% 程度にとどめられる。

下肢末梢再建レベルからみた適用では、膝上膝窩動脈バイパスでは、上記第二選択代用血管のいずれもが良好な開存成績を示すため最近では、膝上のみ最初から第二選択代用血管が使用される傾向にある。これは病変進行により、将来、より末梢へのバイパスが必要になった場合に備えた合理的な考え方といえるが、言い換えるならば下腿3分岐以下へのバイパスでは、自家静脈以外信頼のおける代用血管がないからにほかならない。我々の開発した modified composite graft (MCG)¹⁾²⁾ は、救肢例の中で必要な長さの自家静脈が得られない場合に選択される方法であり、開存成績は自家静脈と第二選択代用血管の中間が期待される²⁾。

本稿では、MCG の理論的背景と手技の実際を述べる。

I. MCG の特徴と理論的背景

前述の3つの第二選択代用血管はそれぞれ特性が異なるため、開存あるいは閉塞の機序も違っている。

EXS は、早期の内皮細胞化を求めて Dr. Sauvage により開発された crimp のない knitted Dacron (有孔度 2,000 ml) 人工血管で、1978 年から臨床応用された。彼の理論に従うならば、EXS の使用では、自家血による preclotting が必須で、動物実験では約2週間で完全な内皮細胞化が得られる。しかし臨床でこれを再現することは困難で、低血流条件下における抗血栓性には限界があり、下肢末梢再建の成績は、芳しいものではない。一方、時を同じくして器質化よりも抗血栓性を優先した人工血管が2つ登場した。

e-PTFE は、テフロン管を延伸加工して有孔性を付与し早期の抗血栓性と長期的な器質化を求めたものである。knitted Dacron 人工血管に比べると抗血栓性は優れており、臨床でも下腿3分岐以下へのバイパスで開存率の向上にはみるべきものがあつた³⁾。しかし期待されたほど良好な器質化が得られず、そのため中間期以降の吻合部内膜肥厚が多発し、これが解決困難な閉塞原因として残されている。

臍帯静脈は、その最内面に発達した内弾性板を有し、これが温存されて GA 固定された DB は確かに優れた抗血栓性を発揮し⁴⁾、下肢末梢動脈再建において比較的良好な早期開存を示したが、中間期以降、吻合部内膜肥厚が多発し、最終的には期待されたほどの成績が得られなかった⁵⁾。

人工血管と自家静脈との composite graft は、自家静脈の利点を温存しつつ不足分を人工血管で補填する方法である。前述のごとく人工血管単独使用成績が不満足であることから、いずれの人工血管につ

* Tadahiro SASAJIMA 旭川医科大学第1外科学教室

** Yoshihiko KUBO 同教室 教授

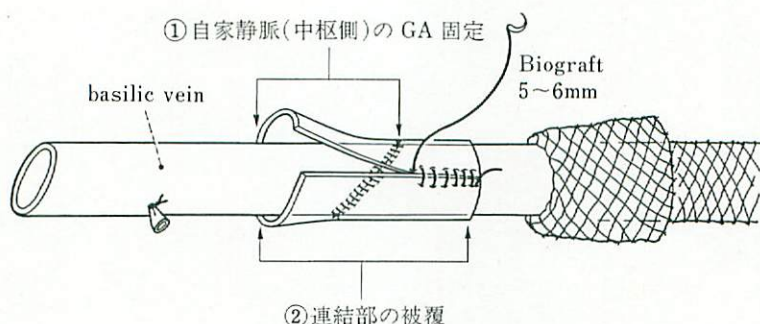


図1 MCGの作製法と特徴

表1 MCGに施される処置とその意味

処 置	期待される効果
1. 自家静脈(中枢側)のGA固定	平滑筋細胞失活
2. 連結部の被覆	外側からの細胞侵入阻止
1, 2	口径差の矯正 Compliance mismatch 補正
3. 中枢吻合部宿主動脈のGA固定*	動脈平滑筋細胞の失活

*省略する場合もある

いてもその試みが少なからずなされたが、捨て去られてきた。その主因は、自家静脈と人工血管との連結部に好発した内膜肥厚である。

これまでの経験から人工血管が小動脈代用血管として成り立つためには、抗血栓性はまず不可欠の条件といえるが、抗血栓性の高い材料ほど吻合部内膜肥厚を発生しやすいというジレンマがある。そこで抗血栓性人工血管を生体に導入するためには、中間的な特性を有し両者の橋渡しとなるアクセスを設ける必要がある。これがMCGの基本的な考え方であり不足を補填するだけの従来の composite graft の発想とは異なっている。

MCGは、現在使用されている人工血管の中では、最も抗血栓性に優れていると考えられるDBと自家静脈とを連結し、その主要な閉塞原因である連結部内膜肥厚を防止する処理を加えたものである(図1, 表1)。MCGの移植後の運命は、DBから自家静脈のGA固定範囲までの内膜化、内皮細胞化は起こらない。GA固定された範囲の自家静脈は、細胞成分が死滅し、内皮細胞もGA固定されて大部分そのままの状態に残存し抗血栓性を発揮す

る¹⁾。しかし長期的には、内皮細胞が自家静脈側からDBに向かって進展してきて連結部を1~2cm超えて着床、安定する。連結部外側からの組織侵入は、DB片で密に被覆されるため阻止される。

II. MCG 調整材料

必要な材料は、1% GA 溶液、自家静脈片、DB、ガラス棒(DBに内挿されたものでも代用可)である(表2)。

GAは化学的に極めて不安定な薬剤で、主に蛋白質のアミノ基間を2本のアルデヒド基で相互に結合させ(架橋)、蛋白質を硬化させると共に免疫性や血栓性を低下させる。臨床では消毒薬としても使われているように毒性が強く、MCGに使用するには必要局所以外には拡がらないような配慮が必要である。調整は、市販されている25%溶液をpH 7.4リン酸緩衝液で1%とし、滅菌フィルターを通し、5~10 mlに小分けして冷所保存する。重合体を形成しやすく、作用が薄れるので約1年間を使用期限とする。

自家静脈は、その質的良否が開存性に係る最も重

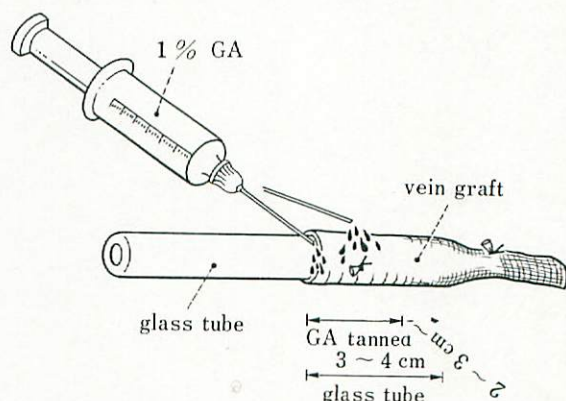
表2 MCGの材料とその条件

材 料	条 件
自家静脈	内径5~6mm, 5cm以上長いほど良く, 一般に上腕尺側皮静脈, 橈側皮静脈, 大腿深静脈の順に選択 中枢側大伏在静脈が5cm位使用できればそれを優先する。
Dardik Biograft と その残余グラフト片	自家静脈と同一口径を選択するが, 6mmの方が良い。 5cm, 縦切開し連結部被覆に用いる。残余グラフトで良い。
1% グルタルアルデヒド	pH 7.4 リン酸緩衝液で希釈して1% GA 溶液を調整し, フィルターで滅菌する。
ガラス管又は棒	外径4, 4.5, 5, 5.5, 6mmの5本を用意し, 滅菌する。 自家静脈の口径が必ずしも5ないし6mmとは限らないので最大径で固定してDBと自家静脈の口径差を少なくする。 DBに内挿されたガラス棒を代用しても良い。

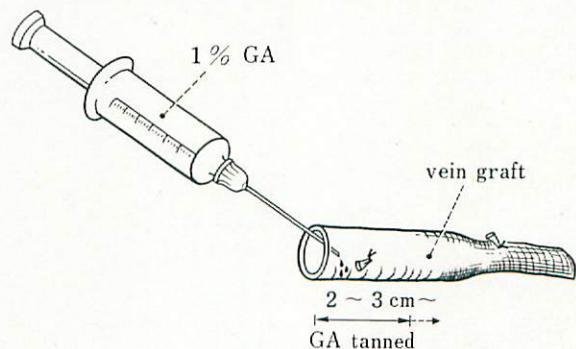
要な因子であるので, 短くとも良好な部分を使用する。注意すべきは大伏在静脈不良例をMCGに変更する場合である。そのような例は, 少なからず大伏在静脈全体が不良であり, 部分的にもMCGの使用に適さない場合が多いことを念頭に置くべきである。その点, 上腕尺側皮静脈は, 内径5~6mmあり10~15cm長の良好なグラフト片がほとんど例外なく採取されるので, 最初からこれを使用すべく準備を進める方が得策である。

DBは, 自家静脈と同一口径のものを選択し洗浄して, 連結操作に入るまでできる限り長くヘパリンを加圧充填しておく。ヘパリンはDB内面に付着して徐放化されるのでグラフト血流が旺盛になるまでの数日間, 早期グラフト血栓に対する予防効果が期待できる。GA処理を加えた自家静脈内面にもヘパリンを作用させる。GA処理が加えられたばかりの部分は未架橋アルデヒド基とヘパリンが共有結合する。この場合は長期残存するので一層抗血栓作用が期待される。ただしヘパリンとの共有結合部位や作用の温存については明らかにされていないので付け加えておく。ヘパリンは100単位/mlと2,000単位/ml(ノボレンテ®)とがあるが, 出血の問題から前者を使用している。

ガラス管は, 先端をテーパにした長さ8cm, 外径4~6mmの各サイズを準備する。自家静脈固定中に内腔の残余GAを洗い出すのにガラス管の方が良いが, DBに内挿されているガラス棒で代用することもできる。



a) ガラス管を固定範囲を十分越えて内挿し2.5ml注射器に1% GAを取って外側と内側(ガラス管との間隙)から滴下する。



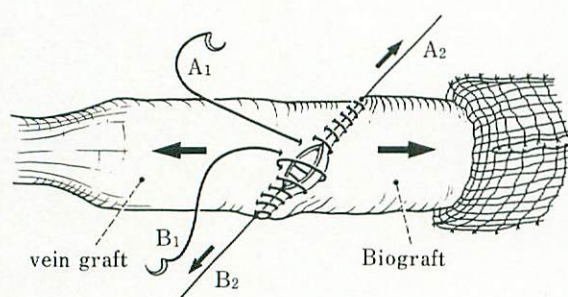
b) 5分後にはガラス管を抜去しても固定部分は管腔が保持されるので再度内側から固定する。

図2 自家静脈のGA固定法

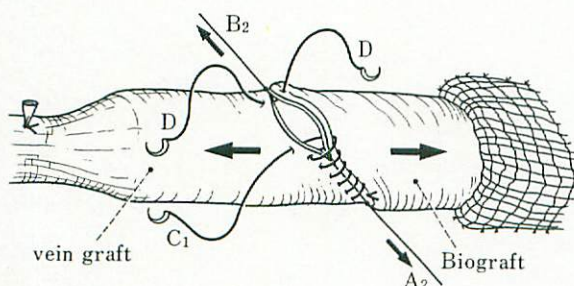
III. MCG 作製法

1. 自家静脈の GA 固定

自家静脈は、reverse でも non-reverse でも良く、口径が DB に近い方を DB との連結側とする。採取された自家静脈内径にあったガラス管を選択し、連結側に 3~4 cm 内挿する。内挿部分以外は生食ガーゼで覆い保護する。ガラス管が内挿された端から約 2~3 cm の範囲に GA を内外から数回塗布する (図 2 a)。5 分以上経過するとガラス管を抜去しても管腔が保持されるので、これを抜去し内外から再度塗布する (図 2 b)。この時、GA が予定の範囲以上進展しないように少量ずつ滴下する。10 分経過すると自家静脈の固定範囲は、完全に黄変し硬化するのでこの時点でヘパリン生食で洗浄する。



a) 両端に支持糸 A_{1-2} , B_{1-2} をかけ結紮して各々→の方向に進展する。この緊張を常に保持することが大切。 A_1 , B_1 を縫合して中央寄りで結紮する。



b) グraft を反転して対側半周の縫合。縫合糸 A_2 , B_2 を→の方向に牽引し C_1 , D を新たに掛けて連続縫合する。

図 3 自家静脈と DB との 2 点支持連続縫合による吻合法

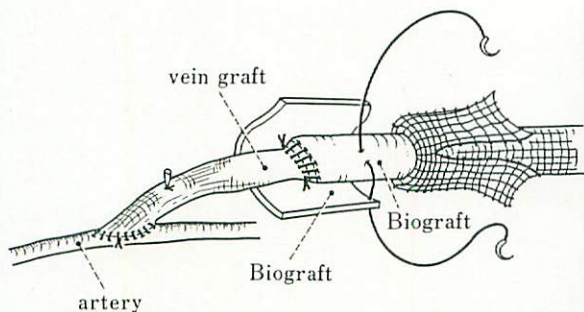
2. DB と自家静脈との連結

自家静脈と DB の口径が一致することが少ないので若干斜め切りにして吻合する。自家静脈の固定範囲は、2~3 cm であるが、最終的に縫合線から 1 cm 以上残されていれば良い。DB のメッシュは縦切し反転して長めに残しておき、最後に連結部の被覆に用いる (図 3)。吻合は 7-0 ポリプロピレン糸 (PP) を用い、2 点支持連続縫合とする。端端吻合では、両グラフトと両端の支持糸を直線的に牽引しつつ縫合することがコツである (図 3 a, b)。吻合形状がコプラヘッド、狭窄、鍵型 (図 4) などにならないように慎重、適切な吻合手技が要求される。吻合部内腔の拡張や不整部分には、必ず血栓が形成され、MCG の特性は失われる。内面にヘパリンを散布しつつ吻合操作を進める。むしろ DB 内腔のヘパリンは末梢吻合終了直前まで残しておく。これらヘパリンの作用により連結部から出血しやすいので

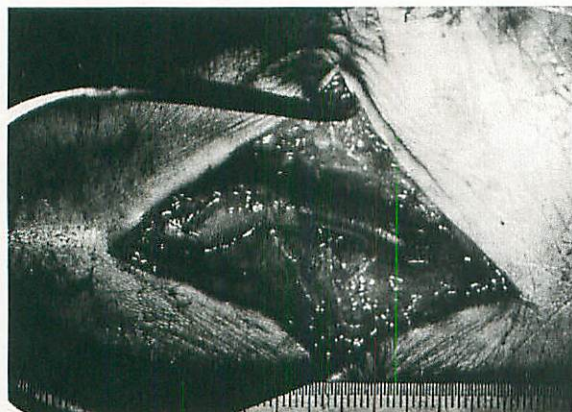


図 4 鍵型連結

端端吻合でしばしばみられる。自家静脈では内皮細胞化してそのまま存続する場合もあるが、MCG では血栓が形成される。



a) DB片を縦切し適当な長さに切離する。
6-0 ポリプロピレン糸でDB壁に固定縫合して
から1層連続縫合する。グラフトを微妙に絞め
る程度に縫合する。



b) 被覆後術中像
図5 MCG 連結部の被覆法

緻密に縫合するよう心掛ける。噴出する吻合部出血は、縫合糸を追加する。

IV. Graft tunneling

末梢吻合を完了してから tunneling する場合は問題ないが、tunneling して末梢中枢を同時に吻合する場合は、末梢吻合が始まってグラフトの位置が決まるまで tunneler を抜去しない方が良い。単独移植の場合もそうであるが、DBは、一度 tunneling し tunneler を抜去するともはやグラフトを移動できない。また tunneler をしばらく留置しておくことにより tunnel 内が圧迫止血される。MCGは投与ヘパリン量が多くなるので tunnel からの出血には注意する必要がある。

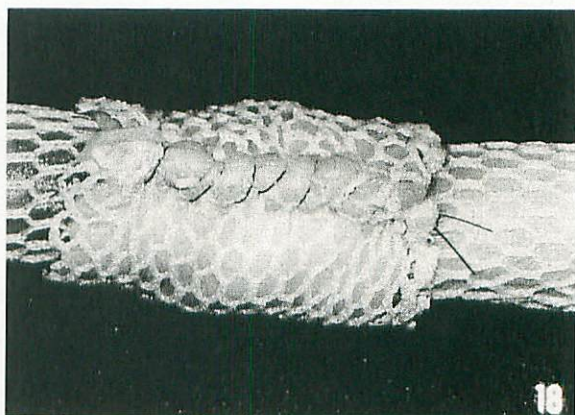


図6 DB-DB 連結グラフトの被覆材料、方法は同じ

V. 末梢及び中枢吻合

末梢吻合は、自家静脈バイパスの場合と同じであるのでここでは省略する。中枢吻合は末梢吻合同様 MCG とすることが望ましいが、内膜肥厚による狭窄が発生しても修復術が容易なため動脈吻合口に GA 処理を加えるだけにしている。6-0 ポリプロピレン糸を用い、heel 3点、toe 1点結節縫合を置き側壁連続縫合とする。末梢吻合が終わる直前にグラフト中枢側よりヘパリン生食を注入して内腔に充填したヘパリンを洗い流す。縫合糸を結紮する直前には空気抜きも忘れてはならない。

VI. 連結部被覆

血流が再開され、連結部の出血がなければ余った DB 片を縦切開して連結部の被覆をする(図5a, b)。被覆の緊張がきつすぎて狭窄となつては困るが、えてして緩くなりがちであり、緩すぎると連結形状や compliance mismatch の補正に効果がないばかりか間隙から組織が侵入して内膜肥厚を発生するので慎重に被覆する。下腿末梢動脈への long bypass では、しばしば DB の連結グラフトが必要となる。DB-DB の連結部は同様に長期的に組織侵入がみられ内膜肥厚を発生する可能性があるので同様の方法で被覆する(図6)。

グラフト血流再開後は、ヘパリンの作用が増強する傾向にあるので術創や tunnel からの出血がある時は閉鎖ドレーンを挿入する。

VII. *in-situ* GA 固定法

自家静脈バイパスグラフト閉塞例の再手術や e-PTFE による内シャント作製に本法は有用である。

前者では末梢吻合部から数 cm までのグラフトが再利用できれば前述と同様の方法で *in-situ* GA 固定し MCG を作製することができる。

後者の場合 e-PTFE と静脈との末梢吻合部はその部位によっては kinking しやすい。これは低圧系血行再建の宿命的困難点であるが、MCG を応用することにより kinking と吻合部内膜肥厚が同時に克服される。e-PTFE を用いる MCG の内シャントへの応用については現在臨床検討を進めているところであるが、良好な成績が期待される。

VIII. 術後管理

術後はヘパリンを投与し、経口摂取開始を待つてワーファリンに移行し、抗血小板剤も併用する。いずれも可能な限り継続する。

MCG が連結部内膜肥厚を克服できたとしてほかにグラフト由来の閉塞原因が 3 つ考えられる。1) 末梢側自家静脈の内膜肥厚、2) 低血流による DB 自体の血栓症、及び 3) 中枢吻合部内膜肥厚であ

る。1) は頻度が比較的少なく、2), 3) は時期さえ失しなければグラフトサルベージに成功しやすい合併症である。サルベージの成否は、手術の適切さもさることながら、閉塞原因が適切に診断されることが前提であり、それには厳密な術後管理が必須であることを強調したい。

文 献

- 1) 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
- 2) 境 普子ほか：改良型 composite graft の基礎的臨床的検討。日心血外会誌 18：793—795, 1989
- 3) Bergan JJ et al：Randomization of autogenous vein and polytetrafluoroethylene grafts in femoral-distal reconstruction. Surgery 92：921—930, 1982
- 4) 笹嶋唯博ほか：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
- 5) 笹嶋唯博ほか：末梢血行再建における保存ヒト臍帯静脈 5 年間の使用成績。日臨外 44：52—55, 1983

*	*	*	*	*
	*	*	*	
		*		