



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

手術 (1985.07) 39巻7号:761～769.

閉塞性動脈硬化症に対する外科治療

笹嶋唯博、久保良彦

◁日常外科手術のキー・ポイント▷

閉塞性動脈硬化症に対する外科治療

笹 嶋 唯 博* 久 保 良 彦**

冠動脈、頸動脈—鎖骨下動脈系、腎動脈および下肢動脈系は閉塞性動脈硬化症 (ASO) によりしばしば血行再建の対象となる動脈である。これらの再建手術に当って病変の局在、範囲により幾つかの術式が選択されるが、今日その主流は、bypass 手術となっている。そこで本稿では手術対象がもっとも多くかつ代用血管移植基本手技がすべて包含されていると思われる骨盤大腿型 ASO に対する bypass 手術、すなわち大動脈大腿動脈 bypass (Aortofemoral bypass, AF bypass) とその down stream repair として深大腿動脈形成術 (Profundaplasty, Pf plasty) および大腿膝窩動脈 (膝下) bypass (Femoropopliteal bypass below the knee, FP bypass) について述べる。

I. 術式選択のための基本事項

1. Down Stream Repair (DSR)

骨盤大腿型 ASO に対し bypass 手術による Fontaine 重症度の改善は 1 bypass 当り 1 度と考えられる¹⁾。たとえば Fontaine III 度 (安静時疼痛) の症例を I 度 (無症状) にするためには、AF bypass に加えて FP bypass または 3 分岐以下への bypass の追加が必要となる。また症状の改善だけでなく中枢側 graft の長期開存²⁾ や吻合部動脈瘤予防などの意味でも 1 期的

に適切な DSR を行うべきである。AF bypass 例で深大腿動脈狭窄がなく、その太い側副血行が 2 本以上膝窩動脈に開口しているならば FP bypass は不要であるが³⁾、深大腿動脈狭窄がある場合には FP bypass 追加のいかんによらず Pf plasty が必要である。

2. Risk factors

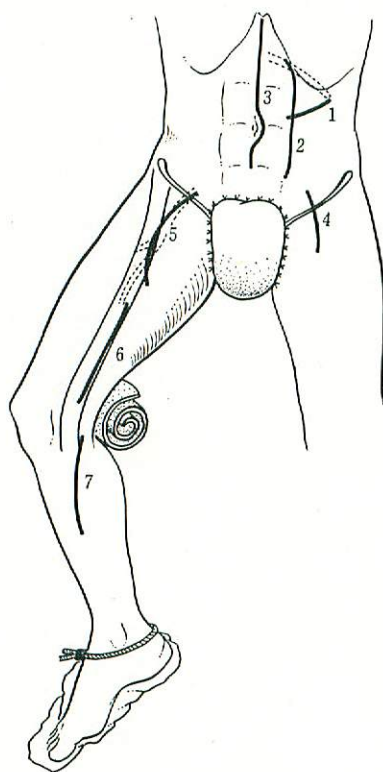
心疾患、糖尿病、片麻痺、高血圧、胃潰瘍、腹腔内既応の手術などは術式選択の上で考慮すべき因子である。虚血性心疾患はいずれが優先されるかはおのおの重症度による。糖尿病は急速な ASO 病変進行とそれに伴う晚期 graft 狭窄を発生しやすく十分な inflow の確保と DSR が必要である。片麻痺は ASO が非麻痺側ならばむしろ徹底した再建が必要となる。胃潰瘍は術後早期出血により胃切除を余儀なくされる場合もあることから開腹術による AF bypass を不用意に行うべきではない。高血圧で腎動脈狭窄を伴う場合には腎機能保全の意味からも同時再建を考慮する必要がある。

3. 側端吻合と端々吻合の選択

大動脈両側大腿動脈 bypass の中枢吻合は高位端々吻合が原則である。しかし下部大腸阻血を防止するため閉塞型によっては側端吻合をとらざるをえない場合もある。下部大腸壊死を防止するためには 1) 下腸間膜動脈 (IMA)、2) 上腸間膜動脈と IMA を結ぶ mesenteric meandering artery (central marginal artery, Riolan), 3) 内腸骨動脈のいずれかが温存され

* Tadahiro SASAJIMA 旭川医科大学第 1 外科学教室

** Yoshihiko KUBO 同教室 助教授



第1図 皮切図。説明本文

なければならぬ。術前造影で IMA 根部が閉塞し meandering artery が造影されている場合は心配ないが、IMA が開存し両側外腸骨動脈閉塞例は厄介である。この例に対する高位端々吻合では S 状結腸の血行を終始観察せねばならず場合によっては IMA の再建が必要となる。これを確実に防止するためには中枢を側端とするか IMA の末梢で端々とするほかない。腸骨動脈系が開存ならば中枢端々、末梢端側吻合が必然である。また腸骨動脈狭窄で中枢が側端吻合の場合には末梢は端々として血流の競合を防止すべきである。

II. 代用血管と縫合糸の選択

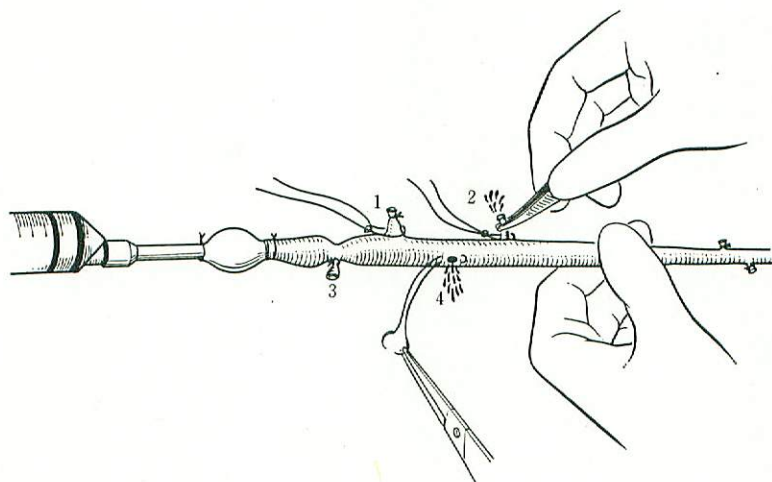
AF bypass では Velour knitted Dacron (VKD) がもっとも多く使用され、Cooley double VKD (Meadox), Sauvage Bionit®, DeBakey Vascular II® (USCI) などが一般的である。いずれも有孔度 $1500 \text{ ml/min/cm}^2/120$

mmHg で Cooley double VKD が後二者よりやや厚手であるが使用上の優劣はない。この他有孔度の大きい Cooley Microvel® (1900 ml) や woven では Cooley Veri-Soft® (130~200 ml), woven double velour など使用されている。これらはいずれも preclotting が必要でありわれわれは fibrinogen と thrombin による In vitro-fibrin preclotting 法⁵⁾を行っている。AF bypass に使用する人工血管口径は Y 字 graft では $16 \times 8 \text{ mm}$, tube graft では 8 mm を一律に使用している。したがって graft 口径の選択に迷うことなく早めに preclotting を開始すべきである。FP bypass では自家大伏在静脈 (ASV) が第1選択であるが70歳以上の高齢者では良好な ASV が得られないことが少なくない。外径 4 mm 以下の ASV は使用すべきでないといわれている⁶⁾。不良な ASV は加圧処理の段階でほとんど拡張しない。縫合糸はすべて両端針付 polypropylene 糸 (PP 糸, Surgilene®, Prolene®) を使用し、これらの結紮は6回が原則である。

III. 骨盤大腿型 ASO に対する bypass 手術

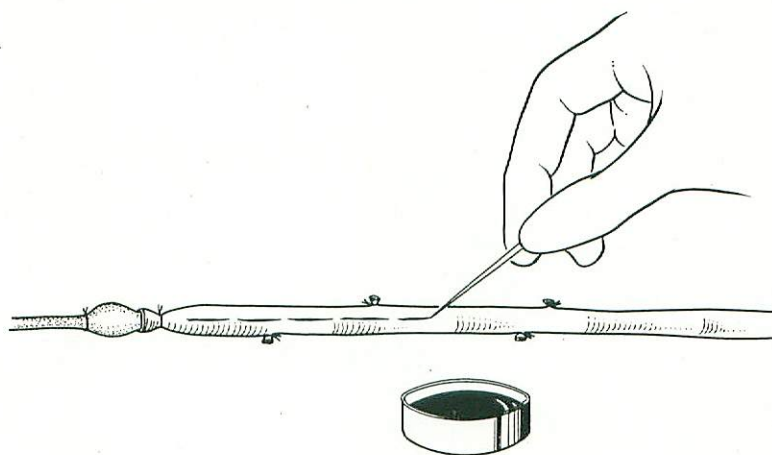
1. ASV の採取と調整

AF bypass に加えて FP bypass を行う場合にはまず ASV 採取から手術が始まる。ASV は同側肢から採取するが不良ならば他側からも採取するので両下肢の消毒は必須である。皮切は後述の大腿動脈剥離創と共通であり、その径部から縫工筋内縁に沿って延長し大腿中枢 $1/3$ 部で $5 \sim 6 \text{ cm}$ の間隔を残して大腿骨内顆上縁まで延長する (第1図5,6)。各皮切の間は術後血流測定や拍動触診に利用する。膝部では下腿中枢 $1/3$ 部から脛骨および驚足内縁に沿って脛骨内顆位まで約 15 cm の皮切を加える (第1図7)。皮切7は膝窩動脈露出、6は graft tunnel 作成にも用いる (後述)。ASV は non-touch technique により剥離を進め鉗子で挟んだり、引っぱったりすることは内膜肥厚の原因となる。graft 分枝の処理は外膜の巻き込みによる狭窄



第2図 ASV の調整

1) 2) pocket や未処理分枝は外膜を巻き込まないように graft を拡張させてから結紮。3) 4) 外膜の巻き込みによる狭窄と鈍的剝離による分枝の引きちぎりがもっとも修正に手間取るので採取時に注意する。



第3図 調整された ASV は加圧して 1% pyoktanin blue 液で線を引く。これは tunneling や trimming の際の捻れを防止するために有用である。

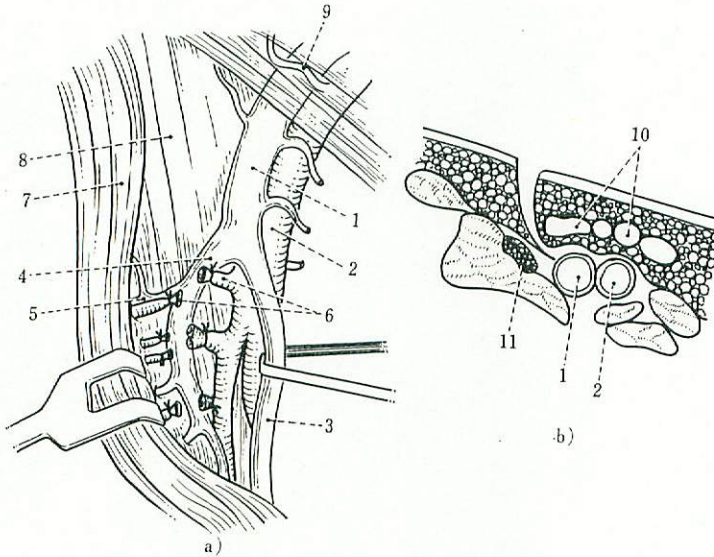
と分枝の引きちぎりが修復に手間取るので注意する (第2図)。膝部では必ず伏在神経が密着しているので損傷しないようにする。損傷した場合の術後知覚異常 (しびれ感) はきわめて厄介な合併症となる。摘出された ASV は末梢に注入嘴管を付け heparin 50 mg 加自家血 20 ml を注射器で拍動性に加圧注入しながら順次拡張させ、全長の分枝処理が終ったら pyoktanin

blue で線を描いておく (第3図)。ASV の移植方向は原則として reverse とすべきである。

2. AF bypass

a) 大腿動脈の剝離

bypass 手術はいかなる場合でも recipient artery の確保が先に行われる。皮切はそ径靱帯真上から総大腿動脈の1横指外側を通り約10 cm の弓状切開とする (第1図4)。さらに FP



第4図 a) そ径部剥離。b) 総大腿動脈の剥離，前方の皮下リンパ節を避け外側から到達する。

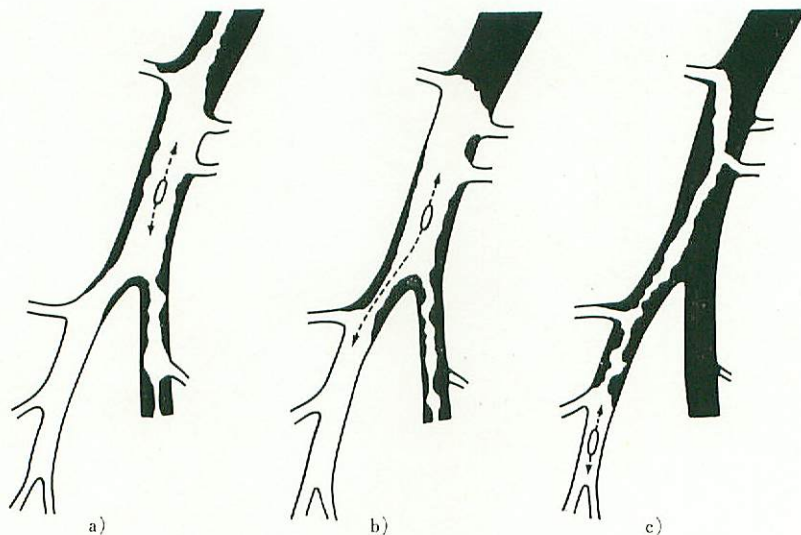
- 1) 総大腿動脈，2) 同静脈，3) 浅大腿動脈，4) 深大腿動脈，5) 回旋動脈幹，
6) 外側大腿回旋静脈，7) 縫工筋，8) 腸腰筋，9) 深腸骨回旋静脈，10) リンパ
節，11) 大腿神経

bypass のための ASV 採取または Pf plasty のためには皮切は縫工筋内縁に沿って延長し 15~20 cm となる (第1図5)。大腿動脈の剥離ではリンパ節の損傷に注意する (第4図 b)。これを損傷すると人工血管周囲の漿液貯留，リンパ瘻ひいては感染の原因となる。総大腿動脈中枢部の剥離はそ径靱帯直下でよいが tunneling のためそ径靱帯と外腹斜筋膜は 2 cm ほど切離し (第7図)，骨盤内に 2 横指ほど挿入可能なように開大する。またこの部位で腸骨回旋静脈が外腸骨動脈を横断しており (第4図9)，tunneling の際に損傷することがあるのであらかじめ結紮切離してもよい。総，浅および深大腿動脈の硬さを触診し atheroma や石灰化による狭窄があれば Pf plasty に向けて剥離を進める。大腿筋膜を縫工筋内縁に沿って切開を延長し縫工筋と長内転筋の間に開創鉤をかけて術野を展開する (第4図 a)。まず深大腿動脈根部に巻きつくように外側大腿回旋静脈があり，これを切離すると回旋動脈幹が分岐する。その末梢は大腿四頭筋静脈が数本横断するので必要があれば結紮切離しつつ術前造影を参考に吻合に適した部

位を求めて taping する。

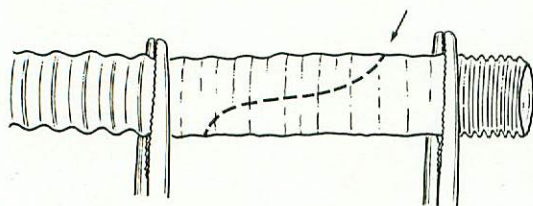
b) 腹膜外経路による AF bypass

一侧の AF bypass ではほとんどがこの方法で行われる。皮切は横切開と傍腹直筋切開がある。横切開は術野が狭いため大動脈が対側に偏位する場合や肥満体では後者を選ぶべきである。横切開は第12肋骨先端から臍に向かって弓状線をこえるところまで約 10 cm の皮切とする (第1図1)。常に創の中心で筋層を分け後腹膜に達する。傍腹直筋切開は肋骨弓下から弓状線に沿って臍下 8 cm まで皮切を加え (第1図2)，型のごとく腹直筋後鞘に達し半月線の尾側から腹膜外に剥離を進める。上腹部は横筋々膜を逃すと極端に薄く破れやすくなるので横筋筋膜外で剥離を進める方がよい。中枢吻合部を IMA 直上とするならば腎下極はわずかに授動すればよい。尿管は必ず腹膜前脂肪とともに腹膜側に剥離されるので損傷の可能性はない。大動脈は脂肪，リンパ組織，神経叢などに含まれているが，これらはきわめて出血しやすく結紮困難なため電気凝固または血管クリップを多用しながら剥離を進める。吻合のための大動脈剥



第5図 大腿動脈病変の拡がりによる切開方向と範囲

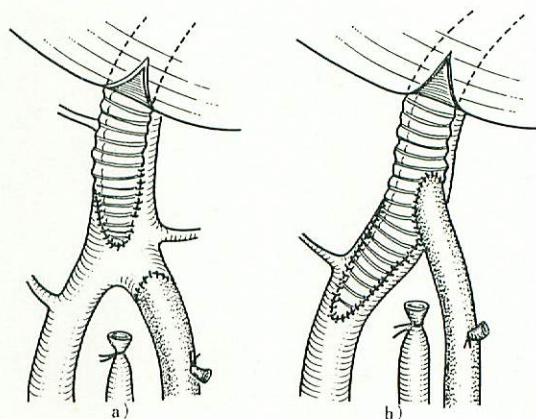
a) 総大腿動脈切開, b) 深大腿動脈切開による Pf plasty, c) 広範な血栓内膜摘除を行うよりも末梢で端側吻合の方がよい。



第6図 人工血管のS字状 trimming

離は4~5 cmでその部に腰動脈やIMAが開いている場合には逆流出血で吻合が困難となるためブルドック鉗子がかけられる程度の剥離が必要である。大動脈壁の石灰化は常であり石畳状に触診されるが、板状の石灰化では吻合ができない。そのような例では大動脈剥離を広く行い、血栓内膜摘除により石灰化を除き残った外膜を適度に縫縮して吻合口とする。

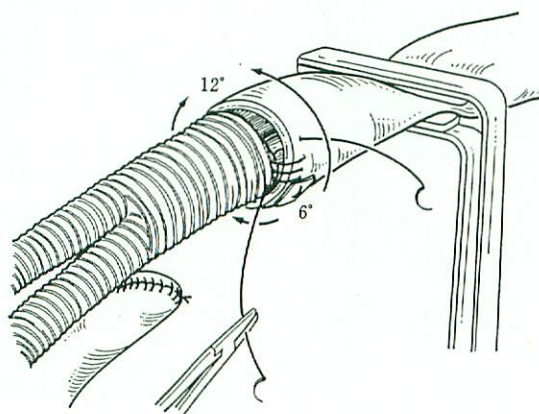
大動脈遮断には中枢、末梢とも中型 Fogarty 血管鉗子を使用する。これは遮断部分の一侧が silicon 液の balloon となっている。分枝からの逆流出血が多い場合は末梢側鉗子を楔状に斜にかけるかJ型鉗子を併用する。ASO が一側性の場合には壁血栓や atheroma を健側に塞栓させないようにいねいな操作とともに鉗子のかけ直しや締め過ぎに注意する。8 mm Dacron



第7図 そ径部における AF bypass の末梢吻合と FP bypass の中枢吻合

a) FP bypass 中枢吻合に浅大腿動脈根部を利用する方法, b) 人工血管との FP bypass 中枢吻合

人工血管をS字状に trimming し(第6図), heparin 0.6 mg/kg を静注後大動脈を遮断する。大動脈前側壁に尖刃刀で小切開を加え内腔の血液が噴出したら Potts-Smith (P-S) 剪刀で約 15 mm 縦切開する。大動脈切開口に対し人工血管はやや大き目に trimming する。縫合は 4-0 PP 糸による2点支持連続縫合を行う。bite は toe, heel および側壁とも少なくとも 5



第8図 AF bypass 中枢吻合

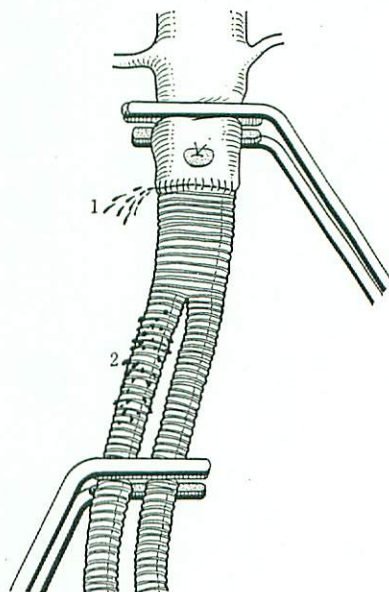
Teflon felt predget 付 3-0 PP 糸で6時の大動脈外膜側からU字縫合を行い人工血管側で結紮する。これを始点として、graft→host の運針で半周づつ連続縫合を行い終点の12時大動脈外膜側で pledget をおき結紮する。

mm 程度必要で、pitch は 3mm くらいまで許される。部分的な石灰化で縫合針が目的の位置に刺入できない場合には bite を大きくして越えるか把針器で砕石して刺入する。内膜フラップは 5-0 PP 糸で固定する。吻合が完了したら洗浄、吸引を行い、最後に heparin 生食を満して脱気する。吻合部出血がなければ中枢吻合直下の graft を遮断し大腿動脈との末梢吻合に移る(後述)。

c) 腹部正中切開、開腹による AF bypass

Treitz 靱帯を切離し十二指腸IV部をタオルで保護しながら右側に圧排する。一般に腎動脈と IMA の中間が中枢吻合部となる。腎動脈の高さは太さ 1.5cm の横走る左腎静脈を指標とする。高位吻合では大動脈左前方を走る下腸間膜静脈が展開の妨げになるので切離する。この場合同時に精索(卵巣)静脈の結紮切離も行うことが多い。大動脈剝離が終ったならば tunnel の作成である。graft は後腹膜直下の浅いところを通し傍大動脈リンパ組織を損傷しないようにする。さらに腸骨動脈前外側方で尿管が graft で圧迫されないようにその後方を通しそ径部に連絡する。

これらの操作は両方向から示指と麦粒鉗子で

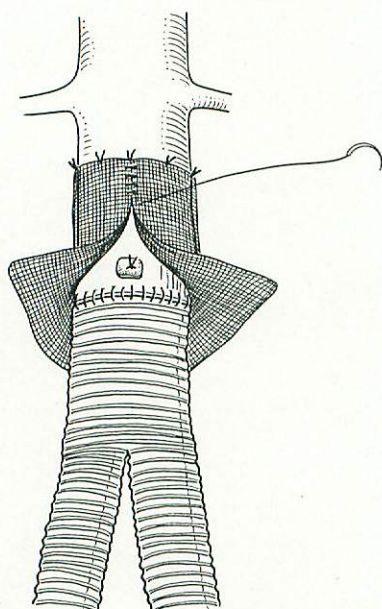


第9図 AF bypass 中枢吻合が終了したら大動脈鉗子を緩めて吻合部や graft からの出血をみる。1) U字縫合で止血、2) thrombin 末を塗り込み、術後数日は抗 plasmin 剤を投与する。

行い tunnel には血管 tape を通しておく。中枢側大動脈鉗子は lock がはじけないように handle の輪を結紮固定しておく安全である。鉗子から 2cm 以上の余裕をもって大動脈半周を横切開し内腔の洗浄吸引と atheroma や血栓の除去を行う。吻合が可能となったら全周を離断し吻合を開始する。末梢側断端は 3-0 PP 糸で2重に連続縫合閉鎖する。Y字型人工血管は分岐から約 5cm 中枢の crimp 頂上で切断する。中枢吻合は通常 3-0 PP 糸による1点支持連続縫合を行う(第8図)。吻合が完了したら大動脈遮断鉗子を静かに緩め出血の有無をみる(第9図)。tunnel に通しておいた tape を guide として麦粒鉗子を挿入しY脚を左右そ径部に引き出し末梢吻合に移る。AF bypass の血行が開始されたならば中枢吻合部の Teflon mesh wrapping を行う⁷⁾(第10図)。

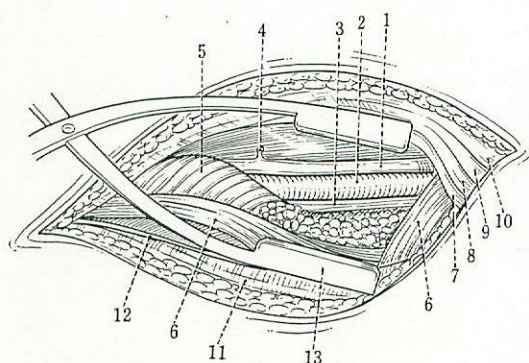
d) AF bypass 末梢吻合および Pf plasty

大腿動脈とその分岐を遮断し吻合予定部にメスで小切開を加え P-S 剪刀で中枢、末梢へ切開



第10図 AF bypass 中枢吻合部は Teflon mesh* wrapping を行う (*USCI, 000882)

する (第5図)。深大腿動脈の逆流と血管拡張ゾンデによる内径および狭窄の有無を確認する。通常深大腿動脈は旺盛な逆流が認められる。動脈切開し吻合口が決った時点で初めて人工血管の切断, trimming を行う。人工血管は移植長期の瘢痕治癒により必ず短縮するので、移植時の緊張は crimp を軽く伸した状態からさらにやや弛めとする。graft の trimming は中枢に準じて行うが (第6図), Pf plasty では toe で cobra-head をつくらないように graft 先端がやや尖った形にする。吻合は総大腿動脈では 5-0 または 4-0 PP 糸による 2 点支持連続縫合でよいが, Pf plasty では 5-0 PP 糸を用い, toe は 3 点結節縫合とする。bite は総大腿動脈で 3~4 mm, Pf plasty では toe およびその近傍は 2 mm とする。吻合完了直前に heparin 生食を graft 内に満して脱気し, 吻合完了後 23 gauge 針を graft 高位置に刺入して, まず総大腿動脈中枢および分枝を解除する。graft 血流により針孔から残存空気が出るのを確認しながら深大腿動脈, 浅大腿動脈の順に解除する。



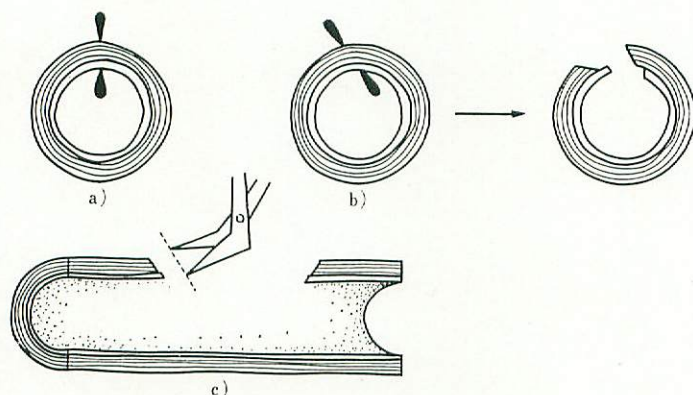
第11図 FP bypass における膝下部の展開

1) 膝窩動脈, 2) 同静脈, 3) 脛骨神経, 4) 前脛骨動脈, 5) ヒラメ筋, 6) 腓腹筋内側頭, 7) 半腱様筋, 8) 半膜様筋, 9) 薄筋, 10) 縫工筋, 11) 下腿筋膜, 12) 伏在神経, 13) Garrett 多用途末梢血管 retractor

3. FP bypass

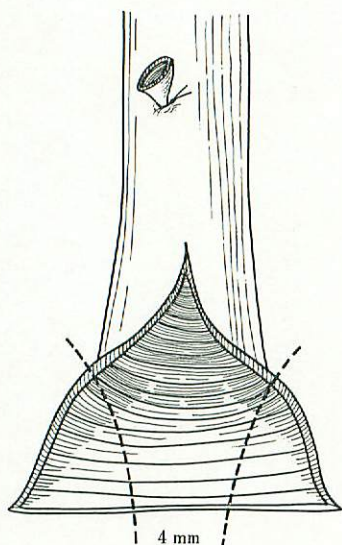
膝窩動脈の露出には皮切7を用いる。伏在神経は下方によけ下腿筋膜を脛骨内縁から 1 cm 離れて鷲足後縁まで切開する。腓腹筋内側頭を下腿後方に圧排しながら膝窩血管鞘を露出する (第11図)。血管鞘を鋭的鈍的に剝離し膝窩動脈を 2.5 cm 露出して taping する。tunneling は末梢からは膝窩動脈に沿って顆間窩に示指を通し, 中枢からは大腿末梢 1/3 部で縫工筋前縁または後縁で薄筋との間を顆間窩に連絡する。中枢は縫工筋の後縁から皮下に出し ASV の採取経路を通すか, graft が短い場合には縫工筋前縁から浅大腿動脈に併走させてそ径部に出す。graft は bypass tunneler に装着し軽く加圧した状態で graft の blue line を肢内側に向けて末梢から中枢に引き出す。この時点で3時間以上経過し血液凝固傾向がみられたら heparin 10~20 mg を追加する。

末梢吻合において膝窩動脈切開の注意点はメスを深く刺入しないことおよび動脈外径の中心を垂直に切開することである。切開創を P-S 剪刀で縦切開する場合も血管壁に対し剪刀が斜にならないように注意する (第12図)。切開口は 10 mm でよい。graft は断端 5 mm くらいを切除し blue line の対側を縦切開して fish mouth 形に trimming する (第13図)。縫合は toe heel と 3 点結節縫合をおき, 側壁は連続縫合

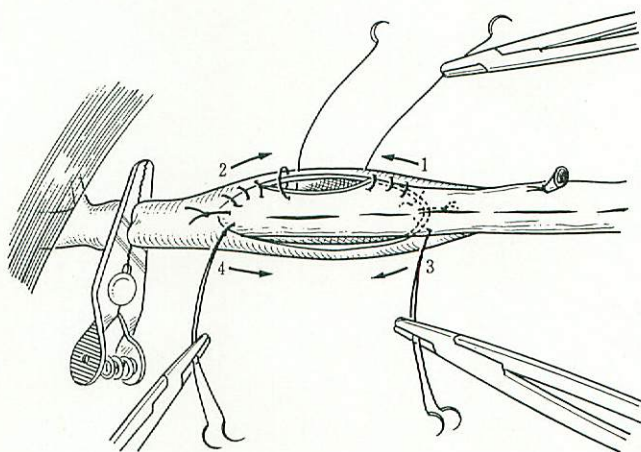


第12図 P-S 剪刀による動脈切開法

縫合時に内膜を確認しやすいように a), c) のごとく切開する。b) では側壁の一侧が内膜欠損する。



第13図 ASV の trimming
縦切開 10 mm 強, toe 4 mm



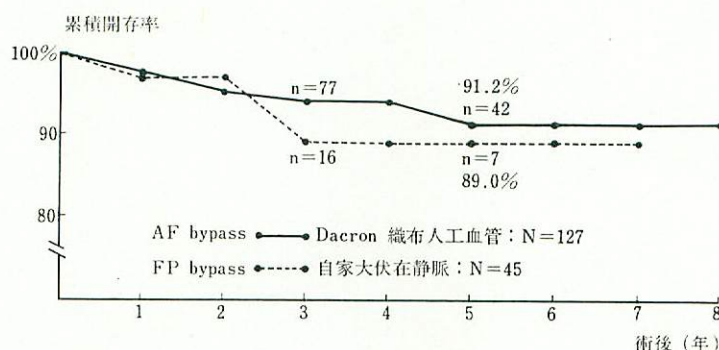
第14図 FP bypass 末梢吻合法

toe, heel とも 7-0 PP 糸で 3 点結節縫合をおきおのおの端の 4 針で, 1→4 の順に側壁連続縫合を行う。

とする (第14図)。bite は動脈側を大きく, graft は小さくするのが原則であり toe, heel とも動脈側 1.5~2.0 mm, graft 側 1 mm 以下とする。側壁連続縫合は 2 mm くらいのむしろ大き目が良い。第14図の2が終了した時点で内腔から縫合の異常を確認し, また4の側壁連続縫合が2~3針かかったところで血管拡張ゾンデにより toe および heel の内径と狭窄の有無を確認する。異常がなければ graft 中枢か

ら heparin 生食を注入し吻合を完了する。中枢吻合は浅大腿動脈根部が利用できるならば理想的であるが通常は人工血管に吻合することになる (第7図)。

人工血管との吻合では AF bypass の血行がすでに解除されているので人工血管の部分遮断とする。われわれは Cooley 小児用大動脈鉗子をもっぱら使用している。ASV の trimming は末梢と同じである。graft 内径が 4 mm 以下な



第15図 ASO に対する AF bypass と FP bypass 手術成績

らば heel のみ 3 点結節縫合, toe は 1 点結節とし側壁は連続縫合を行う。中枢は 6-0 PP 糸を使用し針の刺入方向は SAV から人工血管でよい。吻合完了後遮断鉗子は中枢吻合, 末梢の heel さらに 20~30 秒まって toe の順に解除する。

以上述べてきた方法により Dacron 織布人工血管を用いた AF bypass は 89 例 127 肢, ASV による FP bypass は 38 例 45 肢に施行してきたが, おおのこの 5 年累積開存率は 91.2% および 89% と満足すべき成績が得られている (第 15 図)。

参考文献

- 1) 笹嶋唯博ほか: 下肢の多発性動脈硬化症に対する血行再建術式. 日心血管会誌, **12**: 279~281, 1983.
- 2) Baird, R.J. et al.: Subsequent downstream repair after aorta-iliac and aorta-femoral bypass operations. *Surgery*, **82**: 785~793, 1977.
- 3) Vollmer, J.: Aortoiliakale Arterienverschlüsse. In Vollmer ed. *Arterial Rekonstruktive Chirurgie der Arterien*. New York, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 285~328, 1982.
- 4) Ernst, C.B.: Colon ischemia following abdominal aortic reconstruction. In Bernhard, V. M. and Towne, J. B. ed. *Complications in Vascular Surgery*. New York: Grune & Stratton, 379~406, 1980.
- 5) 和泉裕一: Invitro fibrin preclotting 法の基礎的研究, 並びに胸部および腹部大動脈に対する血行再建への応用: 日胸外会誌, **32**: 1206~1214, 1984.
- 6) Yao, J. S. T.: Femoropopliteal artery bypass. In Rutherford, R. B. ed., *Vascular Surgery*. Philadelphia, Saunders, 533~539, 1977.
- 7) 久保良彦ほか: 血管外科における 2, 3 の工夫. 手術, **35**: 497~506, 1981.