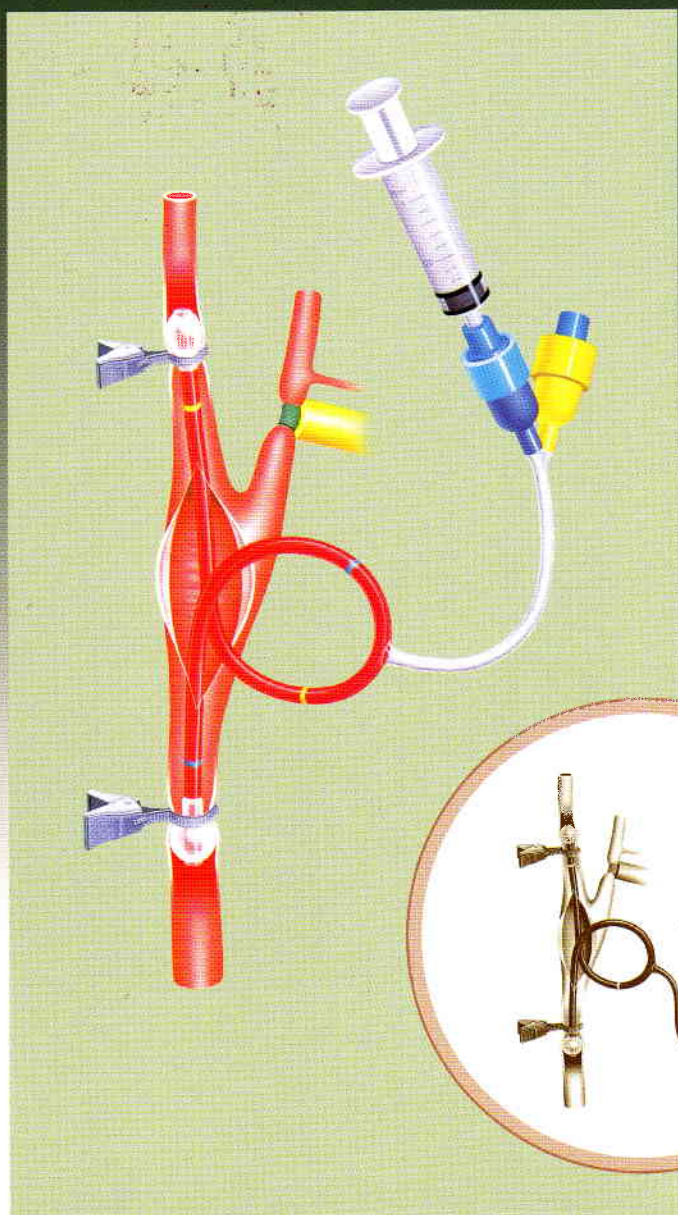
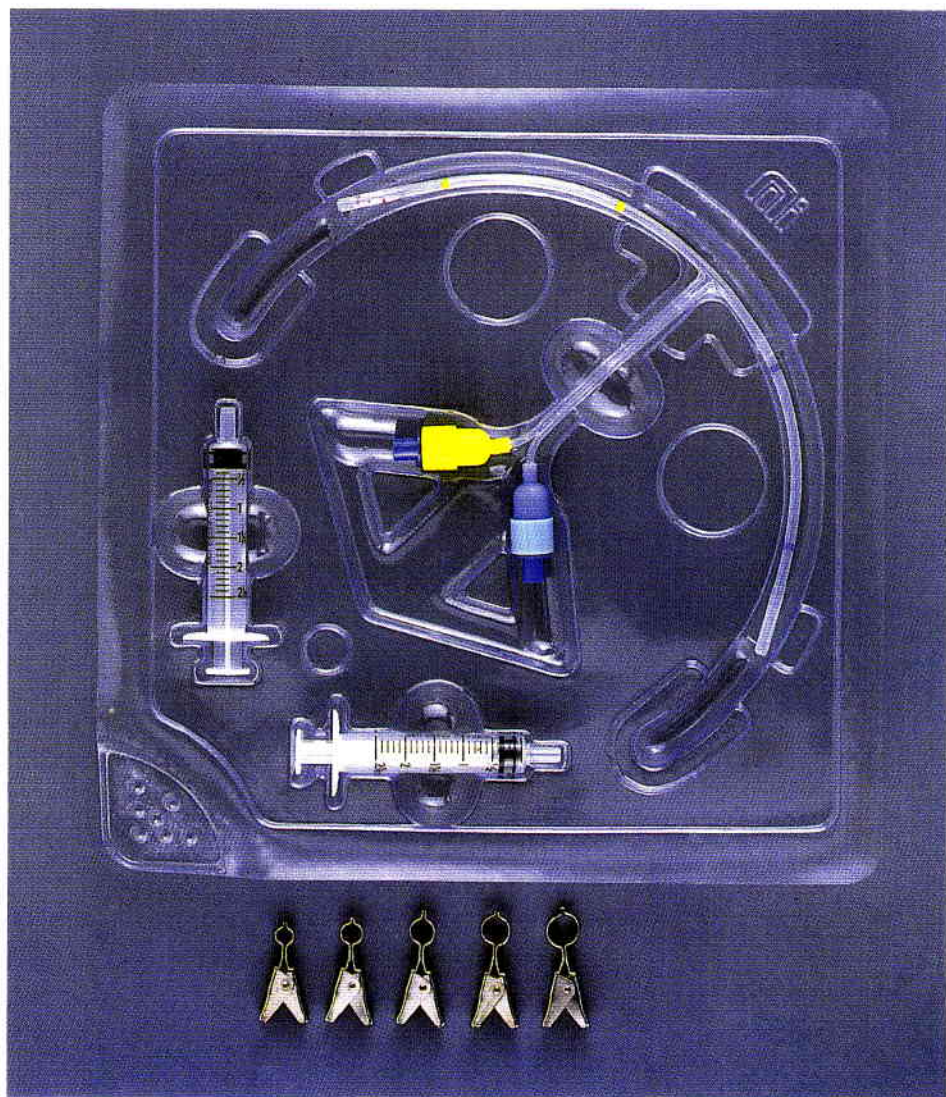


頸動脈内膜剥離術の手技

医学博士 古井倫士





バイバルーンシャント及びバスキュークランプ

内シャント

内膜剥離術におけるシャント使用の是非は旧くより議論されているが、手術時間を懸念することなく確実な操作を行うという基本に立てば使用が望ましい。特に対象となる症例が欧米ほど多くはなく、同術に習熟する機会が必ずしも充分ではない本邦では恒常的に使用するのが安全と考える。シャント使用に伴う ①手術操作の煩雑さ ②挿入による塞栓の発生 ③ターニケットの締め付けによる血管壁の損傷、などの欠点はある程度克服できる¹⁾。ここで紹介する手術法に用いるパイバルーンシャント²⁾はバルーンを膨らませることによって血液の漏出を防止できるので、挿入の容易な細めのチューブの選択を可能とし、狭窄部の血栓あるいはアテロームを剥離して塞栓をおこす危険性が少ない。また、バルーンによって駆血するため、内頸動脈側ではターニケットを装着しなくても逆流を防ぐことができる。従って、病変部が高位の場合でもシャントの存在が手術操作の障害になりにくい。シャントの滑脱防止には専用のクランプ³⁾を使用する。ターニケットと異なり、どの程度締め付ければよいか迷うことなく、迅速にシャントの固定ができる。

頸動脈内膜剥離術の手技

I. 頸動脈への到達

頸部は健側に約30度曲げ、背部に厚さ7-8cmの枕を当て、やや伸展位とする。耳朵と胸鎖乳突筋を結んだ線、すなわち胸鎖乳突筋の前縁に沿って皮切を行う。皮切は胸鎖関節の5cmほど上から10cm前後の長さでよいが、狭窄部が高位の場合は皮切上端を下顎角の後方まで伸ばす。皮切は広頸筋まで一度に行えばよい。その後は剥離剪刀を用いて胸鎖乳突筋内側を鋭的に剥離し、頸動脈鞘に達する。

頸動脈は胸鎖乳突筋前縁と顎二腹筋後腹および肩甲舌骨筋上腹とで囲まれた頸動脈三角に位置し、頸動脈鞘に被われて存在する。頸動脈鞘を縦切開する。頸動脈の外側に併走する内頸静脈は外側に圧排する。内頸静脈の分枝の顔面静脈が横走して術野の障害になる時は、これを結紮切断する。顎二腹筋の奥より前方に走行する舌下神経が内頸動脈遠位部の操作に障害となる場合は、外科テープによってこれを上方に牽引する。また、舌下神経が頸神経（稀に迷走神経）と吻合して形成する舌下神経経路（頸神経ワナとも呼ばれる）は内側に圧排する。どうしても術野の障害になる時は切断してもよい。迷走神経および交感神経幹は頸動脈の裏面を走行するので、通常は手術操作上の障害にならない（Fig. 1）。

総頸、内頸、外頸動脈の駆血はブルドック鉗子によって行うが、安全のために各々にターニケットを掛ける（Fig. 2）。上甲状腺動脈にはための絹糸を二重に掛けておく。頸動脈分岐部の頸動脈洞に2%キシロカインを少量注入して、低血圧や徐脈発作の予防とする。

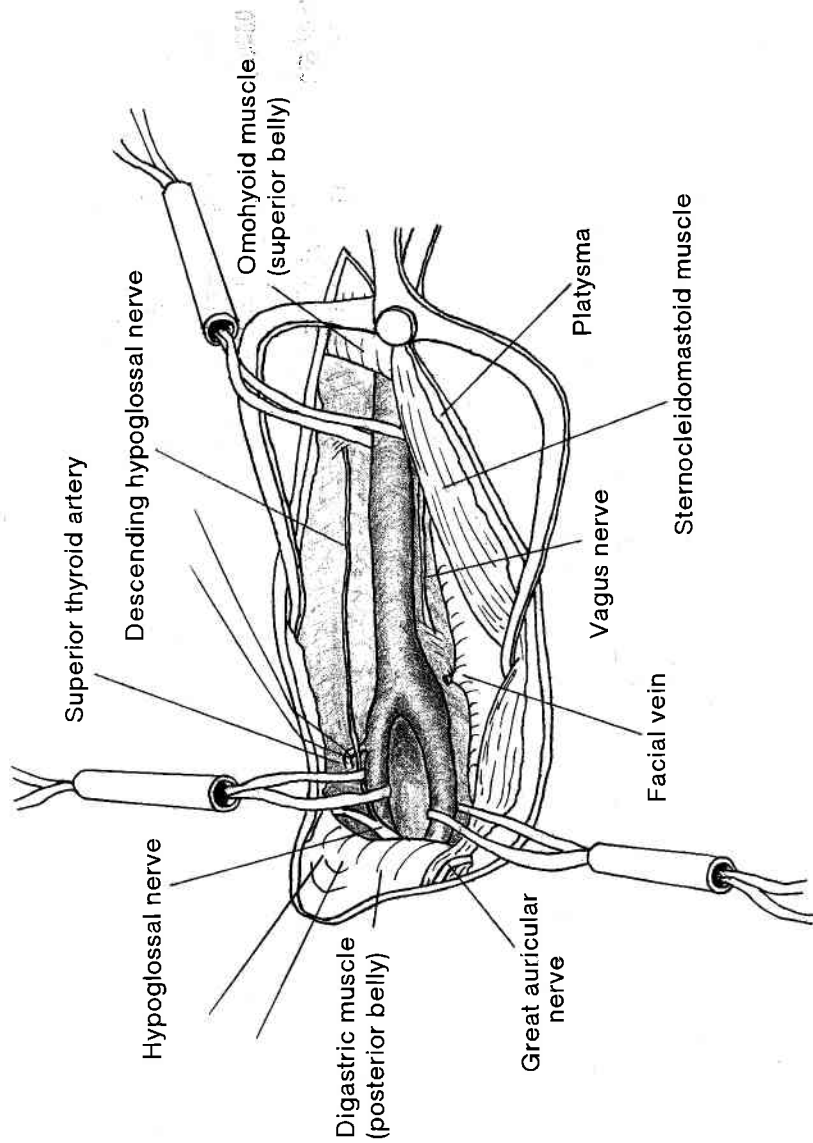


Fig. 1

II. 内シャント挿入

三本の頸動脈をブルドック鉗子によって駆血する。頸動脈狭窄部の近位端に先刃刀による縦切開を加える。切開を直剪刀または血管剪刀によって狭窄部遠位端まで延長する。シャント挿入に先立ってヘパリン3000単位を静注する (Fig. 2).

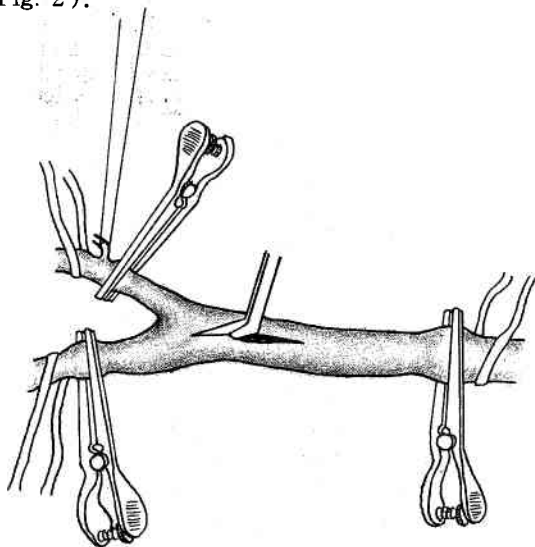


Fig. 2

内シャントはまず内頸動脈に挿入する。内頸動脈を駆血しているブルドック鉗子の位置までシャントチューブの一端を挿入する (Fig. 3).

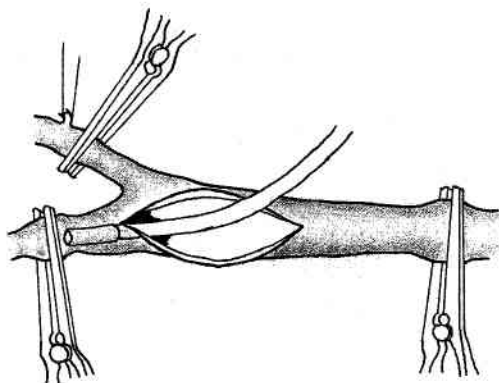


Fig. 3

ブルドック鉗子をはずしてシャントチューブをさらに遠位側まで押し進めたら、シャントのスプリングバルブから生食を注入してバルーンを膨らませる（注入量はバルーン径が内頸動脈外径とほぼ等しくなるものをあらかじめ検べておく。通常は0.3ml以下である）。バルーンが膨らんだら、シャントチューブが滑脱しないように専用クランプ（使用するシャントチューブ径より太く、内頸動脈径より数mm細い径のものを選択）をバルーンの中枢部に掛ける。内頸動脈からの back flow は先端（破損しないようにバルーン部は避けて）をシリコンやラバーによって保護した鉗子で止める（Fig. 4, Fig. 5）。

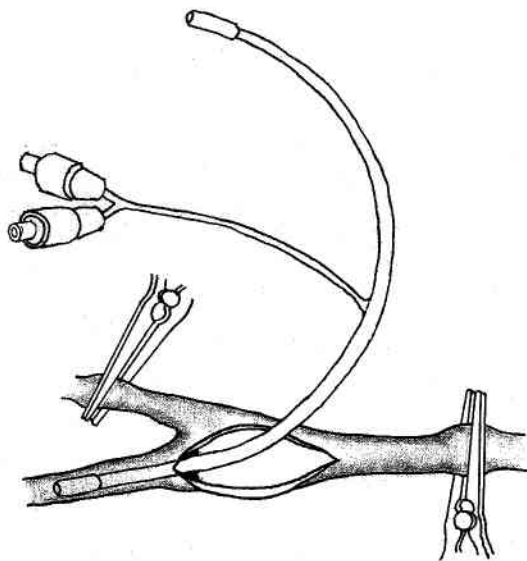


Fig. 4

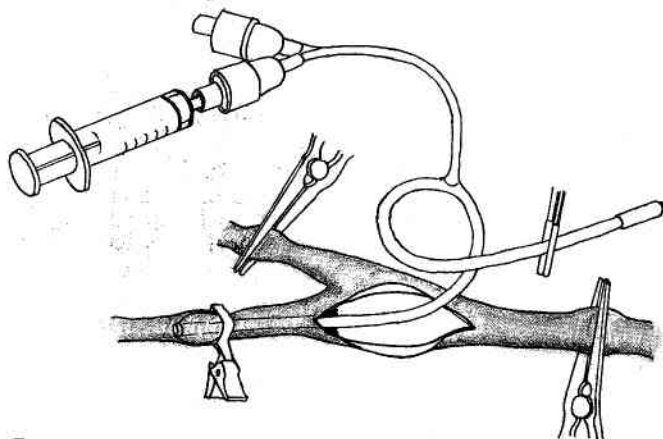


Fig. 5

総頸動脈へのシャント挿入は内頸動脈と同様に行うこともできるが、総頸動脈の激しい血流に障害されて必ずしも容易ではない。次の手順に従うと、少ない失血で安全に実施できる⁴⁾。まず、シャントからの back flow を解放しながら総頸動脈を駆血しているブルドック鉗子の位置までシャントチューブを挿入する (Fig. 6)。

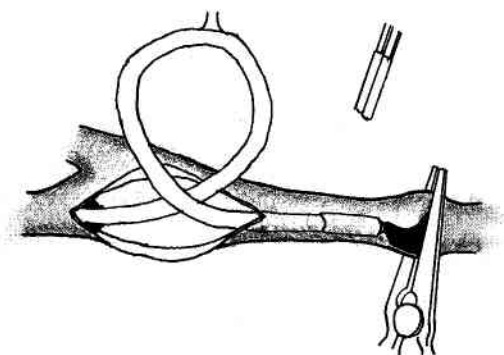


Fig. 6

内頸動脈からの back flow によって総頸動脈内が血液で満たされたところで、スプリングバルブより適当量（バルーン径が総頸動脈外径とほぼ等しくなる量を事前に確かめておく、通常は 1 ml 以下）、の生食を注入してバルーンを膨らませる（Fig. 7, Fig. 8）。

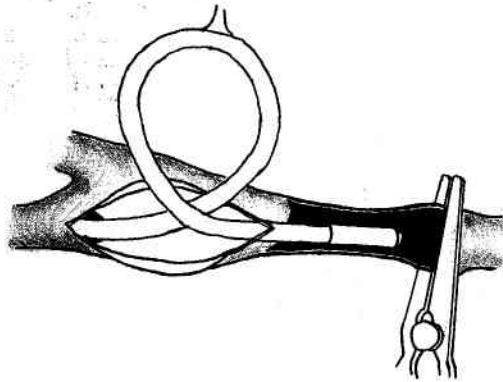


Fig. 7

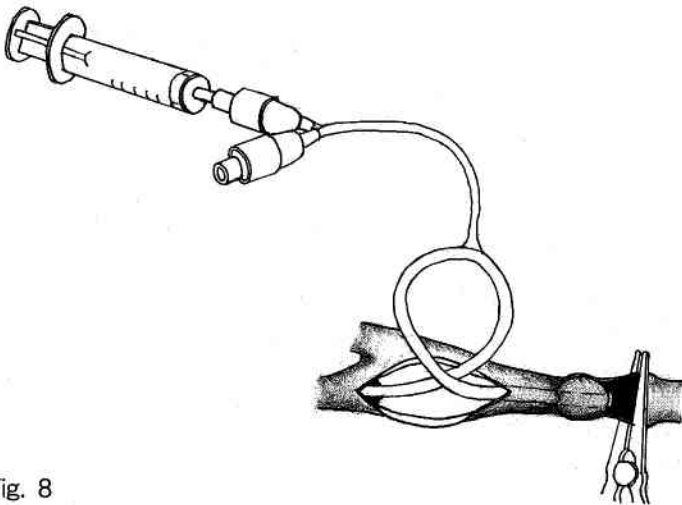


Fig. 8

バルーンが充分膨らんだら（内頸動脈からの flow が止まる），滑脱防止のクランプ（使用するシャントチューブ外径より太く，総頸動脈外径より充分細い径のものを選択する）を装着する（Fig. 9）。

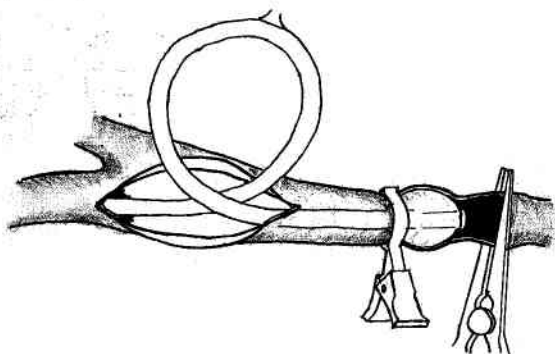


Fig. 9

最後に総頸動脈を駆血しているブルドック鉗子はずす。この段階で頸動脈の血流は再開されたことになる（Fig. 10）。

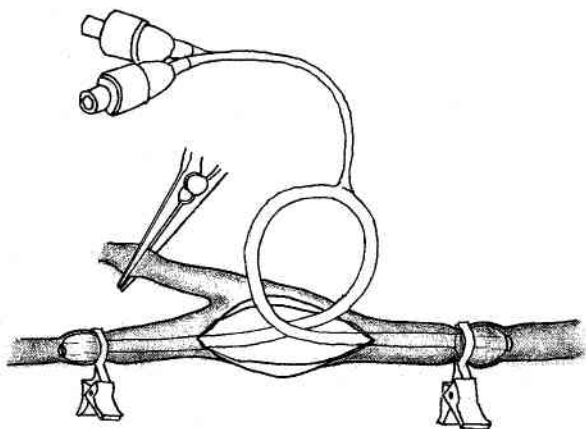


Fig. 10

Ⅲ. 内膜剥離

粥状硬化（plaque）は内膜を含めて中膜との境目で除去する。その境目は肉眼で確認できる。剥離子によって鈍的に分け、ある程度に剥離できたところで plaque 近位側を剪刀によって切断し、剥離面を遠位側に抜げていく（Fig. 11, Fig. 12）。

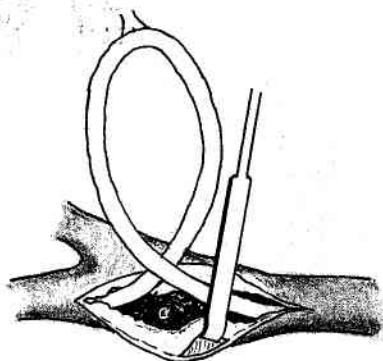


Fig. 11

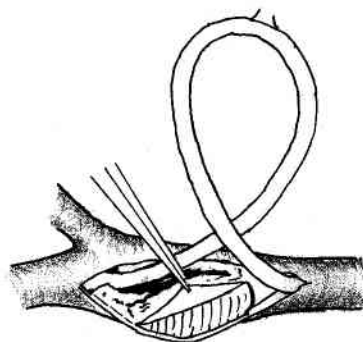


Fig. 12

Plaque は内頸動脈内に数mm程度残した段階で引き抜くと一塊に除去できる。Plaque 除去が内膜下に適切に行われれば内頸動脈内における断端部はスムーズに内膜に移行するはずで、断端に stay (tacking) suture を施す必要はない (Fig. 13)。

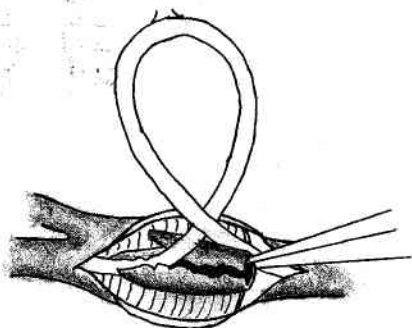


Fig. 13

Plaque と中膜輪状筋層との境目が確認できない場合は transmedial の剥離に止めて subadventitial にならないように一層ずつ剥離面を深くしていくのがよい (Fig. 14)。

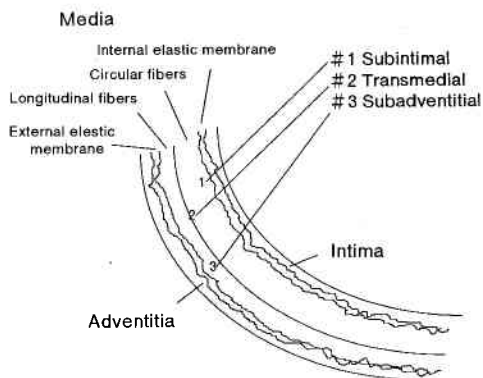


Fig. 14

IV. 血管縫合

丸針付5-0プロリン糸を用い、両端よりそれぞれ別々に連続縫合で行う。総頸動脈側では plaque の切断面が数mm中膜から遊離するので、縫合は血管壁全層に施すように注意する。頸動脈内腔は時々ヘパリン水（1000単位／100ml生食）で洗浄する（Fig. 15）。

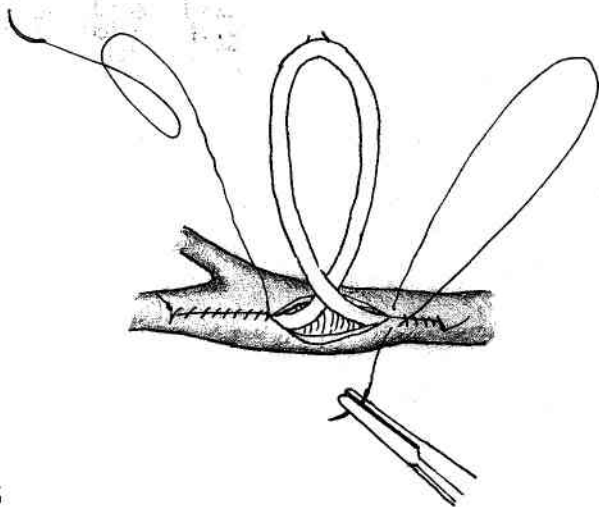


Fig. 15

V. シャント抜去

シャント周囲まで血管縫合が迫ったところで、まず内頸動脈側から行う。スプリングバルブから生食を抜いてバルーンを縮め、シャントチューブを抜去する。内頸動脈はブルドック鉗子によって駆血する。シャントチューブからの流血は鉗子で止め、滑脱防止のクランプをはずす (Fig. 16, Fig. 17).

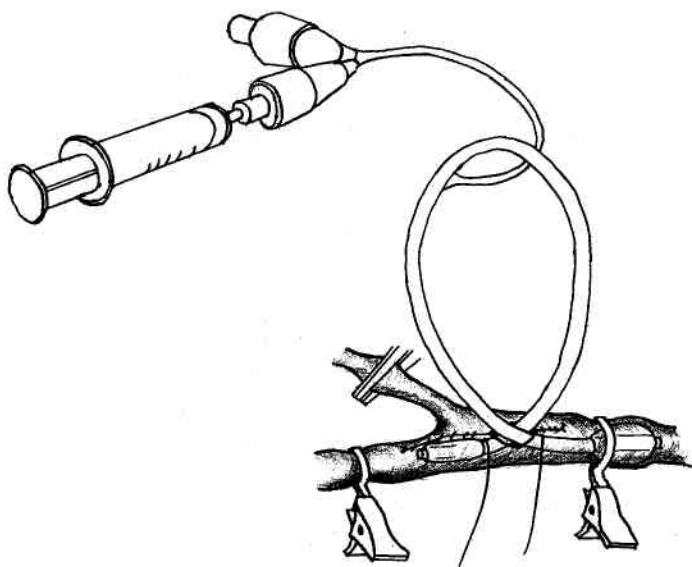


Fig. 16

総頸動脈側の抜去はシャント挿入と逆の手順で行う。すなわち、まずバルーンより中枢側をブルドック鉗子によって駆血する。続いてバルーンを縮めてシャントチューブを抜き、滑脱防止クランプもはずす (Fig. 17)。

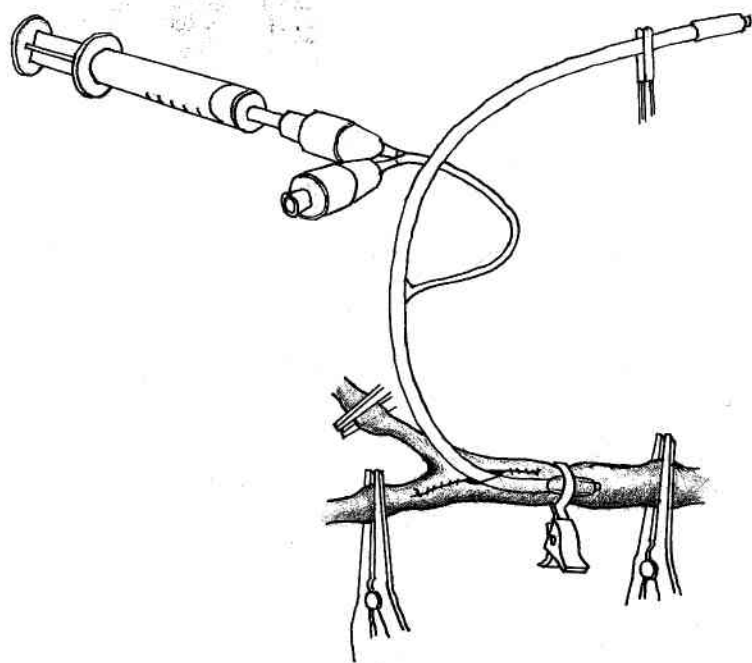


Fig. 17

残った切開部を縫合閉鎖する（最後の一针は折り返して両端の縫合糸を結ぶ）（Fig. 18）.

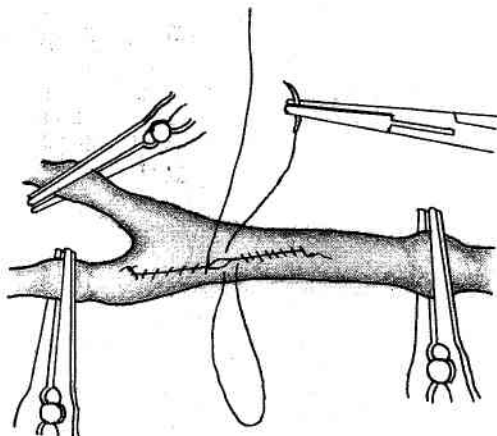


Fig. 18

血流の再開は air embolism 防止のために外頸，総頸，内頸の順に行う．縫合の間から血液噴出のみられる場合は部分的に縫合を追加する（Fig. 19）.

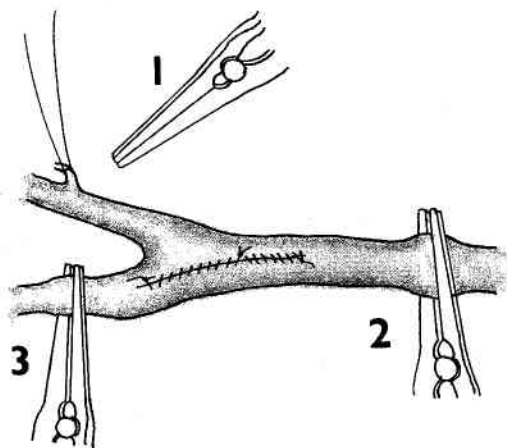


Fig. 19

VI. 止血および閉創

術中にヘパリンを全身投与している場合は創閉鎖に当たって止血に充分注意する。局所的なフィブリン糊の使用や硫酸プロタミンを全身投与するのもよい。創の閉鎖は広頸筋および皮膚を縫合するのみでよい。

参考文献

- 1) 古井倫士：頸動脈内膜剥離術：内シャント使用による。手術, 42 : 1581-1584, 1988.
- 2) Furui T, Hasuo M: Indwelling double-balloon shunt for carotid endarterectomy. J Neurosurg, 60 : 861 - 863, 1984.
- 3) Furui T: A clamp for carotid artery surgery with internal bypass shunt. Vasc Surg, 22 : 38-40, 1988.
- 4) Furui T: Placement of intraluminal shunt with much less bleeding in carotid surgery. Vasc Surg, 30 : 345 - 348, 1996.

付 録

頸動脈内膜剥離術の手術適応

頸部頸動脈の閉塞性病変に対する内膜剥離術（以下 CEA）は欧米、とりわけ米国においては血管系の手術の中で冠動脈のバイパス術に次いで件数が多く、極く一般的な治療法となっている。しかし、その手術適応は外科医の経験に照らして個々に決められているのが実状で、どの程度の狭窄を目安にして行うのかなどについて議論も少なくなかった。この点を解決すべく最近になって、頸動脈狭窄症に対する CEA の有効性を問う大規模な randomized trials がいくつか行われ、ほぼ時を同じくして結果が発表された。これらの調査が計画されるに及んだ経緯を述べ、症候性および無症候性の狭窄症におけるそれらの結果を紹介する。併せて、対側頸動脈に閉塞症を合併したり、両側に狭窄症を認めるなどの特殊な場合の CEA 適応についても紹介する。

I. 初期の頸動脈内膜剥離術

第一例目の CEA は1954年に Eastcott¹⁾によって行われたとして紹介されることが多い。しかし、この手術は頸動脈の狭窄部分を切除して内頸動脈と総頸動脈を端々吻合したものであり、今日にいう CEA はその前年の1953年に DeBakey によって一過性脳虚血発作 (TIA) を数回繰り返した53歳の男性に対して行われている。ただ彼は実施当時に発表せず、19年後の1975年になって、その間に患者は無事に経過したとして論文報告をしている²⁾ため、文献上では Eastcott が最初の実施医として紹介されることが多くなったと思われる。また今日の CEA を実施し、且つ文献上の報告を最も早くしたのは Cooley で1956年のことである³⁾。彼は初めて術中にシャント（外シャント）を使用している。

これら1950年代の先駆例から CEA は外科治療のひとつとして徐々に普及した。実施件数の増加に伴って、果たして CEA は内科治療より有効か否かに関する初めての randomized な検討が1959年の DeBakey の提案によって1961年から1965年に互って米国の24施設で実施された⁴⁾。1225例の脳血管障害を CEA を主体とする外科治療群621例と内科治療群604例に分けて成績を比較検討した。生存率は42カ月間の追跡時点で外科群が61%、内科群が68%と有意差は認められなかった。むしろ手術の morbidity および

mortality（術後30日以内に発生するもの）が8.4%と高いために前群の生存率が低かった⁵⁾。対象となる脳血管障害を TIA に限定すると、神経症状なく経過したのは外科群は46.6%、内科群は28.2%で、CEAの有効性が示されたかにみえた。しかし、これは手術に伴う morbidity と mortality の11.2%を除外した比較で、これを含めるとやはり有意差は認められなかった⁶⁾。なお、この Joint study では CEA の適応とする狭窄度に明確な基準は設けず、30-50%以上を示す症例を CEA の対象としていた⁷⁾。Joint study の結果が報告された1960年代後半から70年代初めの米国における CEA の件数は年間およそ15000例であったが、その後急速に増加して1985年の一年間には100000件に達した。これに伴って手術の morbidity や mortality も低率であったという報告も増加し、今一度 CEA の評価をすべきという気運が高まった。欧米において大規模な randomized trial が計画され (Table 1)、1990年代には陸続と結果が報告されるに至った。

II. Randomized Trials

TIA を始めとする症候性の頸動脈狭窄症に対するものと、まだ神経症状の出現したことの無い無症候性例に対するふた通りの調査が行われている。

1) 症候性頸動脈狭窄症

a) NASCET ^{8,9)}

北米の50施設の共同調査で、TIA または stroke（臨床上 TIA 以外の虚血性脳卒中を示す総称として用いている—以下同様）のうち non-disabling であった80歳以下の症例のうち頸動脈に70%以上の狭窄を認めた659例を対象としている。CEA 実施群328例と非手術群331例の治療成績を比較している（両群共にアスピリン1.3g/日の投与を受ける）。二年間追跡した時点で、患側の病変が責任と考えられた stroke の発症率は CEA 群が9%、非手術群が26%であった。日常生活に介助を要するような major stroke の率はそれぞれ2.5%と13.1%、全 stroke の率は12.6%と27.6%、これに死亡を含めると15.8%と32.3%であった。いずれも CEA 群において低値で、70%以上の閉塞性病変に対する CEA の有効性を示している。

b) ECST ¹⁰⁾

英国を中心に欧州14ヶ国の80施設による調査である。初診医がTIAおよびnon-disabling strokeに対して内科と外科治療のいずれに委ねるか決めかねた症例を頸動脈の狭窄度によって0-29%, 30-69%, 70-99%の三群に分け、それぞれにおけるCEAと内科治療(アスピリン投与などの内容は担当医に任せる)の成績を比較している。三年間の追跡をする、70%以上の狭窄例では、患側責任のstroke発症率はCEA群2.8%, 内科治療群16.8%であった。死亡を含めて全てのstrokeを起こす率は12.3%および21.9%であった。一方、29%以下の狭窄例では両者に有意差は認められなかった。30-69%の中程度の狭窄例に関する結果はまだ発表されていない。この点は前述のNASCETも同様で調査が継続中である。

c) VA-309 ¹¹⁾

11の米国退役軍人病院によってNASCETとほぼ同時期に開始された調査である。50%以上の頸動脈狭窄を示す男性192例をCEAの有無によって二群に分け比較検討している。1991年にNASCETによって70%以上の狭窄に対するCEAの有効性が明示された時点で調査は中止されたが、この間に約2年間の追跡が行われている。CEA群のTIAおよびstrokeの発症率は非手術群における19.4%より低値の7.7%であった。

2) 無症候性頸動脈狭窄症

a) VA-167 ^{12,13)}

米国退役軍人病院は症候性の調査に加え、頸部雑音の聴取などによって頸動脈狭窄の見付かった無症候性の症例についても調査している。狭窄度50%以上を示す男性444例を対象に8年間追跡したところ、その間にTIAやstrokeを起こした率はCEA群が8%, 非手術群が20%であった。ただstrokeと死亡例の割合をみると、CEA群は41.2%, 非手術群は44.2%と有意差は認められなかった。つまりCEAはTIAとstrokeの予防の意味からのみ有効であったとしている。

b) ACAS^{14,15)}

北米39施設の共同調査で、無症候性に関する検討の中で最も多くの1659例を対象としている。脳血流の低下の起こりうる頸動脈の狭窄度を60%以上と考え、これを有する症例について5年間追跡している。Major strokeと死亡例に限った群間比較のみ有意差を認めなかったが、TIAとminor strokeの率や全strokeと死亡例の率など他の比較は全てCEA群が非手術群より有意に低値であった。たとえば、strokeと死亡例の比率は非手術群が11.0%であったのに対して、CEA群では5.1%であったという。

c) CASANOVA¹⁶⁾

これまで述べた症候性および無症候性の検討の全ては、対象を調査開始と共にCEA群と非手術群に分けているが、この調査のみ趣を異にしている。すなわち、頸動脈が55-90%の狭窄を示す対象（90%以上は無条件にCEAを実施すべきとして除外）を直ちにCEAを施行する群と、3年間の経過観察中にTIAを起こしたり狭窄が90%以上になったりした場合にCEAを施行する群に分けて、5年間の追跡調査をしている。無症状に経過する率は前者が10.7%、後者が11.3%と有意差は認められず、無症候性の頸動脈狭窄症は何らかの神経症状が出現してからCEAを実施することで対処できると結論している。

d) MACE^{17,18)}

多施設による調査ではなく、Mayo Clinic単独で実施されたものである。50%以上の頸動脈狭窄を有する症例をCEA群と非手術群に分けて比較している。NASCET以下の前述の全調査（ECSTの一部を除く）がCEA群にも非手術群と同量のアスピリンを投与するのと異なり、CEA群には全く同薬を投与せずに調査した。約2年間の追跡をした時点でのTIAとstrokeの発症率はCEA群とアスピリン群共に11%であり、またCEA群にはしばしば心筋梗塞を併発する例がみられた。このためCEAの実施例についてもアスピリンなどの抗血小板剤を投与する必要があることを強調して、調査は中止された。

e) ACST

欧州で現在進行中の Asymptomatic Carotid Surgery Trial で、結果はまだ発表されていない。

Table 1 Summary of prospective randomized trials to determine the role of carotid endarterectomy(CEA) for symptomatic or asymptomatic carotid stenosis

Trials Report	Symptomatic			Asymptomatic			
	NASCET ¹⁾ 1991	ECST ²⁾ 1991	VA-309 ³⁾ 1991	VA-167 ⁴⁾ 1995	ACAS ⁵⁾ 1993	CASANOVA ⁶⁾ 1991	MACE ⁷⁾ 1992
Stenosis	70% ₊	70% ₊	50% ₊	50% ₊	60% ₊	50-90%	50% ₊
No. of cases	659	778	192	444	1659	410	71
Role of CEA	benefit	benefit	benefit	benefit only to prevent TIA & stroke	benefit	not	not
morbidity & mortality	5.8%	7.5%	5.5%	4.3%	2.3%	6.9%	4.0%
	30-70% ?	30-70% ?					
		0-30% 374 not					

1)=North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (2)= MRC European Carotid Surgery Trial (3)= Symptomatic Carotid Stenosis Veterans Administration Trial (4)=Asymptomatic Carotid Stenosis Veterans Administration Study (5)=Asymptomatic Carotid Artery Stenosis Study (6)=Carotid Artery Surgery Asymptomatic Narrowing Operation vs Aspirin (7)=Mayo Asymptomatic Endarterectomy Trial

以上の調査の概略を Table 1 にまとめた。TIA および non-disabling stroke を呈する症候性の頸動脈閉塞性病変については70%以上の狭窄を示す例が CEA の適応となることには異論がない。

無症候性については、最大の調査である ACAS は60%以上の狭窄がその適応になるとしているが、VA -167や CASANOVA の結果からは議論の余地が残る。Table 2 に著者の経験を示したが、CEA 後にみられる脳血流改善の度合は70-80%狭窄度を境にして顕著となる¹⁹⁾。ACAS が臨床的に有効性を示したのとほぼ同程度の狭窄症では、CEA は循環動態の観点からも有益といえる。当然のことながら脳血流の改善は症候性、無症候性に拘わらず起こりうると思われ、morbidity および mortality が ACAS と同等な施設であれば、無症候性においても60-70%以上の狭窄を CEA の適応とするのが妥当であろう。

Table 2 Changes of cerebral blood flow (CBF) by carotid endarterectomy (CEA)

Case	Diagnosis	Carotid stenosis (%) [*]	CBF on the operated side (ml/cerebral hemisphere/min)	
			before CEA	after CEA (% change)
1	TIA	90	362	469 (30% ↑)
2	TIA	82	269	400 (49% ↑)
3	stroke	78	193	294 (52% ↑)
4	TIA	62	388	338
5	stroke	48	315	334 (6% ↑)
6	stroke	40	329	355 (8% ↑)
7	stroke	38	243	278 (14% ↑)
8	TIA	35	268	246

^{*} measured by the method of NASCET

Ⅲ. 狭窄度の測定法

頸動脈における狭窄の強弱は血管撮影側面像を基に頸動脈径がどの程度狭くなっているかによって表現される (linear stenosis) のが一般で、前項の調査もこれに倣っている。ただ、その方法は各調査で多少異なる。すなわち、最大狭窄部分の頸動脈前後径の短縮の割合をどの部分の径を基準に算出するかに相違がある。NASCET では内頸動脈の起始する膨隆部 (bulb) の上端より遠位の内頸動脈前後径を基準にしている⁸⁾。VA, ACAS, CASANOVA といった北米の調査はこの方法を採用している。それ以前の Joint study もほぼこれと同じ方法を用いている⁷⁾。一方、ECST は狭窄部において正常の頸動脈像を想定して、これを基準としている²⁰⁾。狭窄度本来の意味からすれば ECST の算出法が自然であるが、常に正確な想定ができるとは限らない嫌いがある。NASCET の方法では bulb における狭窄が実際よりも高めに算定される場合がある。方法の相違が即座に調査相互の結果に矛盾を生じさせることはないと考えるが、実際に CEA の適応を決める段にはどの方法を採用して狭窄度を評価するか承知している必要がある。

Ⅳ. CEA の適応における潰瘍の有無

周知のように頸動脈の閉塞性病変に由来する TIA や stroke の発症機序にはふた通りの考え方がある。狭窄による脳血流低下を原因とする循環動態説と閉塞性病変から遊離する栓子を原因と考える塞栓説である。前述の各

種の trial では専ら狭窄度を基準にして CEA の適応が検討されてきた。血栓の発生と密接に関係するといわれて来た狭窄部に形成される潰瘍の影響は深く検討されていない。NASCET は当初、血管撮影上の潰瘍の有無についてもグループ分けを試みた。しかし、CEA に際して採取した粥状硬化板 (plaque) を直接観察すると、壁不整などの血管撮影所見から必ずしもその存在が推測できない false negative 例が少なくないことが判ったため、その試みを諦めた。そしてまず狭窄度のみによってグループ分けを行い、前述のように 70% 以上の狭窄に対する CEA の有効性を示す結果を得た⁹⁾。ただ、この結果が判明した後に、70% 以上の狭窄をもつ 659 例を血管写上明らかにクレーター状の潰瘍が認められるもの 230 例と、血管内腔が平滑あるいは不整ではあるがクレーターを認めなかった 429 例の二群に分け、それぞれの CEA と非手術の 2 年間の成績を検討している²¹⁾。それによると非手術群では潰瘍を認めなかった場合の患側責任の stroke 率は 21.2-21.3% であるが、潰瘍が存在すると 26.3-73.2% (狭窄度が高くなるにつれて増加する傾向にあった) と高率を示す。CEA 群でも潰瘍を認めると 6.9%-19.2% であった。すなわち、潰瘍が存在すると stroke 率は高く、CEA はその率を明らかに低下させると報告している。

Fig. 1 および 2 は共に著者の経験した症例であるが、両者の頸動脈狭窄は 30% 前後と高くはない。しかし、採取した plaque には壁血栓が明瞭に認められ、病理学的にも血管内腔に露出した様子が確認できる。このような症例はそれほど稀なものではなく²²⁾、NASCET の追加報告の結果を勘案すると、潰瘍の存在も CEA の適応を決める上で考慮すべき要素のひとつと思われる。30% 以下の狭窄に対する CEA の有効性を否定した ECST もこの点について考察の中で、潰瘍の意を含んで some specific type of carotid lesion を有する例は CEA の適応とすべきなのかもしれないと述べている¹⁰⁾。潰瘍の規模はどのように評価するのがよいのか、潰瘍の認められる場合は CEA の適応の基準とする狭窄度をどの程度にするのかなどの課題が残されている。

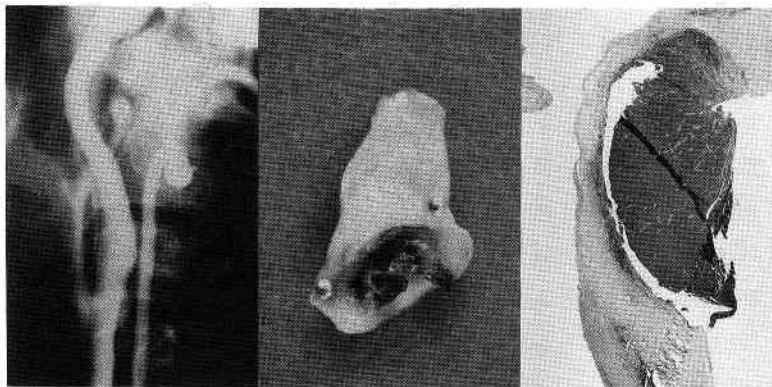


Fig. 1 Lateral view of carotid arteriogram (left), atheromatous plaque (center) and histologic cross section of the plaque (right). Although carotid stenosis is mild a mural thrombus is macro-and microscopically observed within the ulcer.

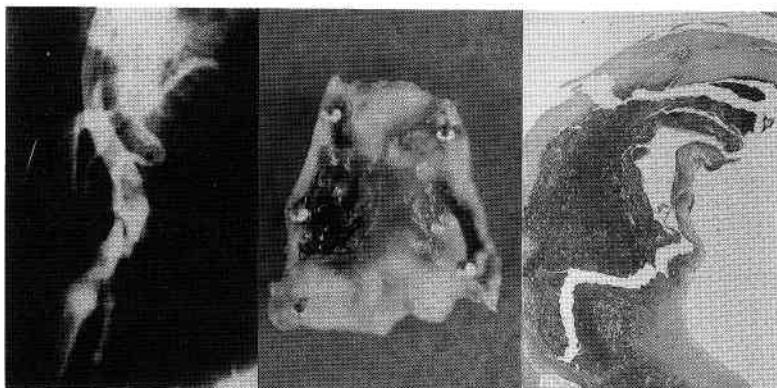


Fig. 2 As well as the case of Fig. 1, a thrombus is seen without marked carotid stenosis.

V. 頸動脈狭窄症の Natural history

II 項に紹介したように、一定以上の狭窄度を示す本症は CEA を実施した方がアスピリン投与による保存的治療より良好な経過を辿ることが判った。従って、CEA の是非を考える上で natural history の与える情報は従来ほど重要ではなくなった。しかし診療あるいは治療成績の評価に当たって、ある程度その数値を承知している必要はある。前記の Joint study²³⁾を始めとして幾多の調査があり^{24,25)}、個々の数値に相当のばらつきもあるが、概ね Table 3 のごとくと思われる。ここに掲げた TIA や stroke の発症率は狭窄が大体 50%以上を示す場合で、狭窄度が高ければ各々の割合も上昇する傾向にある²⁶⁻²⁸⁾。

Table 3 Natural history of asymptomatic or symptomatic carotid stenosis - Risk of ischemic events

	follow-up (years)	Risk of	
		TIA	stroke
Asymptomatic	5	5-15%	5-10%
Symptomatic with TIA	1		10-15%
	5		25-35%
Symptomatic with stroke	1		5-10%
	5		25-40%

VI. 対側に頸動脈閉塞症を合併する場合の CEA

対側に頸動脈閉塞症を合併している例では不十分な cross flow のために手術 risk の高いことが想像され、CEA の実施に当たって格別な配慮が必要ではないと思われる。また、狭窄と閉塞の合併例に出現する神経症状は閉塞側の虚血に責任のある場合の方が数倍多いという意見もある²⁹⁾ので、狭窄症に対して CEA を実施する意味があるのか否かも適応を考える上で気に掛かるところである。

前記の Joint study は 狭窄-閉塞合併の103例を内科治療のみで追跡すると、2ヶ月以内に5%が死亡し、stroke の発症率は66ヶ月間に31%に上り、その半数が死亡するとして、CEA などの外科治療の必要性を説いている。しかし同時に、外科的治療に委ねた108例では mortality が22%と高く、66ヶ月後の生存率は内科群の63%に対して34%で、手術治療の困難さを述べて

いる²⁹⁾。TIA 症例に限った調査においても、術後の morbidity を除外しないと外科治療の優位性は得られなかった⁶⁾。同時期の他の検討でも手術成績は良好ではなかった。ただ、これらは CEA に加えて閉塞頸動脈に対する血栓除去術を実施したり、CEA を stroke 発症 1 週間以内の急性期に行った症例も含めて検討している。これらを忌避した最近の morbidity および mortality は 5 % 前後に低下し、通常の CEA に遜色のない成績が報告されている^{30,31)}。例えば、これまでの報告中最多の 357 例について検討した Meyer は morbidity は 1.7%、mortality は 1.1% であったとしている³²⁾。また、TIA や stroke の発症率に関しても、最近の報告では 2 - 3 年の追跡で 5 - 10% (CEA 実施側あるいは閉塞側いずれが責任病変である場合を含めても) と、通常の CEA と大差のない成績が示されている^{30,31)}。NASCET も対象とした 659 例から対側に閉塞症を合併した 43 例を選んで、以下の結果を報告している³³⁾。2 年間の追跡で、内科治療群では 69.4% であった狭窄側責任の stroke 率が CEA 群では 22.1% と低値であった。閉塞側責任の stroke を含めても CEA の実施は 68.3% を 28.7% に減少させていた。因みに対側に 70% 以上の高度狭窄を伴う場合は全 stroke 率が内科群 32.6%、CEA 群 13.7% であり、これは高度狭窄または閉塞を合併しない場合のそれぞれ 28.7% および 12.0% と大差がなかったとしている。頸動脈閉塞は CEA の実施を阻む要因ではなく、むしろ外頸動脈-内頸動脈吻合術と同じように閉塞症に対する治療法のひとつにもなりうるというのが現在の一般的な考え方である。

狭窄-閉塞の合併例では CEA の術中に EEG 上に徐波化などの異常の認められる割合が高く、脳血流が 10ml/100 g/分以下を示すことも少なくない。従って、術中にはシャントを恒常的、または stump pressure や clamped CBF (患側頸動脈駆血時の脳血流) を指標にして選択的に使用するのが現在の大勢である³⁴⁾。一方、CEA に伴う TIA や stroke は血流動態の障害によるのではなくて、手術操作によって引き起こされる塞栓が大半の原因であると考え、シャントを使用しなくても同等の成績で CEA が可能であると立場をとる者もある³⁵⁾。ただ、欧米とりわけ米国では CEA の実施数が多

くて術者はその手技に習熟しており、且つシャント非使用下では手術操作がより容易であるために内膜剥離に要する時間は20分前後と短い。このことがシャントを使用しなくても低い morbidity と mortality に止めている可能性も考えられ、本邦においてはシャントを使用するのが望ましいように思われる。シャント非使用でも術後に神経症状が出現しなかったということが、5～10分の虚血によって障害の及ぶ脆弱性の高い海馬領域などに微小な損傷の起こっている可能性を否定することにもならない。

VII. 両側に頸動脈狭窄症のある場合の CEA

CEA を施行した例においてその反対側の頸動脈にも手術適応と考えられるような無症候性の閉塞性病変が認められた場合、これについても CEA を実施するか否か、また両側の頸動脈病変が同時に発見された場合の対応について考察する。

II 項に掲げた調査のひとつ ACAS は、一側について CEA 実施の既往（または TIA や stroke の既往）をもつ症例に限定して、その反対側（または TIA や stroke の非責任側）に見付かった無症候性の狭窄症に関する治療成績も検討している¹⁵⁾。内科治療のみで経過観察すると5年間に264例の12.6%が虚血症状を発現した。一方、CEAを行った240例におけるその割合は4.5%と低率であったとしている。また、CEA実施側の対側頸動脈に認められた狭窄症の natural history を示す報告もいくつかある。追跡期間や症例数に

Table 4 Natural history of carotid stenosis with previous contralateral carotid endarterectomy - 5-year rate of ischemic events

TIA	stroke
5-15%	5%

違いがあるが、虚血症状の出現率の平均的なところを Table 4 に示した。V 項に掲げた natural history より多少低値であるが、大差はない^{36,37)}。これから判るように、CEA の既往は反対側に合併した狭窄症に対する CEA の支障にはならず、狭窄度が高度であれば無症候性でも適応と考えるのが一

般的である。しかし一部には、TIA などの虚血症状が出現した時点で CEA を考慮すればよいとの立場をとる者もある。直ちに CEA を実施する群と待機する群（経過観察中に一定の条件が整えば CEA）の間に治療成績の有意差はなかったとした無症候性狭窄症の調査のひとつである CASANOVA については前述したが、この検討は待機群の中に、直ちに CEA を実施した群のうち追跡調査中に反対側の頸動脈に 50% 以上の狭窄が生じた場合を含めて、行われている¹⁶⁾。また Table 4 は概ねの平均値であって、TIA と stroke を合計しても 10% に及ばないとする報告もある³⁸⁻⁴⁰⁾。

症候性あるいは無症候性の狭窄症が同時に発見された場合は症候性を優先し、両側共に症候性あるいは無症候性ならば、狭窄度の高い方を優先して数週間以上の間隔をおいて反対側について CEA を行う (staged operation) のが一般的である。

VIII. Emergency CEA

症候性の頸動脈狭窄症に対する CEA の実施時期は経験的に急性期を避けて発症の 2-4 週間以後とされるが、緊急性をもって所謂 emergency CEA を実施すべき場合がある。狭窄病変が将に閉塞に至ると思われ、その時点を察知できる場合がこれに当たり、脳血管撮影や CEA の合併症として、あるいは外傷性に起こった、頸動脈の閉塞症がよい適応である。

この他に、虚血症状の変動が著しかったり、急速に悪化する場合も頸動脈狭窄部において閉塞が進行しつつあることが多いので適応に含めるべきという意見もある。頸動脈閉塞症の急性期における自然経過は死亡率が 16-55%、症状改善が 2-12% であるのに対して、これらに emergency CEA を施すと 40-80% 程度は症状を軽快させられ、死亡率も 20% 以下に抑えられたとする報告もある^{41,42)}。Collateral flow が認められる例では予後が良く、意識障害が高度な例は回復を望みにくいという。ただこれらの CEA は極力迅速に開始する必要があるが、症状発現から 1-2 時間、少なくとも 4-6 時間以内が望ましい。通常の施設においてこの時間内に手術の準備を全うすることは容易ではない。また臨床的に頸動脈が閉塞された時点を正確

に拘むことは必ずしも容易ではないところから、emergency CEA の適応として広く認められているのが前述の脳血管撮影や CEA または外傷に起因した閉塞症となっているのである。

Emergency CEA の実施に当たっては、hyperperfusion の発生によって術後に脳出血を起こす危険性が高いと思われるので、数日間は血圧を低めに維持することが大切とされる。

IX. おわりに

欧米では頸動脈領域の TIA や stroke 症例のおよそ 50% に頸動脈狭窄症が、10% に閉塞症が見付かるとされている^{20,43-45)}。一方、本邦では虚血性脳血管障害は頭蓋内動脈の硬化病変を原因とするものが多く、頸動脈狭窄症に由来することは稀と考えられており、CEA の有効性も広く理解されているとは必ずしも言い難いのが現状であった。しかし、脳血管障害の症例を血管撮影を含めて注意深く検索すると、欧米ほどではないにせよ、案外しばしば頸部頸動脈に閉塞性病変が見付かる (Table 5)。欧米の調査の結果を無条件に受け入れることには多少問題も残るが、現時点では本稿に紹介した調査結果を指針として CEA の適応を決定するのが妥当と考えられる。

Table 5 Prevalence of carotid occlusive lesions in patients with the territory ischemic events

Areiographic findings	No. of cases
Carotid stenosis (30% <)	11 (18%)
Carotid occlusion	7 (12%)
Intracranial arterial lesions	8 (13%)
Patients with Ischemic events, who hospitalized in Meijo Hosp. for the past 2 years	60

参考文献

- 1) Eastcott HHG, Pickering GW, Rob CG: Reconstruction of internal carotid artery. *Lancet*, 2 : 994-996, 1954.
- 2) DeBakey ME: Successful carotid endarterectomy for cerebrovascular insufficiency: Nineteen-year follow up. *JAMA*, 133 : 1083-1085, 1975.
- 3) Cooley DA, Al-Naaman YD, Carton CA: Surgical treatment of arteriosclerotic occlusion of common carotid artery. *J Neurosurg*, 13 : 500-506, 1956.
- 4) Fields WS, North RR, Hass WK, et al: Joint study of extracranial arterial occlusion as a cause of stroke: I. Organization of study and survey of patient population. *JAMA*, 203 : 153-158, 1968.
- 5) Bauer RB, Meyer JS, Fields WS, et al: Joint study of extracranial occlusion: III. Progress report of controlled study of long-term survival in patients with and without operation. *JAMA*, 208 : 509-518, 1969.
- 6) Fields WS, Maslenikov V, Meyer JS, et al: Joint study of extracranial arterial occlusion: V. Progress report of prognosis following surgery or nonsurgical treatment for transient cerebral ischemic attacks and cervical carotid artery lesions. *JAMA*, 211 : 1993-2003, 1970.
- 7) Blaisdell WF, Clauss RH, Galbraith JG, et al: Joint study of extracranial arterial occlusion: IV. A review of surgical considerations. *JAMA*, 209 : 1889-1895, 1969.
- 8) North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) Steering Committee: North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial: Methods, patient characteristics, and progress. *Stroke*, 22 : 711-720, 1991.
- 9) North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators: Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med*, 325 : 445-453, 1991.
- 10) European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group: MRC European Carotid Surgery Trial: Interim results for symptomatic patients with severe (70-99 %) or with mild (0-29 %) carotid stenosis. *Lancet*, 337 : 1235-1243, 1991.
- 11) Mayberg MR, Wilson SE, Yatsu F, et al: Carotid endarterectomy and prevention of cerebral ischemia in symptomatic carotid stenosis. *JAMA*, 266 : 3289-3294, 1991.
- 12) A Veterans Administration Cooperative Study: Role of carotid endarterectomy in asymptomatic carotid stenosis. *Stroke*, 17 : 534-539, 1986.
- 13) Hobson RWII, Weiss DG, Fields WS, et al: Efficacy of carotid endarterectomy for asymptomatic carotid stenosis. *N Engl J Med*, 328 : 221-227, 1993.
- 14) The Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study Group: Study design for randomized prospective trial of carotid endarterectomy for asymptomatic atherosclerosis. *Stroke*, 20 : 844-849, 1989.
- 15) Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study: Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA*, 273 : 1421-1428, 1995.
- 16) The CASANOVA Study Group: Carotid surgery versus medical therapy in asymptomatic carotid stenosis. *Stroke*, 22 : 1229-1235, 1991.

- 17) Mayo Asymptomatic Carotid Endarterectomy Study Group: Effectiveness of carotid endarterectomy for asymptomatic carotid stenosis: Design of a clinical trial. *Mayo Clin Proc*, 64 : 897-904, 1989.
- 18) Mayo Asymptomatic Carotid Endarterectomy Study Group: Results of a randomized controlled trial of carotid endarterectomy for asymptomatic carotid stenosis. *Mayo Clin Proc*, 67 : 513-518, 1992.
- 19) Furui T, Higashi N, Oshima M: Single-photon emission computed tomography quantification of cerebral blood flow before and after carotid endarterectomy. *Int J Angiol*, 4 : 12-16, 1995.
- 20) Hankey GJ, Warlow CP: Symptomatic carotid ischaemic events: Safest and most cost effective way of selecting patients for angiography, before carotid endarterectomy. *Br Med J*, 300 : 1485-1491, 1990.
- 21) Eliasziw M, Streifer JY, Fox AJ, et al: Significance of plaque ulceration in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *Stroke*, 25 : 304-308, 1994.
- 22) 古井倫士, 長坂徹郎: 頸部頰動脈閉塞性病変の病理学的検討. *脳外*, 21 : 425-430, 1993.
- 23) Fields WS, Lemak NA: Joint study of extracranial arterial occlusion: IX. Transient ischemic attacks in the carotid territory. *JAMA*, 235 : 2608-2610, 1976.
- 24) Moore WS, Mohr JP, Najafi H, et al: Carotid endarterectomy: Practice guidelines. report of the Ad Hoc Committee to the Joint Council of the Society for Vascular Surgery and the North American Chapter of the International Society for Cardiovascular Surgery. *J Vasc Surg*, 15 : 469-479, 1992.
- 25) Moore WS, Barnett GJM, Beebe HG, et al: Guidelines for carotid endarterectomy: A multidisciplinary consensus statement from the Ad Hoc Committee, American Heart Association. *Stroke*, 26 : 188-201, 1995.
- 26) Roederer GO, Langlois YE, Jager KA, et al: The natural history of carotid arterial disease in asymptomatic patients with cervical bruits. *Stroke*, 15 : 605-613, 1984.
- 27) Autret A, POURCELOT L, SAUDEAU D, et al: Stroke risk in patients with carotid stenosis. *Lancet*, 1 : 888-890, 1987.
- 28) O'Holleran LW, Kennelly MM, McClurken M, et al: Natural history of asymptomatic carotid plaque: Five year follow-up study. *Am J Surg*, 154 : 659-662, 1987.
- 29) Fields WS, Lemak NA: Joint study of extracranial arterial occlusion: X. Internal carotid artery occlusion. *JAMA*, 235 : 2734-2738, 1976.
- 30) Friedman SG, Riles TS, Lamparello PJ, et al: Surgical therapy for the patient with internal carotid artery occlusion and contralateral stenosis. *J Vasc Surg*, 5 : 856-861, 1987.
- 31) Sachs SM, Fulenwider JT, Smith RB, et al: Does contralateral carotid occlusion influence neurologic fate of carotid endarterectomy? *Surgery*, 96 : 839-844, 1984.
- 32) Meyer FB, Fode NC, Marsh WR, et al: Carotid endarterectomy in patients with contralateral carotid occlusion. *Mayo Clin Proc*, 68 : 337-342, 1993.

- 33) Gasecki AP, Eliasziw M, Ferguson GG, et al: Long-term prognosis and effect of endarterectomy in patients with symptomatic severe carotid stenosis and contralateral carotid stenosis or occlusion: Results from NASCET. *J Neurosurg*, 83 : 778-782, 1995.
- 34) Loftus CM, Quest DO: Technical issues in carotid artery surgery 1995. *Neurosurgery*, 36 : 629-647, 1995.
- 35) Redekop G, Ferguson G: Correlation of contralateral stenosis and intraoperative electroencephalogram change with risk of stroke during carotid endarterectomy. *Neurosurgery*, 30 : 191-194, 1992.
- 36) Humphries AW, Young JR, Santilli PH, et al: Unoperated, asymptomatic significant internal carotid artery stenosis: A review of 182 instances. *Surgery*, 80 : 695-698, 1976.
- 37) Podore PC, DeWeese JA, May AG, et al: Asymptomatic contralateral carotid artery stenosis: A five-year follow-up study following carotid endarterectomy. *Surgery*, 88 : 748-752, 1980.
- 38) Levin SM, Sondheim FK: Stenosis of the contralateral asymptomatic carotid artery - to operate or not? *Vas Surg*, 7 : 3-13, 1973.
- 39) Johnson N, Burnham SJ, Flanigan DP, et al: Carotid endarterectomy: A follow-up study of the contralateral non-operated carotid artery. *Ann surg*, 188 : 748-752, 1978.
- 40) Schroeder T, Helgstrand UlfJV, Egeblad MR, et al: Asymptomatic carotid lesions after endarterectomy of contralateral carotid artery. *Arch Surg*, 122 : 795-801, 1987.
- 41) Meyer FB, Piepgras DG, Sandok BA, et al: Emergency carotid endarterectomy for the patients with acute carotid occlusion and profound neurological deficits. *Ann Surg*, 203 : 82-89, 1986.
- 42) Walters BB, Ojemann RG, Heros RC: Emergency carotid endarterectomy. *J Neurosurg*, 66 : 817-823, 1987.
- 43) Hass WK, Fields WS, North RR, et al: Joint study of extracranial arterial occlusion: II . Arteriography, techniques, sites, and complications. *JAMA*, 203 : 961-968, 1968.
- 44) Pessin MS, Duncan GW, Mohr JP, et al: Clinical and angiographic features of carotid transient ischemic attacks. *N Engl J Med*, 296 : 358-362, 1977.
- 45) Eisenberg RL, Nemzek WR, Moore WS, et al: Relationship of transient ischemic attacks and angiographically demonstrable lesions of carotid artery. *Stroke*, 8 : 483-486, 1977.

著 者

古 井 倫 士 (ふるいともお)

1974年 名古屋大学医学部卒業。1978年 同大学院医学研究科修了。1983～1984 米国メイヨークリニック客員研究員。現在 国家公務員共済組合連合会・名城病院 脳神経外科部長。名城大学講師。脳神経外科学会評議員。Fellow of International College of Angiology (FICA)。Fellow of American College of Angiology (FACA)。ニューヨーク科学アカデミー会員。

頸動脈内膜剥離術の手技

著 者	古 井 倫 士
発 行	(株)インターメディカル
発行年月日	1998年12月
印 刷	(有)東海写真企画

非 売 品



<本 社> 〒464-0850 名古屋市千種区今池三丁目40番4号
TEL(052)731-8000 (代) / FAX(052)731-5050
website : <http://www.intermedical.co.jp/>
E-mail : info@intermedical.co.jp

<大阪営業所> 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島三丁目19番13号
第2ユヤマビル 4F-C
TEL(06)6885-5300 (代) / FAX(06)6195-7337
E-mail : osaka@intermedical.co.jp