浅側頭動脈中大脳動脈(STA-MCA)吻合術の適応と方法 —特にSTA-M2吻合術に注目して—

詠田 眞治, 坂田 修治, 松野 治雄
由比 文顕, 大田 正流

Operative Indication and Technical Aspects of the Superficial Temporal Artery to the Middle Cerebral Artery Anastomosis Focusing on the Anastomosis to the Insular Segment of the Middle Cerebral Artery

Shinji NAGATA, M.D., Shuji SAKATA, M.D., Haruo MATSUNO, M.D., Fumiaki YUHI, M.D., and Masaru OHTA, M.D.

Department of Neurosurgery, Iizuka Hospital, Iizuka, Japan

Summary: Both international and Japanese cooperative studies have failed to prove the positive effects of EC-IC bypass surgery for the prevention of stroke. However, we believe STA-MCA anastomosis is effective in improving the symptoms of hemodynamic cerebral hypoperfusion. Our candidates of STA-MCA anastomosis are stroke patients with both reduced cerebral vascular reserve and clinical symptoms due to cerebral hypoperfusion. The anastomosis to the insular segment of MCA can offer more blood supply than the anastomosis to the cortical branch, and is less invasive than the high flow bypass. It is also indicated in aneurysm cases of the intracavernous internal carotid artery with good collateral circulation.

Key words:

- STA-MCA anastomosis
- stroke
- hemodynamic hypoperfusion
- operative indication
- operative technique

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 26: 311-317, 1998

はじめに

STA-MCA 吻合術は局所脳血流量を増加させることに
おいて有効な手術術式であるが、脳卒中予防に効果がある
か否かについて1985年のEC/IC bypass groupの国際共
同研究¹⁾²⁾⁴⁾、1996年日本の多施設共同研究による脳血行
再建術の効果に関する共同研究グループの結果⁸⁾とも、そ
の有効性を示すことはできなかった。脳循環予備能の低下

は血行力学的脳低灌流症の診断に不可欠であるが、血行力
学的脳低灌流症を呈する患者においても血行力学的要因が
脳梗塞発症の一機序でしかないことが示された。この結果
をふまえたうえで現在のわれわれのSTA-MCA吻合術の
適応と方法について検討する。

対象と方法

われわれの施設でSTA-M2吻合術を開始した1993年10

飯塚病院 脳神経外科(受稿日 1997. 10. 30) [連絡先: 〒820-0018 福岡県飯塚市芳雄町 3-83 飯塚病院 脳神経外科 詠田眞治]
(Mailing address: Shinji NAGATA, M.D., Department of Neurosurgery, Iizuka Hospital, 3-83 Yoshio-machi, Iizuka, Fukuoka 820-0018, Japan)

月から1997年3月まで3年6ヵ月の間にSTA-MCA吻合術を施行した14例を対象とした。男性10例、女性4例、年齢は39歳から74歳(平均59歳)であった。浅側頭動脈を中大脳動脈皮質枝に吻合する術式(STA-M4吻合術)4例、浅側頭動脈を主として島回上の中大脳動脈分枝に吻合する術式(STA-M2吻合術)10例で、STA-M4吻合術は中大脳動脈分枝閉塞の3例ともやや病を合併した脳底動脈分岐部動脈瘤急性期クリッピング術例に施行した。中大脳動脈分枝閉塞のうち2例は中大脳動脈瘤合併症であった。STA-M2吻合術は内頸動脈閉塞症4例、狭窄症3例、中大脳動脈M1部狭窄症1例、海綿静脈洞部内頸動脈瘤2例に施行した。動脈硬化性閉塞性脳血管障害は9例で、うち5例は一過性脳虚血発作(TIA)、3例は脳低灌流症による意欲・知的能力の低下、1例は梗塞による右不全麻痺と失語症を呈した。9例全例安静時および acetazolamide 負荷 single photon emission computed tomography (SPECT) を施行し、全例に脳循環予備能の低下を認めた。安静時局所脳血流量の低下していた症例ではMRIで血流低下部位に広範な梗塞はみられなかった。手術適応は頭蓋内血管に明らかな閉塞・狭窄病変を有し、脳循環予備能が低下し、かつ脳低灌流症による一過性あるいは持続性神経脱落症状を有する症例とした。STA-M2吻合術は優位半球6例、非優位半球4例に施行した。STA-M2吻合術の術式として

STA前枝・後枝とも血流を保存した状態で剥離しパパペリンを浸透させたベンシーツで覆い、吻合の直前に切断すること、切断後STAをヘパリン・アルブミン生食で充満させておくこと、STAの細い方の枝あるいは後枝をまず donorとなるM2の末梢皮質枝(M4)に吻合し、その後太い方の枝あるいは前枝を用いてSTA-M2吻合術を行うこととした。

結 果

3年5ヵ月から1ヵ月(平均23ヵ月)の観察期間中TIA発症例で術後TIA再発例はなく、脳低灌流による知的能力低下で発症した症例は臨床症状、WAISなど知能検査で知的能力の改善がみられた。観察期間中2例に脳梗塞を生じた。1例はTIAで発症した冠動脈3枝病変による労作性狭心症を伴う症例で術後3時間目に不安定な循環動態と低血圧のため右側頭葉梗塞を生じた⁷⁾。その後の経過は良好で、TIAは生じなかった。1例は約10年前に右前頭葉に広範な梗塞を生じた症例で、今回一過性右片麻痺を呈するTIAを頻発した。左STA-M2吻合術後3日目に左硬膜下血腫・低血圧を生じ、術後7日目に左前頭葉に広範な梗塞を生じた。

14例中、術後硬膜下血腫を生じた1例を除いた13例に術後7日から3週間に脳血管撮影を行い、バイパスを介し

Fig. 1 Preoperative and postoperative ^{99m}Tc -ECD SPECT of Case 1. Preoperative study (surrounded by square) showed decreased cerebral blood flow with markedly reduced cerebral vascular reserve in the right frontal lobe. The postoperative study showed improvements of both cerebral blood flow and vascular reserve.

Fig. 2 Postoperative right common carotid digital subtraction angiograms. The territory of the middle cerebral artery was well supplied by the bypassed superficial temporal arteries. Preoperatively it was not visualized on the right common carotid angiogram (right lower square).

た良好な脳灌流を認めた。STA-M2吻合術を施行した10例すべて術後翌日に頭部CTを施行し、吻合術のために一時血行遮断を行った領域に梗塞を生じた症例はなかった。術後脳血管撮影を行ったSTA-M2吻合術9例全例において、M2に吻合したSTA枝の著しい拡大を認めた。

海綿静脈洞部内頸動脈瘤にSTA-M2吻合術を行ったのうち内頸動脈起始部結紮を行った2症例は術前Matas testで虚血症状はなかった。術後虚血症状、CT、MRIでの脳梗塞はみられなかった。脳血管撮影では動脈瘤は描出されず、バイパスを介した良好な側副血行を認めた。

代表的症例

〈症例1〉72歳男性。

入院の3ヵ月前頃からほぼ毎日、特に入浴中に左片麻痺をきたすようになった。症状は一過性で約1時間ほどで改善した。MRA、脳血管撮影で右内頸動脈起始部閉塞がみられた。MRI T2強調画像では右大脳のlobar infarctionは認めなかったが、 ^{99m}Tc -ECD SPECTで右前頭葉の軽度の血流の低下を認めた。acetazolamide負荷後相対的に右前頭葉はさらに血流の低下を示した(Fig. 1)。この結果から右大脳半球血行力学的低灌流症によるTIAと診断した。STA-M2吻合術後の血管撮影では吻合したSTAを介して中大脳動脈のほぼ全体が描出されるようになった(Fig. 2)。術後の ^{99m}Tc -ECD SPECTでは左前頭葉の血流は改善し、

acetazolamide反応性も正常になった(Fig. 1)。臨床症状としてほぼ毎日入浴中に生じていたTIAは消失した。

〈症例2〉49歳男性。

20名ほどの従業員を擁する中小企業の社長で、入院の4ヵ月前から話づらく、物忘れするようになり、社長として勤務することができなくなった。MRA、脳血管撮影では左中大脳動脈M1部に狭窄を認めた。MRI T2強調画像では左前頭葉・頭頂葉にhigh intensity lesionがみられたが、T1強調画像ではlow intensity lesionはなく、梗塞の所見ではなかった。ECD SPECTでは安静時左頭頂葉の血流の低下、acetazolamide負荷後さらなる血流の低下を認めた(Fig. 3)。WAISではperformance IQ 77, verbal IQ 71, total IQ 71であった。STA-M2吻合術を行い、術後脳血管撮影では左中大脳動脈のほぼ全域が吻合されたSTAにより灌流されていた(Fig. 4)。術後のECD SPECTでは脳血流、血管反応性の改善が認められた(Fig. 3)。術後MRI T2強調画像では術前にみられた前頭葉・頭頂葉のhigh intensity lesionは消失した(Fig. 5)。術後WAISではperformance IQ 89, verbal IQ 86, total IQ 87と22%の増加を認め、術後2ヵ月で社長として復職した。

〈症例3〉71歳女性。

右外転神経麻痺、顔面痛をきたした右海綿静脈洞部動脈瘤症例である。前交通動脈の発達良好で、Matas testでは虚血症状はみられなかった。STA-M2吻合術を行った

Fig. 3 Preoperative and postoperative ^{99m}Tc -ECD SPECT of Case 2. Decreased cerebral blood flow and vascular reserve observed in the left cerebral hemisphere were improved after surgery except in the parietal lobe.

Fig. 4 The postoperative left external carotid angiograms showed well visualized middle cerebral arteries supplied by the bypassed superficial temporal arteries.

のち、右内頸動脈を結紮・閉塞した。術後右顔面痛は消失した。脳血管撮影では動脈瘤は描出されず、吻合されたSTAを介して中大脳動脈領域全域が灌流されていた。術後ECD SPECTで右大脳の血流低下は認められなかった。術後MRIでは動脈瘤は術後1ヵ月で血栓化し、7ヵ月ではほとんど消失した(Fig. 6)。

考 察

STA-MCA 吻合術の適応

EC-IC バイパス術に関する国際および国内多施設共同研究の結果からSTA-MCA 吻合術の脳梗塞予防効果は否定的である¹⁾²⁾⁴⁾⁸⁾。狭窄性病変からの動脈原性塞栓、狭窄

Fig. 5 Preoperative and postoperative T2 weighted MR images of Case 2. The high intensity lesions in the watershed area of the left cerebral hemisphere disappeared after surgery.

Fig. 6 Preoperative and postoperative T1 weighted MR images of Case 3. The patent intracavernous internal carotid aneurysm became high intensity mass due to the thrombosis in one month and markedly shrank in 7 months.

性病変の進行，側副血行路の閉塞など血行力学的脳低灌流症以外の要因が脳梗塞発症に大きく関与している可能性が示唆されている．しかし動脈硬化性虚血性脳血管障害患者のうちには血行力学的脳低灌流症のために日常生活に障害を生じているグループが存在していることも事実である．

臨床症状として一過性の症状を繰り返すTIA群と持続性症状を呈する知的能力低下群に分けることができる⁶⁾．これらの症状が血行力学的脳低灌流症に起因している場合はSTA-MCA吻合術により症状の緩解が期待できる．したがって頭蓋内動脈の狭窄あるいは閉塞により血行力学的に

局所脳灌流が低下し、そのために有症候性となっている症例に対して、症状を緩解することを目的として STA-MCA 吻合術の適応があると考えている。具体的には脳血管撮影で主幹動脈の狭窄・閉塞病変が存在すること、positron emission tomography (PET) で misery perfusion を示すか、あるいは MRI で広範な梗塞巣が認められないにもかかわらず安静時には脳血流が保持されていても acetazolamide 負荷 SPECT で脳血流が広範に低下すること、局所脳血流低下部位により説明しうる一過性あるいは持続性症状を有することのすべてを満足する症例に対して、その症状を緩解させる目的で STA-MCA 吻合術の適応があると考えている。

STA-M2 吻合術の適応

経験的により大きな recipient artery につなぐほど、多くのバイパス血流が得られる³⁾。STA-M2 吻合術後脳血管撮影を施行した9例全例中大脳動脈 M4 枝に吻合した浅側頭動脈に比し、M2 枝に吻合した浅側頭動脈の著しい拡大を認めたことから、バイパス血流量の大小を決定する要因は donor artery ではなく、recipient artery あるいはその灌流領域の大小と思われる。ただ recipient artery が深部になればそれだけ吻合操作は困難となり、時間を要し、recipient artery の灌流領域が大きい分、その一時遮断中の虚血合併症の危険性が高くなる。われわれは STA-M2 吻合術を深部吻合術の長所・欠点を相補う方法と考えている。どのような吻合術式を選択するかは EC-IC バイパス術によりどの程度の灌流領域を期待するかで異なる。中大脳動脈の一分枝領域の灌流を保証するには STA-M4 吻合術で十分にまかなうことが期待できるが、中大脳動脈支配領域全体の灌流を期待する場合、STA-M4 吻合術では確実性が低く、STA-M2 吻合術の適応と考えている。さらに中大脳動脈支配領域を越えて、大脳半球全体の灌流を期待する場合は大伏在静脈や橈骨動脈を用いた high flow bypass の適応であると考えている。虚血性脳血管障害で STA-MCA 吻合術の適応となる症例は慢性期の患者で、側副血行の灌流圧が不足している状態であることが多い。その領域が中大脳動脈の一分枝以上であれば STA-M2 吻合術を施行することになっている。バイパスを介した脳灌流量、手術の煩雑さとも STA-M2 吻合術は STA-M4 吻合術と high flow bypass の中間に位置すると考えている。

虚血性脳血管障害以外の適応

EC-IC bypass は海綿静脈洞部内頸動脈瘤の治療手段として多くの施設で応用されている。この場合通常大伏在静脈や橈骨動脈を用いた high flow bypass の適応であるが、血管撮影、Matas test など側副血行路により脳循環が保

たれていることが証明されているような症例ではより低侵襲な術式を選択することが望ましい。補助的にバイパス術を行う場合には STA-M2 吻合術を行うことにしている。STA-M2 吻合術では頭部手術創以外には graft 採取による皮膚切開もなく、balloon や coil で内頸動脈を閉塞すれば頸部皮膚切開も不要となり、high flow bypass に比べてより低侵襲である。必要に応じて high flow bypass と STA-M2 吻合術を使い分けることが妥当であると考えている。

STA-M2 吻合術におけるわれわれの工夫

STA-M2 吻合術の適応症例のうち、特に虚血性脳血管障害例では脳循環予備能が低下しているため、周術期合併症を最大限予防する必要がある。周術期の血压管理と手術中の虚血予防が重要である。深部吻合の場合、より多くのバイパス血流が期待できる反面、吻合操作に時間を要することと recipient artery の灌流領域が大きいことから吻合のための一時血流遮断による虚血合併症のリスクが高くなる。血流遮断時間を短縮させる、あるいは血流遮断をせずに吻合術を行う方法としてチタンクリップ⁵⁾やレーザー⁹⁾¹⁰⁾を用いた吻合術が考案されており、ともに有効な方法であると思われる。われわれは血流遮断中の末梢灌流を保証することで虚血合併症を予防する方法をとっている。基本的には double anastomoses を行うが、並列ではなく直列に吻合を行うことにしている。まず末梢皮質枝に STA-M4 吻合術を行い、末梢灌流の保証を行ったうえで、その近位部中大脳動脈 M2 枝に STA-M2 吻合術を行うことにしている。STA は血流を維持した状態で剝離し、パパベリン浸ベンシーツで覆うことで十分に拡張させる。STA-M2 吻合術を施行した 10 例すべて術後吻合術のために一時血行遮断を行った領域に梗塞を生じた症例はなかった。M2 の一時遮断中の虚血負荷が一過性で、STA-M4 吻合術を必要としない可能性は否定できないが、STA-M2 吻合術の対象症例が脳循環予備能の低下している症例であることを考慮すれば、あらかじめ STA-M4 吻合術を直列に設置することがより安全であると考えている。

ま と め

頭蓋内動脈の狭窄あるいは閉塞により血行力学的に局所脳灌流が低下し、そのために有症候性となっている症例に対して、症状を緩解することを目的として STA-MCA 吻合術の適応があると考えている。バイパスを介した脳灌流量、手術の煩雑さとも STA-M2 吻合術は STA-M4 吻合術と high flow bypass の中間に位置し、中大脳動脈支配領域全体の灌流を期待する場合 STA-M2 吻合術の適応と考えている。

文 献

- 1) Barnett HJM, Fox A, Hachinski V, *et al*: Further conclusions from the extracranial-intracranial bypass trial. *Surg Neurol* **26**: 227-235, 1986
- 2) Barnett HJM, Sackett D, Taylor DW, *et al*: Are the results of the extracranial-intracranial bypass trial generalizable? *N Engl J Med* **316**: 820-824, 1987
- 3) Baron JC, Boussier MG, Rey A, *et al*: Reversal of focal "misery-perfusion syndromes" by extra-intracranial arterial bypass in hemodynamic cerebral ischemia. *Stroke* **12**: 454-459, 1981
- 4) The EC/IC Bypass Study Group: Failure of extracranial-intracranial arterial bypass to reduce the risk of ischemic stroke. Results of an international randomized trial. *N Engl J Med* **313**: 1191-1200, 1985
- 5) 木原俊彦, 中島 進, 田淵和雄, ほか: STA-MCA 血管吻合術におけるチタン VCS クリップ有用性. *脳神経外科速報* **7**: 407-410, 1997
- 6) Nagata S, Fujii K, Matsushima T, *et al*: Evaluation of EC-IC bypass for patients with atherosclerotic occlusive cerebrovascular disease: Clinical and positron emission tomographic studies. *Neurological Research* **13**: 209-216, 1991
- 7) 詠田眞治, 神山信也, 松野治雄: 労作性狭心症を伴う内頸動脈狭窄症に対する脳血行再建術の術後管理. *脳神経外科速報* **4**: 911-917, 1994
- 8) 脳血行再建術の効果に関する共同研究グループ: 閉塞性脳血管障害に対する脳血行再建術の効果: 多施設共同研究の結果. 第21回日本脳卒中学会総会抄録集, 1996, p202
- 9) Tulleken CAF, Verdaasdonk RM, Berendsen W, *et al*: Use of the Excimer laser in high-flow bypass surgery of the brain. *J Neurosurg* **78**: 477-480, 1993
- 10) Tulleken CAF, Verdaasdonk RM, Mansvelt Beck RJ, *et al*: The modified Excimer laser-assisted high-flow bypass operation. *Surg Neurol* **46**: 424-429, 1996