Trans-sylvian STA-SCA 吻合術

小澤 常德^{1,2}, 倉部 聡², 青木 悟¹
渡邊 潤¹, 本道 洋昭¹, 藤井 幸彦²

Trans-sylvian STA-SCA Anastomosis

Tsunenori OZAWA, M.D.,^{1,2} Satoshi KURABE, M.D.,² Satoshi AOKI, M.D.,¹
Jun WATANABE, M.D.,¹ Hiroaki HONDO, M.D.,¹ and Yukihiro FUJII, M.D.²

¹Department of Neurosurgery, Toyama Prefectural Central Hospital, Toyama, and ²Department of Neurosurgery, Brain Research Institute, Niigata University, Niigata, Japan

Summary: We describe a technique of a trans-sylvian STA-SCA anastomosis for the vertebro-basilar insufficiency. The procedure utilizes the combined pterional/anterior temporal approach and tentorial edge resection, and anastomosis is performed at the anterior pontomesencephalic segment of the SCA just lateral to the oculomotor nerve. This can provide a wider and shallower microsurgical space than the standard STA-SCA anastomosis via subtemporal approach; however, validation of this procedure is mandatory for it to become an alternative to the routine STA-SCA anastomosis.

Key words:

- STA-SCA anastomosis
- trans-sylvian approach
- EC-IC bypass
- posterior circulation
- VBI

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 40: 343-348, 2012

はじめに

椎骨・脳底動脈系、特に後下小脳動脈分岐より遠位の両側椎骨動脈閉塞性病変による脳血行不全に対しては、浅側頭動脈(superficial temporal artery: STA)をdonor, 上小脳動脈(superior cerebellar artery: SCA)をrecipientとしたSTA-SCA吻合術が行われている。その歴史は1979年のAusmanらによるSTAとSCAの脳表動脈吻合術に始まるが、その後1980年代から1990年代初めのAusmanらやOgawaらによる手術手技の改良を経て、subtemporal approachによる方法が標準的となり現在に至っている¹⁾³⁾⁴⁾⁶⁾。しかしsubtemporal approachにて行

われるSTA-SCA吻合術は、重篤な手術合併症の出現頻度が必ずしも少なくないことが報告され、吻合術のなかでも特に習熟を必要とする手技であり、安全に行う要点について繰り返して強調されてきた³⁾⁶⁾。

われわれは、その手術の困難さは術野の深さとSCAの走行に沿った長方形に限定される術野の狭さにあると考え、より浅く、かつ吻合操作がSCAに対して横からも可能となる術野を得るため、trans-sylvian approachによるSTA-SCA吻合術を考案した。その手技は、脳底動脈分岐部近傍への直達術のアプローチ法として用いているcombined pterional/anterior temporal approach (以下Heros' approach)²⁾を応用し、小脳テント切痕切開を追加したも

¹ 富山県立中央病院 脳神経外科, ² 新潟大学脳研究所 脳神経外科 (受稿日 2012. 1. 24) (脱稿日 2012. 6. 22) [連絡先: 〒930-8550 富山市西長江 2-2-78 富山県立中央病院 脳神経外科 小澤常德] [Address correspondence: Tsunenori OZAWA, M.D., Department of Neurosurgery, Toyama Prefectural Central Hospital, 2-2-78 Nishinagae, Toyama 930-8550, Japan]

Fig. 1 Drawings illustrating the operative procedure.

A: Location of the skin incision line and the STA.

B: Dissection of the temporal fascia and elevation together with the skin flap. After the bluntly separation of the fascia attachment from the zygomatic arch, the entire superior margin of the zygomatic arch (a) and the frontozygomatic process (b) are exposed. Note the fat pad (f) between the fascia and the muscle near the zygomatic arch.

1: fascia cut line, 2 and 3: periosteum cut lines.

C: The temporal muscle (m) is retracted over the ear, and the craniotomy is carried out widely with rongeur the frontozygomatic process.

A
B | **C**

のである。

STA-SCA 吻合術の1つの選択肢としての trans-sylvian STA-SCA 吻合術の可能性につき報告する。

手術手技

1. 皮切から硬膜切開まで

通常の pterional approach を基本として、より側頭骨前方底部への開頭を行う。皮切は tragus 前で頬骨弓下縁の下方1 cm の位置から開始し、正中をやや対側を超えた位置の頭髪線まで、やや深く curvilinear にとる。STA 本幹とその前頭枝を温存する (**Fig. 1A**)。

皮膚弁と側頭筋の処理は Yaşargil らによる interfascial temporalis flap 法⁶⁾を頬骨弓上縁の高さまでまで延長する。筋膜の superficial layer の頬骨弓への付着部を鈍的に切離して頬骨弓の骨膜とともに剥がすと、眼窩側壁から頬骨弓

上縁を耳側の頬骨弓根まで露出可能となる (**Fig. 1B**)。側頭筋は linea temporalis から翼口蓋窩までの付着部を剥がし、全体を後方耳側へ牽引して側頭骨底前半部を広範に露出する (**Fig. 1C**)。

開頭は通常の前頭側頭開頭を、側頭骨の鱗状縫合前下方の中頭蓋窩底まで拡大して行う。蝶形骨縁は、眼窩上壁側面が出るまで削除して前床突起まで平坦な面を作り、frontozygomatic processus も削除する。さらに pterion 後方の蝶形骨小翼および大翼の側面を十分削除することにより、側頭葉前端までの深い開頭が可能となる (**Fig. 1C**)。硬膜は pterion を中心に円弧状に開き、皺のないように皮膚弁に強く縫い付けることによって前頭蓋窩底から中頭蓋窩底まで広い平坦な面となる。

Fig. 2 Series of drawings illustrating the trans-sylvian STA-SCA anastomosis.

A: Initially, the carotid cistern is opened by the routine pterional approach: in which the carotid artery is centered in the field.

B: Then, the temporal lobe is retracted posteriorly (the combined pterional/anterior temporal approach) and the oculomotor nerve is exposed center in the field.

C: The edge of the tentorium is cut so as to obtain wide square space laterally to the oculomotor nerve, and the anterior pontomesencephalic segment of SCA is exposed.

D: The STA-SCA anastomosis is completed.

F: frontal lobe, IC: internal carotid artery, III: oculomotor nerve, ON: optic nerve, PCA: posterior cerebral artery, SCA: superior cerebellar artery, STA: superior temporal artery, T: temporal lobe.

A	B
C	D

2. シルビウス裂開放から動眼神経中心の術野の展開

シルビウス裂はいわゆる distal sylvian から広く解放し、通常の pterional approach と同様に MCA から ICA の全走行を剥離し、さらに前頭葉も chiasm から剥離して、側頭葉だけでなく前頭葉にも脳ベラを掛けて広く展開する。側頭葉を後方に引くため、シルビウス裂は limen insulae ギリギリまでの剥離を行う (**Fig. 2A**)。

浅中大脳静脈 (superficial sylvian vein; SSV) の剥離は、基本的には Yaşargil による SSV と前頭葉間の剥離方法⁷⁾を用いる。側頭葉を外側・後方に展開していくが、この際に必要なのが架橋静脈の処理である。Heros' approach の原法では、sphenoparietal sinus に流入するすべての SSV の架橋静脈は凝固切断するとされている。しかしわれわれは、側頭葉の静脈灌流障害の予防のために、架橋静脈はできるだけ残す方針としている (**Fig. 2A**)。架橋静脈から側

頭葉先端の SSV 周囲のくも膜を開き、架橋範囲を可能な限り長く遊離したうで残す。また、SSV が sphenoparietal sinus に移行した直後数 mm の固有硬膜を sinus に沿って切離して硬膜ごと可動性を持たせる。架橋静脈温存によって側頭葉の後方への圧排が十分でないと判断された場合には、側頭葉先端の一部の切除も可能と考えられる。

側頭葉のシルビウス面に掛けた脳ベラを加減しながら後方に引いていく。この場合、正確な表現としては trans-sylvian approach となる。一方、sphenoparietal sinus に流入する SSV が細い場合には架橋静脈を凝固切断する。この場合、あるいは SSV 走行の variation によっては、側頭葉先端から側頭葉全体を後方に圧排可能であり、その場合には真の anterior temporal approach 併用となる。

側頭葉の後方への展開によって小脳テント縁が現われ、ICA 外側に動眼神経が確認されるようになる。Liliequist's

Fig. 3 Intraoperative microphotographs.

A: After the incision of the edge of the tentorium, the operative field is exposed lateral to the oculomotor nerve.

B: The operative field is wide enough performing microvascular anastomosis in a perpendicular direction.

C: The anastomosis is performed using routine 10-0 nylon interrupted sutures.

D: The STA-SCA anastomosis is completed.

A	B
C	D

membrane を剥離すると脳底動脈から後大脳動脈と SCA の近位部が確認できる。さらにテント縁と平行な方向に側頭葉を後方に引くと、ICA を中心とする pterional approach の術野 (**Fig. 2A**) から、動眼神経を中心とする Heros' approach の術野となる (**Fig. 2B**)。

3. 小脳テント切痕切開

脳底動脈分岐部近傍への直達術ではこの術野で十分であるが、trans-sylvian STA-SCA 吻合術の場合には、テント縁を切除してさらに動眼神経の外側後方に術野を確保する必要がある。テント縁切除は動眼神経と後方の滑車神経の間で、動眼神経側から始める。動眼神経が海綿静脈洞上壁の oculomotor triangle のほぼ中央で硬膜を貫通する部位には oculomotor cistern が認められ、これより浅い切開

では海綿静脈洞の開放は避けられる⁷⁾。一方、滑車神経は、oculomotor triangle の外側後端近くでテントを貫通して海綿静脈洞に入るため、その走行はテントの下であり術野では確認できない。その貫通部はテント切痕縁から数 mm で、動眼神経貫通部と滑車神経貫通部は約 10 mm 離れている⁹⁾ことを念頭に、テント縁切除を行う。

動眼神経とテント縁は斜めに交差する位置関係にあるため、テント縁の切除面は三角形あるいは台形状になるように行い、動眼神経を一辺とする一辺約 10 mm の正方形に近い space を確保するようにする (**Fig. 2C, 3A**)。

4. STA-SCA 吻合

動眼神経後方のくも膜を切開すると、後大脳動脈の P2 部とこれに平行する SCA が現れる。recipient となる

SCA の anterior pontomesencephalic segment は、動眼神経後方の正方形の術野のほぼ中心に、動眼神経と直角の向きに認められる (Fig. 2C, 3A)。SCA が起始部から数本に分かれて分岐している場合もあるが、一番太い SCA を選択する。この部位は穿通枝がほとんどないため、下に敷くラバーシートで SCA を浮き上がらせて浅くすることが可能である (Fig. 3B)。操作の邪魔にならない carotid cistern に髄液の持続吸引用のチューブ先端をおく。吻合のための temporary clamp の中枢側は、動眼神経のすぐ外側、あるいはすぐ内側の脳底動脈側に掛け、遠位側は切除したテントのギリギリで掛ける (Fig. 3C)。

動脈切開と吻合は通常どおり行う (Fig. 2D)。正方形に近い術野のため、吻合操作は SCA に対して側方から直角に可能である (Fig. 3B)。小脳テントの高さで一辺約 10 mm の正方形の術野は十分広いとはいえないが、側頭葉だけでなく前頭葉にも脳ベラが掛かり、シルビウス裂が大きく展開しているため、テントの上はかなり浅い術野であり、操作の方向が自由になり吻合操作はかなり楽になる (Fig. 3B, C, D)。

考 察

STA-SCA 吻合術の適応

虚血性病変に対する STA-SCA 吻合術の適応は、後大脳動脈を含む椎骨・脳底動脈系の繰り返す TIA または軽症脳虚血を呈し、脳底動脈の高度狭窄、または一側椎骨動脈の頭蓋内閉塞と対側椎骨動脈の後下小脳動脈分岐より遠位の高度狭窄の合併が確定できる症例と考えられる³⁾⁴⁾⁶⁾。後方循環の TIA には古典的な Cartlidge らの基準もあるが³⁾、症状のみでは診断は困難な場合も多いため、少なくとも拡散強調 DWI-MRI で後方循環に病巣が確認されたものとするべきと考えられる。

後方循環の血流再建術における脳循環代謝は十分に検討されておらず、過去の報告でも PET/SPECT の結果を STA-SCA 吻合術の適応に含めたものはない。われわれの SPECT を用いた 2 症例での検討では、1 例では明らかな stage II の虚血が認められたが、もう 1 例では脳血流低下も脳循環予備能低下も認められなかった。過去の PET を用いた報告では STA-SCA 吻合術による misery perfusion の改善効果も示されているが¹⁰⁾、後方循環の血流不全には前方循環とは違った機序の関与の可能性もあると考えられるため⁴⁾、STA-SCA 吻合術の適応と評価については脳循環学的な症例の積み重ねも必要と思われる。

SCA の解剖学的特徴

SCA はその走行を 4 つの segment に分けられる⁴⁾。SCA の起始部から動眼神経の下を通り中脳の前側方部ま

では anterior pontomesencephalic segment と呼ばれる。次の lateral pontomesencephalic segment は中脳前側方から cerebellomesencephalic fissure の入り口までで、しばしばこの間でその走行は caudal 側に大きく落ち込み (caudal dip)、かつ SCA 自体が rostral 枝と caudal 枝に分岐することが多い。その次は cerebellomesencephalic segment、さらに cortical segment となり小脳テント面に血流を送る。

subtemporal approach による STA-SCA 吻合術では、STA の lateral pontomesencephalic segment を用いるが、STA の caudal dip 走行のため中脳の側方で SCA を確保するには、小脳テント縁を滑車神経が見えるまで切開する必要がある。また、しばしば遭遇する 2 本の SCA が脳底動脈から直接分岐している場合には、2 本を確認して径の大きい方を recipient とすることになる¹⁾。

後頭蓋窩動脈を吻合術のしやすさから検討した報告によると、SCA の近位部 1/3 は、脳幹の軸位方向に平行なその走行が後頭蓋動脈の中で最も一定しており、径も 1.5 mm 程度 (2 本の SCA が脳底動脈から直接分岐している場合は 1.1 mm 程度) で吻合に適した太さであり、穿通枝が他の血管に比べても細く、際立って少ないことから、この部位での吻合を推奨している⁸⁾。

これらの SCA の解剖学検討からは、STA-SCA 吻合術ではやや前方の anterior pontomesencephalic segment での吻合が理想に近いと考えられる。

Trans-sylvian STA-SCA 吻合術のアプローチ法

1993 年 Heros らは、主に脳底動脈分岐部近傍の動脈瘤への直達術のアプローチ法として combined pterional/anterior temporal approach を提唱した²⁾。これは、pterional approach の開頭をより後外側に拡大して側頭葉前端を含めて開頭するアプローチで、subtemporal approach の要素を加えたものであった。その概念は、“half-and-half exposure” (1978 年, Drake), “temporopolar approach” (1980 年, Sano), および “anterior temporal approach” (1990 年, Sundt) などと同様の考え方であるが、その特徴は、より pterional approach を意識したものであり、動眼神経を中心とした広く浅い術野の確保が目的である⁵⁾ (Fig. 2B)。このアプローチで動眼神経の外側後方への直達術も可能となるが、われわれはその経験から trans-sylvian STA-SCA 吻合術への応用が可能と考えた。

小脳テント切開

われわれは、Heros' approach に小脳テント切痕切開を追加した (Fig. 2C, 3A)。これにより動眼神経のさらに外側後方の anterior incisula space が確保でき、SCA の

anterior pontomesencephalic segment での吻合術も可能となった。

oculomotor cistern を中心とした小脳テント切開は、脳底動脈先端部動脈瘤に対する transcavernous approach などで行われてきた手技である⁷⁾。われわれはこれを応用し、動眼神経の外側のテント縁切除が安全に行われるようにした。また、テント縁の切除面は三角形あるいは台形状になるように行い、動眼神経を一辺とする正方形に近い術野を確保することで、吻合操作が SCA に対して側方から直角に可能となるように工夫した(**Fig. 3**)。Heros' approach により小脳テントの上を広く浅い術野とし、テント縁切除によりさらにテント下での吻合操作の自由度を向上させた。

Trans-sylvian STA-SCA 吻合術の限界

側頭葉への損傷を下方からの挙上と後方への圧排を比較すると、後者の方が脳がより耐えうるとされている²⁾。Labbé 静脈の保護が側頭葉の静脈灌流障害の予防となっていると考えられる。一方、いわゆる anterior temporal approach による後方向きの ICA 動脈瘤の術後でも側頭葉先端に脳ベラによる脳損傷が認められる。われわれが用いた手技では、脳底動脈分岐部近傍の動脈瘤へのアプローチ法として用いる場合には、短時間の圧排であり脳ベラによる側頭葉損傷はほとんどないが、STA-SCA 吻合の場合には圧排時間が長くなるため側頭葉損傷が認められることがある。したがって非優位半球側からの手技に限定すべきと考えられる。

また、動眼神経麻痺が必発である。1 カ月程度で回復しているが、ラバーシートの置き方など、動眼神経に対するより愛護的な手技となるよう工夫が必要と考えられる。

今後さらなる症例の積み重ねで、trans-sylvian STA-SCA 吻合術が本当に有用な手技なのかを検証する必要がある。

文 献

- 1) Ausman JI, Diaz FG, de los Reyes RA, *et al*: Posterior circulation revascularization. Superficial temporal artery to superior cerebellar artery anastomosis. *J Neurosurg* 56: 766-776, 1982
- 2) Heros RC, Lee SH: The combined pterional/anterior temporal approach for aneurysms of the upper basilar complex: technical report. *Neurosurgery* 33: 244-251, 1993
- 3) Hopkins LN, Martin NA, Hadley MN, *et al*: Vertebro-basilar insufficiency. Part 2: Microsurgical treatment of intracranial vertebrobasilar disease. *J Neurosurg* 66: 662-674, 1987
- 4) Kawashima M, Rhoton Jr AL, Tanriover N, *et al*: Microsurgical anatomy of cerebral revascularization. Part II: Posterior circulation. *J Neurosurg* 102: 132-147, 2005
- 5) Ogawa A, Kameyama M, Muraishi K, *et al*: Cerebral blood flow and metabolism following superficial temporal artery to superior cerebellar artery bypass for vertebro-basilar occlusive disease. *J Neurosurg* 76: 955-960, 1992
- 6) Ogawa A, Yoshimoto T, Sakurai Y: Clinical analysis of STA-SCA bypass for vertebrobasilar occlusive disease. *Tohoku J Exp Med* 164: 183-190, 1991
- 7) 小澤常德, 高橋 祥, 相場豊隆: 内頸動脈後交通動脈分岐部動脈瘤クリッピング術における工夫: oculomotor cistern 開放. *脳卒中の外科* 35: 312-316, 2007
- 8) Shrontz C, Dujovny M, Ausman JI, *et al*: Surgical anatomy of the arteries of the posterior fossa. *J Neurosurg* 65: 540-544, 1986
- 9) Umansky F, Valarezo A, Elidan J: The superior wall of the cavernous sinus: a microanatomical study. *J Neurosurg* 81: 914-920, 1994
- 10) Yaşargil MG, Reichman MV, Kubik S: Preservation of the frontotemporal branch of the facial nerve using the interfascial temporalis flap for pterional craniotomy: technical article. *J Neurosurg* 67: 463-466, 1987
- 11) Yaşargil MG: *Microneurosurgery*, Vol I. Georg Thieme, Verlage Stuttgart, New York, 1984, pp5-57