高位病変に対する内頸動脈内膜剝離 —どのレベルまでの展開が可能か—

大森 一美¹, 神吉しづか¹, 熊谷 哲也¹
福島 孝徳², 真田 寧皓³

Extended Approach of Carotid Endarterectomy for High Cervical Lesions

Kazumi OHMORI, M.D.,¹ Shiduka KAMIYOSHI, M.D.,¹ Tetsuya KUMAGAI, M.D.,¹
Takanori FUKUSHIMA, M.D., D.M.Sc.,² and Yasuhiro SANADA, M.D.³

¹Department of Neurosurgery, Cerebrovascular Center, Fuchu Hospital, Izumi, Osaka, Japan,

²Department of Neurosurgery, West Virginia University, WV, USA, and ³Department of Neurosurgery, Kinki University Hospital, Osakasayama, Osaka, Japan

Summary: Carotid endarterectomy (CEA) is the main treatment for the cervical internal carotid artery stenosis, which is an important cause of transient ischemic attacks and strokes. The operation requires careful attention to technical details, and certain specific principles are essential to achieve a consistently favorable outcome. It is important to expose the distal internal carotid artery adequately to permit direct visualization of the entire extent of an atherosclerotic plaque. An anatomical understanding of the deep cervical fascia of which carotid sheath consists helps to achieve a successful removal of plaque for high cervical lesions. The deep cervical fascia fuses with the periosteum along the superior nuchal line of the occipital bone, over the mastoid process and along the entire base of the mandible. Between the angle of the mandible and the anterior edge of sternocleidomastoid muscle, the fascia is particularly strong. However, this should be dissected thoroughly to expose the internal carotid artery as high as the entrance of carotid canal. These procedures allow a good approach to the high-positioned carotid stenosis.

Key words:

- carotid endarterectomy
- high cervical lesions
- deep cervical fascia

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 41: 89-95, 2013

はじめに

頸動脈内膜剝離術(CEA: carotid endarterectomy)は頸動脈狭窄病変に対して1つの有効な治療である¹⁾⁶⁾⁷⁾⁹⁾。近年ステント留置術(CAS)がさかんに行われているが、症例に応じては腎不全などの造影剤使用困難ケースや、硬化

病変の性状や形状により、CASが困難なケースも存在し、その際、高位病変などの症例では、CEAも困難であるため、治療に難渋することもしばしば遭遇する。

CEAにおける手術手技上の最大のポイントは内頸動脈末梢端のブラック断端の処置であり、このためには内頸動脈を末梢側に向けて、十分に剝離・確保する必要がある。

¹ 社会医療法人生長会 府中病院 脳外科・脳血管センター, ²West Virginia 大学 脳神経外科, ³ 近畿大学医学部附属病院 脳神経外科 (受稿日 2012. 12. 22) (脱稿日 2012. 11. 12) [連絡先: 〒594-0076 大阪府和泉市肥子町 1-10-17 府中病院 脳外科・脳血管センター 大森一美] [Address correspondence: Kazumi OHMORI, M.D., Department of Neurosurgery, Cerebrovascular Center, Fuchu Hospital, 1-10-17 Hiko-cho, Izumi, Osaka 594-0076, Japan]

Fig. 1 Operation landmarks.

A: Surface landmarks. **B:** Surgical position and skin incision. **C:** Exposure of subcutaneous tissues. **D:** Exposure of the deep cervical fascia.

CEAにおける手術困難の目安となる高位病変とは、頸動脈プラークの内頸動脈末梢側が乳様突起先端部と下顎角を結ぶライン(mastoidmandibular line: M-M line)を越えるもの、あるいは第2頸椎体に及ぶ症例とされている⁵⁾。

高位病変に対するCEAでは、これまでに経鼻挿管や頸部の過伸展など、さまざまな工夫が報告されているが²⁾⁴⁾¹²⁾、われわれは、従来の方法より後方からアプローチし、かつ層ごとにdissectionすることで、C1レベルを超え、頸動脈管入口部までの展開が可能と考えている。今回、一部cadaver dissectionの写真を用いて、層ごとの解剖を提示しながら、術式の詳細と実際の症例について、文献的考察を加え、紹介・報告する。

Cadaver Dissection

1. 皮弁形成 (Fig. 1A)

表皮・真皮までの層で皮弁を形成し翻転すると、浅頸筋膜の層が露出されるが、肉眼ではなかなか確認することが困難なほど退化してしまっていることが多い。そのため実際には広頸筋、上方では胸鎖乳突筋を包む深頸筋膜(浅葉)が露出される。広頸筋が存在するよりも上方で、深頸筋膜浅葉下を走行する大耳介神経を損傷しないよう注意を要する。

広頸筋は、この手術において切離される唯一の筋肉であり、それを行い展開すると、広く術野に胸鎖乳突筋およびそれを包む深頸筋膜が露出される。

2. 深頸筋膜の剝離

胸鎖乳突筋と深頸筋膜を十分に剝離することが、この手術におけるなによりのポイントと考えている(Fig. 1C)。深頸筋膜浅葉は上方で後頭骨骨膜と癒合しているため、固く組織と癒合しているが、丁寧に操作をすれば、胸鎖乳突筋の付着部である乳様突起まで十分に剝離可能である。この段階で胸鎖乳突筋前縁の可動性が高まり(Fig. 1D)、C1の横突起を容易に露出させることが可能となる。

3. 頸動脈鞘切開

深頸筋膜の一部からなる頸動脈鞘(Fig. 2A)を切開し、展開していく。この時点でC1レベルまで容易に達していることがわかる(Fig. 2B)。内頸静脈およびその内外側(症例により相違)を走行する副神経に注意を要する。

4. 頸動脈鞘の展開

頸動脈鞘を展開すると、総頸動脈から内頸動脈がひろく露出される(Fig. 2C)。実際の手術手技上のポイントとし

Fig. 2 Anatomy of the carotid sheath.
A: Exposure of the deep cervical fascia (magnification of Fig. 1D).
B: Opening of the deep cervical fascia.
C: Anatomy under the deep cervical fascia. Note that the transverse process of the atlas and the 11th nerve were seen.

Fig. 3 Exposure of the high cervical portion of the internal carotid artery.
A: High cervical portion of the IC was exposed after retraction of the internal jugular vein. **B:** Styloid process and muscles were exposed after dissection of the posterior cervical muscles. **C:** Exposure of the styloid process. **D:** Removal of the styloid process. Note that the orifice of the carotid canal was seen.

Fig. 4 Pre- and postoperative images of the representative case.
A: Preoperative 3D-CT angiography of the right carotid artery.
B: Preoperative 3D-CT angiography of the left carotid artery.
C, D: Postoperative MR angiography. Note that the stenosis of Lt. IC was improved.

ては、顔面静脈のネットワークが発達しているため鈍的操作を避けること、また、舌下神経の直接損傷を防ぐべく、頸神経ワナを十分下方で確保し、それを上方に辿るようにアプローチしている。

また、頸動脈管入口部ではその外側に存在する styloid process およびそれに付着する筋群 (stylohyoid, stylopharyngeus, styloglossus muscles) の処理により、同部位まで内頸動脈を露出させることが可能となる (**Fig. 3A, B, C, and D**)。

症 例

69 歳女性。当院循環器科で高血圧、狭心症、腎不全にて内服加療中であった。全体的に動脈硬化が強く予想されたため頭頸部血管精査施行。両側内頸動脈狭窄指摘され、当科紹介となった。当科初診時、神経学的異常所見を認めず、石灰化を伴っていたため詳細評価困難ではあったが 3D-CT 上、右内頸動脈に約 60%、左内頸動脈に 90% 以上の狭窄を認めた (**Fig. 4A, B, C, and D**)。無症候性病変ではあったが高度狭窄であること、また、当科初診時の血液学的検査上、BUN 55.0 mg/dl, Cre 3.00 mg/dl であり、血管内治療は困難と判断したことから、CEA を施行することとなった。

手術手技

体位は仰臥位で、頭頸部を右側に約 60°回旋させた状態とし、肩枕を入れ、上体を傾斜させたのち、さらに術野をできるだけ一平面として大きく確保する目的で、頸部も右側に伸展、下顎を挙上させる。ついで、サージカルテープを使用し、左肩を尾側へわずかに牽引しておき、頭部を馬蹄型ヘッドレストで固定したのち、上体全体を約 20°挙上させ、逆ジャックナイフ体位とする。

頸部皺に沿って約 10 cm の切開線を置き、それを乳様突起後方にまで延長させる 'L 字型' の切開線を整容上の理由から用いることが多い (**Fig. 1B**)。表皮・真皮を切開し、皮下脂肪層を露出、バイポーラ電気メスで止血していくが、この際、無血術野を得るべく、丹念に止血を行っていくことが肝要である。

皮下で皮弁を翻転したのち、広頸筋を露出し、モノポーラ電気メスで同筋を切開すると、筋下層に脂肪層をみることが多い。これを胸鎖乳突筋が露出するまで分けていくと、その外側に外頸静脈および、広頸筋上端よりさらに上方を走行する大耳介神経が確認できる。大耳介神経は、広頸筋より上方で深頸筋膜外側の脂肪層内を走行しており、術操作の際には、損傷させないように注意が必要である。

Fig. 5 Intraoperative photographs.
upper: exposure of the deep cervical fascia.
lower: opening of the deep cervical fascia.

胸鎖乳突筋前縁およびその表層を覆う深頸筋膜を確認し、これを剥離したのち、筋膜を前方(耳下腺側)に牽引、胸鎖乳突筋の前縁を露出する。さらにその後、胸鎖乳突筋と胸鎖乳突筋前縁に位置する深頸筋膜を剥離し、胸鎖乳突筋を後方に牽引するが、このとき、C1 横突起が触知確認できるまで上方を十分に展開していくことが重要である。展開後、筋膜ごと前方に牽引することで、耳下腺および顔面神経がこの筋膜で覆われることとなり、頸動脈鞘内外の区別がしやすく、これら周囲の主要構造物の術操作による損傷を極力防ぐことができる。

胸鎖乳突筋の上方付着部は乳様突起であるため、胸鎖乳突筋の前縁で付着部に向かって筋膜を上方へ剥離していくことにより、C1 レベルよりもさらに上方まで術野を展開することが可能となる。上方剥離に関しては、下方に比すと、筋膜付着が格段に強固であり、展開するのに難渋することが懸念されるが、丁寧に剥離していけば、特に困難な操作ではないと考えている。これは、高位病変で安全な術野を得るためのアプローチにおいて、われわれが最も重要なポイントとしている操作である(**Fig. 5 upper**)。

さらに胸鎖乳突筋を後方に牽引すると、内頸静脈が容易に透見されるが、このように後方から臨むアプローチによって、下顎角が術野の妨げとなるのを極力抑えることができ、より広い術野が得やすくなる。術野を横断するよう

走行し、内頸静脈前縁で内頸静脈に灌流する顔面静脈(**Fig. 5 lower**)は、さまざまなネットワークを形成しているため、無暗な鈍的剥離操作をせず、バイポーラ電気メスでの丁寧な凝固・切離や、結紮処理操作が必要となる。

内頸静脈を後方に牽引し、頸動脈鞘内の頸神経ワナを確認し、それを上方にたどれば舌下神経本幹が現れてくるが、先にも述べたとおり、直接損傷を避けるべく、十分下方より頸神経ワナを確保し、それを上方に辿ることに留意している。通常、舌下神経はC3 レベルの上縁で内・外頸動脈を横断しており、この術野でもほぼ真ん中で確認できる(**Fig. 6 upper**)。また、内頸静脈近傍を走行する副神経が、本症例においては内頸静脈の内側を走行していたがこの時点で確認でき、内頸動脈はC1 レベルより上方まで露出されている。

上記操作の後、0.5% キシロカイン 0.3 cc で頸動脈洞ブロックし、ヘパリンナトリウム 5,000 単位、チオペンタールナトリウム 100 mg を静脈注射後、ACT が 250-350 程度であることを確認してから、動脈瘤用のテンポラリークリップで外頸動脈およびその分枝(本症例では上甲状腺動脈、舌動脈、顔面動脈)を、また、パーマネントクリップで内・外頸動脈を、総頸動脈においては、ブルドッグ鉗子を用いて血流を遮断する。

ついで、総頸動脈から内頸動脈にかけてスピッツメスで

Fig. 6 Intraoperative photographs.
upper: The internal carotid artery was exposed over the 12th nerve.
lower: The transverse process of the atlas and the 11th nerve was exposed.

Fig. 7 Preoperative 3D-CT of other cases. White arrows show upper limits of the lesions.

切開後，シャントチューブ（当施設では Pruitt-Inahara Carotid shunt with T-Port 8F もしくは 9F を使用．本症例では 8F を使用）を挿入（**Fig. 6** lower）し，剝離子と鑷子を用いてプラークを剝離したのち，血管内腔をヘパリン生

理食塩水で洗浄しながら，鑷子でプラーク周囲内膜をトリミングする．断端処理はマイクロハサミを用いて鋭的に行っている．縫合は 7-0 プロリン糸を用い，動脈切開の両端へ stay suture を置き，それらを始点として両端から縫

合していく。シャントチューブ抜去後、両側の糸を縫合し、外頸動脈およびその分枝、内頸動脈の順に遮断解除する。最後に総頸動脈の遮断解除を行うが、この際、内頸動脈を1-2秒ほど徒手的に圧迫し、血管内微小血栓を外頸動脈側に誘導させたのち、徒手圧迫を解除している。

すべての遮断解除後、縫合部を観察し、止血が確実に確認できれば、フィブリン糊を貼付し、マイクロ操作を終了とする。以降は、3-0モノフィラメント吸収糸を用いて、頸動脈鞘、胸鎖乳突筋筋膜を単結節縫合、真皮を5-0モノフィラメント吸収糸で埋没縫合、最後に表皮をステープラーで固定して、閉創とする。

結 果

2006年より2011年の間に、病変がC1レベルまたはその付近にまでおよぶ「超」高位病変4症例に対し本アプローチを施行。術中SEPモニターによる判断を行い、本症例を含む2例にシャントチューブを使用した。他3例の術前写真をFig. 7に示す。いずれの症例においても虚血および脳神経症状などの合併症をみなかった。

考 察

最近、高齢者や高位病変の患者はいわゆるハイリスク症例とされ、血管内治療の適応となることが多くなってきている¹¹⁾。これまでの高位病変に対するアプローチとしては、経鼻挿管、顎二腹筋切断、後頭動脈切断、下顎角の切除、顎関節の脱臼処置などの工夫が報告されており²⁾⁴⁾¹²⁾、その他の手法としては、頸神経ワナの切断や頸動脈背面へのガーゼ挿入による内頸動脈の回旋挙上なども報告されているが⁸⁾、われわれのアプローチ法では、高位病変の露出に際し、胸鎖乳突筋の前縁で同筋付着部である乳様突起に向かって深頸筋膜を上方に十分剥離していくことをポイントとしている。

この上方剥離に関しては、下方に比すと筋膜付着が格段に強固であることから、一般的には剥離に難渋するものと懸念されるが、その理由としては深頸筋膜が、上方においては、下顎底全体から乳様突起、後頭骨上項線に掛けて骨膜と融合していくという解剖学的特徴による。また下顎角と胸鎖乳突筋前縁との間で、その融合は特に強固とされているが³⁾、マイクロハサミなどを用いて、丁寧に鋭的剥離していけば、特に困難を要する操作ではない。

さらに、下顎骨と乳様突起との間にある耳下腺は耳下腺筋膜(深頸筋膜浅葉の続き)で覆われているため、胸鎖乳突筋前縁での筋膜上方剥離の際、耳下腺筋膜を前方に翻転することで耳下腺ならびに耳下腺内部を貫く顔面神経およびその末梢枝を筋膜そのもので保護することができ、術中操作による損傷を極力防ぐことができる。

このように、頸部の膜構造を理解した解剖に基づく層ごとの丁寧な鋭的剥離を行うことで、侵襲性が少なく、かつ安全にC1レベル以上までの高位病変の露出が遂行可能となる。

結 語

病変がC1レベルにまでおよぶ「超」高位病変に対するアプローチでは、十分なhead rotationを行い、従来の方法よりさらに後方からの術野の確保が重要であり、また、頸部の膜構造を理解した正確な解剖に基づく層ごとの鋭的剥離が重要であると考えられる。

文 献

- 1) Barnet HJ, Taylor DW, Eliasziw M, *et al*: Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. *N Engl J Med* 339: 1415-1425, 1998
- 2) Batzdorf U, Gregorius FK: Surgical exposure of the high cervical carotid artery: experimental study and review. *Neurosurgery* 13: 657-661, 1984
- 3) Berkovitz Barry KB: GRAY'S Anatomy, Thirty-ninth edition, Churchill Livingstone Elsevier, Spain, 2005, pp541-543
- 4) Dichtel WJ, Miller RH, Feliciano DV, *et al*: Lateral mandibulotomy: a technique of exposure for penetrating injury of the internal carotid artery at the base of the skull. *Laryngoscope* 94: 1140-1144, 1984
- 5) 遠藤俊郎, 林 央周, 平島 豊: シャントシステムを用いないCEA. *No-Shinkei-Geka* 29: 605-615, 2001
- 6) European Carotid Surgery trialists' Collaborative Group: Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial (ECST). *Lancet* 351: 1379-1387, 1998
- 7) Executive committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study: Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 273: 1424-1428, 1995
- 8) 林 央周, 堀恵美子, 秋岡直樹: 高位頸動脈狭窄病変に対する頸動脈血栓内膜剥離術の問題点と手術手技, *脳卒中の外科* 36: 163-167, 2006
- 9) MRC Asymptomatic Carotid Surgery Trial (ACST) Collaborative Group: Prevention of disabling and fatal strokes by successful carotid endarterectomy in patients without recent neurological symptoms: randomized controlled trial. *Lancet* 363: 1494-1502, 2001
- 10) 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
- 11) 坂井信幸: 経皮的血管形成術(PTA, ステンントを含む). 小林祥泰(監修): 脳卒中ナビゲーター, メディカルレビュー社, 東京, 2002, pp274-277
- 12) Yamamoto I, Ikeda A, Shimoda M, *et al*: Surgical treatment of extracranial distal internal carotid artery dissecting aneurysm. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 32: 21-27, 1992