頭蓋外椎骨動脈狭窄・閉塞性疾患に対する血行再建術

小笠原 邦 昭   小 川   彰

Reconstructive Surgery for Occlusive Disease of Extracranial Vertebral Artery

by

Kuniaki Ogasawara, M.D., and Akira Ogawa, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Iwate Medical University

Recently, the number of patients with atherosclerotic vertebrobasilar occlusive disease has increased. Various surgical treatments such as vertebral endarterectomy, vertebral to carotid transposition, vertebral to subclavian transposition or vertebral to carotid bypass using graft have been reported for extracranial vertebral artery occlusive disease. However, which technique should be applied to each pathological condition has not been sufficiently studied.

Based on our experiences, vertebral to subclavian artery transposition is the best vascular reconstruction for cases of atherosclerotic stenosis at the origin of the vertebral artery when severe atherosclerotic lesions of the subclavian artery are absent. There are the following reasons for the opinion: serious surgical complications are rarely encountered, temporary occlusion of the common carotid artery is unnecessary, the cerebral blood pathway after surgery is natural, and the long-term patency rate of the anastomosis is good.

On the other hand, external carotid artery-vertebral artery bypass using saphenous vein graft is the better vascular reconstruction than superficial temporal artery-superior cerebellar artery anastomosis for cases of occlusion of the vertebral artery at its origin with distal portion of the artery perfused by the collaterals.

(Received June 28, 2002; accepted August 7, 2002)

Key words: extracranial vertebral artery occlusive disease, vertebral to subclavian artery transposition, external carotid artery-vertebral artery bypass

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 11: 783-788, 2002

はじめに

近年、生活習慣病の増加および非侵襲的診断法の発達により、本邦においても頭蓋外頸部動脈閉塞性病変の頻度が急激に増加している。なかでも椎骨-脳底動脈系病変の占める割合は少なくないことが、以前より指摘されている³⁾。また、椎骨-脳底動脈系の一過性脳虚血発作例では、stroke への移行率が anterior circulation のものと変わらないばかりか、1 年以内ではむしろ高いとするもの

がある⁸⁾。さらに、いったん stroke に移行した場合の死亡率は、anterior circulation に比し、かなり高率であるとする報告もみられる¹⁰⁾。それにもかかわらず、本邦においてはこの病変に対する外科的血行再建術の報告はまれであり、ポピュラーな手技とはいえない。

本稿では、頭蓋外椎骨動脈狭窄・閉塞性疾患に対する血行再建術につき、著者らの考えも含め、概説する。

岩手医科大学脳神経外科／〒020-8505 盛岡市内丸 19-1〔連絡先：小笠原邦昭〕

Address reprint requests to: Kuniaki Ogasawara, M.D., Department of Neurosurgery, Iwate Medical University, 19-1 Uchimaru, Morioka-shi, Iwate 020-8505, Japan

Fig. 1 Position and skin incision

椎骨動脈の局所解剖と閉塞性病変の原因

椎骨動脈は以下のように4つのsegmentに分けることができる²⁾。

First segment: 鎖骨下動脈を出て長頸筋と前斜角筋の間を走り、C₆横突孔に入るまでの部分。

Second segment: axisの横突孔に入るまでの部分。

Third segment: axisから出て側後方に向かい、atlasの横突孔を経てatlando-occipital membraneに至る部分。

Fourth segment: 硬膜-クモ膜下にある部分。

Second segment以降末梢の頭蓋外椎骨動脈においては、骨成分あるいは軟部組織による外からの圧迫が狭窄、閉塞の原因となるが、頻度的にはまれである。First segment, 特に起始部における動脈硬化性病変は、頭蓋外椎骨動脈の狭窄・閉塞性病変の原因として圧倒的に多い。

椎骨動脈起始部狭窄症に対する血行再建術

① 手術適応

椎骨-脳底動脈系の一過性脳虚血発作あるいは完成卒中を呈し、脳血管撮影上、優位側椎骨動脈起始部の70～75%以上の狭窄を認めるかあるいは、両側椎骨動脈起始部の50～75%以上の狭窄を認める症例とされている¹⁾¹³⁾。

② 椎骨動脈起始部血栓内膜剝離術

血栓内膜剝離術は、初期には椎骨動脈起始部狭窄症の血行再建術の主流であった⁴⁾¹¹⁾¹⁴⁾。この手術のアプローチは、開胸するもの、胸骨切開から縦隔経由のもの、鎖骨切除を行うもの、鎖骨上経由などさまざまであり、ま

た血栓内膜剝離術も、鎖骨下動脈の動脈切開から行うものや椎骨動脈の動脈切開から行うものなどが報告された。しかし、椎骨動脈は鎖骨下動脈あるいは頸動脈に比して動脈壁が薄くて弱く、primary sutureが困難であること、椎骨動脈は血管径が小さく内膜剝離後も十分な拡張が得られず、patch graftの使用が必要となることなどから、椎骨動脈のみの切開による内膜剝離術は行われなくなってきた。一方、鎖骨下動脈切開からの椎骨動脈起始部内膜剝離術においても、椎骨動脈分岐部が低位の症例では、鎖骨上経由では椎骨動脈の内膜剝離術が困難であり、開胸や胸骨切開、鎖骨除去が必要となり、次に述べるtranspositionに比して侵襲が大きくなることから徐々に行われなくなってきた。

③ 椎骨動脈起始部 transposition

この手術法にはvertebral to carotid transpositionとvertebral to subclavian transpositionの2つがある⁵⁾¹³⁾。前者の方が椎骨動脈起始部狭窄症に対する血行再建術の主流となっているが、その理由として以下の2点が挙げられる。1つには、この部の手術が大動脈や無名動脈、鎖骨下動脈などの大動脈病変の手術から、主に血管外科医の手によって発達してきたこと、またもう1つは、欧米においては椎骨動脈起始部狭窄症の多くは鎖骨下動脈硬化性病変と合併しており、donorとしての鎖骨下動脈の使用が困難な症例が少なくなかったことである。

しかし、本邦では鎖骨下動脈硬化性病変の合併は少なく、吻合血管のdonorとして鎖骨下動脈を使うことに大きな問題はない。さらに、vertebral to subclavian transpositionの最大の利点は、総頸動脈の遮断を要せず、最低限の脳灌流血管の遮断で手術が可能なことである。また、吻合後の血流路が生理的であることの利点もあり、鎖骨下動脈に硬化性病変がない場合は、本法を手術の第一選択とすべきであると考えられる。

④ Vertebral to subclavian transposition の手術手技¹³⁾

仰臥位で上体を挙上し、頭部は下げて術野が最も高い体位をとる。Fig. 1のように皮膚切開後、その直下でplatysmaを切断する。次いで、胸鎖乳突筋の胸骨頭と鎖骨頭を確認し、この間を剝離分離し、胸骨頭を腱の部分で後に再縫合できるように結紮して切断する。胸骨頭を翻転すると、内側にmusculus sternothyroideus, musculus sternohyoideus, 外側に胸鎖乳突筋の鎖骨頭、下辺は鎖骨の三辺に囲まれた三角が確認され、この部は疎な脂肪組織とリンパ節からなっている。この部を剝離し、小

動脈を確認する。この動脈は thyrocervical trunk であり、これを中枢側に向かって剥離すると鎖骨下動脈が確認される。

本手術では総頸動脈の剥離は必要なく、また胸管、迷走神経、反回神経などの位置関係からみて、頸静脈の外側からの侵入が安全である。鎖骨下動脈を中枢側および末梢側に剥離しつつ、これから分岐する internal thoracic artery, costocervical trunk を剥離する。costocervical trunk は鎖骨下動脈の背側から分岐しているので注意を要する。最後に椎骨動脈の剥離を行う (Fig. 2)。この剥離は第 6 頸椎横突孔まで行い、さらに鎖骨下動脈からの分岐直後で横断する星状神経節を部分的に切断し、椎骨動脈に可動性をもたせる。鎖骨下動脈の背側の剥離は鎖骨下動脈の可動性を増し、血管背側にガーゼを敷くことにより、吻合の術野を浅くすることができる。これは、椎骨動脈に余裕をもたせ吻合を容易にするばかりでなく、吻合後ガーゼを除去すると鎖骨下動脈の挙上が解除され、椎骨動脈が下方に牽引され、椎骨動脈を蛇行なく走行させるのに有用である。

internal thoracic artery, thyrocervical trunk, costocervical trunk を遮断し、次いで末梢側の鎖骨下動脈、中枢側鎖骨下動脈、椎骨動脈を遮断する。分枝の遮断には脳動脈瘤用の clip を用いる。鎖骨下動脈の遮断には 90 度アングルの血管鉗子が有用である。また術中の不測の出血に備え、中枢側の鎖骨下動脈に vessel tape をかけておく。

椎骨動脈を起始部にて結紮切断し、末梢側の椎骨動脈の断端を形成する。このとき動脈硬化性病変により内膜肥厚が著しい場合には、椎骨動脈の断端部の内膜剥離術を追加する (Fig. 3)。鎖骨下動脈は椎骨動脈の太さに合わせ、血管パンチを用いてパンチアウトする。吻合糸は 7-0 ナイロンかゴアテックスを用いる。最も深い対側に 2 針の stay suture を並べて置き、互いに離れるように連続縫合を行う。円周 1/3 まで連続縫合を終了したら、この部に stay suture を置き、最後に手前の 1/3 の縫合を行う。

鎖骨下動脈末梢部の遮断を解除し、次いで椎骨動脈を解除後再遮断する。中枢側鎖骨下動脈の遮断を解除し、最後に椎骨動脈の遮断を解除する (Fig. 4, 5)。

⑤ Vertebral to subclavian transposition の周術期合併症、遠隔転帰および再狭窄率

1. 周術期合併症

椎骨動脈剥離の際に、鎖骨下動脈からの分岐直後で横断する星状神経節を部分的に切断しなければならない。このため術直後に全例に Horner 症候群を認める。また、

Fig. 2 Exposure of the subclavian (SA), vertebral (VA), internal thoracic (ITA) and thyrocervical arteries (TCA)

Fig. 3 Techniques of the atheroma removal in cases with extended stenosis of the vertebral artery

左側の手術にて胸管損傷によるリンパ漏が出現することがある。リンパ漏が出現した場合、漏の自然閉鎖は望めないで、早期の再手術が必要である。そのほかまれながら反回神経、腕神経などの麻痺が認められることがあるが、直接損傷でなければ一過性である。椎骨動脈遮断による脳虚血合併症については、われわれは経験していない。

A : Before trasposition   B : After transposition
Fig. 4 Intraoperative findings

Fig. 6 Changes of degree of stenosis before and after surgery

A/B Fig. 8 Intraoperative angiograms of external carotid artery-vertebral artery bypass using saphenous vein graft
A : Vertebral artery-saphenous vein anastomosis
B : Saphenous vein-external carotid artery anastomosis

A : Before surgery   B : After surgery
Fig. 5 Angiograms of a patient with stenosis of the left vertebral artery at its origin

Fig. 7 Angiograms of a patient with occlusion of the left vertebral artery at its origin
A : Before surgery. Distal portion of the left vertebral artery is perfused by the muscle branches of the costocervical trunk preoperatively.
B : After surgery. Postoperative left common carotid angiogram shows excellent filling of the vertebral artery via the bypass graft.

2. 遠隔転帰

遠隔転帰については、まとまった報告がないため、われわれの成績を述べる¹²⁾。6カ月～14年（平均7.8年）の追跡期間で53例中7例（13%）が死亡した。死因の内訳は心筋梗塞3例、悪性新生物2例、腎不全1例、糖尿病1例で、頸部頸動脈内膜剥離術後と同様に心筋梗塞による死亡が最多であった。脳虚血症状の再発は3例（5.7%）に認められた。いずれも内頸動脈灌流域の脳虚血によるものであり、椎骨-脳底動脈領域の脳虚血症状の再発は認められなかった。

3. 再狭窄率

NASCETの狭窄度測定法を椎骨動脈起始部に適応し、われわれの43例で再狭窄率を検討してみた（Fig. 6）。術後1カ月では全例狭窄度は25%以下に改善しており、術後6カ月～8年（平均3.6年）の時点でも、統計学的に有意な狭窄度の変化はなく、1例のみが40%の狭窄度を呈したのみであった。このことから、本法の再狭窄率は正常に低いものと考えられる。

椎骨動脈起始部閉塞症に対する血行再建術

① 手術適応と術式選択

椎骨-脳底動脈系の一過性脳虚血発作あるいは完成卒中、とくに繰り返す薬物抵抗性のめまいはよい適応である。脳血管撮影上、優位側椎骨動脈の閉塞あるいは、対側椎骨動脈の狭窄・閉塞を伴う椎骨動脈の閉塞に適応とする。

椎骨動脈閉塞症に対する血行再建術の術式を選択する際には、その閉塞部位が問題となる。すなわち閉塞部位が頭蓋内であれば、浅側頭動脈-上小脳動脈吻合術が選択される。しかし、筋枝等を介して閉塞部位より末梢の椎骨動脈 second segment が造影される椎骨動脈閉塞症においては（Fig. 7）、「脳の血行再建はできうるかぎり中枢側（心臓側）から行う」という原則に従い、椎骨動脈に対し順行性の血流が得られる外頸動脈-頸部椎骨動脈バイパス術を選択すべきと考える。

② 外頸動脈-頸部椎骨動脈バイパス術の手術手技

通常の頸部頸動脈内膜剥離術の体位、皮膚切開を行う。総頸動脈を露出、剥離後、外頸動脈を剥離し、donorとしての吻合の準備をしておく。次いで頸動脈を内側に圧排し、開存し健常部と思われる頸椎横突孔前面の長頸筋、靱帯を除去し、横突孔を開放する。さらに横突孔の中を走っている椎骨動脈周囲の静脈叢を除去する。このとき静脈叢よりかなりの出血がみられる。recipientとしての

椎骨動脈に対する吻合の準備後、graftとして用いる伏在静脈の中枢側と椎骨動脈とを吻合する（Fig. 8）。その後、伏在静脈の末梢側と外頸動脈とを吻合する（Fig. 8）。このとき、吻合部がねじれないように、なるべく外頸動脈の裏に吻合する。また、graftとねじれ・圧迫を防ぐ目的で、人工血管でgraftを被うことも必要である。

③ 外頸動脈-頸部椎骨動脈バイパス術の周術期合併症および遠隔転帰

われわれは7例に対し本法を行っているが、周術期合併症は認めなかった。また、術後は全例にバイパスの開存とバイパスからの椎骨動脈末梢部の良好な造影を認めている（Fig. 7）。しかし、その長期開存率については現在のところ不明である。

おわりに

頸部頸動脈狭窄症に対する内膜剥離術は、evidenceのある治療法として確立されている⁹⁾。また頸動脈閉塞症に対するバイパス術も、その有効性についての共同研究が現在行われている⁶⁾⁷⁾。しかし、頸部椎骨動脈狭窄・閉塞性病変に対する外科治療に関しては、stentingも含めevidenceはない。今後、さらにこの病変が増加することが予想され、外科治療の有用性の有無を証明する必要があると思われる。

文 献

- 1) Berguer R, Flynn LM, Kline RA, Caplan L: Surgical reconstruction of the extracranial vertebral artery: Management and outcome. *J Vasc Surg* 31: 9-18, 2000.
- 2) Carney AL: Vertebral artery surgery: Historical development, basic concepts of brain hemodynamics, and clinical experience of 102 cases: Diagnosis and treatment of brain ischemia. in Carney AL, Anderson EM (eds): *Advance in Neurology*, vol. 30. New York, Raven Press, 1981, pp. 249-282.
- 3) Cartilidge NEF, Whisnant JP, Elveback LR: Carotid and vertebral-basilar transient ischemic attacks: A community study. *Minnesota Mayo Clin Proc* 52: 117-120, 1997.
- 4) Cormier JM, Laurian C: Surgical management of vertebral-basilar insufficiency. *J Cardiovasc Surg* 17: 205-223, 1976.
- 5) Edwards WH, Mulherin JL Jr: The surgical approach to significant stenosis of vertebral and subclavian arteries. *Surgery* 87: 20-28, 1980.
- 6) JET Study Group: Japanese EC-IC Bypass Trial (JET Study): study design と 中間解析結果. 脳卒中の外科 30: 97-100, 2002.
- 7) JET Study Group: Japanese EC-IC Bypass Trial (JET Study): 中間解析結果(第二報). 脳卒中の外科(in press)
- 8) Jones HR Jr, Millikan CH, Sandok BA: Temporal profile

- (clinical course) of acute vertebrobasilar system cerebral infarction. *Stroke* 11: 173-177, 1980.
- 9) Moore WS, Barnett HJ, Beebe HG, Bernstein EF, Brener BJ, Brott T, Caplan LR, Day A, Goldstone J, Hobson RW II, Kempczinski RF, Matchar DB, Mayberg MR, Nicolaidis AN, Norris JW, Ricotta JJ, Robertson T, Rutherford RB, Thomas D, Toole JF, Trout HH III, Wiebers DO: Guidelines for carotid endarterectomy: A multidisciplinary consensus statement from the Ad Hoc Committee, American Heart Association. *Stroke* 26: 188-201, 1995.
  - 10) Moufarrij NA, Little JR, Furlan AJ, Williams G, Marzewski DJ: Vertebral artery stenosis: Long-term follow-up. *Stroke* 15: 260-263, 1984.
  - 11) Natali J, Maraval M, Kieffer E: Surgical treatment of stenosis and occlusion of the internal carotid and vertebral arteries. *J Cardiovasc Surg* 13: 4-15, 1972.
  - 12) 小笠原邦昭, 桑田知之, 三浦一之, 紺野 広, 笹生昌之, 奥口 卓, 鈴木倫保, 小川 彰, 桜井芳明: 椎骨動脈起始部狭窄病変に対する vertebral to subclavian transposition の long term outcome. *The Mt. Fuji Workshop on CVD* 17: 199-201, 1999.
  - 13) Ogawa A, Yoshimoto T, Sakurai Y: Treatment of proximal vertebral artery stenosis: Vertebral to subclavian transposition. *Acta Neurochir* 112: 13-18, 1991.
  - 14) Roon AJ, Ehrenfeld WK, Cooke PB, Wylie EJ: Vertebral artery reconstruction. *Am J Surg* 138: 29-36, 1979.

要 旨

頭蓋外椎骨動脈狭窄・閉塞性疾患に対する血行再建術

小笠原邦昭 小川 彰

近年、頭蓋外椎骨動脈閉塞性病変の頻度が増加し、その予後も頸動脈閉塞性病変に比して不良である可能性が指摘されている。また、椎骨動脈起始部における動脈硬化性病変は、頭蓋外椎骨動脈の狭窄・閉塞性病変の原因として圧倒的に多いとされている。椎骨動脈起始部狭窄症に対する血行再建術としては、血栓内膜剝離術、vertebral to carotid transposition および vertebral to subclavian transposition が報告されている。しかし、周術期合併症が少ないこと、総頸動脈の遮断を要せず最低限の脳灌流血管の遮断で手術が可能なこと、吻合後の血流路が生理的であること、再狭窄率が低いことなどから、鎖骨下動脈硬化性病変が重度でない限り、vertebral to subclavian transposition が最も適していると考えられる。

椎骨動脈起始部閉塞症に対する血行再建術としては、側副血行を介して閉塞部位より末梢の頸部椎骨動脈が造影される場合には、椎骨動脈に対し順行性の血流が得られる graft を介した外頸動脈-頸部椎骨動脈バイパス術を選択すべきと考える。

脳外誌 11: 783-788, 2002

「読者の意見 (Letters to the Editor)」原稿募集のお知らせ

本誌では「読者の意見 (Letters to the Editor)」欄を設けています。読者交流の場として意見交換にご利用いただきたく、下記の要領で編集室宛に原稿をお寄せください。

趣 旨: ①掲載論文に対する意見、②編集方針に対する意見、希望などを掲載いたします。①に関しては著者側からのコメントも掲載いたします。

執筆内容: ①本文は図表も含め 1,200 字以内 (文献は 3 個以内、写真・図・表は 1 個以内とし、その数に応じて本文を減じてください)、②筆者

名、所属を明記、③著者側からのコメントは 600 字以内

採 否: 編集委員会で決定いたします。不採用の場合は速やかに連絡いたしますが、理由はお知らせいたしません。また、採否のいかんにかかわらず、原稿は返却いたしません。

そ の 他: 論文掲載後 3 カ月以内に意見をお寄せください。文章は書簡の形式 (口語体) としてください。採用の場合は掲載誌 1 部をお送りいたします。

「脳神経外科ジャーナル」編集委員会