脳幹部海綿状血管腫に対する手術手技 —自験例より midline suboccipital approach の検討—

高木 康志, 菊田健一郎, 野崎 和彦, 橋本 信夫

Surgical Treatment of Brain Stem Cavernous Malformations via Midline Suboccipital Approach

Yasushi TAKAGI, M.D., Ken-Ichiro KIKUTA, M.D., Kazuhiko NOZAKI, M.D., and
Nobuo HASHIMOTO, M.D.

Department of Neurosurgery, Kyoto University, Graduate School of Medicine, Kyoto, Japan

Summary: We reviewed the cases of brain stem cavernous malformation treated at Kyoto University Hospital between 1983 and 2007. We employed a midline suboccipital approach in 15 cases of a total 21 cases. Here we describe the pitfalls of this approach at our institute.

Key words:

- bypass
- double
- single
- donor
- recipient

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 36: 421-426, 2008

はじめに

脳幹部には多くの脳神経核や神経線維束が、狭い範囲に存在しているため、脳幹部海綿状血管腫に対する外科手術は、容易に深刻な神経学的後遺症を引き起こす。一方、脳幹部海綿状血管腫は再出血しやすいことが知られており、その自然歴を考えると外科的治療の持つ役割は重要である⁷⁾¹³⁾。最近 Ferrol ら³⁾は 52 例の脳幹部海綿状血管腫の手術成績を解析し、その出血率を年 3.8%、全体で 34.7% の症例が再出血をきたしたと報告し、手術により、一過性の神経症状の悪化が 29 例中 19 例で認められ、最終的に 10

例で神経症状が残存し、mortality は 1.9% であったと報告している。今回、われわれの施設での脳幹部海綿状血管腫の手術症例をレビューし、その手術手技の pitfall を midline suboccipital approach を用いた症例を元に報告する。

症例と治療成績

京都大学脳神経外科において、1983 年から 2007 年までに 21 例の脳幹部海綿状血管腫の外科的治療を行った。症例は 17 歳から 61 歳 (平均 37 + 13 歳) で、男性 10 例、女性 11 例である。血管腫が主に存在した部位は、延髄 8 例、橋 10 例、中脳 5 例で、手術アプローチは midline suboc-

Fig. 1 Case 1. 17 y.o. female. A, B. Preoperative T2 weighted MR images demonstrate that mixed intensity lesion is located in pons and medulla (A. sagittal view, B. axial view). C. Postoperative T2 weighted MR images shows that the lesion is removed.

A|B|C

Fig. 2 Case 2. 40 y.o. female. A, B. Preoperative T2 weighted MR images demonstrate that mixed intensity lesion is located in pons (A. sagittal view, B. axial view). C. Postoperative T2 weighted MR images shows that the lesion is removed.

A|B|C

capital approach 15例, subtemporal approach 3例, occipital transtentorial approach 1例, posterior transpetrosal approach 2例である。退院時における患者の神経学的所見は改善8例, 不変8例, 悪化5例であった。最近経験した9例においては悪化2例であった。術前後のKarnofsky performance scaleは術前 75 ± 20 であり, 術後は 76 ± 19 であった。その後, 外来経過観察中に再出血をきたした症例は3例であり, その他の症例については神経学的に悪化をみていない。

術中モニタリングとニューロナビゲーション

脳幹部の術中モニタリングとして, sensory evoked potential (SEP)とabducens nerve, facial nerveのモニタリングを行っている。さらに特殊な挿管チューブを用いてglossopharyngeal nerve, vagus nerveのモニタリングとして咽頭部の動きをモニターしている¹²⁾。最近の症例では, 3 tesla MRIによりdiffusion tensor imagingを用いて皮質脊髄路のtractographyを行って, Brain Lab社製neuronavigator上に画像を統合させて, 術中ナビゲーション

を行っている。

アプローチと開頭範囲の選択

血管腫に対してどの部位からアプローチするかについては, 血管腫がくも膜下腔に顔を出しているときはその部位より, そして顔を出していないと考えられるときについては, くも膜下腔から最も浅いと考えられる方向からアプローチする。開頭範囲について, 今回記載する中心となる後頭下開頭においてcerebellomedullary fissureを剥離できるように外側にも十分に開頭を広げ切開を加えるとともに, 血管腫が延髄に及んでいる場合にはC1の切除が必要になる。

手術手技

患者を腹臥位にして, 頭部を水平またはやや頭部を下げる, この際に頭を肩の高さよりあまり下げないように気をつけておかないと, 中脳水道をのぞき込む際に肩がじゃまをすることになる(Fig. 3A)。術者は頭頂側に座り, 頭部をへその下10 cm程度のところにあるように3点固定器で

Fig. 3 Case 1. Intraoperative view. A. Prone position. The patient's neck was set at neutral position. B. T-shaped skin incision is made. C. Suboccipital craniotomy and dural incision was made as shown.

A|B
C

固定する。頭部を股の下に入れることにより、手術中に脇が閉まるようになり、手術の際に動く支点が肘と手首のみになり、道具の安定した、細やかな動きが可能となる。バイポーラーと吸引管は、道具が立つように持ち、深い術野での細かい動きが可能となるようにする。head downする角度はMRI sagittal viewと術前ナビゲーターの画像を元にシミュレーションし決定する。このときに頭部をやや高めに固定し術野が頸部より深くならないようにし、顕微鏡を入れる際に邪魔にならないように、そして術野が深くならないようにする。皮膚切開は、教科書どおり正中線上切開でもよいが、図のようにT字形に切開を加えると側方に術野が展開しやすい、後頭部は皮膚が厚いため、この切開で術後に傷の治癒が問題になった経験はない(Fig. 3B)。開頭は小脳 tonsil が剥離でき、外側へ retract できるように側方に十分に削除する。硬膜切開はまず cerebellomedullary cistern か cisterna magna の部分から行い、そのまま膜を切開し髄液をまず排出する(Fig. 3C, Fig. 4A)。硬膜は図のように横に切開し、その部分にガーゼを敷き詰めると術中の血液のたれ込みが少ない(Fig. 3C, Fig. 4A)。

まず tonsil 周囲のくも膜を側方に十分に切開、剥離し、tonsil を外側、頭側へ retract し、第4脳室底を覗き込みどの部分まで approach 可能か確認する。tonsil の発達の程度は個人によって異なるため、この処置のみで第4脳室底の十分な露出が得られる場合もある。さらに第4脳室底の頭側へ approach するには、Matsushima ら¹¹⁾の報告に従

い、まず taenia を lateral recess へ向かって切開を加え、tonsil の可動性を増すようにする(Fig. 4B 矢印)。これでも十分な術野が得られない場合は、uvulotonsillar space を剥離切開し(Fig. 4C 矢印)、さらに第4脳室底の頭側が十分に露出できるようにする。このような操作を加えることにより、中脳水道付近まで、第4脳室底に approach できる。また、前に述べたように頭部を肩の高さよりあまり下げないように固定しておく、尾側からのぞき込む場合に、肩がじゃまにならない、また頭部を低く固定していることは、肩越しに中脳水道付近にアプローチする際に有用である。

第4脳室底が露出されると上記に示した脳神経のモニターにて脳神経の走行を確認し(Fig. 4D)、病変にどの位置から到達するのかを決定する。しばしば hematoma により第4脳室底の構造は偏位しており、髄条が解剖学的指標となるのみであることがあり、モニターによる確認は必須である。脳表から病変が透見できる場合には、その部位に切開を加えて approach するほうが結果的には、脳幹におけるダメージを最小限にできると考えている(Fig. 4D, E)。透見できない場合には京島らが提唱した approach に準じて切開を加える。血管腫に到達すると、周囲の組織にダメージを加えないように剥離を始める。この際に hematoma が存在していれば剥離面を作りやすいため、出血後の hematoma が残存している時期(出血後1カ月程度)が手術に踏み切るよいタイミングである。剥離にあたっては顕微鏡の光軸を頻繁に動かして、小さい間口からなるだけ広

Fig. 4 Case 2. Intraoperative view. A. Arachnoid is sharply dissected. B. The left side of tinea (arrow) was dissected toward lateral recess. C. The left side of tinea in uvulotonsillar space (arrow) was sharply dissected. D. The direction of facial nerve is confirmed by VII nerve stimulator. E. The floor of 4th ventricle is dissected just on the hematoma. F. Cavernous malformation is totally removed.

A	B
C	D
E	F

い範囲の病変に対処できるようにする。そのためにバイポーラーはCodman社製の非常に細くて長いMalis Non-stick Mirror Finish Bipolarを用いている(Fig. 4F)。血管腫は一塊にして摘出できるに越したことはないが、最も重要なことは周囲組織へのダメージを最小限にすることがであるために、piece by pieceに摘出することもある。その際に取り残しが起こらないように剥離面の確認を十分に行う。血管腫をあまりにバイポーラーで焼きながら摘出していると周囲との境界を見失うためにless coagulationを心がける。摘出に熱中し血管腫の深さに顕微鏡の焦点を合わせ続けていると、第4脳室底を損傷することがあり、常に切開部分と脳神経のモニターの確認をすることが重要である。

〈症例1〉17歳女性、脳幹出血による外転神経麻痺と顔

面神経麻痺で発症した。その後数回の出血のエピソードがある。入院時、軽い顔面神経麻痺を認めた。術前MRIにおいては橋から延髄にかけて存在する病変を認めた(Fig. 1A-C)。病変は第4脳室に面しており、midline suboccipital approachが選択された。術後、右半身の深部知覚低下が新たに生じたが独歩で退院した。

〈症例2〉40歳女性、入院時、脳幹出血によるV, VI, VII, IX, X nerve palsyと左片麻痺、左半身の温痛覚の低下を認めた。術前MRIにおいては橋に存在する病変を認めた(Fig. 2A-C)。病変は第4脳室に面しており、midline suboccipital approachによる摘出が行われた。術後、症状の改善は認めしたが、リハビリテーション施行のために転院した。

考 察

海綿状血管腫は先天性疾患であると考えられているが、以前に思われていたように出血しにくい安定した病変ではなく、小出血や、血管の血栓化などをとおしてdynamicに変化していく病変であることが、最近の研究で明らかとなってきた²⁾¹⁴⁾¹⁶⁾。さらに脳幹部海綿状血管腫は、他の部位の海綿状血管腫と比較して年間出血率が高いことが報告されている⁴⁾⁷⁾¹³⁾。Kupersmithら⁷⁾は2.46%の年間出血率を報告し、Wangら¹⁷⁾は6%の年間出血率と報告している。そしていったん出血すると、再出血率は上昇し、その再出血率は年20-30%台という報告が中心である³⁾⁴⁾⁷⁾¹³⁾¹⁵⁾¹⁷⁾¹⁸⁾。このような報告と、術中モニターや微小解剖の発展により最近積極的に摘出術が施行されるようになってきている。さらに最近gamma knifeによる治療も試みられているが、出血予防に関して満足のある結果は得られていない¹⁰⁾。手術成績についても、手術法の発達により、各施設ほぼ同様のデータが得られるようになってきている。1991年にZimmermanら¹⁸⁾は16例の手術で4例において術後症状の悪化を認めたと報告し、1999年にPorterら¹³⁾は86例の手術で9例に重篤なmorbidityまたはmortalityを認め、61例にgood recoveryを認めたとしている。さらに2000年にSteinbergら¹⁵⁾は42例の報告で、3例が症状が悪化したと報告している。最も大きなシリーズである2003年のWangら¹⁷⁾の報告では、137例の報告で72.3%に同様または症状の改善を認めたと報告している。最も最近のFerroliら³⁾の報告では52例の報告で81%に同様または改善を認めている。われわれの施設では2004年に13例の脳幹部海綿状血管腫において3例に再出血により術後十分な症状改善が得られていないと報告している⁶⁾。今回のまとめにおいては21例中5例で術後早期に症状の悪化を認めている。

脳幹部海綿状血管腫に対しては、そのlocationによりさまざまなapproachが報告されている。主なapproachとして、病変が脳幹部のlateralに偏っている場合には、petrosal approachを併用したsubtemporal approachやlateral suboccipital approachが主に用いられるのに対し³⁾⁵⁾、dorsalに偏っている場合にはmidlineからのapproachが主に用いられる³⁾。midlineからのapproachとしては、病変の位置により、occipital transtentorial approach, supracerebellar transtentorial approachやmidline suboccipital approachなどがあげられる³⁾。今回、報告したmidline suboccipital approachについて、到達可能な領域としてはmedullaからponsの中脳水道のレベルまでとなる。第4脳室を経由した脳幹部へのapproachに関して、Matsushimaら¹¹⁾はtranscerebellomedullary fissure

approachとして病変の広がりに応じてextensive type, lateral wall type, lateral recess typeと分類し、それぞれのケースでtaeniaの切開部位とtonsilの展開について微小解剖の見地から詳細に検討している。われわれのシリーズにおいても病変部へのapproachの際に切開を加える部位は、この報告に準じている。この切開していく部位に関しては、tonsilにretractを加えtensionのかかる部位をみつけsharp dissectionを行っていくと自然にそのような部位に切開を加える必要が出てくることを強調したい。このアプローチによって中脳水道のレベルまでならばvermisの切開が必要となることはほとんどないと思われる。また、第4脳室底の切開部位として、Kyoshimaら⁸⁾はsuprafacial triangleとinfracial triangleが安全な脳幹実質内への進入経路であると報告した。しかし、われわれは第4脳室底から血管腫や出血が透見できる場合にはその部位を切開するほうが最小限の脳幹へのダメージで摘出できると考えている。そのような際にもfacial nerveなどの脳神経モニターによって切開部位を検討する。dorsal, ventralおよびrostral, caudalの病変の広がりのほか、midline suboccipitalはlateralに広がる病変に対してはlateral recessまでの領域に対応可能である。lateral recessより外側へ広がった血管腫やinferior cerebellar peduncleより頭側に広がった病変に対しては対応できない。これらの領域に広がった血管腫に対しては、最近Lawtonら⁹⁾はsupratonsillar approachにてinferior cerebellar peduncleに存在する病変に対応しており、さらに頭側に広がっている場合には、occipital transtentorial approachやAmmermanら¹⁾が報告しているposterior subtemporal transtentorial approachが適応となろう。

以上、脳幹部海綿状血管腫に対してのわれわれの施設での治療成績とmidline suboccipital approachによる手術の実際について報告した。脳幹部海綿状血管腫に対してはいまだ手術成績は十分に満足のいくものとはいえず、今後も新しい治療法も含めて、改善していく必要があると思われる。

以上の内容は平成19年3月24日脳卒中の外科学会、ビデオシンポジウムにおいて発表した。

文 献

- 1) Ammerman JM, Lonser RR, Oldfield EH: Posterior subtemporal transtentorial approach to intraparenchymal lesions of the anteromedial region of the superior cerebellum. *J Neurosurg* 103(5): 783-788, 2005
- 2) Awad I, Jabbour P: Cerebral cavernous malformations and epilepsy. *Neurosurg Focus* 21(1): e7, 2006 Review
- 3) Ferroli P, Sinisi M, Franzini A, et al: Brainstem cavernomas: long-term results of microsurgical resection in 52

- patients. *Neurosurgery* 56(6): 1203-1212; discussion 1212-1214, 2005
- 4) Fritschi JA, Reulen HJ, Spetzler RF, *et al*: Cavernous malformations of the brain stem. A review of 139 cases. *Acta Neurochir (Wien)* 130(1-4): 35-46, 1994
 - 5) Kashimura H, Inoue T, Ogasawara K, *et al*: Pontine cavernous angioma resected using the subtemporal, anterior transpetrosal approach determined using three-dimensional anisotropy contrast imaging: technical case report. *Neurosurgery* 58(1 Suppl): ONS-E175; discussion ONS-E175, 2006
 - 6) Kikuta K, Nozaki K, Takahashi JA, *et al*: Postoperative evaluation of microsurgical resection for cavernous malformations of the brainstem. *J Neurosurg* 101(4): 607-612, 2004
 - 7) Kupersmith MJ, Kalish H, Epstein F, *et al*: Natural history of brainstem cavernous malformations. *Neurosurgery* 48(1): 47-53; discussion 53-54, 2001
 - 8) Kyoshima K, Kobayashi S, Gibo H, *et al*: A study of safe entry zones via the floor of the fourth ventricle for brainstem lesions. Report of three cases. *J Neurosurg* 78(6): 987-993, 1993
 - 9) Lawton MT, Quiñones-Hinojosa A, Jun P: The supratonsillar approach to the inferior cerebellar peduncle: anatomy, surgical technique, and clinical application to cavernous malformations. *Neurosurgery* 59(4 Suppl 2): ONS244-251; discussion ONS251-252, 2006
 - 10) Liscák R, Vladyka V, Simonová G, *et al*: Gamma knife surgery of brain cavernous hemangiomas. *J Neurosurg* 102 (Suppl): 207-213, 2005
 - 11) Matsushima T, Inoue T, Inamura T, *et al*: Transcerebellomedullary fissure approach with special reference to methods of dissecting the fissure. *J Neurosurg* 94(2): 257-264, 2001
 - 12) Mikuni N, Satow T, Taki J, *et al*: Endotracheal tube electrodes to map and monitor activities of the vagus nerve intraoperatively. Technical note. *J Neurosurg* 101(3): 536-540, 2004
 - 13) Porter PJ, Willinsky RA, Harper W, *et al*: Cerebral cavernous malformations: natural history and prognosis after clinical deterioration with or without hemorrhage. *J Neurosurg* 87(2): 190-197, 1997
 - 14) Shenkar R, Sarin H, Awadallah NA, *et al*: Variations in structural protein expression and endothelial cell proliferation in relation to clinical manifestations of cerebral cavernous malformations. *Neurosurgery* 56(2): 343-354, 2005
 - 15) Steinberg GK, Chang SD, Gewirtz RJ, *et al*: Microsurgical resection of brainstem, thalamic, and basal ganglia angiographically occult vascular malformations. *Neurosurgery* 46(2): 260-270; discussion 270-271, 2000
 - 16) Takagi Y, Hattori I, Nozaki K, *et al*: DNA fragmentation in central nervous system vascular malformations. *Acta Neurochir (Wien)* 142(9): 987-994, 2000
 - 17) Wang CC, Liu A, Zhang JT, *et al*: Surgical management of brain-stem cavernous malformations: report of 137 cases. *Surg Neurol* 59(6): 444-454; discussion 454, 2003
 - 18) Zimmerman RS, Spetzler RF, Lee KS, *et al*: Cavernous malformations of the brain stem. *J Neurosurg* 75(1): 32-39, 1991