橋海綿状血管腫に対する経錐体到達法

金城 雄太¹⁾, 後藤 剛夫¹⁾, 寺川 雄三¹⁾, 川上 太一郎¹⁾, 森迫 拓貴¹⁾, 露口 尚弘¹⁾,
山中 一浩¹⁾, 大畑 建治¹⁾

1) 大阪市立大学大学院医学研究科脳神経外科学

Transpetrosal Approach for Pontine Cavernous Malformations

Yuta Kaneshiro, M.D.¹⁾, Takeo Goto, M.D.¹⁾, Yuzo Terakawa, M.D.¹⁾, Taichiro Kawakami, M.D.¹⁾,
Hiroki Morisako, M.D.¹⁾, Naohiro Tsuyuguchi, M.D.¹⁾, Kazuhiro Yamanaka, M.D.¹⁾,
and Kenji Ohata, M.D.¹⁾

1) Department of Neurosurgery, Osaka City University Graduate School of Medicine

Brainstem cavernous malformations account for 9–35% of all intracranial cavernous malformations and most brainstem cavernous malformations arise from the pons. Pontine cavernous malformations remain surgically challenging because of their deep-seated and eloquent locations. Although several approaches have been reported to remove pontine cavernous malformations, there are only a few reports available regarding the transpetrosal approach in pontine cavernous malformation surgery. Here, we report our experience in treating patients with pontine cavernous malformations by the transpetrosal approach. Furthermore, alternate surgical approaches to pontine cavernous malformations will be discussed.

A total of six cases were included in this study. There were four men and two women with an average age of 46.2 years. All cases presented neurological deficits caused by hemorrhage before surgery. The anterior transpetrosal approach was used in four and a combined transpetrosal approach was used in two cases. Gross total removal was achieved in all cases with an acceptable surgical outcome.

We consider that a small cortical incision which allows multi-direction dissection is the most important factor to avoid additional neurological deficits in cavernous malformation surgeries. Therefore, the transpetrosal approach can be used to minimize neurological deficits after removal of pontine lesions.

(Received September 6, 2013 ; accepted October 29, 2013)

Key words : cavernous malformation, pons, surgical approach, transpetrosal approach

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 23 : 341–346, 2014

はじめに

脳幹部海綿状血管腫は頭蓋内海綿状血管腫のうち 9～35%を占めており¹⁴⁾, 特に脳幹部では橋に最も多く発生する. この脳幹部海綿状血管腫は他部位の海綿状血管腫に比して出血率, 再出血率が高いという特徴を有しており⁸⁾, 出血を繰り返すもの, 症候性のもの, 進行性の症

状増悪を呈するものでは, 外科的切除が考慮される¹³⁾¹⁴⁾¹⁸⁾. しかしながら, 脳幹部海綿状血管腫に対する外科治療は, 病変が重要な脳神経核, 神経線維に近接しており, また頭蓋内深部に存在するという特性から, 決して容易ではない.

脳幹部海綿状血管腫に対する外科的切除においては, 血管腫と脳表の位置関係, 神経損傷を考慮した手術アプ

連絡先: 金城雄太, 〒545-8585 大阪市阿倍野区旭町 1-4-3 大阪市立大学大学院医学研究科脳神経外科学

Address reprint requests to: Yuta Kaneshiro, M.D., Department of Neurosurgery, Osaka City University Graduate School of Medicine, 1-4-3 Asahi-machi, Abeno-ku, Osaka-shi, Osaka 545-8585, Japan

Table 1 Summary of six patients included in this study

Case no.	Age (yrs), Sex	Surgical approach	Operation time	Preoperative symptoms	Extent of resection	Postoperative symptoms
1	56/F	Combined transpetrosal	7h45m	Lt hemiparesis	Total	IVth nerve palsy (transient) Lt hemiparesis (stable)
2	27/M	Anterior transpetrosal	9h30m	Lt hemiparesis	Total	None
3	42/M	Anterior transpetrosal	11h45m	Lt hemiparesis Ataxia	Total	Ataxia (improved)
4	63/F	Anterior transpetrosal	11h38m	Rt hemiparesis Dysarthria	Total	Vth VIth nerve palsy (mild) Rt hemiparesis (improved)
5	54/M	Combined transpetrosal	8h24m	Rt hemiparesis Consciousness disturbance	Total	Rt hemiparesis (improved)
6	35/M	Anterior transpetrosal	8h3m	Rt hemiparesis	Total	Rt hemiparesis (improved)

ローチの選択が重要となる。従来、橋病変に対する到達法としては safe entry zone を介した第四脳室経由到達法が提唱されてきた³⁾¹²⁾¹⁷⁾。しかしながら、同到達法では適切な術中モニタリング下に切除術を行ってもなお眼球運動障害の増悪、あるいは術前から存在する眼球運動障害の十分な症状改善がみられないなどの問題が存在する。

そこで、このような脳神経核障害による術後の神経症状の悪化を回避するため、われわれは橋腹側外側から血管腫にアプローチする経錐体到達法による切除を試みている。本稿では、経錐体到達法により外科治療を行った橋海綿状血管腫の自験例を提示し、橋海綿状血管腫に対する経錐体到達法の有用性について検討する。

対象と方法

2008～2013 年に大阪市立大学脳神経外科で外科的摘出を行った橋海綿状血管腫 8 例のうち、経錐体到達法が選択されていた 6 症例を対象とした。男性 4 例、女性 2 例、平均年齢は 46.2 歳 (27～63 歳) であった。手術は、4 例で前錐体到達法、2 例で合併経錐体到達法にて行われた。全例で術前に腰椎ドレナージを留置した。これらの症例につき、摘出度、術後の神経症状について検討を加えた。

結 果

6 例全例で出血による神経症状を術前に認めた。軽度から重度の片麻痺 6 例、失調 1 例、構音障害 1 例、意識障害 1 例であった。手術により全例で肉眼的全摘出が可能であった。術後髄液漏は認めなかった。これら全 6 例

の詳細を Table 1 に示す。同期間に外科治療が行われた橋海綿状血管腫はほかに 2 例あり、いずれも第四脳室経由到達法にて摘出術が行われていた。

症例提示

症例 1：56 歳女性。軽度の左片麻痺と左半身感覚障害にて発症した。橋右外側に位置する 3 cm の髄内病変を認めた (Fig. 1A)。合併経錐体到達法による腫瘍摘出術を行った。

体位は semi-prone parkbench position で行い、錐体骨切除後 Meckel 腔を開放し三叉神経の可動性を高めた。最も血腫が軟膜面に達している部分は三叉神経起始部と上小脳動脈の間で、この部位では軟膜が黄色に変色していた (Fig. 1B)。ナビゲーションを用いてこの部位が最も脳表に近い部位かつ血管腫の中心であることを確認し、この部位から摘出を行った。皮質切開は神経線維と平行になるよう頭尾側方向に 6 mm とした。切開部分をロールリトラクター¹⁰⁾で保護し、血管腫の動静脈を凝固しながら摘出を進めた (Fig. 1C)。血管腫と脳組織の境界は全周性に栄養血管を凝固したが、この操作を小さな皮質切開で行うため、尾側の血管腫は側頭側つまり頭側から確認し、頭側の血管腫は後頭蓋窩側つまり尾側から観察する必要があった。視野を十分に確保する目的で合併経錐体到達法は非常に有効であった。

術後、画像上血管腫は全摘出され (Fig. 1D)、術後一過性の滑車神経麻痺が出現したが、術前に認めた左片麻痺、感覚障害は改善した。病理組織は海綿状血管腫であった。

Fig. 1 A: Preoperative magnetic resonance (MR) imaging showing a cavernous malformation in the pons.
 B: Intraoperative image of the anterolateral part of the pons via a right anterior transpetrosal approach demonstrating the lesion through the thinned surface of the pons.
 C: Intraoperative image during the removal of the lesion using a role retractor.
 D: Postoperative MR imaging showing gross total removal of the lesion.

症例 2: 27 歳男性. 段階的に進行する左片麻痺にて発症. 右橋外側に表出する髄内病変を認めた (Fig. 2A). 前経錐体到達法による手術を行った.

体位は spine position で錐体骨切除を行い, Meckel 腔を開放し三叉神経の可動性を高めた. 後頭蓋窩の骨切除を追加し, 後頭蓋窩硬膜切開を内耳道側に延長した. この手技により三叉神経の脳幹起始部よりも脳幹側, すなわち橋外側に十分到達することができた. 脳幹に色調の変化した部位があり, またナビゲーションを用いて同部位が最も脳表に近い部分であることを確認した (Fig. 2B). 三叉神経起始部より頭側に頭尾側方向の小さな皮質切開を行い, 血管腫を摘出した. 尾側, 頭側, 腹側, 背側ともに小さな切開部を拡大することなく顕微鏡の視野を変えて直視下に観察, 凝固剥離できた (Fig. 2C).

術後, 病変は画像上全摘出され (Fig. 2D), 術前認めた神経症状は消失した. 病理組織は海綿状血管腫であった.

考 察

脳幹部海綿状血管腫に対する外科治療は以前は困難とされてきたが, 1928 年に Dandy⁷⁾が最初に脳幹部橋海綿状血管腫の手術を報告して以来, 脳幹部海綿状血管腫の手術治療に関する報告が多くなされている²⁾⁸⁾¹³⁾¹⁶⁾. 手術適応に関してはさまざまな意見があるものの, 脳幹部の海綿状血管腫は他部位の海綿状血管腫に比して, 出血率, 再出血率ともに高いとされており⁸⁾, 出血を繰り返すものの, 症候性のものは手術による摘出術が考慮される¹³⁾¹⁴⁾¹⁸⁾.

摘出に際しては, 血管腫と脳表の位置関係, 神経損傷を考慮した手術到達法の選択が重要となってくる. 一般的には, 血管腫の中心から脳表に最も近い部位もしくは表出する部位の 2 点を結び, その最短距離で皮質切開を加えアプローチする two-point method によるアプローチ選択が提唱されている⁵⁾. Samii ら¹⁶⁾が脳幹部海綿状血管腫に対する治療適応として, くも膜下腔に近接してい

Fig. 2 A : Preoperative magnetic resonance (MR) imaging showing a cavernous malformation in the pons.
 B : Intraoperative image of the anterolateral part of the pons via a right anterior transpetrosal approach showing the lesion under the yellowish surface of the pons.
 C : Intraoperative image after removal of the lesion.
 D : Postoperative MR imaging showing gross total removal of the lesion.

Fig. 3 Illustrations demonstrating the surgical corridors afforded by two different approaches to a cavernous malformation in the pons. Red circles, black lines and yellow areas indicate a cavernous malformation in the pons, an area of corticotomy on the pons and surgical corridors to the lesion, respectively.

A : Lateral suboccipital approach.
 B : Transpetrosal approach.

ることが条件と述べているように、脳実質への切開を最小限にとどめることは術後神経症状を考えるうえで重要であると思われる。われわれも皮質切開を最小限にとどめ、かつ正常脳組織への侵襲が少なくなるような到達法を選択することが術後の神経症状の悪化を回避し、神経症状の改善につながる重要な要素と考えている。

一般に、脳幹部海綿状血管腫に対する到達法としては、safe entry zone から侵入し病変に至る第四脳室経由到達法が広く知られている。Safe entry zone としては suprafacial triangle, infrafacial triangle¹²⁾ や facial colliculus と動眼神経核の間⁴⁾ などが報告されている。病変が脳幹背側のみに偏在し表面に近ければ、第四脳室経由到達法は有用であると考えられる。しかし、正確な術中モニタリング、マッピングを行い safe entry zone からの切除を行っても、術中操作による神経核、神経線維の損傷には注意が必要であり、術後の顔面神経機能の増悪や術前からの眼球運動障害等の神経症状の増悪が懸念される。当施設でも対象期間中に第四脳室経由到達法を用いて摘出を

行った橋の海綿状血管腫は2例あり、いずれの症例も画像上の皮質切開は最小限であったが、術後眼球運動障害を後遺した。

脳幹部病変に対する到達法として、第四脳室経由到達法以外にもさまざまな報告がなされている¹⁾⁶⁾⁸⁾¹⁰⁾。Ablaら¹⁾は脳幹の高位に応じたアプローチの選択を提示しており、特に橋病変に関しては病変の偏在に応じた3つの手術到達法を述べている。すなわち、小脳橋角部に接する病変に対してはretrosigmoid approach、中小脳脚より内側の病変にはsuboccipital approach、そして中小脳脚より外側のものにはretrosigmoid approachもしくはlateral supracerebellar infratentorial (SCIT) approachが有用であると報告している。さらに、Ferrolira⁸⁾はretrosigmoid approachを用いた前外側からの侵入が術後合併症も少なく、第四脳室経由到達法よりも有用であるとしている。このように、脳幹部海綿状血管腫に対して、第四脳室経由到達法以外のより外側からの到達法も近年用いられるようになっていく。

また、腹側からの到達法に関しては一般にpterional approach, orbitozygomatic approachや経錐体到達法などの頭蓋底到達法が報告されている。しかしながら、手術侵襲を考慮しこのような頭蓋底アプローチを使用しないとする報告もあり、広くは用いられていないと思われる。特に脳幹部海綿状血管腫に対する合併経錐体法の報告に関しては、われわれが渉猟し得たかぎり散見される程度である⁶⁾⁹⁾。

前述のように、第四脳室経由到達法による摘出の場合、小さな皮質切開からモニタリング下で慎重な手術操作を行っても、第Ⅶ、第Ⅷ脳神経核障害や(medial longitudinal fasciculus: MLF) 障害といった眼球運動障害などの術後合併症が懸念される。SCITやretrosigmoid approachなど外側からの到達法の場合、橋外側部への到達は可能であり小脳の牽引にて術野を確保することはできるが、骨切除の範囲や顕微鏡の視軸を考慮すると、病変剥離の際の視野を十分に確保する点で制限がある(Fig. 3A)。しかし、われわれが行っている経錐体法による脳幹部海綿状血管腫の摘出は、骨切除は大きいものの顕微鏡の視軸を動かすことで、小さな皮質切開であっても病変全貌を直視下に確認することができ、摘出に十分な視野が得られるという利点を有する(Fig. 3B)。さらに頭尾側に進展するものでも合併経錐体到達法を用いることで対応できる点も大きな利点である。

極度に背側に局限している例に関しては第四脳室経由到達法の選択肢も考えられる。しかし、手術適応となる症例では比較的サイズも大きく腹側にも進展しているこ

とが多いため、その際にはやはり経錐体到達法が有用と考えられる。また、頭尾側に進展している場合は合併経錐体到達法を用いることで、摘出に十分な視野の確保が可能である。

一方で、脳幹部の腹側から病変へ到達する本到達法では皮質脊髄路の障害が危惧されるが、自験例では術前よりの運動麻痺の増悪や新たな運動麻痺の出現は一例も認めていない。病変または血腫によりすでに皮質脊髄路が偏位している可能性や最小限の皮質切開で病変摘出が行えることに関係しているのではと推測している。

結 語

経錐体到達法を用いて摘出を行った橋海綿状血管腫の自験例を報告し、その有用性について検討した。本方法は橋海綿状血管腫の摘出に際し、最小限の皮質切開でかつ多方向性に病変を直視下に収めることが可能であった。術後の神経症状の悪化を回避するためには有用な到達法であり、橋海綿状血管腫に対しても経錐体到達法は一つの選択肢になる可能性がある。

文 献

- 1) Abla AA, Turner JD, Mitha AP, Lekovic G, Spetzler RF: Surgical approaches to brainstem cavernous malformations. *Neurosurg Focus* 29: E8, 2010.
- 2) Bertalanffy H, Benes L, Miyazawa T, Alberti O, Siegel AM, Sure U: Cerebral cavernomas in the adult. Review of the literature and analysis of 72 surgically treated patients. *Neurosurg Rev* 25: 1-53, 2002.
- 3) Bogucki J, Gielecki J, Czernicki Z: The anatomical aspects of a surgical approach through the floor of the fourth ventricle. *Acta Neurochir (Wien)* 139: 1014-1019, 1997.
- 4) Bricolo A, Turazzi S: Surgery for gliomas and other mass lesions of the brainstem. *Adv Tech Stand Neurosurg* 22: 261-341, 1995.
- 5) Brown AP, Thompson BG, Spetzler RF: The two-point method: evaluating brain stem lesions. *BNI Q* 12: 20-24, 1996.
- 6) Cantore G, Missori P, Santoro A: Cavernous angiomas of the brain stem: Intra-axial anatomical pitfalls and surgical strategies. *Surg Neurol* 52: 84-94, 1999.
- 7) Dandy WE: Venous abnormalities and angiomas of the brain. *Arch Surg* 17: 715-793, 1928.
- 8) Ferrolira P, Sinisi M, Franzini A, Giombini S, Solero CL, Broggi G: Brainstem cavernomas: long-term results of microsurgical resection in 52 patients. *Neurosurgery* 56: 1203-1214, 2005.
- 9) François P, Ben Ismail M, Hamel O, Bataille B, Jan M, Velut S: Anterior transpetrosal and subtemporal transtentorial approaches for pontine cavernomas. *Acta Neurochir (Wien)* 152: 1321-1329, 2010.
- 10) Ichinose T, Goto T, Morisako H, Takami T, Ohata K:

- Microroll retractor for surgical resection of brainstem cavernomas. *World Neurosurg* **73**: 520-522, 2010.
- 11) 一ノ瀬努, 後藤剛夫, 石橋謙一, 高見俊宏, 吉村政樹, 宇田武弘, 大畑建治: 脳幹部海綿状血管腫に対する手術. 脳卒中の外科 **36**: 415-420, 2008.
 - 12) Kyoshima K, Kobayashi S, Gibo H, Kuroyanagi T: A study of safe entry zones via the floor of the fourth ventricle for brainstem lesions. Report of three cases. *J Neurosurg* **78**: 987-993, 1993.
 - 13) Ohue S, Fukushima T, Kumon Y, Ohnishi T, Friedman AH: Surgical management of brainstem cavernomas: selection of approaches and microsurgical techniques. *Neurosurg Rev* **33**: 315-324, 2010.
 - 14) Pandey P, Westbroek EM, Gooderham PA, Steinberg GK: Cavernous malformation of brainstem, thalamus, and basal ganglia: a series of 176 patients. *Neurosurgery* **72**: 573-589, 2013.
 - 15) Porter PJ, Willinsky RA, Harper W, Wallace MC: Cerebral cavernous malformations: natural history and prognosis after clinical deterioration with or without hemorrhage. *J Neurosurg* **87**: 190-197, 1997.
 - 16) Samii M, Eghbal R, Carvalho GA, Matthies C: Surgical management of brainstem cavernomas. *J Neurosurg* **95**: 825-832, 2001.
 - 17) Strauss C, Lütjen-Drecoll E, Fahlbusch R: Pericolicular surgical approaches to the rhomboid fossa. Part I. Anatomical basis. *J Neurosurg* **87**: 893-899, 1997.
 - 18) Zimmerman RS, Spetzler RF, Lee KS, Zabramski JM, Hargraves RW: Cavernous malformations of the brain stem. *J Neurosurg* **75**: 32-39, 1991.

要 旨

橋海綿状血管腫に対する経錐体到達法

金城 雄太 後藤 剛夫 寺川 雄三 川上太一郎
森迫 拓貴 露口 尚弘 山中 一浩 大畑 建治

脳幹部海綿状血管腫は頭蓋内海綿状血管腫の9~35%を占め、特に脳幹部では橋に好発する。また出血率、再出血率ともに他部位に比して高く、症候性のもは摘出術が考慮される。摘出に関してはさまざまな到達法が報告されているが、経錐体到達法を用いた橋海綿状血管腫の手術に関する報告は多くない。われわれは、術後の神経症状の悪化や新たな症状発現を防ぐためには正常脳組織への侵襲を最小限にする到達法を選択することが重要であると考えており、その点で、小さな皮質切開でかつ多方向性に病変を直視下に観察することを可能にする経錐体到達法は、橋海綿状血管腫の手術において有用な到達法になる可能性があると思われる。

脳外誌 **23**: 341-346, 2014

脳幹部海綿状血管腫の手術

滋賀医科大学医学部脳神経外科 野崎和彦

脳幹部海綿状血管腫は、その高い出血率、再出血率のため、最近では積極的な外科治療が行われる。外科的摘出における病変の要件として、重要構造物直下病変では脳幹部表面に顔を出していることが必要となるが、重要構造物直下ではない場合は vital でない正常構造物を必要最小限に切開することも可能である。多くの場合、病変内のさまざまな段階の出血を排除しつつ周囲の hemosiderin rim から剝離し、病変に入る細かい動静脈を低出力のバイポーラで凝固切断することで摘出可能である。コントロール困難な出血に見舞われることはほとんどない。外科的摘出における手技としては、最小限の corridor からの愛護的操作に尽きる。重要なポイントとして, satellite lesion を残さないこと、合併する静脈性血管腫を温存することがある。脑海綿状血管腫はその発生機序から、同時期あるいは時期を異にして複数の病

変を生じる可能性があることに留意すべきである。また、静脈性血管腫の合併率は 10~40% 程度あり、特に脳幹部病変では静脈性血管腫の合併を 100% 確認したとの報告もある。

本論文では橋部に発生した病変に対して経椎体到達法を用いて摘出した 6 例を報告し、静脈性血管腫の合併には言及していないものの、同到達法の視野展開の広さに注目している。このアプローチでは、頭蓋底操作となる欠点はあるが、上記の 2 つのポイントを確実に達成するためには有利と思われる。第四脳室経由では一過性ながら数カ月にわたり眼球運動障害、顔面神経麻痺などが生じる危険性もあり、第四脳室に顔を出していない病変で橋の外側表面に近い病変では有用なアプローチと思われる。今後も患者の症状や状態を考慮した安全で確実な手術アプローチの検討が必要である。