後頭蓋窩 AVM に対する摘出術

——特に、治療成績不良例の検討——

宮坂 佳男, 倉田 彰, 田中 柳水, 山田 勝
永井 成樹, 常盤 嘉一, 大桃 丈知, 三枝 宏伊
矢田 賢三, 北原 孝雄,* 大和田 隆*

Surgical Treatment for Arteriovenous Malformations in the Posterior Fossa: With Special Reference to Cases with an Unsatisfactory Outcome

Yoshio MIYASAKA, M.D., Akira KURATA, M.D., Ryusui TANAKA, M.D.,
Masaru YAMADA, M.D., Shigeki NAGAI, M.D., Kaichi TOKIWA, M.D.,
Taketomo OHMOMO, M.D., Hirotada SAEGUSA, M.D., Kenzoh YADA, M.D.,
Takao KITAHARA, M.D.,* and Takashi OHWADA, M.D.*

*Departments of Neurosurgery and *Critical Care Medicine, Kitasato University
School of Medicine, Sagamihara, Japan*

Summary : The authors have already reported surgical problems of poor-risk patients with hemorrhagic infratentorial arteriovenous malformations (AVMs). In the presents study, fifteen good-risk patients of infratentorial AVMs, whose levels of consciousness was 0 to 30 according to the Japan Coma Scale, were reviewed and the problems of the surgical treatment are reported. Of this series, 12 patients had a good result, and 3 patients a poor result. Giant AVM and AVM extending from the cerebellum to the brainstem showed an unsatisfactory surgical result. Two out of 3 poor results were due to massive postoperative hemorrhage, related to a residual nidus in the brainstem in one patient, and probably related to a sudden rise in intravascular pressure after removal of giant AVM in one. The present study suggests that presurgical multiple-staged embolization of nidus and a strict control of postoperative systemic blood pressure are important in order to reduce surgical risks of giant AVMs. Furthermore, stereotactic radiosurgery must be considered in combination with surgical treatment for an AVM involving the brainstem.

Key words :

- arteriovenous malformation
- posterior fossa
- surgical treatment

はじめに

脳動静脈奇形 (AVM) に対する外科的治療は出血後に重篤な神経脱落症状を示す重症例に対する救急治療と症状が軽い軽症例に対する治療に大別される。特に、後頭蓋窩

AVM では、重症例の比率が高く、これらの症例に対する治療方針および成績については既に報告した⁶⁾。今回は後頭蓋窩 AVM 軽症例で術後に悪化した症例を提示して、その原因と今後の対策について報告する。

対象と方法

過去に経験した後頭蓋窩 AVM は 29 例である。摘出後の施行されたのは 26 例、非手術例は 3 例であり、手術非施行の理由は高齢、術前死亡、手術拒否が各 1 例であった。26 例の手術成績を手術時の意識障害が 100-300 点 (Japan Coma Scale: JCS) の重症例と、0-30 点の軽症例に分けて Table 1 に示した。重症例では、Glasgow Outcome Scale (GOS) で、good recovery (GR) および moderate disability (MD) まで回復する症例が約半数にすぎなかった。このように、後頭蓋窩 AVM の重症例を多く経験していることもあって、軽症例に対しても積極的に摘出術を行ってきた。Table 1 に示すように、3 例で術後症状の悪化を見た。これら軽症例の術後悪化例を提示して悪化の原因と対策について報告する。

なお、これら軽症例 15 例は平均年齢 27 歳 (4~59 歳)、14 例は出血例、1 例は進行性に小脳症状を示した症例である。手術時期は出血例では 4 例が 7~14 日以内、他の 10 例が 15 日以降に行われた。術前に中等度ないし軽度の運動失調が各々 5 例、4 例に認められた。手術は全例座位にて、suboccipital infratentorial approach にて施行された。

結 果

手術成績を AVM の部位と大きさを考慮して検討し、Table 2 に示した。大きさから見ると、small AVM (< 2 cm) の症例では悪化例はなかった。moderate AVM (2~4 cm) の 2 例と、giant AVM (< 6 cm) の 1 例で術後症状の悪化を認めた。また、これら悪化した 3 例では、AVM がいずれも脳幹まで及んでいた。なお、悪化例の 2 例の原因は術後の出血であった。

代表例：術後に症状の増悪を示した代表例を提示する。

<症例 1> 42 歳、男性。

臨床経過：1980 年 8 月 24 日、1981 年 8 月 3 日、1982 年 9 月 23 日にクモ膜下出血 (SAH) のために入院を繰り返した。1987 年 7 月 31 日に突発する強い頭痛にて、同日再度来院した。神経学的に髄膜刺激症状、右 MLF (medial longitudinal fasciculus) 症候群、右 Horner 徴候、左半身の感覚低下を認めた。

画像所見：CT では、四丘体槽を中心とした SAH と軽度の脳室内出血 (IVH) を認めた。椎骨動脈写 (VAG) は上小脳動脈 (SCA) を feeder とし、Galen 静脈を drainer とす

Table 1 Surgical results of posterior fossa AVMs

	Surgical results (Glasgow Outcome Scale)				
	GR	MD	SD	V	Dead
Poor risk (n=11)	2	2	3	1	3
Good risk (n=15)	11	2 (1)	0	1 (1)	1 (1)

AVMs=arteriovenous malformations, Poor risk=Level of consciousness at the time of admission was 100-300 according to the Japan Coma Scale (JCS), Good risk=Level of consciousness at the time of admission was 0-30 according to the JCS, Number in parentheses=patients with postoperative neurological deterioration, GR=good recovery, MD=moderate disability, SD=severe disability, V=vegetative state

Table 2 Sizes, locations of AVMs and surgical results

AVMs location	Sizes of AVMs			
	Small	Moderate	Large	Giant
Hemisphere	6	3 (1*)	0	0
Hemisphere~middle cerebellar peduncle	0	1 (1)	0	0
Vermis, hemisphere~pons	0	0	0	1 (1*)
Vermis	1	0	0	0
Vermis~midbrain, pons	0	1 (1*)	0	0
Tonsil	2	0 (1*)	0	0
Total	9	5	0	1

Sizes of AVMs=Small (< 2 cm), Moderate (2~4 cm), Large (4~6 cm), Giant (> 6 cm), Number in parentheses=patients with postoperative neurological deterioration, *=patients with postoperative intracerebral hemorrhage

Fig. 1 Preoperative left vertebral angiograms in Case 1, anteroposterior (*left*) and lateral (*right*) views, demonstrating a moderate sized AVM in the cerebellar vermis. The AVM is supplied by the bilateral superior cerebellar arteries and drained into the vein of Galen.

Fig. 2 Same case as in Fig. 1. Preoperative sagittal (*left*) and axial (*right*) proton-weighted (TR 2000/ TE 60 msec) MR images showing an AVM in the cerebellar vermis. Extension of the nidus from the cerebellar vermis to the midbrain and the pons is suggested.

る中型の AVM が認められた (Fig. 1)。AVM は小脳虫部に主として位置していることが示唆された。MRI では、nidus が小脳虫部から一部中脳、橋背側部に伸展していることを疑わせた (Fig. 2)。

手術所見：1987 年 9 月 22 日に、座位で infratentorial supracerebellar approach にて摘出術を施行した。nidus は小脳虫部から四丘体槽を埋めつくし、更に、前方で脳幹部に埋没していた。虫部と四丘体槽に位置する AVM のみの摘出に終った。

手術経過：術後軽度の意識障害、両側動眼神経麻痺が認められたが、1 カ月で意識は清明となり、動眼神経麻痺も改善傾向を示した。術後の VAG では、AVM は縮小したものの脳幹部の nidus が残存していた (Fig. 3)。残存部 AVM は脳幹部に位置するものの、形態は予想以上に

Fig. 3 Same case as in Fig. 1. Postoperative left vertebral angiograms, anteroposterior (*left*) and lateral (*right*) views, showing a small residual nidus in the brainstem.

compact であったことと、初回手術による神経脱落症状が改善傾向を示したため、再手術を検討中であった。術後約 4 カ月後の 1988 年 2 月 5 日に突然昏睡状態となった。CT では脳幹部に実質内出血が見られ、同 3 月 5 日死亡した。

＜症例 2＞ 29 歳、女性。

臨床経過：1991 年 11 月 6 日、頭痛、数回の嘔吐、歩行時の体動揺感および左手の運動が拙劣であることを主訴に他院を受診。CT にて SAH を疑われて、同 11 月 9 日、当院に転科となった。来院時神経学的に注視方向性眼振、両側外転神経麻痺、左側運動失調を認めた。

画像所見：来院時の CT では、小脳半球上面に軽度の SAH を認めた。また、閉塞性水頭症の所見が見られたために、緊急で脳室腹腔交通術を施行した。通常の VAG では、最大径約 8 cm の小脳虫部を中心とする giant AVM が認められた (Fig. 4-A)。しかし、feeder が明瞭に描出されないために、超選択的血管撮影を行ったところ、Fig. 4-B に示すように、左右の SCA、右後下小脳動脈 (PICA)、左前下小脳動脈 (AICA) が主たる feeder であることが確認された。更に、右後大脳動脈、左内頸動脈テント枝、椎骨動脈筋肉枝、外頸動脈 (右中硬膜動脈、右上行性咽頭動脈) が feeder として関与していた。MRI では、AVM は小脳虫部に主座を置き、部分的に中脳および肺背側部に伸展している可能性が示唆された (Fig. 5)。

術前塞栓術：giant AVM による AVM 周囲の脳循環動態を、術前に可能な限り、徐々に正常化させておくために 4 カ月間にわたって合計 4 回塞栓術を行った。塞栓術は、上記の feeder に超選択的に Balt magic catheter を挿入して、xylocaine と amytal による provocative test を行い、テスト陰性の feeder に対して、PVA (polyvinyl alcohol foam, 150～250 μ) による塞栓術を施行した。塞栓後 (直達手術前) の VAG では、AVM の縮小を認めた (Fig. 4-C)。

Fig. 4A Preoperative right vertebral angiograms in Case 2, arterial (a, b) and venous (c, d) phases, anteroposterior (a, c) and lateral (b, d) views, demonstrating a giant AVM in the cerebellar vermis.

Fig. 4B Preoperative superselective angiograms (lateral views) show that the AVM is supplied by the right superior cerebellar artery (a) (R. SCA), the left superior cerebellar artery (b) (L. SCA), the right posterior inferior cerebellar artery (c) (R.PICA), and the left anterior inferior cerebellar artery (d) (L.AICA)

Fig. 4C Preoperative right vertebral angiograms after embolization, late arterial phase, anteroposterior (*left*) and lateral (*right*) views, showing a decrease in size of the nidus.

Fig. 5 Same case as in Fig. 4. Preoperative sagittal T1-weighted MR images (TR < 400/ TE 25 msec) showing an AVM in the cerebellar vermis. Extension of the nidus from the cerebellar vermis to the pons and the midbrain is suggested.

Fig. 6 Same case as in Fig. 4. Postoperative CT scan obtained one hour (left) after the operation showing no intracerebral hematoma. CT scan obtained 5 hours (right) after the operation demonstrating massive intracerebral hematoma. Note the compression of midbrain by the hematoma.

手術所見：1992年6月9日に座位にて，suboccipital infratentorial approach にて，摘出術を施行した。まず main feeder である両側 SCA, PICA を早期に露出し，nidus 近傍で clip して切断した。AVM は小脳虫部に主座し，中脳レベルでは，四丘体槽には nidus が見られたが，四丘体そのものには伸展せず，また下方延髄部でも，髄内への伸展はなかった。橋では，nidus は第4脳室を充満し，外側部で両側中小脳脚に伸展していた。AVM は塞栓術によって部分的に血栓化しており出血量は予想以上に少なく，輸血は約 3,000 ml であった。約 13 時間で摘出術を終えた。摘出後約 1 時間にわたって，止血を確認していたが小脳の腫脹や異常な出血は認められなかった。なお，この症例の術前の平均動脈圧は 90～95 mmHg であり，手術中は 90～100 mmHg で維持されていた。

術後経過：開頭後約 1 時間は頭部を 30 度程度挙上した

状態を維持し，その後仰臥位にて CT および術後の VAG を施行した。この間，平均動脈圧はやや高く 110～120 mmHg であった。術後 1 時間の CT では出血はなく (Fig. 6-左)，VAG で AVM の全別が確認された (Fig. 7)。しかし，feeder であった両側 SCA には，著明な stagnating artery の所見が認められた (Fig. 7)。VAG 終了後から再び頭部挙上状態で術後管理を行った。その後平均動脈圧は 110～120 mmHg で経過した。術後 5 時間後に脳ヘルニアによる瞳孔異常 (右 5 mm ≧ 左 2 mm，右対光反射消失) が出現し，CT では AVM 摘出部の小脳に massive な脳内出血が見られ，中脳を前方へ圧排していた (Fig. 6-右)。再手術では，明らかな出血点は見られなかった。その後，意図的に Ca 拮抗剤にて平均動脈圧をこの症例の術前のレベルと同程度 (90～95 mmHg) に維持した。しかし，術後 17 時間後と 4 日後に再度出血を繰り返し血腫摘出を行ったが，現在 vegetative の状態である。

考 案

テント上に比べて，後頭蓋窩 AVM では，重症例の占める割合が多い⁶⁾ことから，我々は後頭蓋窩 AVM の軽症例に対しても積極的に摘出術を施行してきた。その結果，大多数の症例で良好な成績が得られた (Table 2)。しかし脳幹部を含む後頭蓋窩 AVM や giant AVM の 3 例で満足すべき結果が得られなかった。特に，今回提示した 2 例は今後，後頭蓋窩 AVM の治療方針を決定する上で，重要な症例と思われるので，我々の反省を含めて報告した。

後頭蓋窩 AVM の手術成績を文献的に検討した George ら⁴⁾によると，術後の死亡例および重篤な脱落症状を残す症例の頻度はテント上に比べて約 2 倍であるという。また脳幹部 AVM のみを別にして検討すると，更に成績は不良であったと報告している。このことは後頭蓋窩 AVM

Fig. 7 Same case as in Fig. 4. Postoperative right vertebral angiograms obtained one hour after the operation, arterial (a, b) and venous (c, d) phase, anteroposterior (a, c) and lateral (b, d) views, showing complete removal of the AVM. The persistently dilated former feeders demonstrate sluggish arterial flow.

がテント上 AVM に比べて種々の問題点のあることを示唆している。本報告で示したように、後頭蓋窩 AVM の手術の問題点の一つは術後出血であり、その原因と対策を検討しなければならない。また、他の一つは小脳に限局せず脳幹部にまで及ぶ AVM の治療である¹⁾²⁾³⁾¹⁰⁾¹³⁾。AVM 摘出後の術後出血の原因として、残存 AVM, normal perfusion pressure breakthrough (NPPB), 不完全な止血と nidus 摘出後に生じる血管内圧上昇, 静脈の還流障害などが考えられている¹⁾³⁾⁷⁾⁸⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。我々の症例 1 では、脳幹部の残存 AVM が出血の原因であり、このような症例の対策については後述する。また、症例 2 では残存 AVM はなく、AVM 摘出後の血行力学的な変化が出血に関与していると思われる。術直後の VAG (Fig. 7) に示すように、feeder であった SCA はいわゆる stagnating artery の所見を示した。この所見は AVM 摘出後の feeder の流速の遅延を示し、このような血管では、血管内圧の上昇が見られる⁹⁾。症例 2 では、このような状態に体血圧の上昇が加わり、更に feeder 内圧の上昇をきたし、その分枝から出血をきたした可能性がある。Drake ら³⁾は 51 例の後頭蓋窩 AVM の手術成績を検討し、術後悪化例の多くは術後出血に起因すると報告している。出血例は large AVM (≥ 5 cm) でなかったことと、術中の脳浮腫や出血がなかったことから、出血の原因として NPPB は考え難いとしている。Drake ら³⁾の手術体位は全例が座位であることから、不完全な止血と手術体位を術後早期に仰臥位に戻

すことによる頭蓋内の血管内圧の上昇による出血の可能性が高いことを指摘している。実際に出血例の数例で、CT のために 30 分間仰臥位に戻した症例を報告している。座位と仰臥位では頭蓋内の血管内圧に 20 mmHg の差が見られるために、座位手術例では少なくとも 1 日は座位の状態での術後管理すべきことを強調している。我々の症例 2 もこのような機序による出血と思われる。このような観点から症例 2 の反省点について考察する。この症例は術後の CT と VAG のために、術後約 1 時間後から、約 1 時間にわたって体位は仰臥位の状態に置かれた。残存 AVM は術後出血の大きな原因であり、その早期の確認と残存部の摘出術は重要である¹⁾⁷⁾。このような理由から症例 2 では検査のために仰臥位にすることは避けられなかった。しかし、この間の体血圧の管理に問題があり、最低限術前のレベルで維持すべきであったと思われる。また、検査終了後は半座位にて管理したものの、やはり体血圧がやや高値を示していたことが術後の出血に関与していた可能性がある。このような術後管理の問題点とともに、症例 2 のような giant AVM では周囲脳組織の血行動態をできるだけ正常化させてから摘出術を施行すべきことが強調されている¹⁾¹²⁾。しかし、術前の塞栓術の回数や手術までの期間に関する明確な結論は出ていない。我々も術前に 4 回にわたって、塞栓術を施行したものの、その後は待機中の出血を危惧して摘出術に踏み切った。術後の経過を見ると、更に多数回の術前塞栓術を行い、AVM 周囲脳の血行動態を更に

正常に近づけるべきであったと思われる。

一方、症例1のように脳幹を含むAVMの治療は後頭蓋窩AVMの重要な問題点である²⁾¹⁰⁾。出血で発症し、小型で脳幹部の表在性のAVMについて積極的に摘出術を施行し良好な成績を上げている報告もある²⁾¹⁰⁾。MRIの出現以降、AVMの局在がより明瞭となったことも積極的な摘出術に貢献している。今回報告した症例1では、脳幹部を占拠する残存部分の摘出を考慮中に再出血にて死亡した。当時摘出術以外に出血を防止する手段がなかったために再手術を考慮していた。しかし、初回手術にて、改善傾向は見られたものの神経脱落症状が出現しており、再手術にて残存部が摘出されたとしても、かなりの症状の増悪を覚悟しなければならなかったであろう。放射線壊死の危険性を捨てきれないものの、最近ならば、このような症例を経験したならば、 γ -surgery⁵⁾¹⁴⁾の併用を考慮すべきであろう。

結 語

後頭蓋窩AVMで満足すべき結果が得られなかった症例の詳細を報告し、原因と対策について述べた。

文 献

- 1) Batjer H, Samson D: Arteriovenous malformations of the posterior fossa. Clinical presentation, diagnostic evaluation, and surgical treatment. *J Neurosurg* **64**: 849-856, 1986
- 2) Chyatte D: Vascular malformations of the brain stem. *J Neurosurg* **70**: 847-852, 1989
- 3) Drake CG, Friedman AH, Peerless SJ: Posterior fossa arteriovenous malformations. *J Neurosurg* **64**: 1-10, 1986
- 4) George B, Celis-Lopez M, Kato T, *et al*: Arteriovenous malformations of the posterior fissa. *Acta Neurochir (Wien)* **116**: 119-127, 1992
- 5) Lunsford LD, Kondziolka D, Flickinger JC, *et al*: Stereotactic radiosurgery for vascular malformations of the brain. *Neurosurgery* **12**: 288-296, 1993
- 6) 宮坂佳男, 入倉克己, 北原行雄, ほか: 脳動静脈奇形重症例の検討. *脳神経外科* **16**: 733-740, 1988
- 7) 宮坂佳男, 田中柳水, 田中千彦, ほか: 大型AVMの手術成績に関する諸因子と対策. *脳卒中の外科* **18**: 251-256, 1990
- 8) Miyasaka Y, Yada K, Ohwada T, *et al*: Hemorrhagic venous infarction after excision of an arteriovenous malformation. *Neurosurgery* **29**: 265-268, 1991
- 9) Miyasaka Y, Yada K, Ohwada T, *et al*: Pathophysiological assessment of stagnating arteries after removal of arteriovenous malformations. *AJNR* **14**: 15-18, 1993
- 10) Solomon RA, Stein BM: Management of arteriovenous malformations of the brain stem. *J Neurosurg* **64**: 857-864, 1986
- 11) Spetzler RF, Wilson CB, Weinstein P, *et al*: Normal perfusion pressure breakthrough theory. *Clin Neurosurg* **25**: 651-672, 1978
- 12) Spetzler RF, Martin NA, Carter LP, *et al*: Surgical management of large AVM's by staged embolization and operative excision. *J Neurosurg* **67**: 17-28, 1987
- 13) Stein BM, Solomon RA: Surgical approaches to posterior fossa arteriovenous malformations. *Clin Neurosurg* **37**: 353-371, 1989
- 14) Steiner L, Lindquist C, Adler JR, *et al*: Clinical outcome of radiosurgery for cerebral arteriovenous malformation. *J Neurosurg* **77**: 1-8, 1992