Ivalon を用いた髄膜腫に対する人工塞栓術

小池 哲雄・佐々木 修・石井 鏖二・田中 隆一・伊藤 寿介*・尾崎建二郎**
新井 弘之**・亀山 茂樹***・谷村 憲一***

Transcatheter Embolization with Ivalon Particles in Cases of Intracranial Meningiomas

Tetsuo KOIKE, Osamu SASAKI, Ryoji ISHII, Ryuichi TANAKA, Jusuke ITO*,
Kenjiro OZAKI**, Hiroyuki ARAI**, Shigeki KAMEYAMA*** and
Kenichi TANIMURA***

*Department of Neurosurgery, Brain Research Institute, Niigata University, and *Department of Oral Radiology, Niigata University School of Dentistry, Niigata; **Department of Neurosurgery, Kuwana Hospital, Niigata; ***Department of Neurosurgery, Sannocho Hospital, Sanjo, Niigata*

Abstract

Experiences of preoperative embolization using Ivalon (polyvinyl alcohol foam) particles in 12 cases of intracranial meningiomas are reported. Preoperative embolization was carried out for the purpose of decreasing bleeding from the tumor during operation.

Catheterization was performed through the femoral artery in 8 cases and through the common carotid artery in 4 cases. Ivalon particles, with a mean size of $0.5 \times 0.5 \times 0.5$ mm, were instilled, half-and-half with normal saline and contrast material. The emboli were injected as gently as possible under the image intensifier.

In 9 cases a computed tomography scan was done after the embolization and all the cases showed a decrease in the contrast enhancement of the tumor. The operations were performed from 1 to 22 days after the embolization. Total removal was performed in 11 cases. The pathological specimens showed fragments of Ivalon within the tumor in 7 cases. In all the cases but one, the primary purpose of minimizing bleeding during operation, was achieved. No major side effects were encountered in this series. However, attention should be paid to vascular anomalies, such as the ophthalmic artery arising from the middle meningeal artery and the vertebral artery visualized through the collateral from the occipital artery, before embolization so as to prevent possible catastrophes.

Key words: intracranial meningioma, embolization, Ivalon

I はじめに

頭蓋内髄膜腫の手術成績は、CTなどのX線機器の開発・進歩により早期発見および正確な部位診断が可能になったこと、また手術顕微鏡を含めた手術器具の改良などに

より、年々向上している。しかし、不完全摘出に終わる髄膜腫もいまだまれではない。この良性腫瘍の摘出手術に際しては、その大きさや局在はもちろん、術中の出血処理が手術の成否の鍵を握ると思われる。従来より、この術中出血の減少を目的として外頸動脈の結紮が行われてきたが、

新潟大学脳研究所脳神経外科 *同歯学部放射線科 **桑名病院脳神経外科 ***三之町病院脳神経外科

Address reprint requests to: T. Koike, M.D., Department of Neurosurgery, Brain Research Institute, Niigata University, 1-757 Asahimachidori, Niigata 951.

受稿 1984年3月22日 受理 1984年10月1日

出血の著明な減少を得ることが困難なこと、さらには外頸動脈を犠牲にしてしまうことは問題である。近年、X線機器の改良や血管造影手技の進歩に伴い、外頸動脈系を主な栄養血管とする本腫瘍に対し、術中出血の減少を目的として選択的 catheterization 下に人工的塞栓術(embolization)を行い、比較的良好な成績が得られている。これまでの報告では、塞栓材料(emboli)として gelfoam を用いていることが多い。Gelfoam は操作性が良く加工しやすい反面、比較的容易に生体に吸収され栓塞血管の再開通が短時日に起こり、したがって embolization 施行後は速やかに根治手術を行う必要がある^{3,14)}。最近我々は、emboli として gelfoam と比べて操作性や加工性ではやや劣るものの、非吸収性である Ivalon (polyvinyl alcohol foam)に着目し検討を行ってきた。本稿ではこれまでの報告と比較しつつ、頭蓋内髄膜腫に対する Ivalon を用いた embolization の効果を、脳血管造影や CT 上の変化、術中所見さらに腫瘍の組織学的変化などより検討し、若干の文献的考察を加える。

II 対象および方法

対象は、新潟大学脳神経外科および関連施設に入院した頭蓋内髄膜腫症例のうち、脳血管写上主として外頸動脈系より血流供給を受ける12症例である。性別は男性5例、女性7例で、年齢は30~78才である。発生部位は門蓋部4例、傍矢状洞3例、大脳鎌1例、蝶形骨隆起1例、中頭蓋窩1例、後頭蓋窩2例である。Embolization は8例に対して transfemoral、4例に対して transcarotid catheterization で行った。Catheter は Becton-Dickinson 社製で外径0.062インチ(1.57 mm)、内径0.045インチ(1.14 mm)で先端を0.032インチ(0.81 mm)に細くしたものをを用いた。Cath-

eterization で目的とする外頸動脈分枝にできるだけ選択的な挿入を計った。Emboli として用いた Ivalon は、平均 $0.5 \times 0.5 \times 0.5$ mm の細粒(Fig. 1)にして造影剤(Angiographin®)と生食水を半々とした溶液中で攪拌、懸濁様にし、5 ml のディスポーザブル注射器で腫瘍陰影の消失をみるまで繰り返し血流にのせて注入した。

III 結 果

以下に症例を呈示する。

<症例2> 30才、男性、left frontal convexity meningioma

痙攣発作をもって発症したが、初診時神経学的な異常を認めなかった。CT にて、左前頭葉に著明な contrast enhancement(増強)を示す腫瘍を認めた。脳血管造影では、left middle meningeal artery を主な feeding artery とする tumor stain が出現し、典型的な sun-burst appearance を示していた(Fig. 2A)。Embolization 中、emboli の浅側頭動脈への流入を防ぐため用手的に同血管の圧迫を行った。Embolization 後14日目の外頸動脈写では、feeding artery は完全に閉塞し tumor stain の出現はみられなかった(Fig. 2B)。手術は embolization の22日後に行われた。Meningeal artery は虚脱し、硬膜付着部や腫瘍実質からの出血はきわめて少なく、腫瘍は無理なく en block に摘出した。病理学的検索では腫瘍の各所に小壊死巣がみられ、腫瘍内血管に hematoxylin に濃染する Ivalon が認められた(Fig. 3)。

<症例5> 70才、女性、right frontal parasagittal meningioma

左片麻痺をもって発症し、CT で homogeneous に増強される腫瘍を右前頭葉正中部に認めた(Fig. 4A)。脳血管造影にて上記と診断し、feeding artery である right middle meningeal artery の embolization を行った。Embolization 5日後の CT では、辺縁部を残し増強病変は消失していた(Fig. 4B)。手術は embolization の8日後に行われたが、腫瘍の硬膜付着部からの出血はなく、その辺縁を除く大部分は壊死に陥り、吸引除去可能であった。病理学的検索においても腫瘍の広汎な壊死を認めた。

<症例8> 71才、女性、right occipital parasagittal meningioma

知能障害・視野障害をもって発症し、CT で右後頭葉正中部に著明に homogeneous に増強される巨大な腫瘍が認められた(Fig. 5A)。両側 middle meningeal artery 後枝と left occipital artery を feeding artery とする tumor stain を認め、上記と診断した。同日、feeding artery に対して embolization を施行した。Fig. 5B は施行2日後の CT である

Fig. 1 Ivalon (polyvinyl alcohol foam) particles used as emboli in the dry state. The mean size of the emboli is $0.5 \times 0.5 \times 0.5$ mm in the wet state.

Fig. 2 Case 2, left frontal convexity meningioma. A: Pre-embolization. The anterior branch of the middle meningeal artery becomes thicker in the distal portion and supplies the tumor. A tumor stain of sun-burst appearance can be seen. B: Post-embolization. The middle meningeal artery is occluded and the tumor stain cannot be visualized. The superficial temporal artery is opacified.

Fig. 3 Case 2. Photomicrograph of the embolized meningothelial meningioma. The presence of Ivalon in the arterial lumen of the tumor can be seen. HE stain, $\times 100$.

Fig. 4 Case 5. Right frontal parasagittal meningioma on computed tomography with contrast medium enhancement. A: The tumor is homogeneously and highly enhanced before embolization. B: The tumor is inhomogeneously enhanced only on the periphery after embolization.

Fig. 5 Case 8. Right occipital parasagittal meningioma on computed tomography with contrast medium enhancement. A: The tumor is homogeneously enhanced before embolization. B: The convex side of the tumor is partially enhanced after embolization. The mass effect of the tumor is unchanged.

が、円蓋部を中心に増強されない部分が広範囲に出現した。手術は embolization 後22日目に行われたが、全経過を通して出血は少なく、腫瘍は比較的容易に全摘出しえた。病理学的検索にて、腫瘍内血管の血栓形成や広範囲の腫瘍

Fig. 6 Case 9. Right posterior fossa meningioma on computed tomography with contrast medium enhancement. A: The tumor is homogeneously enhanced before embolization. B: The effect of contrast medium enhancement is obviously reduced after embolization.

壊死を認めた。

<症例9> 51才, 女性, right posterior fossa meningioma

右小脳半球症状をもって発症し, CTで右後頭蓋窩にhomogeneousに増強される大きな腫瘍を認め(Fig. 6A), 脳血管造影でright occipital arteryをfeeding arteryとするtumor stainが描出された(Fig. 7A). Fig. 7Bはembolization中に単発で撮った選択的後頭動脈写であるが, 術前の外頸動脈写ではみられなかった椎骨脳底動脈系がoccipital arteryの筋肉枝を介して描出された. そのため, この時点でまだわずかにtumor stainは残存したがembolizationは中止した. 施行後5日目のCTでは腫瘍の増強の程度は全体に減弱した(Fig. 6B). 8日目に手術を施行し, 出血も少なく横静脈洞部の硬膜に附着する腫瘍を全摘出した.

Table 1にembolizationを行った12症例をまとめた. Embolizationで外頸動脈系の関与するtumor stainは(症例9)を除き消失した. 3例(症例2, 4, 8)においてembol-

Fig. 7 Case 9, right posterior fossa meningioma. A: External carotid angiograph before embolization. The right occipital artery supplies the tumor. B: Superselective external carotid angiograph after embolization. The tip of the catheter is located in the occipital artery. The tumor stain can be faintly visualized. The vertebro-basilar system is opacified through an occipito-vertebral collateral.

ization後7~14日目に脳血管造影を施行したが, 閉塞血管の再開通例はなかった. またembolization後, 9例で手術前にCTを施行したが, embolizationの効果と思われる腫瘍内増強病変の欠損あるいは減弱が全例に出現した. この所見はembolizationの翌日にCTを施行した2例(症例1, 8)ですでにみられた. また, CTを反復施行しえた症例のうち2例(症例4, 8)でこれらの変化が増大した. Embolization後, 周囲の脳浮腫を含めた腫瘍によるmass effectが強くなる例はなかった. Embolizationから手術までは1~22日であったが, 手術時に閉塞血管の再開通をみた症例はなかった. 12例中11例において, 開頭, 硬膜処理, 腫瘍摘出に際しての出血は, embolizationを行わない

場合よりも明らかに少量であると思われる、5例において手術時の輸血は要さなかった。〈症例5〉では、腫瘍実質は大部分吸引除去可能であった。11例でSimpsonの分類¹¹⁾によるIあるいはIIの手術を施行しえたが、内頸動脈領域からのfeeding arteryもかなりみられた〈症例7〉では部分摘出に終わった。組織学的にはTable 1に示すような組織像であったが、種々の程度でembolizationによると思われる変性壊死や腫瘍内血管の血栓形成を認めた。また、7症例で摘出腫瘍内血管にemboliであるIvalonを確認しえた。

副作用としては、部分的な頭皮壊死1例、頭痛3例、顔部痛2例であったが、永続的あるいは重篤なものではなかった。

IV 考 察

髄膜腫に対するembolizationの効果としては、腫瘍volumeの減少、臨床症状改善の報告⁴⁾もみられるが、術中の腫瘍からの出血の減少がその主なものであろう。Emboliの種類や大きさは、これらのことを考慮して選択する

必要がある。Picardら⁹⁾は、腫瘍に対するembolizationの効果としてcentral tumor embolization, peripheral tumor embolization, さらにextratumoral embolizationと分類し、また伊藤ら⁵⁾はembolization effectとligation effectに分類している。これまでの報告では、髄膜腫のembolizationに用いるemboliとしてはgelfoamが大多数を占める。その大きさとしては、Manelfe⁸⁾やDjindjianら^{3,4)}は $10 \times 1 \times 1$ mm, 高橋ら¹³⁾は $1 \times 1 \times 2$ mm, 伊藤ら⁵⁾, 戸谷ら¹⁴⁾は $1 \times 1 \times 0.5$ mmと比較的大きい。これらの場合、embolizationの効果はtumoral embolization⁹⁾やembolization effect⁵⁾を得ることなく、extratumoral embolization⁹⁾あるいはligation effect⁵⁾に終ることが多いと思われる。そのため、今回我々はtumoral embolizationあるいはembolization effectを十分に得る目的から、emboliとして細粒にしたIvalonを用いた。戸谷ら¹⁴⁾はembolization前後のCTを比較し、6例中2例にのみCT上腫瘍の増強に変化がみられたとしているが、我々の症例ではembolization後CTを施行した全例に腫瘍内の虚血変化を思わせる増強欠損部

Table 1 Summary of therapeutic embolization in 12 cases of intracranial meningioma

Case No.	Age, Sex	Location of tumor	Feeding vessels	Occluded vessels	Delay between embolization and operation	Effect of embolization	Complication	Grade of operation (Simpson ¹¹⁾)	Histology (emboli*)	Result
1	55, M	lt. frontal convex	bil. MMA lt. STA, ADTA	lt. MMA lt. STA, ADTA	3 days	++	none	I	meningothelial (+)	good
2	30, M	lt. frontal convex	lt. MMA lt. MCA	lt. MMA	22 days	++	cheek pain	I	meningothelial (+)	good
3	68, F	rt. frontal falx	bil. MMA	bil. MMA	1 day	+	scalp necrosis	I	fibroblastic	good
4	47, M	lt. frontal convex	lt. MMA	lt. MMA	8 days	++	headache	I	fibroblastic (+)	good
5	70, F	rt. frontal parasagittal	rt. MMA	rt. MMA	8 days	++	none	II	fibroblastic	good
6	49, M	rt. frontal convex	rt. MMA	rt. MMA	5 days	++	cheek pain	I	meningothelial	good
7	69, F	lt. sphenoid ridge	lt. ICA, MCA, ACA, MMA, IMA	lt. MMA, IMA,	1 day	±	none	IV	angioblastic	poor
8	71, F	rt. occipital parasagittal	bil. MMA lt. OA	bil. MMA lt. OA	22 days	++	headache	II	fibroblastic (+)	good
9	51, F	rt. posterior fossa	rt. OA	rt. OA	8 days	++	none	II	fibroblastic (+)	good
10	78, M	rt. frontal parasagittal	bil. MMA rt. MCA	bil. MMA	14 days	++	none	II	angiomatous (+)	good
11	52, F	rt. middle fossa	rt. MMA, STA	rt. MMA, STA	7 days	++	headache	I	fibroblastic	good
12	55, F	rt. posterior fossa	rt. OA	rt. OA	2 days	++	none	II	meningothelial (+)	good

*Ivalon in the arterial lumen of the tumor. MMA indicates middle meningeal artery; STA, superficial temporal artery; ADTA, anterior deep temporal artery; IMA, internal maxillary artery; OA, occipital artery; ICA, internal carotid artery; MCA, middle cerebral artery; ACA, anterior cerebral artery; ++, marked; +, moderate; ±, minimum.

やその減弱が出現した。また病理学的検索において摘出腫瘍の変性や壊死が多数にみられ、7例で1枚の標本切片中の腫瘍内血管に Ivalon を認めたことは、多数の emboli が腫瘍内に存在することを示唆しており、従来の報告に比しさらに十分な tumoral embolization が得られたと思われる。以前当施設では、髄膜腫に対して gelfoam を用いた embolization を行い報告している³⁾。その結果と今回の Ivalon を用いたそれとの比較は、検討事項が異なること、また CUSA や laser などの手術器具の新たな導入などもあり単純にはできない。しかし、両者の手術の大部分に携った我々の印象では、手術時の出血減少効果は明らかに後者が勝っていた。Emboli として gelfoam を用いた場合、栓塞血管の再開通が比較的早期に起こるため、embolization 後できるだけ短時間で根治手術をする必要がある。今回 embolization と手術までの間隔は最長22日であったが、全例で手術時に栓塞血管の再開通は認めなかった。したがって、Ivalon を emboli として用いた場合、embolization と摘出手術との時間的間隔をあまり考慮する必要はないと思われる。また、前述のごとく Ivalon は gelfoam と比べ操作性や加工性において劣るが、永続的な血管閉塞が可能であることは、高齢者や他疾患合併者などの risk factor の大きい症例に対し、embolization で腫瘍の壊死を計り、mass effect を減ずることなどにより外科的治療の一部代用をなす可能性を示唆していると思われる。

今回は embolization による合併症として重篤なまた不可逆的な症例を経験しなかったが、これまでに内頸動脈への emboli の流入などの合併症も報告されている^{1,4,8)}。Gelfoam でももちろんであるが、非吸収性の Ivalon を用いた場合はいっそうその合併症の発生には注意を払う必要がある。できる限り目的血管に selective catheterization を行うことは必須であり、そのため今回 transfemoral では十分な catheterization ができなかった4症例に対しては transcarotid で目的血管に catheterization をし embolization を行った。また、後頭動脈を feeder とする例(〈症例12〉)では十分な catheterization をしえず、同血管が頸動脈分岐部に近く emboli の内頸動脈への流入の危険が大きいため、embolization に際して balloon catheter を用いて内頸動脈血流を一時遮断した。Embolization に際しては、溶液より軽く疎水性である Ivalon の性質を考慮して注入直前まで十分攪拌すること、透視下で emboli を血流にのせて注入すること、さらに embolization がある程度なされ血流が遅延してきた時期にはいっそう慎重に emboli を注入することなどに留意した。

髄膜腫に対する embolization の場合、続いて摘出手術がなされるため、頭皮壊死を予防する意味から浅側頭動脈を

温存することは重要である。高橋ら¹³⁾は浅側頭動脈を温存することが必要な症例に対し、観血的に同血管を露出し一時血流を遮断して embolization を施行したと述べている。我々は、embolization 中用手的に浅側頭動脈を圧迫することで emboli の流入を最小限に示えた。本法施行に際しては、眼動脈が中硬膜動脈から血流を受ける variation^{1,2,7)}や、後頭動脈と椎骨動脈との筋肉枝を介する吻合^{4,6,10,12)}の有無などを常に考慮する必要がある。〈症例9〉において、術前の外頸動脈造影では後頭動脈と椎骨動脈との吻合は認めえなかったが、選択的に後頭動脈へ catheterization して embolization を進めるうちに同吻合がみられたため同手技を中断したように、血流動態が embolization により変化していくことも念頭に置き手技を進めるべきと思われる。

V ま と め

頭蓋内髄膜腫12症例に対する Ivalon 細粒を用いた embolization の経験を述べた。

1. Emboli として Ivalon 細粒を用いることにより、手術時の出血減少などの embolization の効果はこれまでの gelfoam などによる報告に比して明らかに増大した。

2. 重篤な副作用はみられなかったが、本法施行に際しては血管の anomaly が存在することに常に留意する必要がある。

文 献

- 1) Brismar J, Cronqvist S: Therapeutic embolization in the external carotid artery region. *Acta Radiol [Diagn]* (Stockh) 19: 715-731, 1978
- 2) Brucher J: Origin of the ophthalmic artery from the middle meningeal artery. *Radiology* 93: 51-52, 1969
- 3) Djindjian R, Cophignon J, Theron J, Merland JJ, Houdart R: Embolization by superselective arteriography from the femoral route in neuroradiology. Review of 60 cases. *Neuroradiology* 6: 20-26, 1973
- 4) Djindjian R, Merland JJ: *Superselective Arteriography of the External Carotid Artery*. Berlin, Springer, 1978, 75 pp
- 5) 伊藤寿介, 横山元晴, 今村 均, 吉田誠一, 鷺山和雄: 外頸動脈領域における embolization の経験. 脳神経外科 8: 1145-1153, 1980
- 6) 伊藤建二郎, 川口 進, 岩淵 隆: External carotid basilar anastomosis の1例. 脳神経外科 3: 429-434, 1975
- 7) Lombardi G: Ophthalmic artery anomalies. *Ophthalmologica (Basel)* 157: 321-327, 1969
- 8) Manelfe C: Transfemoral catheter embolization of the intracranial meningiomas, in Salamon G (ed): *Advances in Cerebral Angiography*. Berlin, Springer, 1975, pp 184-191
- 9) Picard L, Robert J, Andre JM, Montaut J, Roland J, Sigiel M,

- Gengler L, Lepoire J: Embolization with iodine 131-market Spongel technique, indication and results. *J Neuroradiol* 3: 53-74, 1976
- 10) Schechter MM: Occipital-vertebral anastomosis. *J Neurosurg* 21: 758-762, 1964
- 11) Simpson D: The recurrence of intracranial meningioma after surgical treatment. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 20: 22-39, 1957
- 12) 高橋 弘, 山口昂一, 上村一夫, 古和田正悦, 松岡 茂, 伊藤善太郎: Occipit-vertebral anastomosis の 4 症例. 脳と神 23: 1315-1319, 1971
- 13) 高橋伸明, 菊池晴彦, 唐澤 淳: 脳外科疾患における経大腿カテーテル塞栓術. 脳神経外科 11: 591-602, 1983
- 14) 戸谷重雄, 塩原隆造, 上田守三, 市来崎潔, 秋山武仁, 四宮陽一, 石山直巳, 岩田隆信, 志賀逸夫, 柳下 章, 向井万起男: 髄膜腫 6 例における腫瘍栄養血管カテーテル栓塞術. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 18 [Part II]: 803-811, 1978
- [別刷請求先: 〒951 新潟市旭町通一番町757, 新潟大学脳研究所脳神経外科, 小池哲雄]