原 著

切迫脳ヘルニアを伴う破裂脳動脈瘤・脳動静脈奇形の手術 —脳血管撮影なしでいかに対処するか—

田中 将太, 堤 一生, 井上 智弘
安達 忍, 齊藤 邦昭, 國井 尚人

Surgery for Ruptured Aneurysms or Arteriovenous Malformations Associated with Impending Herniation Due to Intracerebral Hematoma Necessitating Emergency Surgery Without Preoperative Angiography

Shota TANAKA, M.D., Kazuo TSUTSUMI, M.D., Tomohiro INOUE, M.D.,
Shinobu ADACHI, M.D., Kuniaki SAITO, M.D., and Naoto KUNII, M.D.

Department of Neurosurgery, Showa General Hospital, Tokyo, Japan

Summary: Preoperative angiography is basically essential for a patient of intracerebral hematoma, so as to check any underlying vascular anomaly such as a ruptured aneurysm or an arteriovenous malformation (AVM). When the hematoma causes impending herniation, however, we omit preoperative angiography to save time and perform emergency surgery even if a ruptured aneurysm or an AVM is highly suspected. We experienced 8 such cases during 2.5 years: 6 cases of ruptured aneurysm and 2 of AVM. Three of them achieved good recovery and none died.

Some special considerations and tactics are required before and during surgery to ensure safety. When a ruptured aneurysm is suspected, a microscope, a self-retractor and clips should be ready prior to surgery. The superficial temporal artery should be preserved just in case. After the craniotomy, the hematoma is evacuated partially for decompression away from the suspected aneurysm. Then, in case of premature rupture, the dissection is performed directly toward the bleeding site; otherwise sylvian fissure is dissected for aneurysm exploration. When an AVM is suspected, care must be taken not to injure the draining veins. It is safer to finish the emergency surgery after evacuating the hematoma and to go on to cerebral angiography. The resection of an AVM should then be performed in the chronic period.

In our experiences, we were able to perform emergency surgery safely for a ruptured aneurysm or an AVM, even when we had to omit preoperative angiography because of impending herniation.

Key words:

- ruptured aneurysm
- arteriovenous malformation
- intracerebral hematoma
- cerebral angiography
- impending herniation

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 35: 204–209, 2007

はじめに

脳動脈瘤(AN)破裂によるくも膜下出血(SAH)や脳動静脈奇形(AVM)による脳出血(ICH)の手術に際して、術前脳血管撮影による血管構造の把握は必要不可欠といえよう。しかし瞳孔散大など脳ヘルニア徴候を認めた際に、脳血管撮影を必要最低限施行してから手術を行うのか、脳血管撮影を省略して可及的すみやかに手術を行うのかは、しばしば意見の分かれるところである。脳幹障害を示唆する脳ヘルニアを一刻も早く解除することが患者の生命予後・機能予後の改善につながると考え、われわれは脳血管撮影を施行せずただちに手術を行っている。ただし、脳血管撮影の情報を持たないなりに、ANやAVMの手術を十分安全に遂行するためのノウハウを習得しておく必要がある。われわれは2.5年間で8症例を経験し比較的良好な結果を得ることができたので、症例を提示しつつ、術前の準備や術中の攻略手順などについて整理した。

対 象

ANあるいはAVMの存在が疑われるICHをきたし、瞳孔散大や失調性呼吸などの切迫脳ヘルニア徴候が出現したため脳血管撮影を施行せずに手術を行った症例を、われわれは2002年11月から2006年6月の期間に8例経験した(Table 1)。患者の年齢や病歴、あるいはCT所見としてSAHの存在やICHの局在などを総合的に判断し、症例1-5では中大脳動脈瘤(MCA-AN)破裂、症例6, 8では遠位部中大脳動脈瘤(DMCA-AN)破裂あるいはAVM、症例7ではAVMの存在を疑った。脳ヘルニア徴候として症例1-6, 8では鉤ヘルニアによる瞳孔散大が、症例7では扁桃ヘルニアによる呼吸失調がみられた。来院から手術開始までの平均所要時間は75.0分(50-110分)であった。

代表 症 例

〈症例1〉意識障害で発見された58歳女性。来院時意識レベルはGCS(Glasgow Coma Scale)E1V1M2で瞳孔不同を認めた。CT上SAHはなく正中偏位を伴う左側頭葉血腫を認めた(Fig. 1)。左MCA-AN破裂が疑われたが、両側瞳孔散大となり脳血管撮影を行わず緊急開頭血腫除去術を施行した。大きな左前頭側頭開頭をおき、マイクロスコープを導入しシルビウス裂から離れた位置で側頭葉の血腫を部分的に吸引し減圧。再破裂がなかったので通常どおりシルビウス裂を開放すると、ドームを側頭葉に埋没させたMCA-ANを認め、クリッピングを施行した。ICHを吸引除去し、骨片を戻し閉創。術後脳浮腫著明となり減圧開頭術を追加した。6カ月後、意識障害はE4VTM6まで改善し、右片麻痺は残存したが介助歩行可能となった。

〈症例3〉意識障害で発見された69歳男性。来院時意識レベルGCS E1V1M1、瞳孔不同あり。CT上SAHと右側頭葉血腫を認め(Fig. 2A)、右MCA-AN破裂が疑われたが、両側瞳孔散大となり脳血管撮影を行わず緊急開頭血腫除去術を施行した。硬膜切開の時点で再破裂を認めたため、マイクロスコープを導入し太い吸引管で出血を吸引しつつ出血点に向かって側頭葉や血腫を吸引除去しながらおおまかに剝離し、周囲の脳組織ごとテンタティブクリップをかけて止血を得た(Fig. 2B)。可及的すみやかに剝離しネッククリッピングに替えた。骨片を戻さず閉創。術後脳浮腫著明となり内減圧術を追加した。意識障害は改善しなかった。

〈症例7〉嘔吐後に進行性意識障害をきたした27歳女性。来院時意識レベルGCS E1V1M1、瞳孔異常なし。CT上5cm大の右小脳出血を認めた(Fig. 3)。AVMの存在が疑われたが、失調性呼吸をきたしていたため脳血管撮影を省略し緊急後頭下開頭血腫除去術を施行した。後頭下開頭の

Table 1 Patient demographics, Glasgow Coma Scale on admission, hematoma location and size, herniation sign, and time delay between admission and surgery

Patient No.	Age (years) /Sex	GCS [#] on admission	Hematoma location /Size (cm)	Herniation sign	Time delay (minutes) (Admission-Surgery)
1	58/F	4 (1-1-2)	Temporal/6	B/L* FD ^{##} pupils	80
2	72/F	4 (1-1-2)	Frontal/6	U/L** FD pupils	50
3	69/M	3 (1-1-1)	Temporal/6	B/L FD pupils	110
4	62/F	8 (2-1-5)	Frontotemporal/9	U/L FD pupils	80
5	6/F	7 (1-1-5)	Frontotemporal/5	B/L FD pupils	60
6	53/M	5 (1-1-3)	Frontoparietal/8	U/L FD pupils	80
7	27/F	3 (1-1-1)	Cerebellar/5	Ataxic respiration	90
8	36/M	7 (1-1-5)	Temporoparietal/8	U/L FD pupils	50

[#] GCS = Glasgow Coma Scale, ^{##} FD = fixed dilated, * B/L = bilateral, ** U/L = unilateral

Fig. 1 Case 1. Preoperative CT scan demonstrating left temporal hematoma without any obvious subarachnoid hemorrhage.

Fig. 2 Case 3. A) Preoperative CT scan demonstrating right temporal hematoma with substantial subarachnoid hemorrhage. B) Photograph of intraoperative view showing a tentative clip stopping the premature rupture from an aneurysm.

のち、脳室ドレーン挿入と同時に硬膜切開をおくと、脳表は正常。血腫を吸引除去するとナイダスを認め、壁から観察すると小さいAVMと思われ、同時にAVM摘出を完遂しえた。骨片を戻さず閉創。6カ月後には意識清明となり、小脳失調も改善し独歩可能となった。

〈症例8〉意識障害と右片麻痺をきたした36歳男性。来院時意識レベルGCS E1V1M5、瞳孔不同あり。CT上SAHはわずかで左側頭頭頂葉にICHを認めた(Fig. 4A)。DMCA-AN破裂やAVMが疑われたが、瞳孔不同が拡大したため脳血管撮影を行わず緊急開頭血腫除去術を施行した。脳表に怒張した静脈を複数認め、大きなAVMの存在が示唆された。マイクロスコープを導入しICHを吸引除去するとナイダスを認め、圧迫止血を行い(Fig. 4B)、いったん閉創。術後脳血管撮影にて左頭頂葉にAVMを認め(Fig. 4C)、後に摘出術を施行した。6カ月後には意識清明となり、右片麻痺も失語も著明に改善し自立となった。

結 果

症例1-3ではMCA-ANが、症例4-6ではDMCA-ANが、症例7-8はAVMが認められた(Table 2)。ANがみられた6例全例で血腫除去と同時にクリッピングも行った。術中破裂は2例でみられ、1例(症例3)では硬膜切開時からみられた。AVMがみられた2例のうち、1例(症例7)では血腫吸引とともにAVM摘出も行い、1例(症例8)では血腫吸引のみでいったん閉頭し、脳血管撮影施行後に再手術でAVM摘出を行った。予後はGR 3例、MD 1例、SD 2例、VS 2例で、死亡例はなかった。なお、追跡期間は平均21.5カ月(2-44カ月)である。

考 察

ANやAVMによるSAHやICHの手術に際し、原則脳血管撮影の情報が必要である。しかし瞳孔不同や失調性呼吸などの脳ヘルニア徴候が出現した場合は、精査する時間的猶予がなくその限りでない。one vessel studyでも脳血管撮影で出血原因を検索したほうが手術をより安全に遂行できるという意見もある。しかし脳ヘルニアは脳幹への不可逆的なダメージの切迫を意味し、脳血管撮影を省略し手術で脳ヘルニアを一刻も早く解除することが患者の予後の改善につながるものと、われわれは考えている。われわれと同様にAN破裂によるICHで深昏睡に陥った患者に対

Fig. 3 Case 7. Preoperative CT scan demonstrating right cerebellar hematoma.

Fig. 4 Case 8. A) Preoperative CT scan demonstrating left temporoparietal hematoma. B) Photograph of intraoperative view after hematoma evacuation showing the nidus of an AVM. C) Postoperative angiogram revealing an AVM in left temporal lobe. A|B|C

Table 2 Patient demographics, location of aneurysm or arteriovenous malformation, premature rupture, Glasgow Outcome Scale, and follow-up period

Patient No.	Age (years) /Sex	Location	Premature rupture	GOS [#]	Follow-up period (months)
1	58/F	MCA-AN*	—	SD	15
2	72/F	MCA-AN	—	VS	4
3	69/M	MCA-AN	+	VS	34
4	62/F	DMCA-AN**	—	GR	44
5	6/F	DMCA-AN	+	GR	42
6	53/M	DMCA-AN	—	SD	2
7	27/F	cerebellar AVM***		MD	17
8	36/M	temporal AVM		GR	14

[#] GOS = Glasgow Outcome Scale, * MCA-AN = middle cerebral artery aneurysm, ** DMCA-AN = distal middle cerebral artery aneurysm, *** AVM = arteriovenous malformation

して脳血管撮影を省略し緊急手術を行うべきであるとする報告はみられるが²⁾³⁾¹²⁾，その手術をいかに安全に行うかという考察を行っているものは皆無といえる．AVMによるICHの場合もほぼ同じ状況である⁷⁾⁸⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁹⁾．そこでわれわれは，脳血管撮影の情報を持たずしてANやAVMの手術を安全に執り行うために必要と思われる基本的な考え方や注意点について整理した．

1. ANが疑われる場合

1) セッティング

われわれの症例にもあるように硬膜切開時など早い段階から再破裂がみられることがあるが，出血箇所もわからないということで動揺してしまい，判断・手術操作を誤ってさらに状況を悪化させてしまうのでは困る．当然といえばそれまでだが，マイクロスコープや脳ベラなどのセッティ

ングやクリップの用意を術前に済ませることは徹底したい．またバイパスや動脈切開の必要性も生じうるので血管吻合セットもスタンバイさせておくといよい．

2) 皮切

クリップの掛け直しなどで親動脈が閉塞した場合やトラッピングせざるを得ない場合にはバイパスが必要となるので，STAを温存した皮切を心掛ける．またSTA頭頂枝を十分長く採取できるように皮切を計画する．

3) 血腫除去

想定されるANから離れた箇所で血腫を吸引除去し，まず減圧を得る．再破裂を起こさないよう吸引は最低限にとどめ，すべて除去するのはクリッピング後にする．硬膜切開時に脳圧がさほど高くなければ血腫除去せずANの検索を始めてもよい．まず側頭葉切除と血腫除去を行って減圧を得るとする報告もある²⁾．

4) AN 検索

部分的に血腫除去を行った時点で再破裂がなければ、通常どおりシルビウス裂からANを検索する。再破裂した場合は直接出血点に向かい、想定されるANの周囲で脳組織や血腫を吸引しながら左右をおおまかに剝離し、大掴みなテンタティブクリップでいったん止血を得ることに努める。ここで慌ててネックや親動脈をきれいに剝離しようとして二次損傷を引き起こしてはならない。その後可及的すみやかにANの剝離を行いネッククリッピングに替える。

SAHでICHを伴う頻度は20%程度との報告が多く¹⁶⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹⁵⁾¹⁷⁾、ANの部位としてはMCA-ANを最多(36-70.2%)¹¹⁾¹⁵⁾¹⁷⁾としてDMCA-AN、内頸動脈瘤(IC-AN)、後交通動脈瘤(Pcom-AN)、前大脳動脈瘤(Acom-AN)、遠位部前大脳動脈瘤(DACA-AN)などがある。血腫除去後に破裂動脈瘤を確認するまで上記のような好発部位を直視確認する必要がある。側頭葉血腫ではMCA-ANのほかPcom-ANなど、前頭葉血腫ではMCA-ANのほかIC-AN・Acom-AN・DACA-ANなどの可能性がある。また頭頂葉に伸びる血腫ではDMCA-ANの可能性があり、病歴・血液検査・心エコー所見などから感染性脳動脈瘤が疑われる場合にはAN摘除を行う。前頭葉血腫に比べ側頭葉血腫のほうが鉤までの距離が近いがゆえに鉤ヘルニアに陥りやすいと考えられ、われわれの症例で側頭葉血腫が多かったのも頷ける。

2. AVMが疑われる場合

まず、若年者の非外傷性ICHではAVMの存在を常に疑わねばならない。

AVMによるICHに対する緊急開頭血腫除去の報告でも、血腫除去と同時にAVM摘出を行った症例と、血腫除去のみでAVM摘出は慢性期に二期的に行った症例とがある。ICHによる鉤ヘルニアのため脳血管撮影を行わずに手術を施行した症例も散見され、その中には造影CTでAVMと診断し手術を施行した症例もある⁷⁾⁸⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁹⁾。

手術は開頭ののち、流出静脈に注意しながら硬膜切開をおく。脳表に怒張した静脈が太くあるいは複数存在している場合は、比較的大きなAVMが想定され、血腫除去による減圧のみにとどめる。脳浮腫が著明な急性期に脳血管撮影の情報を持たず摘出するのは危険で、主な流出静脈を損傷しなければナイダスからの出血も圧迫で止まることが多いからである。そのうえで脳血管撮影を行いAVMの全体像を把握してから再手術に向かう。再手術の時期は慢性期を勧める意見が多い。脳表に怒張した静脈が認められないか、認めても細い場合は、比較的小さなあるいは深在性のAVMが想定される。やはり血腫除去のみでとどめるのが

安全であるが、血腫腔から観察し壁面から摘出しようと判断できた場合に限り、血腫除去に続きAVM摘出を行ってもよい。

前記のようなAN-AVM間での手術戦略の相違の主な根拠は破裂率の相違である。ANの場合は早期の再破裂が多く(2週間以内に19%)、特に発症後24時間以内の再破裂率は4.1%にのぼる⁹⁾。したがって脳血管撮影のためにAN未処理のままいったん閉頭することはできず、血腫除去のちクリッピングまで完遂しなければならない。Wheelockら²⁰⁾によると、AN破裂によるICHの手術で、血腫除去のみでは75%の死亡率であったのに対し血腫除去+クリッピングでは29%であった。血腫除去により脳圧が低下し止血効果が薄れてさらに再破裂しやすくなるものと思われる。一方でAVMの場合の再破裂率は未破裂AVMの破裂率の数倍にはなるものの、それでも年間6-18%程度である⁴⁾⁵⁾。したがって急性期には血腫除去による減圧のみを行って閉頭し、脳血管撮影を行い、脳浮腫が引く慢性期まで待機してAVM摘出に臨むほうがよいことが多い。

術前診断のモダリティとして、脳血管撮影はone vessel studyでも20-30分はかかり、脳ヘルニアに陥っている場合には致命傷となりうる。CT血管撮影は単純CTに続き造影剤を注入するだけで、10分程度で済み有用であるとする報告がある⁸⁾¹²⁾¹⁴⁾²¹⁾。確かに24時間を通じて態勢十分な病院ではCT血管撮影の意義は大きい、実情はそうした病院ばかりではない。また、Meguroら¹³⁾は術中脳血管撮影の有用性を報告している。AVMによるICHの手術にて血腫除去のちにAVM摘出の可否を評価する目的で、確かに術中脳血管撮影は有用である。ANに対しても部位を同定する目的では有用と思われるが、ANの形状を評価できるほど自由度は高くない。

われわれの治療成績が比較的良好であることを裏づけるように、AN破裂によるICHにより深昏睡に陥っていても、脳血管撮影を省略し緊急開頭血腫除去と同時にクリッピングを行うことにより、比較的良好な予後を達成しうるとの報告がある²⁾³⁾¹⁶⁾。その理由として、ICHが入院時の重症度を上げているだけで手術によりすみやかに除去できれば意識障害の改善が見込めることや、SAHが少ないため脳血管攣縮によるDIND(delayed ischemic neurologic deficit)が起こりにくいことなどが考えられる。またAN破裂によるICHは基本的に皮質下出血であり、基底核・内包を破壊する高血圧性脳出血と異なり血腫除去により片麻痺が改善する見込みが高い¹¹⁾¹⁸⁾ことも、その理由の1つだろう。さらにAbbedら¹⁾によると、ICHを伴うSAHと伴わないSAHとを比較すると、ICHを伴うほうが入院時の重症度がより重く予後もより悪いのだが、入院時の重

症度を合わせて比較すると予後に有意差はなく、むしろ ICH を伴うほうが若干良い。それだけに AN 破裂により ICH をきたし脳ヘルニアに陥っている場合には、脳血管撮影を省略して可及的すみやかに手術を行うべきである。

結 語

破裂脳動脈瘤や脳動静脈奇形による脳出血で切迫脳ヘルニア徴候をきたした場合は、脳血管撮影を行わずただちに手術を施行すべきである。前述した手術戦略を念頭において手術を行えば十分に対処可能である。

文 献

- 1) Abbed KM, Ogilvy CS: Intracerebral hematoma from aneurysm rupture. *Neurosurg Focus* 15: 1-5, 2003
- 2) Batjer HH, Samson DS: Emergent aneurysm surgery without cerebral angiography for the comatose patient. *Neurosurgery* 28: 283-287, 1991
- 3) Brandt L, Sonesson B, Ljunggren B, *et al*: Ruptured middle cerebral artery aneurysm with intracerebral hemorrhage in younger patients appearing moribund: emergency operation? *Neurosurgery* 20: 925-929, 1987
- 4) Fults D, Kelly DL Jr: Natural history of arteriovenous malformation of the brain: a clinical study. *Neurosurgery* 15: 658-662, 1984
- 5) Graf CJ, Perret GE, Torner JC: Bleeding from cerebral arteriovenous malformations as part of their natural history. *J Neurosurg* 58: 331-337, 1983
- 6) Hauerberg J, Eskesen V, Rosenorn J: The prognostic significance of intracerebral haematoma as shown on CT scanning after aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Br J Neurosurg* 8: 333-339, 1994
- 7) Heiskanen O: Treatment of spontaneous intracerebral and intracerebellar hemorrhages. *Stroke* 24(suppl 1): I94-95, 1993
- 8) Jafar JJ, Rezai AR: Acute surgical management of intracranial arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 34: 8-13, 1994
- 9) Kassell NF, Torner JC: Aneurysmal rebleeding: a preliminary report from the Cooperative Aneurysm Study. *Neurosurgery* 13: 479-481, 1983
- 10) Kassell NF, Torner JC, Haley EC, *et al*: The international cooperative study on the timing of aneurysm surgery. Part 1: Overall management results. *J Neurosurg* 73: 18-36, 1990
- 11) Kawamura S, Suzuki A, Sayama I, *et al*: Clinical significance of intracerebral hematomas following aneurysmal rupture. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 27: 1158-1166, 1987
- 12) Le Roux PD, Dailey AT, Newell DW, *et al*: Emergent aneurysm clipping without angiography in the moribund patient with intracerebral hemorrhage: the use of infusion computed tomography scans. *Neurosurgery* 33: 189-197, 1993
- 13) Meguro K, Matsumura A, Tsurushima H, *et al*: Demonstration of a vascular lesion by intraoperative portable DSA in a case of intracerebral hematoma with impending herniation. *Neurol Surg* 18: 453-456, 1990
- 14) Meyer PG, Orliaguet GA, Zerah M, *et al*: Emergency management of deeply comatose children with acute rupture of cerebral arteriovenous malformations. *Can J Anesth* 47: 758-766, 2000
- 15) Nowak G, Schwachenwald D, Schwachenwald R, *et al*: Intracerebral hematomas caused by aneurysm rupture. Experience with 67 cases. *Neurosurg Rev* 21: 5-9, 1998
- 16) Page RD, Richardson PL: Emergency surgery for haematoma-forming aneurysmal haemorrhage. *Br J Neurosurg* 4: 199-204, 1990
- 17) Pasqualin A, Bazzan A, Cavazzani P, *et al*: Intracranial hematomas following aneurysmal rupture: experience with 309 cases. *Surg Neurol* 25: 6-17, 1986
- 18) Shimoda M, Oda S, Mamata Y, *et al*: Surgical indications in patients with an intracerebral hemorrhage due to ruptured middle cerebral artery aneurysm. *J Neurosurg* 87: 170-175, 1997
- 19) Steudel WI, Lorenz R, Berkefeld J: Acute operation on arteriovenous malformation with hematomas—report on six cases. *Neurochirurgia* 35: 26-30, 1992
- 20) Wheelock B, Weir B, Watts R, *et al*: Timing of surgery for intracerebral hematomas due to aneurysm rupture. *J Neurosurg* 58: 476-481, 1983
- 21) Winn HR, Newell DW, Mayberg MR, *et al*: Early surgical management of poor-grade patients with intracranial aneurysms. *Clin Neurosurg* 36: 289-298, 1990