

特集

脳動脈瘤の治療

## 若手医師に対するクリッピングのトレーニングについて

本郷一博 田中雄一郎 小山淳一  
草野義和 酒井圭一

Training System for Young Neurosurgeons on Aneurysm Clipping

by

Kazuhiro Hongo, M.D., Yuichiro Tanaka, M.D., Jun-ichi Koyama, M.D.,  
Yoshikazu Kusano, M.D., and Keiichi Sakai, M.D.

from

Department of Neurosurgery, Shinshu University School of Medicine

Clipping surgery is one of the most common and essential procedures for neurosurgeons. With the recent advances in the intravascular procedure, opportunities to use clipping surgery have decreased. In such a situation, we need to have an effective clipping procedure training system for young neurosurgeons. Basically of course, to become an expert surgeon, one must have a strong desire to become an expert surgeon. One needs to learn from each patient. One needs to observe expert-level surgery as many as possible.

In this paper, we describe several points which we conduct as routine procedures for training young neurosurgeons. 1) For each case, case conferences are held which include pre-preoperative, preoperative and post-operative conferences. In the pre-preoperative conference, detailed surgical procedures are presented by a resident including the clipping procedure : which clip (s) will be used, how it is (or they are) applied, etc. In the pre-operative conference, the detailed procedure is presented by showing surgical procedures and the expected operative drawing. In the postoperative conference, the surgery was summarized by showing edited video. 2) The surgical procedure and clipping procedure, are simulated in detail using 3D neuroimaging. 3) Operative videos and operating records of all the cases for more than the last 20 years have been stored, and they can be reviewed. 4) An operating microscope with 2 stereoscopic-assistant scopes is used. With this microscopic system, an assistant can actively attend a surgery. Alternatively a supervisor can assist a young surgeon through the assistant scope. 5) In the laboratory, two operating microscopes are set-up. Microsurgical procedures can be exercised at any time. 6) Case conference is regularly held focusing especially on surgical complications and attended by all doctors working at affiliated hospitals as well as the University Hospital.

(Received July 1, 2006; accepted July 27, 2006)

**Key words :**aneurysm clipping, surgery, training system

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 15 : 827-832, 2006

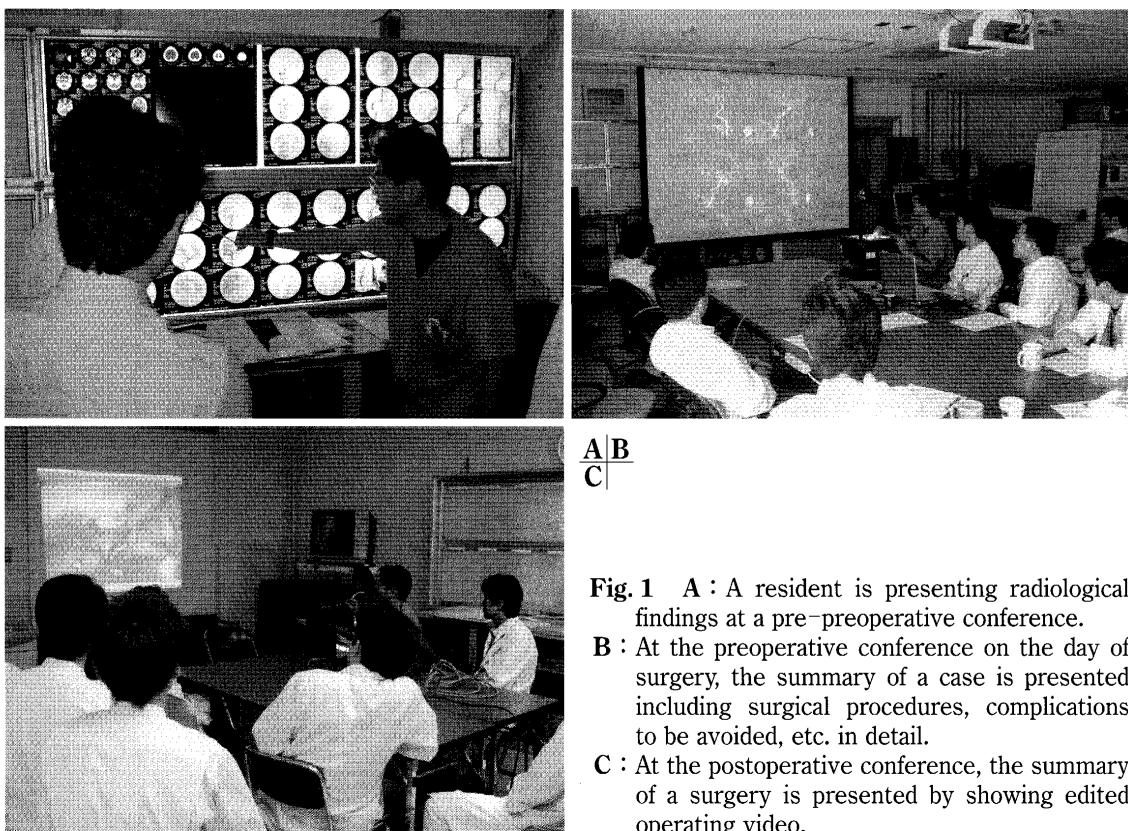
はじめに

脳神経外科医にとり、脳動脈瘤クリッピングは基本的

かつ重要な手術手技である。特に破裂動脈瘤は緊急手術での対応が必要となることが多く、第一線の病院ごとにきちんと対応できることが必要とされる。しかしながら、

信州大学医学部脳神経外科／〒390-8621 松本市旭 3-1-1 [連絡先：本郷一博]

Address reprint requests to: Kazuhiro Hongo, M.D., Department of Neurosurgery, Shinshu University School of Medicine, 3-1-1 Asahi, Matsumoto 390-8621, Japan



**Fig. 1** A : A resident is presenting radiological findings at a pre-preoperative conference.  
**B** : At the preoperative conference on the day of surgery, the summary of a case is presented including surgical procedures, complications to be avoided, etc. in detail.  
**C** : At the postoperative conference, the summary of a surgery is presented by showing edited operating video.

脳動脈瘤に対する治療は、近年の血管内コイル塞栓術（コイリング）の進歩に伴い、相対的にクリッピングの比率が減少している。このように手術症例数の少ない状況の中で、クリッピングの手術手技をどのように獲得し術者となっていくか、また術者としていかに安全確実な手術を行うかということは、きわめて重要な課題である。

手術の熟達者になるには、まず自らが一流の術者になるという強い意志・熱意を持つことが必須である。手術症例の比較的少ない現在の状況の中で、熟練した術者となるうえで必要なことは、「1例1例から学ぶ」、「過去の症例から学ぶ」、「熟達者の手術をよくみて学ぶ」、「術者であればどうするかを常に考えながら助手をする」といった態度で臨むことが大切である。

本稿では、手術教育、特にクリッピングにおけるトレーニングに関して、われわれが従来から日常行っている事項を中心に、「若手医師に対するクリッピングのトレーニング」という観点から述べる。

### 術前後のカンファレンス

術前および術後のカンファレンスにて1例1例を詳細に検討している。プレオペ（実際にはプレプレオペである）と称するカンファレンスを、手術の数日前に、主

治医および術者、助手など、手術に直接かかわる者が中心となって行う（Fig. 1A）。この場で主治医は、患者の病歴から神経学的所見、放射線学的所見のすべてを提示し術前診断を述べ、さらに治療方針、手術適応、手術術式などについて述べる。この時点のディスカッションで追加の検査が必要となれば、手術前日までに行うことができる。ここで、さまざまな手術アプローチについてのディスカッションがなされ、主治医はもとより研修医も、当該疾患患者に対する治療マネジメントについての知識を広げることができる。以前行った同様症例の手術ビデオを見ることがある。この、いわゆるプレオペカンファレンスは、当該手術1例ごとに、担当医師、研修医、術者、さらに臨床実習の学生などが集まり、30分から症例によっては1時間以上かけることもある。手術アプローチの複雑な腫瘍症例、あるいは脳動静脈奇形の症例では、2時間ほどかけることもある。

手術当日の朝、もしくは前日の午後（手術の曜日による）のカンファレンス（実際にはこれがプレオペ）では、主治医が症例の経過、神経学的所見、画像所見をまとめてプレゼンテーションし、次いで術者（教授あるいは助教授が術者の場合には第一助手）が、手術適応から手術目的、手術のゴール、手技などを詳述する（Fig. 1B）。この際、動脈瘤および想定されるクリッピングの状況を

Case Presentation Date: Jan. 16, 2006

Occupation: an office worker

ID No.: [REDACTED]

Dr. K. Nakamura and K. Sakai

[P1] incidental aneurysm

[P1] Aneurysm

Autumn 2005: She consulted herself to Rakkyo Hospital because of her chronic headache, and an MRI revealed ACA aneurysm.

Oct. 13: She was referred to our service for further examination and 3D-DSA

Jan. 16, 2006: She was admitted to our service for surgical treatment.

In this course, she had no episode of severe headache suggesting SAH.

[P1] Aneurysm

[P1] hypertension (5years+)

[P1] HT: 162cm, BW: 54kg, BP: 160/90mmHg

medication: Diuretic (20mg/day), Propranolol (50mg/day), Myosal 2T/day

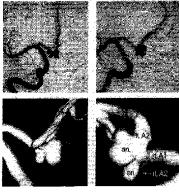
(N.R.) alert and cooperative, right hand edema

examination: fundus: normal

motor and sensory system: intact

DTRs: normoreflexia

[P1] Angiogram: Aneurysms (0.4mm, 2x2mm, left A1 hypoplasia)



Surgical Strategy

January 16, 2006

Name: [REDACTED] Nakamura, Keiji (Un-reported)

Diagnosis: ACA aneurysm (Un-reported, Gr II, double aneurysm)

Anatomical Site: Brain (anterior, right, 3rd ventricle, associated aneurysm)

Indication: Size, Risk and Young age

Purpose: Prevention of SAH

Technique: Clipping

Procedure: Unilateral craniotomy, Unilateral anterior interhemispheric approach, Clipping of aneurysm

Operative Drs: Sakai, Tadahiro, Nakamura

Urgent Surgery: No, SAH: No, ICP: No

Time: 5:35–10:20 (4h 45min)

Temperature: 36.5°C, Cerebral venous pressure: Preoperative response: no

The patient was successfully treated by us without any complications.

After surgery, the patient was placed in the supine position with her head fixed in the head frame in a neutral position. A bicoronal skin incision was made. Bifrontal craniotomy (right side dominant) was performed without opening the frontal sinus. The dura was incised in a C-shaped fashion on the right side. A thick cortical vein was tightly adhered to the skull, and it was resected with a high-speed burr. It was difficult to identify the A1 and A2 segments. An additional bicoronal dural incision was made near the midline for the exposure of preserving the cortical vein. The anterior interhemispheric fissure was widely opened. No bridging veins were present in this operative approach. Right olfactory nerve was preserved, and it was covered by the arachnoid membrane. Then, the anterior cerebral artery and the homolateral calcarine was found. Bifrontal AAs were exposed. Left A2 was located in the homolateral fissure, and the right A2 was located in the lateral fissure. The aneurysm, bifrontal optic nerves, optic chiasm, and the anterior cerebral artery were exposed. The aneurysm was very large and very calcified. When Hohmann's artery and this left A2 were identified, a hypotensive strategy was found existing at the ACA. The aneurysm and surrounding arteries are exposed. The anastomosis complex, like during aneurysm, was composed of two anastomoses which were a large straight claudius (No. 560) and a small straight claudius (No. 561) between both aneurysms. The necks of the aneurysms were carefully dissected. First, the aneurysm, larger one, in the left side of the brain was clipped with a straight straight claudius clip (No. 561) in a single. After the neck of the aneurysm was isolated, a straight straight claudius clip (No. 560) was applied to the neck of the aneurysm. Although the flow of these distal was disappeared by a Doppler flowmeter, incomplete clipping for the small aneurysm was confirmed by a stoma. A small straight claudius clip (No. 51) was partially placed to the dome of the aneurysm in order to get complete clipping. Then, the neck of the aneurysm was completely closed with a straight straight claudius. The flow of both AAs was confirmed by a Doppler flowmeter. Hemostasis was obtained. The dura was closed using polyester. The bone flap was fixed with Dycor, and the wound was closed without a drain.

Compliance: CT scan showed no hemorrhage. She had no neurological deficit.

Preoperatively, CT scan showed no hemorrhage. She had no neurological deficit.

ANTHOMEROS SURGICAL SKILL CLASSROOM RECORD

January 16, 2006

Name: [REDACTED] Nakamura, Keiji (Un-reported)

Diagnosis: ACA aneurysm (Un-reported, Gr II, double aneurysm)

Anatomical Site: Brain (anterior, right, 3rd ventricle, associated aneurysm)

Procedure: Unilateral craniotomy, Unilateral anterior interhemispheric approach, Clipping of aneurysm

Operative Drs: Sakai, Tadahiro, Nakamura

Urgent Surgery: No, SAH: No, ICP: No

Time: 5:35–10:20 (4h 45min)

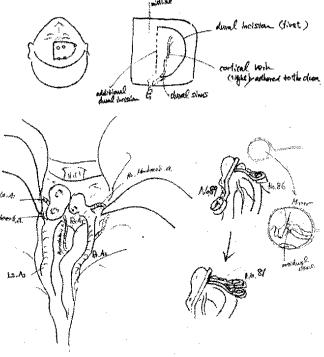
Temperature: 36.5°C, Cerebral venous pressure: Preoperative response: no

The patient was successfully treated by us without any complications.

After surgery, the patient was placed in the supine position with her head fixed in the head frame in a neutral position. A bicoronal skin incision was made. Bifrontal craniotomy (right side dominant) was performed without opening the frontal sinus. The dura was incised in a C-shaped fashion on the right side. A thick cortical vein was tightly adhered to the skull, and it was resected with a high-speed burr. It was difficult to identify the A1 and A2 segments. An additional bicoronal dural incision was made near the midline for the exposure of preserving the cortical vein. The anterior interhemispheric fissure was widely opened. No bridging veins were present in this operative approach. Right olfactory nerve was preserved, and it was covered by the arachnoid membrane. Then, the anterior cerebral artery and the homolateral calcarine was found. Bifrontal AAs were exposed. Left A2 was located in the homolateral fissure, and the right A2 was located in the lateral fissure. The aneurysm, bifrontal optic nerves, optic chiasm, and the anterior cerebral artery were exposed. The aneurysm was very large and very calcified. When Hohmann's artery and this left A2 were identified, a hypotensive strategy was found existing at the ACA. The aneurysm and surrounding arteries are exposed. The anastomosis complex, like during aneurysm, was composed of two anastomoses which were a large straight claudius (No. 560) and a small straight claudius (No. 561) between both aneurysms. The necks of the aneurysms were carefully dissected. First, the aneurysm, larger one, in the left side of the brain was clipped with a straight straight claudius clip (No. 561) in a single. After the neck of the aneurysm was isolated, a straight straight claudius clip (No. 560) was applied to the neck of the aneurysm. Although the flow of these distal was disappeared by a Doppler flowmeter, incomplete clipping for the small aneurysm was confirmed by a stoma. A small straight claudius clip (No. 51) was partially placed to the dome of the aneurysm in order to get complete clipping. Then, the neck of the aneurysm was completely closed with a straight straight claudius. The flow of both AAs was confirmed by a Doppler flowmeter. Hemostasis was obtained. The dura was closed using polyester. The bone flap was fixed with Dycor, and the wound was closed without a drain.

Compliance: CT scan showed no hemorrhage. She had no neurological deficit.

Preoperatively, CT scan showed no hemorrhage. She had no neurological deficit.



**A|B Fig. 2** A : Preoperative case summary, operative procedures with expected operative fields with drawings.  
B : Operating record of a case with operative drawings.

図示し説明する。ワンポイントレクチャーと称して、当該疾患に関連する文献のサマリー、トピックスを数分間にまとめてプレゼンテーションすることもある。1症例あたり20~30分かけて手術前の最終の検討が行われる。このカンファレンスで、手術アプローチ、合併症を防ぐための手術時の注意点などが再確認される。

術後は、通常、手術翌日のカンファレンスにて、主治医によって手術報告が行われる。手術顕微鏡下の手術はすべて録画しており、主治医はカンファレンスまでに手術の概要を2~3分のビデオに編集し、これを提示しつつ今後のマネージメントも含め説明する(Fig. 1C)。

## 手術シミュレーション

脳動脈瘤のクリッピングには詳細な血管撮影情報が必要である。われわれは、3D-DSA、さらに回転3D-DSAなどの立体表示神経画像を活用して、クリッピングのシミュレーションを行っている。どのクリップをどのように掛けるかまでをシミュレートし、術野の絵を描き、手術手順を記載する(Fig. 2A)。この際、われわれの過去の症例、さらには杉田慶一郎先生の『Microneurosurgical Atlas』<sup>4)</sup>、あるいは小林茂昭先生の『Neurosurgery of Complex Tumors and Vascular Lesions』<sup>1)</sup>、『Neurosurgery of Complex Vascular Lesions and Tumors』<sup>2)</sup>などの著書から同様の動脈瘤症例の手術記録も参考にしつつ、手術シミュレーションを行う。手術手順は当然現在(未来)形の文章であるが、過去形にすればそのまま手術記録になるようなるつもりで、手術をイメージしながら記載する。この、手術手順、想定術野、クリッピング方法などが、先に述べた術直前のカンファレンスでプレゼンテーショ

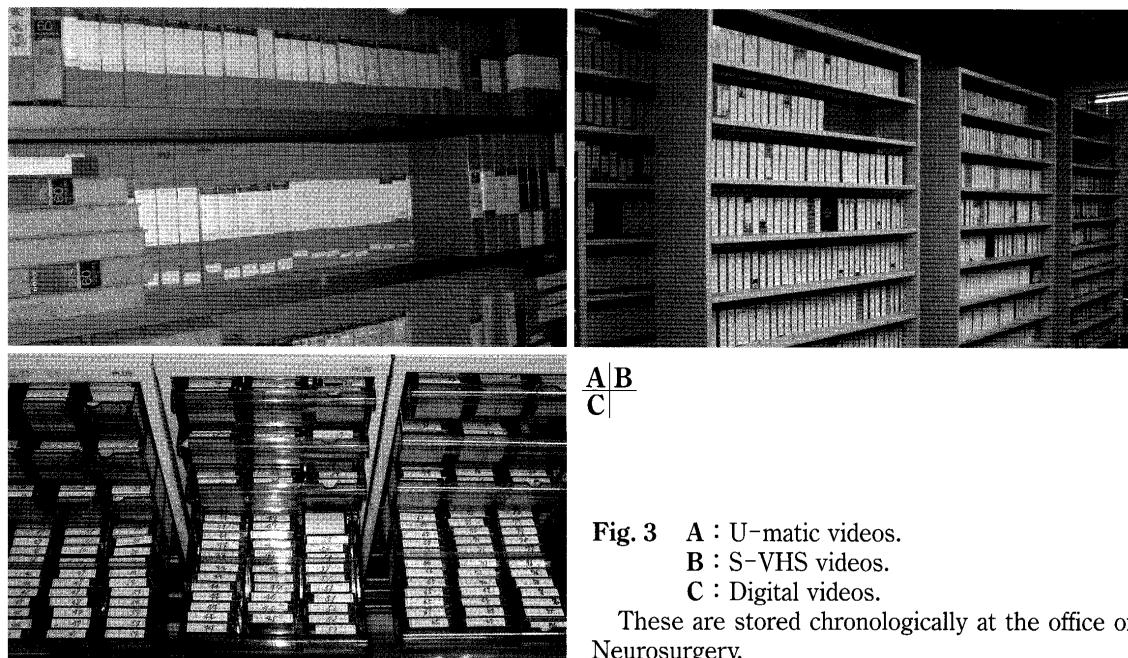
ンされる。

## 手術ビデオの蓄積

手術顕微鏡下の手術は全例録画し保存している。教室が始まった1978年当初はビデオ録画装置がなく、後日の学会発表などで必要と思われる部分のみ術中にエディットしながら16mmフィルムに撮影していた。その後、U-maticシステムが使用可能となり、われわれは1987年より導入して録画しはじめ保存している(Fig. 3A)。録画メディアの進化に伴い、1993~2001年まではS-VHS(Fig. 3B)で、さらに2001年からは現在のdigital video(DV)(Fig. 3C)にメディアを変えてすべて録画し保存している。これらのビデオは教室に保存しており、学会発表の準備のためのみではなく、カンファレンスで必要な際にいつでもみることができるようにしてある。

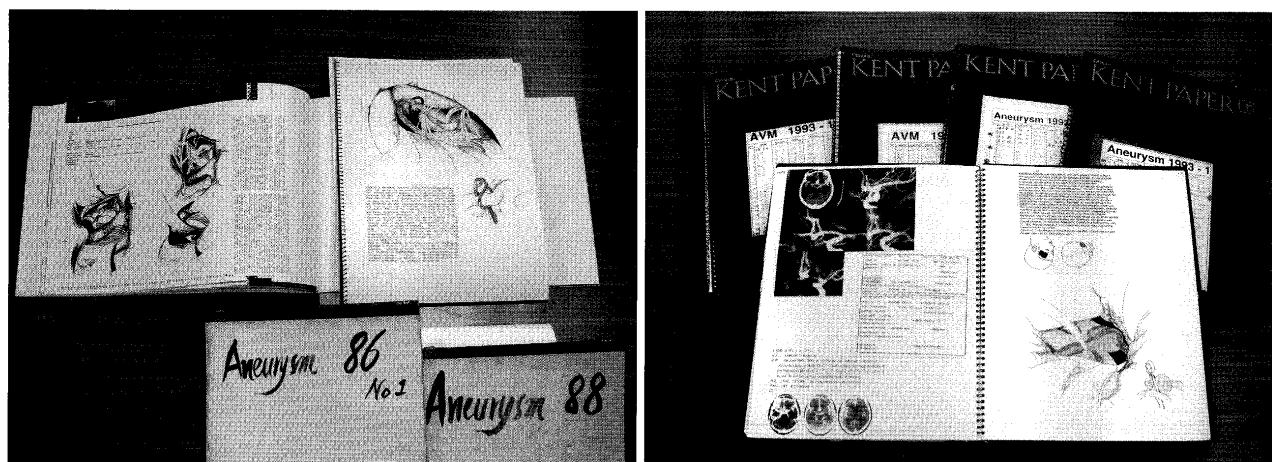
## 手術記録の保存

術後には必ず手術記録を書き、ファイルしている。手術記録を書くうえで重要な点は、単に術野の写真を貼り付けるタイプの記録ではなく、少なくとも1枚は自分の線で術野を描くことである(Fig. 2B)。絵のうまいへたは別として、自分で描くことで術野をよくみる訓練にもなり、また手術のポイントを知ることにもつながる。当教室では、初代の杉田慶一郎教授の手術記録(Fig. 4A)、小林茂昭前教授の手術記録(Fig. 4B)もコピーして教室に保存しており、常に過去の症例を手術記録からもみられるようにしている。



**Fig. 3** A : U-matic videos.  
B : S-VHS videos.  
C : Digital videos.

These are stored chronologically at the office of Neurosurgery.



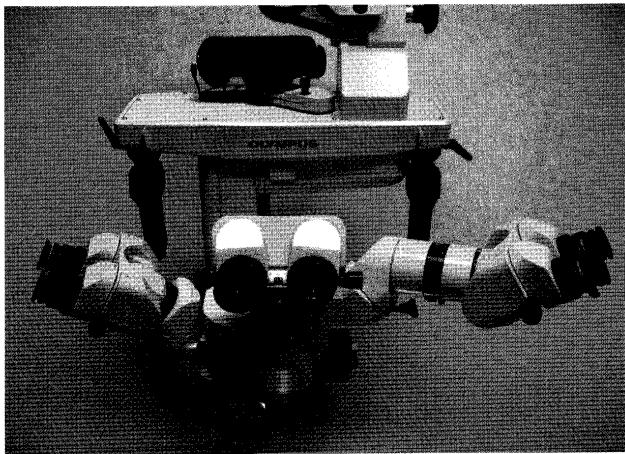
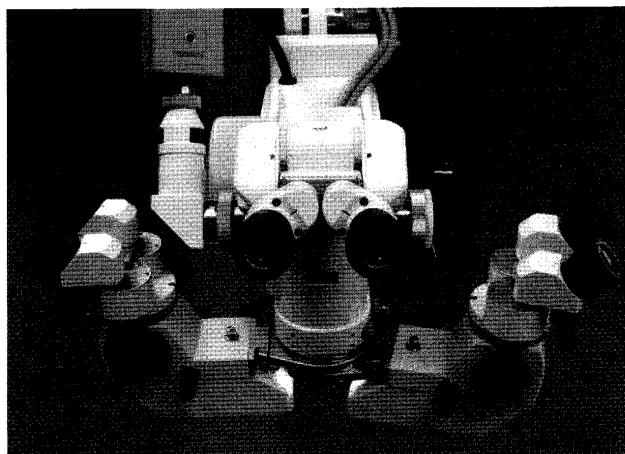
**Fig. 4** A : Copied operative records of Prof. Kenichiro Sugita.  
B : Operative records of Prof. Shigeaki Kobayashi.

## 助手 2 名が立体視可能な手術顕微鏡の使用

われわれは当初より、術者のみならず 2 名の助手が立体視可能な手術用双眼顕微鏡を使用している。杉田先生の手術に対する philosophy が具体的に示されているものであり、従来から永島医科器械社製手術顕微鏡 (Fig. 5A) を使用している。開発当初は助手 1 名のみであったが、1978 年からは助手 2 名が立体視可能となった。助手も術者と同様に立体視しながら積極的に手術にかかわるようしている<sup>3,5)</sup>。2002 年からはオリンパス社製手術顕微鏡も導入しているが、永島医科器械社製の手術顕微鏡と同様に、2 名の助手が立体視できるように立体視可能な側視鏡を作製して装着使用している (Fig. 5B)。

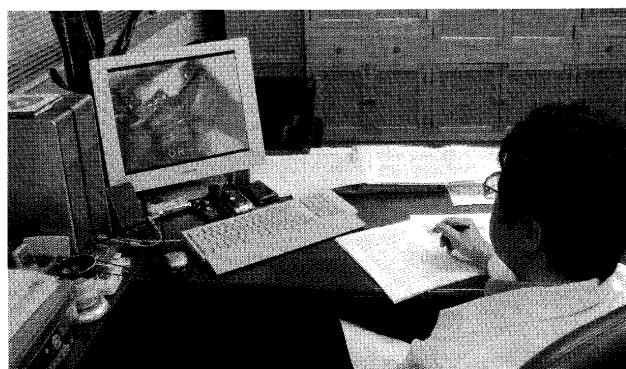
これらの顕微鏡システムにより、手術が最大 6 個の眼と 6 本の手で行われることになり、助手が手術に深くかかわることで、より的確安全な手術操作が可能である。このシステムは同時に、術者と助手のギャップを埋めるもので、術者への技術的移行が速やかに可能であるというメリットをも持っている。また、指導医が助手の位置から若手術者を直接指導することも可能であり、かなり早い段階から術者を経験することができる。

このような意味で、本顕微鏡システムは術者トレーニングの核になるものともいえる。

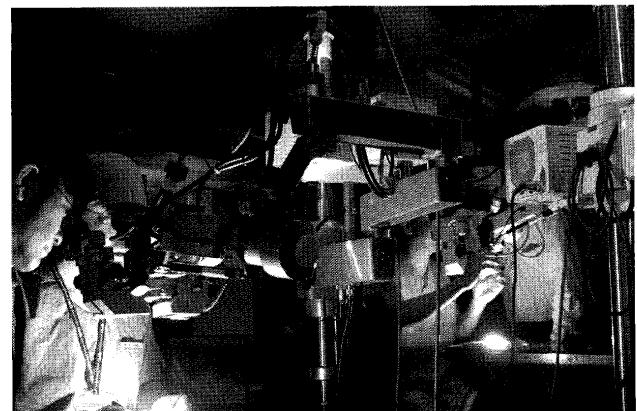


**A|B** **Fig. 5** A : Operating microscope (Nagashima, Ikakogyo Co. Ltd.) equipped with two stereotactic assistant scopes.

B : Another operating microscope (Olympus Co. Ltd.) with two stereotactic assistant scopes. The right assistant scope is the Olympus original stereoscopic scope. The left assistant scope is additionally attached to provide stereotactic view.



**Fig. 6** A remote monitor system of the operating room, which is connected by a 300-m cable. At this office, surgical procedures including a view of the whole operating room and microscopic views can be watched.



**Fig. 7** Microsurgery training system at the laboratory with two operating microscopes installed.

## 手術室と教授室間のビデオケーブルの敷設

1982年に手術室から教授室まで(約300m)にビデオケーブルが敷設された。手術室で直接指導することが重要ではあるが、教授室からでも手術室の全景、手術の進行状況、手術顕微鏡下の操作もリアルタイムで観察することができる(Fig. 6)ため、術者の技術レベルに合わせて任せることもできる。また、状況をみながらいつでも手術室に行くことができる。現在、多くの施設でこのシステムは導入されていると思われるが、たいへん便利なシステムである。

## 手術顕微鏡を使用しての手術手技トレーニング

教室の実験室には、かつて実際に臨床で使用されていた手術顕微鏡を2台設置し、常に microsurgery のトレーニングが行えるようにしている(Fig. 7)。

## 手術合併症検討会

信州大学およびすべての関連施設を含めた手術症例検討会を定期的に行っている。この検討会では、手術統計だけでなく、特に治療に難渋した症例、手術がうまくいかなかつたり、手術合併症を起こした症例などを中心に、終日かけてディスカッションするものである。手術での問題点をきちんと分析・反省して提示することには、今

後同様の合併症を起こさないために役立ち、他の教室同門の仲間もそのような経験を共有することにより、術中のさまざまな状況に対応できる能力を養うことが可能となる。

## おわりに

以上、われわれが日常行っている手術、特に脳動脈瘤クリッピング手術に関して、トレーニングを意識した内容を列挙し述べた。これらを日常的に行うことで、決して手術症例の多くない状況の中でも、若手医師のクリッピング手術の技術の向上が得られ、術者として育つこと信じている。

本稿では、われわれが日頃行っているきわめて具体的な事項を紹介した。本内容が、その一部でも各施設での若手医師のトレーニングにお役に立てれば幸いである。

本論文の要旨は、第26回日本脳神経外科コンgresス総会（2006年5月12日、東京）において発表した。

## 文献

- 1) Kobayashi S, Goel A, Hongo K: *Neurosurgery of Complex Tumors and Vascular Lesions*. New York, Churchill Livingstone, 1997.
- 2) Kobayashi S: *Neurosurgery of Complex Vascular Lesions and Tumors*. New York, Thieme, 2005.
- 3) Sugita K, Tsugane R: Triple scope for neurosurgery (Nagashima II). in Koos WT, Bock FW, Spetzler RF (eds): *Clinical Microneurosurgery*. Stuttgart, George Thieme, 1976, pp.5-6.
- 4) Sugita K: *Microneurosurgical Atlas*. Berlin, Springer-Verlag, 1985.
- 5) 田中雄一郎、本郷一博、大屋房一、後藤哲哉、宮原孝寛、高砂浩史、中村一也: 杉田式手術セットアップの概念と実際. *No Shinkei Geka* 32: 1009-1016, 2004.

## 要旨

### 若手医師に対するクリッピングのトレーニングについて

本郷 一博 田中雄一郎 小山 淳一  
草野 義和 酒井 圭一

当施設でのクリッピングトレーニングの要点を挙げる。

①術前後の症例検討を1例ごとに十分に行う。②神経画像を詳細に検討し、手術手順を記載し、術野の予想図を描く。③過去の手術記録とビデオをすべて蓄積しており、類似症例を術前検討に用いている。④助手2名が立体視可能な手術顕微鏡を使用し、助手も積極的に手術にかかわる。この顕微鏡システムにより、指導医が助手として術者を指導することも可能である。⑤実験室に手術顕微鏡を常設し、microsurgeryのトレーニングを行えるようにしている。⑥関連施設を含めた手術症例検討会を定期的に行い、特に合併症例の詳細な分析・検討を行っている。

脳外誌 15: 827-832, 2006