

私の no.14  
手術戦略



東京都立府中病院脳神経外科部長

水谷 徹

Toru MIZUTANI



# 未破裂動脈瘤

—基本と工夫, 挑戦—

GO → WEB



#### 水谷 徹先生プロフィール

- 1984年 東京大学医学部卒業,  
東京大学病院救急部
- 1987年 東京大学脳神経外科入局  
総合会津中央病院,  
日赤医療センターを経て
- 1990年 公立昭和病院脳神経外科
- 1995年 東京都立府中病院脳神経外科医長
- 2005年 東京都立府中病院脳神経外科部長



【聞き手】 本誌編集幹事  
徳島大学脳神経外科

## 永廣信治

Shinji NAGAIRO

photo by M. Kamiisaka

未破裂動脈瘤の手術を100例やって100例とも良い結果を出すことを目指すためには、余計な操作を避け、「必要最小限」を心掛けるべきです。患者さんにとって、動脈瘤治療にとって何がベストか、個々の例を見ながら考えていこう。そういう姿勢で若手を指導し、かつ自分でもやろうとしています。

アプローチや解剖を考えるのも大事ですが、その前に、手術は基本操作が大事だと思います。まず、両手を同時に使用すること。例えば、ハサミやバイポーラーの使用時やクリップの挿入時には、もう片方の手の吸引管は剥離子や retractor として常に視野をつくるようにサポートして動き、かつ髄液や血液を同時に吸引できるようになっておくべきだと思います。(水谷 徹)

# 戦略のヒント

## 1

手術手技であれ、文献であれ、自分で、あるいは若い人と一緒にやりながら、理由を検証するようにしている。

## 2

手術は合理性を追求するべきで、一つひとつの操作に意味があり、なぜそうするのか理由を考えながらやってほしい。

## 3

自分自身が実際に経験してみてもこれが正しいんだと納得がいくことだけを主張するようにすべきではないか。

## 1 他人の考えを鵜呑みにしない

【永廣】水谷先生は、椎骨動脈の巨大動脈瘤や解離性の動脈瘤で大変ご高名ですが、今日は未破裂動脈瘤の手術について、基本的な姿勢や工夫などを教えていただければと思います。

【水谷】基本的に道具や工夫することが好きなんだと思います。溪流釣りを学生時代からやっており、釣りのやり方や道具もよく工夫します。少しでも良くならないかと考えることが多い。今の自分の手術のスタイルは、もちろんまだ発展途上ですが、不便さの改良とまずかったことの修正の延長上にあると思います。例えば、誰かがこの方法が良いと言った、では、なぜ良いのか。手術手技であれ、文献であれ、自分で、あるいは若い人と一緒にやりながら、理由を検証するようにしています。

【永廣】具体的には何かありますか？

【水谷】例えば上山博康先生の開発されたハサミなどはみんな使いたがります。ではなぜこのハサミが良いのか。これは曲性があって bayonet 型になっていないところが良く、右や左あるいは上を向いたりしますが、若い人と一緒に手術に入るとその特性を考えず、まっすぐなハサミで切ったほうが断然簡単だと思うような局面ですごく入れにくそうに使っていたりします。優れたところをわかって使うならいいですが、ただ鵜呑みにしてやっている。手術は合理性を追求するべきで、一つひとつの操作に意味があり、なぜそうするのか理由を考えながらやってほしいと思います。文献なども同じで、たどっていても孫引きの連続で結局何が根拠かわからないようなことがいっぱいある。血管の病理等でもそうですが、自分自身が実際に経験してみてもこれが正しいんだと納得がいくことだけを主張するようにすべきだと思っています。

【永廣】道具、上山先生のハサミもたしかに、ある場面では非常に有用で、別の局面では他のハサミのほうがむしろいいということもある。くせをよくわかって使いなさいということですね。

【水谷】はい。あと学会でビデオを見ていると、例えば sylvian fissure を分けるにしても、遠くから全部きれいに剥離するようなシーンがでてきますが、では実際の患者さんでみんなそれが必要かというところではないと思います。若い人がそれを真似してやると、途中でやらないでいいことをやって静脈を傷つけるということもあり得る。1つ2つではなく、未破裂動脈瘤の手術を100例やって100例と

も良い結果を出すことを目指すためには、余計な操作を避け、「必要最小限」を心掛けるべきです。

【永廣】格好の良さだけを追求してはだめだということですね。

【水谷】そうです。患者さんにとって、動脈瘤治療にとって何がベストか、個々の例を見ながら考えていこう。そういう姿勢で若手を指導し、かつ自分でもやろうとしています。また、アプローチや解剖を考えるのも大事ですが、その前に手術は基本操作が大事だと思います。

【永廣】先生の考える基本操作とは？

【水谷】まず、両手を同時に使用する。例えば、ハサミやバイポーラーの使用時やクリップの挿入時には、もう片方の手の吸引管は剥離子や retractor として常に視野をつくるようにサポートして動き、かつ髄液や血液を同時に吸引できるようになっておくべきだと思います。若い人の手術を見ているとよく片手だけに集中し、もう片方の手がお留守になっていることがあります。また、吸引管の強弱を確実にコントロールできること。吸引が強すぎる術者は見えていけば危険です。例えば Fukushima の 5 以上の吸引管をもって滑車神経や低位脳神経などの上を直接吸引したとしても、その神経にダメージを与えず、かつ血液も吸引できること。出血する血液が血管の孔から糸を引いているように見えるような状態をつくって孔の部分のみを止血できるような吸引をすることが理想だと思います。

## 2 開頭・皮切の工夫

【永廣】では具体的な工夫を伺っていきたいのですが、まず、開頭や皮切について何か工夫されていることはありますか？

【水谷】よく手術のプレゼンで、「頭を 30° 振りました」などと言っていますが、本当に 30° なのかを大きな分度器でルーチンに測ってもらい、自分の感覚と一致するようにしてもらっています。

【永廣】ほかには何かありますか？

【水谷】側頭部は頭蓋骨が薄い場合が多いので、perforator を使用せず、ルーチンにスチールバーで薄く削って、開頭の際に直下の硬膜や脳に contusion を絶対につくらないようにしています。特に subtemporal approach では、側頭葉を長時間 retract すると contusion 部分が hematoma になってしまいます。また、通常の動脈瘤の皮切と開頭範囲でできる、頭蓋底アプローチを積極的に取り

# 4

患者さんにとって、動脈瘤治療にとって何がベストか、個々の例を見ながら考えていこう。そういう姿勢で若手を指導し、かつ自分でもやろうとしている。

# 5

ハサミやバイポーラーの使用時やクリップの挿入時には、もう片方の手の吸引管は剥離子や retractor として常に視野をつくるようにサポートして動き、かつ髄液や血液を同時に吸引できるようになっておくべきだと考える。

# 6

出血する血液が血管の孔から糸を引いているように見えるような状態をつくって孔の部分のみを止血できるような吸引をすることが理想。

# 7

側頭部は頭蓋骨が薄い場合が多いので、perforator を使用せず、ルーチンにスチールバーで薄く削って、開頭の際に直下の硬膜や脳に contusion を絶対につくらないようにしている。

# 8

通常の動脈瘤の皮切と開頭範囲でできる、頭蓋底アプローチを積極的に取り入れている。

# 9

Sylvian fissure は、最初マイクロのトモグラフ鑷子でくも膜を持ち上げて、視野の邪魔にならないところで助手に髄液をよく吸引してもらいながら少しずつ切っていく、途中から自分で吸引管を持つ。

# 10

たびたび左手でハサミを使用する。練習してできるようになるとたいへん便利。

# 11

脳を retract する前にまず顕微鏡やベッドを動かすか術者が少し移動してベストの視野角をつくる。それで見えなければ最小の圧排になるように脳べらを入れる。

# 12

脳べらは脳を retract するだけでなく、器械が当たらないように脳や血管を保護する役目がある。局所的に食い込ませず、壁をつくるような感覚で使用する。

入れています。一つはドリルを使用しない安全な前床突起削除で、もう一つは Kawase や Glasscock で骨削除して basilar trunk aneurysm へのアプローチに用いたり、錐体部で IC を確保したり、頭蓋底バイパスをおくことができるようにすることです。これは三叉神経鞘腫や 3cm 程度までの petroclival meningioma などにも有用で手術のバリエーションが広がります。ドリルを使用しない前床突起削除については後半で症例を用いて説明したいと思います。

## 3 Sylvian fissure の分け方

【永廣】Sylvian fissure の分け方は人によっていろいろあると思いますが、先生なりのやり方を教えてください。

【水谷】Sylvian fissure は、最初マイクロのトモグラフ鑷子でくも膜を持ち上げて、視野の邪魔にならないところで助手に髄液をよく吸引してもらいながら少しずつ切っていく、途中から自分で吸引管を持ちます。下がよく見える場合には、ずばっと切っていきます。IC の動脈瘤ぐらいまでの深さだと、ハサミは基本的に 18cm の全体がまっすぐなものを使用しています (p.153 参照)。このようなハサミは bayonet 型と違い、持つ位置によって長くも短くもできますし持つ手と刃先の動きが安定しています。くも膜を切る際には微妙に斜めに回旋させて両方のブレードが見える状態で使用しています。また、片側のブレードでナイフのようにくも膜を切る操作も有効です。支点から刃先までの刃長は 18mm で 1 ストロークで短く切ったり長く切ったり調整ができます。あと、私はたびたび左手でハサミを使用するのですが、練習してできるようになるとたいへん便利です。

【永廣】脳べらは何を使っておられますか。

【水谷】主に Vincent を使用し、適宜 Sugita を使います。脳を retract する前にまず顕微鏡やベッドを動かすか術者が少し移動してベストの視野角をつくる。それで見えなければ最小の圧排になるように脳べらを入れます。また、直接脳べらをかけるのではなく、保護シートとしてバイクリル®メッシュという吸収性のシートを使用しています。半透明で脳がよく見え、サージセルに比べてわりと硬めで脳に局所的に食い込むことがありません。これは吸収性のシートなので置きっぱなしにもできます。脳べらは脳を retract するだけでなく、器械が当たらないように脳や血管を保護する役目があります。局所的に食い込ませず、壁をつくる

ような感覚で使用します。Sylvial fissure のように vein がある部位に掛けるときは、vein 全体を圧迫せず flow を残すような感覚で行います。

#### 4 Less invasive を心掛ける，temporary clip は原則使用しない

【永廣】Clipping の際の工夫は何かありますか？

【水谷】初心者のうちは、「絶対掛けよう」として clip を深く入れすぎるきらいがあります。とにかく深く入れすぎない、いいところで止めることが大事です。

【永廣】それは重要なことですね。

【水谷】自分でもそういう目的で 5 mm ごとにスケールをつけて色分けしたチタンクリップをエースクラップ社で作って発売してもらっています（図 1）。Clip はなるべく深く行き過ぎないようにして、動脈瘤の向こう側には突き抜けすぎないつもりで、dome の皮一枚残したぐらいで止めるのがよいと思います。このように掛けるとコントラストがついて先端がどこにあるかがわかるし穿通枝をぎりぎりのところで噛んでいるということがありません。先が深く行き過ぎて穿通枝を噛むとその後外してもスパズムを生じる恐れがあります。

【永廣】ほかに何か先生なりのお考えはありますか？

【水谷】以前このページで藤岡正導先生が述べておられた（17 巻 2 号 p.132-143）のと自分のスタイルで「違うな」と思ったことがあります。基本的方法、tandem clip のテクニックを使っているところは同じなのですが、私は未破裂の場合、露出できる場合は dome 側を露出して、なるべくいきなり neck clipping にいかないようにしています。Neck 側に（特に IC の場合）clip を 1 本、もしくは 2 本以上残せるスペースを作りながら、まず dome にクリップを掛けるようにしています。そうすると dome が縮んで neck も縮みますから、neck 近くの穿通枝がよく見えるようになります。それを確認したうえで次の clip を深さを調節しながら neck 側に apply します。

【永廣】角度はどうですか？

【水谷】吸引管をこまめに使ったり顕微鏡を微妙に動かしたりして常に両方の blade の先端が見えるような視野をつくって apply するように心掛けています。あと、私は原則として temporary clip は使わないようにしています。



図 1 スケールクリップ。ブレード長は上から、7、9、11、15、17.5、20mm。

## 13

Clip はなるべく深く行き過ぎないようにして、動脈瘤の向こう側には突き抜けすぎないつもりで、dome の皮一枚残したぐらいで止めるのがよい。

## 14

Neck 側に（特に IC の場合）clip を 1 本、もしくは 2 本以上残せるスペースを作りながら、まず dome にクリップを掛ける。

# 15

Temporary clip の使用も含めて、主幹動脈をなるべくいじらないというスタンスでやっている。

# 16

未破裂動脈瘤では主幹動脈に触る操作をなるべく少なく、かつ、穿通枝に掛けないように両方のブレードが見える角度で、適正な深さで掛ける。

# 17

未破裂動脈瘤では主幹動脈に触る操作をなるべく少なく、かつ、穿通枝に掛けないように両方のブレードが見える角度で、適正な深さで掛ける。

**【永廣】** それは、先生によってだいぶ違いますね。Temporary clip をかなり頻回に使いながらやる先生もおられますが。

**【水谷】** そうですね。以前うちの若い医師が高齢者の MCA のクリッピング時に、黄色い動脈硬化があるような M1 に安易に temporary clip を掛けてその部分の血流が悪くなり、梗塞になってしまったことがあります。また、掛ける位置に気をつけないと、そこから LSA が出ていてスパズムが起きたりする。M1 をいじりすぎてちょっと離れた LSA にスパズムが生じて穿通枝梗塞になった例もみえています。そういうことで、私自身は temporary clip の使用も含めて、主幹動脈をなるべくいじらないというスタンスでやっています。未破裂 MCA では必ずしも M1 を確保しにはいきません。ただ、大きさが 2cm 以上あるような大型のものは temporary clip を使用します。一見矛盾するようなことですが、主幹動脈に触る操作をなるべく少なく、かつ、穿通枝に掛けないように両方のブレードが見える角度で、適正な深さで掛けるということが、未破裂動脈瘤で目指すべきことだと思います。

## 5 自分の目で確かめる

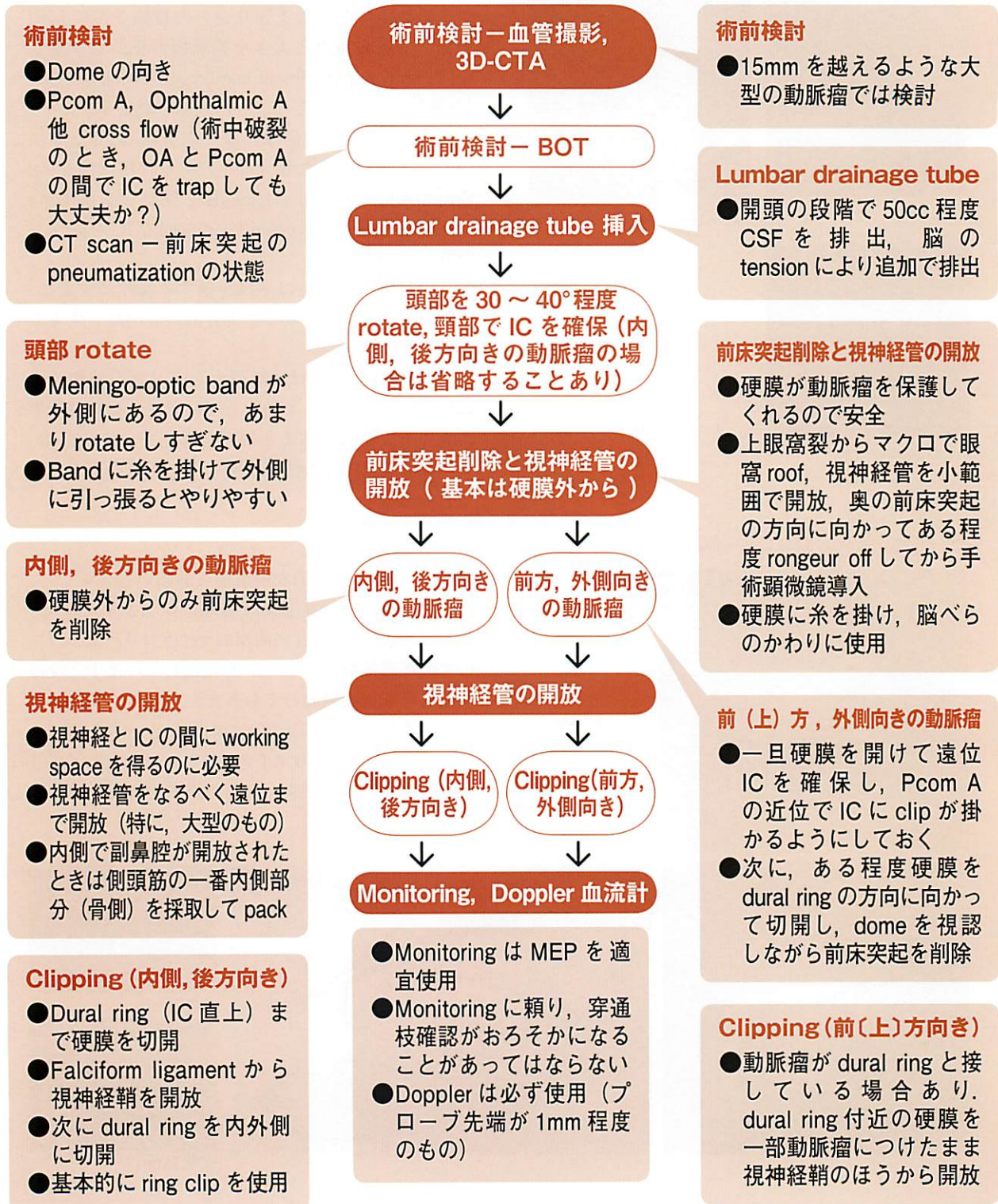
**【永廣】** それにしてもいつも感心するんですが、椎骨動脈の解離にしても、巨大動脈瘤にしても、先生は非常に詳細に病理の検討をされています。JNS にも出されていますが、病理検討に注力されるきっかけは？

**【水谷】** やはり興味というか、腫瘍の先生はあんなに病理をみているのに、なぜ血管障害の先生はそうではないのか、これは本当に見て正しいことを言っているのかなという疑問がありました。腫瘍の先生は自分たちの標本をよく見ておられるのに、血管外科医は clip を掛けて終わり、全然標本を採ろうとか剖検して標本を見ようと思わない印象がありました。また、うちの府中キャンパスの敷地内に東京都総合科学研究所がありその病理の小島英明先生に興味を持っていただき血管病理を一緒にやれたということも大きいです。それで、ちゃんと見たうえで意見を言ったほうがいいんじゃないかと思うようになりました。

**【永廣】** 私もそこには非常に同感するところがあります。1, 2 例ですが、autopsy で得られた動脈瘤を詳細に検討してみると、新しい事実や仮説が出てきました。水谷先生は病理のほうも調べて仮説を立てられたり、あるいは自分で確かめてストラテジーをつくってこられたところがやはり素晴らしいと思います。

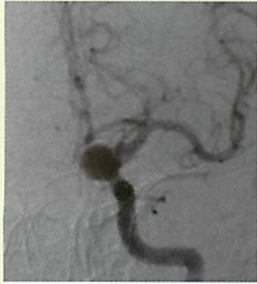
ではここからは実際の症例に基づいてお話いただきます。

## Paracilnoid aneurysm 術前シミュレーションと手術手順 (ドリルを使用しない前床突起削除)

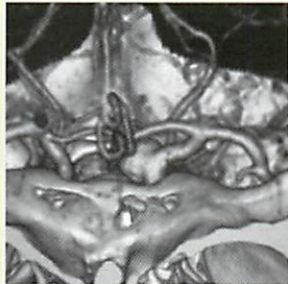




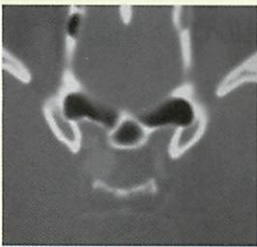
## 1 術前検討



Left CAG



3D-CTA



CT bone window

**【水谷】** 症例は46歳の女性です。看護師をされていて、異動先でたまたま知り合いの技師さんにMRIを撮ってもらったら大きな動脈瘤が見つかりました。10mmのparaclinoid aneurysmで内向きです。

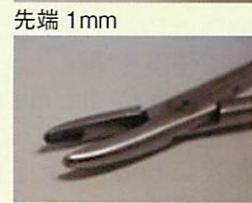
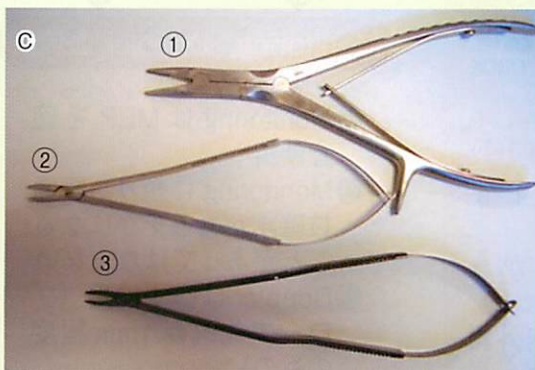
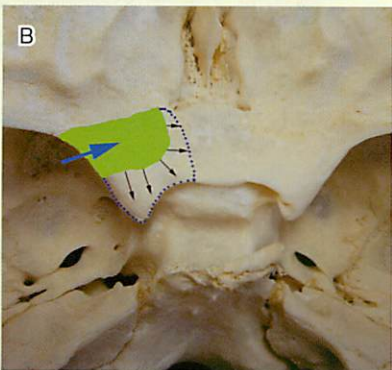
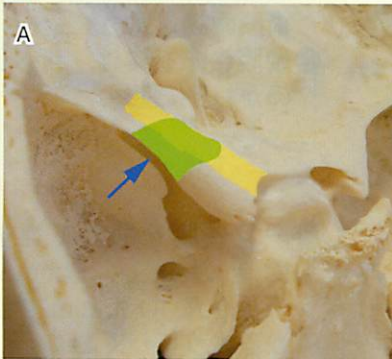
**【永廣】** 前床突起はどのように削除されますか？

**【水谷】** 前床突起の削除には、以前はdrillingを用いていました。またbiobondのある時代にはdural ringの近位でDrenc's triangleを開放してbiobondでpack止血し、cavernous sinus内でICを確保したりしていました。

**【永廣】** 特にdrillingは熟練を要する操作ですよ。きれいに削ったつもりでも視野障害が出たりすることがあります。

**【水谷】** はい。現在は硬膜外からドリルを使用せずにマイクロリウエルで削除しています。これは若手の人でも安全にできる手技だと考えていますので、この症例を使って方法を説明したいと思います。

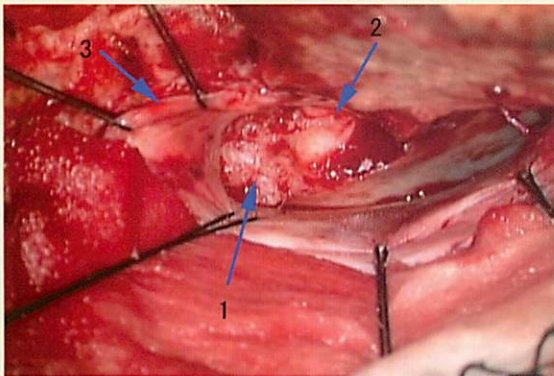
## 2 前床突起の削除 - 解剖



**【永廣】** まず解剖学的な解説からお願いします。

**【水谷】** 上眼窩裂から眼窩上壁を削除します(図A)。ここでは先端が2mmの肉厚のマイクロリウエル(フジタ医科器械製, 図C①)を使用しています。視神経管もある程度開放しておきます。図Aで開放したスペースを利用し、前床突起の削除を行います(図B)。ここでは1~2mmのマイクロリウエル(図C①, ②)を適宜使用しています。これが基本的な削除の進め方になります。

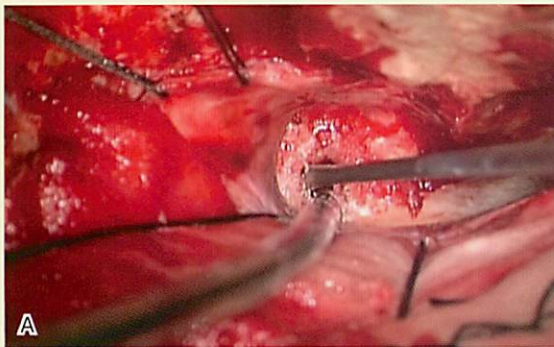
### 3 眼窩上壁の一部開放



【永廣】では今回の症例での具体的な解説をお願いします。先生は硬膜外から開いていけますか？

【水谷】基本的にそうです。図は上眼窩裂から眼窩上壁を一部開放したところです。矢印1は前床突起です。視神経管は一部開放されています(矢印2)。硬膜を糸で均等に吊り上げて視野を確保します。Retractorは使用していません。Meningo-orbital bandは前床突起を削除する際に視野の妨げになるので、糸をかけて外側に牽引しています(矢印3)。

### 4 海綿骨の破壊～前床突起の削除

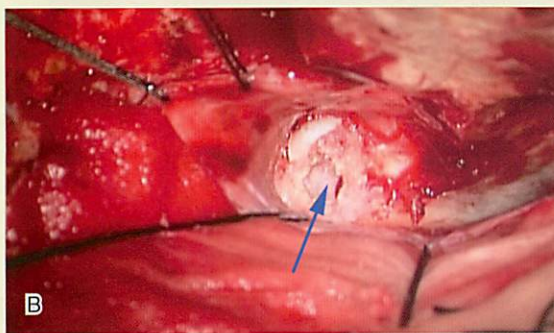


【永廣】次の段階の解説をお願いします。

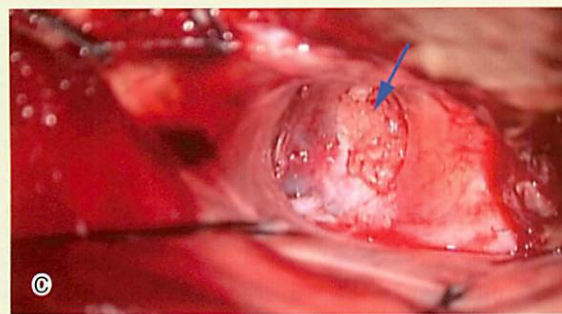
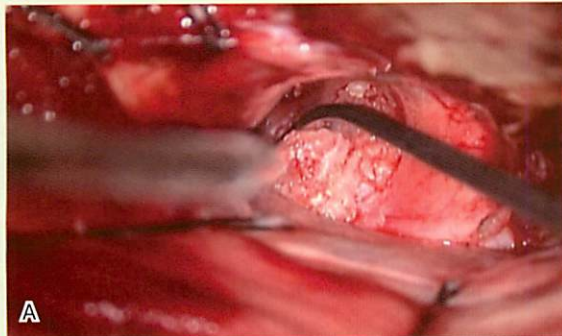
【水谷】前床突起の内部の海綿骨をRhotonの剥離子で破壊しています(図A)。前床突起の内部の海綿骨は軟らかいので、このような器具を用いると容易に破壊することができます。このようにして前床突起の内部にスペースを作っておくと、マイクロウエルによって周囲の緻密骨を削除するのが容易になります。

【永廣】なるほど。

【水谷】図Bは破壊後、bone waxで止血したところです。内部に空間ができて(矢印)、マイクロウエルを使用しやすくなります。図Cは先端が2mmのマイクロウエルによる前床突起削除で、図Dでは先端が1mmのものを使って削除しています。中に入って薄くなるにつれて、だんだん小さなマイクロウエルに切り替えていきます。



## 5 前床突起の削除～ optic strut のトリミング



【永廣】 前床突起削除の最後の段階ですね。

【水谷】 図Aは前床突起の最後の小片を剥離しているところです。図Bで最後の小片を取り除いています。前床突起を取り除くと図Cのようになります。海绵静脈洞からの出血はまったくなく、熱の発生もなく安全に取り除かれています。矢印はoptic strut断端です。最後にoptic strutをトリミングします(図D)。Paracilnoid aneurysmでproximal controlを頸部頸動脈で行う場合、Drenc's triangleを開放して海绵静脈洞に侵入する必要はあまりないので、optic strutを徹底して取り除く必要はありません。

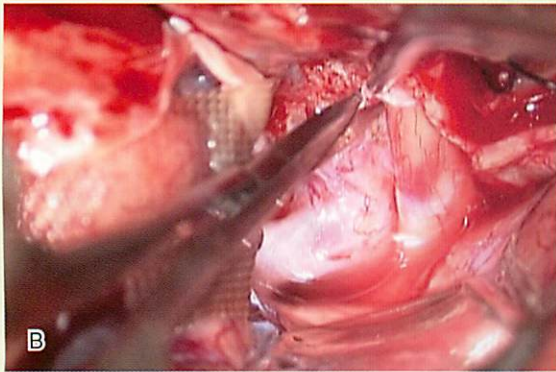


## 6 硬膜内操作



【永廣】 視神経を傷めないポイント、コツと硬膜内操作について教えてください。

【水谷】 まず、視神経管をできるだけ長く開けます。視神経鞘も長く開けます。癒着しているところもありますが、直角の剥離子などを入れて剥離しながらとにかく視神経管を長く開けていきます。視神経鞘も助手の人に持ち上げてもらいながらどんどん視神経を出していきます。図Aのように、遠位ICを確保した後、dural ringまで硬膜を切開します。図B

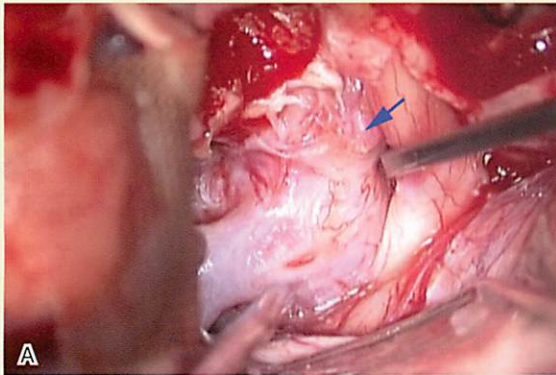


で dural ring の内側を切開しています。右手の鉗子で把持して、左手にハサミを持っています。

【永廣】右手で持つとかぶさってしまいますね。

【水谷】はい。左手で持ったほうがよい局面も多々あると思うので練習しておくとうよいと思います。

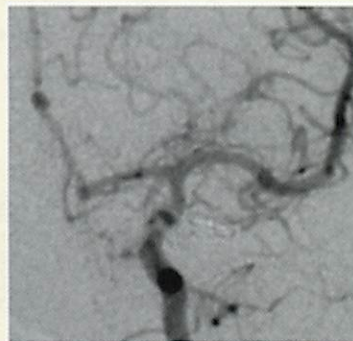
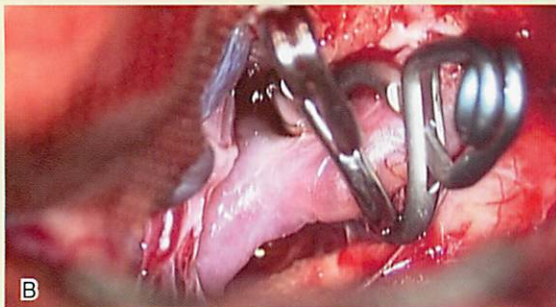
## 7 動脈瘤の露出～クリッピング



【永廣】次に動脈瘤のクリッピングですね。

【水谷】図 A のように動脈瘤を露出します。矢印は眼動脈です。前述のように視神経鞘はなるべく長く開放し、視神経を内側に移動できるようにします。

図 B はクリッピングの最終形です。直角とストレートの ring clip を使用しています。術後の画像は図 C のとおりです。



術後 8 日目に視力、視野の問題なく退院。

## インタビューを終えて

水谷先生は、椎骨脳底動脈の解離性動脈瘤や紡錘状動脈瘤の病態や進行機序について臨床病理学的に研究され、その成果を Journal of Neurosurgery に数多く発表されています。多数の剖検例を含む病理標本の詳細な解析をもとにした仮説や理論は、実に説得力と魅力を有するものとして注目されてきました。

今回は、脳動脈瘤の手術戦略について長時間のインタビューをさせていただきましたが、手術においても先生の実証主義的な考え方が一貫しており、基本を大事にされながら数多くの経験からさまざまな工夫をさ

れ、難しい手術にも挑戦をされていることを知ることができました。誌面の都合上 1 例しか提示できませんでしたが、冒頭のハサミの使い方や、sylvian fissure の剥離のしかた、前床突起の削除方法についても、自分で経験して実感したことを大切に生かし応用し工夫しなければならない、という先生の強い意志と追求心を知ることができると思います。先生と共に手術をされている若い医師たちにとっては、おそらくは厳しくも温かい指導者であると同時に、非常に頼りになる兄貴分ではないだろうか、と感じた次第です (永廣信治)。