脳動脈瘤手術の expert を育てる教育はどのようにするか

石川 達哉¹, 数又 研², 中山 若樹³, 安田 宏⁴

Training System to Make an Expert Neurosurgeon for Cerebral Aneurysm

Tatsuya ISHIKAWA, M.D.,¹ Ken KAZUMATA, M.D.,² Naoki NAKAYAMA, M.D.,³ and Hiroshi YASUDA, M.D.⁴

¹Department of Neurosurgery, Research Institute for Brain and Blood Vessels Akita, Akita,

²Department of Neurosurgery, Teine Keijinkai Hospital, ³Department of Neurosurgery, Hokkaido University Graduate School of Medicine, and ⁴Sapporo Azabu Neurosurgical Hospital, Sapporo, Japan

Summary: Successful clipping surgery for cerebral aneurysms requires us to have a theory and an image, as well as experience and surgical skills. An expert neurosurgeon for cerebral aneurysms must possess these 3 factors. An efficient training system is necessary to train neurosurgeons to become expert at clipping surgery. Trainees can obtain a part of theory and image, which are necessary for clipping surgery, from textbooks, papers, and videotapes without on-the-job training. However, they must participate in a substantial number of clipping surgeries, maybe around 100, as the operator or assistant to brush up their theory and images as well as to develop the required surgical skills. The experience of 50 operations as the main operator followed by 50 operations teaching junior surgeons may be sufficient as a first step in becoming an expert clipping surgeon. More successors can be trained by this roof-tile system than in a one-on-one training system. However, this training system is not always open for all junior neurosurgeons.

Key words:

- clipping surgery
- expert neurosurgeon
- roof-tile method
- trainee

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 35: 364-369, 2007

はじめに

脳動脈瘤の手術は脳神経外科医には基本的な治療手技である。しかし手術の難易度は幅が広く、熟練には多くの経験が必要とされてきた。一方、脳神経外科施設・専門医の増加に伴う症例の分散や、血管内治療の普及などで、各個の脳神経外科医が経験できる動脈瘤手術症例数は減少している¹⁰⁾。医療安全が厳しく求められている時代であり、手術のトレーニングということに関しては社会の目も厳し

い¹²⁾。しかし大切なデータの保存法として最も有効な方法は、そのバックアップを取ることであるように、手術技術の面でも expert のバックアップをとる必要がある。つまり高いレベルの技術を持つ脳神経外科医を継続的に育てていかないと、長期的なスパンでは安全に反することになる。そこで手術の熟練に十分数の症例が経験できた時代と異なり、効率良い動脈瘤手術の教育が必要とされている¹⁰⁾。

仕事とその教育ということを考えたとき、脳動脈瘤手術

¹秋田県立脳血管研究センター 脳神経外科, ²手稲溪仁会病院 脳神経外科, ³北海道大学 神経外科, ⁴札幌麻生脳神経外科病院 (受稿日 2006. 8. 28) (脱稿日 2007. 1. 12) [連絡先: 〒010-0874 秋田市千秋久保田町 6 番 10 号 秋田県立脳血管研究センター 脳神経外科 石川達哉] [Address correspondence: Tatsuya ISHIKAWA, M.D., Department of Neurosurgery, Research Institute for Brain and Blood Vessels Akita, 6-10 Senshu-Kubota-machi, Akita 010-0874, Japan]

というのはいったい何になぞらえて考えるのが適当だろうか。芸術家としての才能が必要とされる領域もあるがごく一部である。品質が良いものを需要に応じて作ることが職人の仕事とすれば²⁾、手術という作業は職人の技になぞらえるべきものだろう。徒弟制度に代表される職人の世界では、仕事は「見て覚え、技は盗む」ものであるとされてきており、暗黙知という形で on the job training として継承・教育されてきた³⁾⁵⁾⁶⁾。確かに手術に関わる医療技術もそういった形で継承されてきた面がある。しかし、仕事の継承を on the job training に頼っていると、経験できる症例数の限られてきている昨今では継承が不可能となる危険がある¹⁾。したがって仕事の形式知の割合を大きくし、off the job training の部分を増やす必要がある³⁾⁶⁾。

今後の脳動脈瘤手術の教育は今まで過重な価値のおかれ過ぎた on the job training の比率を少なくし、off the job training に移行できる部分は移行するべきである。だがどうしてもなくすることのできない on the job training の部分は合理化・集約化することが必要である。この時代の特殊性を踏まえ、脳動脈瘤手術の expert を育てるためにはどうするか、個人的な経験から意見を述べたい。なお主題の性格上、この論文を科学的方法論の範疇に収めることは不可能であったことをお断りしておく。

動脈瘤手術に必要なもの

脳動脈瘤手術に必要なものは一体何だろうか。手術は計画・準備の段階がもっとも大事で、実際の手術に先んじて頭の中で何回も手術を終えておく必要がある⁹⁾。また手術は思考のステップや場面とともに、理解・追認できる記録として残されている。手術の計画書や、すでに終了した手術の記録には手術の本質が要約されているはずである。それではどのように手術計画書または手術記録に手術が表現されているであろうか。

すべての手術に共通するのかもしれないが、脳動脈瘤の手術には、必要な3つの要素として理論、イメージ、技術と経験、がある。養老孟司氏が音楽と絵画の性質の違いに関して述べたエッセイの中で、「論理(聴覚・言語)とは順を追いながら理解していくもので、時間の中をある順序で進行するものである。一方イメージ(視覚)は同時並行処理で時間性は持っていない。したがって論理ではない」と分析している¹³⁾。手術計画書あるいは手術記録は絵と文章を使って記述されていることからわかるように、手術は理論ではないところの直感的なイメージ(手術の重要な場面:複数)と、それらのイメージの間をつなげる理論とで成り立っていることがわかる(Fig. 1)。手術記録の中で理論の部分は、文章で表現されるものであり、またイメージは絵で表現される性質のもので、手術という一連の作業を

Fig. 1 Operation reports of neurosurgery comprise text describing operative procedures as theory and a few illustrations as image.

表現するにおいて、どちらも欠くことのできない補完的な要素である。

だが理論とイメージが備わればそれで手術ができるわけではない。手術を遂行するためには、それに肉体を連動させていく練習、つまり経験が必要で、それに伴って手術の技術が備わってくる。この技術は特殊な身体能力は必要としないが、一定期間をかけて実際の仕事の中で鍛錬しなければ身につかない。つまり on the job training を必要とする。また経験は感情・情動に結びつく。輝かしい達成感である場合もあれば、苦い経験として残っていくものもあり、しばしば理論を暴走させたり、抑制してしまうことすらある。

脳動脈瘤手術の段階: Beginner から Trainee へ

脳動脈瘤手術の段階には beginner, trainee, expert の段階がある。beginner とは教育を受け始め、面白そう、経験してみたいという段階で、手術を自分でどうするか考

Fig. 2 Four levels for clipping surgery. A part of beginners group climbs up to trainee level, and a part of trainees reaches to expert level. There exists super expert standing upon an expert level.

えて実行してはいけない。traineeは動脈瘤治療の理論とイメージがあり、自ら考えることはできるが、判断を適確に下して必要な行為を遂行するには、経験ならびに技術が不足している段階である。expertとは職人というマイスターであり、あらゆる動脈瘤の適応・治療方法を判断・対応可能であり、さらに脳動脈瘤手術の教育ができ、技術の継承を行う能力がある段階である。自分の能力以上のものは、誰に紹介すべきかまで掌握している。さらには後述するがexpertには経験を重ねることで自らどんどん成長していく能力も備わる。このためexpertといってもさまざまなレベルが生じる。線引きをすることは難しいが、expertの上にきわめて多くの経験・技術に裏打ちされたsuper expertという段階を付け加えることができる(Fig. 2)。

beginnerからtraineeになるのに必要な条件として、開頭・閉頭、ならびにmicrosurgeryの基本操作ができるのが前提である。脳動脈瘤・くも膜下出血の基本的知識があり、術前・術後管理ができる、具体的症例の手術手順を図を描いて説明できる、など理論・イメージの準備段階ができていても必要である。経験を前向きに処理できる能力・胆力などの資質も備えていたほうが良い。この段階はoff the job trainingが行いやすく、cadaver dissection courseへの参加、教科書や論文また学会参加での勉強、教育ビデオの視聴、仕事を離れた雑談などから習得していける段階である。

脳動脈瘤手術の段階：TraineeからExpertへ

traineeからexpertの段階に上がるためには、自分のイメージや理論を経験の中でしっかりと構築し、経験の中で技術を鍛錬していく必要がある。この段階は暗黙知を排除

できない段階であり、漫然としたトレーニングではなく、ある程度意図的かつ集約化したon the job trainingを要する。

このために一定の期間、特定のtraineeに集中して機会を与える。未破裂・破裂の順でアプローチ、つまりシルビウス裂の開放・大脳半球間裂の剥離を行わせる。ついで難易度をあげ、未破裂・破裂の順に動脈瘤まわりの処理・clippingを行わせる。動脈瘤まわりは落とし穴も多く、より多くの経験や感覚的フィードバックを要する。始めは技術的に遂行不可能なことも多いが、確立された理屈のもとで経験を積み重ねていかせれば、技術は後から十分についてくる。

操作に習熟し、かなりの判断と処置が可能になった時点で、後輩に対する手術の指導を行わせる。手術の理屈を自分の言葉にして教える必要がでてくるので、より深い手術の理解が可能になる。教えることにより、自分で無意識にやっている動作・技術に気がつく。教えることを通じて学ぶことができるということは世の中でよくいわれている事実である²⁾。

ビデオ編集の作業も大事である。手術とは理論とイメージ2つ不可欠のものを結びつけて考えていく作業である。ビデオ編集では、絵がビデオに置き換わるが、ビデオは動画であり、イメージに技術が不可分にかみ合ってくる。そのため自分の技術を見直し、他人の技術と比べるという点で、手術計画・記録よりも1つ次元の上がった訓練方法になる。また自分の手術を人に見せるという視点がでるため、技術をより伸ばしていくことにつながる。

expertの段階に到達するためのトレーニングの期間や必要な手術件数がどれくらいか、意見はまちまちであろうが、私は1-2年の期間に、100症例程度の手術を上記のようなスタイル(50例は自分でやり、50例は指導する)で、責任をもって行うことが理想的ではないかと考えている。経験の密度も大事で、短期間で集中的に習熟したほうが、学習の効率が良いのは事実である。塩川らの推定によれば2001年の時点で日本の脳神経外科専門医が、生涯で術者として経験できる脳動脈瘤手術の総数は115例としており¹¹⁾、こういったなかで100例をどの時期にどのように経験するか配分を行うのが、系統的に工夫されるべき問題である。

まずsuper expertなど十分な経験を積んだexpertの段階にある術者Xが術者Aに教えながら、術者Aに50例の執刀をさせる。ついで残り50例は指導者として術者Aが術者Bに教えながら経験してもらおう。その中で、難しい局面などには術者Aが術者Xの指導の下、対処をするようにする。そのような屋根瓦式のシステムをとっていけば4人のexpertを250例の手術で作り出すことが可能である

Fig. 3 Trainee have to participate substantial numbers of operations clipping surgery as operator or assistant to bluish up their theory and images as well as to have surgical skills. Experience of 50 operations as main operator followed by 50 operations teaching to junior surgeon may be sufficient to be a first step as an expert clipping surgeon. By this training system of rooftop method, it may be possible as much as 4 experts for clipping surgery are made through 250 clipping surgeries. (X is a super expert supervising all operation. A,B,C, and D are trainees willing to be an expert.)

(Fig. 3). もちろん、この間の指導にはsuper expertの事前あるいは事後の指導が必須であることはいうまでもない。これを指導者と並列的なtraineeの対一指導の形で行えば、4人のexpertを作るには最低400例の手術を必要とすることになってしまう(Fig. 4)。

traineeの場を与えられてもきちんとしたexpertにならない場合もある。技術的なことも1つではあるが、後輩の指導ができるかという問題がある。ドイツでは職人の徒弟制度の中でマイスターという資格があり、「この資格をとるには、技能はむろんのことだが、自分の技を次の世代に伝える能力があるかどうかを問われます」といわれる⁵⁾。指導ができない術者は、手術という技術の社会的意義を理解していないことになる。また教育ができない術者は、自己を客観化できないので、しばしば指導者の助言も聞かず、はなはだ危険な術者となりうる。

手術の型・スタイルに関して

実際の仕事に際していちいち原理まで戻って考え、実行するのでははなはだ効率が悪い。このため、職人の世界には技術の伝承から、あまり原理的に考えなくても、ひとまずはこうやっておけばいい、こういうふうには身体や道具を使っておけばうまくいくという型がある。職人の技術とはひたすら型にはまることだという考え方もある²⁾。実際の手術の現場においても、その施設や術者の考え方により手

Fig. 4 With classical one-on-one training system, education to bring up 4 expert neurosurgeons for clipping surgery requires 400 clipping surgeries. (X is a super expert supervising all operation. A,B,C, and D are trainees willing to be an expert.)

術は多くの部分が施設ごとの型になっている。脳動脈瘤への手術手技をとっても、脳動脈瘤のclipのかけ方は個性が高く、標準化が難しいが、アプローチ(脳べらの使い方、使用する器具、剥離の仕方)に関してはある程度標準化されている。これらはoff the job trainingでもある程度獲得できる性格のものである。この施設や教育者の流れにより行われている標準化が、手術の型・スタイルというべきものであり、研修歴などに影響を受ける。

この施設ごとの標準化はいわばローカルルールであり、これを日本・世界的に統一してしまうことはおそらく不可能であろう。ただしこのローカルルールが理論化されつつ、ある程度普遍化・共有化されれば学習する方にとっては好都合である。手術に対する考え方や型(開頭の仕方やアプローチ、手術器具)が同一の範疇で指導が行われれば、屋根瓦式の指導を達成しやすくなる。

失敗から学ぶために

人間は成功例よりも失敗例から多くを学ぶ³⁾。ただ自分自身の失敗から学ぶほどは医療を取り巻く社会情勢に余裕はない¹⁰⁾。したがって、先達の失敗を上手に伝え、同じ失敗を未然に防ぐことはきわめて大事である。evidence-based medicineといわれて久しいが、エビデンスを生む科学的方法論は、この時代にあってとるべき正しい態度とされている。しかし科学的方法論というものの限界もわれわれは知っておくべきである。小林秀雄は科学的方法論に関しこのように批判している。「人間の広大な経験の領域っていうものは、いろんな可能な方法にのぼることができるでしょ。それをのばさないように、計量的な経験、勘定することのできる、計算することのできる経験だけに絞った。他の経験は全部あいまいである。もしも学問をする

Fig. 5 We can experience and learn about aneurysms and surgery not doing surgery by myself, but helping surgery as an assistant (A) or just seeing video monitor at real time (B).

A | B

なら、勘定できる経験だけに絞れと、そういう非常に狭い道をつけたんです⁷⁾。この言葉を踏まえ茂木健一郎は、「統計学的な真理しか問題にしない現代科学からこぼれ落ちる広大な領域。個の生の主観的体験に寄り添う時に見えてくるもの。それこそが文学に固有の領域である」と述べている⁷⁾。

統計学的解析の中では、方法の「こういう手技をした」、「しない」、また結果の「失敗した」、「うまくいった」が0か1かの値におき換えられ、症例のもつディテイルはすっぽりと抜け落ちてしまう。だからそのような症例のディテイルに関しては、文学的態度でしか語ることができないのかもしれない。茂木健一郎は「(文学は,)あくまでも個の体験の特殊性に寄り添いつつ、世界の全体を引き受ける普遍学としての可能性を志向する」と語っている⁸⁾。脳動脈瘤手術においてディテイルの継承は、文学を語るように症例報告的に個別的に行われていくのがふさわしく、文学のように生き生きと伝えられることで、逆に失敗例の普遍化が進んでいくのかもしれない。失敗学という分野でも、失敗例をうまく受け手に伝えるためには、イメージを喚起して心に響くように伝える必要があるとされている³⁾。だから科学的方法論をしっかりと根底におくように指導するという基本原則を堅持すべきであることはいうまでもないが、失敗例こそは、「この手技の結果、何%で後遺症が残る」というような科学的表現だけではなく、生き生きとした臨床例とともに伝えられるべきものであるし、その普遍化できる能力がまた指導者の価値を決めていくものなのかもしれない。

さらに経験を重ねる：Super expert へ

ある程度の経験が得られたあとは、いっさい手を下さずとも、監督した手術は自分の経験と同価のものとして残す

ことができるようになる。大きな失敗をしないように監督しながら、注意深く手術をみて思考すれば、さらに経験を深めることができる。この段階に達したら、自分の経験数を200-300例へと増やしていきsuper expertのlevelに近づいていくことはそれほど難しいことではない(Fig. 3)。助手として鏡筒を覗きながら指導して気がつかされることと、モニターを見ながら指導して気がつかされることと、指導する側の経験にもいろいろな段階がある(Fig. 5A, B)。ただ後でビデオを見るのは、同時的に手術を見るのに比べると、感覚的要素に欠け、さらには時間軸が短縮されすぎてしまい、経験の質が劣ってしまうので、なるべくリアルタイムで手術を見るべきである。

経験を重ねていくなかで特殊な動脈瘤も出てくる。super expertに必要な手術技術としては、血行再建術の技術、後方循環の動脈瘤に対する対応などがあり、それらに関して習熟する必要がある。また血管内治療に関する知識なども増やしておかなければならない。

誰が技術の継承をするのか

最近はcoiling術が多く行われるようになっていく。なくなっても良い技術なら問題はないが、clippingという技術は、今のところ残ることが必要とされる技術である。一方で技術の継承のためには、欠かすことができない暗黙知の継承のため、一定の仕事量が必要である¹⁾。症例数の維持のために恣意的にclipping術に比重をおいた施設を作り、技術を維持していくことも必要である。技術の継承にあたっては、言語化できるものは理論化し、形式知に置きかえる努力をすることで、もっと合理的で公平なものとなりうるだろう³⁾。杏林大学で行っているようにe-learningの導入などでイメージも共有できる方法もその努力の1つである¹¹⁾。

合理的・公平とはいっても、訓練を受ける側に公平な症例の分散はすべきではない。脳神経外科医なら誰でもある程度は脳動脈瘤のクリッピングができなければいけない、といった考えはもはや通用しない。外科医を教育することの特殊性についてはいろいろなことがいわれているが、イメージと理論を組み合わせる手術を遂行する能力はいかにトレーニングをしたからといって、誰にでも備わっているという性質のものではない⁴⁾¹²⁾。形式知の段階でのトレーニングはできるだけ公平に開かれたものであるべきだが、暗黙知の段階に入ってから公平性を維持することは非効率的かつ不可能である。誰が脳動脈瘤手術の訓練の機会を得るかについては、それまでの臨床教育のなかでおのずから明らかとなっているであろう。

私を根気良く指導していただいた、最高の super expert である旭川赤十字病院脳神経外科部長、上山博康先生に深謝いたします。

文 献

- 1) 永 六輔：職人。岩波新書，岩波書房，東京，1996
- 2) 原田多加司：職人暮らし。ちくま新書，筑摩書房，東京，2005
- 3) 飯野謙次：「失敗をゼロにする」のウソ。ソフトバンク新書，ソフトバンククリエイティブ株式会社，東京，2006
- 4) 小松秀樹：慈恵医大青戸病院事件，医療の構造と実践的倫理。日本経済評論社，東京，2004
- 5) 小関智弘：仕事人が人をつくる。岩波新書，岩波書店，東京，2001
- 6) メディカル二条河原：職人とマクドナルド <http://square.umin.ac.jp/~massie-tmd/macdonald.html>
- 7) 茂木健一郎：脳と仮想。新潮社，東京，2004
- 8) 茂木健一郎：クオリア降臨。文芸春秋，東京，2005
- 9) 小川 彰，宮本 享：最も重要なのは治療の標準化，私の手術論 28。脳神経外科速報 16: 101-108, 2006
- 10) 貞友義典：リピーター医師，なぜミスを繰り返すのか？ 光文社新書，光文社，東京，2005
- 11) 塩川芳昭，永根基雄，栗田浩樹，ほか：低侵襲時代における脳神経外科手術教育と e-Learning 導入による教育効果の検証 (高等教育における e-Learning の学習効果に関する研究) 松下研究教育財団第 11 回平成 16 年度助成先一覧・報告書，2005, pp211-218, (http://www.mef.or.jp/activity/a04_kaih-atu/a04_03list_h16.html)
- 12) 読売新聞社会部：大学病院でなぜ心臓は止まったのか。中公新書，中央公論新社，東京，2006
- 13) 養老孟司：旅する脳。スカイワード (JAL 機内誌)，2006 年 3 月号