原 著

実際の手術器具を用いた練習モデルの作成と 脳血管外科手術トレーニング —セッティングからマイクロ技術まで—

新井晋太郎, 水谷 徹, 松本 政輝
中條 敬人, 鷺見 賢司, 杉山 達也

Creating a Practice Model Using Actual Surgical Instruments and Training for Cerebrovascular Surgery: From Setup to Performing the Microscopic Technique

Shintaro ARAI, M.D., Tohru MIZUTANI, M.D., Ph.D., Masaki MATSUMOTO, M.D.,
Takahito NAKAJO, M.D., Ph.D., Kenji SUMI, M.D., and Tatsuya SUGIYAMA, M.D., Ph.D.

Department of Neurosurgery, Showa University School of Medicine, Tokyo, Japan

Summary: With the development of interventional radiology and radiosurgery, the number of open surgery cases has decreased. Young neurosurgeons need to gain experience with fewer cases, so effective off-the-job training is important. We created a practice model for setting up the head fixation and retractor systems and for microscopic training. In addition, as the equipment can be placed in the medical office, easy access for practice anytime is possible. Our training method includes fixing the skull model to the Mayfield® frame for each approach, setting the Budde® halo ring, setting up the retractor, using the scissors, performing the blading technique, performing deep anastomosis, and so on. With continuous practice in an environment simulating various surgical fields, young neurosurgeons can eventually perform anterior circulation clipping and superficial temporal artery-to-middle cerebral artery bypass for arteriosclerotic disease and moyamoya disease. We believe that our training method is useful especially for young neurosurgeons aiming to establish steady skills for performing microsurgical techniques.

Key words:

- ・ off-the-job training
- ・ practice model
- ・ Mayfield® frame
- ・ Budde® halo ring

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 46: 469-472, 2018

はじめに

脳血管内治療・放射線治療の進歩に伴い、今後若手が経験することができる脳血管外科手術の症例は減少することが予想される。このような状況の中で、有効なオフザジョブトレーニングを実践し、かぎられた症例から多くの経験

を得ることが求められる。これまでマイクロ練習法の報告¹⁾²⁾⁶⁾は散見されるが、若手がまず直面する問題としては頭部の固定から脳ベラのセッティングにいたる場づくりが挙げられる。このようなセッティングについては、有効なオフザジョブトレーニングの報告はこれまでない。われわれは実際の手術器具を用いた練習モデルを作成し、仮想ト

A/B
C

Fig. 1 **A:** Practice model that uses an actual Mayfield frame and Budde halo retractor system. As this practice model is always available in the medical office, it can be accessed anytime for practice. **B:** A sylvian fissure can easily be created by packing towels in the skull models and shaping them. **C:** The model can be used for practice in the operating room by removing the stand.

レーニングを行っており、本稿ではその有用性について報告する。

コンセプト

安定したマイクロ技術を習得するためには、リラックスした無理のない姿勢で、蛇腹および脳ベラと干渉せずにマイクロ器具を使用することが重要である。つまりマイクロ技術と同様に、術野づくりが重要となる。われわれが独自で考案した練習モデルを用い、以下の点に留意したオフザジョブトレーニングが有効である³⁾。

練習モデルの作成と練習方法

前頭側頭開頭・前頭開頭・後頭下開頭など、当院で行っている定型的な開頭範囲を想定した頭蓋骨モデルを株式会社ベアーメディックにて委託作成した。そして、Mayfield® frameを設置できるスタンドを欧和通商株式会社にて委託作成し、頭蓋骨モデルをこのスタンドモデルに固定する(**Fig. 1A**)。頭蓋骨模型の中にタオルをパックして形を整えると簡易的に sylvian fissure や interhemispheric fissure を作成できる(**Fig. 1B**)。さらに、脳ベラをセットするこ

とで、実際の手術を想定したセットアップの練習が可能となる。この練習モデルは医局に常備しているため、常にセッティングの練習ができる環境となっている。また、Mayfield® frame をスタンドから取り外し、手術室での練習を行うことで、より実践に近い環境でのマイクロ練習が可能となる(**Fig. 1C**)。

頭部の固定

先述の頭蓋骨モデルを実際の Mayfield® frame を用い、3点ピン固定を行う。**Fig. 2** が左 pterional approach の頭部固定である。頭髪のない前額部・浅側頭動脈・側頭骨が薄いこめかみ部分・含気化がある前頭洞や乳様突起を避けるようにピンの位置を調整し、アプローチ側の2ピンを原則としている。また、頭部の角度は分度器で測定し、実際の角度と回旋の程度との感覚をつかむ。リトラクターシステムとして利用している Budde® halo ring と干渉しないように、Mayfield® frame の2本のアームをなるべく垂直にするよう注意する。また、ジョイントアームに角度がついてしまうと術者の位置が術野から遠くなってしまうため、ジョイントアームもなるべく垂直にする。

Fig. 2 Example of the setup for the left pterional approach.

Fig. 3 Setup for the frontal craniotomy approach. We are currently preparing various skull models for each approach.

蛇腹と脳ベラのセッティング

蛇腹は、術者の手に当たらないようセッティングする。特に、動脈瘤の近傍では脳ベラを少しもずれないように固定する必要があるが、蛇腹が不自然なカーブになっていると、ねじをきつく締めても動いてしまう場合がある。蛇腹が微動だにしない自然なカーブの形状を把握し、脳ベラをかける位置に応じて、蛇腹の固定位置やアダプタに対する角度を調整する。頭蓋骨模型の中に脳に見立てたタオルを敷き込み、さまざまな局面を想定し、蛇腹と脳ベラのセットアップを繰り返し行うことで、実際の手術に生かすことができる (Fig. 3)。

ハサミの持ち方や使い方

ハサミは基本的にバイオネットタイプを使用せず、真っすぐなもの(直, 反り)(フジタ医科製)を使用している。持ち方は、小指丘をつけて親指の力を下に加えるようにすると安定する (Fig. 4)。この点については水谷³⁾が解説している。ハサミは常に両刃の先端がみえる角度で使用し、癒着が強いところなどでは、いったん片刃で切りたい部分を持ち上げて、血管などがいないことを確認してから切ると不要な出血を少なくすることができる。ガーゼの繊維や人工血管チューブ、10-0 ナイロンでガーゼ縫合した糸などを実際に切断する練習などが効果的である。

blading technique

blading technique とは clip blade を利用し、クリップを閉鎖する最後まで、動脈瘤壁およびクリップ先端を視認し、深度を調節するテクニックである⁴⁾⁵⁾。blading technique を遂行するためにはクリップ鉗子をもつ反対側の吸引管との連動が必要となるが、鉗子や吸引管をもつ手を置

Fig. 4 Scissors can be used without trembling by placing the little finger hill on the edge of the skull and applying a downward force using the thumb.

く位置などを想定しておくことで、このような協調運動をストレスなく行うことができる。実際には、頭蓋骨モデルの中に作成した動脈瘤モデルを設置し、顕微鏡下に脳ベラと吸引管で脳に見立てたタオルを retract し、実際のクリップとクリップ鉗子を用いて練習を行うと効果的である。

深部バイパス

同様に各種アプローチに応じた頭蓋骨モデル内の中にタオルを敷き込み、実際の術野を仮想し、superficial temporal artery (STA)-M2 bypassをはじめ、A3-A3 bypass, occipital artery (OA)-posterior inferior cerebellar artery (PICA) bypass, STA-superior cerebellar artery (SCA) bypass などの深部バイパスの練習を行うことができる (Fig. 5)。

Fig. 5 The model can also be used for practicing deep anastomosis.

ま と め

ラーニングカーブを早め、専門医取得前後の若手も前方循環の clipping や脳虚血疾患やもやもや病に対する STA-middle cerebral artery (MCA) bypass などの顕微鏡下手術の基本手技を安全・確実に行うことを目指し、上記のオフザジョブトレーニングを実践している。実際のトレーニングに際しては、セッティング写真や練習動画をカンファレンスにて定期的に提示することで、上級医の指導を受け、フィードバック体制を設けている。

考 察

脳血管外科の分野において、今後開頭手術は放射線治療や血管内治療が困難な症例に限定されることが予測される。また、血管内治療が困難な症例は開頭治療の難易度も高いことが多く、若手は経験できる症例が減少していく中で、治療困難な症例に対峙していくという苦境に立たされることとなる。実際の手術で安定したマイクロ技術を発揮するためには、手先の動きももちろん重要であるが、頭位や脳ベラの位置、またリラックスした術者の姿勢など、いかにストレスのない場づくりをするかがきわめて重要となる。これまで縫合などマイクロ練習法についての報告は数多くあるが、セットアップに関するオフザジョブトレーニングの報告は見当たらず、あまり着目されてこなかった。当院ではこの練習モデルを用い、頭位固定から脳ベラのセットアップ、そしてセットアップ上でのハサミの動かし方などについて術前に十分シミュレーションを行い、術前カンファレンスでのプレゼンテーションをルーチンとしている。また、術後カンファレンスでは手術動画の他、体位・セットアップ写真の提示を必須とし、上級医よりアドバイスを受け、それを普段の練習にフィードバックするようにしている。マイクロ技術の熟達度を客観的に評価する

ことは困難であるが、このシステムを導入してからは、若手が執刀をする症例でも、脳ベラを含めた適切なセットアップに要する時間は確実に短縮されている。具体的には、専門医取得前後の若手が行う transsylvian approach の際に適切な脳ベラのセットアップからマイクロ操作を開始するまでに、本トレーニングを導入する以前は15分程度要していたが、十分なシミュレーションを行うことで、現在では5分以内となっている。また、マイクロ技術についても、実践に近い環境での練習を継続することで、ハサミをもつ際の手の置く位置、クリップ鉗子と吸引管を用いた blading technique のシミュレーションなどを行うことができ、実際の手術での安定したマイクロ操作が可能となっている。

今回われわれが実践している練習方法を報告したが、実践に近い環境を設定できるように今後も絶えず創意工夫していくことが重要である。また、一見地味に思える日々の鍛錬を継続していくことこそが、困難な局面に立ち向かうメンタリティの維持にも役立つと考える。

結 語

実際の手術器具を用いて、セッティングからマイクロ技術までのトレーニングをすることは若手の技術向上に特に役立つと考えられる。

著者全員は、日本脳神経外科学会への COI 自己申告を完了しています。本論文の発表に関して開示すべき COI はありません。

本論文の要旨は第46回日本脳卒中の外科学会学術総会で発表した。

文 献

- 1) 井上智弘, 國井尚人, 熊切 敦, ほか: 脳卒中外科手術技量の継承における卓上型マイクロによる縫合練習の役割—8万針の効果. 脳卒中の外科 37: 247-252, 2009
- 2) Inoue T, Tsutsumi K, Adachi S, *et al*: Effectiveness of suturing training with 10-0 nylon under fixed and maximum magnification ($\times 20$) using desk type microscope. *Surg Neurol* 66: 183-187, 2006
- 3) 水谷 徹: Procedural Expertise for Neurosurgery Vol. 2. 東京, メディカルアイ, 2017, pp20-25
- 4) 水谷 徹, 杉山達也: 安全確実な clip 操作を意識した未破裂脳動脈瘤手術—Blading technique のススメ. 脳外誌 24: 822-832, 2015
- 5) 水谷 徹, 杉山達也, 和田 晃, ほか: 未破裂脳動脈瘤における穿通枝温存のための Blading technique. 脳卒中の外科 42: 397-401, 2014
- 6) 堤 一生: 私の手術教育—初心者指導の経験から. 脳卒中の外科 35: 361-363, 2007