

綜 説

顕微鏡下手術のための脳神経外科手術器械の考案・改良

杉 田 虔 一 郎

信州大学医学部脳神経外科学教室

IMPROVEMENT OF MICRONEUROSURGICAL INSTRUMENTS

Kenichiro SUGITA

Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine,
Shinshu University, Matsumoto 390

Key words: 手術顕微鏡 (operating microscope)
手術器械 (surgical instruments)
脳動脈瘤 (aneurysm surgery)
聴神経腫瘍 (acoustic neurinoma)

はじめに

最近10年の脳神経外科手術の進歩は著しい。手術成績の向上は言うにおよばず、かつて手術不可能な疾患の多くのものも根治しうようになった。これらの進歩の導火線になったものは、手術顕微鏡が脳神経外科手術に使用され始めたことにあり、さらに、顕微鏡下手術に関連した到達法等の手術手技の改善と共に、多くの新しい手術器械の考案・改良によるところ大である。

手術に顕微鏡を使用した世界の最初は、1921年耳鼻科医 Nylsen¹⁾ であり、その後、鼓室形成術には不可欠なものであった。第二世代は眼科手術領域でこの分野では1950年代以後であるが、現在では全ての眼科医が顕微鏡を使用している。脳神経外科手術では主として顕微鏡を使用しはじめたのは1960年代頃^{2), 3), 4)} からで、初めは血管吻合術等から出発し、その後は全ての重要な脳神経外科手術に顕微鏡が必須のものになっている。現在、整形外科に於ける切断肢再接着術、末梢神経縫合術等の他には腹部外科の一部で胆管の吻合に使用されている報告以外はまだまだほとんど利用されていない。しかし何年かのちにはほぼ手術を行う全科の領域で手術顕微鏡が何らかのかたちで使用される時代が来るものと思われる。

顕微鏡手術の特長の第一は、物が拡大されて見える

こと、第二は狭い術野の奥でも完全な照明が得られることの二点である。通常の顕微鏡下手術では、10~25倍程度の倍率を使用している。その反面肉眼手術に比べて多くの欠点がある。即ち遠近感又は立体感が乏しい、肉眼の様に自由な観察角度が得られない、視野が限定されている、術者の肉体的疲労が多い等である。しかしこれらの短所も、前述の二大長所に比べれば手術成績の向上のため克服できるものである。又これらの短所のうちのあるものは、装置の改良でかなり改善されるものが多い。一部の人は手術顕微鏡を初めて使用しても比較的楽に使いこなすうが、一般には、当初の数十例では手術時間は延長し、疲労も多く面倒である。しかし次第に手術顕微鏡下の世界に順応し、ある時期を過ぎると顕微鏡なしでは手術は不可能になる。何故ならば、十分に使いこなせば肉眼手術よりも数倍の丁寧さで手術操作を行いえ且、手術時間はむしろ肉眼手術よりも短くさえなりうるからである。特に老眼が加わった年令の外科医にとっては、欠くべからざる武器であると言えよう。

ここで私が脳神経外科顕微鏡手術のために種々考案・改良してきた手術器械を主として、現在の脳神経外科手術器械の問題点を述べる。

1. 手術顕微鏡 (永島Ⅱ型)

我々は、1968年脳神経外科手術のための顕微鏡を考

案・改良した^{5),6)}。当時使用されていた、Zeis, 永島 I 型等は耳鼻科・眼科領域のために開発されたもので脳神経外科手術には不適な点が多かった。我々の改良点は、照明を明るくすること、主鏡体を短くすること、助手鏡を立体視できるものにする、主鏡体の前後・左右の微動を容易にできるようにすること等で、当時としてはほぼ満足すべきものであった。その後種々改良を加えてきたが、現在なお改良すべき問題点の一つは、助手鏡が立体視できて且つ術者とまったく同一の視野の得られる方法が作れないかという点である。

2. 手術顕微鏡支持装置の電磁ロック機構及び遠隔微動装置

1972年、我々は顕微鏡の支持装置に電磁ロック機構

を組み込み、さらに術者が手を使わずに三次元的に顕微鏡が動くような電動モーター内蔵のものを考案した^{6),7)}。同じ頃、Yasargil は術者が自分の口でスイッチを噛むことにより電磁ロックを解除する Counter Balance 型のものを考案している⁸⁾。この様な支持装置の改良は、先に述べた肉眼手術に比べての顕微鏡の最大の短所である観察角度を術中に自由に変えられない不自由さを解消するためのものである。これらの顕微鏡自身の持つ色々な短所は、現在の工学及び光学の進歩のおかげで少しずつ改良されて近い将来には、肉眼手術と比べて全ての点で優れているようなものが作られる時が来るものと考えている。(図1)

3. 直角型接眼部(手術顕微鏡接眼鏡部)

従来顕微鏡の接眼部は、垂直型か又は45度の傾斜

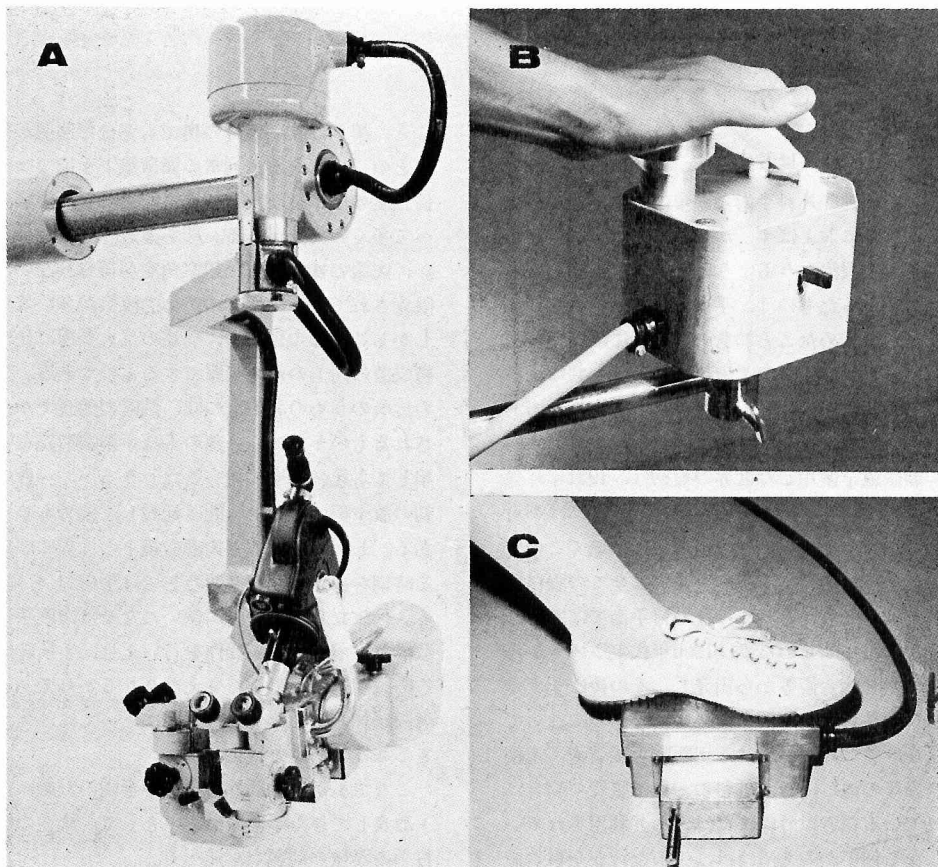


図 1

A: 電磁ロック支持装置付手術顕微鏡

B: 同遠隔微動装置用指スイッチ箱

C: 同足ペダル台(クラタ産業・永島医科)



図 2 直角型接眼部

接眼部が直角に曲がっていることにより、後頭窩の天幕部腫瘍の様な特殊な角度の手術野の手術操作が容易になる。(永島医科)

型のものしかなかったが、私は新しく直角に曲った接眼部を試作した。これは伏臥位での後頭窩手術ではしばしば術野があたかも術者の腹部を見るような方向にあることがあり、このような場合にはこの直角型接眼部が有用である。これによって術者は比較的楽な姿勢を保持して手術操作を行うことが可能である。従来の傾斜型のものを使った場合には、術者は術野の上に乗り上がった様な形に姿勢を保たねばならないが、この直角型接眼部を使用すれば術者は普通の座位の姿勢のままでこのような手術が行い得る。(図2)

4. 術者用電動椅子

細かい仕事をするためには座位をとる方が手は落着いた細かな操作を行いやすいので、顕微鏡下手術ではほとんどの人は座って行う。しかし顕微鏡は焦点距離が20, 25, 又は30cmと選んだ対物レンズによって常に一定しているため、顕微鏡の観察角度を変えると術者の頭の位置は種々の高さに変えねばならない。従ってその都度術者の椅子の高さが変化しなければならない。顕微鏡手術に熟達すればするほど術中の顕微鏡角度を変える頻度は多くなり、それに比例して術者の椅子の上下動の頻度は増し、そのため電動椅子が必須のものとなる。他方顕微鏡下手術では顕微鏡の上下動、倍率変換、電気凝固スイッチ、椅子の上下動等8~12個のペダルスイッチを操作する必要がある。これらのスイッチが、常にきまった位置にあつて椅子の上下動

と一致して動くことが大切である。このスイッチの位置を一定にするためにも電動椅子は非常に有用な手段である。一方ではこのペダルスイッチの位置が人間工学的に最適な場所に配置されているように作ることが大切である。オルガンの足ペダルほどにならないようにすることが重要であり又、足乗せ台があまりにも大きくなると助手の妨げにもなるのでその兼ね合いが大切である。(永島医科)

5. 微動手術台

脳神経外科手術では、座位・伏臥位等色々な体位をとる必要があるにもかかわらず、従来の一般外科手術台を使用しているため種々の不便があつた。新しく脳神経外科専用につくった手術台の改良点の第一は、顕微鏡下手術では術者は座って手術を行うため患者頭の下に十分な空間が必要である。前述の、電動椅子の使用の際この空間が大切である。又助手用椅子の関係でも手術台の下空間は十分にとらねばならない。又座位手術の場合には従来の手術台では患者の頭部が非常に高くなり術者は立ったままでない手が届かなくなることが多い。新しい手術台では、座位の場合にでも術者は座った位置で行うことが可能である。第二の点は、この手術台は三次元的に微動することが可能で顕微鏡下手術では、顕微鏡を動かすか又は手術台を微動することによって目標物を顕微鏡視野の中心にいつも保持することが可能である。この新しい手術台では、

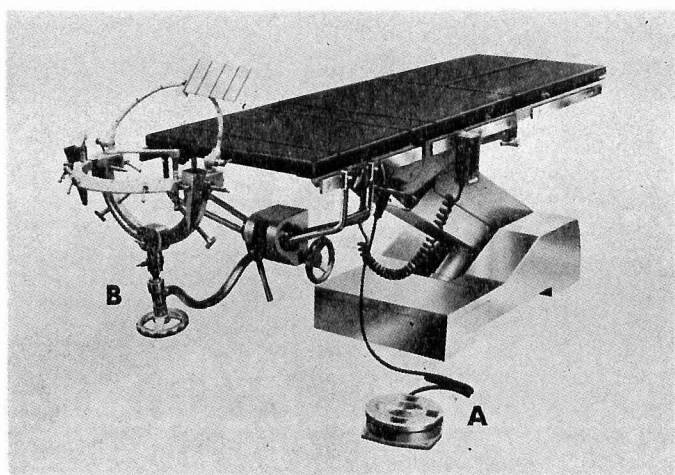


図3 脳外顕微鏡下手術用手術台
手術台は三次元的に足ペダル(A)による微動(3~12mm/sec)が可能である。(B)第4図参照(瑞穂医科)

術者の足ペダル操作によって秒速4~12mmまでの速さで三次元的に患者の頭部を微動することが可能で、このことにより絶えず顕微鏡視野の中心に術野を移動させることが可能となる。(図3)

6. 手術器械台

脳神経外科領域の手術では、手術看護婦は術者と向いあった位置に立ち器械の受け渡しを自由にし、看護婦自身も術野を観察できることが大切であってそのため手術器械台は患者の上に覆い被さる様な形の Over table 型器械台が一般化してきた。この目的のため私は2, 3の器械台を今まで設計してきたが、器械台の構造上大切な点は手洗看護婦がある程度術野の中にまで容易に乗り出せること、器械台を手術台の上へはめ込む際に手間がかからないこと、器械をのせる面積が十分に広いこと、長時間の手術の際などに手洗看護婦が時にもたれることがあっても十分に安全なだけの堅牢性があること、又設計上忘れてならないことは器械台の下で麻酔医の処置がしやすいようにすることなどである。なお、この器械台の器械をのせる面の裏側には安全装置があってもしその底面が患者の胸部に接触すればブザーが鳴る様になっている。

7. 多目的頭蓋固定枠

患者の頭蓋を骨性にピンで固定する枠は古くからあ

ったが、我々が作ったものは患者の頭蓋をピンで固定した枠のその上に更に90度の角度をもって別の多目的固定枠を装着する方法である。この固定枠は種々の手術目的に使用される⁹⁾。この半円形の多目的固定枠上には自在脳ヘラ固定器(2~6個)手術器械保持筒、手のせ台、皮膚片牽引パネ、小綿のせ台等を装着できる。この枠を使用することによって顕微鏡下手術では、術者は常に顕微鏡をのぞいたままで手術器械の受け渡し、脳ヘラの移動・固定が行えること、又血管吻合や長時間手術では吸引管を持った左手の手のせ台が役立つこと等である。現在まで我々の関連病院十数ヶ所で使用しているが、当初はややめんどうであるが一旦慣れるとこの枠無しでは手術操作が非常に不便に感じられる様になり、これからの脳神経外科手術の全てに必須のものとさえ感じられる。(図3・4)

8. 自在脳ヘラ固定器及び先細脳ヘラ

自在脳ヘラ固定器は、一般に工業用には古くから使われたものであるが Leyla, Yasargil らによって脳神経外科の手術に使用されるようになった。脳ヘラを三次元的にまったく自由に移動・固定することが可能で、最近の脳神経外科手術器械の中で最も有用なものの一つである。

さて、この自在脳ヘラ固定器の先端に付ける脳ヘラは古くから各種のものが作られてきていたが、私が作

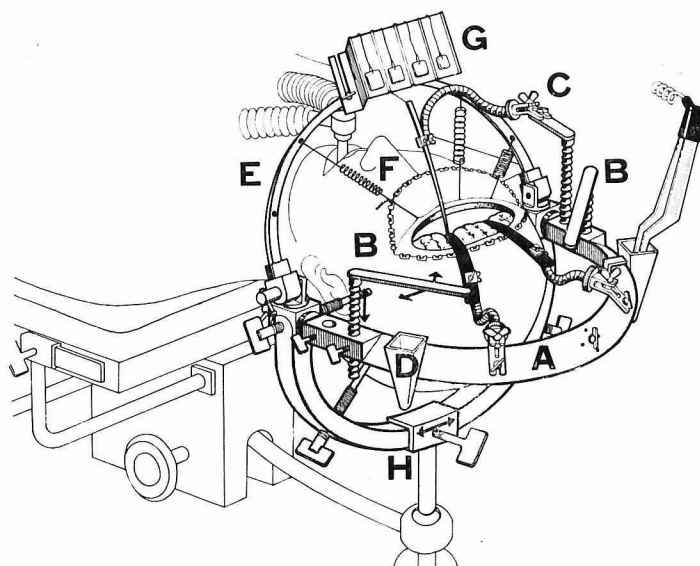


図 4 多目的頭蓋固定枠

- A. 脳蓋固定枠
- B. ハンドレスト
- C. ハンドレスト (器具保持兼用)
- D. 手術器具保持箱

- E. 皮膚止め兼綿のせ皿取付枠
- F. 皮膚弁牽引バネ
- G. 綿のせ皿
- H. 頭蓋固定装置

(クラタ産業・瑞穂医科)

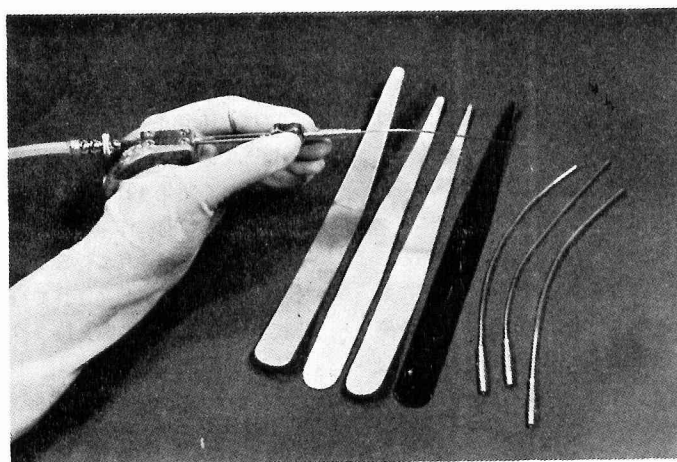


図 5 先細脳ヘラ、バランス型吸引器 (瑞穂医科)

った新しいものはそのヘラの先端が2, 4, 6 mmと従来の脳ヘラの最細のものが7 mm程度であったのに対しその $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ に細くしたものである。顕微鏡手術では、旧来は手術不能であった様な領蓋の底面まで達し、そこでの非常に狭い手術野の中で手術操作を行わねばな

らないが、このような場合にはこの先細脳ヘラが偉力を発揮する。時には脳ヘラ先端で動脈瘤自身を圧排固定し手術操作を一挙に容易にしてくれることもある。脳深部の手術にはこの先細脳ヘラも必須な手術道具の一つと云えよう。(図5)

9. Balancer 吸引器

全ての脳神経外科手術では、術者は左手に終始吸引器を持って手術操作を行う。従ってこの左手の吸引器は非常に大切なものであるにもかかわらず、従来からゴム管に接続した単純な一本管の吸引管で手術が行われている。中にはピストル型になって、左手の掌に握り込むようなものもあるが一般化していない。私の作ったものは、吸引管の手元に Balancer があり、この Balancer の下面の凹面がちょうど左手の親指と人差し指の付け根の部分の掌縁に乗っかるようになっていて、左手の指を全部離しても吸引管は Balance を保って手の上に保持されている。この様に Balance を保った吸引管は、顕微鏡下の細い操作にも安心して術野内を動かすことが可能であり、又長時間の手術でも左手の疲労が少ない。先端の細管は長短及び外径 1.0・1.5・2.5・3.5mm の計 8 種類のものがあり、それらを交互に交換することは容易である。(図 5)

10. 双極電気凝固装置 (自動温度制御式)

古くから耳科手術で、ピンセットの両端を陰陽極とする高周波電気凝固法があったが、脳神経外科手術でも手術顕微鏡の導入と共に手術中はほとんどこの双極電気凝固法で行うようになった¹⁰⁾。この方法の最大の特長は、高周波がピンセット先端間に主として流れるため凝固熱がピンセット先端ではさんだ組織以外へはそれほど流れ出さず、周辺組織への損傷が少なく済む点である。欠点は単極凝固でも同様であるが、ピンセット先端に凝血片が付着することで、その際にピンセットを交換するのに幾分時間がかかることである。これを少なくするために、ピンセット先端内側部に熱伝導性のよい特殊金属を装着させたり、又生食水を流しながら凝固を行うがまだ完全に凝血片が凝着しないピンセットは作られていない。我々の試作したものもその一つの予防法である¹¹⁾。これはピンセット先端部に、サーミスターの感温部をうめ込み、通電によりピンセット先端の温度上昇を感知し、その温度によって高周波発生器の出力を feed back する方法である。あらかじめ温度計上 60°~75° のセット温度を設定しておくと、ピンセット先端がその温度に達するまでは出力は増大し、その温度に達すればそれを維持するようにになっている。この方法は、生命維持上大切な脳深部のピンポイント凝固やピンセット先端の凝血片付

着の予防に役立つ。欠点はピンセット先端のサーミスター埋没加工が困難なことである。

11. 銀製剥離ヘラ

約 0.2~0.3mm の弱い薄膜の動脈瘤壁の剥離は脳神経外科医にとって術中最も神経を使うところであり、動脈瘤手術の最大の困難がここにあると言える。この剥離のために考案したものが銀製剥離ヘラである。通常、先端が 2mm 巾で 1.0mm 厚のもので手元までが銀製である。この先端部を術者の好みに合わせて紙ヤスリで削るのであるが、私は厚みを 0.5mm までに削り込んで使用している。又先端部の Edge の鋭さが問題である。あまり鋭すぎればメスの刃の如くなり、又鈍すぎればこの剥離ヘラの意味がない。もう一つこの銀製であることの大きな特長は、銀によりほどほどの弾力性があり他の金属では得られない剥離中に術者の手に伝わる感覚が得られる。又 Stainless 鋼と違って術中柄より先端部までは好みの角度に曲げることができることで、これが手術操作をしばしば容易にしてくれる。

12. 動脈瘤クリップ

顕微鏡手術の時代になって脳動脈瘤手術成績は急激に向上したが、このなかに動脈瘤柄を閉塞するためのクリップの進歩もその手術成績改善にあずかること大である。現在まで世界中で使用されている主なクリップは、Heifets¹²⁾、Scoville¹³⁾、Yasargil¹⁴⁾ 等 4~5 種類¹⁵⁾ であるが、それぞれ一長一短があるが、一般的には新しく開発されたものの方が使い易くなっている。私が 5 年前に作った Sugita Clip¹⁶⁾ も現在日本では最も多く使用されているが、これも数年後には更に新しい型のものが開発されて追越される時が来よう。脳動脈瘤クリップの備え持つべき特性は、

1. 使いやすい
2. クリップ先端が十分に開く
3. 視野を妨げない形状 (クリップ及び鉗子)
4. Blade が細い
5. 取り外しが容易である
6. 十分なバネ圧を持つ (脱落しないこと)
7. 多種類の形状がある
8. 時間が経っても鋼材に変化が起きないこと
(脳内に残すため)

等である。(図 6)

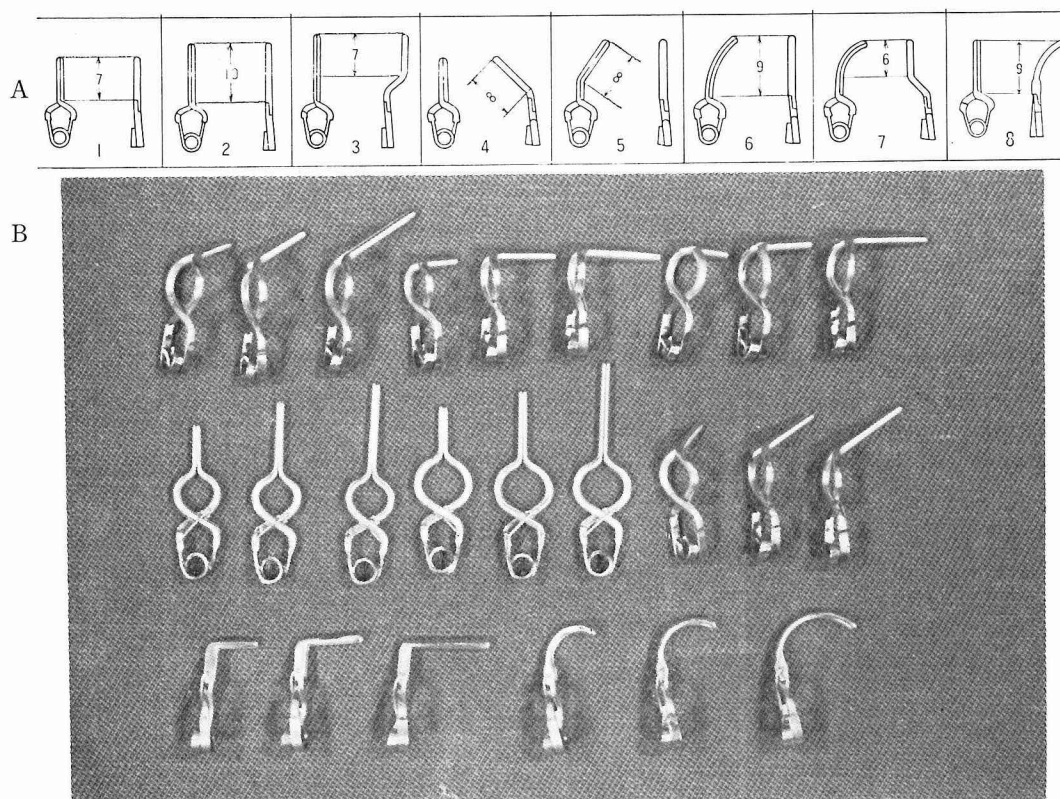


図 6 杉田脳動脈瘤クリップ：A 普通型，B 特殊型（瑞穂医科）

13. 聴神経腫瘍及び脳底部腫瘍摘出術のための二・三の器械

1) 可撓性熊手鉤：脳底部の狭い術野内で、聴神経腫瘍や髄膜腫瘍などの比較的硬い腫瘍が Pons や他の重要組織に付着している時に、この熊手鉤で腫瘍を持ち上げると容易にその部の剝離が可能になる。この熊手鉤は3又は4爪が先端に付いていて柄は可撓性である。これを自在固定器に装着し、更に前述した多目的頭蓋固定器に固定する。この様になると助手に保持させるよりも安定した力で腫瘍を牽引し、術者の視野も全く妨げられない。又術者の両手は剝離のためだけに自由に使用しうる。

2) 顔面神経保存のための装置：聴神経腫瘍摘出術等の最大の問題点は、いかに顔面神経を保存するかにあるがこの顔面神経の発見・保存のためには、従来から電気刺激が行われていた。私の方法は、術者が最も使い慣れている双極電気凝固用の双極ピンセットを刺激装置に接続し、このピンセットで顔面神経を探すこ

とである。この方法だとピンセットで刺激と剝離操作を同時に行いえて、いちいち持ちかえる必要がない。次に、一般的には顔面神経の電気刺激反応は麻酔医が消毒布の下に覗き込んで、患者の顔面筋の動きを観察していたが長時間にわたって観察することは非常に困難なことである。私の方法は、顔面に2個の accelerometer を付着させ顔面筋の動きを機械的に電気増幅し、それを Speaker から音として出す Sound monitor 方式である。この方法では長時間にわたる剝離操作中でも、医師や看護婦が消毒布の下へもぐり込んで患者の顔面の動きを直接見る必要はない。（図7）

ま と め

最近10年来の脳神経外科手術は手術顕微鏡の導入と相成って長足の進歩をとげている。従来の肉眼手術と比べこの時代では、術野の狭い脳底部まで手術が可能になったことと共に、手術操作が顕微鏡によって拡大されただけ丁寧で繊細な動きとなった。この様な狭い手術野での細かい手術操作は、必然的に手術器械の改

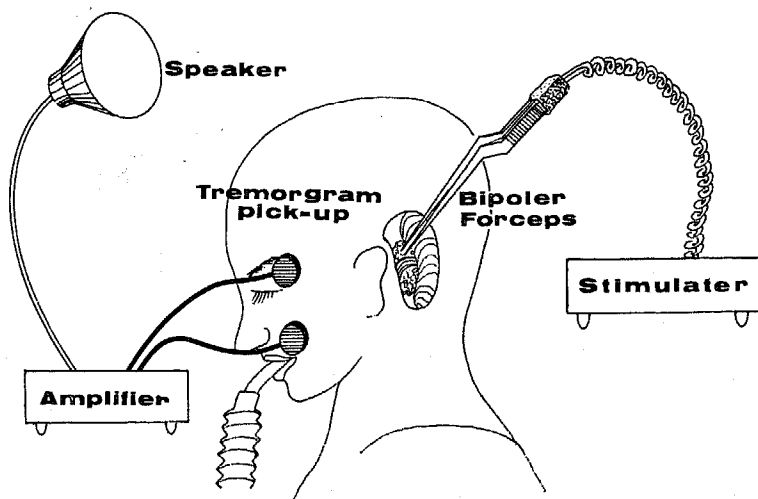


図 7 顔面神経保存用電気刺激音モニター装置の模式図 (日本光電)

善を生み出してきた。その新しい時代の手術器械の中で私が最近15年間に考案改良した十数種のものをここに述べた。

今後も手術手技及び手術器械の改良改善により、手術成績の向上と共に、現在手術不可能症例も手術可能になるものと考え。各外科専門分野で互いの新しい器械を交換し合い、又従来からあった器械でも他科へ転用してみると今まで大変困難であったものが突然に壁が破れ意外の又最善の解決法であることもある。専門学会は分化し他科との接触が減少している最近では改めて自分の専門分野だけに閉じこもることなく、お互いに他科との情報交換を密にしていく必要を痛感する。

文 献

- 1) Nylen C, O : The microscope in aural Surgery. Its first use and later development. Acta Otolaryng., Stockholm Supp 116 : 226-240, 1954
- 2) Jacobson, J. H, Wallman : Microsurgery as an aid to middle cerebral artery endarterectomy., J Neurosurg 19 : 108-115, 1962
- 3) Rand W, R : Microsurgery. C. V. Mosby (Saint Louis), 1-220, 1969
- 4) Yasargil M, G : Microsurgery. Georg Thieme (Stuttgart), 1-217, 1967
- 5) S. Sugita, K. Sugita : Modified ceiling-mounted zoom operating microscope., Amer. J. Ophthal 72 : 972-974, 1971
- 6) K. Sugita, R. Tsugane : Triplescope for Neurosurgery (Nagashima II) Clinical Microneurosurg 5 : 5-6, 1976
- 7) K. Sugita, T. Hirota : Magnetic Lock Suspension and Remote Control Microdriver for Operating Microscope. Technical note., Neurochirurgia 20 : 208-211, 1977
- 8) Yasargil M, G, Fox J L : The microsurgical approach to acoustic neurinomas., Surg Neuro 2 : 393-398, 1974
- 9) K. Sugita, T. Hirota : A Newly designed multipurpose microneurosurgical head frame., J Neurosurg 48 : 656-657, 1978
- 10) Malis L, I : Bipolar coagulation in microsurgery in Donaghy RMP., Microvascular Surgery. Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 126-130, 1976
- 11) K. Sugita, R. Tsugane : Bipolar coagulator with automatic thermocontrol., J. Neurosurg 41 : 777-779, 1974
- 12) Heifetz M, D : A new intracranial aneurysm clip., J Neurosurg 80 : 753, 1969
- 13) Scoville W, B : Miniature torsion bar spring aneurysm clip. Technical suggestion., J Neurosurg 25 : 97, 1966

- 14) Yasargil M, G, Fox JL: the microsurgical approach to intracranial aneurysms., Surg Neurol 3 : 7-14, 1975
- 15) Mayfield F, H, Kees G Jr: A brief history of the development of the Mayfield clip. Technical note., J Neurosurg 10 : 404-415, 1953
- 16) K. Sugita, T. Hirota: Comparative study of the pressure of various aneurysm clips., J Neurosurg 44 : 723-727, 1976

(53. 8. 31 受稿)