

れる⁶⁵⁻⁶⁷⁾。順調に腫瘍を摘出していたにもかかわらず突然生じた脳腫脹に遭遇し、何が起こったのかを冷静に判断することは困難かもしれないが、パニックになって不用意な手術操作により脳室周辺の重要構造物を損傷するよりは、遠隔部の出血の可能性も考慮して緊急に何を行うかを判断するべきである。

7. 術後出血

脳腫瘍術後出血に関しては、Kalfas らが 4992 例の脳神経外科手術の中で 40 例 (0.8%) に術後出血を認め、そのうち 23 例が脳腫瘍であったと報告している。この 23 例は脳腫瘍摘出症例の 1.4% に相当し、髄膜腫とグリオーマで有意に多かった⁶⁸⁾。Gerlach らの術後出血を来した髄膜腫の検討では、危険因子として明らかなものは患者の年齢であり、70 歳を超えると危険率は 6 倍以上になる⁶⁹⁾。術後出血を予防するための安全対策としては、これまで述べて来た様な動脈や静脈の温存が重要であることは言うまでもないが、止血が得られた様に思えても、状況が許せば、麻酔科医に胸腔内圧や血圧を意図的に軽度上昇させる様に依頼して完全な止血を確認することも必要である⁶²⁾。近年、術後出血の危険因子として、第 XIII 因子の低下 (60% 以下) が注目されている⁷⁰⁾。これは通常の術前検査で行われる凝固系採血の PT や APTT では異常値として捉えられないため、疑わなければ正しい診断には到達できない。第 XIII 因子低下は創傷治癒の遅延も招くため、術後管理の安全性を考える上で、忘れてはならない凝固系検査項目であると考えられる⁷¹⁾。

第3章 脳動脈瘤の手術

佐々木 富男, 松角 宏一郎 (九州大学脳神経外科)

1. 動脈瘤の術中破裂 (premature rupture)

予期せぬ動脈瘤の術中破裂への対応は、脳動脈瘤手術において最も重要であるといっても過言ではない。術中破裂に対する迅速かつ適切な処置を誤ると、患者が致命的となったり、重篤な後遺症を生じる原因となる^{72,73)}。術中破裂を来たさない様な手術操作を行うことが最も肝要な事であるが、動脈瘤の術中破裂は一定の頻度で起こり得るもので、一旦動脈瘤が破裂し大量出血が起こった場合に、その対処法を習熟して適切な処置を行うことができれば最悪の事態を回避することが可能である。破裂に遭遇した場合、まず視野の確保に努め、point suction、temporary clip、tentative clip を適時適切に行い、permanent clipping を遂行する⁷⁴⁾。また、術前の脳血管撮影、3D-CT angiography などの検討から、内頸動脈の確保が硬膜内操作において困難と判断される場合、開頭に先立ち頸部内頸動脈を確保する処置が必要となる。手術側の頸部を伸展させておき、頸動脈を徒手圧迫するだけでも、ある程度出血コントロールは可能であるが、より確実なコントロールが必要と予想されたり、クリッピングに際して動脈瘤の緊満を十分に減じる必要がある場合には、躊躇せずに頸部内頸動脈を剥離して血流一時遮断が可能となる様に準備することが大切である。

2. 動脈瘤クリッピング術に伴う穿通枝障害

動脈瘤クリッピング術に伴う穿通枝障害の発生率を低下させるためには、動脈瘤のネックを十分に観察し、クリッピング後も動脈瘤を穿刺または電気凝固するなどして虚脱させ、クリップによる穿通枝の巻き込みがないかを可能な限り検察することが重要である。しかしながら、クリッピング処置が確実であると肉眼的に判断したり、またドップラー血流

計による血流音のチェックを行ったとしても、実際には穿通枝に狭窄をきたしており、血流量の不足から予期せぬ穿通枝障害を経験することがある^{75,76)}。こうした血流不全に伴う脳機能障害を予防するため、SEPやMEPの電気生理学的モニタリングが術中に積極的に用いられるようになってきている。特にMEPモニタリングは内頸動脈や中大脳動脈の血流不全による皮質運動野の異常も、前脈絡叢動脈や外側レンズ核線条体動脈の血流不全による内包近傍の異常もとらえることが可能で有用である^{77,78)}。

3. 動脈瘤クリッピング術後に生じた脳梗塞（穿通枝障害以外）

動脈瘤クリッピング術に伴い脳梗塞を生じることがあり、不用意な静脈損傷や過度の脳圧迫が関与していると考えられている。安全なクリッピングを遂行するためには、どのアプローチにおいても、くも膜を十分に剥離して脳に可動性を持たせ、脳ベラによる脳の圧排を最小限に留めることが肝要である。必要充分なくも膜切開を行わないままに、漫然と長時間、同じ部位に脳ベラをかけ続けたり、脳を強く引いた状態で脳ベラを固定してしまうと、その部分の静脈環流を障害して術後に脳梗塞を引き起こす危険性が高い。

また、シルビウス裂深部で遭遇する deep sylvian vein や、interhemispheric approach の際に術野に現れる frontopolar vein を不用意に損傷すると、術後に静脈梗塞や脳内血腫を形成して重篤な合併症を生じ得る^{79,80)}。主要導出静脈になっていない細い静脈は、切断しても合併症はほとんど起こらないとされているが、予期せぬ合併症を回避する意味でも極力温存を図るべきである。

大型または巨大動脈瘤の手術は脳神経外科手術のなかでも challenging なものであり、手術治療による morbidity、mortality はいまだ高く満足のいくものではない^{81,82)}。術前より十分なインフォームドコンセントを取得しておくことが最も重要であることは言うまでもない。また、十分な術前検討の上、クリッピングが可能と思われても、万が一動脈瘤のトラ

ッピングに終わった場合を考慮し、予め血行再建術の施行を検討する姿勢が重要と思われる。

4. 動脈瘤クリッピング術に伴う神経障害

術中破裂を来した際の不適切な操作が原因で神経障害を来すことがある。動脈瘤からの予期せぬ大量出血に動転せず、冷静な対処を行い得れば回避できると思われる。動脈瘤からの出血を吸引管にて的確に point suction することが最も重要な手技となる。術野の視野が確保できていないうちに盲目的にクリップを挿入すると、視神経と一緒に挟み込んだり、不必要に長いブレードのクリップを使用して動眼神経を損傷する可能性がある。また、さらに危険なことは、不確かなクリップ操作により破裂部をさらに拡大させたり、母血管に修復不可能な孔を開けてしまうことがあり、この様な操作は厳に慎むべきものである。

5. 手術対象である動脈瘤の見落とし

術前の検討不足と術中所見の観察不足が原因である。術前検査の詳細な検討を行って、動脈瘤の位置や形状、周囲構造物との関係を把握し、手術中に動脈瘤の観察を適切に行いさえすれば回避可能と思われる。画像診断技術の進歩に伴い、多発性脳動脈瘤の頻度は3分の1以上とする報告があり⁸³⁾、他に動脈瘤の見落としがないかを常に注意すべきである。特にくも膜下出血発症例における破裂部位の判断ミスは、訴訟事例となる可能性もあり、くも膜下出血の分布、動脈瘤の大きさや形状、また合併する脳実質内出血の局在から詳細に検討する必要がある。

第4章 脳動静脈奇形の手術

橋本 信夫, 高木 康志 (京都大学脳神経外科)

1. 直達手術の問題点

脳動静脈奇形 (arteriovenous malformation, AVM) の手術は脳血管障害の手術の中でも、難易度が高いことが知られており、この点について術前に患者およびその家族にも、十分なインフォームドコンセントを得た上で手術を行うことが肝要であると思われる。AVM に対しては、定位放射線治療、血管内手術という選択肢もあり、一つの方法に固執するのではなくそれぞれの治療の利点及び欠点を説明し、個々の症例に応じて治療手段を選択することが必要である。American Heart Association が 2001 年に発表した AVM の治療に関するガイドラインにおいては、Spetzler-Martin Grade I、II の AVM で手術が可能な症例は直達手術を第一選択に、また手術が難しい症例では定位放射線治療を第一にすることを推奨している⁸⁴⁾。いずれにしても、個々の症例を詳細に検討し患者及びその家族に十分な説明をした上で治療を開始することが重要であると思われる。

AVM に対する直達手術の問題点としては以前より思わぬ出血合併症の管理が最重要課題であり、術中の出血と脳組織の腫脹は、AVM の手術の際に起こりやすいことが以前より報告されている。その原因として Spetzler ら⁸⁵⁾は normal perfusion pressure breakthrough (NPPB) を提唱し、また al-Rodhan ら⁸⁶⁾は occlusive hyperemia の報告をしている。最近では Hashimoto⁸⁷⁾が nidus 内の vascular loop の重要性を認識し、より安全に手術が行われるようになっている。

2. 皮切、開頭、硬膜切開の注意点⁸⁸⁾

皮切の際、皮膚の動脈が feeder となっている例があり、出血に十分に留意する。さらに開頭時に硬膜動脈が feeder の一部となっている症例や drainer が硬膜でポーチを作ってから静脈洞に流入している場合があり、

これらの損傷は思わぬ出血を来たす。Drainerが注ぎ込んでいる硬膜静脈洞の血流量は増加しており、骨弁をはずすときに十分な注意が必要なことは言うまでもない。開頭の範囲は、nidusに脳表から注ぎ込むfeederがすべて露出できる範囲とし、さらに術中のトラブルの際に脳浮腫が予想されるために十分な余裕を持って行う。Drainerも十分に開頭範囲に含めた方が安全である。硬膜切開は出血点が分かりやすいのと、静脈洞やfeederに非常に近いところまで切り込みやすいために尖刃刀で行うことも考慮する。硬膜からのfeederがあつたりnidusが硬膜に癒着している症例も多々あり、このような場合には教科書の形にこだわらずfeederを処置したり、慎重に癒着を剥離しnidusを損傷しないように、硬膜を翻転させる。

3. Sulci 剥離時の注意点⁸⁸⁾

硬膜を翻転し脳表を十分に観察する。Feederのnidusへの流入点を確認する。この際にはfeederが脳表から流入しているように見えても脳溝の中に埋もれていることも多く、この場合sulciをatraumaticに剥離していく技術は必須である。この際microscissorsを用いたsharp dissectionの他に、先の細い、やわらかいCodman社製のバイポーラー(Malis Non-Stick Mirror Finish Bipolar Forceps, non-coating type)などを短いストロークで使い少しずつ脳表を傷つけないように剥離することは有用である。そのようにして、まずnidusが存在している周囲のsulciを剥離し、nidusの範囲を確認するとともに、main feederと思われる動脈にtemporary clipをapplyしていく。Nidus周囲に確認されたfeederにtemporary clipをapplyした後、術中脳血管撮影を行い、nidusの造影を確認する。この時、あるfeederを処理すると術前の血管撮影ではっきりしていなかった他の動脈よりのfeederが明らかになることがある。術中脳血管撮影においてクリップできるfeederが処理されているのを確認のうえ、剥離を始める。

4. 術中脳血管撮影に伴うトラブル

術中脳血管撮影に伴うトラブルは腹臥位の手術で頻度が高く、体位変換に伴うカテーテルの引っ張りや圧迫が原因となっていることが予想される。手術に際し他の血管ラインと同様にカテーテルの扱いに十分注意していれば防ぐことができると思われる。術中脳血管撮影は術中の奇形の状態や術後の残存を確認する上で非常に重要な役割を果たしており、十分な留意によってトラブルを避ける必要があると考えられる。

5. 合併症を防ぐ上で役に立つテクニック

1) Step-wise temporary clip application^{88,89)}

Feeder に対するクリッピングの際、nidus に入る直前で止めるのが理想的であるが、無理な場合にはまず、やや proximal の部分で feeder を止めて剥離を先に進める。剥離が進むと、クリップを nidus 直近へ移す。この方法で passing artery を区別し残すことができる。

2) Minimum coagulation of the nidus^{88,89)}

AVM の剥離に入ると血管の tangle に遭遇する。この nidus 表面の血管のループをできるだけ焼かないようにする。Loop があれば loop の外側に回りこむようにしながら剥離を続け、nidus の外部から nidus に流入する small artery を見つけて、この small artery のみをバイポーラーで処理する。白質内で small feeder は圧が高ければ、積極的にクリップを apply している。この nidus 表面の loop を傷害すると、nidus 内の血流が阻害され、nidus 内圧が上昇し出血合併症が生じやすくなる。またバイポーラーで焼き続けて手術を行うと nidus と正常脳の境界が判別できなくなり、nidus 内に迷入しやすく、さらに nidus の処理を困難にさせる。このように、nidus の剥離を続け、最終的には main drainer を残しながら、nidus を起こしていく。前述した白質の部分での、small artery の処理は非常に難しい。Feeder の処理が十分にできていると nidus の圧が下がっており、nidus に直接 compression を加え nidus を小さくすることが可能で剥離面を作ることが

できる。また nidus の剥離の以前に feeder の処理が十分にできていないと nidus に連絡する拡張した small artery がバイポーラーで焼灼した際にはじけて、白質内に埋没してしまい難渋する。また、small artery は焼灼した際にバイポーラーに付着してしまい、処理が難しくなる。最近発売された Codman 社製 IsoCool bipolar は焼灼の際に付着が少ないのが最大の特徴で AVM 手術の際に有用である。Nidus 摘出後、出血が無いことをよく確認する。周囲脳の腫脹がないことが確認できれば閉創に移る。脳浮腫が強くなければ、硬膜は primary closure を行い、骨弁を戻す。大きな、high flow の症例では摘出後、脳浮腫が強くと外減圧が必要なこともある。

6. 治療法を選択

AVM の治療には直達手術、血管内手術、定位放射線治療の三つの柱が存在する⁹⁰⁾。それぞれの治療でまとまった症例数の治療成績が報告され、randomized study はないものの、個々の治療成績についてはおおまかな結果が得られている。血管内手術については、一時期 palliative treatment も多く行われたが、その治療成績が予想より良好ではなかったことが判明した⁹¹⁾。さらに血管内手術のみで完全閉塞を得られたものは 5-10% に過ぎないことも報告されている。手技に伴う合併症に関しても Ledezma ら⁹²⁾は 6.5% の症例で合併症を認めたと報告しており、Haw ら⁹³⁾は 3.9%、Taylor ら⁹⁴⁾は 11% と報告している。一方、定位放射線治療、特に gamma knife による AVM の治療については確立された感がある。海外からのみならず日本からの報告においても Shin ら⁹⁵⁾は gamma knife 照射により 3 年間で 72%、5 年間で 87.3% の症例で nidus の閉塞を認めている。そして特に出血例や小さい nidus で閉塞率が高いと報告している。Gamma knife 後の出血率に関しては年 0.3% とされ⁹⁶⁾、照射後から出血率は低下し、nidus 閉塞後も持続すると報告されている⁹⁷⁾。直達手術に関しては Spetzler-Martin grade I、II の症例の microsurgery による摘出術は非常に成績が良いことが示されている。Morgan ら⁹⁸⁾はこのような AVM の surgical morbidity を 0.9% としている。また小さい nidus の症例についても Pik ら

⁹⁹⁾は nidus が 3cm 以下の症例に対する手術において 1.6%の non-eloquent area AVM の合併症、4.3%の eloquent area AVM の合併症率を報告している。これらの報告もふまえて AHA が 2001 年に発表した AVM に対する治療のガイドライン⁸⁴⁾においても、Spetzler-Martin grade I、II の症例に関しては直達手術による摘出術が推奨されている。ただし、シルビウス裂近傍の症例は、手術の困難さが報告されており¹⁰⁰⁾、特に lateral lenticulostriate artery により血流を受ける AVM の手術の morbidity については 36%との報告もある¹⁰⁰⁾。以上のように、AVM の手術の際に留意するいくつかのポイントがある。ここでは我々の考え方を中心に述べたが、米国 Spetzler らの group から発表されたテクニカルノートにおいてもよく似た留意点が述べられている¹⁰¹⁾。AVM 手術においては、一年に一つの施設が経験する症例数が少なく、これらのポイントに注意深く気をつけながら手術を行うという以外に、合併症を防ぐ手だてはないと考えられる。

第5章 脊髄脊椎の手術

岩崎 喜信, 矢野 俊介, 飛驒 一利 (北海道大学神経外科)

1. 神経学的合併症

本邦の変性疾患の脊椎手術における神経学的合併症の発生率は一過性のものも含め 1.7%^{102,103)}と報告されており、他の合併症と比べ決して高い数値ではない。しかしながら、神経症状の悪化は、機能外科である脊髄脊椎疾患においては極めて重大な問題である。この中には術者の不注意も含まれると考えられ、さらに低率にするよう努力すべきである。

直接損傷としてはドリル、ケリソンパンチ、鋭匙などの手術器具による損傷が考えられる。硬膜近傍や神経組織近傍での骨除去に際しては、ドリルによる巻き込みを防ぐために超音波骨メスを用いるのもよい¹⁰⁴⁾。しかし、超音波骨メスでも硬膜損傷などの報告例もあり¹⁰⁵⁾、必ずしも安全ではないことを念頭に入れ使用すべきである。また、神経組織周囲でのドリリングでは、ドリルの摩擦熱による神経損傷を来すこともあり、ドリルで骨皮質を薄く残してケリソンパンチや鋭匙で除去することによって予防できる。

最も一般的な神経障害としてC5、C6麻痺は有名であり、これは神経が tethering、圧迫脊髄の再還流、直接損傷などによって生じると言われている¹⁰⁶⁻¹⁰⁸⁾。C5神経麻痺の発生率はこれまでの報告例の平均を集計するとは頸椎変性疾患の4.6%である。到達法別に見ると、前方到達法では4.3%、後方到達法では4.7%である。特に後縦靭帯骨化症症例では8.3%と高率に認められる^{109,110)}。これらの神経麻痺の多くは一過性^{107,108)}で、軽症であれば6ヶ月以内に約8割が改善するのに対して、重症の場合は半数近くが6ヶ月以上かかる¹⁰⁹⁾。したがって、早急に原因を診断し、骨棘、骨化靭帯など原因となる病変が認められる場合は可及的速やかに摘出術を考慮し、そのような病変がない場合でも積極的に抗浮腫剤の投与や早期のリハビリを開始する必要がある。これらの神経根障害を予防するため

には、後方除圧においては術前の CT で椎間孔の狭小化の有無を評価し、C5、C6 神経を中心に、狭小化を認める場合は椎間孔拡大術を追加する¹¹¹⁾。前方到達法でもそうであるが、可能な限り C5、C6 神経を直視下で除圧することが、術後の C5、C6 麻痺の予防には重要である。

Instrumentation による合併症の発生率は高く、5497 例の instrumentation を用いた脊椎手術の 12.1% に認めたとの報告もある¹¹²⁾。感染症、脱転など様々な合併症があるが、神経学的合併症も増えてきており^{113, 114)}、4-8.7%^{112, 115)} と高率にみとめられる重大な合併症である。頚椎の前方 plate、胸腰椎の前方 instrumentation、pedicle screw に多く認められる。近年の instrumentation 技術の発達に伴い、手術数が急増しており、このような合併症は今後も増加することが予想される。これに対して術前の十分な計画や技術の向上はもとより、ナビゲーションシステムの導入なども積極的に取り入れていく必要がある。

この他、近年では MEP、SEP などの術中モニタリングの有用性が報告され¹¹⁶⁻¹²¹⁾、術中神経症状の悪化を未然に防ぐために多くの施設で使用されるようになった。医療訴訟の多い現在においては、問題症例が生じた場合には術中診断の有無にも言及される可能性もあり、患者の合併症を防ぐという目的はもちろんのこと、自己防衛の観点からもこのような術中診断は極力取り入れるべきである。

2. 髄液漏

髄液漏は、硬膜周囲の操作を行う脊髄脊椎手術では常に考慮しなくてはならない合併症の一つであるが、術後の髄膜炎、癒着性くも膜炎、偽性髄膜瘤の形成などの合併症にもつながることから、細心の注意を払って未然に防がなくてはならない。通常、鋭匙、ケリソンパンチ、ドリルの操作時に生じることが多く、硬膜近傍ではダイヤモンドバーを使用し、硬膜に当たるようなドリルの使用は避ける、などの基本技術は最低限堅守しなくてはならない。また、最近ではこのドリルによる危険性を避けるため、超音波骨メスが開発され、軟部組織の巻き込み対策に有用であ

る。腰椎変性疾患に関する合併症の報告でも、髄液漏は4-14%に生じると言われており^{122,123)}、その発生要因としては患者の年齢、術者の技術が関与しているとの報告もある¹²⁴⁾。この報告では、再手術例に関しては有意差がないとの結果が出たが、再手術例では癒着が強く、容易に硬膜損傷を来たしうることは経験的にも周知されていることと思われ、再手術例で髄液漏を来たすことも少なからずあるので、無理な剥離、牽引には慎重を期すべきである。

後縦靭帯骨化症に関しては、前方到達法による骨化靭帯摘出術では髄液漏の可能性が高い。これは硬膜自体が骨化することもあり、これを削除することによって硬膜欠損を来たすからである。したがって、術前に硬膜の骨化の有無を評価しておくことは重要である。Bone window CT scanでdouble-layerの骨化巣は硬膜の骨化を示唆する所見であるので¹²⁵⁾、そのような症例では無理に全部削除する必要は無く、骨化巣を可能な限り薄くして浮上させる骨化浮上術でも十分除圧は可能であることを認識する必要がある¹²⁶⁾。

しかし、髄液漏は細心の注意を払っても起こることである。いかに合併症を軽症に抑えるか、つまり術中に硬膜損傷が起こった場合の処置法を習熟しておくことも重要なことである。特に腰椎手術時にはスパイナルドレナージを留置できない場合があり、手術的硬膜修復が求められる¹²⁷⁾。裂孔を6-0ナイロンで縫合閉鎖し、硬膜欠損部が広範な場合はゴアテックス[®]や筋膜、最近ではネオベールを用いてパッチし¹²⁸⁾、フィブリン糊を噴霧する。また、可能な場合は術後脊髄ドレナージを1週間ほど行い漏出孔の閉塞に努める¹²⁹⁾。

3. 前方アプローチに於ける軟部組織損傷

術者への留意を喚起することが第一であるが、表皮に接する器具は絶縁体でカバーしたり、創周囲をガーゼなどで保護して熱を伝えないようにすることで予防できる。しかし、一度熱傷を来たした場合は早期に形成外科医などの専門家と相談し、適切な治療を行う必要がある。軟部組

織損傷は稀な合併症であるが、一度来たとすると非常に大きな障害をもたらすものである。反回神経麻痺は十分な注意を払っていても生じうる合併症であるが¹³⁰⁾、頸動脈、喉頭、食道損傷などは、術者の不注意や技術的要因が大きいと思われる。すなわち、多椎間病変では開創器をかける場所をレベルごとに変えていき、1ヶ所の長時間圧迫を避ける、内側を剥離した頸長筋に開創器の爪をかけ、開創器による直接損傷を防ぐ、ドリルを使用する際は、スチールバーはすべて周囲の軟部組織損傷を来たしやすいため、粗めのダイヤモンドバーを用いる（バーのシャフト部分での軟部組織の巻き込みにも十分注意する）、といった頸椎前方アプローチの基本をしっかり守っていれば、極めて稀な合併症と考えられる。反回神経麻痺に関しても、必要な解剖学的知識を正確に身につけておくことにより、その発生率を最小限にできる。C3/4に到達する際には上喉頭神経が、C6/7、C7/T1などの下位頸椎に到達する際には反回神経が障害されて生じる。右側のアプローチでは肩甲舌骨筋の下方からアプローチした場合は反回神経麻痺の危険性が高くなる¹³¹⁾。また、筋鈎などによる過度の牽引や、神経を認識しない状態での動脈結紮は危険である。

4. レベル誤認

レベル誤認は、脊椎手術では胸椎病変を中心に時に見られる問題である。対策としては、術前に脊椎の各個人の形態的特徴を把握した上で、術中レントゲンでの確認を複数人間で行うということである。また、確信がもてない場合は複数回レントゲンでの確認を行う。頸椎に関しては前方到達法の場合、あらかじめ目的とする椎間レベルと舌骨、甲状軟骨、輪状軟骨との位置関係から皮膚切開部位を決定し、椎体前面に達した時点で、カテラン針の先が1 cm以上刺さらないように折り曲げた状態で椎間板腔に刺しレントゲンで確認する。また、椎体前面に骨棘がある場合は、レベル確認の良い指標となる。頸椎後方到達法の場合は、一般的にC2棘突起が大きく、ほとんどの症例で体表から触知可能である。また、個人差があるので術前のレントゲンで把握しておく必要があるが、

C7 棘突起 (隆椎) もひとつの体表上の landmark となる。腰椎に関しては、一般的には L4/5 が腸骨稜の高さに相当することを目安に、体表から針を刺してレントゲンを撮り確認する。注意すべきは、体表から確認しただけでは椎弓へのアプローチへの段階で、1 椎間ずれることもあり、椎弓切除を加える前にももう一度レントゲンを撮像して確認するほうが安全である。最も問題となる胸椎に関しては、術中のレントゲンは肋骨陰影が影響して評価困難な場合も少なくない。肋骨の存在から T12 や、一般的に肩甲骨下端が T6-7 レベルであることが、参考にはなるが十分とは言えない。我々は術前に目的とする椎体レベルの体表上に金属マーカを貼りレントゲンで確認し、術中にも棘突起間に針を刺してレントゲンを撮像し、椎体の特徴もふまえて確認している。手術体位を取ることによって 1 椎体程度は容易にずれるため、術前の確認写真だけでは誤認が起きやすいことを認識しておく必要がある。さらには硬膜内病変の場合、硬膜切開を行う前にエコーを行い、病変が存在することを確認してから硬膜切開を行っている。

5. 創感染、創離開

創部感染症は、外科手術においては避けられない合併症である。特に instrumentation の併用が盛んに行われている脊髄脊椎手術では、難治性で重篤な状態に陥ることもある。また、感染により instrument の除去を強いられることもあるため、固定性を失った脊椎による二次的合併症も生じうる。したがって、instrumentation を用いた場合はなお一層の感染予防が重要である。最近の報告では、脊椎手術における感染症の発生率は 2.7% で、高齢者、糖尿病患者、異物移植において有意に発生率が高くなる¹³²⁾。実際の術後感染予防には、術中、術直後に抗生剤血中濃度を上昇させることが重要である。海外での抗生物質ガイドラインでは第 1、第 2 世代セフェム系の麻酔導入時または術前、術中の投与が推奨されている^{133, 134)}。本邦でも抗生剤の 1 日投与 (術直前、直後) で術後感染予防の目的は達せられるとされている¹³⁵⁾。しかしながら、糖尿病合併例では感染の可能性が

高くなり、術当日を含めた3日間投与を推奨している。

6. 高齢者手術合併症

高齢者では全身合併症の存在を術前に把握しておくことが重要であるが、脊髄損傷などにより緊急手術を施行する場合など、術前に十分な精査を行うことができないことがある。また他部位に外傷性損傷を合併していることもある。高齢者手術では循環器系、呼吸器系などの全身のあらゆる臓器に危険性を伴い、致命的な合併症も少なくない。その他、不穏・せん妄といった精神的な合併症も20%近くに生じるとの報告もある¹³⁶⁾。特に近年注目を集めている合併症としては深部静脈血栓症がある。深部静脈血栓症は肺塞栓症など致命的な病態につながることから、十分な配慮が必要である。特に脊髄脊椎疾患では、高齢者が多く、下肢の機能低下を認めることも少なくないため、深部静脈血栓症の危険性が高い。脊椎手術におけるその発生率は無症候性を含めて10-20%で^{137,138)}、症候性となるのは0.9%と言われている¹³⁹⁾。外傷（脊髄損傷、骨盤・大腿骨骨折）、動脈硬化、高血圧、肥満などが危険因子としてあるが、安静臥位を続けることも危険な因子である¹⁴⁰⁾。深部静脈血栓症の予防には、抗凝固剤の投与を勧めるものもいるが術後出血の問題もあるため、術中の下肢ストッキング装着や、下肢の持続ポンピングを行うことが一般的である^{141,142)}。また、下大静脈にフィルターを置くこともあるが、フィルター留置に2-5%の合併症を伴うことから¹⁴²³⁾、危険度の高い症例に限定して行うほうがよい。このように、高齢者では手術合併症の可能性が高く、時に生命を脅かすことにもなり得る。緊急の場合を除いては、全身状態の評価を入念に行い、必要に応じて専門医に依頼することを怠ってはならない。また、手術適応を厳密にし、十分なインフォームドコンセントを行って危険性の理解を得ることが重要であり、これらは手術を行うものの責務である。

7. 再発に関するもの

腰椎椎間板ヘルニアの術後の早期再発は髄核の残存が疑われ、阻止でき得る再発と考えられる。腰椎椎間板ヘルニアでは、再発例を含めて再手術は7-12%と言われている¹⁴⁴⁻¹⁴⁶⁾。これは術者の技術が関与している部分もあるが、避けられない部分もあり、術前のインフォームドコンセントは十分行う必要がある。早期再発の可能な予防策としては、摘出腔に水圧をかけるなどして入念に残存髄核を確認し、十分な髄核摘出を行うことである。椎間板ヘルニアの基部が広い症例や終板の輝度変化を伴う症例では、早期の再発が多いとされており¹⁴⁷⁾、さらに入念な髄核摘出を心掛けるべきである。

第6章 血管内手術

吉田 純, 宮地 茂 (名古屋大学脳神経外科)

1. デバイスの不具合によるトラブル

デバイスの不具合に関連したトラブルとしては、デバイスが引っかかったり、伸びたりするものが多く、器具の不具合と技術的な問題の両者が原因と考えられる。デバイスの特性に精通していればある程度予想できるトラブルである。デバイスは日進月歩であるので、常に最新の知識と特徴を習熟していなければならない。

2. デバイスの操作に伴う合併症

デバイスの操作に伴う合併症としては、コイルの穿通や逸脱によるものが多い。Murayamaらは、11年間の916回の手技のなかで、合併症率は8.4%であったと報告している¹⁴⁸⁾。技術と知識のみではなく、経験も大きく関与していると思われる。特に塞栓術終盤では無理をせず、より軟らかいコイルを選択する。また、塞栓性合併症では、不十分なヘパリン化や術前抗血小板療法、不適切なワーキングアングルの決定、オーバーパッキングが原因と考えられる。

3. 止血操作に伴う合併症

穿刺部の止血トラブルは比較的頻度の高い合併症である。全身ヘパリン化しながらの止血であり、十分な圧迫と止血後の徹底した経過観察ができていなかったことが原因である。予防方法のひとつに、止血デバイスの使用が挙げられる^{149, 150)}。

4. 治療戦略に問題があると思われるトラブル

治療戦略に問題があると思われるトラブルも多い。AVMや硬膜AVFでは、特に慎重に対象血管と塞栓物質を検討し、drainer occlusionによる出

血を避けなければならない。ステントの閉塞は、細径血管における治療適応をよく検討して、術後の抗血栓薬の使い方などに配慮することにより防止できる可能性がある。中大脳動脈動脈瘤の塞栓術では、ワーキングアングルが最適に決定できない場合は、開頭術を考慮する方が安全である。治療が難しいと思われる症例では、カンファレンスなどで最善の治療戦略を十分に検討してから治療に臨む必要がある。また、インフォームドコンセントも十分にされなければならない¹⁵¹⁾。

第7章 その他の脳神経外科疾患の手術

児玉 南海雄, 佐々木 達也 (福島県立医科大学脳神経外科)

1. 脳内血腫摘出術

術後出血

脳内出血の血腫摘出術後に血腫の増大を来たすことがある。出血球に絡んでいる穿通枝の処置を十分に行わないと、一旦止血されていても血圧の変動などにより再出血を来たすことがある。完全な凝固止血と血圧のコントロールが重要である。開頭術後の出血の危険性は0.8-1.1%と報告され^{68,152)}、頻度は低いが術後出血を来たした症例の37%が死亡した¹⁵²⁾という報告もあり、術前に必ず説明しておくべき合併症である。Risk factorとして最も重要なのは血液凝固異常であり、特に抗血小板療法中の患者に注意が必要である¹⁵²⁾。

2. 浅側頭動脈中大脳動脈 (STA-MCA) 吻合術

1) 術後の創部壊死・創部感染

本手術では頭皮の主要栄養動脈を donor として使用するため、術後に頭皮の血行障害による皮弁壊死を来たすことがある。この皮弁壊死は、下肢動脈閉塞性硬化症合併例や喫煙者に対して、皮弁を flap にして double bypass を施行した際に生じやすい¹⁵³⁾ことが報告されている。創部断端の過度の凝固止血を避けるなど、創部の壊死や縫合不全を来たさないような工夫と、risk factor を有する症例においては皮膚切開を直線状にする、double bypass を避けるなどの工夫が必要である。また創部の壊死を来たした場合、創部の血流を改善し清潔に保たないと、創傷治癒の遅延から感染症を引きおこし、追加手術を要することもある。皮膚潰瘍の治療に bFGF 製剤が有効である¹⁵⁴⁾との報告がある。

2) 術中に発生したと思われる脳梗塞

種々の要因の関与が考えられる。術中の血圧の維持、PCO₂の維持、適切な補液の種類・量など、嚴重な周術期管理が必要である。一般に STA-MCA 吻合術後の脳梗塞は少ないと思われるが、モヤモヤ病の場合には約 15%の症例で術後虚血症状を呈し、1.5%の症例で脳梗塞の合併を認めた^{155,156)}と報告されているので、術前に十分に説明しておく必要がある。

3. 頸動脈内膜剥離術 (CEA)

1) 術中に発生したと思われる脳梗塞

脳梗塞の原因として血流一時遮断による低灌流が挙げられる。術中の脳虚血の探知のために脳波、SEP、内頸静脈酸素飽和度、近赤外線スペクトロスコピーなどのモニタリングが行われている。シャントに関しては使用しないもの¹⁵⁷⁾、ルーチンに使用するもの¹⁵⁸⁾、モニタリングの所見などにより選択して使用する¹⁵⁹⁾という報告がある。いずれにしても、術中の血圧の維持、PCO₂の維持、適切な補液の種類・量など、嚴重な術中管理が必要である。また、主に血流再開以降に生じると考えられる末梢血栓を防止するためには、内膜剥離腔のより注意深い洗浄と剥離面の清掃が必要である¹⁶⁰⁾。さらに、本手術の対象となる患者群は高血圧、心疾患、糖尿病などを合併している症例が多いので、術中ばかりではなく、術前評価、術前・術後管理も重要である。CEA のトライアルの結果からは合併症率は、症候性頸動脈狭窄では 6%未満、無症候性では 3%未満であることが求められている¹⁶¹⁾。

2) 術後の脳神経麻痺

CEA の手技上の合併症として末梢性脳神経麻痺があり¹⁶²⁾、顔面神経麻痺、上咽頭神経麻痺、副神経麻痺、舌下神経麻痺を含めた脳神経麻痺の頻度は 6.8%とされている¹⁶³⁾。脳神経麻痺については十分なインフォームドコンセントを必要とする。