

## Awake craniotomy 麻酔管理のガイドライン

(最終改訂日：2009年3月27日)

はじめに

1800年代には、てんかん患者の焦点切除が局所麻酔のみで開頭して行われた(1)。脳波はまだ使われておらず、直接皮質を刺激することによって、てんかん焦点の決定や機能的に重要な部位を同定しており、現在の awake craniotomy の原型と思われる。1900年代に入り鎮静を併用して、患者にとってより快適な手術が行われるようになった(2)。コデイン、チオペンタール、メペリジンなどを用いて、自発呼吸下あるいは部分的に気管挿管を行って管理された。てんかん外科では術中脳波所見が重要視されるようになっていたが(3)、1960年代 neurolept-analgesia (NLA)が麻酔に導入され、とくにドロペリドールとフェンタニルの組合せは術中脳波への影響が少なく、側頭葉てんかん患者の手術で有用とされた(4)。また、長時間作用型局所麻酔薬ブピバカインの開発により awake craniotomy がやり易くなった。そして多くの難治性てんかんの手術が NLA で行われた(5,6)。その後、スフェンタニル、アルフェンタニルなど作用時間の短い鎮痛薬が開発され試みられた(7)。プロポフォールが臨床使用されるようになり、作用時間が短く、抗痙攣作用があり、制吐作用を有することから awake craniotomy に導入され(8)、現在主な鎮静薬として広く用いられている。また近年、デクスメドミジン(9)やレミフェンタニル(10)など新たな麻酔薬が導入され、一方気道管理ではラリンジアルマスクが利用されるようになった(11)。しかし、気道管理、術中痙攣の対処など通常の全身麻酔とは異なる管理が必要であり、より確実にかつ安全な麻酔管理を行う上で、このガイドラインを参考にしていきたい。

ただし、Awake craniotomy の麻酔管理に関してエビデンスは限られており、実際に行われている管理法で、検討委員が推奨されると判断した方法を提示したものである。また麻酔科領域では awake surgery は心臓外科でも行われており、整形外科での wake-up test と混同する可能性もあるため、それらと区別するため awake craniotomy と記載する。

## 参考文献

1. Horsley V. Brain-surgery. Br Med J 1886;2: 670-5.
2. Pasquet A. Combined regional and general anesthesia for craniotomy and cortical exploration. Current Researches in Anesthesia and Analgesia 1954;33:156-64.
3. Penfield W. Combined regional and general anesthesia for craniotomy and cortical exploration. I. Neurosurgical considerations. Curr Res Anesth Analg 1954;33:145-55.
4. Gilbert RGB, Brindle GF, Galindo A: Anesthesia for neurosurgery. Int Anesthesiol Clin 1966;4: 842-7.
5. Manninen P, Contreras J. Anesthetic considerations for craniotomy in awake

- patients. *Int Anesthesiol Clin* 1986;24: 157-74.
6. Archer DP, McKenna JMA, Morin L, Morin L, Ravussin P. Conscious-sedation analgesia during craniotomy for intractable epilepsy: a review of 354 consecutive cases. *Can J Anaesth* 1988;35: 338-44.
  7. Gignac E, Manninen PH, Gelb AW. Comparison of fentanyl, sufentanyl and alfentanyl during awake craniotomy for epilepsy. *Can J Anaesth* 1993;40: 421-4.
  8. Silbergeld DL, Mueller WM, Colley PS, Ojemann GA, Lettich E. Use of propofol for awake craniotomies. *Surg Neurol* 1992;38: 271-2.
  9. Bekker AY, Kaufman B, Samir H, Doyle W. Use of dexmedetomidine infusion for awake craniotomy. *Anesth Analg* 2001;92: 1251-3.
  10. Berkenstadt H, Perel A, Hadani M, Unofrievich I, Ram Z. Monitored anesthesia care using remifentanyl and propofol for awake craniotomy. *J Neurosurg Anesthesiol* 2001;13: 246-9.
  11. Tongier WK, Joshi GP, Landers DF, Mickey B. Use of the laryngeal mask airway during awake craniotomy for tumor resection. *J Clin Anesth* 2000;12: 592-4.

## 1. 基本方針

- 1.1 綿密な手術・麻酔計画の元に外科医，手術室スタッフとの意思の疎通を図る。
- 1.2 術中は呼吸管理上のトラブルや，急変するリスクを伴う為，**awake craniotomy** について十分に習得した麻酔科医による管理又は監督を必要とする。
- 1.3 術中の急変時に安全に対応するため，担当麻酔科医に加え，応援麻酔科医を確保する。
- 1.4 術中に麻酔科医が **awake craniotomy** の継続が困難と判断した場合，全身麻酔への移行がすみやかに行われるよう外科医，手術室スタッフの協力体制が確保されていなければならない。
- 1.5 確実な気道確保を行っていないので，気道系から吸収・排泄される吸入麻酔薬は使用しない。（**Awake craniotomy** では  $\text{PaCO}_2$  の管理が不確実なので脳容積を増大させる可能性がある吸入麻酔薬は避けた方がよい。）プロポフォールを基本的な鎮静薬として用いる。
- 1.6 基本的には自発呼吸下で管理するので，鎮静薬・鎮痛薬の慎重な **titration** を行う。また局所麻酔による鎮痛を最大限に行う。（意識消失時期に **laryngeal mask airway (LMA)** などを用いて調節呼吸での管理も可能である。）
- 1.7 気道トラブルにつながる嘔気・嘔吐対策が重要である。
- 1.8 マッピング中の電気刺激により痙攣が誘発されることがまれではなく，時には続行不可能となるので，速やかな対応が必要である。

## 解説

**Awake craniotomy** は，20世紀初頭，てんかんに対する外科治療に用いられ，その後，運動・感覚野や言語野などの **eloquent area** に関連する脳腫瘍，脳動静脈奇形，脳動脈瘤などの手術へと応用された(1,2)。**Awake craniotomy** の目的は，患者の予後と **QOL** を高めるため，手術による脳機能の障害を防ぎ，かつ病巣を正確に切除することである。麻酔管理上は，患者の安全を第一義に，精神物理的な苦痛を取り除き，必要な手術が遂行できることを目的とする。**Awake craniotomy** の麻酔管理の詳細については，本ガイドラインの各項目とそれらの解説に記載している。

**Awake craniotomy** の麻酔管理についての **randomized control study (RCT)** は未だ少ないため，本ガイドラインでは，エビデンスに基づかない部分は，**awake craniotomy** に精通した施設で推奨されている方法を基本とした。したがって，今後エビデンスに基づいた麻酔管理法が報告されれば，本ガイドラインも，適宜見直していく必要がある。

**Awake craniotomy** を成功させるためには，まずは患者の協力が不可欠である。次いで，本法に精通した脳神経外科医，麻酔科医，手術室スタッフの術前・術中の意思疎通と意見の一致が必要である。麻酔管理上，気道確保を維持し，循環動態を安定させ，脳圧の増加を防がなければならない。**Awake craniotomy** では  $\text{PaCO}_2$  の管理が不確実なため，脳容積を増大させる可能性のある吸入麻酔薬は避けたほうがよい。このため現在 **awake**

craniotomy ではプロポフォールを用いた鎮静や全身麻酔が一般的である。一方、意識消失時期には、laryngeal mask airway (LMA) などを用いて調節呼吸管理も行える。これら呼吸管理の詳細については、ガイドライン各項目に記載している。

Awake craniotomy では、局所麻酔により十分な鎮痛を得るため、頭皮ブロックや浸潤麻酔を行うため、大量の局所麻酔薬を要し、局所麻酔薬中毒に注意する(3)。一方、awake craniotomy では、嘔気・嘔吐や痙攣などの副作用を予防し、出現時には速やかに対処しなくてはならない。気道確保が困難な場合や、他の副作用により患者の安全が確保できない場合は、麻酔科医と脳神経外科医が協議し、速やかに awake craniotomy を中止し、全身麻酔へ移行を考慮すべきである(4)。

#### 参考文献

1. Burchiel KJ, Clarke H, Ojemann GA, Dacey RG, Winn HR. Use of stimulation mapping and corticography in the excision of arteriovenous malformations in sensorimotor and language-related neocortex. *Neurosurgery* 1989;24:322-7.
2. Duffau H, Capelle L, Sichez JP, Faillot T, Abdennour L, Law Koune JD et al. Intra-operative direct stimulation of the central nervous system : the Salpatriere experience with 60 patients. *Acta Neurochir (Wien)* 1999;141:1157-67.
3. Archer DP, McKenna JMA, Morin L, Ravussion P. Conscious sedation analgesia during craniotomy for intractable epilepsy: a review of 354 consecutive cases. *Can J Anaesth* 1988;35:338-44.
4. Piccioni F, Fanzio M. Management of anesthesia in awake craniotomy. *Minerva Anesthesiol* 2008;74:393-408.

## 2. 前投薬

- 2.1 確実な術中覚醒を得るため、鎮静作用が残存する可能性のある前投薬は行わない。
- 2.2 やむを得ず投与する場合は拮抗が可能なベンゾジアゼピン系薬剤とする。
- 2.3 抗けいれん薬の術前投与は主治医と協議の上決定する。

### 解説

awake craniotomy では、術中に十分に覚醒させ言語タスクや運動タスクを行い、信頼に足る結果を得ることが重要であり、その結果に従い切除範囲を決める事になる。従って、覚醒に影響を与える可能性がある薬剤は、投与しないのが原則である。

この手術を行うに当たっては、患者－主治医－麻酔科医－手術スタッフの間に良好な信頼関係を築くことがもっとも肝心である(1)。患者を中心としたこのような信頼関係を構築することで、鎮静薬の必要性は低くなる。しかしながら、やむを得ず鎮静薬の投与が必要な場合は、拮抗が可能なベンゾジアゼピン系薬剤を用いるのが良いと考えられる。対象疾患が腫瘍の場合は、鎮静により高二酸化炭素血症が生じる結果脳圧が上昇する危険性があり、特に注意が必要である。

けいれんは、awake craniotomy 中、もっとも重大な合併症の一つである。けいれんが継続し、呼吸停止が生じた際、人工呼吸が困難な場合は致命的な結果に結びつく。一方で、患者の状態も考慮する必要があるため、抗けいれん薬の術前投与については主治医と協議の上決定すべきである。なお、プロポフォールには抗けいれん作用も有していることを銘記されたい。

その他、一般の手術でも投与されていると考えられる H2 ブロッカーなどについては、施設の方針に委ねることとする。

制吐剤に関しては、塩酸メトクロプラミド (プリンペラン®) は、蠕動亢進による弊害の危険性もあり、推奨はしない。海外の文献では、脳圧のコントロールと制吐目的に、デキサメサゾン投与している場合があるが、日本では保険適応がないことを留意されたい。また、プロポフォール自体にも制吐作用を期待できる。

### 参考文献

1. Whittle IR, Midgley S, Georges H, Pringle AM, Taylor R. Acta Neurochir (Wien) 2005;147:275-7.

### 3. 基本モニター，準備

- 3.1 心電図，観血的動脈圧，経皮的酸素飽和度，呼気二酸化炭素分圧，尿量，体温をモニターする。
- 3.2 麻酔薬の持続投与および輸血に対応できる末梢静脈路を確保する。
- 3.3 確実な気道確保なしで管理する必要がある，慎重な呼吸管理が要求される．自発呼吸下で行うことも可能であり，また laryngeal mask airway (LMA)などを用い補助呼吸を行うこともできる。

#### 解説

モニターの装着については，基本的に日本麻酔科学会の指針を遵守する。

Awake craniotomy 中に鎮静を行う場合，その気道確保方法を問わず，気管挿管時とは違った注意が必要である．LMA など気道確保のためにデバイスを使用しない場合は，正確な PaCO<sub>2</sub> 管理は困難であり，患者の呼吸回数や呼吸努力の有無など，注意深い観察が必要である．従って，麻酔管理をする上では，患者の口元，頸部，胸部が十分観察できるよう，透明ドレープを使うなど，容易に呼吸状態を観察できるよう環境を整えることが必要である．胸壁聴診器を使うのも一つの方法である．鼻カヌラには，呼気二酸化炭素分圧測定用のポート付きの物があるが，正確な呼気二酸化炭素分圧を反映するとは限らず有用性には限界がある．LMA などを用いて管理する場合においても，自発呼吸を温存する場合には，呼気二酸化炭素分圧を測定し，必要に応じて呼吸補助を行う．人工呼吸で十分な呼吸管理が期待できない事が多く，必要に応じて容易に動脈血ガス分析を行うために，動脈にカニューレーションする。

Awake surgery 中の空気塞栓も報告されている．特に LMA を使わずに自発呼吸で管理している場合は注意を要する．この場合前述のように EtCO<sub>2</sub> は有用ではなく，SpO<sub>2</sub> の変化も呼吸状態の悪化によるものか空気塞栓によるものかの判別が困難である(1,2)．舌根沈下で胸腔内圧が大きく陰圧になればその分，空気が引き込まれるリスクは高くなる。

BIS モニターは，一般に有用とされているが，脳神経外科麻酔領域においては，その有用性には限界があり，その使用を強く推奨するものではない．前額部以外に貼付しても BIS モニターは有効であるという報告もあるが，最近では剃毛も最小限にする傾向があり，貼付部位は前額部に限られてしまう．小児用を使用した場合でも，消毒薬や血液がセンサーの接続部に流れ込む場合も多々見られ，安定した解析が出来ない場合も少なくない．加えて，特に BIS モニターが有用なのは覚醒させるときであるが，それまでは筋電図の混入，電気メスのノイズ混入，さらには開頭による影響も加味されるため，その有用性は制限される。

Awake craniotomy における気道確保の方法は，二つに分類される．何らデバイスを使わず患者の自然呼吸に委ねる方法と，LMA に代表されるデバイスを使う方法である．後者の場合は，自発呼吸を基本として必要に応じて呼吸補助を行う方法と，積極的に人工呼吸を行う方法がある．日本における最近の傾向としては，LMA を使うことが多いようである。

気管挿管は、覚醒時の咳の誘発による合併症、嘔声など喉頭機能の抑制など、覚醒試験時の妨げになることが強く予想されるために推奨されない。一方、必要に応じて呼吸補助や緊急時に気管支鏡下に挿管するために、気管チューブを経鼻的に咽頭部に留置するという方法もあるが、鼻出血などが問題となる。デバイスを使わず完全な自発呼吸で管理する場合には、高二酸化炭素血症が問題となるが、**target controlled infusion** で投与したり、麻薬を使わない、大きな開頭をおくことなどで対応できることも多い(3-5)。麻薬の使用量を減らすためにも、次項で触れられる局所麻酔を十分にまた確実に行うことが重要である。

三点固定を施行する場合、LMA の再挿入や気管挿管が困難な場合も想定される。手術開始前に LMA の抜去・再挿入テストを行ったり、気管挿管が必要になった場合の対処方法に関して十分な対策をたてることとシミュレーションが重要である。また、三点固定する場合には、頸部を強くねじったり前屈することがないように、術者と確認することが必要である。また、**body mass index (BMI)**が 30 を超える症例では、気道あるいは呼吸に関するトラブルが増加することが知られており、その適応を含め注意を要する(6)。

1. Scuplak SM, Smith M, Harkness WF. Air embolism during awake craniotomy. *Anaesthesia* 1995; 50:338-40.
2. 森本康裕, 坂部武史. Awake craniotomy の実際, 定位脳手術の麻酔管理を中心として. 古家 仁編. Awake craniotomy の実践－麻酔管理の要点－. 東京: 真興交易(株)医書出版部;2003. P.38-60.
3. Herrick IA., Craen RA, Gelb A W, Miller LA, Kubu CS, Girvin JP, Parrent AG, Eliasziw M, Kirkby J. Propofol sedation during awake craniotomy for seizures: patient-controlled administration versus neurolept analgesia. *Anesth Analg* 1997;84:1285-91.
4. Sarang, A, Dinsmore J. Anaesthesia for awake craniotomy - evolution of a technique that facilitates awake neurological testing. *Br J Anaesth* 2003;90:161-5
5. 長岡由姫, 三浦美英, 高岡誠司, 岩淵雅洋, 天笠澄夫, 小谷直樹. 当院における覚醒下開頭術の検討 とくに気道合併症と脳浮腫発症について臨床麻酔 2005;836-40.
6. Skucas AP, Artru AA. Anesthetic complications of awake craniotomies for epilepsy surgery. *Anesth Analg* 2006;102: 882-7.

#### 4. 入室，導入，局所麻酔

- 4.1 各種モニターをセットし，バイタルサイン確認後，酸素投与を開始する。
- 4.2 プロポフォール単独またはフェンタニル（あるいはレミフェンタニル）併用で麻酔を導入する．鎮静度管理上，プロポフォールは **target controlled infusion (TCI)** で投与するのが望ましい．覚醒前のフェンタニル使用は最小限とする。
- 4.3 自発呼吸下，または **LMA** を挿入して補助呼吸あるいは調節呼吸下で管理する。
- 4.4 尿道カテーテルを挿入する。
- 4.5 局所麻酔薬による鎮痛を十分に行う．皮切部の浸潤麻酔に眼窩上神経，大後頭神経などのブロックを併用するとより効果的である．局所麻酔薬はロピバカインなどの長時間作用型を主に用いる。

#### 解説

不確実な気道確保では吸入麻酔薬による全身麻酔の管理が困難である（効果の調節が不確実となる，手術室が吸入麻酔薬で汚染される）．脳波への影響・興奮期が存在する吸入麻酔薬よりも，爽やかで明瞭な覚醒が得られる静脈麻酔薬プロポフォールを選択する。

プロポフォールの鎮静効果は体内濃度に依存するため，効果を厳密に調節するためには体内濃度（効果部位濃度）の調節が容易な目標制御注入法 **TCI** の利用が望ましい．プロポフォールの反復投与・持続投与を利用する場合も，薬物動態シミュレーションを用いて計算される体内濃度の調節を心がける。

鎮痛を得るために投与されるオピオイドは，残存効果により覚醒後の意識状態に影響を及ぼす．覚醒前の強い手術刺激に対しては効果が速やかにかつ確実に消失するレミフェンタニルにより対処するのが望ましい．一方，鎮痛作用の軽度な残存を期待して，最小限のフェンタニルを少量分割投与することも合理的である。

気道確保は，フェイスマスクまたはラリンジアルマスク（**LMA**）を基本とする．気管挿管による気道確保は，覚醒させた段階での抜管操作を安全に行うことが困難である．**LMA** を利用する場合，自発呼吸だけでなく，補助呼吸・調節呼吸を安全に行うことができる．**LMA** の挿入時には筋弛緩薬を投与する必要がないため，覚醒状態での筋力低下を危惧する必要がない。

覚醒中の咽頭部違和感・嘔気につながるため，胃管は挿入しない．全身麻酔中に挿入の必要がある場合には，覚醒前に抜去する。

長時間手術が見込まれるため，手術開始までに尿道カテーテルを挿入する。

意識下開頭術の麻酔管理で最も重要な点は，手術創部の痛みを完全に遮断することである．全身性の静脈麻酔薬は意識状態・呼吸状態に影響を及ぼすため，局所麻酔薬を用いた鎮痛を基本とする．長時間手術に対応するため，長時間作用性の局所麻酔薬（ロピバカイン，ブピバカイン）を中心に，エピネフリン添加リドカインも併用されている．意識下開頭術での局所麻酔による血中濃度の報告では，ロピバカイン平均 **3.6mg/kg** でも局所麻酔中

毒などの問題が生じていない。局所麻酔はピン固定刺入部・皮切部位周囲への浸潤麻酔，神経ブロック（眼窩上神経，大後頭神経など）を行う。局所麻酔薬を浸したガーゼを創部に押し当てる方法もある。局所麻酔薬が脳実質に接触するとけいれんなど中枢神経症状を引き起こすため，硬膜切開後の局所麻酔投与は慎重に行う。

#### 参考文献

1. 佐藤清貴，川真田樹人，長田 理，川口昌彦，森本康裕，加藤正人，坂部武史. awake craniotomy 麻酔管理の現状. 麻酔 2008;57: 492-6.
2. Costello TG, Cormack JR, Hoy C, Wyss A, Braniff V, Martin K, Murphy M. Plasma ropivacaine levels following scalp block for awake craniotomy. J Neurosurg Anesthesiol 2004; 6:147-50.

## 5. 覚醒に向けて

- 5.1 原則として覚醒中は鎮静・鎮痛薬を投与しないが、覚醒の程度（鎮静のレベル）について脳外科医の希望を確認する。
- 5.2 硬膜切開が終了した時点でプロポフォールを中止する。何らかの鎮静を続ける場合はプロポフォールなどを必要量持続する。
- 5.3 覚醒の過程で突然体動が出現することがあるので厳重に監視する。
- 5.4 Laryngeal mask airway (LMA)などを使用している場合は自発呼吸を確認し、抜去する。
- 5.5 不穏となり、安静が維持できない場合は主治医と協議の上術中覚醒を断念し、通常の全身麻酔に移行する場合もある。

### 解説

脳機能マッピングに含まれるタスクの内容や検査、てんかん焦点摘出範囲の決定のための **electrocorticography (ECoG)**は、一般に鎮静薬や鎮痛薬の影響を受けやすいため覚醒中は鎮静・鎮痛薬を投与しないのが原則である。覚醒前に投与した麻酔薬であっても覚醒の程度には影響するため、予定されている検査の種類など脳外科医の希望を確認するとともに患者の術前状態も考慮して麻酔深度のコントロールを十分に行う。覚醒不良のため機能局在評価が困難になる場合があることも報告されている(1)。

強い外科的刺激が加わる期間すなわち頭皮切開、筋の剥離、骨弁取り外し、硬膜操作の間の十分な鎮静と鎮痛を行い、硬膜切開が終了した時点でプロポフォール投与を終了する(2)。覚醒の過程では、通常の手術麻酔と同じく体動が出現することがある。ヘッドピン、開頭手術が進行中のあるため十分に監視し必要に応じて体動を制御することができる態勢をとるようにする。またこの時期は呼吸や循環の状態の変化が大きいこともあり迅速に対処する必要がある(3)。

胃管やラリンジアルマスク(LMA)を使用している場合は、自発呼吸を確認し、覚醒時に抜去する。

不穏となり、安静が維持できず、機能検査に協力を得られない場合がある(4)。一時的な興奮、疼痛、体位、低体温や麻酔薬の残存、尿道カテーテル等が原因と考えられる場合はそれぞれに対処する。原因が不明な場合や取り除くことのできない原因と考えられる場合は、主治医と協議の上、術中覚醒を断念し、手術の中止や通常全身麻酔に移行する場合がある。

1. 佐藤清貴, 川真田樹人, 長田理, 川口昌彦, 森本康裕, 加藤正人, 坂部武史. awake craniotomy 麻酔管理の現状. 麻酔 2008;57:492-6.
2. Huncke K, Van de Wiele B, Fried I, Rubinstein EH. The asleep-awake-asleep anesthetic technique for intraoperative language mapping. Neurosurgery

1998;42:1312-6.

3. Keifer JC, Dentchev D, Little K, Warner DS, Friedman AH, Borel CO. A retrospective analysis of a remifentanil/propofol general anesthetic for craniotomy before awake functional brain mapping. *Anesth Analg* 2005;101:502-8.
4. Berkenstadt H, Perel A, Hadani M, Unofrievich I, Ram Z. Monitored anesthesia care using remifentanil and propofol for awake craniotomy. *J Neurosurg Anesthesiol* 2001;13:246-9.

## 6. 覚醒中

- 6.1 原則として、鎮静薬、鎮痛薬の全身投与は行わない。
- 6.2 軽度の鎮静を行う場合はプロポフォールなどを必要最小限投与する。（デクスメデトミジンを鎮静薬として使用する報告もある。自発呼吸下のレミフェンタニル投与は呼吸抑制のため推奨しない。）
- 6.3 疼痛の訴えがある場合はまず局所麻酔の追加で対処する。
- 6.4 嘔気・嘔吐が起こった場合
  - 6.4.1 手術操作を中断し、メトクロプラミドやセロトニン受容体拮抗剤を投与し、症状消失を待つ。
  - 6.4.2 吐物を除去し、誤嚥を防ぐよう努める。  
症状が激しく、収まらない場合はプロポフォールでの鎮静を考慮し、awake craniotomy の中止について外科医と検討する。
- 6.5 痙攣が起こった場合
  - 6.5.1 手術操作、特に電気刺激を中止する。（脳波をモニターしている場合は spike が出現した時点で、操作を中止する）
  - 6.5.2 脳表を冷水で冷やす。
  - 6.5.3 プロポフォールを入眠量投与する。
  - 6.5.4 フェニトイン 250 mg を点滴静注する。
  - 6.5.5 プロポフォールの追加投与、あるいはミダゾラム、チオペンタールなどを用いても痙攣が消失しない場合は、awake craniotomy を中止する。

### 解説

覚醒中は、機能野のマッピングやてんかん焦点の同定などへの影響を最小限にするため、原則として鎮静薬や鎮痛薬の全身投与を行わない。疼痛に対しては、基本的に局所麻酔薬の追加で対応する。患者の精神状態の悪化や興奮を予防するために少量の鎮静薬や麻薬を投与する場合もあるが、機能評価への影響が出る可能性を常に考慮しなければならない。近年、覚醒中にデクスメデトミジンやレミフェンタニルを使用した覚醒下手術の麻酔の報告も散見される(1-6)。しかし、デクスメデトミジンの投与下では覚醒が悪く投与量の減量や中止が必要であった例なども報告されており、また本邦では保険適応外である。また、低用量のレミフェンタニルを覚醒時、自発呼吸下で使用したという報告もあるが、呼吸抑制の可能性や高炭酸ガス血症に伴う脳腫脹を考慮すると、安全性が確立しているとはいえない。その使用には十分な注意が必要である。

覚醒下手術における嘔気嘔吐の発生率は報告により異なるが、プロポフォールを中心とした麻酔管理では0-10%程度と報告されている(7)。嘔気嘔吐は患者に不快感を与えるだけでなく、誤嚥による呼吸器合併症のリスクを高めると同時に、体動や脳腫脹増強などにより、手術操作を困難にする場合がある。嘔気嘔吐は手術操作や麻薬の使用が誘引となる場

合がある。嘔気嘔吐が発生した場合は、直ちに手術操作を中断し、メトクロプラミドやセロトニン受容体拮抗剤を投与する。ただし、セロトニン受容体拮抗剤は本邦では適応外使用となるので、各施設での判断を必要とする。症状が激しく、改善しない場合はプロポフォールでの鎮静を考慮し、場合により awake craniotomy の中止も考慮しなければならない。嘔気嘔吐の予防を目的に薬剤が使用されている報告もあるが、覚醒下手術におけるその有効性については不明である。

覚醒下手術における術中の痙攣の発生率は、対象となる疾患やその定義により異なるが、0～24%程度と報告されている(7,8)。特に脳機能マッピングで電気刺激を施行している時に発生しやすい。痙攣が発生した場合は、手術操作特に電気刺激を中止し、冷却したリンゲル液や生理食塩水などで脳を冷却する。脳波をモニターしている場合は spike が出現した時点で、操作を中止する。大部分は手術操作の中断と脳の冷却により消失する。無効の場合は、入眠量のプロポフォールやフェニトインを投与する。フェニトインについてはその予防効果の有効性は確認されていないが、術前から有効血中濃度に保たせておくことが望ましいとされている。さらに、プロポフォールの追加投与、あるいはミダゾラム、チオペンタールなどを用いても痙攣が消失しない場合は、awake craniotomy を中止する。難治性の痙攣に対し、気管挿管による全身麻酔を必要とした例も報告されている(9)。Awake craniotomy 中は常に緊急に気道管理や全身麻酔へ変更ができる体制でなければならない。

#### 参考文献

1. Mack PF, Perrine K, Kobylarz E, Schwartz TH, Lien CA. Dexmedetomidine and neurocognitive testing in awake craniotomy. *J Neurosurg Anesthesiol* 2004;16:20-5.
2. Ard JL Jr, Bekker AY, Doyle WK. Dexmedetomidine in awake craniotomy: a technical note. *Surg Neurol* 2005;63:114-6.
3. Souter MJ, Rozet I, Ojemann JG, Souter KJ, Holmes MD, Lee L, Lam AM. Dexmedetomidine sedation during awake craniotomy for seizure resection: effects on electrocorticography. *J Neurosurg Anesthesiol* 2007;19:38-44.
4. Herrick IA, Craen RA, Blume WT, Novick T, Gelb AW. Sedative doses of remifentanyl have minimal effect on ECoG spike activity during awake epilepsy surgery. *J Neurosurg Anesthesiol* 2002;14:55-8.
5. Sarang A, Dinsmore J. Anaesthesia for awake craniotomy-evolution of a technique that facilitates awake neurological testing. *Br J Anaesth* 2003;90:161-5.
6. Lobo F, Beiras A. Propofol and remifentanyl effect-site concentrations estimated by pharmacokinetic simulation and bispectral index monitoring during craniotomy with intraoperative awakening for brain tumor resection. *J Neurosurg Anesthesiol* 2007;19:183-9.
7. Skucas AP, Artru AA. Anesthetic complications of awake craniotomies for epilepsy

- surgery. *Anesth Analg* 2006;102:882-7.
8. Conte V, Baratta P, Tomaselli P, Songa V, Magni L, Stocchetti N. Awake neurosurgery :an update. *Minerva Anesthesiol* 2008;74:289-92.
  9. Serletis D, Bernstein M. Prospective study of awake craniotomy used routinely and nonselectively for supratentorial tumors. *J Neurosurg* 2007;107:1-6.

## 7. 再導入・閉頭

- 7.1 患者の協力を要する場面が終了したら、プロポフォールにより鎮静状態とする。
- 7.2 原則として自発呼吸下で管理するが、過鎮静のため気道確保が必要な場合は laryngeal mask airway (LMA) を使用する。(LMA の扱いに習熟した麻酔科医は、計画的に LMA を用いて閉頭時の麻酔管理を行う場合がある)
- 7.3 必要時、局所麻酔を追加投与する。ただし、局所麻酔中毒の所見が認められた場合には、その追加投与を止めると共に、気道確保・けいれんへの対応など必要な処置を行う。
- 7.4 鎮痛に少量のフェンタニルを併用することができる。ただし、LMA などで気道確保されている場合は必要量のフェンタニルあるいはレミフェンタニルを投与することができる。

### 解説

閉頭時の麻酔薬としては開頭時と同様プロポフォールが一般的である(1)。腫瘍切除を覚醒下に行うか、プロポフォールによる鎮静下に行うかは各施設の状況、症例により選択する。また腫瘍切除後に再度覚醒させて神経症状を確認している施設もある(1)。

LMA の挿入は通常の症例とは異なり側方尾側よりのアプローチであり、特に頭部がピン固定されている場合にはある程度の習熟を必要とする。挿入時には気道確保困難や嘔吐の危険があり、少なくとも 2 名の麻酔科医で対応することを推奨する。LMA で気道確保した後はフェンタニルではなくレミフェンタニルを併用して調節呼吸で管理することができる。

気道確保が長時間になる場合は LMA を利用して気管挿管したり、エアウェイスコープあるいはエアトラックを使用して気管挿管する(2)ことも選択可能である。気道確保を行わない場合は局所麻酔薬を追加投与して手術を継続する。けいれんなど患者の急変時には直ちに LMA で気道確保できる準備が必要である。鎮痛の不足時には少量のフェンタニルを併用する。開頭時、覚醒時と同様に自発呼吸下でのレミフェンタニルの使用には注意を要する。

### 参考文献

1. 佐藤清貴, 川真田樹人, 長田理, 川口昌彦, 森本康裕, 加藤正人, 坂部武史. awake craniotomy 麻酔管理の現状. 麻酔 2008;57:492-6.
2. 鈴木昭広, 寺尾基, 相沢圭, 山岸昭夫, 黒澤温, 岩崎寛. 対面坐位におけるエアウェイスコープ, エアトラックの使用経験. 臨床麻酔 2008;32:1327-34.

## 8. 覚醒・退室

- 8.1 手術終了後、鎮静薬・鎮痛薬の投与を終了する。
- 8.2 覚醒および自発呼吸が回復したことを確認し（LMA 使用時にはこれを抜去して）退室する。

### 解説

覚醒・退室に関しては通常の脳外科麻酔管理に準ずる。

(ガイドライン作成委員)

広南病院 神経麻酔科

信州大学医学部 麻酔蘇生科

山形大学医学部附属病院 麻酔科

自治医科大学さいたま医療センター 麻酔科

京都大学医学部附属病院 麻酔科

奈良県立医科大学 麻酔科

宇部興産中央病院 麻酔科

佐藤 清貴 (委員長)

川真田 樹人

高岡 誠司

長田 理

古谷 秀勝

川口 昌彦

森本 康裕