

各科手術の麻酔

1 脳神経外科

1) 脳腫瘍

■ ポイント ■

- ① 脳灌流を意識した麻酔管理を行う。
- ② 神経モニタリングを使用する場合は麻酔薬の選択に注意する。
- ③ 二次性脳損傷を防ぐことが周術期管理の目標である。

■ はじめに

術後の機能温存目的に行われる神経モニタリングに影響しない麻酔管理が重要である。神経所見や病変部位、モニタリングに応じた術中・術後管理を術者とともに決定する。二次性脳損傷を起こさない呼吸・循環管理が必要である¹⁾。

A 術前管理

神経所見と腫瘍部位、および症候性てんかんの有無の確認が重要である。錐体路近傍の腫瘍では運動神経のモニタリングが必要である。脳幹周囲の腫瘍で呼吸抑制や徐脈が懸念される場合は、術後の人工呼吸管理や一時的ペースメーカーの留置を考慮する。主要動脈や静脈洞近傍からの出血が想定される場合は、輸血を準備し、太い静脈ルートを確保する。栄養血管が明確な腫瘍（髄膜腫など）は出血量を抑えるために術前に血管内治療による血管塞栓を行うことがある。塞栓の状況に応じた麻酔計画が必要である。

術前の使用薬剤を確認する。抗てんかん薬は原則として当日まで内服し、発作頻度が高い場合はジアゼパムなどを準備する。抗てんかん薬の長期内服はロクロニウムの効果を減弱させる。浸透圧性利尿薬やステロイドを使用している場合は、電解質・血糖値の変動に注意する。

術中に神経膠腫の蛍光診断を行うために、術前に5-アミノレブリン酸を内服している場合は、胃管の吸引を避ける。

B 術中管理

1) 麻酔管理

体位による気管チューブの偏位や屈曲などの気道管理に注意する。頭蓋内圧が亢進している場合

環虚脱をきたさない輸血管理が重要である。

人工心肺からの離脱時には、術野の上行大動脈圧（中枢動脈圧）モニターを必要とする場合があるが、多くはマンシエット圧でも代用できる。人工心肺終了に向けて、逆血流量 80mL/kg で灌流圧が 50mmHg 以上確保できる場合には後負荷は十分であり、心機能が保たれていれば容量負荷で十分な中枢動脈圧を得ることができる。また、中枢と末梢動脈圧の両方をモニターすることにより、心不全と末梢循環不全を正しく判断できる。中枢動脈圧が高く末梢動脈圧が低い場合は末梢循環不全であり、血管拡張薬投与と容量負荷により病態は改善する。血行再建が正しく行われた場合（complete revascularization）、心筋気絶領域は回復するため、人工心肺の離脱は容易であることが多く、カテコラミンの必要量も少ない。ただし、心筋保護液の効果が残存している場合は、残存効果（心停止作用）に見合うカテコラミン投与を必要とする。グラフト吻合時に二酸化炭素ブローアなどにより視野を確保した場合、冠動脈に空気塞栓様の病態が生じることがある。二酸化炭素は時間経過とともに血中に溶解するが、空気の場合は亜硝酸薬投与下に少量のノルアドレナリン投与で中枢動脈圧（拡張期圧）を上げることで wash out を早めることができる。この病態では、原因の除去により劇的に心機能は改善する。

3) 術前に広範な局所壁運動異常と心機能低下を認める場合

最も安全域は狭い。患者は術前より β 遮断薬、亜硝酸薬、カルシウム拮抗薬、ACE 阻害薬に加え利尿薬による心不全管理を受けていることが多い。フェンタニルを主体とする麻酔導入であっても血圧は低下しやすく、心係数は低値を示す。過剰な補液は心不全を招き麻酔管理をさらに困難にするため注意が必要である。術前の左室駆出率が 30% 以下の場合と、麻酔導入前よりカテコラミン、hANP1（ヒト心房由来ペプチド）などの持続注入を行っている患者では、大動脈内バルーンポンピング（IABP）作動下に麻酔、手術を行うほうが安全である。

麻酔はフェンタニル 30 μ g/kg を基本とし、少量のプロポフォール持続注入（1mg/kg/hr）、または低濃度のセボフルラン吸入ならびにレミフェンタニル持続注入（0.1~0.2 μ g/kg/min）を併用し血行動態を安定させる。フェンタニル投与は外科的刺激の直前に行うと、低血圧を回避できる。血圧上昇に対する安全域も狭く、肺動脈圧（PAP）の上昇を伴いやすい。胸骨縦切開時など強い外科的刺激が加わる場合は、麻酔深度の調整に加えて、硝酸イソソルビド静注による前負荷コントロールが有用である。胸骨縦切開後はやや心係数は上昇することが多いが、内胸動脈剥離時、特に右側の場合に血行動態の変化をきたしやすく注意を要する。心電図変化などを認めた場合は薬物治療よりも、まず外科的原因を除去すべきである。

人工心肺からの離脱の難易度は、広範な局所壁運動異常に占める心筋気絶領域と手術修復の内容による。心筋梗塞巣または冬眠心筋領域が広い場合は、人工心肺後の心機能回復は期待できず、IABP、カテコラミン投与を減量できない。反対に心筋気絶領域が主で complete revascularization がなされた場合には、心機能は回復する。IABP の離脱も可能であり、カテコラミン投与量も少量でよい。グラフト流量が拡張期圧依存性である場合は、IABP を継続したほうが安全である。離脱時には、人工心肺の灌流圧が 50mmHg 以上になるよう調整する。灌流圧が低い場合は、輸血あるいはノルアドレナリン持続投与により後負荷を増加させる。ニコランジルを 5~10mg/hr で持続注入し、術野の心臓が良好な拍動を得るまでカテコラミンの投与を増量し、容量負荷を行いながら

9) ペーシング肺動脈カテーテル

■ ポイント ■

- ① 開心術にペーシング肺動脈カテーテルを用い、心房・心室ペーシングを行う。
- ② 心機能のモニタリングだけでなく、ペーシング機能による血行動態の改善にも有用である。

■ はじめに

肺動脈カテーテル（スワン-ガンツカテーテル®：エドワーズライフサイエンス社製）は、1970年に Swan と Ganz によって発明され、右心系および左心系循環動態をリアルタイムに把握することができる。近年、肺動脈カテーテルの有用性に関しては、患者の予後改善につながらないという報告が多く¹⁻³⁾、日本心臓血管外科学会・日本心臓血管麻酔学会の声明では、対象を絞って有効利用することが推奨されている⁴⁾。しかしながら、ペーシング肺動脈カテーテルは、重症開心術患者の麻酔においては、心機能や循環動態のモニターとしてだけでなく（Chapter 5-2 循環モニターを参照）、ペーシング機能による血行動態の改善にも有用性が高いと考えられる。

A ペーシング肺動脈カテーテル

当院では、成人開心術や低心機能患者の非心臓外科手術において、ペーシング機能・SvO₂測定機能付き肺動脈カテーテル（スワン-ガンツ電極付きオキシメトリー・サーモダイリユーション・カテーテル®：エドワーズライフサイエンス社製）を使用している。薬剤に頼ることなく心拍数やペーシング部位を調節できるほか、SvO₂は人工心肺離脱前後の循環動態の把握に有用である。

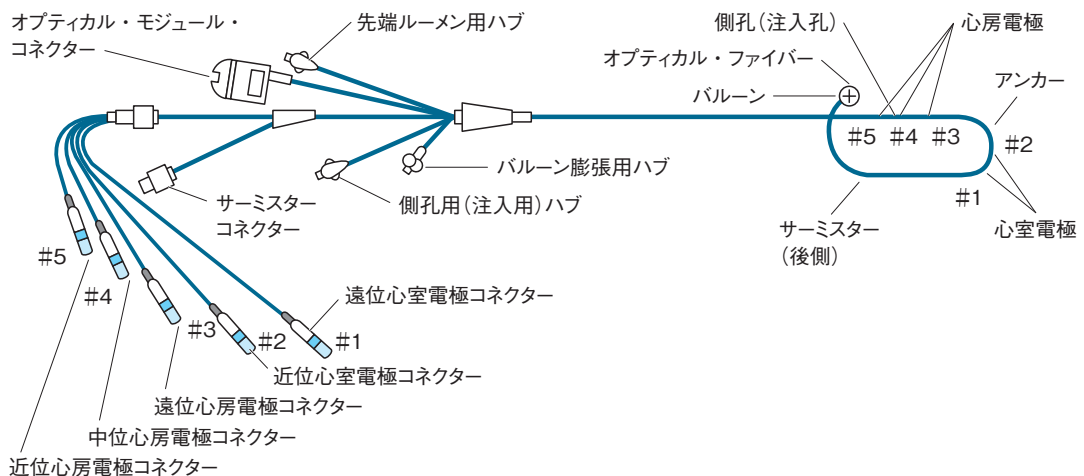


図1 ペーシング機能・SvO₂測定機能付き肺動脈カテーテル

(エドワーズライフサイエンス株式会社提供画像より改変)

3 呼吸器外科手術

1) 分離肺換気

■ ポイント ■

- ① 分離肺換気においては、禁忌や特別な指定がなければ左用ダブルルーメンチューブを第一選択とする。
- ② HPV など分離肺換気時の呼吸生理を理解する。

■ はじめに：分離肺換気とは

特殊な気管チューブを用いて、左右どちらかの肺で換気を行う方法である。分離肺換気の歴史は古く、当初は結核など感染性分泌物や出血から反対側の肺を保護する目的で行われた。現在では、肺の手術や胸腔内操作を行う手術（縦隔腫瘍摘出術・食道切除術・胸部大動脈瘤手術・胸椎前方固定術など）で、術野を確保する目的で行われることが多い。

A 器材

分離肺換気を行うには、ダブルルーメンチューブ（double-lumen tube: DLT）または気管支ブロッカーを使用する。シングルルーメンチューブを片肺挿管することもある。

1) ダブルルーメンチューブ（DLT）

左用と右用があり、いずれにも気管カフ（白カフ）と気管支カフ（青カフ）がある。

左用の DLT はチューブ先端を左主気管支内に挿入する（図 1a）。一方、右用の DLT は右主気管支内へ挿入するが、気管支カフには右上葉を換気するための側孔（右上葉換気スロット）が開いて

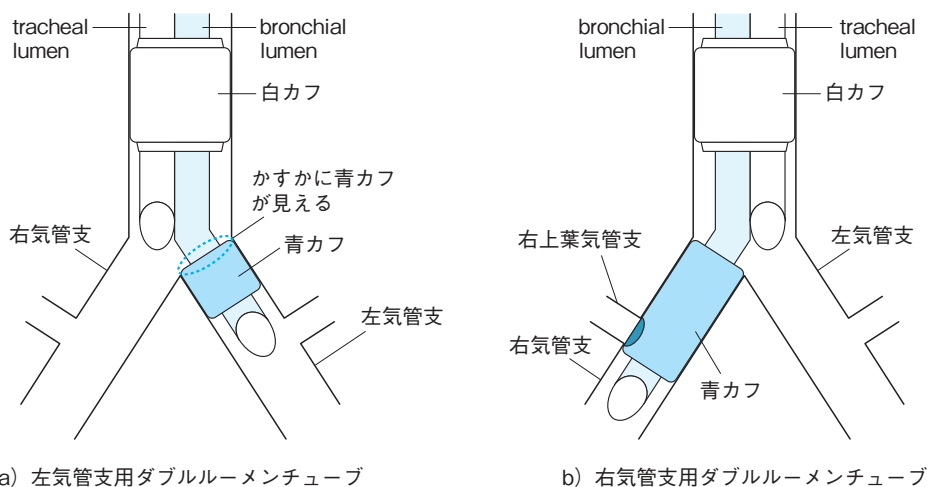


図 1 ダブルルーメンチューブ

4 消化器外科手術

1) 開腹手術

■ ポイント ■

- ①術前からの体液喪失や電解質異常の可能性を考慮する。
- ②不感蒸泄，出血，腹水，手術侵襲に伴う炎症反応，血管透過性亢進に由来する血管外への水分の喪失を考慮した輸液管理を行う。
- ③体温管理が重要である。

A 術前評価

消化器外科手術患者は，経口摂取不良，病変部からの出血，嘔吐，下痢，術前処置（腸管洗浄の下剤など）により，術前から低栄養，貧血，脱水，電解質異常（特に低カリウム血症）を有する可能性がある。

消化管の狭窄あるいは閉塞のある場合には，緊急手術はもちろん予定手術であっても胃内容物が存在するフルスマックとして扱う必要がある（Chapter 10-11 イレウスを参照）。

B 術中管理

1) モニター

標準的モニターに加え，術前から循環血液量が減少している患者や心機能，呼吸機能に問題がある患者，大量出血が予想される手術の場合には，動脈ラインを挿入する。また十分な術野が確保できるように筋弛緩モニターを参考に筋弛緩薬を使用する。

2) 麻酔方法

全身麻酔で行う。全身麻酔は吸入麻酔薬と静脈麻酔薬のいずれでも可能である。当院では禁忌がない限り，硬膜外麻酔を併用している。短時間で終了する下腹部の手術（ヘルニア根治術，虫垂切除術など）では脊髄くも膜下麻酔で行うこともある。

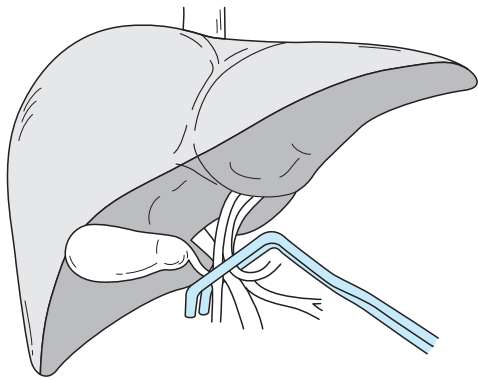
3) 腸間膜牽引症候群 mesenteric traction syndrome (MTS)

低血圧，頻脈，顔面紅潮を3徴とする症候群で，小腸や腸間膜の牽引刺激により腸間膜血管内皮細胞シクロオキシゲナーゼ（COX）経路を介したプロスタサイクリン（PGI₂）放出や腸間膜の肥満細胞からのヒスタミン放出による末梢血管拡張と血管透過性亢進が原因とされる。低血圧は発症後5～10分後に最も低下し，20～30分持続する。MTSの低血圧や頻脈による冠血管攣縮や心停止の報告がある^{1,2)}。

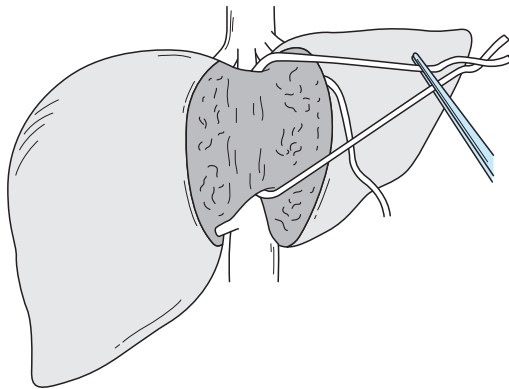
治療は α 刺激薬（フェニレフリン，ノルアドレナリン）や輸液負荷であるが，PGI₂合成抑制薬のフルルビプロフェンが有効である³⁾。

4) 下大静脈の圧迫

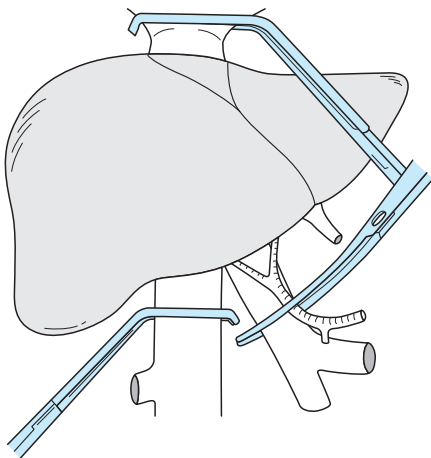
腹腔内の深部操作や臓器の脱転，タオルの塊などにより下大静脈が圧迫され静脈還流量が減少す



①Pringle 法



②Hanging maneuver method



③Total hepatic vascular exclusion (THVE)

図1 様々な肝阻血法

- ① Pringle 法：肝十二指腸靱帯を鉗子でクランプして肝動脈および門脈系の血流を一時的に遮断する方法。常温下では 15 分間遮断，5 分間解放を繰り返すというのが一般的。
- ② Hanging maneuver method：下大静脈と肝実質の間をテーピングして前方から肝切除を行う方法。肝の脱転を必要としないため，循環への影響は比較的少ない。肝右葉切除術や拡大肝右葉切除術などで用いられる。
- ③ Total hepatic vascular exclusion (THVE)：肝十二指腸間膜，肝上部・下部下大静脈を遮断する方法。THVE 法は小児肝切除や腫瘍が肝静脈・下大静脈・肝門部に近接した切除困難症例で用いられる。循環への影響は最も大きい。

16 肺胞洗浄

■ ポイント ■

- ① 肺胞蛋白症は重度の低酸素血症を呈する疾患である。
- ② ダブルルーメンチューブで分離肺換気を実行する。
- ③ 術中の低酸素血症に対する計画を立てる。

■ はじめに

肺胞蛋白症は様々な原因で肺胞マクロファージが機能異常を起こし、サーファクタントの処理能力が低下することで、それらが肺胞に蓄積し、重度の低酸素血症を呈する疾患である。全肺胞洗浄は肺胞蛋白症の有効な治療法の一つである。分離肺換気下に生理的食塩水を片側肺に注入し、排出することでサーファクタントを洗い流す処置である。重度の低酸素血症を呈する症例に非生理的な処置を行うため綿密な麻酔計画を立て、管理をする必要がある。処置中の酸素化の維持、気管チューブの位置異常に伴う生理的食塩水の漏出の予防、周術期呼吸管理に伴う肺障害の予防が重要である。

A 疾患概念^{1,2)}

肺胞蛋白症は肺胞マクロファージが肺胞内のサーファクタントを処理できず、リン脂質やサーファクタントアポ蛋白、マクロファージ自体が肺胞内に蓄積してしまう疾患である。酸素化が阻害され重度の低酸素血症を呈する。日本での罹患者は約1,000人、世界では4人/100万人と稀な疾患である。抗GM-CSF中和抗体が形成され肺胞マクロファージの増殖・分化が阻害される自己免

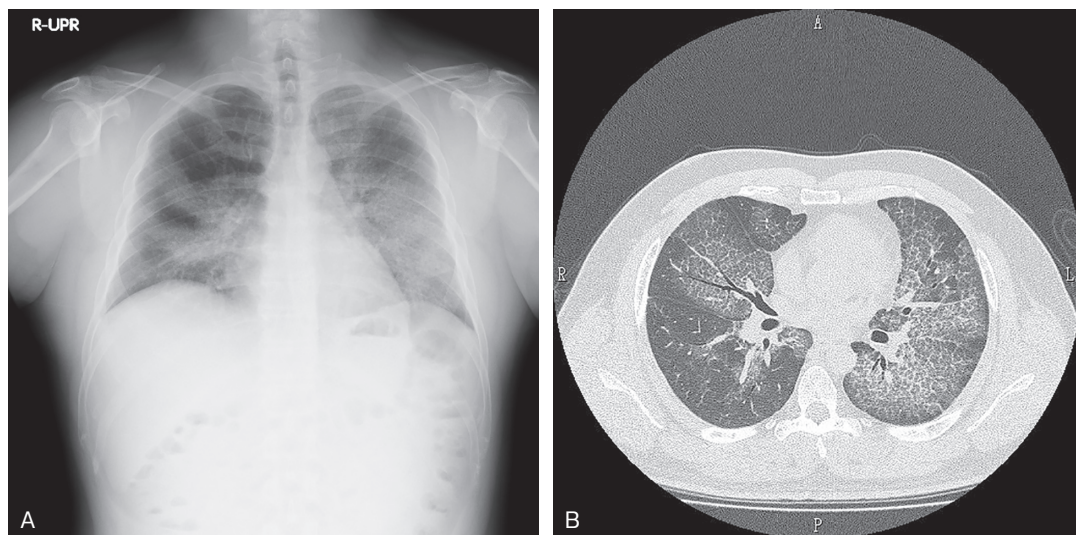


図1 肺胞蛋白症の画像所見

A: 胸部X線写真, B: 胸部CT