

兵庫医科大学の麻酔

臨床研修から
専門研修プログラムまで

第7版

兵庫医科大学病院

麻酔科・疼痛制御科

ペインクリニック部

緩和ケアセンター

目次

はじめに	3
第1部 兵庫医科大学病院 麻酔科研修の手引	4
A. 基本事項	4
B. 術前回診	10
C. 術前指示	11
D. 麻薬の処方と返却の仕方	14
E. 朝のカンファレンス	18
F. 麻酔器の始業点検	19
G. 全身麻酔の準備	22
H. 患者入室	30
I. 全身麻酔の導入	30
J. 全身麻酔の維持	33
K. 全身麻酔の終了	37
L. 術後鎮痛	43
M. 脊髄くも膜下麻酔の準備	45
N. 麻酔記録 ORSYS の入力方法	45
O. 術後回診	48
P. 麻酔科で使う主な薬剤	50
Q. 持続静注薬剤投与表	52
R. 輸血の手順	53
S. 緊急手術の対応	54
T. アナフィラキシーショックの対応	54
U. 術中の様々なトラブルとエマージェンシーコール	56
V. 装飾品等に関する対応	62
W. 麻酔科研修開始シミュレーション	62
X. 消火栓と消化器の設置場所	63
Y. 医療ガスの取り扱い	64
第2部 麻酔科学 総論	68
A. 術前評価	68
B. 輸液と輸血	86
C. 全身麻酔で使う主な薬剤	96
D. 静脈ラインの確保	100
E. 全身麻酔の導入	101
F. 体位変換時の麻酔科医の役割	108
G. 全身麻酔の維持	109
H. 全身麻酔の終了	115
I. モニタリング	117
J. 人工呼吸器の設定	123
K. 観血的動脈圧測定	128
L. 中心静脈カテーテル留置	131
M. 硬膜外麻酔	133

はじめに

N. 脊髄くも膜下麻酔.....	136
O. 困難気道の対応	139
P. 末梢神経ブロック	142
Q. 経食道心エコー	155
R. 麻酔と感染対策.....	160
S. 体温管理.....	163
T. 遷延性術後痛	165
U. 胃エコーと肺エコー	166
第3部 麻酔科学 各論.....	170
A. 心機能障害患者の麻酔.....	170
B. 腎機能障害患者の麻酔.....	171
C. 糖尿病患者の麻酔.....	174
D. 呼吸機能障害患者の麻酔.....	175
E. 帝王切開の麻酔.....	177
F. 婦人科の麻酔	184
G. 腹腔鏡下手術の麻酔	185
H. 泌尿器科の麻酔	186
I. 腎移植の麻酔	189
J. 整形外科の麻酔	192
K. 関節リウマチ患者の麻酔.....	196
L. 脳神経外科の麻酔	198
M. 消化器外科 開腹術の麻酔	200
N. 眼科の麻酔	205
O. 耳鼻咽喉科の麻酔.....	207
P. 乳腺・内分泌疾患の麻酔	209
Q. 歯科口腔外科の麻酔	210
R. 呼吸器外科の麻酔.....	210
S. 小児の麻酔	216
T. 心臓血管外科の麻酔	228
U. TAVI の麻酔	238
V. MEP を使用する手術の麻酔.....	244
W. 血友病を合併する手術の麻酔.....	248
X. 小児心疾患患者の麻酔.....	249
Y. 緊急手術の麻酔.....	255
Z. 悪性高熱症	257
第4部 ペインクリニック	260
A. 痛みの分類.....	260
B. 神経障害性疼痛.....	262
第5部 緩和ケア	264
A. 緩和ケアについて.....	264
B. 包括的アセスメント	266
C. がん性疼痛.....	267
第6部 指導する麻酔科医のために.....	271
おわりに	285
索引.....	287

はじめに

本マニュアルの改訂は、第4版（2009年3月）、第5版（2012年4月）、第6版（2016年7月）に続いて第7版となります。第1版から長年を経て脈々と引き継がれてきた内容が医療や医学の変化と共に変化して、現在の内容になりました。この第7版からペインクリニックと緩和医療も追加しました。その他にも多くの内容を追加しました。

初めて麻酔科をローテートする初期研修医や他科医師のみなさんは、研修初日から迷わないためにまず第1部を読んでください。第2部の総論や各論は、実際に麻酔業務に携わり始めてから徐々に読み進めると、みなさんの実力がさらにUPします。前向きな気持ちで研修すれば、患者急変時に落ち着いて的確に対応できる「できる医師」に必ず成長できます。

ローテートを2回する初期研修医や麻酔科専門医を目指す先生方は、〈豆知識〉や【コラム】も読んでみましょう。分からないことは麻酔科医にどんどん質問してください。また指導医に役立つ内容も最後に加えました。

麻酔の研修は人の命に直接関わるのですから、決して楽な研修ではありませんが、手術を受けるすべての人の手術中の命を守り、術後の早期回復を促進する麻酔管理の大切さを、研修を通して感じ取ってください。

手術を受ける患者さんは、それぞれの方が様々な思いを抱いて手術室に来られます。1人ひとりの患者さんが安心感をもって、できるかぎり快適に手術が受けることができるように麻酔科医は努力しています。それでは一緒に歩み始めましょう！

第1部 兵庫医科大学病院 麻酔科研修の手引

A. 基本事項

1. 原則

何かわからないことがあれば、上級医か IP 電話 82901 ライターにすぐに連絡！異常事態発生時に連絡しないことは危険。どんなに周りに急かされても「上の先生を呼びます」といって連絡する。

余裕がない時は外回り看護師に「緊急コールをお願いします！」と言え、一斉放送で「Emergency! Emergency! Room〇〇!」と呼んでくれる。

2. 服装

研修中は、名札をつけて自分の立場を明確にし、院内では麻酔科医専用の緑色の服だけを着て、病棟へ行っても OK。院外は NG。

手術室に入るときは、手洗いをし、入り口で帽子とマスクを着用（標準予防策の遵守）。

3. 勤務時間

(1)通常勤務 月曜日～金曜日

基本的な勤務時間は午前 8 時から午後 5 時。朝は、7 時 50 分から朝の勉強会が始まり、8 時から 8 時半までカンファレンス。それまでに麻酔準備を終えておく。午後 5 時以降に担当症例が終わっていれば勤務時間は終了で、ライターの報告し術前回診などの仕事が終われば帰宅も可。ただし、勤務中はライター（朝のカンファで仕切る総括者 夜は上当直）の許可なく手術室から出ない。

症例が早く終われば、ライター（IP 電話 82901）の許可を取り術前回診へ。緊急手術や、検査、急変などで人手が必要かもしれない、ライターは全員の動きを把握する必要があるため、勝手な行動は慎む事。

1,3 週の土曜日（有り土）は 8 時 30 分から医局会と症例検討会（初期臨床研修医・レジデント向けの症例振り返りやミニレクチャー）。

(2)当直・オンコール制度

当直時間帯になると、責任者がライターから当直医に交替し、2 名体制となる（上当直とレジデント以上の下当直）。平日は、午後 5 時～翌日午前 8 時、休日は午前 9 時～翌朝午前 9 時まで。

オンコールは、ローテーターがする場合もある。平日は居残りや呼び出し、土曜・日曜は必要があれば呼び出し（自宅もしくは 30 分～1 時間以内に来られる場所）。

〈豆知識〉

日本手術医学会「手術医療の実践ガイドライン(2013年)」では、手術室内では毛髪を整え、帽子とマスクを正しく着用することになっている。しかし服装に関する規定は術者以外にはない。

当院手術センターでは手術中に白衣で入室することは可能であるが、エビデンスがないからと言ってガウンに着替えることを止めてしまうことは、交差感染の防止の観点からも望ましくない可能性がある。

無理な日がある場合は医局長に伝えておく。連絡先の電話番号を初日に通知しておく事。

4. 同意書類の確認、個人情報保護

インフォームド・コンセントや同意書類の取得、良好な医師—患者関係の確立は必須。臨床研修医は単独名記載での同意書の取得は出来ない。予定手術は術前麻酔外来受診済みなので問題無いが、緊急手術時の同意書には上級医のサインも並列する。

必ず、スタッフの先生もしくはライターが指定する上級医の指導のもと患者を訪問し、「麻酔説明書」を渡して説明し、院内所定の同意書に麻酔法を選んで（全身麻酔+ブロック、脊髄くも膜下麻酔などを術前診察報告書で確認）、患者さんに控えを渡して、カルテに挟む。その際「術前指示の紙」を看護師に出してもらい指示を書く。

カルテのコピーは個人情報保護法で問題となる。やむを得ずコピーした場合でも、必ずシュレッダーで処分。実習の学生がコピーを要求してきても断わるか学生指導担当の先生に報告する。

5. 医療用麻薬、筋弛緩薬の取り扱い（最重要）

麻薬の取り扱いによる不備は弁解の余地がない。記載ミス、処理ミスは許されない。伝票不備や残薬不一致は、麻薬取締法に抵触する。

- (1) 前日の午後 4:00（月曜の症例は金曜の午後 4:00）までに、電子カルテから印刷された麻薬処方箋に捺印して 5 階カンファレンス室ドアのフォルダに入れると当日の午前 8:10 に手術室薬品保管庫で配布（忘れた場合は当日の朝 7:30 までに入力→配布は遅れる）。

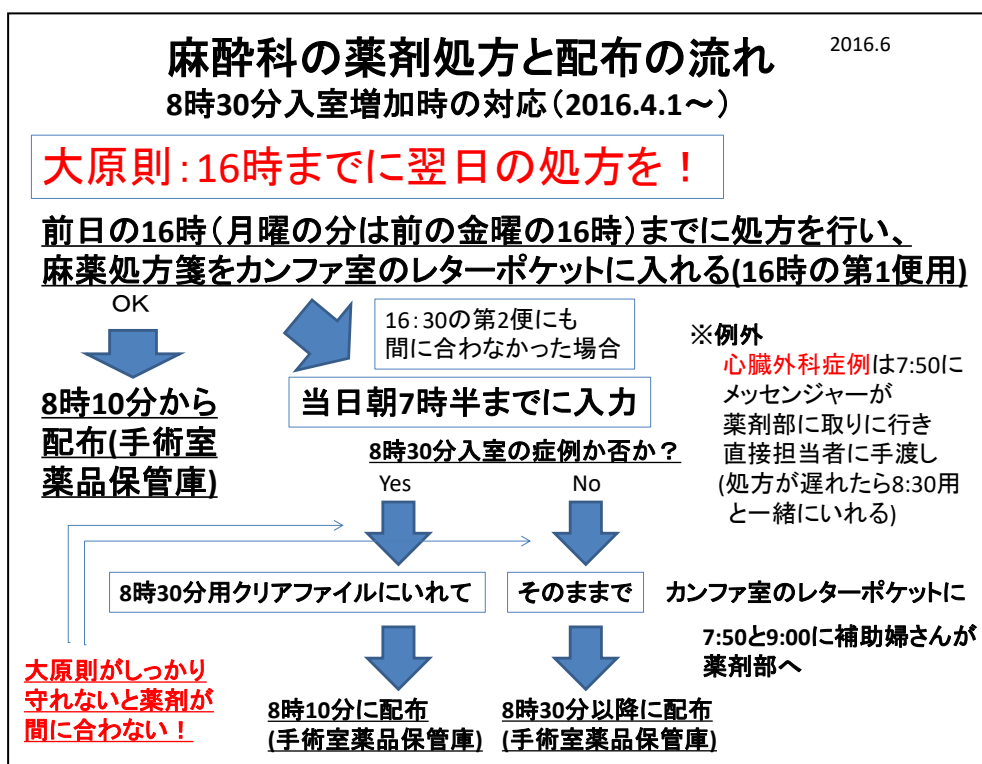
麻薬処方箋は
ここに入れる



〈豆知識〉
fentanyl（フェンタニル®）、remifentanyl（アルチバ®）、morphine（モルヒネ®）はオピオイド受容体に作用するオピオイドである。一方 ketamine（ケタラール®）は NMDA 受容体阻害薬でオピオイドではない。しかしケタラールの依存乱用が社会問題となり、平成 18 年に麻薬指定となった。

- (2) 麻薬は午前 8:10 に手術室内の薬剤庫に自分の全症例分を取りにいき、薬剤師さんと数を確認し受け取りサインを書く。麻薬は返却するまで必ず自分の管理下に置く。麻薬で金庫に入れるべきものは、「フェンタニル®」「アルチバ®」「モルヒネ®」「ケタラール®」。
- (3) ただし心臓血管外科症例は麻酔準備に時間がかかるため、例外として午前 8:00 にメッセージャーさんが麻酔カンファレンス室まで届けてくれる。

- (4) 麻薬を使用する際は、アンプルやバイアルを絶対に破損しないように中身を吸い、空アンプルや空バイアルは必ずケースにすぐ戻す。注射器に残った麻薬でも返却の必要があるので絶対に捨ててはいけない。
- (5) 使用後は、麻薬処理の紙に使用量、時間、残液量を書いて、薬剤庫の薬剤師さんに渡す。不在ならばカウンターにあるリーダーNs所持の鍵で金庫に保管。
- (6) 筋弛緩薬の「ロクロニウム[®]」、「スキサメトニウム[®]」も、必ず空バイアル、使用本数と未開封本数を記載して金庫か薬剤師さんに返却。筋弛緩薬の残液は麻酔終了時に手術室内の吸引を用いて、「プロポフォール[®]」や「ディプリバン[®]」と共に確実に破棄する。



6. ほうれんそう (報告、連絡、相談)

- (1) 患者入室時に担当指導医にコール。「点滴ラインの確保が済みモニターをつけ、酸素化をはじめた段階」までに指導医が部屋にいなければもう一度コールする。
- (2) 手術終了20分前くらい(タイムアウト時)にコール。
- (3) 手術終了時にコール。

抜管時はレントゲン撮影後に呼び、リバーズ（筋弛緩の拮抗薬）は単独で投与しない。

投薬に自信のないときは必ず指導医にコンサルトする。術中にネオシネジン[®]、エフェドリン[®]などの一過的な昇圧薬などを使う場合や、ドパミン[®]などの持続血圧調節系、静注用キシロカイン[®]を初めとする抗不整脈薬、アトロピン[®]などの投与、および輸血の開始は必ず指導医に電話で確認する。

脊椎クモ膜下麻酔はローテーターも施行可能だが、硬膜外麻酔や超音波ガイド下末梢神経ブロックは麻酔科レジデント以上が実施する。



7. 医療スタッフ

(1) 看護師

総勢 50 人以上で、基本的に各手術室 2・3 名体制で、清潔野で作業をする直接看護師と外回りの間接看護師がいる。手術中は、主に間接看護師が作業の介助をしてくれる。

(2) 事務職員

手術センターカウンターで手術の最新情報を管理。医療スタッフ間の連絡も行っている。

(3) 薬剤師

手術センター内に薬剤保管庫があり、そこに薬剤師（IP 電話 85539）が 1 名常駐。薬剤について不明な点は解決してくれる（研修初日にオリエンテーションあり）。薬剤師の先生は手術室の薬剤管理を一手に担われており、いい加減な伝票処理を行うと薬剤が用意できない。麻薬だけでなく一般薬剤の正確な処理を徹底すること。右図のように薬剤保管庫に入って右側に麻薬金庫、左側に各種薬剤がある。



吸入麻酔薬（セボフルラン[®]、スープレン[®]）の残量が少なくなったら、コール（IP 電話 85539）して追加してもらう。追加注入中は設定濃度をゼロにするが、注入終了後は直ちに再開することを忘れてはならない。

(4) 臨床工学技士（CE/ME）

人工心肺装置を初めとして各種医療機器を扱う。麻酔器の故障、機能不全、手術室の機械が作動不良になればオペ室専属の技士さんが（IP 電話 85712）すぐに来てくれる。

(5) 麻酔補助業務（アルフレッサメディカル、ダスキンヘルスケア）

アルフレッサさんは朝 7 時半から夜 9 時まで勤務（IP 電話 88907、88908）。

第1部 兵庫医科大学病院 麻酔科研修の手引

麻酔器の接続（パイピングと電源コードの差込）や麻酔カートの片付け、入れ替え、物品の補充、シリンジポンプやエコーの機械など麻酔関連の物品の用意をしてくれる。カート内の薬剤セットや輸液は用意してくれるが、それ以外の薬剤庫の物品は基本的に自身で用意する。

ダスキんさんは手術室内の清掃と消毒を行っている。下図のオキシヴィル®（活性化過酸化水素＋界面活性剤）で、手術室内の床や麻酔科医が体液の付いたままの手袋で接触した麻酔器やキーボードなどを消毒してくれる。感染予防の要である(IP 電話 87942)。



8. 麻酔科ローテーターの事務手続きなど

兵庫医大麻酔科で研修する間に複数の事務手続きがある。秘書の IP 電話番号 82903 または医局 6392 へ。

- (1) 研修開始時に IP 電話番号と緊急連絡先番号を知らせる。
- (2) 手術センターの更衣室ロッカーは私物化してはならない。カンファレンス室の後ろのロッカーが研修期間中は使用可能。
- (3) メールボックスが各自に与えられる。上にはいろいろな参考図書があり、各自自由に参照可能。使用したら必ず元の位置に戻す。昼食を各自で用意する。そしゅうえん等を利用する場合は秘書に前払い。研修終了時までマイナス分は完納する。
- (4) 麻酔科医局のコピー機は、症例関連に限り使用可。
- (5) 手術室内の拘束となるため、卒後臨床研修センターに行く時間が限られる。郵便物や書類提出はローテーター同士で協力。やむをえない場合ライター許可の下、医局秘書に依頼。手術室から出る場合は術前回診を含めて必ずライターの許可を取る。
- (6) 麻酔科カンファレンス室のロッカーや郵便受けは医事課などから重要な書類なども届くので毎日確認。
- (7) 欠勤するときは、予め分かる場合は医局長：植木先生（IP 電話 82911）もしくは臨床研修担当：狩谷先生（IP 電話 82934）に連絡し、必要書類（休暇届等）を卒後研修センターに提出。手術室の電話番号は 0798-45-5401。



カンファレンス室の後ろのロッカー



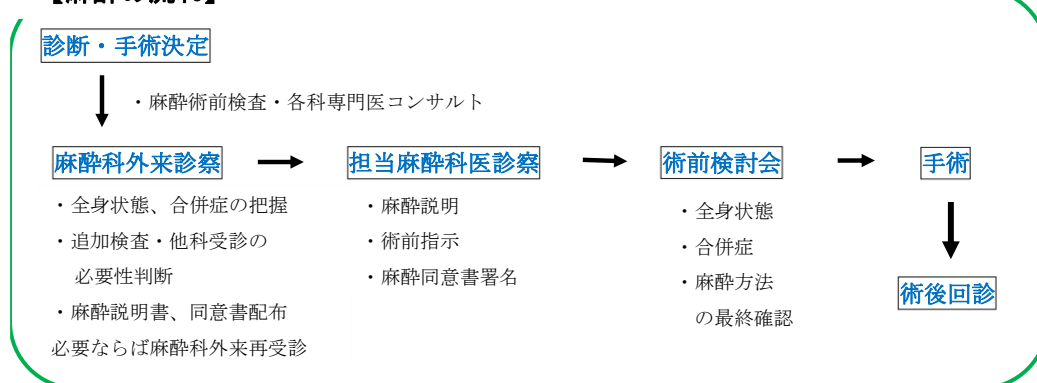
メールボックス

9. 術前外来から術後回診までの流れ

下図は、手術申込みが行われてから術後までの流れを示す（2016年5月現在）。具体的には、外来での「麻酔科術前外来」→病室での「担当麻酔科医の診察」→手術当日朝のカンファレンスで行われる「術前検討会」→「手術」→手術翌日に下当直とライターによる「術後回診」が行われている。

◇ 麻酔の流れと諸注意 -安全に麻酔が行われるために-

【麻酔の流れ】



10. 周術期管理チーム

2016年4月に「周術期管理チーム」が発足した。以下のメンバーで構成。

- ・手術センター看護師（手術看護認定看護師、周術期管理チーム看護師）
- ・麻酔科医
- ・歯科口腔外科医
- ・ICU 医師
- ・薬剤師
- ・臨床工学技士
- ・理学療法士
- ・感染制御看護師
- ・禁煙外来看護師
- ・事務職員

B. 術前回診

自分の症例が当たったら術前回診と同意書の取得と術前指示を行う。わからない点や問題があれば、指導医に相談する。麻酔科の症例は、「予定症例」と「緊急症例」の2種類がある。

「予定症例」：麻酔科外来で術前診察がすでに行われている。万が一行われていない場合は主治医に連絡する。麻酔担当者は前週の木曜日昼以降に決定される。

「緊急症例」：当日にスタッフの術前診察が必要。

【術前回診の順序と方法について（緊急も予定も同じ）】

- (1) ORSYS で麻酔申込書を印刷して、ライターの許可を得て病棟へ。
- (2) 麻酔科外来で麻酔科指導医が記載した麻酔申込書にある「リスク項目」、「麻酔実施医へのコメント」、「術前診察医からのコメント」、「ASA-PS 分類」などの内容を把握（緊急症例では麻酔科外来の受診なし）。
- (3) 主科のカルテで、現病歴、心肺機能、肝腎機能などを評価。
 1. 挿管上の問題点（フルストマック、頸部のオペ歴、気道の異常など）
 2. 心機能（不整脈、虚血性心疾患、弁膜症、肺高血圧など）
 3. 肺機能（%VC、1秒率、SpO₂、血ガス、痰、気胸など）
 4. 腎機能（利尿、電解質、血圧、透析など）
 5. 肝機能（肝酵素、ビリルビン、ICG、血小板、アルブミンなど）
 6. 血液系（貧血、PT-INR、APTT、D-Dimer、易感染、血糖など）
 7. 血管障害（動脈瘤、アレンテスト陰性など）
 8. 神経障害（意識レベル、脳梗塞、麻痺、筋無力症など）
 9. アレルギー、喘息、感染症、血液型
 10. 手術歴、輸血歴
 11. 悪性高熱症の既往や家族歴
- (4) 内服薬一覧を確認し、患者さんを訪床。
 1. 開口、後屈は可能で入れ歯、動揺歯は無いか（歯牙損傷の説明）
 2. 肥満者には睡眠時無呼吸・いびきの有無
 3. 喘息、飲酒、喫煙歴と中断期間、食物、薬剤アレルギー
 4. NYHA、H-J 分類などの理学的分類や浮腫（心不全や腎不全を疑う）
 5. 高血圧や心疾患の疑われる患者では労作時胸痛の有無
 6. アレンテスト（動脈ラインの章参照）
 7. 本人及び血縁者の麻酔歴があれば特記事項

- (5) 麻酔の流れを説明して、必要書類に同意書をもらう。
1. 術前診察時に渡されている黄色の「**麻酔同意書**」に「説明日時」「自分の名前」を記入し同意書をもらう。麻酔科外来でサインされた同意書がすでに電子カルテに取り込まれているときはその限りではない。
 2. **動脈カテーテル、中心静脈カテーテル、気管挿管や声門上器具、脊髄くも膜下麻酔から全身麻酔に変更するの可能性、末梢神経ブロック**など、実際に使用するかまたは施行するか未定でも可能性のある場合は○をつけて説明し、同意を取る。
 3. 中心静脈カテーテル留置予定患者では、白い「**中心静脈カテーテル挿入に関する説明書と同意書**」も取得する。
- (6) カルテの「**術前指示票**」に指示を記入し、サインをする (C. 術前指示を参照)。
- (7) 薬剤オーダー
1. 薬剤のオーダーは前日 (月曜の症例は金曜) の 16 時までに行う。
 2. フェンタニル、アルチバ、ロクロニウム、モルヒネ (帝王切開のとき) を電子カルテの麻酔科・疼痛制御科品用セットから選んでオーダーする。詳細は「A. 基本事項 5. 医療用麻薬、筋弛緩薬の取り扱い」を参照。
 3. 必要時はディプリバン®、献血 5%アルブミン「JB」®のオーダーも。
- (8) 麻酔科医師 (レジデント以上) に内容を確認してもらい「**麻酔申込書**」にサインしてもらう。

C. 術前指示

術前指示では、「**術前指示票**」で麻酔科が次を記載する。「担当麻酔医」、「予定麻酔方法」、「内服薬指示」、「継続指示」、「術前指示麻酔科医の氏名と IP 番号」。

内服薬は主科が基本的に記載していることが多く、「麻酔科からは無し」と書く。知識のない薬剤は必ず調べる。手術当日朝も服用させるか否かわからなければ指導医に相談。

※手術当日の継続薬および中止薬について

→「第6部 指導する麻酔科医のために、3. 手術前に休薬を要する薬剤」を参照

継続する薬

降圧薬 (ACE 阻害薬・ARB を除く)
 抗不整脈薬
 冠血管拡張薬
 気管支拡張薬
 抗パーキンソン薬
 抗甲状腺薬、補充薬
 抗てんかん薬
 ステロイド

中止する薬

抗凝固薬 (抗血小板、線溶系)
 ACE 阻害薬・ARB の降圧薬
 向精神薬
 経口血糖降下薬
 ジギタリス
 骨粗鬆症治療薬 (エビスタ®)
 各種ピル
 各種サプリメント (ニンニク。イチョウの葉エキス)

〈豆知識〉

レニン・アンジオテンシン系を抑制するアンジオテンシン変換酵素 (ACE) 阻害薬およびアンジオテンシン II 受容体拮抗薬 (ARB) は、麻酔中に低血圧を発現しやすいとされるため手術当日の内服は中止する。
 β ブロッカーは継続する方が術後の心血管合併症や死亡率を抑制するため手術当日の内服は継続する。

- ① 手術当日の継続する薬剤を「術前指示票」の「内服薬指示」に記入する場合、参考にするのは【持参薬報告】ではなく【持参薬処方】である！
 (【持参薬報告】の内容は、現在は処方していない可能性がある為)

【持参薬処方】を参照して、「内服薬指示」の内容を決める

【持参薬報告】には、現在は処方されていない薬剤名もあるので注意

薬剤名	処方/報告	用法	持込数量
エキセメスタン錠2.5mg「マイラン」	【持参薬処方】	1日1回 朝食後 85日分	85 T
グリマック配合顆粒	【持参薬報告】	1日2回 朝・夕食後 2日分	2 g
マグミット錠330mg	【持参薬処方】	1日1回 夕食後 2日分	2 T
エキセメスタン錠2.5mg「マイラン」	【持参薬報告】	1日1回 朝食後 85日分	85 T
グリマック配合顆粒	【持参薬報告】	1日2回 朝・夕食後 2日分	2 g
エナラプリルマレイン酸塩錠5mg「サワイ」	【持参薬報告】	1日2回 朝食後 2日分	2 T

- ② 麻酔科が記載するのは循環作動薬、抗甲状腺薬、補充薬、ステロイド、気管支拡張薬、抗てんかん薬、抗パーキンソン病薬のみとする。他の薬はあえて記載の必要なし。
- ③ 日曜日入院は【持参薬処方】の記載がないので、患者自身のお薬手帳や看護師から聞き取る。分からない場合は当直の麻酔科医に聞く。

D. 麻薬の処方と返却の仕方

麻酔で主に使う麻薬はフェンタニルとアルチバ®を使う。帝王切開の脊椎麻酔ではモルヒネ®とフェンタニル®を使う。

- (1) 処方する麻薬の量を決める。間違いを少なくするため **10A 単位**で処方する。

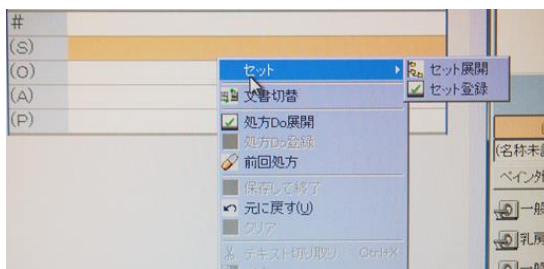
フェンタニル® (通常は 250 μ g/5ml、小児や帝王切開では 100 μ g/2ml) : 導入、維持、術後の鎮痛に使用。なるべく多めに処方しておく。術後に iv-フェンタニル、硬膜外の PCA をする場合は 10A 追加。

アルチバ® (1V2mg) : 術中管理に使用。手術時間、体重などで変化するが、1Vで3時間位。**5V 単位**で処方する。

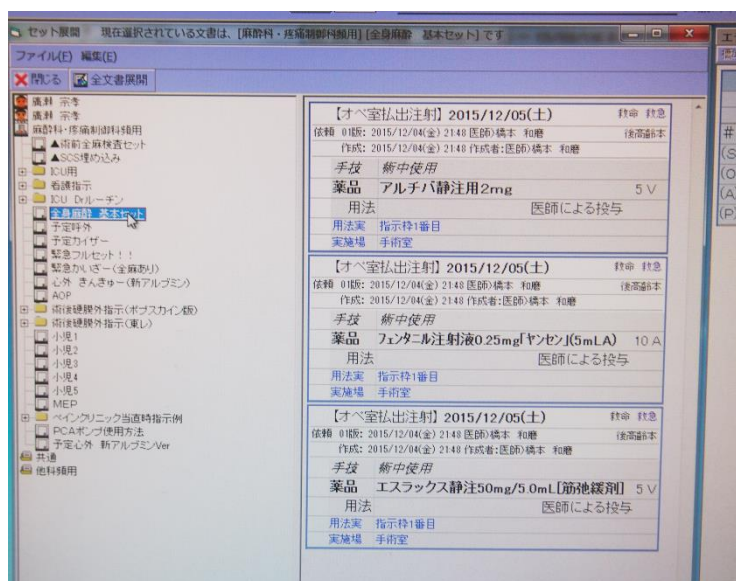
- (2) 麻薬の処方箋をオーダーリングで入力。

まず実際に使用する日時を確認する。また画面左上の診療科名を「**麻酔科**」にする。セット展開で麻酔科頻用フォルダにフェンタニル®0.25mg か 0.1mg、アルチバ®2mg、などのセットが登録されている。

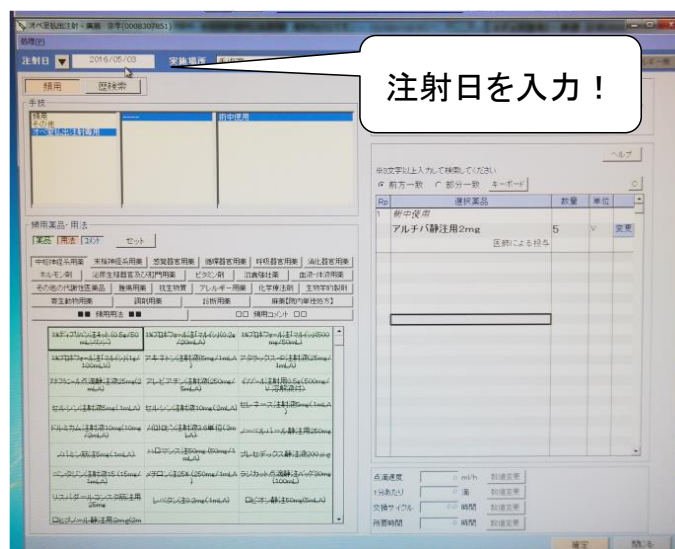
- i. 患者カルテで「セット展開」を選ぶ



- ii. 「麻酔科・疼痛制御科頻用」の「全身麻酔 基本セット」を選び「全文書展開」をクリック。このとき電子カルテは「外来」ではなく「入院」でなければならない。



- iii. 「アルチバ®」、「フェンタニル®」、「ロクロニウム®」それぞれで、「注射日」(実際に使用する日)を選び、その下の「オペ室払出注射専用」を選んで「確定」する。処方箋を印刷して麻薬用の個人名印鑑を捺印しておく。



- (3) 麻薬の処方箋を提出する。

5F 麻酔カンファレンス室の扉に処方箋(印刷用紙)を入れる場所があり、前日の 16 時までに入れておく。これに遅れた場合は当日の朝 7 時半までに入力して入れておく(第1部「基本事項」参照)。

- (4) 麻薬を受け取る。

麻薬は、筋弛緩薬、鎮静薬などと共に、朝 8 時 10 分から手術センター薬剤保管庫でサインをして受け取る。

心臓血管外科症例では、朝 8 時に 5F カンファレンス室にメッセージャーさんが届けてくれる。

- (5) 麻薬を準備する。

フェンタニル®: 原液のまま 5cc シリンジへ。『Fentanyl』シールを貼る。

アルチバ®: 20cc 生食入りシリンジで 1V (2mg) 溶解。カートに入っている『アルチバ』シールを貼り、三活つき延長ルートをつけてシリンジポンプにセットし、γ計算で投与。γ計算のできない場合は麻酔カートに貼ってある早見表を参照。

- (6) 麻薬残液を処理する。

手術が終了したら麻薬を返却。シリンジに残った麻薬は捨てずに確実に栓をして、麻薬を受け取った袋に入れる。

処方箋には残量を記入し、ORSYS に入力したアルチバ®使用量も入力する。

〈豆知識〉

ヤンセンファーマのフェンタニル®250 μg (5cc) は、アンプルがイタリア製のため、アンプルカッターを使用しないとカットできないことがある。怪我をしないように、アンプルが破損しないように注意する。



(7) 麻薬を返却する。

麻薬は手術センター薬剤保管庫に返却。薬剤師さんがいる場合は手渡し。
帝王切開の場合は「麻薬施用票」の書き方が異なるので注意。

〈帝王切開では通常と異なる〉

- ・フェンタニル2cc(100 μ g): 1Aを原液で0.2cc(10 μ g)使用
- ・モルヒネ1cc(10mg): 1A+生食9ccの希釈液を0.15cc(0.15mg)使用

バイアル、アンプルは絶対に捨ててはいけません。



E. 朝のカンファレンス

7時50分から朝の勉強会が行われる。カンファレンスは午前8時から開始。麻酔申込書を映写機に映し出し、その日のライターや指導医に術前診察で得た情報を述べ、麻酔方法やリスクを確認し、情報共有を行う(非常に重要な作業)。簡潔なプレゼンを心がける。

重要な情報は

- | | |
|-----------------|------------------------|
| ① 患者名、年齢、性別 | ⑥ 既往歴 |
| ② 身長、体重 | ⑦ リスクとその評価 (ASA-PS 分類) |
| ③ 病名 | ⑧ 麻酔法とモニタリングなど |
| ④ 術式、及び変更の可能性 | |
| ⑤ 簡単な現病歴、治療歴、服薬 | |

ライターに質問されても、回答できるように自分の症例について調べておく。

ASA-PS 分類で PS1 の症例は簡潔に①～④+⑧のみ。

ASA-PS 分類で PS2 の症例は①～④と⑤⑥を少し詳しく説明し、最後に⑧。

ASA-PS 分類で PS3 以上の症例は①～⑧まで詳しく説明。

*ASA-PS 分類は「第2部 術前評価」を参照



F. 麻酔器の始業点検

1. 麻酔器の配管配線

平日は麻酔補助業務のアルフレッサさんがしてくれるが、時間外は自ら行う。麻酔器の組み立ては、電源コードやガス配管、データ通信用のコードの接続など。電源やガス配管は、壁や天井にコンセントやガス供給口があり、手近な場所より確保。麻酔導入後に移動する場合は移動前後で最も利用しやすい電源を選ぶ。

配管と供給口は色分け及び、Pin Index system により接続が決まっている。必要によりパイピングの延長をする。データ通信は、赤色と黄色のコードを壁のコネクターに接続。白色半透明でやや太いチューブは余剰ガス排泄装置に接続し、バルブを“開”にして浮き子が浮いている事を確認。

2. 麻酔器の電源

エスティバ・エイシスは主電源が麻酔器前面にある。

電源を入れると、自己診断が開始され、エイシスは画面の指示に従って始業点検を行う。エスティバは手動でリークテストを行う。エラー時には画面に原因が表示される。異常時はライターに報告。

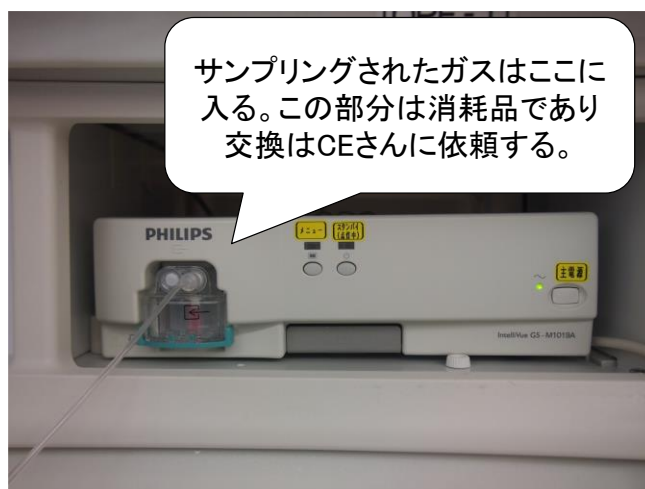
3. 麻酔器の組み立て

麻酔器に蛇管と麻酔バッグ、人工鼻を接続。蛇管や麻酔バッグは小児に対しては小さいサイズを用いる。(バッグサイズの目安として、100ml/kg)

蛇管にはY型の他に、F型回路がある(F型回路は脳外セットに入っている)。F型回路は呼気側と吸気側の区別があるので注意し、ガス濃度測定用のガス採取チューブがF型回路の根元にあり、ここからカプノメータのサンプリングをする。

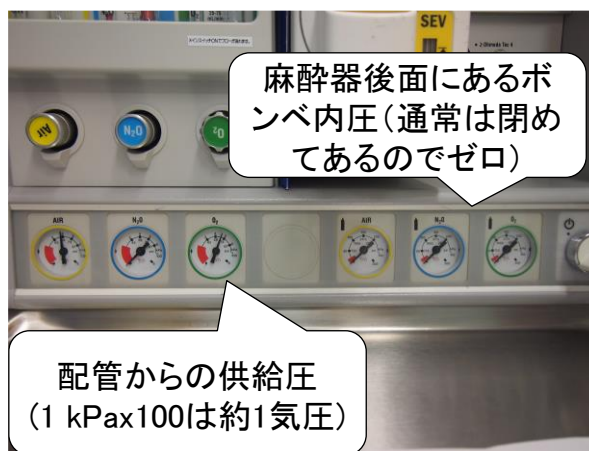
〈豆知識〉

蛇管は英語で「Corrugated tube」。Corrugated はしわを寄せたという意味。

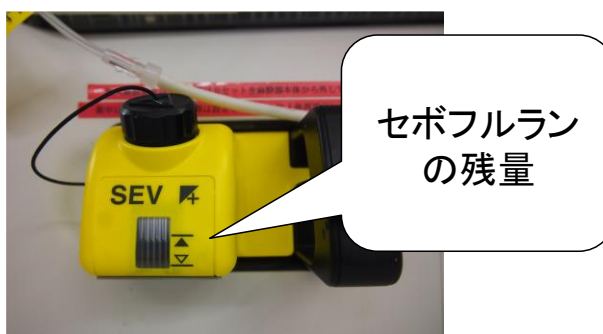


4. ガス供給の確認

ガス供給圧を麻酔器のメーターで確認（エスティバでは確認できるが、エイシスにはない）。



地震などでガス供給が停止した場合には、麻酔器後にあるガスボンベから酸素を低流量で使用するの**ので残量を確認しておく**。(第1部 Y. 医療ガスの取り扱い参照)
吸入麻酔薬の残量も確認。



5. 酸素センサーのキャリブレーション

リークテスト（後述）の前に、酸素センサーのキャリブレーションを行う。エスティバでは、蛇管接続部の下にある蓋を開け、内部にあるセンサーを開放して、メニューから校正→21%を選択し、決定。

エイシスは起動時のテストメニューに組み込まれているので、この操作は不要。

〈豆知識〉

麻酔が原因の死亡率は、ASA PS1-2の症例では20万～30万症例に1例。その原因の多くは、呼吸管理と薬剤投与のトラブル。このため呼吸関連の確認はとても重要。



6. 患者呼吸回路、麻酔器内配管のリークテスト

リークテストは必ず行う。

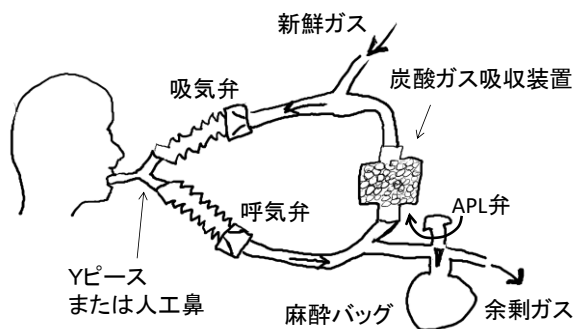
エイシス麻酔器、ペルセウス麻酔器：下記Cを毎症例ごとに行う。

エスティバ麻酔器：下記Aを症例ごとに行う。

- A. 一般的方法（「日本麻酔科学会 麻酔器の始業点検 2016」参照）
- i. 新鮮ガス流量を0 または最小流量にする。
 - ii. APL（ポップオフ）弁を閉め、患者呼吸回路先端（Y ピース）を閉塞。
 - iii. 酸素を5 ～ 10 L/ 分流して呼吸回路内圧を30 cmH2O になるまで呼吸バッグを膨らまし、次いでバッグを押して、回路内圧を40-50 cmH2O にしてリークがないことを確認。
 - iv. 呼吸バッグより手を離し、圧を30 cmH2O に戻して、酸素を止めガス供給のない状態で30 秒間維持し、圧低下が 5 cmH2O 以内であることを確認。
 - v. APL 弁を開き、回路内圧が低下することを確認。
 - vi. 酸素フラッシュを行い、十分な流量があることを確認。

〈豆知識〉

左図は患者呼吸回路。気管挿管している状態で自発呼吸がある（呼吸器に乗せていない）とき、APL 弁を閉鎖すると新鮮ガスは逃げ場がなくなり、気道内圧が過度の上昇し危険！



B. 低圧回路系のリークテスト（麻酔ガス共通流出口の上流に逆流防止弁を備えた麻酔器で施行。可能ならば施行する）。

C. 麻酔器に自動リークテスト機構がある場合は、その手順に従いチェックする。特に決まりはなく機種によっても異なるが、原則として自動リークテスト機構がある場合はこれを優先し（すなわちC）、ない場合はA の一般的方法により実施。

〈豆知識〉

一回換気量 (tidal volume; TV) は、標準体重 (身長² X 22) から計算して 8~10 cc/kg に設定しておく。

7. 麻酔器ベンチレーターの確認

Y ピースにテスト肺（麻酔器下部の引き出し内に入っている）を取り付け、ベンチレーターの動作確認を行う。エイシスは起動時のテストメニューで終了しているのでこの操作は不要。ベローズの動きやテスト肺の動きを確認し、換気流量や回数の設定を行っておく。（小児に初期設定のままでは危険）。

始業点検で何か異常を見つけた場合は、絶対にその麻酔器を使用しない。必ずライターに報告すること！！

G. 全身麻酔の準備

朝7時半頃までに来たら、麻酔科医服に着替えて、手を洗い、名札、手洗いマスク、帽子を着用。ORYSYSの画面で担当症例と自分の名前および麻酔申し込み用紙（術前診察を記載する紙）を確認する。手術室内では、急に変更している可能性もあるので、カートが自分の担当症例か確認。



カートの
患者名を
確認

1. 麻酔器の準備

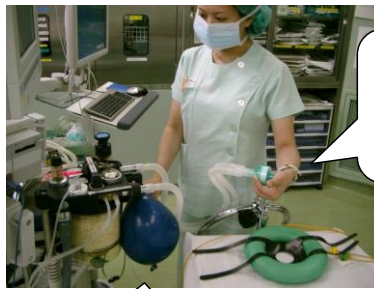
7時半すぎに麻酔補助業務のアルフレッサさん（IP電話88907、88908）が麻酔器の電源、配管処理をしてくれるが、担当麻酔医は責任を持って確認する。

電源を入れ、モニターを起動。安全確認作業は第1部の「麻酔器の始業点検」を参照。順番に、麻酔器→蛇管→人工鼻→Lコネクター→マスクとつなぎ、人工鼻の横にカプノメータをつなぐ。リークテストは必ず行う（第1部の「麻酔器の始業点検」を参照）。

*ただし脳外セットにあるF型回路では、回路にあるサンプリングチューブとカプノメータからのチューブを、三方活栓を用いて接続する。



蛇管、人工鼻、Lコネクター、マスク、カプノメータからのチューブを接続



症例ごとにリークテストは必ず行う

麻酔バッグの付け忘れに注意

麻酔器に向かって左後方の吸引タンクに吸引チューブを接続する。



2. 気管チューブ、声門上器具 (Supraglottic Airway; SGA)、喉頭鏡の準備


(1) 気管挿管の準備

基本的に、内径(I.D.)が“身長÷20”mm程度の太さのチューブ(成人男性はID 7.5~8.5mm、成人女性はID 6.5~7.5mmを目安)。種類は以下のものを準備する(およその目安)。詳細は第2部の「気管挿管と声門上器具」を参照。

〈豆知識〉

スパイラルチューブの正式名称は「らせん入りチューブ(Armoured tube)」。Armoured は装甲されたという意味。

手術室抜管予定症例:	気管チューブ <ul style="list-style-type: none"> ・パーカー®(ID 6.0~8.0) ・ポーテックス®(ID 2.0~8.5: カフなし 2.0~4.5)
ICU 症例(挿管のまま退室:	カフ上吸引付挿管チューブ <ul style="list-style-type: none"> ・テーパーガードエバック® ID 7.0~8.0)
頭頸部手術や脳外科の手術:	らせん入りチューブ(スパイラルチューブ) <ul style="list-style-type: none"> ・ソフトリンフォース®(ID 5.0~8.0) 特殊なチューブ <ul style="list-style-type: none"> ・RAEチューブ®(ID 3.0~6.0) ・パーカープレフォームド気管チューブネーザル®(ID 6.0~7.0)
開胸術:	ダブルルーメンチューブ <ul style="list-style-type: none"> ・ブルーラインエンドトリアルチューブ® 気管支ブロッカー
気管切開済み症例:	<ul style="list-style-type: none"> ・らせん入りラリングチューブ®

頭頸部の手術では、人工鼻と気管チューブの間を延長するための“グースネック”(エクステンダブルカテーテルマウント®)を  を挿管後に装着する。

〈豆知識〉

気管チューブ内にキシロカインスプレー[®]を噴霧することがあるが、ICUの人工呼吸中の患者では行ってはならない。Lidocaineが固まりチューブ内の閉塞を来すため。

〈豆知識〉

キシロカインゼリー[®]の成分のLidocaineはそのままの濃度では細胞毒性が強い。気管チューブのカフ周囲に塗布すると気道粘膜細胞の傷害を来すため、術後の咽頭痛を増加させる。

そこでK-Yゼリー[®]を使用する。もしくは何も塗布しなくてもよい。



【気管挿管の準備方法】

- i. カフ周辺とスタイレットにK-Yゼリー[®]を塗り、スタイレットを通す。スタイレットはチューブの先から出さない（気管損傷の原因）。スタイレットを「J」の字に曲げておくとよい。ただし曲げすぎると抜去しにくくなる。
- ii. チューブのスリップジョイント（L管との接続部）は外れやすいのでしっかりはめ込む。
- iii. カフに空気を入れて漏れがないことを確認（カフテスト）。最後は必ず脱気しておく。
- iv. 直視型喉頭鏡とブレードをカチッと音がするまではめ込み、点灯するか確認したら曲げておく。研修を始めた最初の1か月間は直視型喉頭鏡にビデオが付いたビデオ喉頭鏡を用いる。困難気道症例ではDAM(difficult airway management)カート、KingVISION[®]、McGRATH[®]、Airway scope[®] (AWS)、気管支ファイバーなどを準備。



KingVISION



McGRATH



エアウェイスコープ

- v. 緑色のトレイに「スタイレットを通したチューブ」「20mlの赤色のカフ用注射器」「チューブ固定用のシルクテープ」「直視型喉頭鏡にブレードをはめたもの」「バイトブロック」、「経口エアウェイ」を入れておく。



気管挿管セット
カフテストを忘れないように

(2) 声門上器具 (SGA) の準備

LMA プロシール®を使用する場合は女性でサイズ#3-4、男性は#4-5。判断に困った場合は上級医に相談。iGel®や AirQ®も使用できる。

準備は、LMA プロシール®のカフテストをした後、脱気させてK-Yゼリー®をつける。20mlの赤色のカフ注射と固定用のシルクテープ、「経口エアウェイ」を入れて完成。

万一の場合挿管も出来るよう、喉頭鏡とブレードも一緒に入れておく。SGA 適応症例でも準備カートに気管チューブがある。

LMAプロシールのセット。写真はキシロカインゼリーだがK-Yゼリーの方がよい。



3. 薬剤の準備

カートの中の最上段に基本薬剤セット（アルフレッサさんが準備）がある。下記のシリンジを用いて用意。

麻薬や筋弛緩薬は8時10分まで配布されないので注射器だけ用意し、溶かすまでシールは貼らない！！各麻酔カートには基本薬剤セットがある。



8時10分に薬剤保管庫で薬剤師さんより麻薬を受け渡され、筋弛緩薬やディプリバン®、献血 5%アルブミン「JB」®などが入り口の青色の箱に用意される。

吸入麻酔薬（セボフルラン®、スープレックス®）の残量が少なくなるときは、薬剤師さんにコール（IP 電話 85539）して追加してもらう。

万が一、麻薬や筋弛緩薬のオーダーを忘れた場合、指導医にすぐに報告。

【用意する薬】

〈豆知識〉

ロクロニウム[®]は麻酔導入時に理想体重で計算して0.9mg/kg使用する。身長165cmの場合、理想体重は165-105=60kgなので、60x0.9=54mg必要になる。そこで身長が165cm以上の患者では10ccシリンジに10cc=2A(100mg)準備しておくといよい。

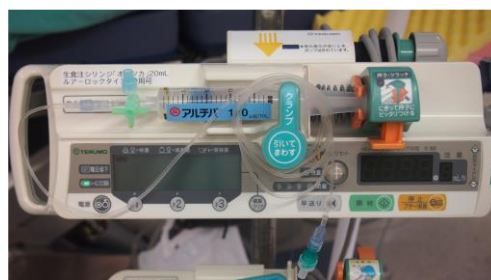
〈豆知識〉

薬剤の量を言うときは「ミリ」と言うのは間違いの元。ミリリットルかミリグラムかわからない。「CC」や「ミリグラム」と明確に言う。「はんとう」もだめ。1/2A(半筒)と3筒を混同する。

〈豆知識〉

「アルチバを0.1ガンマで開始」などのガンマ(γ)は慣用的な言い方で、μg/kg/minのこと。

- i. **プロポフォール[®]**： 20ccシリンジに20cc=1A(200mg)。黄色の「プロポフォール」テープをシリンジに貼付。
セボフルラン[®]で緩徐導入する場合やディプリバンキット[®]、ミダゾラム[®]を使用する場合は、プロポフォールは不要。
- ii. **フェンタニル[®]**： 5ccシリンジに5cc=1A(250μg)。青色の「フェンタニル」テープをシリンジに貼付。
- iii. **ロクロニウム[®]**： 5ccシリンジに5cc=1A(50mg)。ただし身長165cm以上の場合は10cc=2A(100mg)。赤色の「ロクロニウム」テープをシリンジに貼付。
- iv. **アルチバ[®]**： プレフィルド生食20ccシリンジに1V(2mg)を溶解し延長チューブと緑色コネクターを付けてインフューザーポンプに装着。ポンプの遊びを取り除いておく。青色の「アルチバ」テープをシリンジに貼付。



- v. **エフェドリン[®]**： プレフィルド生食9ccに1cc=1A(40mg)。「エフェドリン」テープをシリンジに貼付。
- vi. **ネオシネジン[®]**：プレフィルド生食9ccに1cc=1A(1mg)。「ネオシネジン」テープをシリンジに貼付。
- vii. **デカドロン[®]、ドロレプタン[®]**： 術後悪心嘔吐(PONV)予防のため。基本はデカドロン[®]は2バイアルで3.3mg(1cc)準備。ドロレプタン[®]は20-75歳の女性、下腹部や頭頸部の手術症例、乗物酔いしやすい患者の場合に1mg(0.4cc)を追加で準備する。
- viii. **硬膜外麻酔施行時**：硬膜外麻酔のときは硬膜外セット(アルフレッサさんが準備)がある。その内容は0.25%ポプスカイン[®]100cc(2パック)、0.75%ポプスカイン[®]10cc(2V)、1%Eキシロカイン[®]20cc(1V)、1%メピバカインシリンジ[®]10cc(1本)、生食100cc(1V)。
- ix. **超音波ガイド下末梢神経ブロック施行時**： 薬剤保管庫に0.25%ポプスカインプレフィルドシリンジ[®]1A(10cc)や0.75%ポプスカイン[®]1V(10cc)を取りに行く。

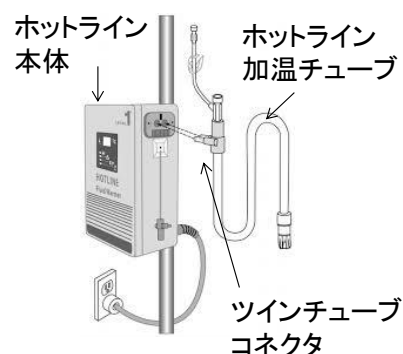
4. 輸液輸血の準備

(1) 輸液の準備

フィジオ 140°、ピカネイト®等の細胞外液補充液を成人用輸液セットに接続し、さらに留置用延長チューブを1つ接続。朝の症例はルート無し入室なので、手術室でルート確保。朝一番の症例で2本の末梢ルートが必要な場合なら2セット作成。

(2) 輸血の準備

輸血の可能性が高い場合や長時間手術の場合は、カートに入っている専用の回路で行う。成人用輸液セットの間に「ホットライン加温チューブ®」を追加接続し、ツインチューブコネクタをホットライン本体のソケットにしっかり差し込む。電源を入れると加温された循環水がチューブ内の循環水ルートを循環し始める。



5. 観血的動脈圧測定 (Aライン)、中心静脈カテーテルの準備

Aラインを留置するときは、術前訪問のときに必ず Allen テストを行い、記録し同意書に○をつける。くわしくは第2部を参照。

(1) Aラインの準備の準備

Aラインは以下の3種類がある。

- i. シングルキット：手術室内のみで使用する場合
- ii. 閉鎖式：ICU入室予定症例の場合
 - フロートラックセンサー (FloTrac®)：ビジレオモニターを使用する場合やICU入室予定症例の場合。使用する時は箱に貼りつけてある「フロートラックセンサー使用理由チェックシート」を記入して、4Fカウンター麻酔科机横の「フロートラック用紙回収箱」に入れる、もしくは麻酔カートの上に置いておく(あとでアルフレッサさんが回収する)。



〈豆知識〉

細胞外輸液

- ・フィジオ 140°
- ・ピカネイト®
- ・ソルアセットF®

維持輸液など

- ・ソルデム 3A®
- ・ソリタ T1®
- ・ビーフリード®

膠質液

- ・ボルペン®

〈豆知識〉

ヘパリンを数日間投与していると0.5-5%の頻度でヘパリン起因性血小板減少症 (heparin-induced thrombocytopenia; HIT) を生じることがある。特にヘパリン依存性抗体によるII型では、動静脈血栓症を来すのでヘパリンは使用できない。代わりにアルガトロバン 5mg を生食 500cc に加える。

また HIT は副腎不全の原因となる。

フロートラックセンサー使用理由チェックシート

※1 該当する病名をチェックしてください。
 ※2 手術日当日中に記入し、記入後はOPセンターの回収箱に入れて下さい(4階カウンター)

手術日	病名
年 月 日	
患者 ID	
シール貼付欄	

虚血性心疾患
 心臓弁膜症
 心筋症
 重度不整脈
 慢性腎不全
 敗血症性ショック
 心不全 (高齢者・長時間手術・大量出血)
 循環血流量減少性ショック

・食道全摘
・肺全摘
・肝切除

・骨盤内全摘
・睪頭十二指腸切除

・外傷
・熱傷
・消化管穿孔

※OPセンター回収箱 → 麻酔科MA → 医事課 (2017年7月 改訂)

(2) 中心静脈カテーテル挿入の準備

挿入準備直前に開封。中心静脈カテーテルの同意書が必要。術後は「**中心静脈カテーテル挿入に関する調査票**」を記入して、4F カウンター麻酔科机横の「フロートラック用紙回収箱」に入れる、もしくは麻酔カートの上に置いておく(あとでアルフレッサさんが回収する)。

中心静脈カテーテル挿入に関する調査票

提出先: 医療安全管理部 患者氏名

診療科名	麻酔科	実施日 2008 年 月 日
穿刺部位	<input type="checkbox"/> 右 <input type="checkbox"/> 左 <input type="checkbox"/> 内頸静脈 <input type="checkbox"/> 外頸静脈 <input type="checkbox"/> 鎖骨下静脈 <input type="checkbox"/> 大腿静脈 <input type="checkbox"/> 肘静脈 <input type="checkbox"/> その他 ()	
合併症	<input type="checkbox"/> 合併症なし	
	<input type="checkbox"/> 動脈穿刺 <input type="checkbox"/> 血腫 <input type="checkbox"/> 動脈内カテーテル留置	
	<input type="checkbox"/> 腹腔穿刺 <input type="checkbox"/> 感染 <input type="checkbox"/> 血栓 <input type="checkbox"/> 乳糜胸 <input type="checkbox"/> カテーテル迷入	
	<input type="checkbox"/> カテーテル先端位置不適切 <input type="checkbox"/> その他 ()	
<input type="checkbox"/> 気胸 <input type="checkbox"/> 血胸 <input type="checkbox"/> 気道閉塞 <input type="checkbox"/> ワイヤー遺残 → 事実関係報告書提出		
<input type="checkbox"/> 目的外使用		<input type="checkbox"/> 開封後廃棄

6. その他必要物品・薬品の準備

超音波ガイド下神経ブロックや中心静脈穿刺に必要なエコー、フロートラック、気管支ファイバー、血糖測定器、追加のシリンジポンプなどが必要な場合、アルフレッサさんに連絡(IP 電話 88907、88908)。カート内の物品補充も同様。不在の場合は金庫に入れるか、自分で管理。金庫の鍵はカウンターキャリアーナースが持っている。

※手術毎の必要ライン数および物品の目安

科	術式	静脈ライン			動脈ライン			その他
		末梢数	中心静脈	PreSep	シングル	閉鎖式 (ICU)	FloTrac	
脳外科	脳腫瘍摘出	2				◎		TOF
	クリッピング	2				◎		ACT
	頸動脈内膜剥離術	2	△肘			◎	○	ACT
肝胆膵外科	肝臓切除	2	ダブル			◎	○	
	膵頭十二指腸切除	2	ダブル			◎	○	
	胆嚢摘出(腹腔鏡)	1						
	胆嚢摘出(開腹)	1~2						
	鼠径ヘルニア	1						(脊麻)
上部外科	胃切除術	2			△			
	食道切除術	2	トリプル肘			◎	○	
下部外科	結腸切除・IAA	2			△			
	直腸切除術	2			◎	○	○	
	人工肛門関連	1						SGA
整形外科	ハンド系	1						SGA
	脊椎	2	△		○			TOF
	THA・TKA	2			△			(脊麻)
	腫瘍摘出	1~2			△	△	△	
	関節鏡	1						SGA
呼吸器外科	ブラ切除(気胸)	1~2			○			
	部分・葉切除術	2	△		◎	△	△	TOF
	片肺全摘術	2	トリプル	△	◎	○	○	S-G
乳腺外科	乳房切除	1						SGA
	乳房再建術	2	△		◎			
産婦人科	帝王切開	1~2						(脊麻)
	帝切(ハイスク)	2	△		○			AWS
	腫瘍切除	2			△			
	円錐切除術	1						SGA
泌尿器科	腎摘・腎ドナー	2	ダブル		◎	△	△	
	移植(レシエント)	2	トリプル		◎	◎	◎	
	TUR	1						(脊麻)
	ロボット前立腺	2				◎		
	膀胱全摘	2	ダブル			◎	○	
耳鼻科	喉頭摘出術等	2	ダブル肘			◎	○	
	鼓室形成・ESS	1						SGA
形成外科	遊離植皮術	1~2	ダブル肘		○			
救命救急	熱傷	2~3	トリプル		◎	◎	◎	
	汎発性腹膜炎	2	トリプル	◎	◎	◎	◎	
	各種骨折	1~2	△		△			
	骨盤骨折	2	トリプル		◎	◎	◎	

◎：必須； ○：推奨； △：必要により 無印：不要

H. 患者入室

- (1) 麻酔準備を済ませて、各手術室前の廊下で患者氏名を確認
(患者本人、病棟看護師、手術センター看護師、主治医、麻酔科医)。
- (2) 点滴は麻酔科医が持ち、手術ベッドで ORSYS のバーコード (患者のバンド ID) を読み取る。
- (3) ①血圧計 ②パルスオキシメータ (SpO₂ 測定) ③心電図 (5点誘導) を装着し、各数値が表示されていることを確認。血圧の測定間隔を確認!
- (4) 看護師と、出棟時のバイタルサイン、ルート情報、薬剤アレルギー、抗生剤などを確認。
- (5) ルートがない場合は必ず手袋をしてから点滴を確保 (手術の反対側に)
- (6) 点滴が入った段階で指導医をコール。

※ネームバンドを切る場合は看護師に再発行を依頼する。

I. 全身麻酔の導入

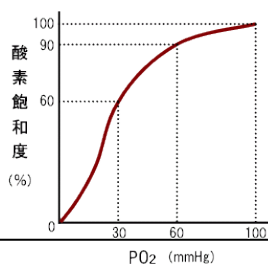
(麻酔開始前に、次ページの「手術安全チェックリスト」を担当看護師と共に確認。手術室内に胸部レントゲン写真が必ず提示されていることを確認!)

- (1) マスクを顔に当てて、酸素を 5-6 l/min で投与
- (2) 指導医がプロポフォール®・フェンタニル®を投与。意識消失を確認し、マスク換気に移行。
セボフルラン®3~5%またはスープレん®5~8%で開始。指導医がロクロニウム®を投与。
※スープレん®を導入開始から使用するかどうかは指導医の判断
- (3) 鎮静を深め (BIS 値で確認してもよい)、筋弛緩薬が効いてきたら挿管。
- (4) 気管挿管の確認 (視診で胸部拳上、呼気でチューブの曇り、カプノグラムの波形、5点聴診)
- (5) セボフルラン®を 1.5~2%またはスープレん®を 4~6% (0.7MACage)。
- (6) 気管チューブの固定 (指導医が行う)
- (7) 導尿の指示 (気管チューブをテープで固定した後、導尿を指示をする)
- (8) 瞳孔の左右差確認後、メパッチクリア®を両目に貼る (看護師が行う): 角膜損傷予防のため早めに貼っておく
- (9) 酸素と空気の流量調節
- (10) 呼吸器の設定 (1回換気量、呼吸数) を確認し呼吸器 ON
- (11) 予防抗菌薬 IV 開始。次の予防抗菌薬投与までの時間をタイマーセット。
- (12) 胃管挿入
- (13) カフ圧を 20cmH₂O 以下に調節
- (14) 2本目の点滴確保、Aライン確保
- (15) アルチバ®開始: このタイミングはいろいろ
- (16) タイムアウト

〈豆知識〉

患者入室後は Room air 下での SpO₂ 値を確認する。

入室時に急性の肺血栓塞栓症や肺脂肪塞栓症を来たしていても、100%酸素を吸入させると酸素解離曲線を見れば分かるように、酸素飽和度 (SO₂) はすぐに正常値を示してしまい、異常が隠れてしまうためである。



【WHO手術安全チェックリスト】

〈豆知識〉
「WHO 安全な手術のためのガイドライン 2009」に沿って各施設で作成された「手術安全チェックリスト」を用いて、麻酔導入前、皮膚切開前や創部縫合前（タイムアウト）などのタイミングで様々な確認が行われる。

手術安全チェックリスト (2009年改訂版)		
麻酔導入前	皮膚切開前	手術室退室前
<p>(少なくとも、看護師と麻酔科医で)</p> <p>患者本人に間違いのないこと、部位、術式、手術の同意の確認はしたか？ <input type="checkbox"/> はい</p> <p>手術部位のマーキングは？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応でない</p> <p>麻酔薬と薬剤のチェックは満んでいるか？ <input type="checkbox"/> はい</p> <p>パルスオキシメータが患者に装着され作動しているか？ <input type="checkbox"/> はい</p> <p>患者には： アレルギーは？ <input type="checkbox"/> ない <input type="checkbox"/> ある</p> <p>気道確保が困難あるいは誤嚥のリスクは？ <input type="checkbox"/> ない <input type="checkbox"/> ある、器具/介助者の準備がある</p> <p>500ml (小児では7 ml/kg) 以上の出血のリスクは？ <input type="checkbox"/> ない <input type="checkbox"/> ある、2本の静脈路/中心静脈と輸液計画</p>	<p>(看護師、麻酔科医、外科医で)</p> <p>チームメンバー全員が氏名と役割を自己紹介をしたことを確認する。</p> <p>患者の氏名、術式と皮膚切開がどこに加えられるかを確認する。</p> <p>抗菌薬の予防的投与が直前60分以内に行われたか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応でない</p> <p>予想される重大なイベント</p> <p>外科医に： <input type="checkbox"/> 極めて重要あるいは通常と異なる手順があるか？ <input type="checkbox"/> 手術時間は？ <input type="checkbox"/> 予想出血量は？</p> <p>麻酔科医に： <input type="checkbox"/> 患者に特有な問題点は？</p> <p>看護チームに： <input type="checkbox"/> 滅菌（インジケータ結果を含む）は確認したか？ <input type="checkbox"/> 器材の問題あるいは何か気になることがあるか？</p> <p>必要な画像は提示されているか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応でない</p>	<p>WHO(世界保健機関)/ 患者安全</p> <p>(看護師、麻酔科医、外科医で)</p> <p>看護師が口頭で確認する： <input type="checkbox"/> 術式名 <input type="checkbox"/> 器具、ガーゼ(スポンジ)と針のカウントの完了 <input type="checkbox"/> 摘出標本ラベル付け(患者氏名を含め、標本ラベルを声に出して読む) <input type="checkbox"/> 対処すべき器材の問題はあるか？</p> <p>外科医、麻酔科医、看護師に： <input type="checkbox"/> この患者の回復と術後管理における重要な問題点は何か？</p> <p>【日本麻酔科学会ワーキンググループ、訳】</p>

【兵庫医科大学病院 手術センターの手術安全チェックリスト】

1. 全身麻酔用

手術安全チェックリスト(全身麻酔用)		H27年5月 手術センター医療安全委員会
<p>ID 氏名 生年月日</p>	<p>○入室時確認 <input type="checkbox"/> 患者の名前、ID、部位、術式の確認は？</p> <p>○麻酔導入前 【患者入室前でも可】 <input type="checkbox"/> 麻酔薬・薬剤・点滴ラインの準備は出来ているか？ <input type="checkbox"/> 吸引はすぐ使用できるか？ DAM、迅速導入の必要性の有無は？ <input type="checkbox"/> ない <input type="checkbox"/> ある/DAM・迅速導入 <input type="checkbox"/> 術中体位の確認はできているか？ <input type="checkbox"/> 特殊器材の確認はできているか？ <input type="checkbox"/> 滅菌物のインジケータの確認はできているか？ 【患者入室後】 手術部位のマーキングは行っているか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない モニター類は装着され作動できているか？ <input type="checkbox"/> SpO2 <input type="checkbox"/> ECG <input type="checkbox"/> BP <input type="checkbox"/> CO2モニター 必要な画像は提示されているか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない アレルギーの確認はできているか？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有() ()内は患者プロフィール未記載のみ記入</p>	<p>○皮膚切開前 <input type="checkbox"/> すべてのチームメンバーが名前と役割を自己紹介したことを確認したか <input type="checkbox"/> 患者の名前、手術法と皮膚切開部位確認したか？ <input type="checkbox"/> 予測される手術時間と出血量は？(必要時輸血確認) <input type="checkbox"/> 抗菌薬予防投与は直前の60分以内に開始したか？ <input type="checkbox"/> 次回投与時間のタイマーはセットしているか？ 術中使用する薬剤投与の有無は？(投与時間確認) <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない <input type="checkbox"/> 外科的な注意点、麻酔科的な注意点はないか？ <input type="checkbox"/> 鉗子類での皮膚の挟み込みはないか？ <input type="checkbox"/> 体位固定の確認はできているか？</p> <p>○閉創前タイムアウト <input type="checkbox"/> 術者は体内遺残がないか、術野を確認した <input type="checkbox"/> 術野に出したガーゼ・器械は戻ってきた <input type="checkbox"/> おなじものの付属品がそろって、破損部位がない <input type="checkbox"/> 器械、縫合針のカウントが合った <input type="checkbox"/> 手術器械未使用 <input type="checkbox"/> 皮膚切開なし <input type="checkbox"/> 手術式に変更はないか？</p>
	<p>○患者の手術室退室前 レントゲン画像の確認は行ったか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない <input type="checkbox"/> 器材・ガーゼ・針のカウントは完了したか？ <input type="checkbox"/> 器材への申し送りはあるか？ <input type="checkbox"/> 標本の有無とラベル確認は行ったか？</p> <p>術後の病棟への申し送り事項はあるか？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 意識() <input type="checkbox"/> 呼吸() <input type="checkbox"/> 循環() <input type="checkbox"/> 褥瘡・皮膚障害(手術看護記録参照) <input type="checkbox"/> その他()</p> <p>【確認者】 麻酔科医 主治医 看護師</p>	

2. 脊髄くも膜下麻酔用

手術安全チェックリスト(脊髄麻酔用)

H27年5月 手術センター医療安全委員会

ID 氏名 生年月日		○患者の手術室退室前 レントゲン画像の確認は行ったか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない <input type="checkbox"/> 器材・ガーゼ・針のカウントは完了したか？ <input type="checkbox"/> 器材への申し送りの確認は行ったか？ <input type="checkbox"/> 標本の有無とラベル確認は行ったか？
○入室時確認 <input type="checkbox"/> 患者の名前、ID、部位、術式の確認は？		
○麻酔導入前 【患者入室前でも可】 <input type="checkbox"/> 麻酔器・薬剤・点滴ラインの準備は出来ているか？ <input type="checkbox"/> 麻薬の脊麻添加薬剤はありますか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> モルヒネを10倍希釈したか？ <input type="checkbox"/> フェンタニルは原液ですか？ <input type="checkbox"/> 適応ではない <input type="checkbox"/> 吸引はすぐ使用できるか？ <input type="checkbox"/> 術中体位の確認はできているか？ <input type="checkbox"/> 特殊器材の確認はできているか？ <input type="checkbox"/> 滅菌、インジケータの確認はできているか？	○皮膚切開前 <input type="checkbox"/> すべてのチームメンバーが名前と役割を自己紹介したことを確認したか？ <input type="checkbox"/> 患者の名前、手術法と皮膚切開部位確認 <input type="checkbox"/> 予測される手術時間は？ <input type="checkbox"/> 抗菌薬予防投与は直前の60分以内に開始したか？ <input type="checkbox"/> 次回投与時間のタイマーはセットしているか？ 術中使用する薬剤投与の有無は？(投与時間確認) <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない <input type="checkbox"/> 外科的な注意点、麻酔科的な注意点？(CEから？) <input type="checkbox"/> 鉗子類での皮膚の挟み込みは無いか？ <input type="checkbox"/> 体位固定の確認はできているか？	術後の病棟への申し送りはあるか？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 意識() <input type="checkbox"/> 呼吸() <input type="checkbox"/> 循環() <input type="checkbox"/> 褥瘡・皮膚障害(手術看護記録参照) <input type="checkbox"/> その他()
【患者入室後】 手術部位のマーキングは行っているか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない モニター類は装着され作動できているか？ <input type="checkbox"/> SpO2 <input type="checkbox"/> ECG <input type="checkbox"/> BP 必要な画像は提示されているか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない アレルギーの確認はできているか？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有() ()内は患者プロフィール未記載のみ記入	○閉創前タイムアウト <input type="checkbox"/> 術者は体内遺残がないか、術野を確認した <input type="checkbox"/> 術野に出したガーゼ・器械が戻ってきた <input type="checkbox"/> ねじなどの付属品がそろって、破損部位がない <input type="checkbox"/> 器械、縫合針のカウントが合った <input type="checkbox"/> 手術器械未使用 <input type="checkbox"/> 皮膚切開なし <input type="checkbox"/> 術式に変更はないか？	
		【確認者】 麻酔科医 主治医 看護師

3. 局所麻酔用

手術安全チェックリスト(局所麻酔用)

H27年5月 手術センター医療安全委員会

ID 氏名 生年月日		○患者の手術室退室前 レントゲン画像の確認は行ったか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない <input type="checkbox"/> 器材・ガーゼ・針のカウントは完了したか？ <input type="checkbox"/> 器材への申し送りはあるか？ <input type="checkbox"/> 標本の有無とラベル確認は行ったか？ <input type="checkbox"/> 手術式の変更はないか？
○入室時確認 <input type="checkbox"/> 患者の名前、ID、部位、術式の確認		
○麻酔導入前 【患者入室前でも可】 <input type="checkbox"/> 麻酔器(酸素投与)・薬剤・吸引の準備確認 <input type="checkbox"/> 術中体位の確認は出来ているか？ <input type="checkbox"/> 特殊器材の確認は出来ているか？ <input type="checkbox"/> 外科的な注意点の確認は出来ているか？ <input type="checkbox"/> 術中使用薬剤の確認は出来ているか？ <input type="checkbox"/> 滅菌、インジケータの確認は出来ているか？	○皮膚切開前 <input type="checkbox"/> すべてのチームメンバーが名前と役割を自己紹介したことを確認 <input type="checkbox"/> 患者の名前、手術法と皮膚切開部位確認 <input type="checkbox"/> 予測される手術時間は？ <input type="checkbox"/> 抗菌薬予防投与は直前の60分以内に開始したか？ <input type="checkbox"/> 鉗子類での皮膚の挟み込みはないか？ <input type="checkbox"/> 体位固定確認は出来ているか？	術後の病棟への申し送りはあるか？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 意識() <input type="checkbox"/> 呼吸() <input type="checkbox"/> 循環() <input type="checkbox"/> 褥瘡・皮膚障害(手術看護記録参照) <input type="checkbox"/> その他()
【患者入室後】 手術部位のマーキングは行っているか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない モニター類は装着され作動出来ているか？ <input type="checkbox"/> SpO2 <input type="checkbox"/> ECG <input type="checkbox"/> BP 必要な画像は提示されているか？ <input type="checkbox"/> はい <input type="checkbox"/> 適応ではない アレルギーの確認は出来ているか？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有() ()内は患者プロフィール未記載のみ記入	○閉創前タイムアウト <input type="checkbox"/> 術者は体内遺残がないか、術野を確認した <input type="checkbox"/> 術野に出したガーゼ・器械が戻ってきた <input type="checkbox"/> ねじなどの付属品がそろって、破損部位がない <input type="checkbox"/> 器械、縫合針のカウントが合った <input type="checkbox"/> 手術器械未使用 <input type="checkbox"/> 皮膚切開なし	
		【確認者】 麻酔科医 主治医 看護師

J. 全身麻酔の維持

1. 使用する麻酔薬

全身麻酔に必要な「鎮静」、「鎮痛（手術による侵害受容反応の抑制）」、「不動化」を、鎮静は静脈麻酔薬（プロポフォール®、ディプリバン®）や吸入麻酔薬（スープレン®、セボフルラン®）、鎮痛はオピオイド（フェンタニル®、アルチバ®）や区域麻酔（末梢神経ブロック、硬膜外麻酔）、不動化は筋弛緩薬（ロクロニウム®）を組み合わせで行う。

〈豆知識〉

術中覚醒を来さない吸入麻酔薬の呼気終末濃度は、0.7~1.3 MAC というデータがある (Miller 8th Ed)。

セボフルランの MAC は 25 歳は 2.6% なので、呼気終末濃度 1.8~3.4%、40-60 歳は 1.71% なので 1.2~2.2% に保つ。

スープレンの MAC は 25 歳は 7.3% なので、呼気終末濃度は 5.1~9.5%、40-60 歳は 6.0% なので 4.2~7.8% に保つ。

詳細は「第2部麻酔科学 総論 G. 全身麻酔の維持」を参照。

使用している麻酔薬が確実に投与されているか常に監視する

- i. インフューザーポンプの設定は間違っていないか？
- ii. 薬液が空になっていないか？
- iii. 持続静注の麻酔薬が点滴ボトル方向に逆流していないか？
- iv. 点滴が漏れていないか？

呼吸状態に異常がないか常に監視する（アラームが OFF になっていないか？）

- i. 呼吸器の設定は間違っていないか？
- ii. 酸素は投与されているか？
- iii. SpO₂ 値に変化はないか？（パルスオキシメータの音に注意）
- iv. カプノグラム (EtCO₂ の波形) や EtCO₂ 値に変化はないか？
- v. 気道内圧 (最大吸気圧 maximum inspiratory pressure) に変化はないか？
- vi. 呼吸音に異常はないか？

循環動態に異常がないか常に監視する（アラームが OFF になっていないか？）

- i. 血圧、心拍数に変化はないか？（心電図の音に注意）
- ii. 尿量や色に異常はないか？
- iii. 皮膚の色や皮膚温に異常はないか？
- iv. 術野で出血していないか？（術野の吸引の音に注意）
- v. 術野で心臓や大血管が圧迫されていないか？

〈豆知識〉

Perfusion index (PI) 灌流指標は Masimo 社のパルスオキシメータで得られる指尖血流量の間接的指標。パルスオキシメータの脈波形のうち拍動成分と非拍動成分の比率 % である。

(1) 鎮静

吸入麻酔薬で鎮静の場合：セボフルラン®またはスープレン®の呼気呼気終末濃度を 0.7MAC_{age} で維持（⇒第2部 G: 全身麻酔の維持を参照）。

ディプリバン®TCI で鎮静する場合：BIS 値 40~60 を目安に維持。

(2) 鎮痛（痛みは主観なので全身麻酔では“侵害受容刺激反応の抑制”という）

手術侵襲による侵害受容刺激反応として現れる血圧、心拍数、Perfusion index (PI) の変化を指標にアルチバ®の流量調節、フェンタニル®を追加投与す

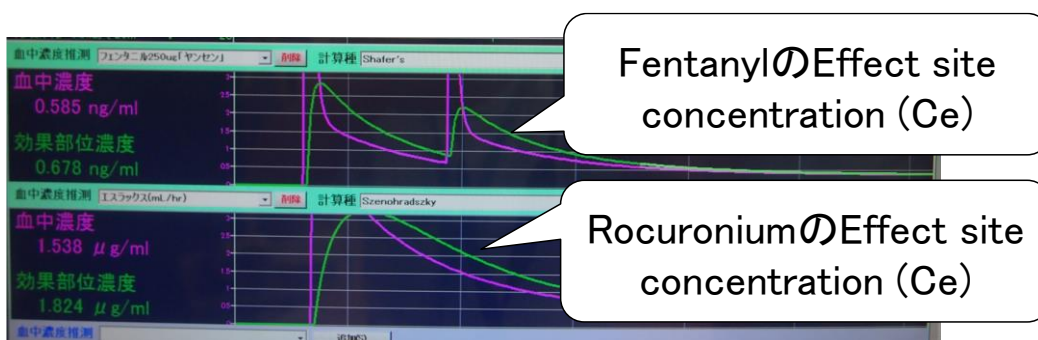
る。

アルチバ注入用量(mL/時)ー希釈液100 μ g/mLの場合ー						
投与速度 (μ g/kg/分)	体 重(kg)					
	30	40	50	60	70	80
0.1	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8
0.2	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4	9.6
0.25	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0
0.3	5.4	7.2	9.0	10.8	12.6	14.4
0.4	7.2	9.6	12.0	14.4	16.8	19.2
0.5	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0
0.75	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	36.0
1.0	18.0	24.0	30.0	36.0	42.0	48.0

アルチバ®を使用していない場合、フェンタニル®の効果部位濃度 (Ce)は 1 ng/ml 前後(大手術では1-2 ng/ml)。これは術後鎮痛として使用する IV フェンタニルの持続投与量調節に関与する。

(3) 不動化

ロクロニウム®の効果部位濃度(Ce)が 1.5 μ g/ml になれば10-20mg を追加。



2. 一時的に麻酔を交代する場合

昼食交代や、術前回診に行く時、又は症例の進行具合により、担当している麻酔を他者に任せる場合がある。交代が来たからといってすぐに出て行かず、必ず申し送りを行う。

患者のリスク、麻酔法、ルート、手術の経過状況、現在の問題点(利尿・貧血・血圧など)、導入時のイベント、筋弛緩薬のタイミングなどを、的確に説明しておかないと、交代した者是对応ができない。

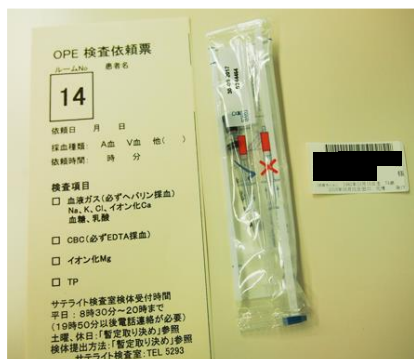
また、できる限り、交代時間を短縮するように努める事。

3. 動脈血ガス分析

A ラインがある場合、動脈血採取が容易となり、ガス分析では①Hb ②酸素化 ③酸塩基平衡 ④血糖値 ⑤電解質濃度など様々なことが判る。

部屋にある血液ガスキットで採血した検体に患者汎用ラベルを貼り、検査依

頼表と共に看護師に提出する。急性医療総合センター2Fのサテライト検査室にエアシューターで送る。サテライト検査室には前もって検体を送ることを電話で伝える。



20時以降及び休日はサテライト検査室の検査技師が不在のため1号館2Fの検査室にエアシューターで検体を送る。時間外オーダーとなる。指導医に連絡。異常値があれば、正常値に近づける処置を行う。

4. 予防抗菌薬の投与

手術部位感染(surgical site infection; SSI)を予防するため、適切な予防抗菌薬の投与は重要である。

(1) 抗菌薬の選択

1. 皮膚常在菌のみを予防抗菌薬のターゲットとする手術			
領域	臓器	ターゲットとする皮膚常在菌*	主な予防抗菌薬
心血管外科	心臓, 血管	黄色ブドウ球菌, 連鎖球菌	CEZ, ABPC/SBT など
一般外科	乳腺, ヘルニア(鼠径など), 痔		
整形外科	骨, 関節, 筋		
脳神経外科	脳, 神経		
眼科	眼, 眼付風器(涙道を除く)		
2. 皮膚常在菌に加え、臓器特有の常在菌を予防抗菌薬のターゲットとする手術			
領域	臓器	ターゲットとする臓器特有の常在菌*	主な予防抗菌薬
消化器外科(消化管), 泌尿器科(消化管利用)	上部消化管(食道, 胃, 空腸)	大腸菌, 肺炎桿菌	CEZ など
	下部消化管(回腸, 結腸, 直腸, 肛門)	<i>B. fragilis</i> グループ, 腸内細菌科	CMZ, FMOX, CEZ+MNZ など
耳鼻咽喉科(口腔を開放), 口腔外科	口腔, 咽頭, 喉頭	口腔内嫌気性菌, 連鎖球菌	CMZ, FMOX, ABPC/SBT など
耳鼻咽喉科(口腔を開放しない)	耳, 鼻	黄色ブドウ球菌, 連鎖球菌	CEZ など
婦人科	膣・子宮	<i>B. fragilis</i> グループ, 腸内細菌科	CMZ, FMOX, CEZ+MNZ など
眼科	涙道	黄色ブドウ球菌, 連鎖球菌	CEZ など
3. 臓器には常在菌は存在しないが、隣接する消化管(口腔・咽頭, 十二指腸, 小腸, 大腸)の常在菌を予防抗菌薬のターゲットとする手術			
領域	臓器	隣接する消化管の常在菌	主な予防抗菌薬
泌尿器	尿道, 膀胱, 尿管, 腎, 前立腺	腸内細菌科	CEZ, CTM, ABPC/SBT, アミノグリコシド系薬 など
消化器外科(肝胆膵)	肝, 胆嚢, 胆管, 膵	腸内細菌科	CEZ, CTM など
胸外科(気道が胸腔内で開放される場合)	肺, 気管	口腔内嫌気性菌, 連鎖球菌	ABPC/SBT など

(「術後感染症予防抗菌薬ガイドライン」より)

CEZ: セファゾリン, ABPC/SBT: アンピシリン/スルバクタ, CMZ: セフメタゾール, FMOX: フロモキシセフ, MNZ: メトロニダゾール, CTM: セフォチアム

(2) 投与のタイミング

- ① 切開の1時間前以内に投与を開始。
- ② バンコマイシンやフルオロキノロン系では120分前以内に投与を開始。
- ③ ターニケットを使用する場合は、少なくとも加圧する5～10分前に投与を終了。
- ④ 帝王切開では新生児への影響を考慮し臍帯をクランプした後の投与が行われていたが、現在は他の手術と同様に術前1時間以内の投与が推奨されている。

(3) 投与量

肥満症例では通常量だと抗菌薬の血中濃度が低下するため感染率が高くなる。
体重 \geq 80kgではセファロスポリン系は1回2g。

(4) 術中再投与

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">① 腎機能正常例 (eGFR$>$50)
手術開始前、その3時間後、その4時間毎① 軽～中等度腎機能低下 (eGFR 50～10)
手術開始前、その6時間後、その8時間後② 重度腎機能低下 (eGFR$<$10) 及び透析患者
手術開始前のみ (再投与なし) |
|---|

(5) 投与期間

手術終了24時間以内に終了 (心臓手術では48時間)。

(6) ORSYS 麻酔記録に入力

リマークスにある「抗菌薬投与5分後に異常なし」、抗菌薬投与15分後に異常なし」を確認して入力する。

K. 全身麻酔の終了

〈豆知識〉

吸入麻酔薬による麻酔導入と覚醒の早さは、心拍出量(CO)、分時換気量(V_I)、血液ガス分配係数(λ)が関与する。Sevofluraneのλは0.66、Desfluraneのλは0.4である。

$$\frac{F_A}{F_I} = \frac{1}{1 + \frac{CO \cdot \lambda}{V_I}}$$

麻酔導入では吸気内の麻酔薬濃度(F_I)の値に肺胞内の麻酔薬濃度(F_A)が近づいて、F_A/F_I=1に早く近づく方が導入は早い。逆に覚醒も早くなる。

つまりλと心拍出量が小さく、分時換気量が大きいと覚醒は早くなる。

1. 麻酔からの覚醒

- (1) 閉創前タイムアウト時に指導医に連絡し、手術終了時にもう一度連絡。体位変換は指導医と共に行う。セボフルラン®の濃度を1～1.5%程度(スープレン®の場合は濃度を下げなくてよい)にするか、指導医の指示を仰ぐ。アルチバ®は終了して三方活栓をロックしておく。
- (2) レントゲン撮影にてガーゼやドレーン位置など異常がないことを確認するまで覚醒させず、リバーサも投与しない。撮影の際は頭部保持を徹底。体位変換時の声掛けは麻酔科医が必ず行う。レントゲン写真を術者と指導医と、自分でも確認。
- (3) 抜管後はAldreteスコアで9点以上を確認して退室。
- (4) プロポフォール®、ディプリバン®、ロクロニウム®の残液は、吸引チューブを用いて破棄する。ただしアルチバ®、フェンタニル®、モルヒネ®の残薬は破棄してはだめ！

Aldrete スコア (改変) 9点以上で退室		
動作	命令で四肢を自発的に動かすことができる	2
	命令で二肢を自発的に動かすことができる	1
	動かすことができない	0
呼吸	深呼吸および咳を自由にできる	2
	呼吸困難または制限された呼吸	1
	無呼吸	0
循環	血圧が麻酔前の ± 20%以内の変動	2
	血圧が麻酔前の ± 20～50%の変動	1
	血圧が麻酔前の ± 50%以上の変動	0
意識	完全に覚醒 (質問に答えることができる)	2
	呼びかけで覚醒	1
	反応なし	0
酸素化	Room air で SpO ₂ >92%	2
	SpO ₂ >90%超を維持するために O ₂ 吸入が必要	1
	O ₂ 吸入しても SpO ₂ <90%	0

覚醒の待ち時間は十分に時間をかけて良い。

退室を急いだ結果、病棟でトラブルが起こるのは最も危険。

その合併症によっては麻酔担当医の人生が変わる。

主治医も早い退室より安全な覚醒を望んでいることを意識する事。

2. ICU に入室する時

侵襲の強い手術や、気道を触る手術、全身状態の不良な場合は、術後管理に ICU 入室する（ICU に入室するほどではないが、術後バイタルサインの変化が危惧されるときは HCU 入室）。

(1) ICU 連絡票の記入

入室 1 時間くらい前（目安はないが閉創時など）に、A ライン、V ライン、CVC に関する情報、気管挿管のままか抜管かなどの情報を、外回り看護師を介して ICU に連絡する。

(2) 麻酔終了となれば患者さんを ICU まで搬送。SpO₂ モニターは必ずつけ、挿管のまま搬送する場合は麻酔科医がアンビューやバックマスクで換気しながら ICU へ搬送。

(3) ICU では、ICU 医師に以下の内容を申し送る。

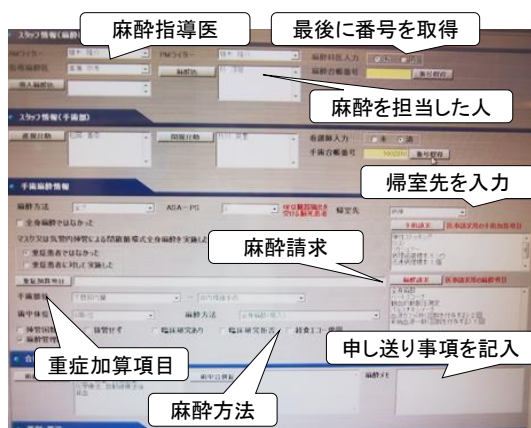
- i. 「患者氏名、年齢、性別」「身長、体重」「診療科、術式」
- ii. 「ライン類及び挿入長」をわかりやすく
- iii. 持続薬剤の γ 数と流量
- iv. 輸血の有無、内容
- v. 術中に発生、又は術後に発生しうる特殊イベント
- vi. 抗生剤の投与時間と回数
- vii. 抜管予定か挿管のままか

(4) ノルアドレナリン持続は、ノルアドレナリン 5A+生理食塩水 20cc (計 25cc) または 10A+生理食塩水 40cc (計 50cc) で ICU へ。

★当院では超緊急手術（とくに帝王切開）に麻酔科医が対応するため、気管挿管のまま術後の CT 撮影等に行くときは主治医が行う。

3. 忘れやすい事務処理

(1) 電子カルテ ORSYS の「実施入力手術部」の入力



薬剤名	投与量	投与回数	投与速度	投与単位	投与時間	投与回数	投与単位
★ アルブミン注射液 20mg	200 mL	1					
★ エスラロキサチド 150mg/50mg	500 mg	1					
★ 1%プロポフォール生 200mg/20mL	100 mg	1					
★ プロピシタール注射液 25mg							
★ プロキチン錠 25							
★ セオレン吸入麻酔薬(マイラ)	92						
★ ノキシジロン注射液 1mg	5						
★ フルマリン注射液 1g	225						
【例】大塚生薬注射液 100mL	25						
★ 静態							
★ 子カドロン注射液 1.65mg	50.0						
★ 子カドロン注射液 500mL/袋	5.0						
★ 八ケルン注射液 5000単位/5mL(生薬)	15						
★ 希釈液(400.75%)のファンダ	500						
★ ボルベシ	500.4						
★ 空気	570.4						
★ 生薬注射液(ブドウ糖) 20mL	20						
★ 生薬注射液(ブドウ糖) 110mL	3.6						
★ 生薬注射液 500 mL	500						
★ 生薬注射液(洗) 500mL	6						

薬剤使用量が
合わないと赤色
↓
合うと黄色になりOK

i. 「重症加算項目」に相当するときはチェック

- (ア) 心不全 (NYHAⅢ度以上のものに限る。) の患者
- (イ) 狭心症 (CCS 分類Ⅲ度以上のものに限る。) の患者
- (ウ) 心筋梗塞 (発症後3月以内のものに限る。) の患者
- (エ) 大動脈閉鎖不全、僧帽弁閉鎖不全又は三尖弁閉鎖不全 (いずれも中等度以上のものに限る。) の患者
- (オ) 大動脈弁狭窄 (経大動脈弁血流速度 4m/秒以上、大動脈弁平均圧較差 40mmHg 以上又は 大動脈弁口面積 1 cm² 以下のものに限る) 又は僧帽弁狭窄 (僧帽弁口面積 1.5cm²以下のものに限る) の患者
- (カ) 植込型ペースメーカー又は植込型除細動器を使用している患者
- (キ) 先天性心疾患 (心臓カテーテル検査により平均肺動脈圧 25mmHg 以上であるもの又は、心臓超音波検査によりそれに相当する肺高血圧が診断されているものに限る。) の患者
- (ク) 肺動脈性肺高血圧症 (心臓カテーテル検査により平均肺動脈圧 25mmHg 以上であるもの 又は、心臓超音波検査によりそれに相当する肺高血圧が診断されているものに限る。) の患者
- (ケ) 呼吸不全 (動脈血酸素分圧 60mmHg 未満又は動脈血酸素分圧・吸入気酸素分画比 300 未 満のものに限る。) の患者
- (コ) 換気障害 (1 秒率 70%未満かつ肺活量比 70%未満のものに限る。) の患者
- (サ) 気管支喘息 (治療が行われているにもかかわらず、中発作以上の発作を繰り返すものに限る。) の患者
- (シ) 糖尿病 (HbA1c が JDS 値で 8.0%以上 (NGSP 値で 8.4%以上)、空腹時血糖 160mg/dL 以上 又は食後2時間血糖 220mg/dL 以上のものに限る。) の患者
- (ス) 腎不全 (血清クレアチニン値 4.0mg/dL 以上のものに限る。) の患者
- (セ) 肝不全 (Child-Pugh 分類 B*1以上のものに限る。) の患者
- (ソ) 貧血 (Hb6.0g/dL 未満のものに限る。) の患者
- (タ) 血液凝固能低下 (PT-INR2.0 以上のものに限る。) の患者
- (チ) DIC の患者
- (ツ) 血小板減少 (血小板 5 万/uL 未満のものに限る。) の患者
- (テ) 敗血症 (SIRS*2を伴うものに限る。) の患者
- (ト) ショック状態 (収縮期血圧 90mmHg 未満のものに限る。) の患者
- (ナ) 完全脊髄損傷 (第5胸椎より高位のものに限る。) の患者
- (ニ) 心肺補助を行っている患者

- (ヌ) 人工呼吸を行っている患者
- (ネ) 透析を行っている患者
- (ノ) 大動脈内バルーンパンピングを行っている患者
- (ハ) BMI35以上の患者

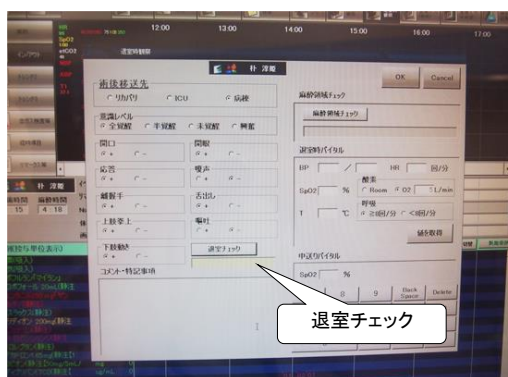
Child-Pugh スコア*1			
点数	1	2	3
血清ビリルビン (mg/dl)	<2.0	2.0~3.0	> 3.0
血清アルブミン (g/dl)	>3.5	2.8~3.5	<2.8
腹水	—	軽度	中等度以上
肝性脳症	—	昏迷	昏睡
プロトロンビン時間の延長(秒)	<4	4~6	>6
合計点 5, 6点(A)、7~9点(B)、10~15点(C)			

全身性炎症反応症候群 systemic inflammatory response syndrome; SIRS*2	
体温	>38°Cまたは<36°C
心拍数	>90/分
呼吸数	>20/分またはPaO ₂ <32 Torr
白血球数	>12,000/mm ³ または<4,000/mm ³ あるいは未熟顆粒球>10%
上記の2項目以上が該当する時SIRSと診断	

ii. 「麻酔請求」に以下の項目を行ったときチェック

- (ア) 脳波 BIS
- (イ) 術中エコー： 超音波ガイド下神経ブロックを行った場合
- (ウ) 気管支ファイバー
- (エ) 経食道心エコー
- (オ) フロートラック*
- (カ) 希釈式自己血輸血： 麻酔導入後から執刀までの間に自己血の貯血を行った後、採血量に見合った量の代用血漿の輸液を行い、手術時及び手術後3日以内に予め貯血しておいた自己血を輸血した場合
- (キ) エスクロンミニ*
- (ク) 観血的動脈圧測定
など

(2) 退室時の記録を入力する。麻酔科標榜医が「退室チェック」欄に自身の職員番号を入力する。



(3) 電子カルテ ORSYS の終了。

ORSYS の退室ボタンを押し、必要事項などを入力。偶発症があれば指導医と入力。患者一覧の麻酔科が入力すべき欄が済みになっていることを確認。

(4) 「中心静脈カテーテル挿入に関する調査票」や「フロートラックセンサー使用理由チェックシート」があれば、4F カウンター麻酔科机横の「フロートラック用紙回収箱」に入れる、もしくは麻酔カートの上に置いておく(あとでアルフレッサさんが回収する)。

(5) ORSYS で使用薬剤の不備があれば訂正する。

(6) 薬在庫に麻薬や麻酔薬を返却。

患者退室後に麻薬や麻酔薬を放置すると紛失や盗難の危険がある。速やかに未使用薬剤や残薬を薬在庫に返却する。筋弛緩薬や鎮静薬は指導医とともに吸引チューブを用いて破棄する。

4. 偶発症の入力

日本麻酔科学会では毎年、各施設で発症した「偶発症」を集計して、安全な麻酔管理に役立てている。

以下の偶発症が発症したときは、指導医と共に手術センター4 階受付カウンター内の「麻酔監視ブース」にある ORSYS 画面から以下の手順で入力する。

- (1) 入力する症例を選ぶ
- (2) 画面右下の「偶発症例」をクリック
- (3) 画面に従って入力する

「偶発症」	1) 危機的偶発症	<ul style="list-style-type: none"> ・ 心停止 ・ 高度低血圧 ・ 高度低酸素症 ・ 高度不整脈 ・ その他の危機的偶発症
	2) 神経系偶発症	<ul style="list-style-type: none"> ・ 脳血管障害 ・ 脳浮腫 ・ 脊髄損傷 ・ その他
	3) その他の神経系偶発症	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各種神経障害
	4) その他	

資料5. 術後7日以内死亡率(/万症例)の年次推移



日本麻酔科学会 偶発症例調査報告より

L. 術後鎮痛

セボフルラン[®]、スープレ[®]、プロポフォール[®]などの鎮静剤やアルチバ[®]の効果は中止とともに濃度が急速に低下する。覚醒前に術後痛を考慮すること。

〈豆知識〉

Flurbiprofen (ロピオン[®]) は大豆油、卵黄レシチンを含むので、大豆アレルギーや卵アレルギー患者には使用しない。

Propofol も同様に大豆油と卵黄レシチンを含む。

小手術： ロピオン[®]またはアセリオ[®]

中手術： IV フェンタニル、末梢神経ブロック

大手術： IV フェンタニル、硬膜外麻酔、末梢神経ブロック

1. ロピオン[®]、アセリオ[®]の投与

腎機能障害、アレルギー（アスピリン喘息、NSAIDs アレルギー、大豆アレルギー、卵アレルギー）がなければロピオン[®]を投与する。肝機能障害やアスピリン喘息がなければ投与量に注意してアセトアミノフェンを投与する（アセトアミノフェンはNSAIDsではないが、アスピリン喘息で肺機能低下を来す報告がある）。

また作用部位は異なるので、両方同時に使用してもよい。

2. ポンプを使用したIVフェンタニル

(1) 充てん方法

フェンタニル[®] 5A (1A: 0.25 mg/5 cc) + ドロレプタン[®] 2cc (5mg) + 生食 23cc (ドロレプタンなしで生食 25cc でもよい) 計 50 cc

を時間 1.0ml/hr 前後で投与する（流量は、ORSYS 画面のフェンタニル効果部位濃度で決めるとよい。指導医に確認）。

なお、20歳未満及び75歳以上に関しては、ドロレプタン[®]は錐体外路障害の予防のために入れず、心電図でQT延長があるときも入れない。生食は23ccの代わりに25ccを使用する。

また、ラパ胆、呼吸器外科手術、人工肛門閉鎖など比較的low侵襲の手術では1日分の容量（フェンタニル[®] 2A + ドロレプタン[®] 1ml + 生食 9ml）で作成。



アセトアミノフェンが含まれているカロナール[®]、タイレノール[®]、セデス[®]などでアレルギーの既往がある場合は使用しない。

シリンジはしっかりセッティングすること。三方活栓の向きを合わせるのを忘れずに！



ここを回すと流量を変更できます



(2) 帰室時の注意点

病棟に帰室する時、オペ室シリンジポンプから病棟シリンジポンプにIV

フェンタニルを移動する。この時一旦、三方活栓をロックしておく。誤って急速注入されないように注意! ベッド移動して再開する時も細心の注意でシリンジポンプの再設定や三方活栓の開放を行う。

3. 硬膜外麻酔を使用した持続硬膜外鎮痛

当院では、食道癌手術、炎症性腸疾患の腸切除術、下部消化管手術、一部の産婦人科手術、泌尿器科手術などで施行。ただし透析患者では施行しない。

(1) 充てん方法

フェンタニル[®] 5A (1A: 0.25 mg/5 ml) + ドロレプタン[®] 3cc
+ 0.25% ポプスカイン[®] 170cc + 生食 100cc 計 298cc

〈豆知識〉

患者自己調節鎮痛法 (patient controlled analgesia: PCA) の設定項目は、持続流量、PCA 注入量およびロックアウトタイム (ボタンを押しても PCA が注入されない時間)。

トレフェューザー[®] (東レ・メディカル) に充てんする (持続流量 4cc/hr、PCA 3cc、ロックアウトタイム 30 分)。20 歳未満及び 75 歳以上に関しては、ドロレプタン[®]は錐体外路障害の予防のために入れず、心電図で QT 延長があるときも入れない。 生食は 23cc の代わりに 25cc を使用する。

硬膜外セットにポプスカイン[®]、生食と注入キットが用意されている。使用時は同封されている指示票を本体に添付しサインする。シールには「フェンタニル[®]の量、ポプスカイン[®]の量、全体量」や投与開始日時を記入してボトルに貼る。



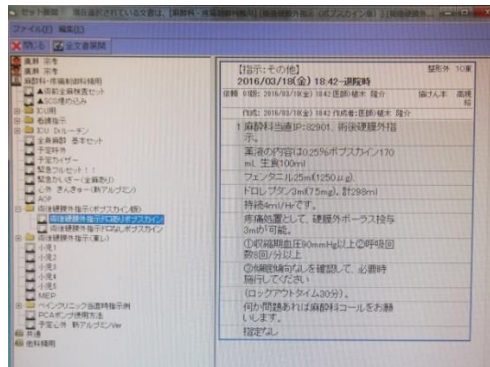
(2) 病棟への指示

- i. 患者カルテで「セット展開」を選ぶ
- ii. 「麻酔科・疼痛制御科頻用」の「術後硬膜外鎮痛 (ポプスカイン版)」から「ドロレプタンあり」か「ドロレプタンなし」を選び、「全文書展開」をクリック。

〈豆知識〉

リドカイン (キシロカイン[®]) の 1 回の最大使用量は 5mg/kg である。

1% キシロカイン[®] 10cc は、 $0.01 \times 10 \times 1,000 \text{mg} = 100 \text{mg}$ なので、60kg の患者では 1 回の最大使用量は 30cc である。これ以上の量を 1 度に使用すると局所麻酔薬中毒を来す可能性が高くなる。



4. 末梢神経ブロック

手術終了前後に極量を超える局所麻酔薬を使用したり、誤って血管内投与すると、局所麻酔薬中毒を来して麻酔から覚醒しないことがあるので注意。

M. 脊髄くも膜下麻酔の準備

- (1) いつでも全身麻酔に変更できる体制をとる。麻酔効果、全身状態、手術時間によって全身麻酔に移行。麻酔回路、挿管セット（喉頭鏡、気管チューブ、LMA など）などは開封せず準備。麻酔回路は始業点検、リークテストを済ませておく。人工鼻は開封せず置いておく。
- (2) 脊髄くも膜下麻酔用の局麻薬には高比重 0.5%マーカイン®（“高い比重”と呼称）、等比重 0.5%マーカイン®（“等しい比重”と呼称）がある。高比重と等比重は紛らわしいので、一方のみを持参し、清潔で薬品吸引時には、看護師と薬品名を声に出して確認。
- (3) 局麻用の1%メピバカイン®10ml、アトロピン®、エフェドリン®、場合によってはネオシネジン®を準備。
- (4) 脊麻用トレイ（5ml ディスポシリンジ、18G と 27G の注射針各1本、消毒用綿球とシャーレ）を用意。スパイナル針は原則として25GのQuincke（クインキー）針を用いる（場合によっては23G）。
- (5) 鎮静が必要なときはミダゾラム®、プレセデックス®、ディプリバン®等を準備。

N. 麻酔記録 ORSYS の入力方法



ORSYS に入力する項目

イベント	入室 モニター開始 全身麻酔開始 挿管 神経ブロック等 麻酔導入終了 手術開始 加算項目（腹空鏡・分離肺換気・低体温・JV など） 手術終了 抜管 麻酔終了 退室
リマークス	瞳孔左右差無し 胃管挿入 （術者による）局麻 タイムアウト タニケット ON/OFF 標本摘出（迅速病理検査） ルート抜去・ヘパロック バッキング 血管遮断 喉頭痙攣 抗菌薬投与後の異常なしなど。その他のイベントもキーボードから記入できる。
体位・ライン情報	体位変換（仰臥位・伏臥位・砕石位など） 末梢ライン 動脈ライン 中心静脈カテ挿入 スワングアンツ挿入 など

1. 手術前日

4階受付カウンター横または5階麻酔カンファレンス室のORSYS 末端から、自分の症例の麻酔申込用紙を印刷する。

2. 手術当日

患者入室前に麻酔器付属のORSYSを立ち上げ、症例を選択し認証画面で患者確認をしてモニターを開始しておく。

3. 入室

患者が入室したら、イベント欄クリックで“入室”を選択。すると、患者確認画面が出るので、バーコードで患者のリストバンドを読み取り、手術部位確認をし、出棟時バイタルを入力する。心電図やマンシエットをつけたら、イベント欄の“モニタ開始”を選択。酸素マスクを被せた時点でイベント欄の“全身麻酔開始”を選択。

手術室で点滴を取った場合、体位ライン情報で部位やゲージを入力する。病棟から点滴が入ってきた場合は、それを選択する項目がある。CVも同様。

4. 導入

麻酔薬を投与し、挿管終了後人工呼吸管理できた状態までを入力するが、一人で導入と記録を平行で行うのは至難の業なので、ひと通り落ち着いてから入力するのが望ましい。

使用薬剤を正確に入力し、イベントの“挿管”を選択すると、大きな入力画面が出てくる。使用器具、使用チューブ、Cormack分類、試行回数、合併症などすべて入力し登録する。

その後リマークスで“瞳孔左右差”、“胃管留置”について入力。体位ライン情報に挿入した点滴や体位を入力する。

気管チューブのカフ内圧をカフ圧計で測定し、20cmH₂O以下に設定（SGAでは50cmH₂O以下）し、設定した圧を経時項目の“カフ圧”に入力。

5. 維持、入力必要な項目

①使用薬剤

酸素やガスの流量、麻酔薬などの使用薬剤を適宜入力していく。病棟から持ち込まれた薬剤（アトニン[®]や持続ニカルジピン[®]など）は【病棟持込】欄から選択するか、なければリマークスで入力すること。

② 輸液、輸血

点滴の選択は一覧から選択し、点滴内に薬剤（抗菌薬やインスリン）を注入した場合は“加薬”で入力が可能。

③ 予防抗菌薬

予防抗菌薬はバイアルと生食がセットで持ち込まれた場合は【病棟持込】欄から選ぶ。

気管挿管後に予防抗菌薬を投与開始する。eGFR>50 以上では、3 時間後とさらに 4 時間後ごとに予防抗菌薬を追加投与するので、まずは 3 時間のタイマーをセットする（eGFR = 10~50 では 6 時間後と以後 8 時間ごとに追加、eGFR<10 または透析患者は追加投与なし）。

異常がなければリマークスで“抗菌薬投与 5 分後の異常なし”、“抗菌薬投与 15 分後の異常なし”を入力。

④ 経時項目

呼吸回数や気道内圧、BIS などを 30 分毎に入力する。多くの項目はクリックで麻酔器から読み込まれるが、カフ圧や ACT など、手入力の必要な項目もある。

⑤ リマークス

手術中の出来事を細大漏らさず入力する。局麻や標本の摘出、血行動態に影響する操作（タニケット、血管遮断など）は必須。

6. 手術部実施入力

- ① 麻酔科医名、導入医名、指導医名、麻酔方法、帰室先、重症加算などを入力する。
- ② 症例の分類、手術部位や使用モニターなどを入力する。
- ③ 使用薬剤を確認し、使用したアンプル数を請求欄に記載し、処方した場合は使用と返却のアンプル数を記録する。

7 手術終了、抜管、退室

閉創前のタイムアウトを入力し、その後手術が終了したらイベント欄の手術終了を入力する。レントゲンを撮ればリマークスにレントゲン撮影を登録し、胃管抜去やルートのヘパロックなどもリマークスに入力する。覚醒し挿管チューブを抜いた時点でイベント欄の抜管を選択し、指導医の退室許可（ORSYS に麻酔科標榜医の番号取得が必要）が出たら、麻酔終了、退室を選択。尿量や輸液などは退室マークの後に入れると記録に反映されないなので、入力の時刻を注意しておく。

ORSYS を終了すると再び手術部実施入力画面が出るので麻酔番号取得出来れば記録は完成。取得できない場合は入力に漏れがあるので 1 からチェックする。

0. 術後回診

1. 術前に行う麻酔申込書に必ず自分のサインをする❗❗
⇒ほかの人が術前に行きそれが手術室の都合などで自分に変わった場合は必ず麻酔申込書に自分のサインをする❗
2. 翌日術後回診表がカンファレンス室のドアの術後回診ポケットに入っているため自分の症例に麻酔カンファレンス後サインをする（麻薬印でも手書きでもO.K）
3. 術後回診に行き術後回診チェック項目を患者の話を聞き評価する
⇒なるべく1症例5分以内とし、わからないことがあれば後で麻酔科医だれでもいいので相談する。

【注意】術後翌日10時退院の患者は、当直明けの麻酔科医が回診を行う。
ただし朝カンファレンス後サインは自分で行うこと！

※ 術後回診表の記入方法

【評価の点数】

0 合併症なし、 1 自制内、経過観察、2 治療によって改善、
3 要治療（ライター報告とコメント記載が必要）、
7 不明、8 死亡、9 挿管中

（病棟にいる患者であればほとんど0か1。）

【評価項目】

- A 疼痛（基本的には痛みが0というのは困難、苦悶状表情でなければ1。
iv フェンタニルや硬膜外麻酔を行っている場合も1。）
- B PONV（悪心嘔吐：制吐薬で症状コントロールできていれば1。）
- C 嘔声（術前と変化なく、患者の訴えがなければ0。）
- D 循環（昇圧剤を使用していなければ0。ICUで使用している場合は1。）
- E 呼吸（病棟で呼吸困難がなければ0で、少しの息苦しさなどは1。ICUで人工呼吸器を使用していなければ0か1。自覚症状の呼吸困難や他覚的に呼吸不全があれば3。）
- F 神経（感覚障害や運動障害があるばあいは、術中体位や手術による神経障害、神経ブロックによる神経障害、または硬膜外麻酔や脊椎

P. 麻酔科で使う主な薬剤

1. カート内薬剤

一般的に左の写真のようなカートをアルフレッサさんが準備してくれる。注射器には必ず薬品名と濃度が分かるように黒マジックで記入すること!!!



- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| ① プロポフォール® 20 cc (200mg) | ⑦ オノアクト® 50mg |
| ② エフェドリン® 1cc (40mg) | ⑧ アトロピン® 1cc (0.5 mg) |
| ③ ネオシネジン® 1cc (1mg) | ⑨ ロピオン® 5cc (50mg) |
| ④ リドカイン静注用® 5cc (100mg) | ⑩ ヘパリン Na 注® 5cc (5000 単位) |
| ⑤ ニカルジピン® 10cc (10mg) | ⑪ ソルコーテフ® 100mg |
| ⑥ ブリディオン® 2cc (100mg) | ⑫ ラシックス® 2cc(20mg) |

2. 薬剤保管庫にある薬剤

循環作動薬、利尿薬

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| ① カタボン Low® 200cc (200mg) | ⑬ 20%マンニトール® 300cc |
| ② ドパミン塩酸塩 200cc(600mg) | ⑭ シグマート® 12mg |
| ③ ドブポン注 0.3%シリンジ 50cc (150mg) | ⑮ レギチーン® 1cc(10mg) |
| ④ ノルアドレナリン® 1cc (1mg) | ⑯ アンカロン® 3cc (150mg) |
| ⑤ アドレナリン® 1cc (1mg) | <u>拮抗薬</u> |
| ⑥ ミルリーラ® 10cc(10mg) | ① アネキセート® 5cc (0.5mg) |
| ⑦ リスモダン® 5cc(50mg) | ② ナロキソン® 1cc (0.2mg) |
| ⑧ ミオコール® 50cc (25mg) | ③ プロタミン® 10cc(100mg) |
| ⑨ ミリステープ® 5mg | ④ ドプラム® 20cc(400mg) |
| ⑩ ワソラン® 2cc(5mg) | ⑤ ワゴスチグミン® 4cc(2mg) |
| ⑪ シベノール® 5cc(70mg) | <u>局所麻酔薬</u> |
| ⑫ サンリズム® 5cc(50mg) | ① ポプスカイン 0.25%注シリンジ® 10cc(25mg) |
| ⑬ ジゴシン® 1cc(0.25mg) | ② ポプスカイン 0.75%注® 10cc(75mg) |
| ⑭ ヘルベッサ® 50mg | ③ ポプスカイン 0.25%注バッグ 100cc(250mg) |
| ⑮ プロタノール® 1cc(0.2mg) | ④ アナペイン注 0.75% |
| ⑯ オリベス点滴用 1%® 200cc(2000mg) | |
| ⑰ プロスタンディン® 500 μ g | |



20cc(150mg)

- ⑤ マーカイン注脊麻用 0.5%高比重
° 4cc(20mg)
- ⑥ マーカイン注脊麻用 0.5%等比重
° 4cc(20mg)

鎮痛薬、鎮静薬

- ① アセリオ° 100cc (1000mg)
- ② ミダゾラム° 2cc(10mg)
- ③ プレセデックス 2cc(200 μ g)
- ④ イソゾール° 500mg
- ⑤ セルシン 2cc(10mg)
- ⑥ ディプリバン° 50cc(500mg)
- ⑦ ペンタジン° 1cc(15mg)

アレルギー、喘息用

- ① メチルプレドニゾン° 500mg
- ② メプチンエアー° 10 μ g
- ③ ネオフィリン° 10cc
(250mg)
- ④ アタラックス P° 1cc(25mg)
- ⑤ セボフルラン°
- ⑥ スープレン°

各種補正液

- ① 塩化カルシウム注 2%° 20cc
- ② KCL 注 20mEq° 20cc
- ③ 塩化ナトリウム注 10%° 20cc
- ④ 硫酸 Mg 補正液° 20cc(20mEq)
- ⑤ メイロン 8.4%° 20cc
- ⑥ メイロン° 250cc

- ⑦ ブドウ糖液 5%° 20cc(1g)
- ⑧ ブドウ糖液 10%° 20cc(2g)
- ⑨ ブドウ糖液 50%° 20cc(10g)
- ⑩ 献血 5%アルブミン「JB」®

止血薬

- ① アドナ° 10cc(50mg)
- ② トランサミン注 10%° 10cc(1g)

各種抗菌薬

- ① セファゾリン Na° 1g
- ② セフメタゾン° 1g
- ③ ピシリバクタ° 1.5g
- ④ セフォチアム° 1g
- ⑤ フルマリン° 1g
- ⑥ ペントシリン° 2g

その他

- ① ヒューマリン R° 10 cc (1000U)
- ② インジゴカルミン° 5cc(20mg)
- ③ ウロナーゼ° 6万単位
- ④ パパベリン° 1cc(40mg)
- ⑤ ファモチジン° 2cc(20mg)
- ⑥ プリンペラン° 2cc(10mg)
- ⑦ ブチルスコポラミン°1cc(20mg)
- ⑧ ドロレプタン° 10cc(25mg)
- ⑨ デカドロン° 0.5cc (1.65mg)
- ⑩ ダントリウム° 20mg
- ⑪ メチルエルゴメトリン°
1cc(0.2mg)

冷蔵庫内の薬剤

ヒューマリン R°
ドロレプタン°
デカドロン°
シグマート°
レギチーン°
アンカロン°
メチルエルゴメトリン°
ダントリウム° (6V 保管)
イソゾール°

冷蔵庫内の金庫

ロクロニウム° 5cc(50mg)
スキサメトニウム° 2cc(40mg)

金庫 1 (16:00～翌朝 8:10 までのみ)

フェンタニル° 5cc(250 μ g)
アルチバ° 2mg

定数配置薬(金庫)

ミダゾラム°
プレセデックス°
セルシン°
ペンタジン°
ディプリバン°

Q. 持続静注薬剤投与表

手術センター4F カウンター奥の麻酔監視ブースにあるパソコンより作成可能。下記の薬剤を使用するときは印刷しておく。

薬剤投与表 第5版

BMI=	20.81
循環血液量(ml)	3500 ml

年齢(才):	65 歳
身長(cm):	155 cm
体重(kg):	50 kg

商品名	規格	希釈	溶液	濃度(mg/ml)	1γ(ml/hr)	初期投与量(γ)	投与速度(ml/時間)	商品名
ブレドパ	600mg	原液	200ml	3	1.0	3 γ	3.0 ml/hr	ブレドパ
ドブポン	600mg	原液	200ml	3	1.0	3 γ	3.0 ml/hr	ドブポン
ボスミン (1A)	1mg	1A + 生食 19ml	20ml	0.05	60.0	0.1 γ	6.0 ml/hr	ボスミン (1A)
ボスミン (10A)	1mg	10A + 生食 40ml	50ml	0.2	15.0	0.1 γ	1.5 ml/hr	ボスミン (10A)
ノルアドレナリン (1A)	1mg	1A + 生食 19ml	20ml	0.05	60.0	0.1 γ	6.0 ml/hr	ノルアドレナリン (1A)
ノルアドレナリン (10A)	1mg	10A + 生食 40ml	50ml	0.2	15.0	0.1 γ	1.5 ml/hr	ノルアドレナリン (10A)
ミオコール	25mg	原液	50ml	0.5	6.0	0.5 γ	3.0 ml/hr	ミオコール
シグマート	12mg	2V + 生食 24ml	24ml	1	***	***	2.0 ml/hr	シグマート
ニトロール	25mg	原液	50ml	0.5	6.0	0.5 γ	3.0 ml/hr	ニトロール
ヘルベツサー	50mg	1V + 生食 50ml	50ml	1	3.0	0.5 γ	1.5 ml/hr	ヘルベツサー
プロスタンディン500	0.5mg	1V + 生食 50ml	50ml	0.01	300.0	0.01 γ	3.0 ml/hr	プロスタンディン500
レギチーン	10mg	10A + 生食 15ml	25ml	4	0.8	3 γ	2.3 ml/hr	レギチーン
コアテック	5mg	2A + 生食 20ml	30ml	0.33	9.1	0.1 γ	0.9 ml/hr	コアテック
ミルリーラ	10mg	2A + 生食 20ml	40ml	0.5	6.0	0.1 γ	0.6 ml/hr	ミルリーラ
ハンブ	1mg	2A + 5%G 20ml	20ml	0.1	30.0	0.05 γ	1.5 ml/hr	ハンブ
メキシチール	125mg	1A + 生食 20ml	25ml	5	***	0.5 mg/kg/hr	5.0 ml/hr	メキシチール
オリベス	2g	原液	200ml	10	***	1 mg/kg/hr	5.0 ml/hr	オリベス
インデラール	2mg	5A + 生食 10ml	20ml	0.5	6.0	0.2 γ	1.2 ml/hr	インデラール
プロタノール	0.2mg	2A + 生食 48ml	50ml	0.008	375.0	0.005 γ	1.9 ml/hr	プロタノール
オノアクト	50mg	1A + 生食 10ml	10ml	5	0.6	10 γ	6.0 ml/hr	オノアクト
アンカロン	150mg	5V + 5%G 500ml	515ml	約1.5	負荷投与は33ml/hで6時間	以後17ml/hで18時間		アンカロン
シンピット	50mg	5A + 生食 50ml	50ml	5	単回投与は3 mlを5分で	4.0 ml/hで維持		シンピット
エラスポール	100mg	3V + 生食 48ml	48ml	6.25	***	***	2.0 ml/hr	エラスポール
アルチバ	2mg	1V + 生食 20ml	20ml	0.1	30.0	0.1 γ	3.0 ml/hr	アルチバ

2011/5/24改訂 第5版

印刷日時 2012/3/18

R. 輸血の手順

1. 通常の輸血の手順

- (1) 輸血をするときは必ず指導医に確認をする！！
- (2) 輸液回路にはホットラインを接続する（「第1部 全身麻酔の準備」を参照）。
- (3) T&S のときはクロスマッチ用血液(5cc)を採血してオーダーする。
- (4) 輸血承諾書があること(HIVの有無を含む)を確認。
- (5) 血液型をダブルチェックで確認（必ずカルテ裏表紙の原本で行う）。
- (6) 「2血液請求伝票（報告）〈兼〉血液製剤管理表」（以下、輸血伝票）の氏名・IDが患者の氏名・IDと一致する事を確認。
- (7) 輸血伝票の血液番号が血液パックの番号と一致する事を確認〈複数名で確認〉。
- (8) 輸血伝票の「取扱者」の欄に実施者がサインする（1パックずつ）。
- (9) ORSYS麻酔記録に血液番号をバーコードで読み取る。
- (10) 病棟から接続された状態で引き継いだ血液も必ず血液型・氏名・輸血伝票・血液番号などを確認する。

2. 大量出血のとき

- (1) 大量出血・大量輸血時には、複数の麻酔科医が輸血に関与するため、伝票の不一致が起りやすく、注意して確認作業を行う。
- (2) 致死的大量出血とは、循環血液量（体重の7%）の40%以上の出血をいう。ROOM4横の検査室にある「ラピッドインフューザー[®]」の使用を考慮する。専用加温チューブと本体を組み立てるが、緊急時にはオペ室専属のCEさん（IP電話85712）にも応援を頼む。



S. 緊急手術の対応

1. 麻薬、筋弛緩薬の緊急オーダー

- (1) 電子オーダーでロクロニウムや麻薬などを処方する。
- (2) 印刷された「処方箋」と「照合書」を補助婦さんや事務当直の方に渡して薬剤部に取りに行ってもらおう。アイセンターで必要な場合はアイセンターの補助婦さんに依頼する。
- (3) 夜間の超緊急時のために、手術センター薬剤保管庫には「アルチバ(2mg)5V、フェンタニル(250 μ g)10A」2セット分の予備がある（夕方16時から明朝8時10分までのみ）。

2. 緊急薬品ボックス

- (1) 循環異常、ショック、電解質異常などに対応した薬剤が入っている
- (2) 使用者は使用した薬品をORSYSで請求。ボックスは所定の場所に戻す。
- (3) 設置場所：手術センター薬剤保管庫



ここにある！

T. アナフィラキシーショックの対応

〈豆知識〉

日本アレルギー学会のアナフィラキシーガイドライン(2014)によると、adrenalin(ボスミン[®])は0.01mg/kgを大腿部中央の前外側に筋注し、最大量は成人で0.5mg(0.5A)、小児で0.3mg(0.3A)となっている。

アナフィラキシーとは、アレルゲン等の侵入により、複数臓器に全身性にアレルギー症状が起され、生命に危険を与え得る過敏反応。アナフィラキシーショックはアナフィラキシーに血圧低下や意識障害を伴う場合。

【アナフィラキシーを疑った時】

- (1) 第1選択薬はボスミン[®]で、効果がなければグルカゴン、アトロピンを考慮。
(第2選択薬は抗ヒスタミン薬、ステロイド)
- (2) 発症から15分～3時間以内に採血。
- (3) ROOM4に隣接する検査室の奥にEDTAスピッツ、スポイト、遠心機、冷凍庫がある。
- (4) EDTAスピッツに血液を入れて1500rpm x 10分間程度遠心する。
- (5) スポイトで上澄み液を取り、-80℃冷凍庫で保管する。
- (6) 後日、血中トリプターゼ値、血中ヒスタミン値を測定する（バイオマーカー）

一として総トリプターゼ値、ヒスタミン値の上昇があるが、正常値でもアナフィラキシーを否定できない。PAF (platelet activating factor)、カルボキシペプチダーゼ A3 などは研究レベル。



【コラム】アナフィラキシーの頻度

アナフィラキシーの頻度は医薬品の中ではβラクタム系抗菌薬（ペニシリン系、セフェム系、カルバペネム系）が最も多い。

麻酔薬の中でアナフィラキシーの最も頻度が高いのは筋弛緩薬で、ロクロニウム®が 15 万例に 29 件である。因みにブリディオオン®は 30 万例に 7 件。

術中アナフィラキシーショックへの対応

アナフィラキシーショック疑い

エマージェンシー
コール！DAMセット
緊急薬剤、DC準備

症状の
確認！

- ・皮膚症状(紅斑、全身性か、局所的か)
- ・血圧低下、循環虚脱の有無
- ・気管支攣縮の有無、程度、気道内圧、呼吸音など
- ・覚醒時は意識レベル、自覚症状を確認

気道確保、循環管理、アナフィラキシーショック、アレルギーの治療：原因物質除去、エピネフリンなど

鑑別診断、出血性ショック、心原性ショック、神経原性ショック、敗血症性ショックなど
肺血栓塞栓症など、心タンポナーデ、緊張性気胸、腸管膜牽引症候群など

手術の中断、中止を考慮、必要に応じ養成
ヒスタミン、トリプターゼ測定用の採血(できれば1時間以内)
ICU入室依頼、中心静脈確保の判断、挿入、PCPS(ECLS)挿入も考慮
循環呼吸管理、経過フォロー

落ち着いたら：家族へのIC(主治医相談の上)、主治医に皮膚科受診依頼(原因薬物不明時)
麻酔科セーフティマネージャー(岡野先生)に報告し、事実関係報告書の作成を相談
麻酔偶発症例入力(ORSYSの左側のタブの偶発症例から入り、各項目を入力)
原因物質の検索の相談、皮膚科受診し、血液検査、プリックテスト、皮内テストの相談
何か経過上で問題あれば、廣瀬教授の木曜日の外来コンサルトを考慮

U. 術中の様々なトラブルとエマージェンシーコール

1. ABCD アプローチ

A—airway	気管挿管は確実か、片肺挿管か。ラリンジアルマスクのズレ。喀痰で気道閉塞。喉頭痙攣の有無。
B—breathing	胸郭挙上の確認。酸素濃度は適切か。セボフルラン濃度の設定忘れ（残量は大丈夫か）。
C—circulation	輸液は過少、過剰ではないか、点滴は漏れていないか。心臓へ負担はかかっているか。血圧は適正か、脈拍は適正か。尿量は出ているか。
D—differential diagnosis	現在麻酔管理に対して課題は何かを鑑別すること。採血のガスのデータを見て過換気だ、などなど

麻酔導入の際に自発呼吸から人工呼吸へ移行するため AB が問題になることが多い。そのため日本麻酔科学会では「気道管理ガイドライン(2014)」を作成している (<http://www.anesth.or.jp/guide/index.html> を参照)。

〈豆知識〉

もし大地震が起きたら、手術台、麻酔器、麻酔カート、天井からのモニターや照明が大きく揺れ動くので注意。

停電に備えて麻酔カート横にヘッドライトがある。Ambu バッグもある。

手術室の扉を開放するには、横にある「自動ドア」スイッチは OFF にする。



2. 術中の色々なトラブルと対処法

(1) 術中に点滴が落ちにくい

点滴が落ちにくい理由としては、

「吊り下げるボトル位置が低く落差が足りない」

「点滴漏れ」

「留置針が折れ曲がったり先当たりして内腔に血栓が形成されている」、

「抗生剤入り 100cc 生食ボトル内が陰圧になっている」

「シリンジポンプからの持続薬液がボトル方向に逆流している」

などが挙げられる。このような場合には薬剤が思い通りに届いているのかわからないので、穿刺し直す必要がある。ただし、ルートを取るには清潔覆布の下にもぐりこむなど時間がかかり、安全管理が行き届かない場合があるので必ず指導医の先生の指示を仰ぐ。

(2) A ラインの波形が出なくなる

A ラインの波形が出なくなる原因として、「ラインが折れ曲がる」ことや「ラインが漏れる」などの2つのことがあるが、術中は主に前者が多い。A ラインの固定をし直す、少し引き抜くなどの方法がある。三方活栓の向きにも注意。

(3) VPC や APC がばらばらと発生する

VPC や APC などは心臓の悲鳴であり、重症不整脈の前駆症状の場合がある。

術前心電図でも認められてなく、新規に出現した場合は注意がより必要。また、T波が尖ってくることもあり、この場合は高カリウム血症などを疑う。血液ガス採血を行い、原因を分析しつつ指導医に報告。

(4) 昇圧薬を投与しても血圧、心拍数が上がらない

よく使う昇圧薬は α 作用のネオシネジン[®]、 α と β 両方に作用するエフェドリン[®]、心拍数を上げたいときはムスカリン性アセチルコリン受容体拮抗薬のアトロピン[®]使用。出血や脱水など前負荷低下により一回拍出量(SV)が低下して血圧が低下し頻脈の時は、輸液、輸血の負荷が必須。「血圧の安定は volume の安定から」という言葉は至言。対処できなければ指導医を呼ぶかエマージェンシーコール。

(5) 術途中で SpO₂ が低下した

SpO₂ が低下する原因としては

- 「血液内の酸素が本当に減少している」
- 「きちんとプローブが装着されていない」
- 「末梢循環が高度に障害されている」
- 「再使用でプローブが古くなっている」

などの可能性があるが、対処できなければ指導医を呼ぶかエマージェンシーコール。鑑別には、SpO₂ のシールを変えてみる、指を変えてみることや、動脈血ガス採血を行い、酸素化能を把握する。

(6) 尿が出ない

尿を産生には、「十分な循環血液量」、「腎血流が保たれている」、「過度な手術ストレスがない」という条件が必要。血圧が保たれているか、SVV (フロートラックセンサー)や CVP(中心静脈圧)は適切か、術前腎機能は保たれているか、手術による侵害受容刺激は十分抑制できているかなどを検討し、対応する。もちろん、導尿カテーテルがどこかでロックされている可能性もあるので術者に膀胱を押しもらったりカテーテルの角度をずらしたりして鑑別する必要もある。

(7) 血液ガス分析の結果が異常だ

ガス採血の結果が異常な場合は、呼吸管理、循環動態、酸塩基平衡、電解質代謝、糖代謝に関する知識をフル稼働して原因を考える。

アーチファクトとしてよくあるのが

- 「溶血による Na 濃度減少、K 濃度増加」
- 「EDTA 採血による血小板数減少」
- 「分析装置の問題」

〈豆知識〉

手術侵襲による侵害受容刺激反応として、レニン・アンジオテンシン系、交感神経系、視床下部・下垂体系が賦活される。Aldosterone の増加で腎尿細管のナトリウム再吸収が増加し、Norepinephrine の増加で腎血流量が減少し、Vasopression の増加で集合管の水再吸収が増加し、総じて尿量は減少する。

など。例えばもしサテライト検査室で説明できない異常値が得られたときは、Room4 横の検査室で「再検」してみる。

※血小板の測定時は原則、ヘパリン採血で行う。EDTA 採血は血小板数が減少することがある。

3. エマージェンシーコールを行うべき状況

下記の状況では、すぐに看護師さんに「エマージェンシーコールして下さい。」と助けを求める。

(1) ゆっくり SpO₂ が低下し、90 を切った際

SpO₂ はしばしば、波形を拾えない場合に低い値を示すが、そのような場合は害して急に低い値を示すが、徐々に SpO₂ が低下する場合は本当に PaO₂ が低下している場合が多くエマージェンシーコール。指導医がくるまでは100%酸素で換気。

(2) 収縮期血圧<50 mmHg の場合

術野で大量出血したことが多い。太い動脈や静脈を傷つけた場合、大量の失血が発生し、バイタルサインの破綻をきたす。指導医を呼ぶことが大切だが、血圧が見る見る下がる場合はエマージェンシーコール。

(3) カプノグラム (EtCO₂ の波形) が急に下がるかでなくなった場合

「SGA 使用中に喉頭痙攣が生じた」

「呼吸回路のどこかが外れた」

「気管チューブが抜けてしまった」

「肺塞栓症」

などの可能性がある。原因がすぐに分からないときや対処法が分からないときはエマージェンシーコール。

ただしガス分析装置がキャリブレーション中の時は波形が出なくなるので間違わないように。

(4) 心停止 cardiac arrest (Asystole、PEA、Vf) の場合

エマージェンシーコールして直ちに CPR 開始。

除細動器、ボスミン[®]、アンカロン[®]を準備。



〈豆知識〉

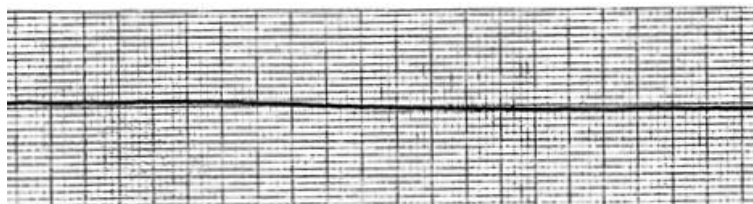
日本麻酔科学会の麻酔関連偶発症例調査(2009～2011年)によると、術前合併症、手術、麻酔すべての原因を含めると心停止発症率は10,000例中3.27例であった。

当院の手術センター(手術症例10,000件前後)での(心臓手術以外の)心停止は、年間1回～数回生じている。救命救急センターの患者や特殊な重症患者が多いことがその原因の一端であると思われる。最新のACLSやPALSの受講は役に立つ。

① 心静止 (Asystole)

心筋の電氣的活動が完全に停止した状態。

ただし心電図の電極が外れているときはパルスオキシメータの波形が出ているので間違わないように。



② 無脈性心停止 (Pulseless Electrical Activity; PEA)

心電図波形はあるが脈が触れない。原因としては以下の 6H5T がある。

Hypovolemia 低容量

Hypoxia 低酸素

Hydrogen ion (acidosis) アシドーシス

Hypothermia 低体温

Hypo/Hyperkalemia 高カリウム、低カリウム

Hypoglycemia 低血糖

Toxin 中毒 (局所麻酔薬中毒も含む)

Tamponade, cardiac (心タンポナーデ)

Tension pneumothorax (緊張性気胸)

Trauma (外傷、麻酔中では術操作)

Thrombosis (coronary or pulmonary) (心筋梗塞や肺梗塞)

③ 心室細動 (Ventricular Fibrillation; Vf) の場合

下記のような波形を見た場合もすぐにエマージェンシーコール。除細動器を準備!

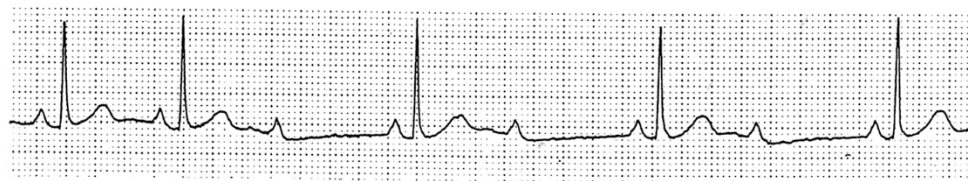
ただし電気メスによるアーチファクトと間違わないように。



(5)心停止 を来す可能性がある場合

① Mobits II 型房室ブロック (II度房室ブロック)

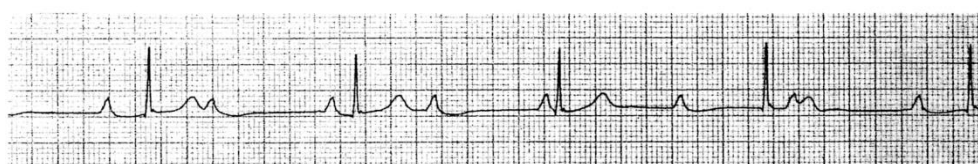
一時的ペースメーカーの適応。



② III 度房室ブロック

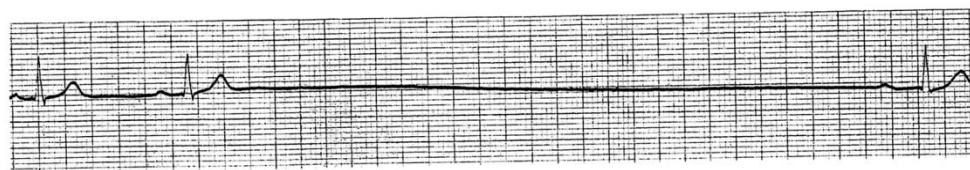
一時的ペースメーカーの適応。PP 間隔 < RR 間隔が条件。

ただし房室解離 (PP 間隔 > RR 間隔) と間違わないように。



③ 洞停止

心拍が戻らなければエマージェンシーコールして CPR 開始。



④ 発作性上室性頻拍 (Paroxysmal supra-ventricular tachycardia; PSVT)

迷走神経刺激、アデホス[®]、オノアクト[®]、ワソラン[®]、ネオシネジン[®]、シベノール[®]、サンリズム[®]などが適応。除細動器も考慮。



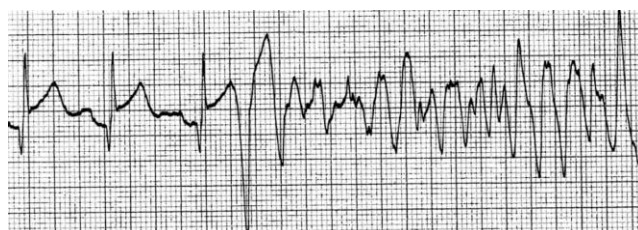
⑤ 発作性心房細動 (Atrial fibrillation; Af の rapid response) や発作性心房粗動 (Atrial flutter; AF の rapid response)

迷走神経刺激、アデホス[®]、オノアクト[®]、ワソラン[®]、シベノール[®]、サンリズム[®]などが適応。除細動器も考慮。



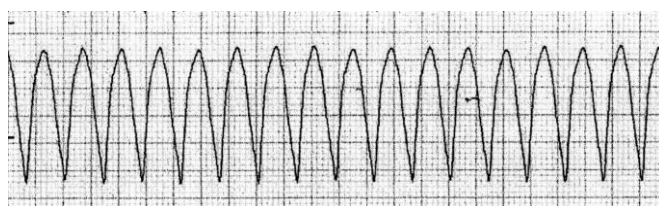
⑥ 心室性期外収縮の多発

R on T から心室細動へ移行する可能性がある。リドカイン静注用が適応。



⑦ 心室頻拍 (Ventricular tachycardia; VT)

VPC が5発以上続けばVT (5発未満はショートランという)。血圧が低ければ直ちにCPR開始し、エマージェンシーコール。アデホス[®]、アミサリン[®]、アンカロン[®]などが適応。除細動器を準備。



⑧ テント状T波 (Peaked T wave)

高カリウム血症の可能性があり直ちに血液ガス分析を行う。アシドーシス補正、グルコース-インスリン療法、塩化カルシウム[®]、ラシックス[®]、ボスミン[®]の使用を考慮。



これらの心電図波形は早急な薬剤治療や除細動が必要。VTやPSVT、AfやAFのrapid responseでは、発症直後に血圧があっても、すぐに心筋虚血に陥る可能性があるので急いで対処！

V. 装飾品等に関する対応

1. 装飾品

- ・ネックレス、指輪、ピアスなどは外す。
- ・睫毛のエクステ等は、全身麻酔中の「メパッチ®クリアSG」等の角膜保護シートに下に看護師がガーゼを入れて保護してくれる。



2. あご髭

- ・気管チューブの固定に支障が出る場合は、剃るよう説明する。

3. 義歯

- ・原則として義歯は外す。
- ・ただし孤立歯の保護に義歯の装着がきわめて有効な症例では、歯科口腔外科より「義歯を装着したままがよい」と提案していただけるので、それに従う。手術室入室後でも麻酔科医が義歯を外す方がよいと判断したときは、義歯は外す。

W. 麻酔科研修開始シミュレーション

		麻酔導入	マスク換気	維持	終了30分前	終了間際	手術終了	抜管
プロポフォール	投与量(mg/kg)		1~2					
アルチバ® (レミフェンタニル)	投与量(μg/kg/min)		0.1~0.3	0.2~0.3	漸減から中止			
	効果部位濃度(ng/ml)		2~4					0
フェンタニル	投与量(μg/kg)		2~4	手術終了時の効果部位濃度を目標*	1~2			
	効果部位濃度(ng/ml)			1~2	1.5	約1*		
エスラックス® (ロクロニウム)	投与量(mg/kg)		0.6~0.9	必要に応じて				ブリディオ®
	効果部位濃度			1.5		0		2~4mg/kg
スープレ® (デスフルラン)	気化器ダイヤル	MAC 6%	3%から開始し2~3呼吸毎に0.5~1%づつ濃度を上げ4~5%にする	必要に応じて				レントゲン撮影後OFF
	Et des			4.5% (BIS使用)				0
セボフルラン吸入麻酔液「ニココー」® (セボフルラン)	気化器ダイヤル	MAC 1.7%	VIMA 5~8%で吸入 緩徐導入 徐々にあげる					漸減してOFF
	Et sev				約1.5%目標			0
新鮮ガス流量(L/分) (空気+酸素)		6	6		2から3			6から10

*高齢者では麻薬の目標血中濃度(麻酔記録上の予測値)を患者ごとに調節する

X. 消火栓と消火器の設置場所

消火栓(マーク)、消火器の位置



消火器は扉の奥



知らない
とあわてる！
扉を開けて
初めて格納
されている
消火器が
見える！



※火災報知機は消火栓の上に配置

2,3番の共通扉と4番の間の消火栓



消火栓の使い方(扉の裏に記載)

1. ノズルを取り出す(引き出す)
2. バルブ(赤)を回す(反時計)
3. ノズル先端のレバーをストップ(十時)から開放方向にする

Y. 医療ガスの取り扱い

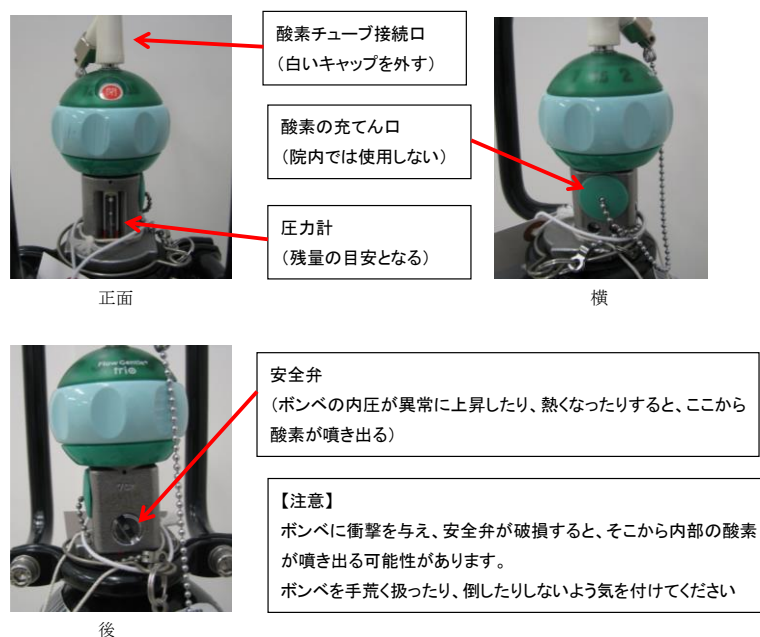
「医療ガスの取り扱い事故防止スタンダードマニュアル（臨床工学室 木村政義）」より抜粋

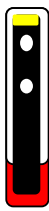
1. ボンベの色とホースの色の違い

酸素ボンベと炭酸ガスボンベの取り違い事故の要因の1つに、酸素ボンベの色が「黒」で炭酸ガスボンベの色は「緑」であるのに対して、酸素の医療配管は「緑」であることが、緑色の炭酸ガスボンベを酸素ガスボンベと間違える要因となっていると言われる。

ガスの種類	ボンベの色 (高压ガス保安法)	医療ガス配管の色 (JIS規格)
酸素	黒	緑
炭酸ガス	緑	橙
空気	ねずみ色	黄
窒素	ねずみ色	灰色
笑気	ねずみ色	青
吸引	—	黒

2. 流量計付き酸素ボンベ



黄色 リング 位置			
表示リング 位置	黄色のリングが 頂点にある。	黄色のリングが下の 白丸に掛かっている。	黄色のリングが半分以上 が赤ゾーンに入っている。
残容量	414L	251L	51L
1L/min	約331分	約200分	約40分
2L/min	約166分	約100分	約20分
4L/min	約83分	約50分	約10分
6L/min	約55分	約33分	約7分
10L/min	約33分	約20分	約4分

3. ヨーク式酸素ポンベの使用法

このタイプの酸素ポンベは麻酔器の後面に接続されており、災害時など壁などにあるアウトレットからの酸素供給が停止した場合の緊急時に使用する。

パラパック人工呼吸器を使用するときもヨーク式を用いる。



1) レギュレーター取り付け方法

- ① レギュレーターのガイドピンをポンベのガイドピンホールに合わせて取り付け、レギュレーターの取り付けネジを締め付けていく
- ② ポンベをゆっくりと開栓して、漏れる音がしないか確認する
- ③ 一旦、栓を閉めて、圧力計（麻酔器の全面）の針が下がってこないことを確認する（下がる場合は漏れがある）



2) 漏れがある時の対応方法

- ✓ パッキンが紛失していないか確認する
- ✓ パッキンが傷ついている場合は、新たなパッキンに交換する

予備のパッキンが必要な時は、ME 機器管理室に請求する

3) ヨーク式酸素ポンベの残量確認方法

①酸素ポンベ満タン時の使用可能時間

	500ml・15 回	500ml・20 回	800ml・15 回	800ml・20 回
酸素濃度 100%	約 44 分	約 33 分	約 28 分	約 21 分
酸素濃度 45%	約 132 分	約 99 分	約 84 分	約 63 分

※ ポンベにより充てん量が若干異なるため、規定ポンベ充てん量の80%を使用できるとして計算

②酸素濃度 100%設定時の使用可能時間計算方法

ポンベ残量 (L) = 圧力計の表示 (単位 MPa) × ポンベ容量 3.5 × 単位補正 10 × 安全係数 0.8

分時換気量 (L/min) = 1 回換気量設定 × 呼吸回数設定

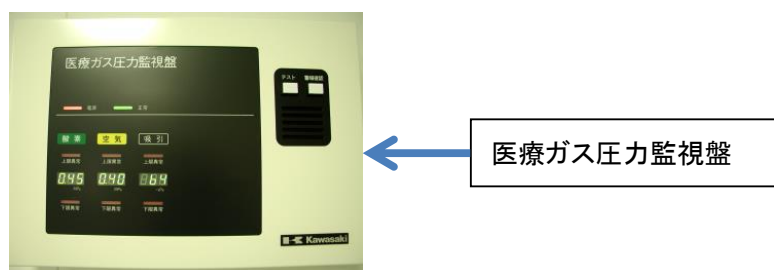
使用可能時間 (min) = ポンベ残量 ÷ 分時換気量

4. 異常時の対応法

1) 配管の酸素の供給に異常が生じた場合

◎発見ポイント

- ✓ ナースステーション等に設置されている医療ガス圧力監視盤の酸素の警報が 作動した
- ✓ 人工呼吸器や麻酔器の「ガス供給圧アラーム」が作動した



◎対処方法

- ✓ 人工呼吸器を使用している患者
 - 部署に設置している酸素ポンベを使用したバックバルブマスク (アンビュー
 - バック) 換気に切り替える
 - 臨床工学部 (TEL5292 IP45701) に連絡する
 - ◇ 人工呼吸器用酸素ポンベの手配を依頼

- ✓ 酸素療法を行っている患者
 - 部署に設置している酸素ボンベに切り替える

2) 吸引の圧力が低下（停止）した場合

◎起こりやすい状況

- ✓ 汚物が配管まで吸い込まれた場合（1つの配管のみ圧力低下）
- ✓ 停電時や断水時（全ての配管が圧力低下）

◎対処方法

- ✓ 1つの配管のみの場合は他の配管で対応し、施設課（tel：6539）に修理を依頼する
- ✓ 全ての配管圧力が低下した場合（ガス供給圧力警報の吸引が作動した場合は、状況を施設課（tel：6539）に報告する。代替え機として電気吸引器や足踏み吸引器を準備する。
 - 部署にない場合は、ME 機器管理室に準備を依頼する

3) アウトレット（配管端末器）またはボンベから医療ガスが噴出した場合

◎対処方法

- ① 患者に対する処置：人工呼吸器使用中のときは部署に設置している酸素ボンベを使用したバックバルブマスク（アンビューバック）換気に切り替える。酸素療法を行っている場合は酸素ボンベからの供給に切り替える。
- ② まわりで火気の使用を中止する
- ③ まわりから可燃物を取り除く
- ④ 窓、戸を開放して酸素ガスを戸外に放出する
- ⑤ 施設整備課（tel：6539）及び臨床工学部（tel：5292）へ連絡する

第2部 麻酔科学 総論

A. 術前評価

麻酔による主な合併症は以下のものがある。これらの合併症を減らすことは術後早期回復に繋がるため、術前評価は重要である。

問診票などを用いて、既往歴、処方されている薬剤、アレルギー、手術歴などについて確認する。

麻酔中の主な合併症(偶発症)

1. 気管挿管・喉頭マスクに伴うもの：鼻・咽頭痛、嘔声、歯牙損傷、喉頭浮腫、喉頭痙攣など
2. 呼吸器系：無気肺、肺炎、肺水腫、気胸、肺塞栓、肺出血、呼吸不全など
3. 循環器系：高血圧、低血圧、頻脈、徐脈、不整脈、心筋梗塞・虚血、心不全、心停止など
4. 神経系：脳血管障害(脳出血、脳梗塞)、痙攣、覚醒遅延、せん妄、末梢神経損傷、失明など
5. 消化器系：肝機能障害、悪心・嘔吐、しゃっくりなど
6. 腎：腎機能障害、急性腎不全など
7. その他：アレルギー性ショック、術中覚醒、ふるえ、体温上昇(悪性高熱)など
8. 局所麻酔に伴うもの：低血圧、徐脈、悪心・嘔吐、呼吸抑制、神経損傷、局麻薬中毒、
脊髄麻酔後頭痛、アレルギー性ショックなど

1. 困難気道の予測

麻酔導入時の困難気道には、フェイスマスク換気困難(5%)、直視型喉頭鏡による喉頭展開困難(5.8%)、マスク換気も直視による喉頭展開も困難(0.4%)、マスク換気不能(0.15%)がある(日本麻酔科学会気道管理ガイドライン 2014 より)。最も避けなければならない CVCI(cannot ventilate cannot intubate)は 0.02% 以下と非常にまれであるが、CVCI を避けるために術前の気道評価が重要。

【術前に評価すべき 12 の危険因子

- | | |
|-------------------------------|-----------------|
| ① マランパチ III or IV | ⑦ 46 歳以上 |
| ② 頸部放射線照射後、頸部腫瘍 | ⑧ アゴひげの存在 |
| ③ 男性 | ⑨ 太い首 |
| ④ 短い甲状オトガイ間距離 | ⑩ 睡眠時無呼吸の診断 |
| ⑤ 歯牙の存在 | ⑪ 頸椎の不安定性や可動性低下 |
| ⑥ BMI 30 kg/m ² 以上 | ⑫ 下顎の前方移動制限 |

上記 12 の危険因子のうち 7 つ以上あると、マスク換気も直視による喉頭展開も困難になる可能性は 3.31% (日本麻酔科学会気道管理ガイドライン 2014 より)。「第2部 困難気道の対応」を参照。

〈豆知識〉

睡眠時無呼吸症候群 (sleep apnea syndrome; SAS) とは、一晩 (7 時間) の睡眠中に 30 回以上の無呼吸 (10 秒以上の呼吸気流の停止) があり、そのいくつかは non-REM 期に出現するものをいう。1 時間あたりでは無呼吸回数が 5 回以上のものをいう。

1 時間あたりの無呼吸と低呼吸の合計回数を無呼吸低呼吸指数 (Apnea Hypopnea Index; AHI) といい、 $AHI \geq 30$ は重症。

小児の SAS の評価には、睡眠中のパルスオキシメータを用いた McGill Oxymetry Score がある。

【その他に注意すべきこと】

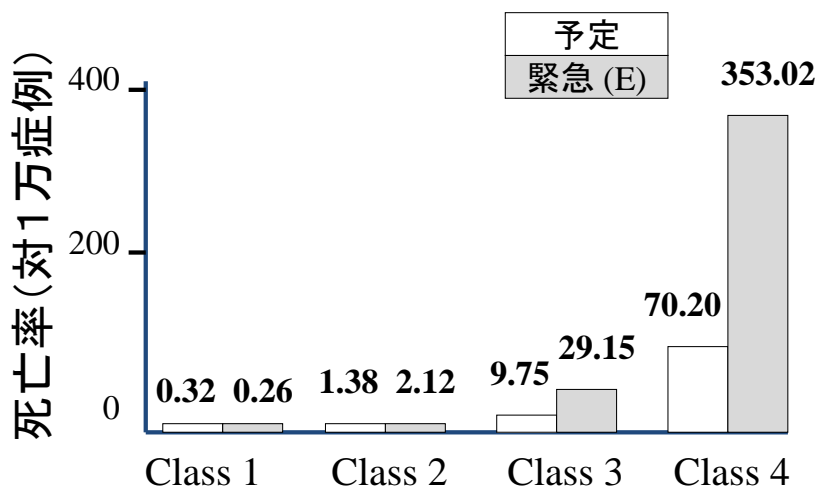
- ・以前の麻酔で挿管困難や換気困難の既往がないか確認する。
- ・頭頸部手術では CT や MRI で気道に異常がないか確認する。
- ・アゴひげで気管チューブをテープで固定しにくいときは剃ってもらう。
- ・動揺歯はあるときは歯科口腔外科で処置してもらう。

2. ASA-PS (American Society of Anesthesiologists – Physical Status) 分類

ASA-PS 分類とはアメリカ麻酔科学会における全身状態の分類である。

ASA-PS 分類 (E は「Emergency」緊急手術で 2E、3E などと記述)	
Class 1	手術対象となる疾患以外に、全身的に疾患がない。手術対象の疾患は局所的で、全身障害を起こさない。
Class 2	軽度ないし中等度の全身疾患を有する。
Class 3	重篤の全身疾患を有する。
Class 4	重篤な全身疾患を有して、生命の危険な状態。
Class 5	瀕死の状態で、生存の可能性は低いが一か八かの手術を受ける。
Class 6	脳死ドナーの患者。

全身状態(ASA-PS)が悪くなるほど、緊急手術ほど手術や麻酔による心停止発症率や死亡率は増加する。



3. 心疾患をもつ患者

心疾患の発症時期と部位、PCI (percutaneous cardiac intervention) や CABG (cardiac artery bypass graft) の治療歴、現在のニューヨーク心臓協会 (New York Heart Association; NYHA) 分類を確認する。検査所見、理学所見、診察所見から手術に耐えることが可能か否か評価する(「非心臓手術における合併心疾患の評価と管理に関するガイドライン」を参照)。

(1) NYHA 分類： “心疾患がある患者” の心機能分類である。

NYHA 分類	
NYHA I 度	心疾患があるが症状はなく、通常の日常生活は制限されないもの。
NYHA II 度	心疾患患者で日常生活が軽度から中等度に制限されるもの。安静時には無症状だが、普通の行動で疲労・動悸・呼吸困難・狭心痛を生じる。
NYHA III 度	心疾患患者で日常生活が高度に制限されるもの。安静時は無症状だが、平地の歩行や日常生活以下の労作によっても症状が生じる。
NYHA IV 度	心疾患患者で非常に軽度の活動でも何らかの症状を生ずる。安静時においても心不全・狭心症症状を生ずることもある。

(2)心電図所見： HR、ST-T 変化、異常 Q 波、軸偏位、Af・APC・VPC、脚ブロック、房室ブロックなどの不整脈、LVH など)

2 枝ブロックや 3 枝ブロックでは完全房室ブロックに移行することがあり注意が必要。2 枝ブロックのうち完全右脚ブロック+左脚後枝ブロックは予後が悪い。

2 枝ブロック： 完全右脚ブロック+左脚後枝ブロック (右軸偏位 90~180°)
完全右脚ブロック+左脚前枝ブロック (左軸偏位-45~-90°)

3 枝ブロック： 2 枝ブロック+PQ 延長 (1 度房室ブロック)
完全左脚ブロック+ PQ 延長 (1 度房室ブロック) など

(3)胸部 Xp: 心拡大、肺うっ血像の有無確認

(4)心エコー検査所見：

i.) Ao,LA,LV 各部位の拡大、弁狭窄、弁逆流、肺高血圧、シャント、血栓、心嚢水など

- AoD (大動脈径) 35mm 以上で大動脈の拡大
- LAD (左房径) 42mm 以上で左房拡大
- LVDd (左室拡張末期径) 55mm 以上で左室拡大
- LVDs (左室収縮末期径)
- IVS (心室中隔厚) 8mm から 12mm が正常範囲
- PW (心室後壁厚) 8mm から 12mm が正常範囲
- IVC (下大静脈径) 23mm 以上 呼吸性変動 (正常は吸気)

時に 40~100%の減少を認めるが右房負荷時は 40%以下しか認めない。)

- 弁膜症の測定値、心嚢水の貯留、心臓内血栓

ii) 収縮能の評価

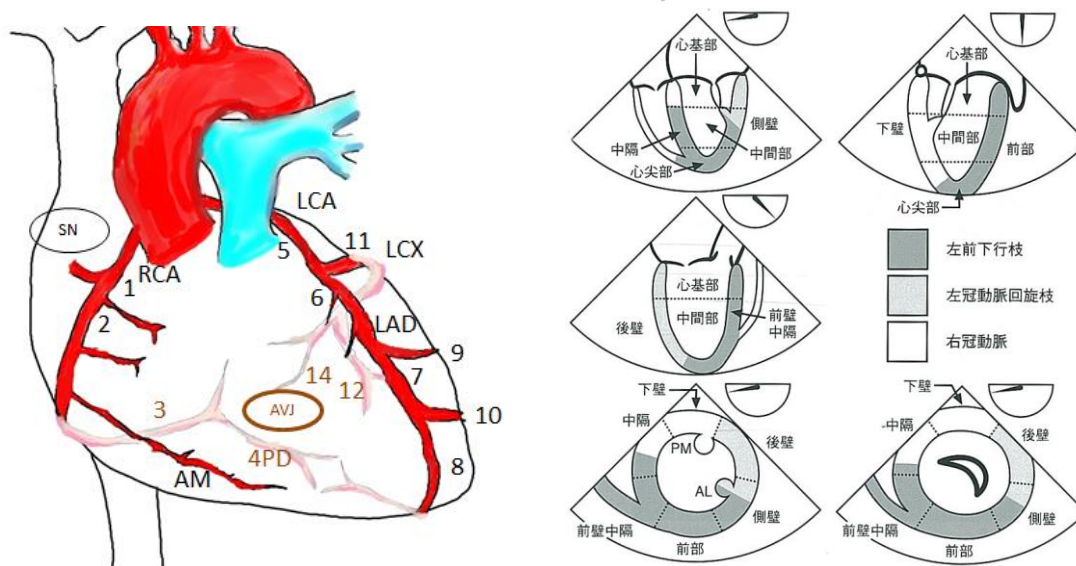
- FS (左室内径短縮率) 28%以上が正常
- EF (左室駆出率) 55~80%が正常範囲

iii) 拡張能の評価

- E/A: 正常型 E/A=1~2, DcT=160~240 msec
弛緩障害型 E/A<1, DcT>240 msec
偽正常型 E/A=1~2, DcT=160~240 msec
拘束型 E/A>2, DcT<160 msec
(DcT とは E 波の減速時間 deceleration time)
- E/e' : 正常は 8 以下

iv) 壁運動異常 : hypokinesia, segmental wall motion abnormality (SWMA), regional wall motion abnormality (RWMA)

(5)心臓カテーテル検査や coronary CT の検査所見 : 100%狭窄は既に完全閉塞している状態。90%や 99%狭窄はその後、虚血や完全狭窄に移行する可能性がある。



AM; acute marginal branch (鋭縁枝)、LAD; left anterior descending (左前下行枝)、LCA; left coronary artery (左冠動脈)、LCX; left circumflex (左冠動脈回旋枝)、RCA; right coronary artery (右冠動脈)、4PD (後下行枝)

(上右図は経食道心エコー図における冠動脈還流域を示した図:「実践周術期経食道心エコーマニュアル エルゼビアジャパン 2006」参照)

ときは7日間休薬する。PCI後や血栓塞栓症の予防でバイアスピリンを服用しているときは5日間休薬して硬膜外麻酔、脊髄くも膜下麻酔を施行する。(抗血栓療法中の区域麻酔・神経ブロックガイドライン2016参照)

iii) 抗血栓薬の凝固能検査への影響と休薬期

⇒個々の薬剤は、「第6部 指導する麻酔科医のために. 3. 手術前に休薬を要する薬剤」を参照すること。

薬剤	凝固能検査への影響		休薬後に止血機能が正常化するまでの期間
	PT	APTT	
ヘパリン静脈内投与	↑	↑↑↑	4-6時間
ヘパリン皮下投与	—	↑	4-6時間
低分子ヘパリン、エノキサパリン (クレキサン®)	—	—	12-24時間
ワーファリン	↑↑↑	↑	4-6日
ダビガトラン (プラザキサ®)	↑	↑↑	4-7日
Xa阻害薬 リバーロキサバン (イグザレルト®) アピキサパン (エリキュース®) エドキサパン (リクシアナ®)	↑	↑	24時間 24時間 24時間
抗血小板薬 アスピリン アスピリン以外のNSAIDs チクロピジン、クロピドグレル、プラスグレル 血小板糖蛋白 IIb / IIIa 阻害薬	—	—	5-8日 1-3日 5-14日 8-48時間
血栓溶解薬 (組織型プラスミノゲン・アクチベーター)	↑	↑↑	24-36時間

(7) 「非心臓手術における合併心疾患の評価と管理に関するガイドライン2014」

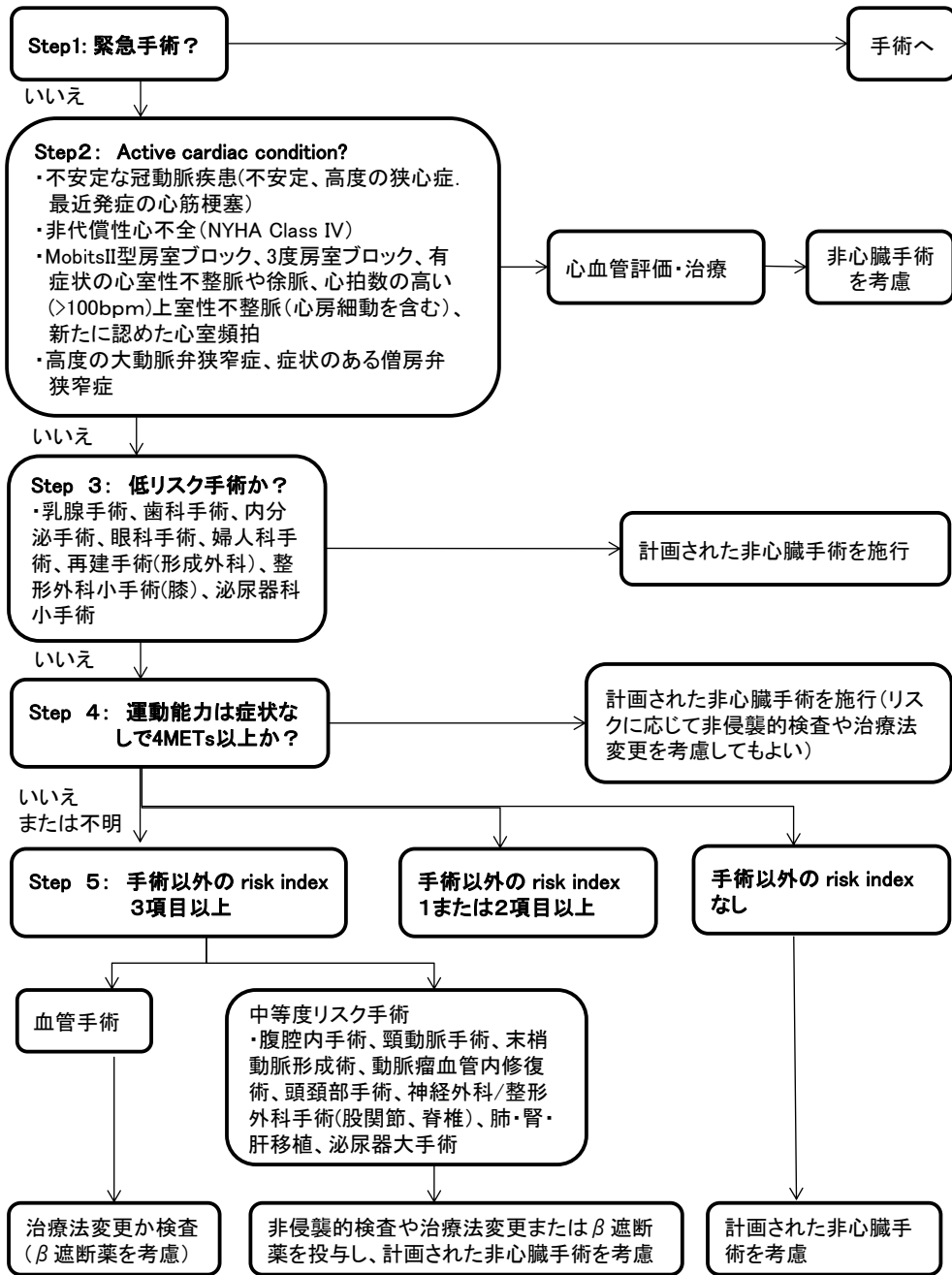
i) 50歳以上の非心臓手術を受ける患者が対象である。

ii) このガイドラインの骨子は、RCRI (revised cardiac index)と4METs以上の運動耐用能である。

iii) 4METsの活動は、「速歩(平地、95~100m/分程度)、水中運動、水中で柔軟体操、卓球、庭掃除、階段をあげる、洗濯物を干す」などである。

iv) RCRIは以下の6因子からなる。

- ① 虚血性心疾患 (急性心筋梗塞の既往、運動負荷試験で陽性、虚血によると考えられる胸痛の存在、亜硝酸薬の使用、異常Q波)
- ② 心不全の既往
- ③ 脳血管障害 (一過性脳虚血、脳梗塞) の既往
- ④ インスリンが必要な糖尿病
- ⑤ 腎機能障害 (Cr>2.0mg/dL)
- ⑥ 高リスク手術(血管手術)の6因子である。



〈豆知識〉

RCRI (revised cardiac risk index) の6つの因子のうち3つ以上あると術後30日までの心血管障害による死亡率が3.6% (Odds比=11.0)になる。オランダの1991-2000年までの108593例の非心臓手術の後向き研究で明らかとなった (Am J Med 2005; 118: 1134-41)。

またRCRIのリスク因子が3つ以上ある場合、術前にβブロッカーを使用すると術後死亡率が低下する (Odds比=0.58) ことも報告されている (N Eng J Med 2005; 353: 349-61)。

(8) 植込み式ペースメーカー、植込み型除細動器 (implantable cardioverter defibrillator; ICD)、心臓再同期療法 (cardiac resynchronization therapy; CRT)

ペースメーカー、ICD、CRTの適応となった原疾患を確認する

i) 植込み式ペースメーカー

- ペースメーカーの種類や作用モードは必ず確認。術前にどの程度ペースメーカーに依存しているかや、手術で使用する機器等により術中のペーシングモードを決定する。洞不全症候群等 (SSS) で完全ペースメーカー依存ならば、電気メスの干渉でペースメーカーが抑制されない様に AOO または VOO ペーシングとするが、AOO や VOO ペーシングにすると R on T 等を招くた

め、自己レートで循環が保たれペースメーカーにほとんど依存がなければ、術前のペーシングモード（多くはDDD、VVI など）を維持する。

- ・手術途中でモードを変更できるように手術中はペースメーカーの業者にオペ室内で控えてもらうか臨床工学士に連絡の付く状態にする。モード変更だけなら当院の臨床工学士が対応可能。原則として手術前後は臨床工学士立会い。
- ・心電図モニターはペーシングモードにする。「心電図の画面をタッチ」→「設定」→「ペーシングモード」をONにする
- ・パルスオキシメーターかAラインの波形で心筋が収縮していることが確認できるようにしておく。
- ・電気メスはモノポーラよりバイポーラの方がペースメーカー異常を来しにくいので、できればバイポーラを使用する。
- ・モノポーラの電気メスを使用する時は、対極板と電気メスの間にペースメーカーシステムが交叉しないようにする。
下肢や下腹部の手術は影響を受けない。
頭頸部手術では対極板は肩に貼る。
胸部や腋窩の手術では、対極板は術野と同側の前腕にドレーピングして貼る。
- ・マグネットをペースメーカー上に置くと固定モードになる（固定レートマグネットモード）。

【ペースメーカーがオーバーセンシングを来す可能性がある手技】

- ・電気けいれん療法
- ・体外衝撃波結石破碎(extracorporeal shock wave lithotripsy; ESWL)
- ・TUR や子宮鏡手術でモノポーラのレゼクトスコープを使用する時
- ・神経刺激装置の使用
- ・スキサメトニウムによる fasciculation

ii) ICD

- ・VF/VT の検出機能を OFF にする。体外式除細動パッドを貼っておく。

(9) 心臓手術の術前患者リスク評価

日本人における心臓手術の術前患者リスク評価法は確立していない。米国胸部外科学会によるウェブ上で公開されている「Online STS risk calculator」(<http://riskcalc.sts.org/STSWebRiskCalc273/>)を用いる。

4. 呼吸器疾患をもつ患者

術前診察では以下の点に注目する。

- ① 呼吸機能検査：%VC 低下では→間質性肺炎、肺線維症、肺手術の既往、肺結核の既往を疑う。一秒率 FEV1.0 の低下→喫煙者、肺気腫、喘息を疑う
- ② 理学・問診所見：喀痰量、咳の有無
- ③ 胸部 Xp：肺野異常影、気管や気管支の偏移、胸水、心拡大、肺動脈陰影の拡大、気胸の有無
- ④ 心電図や心エコー：心電図で右房負荷、右軸偏位、RVH、右脚ブロック。心エコーで肺高血圧症の有無など。
- ⑤ その他：動脈血液ガス結果、術前の酸素吸入の有無、SpO₂ 値 (room air)

〈豆知識〉

修正Borgスケール

0	感じない
0.5	非常に弱い
1	やや弱い
2	弱い
3	
4	多少強い
5	強い
6	
7	とても強い
8	
9	
10	非常に強い

(1)術前の評価

i) Hugh-Jones 分類を用いる (修正 Borg スケールも用いられる)

Hugh-Jones 分類は、“慢性閉塞性肺疾患患者の呼吸困難”について Fletcher C(1952)が提唱したものである。

Hugh-Jones 分類

I 度	同年齢の健康者と同様の労作ができ、歩行、階段昇降も健康者なみにできる。
II 度	同年齢の健康者と同様に歩行できるが、坂道・階段は健康者並には出来ない。
III 度	平地でも健康者並に歩けないが、自分のペースなら 1 マイル (1.6km) 以上歩ける。
IV 度	休み休みでなければ 50m 以上歩けない。
V 度	会話・着替えにも息切れがする。息切れの為外出できない

ii) 喫煙

(「周術期禁煙ガイドライン 2015 日本麻酔科学会」参照)

喫煙者は術中に喀痰量が多く、術後の創部感染、肺合併症、脳神経合併症、骨癒合障害が多い。

禁煙期間は術前 4 週間以上前から行うのが理想的であるが、短い禁煙期間でもよいので術前のいつから禁煙を始めてもよい。

禁煙期間を長くするために手術を延期する必要はない。

(2)手術室入室後の評価

手術室入室後、空気呼吸下で SpO₂ をパルスオキシメータで確認する。92 % 未満の時は鎮静薬を服用していないかどうか確認する。深呼吸しても SpO₂ 値が改善しないときは動脈血ガス分析を行う。空気呼吸下で PaO₂<60 mmHg のと

〈豆知識〉

前日の血管造影後の止血に伴う肺血栓塞栓症や、大腿骨骨折による脂肪塞栓などが原因で、手術室入室後に空気呼吸で SpO₂ を測定すると 80%台のことがあった。もし手術室に入室してすぐに 100%酸素で酸素化を行ってしまうと、この異常を見逃す可能性がある。

手術室入室後はすぐに酸素化しないで、まずは空気呼吸下で SpO₂ を確認することが大切である。

きは呼吸不全を疑う。

NYHA 心機能分類で身体活動が軽度に制約されるクラスⅡ以上の肺高血圧症、閉塞性睡眠時無呼吸、低アルブミン血症(<3.5 g/dL)などは非心臓手術における術後肺合併症のリスク因子である。

5. 腎機能障害・腎不全患者

(1) 軽度腎機能障害患者

軽度腎機能患者では周術期管理により腎機能低下を増悪させないように留意する。水分管理、電解質管理など主軸は前述の末期腎不全患者に準じる。

(2) 透析患者

以下の点について確認する。

(ア) 病歴

- ・腎不全の原因(糖尿病その他の原因)
- ・透析歴(腹膜透析(CAPD)の有無、血液透析導入の時期)

(イ) 透析療法の詳細

- ・ブラッドアクセス*(シャント)の部位(シャント再建歴がある場合は、過去のシャント部位)
- ・dry weight(透析後の標準体重)および一回あたりの除水量(透析間隔が1日及び2日の場合各々)
- ・透析前後のK値, 透析中の血圧変動
- ・自尿の有無と一日尿量、術前最終透析予定日、術後透析予定日
- ・利尿薬を内服しているか

③ 合併症

- ・高血圧
- ・電解質異常(K, Ca)
- ・貧血
- ・心肥大および冠動脈疾患(胸部レ線撮影が透析の前か後かにより、心胸郭比は大きく変わる)
- ・輸血歴

6. 肝機能障害患者

(1) 肝機能障害がある場合は、全身の多くの代謝機能や排泄機能、耐糖能が低下する。

(2) 以下の項目を確認: 肝臓原疾患(B, C型、アルコール性肝炎など)、Child-Pugh分類(「第1部 全身麻酔の終了」参照)、肝硬変(腹水、肝性脳症、血小板低下、凝固異常、低アルブミン血症)や食道静脈瘤(胃管は基本的に禁忌)の有無、輸血歴、準備血液(RCC, FFP, PC)の有無、アルブミンの必要性。

(3) 凝固異常(PT-INR>1.5)または血小板異常(血小板数 $8 \times 10^4/\mu\text{l}$ 未満)では

硬膜外麻酔は禁忌。

- (4) 凝固異常 (PT-INR>1.5) または血小板異常 (血小板数 $5 \times 10^4/\mu\text{l}$ 未満) では脊髄くも膜下麻酔は禁忌。
- (5) 肝代謝の薬の使用量について注意する。セボフルラン、デスフルラン、レミフェンタニルの薬物代謝は影響を受けないが、ロクロニウム、プロポフォールは効果が遷延する。
- (6) 術中出血傾向があれば術者と相談し FFP、PC を投与。必要に応じ TP 測定 (Alb 低下の目安とする) し 25%アルブミン投与を考慮。耐糖能の異常により高血糖にも注意。

7. 2型糖尿病患者

- (1) 食事・運動療法のみの場合や、腎障害があり透析寸前の方もいる。また動脈硬化の影響で冠血管や、脳血管に異常を持つ場合も多く、注意が必要。特に、糖尿病性神経障害では自律神経障害による血圧の変動や体温低下を来しやすい。また糖尿病性腎症による腎機能不全は手術ストレスにより顕在化することがある。綿密な術前診察でリスクを予想することが大切。
- (2) 術前血糖コントロールが良好か、HbA1c 値、尿糖、尿ケトン体、血糖値の変化、失神の既往も重要。糖尿病合併症 (網膜症、腎症、神経症、心血管障害など) の有無について術前に把握。インスリン抵抗性の程度を把握する。
- (3) 手術当日は絶食のため経口血糖降下薬、インスリンはすべて中止。病棟出棟時に血糖値を測定している。
- (4) 持効型インスリンのトレシーバ注[®]の効果は 48 時間に及ぶため、術前にトレシーバを使用している患者では、術中までインスリンの効果が持続していることを念頭に置いて管理しなければならない。
- (5) 糖尿病性腎症病期分類

病期	尿アルブミン値 (mg/gCr) あるいは尿蛋白値 (g/gCr)	GFR (eGFR) (ml/分/1.73m ²)
第1期 (腎症前期)	正常アルブミン尿 (30 未満)	30以上
第2期 (早期腎症期)	微量アルブミン尿 (30~299)	30 以上
第3期 (顕性腎症期)	顕性アルブミン尿 (300 以上) あるいは持続性蛋白尿 (0.5以上)	30 以上
第4期 (腎不全期)	問わない	30 未満
第5期 (透析療法期)	透析療法中	

8. 意識障害

Glasgow Coma Scale (GCS) または Japan Come Scale (JCS)を用いる。

Glasgow Coma Scale (GCS)		
E. 開眼	V. 言語性反応	M. 運動反応
4. 自発的	5. 見当識あり	6. 命令に従う
3. 呼びかけによ り	4. 錯乱状態(confused)	5. 払いのける
2. 痛み刺激によ り	3. 不適當	4. 逃避的屈曲
1. なし	2. 理解不明	3. 異常な屈曲
	1. なし	2. 伸展する
	(T. 気管挿管中)	1. なし
合計点が 3-4 は昏睡		

9. アレルギー

(1)薬剤

- ① アスピリン喘息があるときはフルルビプロフェン（ロピオン®）は使用しない。アセトアミノフェンも NSAIDs ではないが、呼吸機能を低下させる報告があるため使用しない。
- ② 局所麻酔薬にアレルギーがあると言われたことはないか、以前、局所麻酔を受けた時に異常がなかったか聴取する。
- ③ アルコール綿で皮膚発赤を来す場合は、アルコールによる直接作用によるものでアレルギーではない。この場合は非アルコール性消毒綿を使用する。

(2)飲食物

- ① 果物とラテックスに交叉反応を来すことがあり（ラテックスフルーツ症候群）、特に交叉反応性が高いと言われるアボカド、バナナ、キウイ、栗、トマト、ジャガイモにアレルギーがないか確認する。その他の果物についても確認する。輪ゴムやゴム風船で発疹などを生じたことがないか、ラテックスアレルギーはないか聴取する。
- ② 卵や大豆にアレルギーがあるときは、プロポフォル、フルルビプロフェンは使用しない。

〈豆知識〉

歯科治療で局所麻酔により気分不良などの症状が出た場合に、局所麻酔薬アレルギーであると説明を受けている患者がいる。

頭頸部の局所麻酔で局所麻酔薬が少量でも血管内に注入されると、中枢神経系の濃度が上昇しやすく局所麻酔薬中毒を来す。ほとんどの場合、アレルギーではないので注意。必要であれば皮内テストで確認する。

10. 術後悪心嘔吐の予測

術後悪心嘔吐 (post-operative nausea and vomiting; PONV) のリスク因子は、女性、非喫煙者、乗り物酔いしやすい、吸入麻酔薬や亜酸化窒素（笑気）の使用、術中術後のオピオイドの使用、長時間手術、手術手技（腹腔鏡手術、

〈豆知識〉

手首の付け根から指2～3本分中枢側で2本の腱の間の所を「内関(Neiguan)」またはP6という。悪心嘔吐のツボ。

筋弛緩モニター(TOF Watch)の電極を用いて1 Hzで術中を通して刺激し続けると腹腔鏡手術を受けた女性のPONVを61%から45%に減少させたとの報告がある。

市販のシーバンド®を用いる報告ではPONVを抑制しなかったとの報告もある。



頭頸部手術、乳房手術、斜視手術、開腹手術、形成外科手術) である。

PONV 予防を目的に、麻酔導入時にデキサメタゾンおよびドロペリドール (75 歳以上や QT 延長の場合は使用しない) を静脈内投与する。

1 1. ステロイド長期使用患者

免疫異常疾患の患者 (クッシング症候群、リウマチ、潰瘍性大腸炎など) 等のステロイド長期使用患者は、二次性副腎皮質機能低下症の状態となっており、コルチコステロイドを生体内で産生せずに外部からの依存状態となる。ゆえに、術中にステロイドを補充し、手術ストレスに対する防護が必要。これを「ステロイドカバー」という。

術前診察において、原因疾患、ステロイド内服の用量、期間を確認。手術当日の朝のステロイドは通常量を通常通り服薬。術中ステロイドカバーの必要性につき麻酔科上級医に相談。

また、ステロイド長期服用患者においては、原疾患の持つ特性 (リウマチ患者における頸部後屈困難など) だけでなくステロイド長期服用に伴う合併症 (DM、血管障害) の有無を把握。

ステロイド長期服用患者は、末梢血管が非常に脆くなっていることが多いために点滴が漏れやすいので入念にチェック。 Loss of Resistance 法で硬膜外穿刺を行うときも針を刺入するときの感覚が通常と異なるので注意。

【コラム】ステロイドカバーは本当に必要か？

- ・副腎はコルチゾールを 116～185mg/日分泌する。最大ストレス下では 200～500mg/日分泌する。
- ・1 年以内にステロイドを服用した患者は、ストレス時のコルチゾール分泌が抑制される。ステロイドを外用で使用しても抑制される。
- ・ステロイド長期使用患者で、周術期にステロイドカバーをしないと副腎不全 (脱水、高カリウム血症、低ナトリウム血症) を来し、死亡することがある。しかしステロイドカバーを行った場合と行わなかった場合で、術後合併症に差はないとする報告は多い。
- ・頻度は低い副腎クリーゼを起こすリスクと、副作用のないステロイドカバーを行う利点を考えると、ステロイドカバーは行う方がよいとする考えが多い。
- ・ただし使用するステロイド投与量は不明である。
- ・以上より、一般的に体重 70kg の患者にヒドロコルチゾン (ハイドロコートン®) を 200mg/日投与する。小手術では 100mg/日を投与する。

Miller' s Anesthesia 第 8 版 p1168-1170

12. 局所麻酔に関する評価

(1) 局所麻酔で何らかの異常を来した既往のある場合

その時の状況を詳細に聴取し、可能であれば過去の記録を調べる。異常を来した原因を下記①～④を参考にして判断する（「小外科手術のための局所麻酔」克誠堂出版 参照）。

① 局所麻酔薬中毒

局所麻酔薬の投与量が過量になり血中濃度が上昇すると、中枢神経毒性や心毒性が出現する。頭頸部への局所麻酔では、少量が血管内に注入されただけで中枢神経毒性を生じるため、アレルギーと混同されることがある。血漿タンパク質濃度の低い患者や低栄養状態の患者では、タンパク結合率の高い局所麻酔薬（ブピバカイン、ロピバカイン、レボブピバカイン）の血中濃度が高くなりやすく、重度の肝機能障害や腎機能障害をもつ患者でも、血中濃度が高くなり、局所麻酔薬中毒を来しやすくなる。

② 局所麻酔に添加されたエピネフリンによる反応

エピネフリン添加の局所麻酔薬が血管内に誤って投与されると、心拍数増加、収縮期血圧増加、拡張期血圧低下、心拍出量増加を来すため、心血管系疾患を合併する患者では、症状が悪化する可能性がある。また三環系抗うつ薬、MAO阻害薬、甲状腺ホルモンを服用している患者では、エピネフリンによる循環変動が増強する。

③ 局所麻酔薬アレルギー

局所麻酔薬中毒や添加されたエピネフリンによる反応が、アレルギーと混同されていることがあるため、実際の局所麻酔薬アレルギーの頻度は非常に低いと考えられている。局所麻酔薬によるアナフィラキシーと報告されている症例でもその確定は困難で、アナフィラキシーの頻度も明らかではない。エステル型よりアミド型局所麻酔薬に多いとも言われるが、これも確証がない。

局所麻酔薬によるアレルギーが疑われる場合は、専門医に相談して局所麻酔薬による皮膚テスト（プリックテスト、皮下テスト）を行うことを考慮するとよい。局所麻酔薬のバイアルに添加されている抗酸化剤や保存剤にアレルギー反応を示すこともある。

④ その他

球後麻酔で局所麻酔薬を誤ってくも膜下腔に注入すると、呼吸停止をきたす。また局所麻酔薬は神経毒性をもつため、直接、神経内に注入すると神経損傷を来し、数週間に及ぶ損傷部位より末梢の感覚麻痺や、長期間の神経障害性疼痛を来すことがある。

(2) 局所麻酔が効きにくいと言われたことがある場合

① 炎症組織では酸性環境で pH が低いため、pKa の高い局所麻酔薬（プロ

カイン、ブピバカイン、ロピバカイン、レボブピバカイン) は非イオン化型/イオン化型の比が小さくなり、効果が減弱する可能性がある^{3,4)}。

② 大酒家なので麻酔が効きにくいと患者が説明を受けている場合もあるが、静脈麻酔薬 (プロポフォール[®]、チアミラール[®]など) の作用は少し減弱するが、臨床使用上は問題なく、局所麻酔薬の作用についてはアルコール多飲の影響は否定されている。

③ 伝達麻酔が効かなかった場合は、手技上の問題があった可能性もある。

13. 高齢者の評価

高齢者の術前評価では、加齢に伴う多数の疾患を伴っていることに留意することと、それぞれの臓器の予備能および高齢者一全体全体の予備能がどの程度あるか評価することが大切である。

高齢者の一全体全体の生活機能障害を包括的に評価するための方法として高齢者総合的機能評価 (Comprehensive geriatric assessment: CGA) があり、CGA と術後合併症の発症に関係があることが知られている。CGA は施行に時間がかかり過ぎるため、以下の7項目の質問でおおまかな生活機能障害の評価をする

〈豆知識〉

高齢者総合的機能評価 (CGA) は、生活機能、精神機能、社会環境の面から高齢者を評価する。

日常生活活動度 (activity of daily life: ADL)、手段的日常生活活動度、認知機能、気分・情緒・幸福度、コミュニケーション、社会環境を評価する。評価する方法には、ADL は Barthel index、認知機能には長谷川式簡易知能評価スケールや MMSE がある。

- 1) 外来または診察時や訪問時に、被験者の挨拶を待つ。
- 2) これから言う言葉を覚えておいてください。桜, 猫, 電車 (例)。あとでまた聞きますから覚えておいてください。
- 3) ここへどうやって来ましたか? 普段は一駅離れた町へどうやって行きますか?
- 4) 先ほど覚えていただいた言葉を言ってください。
- 5) お風呂は自分1人で入って、洗うのも手助けは要りませんか?
- 6) 漏らすことはありませんか? トイレに行けない時は尿瓶を自分で使えますか?
- 7) 自分が無力だと思いませんか?

1) は意欲の調査、2) と 4) は認知機能の調査、3) と 5) と 6) は ADL の調査、7) は気分・情緒の調査である。

理学所見として、視診で浮腫や頸静脈怒張がないか確認し、聴診で心雑音、呼吸音でラ音、頸動脈雑音 (bruits) がないか調べる。

(1) 臓器予備能の評価

高齢者の術後合併症は、神経系、心血管系、呼吸器系に発症することが多い。

① 神経機能

神経系の術後合併症は、一過性の術後せん妄が最も多く、入院期間を増加させる。術後せん妄が長期化すると術後認知機能障害 (postoperative cognitive dysfunction; POCD) を来し予後不良である。その他、脳卒中や末梢神経障害などがある。周術期の認知能の評価には、認知機能検査 (Mini-mental state exam: MMSE) や改訂長谷川式簡易知能評価スケール (Hasegawa dementia scale-revised: HDS-R) を用いる。またうつ状態やうつ病を合併は、術後せん妄などの術後合併症のリスク因子となるため、その評価は高齢者用うつ尺度 (Geriatric depression scale: GDS) や簡易型 GDS15 を用いる。

術後せん妄発症の術前のリスク因子は、高齢、認知症、薬物の多剤投与、視力や聴力障害、脱水、電解質や血糖値異常、貧血 (Hb<10 g/dL)、手術部位 (心臓手術、整形外科手術)、睡眠障害、寝たきり、アルコール多飲などである。

全身麻酔と局所麻酔の麻酔方法の違いは術後せん妄の発症に影響しないと考えられている。しかし周術期の過度の鎮静は術後せん妄を来す可能性がある。

② 心機能

加齢により心筋細胞は減少する。それを補うために心筋細胞は肥大し左心肥大を来して心収縮力は低下する。また高齢者では線維芽細胞からコラーゲンが産生されて左室コンプライアンスは低下する。動脈の弛緩機能低下による後負荷の増加も加わるため心収縮期時間は増加する。このため拡張期時間が短縮するため心房収縮による心室充満が重要になり、洞調律以外の不整脈は心拍出量低下を来しやすくなる。加齢により拡張能は低下し左室拡張期圧は増加する。大動脈弁狭窄症と僧房弁輪石灰も来しやすくなり、動脈圧受容体反射の感受性は低下する。β受容体機能も低下する。

高齢者では収縮期血圧が増加して脈圧が拡大する。収縮期血圧が 180 mmHg 未満または拡張期血圧が 110 mmHg 未満で臓器に異常がなければ、術前に特に血圧の補正は必要ないとされている。しかしそれ以上では補正してから手術を行うのが望ましい。

術後の重篤な心合併症は、心不全と心筋梗塞が多い。「非心臓手術における合併心疾患の評価と管理に関するガイドライン 2014」(第2部の術前評価 心疾患を持つ患者: 参照) にはリスク評価に年齢は含まれていないが、80歳以上の高齢では術後心合併症が多い。

運動耐用能の評価は、4METs (1METs は安静時の酸素消費量の 3.5ml/kg/分に相当) 以上の運動 (軽い草むしりなどの庭いじり) をしても平気、一

〈豆知識〉

術後せん妄と術後認知機能障害 (POCD) の違いに厳密な定義はされていない。術後1週間までのせん妄 (delirium: 注意力および思考力の低下、見当識障害、意識障害が特徴) を術後せん妄、その後の認知機能障害 (必ずしも意識障害を伴うとは限らない) を POCD に分けられている。

術後せん妄は POCD に移行するリスク因子と考えられている。

術中のBIS値を40~60に維持することや周術期のオランザピン (ジプレキサ) の服用が術後せん妄を予防する可能性がある (Cochrane Database of Systematic Reviews 2016, Issue 3. Art. No.: CD005563)。

人で風呂に入れる、健康な人と同じ速度で2階まで上がっても平気など)ができるか問診する。またトレッドミルや自転車エルゴメータを用いた運動能力評価もある。高齢者では6分間歩行試験が施行しやすいが、保険適応は、在宅酸素療法を検討または施行している場合である。

6分間歩行試験で歩行距離が563mより長ければ非心臓手術で大手術における周術期合併症のリスクは低く、427m未満だとリスクが高いという報告がある。

術前の血中BNP値が高いと術後死亡率を増加させるとの報告がある。

③ 呼吸機能

高齢化と共に機能的残気量 (FRC) よりもクロージングキャパシティ (CC) の方が大きくなり、換気血流比不均衡が増大するため PaO₂ が低下する。これに筋力低下が加わると一秒量 (FEV₁) の低下を来す。

呼吸器系の術後合併症には、無気肺、急性気管支炎、肺炎が多く、術前のリスク因子は、高齢、喫煙、ASA-PS III以上、うっ血性心不全、日常生活動作 (activity of daily life: ADL) の低下、慢性閉塞性肺障害、手術部位などである。ADL の評価には Barthel index を用いる。

また高齢者では嚥下機能が低下するため誤嚥性肺炎を来しやすい。とくにパーキンソン病や脳血管障害、神経筋疾患の合併は、誤嚥性肺炎のリスクを高める。誤嚥性肺炎では胸部 X 線または CT で肺泡浸潤影を呈し、37.5℃以上の発熱、CRP 高値、末梢血白血球数 >9,000 /μL を来す。

肺機能検査では一秒量 (FEV₁)、肺活量 (VC) を測定する。肺切除術では肺拡散能力 (D_LCO) を追加で検査する。心機能と同時に肺機能の予備能を評価するには6分間歩行試験が有用であるが、階段で2階まで上がれるかどうか問診することで代用することが多い。

④ 腎機能

高齢者の腎臓では糸球体の数が減り、腎血流が減少して腎機能は低下する。血清クレアチニン値は高齢化で減少するため、腎機能の評価には推算糸球体濾過量 (estimated glomerular filtration rate: eGFR) を用いる。術前の eGFR が、60 mL/分/1.73m² 以下だと、術後死亡率が増加すると報告されている。

$$eGFR \text{ (ml/分/1.73 m}^2\text{)} = 194 \times Cr^{-1.094} \times \text{年齢}^{-0.287}$$

(女性はこれに 0.739 を乗じる : 日本腎臓病学会)

高齢者では薬剤感受性の増加や体水分量の減少などでオピオイド、静脈麻酔薬、吸入麻酔薬、局所麻酔薬の投与量を減量する。モルヒネのよ

うに代謝産物が活性をもち、腎機能低下で蓄積する場合は eGFR の低下に応じてさらに投与量を減量する。

⑤ 血液凝固能

高齢者は抗血小板薬や抗凝固薬を併用していることが多い。またイチョウの葉エキス (Ginkgo biloba) やニンニクなど凝固能を抑制するサプリメントを服用していることがある。

高齢と長期臥床は深部静脈血栓症のリスク因子で、高リスク手術の股関節置換術や膝関節置換術の手術症例も多いことから、周術期を通して静脈血栓症を来しやすい。D ダイマー値は有用で、静脈エコー検査も行う。深部静脈血栓症や肺血栓塞栓症が疑われるときは、「肺血栓塞栓症および深部静脈血栓症の診断、治療、予防に関するガイドライン(2009年改訂版)」に沿って、ワーファリンやヘパリンによる活性化部分トロンボプラスチン時間 (APTT) を目標値とする抗凝固療法や下大静脈フィルターの留置を行う。

⑥ 栄養

高齢者は、うつ、社会的孤立、咀嚼機能や口腔機能の低下、アルコール多飲などにより低栄養になりやすい。低栄養は、術後肺炎や手術部位感染 (surgical site infection: SSI) のリスク因子である。

Body mass index (BMI) < 18.5、血清アルブミン値 < 3.5 g/dL、1~6 ヶ月間に 3%以上の体重の減少が認められる又は 6 ヶ月間に 2~3 kg の体重減少があれば低栄養を疑う。

⑦ 肝機能

肝臓で代謝され、タンパク結合率の高いミダゾラム、プロポフォール、局所麻酔薬 (特にブピバカイン、ロピバカイン、レボブピバカイン) の投与量は、肝機能障害や低アルブミン血症を合併しているときは投与量を減量する。

B. 輸液と輸血

〈豆知識〉

浸透圧 (osmotic pressure) は仮定の半透膜を介して発生する圧力で、 $\pi = CRT$ (C: 容量モル濃度、R=0.082、T=絶対温度) で計算できる。

一方、張力 (tonicity) は細胞膜を介して発生する圧力のことである。

尿素は電荷を持たない小分子で細胞膜を素通りするので、等浸透圧性 (isosmotic) でも低張性 (hypotonic) である。したがって BUN は浸透圧の計算式に含まれるが、実際の張力には関与しない。

NaCl は細胞膜をほとんど通過しないので、等浸透圧性の NaCl は等張性 (isotonic) である。

1. 輸液の基本的な考え方

① 輸液製剤は Na、K、グルコース量に注目。

(1) Na 量: 血漿浸透圧はほとんど Na の値で決まる。浸透圧とは水を引く力。つまり Na 量が多い=血管内に残りやすい。

$$2 \times \text{Na}^+ \text{ (mEq/L)} + \text{血糖 (mg/dl)} / 18 + \text{血中尿素窒素 BUN (mg/dl)} / 2.8$$

これは血漿浸透圧を求める式だが、値はほとんど Na が左右している。たとえば血糖が 500 になっても血漿浸透圧にしたら 30 増加するだけ。

(2) K 量: 多すぎても、少なすぎても不整脈の原因。

特に腎機能が低下している場合に K が高い輸液を投与しない。

(3) グルコース量: グルコース 15% 以上で末梢静脈炎の可能性。

② 手術室にあるおもな輸液

	Na 量 (mEq/L)	K 量 (mEq/L)	グルコース (g/dL)
生理食塩水	154	0	0
細胞外液			
ソルアセト F [®]	140	4	0
フィジオ 140 [®]	140	4	1
ビカネイト [®]	130	4	0
開始液			
ソリタ T1 [®]	90	0	2.6
維持液			
ソルデム 3A [®]	35	20	4.3
ビーフリード [®]	35	20	7.5
ソリタ T4 [®]	30	0	4.3
膠質液			(ヒドロキシエチルデンポン 130000 6g/dL を含む)
ボルベン [®]	154	154	

③ 体液の組成

体液の組成。体内の総水分量は、体重の 60%。

体液は細胞内液 : 細胞外液 = 2 : 1

細胞外液はさらに血管内 (血漿) : 血管外 (組織間液) = 1 : 3

※私たちが volume として認識しているのは血漿

細胞内液 2/3 (ICF)	細胞外液 1/3 (ECF)	
	血管外 3/12 (間質液)	血管内 1/12 (血漿)

④ 輸液製剤の体内分布

- 1) 蒸留水 (=ブドウ糖液) : 蒸留水は浸透圧活性が全くないので、細胞内・外液いずれにも均等に分布。ブドウ糖液も、グルコースがすぐ分解され浸透圧活性を失う (free water)。
- 2) 細胞外液 : 生理食塩水に代表される細胞外液を投与した場合、Na は細胞内液へ拡散せず、静注された輸液成分は、細胞外液だけに存在。
- 3) 開始液や維持液 : 蒸留水 (ブドウ糖液) と細胞外液の混合物。輸液製剤の Na 濃度に応じて、どの程度細胞外液ゾーンに保たれるかが決まる。
- 4) アルブミン、代用血漿 : アルブミン液 (献血 5%アルブミン「JB」®)、代用血漿製剤 (ヒドロキシエチルデンプン製剤 : HES®、ボルベン®など) がある。アルブミンは分子量が大きく、血管壁を通過しにくい。ボルベン®も同様。ただし、ボルベン®は腎機能・凝固機能への影響もあるので 2500cc までの投与。

※ボルベン使用上の注意点

<「ボルベン輸液 6%」の添付文書より>

【警告】

重症敗血症等の重症患者管理における相対的な循環血流量低下で本剤を使用した場合には、患者の状態を悪化させるおそれがあるため、治療上の有益性が危険性を上回る場合にのみ投与すること (「11. その他の注意」の項参照)。

【禁忌 (次の患者には投与しないこと)】

(1) 脱水症、うっ血性心不全など水分過剰のある患者 [循環血流量を増加させるため症状を悪化させるおそれがある。]

(2) 乏尿あるいは無尿を伴う腎不全の患者 [腎不全の患者では本剤の排泄が遅れるおそれがある。]

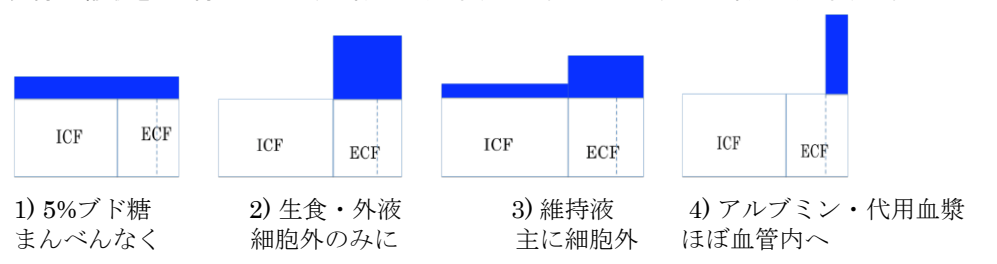
(3) 透析治療を受けている患者 [本剤の排泄が遅れるおそれがある。]

(4) 頭蓋内出血中の患者 [頭蓋内出血を悪化させるおそれがある。]

(5) 重度の高ナトリウム血症あるいは重度の高クロール血症を有する患者 [本剤は塩化ナトリウムを含有するため症状を悪化させるおそれがある。]

(6) 本剤及び本剤の成分に対し過敏症の既往歴のある患者

実際に輸液をした際にどのように体内に分布するか。下図のように色部分に分布する。



5) その他

i) 20%マンニトール 300cc

浸透圧利尿剤。脳圧低下作用。主に脳外科で使用。

ii) ビーフリード 500cc

アミノ酸製剤。術中体温維持に効果（ただし高齢者ではその効果は少ない）。糖とその代謝を促進する VitB1 も含まれており、維持輸液として末梢或いは中枢ルートから投与する。

⑤ 術中輸液量

1) 術前脱水量 + 2) サードスペース移行分 + 3) 維持輸液量 + 4) 出血量

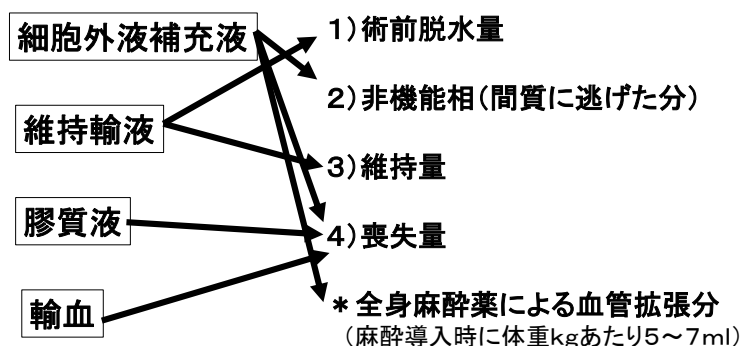
1) 術前脱水量：0.7-1.5cc/kg/時。

手術前の絶飲食時間に応じて計算。補充されていない場合、麻酔導入後1-2時間程度で補う。高齢者や心機能低下患者では、10cc/kg/時をこえる急速輸液を行なうと肺水腫、心不全の危険がある。

2) 非機能相（サードスペース）：開腹手術 10-20cc/kg、開胸・四肢手術 5-10cc/kg、顔面手術 5cc/kg 以下、頭蓋内は0。

3) 維持量：主に不感蒸泄と尿量。開腹術 100-200cc/時、開胸術 50-100cc/時、四肢・顔面・頸部手術 0-50cc/時。

4) 喪失量：主に出血。出血量が中等度以下の場合は細胞外液補充液が出血量の3倍量必要。貧血、低蛋白、心肺機能、肝腎機能低患者では膠質液の投与も考慮。



⑥ 4-2-1 ルール

体重から維持輸液量を計算する方法の一つ（小児にも適応できる）

体重 10kg まで：(cc/時)	(体重) × 4
体重 20kg まで：(cc/時)	40 + (体重-10) × 2
体重 40kg まで：(cc/時)	60 + (体重-20) × 1

例) 体重 8kg の場合： 8x4=32cc/時

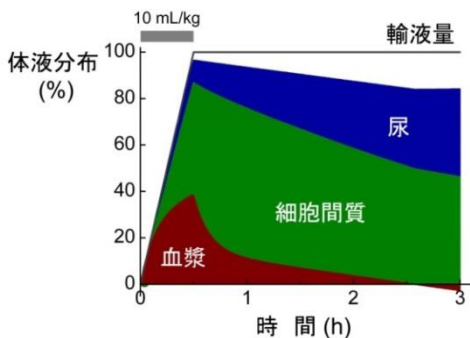
体重 60kg の場合： 10x4+10x2+(60-20)x1=100cc/時

- ・ 小児の方が成人に比べて相対的に維持量が多くなる（維持液の使用量が多くなる）

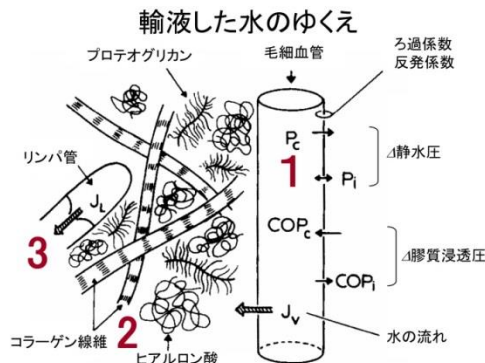
【コラム】

正常な状態では、投与した晶質液は時間がたつと血管内から血管外に移行するため、血漿増量効果は乏しい。これに対し、代用血漿製剤はその膠質浸透圧のためより多くの水が血管内にとどまる。しかし、出血など循環血液量が減少した状態 (hypovolemia) では晶質液であっても血漿増量効果は、増大する。

晶質液投与時の体液量変化は“動的”



晶質液 10 mL/kg を 30 分間で投与した時の血漿量、細胞間質液量、尿量の変化を示す。投与終了後、血漿量は速やかに減少する。



輸液により血管内に投与された水は、毛細血管内・細胞間質間の静水圧および膠質浸透圧勾配にしたがって毛細血管内(1)から細胞間質(2)に移動する。細胞間質は高分子からなるゲル構造を取り、フリーの水は細胞間質からリンパ管(3)へ移動する。

(循環制御 2014; 35: 209-218)

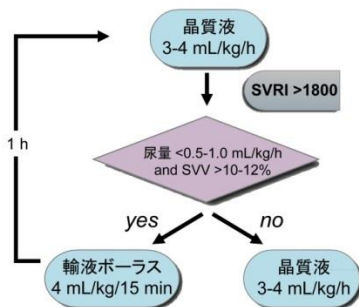
【トピックス】

長時間の開腹手術（膵頭十二指腸切除など）では、一般的な開腹手術時の輸液速度（10 ml/kg/h）で輸液を続けていくと輸液の総量が多くなり、組織の浮腫が生じる。

これに対し、近年、基本となる晶質液の投与を制限し（3-4 ml/kg/h）、血圧低下、尿量減少など hypovolemia が疑われた時に少量の晶質液や HES 製剤（4ml/kg）を急速投与（15 分間）する方法が提唱されている。

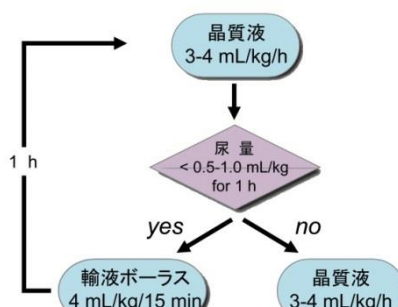
特に、動脈圧波形心拍出量モニター（フロートトラック）では、専用のモニタリングキットを用いることにより、歎血的動脈圧をモニタリングすることにより、心臓の 1 回拍出量 (stroke volume) を測定することができる。また心臓の 1 回拍出量の呼吸性変動（一回拍出量変動量、stroke volume variation）は、心臓の前負荷の指標であり、正常値は 8-10% である。SVV が正常値より大きい (>12%) 時は、心臓の前負荷が減少しているため、輸液を負荷する。このような輸液負荷を 1 時間ごとに繰り返すと過剰な輸液を防ぐことができる。

SVVを指標とした輸液プロトコル



尿量が減少かつSVVが増加したら、晶質液またはHESをボース投与する。SVRI(体血管抵抗係数:正常値 1800-2400 dyne-sec/cm⁵/m²)が低下していれば、血管収縮薬を使用し、拡張した血管を正常な状態にもどす。

尿量を指標とした輸液プロトコル



尿量が減少したら晶質液またはHESをボース投与する。

2. 輸血の種類

- ・輸血は輸血用のラインから加温して投与。アルチバは輸血ラインから投与しない。
- ・FFPは凍結している。使用前に湯銭して解凍し、3時間以内に投与する。
- ・血小板は凝固ないようにシェイカーで震盪し続ける。
- ・濃厚赤血球は、Hb値が10g/dL以下で考慮、8g/dL以下で必要。
- ・一般的にRCC2単位でHb量が1.5-2.0g/dl上昇、血小板10単位で3-4万上昇。

〈豆知識〉

FFPよりfibrinogen濃度が高いクリオプレシピテートが院内製剤として作製されている。

FFPから「クリオ血漿」とfibrinogenの少ない残りの「脱クリオ血漿」が作られるが、「クリオ血漿」がクリオプレシピテート。

「クリオ血漿」1本は約40ccで1回の請求本数は3本。Fibrinogen濃度が150mg/dL以下で投与する。

血液型適合がなければAB型(+)を使用する。

(1)濃厚赤血球(RCC)

血液にCPD(クエン酸ナトリウム、ブドウ糖を含む)液を加え低速遠心分離し、MAP(mannitol-adenine-phosphate)液を加えたもの。血球成分を豊富に含む。

RCC-LR-1 140cc

RCC-LR-2 280cc

(2)新鮮凍結血漿(FFP)

全血200ccあたり血漿を120cc分離し6時間以内に-20℃以下に凍結させたもの。血小板、凝固因子(V、Ⅷ以外の因子)を含む。

FFP-LR 120 120cc

FFP-LR 240 240cc

FFP-LR 480 480cc

※FFP使用上の注意点(2018.9.26改訂内容)

「融解後は直ちに使用すること。直ちに使用できない場合は、2~4℃で保存し、融解後24時間以内に使用すること」

(3)濃厚血小板(PC)

血小板数が低下し出血傾向を呈する時に使用。シェイカーの上で揺らしながら保存。

2単位 約 40cc

5単位 約 100cc

10単位 約 200cc

15単位 約 250cc

20単位 約 250cc

〈豆知識〉

ヘモグロビン(Hb)の分子量は64,500なので、10gのHbは10/64,500モル。Hb1分子に酸素は4分子結合するので、10gのHbに酸素は4 x (10/64,500 x 22.4 x 1,000) = 13.89cc結合する。

しかしHbにはMet-HbやCoHbが含まれるので、実際は13.4cc結合する計算になる。



3. 輸血の目的

(1)十分な酸素供給を行い、正常な酸素消費を維持する。

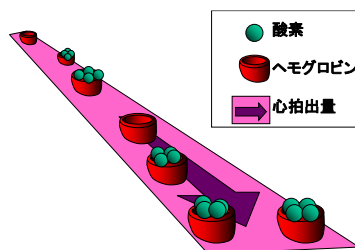
$$\text{酸素供給量} = \text{心拍出量} \times \{13.4 \times \text{ヘモグロビン量} \times (\text{SaO}_2/100) + 0.031 \times \text{PaO}_2\}$$

- ・心拍出量(L/分)、ヘモグロビン量(g/dl)、SaO₂(%)、PaO₂(mmHg)
- ・ヘモグロビン 10g に酸素は 13.4cc 結合する。

*PaO₂(mmHg)が酸素供給量に寄与する割合は小さいので、実際は下記の式を用いる。

$$\text{酸素供給量} = \text{心拍出量} \times 13.4 \times \text{ヘモグロビン量} \times (\text{SaO}_2/100)$$

- ・酸素供給に重要な因子は、心拍出量の維持、ヘモグロビン量の維持、酸素飽和度の維持の3つである。



(2)血液凝固能の維持

- ・フィブリン形成に必要なフィブリノゲン濃度は 100mg/dL で、新鮮凍結血漿 450mL を体重 60kg の人に投与すると、約 30mg/dL 上昇する
- ・10 単位の血小板濃厚液(2 X 10¹¹ 個含有) を、体重 60kg の人に投与すると、25,000/mm³ 程度上昇する

4. その他

(1)回収式自己血輸血

- ・3L 以上の出血で、出血を吸引して洗浄し返血すると、40%の赤血球が回収できる。

(2)Massive blood transfusion protocol (MTP)

- ・赤血球製剤+新鮮凍結血漿+血小板濃厚液を決められた比率で準備し、早期に投与する方法

(3)フィブリノゲンの補充法

- ・可能であればクリオプレシピテートを用いる。
- ・フィブリノゲン製剤 (フィブリノゲン HT®1g を 3g 投与)も可能であるが、出血時の保険適応はない。

【多田羅先生の最新！輸液講義①—晶質液、膠質液、どちらがいい？—】

循環血液量が減少していると判断された時、「晶質液」（ピカネートなど）、「膠質液」（ボルベン、アルブミン）のどちらを投与すべきだろうか？ この答えは、「状況による」である。それは、投与した輸液製剤の何%が血管内にとどまるか、つまり輸液製剤の血漿増量効果は「状況による」からである（Chappell D, et al. *Anesthesiology*. 109:723, 2008）。高分子（アルブミン：分子量約 70,000, ボルベン：分子量約 130,000）はその大きさのため、毛細血管壁を自由に通過することができない。これにより“膠質浸透圧”が生じ、これは水を血管内にとどめようとする。このため、膠質液は晶質液にくらべて約 4 倍の血漿増量効果を持つと考えられてきた。たとえば、1,000 mL の輸液をしたとすると、晶質液では約 250 mL しか血漿量が増加しないのに対し、膠質液では投与した水のほとんどが血管内にとどまる、つまり血漿量は約 1000 mL 増加する。

この血漿増量効果の違いは健常者では認められるが、全身麻酔や手術中はその違いが減少することがわかってきた。たとえば、麻酔導入後に晶質液を投与した場合、晶質液投与直前の平均血圧が低いほど投与した水はより多く血管内にとどまる（図、Hahn RG. *Anesthesiology*. 113:470, 2010）。これは、血圧が低下していると毛細血管圧が低くなるため、血管内外の圧勾配が小さくなり、水の血管内から血管外（組織）への移動が減少するためと考えられる。一方、晶質液投与直前の平均血圧が高くなると投与した水はより多く血管外に漏出する。

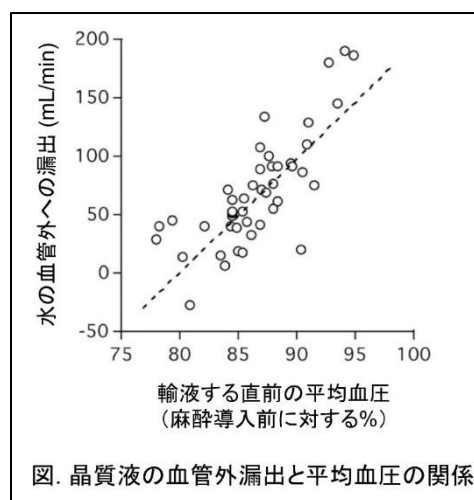


図. 晶質液の血管外漏出と平均血圧の関係

手術中も出血などにより血圧が低下し毛細血管圧が低下している時は、晶質液がより多く血管内にとどまる可能性がある。さらに、炎症により毛細血管の透過性が亢進すると膠質液であっても血管外に漏れやすくなる。このような状況では、膠質液と晶質液の血漿増量効果の差が減少する（たとえば、健常時：4 倍 → 手術中：1.5 倍）。

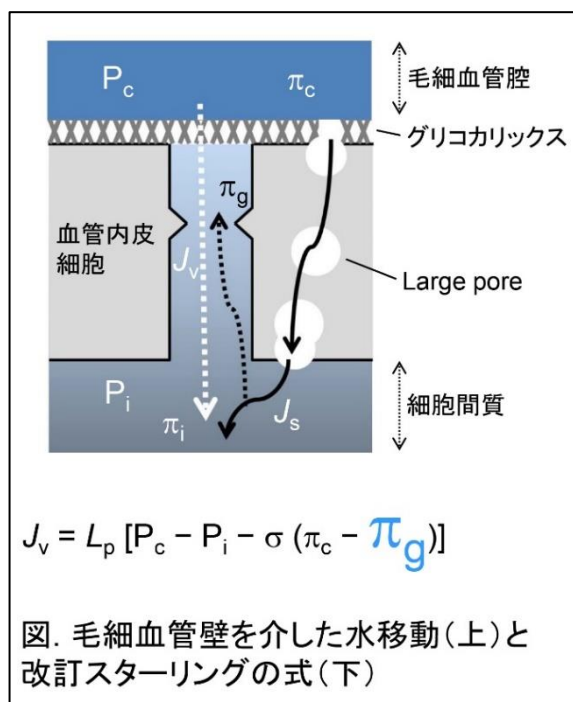
このように、輸液製剤の血漿増量効果は一定ではないため、状況に応じて晶質液と膠質液を使いわけの必要がある。たとえば、出血により血圧が低下している時はまず晶質液を投与し、晶質液の総投与量が増加する（たとえば 30 mL/kg を超える）ようであれば、膠質液を投与するといった輸液の方法も考えられる。特に、現在、手術中にもっともよく使用されている膠質液であるボルベンは、使用量が多くなると腎機能障害や凝固障害をきたすため、最適なタイミングで必要最小限の投与を行う。

【多田羅先生の最新！輸液講義②ーグリコカリックスの発見ー】

毛細血管壁を介した水移動を規定するのは、よく知られたスターリングの式である。しかし、血管内皮細胞の血管内腔表面には、厚さ 100 nm 程度の**グリコカリックス**と呼ばれるファイバー状の層が存在する。グリコカリックスは、毛細血管壁の水・溶質の透過性、好中球の血管内皮細胞への接着などに重要な役割を果たしている。このグリコカリックスの発見により見直された（改訂）スターリングの式では、細胞間質の膠質浸透圧のかわりにグリコカリックス直下の膠質浸透圧 (π_g) が導入された (図、Woodcock TE, et al. *Br J Anaesth.* 108:384, 2012)。

毛細血管圧 (P_c) はろ過流を変化させることにより、 π_g を変化させる。出血などにより毛細血管圧が低い時は、血管内から細胞間質へのろ過流 (J_v) が減少する。これにより π_g は血漿の膠質浸透圧 (π_c) に近づくため、血管内外の膠質浸透圧差はろ過流にあまり寄与しない。したがって、この状態では膠質液のメリットは少ないため、まず晶質液を投与する。

逆に血管拡張などにより毛細血管圧が高いと血管内から細胞間質へのろ過流が増加するため、グリコカリックス直下の膠質は希釈され、 π_g はゼロに近づく。つまり、血漿・グリコカリックス直下間の膠質浸透圧差は最大となる。この状態で晶質液を投与すると、晶質液は血漿膠質浸透圧を減少させるため、血漿・グリコカリックス直下間の膠質浸透圧差が減少し、ろ過流が増加する。これに対し、膠質液は血漿膠質浸透圧を維持するため、晶質液にくらべてろ過流を増加させる作用が小さく、大きな血漿増量効果を発揮する。



【多田羅先生の最新！輸液講義③—輸液チャレンジ—】

残念ながら、血漿量をリアルタイムに測定できる「輸液のモニター」はまだない。したがって、「血漿量が足りているのか、不足しているのか」は、麻酔担当医が想像するしかない。この時、役にたつのが“輸液チャレンジ”である。つまり、じっとモニターを見ているだけではよくわからないので、こちらから何らかのアクション（急速な輸液負荷）をして、その時の循環動態の変化を観察することにより、現在の状態を把握しようということである。

たとえば、臍頭十二指腸切除など長時間の開腹消化管手術では、出血や炎症により血液量が減少する。これに対し、多くの輸液や輸血を行うため、インアウトバランスが複雑になる。この問題を少しでも解決するには、輸液のプランをシンプルにすることである。

静脈ラインは2か所確保する。一つは維持輸液用で、手術中、晶質液（ビカネートなど）を3 mL/kg/hの一定速度で投与する。もう一つのラインは輸液負荷専用とする。低血圧（たとえば収縮期血圧75 mmHg以下）が生じ循環血液量減少が疑われた時は、このラインか

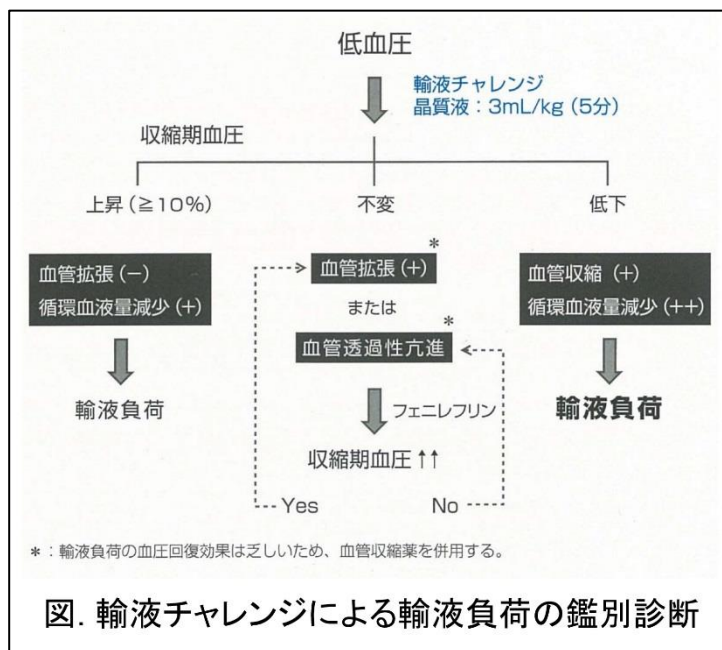


図. 輸液チャレンジによる輸液負荷の鑑別診断

ら晶質液 3-4 mL/kg を 5-10 分間程度で急速投与する、いわゆる“輸液チャレンジ”を行う（図）。この間、観血圧動脈圧と“にらめっこ”し、血圧が上昇する（たとえば収縮期血圧が 10%以上上昇）するならば、毛細血管圧は低下していると判断する。つまり、輸液した水の多くが血管内にとどまり、静脈還流が増加、心拍出量が増加したと考える。この場合は、循環血液量が減少しているため、輸液による組織灌流の改善が期待できる。“輸液チャレンジ”により「循環血液量が減少している」と判断した時は、まずは晶質液で輸液負荷（たとえば 5 mL/kg）を繰り返す。晶質液の総投与量が増加すると（たとえば 30 mL/kg 以上）細胞間質の浮腫が進行するため、今度はボルベンで輸液負荷（1回あたり 5 mL/kg）を行う。

輸液チャレンジにより血圧が上昇しない場合は、以下のような可能性を考える。

①輸液チャレンジにもかかわらず心臓前負荷が増加していない。

- ・血管拡張により静脈コンプライアンスが増加（血漿量が増加しても静脈圧の上昇が小さい）しているため、静脈還流が増加しない。
- ・血管拡張により毛細血管圧が上昇しているため、輸液製剤の血漿増量効果が小さい。
- ・炎症により毛細血管の透過性が亢進しているため、輸液した水の多くが血管外に漏出している。

これらの状況では、血圧回復に輸液負荷は有効でないため、フェニレフリン（ネオシネジン）などの血管収縮薬を使用する。

②輸液チャレンジにより心臓前負荷が増加しているが、心拍出量が増加しない。

Frank-Starling の心機能曲線において曲線が平坦な箇所にあるか、麻酔薬などにより心機能が抑制されていると考える。いずれの場合も輸液負荷は適応とまらないため、エフェドリンなどの心刺激薬を投与する。

③高度の循環血液量減少

循環血液量が高度に減少すると代償性に抵抗血管が収縮する（プレシヨック状態）。この状態で輸液を負荷すると輸液による組織灌流の改善により収縮していた抵抗血管が拡張する。この結果、輸液負荷により心拍出量が増加しているにもかかわらず全血管抵抗の低下のため血圧が低下することがある。この状況は、輸液負荷の絶対適応である。

動脈圧心拍出量測定センサー（フロートラック）により測定した1回拍出量変化量(stroke volume variation, SVV)・心拍出量などの輸液チャレンジ前後の変化は、上記の診断を容易にする。たとえば、輸液チャレンジによりSVVが不変であれば心臓前負荷は増加していない（上記①）、SVVが減少すれば心臓前負荷が増加している（上記②）。心拍出量が増加し、全血管抵抗が減少すれば上記③が考えられる。

C. 全身麻酔で使う主な薬剤

〈豆知識〉

静脈投与できるオピオイドに、tramadol（トラマール注[®]）がある。μ受容体への作用に加えて、セロトニン・ノルアドレナリン再取込阻害作用をもつ。

また buprenorphine（レペタン注[®]）は、以前はμ受容体の部分作動薬なので、純粋なμ作動薬と併用すると拮抗作用が生じると言われていた。しかし最近、実は純粋なμ作動薬であることが明らかとなった。

1. プロポフォール（プロポフォール[®]、ディプリバン[®]）

- ・鎮静薬
- ・プロポフォール[®]：1A=20cc (200mg): 10mg/cc
ディプリバン[®]：1A=50cc (500mg): 10mg/cc
- ・麻酔導入時：1～2 mg/kg iv
- ・筋弛緩増強作用（－）、鎮痛作用（－）
- ・副作用：徐脈、血圧低下。

2. ロクロニウム（ロクロニウム[®]）

- ・非脱分極性筋弛緩薬
- ・1A=5cc(50mg): 10mg/cc
- ・ニコチン性アセチルコリン受容体の競合阻害作用
- ・麻酔導入時：0.9mg/kg iv なら1分後に気管挿管可能。
0.6mg/kg iv なら3分後に気管挿管可能。

3. フェンタニル（フェンタニル[®]）

- ・オピオイド
- ・1A=5cc(250 μg): 50 μg/cc
1A=2cc(100 μg): 50 μg/cc
- ・副作用：眠気、悪心嘔吐、便秘、呼吸抑制、搔痒感、幻覚

4. レミフェンタニル（アルチバ[®]）

- ・オピオイド
- ・1V=2mg
- ・副作用：血圧低下、徐脈、筋硬直、術後のシバリング、全身けいれん

【コラム】静脈投与の麻酔薬投与量は、どの体重で計算するの？

- ・ BMI 25 kg/m²未満の患者は、実体重で計算する。
- ・ BMI 25 kg/m²以上の肥満患者における麻酔薬投与量は以下の通り。

投与量計算の基準となる体重	麻酔薬
LBM または IBW	プロポフォール（ポーラス投与） レミフェンタニル ロクロニウム
TBW	プロポフォール（持続投与） フェンタニル ミダゾラム スキサメトニウム スガマデクス

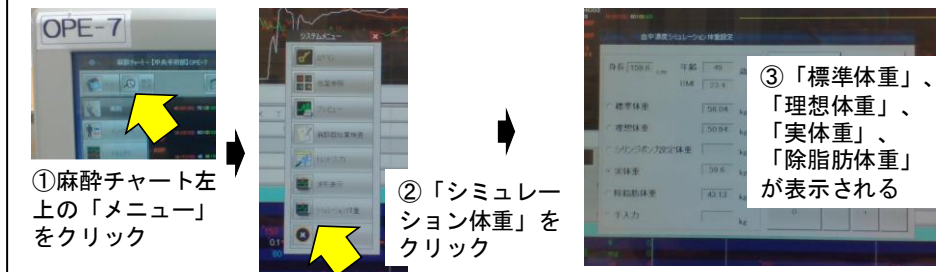
(Miller 8th ed. p608, p2212)

(スガマデクスに関しては Anesthesiology 2012; 117: 93-8 参照)

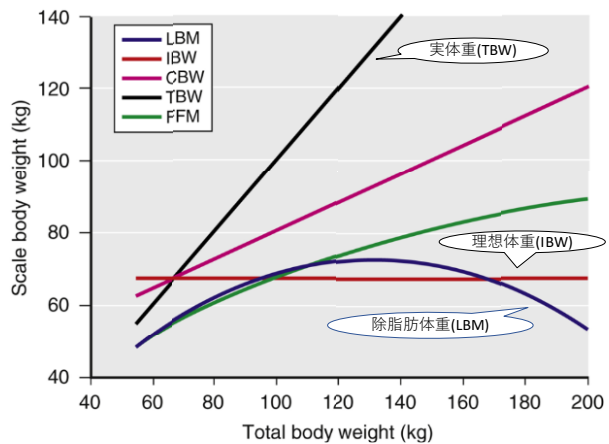
- ・ TBW (total body weight): 実体重
- ・ LBM (lean body mass): 除脂肪体重・ $1.1 \times TBW - 128 \times (TBW \div Ht)^2$
 $1.07 \times TBW - 148 \times (TBW \div Ht)^2$
- ・ IBW (ideal body weight): 理想体重・ $\text{身長(cm)} - 105$

(LBM や IBW の値は、麻酔記録 ORSYS 画面の左上の”メニュー”ボタンを押すと見る事ができるので、BMI 25 kg/m²以上の患者では、麻酔導入前に確認しておくこと!)

各体重の表示方法

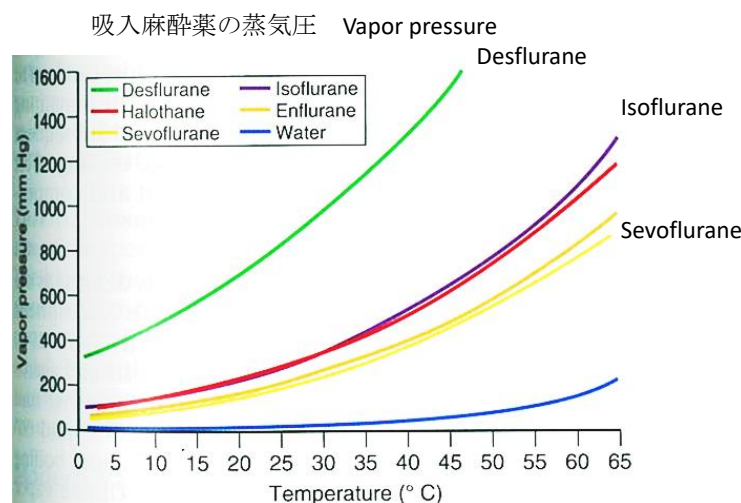


右図は身長 176 cm の場合の TBW, LBM, IBW の関係 (Miller 8th ed. p608)



5. 吸入麻酔薬

- ・セボフルランとデスフルランは吸入麻酔薬のうちの揮発性麻酔薬
- ・気化器の中で温度に応じた蒸気圧分（大気圧が1気圧なら「蒸気圧×100 / 760mmHg」%）が気化し、気化器をバイパスした新鮮ガスと混合して吸気ガス中の吸入麻酔ガス濃度が決まる。



- ・亜酸化窒素は吸入麻酔薬のうちのガス麻酔薬
- ・麻酔維持：鎮静目的では呼気終末濃度を 0.7～1.3 MAC で維持する。

(1)セボフルラン（セボフルラン®）

- ・1 MAC=2%(40歳の場合)、ガス分配係数=0.63、体内代謝率 1～3%
- ・単独でも鎮静、覚醒が速やか。刺激臭が強い。
- ・軽度筋弛緩作用を助長し、弱い鎮痛作用を有する。
- ・体内で代謝される際に腎障害の原因となるフッ素化合物が生成されるが、臨床問題となることはない。
- ・麻酔ガス吸収剤（ソーダライム）と反応して腎毒性のあるコンパウンドAを生成すると言われている。最近のソーダライム（ヤバシライム®など）は強アルカリ(NaOH、KOH)を含まないのでコンパウンドAは生成されなくなった（「佐藤 暢. 麻酔集中治療テクノロジー 2011: 1-25」参照）。

(2)デスフルラン（スープレックス®）

- ・1 MAC=6%(40歳の場合)、ガス分配係数 0.45、体内代謝率 0.02%
- ・鎮静、覚醒が速やか。刺激臭が強く緩徐導入に向いていない。
- ・沸点が低く安定化に加温が必要。

(3)亜酸化窒素（笑気）

- ・1 MAC=105%、ガス分配係数 0.47
- ・単独での鎮静は困難で興奮を来し易い。やや甘い匂い。
- ・閉鎖腔に蓄積する為、イレウス・気胸・空気塞栓のリスクのある症例では禁

忌となる。

- ・二次ガス効果により他の揮発性麻酔薬の導入を促進する。
- ・オゾン層破壊作用がある。

6. スガマデクス (ブリディオン®)

- ・非脱分極性筋弛緩薬拮抗薬
- ・1A=2cc(200mg) ; TOFR=1/4~2/4 であれば 2mg/kg (実体重)
- ・要遮光：ただし数時間は問題なし
- ・ロクロニウム分子をスガマデクス分子が包み込むように接合(抱接)する
- ・抱接体はそのまま代謝されずに腎臓から排泄されるため、透析患者では慎重投与。

7. アトロピン (アトロピン注 0.05%シリンジ®)

- ・ムスカリン性アセチルコリン受容体阻害薬 (抗ムスカリン作用)
- ・1A=1cc(0.5mg)
- ・副交感神経阻害・相対的交感神経優位
- ・副作用：唾液分泌抑制、眼圧上昇

8. エフェドリン (エフェドリン®)

- ・昇圧薬
- ・1A=1cc(40mg)
- ・直接作用としてβアゴニスト作用。間接的にα受容体にも作用。
- ・血圧増加、心拍数増加
- ・子宮血流量は保たれるため妊婦の昇圧に適切

9. フェニレフリン (ネオシネジン®)

- ・昇圧薬
- ・1A=1cc(1mg)
- ・短時間作用性の選択的α1アゴニスト
- ・血圧増加、心拍数低下
- ・α1作用による血管収縮 (SBP,DBP 共に↑)
- ・心臓刺激作用は少なく、心筋酸素消費量を増加させず昇圧
- ・圧受容体反射により心拍数低下

10. フルルビプロフェン (ロピオン®)

- ・非ステロイド性消炎鎮痛薬 (non-steroidal anti-inflammatory drugs; NSAIDs)
- ・1A=5cc(50mg)

- ・ Cyclooxygenase(COX)阻害作用
- ・ 10分以上かけて IV：全身の炎症反応が強い状態で急速投与するとショックを来すことがある。
- ・ 副作用：消化性潰瘍、アスピリン喘息を誘発

1 1. アセトアミノフェン (アセリオ®)

- ・ 鎮痛薬(NSAIDs ではない)
- ・ 1V=100cc(1,000mg)
- ・ 中枢性作用
- ・ 300~1000mg を 15分かけて、小児では 10~15mg/kg を 15分かけて IV。
- ・ 副作用：肝機能障害、アスピリン喘息患者に使用すると呼吸機能低下することが報告されている。

〈豆知識〉

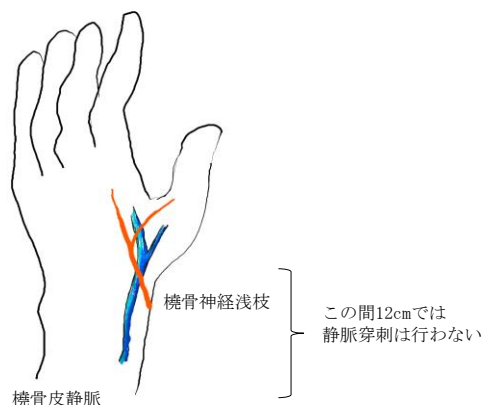
四肢の整形外科手術ではターニケットを使用するが、フルルビプロフェンは末梢性の作用のため、ターニケット使用中は投与しても十分な効果が得られない。アセトアミノフェンは中枢作用のため使用できる。

D. 静脈ラインの確保

- ・ 手術入室後、前腕または手背の静脈より静脈ラインを 22G 針で確保する。
- ・ 手背の静脈より確保することが多い。もし前腕で一度、針を穿刺を失敗した静脈よりも末梢側で穿刺し直してはならないため、最初は手背の静脈より確保する。なぜなら全身麻酔で使用する薬剤で、チアミラール (イソゾール) やプロポフォールは皮下に漏出すると皮膚壊死を来す可能性がある。また筋弛緩薬やオピオイドが漏出すると効果部位濃度(Ce)の計算値に反映できなくなり麻酔管理に支障をきたす。
- ・ 橈骨遠位端あたりの橈骨皮静脈は穿刺しない (もし穿刺するなら 12cm 以上中枢側で)。橈骨神経浅枝の神経損傷を来すことがある。その他に静脈ライン確保で損傷しやすい神経は、外側前腕皮神経、内側前腕皮神経、正中神経がある。まれではあるが複合性局所疼痛症候群(Complex Regional Pain Syndrome; CRPS)を来すことがありペインクリニックで治療が必要となる。

〈豆知識〉

2015年から注射針や静脈留置針を穿刺する予定部位に、エムラクリーム® (リドカインとプロピトカインの合剤) が保険適応となった。60分前に塗布しておくで穿刺時の鎮痛が得られる。



E. 全身麻酔の導入

〈豆知識〉

痛みを感じない先天性無痛症患者では、無麻酔での手術の報告があるが、触覚過敏をもつ患者が多いため手術操作で強い不快感を示すこと、および若年者が多いことから、全身麻酔が選択されることが多い。

- ・急速導入(rapid induction)：静脈麻酔薬とオピオイドで導入する方法。気管チューブを用いて気管挿管する場合と声門上器具 (Supraglottic airway; SGA) を用いる場合がある。
- ・迅速導入 (rapid sequence induction; RSI)：”Crash induction”は俗語。フルストマックの症例で行う。使用する薬剤は急速導入と同じであるが、十分に酸素化してからマスク換気なしで輪状甲状軟骨圧迫法を行いながら挿管する法。
- ・VIMA (volatile induction and maintenance of Anesthesia)：吸入麻酔薬で導入して維持する方法。
- ・困難気道症例ではビデオ喉頭鏡を用いた気管挿管や気管支ファイバーを用いた挿管がある。
- ・フルストマック症例で意識下挿管を行う場合がある。

1. 急速導入

(1)マスク換気 (用手換気)

- ①酸素を投与する前に空気呼吸下で SpO₂ ≥ 92%を確認する*。
- ②マスクを顔に当てて、酸素を 5 – 6 l/min で投与 (酸素化 preoxygenation)。この時点が麻酔開始時間。入眠後の無呼吸に耐えられるよう行う。
- ③指導医が、プロポフォール・フェンタニルを投与。意識消失を確認し、マスク換気に移行。
- ④マスク換気は、E-C法。拇指と示指でC字を作りマスクを抑え、残りの指でE字を作り下顎を持ち上げる。換気すれば胸の挙上、呼気の湿りが目視できる。困難な場合、ヘッドバンドやエアウェイで対応 (ただし浅麻酔で経口エアウェイを入れると嘔吐、誤嚥、喉頭痙攣を誘発するので注意)。
- ⑤セボフルラン[®]3~5%またはスープレン[®]5~8%で開始。筋弛緩薬を投与すると、やがて換気する力が楽になる。気道内圧を上げずに換気する！ (胃が膨らみ、嘔吐の危険性) #。
- ⑥セボフルランで鎮静を深め、筋弛緩薬が効いてきたら挿管。



〈豆知識〉

入眠後に筋弛緩薬を投与するタイミングは定まっていない。以前は、マスク換気出来るのを確認してから投与するとされていたが、実際は筋弛緩薬を投与する方がマスク換気は容易になることも多い。

*もともと呼吸機能が正常患者で手術室入室時の空気呼吸下で SpO₂ < 92%の時は、鎮静薬による呼吸抑制や肺塞栓症の発症を疑う。

マスク換気時は、特に腹腔鏡手術では消化管にガスが入ると手術に支障が生

じるため、最大吸気圧(maximum inspiratory pressure) < 20cmH₂O、呼気終末圧 < 10cmH₂O がよい。

※ ※ マスク換気困難の原因は、義歯(歯牙欠損)、胃管留置、睡眠時無呼吸、髭、頸部の手術歴や放射線治療歴などがある。

合併症は、胃内送気、マスクによる眼球圧迫、下顎に当てた指による顔面神経障害など。

マスク換気を改善させる手段

1. 気道内圧を増加させることができない場合
 - ・両手法や他の方法でマスクフィットを改善させる
 - ・ガスリークを代償するために酸素の定常流量を増加させる
2. 気道内圧を適切に増加できる場合
 - ・経口あるいは経鼻エアウェイを挿入する
 - ・両手を用いて triple airway maneuvers を確実に(頭部後屈、下顎前方移動、開口)
 - ・逆トレンデレンブルグ体位あるいは半座位とする
 - ・麻酔器の人工呼吸器を用いて両手マスク換気を行う(PEEPを高め設定し、PIPを制限したPCVモード)
 - ・CPAP または PEEPを負荷する
 - ・筋弛緩薬が投与されていない場合は投与する
 - ・筋弛緩薬がすでに投与されていれば回復させる
 - ・他の麻酔科医の援助を要請する

PCV: 従圧式換気、PIP: 最大気道内圧、CPAP: 持続陽圧呼吸

気道管理ガイドライン 2014 (日本麻酔科学会) より (「第2部 困難気道の対応」参照)

*** Triple airway maneuvers を1人で行う場合の方法**

- i) 人工呼吸器を従圧式で PIP < 20cmH₂O、高めの PEEP (ただし < 10cmH₂O) とする。
- ii) 両手を用いて頭部後屈、下顎前方移動、開口を行い、換気は人工呼吸器を用いる。

〈豆知識〉

気管挿管ができていても次の場合はカプノグラムの波形が出ない事がある。

- ・気管支痙攣、喘息発作
- ・心停止またはショック
- ・カプノメータに接続するチューブの不良

疑わしい時はすぐに気管支ファイバーで確認する。

(Miller's Anesthesia 9th ed. p.1670)

(2) 気管挿管

① 頭部後屈、顎先挙上を保持。

② 喉頭鏡を右口角から挿入。舌を左によけ、唇を巻き込まないように展開。

「喉頭蓋見えました。」「声帯見えました」と発声する。この際絶対にフレードの先端を持ちあげない(歯を折る)。見えない場合は「見えません」と必ず言う。

・喉頭蓋が見えないときは喉頭鏡の先端が深すぎて食道まで入っていることが多い。

・声帯が見えないときは、介助者に甲状軟骨を患者の右頭側方向に押さえてもらう BURP (Backward Upward Rightward Pressure)法か、自分で喉頭を圧迫してその通りに介助者に圧迫するよう指示する OELM

〈豆知識〉

「カフの近位部が声帯を2cm越えた位置」は、パーカーチューブだと2本目の黒線が声帯に差し掛かった位置にあたる。

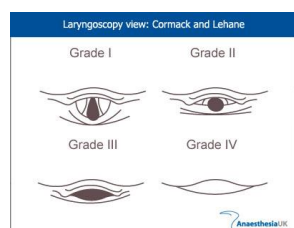
〈豆知識〉

麻酔中のカフ圧を20~30cmH₂Oに維持した場合と20cmH₂O未満の場合では、カフ圧が低い方が術後の嘔声や咽頭痛の発症率が低い。

ただし気管挿管による人工呼吸開始48時間以降に発症する人工呼吸関連肺炎(Ventilator Associated Pneumonia; VAP)の予防の為に、声門下カフ上の分泌物の気管内への垂れ込み防止の目的で、カフ圧は20~30cmH₂Oに維持する。

〈豆知識〉

Cormack-Lane 分類は、元々は直視下喉頭鏡を使用した場合の評価だが、ビデオ喉頭鏡での見え方の評価にも使用する。

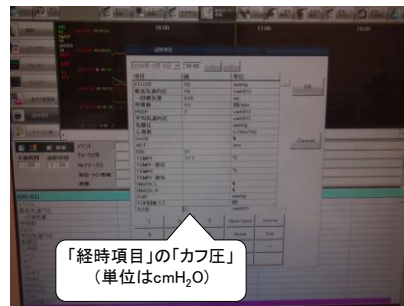


(Optimal External Laryngeal Manipulation)法を行う。

- ③声門を見たら、**眼を離さず**「チューブください」と言い気管チューブをもらう。
- ④チューブを挿入し、チューブの先端が声帯に達したら「スタイレットを抜いてください」と解除の看護師に指示する。
- ⑤カフの近位部が声帯を2cm越えたら「カフを入れてください」と言って、3~5ccの空気をカフに入れてもらう。気管チューブの深さは、門歯(または歯茎)の高さで成人男性なら22-24cm、成人女性なら20-22cm程度を目安とするが、個人差があるので注意*。
- ⑥麻酔回路を気管チューブに接続し、バックを揉みながら、
 - i. 胸の上がり
 - ii. チューブ内の呼気の湿り
 - iii. カプノグラムの波形
 - iv. 聴診で両肺野の左右差確認や、心窩部で食道挿管を否定(5点聴診)。

により気管挿管を確認し、声に出す。

- ⑦換気をベンチレーターに切り替え、動作を確認。すぐに酸素濃度・セボフルラン濃度を調整し、換気量など呼吸器の設定を確認。
- ⑧カフ位置を確認後、チューブ、バイトブロックを固定。
- ⑨麻酔導入後に瞳孔の確認。
- ⑩カフ圧を測定し、20cmH₂O以下にする。



- ⑪胃管チューブの挿入：挿管時は原則14Frの胃管チューブを挿入する#。術後留置する場合は経鼻から挿入。キシロカインゼリーをつけて少しずつ入れ、50-55cmで胃内に届くので、聴診器か吸引で確認。術中は開放しておく。胃管チューブは胃液の除去と胃膨満の解除が目的で誤嚥性肺炎を防ぐ。

*カフの位置確認：パイロットバルーンを軽くつまみ、頸部(胸骨切痕付近)を圧迫する事でカフが胸骨切痕付近にある事を確認する方法もあ

る。

#胃管が挿入できないとき：太めの16Frチューブを使用する、胃管先端部を人差し指で梨状窩に誘導する、喉頭鏡とマギル鉗子を用いて挿入する、頭部を左右に傾けて挿入するなど工夫する。

2. 迅速導入 (rapid sequence induction; RSI)

通称”クラッシュ”ともいう。術前の絶飲食の時間が長い場合は、通常の急速導入(rapid induction)で可能だが、フルストマックの場合はRSIを選択。

【スキサメトニウムによるRSIの方法】

- (1) 手術室入室時に胃管チューブが入っている場合は胃液吸引後抜去するほうが良い。輪状甲状軟骨圧迫(cricoid pressure)の邪魔になる上、胃管を伝って胃液が逆流する可能性がある。
- (2) イレウス管が入っている場合は、吸引だけし、抜去しない。
- (3) 十分に酸素化し、脱窒素化(6L/分)を5分は行う。
- (4) 非脱分極性筋弛緩薬(ロクロニウム：ロクロニウム[®])を0.1mg/kgを投与(precuarization；fasciculationを予防)
- (5) ロクロニウムを投与後precuarizationの効果が現れてきたら(約1分後に臉が重たくなる感じがする)、チアミラール(イソゾール[®])を5mg/kg投与し、引き続いてスキサメトニウム(脱分極性筋弛緩薬)を1.5mg/kg投与。同時に介助者は輪状軟骨を圧迫する。食道を圧迫するが気管はつぶさない程度に抑える。

この間、患者の自発呼吸に任せておき、用手換気はしない。

- (6) スキサメトニウムにより足先が攣縮(fasciculation)し、呼吸が停止したら挿管(ビデオ喉頭鏡を用いてもよい)。このとき喉頭展開時に唾液などで声門が見えないことがあるので第二介助者はいつでも口腔内吸引が出来るように吸引チューブを持ってスタンバイする。
- (7) 挿管後は何よりもまず挿管チューブのカフを膨らませる。(気管内への誤嚥を防ぐ)気管内に挿管されていることが確認できたら輪状甲状軟骨圧迫を解除。
- (8) 挿管に失敗した場合は速やかにチューブを抜去し、輪状甲状軟骨圧迫をしたまま極力低圧でバッグ換気を行う。SpO₂が回復した時点で再試行する。

*現在ではロクロニウムのみで迅速導入をすることも可能で、その場合はロクロニウムをチアミラールの投与後に**1.2mg/kg**を投与し、筋弛緩モニターで筋弛緩効果が十分得られたことを確認して、1分後に挿管する。この場合、挿管困難だった場合も想定し、スガマデクス(ブリディオ[®])も16mg/kg分を用意する。

*RSIでは用手換気しないで挿管するとされてきたが、筋弛緩モニターで筋弛

緩効果が十分得られたことを確認して、用手換気で咳を誘発しなければ、換気してもよいとされている。

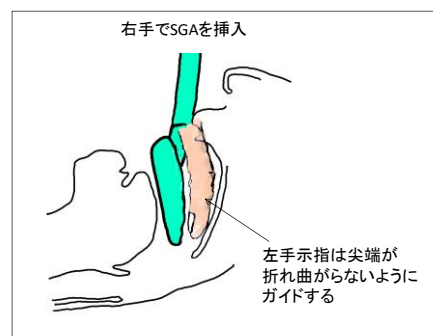
3. 声門上器具 (SGA)の挿入

- ・使用条件：短時間手術、仰臥位、非開胸/非開腹手術。
- ・利点：挿入が容易。声帯・気道刺激が少ない。挿管困難でも使える。
欠点：気道内圧を上げにくい。フルストマック症例は不可。誤嚥。
- ・使用前に、カフチェック後、脱気してK-Yゼリーを塗布しておく。

- (1)マスクにて酸素投与 (6 L/min)。
- (2)十分に鎮静した後、マスク換気開始。
- (3)筋弛緩薬なしで挿入可能。筋弛緩薬の使用有無については確定した見解はない*。
- (4) クロスフィンガー法にて左手で開口させる。右手で LMA を受け取り、示指をカフの気道面とチューブの間に当てて持つ (ペンシルホールド)。
- (5)舌を巻き込まないように硬口蓋・軟口蓋面を滑らせて挿入し、抵抗が無ければ右手を添えたまま奥まで差し込む#。右手の示指が限界まで入れば、持ち直してさらに押し込む。
- (6) 完全に SGA から手を離し、カフにエアを注入。注入量は MAX 注入量の 2/3 程度 (カフを入れない iGel や AirQ もある)。
- (7)麻酔器に接続し、用手換気にて胸の挙上、呼気 CO₂ が検出できるかどうか、ある程度圧を加えてもリークしないかどうかを確認。
- (8)人工呼吸器を設定して接続し、胃管挿入、吸入ガス設定、SGA 固定を行う。

*SGA 挿入時にロクロニウムを 10~20mg 投与しておく術中の喉頭痙攣を予防できるとの考えがある。ロクロニウムの使用量が少ないからといって筋弛緩効果の評価をせず、リバースもなしで帰室させることについて安全性は確認されていない。SGA 抜管前に TOF 比>0.9 (TOF watch は加速度計を使用しているので TOF 比が少し低めに出るため>1.0) を確認するかリバースする。

#SGA の先端が折れ曲がらないように挿入することは意外と難しい。教科書にはあまり記述されていないが、下図のように左手人差し指を SGA と硬口蓋の間に滑り込ませて、SGA 先端が折れ曲がらないようにしながら挿入する方法もある。



4. 経鼻挿管

- ・術前に CT や MRI で鼻中隔の偏移や鼻腔内に異常がないか確認し、患者に左右どちらの鼻が詰まりやすいかなど聞いて、気管チューブをどちらの鼻前口から挿入するか予め決めておく。
- ・挿入により出血しやすい部位は、鼻中隔前部や下鼻甲介後部である。気管チューブが通過しにくい時は無理せず、胃管をガイドにすると挿入しやすくなる。

(1)準備するもの

①気管チューブ

らせん入りチューブ（スパイラルチューブ）のソフトリンフォース®（ID 5.0～8.0）またはパーカープレフォームド気管チューブネーザル®（ID 6.0～7.0）を準備

②マギル鉗子

③綿球+イソジン

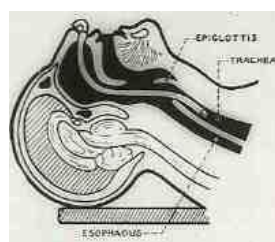
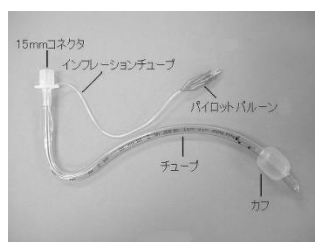
(2)経鼻挿管の方法

① 挿入前に綿棒に E 入りイソジン（薬剤室で準備）を浸し鼻腔内の消毒と血管の収縮をはかる。左右の鼻腔の大きさに差がないときには、一般に手術と対側の鼻腔が第一選択。

② 気管チューブは経口挿管時よりも細いサイズのものを選ぶ（6.5～7.0mm）。十分に K-Y ゼリーを付けた気管チューブを挿入するが、ベベルを必ず鼻中隔に向けて挿入する。決して力を入れて無理に挿入しないこと。挿入時に最も鼻出血を起こしやすいが、ほとんどの場合、無理に挿入したことが原因である。挿入が難しいときには気管内吸引チューブなどの径の細いチューブをまず通してから、これをガイドにして挿入するとよい。

③ 気管チューブの先端が口腔内にあることを喉頭鏡で確認する。鼻腔内を通過するときにカフが破れることもあるので、カフのチェックを行う。マギル鉗子でチューブの先端を持って気管内へチューブを導く。決してカフ部分をつかまない。

④ 開口障害がある場合は、意識下に喉頭ファイバーガイド下に行く。喉頭ファイバー、モニター、これをつなぐ接続ケーブルを用意する。



パーカープレフォームド気管チューブネーザル®
経鼻用 TaperGuard RAE カフ付き気管チューブ®

5. 気管支ファイバー挿管

(1)準備するもの

- ・通常の全身麻酔で準備するものすべて
- ・ミダゾラム（ミダゾラム[®]、ドルミカム[®]）またはデクスメデトミジン（プレセデックス[®]）およびフェンタニル
- ・気管支ファイバー
- ・パーカー気管チューブ
- ・特殊なエアウェイ（オバサピアン[®]、VBM ブロンコファイバーバイトブロック[®] 大 or 小）

(2)方法

- ・十分な酸素化
- ・ミダゾラム 2mg とフェンタニル 50~100 μ g を緩徐に IV。自発呼吸は残す。
- ・咽喉頭部にリドカインスプレーを散布、または超音波ガイド下喉頭神経ブロックを施行し、気管挿管時の Bucking を防ぐ。
- ・オバサピアン[®]を経口挿入。
- ・予めパーカー気管チューブを気管支ファイバーに通しておきテープで固定しておく。
- ・介助者は両手を用いて下顎拳上を行う。
- ・経鼻または経口から気管支ファイバーを挿入し、声帯を超えて気管分岐部(Carina)の手前まで挿入したらパーカー気管チューブをファイバーに沿って挿入（パーカー気管チューブはこのとき喉頭部で引っかかりにくい）。気管支ファイバーは抜去。
- ・プロポフォールとロクロニウムを投与し、気管挿管を確認して気管チューブを固定する。
- ・その他は急速導入を参照。



6. 気管挿管困難で行う意識下挿管（または覚醒時挿管）（Awake induction）

- ・マスク換気困難が予測されるか、誤嚥の危険性が高い場合に考慮する。
- ・咽喉頭部にリドカインスプレーを散布しておく。
- ・気管挿管したらすぐに鎮静薬と筋弛緩薬を投与する。

7. 肥満患者の麻酔導入

(1)肥満患者は機能的残気量が少ないため低酸素血症になりやすい。Pre-oxygenation では、フェイスマスクを密着させて 100%O₂ を 3 分間吸入させる。

(2)Ramp 位を取る：肩と頭の下に傾斜枕を入れ、患



者の外耳が胸骨切痕より高くする体位（右図）。

(3)逆 Trendelenburg 位(Fowler 位)でもよい。

F. 体位変換時の麻酔科医の役割

体位変換を行う場合、麻酔科医は必ず頭側にいて音頭を取る。動かす際は挿管チューブと回路をはずし、点滴ルートやドレーンに注意。回路をはずしてから再度装着した際は呼吸の確認。

1. 側臥位での注意点

側臥位では動脈ラインを下になる手で確保する。また、側臥位での中心静脈ラインの確保は極めて困難なため、適応があれば仰臥位のうちに入れておく。

首に三日月状の枕を巻き、腋窩に筒状の枕を入れる（腋窩マクラ）。

上になる腕は、手台に乗せる。マンシュートによる血圧は上側の手につけると10～30ほど低い数字が出るので注意。

2. 腹臥位での注意点

腹臥位では顔面、胸部、腹部などの重要な情報源が全て隠れてしまうため、麻酔管理上は非常にストレスのかかる体位である。

手術台の上で体を回転させるのは非常に困難なため、ストレッチャー上で麻酔導入をし、そしてストレッチャーと手術台を並べてから患者を転がすようにうつぶせにする。その際頸部の保持は意外に左右に転がりやすく注意しなければならない。更に点滴やAライン・CVラインなどが引っかからないようにする。

一番のケアポイントは顔面の固定方法であり、うつぶせ用の枕で管理する場合とヘッドピンと言って頭蓋骨に小指大のネジを3本刺して空中に固定する方法がある。

頭頸部の手術ではヘッドピンを使用し、麻酔器を足側に移動しなければならないが、手術が胸椎以下のレベルなら麻酔器が頭側に居たままで枕を使用する。枕を使用する場合はチューブの屈折や眼球の圧迫が無いように注意する。頭の高さは横から見て、胸椎・頸椎の曲線の延長線上に頭が来るようにする。

3. 体位による合併症

(1)最も多い神経損傷部位は、尺骨神経。次いで、腕神経叢、腰仙骨神経叢、脊髄の順に多い。

(2)尺骨神経麻痺*の原因は、様々な要因が関与しており、術中の体位や麻酔法は関与しないと言われている（男性に多い）。

〈豆知識〉

腹臥位手術の術後に失明が発症する頻度は0.09%である。その他、非心臓手術、非眼科手術の0.06%、人工心肺下の心臓手術の0.113%である。

虚血性視神経症（原因は長時間の低血圧、長時間の腹臥位、大出血、輸液過多、貧血および患者要因として高血圧、DM、動脈硬化、肥満、喫煙が言われている）と網膜中心動脈閉塞による失明がある。

- (3) 砕石位では、総腓骨神経麻痺[#]が最も多く、閉鎖神経麻痺、外側大腿皮神経麻痺、坐骨神経麻痺、脛骨神経麻痺の順に多い。
- (4) 腹臥位では頻度は少ないが、失明がまれに生じる
- (5) その他、仰臥位では禿頭、腰痛など。砕石位では下肢コンパートメント症候群（下肢の血流低下による虚血、浮腫、横紋筋融解）がある。

* 尺骨神経麻痺では母指の内転障害を来すので、覚醒時に手を握ってもらい確認する。

[#] 総腓骨神経麻痺では足の背屈障害を来すので、覚醒時に足を背屈と屈曲をしてもらい確認する。

G. 全身麻酔の維持

常に術野と患者を観察し、手術侵襲やバイタルサインの変化から、“鎮静化の患者と対話する”ように麻酔を適切に維持する。

手術侵襲による侵害受容刺激反応を高用量のレミフェンタニルで抑制すれば、ワンパターンの麻酔（“鎮静化の患者と対話”は不必要）が可能であるとの考えがあるが、これでは重症患者の麻酔管理はできない。

〈豆知識〉

麻酔中の侵害受容刺激反応はこれまで血圧と心拍数の変化から推測されてきた。近年、欧州を中心にいくつかモニターが開発されている。

心拍変動を数値化した ANI (analgesia nociception index)、脳波の変化を数値化した qNOX や RE/SE、瞳孔の大きさを計測する Pupillary dilatation response、パルスオキシメータの拍動成分を数値化した PI (perfusion index) などがある。

(参考：兵庫医大手術センターには、NR (nociceptive response) という指標がある。)

1. 麻酔の3要素 (+ 2要素)

- ・ **鎮痛 (analgesia)**：“痛み”とは主観で意識があるときのみ。全身麻酔中は“侵害受容刺激反応の抑制”という。
- ・ **不動化 (immobilization)** または筋弛緩
- ・ **意識消失** (深い鎮静) (unconsciousness)
- ・ 健忘 (amnesia)
- ・ 自律神経反応の抑制 (attenuation of autonomic response)

(1) 鎮痛 (侵害受容刺激反応の抑制)

- i. フェンタニル (フェンタニル[®]) は作用時間が1~2時間程度。過量投与で呼吸抑制・覚醒遅延などを起こす。効果部位濃度 (Ce) を確認して持続静注フェンタニルとして主に術後鎮痛に使用。
- ii. レミフェンタニル (アルチバ[®]) は短時間作用型 (半減期は3分)。1本2mgを生食20mlに溶解し必ずシリンジポンプで持続投与。術中0.10-0.30 μg/kg/minが目安。
- iii. 硬膜外麻酔：局所麻酔薬を数mlずつ投与するか、持続硬膜外ポンプを使用。
- iv. 末梢神経ブロック：皮膚など体表痛の鎮痛に効果がある。
 周術期の痛みを抑制することで、早期離床や術後肺炎予防、インスリン抵抗性の抑制、深部静脈血栓症の予防などの効果で術後回復の促進

にもつながる。

(2) 不動化

筋弛緩薬を用いる。ロクロニウム (ロクロニウム®) は短時間作用で肝臓での代謝産物がベクロニウムのように筋弛緩作用を持たないため、インフューザーポンプで持続投与が可能。TOF Watch®など筋弛緩モニター筋弛緩効果をモニターする。

超短時間作用にスキサメトニウム (スキサメトニウム®) は維持に使わない。

(3) 鎮静

吸入麻酔薬やプロポフォール持続投与。鎮静のモニターとして BIS®や SEDLINE®がある。麻酔中の脳波の波形を見て、前頭葉の波形であれば覚醒時はβ波→鎮静時はα波とδ波 (深麻酔では Burst and Supression) という変化を直接観察することが大切。

吸入麻酔薬の呼気終末濃度は、術中覚醒を来さないとする **0.7MAC_{age}** で維持する。下表は年齢ごとの 1MAC を示す (MAC_{age})。

年齢(歳)	1MAC(%)		
	Isoflurane	Sevoflurane	Desflurane
0.04	1.6	3.3	9.3
0.6-0.7	1.8	2.5	10.0
1.6-1.8	1.7	2.6	8.7
2-5	1.6	2.5	8.5
7.6		2.5	8.2
25	1.3	2.6	7.3
36-49	1.2	1.9	6.0
65-70	1.1	1.8	5.2
74		1.5	
82		1.2	

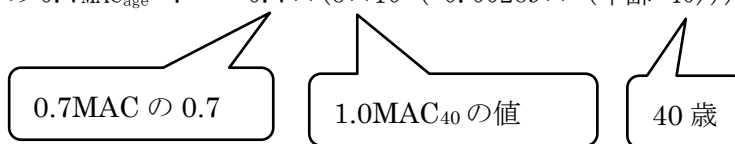
【MAC_{age} について】

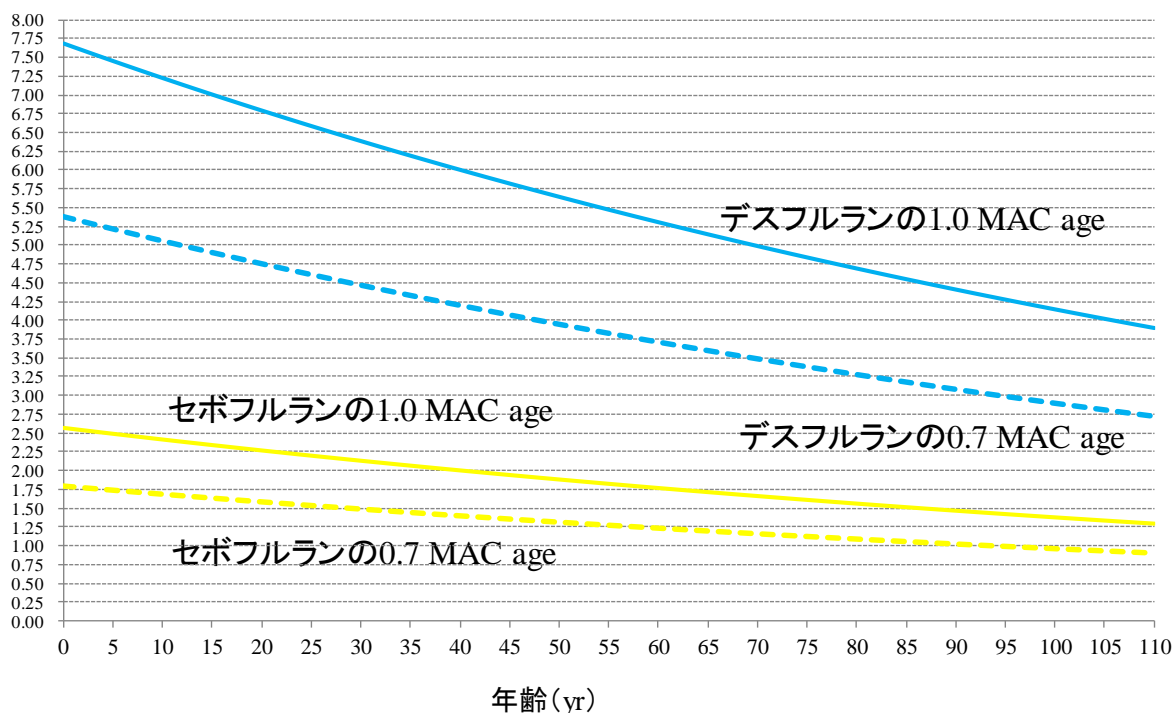
例えば、40歳の人 の Sevoflurane の MAC: 1.0MAC₄₀=2.0%

40歳の人 の Desflurane の MAC: 1.0MAC₄₀=6.0%

Sevoflurane の 0.7MAC_{age} : =0.7 × (2 × 10^{(-0.00269 × (年齢-40))})

Desflurane の 0.7MAC_{age} : =0.7 × (6 × 10^{(-0.00269 × (年齢-40))})





(4) 健忘

全身麻酔薬には記憶を抑制する作用があり健忘作用をもつ。しかし高齢者の長時間手術では、術後認知機能障害 (post-operative cognitive dysfunction; POCD)の原因にもなる。

(5) 自律神経反射の抑制

麻酔は手術侵襲による手術ストレス (侵害受容刺激反応) を抑制することにより、自律神経や内分泌反応を抑制する。侵害受容刺激反応を抑制することでバイタルサインの適正な維持ができる。

2. 血圧と心拍数の変動から行う全身麻酔の維持

以前から行われている方法。血圧と心拍数の変動が侵害受容刺激反応を反映するとの考えに基づく。しかし循環動態の変動によっても血圧と心拍数は変化するので他の情報も加味して状況を判断する。

		麻酔導入前の血圧からの変動			
		20%以上低下 低血圧		20%以上増加 高血圧	
麻酔導入前の心拍数からの変動	20%以上低下	原因	治療	原因	治療
	徐脈	(1) 麻酔薬過量投与 (2) 投与薬剤の間違い (KCl 過量投与など) (3) 房室ブロックなどによる高度徐脈 (4) 心不全	麻酔薬の投与量を確認 (吸入麻酔薬、レミフェンタニルの減量) 投与薬剤の確認 アトロピン エフェドリン ペースメーカー 循環作動薬	(1) 高度の頭低位 (2) 止血のためのバゾプレッシンの影響 (3) クッシング徴候 (頭蓋内圧亢進)	
頻脈	(1) 出血、脱水 (2) 手術操作で大血管や心臓の圧迫 (3) PSVT や発作性 Af などの頻脈性不整脈 (4) 敗血症	輸血、輸液 術操作を止めるよう指示 抗不整脈薬、フェニレフリン フェニレフリン、ノルアドレナリン	(1) 麻酔が浅い (2) 筋弛緩薬の効果が不十分 (3) 褐色脂肪細胞腫	麻酔薬の投与量を確認 (吸入麻酔薬、フェンタニル、レミフェンタニルの増量) 筋弛緩薬の追加投与 降圧薬	

* 「20%の変動」は Aldrete スコア (改変) より (「第1部 全身麻酔の終了」参照)。

3. 麻酔管理で着目すべき点

麻酔維持では、「理学所見」と「モニター」を見て適切に対応していく必要がある。

理学所見からわかること

- ① 手や腕に触れて冷暖を見る。末梢循環の評価。
- ② 瞳孔の大きさ。鎮静の深さを評価。
- ③ 顔面や四肢の紅潮。
- ④ 両側の胸郭挙上の確認と聴診。換気のリークがないかを口元の音を聞く。

モニターからわかること

- ① 心電図変化 血圧（平均血圧を含む） 脈拍 体温の変化、カプノメータ、SpO₂、BISなどのバイタルサインを、常に適正值に保つ。
- ② カプノメータの波形（カプノグラム）は換気状態の評価に重要（第2部「困難気道の対応」参照）。

チアノーゼや発汗、脈に触れて血圧を予想するなど、モニターだけでは解らない事も多くあるので、患者を診て触れることも忘れない。

4. 麻酔管理の ABCD

維持の間に観察すべき ABCD は以下の通り。何度も評価を繰り返す。

- A-airway : 気道管理。片肺換気や気道閉塞。ラリンジアルマスクのずれ、喉頭痙攣の有無など
- B-breathing : 呼吸管理。胸の挙上、酸素濃度、呼気 CO₂ 分圧の評価など。
- C-circulation : バイタルや循環容量。（必要なら昇圧・降圧薬、輸液負荷、利尿薬）。
- D-differential diagnosis : 現在麻酔管理に対して課題は何かを鑑別すること。

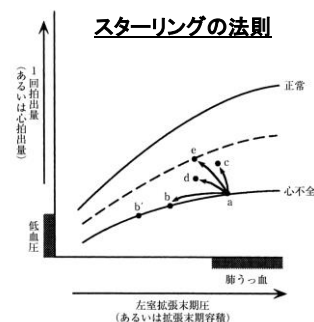
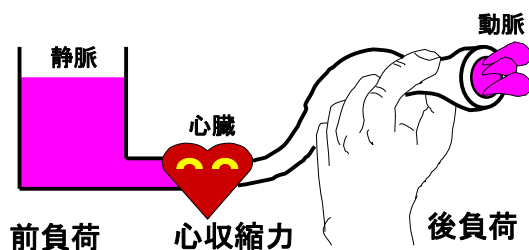
ABCD のルーチンチェックの他にも、輸液や薬剤の確認を常に行う。

- ① 点滴は必ず覆布の不潔野側に。術野に落下させない。点滴交換は必ず不潔野側で。薬液路は常に見える位置にキープ。
- ② 薬剤名はアンプルから引くとき、注入するとき、捨てるときは3回確認。
- ③ 点滴と血圧計が同じ側の場合逆流などが発生し、アルチバ®などの持続薬剤が一定にならない可能性もあるので「逆流防止弁」を付ける。
- ④ γ計算が必要な場合、シリンジポンプを使うか、予め計算しておく。
- ⑤ カートの上や周囲は常に整理する。ゴミはすぐに捨てる。
- ⑥ 常に五感を働かせておく

5. 循環動態の管理

(1)前負荷、後負荷、心収縮力

心拍出量は一回拍出量×心拍数で決まる。また一回拍出量は前負荷、後負荷、心収縮力のバランスで決まる。前負荷が増えると一回拍出量が増える（スターリングの法則）。



循環動態の管理は前負荷、後負荷、心収縮力、心拍数のコントロールである。

(2) ショック

ショックとは、重要臓器が低灌流により機能を維持するために必要な酸素が供給されない状態をいう。循環血液量減少性ショックは前負荷の低下が原因で、血流分布異常ショックは後負荷の低下が原因である。また心臓自体の原因で心収縮力が低下するのが心原性ショックで、心臓以外の原因で収縮力が低下するのが心外閉塞・拘束性ショックである。

ショックの種類	原因	種類
循環血液量減少性ショック oligemic shock	血液量の減少	出血性ショック、熱傷、脱水、炎症に伴うサードスペース形成、腹水貯留など
心原性ショック cardiogenic shock	心臓ポンプ機能の低下	虚血性心疾患(心筋梗塞)、心筋炎、心筋症、薬剤性など
血流分布異常ショック distributive shock	末梢血管が拡張しすぎて血圧が出ない 内分泌機能の変化	敗血症性ショック アナフィラキシーショック 神経原性ショック 副腎機能不全など
心外閉塞・拘束性ショック extracardiac obstructive shock	外部から心臓が圧迫を受ける 血管閉塞	心タンポナーデ、収縮性心外膜炎、緊張性気胸、過度の呼吸終末陽圧、肺血栓塞栓症など

H. 全身麻酔の終了

レントゲン撮影にてガーゼやドレーン位置など異常がないことを確認するまで覚醒させず、リバースも投与しない。撮影の際は頭部保持を徹底。レントゲン写真を術者と指導医と、自分でも確認。



患者さんが、人工呼吸器から離脱し安全に病棟で過ごすためには
「自発呼吸の回復」 「意識の回復」 「筋力の回復」 の3つが必要。

- ① レントゲン撮影後に指導医を呼び、鎮静薬を中止。
- ② 指導医が筋弛緩のリバース（ブリディオン®）を投与。
ただし筋弛緩薬を使用したか TOFR>0.9（TOF WATCH による加速度計を用いた筋弛緩モニターの場合は TOFR>1.0 が理想的）が確認できればリバースしないことがある。
- ③ 自発呼吸が大きくなれば、ベンチレーターと干渉（ファイティング）するので、ベンチレーターからマスク換気モードに変え、APL 弁（ポップオフバルブ）を全開にする。
- ④ 鎮静薬の血中濃度が下がり、意識が戻る。挿管チューブが苦しく興奮する場合もあるが、バイトブロックを使用する事でチューブや舌をかむのを予防できる。
- ⑤ 意識の回復と筋力の回復は「手を握ってください」「眼を開けてください」などで判断。自発呼吸で一分間に体重×70-100ml 以上の換気量があれば抜管可能。
- ⑥ 胸部聴診で呼吸音に異常（ラ音など）があれば、吸引チューブで気管内吸引する。
- ⑦ 別の吸引チューブで口腔内、咽頭後壁、喉頭周囲に貯留した分泌物や血液を吸引する。
- ⑧ 抜管可能となれば、丁寧に固定テープをはずし、加圧しながら口を大きく開けてもらい抜管。抜管後、すぐに口腔内吸引し、純酸素のマスクを当てて深呼吸を促す。
- ⑨ しばらく、刺激のない状態で安定した呼吸をしているか、胸の上がりや聴診で確認。
- ⑩ 以下が出来るか確認する。「深呼吸してください。口を開けてください。舌を前に出してください。声を出してください。手を握ってください。足首を動かしてください。」 Aldrete スコアで 9 点以上を確認する（第 1 部

全身麻酔の終了」参照)。

〈豆知識〉

抜管後に上気道閉塞を来すことがある。

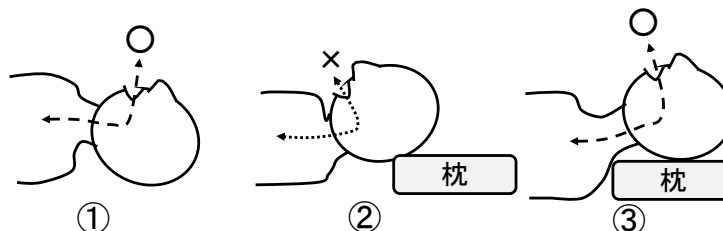
上気道閉塞のサインは、シーソー呼吸、陥没呼吸、Tracheal Tug、吸気時の喘鳴(stridor) (喘息による下気道閉塞では呼気時の喘鳴で wheeze という)がある。

すぐに頭部後屈、顎先挙上、下顎挙上を行い気道を開通させる。

- ・筋弛緩剤非使用症例ではリバース不要。
 - ・抜管後、指導医の許可が出れば最後のバイタルサインを確認し、病棟連絡し退室準備。
 - ・アルチバ®で使用していた点滴ルートはフラッシュやロックをせずに持続滴下で置くこと。残存アルチバ®によりトラブルが起こることを防ぐ。
 - ・**酸素マスクをはずした時点が「麻酔終了」。**
 - ・その後も SpO₂ 値だけでなく、視診で上気道閉塞の有無、呼吸回数の観察を続ける。
 - ・病棟ベッドが来れば移動させ病棟のパルスオキシメータをつける。安定していれば、移送は終了。
- 退室後、麻薬や筋弛緩薬を薬剤庫に返却。

【コラム】

以前は、抜管後は気道閉塞を来さないよう枕を用いないことが一般的であった(下図①)。しかしスニッフィング位が保てれば枕を用いてもよい(下図③)。ただし枕の位置が浅いと気道閉塞を来す可能性があるので注意する(下図②)。



I. モニタリング

1. 心電図、血圧計、パルスオキシメータ

この3つのモニターは、周術期のバイタルサインを記録するために必須のモニターである。3点誘導のモニター心電図では、通常はII誘導でモニタリングする。P波が確認しやすいからである。虚血性心疾患を合併する患者では、5点誘導のモニター心電図を用いてII誘導とV5誘導をモニターすることで、虚血性変化であるST-T異常が捉えやすくなる（IIとV5誘導をモニターすることで術中に発症するST変化の95%以上を捉えることができる）。

血圧測定は非観血的血圧測定法と観血的血圧測定法がある。非観血的血圧測定法では通常の血圧測定間隔は5分である。必要に応じて測定間隔を1～2.5分に短くする。

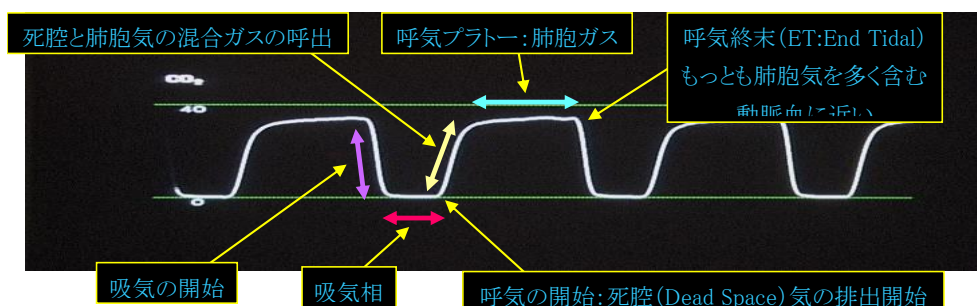
パルスオキシメータは、動脈血酸素飽和度と脈拍数をモニタリングする機器である。空気呼吸下での正常値は96～98%である。

2. カプノメータ

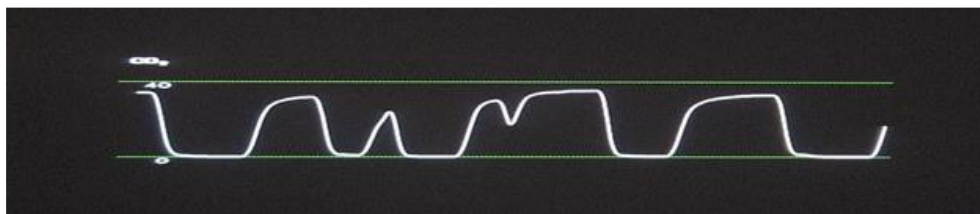
(1)呼気二酸化炭素分圧を測定する呼吸のモニターである。カプノメータには、サイドストリーム方式とメインストリーム方式がある。サイドストリーム方式は、サンプリングチューブから呼気ガスを吸引して二酸化炭素分圧を計測する方法で、メインストリーム方式では計測センサが回路に直接組み込まれている。

(2)カプノメータは呼気CO₂濃度(EtCO₂)を測定したもので、カプノグラムはその波形。CO₂を確認できることが気管内にチューブがある証明。カプノメータは動脈ガスにおけるCO₂濃度と相関があり、死腔の影響でPaCO₂より少し低値の30～40mmHgの間で管理する。

(3)カプノグラムから解ることは以下の通り（第2部 「困難気道の対応」参照）



(4)横隔膜の筋弛緩作用が解けて自発呼吸が出た場合などは、下図のようにへこみができる。腹部操作などでは危険なので筋弛緩薬を追加する。



*炭酸ガス吸収剤の機能が低下してくると、カプノメータで吸気 CO₂ 分圧（通常は 0 mmHg）が徐々に増加する。3 mmHg になれば炭酸ガス吸収剤（ヤバシライム®など）を交換する。

(5)吸気 CO₂ 濃度は通常は 0mmHg であるが、徐々に増加して 3mmHg になれば、炭酸ガス吸収剤を交換する。ただし吸気 CO₂ 濃度が増加する病態には悪性高熱症があるので注意。

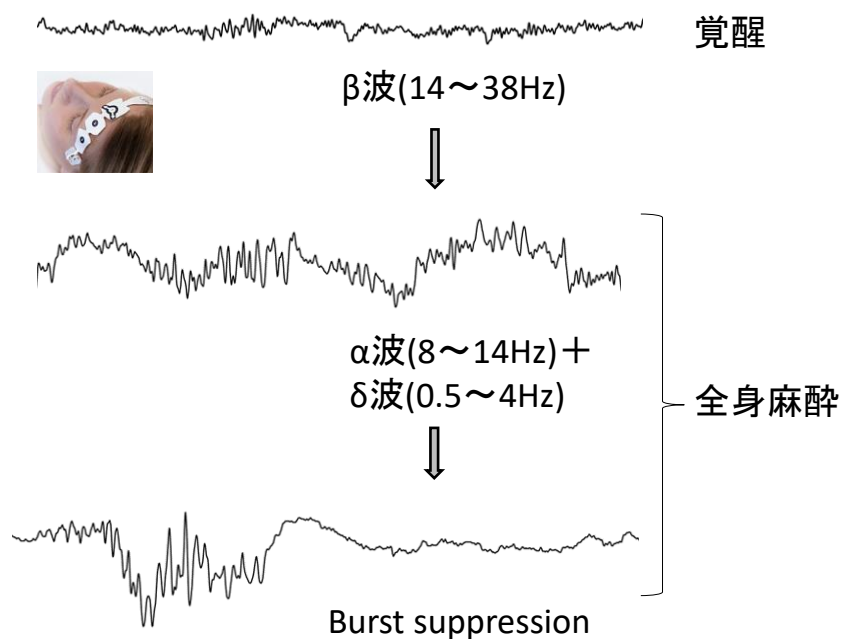
(6)死腔換気率 (V_D/V_T) は 1 回換気量 (V_T) のうち死腔 (V_D) が占める割合である。計算式は以下の通り。

$$V_D/V_T = (PaCO_2 - EtCO_2) / EtCO_2$$

3. 脳波モニタリング

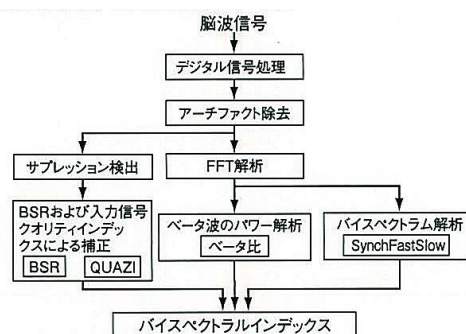
完全静脈麻酔(total intravenous anesthesia; TIVA)では静脈麻酔薬の効果部位濃度 (Ce)の個人差が大きいため、脳波モニターを用いて鎮静度を把握する。Bispectral index (BIS)モニターや SEDLINE®がある。

(1)全身麻酔における脳波の変化



(2) BIS モニタ

前額に貼付した脳波用電極より導出した脳波を高速フーリエ変換等で得た次の4つのサブパラメータから算出した値がBIS値である。



- ① BSR(バーストサプレッション比) : Burst-suppression 波形のうち低電位相 (平坦部) が占める割合。
- ② QUAZI : Burst-suppression 波形の平坦部に基線のゆれが大きい場合に用いる指標
- ③ ベータ比 : 低周波領域に対する高周波領域のスペクトル成分の割合
- ④ SynchFastSlow : 高周波領域に対する全周波数領域のバイスペクトラムの大きさの割合

BIS 値	鎮静度 (催眠状態)
100	覚醒
70~	浅い~中等度の鎮静状態 (刺激により覚醒することがある)
60~70	浅い催眠状態 (記憶がない場合が高い)
40~60	適切な催眠状態 (意識のある可能性が低い) 全身麻酔維持に適した状態
~40	深い催眠状態
0	脳波が平坦

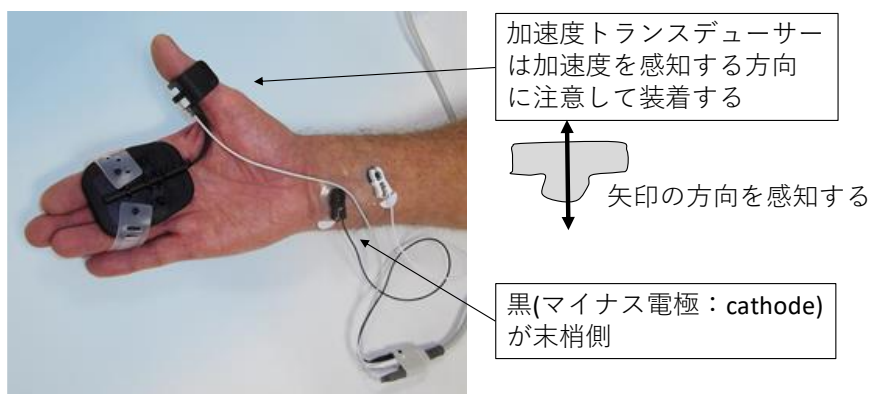
4. 筋弛緩モニタリング (非脱分極性筋弛緩薬の場合)

(1) 尺骨神経刺激による母子内転筋反応

下図は加速度感知型筋弛緩モニター(TOF-Watch®)の装着方法を示す。

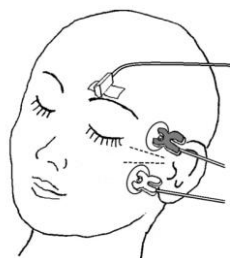
- ・白電極 (プラス : アノード) を近位の体幹側に、黒電極 (マイナス : カソード) を遠位の手先側に貼付する。
- ・加速度トランスデューサは、平らな面を装着部位 (拇指) の動きに対して垂直になるように取り付ける。



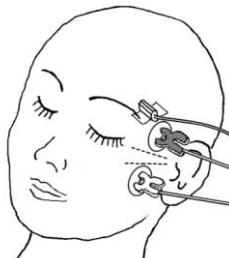


(2) 尺骨神経刺激以外の筋弛緩モニタリング

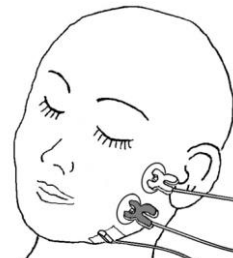
顔面神経-皺眉筋



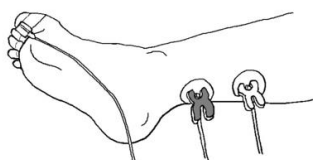
顔面神経-眼輪筋



咬筋神経-咬筋

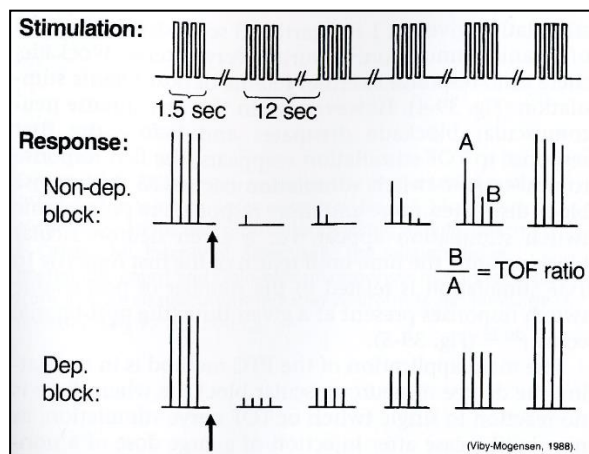


後脛骨神経-短拇指屈筋



(3) 四連刺激 train-of four (TOF) stimulation

- 2Hz (1秒間に2回) の頻度で2秒間刺激する方法
- 筋弛緩効果からの回復の指標は TOFR > 0.9。加速度感知型の筋弛緩モニタ (TOF-Watch など) を使用する場合は TOFR > 1.0 とも言われる。



(4) テタヌス刺激

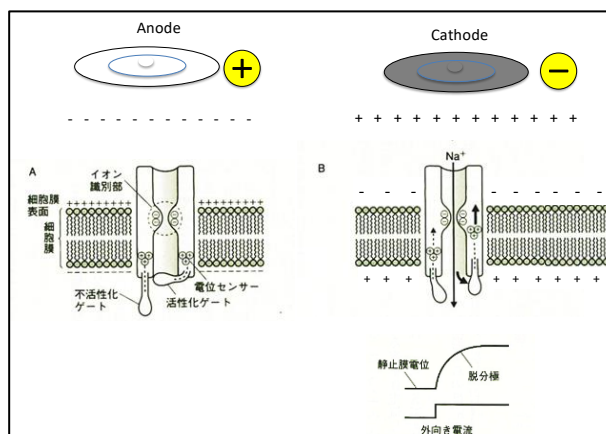
- ・ 50~100Hz の高頻度で 5 秒間刺激する方法。テタヌス刺激後は一時的な筋収縮高の増大(posttetanic potentiation: PTP)が認められる。

(5) ポストテタニックカウント (posttetanic count: PTP)

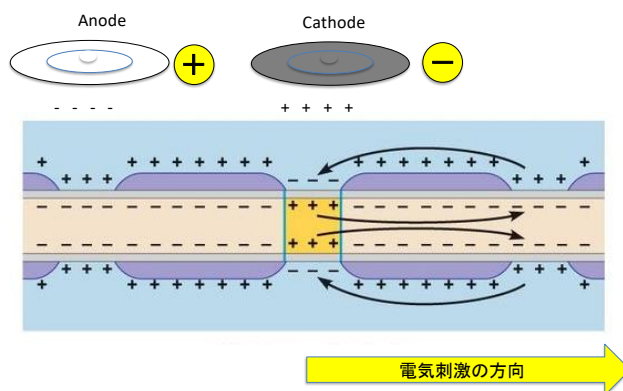
- ・ TOF で筋収縮が得られない深い筋弛緩状態で用いる。
- ・ 50Hz のテタヌス刺激を 5 秒間加え、3 秒後から 1Hz の単回刺激を続ける。筋収縮が確認できた回数が PTP。

【コラム】筋弛緩モニタリングで黒電極（マイナス極, cathode）を末梢、白電極（プラス極, anode）を中枢側に装着する理由

黒電極はマイナス極(cathode)なので、ナトリウムチャンネルの電位センサー(プラス)に作用し、末梢神経の軸索で脱分極を起こす。逆に白電極はプラス極(anode)なので過分極を起し、脱分極を抑制する。



これにより黒電極の刺激で末梢方向にのみ電気刺激は伝わる。



※運動野の錐体細胞を刺激する運動誘発電位(motor evoked potential:MEP)では、理由は不明だがプラス極で刺激する方が上手くいく。

※体性感覚誘発電位(sensory evoked potential:SEP)で末梢から中枢を刺激するときは、筋弛緩モニタリングと逆にマイナス極は中枢側に装着。

5. 侵害受容刺激反応モニタリング

- ・全身麻酔には、鎮静、鎮痛、筋弛緩の3要素が必要とされており、鎮静と筋弛緩のモニターは臨床使用されている。しかし本邦で使用できる鎮痛モニターはない。
- ・「痛み」は意識がある状態で使用する用語で、意識がない全身麻酔下での手術侵襲などによる侵害受容刺激に対する反応は、「侵害受容刺激反応」という。
- ・以下は本邦以外で使用されている侵害受容刺激反応モニタリングである。

ANI: analgesia nociception index ・・心拍変動による自律神経反応を利用

SPI: surgical pleth index ・・パルスオキシメータの振幅と心拍数による自律神経反応を利用

NoL: nociception level index ・・体温、光電式容積脈波、ガルバニ皮膚反応(精神性発汗)、加速度計を利用

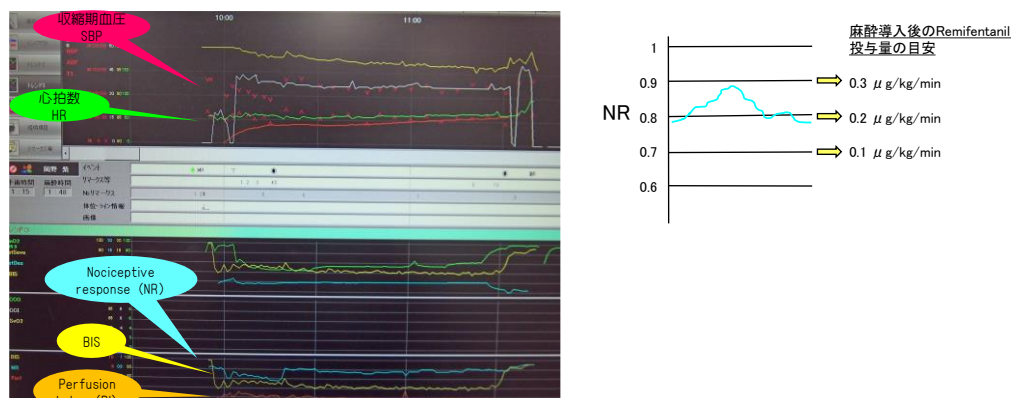
qNOX ・・・脳波の変化を利用

【コラム】NR: nociceptive response

兵庫医科大学病院手術センターでは、侵害受容刺激反応モニタリングとして下記の式で示すNR (nociceptive response)が使用できる。通常の全身麻酔では0.6~0.9の範囲で変動する。欠点は循環作動薬の影響を受ける。

$$\text{侵害受容刺激反応(nociceptive response: NR)} \\ = -1 + \frac{2}{1 + e^{(-0.01 \times \text{HR} - 0.02 \times \text{SBP} + 0.17 \times \text{PI})}}$$

ただし意識下の局所麻酔による手術中にNR値は0.9前後で変動しない。ANIやSPIも同様に意識下では変化しない。麻酔なしの痛み刺激にも反応しない。これらの自律神経反応を利用する侵害受容刺激反応モニタリングは、全身麻酔下でのみ有用と思われる。



J. 人工呼吸器の設定

1. 人工呼吸設定の基本

全身麻酔中に安定している場合、人工呼吸器の設定項目は主に次の4つ。

- ① 1回換気量 (Tidal Volume; V_T)
- ② 呼吸回数 (Respiratory Rate; RR)
- ③ I:E比 (吸気相:呼気相)
- ④ 酸素濃度 (FiO_2)

上記の4つを調節して終末呼気炭酸ガス分圧 ($EtCO_2$) と最大吸気圧 (maximum inspiratory pressure) を適正にする。

麻酔準備のときに、 $V_T=8-10\text{ ml/kg}$ RR=10 I:E比=1:2 に設定し、術中の状態に変化させるとよい。通常、最大吸気圧は10~20cmH₂Oで、30cmH₂O未滿とする。

$EtCO_2$ に反映される $PaCO_2$ は分時換気量 ($VE=V_T \times RR$) に依存し、CO₂ を減らすためにはRRか V_T を増やす。 V_T を増やすと最大吸気圧が上昇し、RRを増やすと解剖学的死腔が増える。逆に V_T が少ないと無気肺などの発生率が上昇する。喘息患者や肺気腫患者ではI:E比を増やして(1:3など)、呼気時間を長くする。

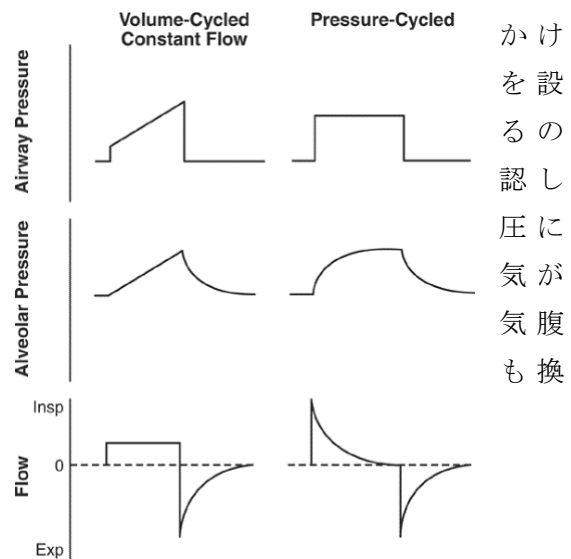
2. 主な換気設定

(1) VCV (Volume-controlled ventilation)

簡単に言うと、“とにかく設定した量の空気を送る設定”。設定した量の空気を、気道内圧が高くなるだろうが、どこかにリークを起こしていようが一定の空気量を肺に送り込もうとするので、低換気になる可能性は少ないが、最大吸気圧が高くなりやすい。しかし圧リミッターを超えるとアラームで知らせてくれる。

(2) PCV (Pressure-controlled ventilation)

“とにかく設定した気道内圧を、設定した圧で空気を送る設定”。設定した圧で設定した吸気時間の間だけ加圧す、実際に肺に入った量を常に確認しておく必要がある。過剰な気道内なる心配が無く肺にやさしい換気できるが、換気量が不安定な上、や体位・筋弛緩薬の作用によって気量が刻々と変化する。



かけを設けるの認し圧に気が腹も換

〈豆知識〉
急性呼吸促拍症候群 (acute respiratory distress syndrome; ARDS) など重症呼吸不全患者では、陽圧換気に伴う肺胞の圧損傷を防ぐため、 $V_T=6\text{ml/kg}$ 、PEEP=5cmH₂O以上、RR>20/分、最大吸気圧<30cmH₂Oで換気する方法がある。炭酸ガス蓄積は許容する (permissive hypercapnia)。20~30cmH₂OのPEEPをかけた状態で自発呼吸をさせる気道陽圧開放換気 (airway pressure release ventilation;

(3) PCV-VG (PCV-Volume Guaranteed) (エイシスのみ搭載)

”PCV でありながら、換気量を保証してくれる設定”。PCV の欠点である換気量の不安定を解消してくれる。換気量を設定すると、その量が換気できる気道内圧を見つけて換気してくれる。設定した換気量を最も低い気道内圧で管理できる。

(4) SIMV (Synchronized intermittent mandatory ventilation) 同期的間欠的強制呼吸

”自発呼吸を邪魔しない様に強制人工呼吸をする設定”。強制換気を行うが、自発呼吸が出現している時には強制換気を中断する。強制換気は VCV や PCV を選べ、更に自発呼吸をアシスト (PSV) 設定することも可能 (但し呼吸器にもよる)。呼吸器から離脱したいときに、強制換気中に自発呼吸が出てきた時や、自発呼吸だけでは換気量がままならない時に自発呼吸の補助を行う設定。覚醒に向けて使用することが多い。

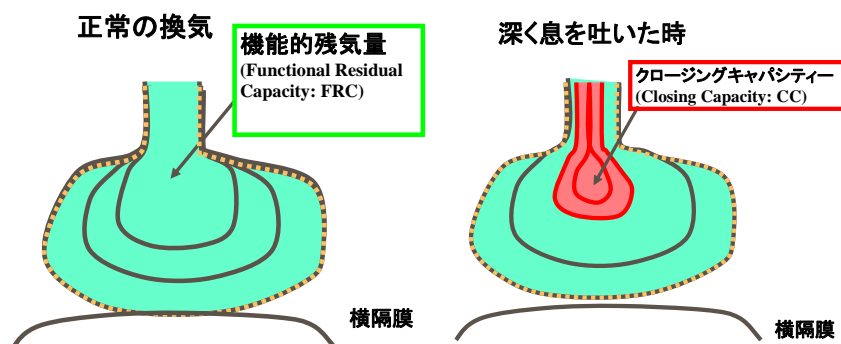
(5) PSV (Pressure support ventilation)

”小さな自発呼吸を大きい呼吸にしてあげる設定”。強制的な換気は一切行わず、患者が息を吸うタイミングに合わせて設定した圧と時間で空気を肺に送り込む。換気回数が十分あるが、換気量が少ない時に重宝する。覚醒・抜管直前やセデーションに使用することが多い。

3. 気腹時の呼吸生理と換気設定

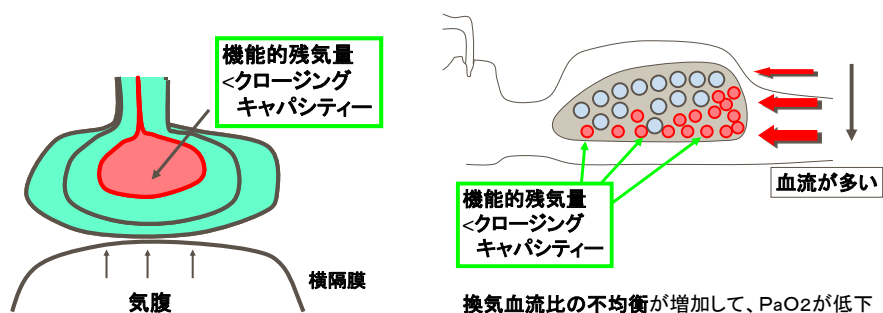
(1) 気腹前

- i) 機能的残気量(functional residual capacity; FRC) : 通常の呼吸状態で呼気で肺に残っている量
- ii) クロージングキャパシティー (closing capacity; CC) : 深く息を吐いて気道が閉塞した時に肺に残っている量
- iii) 正常では $FRC > CC$



(2) 気腹中

- i) 気腹で肺が圧迫されて肺胞が小さくなるため閉塞しやすくなる。通常の換気でも気道が閉塞する肺胞が増える。
- ii) 通常の換気でも $FRC < CC$ となる。
- iii) 気道が閉塞しやすい肺胞は、気腹で圧迫される横隔膜に近い肺や、仰臥位なら重力で圧迫される背側の肺に徐々に増えていく。
- iv) 仰臥位では肺血流は背側に多いため、換気血流比不均等が生じて PaO_2 は低下する。



(3) 気腹中の呼吸器の設定

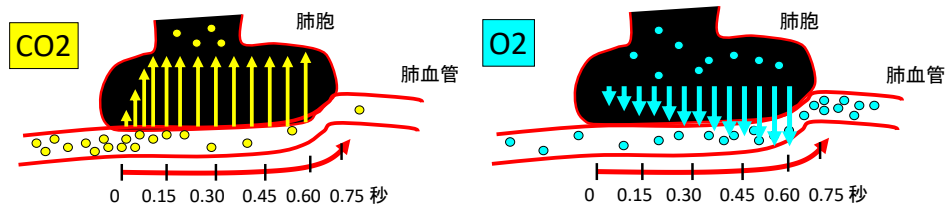
- i) 閉塞しやすい肺胞が増えるため肺コンプライアンスは低下し、最大吸気圧は増加する→PIPが増加しないように1回換気量は減らす。
- ii) 気腹で腹腔内の CO_2 ガスが血液中に溶け込む影響や1回換気量減少により $PaCO_2$ は増加する→呼吸回数を増やす。
- iii) 肺胞がつぶれやすい→PEEPをかけて PaO_2 の低下を防ぐ。

* PaO_2 の低下するからといって $FiO_2=1.0$ にはなるべくしない。100%酸素は酸素毒性があるとと吸収性無気肺 (absorption atelectasis) を来すため。

4. 吸収性無気肺の発症機序

(1) わかりやすく「空気呼吸→100%酸素」で吸入する場合で考えてみる。100%酸素で脱窒素を行うと血液に酸素が吸収された後、肺胞内圧を維持するガスがなくなるため肺胞は虚脱する。酸素分圧が上昇して気体の吸収率も増加することも関与する。

(2) 肺毛細管を流れる静脈血 (肺動脈からの血液) は、肺胞と 0.75 秒間接する。



その間に静脈血中の CO_2 は肺胞内に拡散し、 O_2 は肺胞から静脈血中に拡散して、動脈血中の PaCO_2 は低下し PaO_2 は上昇する。

CO_2 より O_2 は拡散しにくいので、換気血流比の不均衡が生じると PaCO_2 は変化しないが PaO_2 は低下しやすい。

(3)1回の呼吸は6秒間で、吸気は1.5秒間、呼気は4.5秒間とすると、1回の吸気の際に肺胞に接する毛細血管内の血液は6回分入れ替わる。

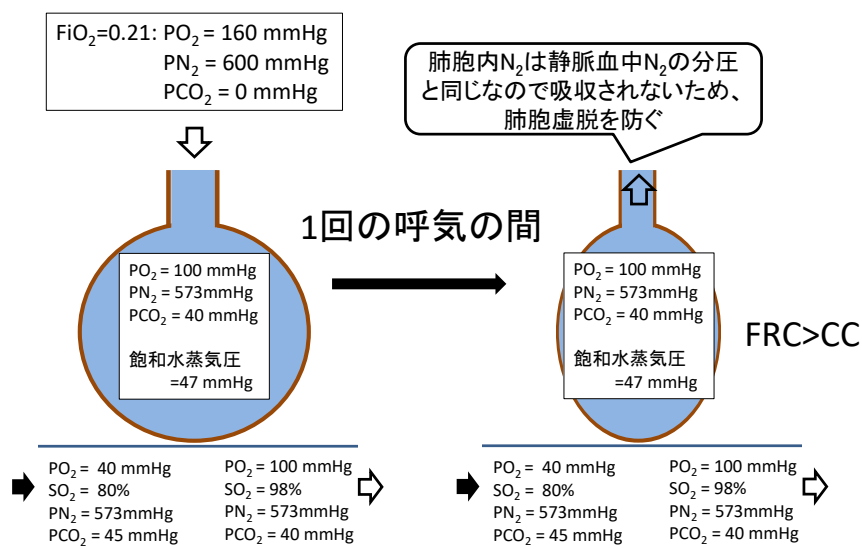
(4)空気呼吸の場合($\text{FiO}_2=0.21$)

肺胞換気式より、肺胞内の酸素分圧(PAO_2)は約100mmHgとなる。

(肺胞換気式) $\text{FiO}_2=0.21$ のとき

$$\begin{aligned} \text{PAO}_2 &= \text{PIO}_2 - \text{PaCO}_2/R + \text{FIO}_2(1/R-1)\text{PACO}_2 \\ &= 160 - 40/0.8 + 0.21 \times (1/0.8-1) \times 40 = 112.1 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

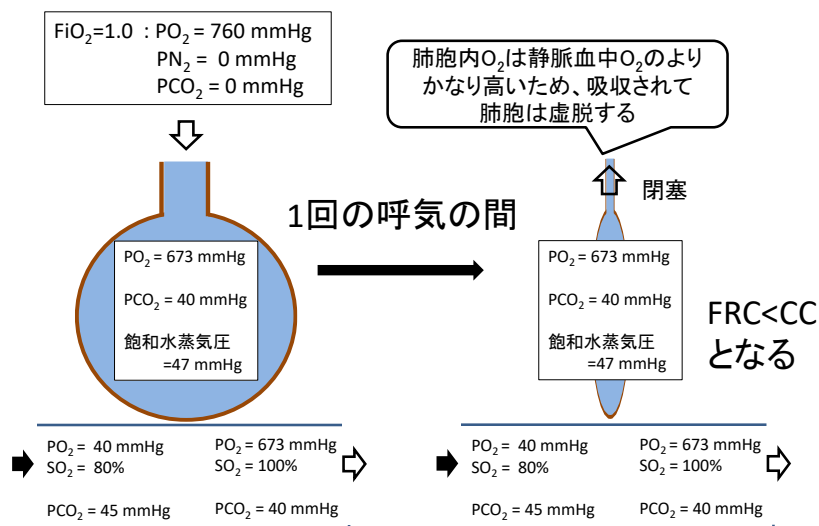
空気呼吸下では肺胞内の窒素分圧と静脈血中の窒素分圧は同じ(窒素は体内で使用されないため)である。このため肺胞内の窒素は吸収されず、それが支えとなって肺胞は虚脱しない。



(5)100%酸素の場合($\text{FiO}_2=1.0$)

わかりやすくするため pre-oxygenation で脱窒素が完了した状態とする(下

図で N₂ がないことに注目)。100%酸素呼吸下では肺胞内の酸素分圧(673mmHg)は静脈血中の酸素分圧(40mmHg)よりかなり高い(酸素は体内で消費されるため)。このため肺胞内の酸素は吸収されて肺胞は虚脱する。



* 実際は脱窒素が完了するまでに時間がかかるので、1回の呼吸で吸収性無気肺は発生しない。臨床的な影響(PaO₂低下や無気肺の発生)が顕性化するには時間がかかる。また麻酔中はPaO₂低下や無気肺発生に他の要因も関与する。

* 麻酔導入や覚醒時の100%酸素吸入による吸収性無気肺の影響は、無視できるとする報告が多い。

K. 観血的動脈圧測定

〈豆知識〉

Aラインの穿刺場所は、橈骨動脈が穿刺できないときは上腕動脈が推奨される。

尺骨動脈、足背動脈、大腿動脈などもあるが、上腕動脈で少し長めのカテーテルを用いる方法が副作用も少なくてよい (Miller's Anesthesia 8th eds. P1350)。

1. 観血的動脈圧測定 (Aライン) の意義

血圧を連続計測できる。ガス採血が容易。フロートラックセンサーを使用すると心臓、血管内容量の評価が可能。

【適応】

- ① 急な血圧変動が予想される場合 (高血圧症、心疾患、全身衰弱、高齢等)
- ② 血圧変動を避けたい (虚血性心疾患、脳梗塞、脳出血の既往等)
- ③ 血液ガス測定が頻回 (呼吸器合併症、分離肺換気、人工心肺等、大量出血)
- ④ マンシエットが巻けない (熱傷、外傷等)
- ⑤ 長時間手術

* 穿刺部位は橈骨動脈、足背動脈が良く使用されるが、上腕動脈も推奨される。

2. Allen テストの実施方法

- ① 患者がこぶしを握りしめて手から血液を駆出した後、検者は両方の動脈を強く圧迫。患者がこぶしを開くと、手は蒼白となる。次に橈骨動脈を解除し、尺骨動脈は圧迫し続ける。
- ② 橈骨動脈が開存していれば、手はすぐに赤くなる。
- ③ 橈骨動脈が閉塞していれば、手は蒼白のまま。
- ④ 同様の操作で、尺骨動脈の開存を確認する。明らかに尺骨動脈の開放時に手掌が全面的に赤色になるのが遅れる場合 (5秒以上) は偽陽性、8秒以上は陽性とし、橈骨動脈穿刺は避ける。

*ただしAllenテストの信頼性は低い。

3. Aラインの作り方

- (1) 動脈ラインキット、加圧バッグ、生食パック (500 cc)、ヘパリン (3cc)、5ccのシリンジ、耐圧延長チューブ、1つの三方活栓を用意。
- (2) 生食パックにヘパリン 3cc (3000 単位) を注入し、パック内の空気を抜く。
- (3) 生食パックに動脈ラインキットを刺し込み、生食パック内と動脈ラインキット内をヘパリン生食で満たし、空気を完全に抜く。(気泡が動脈内に入ると空気塞栓を起こし組織壊死を起こす)
- (4) 生食パックを加圧バッグで 300 mmHg まで加圧
- (5) トランスデューサーの三方活栓を大気圧開放し、モニターの動脈圧用モジュールのゼロボタンを押しゼロ点補正を行う。術中のトランスデューサーの高さは、患者の右心房の高さに維持する。

〈豆知識〉

Aラインのゼロ点補正の高さは中腋窩線の高さと教科書には記載されているが、胸鎖関節から 5cm 背側の高さも推奨されている。



4. Aラインの確保の仕方

- (1) イソジンで消毒し、22G 留置針を目的動脈に穿刺。
- (2) 穿刺できたら留置針をカニューレションして内筒を抜き、出血しないように留置針の先端部を圧迫して、コックヘルで留置針をつかんで動脈ラインキットに接続する。
- (3) 留置針側の三方活栓より 5 cc シリンジで脱血して接続部の空気を抜き、フラッシュする。



*A-line をとり終わったら必ず手首の伸展を解除する。放置しておくと神経麻痺をおこす。

【コラム】なぜAラインではゼロ点補正が必要？

- 1) 動脈圧のゼロ点は大動脈基部、中心静脈圧のゼロ点は三尖弁の高さ。
- 2) 動脈圧の測定には非観血的（マンシット法）と観血的（Aライン）があるが、ゼロ点の取り方が異なる。Aラインではゼロ点補正してトランスデューサーの高さを中腋窩線の高さ（大動脈基部の高さ）に維持するが、マンシットによる非観血的測定法ではゼロ点をとらない。
- 3) 非観血的血圧測定法（マンシット法）では大気圧を 0mmHg として測定するが、大気圧は凡そ胸腔内圧と等しく、さらに大動脈基部の高さの圧に近い。もし非観血的血圧測定法で立位の足の血圧を測定すると、大動脈基部から足までの静水圧が加わるので収縮期血圧は 200mmHg を超えるくらい高くなる。
- 4) 観血的血圧測定法（Aライン）もゼロ点は大動脈基部である。非観血的血圧測定法（マンシット法）との大きな違いは、体位を変えても血圧の測定値が変化しないことである。立位の足の血圧をAラインで測定しても、ゼロ点が大動脈基部の高さに維持されていれば、Aラインのチューブの中は水で満たされているので、トランスデューサーと動脈の間の高低差の静水圧（1 mmHg = 1.36cmH₂O）を差し引きするため、Aラインで測定する血圧は大動脈基部での血圧となる（ただし足で測定すると動脈が細くなることによる血圧増はある）。
- 5) 側臥位における観血的血圧測定法（Aライン）の値は右手と左手で同じ値であるが、非観血的血圧測定法（マンシット法）では差が生じる。何故か考えてみよう！

5. フロートラック

動脈ラインを確保するだけで、下記の心拍出量や、循環血漿量の指標が得られる。前負荷の変動が大きい症例や透析患者、長時間手術では体液管理の指標となる。

作成方法は普通のAラインキットと同様。

フロートラック システムで得られる循環動態パラメータ	
CO	心拍出量 (Cardiac Output) 心臓が1分間に送り出す血液の量 (1回拍出量×心拍数)
CI	心係数 (Cardiac Index) 心拍出量÷体表面積
SV	1回拍出量 (Stroke Volume) 心室が1回の収縮で拍出する量
SVI	1回拍出量係数 (Stroke Volume Index) 1回拍出量÷体表面積
SVV	一回拍出量変動 (Stroke Volume Variation) 1回拍出量の呼吸性変動を変化率 (%) で表した値
SVR	体血管抵抗 (Systemic Vascular Resistance) 左室の拍出に対する抵抗
SVRI	体血管抵抗係数 (Systemic Vascular Resistance Index) 体血管抵抗÷体表面積

6. 合併症

出血、血腫、血栓症、感染、動脈瘤の発症などがある。

L. 中心静脈カテーテル留置

1. 中心静脈カテーテル留置の意義

中心静脈圧 CVP モニタリング
急速輸液（太いカニューレ経由）
空気塞栓の吸引
末梢静脈を避けるべき薬物の投与
高濃度の血管作動薬
高カロリー輸液（術後を含む）

2. 準備するもの

CV カテーテルキット イソジン消毒液 ヘパリン加生食 超音波エコー
※超音波ガイド法
より安全にカニューレーションを成功させることができる。
(時間短縮 成功率向上 合併症減少)

3. 方法

- (1) 肩枕を入れ、頸部を伸展し、頭を30度左に向け、頭低位とする。
- (2) 甲状軟骨レベルで、胸鎖乳突筋の胸骨枝内側縁に総頸動脈の拍動を触れ、エコープローブで総頸動脈、内頸静脈を確認し、マーキングをする。
- (3) 清潔でガウンを着用したらイソジンで消毒し、清潔穴あきシートをかける（高度バリアプレコーション）。
- (4) マーキングを指標に穿刺し、逆血の確認できた位置で穿刺針を保持し、ガイドワイヤーを挿入。
(ガイドワイヤーで右房を突付くと不整脈が出るので注意)
- (5) ダイレーターを挿入（ガイドワイヤーの可動性の確認）
- (6) ダイレーターを抜去し、ガイドワイヤーに沿ってカテーテルを挿入しガイドワイヤー抜去、逆血を確認とエア抜きをして固定する。



動脈を押さえながら



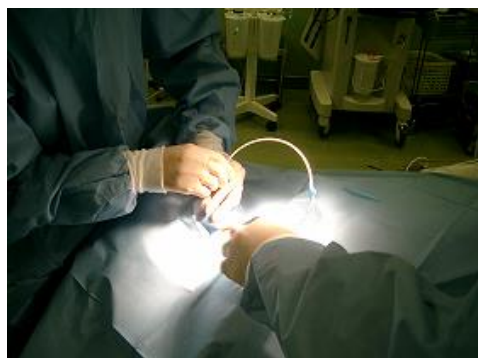
静脈血の戻りを確認して



ガイドワイヤーを進めます



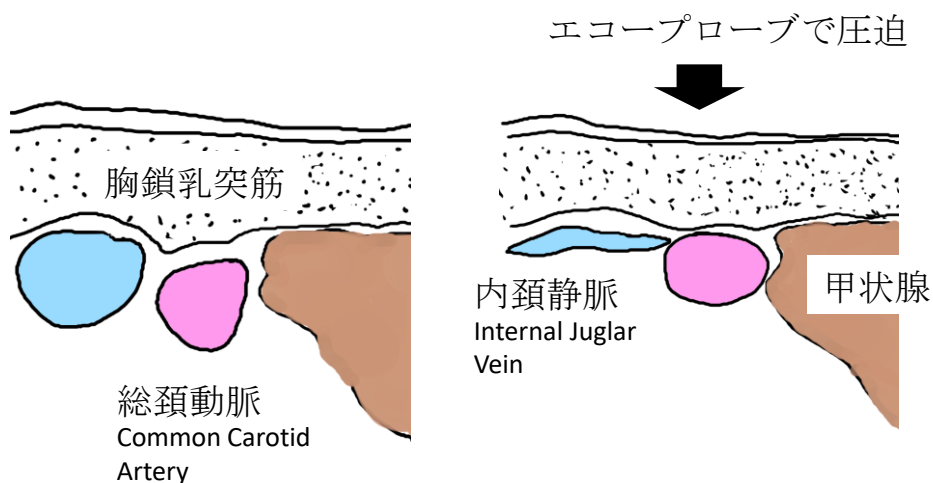
ダイレーターで広げて



カテーテルを入れていきます。必ず逆血確認
このときガイドワイヤーをカテーテルの後ろから抜くことを忘れな
いように。また通常、カテーテル挿入の深さは12~13cm。



できあがり、通常3点固定です。



超音波で見ると圧迫で虚脱する血管が内頸静脈、丸く保たれる血管が総頸動脈です。

4. 合併症

- (1)動脈穿刺による出血や血腫
- (2)神経損傷：内頸静脈穿刺では腕神経叢、大腿動脈穿刺では大腿神経など
- (3)気胸や血胸：鎖骨下動脈穿刺で多い
- (4)血栓症：大腿動脈穿刺で多い
- (5)カテーテル関連血流感染

M. 硬膜外麻酔

硬膜外麻酔では神経支配領域の数分節で選択的に麻酔域を得ることができ(分節麻酔)、注入する局所麻酔の種類や量によって運動機能を損なわずに鎮痛が可能(分離麻酔)。局所麻酔薬の総量が増えやすく局所麻酔薬中毒に注意。カテーテル留置により長時間の麻酔が可能だが、2~3週間以上用いる事は少ない。

1. 適応

- ・胸腹部手術、帝王切開、整形外科手術など。
- ・脊髄幹麻酔 (neuraxial anesthesia)の硬膜外麻酔や脊髄くも膜下麻酔を施行する時は血小板数 $\geq 10.0 \times 10^4 / \mu\text{L}$ が望ましい。

2. 禁忌

- ・出血傾向
- ・抗凝固薬投与症例(術後に深部静脈血栓症の予防で抗凝固剤を投与する場合も)

【コラム】バイアスピリン服用と硬膜外麻酔

アスピリン自体の抗血小板作用は弱く、脊髄幹麻酔に伴う硬膜外血腫のリスクを増加させないため、アスピリン単独使用の時は術前に中止する必要はない。ただし他の抗凝固薬の服用、凝固異常、肝障害、腎障害、重症大動脈弁狭窄症などがあるときは7日間休薬する(ただし脳梗塞や虚血性心疾患の二次予防を目的にアスピリンが投与されているときは5日間休薬する)。

「抗血栓療法中の区域麻酔・神経ブロック 2016」より

- ・PT-INR > 1.5 または血小板数 $< 8.0 \times 10^4 / \mu\text{L}$ (脊髄くも膜下麻酔は血小板数 $< 5.0 \times 10^4 / \mu\text{L}$ で禁忌)
- ・肝切除、肝機能異常
- ・敗血症、脊髄の腫瘍や炎症、穿刺部位の感染・炎症、
- ・大量出血が予想され、凝固系に異常を起こす可能性のある手術
- ・頭蓋内圧亢進、脊椎の解剖学的異常による穿刺不可能症例、
- ・その他、実際に体位を取って穿刺する事が困難な症例(小児、精神病、急性腹症患者など)

3. 準備

- ・硬膜外セット
- ・1%メピバカインシリンジ 10cc: 2A

- ・生食 100cc : 1V
- ・0.25%ポプスカイン 100cc : 2パック
- ・0.75%ポプスカイン 10cc : 2V
- ・1%E キシロカイン 20cc : 1V

4. 方法

これらの手技は標準予防策で施行。擦式アルコールで手を消毒し、清潔手袋をはめて作業する。イソジンで消毒し、覆布を使用。ガウンは着ない。

- (1)原則として正中法、抵抗消失法。(他に傍正中法、水滴法)
- (2)Tuohy 針を棘間靭帯に穿刺し、棘間靭帯・黄靭帯に固定させる。

内筒針を抜き、ガラス製生食シリンジを接続。シリンジの抵抗を確かめながら数ミリずつ針を進め、抵抗が消失した場所で針の深さを確認。



シリンジの抵抗が消失するところが硬膜外腔

- (3)シリンジを吸引して脳脊髄液・血液の逆流のないことを確認。
- (4)Tuohy 針を左手で保持し、Tuohy 針のベベルを頭側に向け、目的位置までカテーテルを挿入。カテーテルが抜けないよう Tuohy 針を抜く。カテーテルの挿入目安は硬膜外腔内に 5cm 位。
- (5)カテーテルをコネクターに接続し、シリンジで脳脊髄液・血液の逆流がないことを確かめ、フィルターを接続。
- (6)カテーテルはループを作って、Steri-Strip®テープとテガダーム®で固定。
- (7)臥位に戻り、1%E キシロカイン 3ml をテストドーズとして注入。くも膜下迷入していると 1~2 分後に下肢の温痛覚が変化し、血管迷入では一過性に頻脈になり、血圧が上昇する。

5. 手術による挿入部位

硬膜外単独、全身麻酔と併用、術後痛のみ、などにより穿刺部位、局所麻酔薬の種類や投与量、効かせるべき範囲を考慮する。以下は参考。

- (1)上腹部の開腹術 : Th7/8~Th9/10
- (2)下腹部の開腹術 : Th10/11~L1/2 (Th12/L1 からでは仙骨領域は期待できないこともあり)

6. 合併症

- | | | |
|---------|---------|-----------|
| 1. 局麻中毒 | 5. 心停止 | 9. 硬膜外血種 |
| 2. 血圧低下 | 6. 呼吸抑制 | 10. 硬膜外膿瘍 |
| 3. 徐脈 | 7. 悪心嘔吐 | |
| 4. 不整脈 | 8. 全脊麻 | |

7. 術後疼痛管理 (持続硬膜外注入)

・メニューは

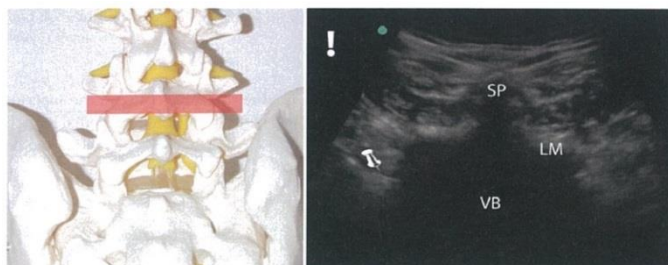
0.2%ポプスカイン®	170cc
生食	100cc
フェンタニル®	25cc (1,250 μg)
ドロレプタン®	3cc
<hr/>	
	計 298cc

・ドロレプタン®は20歳未満及び75歳以上は錐体外路障害の予防のために入れず、心電図でQT延長があるときも入れない。

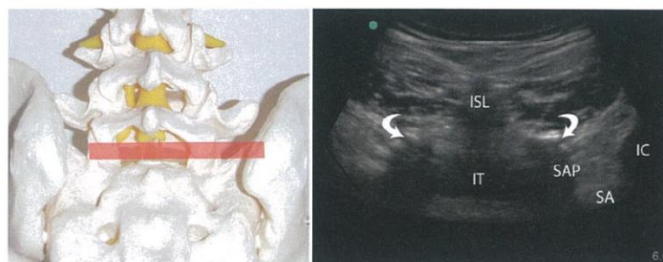
・持続注入用のポンプに注入し硬膜外チューブに接続すると4ml/hrで投与される(患者によりメニューを変更する場合もあるため上級医に相談)。

8. 超音波ガイド下の脊髄幹麻酔(neuraxial anesthesia)

超音波装置の発達により、超音波ガイド下で脊髄幹麻酔(硬膜外麻酔、脊髄くも膜下麻酔)が可能になってきた。



LM; lamina, SP; spinous process, VB; vertebral body



IC; iliac crest, ISL; interspinous process, IT; intrathecal space, SA; sacral ala, SAP; superior articular process

(Atlas of Ultrasound-Guided Procedures in Interventional Pain Management, Springer 2010 より)

N. 脊髄くも膜下麻酔

クモ膜下腔に局腫麻酔薬を注入して脊髄の前根及び後根をブロックする方法。

1. 適応手術

Th6以下の知覚神経支配領域の手術で、2～3時間以内に終わる手術。

例として、TUR（経尿道手術）、外陰部の手術、帝王切開、膝、股関節の手術、痔核、鼠径ヘルニア、精索静脈瘤など。

呼吸機能が悪いなど全麻に耐えられない場合、覚醒させておきたい場合も脊髄くも膜下麻酔の適応。

2. 禁忌（硬膜外麻酔の禁忌に共通する部分が多い）

- (1) 穿刺部位の感染
- (2) 出血傾向（PT-INR>1.5もしくは血小板数 $5.0 \times 10^4/\mu\text{l}$ 未満）
- (3) 循環動態が不安定な患者
- (4) 患者の同意、協力が得られない場合

* 中枢神経系の腫瘍、全身性炎症疾患、末梢神経障害でも禁忌の場合がある。

* 下肢の知覚・運動障害がある場合、術前に麻痺の部位や程度を把握する。

3. 手技

(1) 高比重 0.5%マーカイン®なら患側を下に、等比重 0.5%マーカイン®なら患側を上にして側臥位を取る。

左右の腸骨稜を結ぶ線（Jacoby線、ヤコビー線）がL4棘突起かL4/5棘間に当たり、L3/4間かその上下でマーキングし、穿刺する。（両膝、両股を曲げ、顎をつけ、背中、脊椎を水平に）。

(2) 標準予防策を施行し、清潔手袋を装着し、イソジン消毒を2回。

(3) 1%キシロカイン®または1%メピバカイン®で局所麻酔し、棘間靭帯を探り穿刺方向を決める。

(4) スパイナル針を目的方向へゆっくり刺入。25Gスパイナル針は硬膜を貫く抵抗がわかりにくいため、ある程度の深さから、内筒針を抜いて脳脊髄液の逆流を確かめながら、少しずつ進める。

(5) 脳脊髄液の逆流を認めたら、スパイナル針を90度ずつゆっくりと回転させ、全方向で脳脊髄液の逆流を確認。

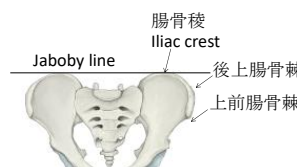
(6) 脊麻用の局麻薬を必要量残して、スパイナル針が動かないよう左手でしっかり固定し接続。ゆっくり吸引し脳脊髄液の逆流を確かめて注入します。薬液注入後にもう一度逆流を確認し、スパイナル針を抜去。

(7) 穿刺部をイソジン消毒しガーゼをあて、仰臥位に。

* 主に患側を効かせたい場合は、5～10分間、側臥位を保持。

〈豆知識〉

Jacoby線を後上腸骨棘の位置と勘違いしている医師は多い。それでは腰椎椎間を1椎体ほど頭側に見積もってしまうので、実際はL5/S1なのにL4/L5と間違ってしまう1つである。



(8) 無痛域を調べる (cold test または pin prick test)。最初の数分は、患者の観察をし、効果に応じて体位を調整し、副作用の対応。その後も経過観察。

4. 脊髄くも膜下麻酔の注意点

(1) モニター：

- ① 血圧：開始～15分後まで1分間隔で測定
15分～30分まで2.5分間隔で測定
30分以降でバイタルサインが安定していれば5分間隔で測定

② パルスオキシメータ

パルスオキシメータによる酸素飽和度(SpO₂)の低下は、鎮静薬や局所麻酔薬中毒による呼吸抑制、アナフィラキシーショック時の気管支痙攣などの可能性があり、迅速に対応しなければならない。

② 必要ならばカプノメータ。呼吸状態・意識レベルも常にチェック。

繰返し有痛性の刺激を加えてようやく合目的に反応するような深鎮静(deep sedation)で用いる。心電図、血圧計によるバイタルサインを少なくとも5分間隔で記録するとともに、SpO₂に加えて、カプノメータによる呼気二酸化炭素分圧と呼吸回数を15分毎に記録する。鎮静を行わないときや、鎮静薬を使用しても呼びかけや接触刺激で合目的に反応する程度の意識下鎮静(Moderate sedation)では、カプノメータは不要である。

経鼻カニューラで酸素を投与しながら、呼気の炭酸ガス濃度を測定するための器具もある。気管挿管時と異なり呼気の一部が漏れるため、動脈血中の二酸化炭素分圧を反映する終末呼気二酸化炭素分圧(end-tidal CO₂; EtCO₂)を測定するのではなく、呼吸の有無のモニタリングすることが目的である。

音響呼吸数モニターという音響トランスデューサを内蔵した粘着式センサを患者の頸部に装着し、音響呼吸数(acoustic respiration rate; RRa)をモニターする装置もある。呼吸音以外の雑音をキャンセルする機能を持つ。深鎮静下における術中および術後の呼吸数をモニターすることができる。

(2) 血圧が低下した場合、

- ① 輸液(細胞外液補充液、ボルベン)を負荷。
- ② 昇圧薬(ネオシネジン®0.1mg またはエフェドリン®4mg を投与)。
- ③ 下肢挙上。
- ④ 酸素投与(カヌラ、マスク)

(3) 砕石位から仰臥位にもどす時は、片側ずつおろし、血圧低下に注意。手術終了後に無痛域、バイタルサインを確認。

(4) 無痛域がT4以下でバイタルサインが安定していたら退室。

〈豆知識〉

ヒトのクモ膜下腔に局所麻酔薬を投与しても、局所麻酔薬は脊髄の後角まで届かない。ただし、げっ歯類だと脊髄が小さいので後角の神経細胞に作用する。

ヒトで脊髄くも膜下麻酔下に脊髄刺激電極を腰部の硬膜外腔から刺激すると、脊髄そのものは麻酔されていないので、患者は下肢の paresthesia を訴える。ヒトの脊髄くも膜下麻酔では、局所麻酔薬は神経根をブロックしているのであって、脊髄そのものをブロックしているのではない証拠である。

* Th1~5 に交感神経心臓枝が、Th1~11 には外肋間筋支配があるので、循環抑制、呼吸抑制を防止するために、Th4 以上にしない。

* 脊髄くも膜下麻酔中の悪心嘔吐は低血圧のサインである。

* 脊髄くも膜下麻酔中のあくびや冷や汗、低酸素血症、低血圧などの原因により脳酸素需要不均衡が生じている可能性がある。

5. 鎮静

・ミダゾラム (ミダゾラム[®]、ドルミカム[®])

ベンゾジアゼピン系鎮静薬

1A=2cc(10mg)

拮抗薬としてフルマゼニルがある

・デクスメドミジン (プレセデックス[®])

延髄の青斑核の α_2 受容体に作用して鎮静作用を来す。鎮痛作用も持つ。

プレフィルド 1 筒=200 μ g / 50mL

6 μ g/kg/時の投与速度で 10 分間 iv し、0.2~0.7 μ g/kg/時で持続投与。



6. 合併症

- ・馬尾症候群：神経障害による感覚障害や運動障害
- ・一過性神経障害 (transient neurologic syndrome; TNS)

7. 帰室

- ・くも膜下腔にマーカイン[®]を投与したとき。麻酔レベルが安定するまでに 45 分前後かかる。麻酔レベルを確認して安定していれば帰室。
- ・麻酔作用は 5~6 時間かけて徐々に尾側に減弱していく。

8. その他

- ・術中に音楽を聴くことができる環境は、周術期の患者の不安を和らげると考えられている。患者が聞きたいと希望する音楽が何か、術前に確認しておくとうい。
- ・また喋れない患者や、顔がドレープで覆われる手術では、術中に患者が何か知らせたいときの合図を決めておくとうい。握ると音が鳴る器具を患者に持たせる方法もある

0. 困難気道の対応

1. 困難気道が予測されるときに準備するもの

(1)喉頭鏡

マッキントッシュ型とミラー型。乳幼児でミラー型を用いる。

(2)ビデオ喉頭鏡：エアウェイスコープ®、McGRATH®、KingVISION®など

先端にカメラのついた挿管用のデバイス。プラスチックブレードを挿入できる程度(2横指程度)開口できれば使用可能で、頸部の固定が必要なリウマチ患者や頸椎疾患の患者に有用。

(3)気管支ファイバー

咽頭を確認しながらファイバーを気管内に差し込み、それをガイドに挿管。経口的にも、経鼻挿管にも使用可。

経口の場合には気管支ファイバー用のエアウェイ(オバサピアン®、VBM ブロンコファイバーバイトブロック®やスワイベルコネクタ)があると操作しやすい。

(4)気管挿管用ラリンジアルマスク (intubating laryngeal airway; ILMA)：ファーストラック®、AirQ®など

気管挿管用のSGA。SGA本体の内腔を通して挿管。専用のチューブが低容量高圧カフであり、長時間の留置には向かない。AirQはソフトなので長時間留置も可な上、通過するサイズなら挿管チューブは自由に選択できる。

(5) ガムエラスチックブジー (gum elastic bougie; GEB)

Cormack 分類 3~4度の症例に喉頭鏡下で使用。喉頭展開後、半盲目的に気管内に挿入し、それをガイドにして気管挿管を行う。

(6)チューブエクステンジャー

何らかの理由で気管チューブを入れ替える必要が生じたときに使用する。気管チューブを抜管後に困難気道が予測されるか危惧されるときは、チューブエクステンジャーを気管内に残したまま抜管する。

(7)輪状甲状膜穿刺キット： ミニトラック II セルジンガーキット®、クイックトラック VBM®など

(8)マッコイ喉頭鏡

形状はマッキントッシュ型とほぼ同じで、ハンドルにレバーがありそれを握る事でブレード先端が持ち上がる。マッキントッシュでもう少しで見えそう…という時に有用。しかしビデオ喉頭鏡が開発されて使用される頻度は激減した。

2. 気道管理ガイドライン 2014 (日本麻酔科学会)

困難気道の発生頻度は、フェイスマスク換気困難が 5%、直視型喉頭鏡による喉頭展開困難が 5.8%、マスク換気も直視による喉頭展開も困難が 0.4%、マス

ク換気不能が 0.15%である。このガイドラインは困難気道に陥らないためのものである。

〈豆知識〉

ガイドラインで換気の指標にカプノグラム波形が重要視されているからといって、麻酔導入時にカプノグラムばかり見るのではなく、胸郭運動や呼吸音の聴診など理学所見も当たり前だが忘れてはならない。

(1)カプノグラムの波形を用いた換気状態の3段階評価

換気状態の臨床評価は、胸郭運動、呼吸音、カプノグラム、一回換気量によって行われるが、本ガイドラインでは麻酔中の換気の有効性を評価する信頼できる手段としてカプノグラムの波形を利用することが推奨される。

- ⑤ V1：第 III 相（プラトー相）を含んだすべての位相が確認できる場合。換気回数が正常なら換気状態は正常。
- ⑥ V2：急速に立ち上がる第 II 相の波形のみの場合。換気状態は正常ではないと判断。
- ⑦ V3：波形が認められず基線のみの場合。無呼吸あるいは死腔換気量以下の低換気状態。

換気状態の3段階評価分類とそれらの臨床的解釈

換気状態の表現方法	麻酔施行者が最大限に努力をして換気を行った場合		
	V1	V2	V3
換気の状態	正常	正常ではない	異常
気道確保の難易度	容易	困難	不可能
重篤な低酸素血症へ進展する可能性	なし	通常はない	あり
重篤な高二酸化炭素血症へ進展する可能性	なし	あり	あり
期待できる一回換気量	5 ml/kg 以上	2 から 5 ml/kg	2 ml/kg 以下
カプノグラムの波形	第 III 相まで	第 III 相欠落	なし

典型的なカプノグラムの波形

この評価方法はフェイスマスク、声門上器具、気管チューブを通しての人工呼吸または自発呼吸中の麻酔患者に適応できる。

新生児や小児の場合は、カプノグラム波形から得られる情報は限定的であり他の様々な情報を統合して換気状態を評価する。

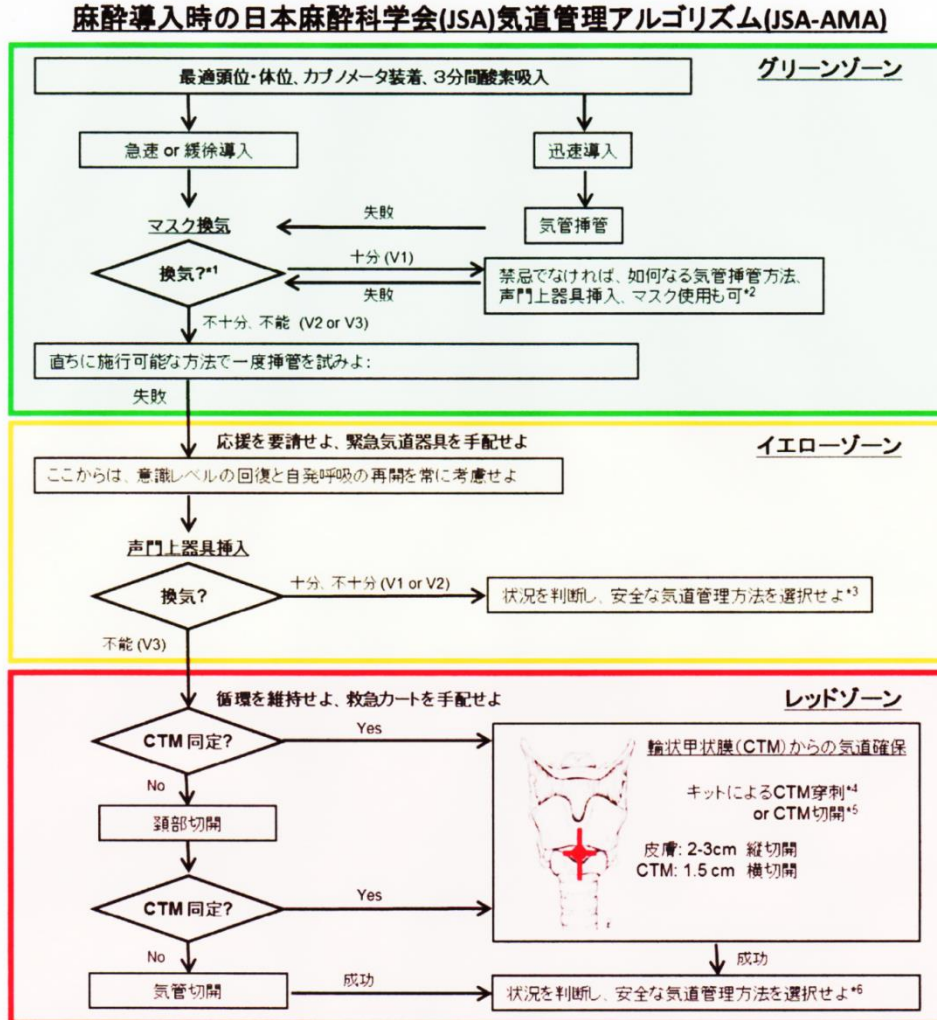
この評価方法が換気状態を正確に反映しない場合がある。

- i) 心停止
- ii) 呼吸回路からの大量のリークがあるとき
- iii) 輪状甲状膜切開などで小口径のチューブを通して換気している時

(2)気道管理アルゴリズム：3つのゾーンに分かれる

- ① グリーンゾーン：安全領域。この領域で最も確実な酸素化を得る手段はマスク換気である。
- ② イエローゾーン：準緊急領域。この領域で最も確実な酸素化を得る手段は声門上器具である。

- ③ レッドゾーン：緊急領域。この領域で最も確実な酸素化を得る手段は外科的気道確保である。
- (3)それぞれのゾーンで換気状態を評価し、SpO2 値に関わらず「V2」または「V3」のときは次のゾーンに移行する。



CTM(cricothyroid membrane): 輪状甲状膜

*1:裏面に記載された方法を使ってマスク換気を改善するよう試みる。

*2:同一施行者による操作あるいは同一器具を用いた操作を、特に直視型喉頭鏡またはビデオ喉頭鏡で3回以上繰り返すことは避けるべきである。迅速導入においては誤嚥リスクを考慮する。

*3:(1)意識と自発呼吸を回復させる、(2)ファイバースコープの援助あるいはなしで声門上器具を通しての挿管、(3)声門上器具のサイズやタイプの変更、(4)外科的気道確保、(5)その他の適切な方法 などの戦略が考えられる。

*4:大口径の静脈留置針による穿刺や緊急ジェット換気は避けるべきである。

*5:より小口径の気管チューブを挿入する。

*6:(1)意識と自発呼吸を回復させる、(2)気管切開、及び(3)気管挿管を試みる などの戦略が考えられる

- (4)マスク換気が出来ないときの対応：「第2部 麻酔導入」を参照

P. 末梢神経ブロック

1. 末梢神経ブロック施行前のチェックリスト

〈豆知識〉

神経ブロックにリドカインよりもメピバカインが好まれることがある。その理由は、リドカインの極量(5mg/kg)よりもメピバカインの極量(5~7mg/kg)が少し多いことによるらしい。しかし明らかな根拠はない。

- 患者確認。
- アレルギーはないか。抗凝固療法を受けていないか。
- 手術内容を確認。
- どの神経ブロックを施行するのか。部位はマークしたか。
- 必要な機材は揃ってするか。薬剤にラベルしたか。
- 心肺蘇生に必要な器具はすぐに準備できるか（気道確保器具、吸引、昇圧薬、脂肪乳剤）。
- 適切なモニター類を装着しているか。静脈ライン、鎮静薬、酸素投与はいつでも使用可能か。
- 無菌操作を行う（手洗い、マスク装着、清潔手袋の着用）。
- 体位変換、複数回のブロック、別チームによるブロック施行などで新規のブロックを施行するごとに、神経ブロック針を刺入する前の「タイムアウト」を行う。

*Reg Anesth Pain Med 2014; 39: 195-9 参照

2. 神経ブロック（ランドマーク法）

(1) 肋間神経ブロック

肋骨下縁を走行する末梢神経を遮断することで鎮痛を得る方法。当該肋間に0.75%ロピバカインやレボブピバカインを2~3cc注入することで、刺入部から末梢側の疼痛を除去できる。

i) 手順：

- ① 10cc 注射器に 0.75%レボブピバカインを用意し、27~23G 針を装着する。
- ② 患者が側臥位になり、術者が皮切部・開胸部にマーキングした場所を参考に、穿刺目標部位をアルコール綿で消毒する。
- ③ 右手で注射器をペンシルホルドし、左手で肋骨下縁を確認し、肋骨の正中やや下縁側を穿刺する。
- ④ 肋骨面に針が当たった事を確認し、針先を尾側（肋骨下縁側）に移動させ、骨面の抵抗が無くなる場所まで移動する。
- ⑤ 抵抗が無くなった場所で、0.5~1cm 深め、左手で注射器が絶対に深くないように固定する。
- ⑥ 吸引テスト後、2~3cc 注入しもう一度吸引テストをして針を抜く。
- ⑦ 必要箇所を繰り返す。

ii)合併症：気胸・血管穿刺・局所麻酔薬中毒・神経損傷など

ただし、25G以下の針で肺実質を単回穿刺しても気胸となることは少ない上、術後に胸腔ドレーンを留置する場合はそれ自体が気胸の治療になるため、安心感が高い。更に、施行時には予め片肺換気にしておき、穿刺側の肺を非換気しておくといよい。

解剖

図1 肋間神経縦断面(若杉文吉監修, 2000¹⁾より
改変引用)

1. 胸横筋	5. 内肋間筋
2. 肋間静脈	6. 外肋間筋
3. 肋間動脈	7. 前鋸筋
4. 肋間神経	8. 胸膜

準備物品

- アルコール綿
 (アル禁ではイソジン綿棒)
- 10cc注射器と27G針(23G針)
 - 27Gでは短い場合25Gか23Gを使用
- 局所麻酔薬
 - 0.75%アナペイン

手順

1. ビニール手袋をする
2. 注入肋間を決め、アル綿で消毒を行う
3. 右手で注射器を持ち、左手で目標肋間を触れる
4. ベベルを頭側にして針を刺入し、先端を肋骨に垂直に当てる。
5. コンコンと肋骨に当てながら尾側に移動
 (ウォーキング)
6. 肋骨の抵抗が無くなった場所から5mm程深めたところで針を保持
7. 吸引テスト後、局麻を2~3cc注入
8. もう一度吸引テストをしてから針を抜く

(2)閉鎖神経ブロック

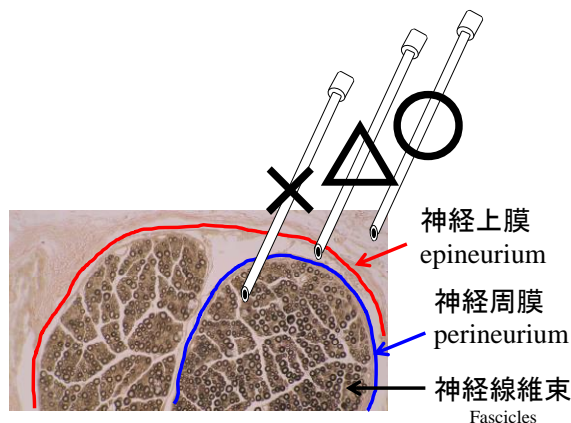
i)準備：25G ポール針 (10cm)、神経刺激装置、1%と2%リドカインを10ccずつ (0.375%レボブピバカイン10ccでもよい)

ii)方法

- ①患者を仰臥位にし、恥骨結合面から数cm外側に恥骨結節を触れる。ここより2横指外側、2横指尾側を刺入点の目安とする。
- ②イソジン消毒の後、ポール針の電極側クリップを神経刺激装置の陰極側と接続し、陽極側は大腿内側に貼り付けた表面電極と接続する。
- ③皮膚に垂直にポール針を刺入し、2mA、1~2Hzの電流で神経刺激を行いながらゆっくりと針を進める。
- ④恥骨に当たれば一度皮下付近まで針を抜き、やや外側に刺し直すことで閉鎖孔に至る。通常は数cmの刺入で、大腿内転筋の攣縮がみられる。
- ⑤強度を2mAから徐々に減らして、0.5~0.8mA程度で攣縮がみられれば、そこで吸引テストを行った後1~1.5%リドカイン1~5mlを注入すると、注入した瞬間に攣縮は消失する。

〈豆知識〉
神経刺激装置の陰極(cathode)の刺激で神経は脱分極する。
一方、陽極側(心電図電極を貼る所)はどこでもよい。ただし大腿神経などの神経の直上にあると、陽極(anode)刺激でも極興奮の法則(十分な強さで刺激すると電流が切れた瞬間に陽極から興奮が起こる)により神経興奮を引き起こす可能性が

- ⑥ 0.5mA 未満で攣縮が見られるときは、針先が神経上膜(epineurium)を通過して神経周膜(perineurium)を貫通している可能性が高い。この位置で局所麻酔薬を注入すると脱髄により神経損傷を来すので針は少し引き抜く。



針の部位	電気刺激による骨格筋収縮	注入時の圧	神経障害の頻度
Epineuriumのすぐ外側	<1 mA	低い (<5 psi)	非常に低い
① Intraepineurium-extrafascicular injection	<0.5 mA	低い (5 - 10 psi)	低い
② Intrafascicular injection	<0.3 mA	高い (10 - 15 psi)	高い

3. 神経ブロック (超音波ガイド下)

神経ブロックとは、神経及びその周辺に局所麻酔薬を注入し神経の伝達を遮断することにより痛みを取ることである。以前はランドマーク法 (筋肉や骨を目印に盲目的に穿刺する)・神経刺激ガイド下法で行われていた。近年、超音波装置の発達により超音波ガイド下神経ブロックを安全かつ効果的に施行できるようになった。しかし血管内注入が分からないなど問題もある。

超音波装置で神経ブロックの先端が神経上膜(epineurium)を貫いていることはある程度分かる。神経上膜より内側に局所麻酔薬を注入することを神経内注射(intraneural injection)という。

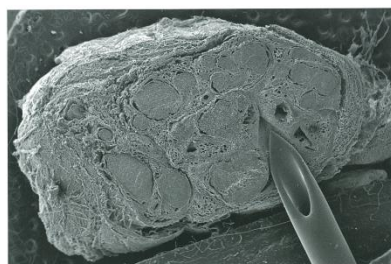
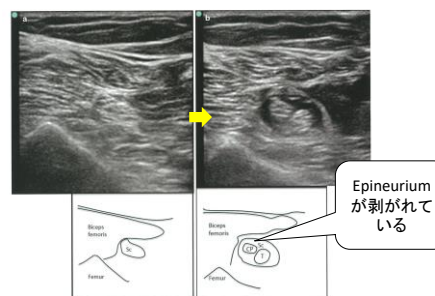


Fig. 16.8 Human tibial nerve. In vitro puncture of nerve with anastimulation needle. View illustrates comparative sizes. Scanning electron microscopy. Magnification x15

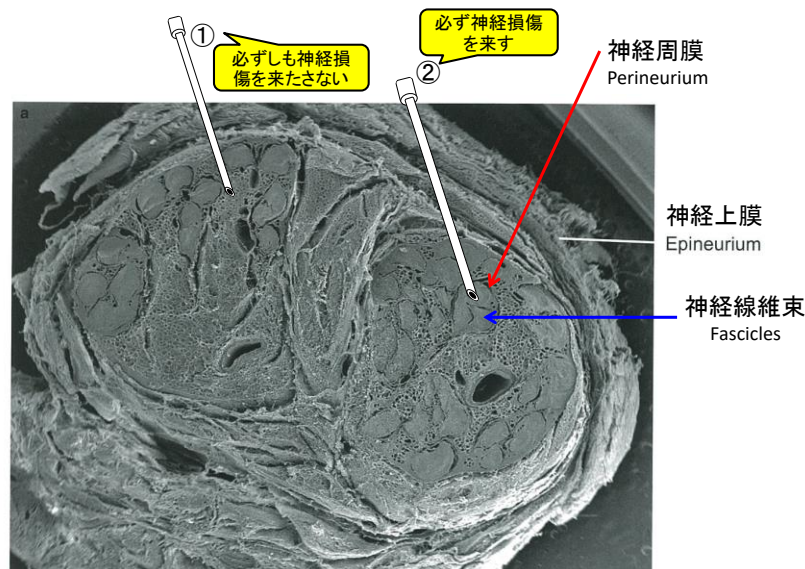


ヒト坐骨神経(膝窩部)

「Atlas of Functional Anatomy for Regional Anesthesia and Pain Medicine Reina Ed. Springer2015」

しかし神経周膜(perineurium)を貫いているかどうかは分からない。神経周膜より内側に局所麻酔薬を注入(Intrafascicular injection)すると、局所麻酔薬による神経毒性で脱髄が生じて神経損傷を来してしまう。

※下図の①は神経線維束と神経線維束の間の脂肪組織に針が刺入しており、必ずしも神経損傷を来さない。②は神経線維束を貫通し刺入しており神経損傷を来している。しかし現在の超音波装置は①と②の違いが分からない。



「Atlas of Functional Anatomy for Regional Anesthesia and Pain Medicine Reina Ed. Springer2015」

A) 上肢に対する神経ブロック

(1) 腕神経叢ブロック

腕神経叢は上肢の運動・知覚を支配する神経の集まりである。その神経の集まりに局所麻酔薬を投与することによって上肢の鎮痛を得る方法。ブロックする位置によって鎮痛の得られる領域が異なるため手術部位によって使い分ける必要が有る。

i) 斜角筋間アプローチ

- ・ 適応：肩・鎖骨・上腕・肘の手術
- ・ 方法：
 - ① 頸部にエコープローブをあて前斜角筋、中斜角筋とそこにある腕神経叢を描出する。
 - ② ブロック針の穿刺経路に血管がないことを確認する。
 - ③ 中斜角筋方向からブロック針を穿刺し中斜角筋膜を貫く。
 - ④ 局所麻酔薬を投与し斜角筋間に広がるのを確認する。
- ・ 欠点：横隔神経がブロックされ横隔膜挙上を起こす頻度が高い。

〈豆知識〉
 神経損傷を来した場合、感覚障害を来してもほとんどは1カ月以内に改善する。しかし中には自発痛、痛覚過敏 (hyperalgesia)、アロディニア (allodynia) などの症状が継続して、複合性局所疼痛症候群 (complex regional pain syndrome: CRPS) を発症することがある。

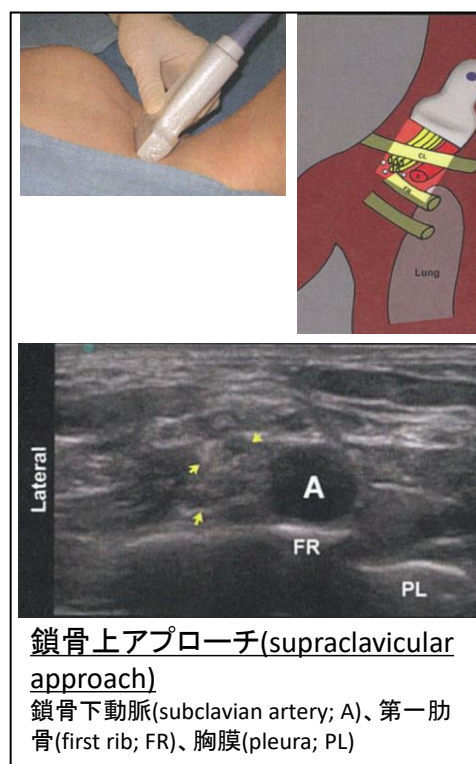
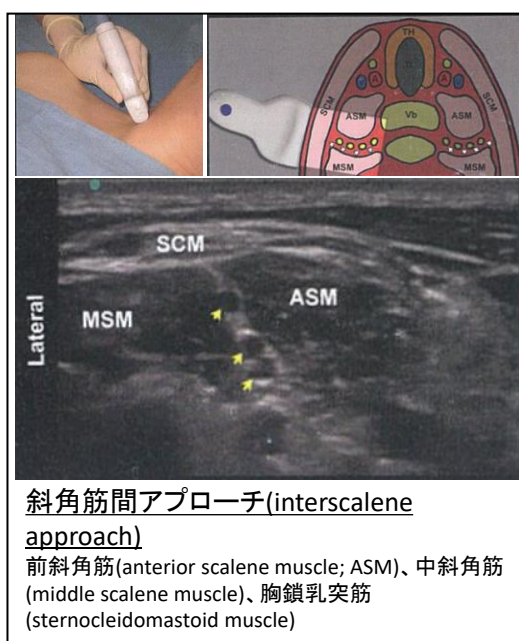
ii) 鎖骨上アプローチ

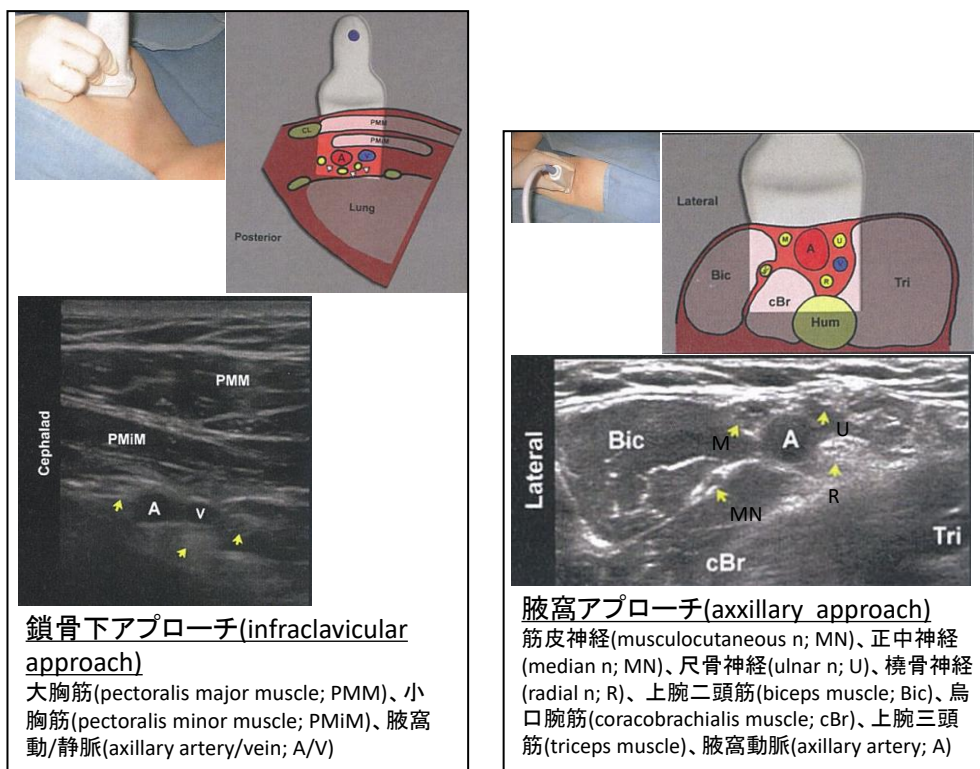
- ・適応：上腕・肘・前腕・手指の手術
- ・方法：
 - ① 鎖骨と平行にエコープローブをあて鎖骨下動脈を描出する。
 - ② 鎖骨下動脈に後外側にある腕神経叢を描出する。
 - ③ 腕神経叢近傍までブロック針をすすめ局所麻酔薬を投与する。

iii) 腋窩アプローチ

- ・適応：前腕・手指の手術
- ・方法：
 - ① 腋窩にエコープローブをあて腋窩動脈および周囲にある正中神経・橈骨神経・尺骨神経、上腕二頭筋と烏口腕筋の間にある筋皮神経を同定する。
 - ② 腋窩動脈周囲にあるそれぞれの神経の近傍まで針先を進め局所麻酔薬を投与する。
 - ③ 次に、針先を筋皮神経まですすめ局所麻酔薬を投与する。

*以下の図は「Atlas of Ultrasound-Guided Procedures in Interventional Pain Management, Springer 2010」より作成





B) 体幹部における神経ブロック

(1) 胸筋神経ブロック(pectoral nerves block : PECS block)

i) PECS I ブロック

大胸筋と小胸筋間に局所麻酔薬を投与することにより内側及び外側胸筋神経をブロックする方法。

ii) PECS II ブロック

小胸筋と前鋸筋間に局所麻酔薬を投与すること上記に加え長胸神経と胸背神経をブロックする方法。

・適応：前胸部・腋窩部の手術

・方法：

- ① 前胸部にエコープローベをあて第2肋間レベルで大胸筋と小胸筋を描出する。
- ② 大胸筋と小胸筋間に針先を進め局所麻酔薬を投与する。(PECS I block)
- ③ そのままエコープローベを第4肋間腋窩レベルまですすめ、小胸筋と前鋸筋を描出する。
- ④ 小胸筋と前鋸筋間に針先を進め局所麻酔薬を投与する。(PECS II block)

iii) Serratus plane ブロック(SPB)

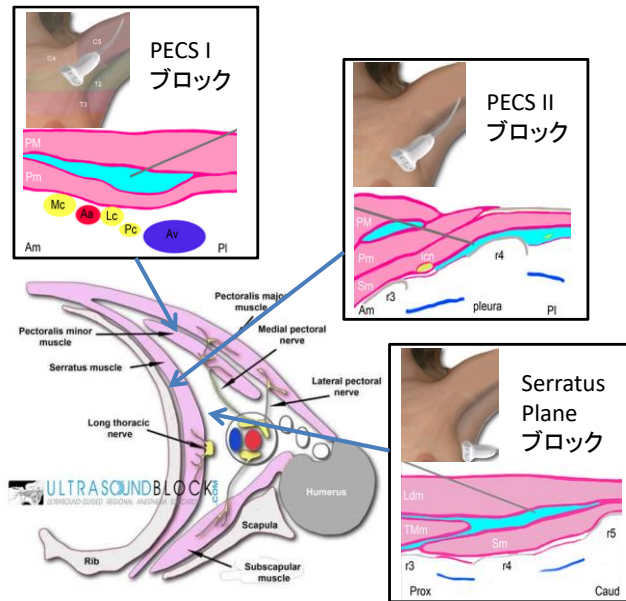
第4肋骨レベルで前鋸筋の下に局所麻酔薬を投与する。

〈豆知識〉

乳房切除術において、PECS ブロックや Serratus plane block の組み合わせだけでは、肋間神経前枝からの侵害受容刺激をブロックできない。

そこで胸骨の外側部でブロックを行う「胸横筋膜面ブロック

(transversus thoracic muscle plane block)」が追加されることがある。

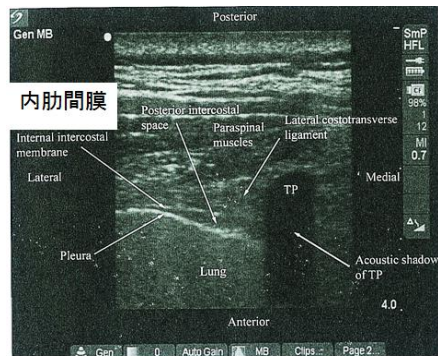
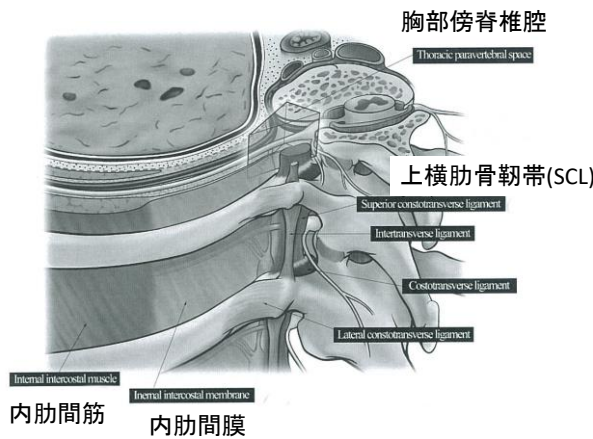


Anaesthesia 2013; 68: 1107-13

(2)胸部傍脊椎神経ブロック (thoracic paravertebral block; TPVB)

胸部傍脊椎腔(thoracic paravertebral space 下図参照)に局所麻酔薬を投与することによって片側の脊髄神経と交感神経をブロックする方法。

内肋間筋と内肋間膜と上横肋骨靭帯は繋がっており、胸膜との間を posterior intercostal space といい胸部傍脊椎腔に繋がる。



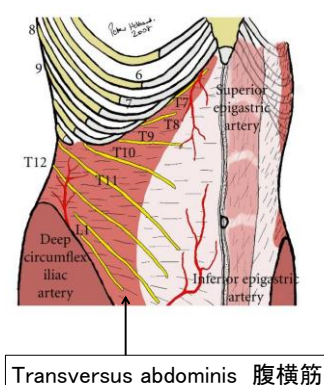
Atlas of Ultrasound-Guided Procedures in Interventional Pain Management, Springer 2010

- ・適応：肺癌などの開胸手術・乳癌などの片側に疼痛が生じる手術
- ・方法：
 - ① 側臥位にし、肋骨に平行にエコープローブをあて横突起を描出する。
 - ② 傍脊椎腔が明瞭に描出できるようにエコーを調節する。
 - ③ 内肋間膜を貫くまで針先を進める。
 - ④ 局所麻酔薬を投与し、壁側胸膜が下に落ち込むのを確認する。

* TPVB は術後血腫を来す頻度が他のブロックと比べて多いので注意。

(3) 腹横筋膜面ブロック (transversus abdominis plane block : TAP block)

内腹斜筋と腹横筋の間に局所麻酔薬を投与することによって、脊髄神経前枝をブロックする方法。遮断したい領域に応じて肋骨弓下 TAP ブロック・側方 TAP ブロック・後方 TAP ブロックなどを使い分ける。

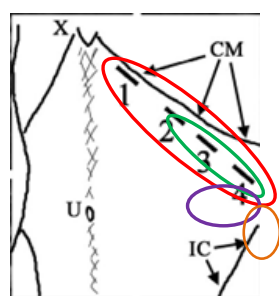


- ・ 適応：腹部手術
- ・ 方法：
 - ① 側腹部にエコープローベをあて外腹斜筋・内腹斜筋・腹横筋を描出する。
 - ② 内腹斜筋と腹横筋の間を目標に穿刺する。
 - ③ 針先が内腹斜筋と腹横筋の間に達したら局所麻酔薬を投与する。
- ・ 様々な TAP ブロックの選択について
 - ① 腹壁の神経支配(T6-L1) : T6-T11 は肋間神経、T12 は肋骨下神経、L1 は腸骨下腹神経と腸骨鼠径神経から
 - ② TAP ブロックの分類
 - i) Oblique subcostal TAP block : 臍部周囲より上部の手術で適応。針の刺入点は肋骨縁の近くで半月線(linea semilunaris)より内側で、腹直筋下の腹横筋膜面からブロックする。
 - ii) Subcostal TAP block : 腹直筋の外側でブロックする。
 - iii) Lateral (側方) TAP block : 臍部より下部の手術で適応。
 - iv) Posterior (後方) TAP block: 臍部より下部の手術で適応。腰方形筋ブロック(Quadratus lumborum block)とも言い、内臓痛も抑制する可能性がある。

〈豆知識〉

TAP ブロックは体性痛のみに効果があると言われるが、後方 TAP ブロックは内臓痛にも効果がある。

そこで体性痛のみに効果がある Subcostal TAP、側方 TAP ブロックは「incomplete block」、内臓痛にも効果がある後方 TAP (Quadratus lumborum block; QLB) は「complete block」と呼ばれる。



- 1) oblique subcostal TAP block
- 2) subcostal TAP block
- 3) Lateral TAP block
- 4) posterior TAP block

(4) 腹直筋鞘ブロック (rectus sheath block: RS block)

腹直筋と後鞘の間に局所麻酔薬を投与することによって下位脊髄神経前枝の終末枝をブロックする方法。

- ・適応：腹部正中切開手術など
- ・方法：

〈豆知識〉

鼠径部での大腿神経では大腿四頭筋への運動枝を含むため、術後に一過性の筋力低下を来しやすい。

一方、大腿中央部で縫工筋の下部にある内転筋管にある伏在神経(saphenous nerve)は運動枝をあまり含まない。そこで内転筋管ブロック(adductor canal block; ACB)を人工膝関節置換術で用いると、術後の運動低下が少ない鎮痛が得られる。

- ① 腹部にエコープローブをあて腹直筋を描出する。
- ② ブロック針の穿刺経路に血管がないことを確認する。(下腹壁動脈が腹直筋内を走行している)
- ③ 腹直筋の外側 1/3 を目標に穿刺する。
- ④ 針先が腹直筋と後鞘の間に達したら局所麻酔薬を投与する。

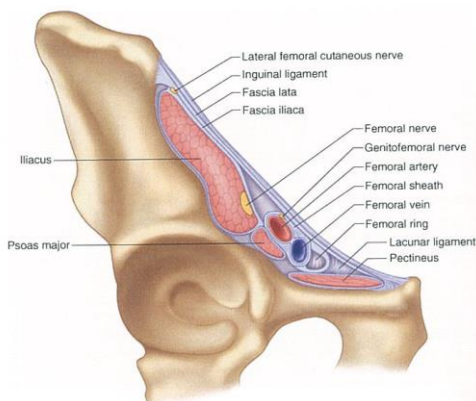
C) 下肢に対する神経ブロック

(1) 大腿神経ブロック

腰神経叢の枝である大腿神経周囲に局所麻酔薬を投与することによって大腿神経をブロックする方法。

- ・適応：大腿・膝・下肢の手術
- ・方法：

- ① 鼠径部にエコープローブをあて大腿動静脈を描出する。
- ② 大腿動脈の外側、腸骨筋膜の後方にある大腿神経を描出する。
- ③ 大腿筋膜・腸骨筋膜を貫き大腿神経近傍まで針先を進める。
- ④ 大腿神経を局所麻酔薬が取り囲むように投与する（ドーナツサイン）。



Atlas of Ultrasound-Guided Procedures in Interventional Pain Management, Springer 2010

- lateral femoral cutaneous nerve: 陰部大腿神経
- femoral nerve: 大腿神経
- genitofemoral nerve: 陰部大腿神経
- fascia lata: 大腿筋膜
- fascia iliaca: 腸骨筋膜
- femoral sheath: 大腿鞘
- lacunar ligament: 裂孔靭帯
- pectineus muscle: 恥骨筋

(2) 坐骨神経ブロック（膝窩アプローチ）

仙骨神経叢の枝である坐骨神経周囲に局所麻酔薬を投与することによって坐骨神経をブロックする方法。

- ・適応：大腿・下腿・足関節の手術
- ・方法：

- ① 膝窩溝にエコープローブをあて膝窩動脈を描出する。
- ② 膝窩動脈の背側にある脛骨神経と総腓骨神経を描出する。
- ③ エコープローブを頭側にスライドさせ脛骨神経と総腓骨神経が合流し

坐骨神経となるのを確認する。

- ④ 外側よりブロック針を穿刺し傍神経症内まで針先を進める。
- ⑤ 坐骨神経を局所麻酔薬が取り囲むように投与する。(ドーナツサイン)

(3)閉鎖神経ブロック

腰神経叢の枝である閉鎖神経周囲に局所麻酔薬を投与することによって坐骨神経をブロックする方法。

- ・適応：経尿道的膀胱切除術時の内転筋収縮の防止
- ・方法：
 - ① 鼠径靭帯上のやや内側よりエコープローブをあて長内転筋・短内転筋・大内転筋・恥骨筋を描出する。
 - ② 閉鎖神経前肢は長内転筋・短内転筋と恥骨筋の境界にあり、閉鎖神経後肢は短内転筋・大内転筋と恥骨筋の境界にある。
 - ③ それぞれの境界に針先が達したら局所麻酔薬を投与する。

(4)PENG ブロック(pericapsular nerve group: PENG)

そけい靭帯より頭側で股関節への感覚神経をブロックする方法。

- ・適応：股関節手術
- ・方法：
 - ① コンベックスプローブを用いて、そけい靭帯に沿って頭側にプローブを置く。
 - ② 下前腸骨棘(anterior inferior iliac spine: AIIS)と腸恥隆起(iliopubic eminence: IPE)の間にある腸骨筋腱(psoas tendon: 下図の*)に局所麻酔薬を投与する。

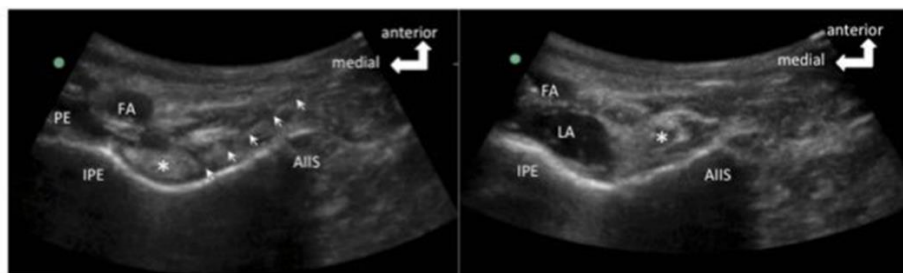
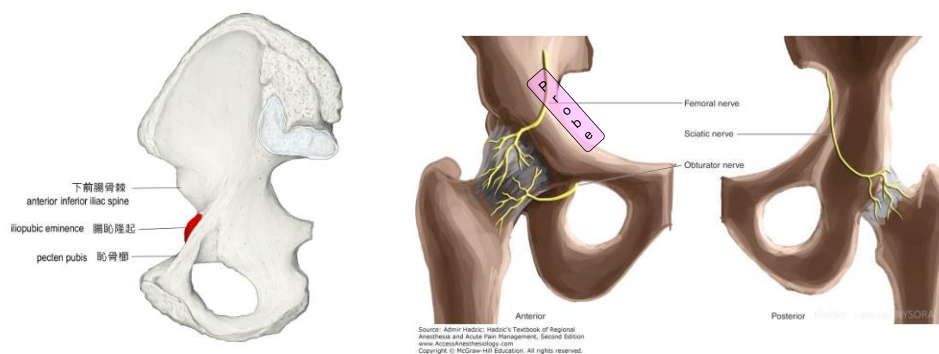
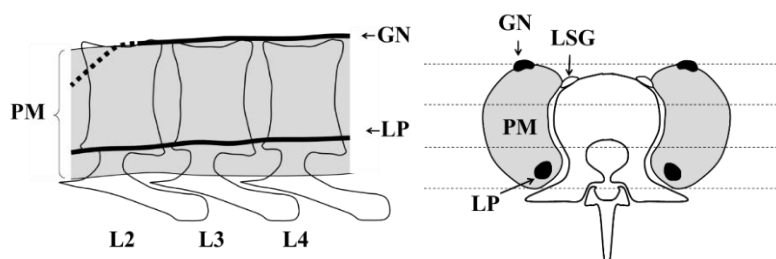


FIGURE 4. The corresponding sonogram from Fig. 3. The figure on the left shows the needle position. The needle is outlined by the arrows. The figure on the right shows the local anesthetic spread following injection. FA indicates femoral artery; LA, local anesthetic; PE, pectineus muscle. *Psoas tendon. Reproduced with permission from Philip Peng Educational Series.

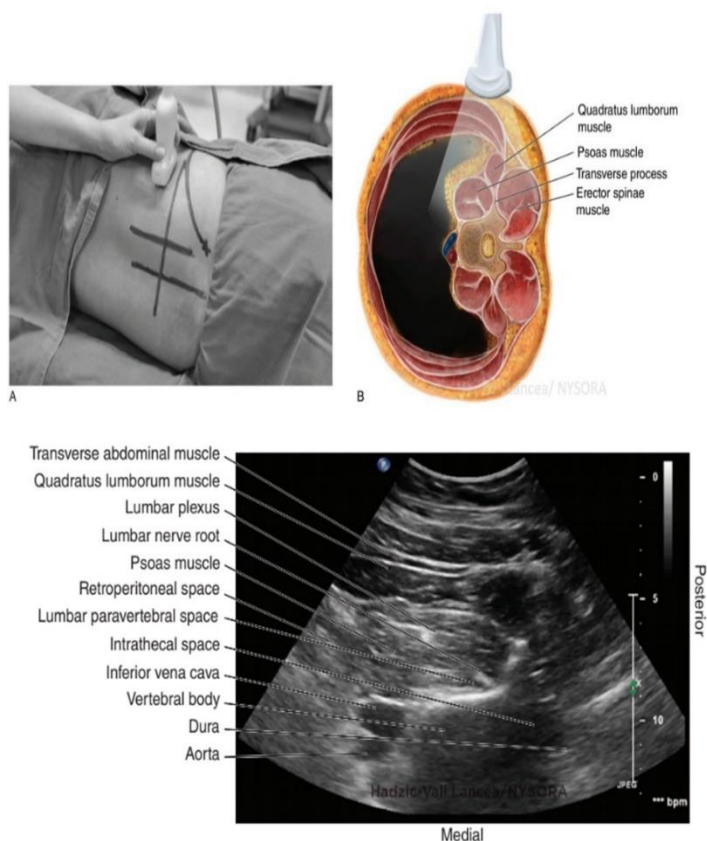


(5)腰神経叢ブロック

腰神経叢(lumbar plexus: LP)はL1~L4神経根の腹側枝からなり、腸骨下腹神経、腸骨鼠経神経、外側大腿皮神経、大腿神経、伏在神経、陰部大腿神経になる。ただしL1とL2から構成される陰部大腿神経(genitofemoral nerve: GN)は大腰筋(psoas muscle: PM)を背側から腹側に貫いて、大腰筋の腹側を走る。その他の神経は大腰筋の背側1/3を末梢側に走行する(下図参照)(Pain Pract 2012; 12: 331-2)。



・方法：Shamrock view による腰神経叢ブロック



(6)内転筋管ブロック

- ・適応： 膝関節手術
- ・方法 (下図は中本達夫. 日本麻酔科学会誌 2018; 38: 258-264 より作成)

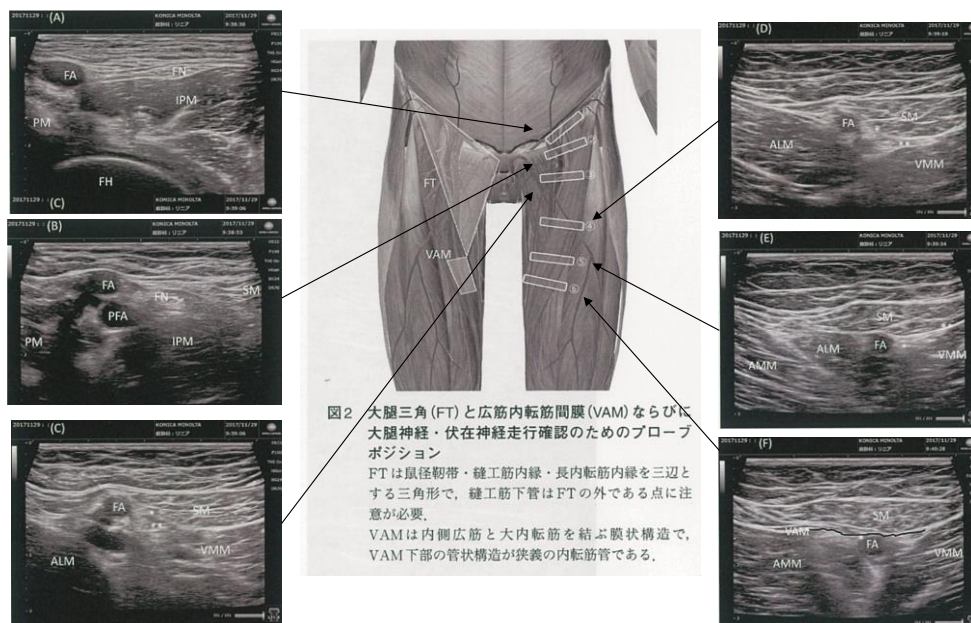
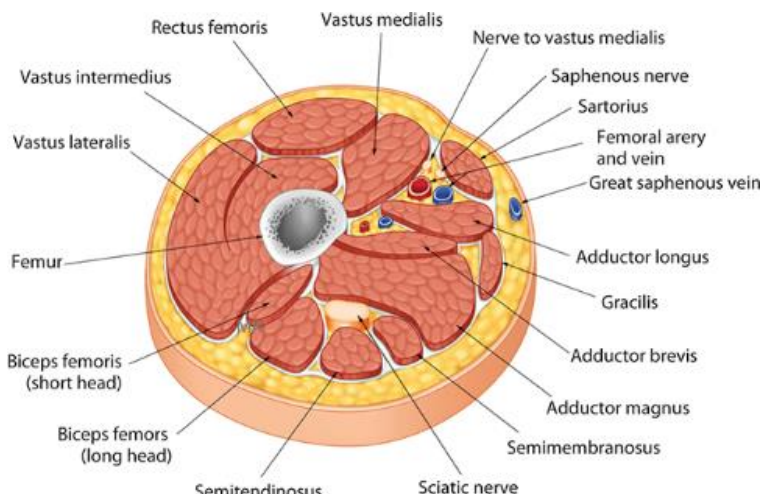


図2 大腿三角 (FT) と広筋内転筋間膜 (VAM) ならびに大腿神経・伏在神経走行確認のためのプローブポジション
 FTは鼠径靭帯・縫工筋内縁・長内転筋内縁を三辺とする三角形で、縫工筋下管はFTの外である点に注意が必要。
 VAMは内側広筋と大内転筋を結ぶ膜状構造で、VAM下部の管状構造が狭義の内転筋管である。

* : 伏在神経, ** : 内側広筋枝, ALM : 長内転筋, AMM : 大内転筋, FA : 大腿動脈, FH : 大腿骨頭, FN : 大腿神経, IPM : 腸腰筋, PFA : 大腿深動脈, PM : 恥骨筋, SM : 縫工筋, VAM : 広筋内転筋間膜, VMM : 内側広筋



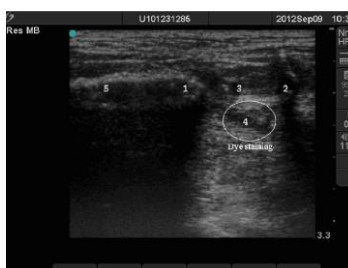
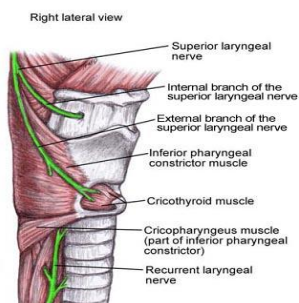
Source: Manoj K. Karmakar, Edmund Soh, Victor Chee, Kenneth Sheah: *Atlas of Sonoanatomy for Regional Anesthesia and Pain Medicine* Copyright © McGraw-Hill Education. All rights reserved.

(7)上喉頭神経ブロック

- ・適応： 意識下挿管時の bucking 予防
- ・方法： 局所麻酔薬を 2cc のみ使用すれば、上喉頭神経(superior laryngeal nerve: SLN)の感覚枝である内側枝をブロックする。それ以上の量を投与すると運動枝の外側枝もブロックしてしまい輪状甲状筋(cricothyroid muscle)を麻痺させてしまうので注意。



Preinjection sonography.
 (1) Superior border of the thyroid cartilage.
 (2) Greater horn of the hyoid bone.
 (3) Thyrohyoid muscle.
 (4) Thyrohyoid membrane.



Postinjection sonography.
 (1) Superior border of the thyroid cartilage.
 (2) Greater horn of the hyoid bone.
 (3) Thyrohyoid muscle.
 (4) Thyrohyoid membrane.
 (5) Thyroid cartilage lamina.

4. 局所麻酔薬中毒

(1) 20%脂肪乳剤 (「日本麻酔科学会 医薬品ガイドライン 2016」参照)

- ① 脂肪に局所麻酔薬を取り込む作用があると考えられており、20%製剤 1.5mL/kg を短時間で静注し(体重 70kg なら 100mL)、続いて 0.25mL/kg/min で持続投与を開始する。
- ② 5分おきに 2回まで(計 3回まで)、上記①で示した短時間での静注を繰り返す。
- ③ 持続投与開始 20分後にも症状が持続している場合は、持続投与速度を 2倍の 0.5mg/kg/min に増やす。

(2) 抗けいれん薬として ミダゾラム や ジアゼパム などのベンゾジアゼピン系薬を準備する。

(3) プロポフォール や チオペンタール は心機能を抑制するので推奨されない。

5. メトヘモグロビン血症

メトヘモグロビンはヘモグロビンに配位している二価の鉄イオンが三価になっているもので、酸素が結合できないためチアノーゼを来す。

局所麻酔薬では、ベンゾカインやプリロカインで報告されている。

治療はメチレンブルーを 1~2mg/kg 投与する。

6. その他

非常にまれな疾患であるが、ポルフィリン症の患者に局所麻酔薬を使用すると、機序は明らかではないが急性腹症、四肢麻痺、意識障害などの急性症状を誘発することがあるので、全身麻酔を選択する。

〈豆知識〉

局所麻酔薬の極量はリドカイン 5mg/kg、ピバカイン 3mg/kg、ロピバカイン 3mg/kg を目安にする。

例えば 60kg の患者では 0.25%レボピバカインは 72cc、0.375%レボピバカインは 48cc が極量になる。

Q. 経食道心エコー

経食道心エコー (transesophageal echocardiography; TEE)は、胃カメラのように口から食道に超音波プローブを挿入し、心臓を食道から観察する機器のこと。超音波装置であるが、くれぐれも侵襲的なものであることを自覚すること。

当院の TEE は、GE Healthcare の Vivid E9®を使用している。消毒済のプローブに TEE 用プローブカバーを装着しておくこと。(プローブカバーにはくれぐれも空気を入れないこと。)

1. TEE 開始時

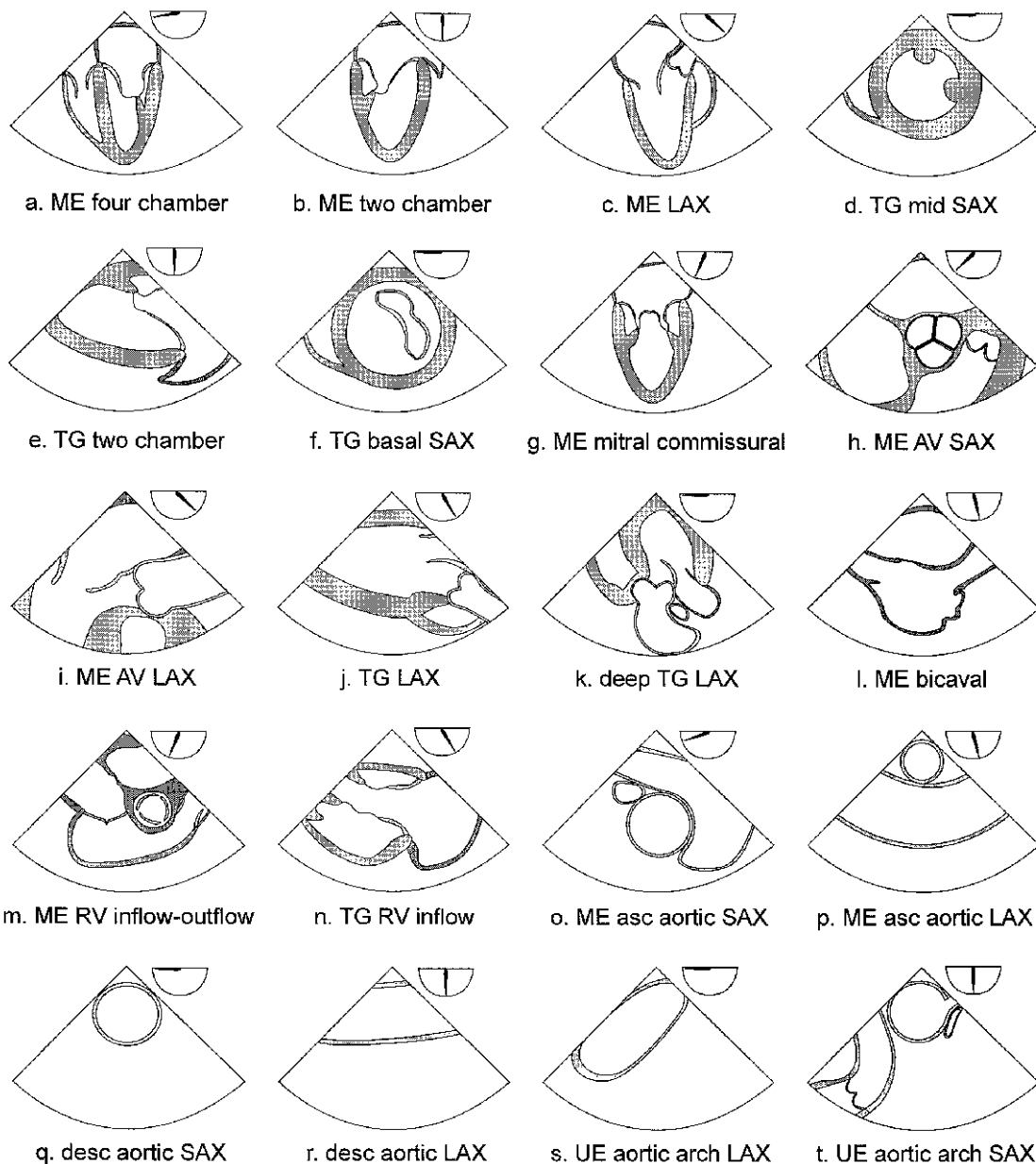
- (1)「経食道エコー」と書かれたコンセントよりテーブルタップを用いて、電源を確保する。
- (2)麻酔器の背後にある心電図取り込み用コードを接続し、また壁面とモニター表示用の配線を接続する。
- (3)TEE 後面にあるブレーカースイッチおよびパネル上の【電源 ON/OFF】ボタンを押す。
- (4)スキャン画面が立ち上がったら、【Patient】キーを押して、患者情報を入力する。(基本的に患者 ID のみ入力を行う。)
- (5)入力が終了したら【Create Patient】を押して検査開始となる。
- (6)プローブを変更するときは【Probe】キーを押して、プローブの種類およびアプリケーションメニューを選択する。

2. TEE 終了時

- (1)検査が終了したら、【Patient】キーを押すと、Exam List 画面が表示されるので【End Exam】を押して、検査を終了させる。
- (2)【電源 ON/OFF】ボタンを押すと、SYSTEM EXIT 画面が表示されるので、【Shut down】にカーソルを合わせ、【Set】キーを押す。

3. 基本 20 断面図

第一に【基本 20 断面図】を理解する必要がある。以下の図は Anesth Analg 1999 ; 89 : 870-84 を参照。

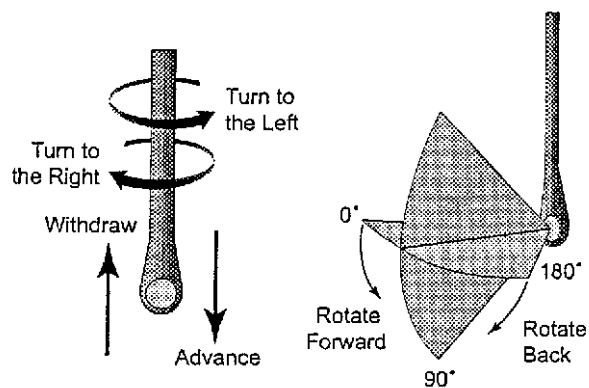


a. ME 四腔断面 b. ME 二腔断面 c. ME 長軸断面 d. TG 中部短軸断面
 e. TG 二腔断面 f. TG 心基部短軸断面 g. ME 僧帽弁交連断面 h. ME 大動脈弁短軸断面 i. ME 大動脈長軸断面 j. TG 長軸断面 k. deep TG 長軸断面 l. ME 上下大静脈断面 m. ME 右室流入流出路断面 m. TG 右室流入流出路断面 o. ME 上行大動脈短軸断面 p. MW 上行大動脈長軸断面 q. 下行大動脈短軸断面 r. 下行大動脈長軸断面 s. UE 大動脈弓部長軸断面 t. UE 大動脈弓部短軸断面

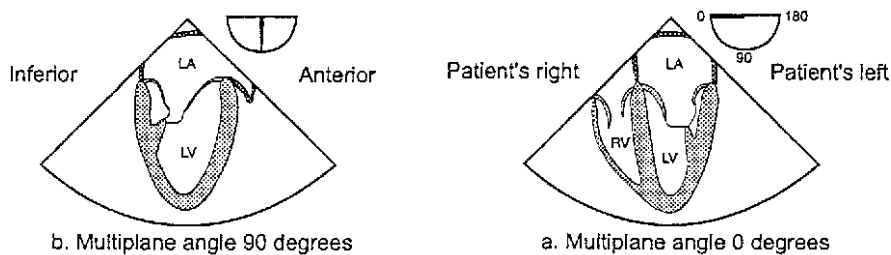
*ME : mid esophageal (中部食道)、TG : transgastric (経胃)、UE : upper esophageal (上部食道)

4. トランスデューサ回転

マルチプレーン TEE の特徴として、トランスデューサの回転を理解する必要がある。0~180度まで回転可能。



【0度の画像】 【90度の画像】

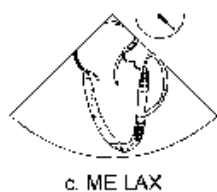


*最重要ポイント：まずはME 四腔断面（0度）のわかりやすい典型的な画像を描出し、観察したい構造物を画像の中心に持ってくる。そこでトランスデューサの回転を行い様々な角度でその構造物の評価を行うとスムーズな評価が可能となる。

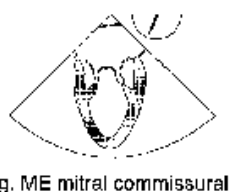
5. 代表的な画像

(1) 僧帽弁の観察

ME 長軸断面
(120~160度)



ME 僧帽弁交連断面
(60~70度)



(2)大動脈弁の観察

ME 大動脈弁短軸断面
(30~45度)



ME 大動脈弁長軸断面
(120~135度)



(3)右心系の観察 (肺動脈カテーテル走行の観察)

ME 右室流入流出路断面
(60~90度)



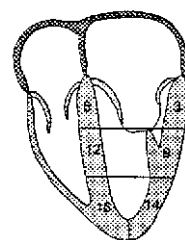
(4)左室壁運動の観察

大きくは心基部：1~6、中部：7~12、心尖部：13~16の3部位に分けられる。さらに左室は17分割して評価を行う。

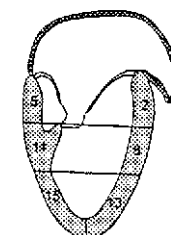
- 1：心基部前壁中隔
- 2：心基部前壁
- 3：心基部前側壁
- 4：心基部下側壁
- 5：心基部下壁
- 6：心基部下壁中隔
- 7：前壁中隔
- 8：前壁
- 9：前側壁
- 10：下側壁
- 11：下壁
- 12：下壁中隔

- 13：心尖部前壁
- 14：心尖部側壁
- 15：心尖部下壁
- 16：心尖部中隔
- 17：真の心尖部

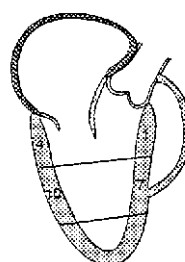
(apical cap)



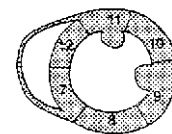
a. four chamber view



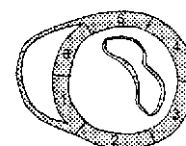
b. two chamber view



c. long axis view



d. mid short axis view



e. basal short axis view

6. 施行前の注意点

(1) 絶対禁忌

食道切除後、食道狭窄（食道輪または食道ウェブ、プラマー・ヴィンソン症候群、パターソン・ケリー症候群を含む）、食道穿孔、食道出血。

(2) 相対禁忌

食道憩室、食道静脈瘤、食道瘻、食道手術後、胃手術後、縦隔または食道に対する放射線治療後、原因不明の嚥下障害。その他に食道痙攣、胃出血、消化性潰瘍、食道裂孔ヘルニア。

(3) ラテックスアレルギーやフタラル製剤過敏症がある場合：ラテックスフリーのプロブカバーやフタラル製剤によるプロブの消毒を行わない。

7. 合併症

合併症は起こる確率はさほど高くないものの重篤な合併症が多数存在するので、愛護的な操作が必要不可欠である。

口腔咽頭損傷、嚥下障害、歯牙損傷、一過性嘔声、食道穿孔、上部消化管出血、挿管チューブトラブル

R. 麻酔と感染対策

1. 感染の予防策

米国疾病対策センター(Centers for Disease and Control and Prevention; CDC)が提唱する標準予防策 (standard precaution)と感染経路別予防策、およびそれぞれの医療行為に伴う術後感染対策が必要である(「標準麻酔科学」医学書院 参照)。

すべての患者に対して：標準予防策
 伝染性病原体の感染患者に対して：感染経路別予防策
 それぞれの医療行為に対して：術後感染対策

(1)標準予防策

標準予防策には、手洗い、手袋着用(ラテックスアレルギーが疑われるときはラテックスフリーの手袋を着用)、手術用マスク着用、ガウン着用、針のリキャップや折り曲げの防止が含まれる。長い爪、付け爪、マニキュアは、手指の細菌数増加を引き起こすので、術者のみでなく手術室で働くスタッフ全員の手指の管理を行う。

手術室内では、手術用マスク、手術着衣、帽子を着用する。患者に接するすべての医療行為の前後で、擦式消毒用アルコール製剤を用いた手指消毒を行う。患者の体液に接触する可能性があるときは、手袋を着用する。

(2)感染経路別予防策

- ① 接触予防策(MRSA、VRE、多剤耐性緑膿菌、ノロウイルス、ロタウイルス、クロストリジウム、アデノウイルス、疥癬のとき)：手指が高頻度に接触する流量計、気化器、輸液、ポンプ、モニターや麻酔器の外面、コンピューターのマウスやキーボードなどの環境表面を介した接触感染を来す危険性がある。感染患者の体液に触れる可能性があるときは手袋を着用し、手術着衣の上にガウンを着用する。医療行為が終われば手袋とガウンを破棄する。
- ② 飛沫予防策(風疹ウイルス、ムンプスウイルス、インフルエンザウイルス、百日咳、マイコプラズマ、SARSなどのとき)：気管挿管、抜管や気管吸引のときはフェイスシールドまたはゴーグルを使用する。
- ③ 空気予防策(結核菌、麻疹ウイルス、水痘・帯状疱疹ウイルスのとき)：患者が結核菌を排菌しているときは、医療従事者はN95マスク(空気中の $0.1\sim 0.3\mu\text{m}$ の粒子を95%除去する)を着用する。麻酔回路にバクテリアフィルターを使用する。

〈豆知識〉

患者は未知のウイルスに感染している可能性があるため、手術室内の医療従事者は気管挿管～抜管までの間は、飛沫予防策のためにマスクを着用する。

(3)術後感染対策

① 手術部位感染 (surgical site infection; SSI)

麻酔管理で重要な SSI 対策は、**体温管理、血糖値コントロール**(100～180mg/dl に保つ)、**予防抗菌薬投与、麻酔科医の手指消毒**である。

② 血管内留置カテーテル関連感染

③ カテーテル関連尿路感染

④ 医療ケア関連肺炎

⑤ プロポフォールによる感染

脂肪乳剤のプロポフォールは防腐剤を含んでいない。12 時間を超えて投与する場合は新たな薬剤、注射器、チューブ類を使用する。

⑥ 細菌性髄膜炎

脊髄くも膜下麻酔や硬膜外麻酔で、医療従事者のくしゃみや咳による飛沫が原因。必ずマスクを着用する。

「SSI 高率リスク因子」(「術後感染症予防抗菌薬ガイドライン」より)

- ① 米国麻酔学会術前状態分類 (ASA-PS) ≥ 3 (糖尿病など)
- ② 創クラス 3 (4 は予防抗菌薬適応外)
- ③ 長時間手術 (各術式における手術時間 > 75 percentile)
- ④ body mass index ≥ 25
- ⑤ 術後血糖コントロール不良 (> 200 mg./dL)
- ⑥ 術中低体温 ($< 36^{\circ}\text{C}$)
- ⑦ 緊急手術
- ⑧ ステロイド・免疫抑制剤の使用
- ⑨ 術前癌化学療法施行
- ⑩ 高齢者

2. SSI 予防の新しいガイドラインについて

(1) 経緯

SSI の予防はこれまで、米国疾病予防管理センター (CDC) が 1999 年に発表した「手術部位感染予防のためのガイドライン, 1999」や、日本手術学会が 2013 年に発表した手術医療の実践ガイドライン (改訂版) などに沿って行ってきた。

しかし最初のガイドラインから 20 年近く経ち、医療を取り巻く状況は変化した。2016 年に世界保健機構 (WHO) は「WHO 手術部位感染予防のためのグローバルガイドライン」を発表した。対象は開発途上国を含む。2017 年に CDC は「手術部位感染予防のためのガイドライン, 2017」を発表した。対象は米国。日本では日本化学療法学会と日本外科感染症学会が、2016 年に国内向けに「術後感染予防抗菌薬適正使用のための実践ガイドライン」を発表した。

(2) 新しいガイドラインにおける注目点

1) 帝王切開でも予防抗菌薬は皮膚切開前に投与する

帝王切開では予防抗菌薬が胎盤を介して胎児に移行する可能性が危惧されたため、予防抗菌薬を臍帯結紮後に投与するという考えがあった。しかし他の手術と同様に皮膚切開前に投与する方がよいという研究結果が多くなり、新しいガイドラインではすべて皮膚切開前の投与になった。

2) 手術中の深部組織をヨードホール水溶液で洗浄？

CDC ガイドライン 2017 では、手術中に深部または皮下組織をヨードホール水溶液で洗浄することを推奨している。また WHO ガイドラインでも、閉創前の創部を生理食塩水ではなくヨードホールの一種のポリビニルピロリドン(PVP)-ヨード(ポピドンヨード)液(ポピドンヨード®、イソジン®など)で洗浄することを推奨している。日本の外科手術では手術中の深部組織をヨードホール水溶液で洗浄することはあまり行われていないので、今後はそのような洗浄が増えるかもしれない。

3) SSI 予防のために高濃度酸素吸入は必要？

SSI の発症が多い結腸直腸手術では 80%酸素吸入が SSI を抑制する、という研究結果がある。その研究に基づいて、WHO ガイドラインは正常肺機能の患者には、すべての手術で 80%酸素を術中から術後に吸入させることを推奨している。CDC ガイドラインも濃度は定めていないが、酸素濃度を増加させることを推奨している。しかし SSI の発症が少ない手術での研究はなく、すべての手術で酸素濃度を増加させる必要はない。

4) 予防抗菌薬の投与開始時期の違い

予防抗菌薬の投与開始は、WHO ガイドラインは皮膚切開の 2 時間以内、CDC ガイドラインは時間の明記なし、日本の術後感染予防抗菌薬適正使用のための実践ガイドラインは 1 時間以内である。

5) WHO ガイドラインでは、層流型空調システムの手術室を使用しても人工関節膝置換術や人工股関節置換術の SSI を予防しないという研究結果から、人工関節置換術で層流型空調システムを用いないとしている。用いても害はないが、垂直式層流型だと創部に冷えた空気が当たることで皮膚温の低下や体温低下を来す可能性があるため、体温管理に注意する。

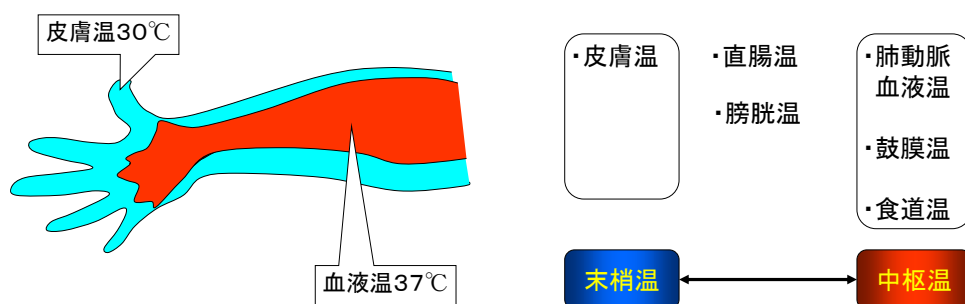
6) WHO ガイドラインと CDC ガイドラインのどちらも、閉創後は予防抗菌薬を追加投与しないとしている。しかし日本のガイドラインは日本国内の現状を鑑みて、追加等を認めている。

S. 体温管理

1. 中枢温と末梢温

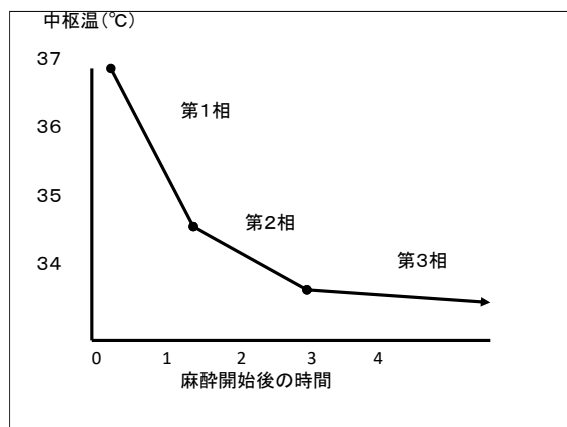
(1)ヒトの血液温は 37℃である。外気温と接する皮膚の温度は、血管収縮や皮膚表面からの熱の放散により、様々に変化する。このため腋窩温は個人差が大きい。

(2)体温測定：体温は中枢温と末梢温に分けられる。皮膚温は末梢温を反映し、血液温、鼓膜温、食道温は中枢温を反映する。

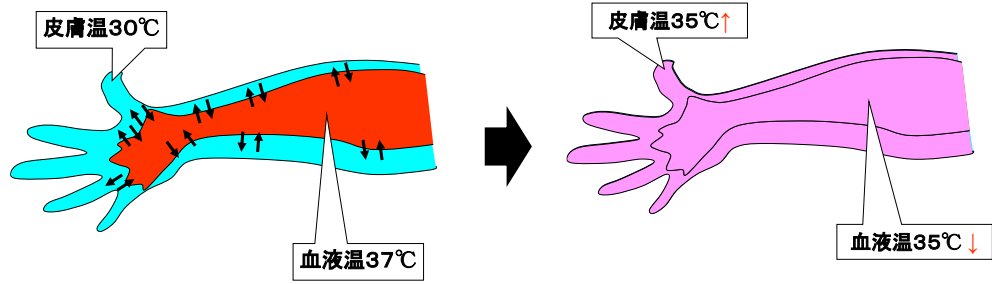


2. 麻酔による体温低下のメカニズム

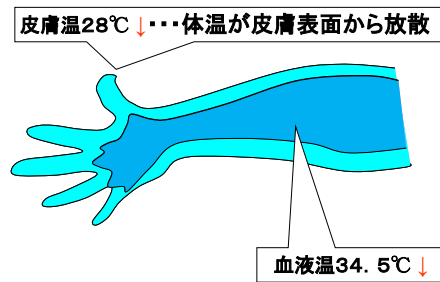
麻酔による体温低下は全身麻酔だけでなく、脊髄くも膜下麻酔でも生じる(下半身の血管拡張作用による)。



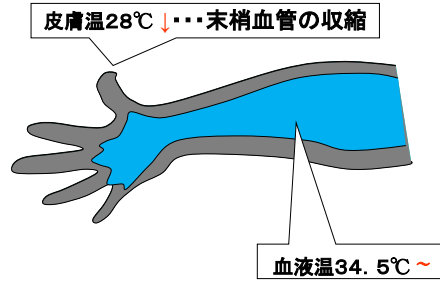
(1)第1相：麻酔薬による血管拡張作用で中枢温が末梢に分布するため中枢温が低下する。逆に皮膚温は上昇する。「再分布性低体温」ともいう。



(2)第2相：低い室温で体温が皮膚表面から放散するため中枢温が低下する。皮膚温も下がる。



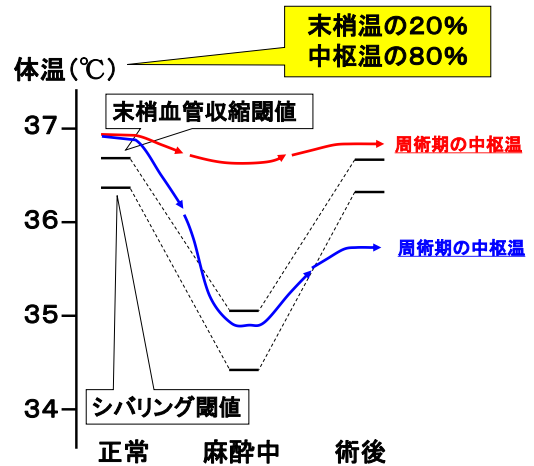
(3)第3相：中枢温の低下で末梢血管が収縮してこれ以上の中枢温低下が抑制される。



3. 末梢血管収縮閾値とシバリング閾値

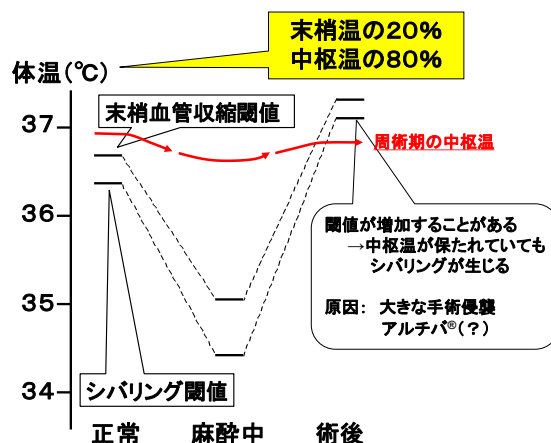
(1)全身麻酔薬は末梢血管収縮閾値とシバリング閾値を低下させる。閾値に影響する体温は、中枢温が80%、末梢温が20%とされている。

麻酔中に中枢温が末梢血管収縮閾値より低くなると、第3相に移行して体温低下はそれ以上下がらなくなる。



(2)手術侵襲が大きいと覚醒後の閾値が上昇することがあり、この場合は中枢温が保たれているのにシバリングが生じることになる。

レミフェンタニルによる術後シバリングにも関与する可能性があると言われて



4. 麻酔中の体温低下に影響する因子

(1)体温低下を来す要因： 高齢、糖尿病、大量出血、室温低下

(2)体温低下を来しにくい要因： 肥満 (Anesth Analg 2002; 95: 1381-3)

5. 体温低下による副作用

(1)中枢温による様々な酵素活性の低下

- ・薬物代謝の遅延により作用時間延長：覚醒遅延の原因
- ・血液凝固能の低下：出血量増加の原因
- ・免疫能の低下：術後感染原因

(2)覚醒後のシバリング

- ・酸素消費量増加：致死的不整脈、虚血性心疾患発症の原因

6. 麻酔中の体温管理

(1) 温風式加温装置 (ベアハッガー®など)：有効

(2) 輸液の加温 (ホットライン®など)：有効

(3) シーツによる保護

(4) アミノ酸輸液：高齢者では効果は弱い

(5) 人工鼻：保温効果は弱い

(6) 加温マットレス：保温効果は弱い

T. 遷延性術後痛

1. 定義

外科的操作後に出現する術後3か月以上続く創部の痛み。腫瘍の残存、再発、慢性感染などによる痛みや術前から存在する痛みは除外する。

遷延性術後痛 (chronic postsurgical pain; CPSP または persistent postsurgical pain; PPSP)を、Numerical Rating Scale (NRS)による痛み評価で $NRS \geq 4$ とする考えや、 $NRS \geq 1$ とする考えがあり統一されていない。

2. 頻度

手術	手術法	頻度	原因
肺切除	非鏡視下手術	29～67%	・肋間神経の損傷
	鏡視下手術	22～63%	
乳房切除術	非鏡視下手術	11～57%	・肋間上腕神経の損傷 ・第2肋間神経外側皮枝の損傷
人工膝関節置換術	非鏡視下手術	5～13%	
鼠径ヘルニア	非鏡視下手術	0～37%	・陰部大腿神経の損傷 ・外側大腿皮神経の損傷
	鏡視下手術	2～29%	

ペインクリニック 2005; 26: S111-S117

3. リスク因子

手術操作による神経損傷、部位を問わず術前から痛みがある、若年、精神科疾患の合併、術前の心理状態（不安、破局化、恐怖、抑うつ）、周術期の化学療法や放射線療法の施行など。

4. 対策

確実な予防法や治療法は確立されていない。

- ・胸部硬膜外ブロック：開胸術後疼痛症候群の発症を抑制する可能性がある。
- ・胸部傍脊椎神経ブロック：乳房切除後疼痛症候群の発症を抑制する可能性がある。
- ・Gabapentinoid (pregebalin や gabapentin)を周術期に服用することは遷延性術後痛の発症を抑制する可能性がある。
- ・術中の高容量のレミフェンタニル投与(0.2 μ g/kg/分以上)は開胸術後疼痛症候群の発症を増加させる可能性がある。
- ・ケタミンの予防効果はないとする報告が多い。

〈豆知識〉

遷延性術後痛の発症を予防する薬剤として、Gabapentinoidが期待されたが、エビデンスはやや希薄。

治療薬は、Nav1.7 ブロッカー、ATP 受容体阻害薬、アンギオテンシン II 受容体拮抗薬、抗 NGF (神経成長因子)抗体などが期待されている。

U. 胃エコーと肺エコー

1. 胃エコー

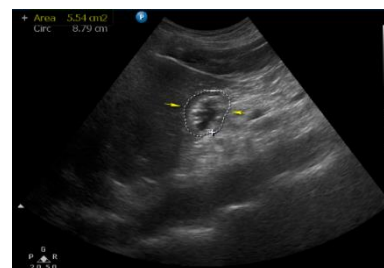
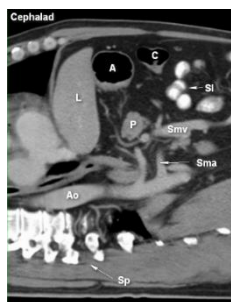
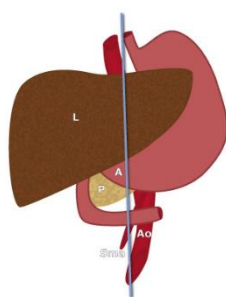
- ・適応： 麻酔導入前に胃内容物の有無を確認（フルストマックの確認）

・方法：

- ① トランスデューサ：成人や大きな小児はコンベックスプローブ。小さな小児はリニアプローブ。
- ② 仰臥位で上腹部を矢状面でスキャン



- ③ 肋骨下縁を左から右にスイープ
- ④ 胃噴門部を同定する

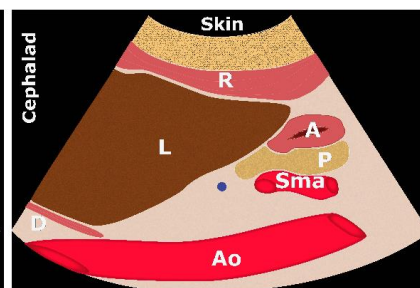
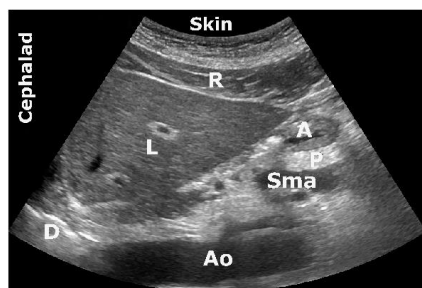


A: antrum, Ao: aorta, C: colon, L: liver, P: pancreas
 SI: small intestine, Sma: superior mesenteric artery
 Smv: superior mesenteric vein; Sp: spine

・胃内容物タイプ： カラ(empty)、固形物(solid)、水(clear water)、ミルク(milk)

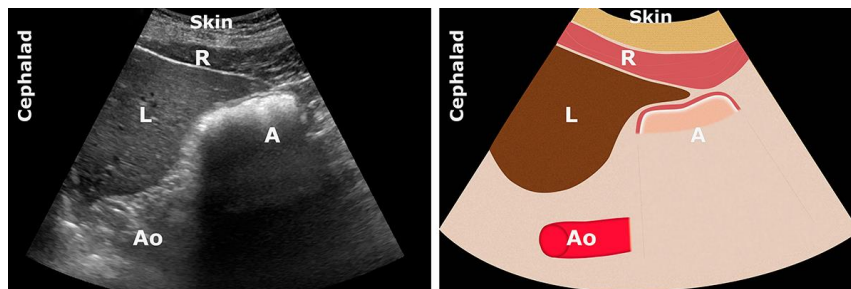
Grade	Antral shape	Antral wall	Content
Empty	Flat and collapsed OR round (Bull's eye)	Thick with prominent muscularis propriae	None (grade 0) OR Small amount of hypoechoic content (grade 1)
Solid	Round, distended	Thin	Heterogeneous, particulate ± mixed with air
Clear fluid	Round, distended	Thin	Hypoechoic
Milk or suspensions	Round, distended	Thin	Hyperechoic

1) カラ(empty stomach)

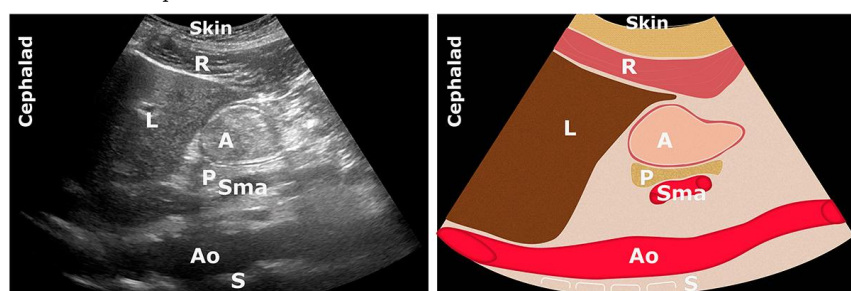


2) 固形物

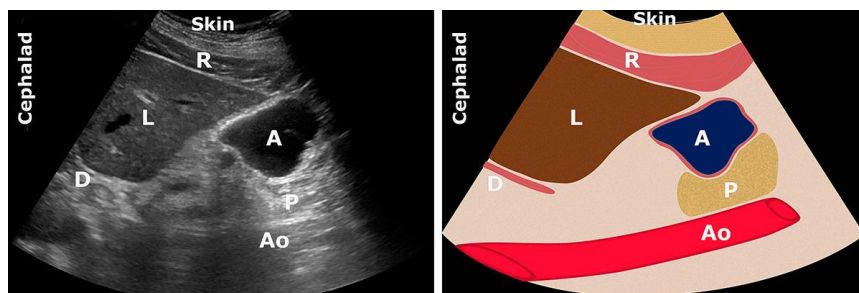
Solid early phase



Solid late phase



3) 水 (clear fluid)

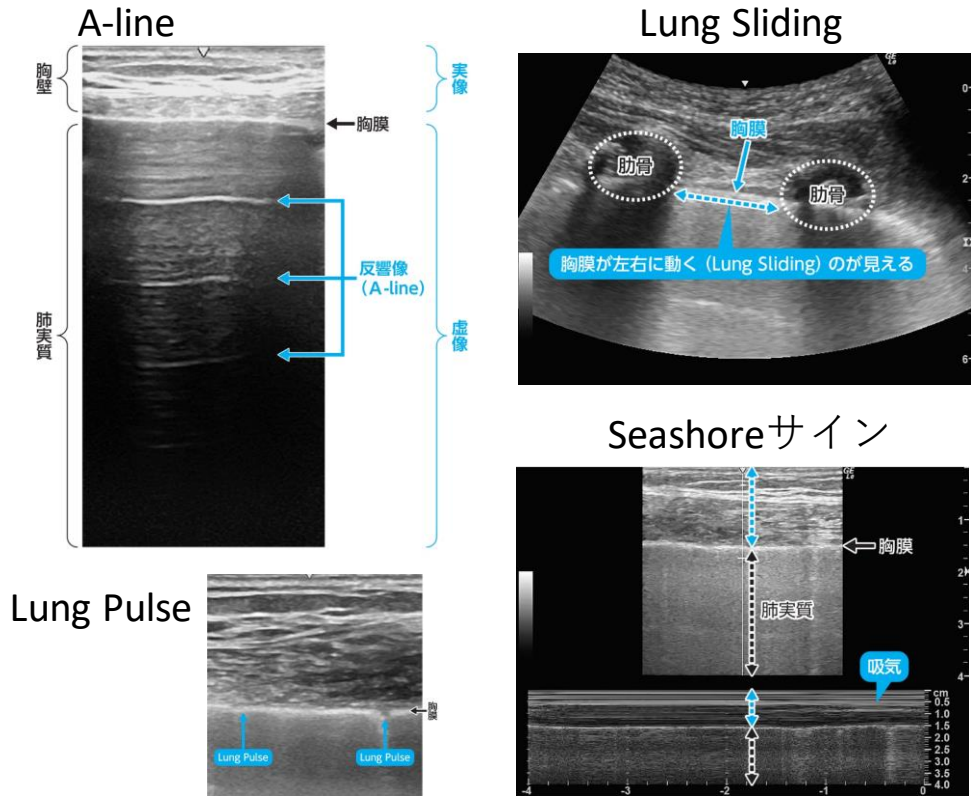


A: antrum, Ao: aorta, D: diaphragm, L: liver, P: pancreas
Sma: superior mesenteric artery

2. 肺エコー

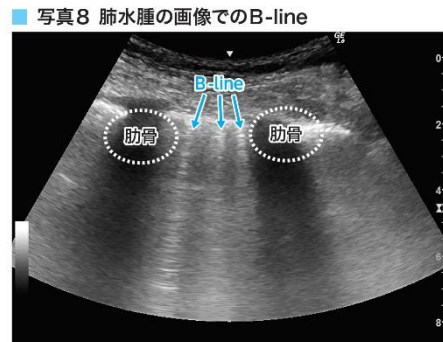
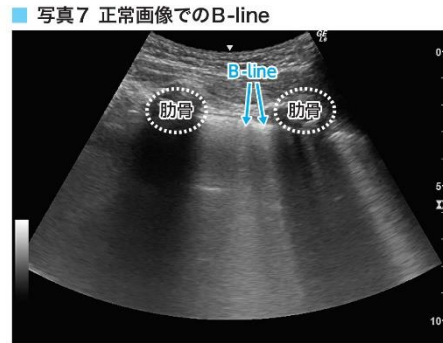
① 正常の肺エコー所見

- 1) Aライン: リニアプローブと胸膜の間で形成される白い線。
- 2) Lung Sliding: コンベックスプローブで胸膜を見ると、呼吸に合わせて胸膜が左右に動く。
- 3) Seashore サイン: リニアプローブのMモードで見る。胸膜の白い線のプローブ側を海、肺側を砂浜に例えると、波が砂浜に打ち寄せるように見える。Seashore サインがあることは、Lung Sliding が存在することを示す。
- 4) Lung Pulse: 心拍動が胸膜まで伝わり、心拍に同調して胸膜が垂直方向に拍動性に動く。



- ② 気胸： Lung Sliding、Seashore サイン、Lung Pulse がすべて消失する。
 どれか1つあれば気胸は否定的。
- ③ 肺水腫： B-line が 3 本以上見える。

※B-line・・・胸膜以下は空気が含まれるので灰色がかかった描写となるが、正常でも肺実質に密度の差があるため超音波が当たって生じる縦の白いラインが見える。これを B-line という。正常野口では1肋間に1~2本であるが、3本以上の場合は肺水腫などの病態が疑われる。



第3部 麻酔科学 各論

A. 心機能障害患者の麻酔

1. 麻酔導入

血圧変動が少ないミダゾラム、フェンタニル、ロクロニウムを用いて導入する。重症症例では動脈ラインを局所麻酔下にて最初に確保して観血的動脈圧測定のもとで導入するのが望ましい。

クリアサイトシステム® (Edwards) はクリアサイトフィンガーカフを介して得た指動脈血圧を元に連続的に非侵襲で血圧、心拍出量、1回拍出量などを測定する装置である。



2. 心機能障害患者の麻酔の維持

心筋酸素の需要と供給のバランスを保ち、脳血流量を保つことが第一である。

5点誘導心電図を記録または持続モニターする。II誘導でP波の有無を確認する。II誘導とV5誘導でST変化をモニタリングすることにより、実際に発症するST変化の95%以上を捉えることができる。

容量負荷の目安としてはCVPやフロートラックの一回拍出量変動 (Stroke Volume Variation; SVV: 正常値<13%)が1つの指標となる。

- ① 平均動脈圧が70~150mmHgの範囲で脳血流は正常に保たれるが、高血圧患者では少し高い血圧側にシフトする。従って仰臥位の麻酔中は平均血圧(ゼロ点は右房の高さ)を60~70mmHg以上に保つ。
- ② 頻脈(100bpm以上)、徐脈にしない。
- ③ ミリスロール®、ニトロール®、シグマート®、カルシウム拮抗剤(ヘルベッサ®)を持続的に用い、冠血管の収縮、攣縮を予防する。
- ④ カテコラミン(プレドパ®やドプタミン®)を持続的に用いる。
- ⑤ 脈拍のコントロールが必要な時はランジオロール(オノアクト®)を投与。
- ⑥ 麻酔導入後は相対的 hypovolemia で、血圧は低下するため容量負荷を行うが、不適当な容量負荷は、心不全を来たす。循環動態の安定が得

〈豆知識〉

循環動態が不安定な患者の麻酔導入で、高容量のレミフェンタニルとフェニレフリン持続投与を用いる麻酔方法をASA-PS1-3の場合と同様にワンパターンで用いると、重篤なショックを来すことがある。

この導入方法はASA-PS1-3の患者では簡便な麻酔方法であるが、3次救急の重症患者で緊急手術を行う施設でルーチンで用いるのは相応しくない。

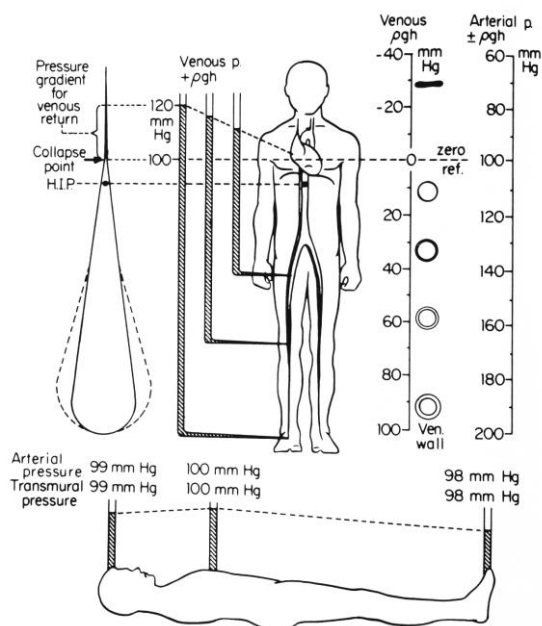
られれば積極的に尿量を確保。

【コラム】肩関節手術では脳虚血の合併症が多い！

下図のように立位では、右心房の高さと頭部の間には、動脈圧で40mmHgの差がある。平均動脈圧が70~150mmHgの範囲で脳血流は正常に保たれるので、仰臥位では右心房と頭部の高さに差はないため平均血圧60~70mmHg以上を保っておけばよい。

しかし坐位や半坐位の手術では、全身麻酔中に平均血圧を70mmHgに保ったとしても、実際の頭部の平均血圧はかなり低下していると考えられる。このため、仰臥位の手術と同様の循環管理を、肩関節手術を受ける患者でも行っていると、脳虚血を来すことがある。

坐位や半坐位の手術では昇圧薬を用いて血圧を高めにして麻酔管理する必要がある。



Rowell J.B. Human Circulation. Oxford University Press 1986

B. 腎機能障害患者の麻酔

1. 軽度腎機能障害患者の麻酔

(1) 輸液

輸液製剤は腎機能低下の程度により検討する。必ずしもカリウムを含まない輸液製剤を選ぶ必要はない。

細胞外液製剤に相当する末期腎不全患者用の細胞外液補充液は現在のところ生理食塩水しかなく、輸液量によっては高クロール性アシドーシスの原因となる。アシドーシスは腎機能低下の要因となる。術中に腎機能がさらに低下することもあるため、通常のリンゲル液を使用している場合、特に高カリウム血症

に注意する。

(2) 血圧管理

α作動薬は腎系球体の血流調節を妨げるため、腎機能低下患者には注意して使用する。しかし、体血圧を正常に保つことはα作動薬の腎への悪影響を上回る腎保護作用として現れることがあり、特にノルアドレナリンでは、持続投与した結果腎機能が術前より低下するというエビデンスはない。(ネオシネジンに関しては腎機能が保たれたというエビデンスもない。)

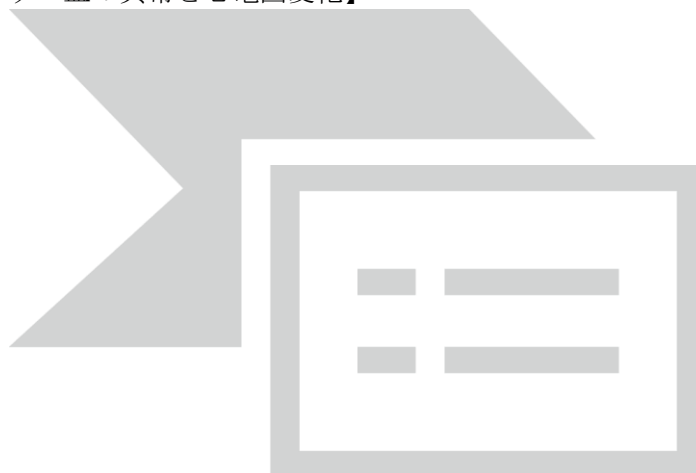
(3) 腎保護と利尿

ドパミンは利尿作用があるが、腎保護作用はないとされている。フロセミド(ラシックス®)も腎保護作用はない。現在腎保護作用の可能性を示唆されているのはヒト心房性ナトリウム利尿ペプチド(ハンプ®)、マンニトール(マンニトール®)、ニカルジピンなどであるが、いずれも明確なエビデンスはない。利尿と腎保護とは別と考えるべきである。術中の尿量と術後の腎機能の相関性は明らかになっていない。

(4) 高カリウム血症

高カリウム血症が発生した場合、下図のように心電図上T波の増高が見られる場合がある。手術が長時間にわたる場合、観血的動脈圧ラインを入れて定期的に血中カリウム濃度を監視すべきであるが、心電図の波形変化も重要なサインである。なお、マンニトール使用後高カリウム血症を見る場合があるので注意を要する。

【カリウム血の異常と心電図変化】



高カリウムの治療は、次の「透析または末期腎不全患者の麻酔」を参照のこと。ただし、残存腎機能によってはフロセミド投与がカリウムフリーの輸液とともに第一選択となる。

少しでも心電図異常や検査データで不安を感じたらすぐに指導医に相談する。高カリウム血症は致死性不整脈の原因となる。

2. 透析または末期腎不全患者の麻酔患者

透析あるいは末期腎不全患者の場合、腎機能廃絶に伴って本来腎臓が担う水分調整や電解質調整に支障を来す。腎性貧血や高血圧症なども多く認められる。手術中の麻酔管理は主にこの点に注意して行う。また、患者のQOLの観点から、シャント保持および自尿がある場合できるだけその機能を損なわないよう心掛ける。末期腎不全患者には透析導入されているが自尿が残存する場合があります、

〈豆知識〉

マンニトール使用時に高カリウム血症が生じるメカニズムとして、希釈性アシドーシス(重炭酸イオンの希釈による)や細胞容積調節機構の関与が考えられている。

(Anesthesiology 1992; 77: 336-41)

日常生活で水分制限基準を緩和する QOL 上重要な要素である。シャントは術後の生活を支える命綱であり、閉塞した場合は再建を余儀なくされる。再建を繰り返すとシャント困難患者となり、やはり QOL が損なわれる。生命と生活のいずれも周術期管理によって守らなければならない。

(1) 麻酔導入、モニタリング

① 麻酔方法

通常患者の麻酔と同じ。ただし、高カリウム血症の恐れがあるため、スキサメトニウムは禁忌。当院では透析患者に硬膜外麻酔は施行しない（術後透析中の抗凝固薬および患者の易出血性を考慮）。

② 静脈ルート

シャントのある上肢（あるいは下肢）では静脈ルートや観血的動脈圧ライン確保は行わない。将来的に対側上肢にシャントの作成が必要となる可能性があるため、できれば橈側皮静脈は避けた方がよい。複数のシャント形成術の既往がある患者では、末梢ルート確保困難になっている場合があり、中心静脈ルート確保の説明および同意書取得をしておく。

③ モニター

通常のモニターでよいが、術中シャント音、thrillを定期的に確認する。手術の体位によりシャントが圧迫されていないか注意。観血的動脈ラインは血圧測定および電解質チェックに有用であるが、適応を十分考慮する。また、両側上肢にシャント手術の既往がある場合、足背動脈や後脛骨動脈、大腿動脈など下肢に確保する。長時間手術や出血量が多いと予想される手術では、術中の体液管理のためにフロートラックを使用する。モニターとして中心静脈圧測定を推奨する成書が多いが、手術台の傾きにより容易に基準点の変動することや、静脈の特性から鋭敏性に欠け、実戦的ではない。ただし、心不全の発症が懸念される症例では併用を考慮する。

(2) 術中麻酔管理

① 輸液

原則としてカリウムを含まない輸液を選択する。輸液製剤は手術の侵襲度、時間、出血量により選択すべきである。ヒドロキシエチルデンプン (HES) 製剤は、わずかに残る腎機能を廃絶する可能性があり、特に自尿がまだ認められる患者には適応を十分考慮する。過剰に投与された水分は浮腫や血管内容量過剰による心不全、肺水腫を招く。また輸液が不足した場合は、低血圧から術後シャント閉塞の一因となる。輸液量の過不足のないよう、必要に応じてフロートラックなどでモニターを行い、適切に血圧を維持するよう努める。

③ 輸血

濃厚赤血球液はカリウム濃度が高い。手術中に輸血する場合、カリウム除去フィルター（カワスミカリウム吸着フィルター[®]）を使用する。術前から貧血を認め術中輸血が予想される場合は、術前の透析中に輸血するとカリウムを気にすることなく貧血の是正が行え、手術中の輸血量減少が期待できる。主治医と相談する。

④ 血圧管理

輸液の投与が難しいため、麻酔による相対的循環血液量不足による低血圧には昇圧薬を併用する。フェニレフリン（ネオシネジン[®]）は糸球体

輸入細動脈に働き、腎機能に悪影響を与えるとされるが、すでに腎機能廃絶しているため使用できる。

⑤ 電解質および酸塩基平衡の管理

主として高カリウム血症、代謝性アシドーシスが問題となる。グルコース-インスリン療法、塩化カルシウム投与、重炭酸ナトリウム投与など対策をあらかじめ考慮しておく。

⑥ 腎排泄の薬剤

効果が遷延する可能性があるため、十分注意して使用する。ロクロニウム（ロクロニウム[®]）は肝代謝だが、腎不全でも遷延する。スガマデクス（ブリディオ[®]）は腎排泄であるが、現在のところ腎不全患者で排泄遅延による弊害の報告はない。

⑦ 覚醒

原則として術後胸部X線写真により著明な心肥大あるいは肺水腫様の所見がないことを確認後、覚醒および抜管を行う。気管吸引では、ピンク状泡沫痰を見逃さない。なお、手術前日に透析を行っていない場合、尿毒症症状のため術後せん妄様になることがある。長時間手術の場合特に手術前日に透析を行うよう透析日の調節を行う必要がある。

C. 糖尿病患者の麻酔

1. 麻酔の導入と維持

糖尿病性神経障害が認められる患者では硬膜外麻酔等により低血圧が助長しやすい。また体温が低下しやすいので注意が必要。糖尿病性腎症や心臓の合併症があればそれに準じた麻酔を行う。

2. 周術期のブドウ糖代謝

- (1) 術前絶食開始から10～18時間は肝グリコーゲンが分解。その後、ブドウ糖投与がなければ、蛋白質や脂肪分解が生じて代謝性アシドーシスを来す。
- (2) 脳脊髄機能を保つため、血糖値は80～100mg/dl以上に保つ（ただし手術部位感染（SSI）予防のため、180mg/dl以下で）。

3. 血糖コントロール

- (1) 術中の血糖コントロールの第一は低血糖にしない事、第二は漫然と高血糖を持続させない。そこで術中はAライン採血やデキスター[®]など血糖簡易測定器を用いて血糖値を測定する。
- (2) 2型糖尿病では、術前からインスリン抵抗性があるため、手術ストレスによるインスリン抵抗性は助長されることを念頭に置いて管理する。つまり術前からインスリンによりブドウ糖が消費されにくい状態（骨格筋、脂肪組織、肝臓、免疫細胞などでインスリンが細胞内に取り込まれにくい）であるため、周術期はインスリンとブドウ糖を投与して、嫌気性代謝に陥らないようにすることが

大切である。

(3) 術中は1～2時間毎に血糖を測定し、血糖値のコントロールの悪いときは指導医に相談して、カリウム値を見ながらインスリンを使用し、血糖値は **100～180mg/dl** にコントロールする。高血糖だからと無糖輸液を続けては代謝性アシドーシスが進む。合併症の多くは高血糖が原因であるが、**病気の本態は血糖値が高いのに細胞が糖を消費できない事にある(インスリン抵抗性)**。低血糖の傾向が強い際は、維持輸液(糖分入り)で管理する。

(4) 安静時のブドウ糖の消費量： 2 mg/kg/分

50kgの人では 6 g/時で投与。

5%ブドウ糖液 120 ml/時に相当。

安静時のインスリン分泌量： 1 unit/時(食事時は5～10 unit)

血糖値が 100～200 mg/dl になるように 0.5 ～1.25 units/時で投与する。

D. 呼吸機能障害患者の麻酔

1. 術中の人工呼吸管理の注意点

1 回換気量の設定、気道内圧の上昇に注意。定期的に呼吸音の確認。気道分泌物が多ければ適宜気管内吸引。(吸引した後、必ずバッグで圧をかける。気管内吸引は無気肺を作る恐れ)

閉塞性障害では PEEP をかけ呼気時間を長くとり、気道内圧を低めに抑えて肺の過膨張を防ぐ。拘束性障害では1回換気量を多くせず回数で分時換気量を増やし、同じく気道内圧を上げないようにする。

突然の気道内圧低下は気胸を疑い、突然の気道内圧上昇は喀痰による閉塞などを疑う。胸部呼吸音の確認(左右差)、SpO₂・血圧・脈拍の変化などの変化も総合的に判断し、場合により手術を一時中止してもらい、術中胸部 Xp 撮影も考慮。動脈血液ガス分析(P/F比、PaO₂, PaCO₂は適正值に)も常にチェックしておく。

2. 気管支喘息患者

(1) 麻酔導入

重症の場合はあらかじめ導入前にステロイド(ソルコーテフ 100mg 等)を用いる場合やネオフィリンを持続投与する場合もある。喘息の薬剤は、当日朝まで吸入または内服してもらう。

麻酔導入前に胸部聴診で wheezing の有無を確認し、気管挿管後と比較する。

(2) 麻酔維持

気管支拡張作用のあるセボフルランを主体とし、手術ストレスを減らして深い麻酔を心がける。気道を刺激ないように声門上器具(SGA)で行う場合もある。

(3) 麻酔覚醒

完全覚醒してから抜管する方法と自発呼吸のある場合は気道を刺激しないように深麻酔下で抜管する場合がある。抜管後は、wheeze がないかどうか確認する。

(4) 喘息発作を来したとき

吸入麻酔薬濃度を増加、メプチンエアー[®]吸入、ネオフィリン[®]、ステロイドなど。

- ・喘息は、見落とされがちであり術前診察で聞き漏らさない。
- ・間違っても禁忌薬剤を使用しない！！（チアミラール、ワゴスチグミン、プロタノールなど β_2 ブロック作用のある薬剤）
- ・ β_1 選択性の強いオノアクト[®]は使用できる。

3. 重症呼吸不全患者

急性呼吸促拍症候群 (acute respiratory distress syndrome; ARDS) など重症呼吸不全患者では、陽圧換気に伴う肺胞の圧損傷を防ぐため、 $V_T=6\text{ml/kg}$ 、 $\text{PEEP}=5\text{cmH}_2\text{O}$ 以上、 $\text{RR}>20/\text{分}$ 、最大吸気圧 $<30\text{cmH}_2\text{O}$ で換気する方法がある。

炭酸ガス蓄積は許容する (Permissive hypercapnia)。

E. 帝王切開の麻酔

禁忌がない限り脊髄クモ膜下麻酔で行う。

1. 帝王切開の脊髄くも膜下麻酔

(1)術前評価

予定手術の場合は術前訪問で以下のことを把握する。

- ① 帝切の適応
- ② 妊娠週数
- ③ 母体： 通常の麻酔術前評価と同じ（「第2部脊髄クモ膜下麻酔」参照）
前回の脊麻の問題（PDPHなど）
気道評価、体重（妊娠前と現在）
- ④ 胎児： 推定体重、合併症

(2)手術前準備

- ① 全身麻酔の準備：
 - i) 蛇管、Lコネクター、マスク、バック（リークテストをしておく）
 - ii) 人工鼻、吸引、気管チューブ ID 6.5（開封しない）
 - iii) 喉頭鏡（妊婦は原則 McGRATH®使用）、スタイレット、カフ注射器、バイトブロック
- ② 皮膚の麻酔薬：1%塩酸メピバカイン®（清潔 開封しない）
- ③ 麻酔薬：

- | |
|---|
| i) 0.5%マーカイン高比重®： <u>2.4ml (=12mg)</u>
ii) フェンタニル® 100µgのアンプルの原液： <u>0.2ml (=10µg)</u>
iii) モルヒネ希釈液「塩酸モルヒネ注® (10mg/1A) 1cc + 生食 9cc =計 10cc」
<u>このうち希釈液 0.15 ml (=0.15mg)</u> |
|---|

**モルヒネは必ず希釈する！
投与量を誤ると呼吸抑制を来す**

- * 希釈は原則として上級医が行う。
* ii)と iii)は介助者(看護師)に清潔で i)のシリンジに入れてもらう。

- ④ 酸素マスク： 呼吸苦、SpO₂低下、低血圧の際（ルーティンで用いる必要ない）
- ⑤ エフェドリン®： 1A + 生食 9cc = 計 10cc
- ⑥ ネオシネジン®： 1A + 生食 9cc = 計 10cc
- ⑦ 必要に応じてプリンペラン®・ガスター®

*①と③i)、⑦は薬剤庫から、③ii),iii)は麻薬伝票で処方 ⑤⑥は基本カートにある。

(3)脊髄クモ膜下麻酔の手順

- ① ボルベン®またはピカネイト®を 500cc 輸液
- ② 右下側臥：患者希望で左下でも可
- ③ 消毒
- ④ 覆布
- ⑤ L3/4の椎間の確認：ヤコビー線（腸骨稜の高さ）

- ⑥ 皮膚表面の麻酔: 1%メピバカイン® (27G 注射針)
- ⑦ 腰椎穿刺: 穿刺針は 25G ペンシルポイント (Whitacre 針)
髄液の返りを確認 (カッピング針より返りは遅い)
薬剤シリンジで髄液の返りを確認
※硬膜穿刺後頭痛(PDPH)の既往がある場合は、27G ペンシルポイント針を用いる。
- ⑧ 手術前に準備した麻酔薬(2.4cc+0.1cc+0.15cc)の混合液 2.75cc を投与
再度、髄液の返りを確認
- ⑨ 血圧測定: 児娩出まで 1 分間隔
- ⑩ 子宮左方移動: ベッドを 10-15 度左に傾ける (ベッドから転落に注意)
- ⑪ 麻酔レベルの確認: アルコール綿で冷感を確認 (Th4 を目標)
体位を調節
- ⑫ 低血圧の治療: 収縮期 100mmHg 以上を目標
・エフェドリン®4mg ずつ
・ネオシネジン®も可 (徐脈に注意、持続投与は過量に注意)
- ⑬ セファゾリン Na 1g: 皮切前までに

(4)手術開始後

- ① 子宮切開時間を記録: ORSYS:リマークス→各科

(5)児娩出後

- ① アトニン® (5 単位) 1A+生食 100 ml: 臍帯クランプ後、術者に確認
2 本目も継続
*アトニン®の副作用: 低血圧、抗利尿作用 (ワンショットでショックを来すことがある)
- ② 記録: 胎児娩出、胎盤娩出時間、胎児の Apgar スコア (1 分、5 分値)
- ③ メチルエルゴメトリン: 子宮収縮が悪い場合 (投与方法は指導医に確認)
*副作用: 高血圧、冠動脈攣縮など
- ④ 出血への対応: 指導医に出血量を報告。床に垂れ落ちた血液量は出血量の目安になる (Under the drape)。

(6)手術終了後

- ① 麻酔レベルの確認、記録
- ② 麻酔開始後 24 時間の SpO2 モニター: カルテに指示を記載し、看護師に申し送る

2. 帝王切開の全身麻酔

(1)帝王切開術で全身麻酔の適応

- ① 緊急性が高い場合: 決定から児娩出までの時間を意識する
- ② 母体循環不安定
- ③ 母体全身感染症
- ④ 区域麻酔の禁忌
- ⑤ 大量出血が予測される
- ⑥ 手術が長引きそうなど

*NICU への連絡を忘れずにチェックする。

(2)麻酔の準備

SOAP (suction, oxygen, airway, pharmacy) の順で行う。

- ① **Suction:** 吸引はよく忘れがちなので、最初に確認する。吸引が可能かどうかを確認し、カテーテルを接続しておく。
- ② **Oxygen:** 麻酔器が使用可能か確認する。リークテストを行う。
- ③ **Airway:** 妊婦は陣痛が始まると気道が浮腫で狭小化していることがあ

る。初めから使い慣れたビデオ喉頭鏡(例: Airway Scope®, Macgrath®)を用いる。気管チューブは原則 ID6.5 を用いる。

④ **Pharmacy:** 薬剤の準備

- i) ファモチジン(ファモチジン®): 導入前 20mg 静脈内投与
- ii) チアミラール(イソゾール®): 4-5mg/kg 投与後は生食水でフラッシュしておく。他の薬剤と混合すると混濁する。
- iii) プロポフォール: 2mg/kg。
- iv) ロクロニウム(ロクロニウム®): 1.2mg/kg 90秒で気管挿管が可能である。大量のスガマデクス(ブリディオオン®)により拮抗が可能。
- v) スキサメトニウム: 1mg/kg 60秒で気管挿管が可能である。
- vi) フェンタニル: 1-2 μg/kg、必要最小量にとどめる。
- vii) ミダゾラム: 児娩出後に吸入麻酔薬を減少して投与する。

(3)患者入室後

- ① 全身麻酔を行うことを説明する。(E Explanation)
- ② 可能か限り”AMPLE“を評価する(A: アレルギー、M: 投薬、P: 既往、L: 最終経口摂取、E: 経過)
- ③ 静脈路が確実に使えることを確認する (I infusion)。
- ④ 生体情報モニターを装着する。(M monitor)
- ⑤ 脱室素する。10l/min でフェイスマスクを密着させ、呼気酸素濃度 0.9 以上になるように5分程度酸素化する。(O Oxygen)
- ⑥ 子宮左方移動 (L Left uterine displacement)
- ⑦ 予定手術では、BIS モニターと TOF ウオッチを装着する。
- ⑧ 患者に説明した上で術野を消毒し、覆布をかける。
- ⑨ 予防抗菌薬投与を行う。

(4)迅速導入 (rapid Sequence Induction; RSI)

- ① タイムアウト後、高血圧を避けるためには必要に応じて、フェンタニルを 1-2 μg 投与する。
- ② 次にチアミラール、ロクロニウムの順で投与する。ロクロニウム投与後 90秒で気管挿管に移る。
- ③ 挿管助助者が輪状軟骨圧迫を行う。軽くマスク換気を行ってよい。
- ④ 通常は児娩出までロクロニウム投与は不要である。

(5)気管挿管されたら

- ① ETCO₂ の波形を複数のスタッフで確認する。
- ② 産科医に気管挿管されたことを伝えて手術を開始する。
- ③ 気管チューブが固定されたら、速やかに経口的に胃管を挿入し、胃内容を吸引しておく。経鼻は鼻出血のリスクがあるので経口で挿入する。

(6)児娩出までは

- ① 吸入麻酔薬は 1MAC 程度で維持する。母体が術中覚醒を来さないため。
- ② 児娩出まで FiO₂ は 1.0 で管理する。
- ③ 子宮切開(リマークス←各科)を麻酔記録に記録し、吸入麻酔薬投与を止する。

(7)児娩出後

- ① リマークスに記録し、ミダゾラム 5-10mg を投与する。必要に応じて追加する。
- ② アトニン®を生理食塩水 100ml に溶解し、主治医に確認した後、急速輸液する。全身麻酔ではアトニン®必要量が増加する可能性がある。低濃度の吸入麻酔薬は子宮収縮に影響しないといわれている。子宮収縮が悪ければ吸入麻酔薬の投与量を減量し、静脈内麻酔薬でコントロールする。

(8)手術終了後

- ① 手術終了したら、禁忌がない限り腹横筋膜面ブロックを行う。
- ② アセトアミノフェン(アセリオ®)を投与しても良い。

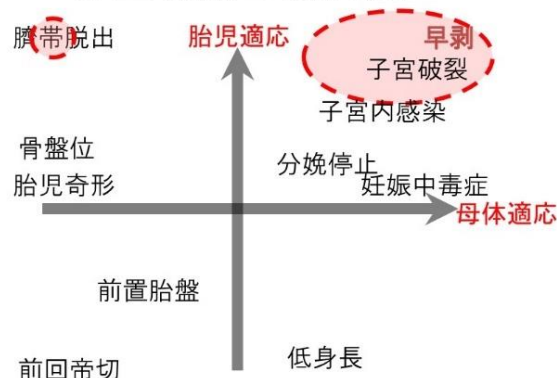
- ③ 胃内容物を十分に吸引する。
- ④ 筋弛緩を拮抗し、全身麻酔からの十分な覚醒を確認し、抜管する。誤嚥のリスクは麻酔終了時にも生じ得る。

3. 超緊急帝王切開

- (1) 超緊急と産科医が判断した場合、手術室看護師にだけ産科医から連絡が入る。手術室看護師が麻酔科ライターに連絡する。
- (2) 麻酔科医は看護師に手術室番号を確認し、直行する。全身麻酔を選択することを宣言する。
- (3) 薬品は看護師が持ってくる。麻酔の準備は SOAP の順で行う。麻酔導入は rapid sequence induction で行う。上記の SOAP に沿って、麻酔を準備する。
- (4) 患者入室後は IMOELU(愛燃える)で麻酔導入に備える。
 - I Infusion 静脈路が使用可能であることを確認
 - Mo Monitor 生体情報モニター
 - E Evaluation 母児の評価 児心音の再評価の必要性がないかどうか、産科医に確認する。Explanation 患者に全身麻酔の説明をする。
 - L Left Uterine displacement
 - U Upper airway 上気道の評価

* 「第4部 指導する麻酔科医のために」を参照のこと。

帝王切開の緊急度



社団法人日本麻酔科学会第2回リフレッシュャーコースより改変
 埼玉医科大学総合医療センター 産科麻酔科 照井克生先生提供

【帝王切開術の緊急度カテゴリー】

カテゴリー1	母児の生命に直ちに危険が及ぶ	重篤な胎児徐脈、臍帯脱出、子宮破裂、児のpH7.2未満
カテゴリー2	母児の合併症がすぐには致死的是ではない 母児の状態をさらに悪化させないため	分娩前出血、母児に合併症がある場合の分娩停止
カテゴリー3	母体または児の合併症ないが、早期の娩出	帝王切開が予定されていたが破水または陣発
カテゴリー4	妊婦とスタッフにあわせる。	予定帝王切開

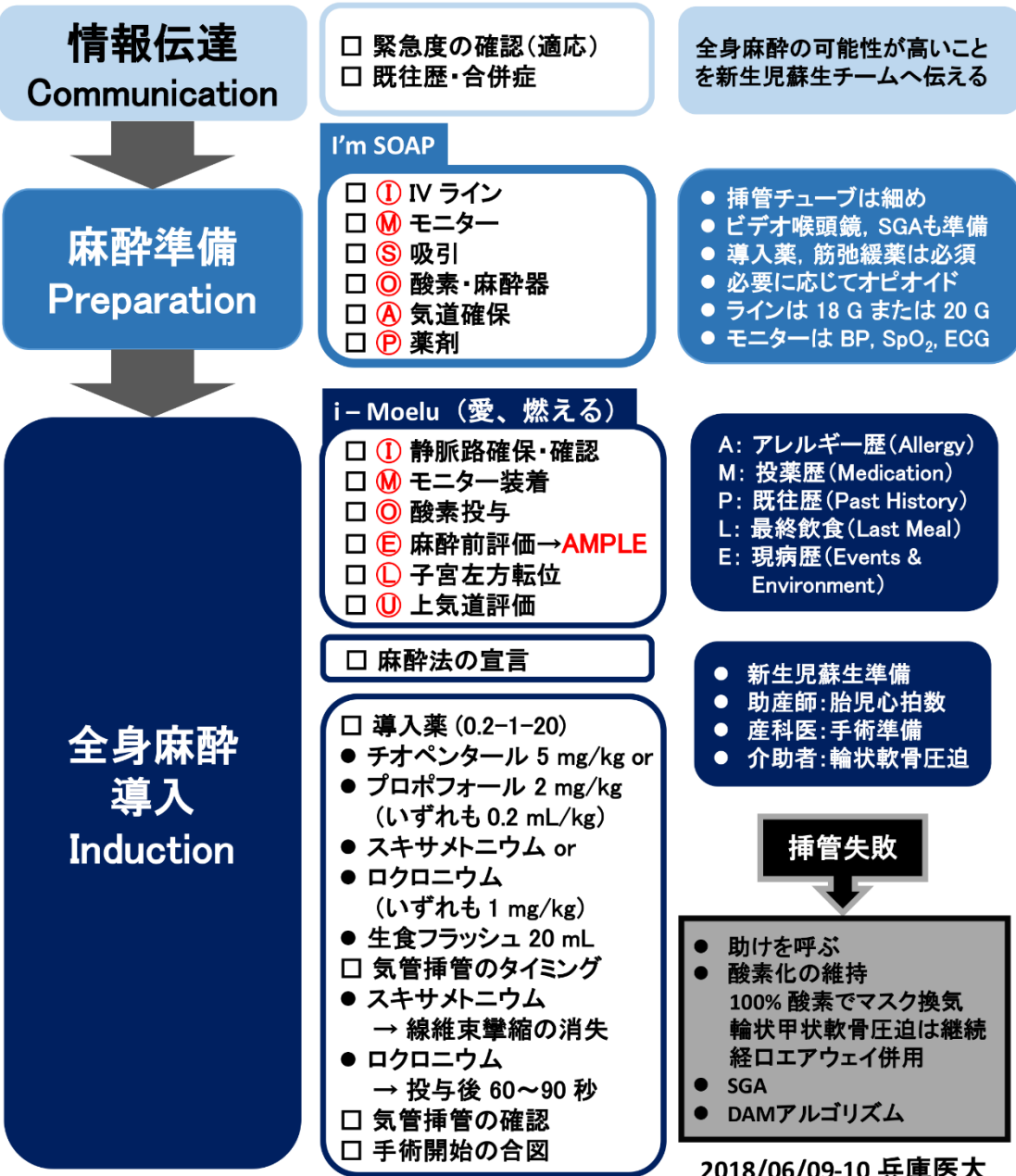
. Lucas D N, et al. J R Soc Med 2000; 93: 346-350.



麻酔科医のためのプロフェッショナルセミナー産科麻酔に参加しよう

産科麻酔緊急 シミュレーションにも参加しよう

① 超緊急帝王切開チェックリスト





麻酔科医のためのプロフェッショナルセミナー産科麻酔に参加しよう

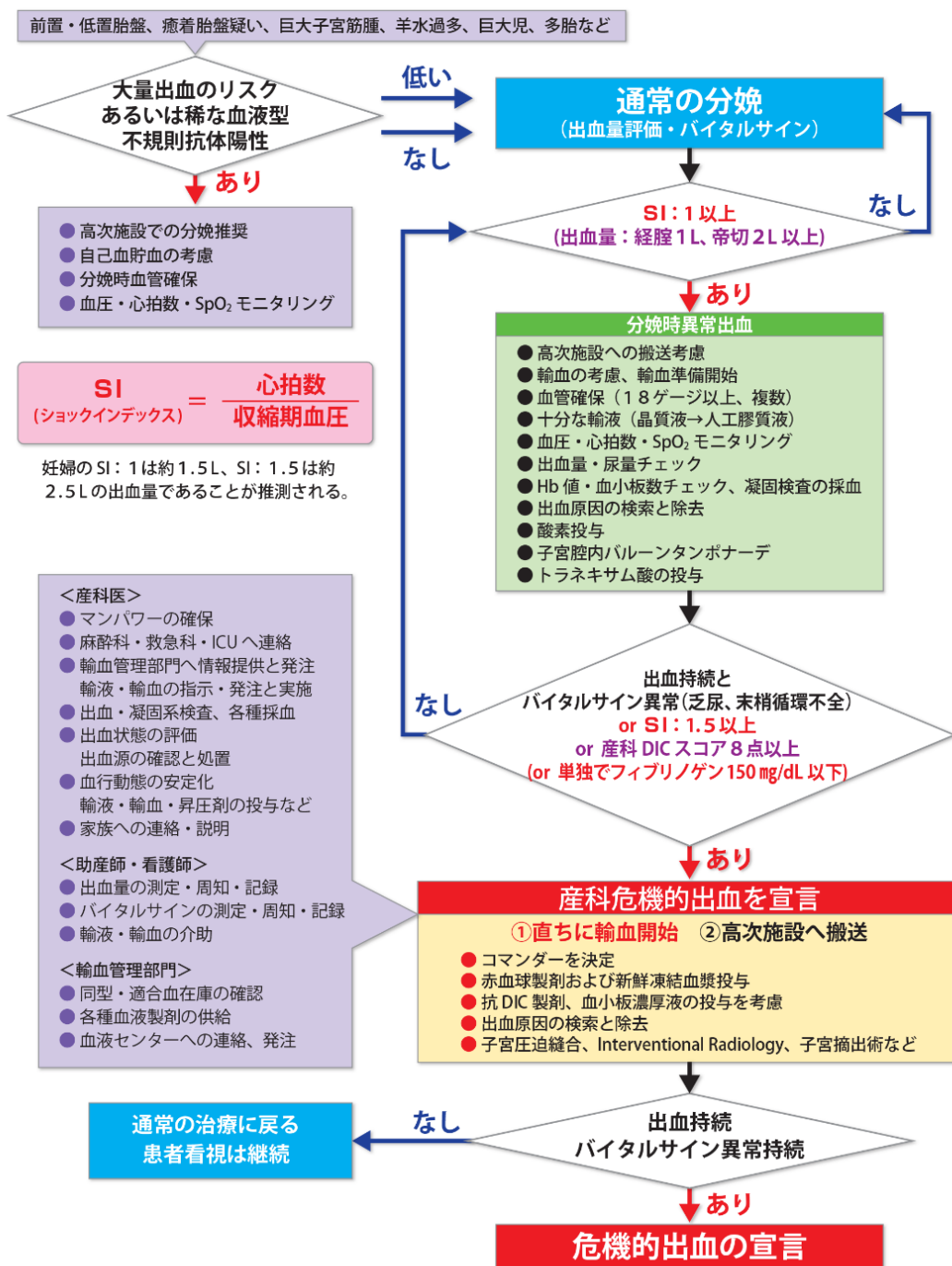
産科麻酔緊急 シミュレーションにも参加しよう

② 産科出血対応チェックリスト



2018/08/11 聖路加

産科危機的出血への対応フローチャート

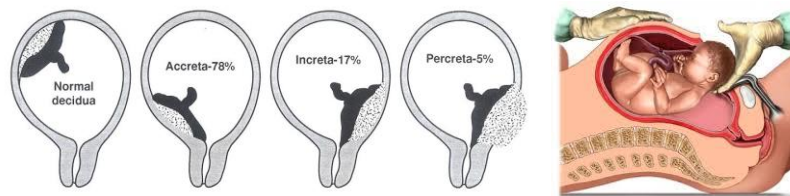


*通常、輸血開始の指標はヘモグロビン濃度が7-8g/dl未満であるが、産科危機的出血の指標は、Shock Index (SI)である点異なる。

4. 癒着胎盤

【癒着胎盤の分類】

- ・ Placenta Accreta : 脱落膜(decidua)が欠損しているのみ。
- ・ Placenta Increta : 胎盤組織が子宮筋層まで到達。
- ・ Placenta Percreta : 胎盤組織が子宮筋層を貫通し、周囲組織 (膀胱等)まで浸潤している。



F. 婦人科の麻酔

1. 婦人科の術前評価

- (1)開腹の既往： 癒着があれば出血増が予想される。
- (2)合併症： 問診が重要
- (2)手術計画： ゲフリール (術中迅速病理診断) で追加切除をするかどうか確認。家族への説明記録など。
- (3) 脊髄くも膜下麻酔： 子宮頸癌や子宮筋腫で、経腔的に処置する症例など。
- (4)腹腔鏡手術： 腹腔鏡下手術の章参照。

*2018年時点で当院の婦人科手術では、原則として術後に抗凝固薬を使用するため硬膜外麻酔は行っていない。麻酔科医が必要と判断する場合は主治医と協議して決める。

*超音波ガイド下神経ブロック (TAP ブロック、RS ブロックなど) は有効。

2. 全身麻酔管理上の注意

- (1)腫瘍サイズが大きい：
 - ・ 消化管通過障害や尿管の閉塞 (フルストマックの準備)
 - ・ 仰臥位で低血圧
 - ・ 換気が障害される可能性
 - ・ DVT、PTE のリスク (術中、腫瘍を減量操作時に注意)
- (2)術野確保のために腸管、腹腔内臓器を頭側に圧排することがある：
 - ・ 横隔膜が挙上され機能的残気量(FRC)は減少するためクロージングキャパシティ (CC)より小さくなる。また片肺換気も生じやすくなり酸素分圧は低下する。
 - ・ 1回換気量と気道内圧をチェック。
 - ・ 腹腔内臓器や下大静脈などの圧排による静脈還流量の減少で血圧低下することがある。

(3) ライン確保の目安

- ・出血量 1000cc 以上が予測されたり輸血準備があるとき： 静脈路 2 本準備、動脈ラインの同意取得

3. 脊髄くも膜下麻酔上の注意点（円錐切除、縫縮術など）

(1) 子宮円錐切除は S 領域の手術であるが、手術操作で内臓痛を来すので麻酔レベルは Th10

(2) 麻酔薬： 0.5%マーカイン高比重[®] 2.5～3.0cc

(3) 円錐切除では脊髄くも膜下麻酔の効果が切れた後、子宮収縮による腹痛が強く生じることが多い。IV フェンタニルの準備を考慮する。（術中はマーカインにフェンタニル 10 μ g を加えてもよい。）

G. 腹腔鏡下手術の麻酔

1. 麻酔導入

(1) SGA で管理することは可能であるが、気腹や体位変動による誤嚥の危険性と、気道内圧の上昇に耐えうように気管挿管で管理する。

(2) マスク換気中の気道内圧が高すぎると胃内にガスを送り込んでしまうため、手術操作の妨げになる。マスク換気中は最大吸気圧（maximum inspiratory pressure） $<20\text{cmH}_2\text{O}$ 、PEEP $<10\text{cmH}_2\text{O}$ で行う。

(3) 導入後速やかに胃管を挿入し、胃内ガスを抜く。誤嚥だけでなく術野確保の点から重要。

2. 麻酔維持

(1) 術中の手術ストレスは開腹術より大きい。しかし術後痛は開腹術より少ないことを念頭に置いて麻酔計画を立てる。

(2) 内視鏡操作時の留意点： 気腹針、ポート挿入に伴う合併症：腹腔内出血、消化管穿孔・損傷、尿路・膀胱損傷など。

(3) 気腹の影響

① 循環への影響

気腹早期の腹腔内圧上昇時には、腹腔内の静脈から血液還流の増加および腹壁・横隔膜などの伸展や PaCO₂ 増加による交感神経緊張により血圧上昇、頻脈となる。しかし、その後の腹圧上昇の持続は静脈還流の減少を引き起こし静脈環流の低下に伴う前負荷の減少により血圧が低下する。気腹早期は容量負荷にて血圧を維持する。

腹腔鏡下手術では開腹ほど不感蒸泄はなく、手術終了時の水バランスは開腹より少ない。ただしポート脇などから腹腔内を充満する炭酸ガスの漏出が多い場合は、不感蒸泄は開腹と同程度になることがある。

② 呼吸への影響

横隔膜が押し上げられ、機能的残気量と肺コンプライアンスが低下し、PaO₂ が低下し、更に腹膜などから CO₂ が吸収されるため PaCO₂ は上昇する。1 回換気量を増やし、十分な換気が出るように PEEP を用いて無気肺を予防する。呼吸管理の条件を変更しないと、徐々に PaCO₂ は上昇し動脈血 pH は低下する。気腹中は、終末呼気二酸化炭素分圧 PETCO₂ と PaCO₂ との格差が徐々に出来るので、動脈血ガスの測定をしてもよい。

3. 術後鎮痛

IV フェンタニルを使用する。術前（または手術終了後）の腹横筋膜面ブロック (transversus abdominis block; TAP) や腹直筋鞘ブロック (rectus sheath; RS) など神経ブロックの効果は、術後数時間まで。硬膜外麻酔は行わない。

4. 気腹による合併症

(1) ガス塞栓症

気腹ガスが一部血管内に侵入し、肺空気塞栓を発生しうる。急な血圧低下と EtCO₂ の低下が危険を知らせるサイン。少量の空気塞栓であれば、多くは吸収されて一過性の変化で収束するが、症状が遷延するか或いはバイタルが保てない様な塞栓では経皮的心肺補助法 (percutaneous cardio-pulmonary support; PCPS) が必要になる。経食道心エコーを用いると、気腹中のほぼ全症例で右心系に気泡が認められる。

(2) 奇異塞栓

静脈系から右心系に迷入した空気は、少量なら肺で除去されるが、量が多くなると塞栓により右心室圧・右房圧が上昇し、卵円孔開存症 (patent foramen ovale: PFO) を有している患者では左心系に空気が流れる危険がある。

(3) 皮下気腫

挿入された気腹ポートの位置異常や、長期の気腹により出来る。胸などの皮膚に握雪感を感じれば、皮下気腫である。特に過換気にしても EtCO₂ が 40 以上を超える状態が続くときは、皮下気腫の有無をチェックする。

範囲が拡大してくる場合は、皮下気腫→縦隔機種→気胸を来し、咽喉頭周囲の粘膜下気腫で抜管後に気道閉塞を来す可能性もある。気腹を中止し開腹術に移行する必要がある。

(4) 気胸

直接肺に穴があく訳ではなく、皮下気腫が出来るように、気腹した CO₂ が胸郭内に蓄積する事で気胸をきたす。横隔膜には食道や大血管の通る穴がありその隙間や、或いは機械的に出来たピンホールから胸腔内に CO₂ が流入し肺が収縮する。

H. 泌尿器科の麻酔

泌尿器科の手術を受ける患者は高齢者が多く、術前合併症を持っている場合が多い。TUR 手術は複数回施行されていることが多いので過去の麻酔記録や患者への問診などが重要。

1. 腎摘出術の麻酔

術前に分腎機能検査の結果を確認する。腎機能に不安がある患者を中心に核医学検査で行われている場合が多い（レノグラム）。手術後残る腎臓の機能を損なわないよう管理する。

(1) 麻酔方法

腹腔鏡下に行う症例が多く、基本的な麻酔方法は、腹腔鏡下手術に準じる。腹直筋鞘ブロックや腹横筋膜面ブロックを併用する場合もある。開腹で行う際は、凝固能異常、出血時間延長などの禁忌がなければ全身麻酔に硬膜外麻酔を併用する。術後鎮痛はIV フェンタニルか硬膜外麻酔で行う。

(2) 静脈確保とモニタリング

全身状態良好の患者では末梢ラインのみ（2本）で管理できるが、状況に応じてA-line、CVPの測定を行う。副腎近くの手術操作により血圧が急激に上昇することがあるので注意。尿量確保は腹腔鏡下手術では、輸液の過負荷に注意しながら行う。昇圧薬を持続静注することも考慮する。

(3) 麻酔維持上の注意

① 残存腎機能保護

腎摘の麻酔管理のポイントは残った腎臓の保護。血圧低下を極力回避し、腎血流を保つ。そのため、分腎機能検査で腎機能低下が疑われる場合、腎機能低下の危険性がある薬剤は避ける（ボルベンやロピオンなど）。

② 無気肺

腹部大動脈周囲のリンパ節廓清を行うなど特殊な場合を除いて側臥位で行われるため、下方になった肺に無気肺を生じることが多い。可能な範囲でPEEPを併用し、時々用手的に加圧する。

③ 皮下気腫

腹腔鏡手術で併発する場合がある。手術中に高二酸化炭素血症が呼吸器条件を変えても改善しなくなった場合、腋窩や前胸部に握雪感が無いか調べる。皮下気腫と判断したら、術者に報告する（「第3部 腹腔鏡下手術の麻酔」を参照）。

2. 前立腺全摘術の麻酔

前立腺周囲には静脈叢があるため、大出血の危険がある。現在、ロボット支援腹腔鏡下前立腺全摘術（robot-assisted laparoscopic prostatectomy: RALP）

が積極的に行われ、術中の出血量は大幅に減少した。以下、RALPの麻酔管理について説明する。

(1) 麻酔方法

全身麻酔。通常麻酔薬で可。気管チューブは通常のものでよい。術後鎮痛は持続フェンタニルを準備する。

(2) モニタリング

末梢ライン（2本）およびA-line。

(3) 術中体位

RALPでは、傾斜27度前後（25～40度）の極度な頭低位が特徴である。そのため、体が頭側に移動しないよう手術台には特殊な体位置保持用の敷布が準備される。両上肢は体側に固定されるため、点滴の滴下やAラインの波形などを術野消毒が始まる前に確認する。顔面には種々のコードが接触しないようアクリル製のガードを置く。気管チューブが折れたり接続が外れたりしないよう確認する。また載石位であるため、下肢のコンパートメント症候群を合併した症例があり、注意を要する。

(4) 麻酔維持

通常麻酔で良いが、Aラインの基準点の位置に注意する。頭低位になるため、上肢の非観血的血圧測定の結果を参考にしながら、基準点を調節する。また、頭低位で気道内圧が上昇するので、注意する。横隔膜拳上により片肺換気になる危険性も忘れないようにする。尿量は体位および気腹による静脈還流の減少により輸液負荷をしても十分得られないことが多い。したがって、尿量が少なくてもむやみに輸液負荷を行わないよう注意する。適切な輸液量であるか、指導医に相談する。

3. TUR-P（経尿道的前立腺切除術）の麻酔

(1) 麻酔方法

基本的には脊髄クモ膜下麻酔（脊椎麻酔・ルンバール）を選択。

(2) 麻酔維持

手術が長時間に及ぶと一般にTUR syndrome（水中毒）と呼ばれる症状が出現する可能性がある。TUR-Pにおける水中毒は手術が1時間を超えると起こりやすい。

(3) 水中毒

水中毒の臨床症状は以下のものがある。

①循環：高血圧、徐脈、中心静脈圧の上昇、狭心症、心電図変化（QRS延長）、循環虚脱

②中枢神経：不安、落ち着きがない、錯乱、吐気、傾眠、けいれん

〈豆知識〉

以前のモノポーラーの
レゼクトスコープを用いた
経尿道的前立腺切除術
(transurethral resection
of prostate: TUR-P)では、
灌流液に非電解質溶液しか
使用できないため水中毒
が発症していた。

しかし生理食塩水還流
TUR-P(bipolar-TURP)やホ
ルミウムレーザー前立腺
核出術(Holmium laser
enucleation of prostate:
HoLEP)で灌流液に電解質
溶液が使用できるよう
になり、以前のような水中毒
を来すことはまれになっ
た。

灌流液が血管内に吸収されることが原因で、一般にNa値が120mEq/mlを切る様であれば重篤な神経症状が生じるとされる。脊椎麻酔で行い、患者の意識を残すことで水中毒の発見が可能。症状が疑われる場合はライターコール。全身麻酔下ではこれらの症状がマスクされるため、長時間に及ぶ場合は採血でチェックすることも考慮する。

最近では灌流液が生理食塩水に変更されてきており（生理食塩水は電気を通すが、今はバイポーラタイプの掘削器なので）、低Na血症よりも希釈性貧血や循環血漿量増加の症状が出やすいとされているが、何らかの異常があれば血漿Na値の測定を行う。

低Na血症に対しては生理食塩水の輸液、また血症Na値が120mEq/mlを下回るようであれば高張Na製剤の投与を考慮するが、急速投与は中枢神経障害を招く（橋髄融解症候群）ため限界がある。同時にフロセミド等の利尿剤の投与でNa値の上昇を計る。

体位変換の際、麻酔科医の許可無く碎石位から挙上した足を下ろしてはいけない。血圧が低下するのですでに低血圧の場合は待ってもらうように指示する。

4. TUR-BT（経尿道的膀胱腫瘍切除術）の麻酔

腫瘍の位置を前もって確認（右か左か）し、術前に閉鎖神経ブロックが必要か否かを主治医に確認しておく。閉鎖神経付近（尿管口付近）の操作時に電気メスの刺激をうけて大腿内転筋群が収縮し、大腿内転筋が内転し（つまり勝手に足が強く動き）膀胱穿孔を誘発する危険がある。

(1) 麻酔方法

基本的に脊髄クモ膜下麻酔。閉鎖神経ブロックの必要性を術者に確認。

*閉鎖神経ブロックは「第2部 末梢神経ブロック」を参照。

(2) 麻酔維持中の注意点

TUR-BTの合併症として膀胱穿孔。脊椎麻酔で手術を行った場合（意識下）、膀胱穿孔の初期症状として急激な下腹部痛、悪心、嘔吐などが見られる。

I. 腎移植の麻酔

生体腎移植と献腎移植がある。献腎移植はさらに脳死移植と心臓死移植とに分かれる。

1. 生体腎移植

A)腎提供者（ドナー）の麻酔

腹腔鏡下で提供腎摘出が行われる。腎摘出術の項参照。ただし、この手術で摘出された腎臓はレシピエントに移植されるため、腎血流を保ち、良いコンディションで摘出されるよう配慮する。

(1)麻酔方法

全身麻酔。使用薬剤は通常の麻酔薬で良い。術中腎保護の目的でマンニトール®を使用する。術後鎮痛はIV フェンタニルを準備。

(2)モニター及びルー

観血的動脈圧ライン、精密尿量計付きハルンバッグ、末梢静脈ルート2本

(3)麻酔中の注意点

一般的な注意点は腎摘出術参照のこと。以下、ドナーにおいて留意する点である。

- ① 血圧を十分保つ。一般的に腎血流が維持されるのは平均血圧 80mmHg 以上であり、他の主要臓器に比較して高めの血圧が必要である。輸液量と昇圧薬と適切な麻酔深度で血圧を維持する。現在は、ボルベン®およびネオシネジン®は使用しないようにしている。移植腎機能が損なわれるというエビデンスはないが、損なわれないというエビデンスもない。昇圧薬の選択は指導医に確認する。
- ② 尿量を維持する。乏尿の定義は時間尿 0.5ml/kg 以下であるが、ドナーでは提供腎の腎動脈を遮断する前に時間尿 1ml/kg 以上を必ず確保する。腎動脈遮断の予定時間の検討が付いた時点でマンニトール滴下の指示が出るが、それまでに十分量輸液し、血圧を維持しないと利尿効果が得られない。思うように利尿が付かない場合は、腎動脈遮断を待ってもらおう。
- ③ 残存腎機能を保護する。腎機能低下の危険性がある薬剤は使用しない。

B)移植患者（レシピエント）の麻酔

基本的な方針は透析患者の麻酔参照。出棟時の体重測定を必ず指示する。最近、透析未導入や高齢者、心疾患合併など不利な条件を有するレシピエントも少なくない。それぞれの状態に応じて準備する。泌尿器科主治医が患者ごとに手術中のタイムスケジュールを準備しているので、そのコピーをもらう。

(1)麻酔方法

全身麻酔。5%アルブミン製剤、プレドパ 600®を準備する。術後鎮痛はIV フェンタニルで行う。

(2)モニターおよびルート

観血的動脈圧ライン（フロートラック）、末梢ルート2本（1本は病棟から免疫抑制薬の持続静注を行いながら手術室入室。麻酔導入には使用してよいが、以後は原則として使用しない。手術室では輸液負荷用にできれば18Gの留置針でルート確保し、大量輸液負荷に備えてホットラインに接続）、中心静脈確保（トリプルルーメン）。（透析未導入の場合、術前に透析を行い体内環境を整えるた

めに、血液型不適合移植の場合血漿交換のためにブラッドアクセスカテーテルが挿入されている場合がある。その場合でも、トリプルルーメンの中心静脈ルートを確認する。(泌尿器科の指示。)) 中心静脈圧測定は心機能に不安がある場合補助的に用いるが、輸液の指標は主にフロートラックで行う。

(3)麻酔中の注意点

大きく4つの流れがある。

①移植腎血管を吻合する内腸骨静脈や外腸骨静脈などの血管を露出する

慢性腎不全患者の麻酔を行う。つまり、電解質に注意しながら輸液を少なめに行う。輸液製剤は生理食塩水で開始し、電解質は適宜検査して、傾向を見る。免疫抑制薬の血中濃度測定のための採血および別の免疫抑制薬投与がこの時間帯の業務。

②提供腎を冷却還流し、血管処理などを行う

提供腎の動脈が遮断されたら、輸液負荷を開始する。基本的には5%アルブミンと細胞外液で。この時点から良好な移植腎血流を得られるよう輸液負荷するため、外液輸液も大量になる。生理食塩水を主体にすると高クロール性アシドーシスが必発なので、カリウムの上昇傾向がなければビカネイト[®]を使用する。輸液量はフロートラックを目安に指導医と相談する。同時にプレドパ[®]を開始する。

③移植のための血管吻合および移植腎血流再開

腎血流が再開するまでに血圧は高めになるよう調節しておく。ドナーの血圧にかかわらず、収縮期血圧を 140~150mmHg 程度に上げていく。ほぼ腎血流再開の直前で泌尿器科よりメチルプレドニゾロンの静注が指示される。腎皮質と異なり、腎髄質の血圧は体血圧に連動するため、血流再開後は高めの血圧で血液を流し込んでいくイメージである。それが腎皮質に早く血液が満ちることにつながる。順調であれば、血流再開後 30 分頃までに初尿が確認される。

④膀胱尿管新吻合

膀胱尿管新吻合が開始されると移植腎からの尿量がしばらくわからなくなる。尿量が確保されているかわからないため、輸液負荷を継続するか判断が難しい。術野を確認しながら輸液量を考察する。利尿がつけば急性腎不全後の利尿期に向かうため、多めの輸液が必要であるが、移植腎が機能しない場合、末期腎不全患者の輸液管理を行わなくてはならない。一方でアシドーシスも腎機能に良い影響は与えないので、電解質と併せて診断治療する。

(4)手術後覚醒および抜管

末期腎不全患者と同様に術後胸部X線写真を確認し、過剰輸液による肺水腫の有無を見た上で行う。

2. 献腎移植

(1)麻酔方法、準備、ルートなどは生体腎移植に準じる。

(2)心臓死献腎移植の場合、麻酔管理上最も異なるのは、移植腎機能が手術後数週間回復しない点である。したがって、移植腎血流再開に向けた輸液負荷は行わず、終始末期腎不全患者と同様の管理をする。ただし、もちろん移植した腎臓に十分血流が確保できるよう極端な脱水を避ける。

(3)脳死移植からの献腎移植の場合、生体腎移植と同様の管理が必要になる場合もある。阻血時間などの影響を考慮しなければならないため、泌尿器科主治医と見通しについて意見交換を十分する。つまり、生体腎移植に準じるか心臓死献腎移植に準じるかという点である。

J. 整形外科の麻酔

整形外科領域の手術は、全身の骨、筋肉が対象となるので、手術部位によって麻酔方法、体位などが異なる。

1. 上肢肩関節の手術

(1)緊急手術の骨折ではフルストマックの可能性、関節リウマチの患者では嘔声や環軸椎亜脱臼の可能性に注意する。

神経ブロックで腕神経叢ブロックを用いる場合は、手術部位と神経の支配領域（とくに筋皮神経領域）の関係を把握して、アプローチを考慮する。

	肩関節手術	上肢の手術
適応疾患	腱板断裂 関節脱臼	骨折、腫瘍など
体位	ビーチチェア位	仰臥位、側臥位
手術時間	2-3 時間	1-3 時間
注意点	腕神経叢ブロック	腕神経叢ブロック ターニケット使用 局所静脈内麻酔

肩関節手術では半坐位（ビーチチェア位）で手術を行うが、脳虚血が発症す

ることが問題となっている（「第3部 心機能障害患者の麻酔」参照）。

2. 局所静脈内麻酔 (intravenous regional anesthesia: IVRA)

(1) 適応

主に上肢の小手術。ターニケットを巻くので、上腕（末梢側）、前腕、手の手術。局麻薬の持続時間内（およそ1時間以内）に終了することが原則。

ターニケットにより阻血された対象肢の静脈内に局所麻酔薬を投与すると、ターニケット駆血部より末梢の麻酔が得られる。多量の局所麻酔薬を静脈内に注入するので、駆血が不十分だと局所麻酔薬中毒を来す可能性がある。術中はターニケットの内圧を常に注意し、麻酔薬注入後30分はターニケットを解放しない。

(2) 方法

- ① 麻酔薬の準備：プレフィルドの2%リドカイン注(100mg/5cc)2Aと生食10ccを、ロック付き20ccシリンジに合計20cc(200mg)用意する。その先に、三活付きのX1延長チューブを付けておく。
- ② 術側の手背に22G留置針でルートを確認する。
- ③ 術者にしてもらうこと：ダブルカフのターニケットを上腕に巻く（前もってエアーターニケットが正常に作動するか確認しておくこと！）。上肢を持ち上げてエスマルヒ駆血帯を末梢側から巻く。末梢側のエアーターニケットの圧を上げ(250mmHgくらい)駆血し、続いて中枢側も駆血する。更に末梢側を解除、エスマルヒ駆血帯をほどく。この時必ず橈骨動脈の拍動が無いことを確認する。
- ④ 用意した薬をゆっくりと注入し、留置針を抜く。薬液注入後30分は絶対にエアーターニケットの圧が下がらないように監視すること。
- ⑤ 手術中に患者がターニケットペインを訴えたら、整形外科医と相談しながら、末梢側のターニケットの圧を上げた後、中枢側のターニケットの圧を下げる。
- ⑥ 手術終了してエアーターニケットの圧を下げる時（麻酔科ライターを呼ぶ！最低30分間はリリースしない）は、患者の様子、バイタルサインをよくチェックすること（局麻薬中毒の可能性）。

このようにエスマルヒを巻いて上肢を脱血、駆血した後に局所麻酔薬を静注する



3. 下肢の手術

(1) 変形性膝関節症や変形性股関節症の手術では高齢者が多い（「第2部 術前評価」参照）。全股関節人工関節置換術（THA）では術前に自己血採血がされていることが多い。

(2) 当院では血友病患者の膝関節手術（「第3部 血友病患者の麻酔」参照）や転落外傷による下肢骨折手術や骨盤骨折手術が多いのが特徴である。

	膝関節手術 (TKA)	股関節手術 (THA)	靭帯再建術	整復固定術 人工骨頭置換術 ガンマネイル
適応疾患	変形性膝関節症	変形性股関節症 大腿骨頭壊死症	靭帯断裂	大腿骨骨折など
体位	仰臥位	側臥位	仰臥位	
手術時間	2時間程度	2-3時間		
出血量	少量	400-600 ml		
その他	大腿神経ブロック 坐骨神経ブロック	坐骨神経ブロック 自己血採取	鏡視下に行うことが多い	大腿神経ブロック 脊椎麻酔など

(3) ターニケット

手術部位の中樞側を駆血することで出血を減らし、術野の視認性を向上する目的で、主に上肢下肢の手術で使用される。

上肢の手術では 250mmHg、下肢の手術では 350 mmHg の程度のカフ圧をかけ加圧する。ターニケット使用時には必ず駆血開始時から解除時までの時間を測定し一定時間（一般的には2時間が上限）以上の使用は避ける。

駆血を開始すると、対象肢の血流がすべて静脈還流となり、体血管床が減少するため血圧が上昇することがある。

駆血を解除すると、再び体血管床が増え血圧が低下するとともに、虚血されていた下肢に蓄積していた CO₂ やカリウムが全身に流れるため、EtCO₂ の増加や

血清 K⁺値が一過性に増加する。

(4) ターニケットペイン

ターニケット使用開始から 30-60 分経過後に生じ始める四肢遠位の疼痛、灼熱感のことで、虚血による痛みが原因と考えられているが明確な機序は不明である。

収縮期血圧の上昇、頻脈が出現する。オピオイドや神経ブロックも有効でなく、駆血を解除するとすぐに改善する。

長時間の駆血は対象肢の神経障害やコンパートメント症候群などを来す可能性がある。

(5) 骨セメントの使用による影響

現在の人工関節は骨セメントを使わず固定できることが多い。しかし再置換などで骨セメントを使用する場合には血圧低下、不整脈が出現することがあり、輸液負荷や昇圧剤などで対応する。

原因は明確には解明されていないが、セメントの原料に使用される化合物による血管拡張作用や、挿入時の骨髄内圧上昇により脂肪、血小板凝集物などが血管内へ吸収されることによると考えられている。重篤な場合は肺塞栓に至る可能性もある。

セメント挿入時は、非観血的血圧測定の場合だと測定間隔を 1 分毎にするなど、バイタル変化には十分注意する。

4. 脊椎の手術

腹臥位で行うため、一般的に気管チューブはらせん入りチューブを用いる。体位変換の際、気管チューブやルート類のトラブルに注意する。

運動誘発電位 motor evoked potentials(MEP)を使用する場合の麻酔管理は、完全静脈麻酔またはデスフルランを用いる（「第3部 MEPを使用する手術の麻酔管理」参照）。

手術が長時間に及ぶときは神経損傷、褥瘡、失明などの合併症が増加する。

	椎間固定術	椎弓形成術
適応疾患	椎間板ヘルニア 脊柱管狭窄症 すべり症 側彎など	椎間板ヘルニア 脊柱管狭窄症
体位	腹臥位	腹臥位
手術時間	3-5 時間 300ml 前後	2 時間 50 ml

K. 関節リウマチ患者の麻酔

関節リウマチ(rheumatoid arthritis; RA)は原因不明の慢性炎症疾患で、人口の1~2%で発症する。骨関節の障害以外に、心臓血管系、呼吸器系、腎臓および消化器系の異常を来すため、周術期管理は慎重に行う必要がある。

1. 術前評価

(1)すべての関節の可動性

- ・手術体位が可能か
- ・手首や指関節の可動性が低下していると、術後のPCA(patient-controlled analgesia)ポンプの操作に支障を来す。

(2)皮膚の脆弱性

(3)ステロイド服用量

- ・プレドニゾロン換算量で10mg/日以上はステロイドカバーを行う。

(4)貧血、心血管系異常、悪液質(cachexia)、ミオパチーはないか

(5)呼吸機能

- ・胸郭の関節炎による胸郭コンプライアンスの低下
- ・肺線維症や胸水の合併
- ・閉塞性換気障害

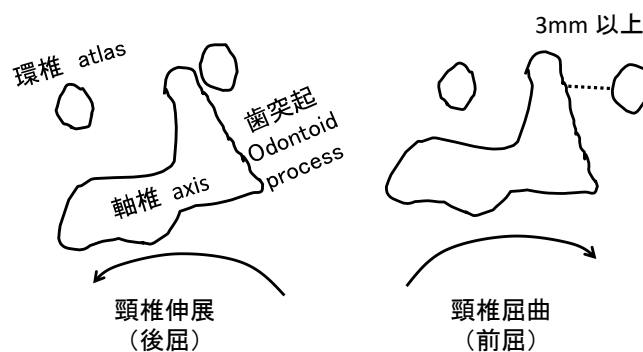
(6)腎機能障害

(7)嗄声

- ・RA患者で嗄声を伴うときは、輪状披裂関節炎(cricoarytenoid arthritis)を合併している可能性があり、耳鼻咽喉科に内視鏡検査を依頼する。
- ・RA患者の75%は無症状も含めて輪状披裂関節に異常がある。

(8)環軸椎亜脱臼

- ・環椎と軸椎の歯突起の距離が3mm以上(44歳以上では4mm以上)あれば環軸椎亜脱臼(atlanto-axial subluxation)を疑う。この場合、80%で頸椎前屈が制限(20%は後屈制限)されるので、気管挿管時や体位に注意する。



- ・麻酔導入は困難気道の対応に準じて行う(「第2部 全身麻酔の導入」、「第2部 困難気道の対応」を参照)。

(9)顎関節症

- ・開口が3横指可能か確認する。

2. 術中管理

(1)環軸椎亜脱臼があるとき

スニッフイングポジションや枕による頸椎屈曲（前屈）による脊髄圧迫を避ける（ただし20%では後屈してはならないので術前に確認しておく）。

気道確保はSGAがよい。気管挿管する場合は、Intubating laryngeal airway (AirQ、iGelなど)を用いるか、気管支ファイバーによる気管挿管を選択する。

(2)輪状披裂関節炎を合併しているとき

気管挿管を避けSGAを用いる。気管挿管が必要なときは、可及的に細い気管チューブを用いる。

(3)必要であればステロイドカバーを行う（「第2部 術前評価」参照）。

(4)可能であれば局所麻酔を選択する。

(5)長時間の脊椎手術は、とくに脊柱管狭窄症を伴う患者では脊髄損傷を来す可能性が増加する。麻酔前に手術台の上で患者に体位をとってもらうことが有用である。また低血圧は脊髄の血流を減らすので避けるべきである。

(6)易感染性であることを念頭におき、静脈ライン確保や神経ブロック施行時に無菌操作を心がける。

3. 術後管理

(1)術前に輪状披裂関節炎を合併しているときは、気管挿管による浮腫により、抜管後数時間経ても気道狭窄を来す可能性がある。

(2)術前から慢性疼痛を持つ患者で、長期間のオピオイド治療を受けている場合は、術後に退薬症状（下痢、鼻漏、発汗、身震いなど様々）を来すことがある。

(3)RA患者の離床は痛みや関節可動域制限のため遅れることが多い。血液凝固能が亢進状態になるので適切な抗凝固療法を行う。

L. 脳神経外科の麻酔

1. 術前評価

手術の対象となる疾患によるが、一般的な術前評価に加え脳疾患に伴う臨床症状を把握。特に頭蓋内圧亢進症状の有無、臨床症状としては麻痺、悪心、嘔吐、頭痛、瞳孔の左右差等の確認は不可欠。そして、それらの症状に対してどのような対処があるかを把握。たとえば脳浮腫に対する利尿薬による電解質異常、ステロイドの投与によるステロイドカバーの必要性など。

脳外科手術では手術領域によって、MEP等の様々なモニターを用いるため、麻酔方法に工夫を要求される。脳外科サイドの要求をできるだけ聞くが、全て指導医に相談。

2. 麻酔の準備

- ・ 静脈ライン 2本 (内1本は輸血ルート)
- ・ 動脈ライン
- ・ 筋弛緩モニター
- ・ カフ圧計
- ・ 気管支ファイバー
- ・ グースネック (エクステンダブルカテーテルマウント®)
- ・ マンニトール 1V (薬剤庫にある)

(1) 麻酔器の準備

呼吸回路 (蛇管) が F 型回路という少々特殊なタイプである。麻酔器、蛇管ともに呼気、吸気と書いてあるので、呼気は呼気に、吸気は吸気につなぐ。カプノモニターは普段と違い、普段接続されているカプノをはずし、蛇管付属のサンプリングチューブを麻酔器の上のカプノメータに接続。

(2) ルート類

静脈ルートは 2 本用意 (1 本は輸血ルートで作る)。長時間手術、血管系手術のときは動脈ラインも用意。中心静脈カテーテルに関しては、術者と指導医にコンサルト。

(3) 筋弛緩について

脳外科の手術は顕微鏡操作 (マイクロ手術) が入るためバックギング・体動は禁忌。筋弛緩モニターで常に筋弛緩が得られているように調節する。長時間の手術の場合、筋弛緩薬を持続投与でもよい。その際はレスキューのための筋弛緩も用意。

(4) 挿管チューブ

脳外科の手術は病変部位により体位が様々なので要チェック。

仰臥位以外の場合、挿管チューブは柔軟性がある内腔が閉塞し難い「らせん入りチューブ (armoured tube)」（通称：スパイラルチューブ）を使うことが多い。

らせん入り気管チューブは通常より 1 つ小さめを選択。挿管後、気管支ファイバーにて挿管チューブの位置を確認。(気管分岐部から 2-3cm 上) 体位変換後も、挿管チューブの位置が変わっていないか再度気管支ファイバーで確認。術野固定が安定した段階でグースネックをつけ、カフにはカフ圧計をつけ、術中はカフ圧 < 20cmH₂O で管理する。

MEP 刺激時に顎が動いて舌を損傷することがあり、ガーゼで保護する。

(5) その他

術野の静脈から迷入した空気が肺や左心系へ塞栓する危険性がある。特に高頭位で注意。

過換気は行わない。Normocapnea を維持する。

3. 麻酔導入

- (1)患者に特に合併症がなければ通常の導入、つまりプロポフォールとロクロニウムによる導入で問題ない。
- (2)頭蓋内圧亢進症状で、嘔吐がある患者では誤嚥に注意。術前に胃管で胃内容を十分に吸引しておく。導入では、頭蓋内圧が高くなるのでスキサメトニウムではなくロクロニウムによる迅速導入 (rapid sequence induction; RSI)を行う。

4. 麻酔維持

- (1)麻酔維持は完全静脈麻酔(TIVA)でも吸入麻酔による方法でもどちらも可。MEP 使用時も TIVA に拘らず、デスフルランを使用してもよい (ただし術中は一定濃度で) (脳手術は TIVA、脊髄手術は TIVA かデスフルランで行う)。
- (2)脳外科医は手術後、神経麻痺等がないこと、術後の意識レベルを確認したが、焦って無理な覚醒・抜管をしない。
- (3)フルルピプロフェンやアセトアミノフェンは禁忌がなければ投与。また、術後の吐気・嘔吐に対してドロペリドールを使用するが、デキサメタゾン[®]はステロイドであるため、脳浮腫で使用するステロイドとの干渉が予想されるため、脳外科 Dr に使用して良いか確認すること。
- (4)脳外科手術の時は麻酔深度が充分であるにもかかわらず、頻脈になることがある。容量負荷を避け hypovolemia で管理している事も一因だが、麻酔が十分で血圧が保たれている頻脈にはフェンタニル投与や吸入麻酔濃度上昇で対処するよりもランジオロール (オノアクト[®]) 等のβ遮断薬の使用を考慮する。使用の際は当然ライターに相談すること。

<u>脳圧を上昇させる因子</u>	<u>脳圧を低下させる因子</u>
多くの吸入麻酔薬	多くの静脈麻酔薬
サクシニルコリン	過換気 (低 CO ₂ 血症)
ケタミン	マンニトール・グリセロール
バックシング	ステロイド
挿管操作	低体温
PEEP・気道内圧上昇	ヘッドアップ体位
高 CO ₂ 血症	

- (5)術中は正常な PaCO₂ 維持(Normocapnea)を心掛ける。以前は脳圧を下げる^①と信じて過換気による低い PaCO₂ で維持(hypocapnea)することが進められたが、脳血管収縮による合併症が多発したため、今は normocapnea で維持する。「もやもや病」の麻酔管理でも今は normocapnea である！

5. 脳腫瘍の麻酔管理

- (1)腫瘍の大きさ・場所によるが、頭蓋内圧が亢進しており、手術操作に伴い脳浮腫が出現する。これをコントロールする麻酔管理が必要。
- (2)PaCO₂を 35-40 mmHg の Normocapnea で維持する。
- (3)術中の維持輸液は、尿量を確保できて循環動態が許す限り少なくする。ただし、出血による喪失量に対してはボルベン[®]等で補う。
- (4)腫瘍摘出術では長時間に及ぶことがあり、その場合は観血的動脈圧 (フロートラック) および中心静脈圧のモニターを行う。腫瘍が表面にあり、出血もさほどないと考えられる症例では中心静脈圧は必要ない。脳外科の麻酔では容量は hypovolemia になるが、循環動態の安定を無視してなお輸液制限する必要はない。むしろ脳循環維持のために血圧を安定させ、必要であればドパミン等のカテコールアミンの投与適応がある。

6. 脳動脈瘤 Clipping の麻酔管理

- (1)麻酔管理の最大目的は脳動脈瘤の破裂防止であり、循環動態の安定は脳腫瘍症例に比べて重要。すでに破裂して挿管されている場合は除き、気管挿管時の血圧変動をいかに抑制するか重要。
- (2)導入方法は通常の急速導入で行い、確実にバッキングを避けられるように十分な筋弛緩薬を投与する。
- (3)異常高血圧は動脈瘤破裂の危険が伴い、低血圧は脳循環不全の危険が伴う。
- (4)呼吸は Normocapnea で維持する。モニタリングは観血的動脈圧と場合により中心静脈圧が必須。動脈瘤破裂による大量出血の場合は、すぐに指導医を呼ぶ。

7. 下垂体腺腫の麻酔管理 (Hardy operation)

- (1)一番重要なのは腺腫から分泌されているホルモンの把握。特に成長ホルモンであればいわゆる末端肥大症となり、挿管困難の術前評価が必要だが無分泌やプロラクチン等であれば問題はない。
- (2)麻酔前投薬、導入、維持に特別なものはない。ただし、術中の刺激は強いのでレミフェンタニル主体である程度の高い濃度が必要なときもある。
- (3)鼻から操作を施行するために気管チューブはらせん入りチューブを用意する (左口角固定)。
- (4)タイムアウトから終了まで思った以上に早いので覚醒遅延に注意。

8. V-P シャント、L-P シャントの麻酔

- (1)水頭症に対する治療のために行う。概して頭蓋内圧亢進症状があるために注意が必要。
- (2)麻酔管理上特記事項はないが、側臥位で行う場合があることや、頭と腹部、腰部の操作のため麻酔器の移動や気管チューブの考慮 (スパイラルなど) をする必要がある。

M. 消化器外科 開腹術の麻酔

1. 開腹術の問題点

(1)輸液・輸血管管理

一般的には術前からの不足と術中の喪失に対する補液が必要。術前脱水としてはほぼ 1000 ml とし、不感蒸散を含めて開腹時はおよそ 10ml/kg/hr の輸液が必要で、出血分をボルベンなどの人工血漿等で補ったとすれば、初期の2-3時間はこの投与量とし、以後は 3-5 ml/kg/hr の輸液量が定跡とされている。しかし術前の hypovolemia (血管内容量不足) や個人差によりなかなか適切な輸液量を決めるのは難しい (「第2部 輸液と輸血」参照)。計算値で輸液量を決めるのではなく、以下も参考にして組織の浮腫が生じないように必要最小限の輸液を目指す。

- (2)モニター： 中心静脈圧、一回拍出量変動 (stroke volume variation; SVV)
- (3)理学所見：四肢末梢の温冷で末梢循環が良好か。眼球結膜や下顎が腫れていれば過剰輸液のサイン。
- (4)術野からの情報：腸管操作や消化管疾患自体のため、腸管や腸間膜の浮腫が起こる。浮腫に対しては、積極的な利尿が必要。術野での出血の評価もする。

2. 手術操作による影響

(1) 循環系への影響：大血管を抑えながら手術をしたり、門脈をクランプしたりしながら手術をする場合、心臓への還流量が大きく変動し、血圧変動や不整脈が発生する場合もあり、術者と現在の状況のコミュニケーションをとる必要がある。また胃の噴門部や肝臓上面の処置を行っている時は物理的に心臓下壁を圧迫して虚血を生じることもあるので、血行動態の変化と心電図変化の観察を続けることが必要。

(2) 目的外の臓器の損傷：例えば、無尿・血尿は必ず外科医に報告する。その原因（損傷や炎症性、腫瘍浸潤によるもの？）を確認してもらう（尿が出ない場合、輸液不足やドレーンの折れなどもあるので注意する）。会陰部・骨盤内の手術操作時、静脈叢からの大量出血の可能性があるが、他にも肝臓や脾臓などの血流豊富な臓器も、裂けて大出血することがある。術野からの出血量を常に監視する。

(3) 腸管牽引症候群：腸管や腸間膜の操作で顔面紅潮と血行動態の変動（低血圧や頻拍や徐脈）が生じることもある（セロトニン症候群）。

(4) ラテックスアレルギー：ラテックス手袋には40種類以上のたんぱく質が含まれており、その手袋で臓器を触ることによりラテックスアレルギーからアナフィラキシーを起こす場合もある。昇圧薬に反応しない低血圧と顔面や四肢の紅潮がみられたら要注意（「第1部 アナフィラキシーショックの対応」参照）。

3. 体温管理

開腹術ではとくに体温は低下しやすい。全身麻酔による再分布性低体温を来すが、開腹術では皮膚という体温保持バリアーがなくなり腹部臓器や血管が外気にさらられるため低体温になりやすい（「第2部 体温管理」参照）。

また、低体温のまま覚醒すれば身体の防御反応として「シバリング」が起こる。シバリングは全身酸素消費量を安静時の300-400%まで増加させるので非常に危険。起きた場合は抜管せず、酸素100%とし全身の保温を施す。マグネシウムの投与で一時的に改善するが、合併症（筋弛緩薬の効果が遷延するなど）に注意する。

体温を保つには、温風式加温装置（ベアハッガー®など）の使用や輸液輸血の加温（ホットライン®など）が最も効果がある。アミノ酸製剤の投与（アミゼット®やビーフリード®）で代謝熱により体温が上昇するとされるが、体温が低下しやすい高齢者では効果は低い。

4. 術前身体予備能の把握

術前より絶食、静脈栄養で管理されている場合はhypovolemiaを考慮して麻酔を行う。特に進行癌などでは、腫瘍からの出血、時に腹膜播種等による前DIC状態になっていることもあり、肝機能、腎機能、止血能の評価は欠かせない。

例えば、術前に3ヶ月で数キログラムの体重減少がある患者は概して低栄養で hypovolemia。また、化学療法、放射線療法後の患者は低栄養、貧血、低予備能の場合が多い。

止血機能に問題の有る場合は、硬膜外麻酔はしない。中心静脈カテーテルを術前より留置されている症例もあるが依頼されることもあるので中心静脈カテーテルの有無についても術者に確認しておく。中心静脈カテーテルは別に同意書が必要で、手術終了時に合併症の調査用紙を提出する必要あり。

5. 硬膜外麻酔の適応

(1) 禁忌

- ① 問診上、血液疾患等で出血傾向を有する場合
- ② 血小板数：10万/mm³以下
- ③ 凝固系検査：PT 70%以下、APTT 正常範囲外（正常値：22-40秒）

(2) 以下の症例では上記の基準にかかわらず原則として硬膜外麻酔を行わない

- ① 肝切除手術患者（特に肝硬変合併症例）
- ② 透析患者
- ③ 術前から抗凝固薬、抗血小板が投与されていて中止できない患者
- ④ 高CRP血症、敗血症、重度の糖尿病患者

6. 胃切除術の麻酔

(1) 術前評価

胃癌の進行度により特に幽門側の狭窄の有無の把握は重要。術前において嘔吐や吐気の有無を確認。もし狭窄があれば導入は迅速導入 (Rapid sequence induction; RSI)が原則。

(2) 麻酔導入・維持

全身麻酔と、禁忌がなければ硬膜外麻酔を併用するのが一般的。硬膜外チューブの留置位置は Th7-9 が適当。元々吸収障害や胃出血により貧血があり、過度な輸血は必要ないが、Hb が低すぎても術後の心合併症や縫合不全の原因となりうるので、輸血は指導医と相談。基本的に末梢ライン2本（そのうち1本は20Gより太い針で）、Aライン。中心静脈カテーテルは患者リスクと手術時間を見て指導医と相談。

(3) 胃管チューブ

胃切除術では胃管チューブを入れて胃を空にしておく必要や、胃切除時に少し抜いておき、術後を見据えて切除後に進める必要がある。

7. 肝切除術の麻酔

(1) 術前評価

肝臓は非常に血流の豊富な臓器であり、しばしば大量出血を伴うことと、術

前より肝障害を合併していることが多い点に注意。

基本的な確認事項として

- ① 疾患と手術手技の確認（どこを切除するか）
- ② 肝機能：肝臓は代償性の強い臓器であり、機能的には70%の切除でも問題ないといわれている。しかし肝硬変などの病的肝では機能が悪化しているため機能評価が重要。よく使われる機能評価として、Child-Pugh分類がある（第1部 全身麻酔の終了）参照。
またAST、ALT、ALP、LDH、ビリルビン、アルブミン、コリンエステラーゼ、電解質などはチェックしておく。
- ③ 止血機能：肝臓は凝固因子の産生をしており血液凝固機能にも大きく関わっているため、止血機能は肝臓の機能を反映するので、必ず調べておく。
- ④ 肝硬変の有無：肝硬変がある場合は門脈圧上昇による胃食道静脈瘤の有無を確認（胃管チューブを挿入するときに注意。有る場合には基本的に禁忌。）

(2) 導入と維持

全身麻酔で行い、硬膜外麻酔は使用しない（止血機能障害で硬膜外血腫の可能性）。

モニターは観血的動脈圧とCVPが必須。ルートは末梢ライン2本（1本は18G以上）に加えてAラインモニタリングキットと中心静脈カテーテルの準備が必要（ダブルかトリプルどちらのCVを用意するかは後ろの先生やカンファレンスで聞く）。

肝機能の低下により麻酔薬の効果は概して遷延し、多くの筋弛緩薬は肝代謝であり作用時間が延びるため投与間隔を長めに。必要に応じて筋弛緩モニターを使用する。

肝機能を維持するためには肝血流の維持が重要だが、臨床的なモニターは今のところないので血圧を維持することが大切。循環動態の維持のために積極的にカテコラミンを使用。

輸液管理は胃切除術等の上腹部手術に準じるが出血量の多さと長時間というところがポイント。横隔膜が圧迫され胸腔内圧が上昇する。CVPは11-12mmHg前後でnormovolemiaで、一桁ではhypovolemiaと考える。出血に対してはボルベン・アルブミン製剤や輸血を基本としてvolumeの維持に。

肝切除の時や肝静脈・下大静脈の損傷によりそこから空気を引き込み空気塞栓が起り得る。切除部位の静脈圧が単純にCVPを越えると容易に空気が入るので、その点からもCVPは高めに管理。急に血圧とEtCO₂が下がれば空気塞栓を疑いすぐに指導医コール。輸血を行う際は一言術者に輸血を行う旨を伝え、了解を得る。

出血の対処として術野側で肝のtotal clamp（全肝遮断）を行うことがあり、

術者からストップウォッチで時間測定を依頼されることがあるので対応する。

(プリングル法) これを反復する事でアシデミアに傾くため、重炭酸リンゲル輸液(ピカネイト)で対応すること。

(3) 抜管するかどうか

通常どおりの手術室での抜管が可能なが多いが大量出血や輸血後では全身への負担を考えて挿管のままICUへ搬送する場合があります、その場合はプロポフォルの持続投与が必要。持続静脈内投与フェンタニルは硬膜外麻酔を使用しない肝臓手術では必須なので必ず使用する。

8. 膵切除術の麻酔

膵頭部の癌は膵頭十二指腸切除術(膵臓の半分、胃の半分、十二指腸の三分の二、胆嚢、胆管を切除)、体部、尾部にあれば膵体尾部切除術(膵の半分)と脾臓摘出術が行われる。

膵臓からはインスリンなどの内分泌系ホルモンやアミラーゼなどの外分泌ホルモンが出ておりそれらの障害により、インスリンの異常から低血糖や高血糖が発生し、アミラーゼにより急性膵炎を惹起する場合もある。ゆえに膵臓切除術では血液ガス分析値の血糖値も注意してみる。手術は胆道再建などをも含む場合は非常に長時間になるために輸血、輸液管理が非常に重要になる。末梢ライン2本に加え、Aライン、CVラインの確保(基本はダブル)が必要。

9. 腸切除術の麻酔

(1) 術前評価と前投薬

経口摂取の程度と栄養状態を把握し、イレウスの有無を確認。イレウス時は特に電解質のチェックが欠かせない。術前のIVHの期間が長い症例では脱水状態であると考えるのがいい。

(2) 麻酔導入・維持

基本的に全身麻酔+禁忌がなければ硬膜外麻酔で行う。硬膜外チューブの留置位置はTh10~L1までの間で挿入が適当。

イレウス状態では、亜酸化窒素は閉鎖腔にたまるので使用禁忌。状態の悪い場合にAラインを準備。中心静脈カテーテルは不要な場合もあるので主科や指導医の先生と相談。

術中、大量出血する場合に備えて末梢ラインは20G以上の太いルートをとっておくのが望ましい。末梢ルートは2本あった方がいい。体温は口腔温を計測することもある(直腸温は使用できない)。

また、潰瘍性大腸炎の患者などの場合ステロイドカバーが必要となる場合もあるので相談。

(3) 体位に注意

マイルズ手術などは碎石位のため以下の神経麻痺に注意。

総腓骨神経麻痺；膝部分と足台の間の接触部には十分にクッションを置く。

坐骨神経麻痺；足を上げすぎないように。

また、体位変換の際に血圧変動が激しい場合もあるので注意。

(4)術後管理；

基本的に手術室で抜管できるが、大量出血後・手術侵襲が大きい場合（骨盤内臓腫瘍全摘など）や、長時間手術で水バランスがかなりプラスになる場合は手術終了後 vital sign が安定していても術後不安定になり易いので、挿管したまま人工呼吸管理する。

N. 眼科の麻酔

1. 術前評価

眼科疾患の多くは局所麻酔で行われるため、麻酔科管理となるケースは少ない。斜視、先天性緑内障、成人では手術にて患者の協力が得られなくなる可能性、患者の希望等が、全身麻酔の対象となる。小児や高齢者が多いため、合併症の有無を十分に評価する。

2. 麻酔方法

麻酔維持に特に制限はない。気道確保には RAE チューブやラリンジアルマスクなど選択肢があるのであらかじめ指導医に確認。

3. 眼球心臓反射

眼球圧迫、外眼筋牽引、眼窩内操作などにより徐脈、心静止、期外収縮、心室細動などの不整脈を引き起こすことがあり、特に小児の斜視手術では起こしやすい。発生時はすぐに術者に報告し、術操作を止めてもらい指導医を呼ぶ。術操作解除により心静止でさえ解除されることが多い。さらに徐脈傾向が続くようならアトロピンを $7 \mu\text{g}/\text{kg}$ で投与するので術前からどれだけの量を投与すればいいかを考えておく。

4. 緑内障

緑内障はアトロピンによる散瞳で眼内圧の上昇を招く危険がある。術前に緑内障が開放隅角であれば使用可能で、閉塞隅角であれば使用を控える。眼科に限らず緑内障のある患者ではアトロピンの使用の有無を主科が眼科に尋ねる。

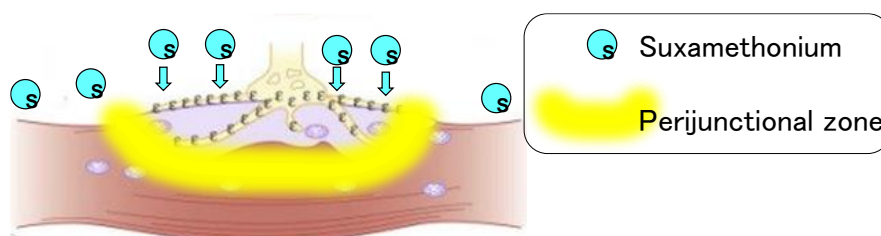
5. スキサメトニウムによる眼圧増加

スキサメトニウムは眼内圧を増加させるので緑内障の患者に用いない。

【コラム】スキサメトニウムでなぜ眼圧は上昇するのか？

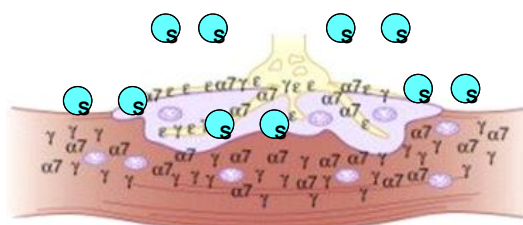
(1) 通常の骨格筋

- i) スキサメトニウムは神経筋接合部のニコチン性アセチルコリン受容体（成人型： $\alpha\alpha\beta\gamma\varepsilon$ の5つの subunit から成り” ε 型”という）を活性化して活動電位を生じ、その周囲の perijunctional zone にある電位依存性ナトリウムチャネルが活性化される。
- ii) スキサメトニウムは神経筋接合部の周りでは分解されず持続的な脱分極を来す（fasciculation）。
- iii) しかし perijunctional zone の電位依存性ナトリウムチャネルはすぐ不活化される（不活性化ゲートが閉まる）ため筋弛緩状態になる。



(2) 外眼筋の場合

- i) 外眼筋のニコチン性アセチルコリン受容体は、除神経や不動化による変化と同様に、成人型（ $\alpha\alpha\beta\delta\varepsilon$ の” ε 型”）のみでなく胎児型（ $\alpha\alpha\beta\delta\gamma$ の” γ 型”、 $\alpha_1\alpha_1\alpha_1\alpha_1\alpha_1$ の” α_1 型”）があり、その分布も神経筋接合部だけでなく筋肉全体位広がっている。
- ii) このためスキサメトニウムは筋細胞膜上の様々な場所に拡がっているニコチン性アセチルコリン受容体の γ 型や α_1 型を刺激し、外眼筋は収縮する。
- iii) このとき perijunctional zone のナトリウムチャネルは関係ないので外眼筋は収縮し続ける。
- iv) 眼窩内に眼球が引き込まれて眼圧が上昇する。



(Miller' s Anesthesia 7th eds. p341-360)

0. 耳鼻咽喉科の麻酔

1. 術前評価

耳鼻咽喉科の手術は、頭部であるために多くの神経、血管との関係が大きいのが特徴。術前回診にて主治医に連絡し、術側、術式、麻酔器を移動させる必要の有無を確認。原則は顔を見る側に移動。気道に問題があるケースが多いので十分術前評価しておく。術前に CT や MRI で気道に異常がないか確認しておく。

〈豆知識〉

医療で使うバックギング (bucking) の意味は、気管挿管中の咳のこと。

2. 麻酔方法

顕微鏡下手術では、バックギングが禁忌なので、麻酔を深めるか筋弛緩を確実に行う。

3. 鼓室形成術の麻酔

当院では術前より経口補水を実施している。手術中の亜酸化窒素の使用はしない（鼓室は閉鎖腔）。気道確保は SGA を用いる。顔面神経刺激を行う場合は筋弛緩薬を使用しない。

4. 頸部手術の麻酔

(1) 術前回診での注意

頸部手術で最も注意しなければならない点が気道の評価。気道に腫瘍や炎症などによる狭窄・変形はないかどうか。麻酔導入後に急激な気道状態の悪化を来す可能性は無いかどうか。頸部の可動性かどうか（手術歴や放射線照射により頸部可動性が損なわれる）など、気道の評価をしっかりと。

らせん入りチューブや経鼻挿管など特殊な気道確保を必要とする場合や、麻酔導入前に局所麻酔下で気管切開が施行されるかすでに気管切開されている場合もあり、気道確保法についても確認が必要。麻酔器を移動させる事があり、術者に麻酔器の位置を確認。

(2) 麻酔方法

気道近くを触る手術が多く、挿管前に 4% リドカインで気管内噴霧麻酔法 (Laryngeal Tracheal Anesthesia; LTA) をしておいたほうが良い場合がある。CVC 確保を依頼された場合、内頸静脈からは確保困難な事があり注意が必要。その場合は肘の尺側 (CV ダブル 60 cm) を取る必要がある。

術中に頸動脈洞や星状神経節の刺激により徐脈や重篤な不整脈が出現する事がある。あらかじめ 1 回静注量のアトロピンを準備し、既知の電解質異常は補正しておく。

5. 扁桃摘出術の麻酔

術前回診にて扁桃の大きさや全身状態(発熱、上気道炎、腎機能障害など)を確認。SAS(睡眠時無呼吸症候群)の存在が多くマスク換気が難しいことを予測しておく。RAEチューブやらせん入りルチューブなど特殊なチューブが必要な事が多く術者に確認

術中の出血が胃内に蓄積することがあるので、胃管を挿入しておく。

6. レーザー手術の麻酔

上気道の微細手術でレーザーを用いる事があり、気管チューブの発火対策が必要。チューブ付近で電気メスを使用するなど、必要であればレーザーフレックスチューブ[®]という不燃性の挿管チューブを使用。麻酔維持では酸素濃度をできるだけ下げ、SpO₂のモニター下でFI_{O2}を30%以下にできれば望ましい。レーザーを実際に使うときはレーザーで目を痛めるので、麻酔医を含め手術室内にいる人は保護用のゴーグルを使用。

7. 咽喉頭腫瘍の麻酔

術前に気管切開のタイミングを確認。通常は麻酔導入前に局所麻酔下で気管切開を行う。術途中で気管切開を行う場合は通常通り気管挿管を行う。気管切開後、切開孔よりらせん入りチューブ(らせん入りラリングチューブ[®]、ラリングフレックス[®]など8.0~9.0 mm)を挿入してもらう。この時容易に片肺挿管になるので、入れすぎないように注意が必要。

8. 気管切開時の対応

気管切開をする時は指導医も同席する。耳鼻科や口腔外科の咽喉頭の腫瘍性疾患に対する根治的手術においては、手術開始時に局所麻酔下で気管切開を行い、気管切開口からJ型らせん入りチューブ(らせん入りラリングチューブ[®])や通常のらせん入りチューブを挿入して皮膚に縫合固定する。皮膚に固定する前には必ず呼吸回路と気管チューブを接続し、用手換気ができるか、カプノグラムがでるか、聴診にて左右差がないかを確認する。

手術の最後に気管切開をする場合もある。経口挿管チューブを抜去し、気切チューブを入れ替える危険な作業になるので、必ず指導医を呼ぶこと。

*気管チューブや麻酔回路との接続部が患者の皮膚を直接圧迫しないように注意する。

*消毒後、滅菌覆布をかけると、気管チューブがかくれ、カフも手に届きにくくなり、管理が難しくなる。麻酔科医の見えないところで気管チューブの脱落や閉塞が生じる危険があるのでカプノグラムを常に監視し、ときどき用手

換気を行う。

*術者が頭部を動かしたり、気切口から挿入した気管チューブを抜去する場合には、必ず麻酔科医に伝え許可を得なければならない。必要ならば指導医を呼んで対処してもらう。

P. 乳腺・内分泌疾患の麻酔

1. 乳房切除術の麻酔

- (1)手術部位を確認して、静脈ラインと血圧測定のマニシュレットは上肢健常側か下肢にする。
- (2)気道確保はSGAで可能であるが腹直筋などの皮弁再建術のために、術中に坐位になる場合や長時間手術のときは気管挿管で行う。
- (3)術中～手術当日の術後鎮痛には、胸筋神経ブロックの「pectral nerves block (PECS I block, PECS II block)」や「serratus plane block」が有用である。
- (4)PECSブロックやSerratus plane blockの組み合わせだけでは、肋間神経前枝からの侵害受容刺激反応を十分ブロックできないため、胸骨の外側部でブロックを行う「胸横筋膜面ブロック(transversus thoracic muscle plane block)」が追加されることがある。

2. 甲状腺機能亢進症の麻酔

術前に甲状腺機能の正常化が十分でない場合、麻酔中に手術刺激がきっかけとなって頻脈、高血圧、体温上昇などのいわゆる「甲状腺クリーゼ」のリスクがある。甲状腺機能が補正できず、亢進したままで麻酔管理を行う場合はなるべく深い麻酔深度を得る。

術中に頸部を伸展するため、気管チューブはらせん入りチューブを選択する。術中の頻脈には β 1遮断薬(例えばランジオロール(オノアクト®)なら0.1 mg/kg iv, または5~20 μ g/kg/minの持続投与など)で積極的にコントロールを行う。

甲状腺の手術では切除範囲によって術後の両側反回神経麻痺が問題となり抜管に影響することもある。反回神経麻痺の疑いがある時は抜管時に気管支ファイバー等で声門の動きを観察する。

Q. 歯科口腔外科の麻酔

歯科手術の主な疾患は抜歯・嚢胞・下顎骨折・舌/下顎腫瘍であり、いずれも上気道の評価が欠かせない。顎間固定中や、開口制限、舌・口腔内・下顎の解剖学的変形がある場合は挿管困難を想定する。

多くの場合は術野が口腔周囲になるため経鼻挿管となる（「第2部 全身麻酔の導入」参照）。しかし唾液腺や、上顎の手術の場合などは経口の場合もあるので、「麻酔申込書」で確認しておく。

抜管時は口腔内に血液が貯留しやすいので、手術創に注意しながら口腔内吸引をする。経鼻挿管であった場合は、特に抜管後も鼻腔からの上咽頭への出血が流入する場合もあるので、必要に応じて吸引・止血操作を要する。鼻腔からの出血には“メロセル™”を使用すると良い。



R. 呼吸器外科の麻酔

1. 術前診察

(1) 術式の確認

- ①術側：右左
- ②切除範囲
- ③術式（肺葉切除、気管(支)切除、肺・大動静脈に及ぶか、肋間開胸か内視鏡（VATS）か）。

(2) 画像情報

術前の胸部レントゲン写真や CT 画像から適切なチューブサイズを考慮すると共に、気管や気管支の偏位や狭窄の有無、炎症（肺炎や肺膿瘍）の有無などの情報を得ておく。

(3) 術前検査

肺機能、動脈血ガス分析を含めて通常通り。Hugh-Jones 分類や修正 Borg スケールなどの理学所見による分類も大切に。

(4) 喫煙歴の確認

ブリンクマン指数（1日の喫煙本数×喫煙年数）が600を超えると肺癌、1200を超えると喉頭癌のリスクが上がり、COPDなどのリスク指標ともなる。禁煙期間も重要な情報。

2. 手術適応

開胸手術は、術前 $FEV_1 > 80\%$ または $> 2L$ であれば一側肺全摘が可能である。また $FEV_1 > 1.5L$ であれば肺葉切除が可能である。

間質性肺疾患や呼吸困難感を合併しているときは、肺拡散能力 (D_LCO) を測定する。 $D_LCO < 80\%$ または $FEV_1 < 80\%$ であれば術後予測呼吸機能を計測する。術後予測 $FEV_1 < 40\%$ または術後予測 $D_LCO < 40\%$ であれば術後肺合併症の高リスク患者である可能性がある。その場合は運動負荷心肺機能検査や6分間歩行試験などを行い、手術適応を決める。健康な人と同じ速度で2階まで上がれないときは高リスクである。

3. 麻酔の導入と維持

導入はプロポフォールとフェンタニル、筋弛緩薬はロクロニウムと通常とおり行うが、通常は、分離肺換気（片肺換気）が必要なためにプロポフォールとレミフェンタニルによる完全静脈麻酔 TIVA を行う（その場合に BIS は必須）。プロポフォール（ディプリバン®）は Target Controlled Infusion (TCI) ポンプを用いる。

吸入麻酔薬は低酸素性肺血管収縮 (hypoxic pulmonary vasoconstriction; HPV) を抑制するので分離肺換気には向かないとされるが、臨床上は TIVA との差は認められないとの報告が多く、セボフルランやデスフルランを用いてもよい。

4. ダブルルーメンチューブの注意点

(1) 右用か左用か

左用を第一選択とし、それで不都合が生じる場合に右用を用いる。

手術が左気管支や気管のスリーブ切除等で、左側のチューブが術野に干渉する場合は右用を用いる。術前の手術術式の確認が重要。右用を使用する場合には術前の画像診断で右主気管支長が 10mm 以上あることを確認しておくこと。一般的には、これより短い場合には左用を使用した方がよい。なお当院では左肺全摘術の場合、左用を使用して切除前にチューブを浅くして対応している。右用・左用のどちらも適さないと判断した場合は気管支ブロッカーの使用も考慮する。

(2) サイズ

サイズは 29Fr・32Fr・35Fr・37Fr・39Fr の5種類が用意されている。男性の場合には 37Fr、女性の場合には 35Fr を使用する事が多い。状況によっては気管支ブロッカーの使用を考慮する。

(3) 挿管方法

挿管の前に気管内噴霧麻酔法 (Laryngeal Tracheal Anesthesia; LTA) スプレーで気管内に 4% リドカインを 2~3cc 噴霧する。そして普通に喉頭展開をし、チューブの青カフが声門を越えたらスタイレットを抜き、チューブ全体を反時

〈豆知識〉

気管挿管前の前に気管内噴霧麻酔法 (Laryngeal Tracheal Anesthesia; LTA) は、挿管時の血圧上昇を予防し、術後の咽頭痛と咳を抑制するとされている。

計回りにゆっくり 90 度回転させながら挿入させる。ただし、挿入時の抵抗がある時は無理に挿入せず、気管支ファイバーでみながら挿入すること。挿入後、白カフを膨らまして聴診で確認。チューブの位置調節は気管支ファイバーで確認する。この際右第 2 分岐と気管分岐部を間違わないこと。確証が持てない場合にはさらに遠位の構造から分岐がどちらであるのか判断するか、左右をそれぞれブロックして聴診で呼吸音が適切に聞こえることによって確認する。チューブ位置が確定すれば体位変換を行う。この際ブルーカフの空気は抜いておく。

(4)位置確認

①左用の場合

気管支ファイバーによる確認： tracheal lumen から気管分岐部を見てブルーカフを膨らました (2-3 ml)時にブルーカフがわずかに見える程度が適切。次に bronchial lumen からみて second carina を確認。男性の場合にはブルーカフが完全に隠れていても bronchial lumen から second carina が確認できれば可とする。

②右用の場合

左と同様にブルーカフを膨らました (2-3 ml)時にブルーカフがわずかに見える程度が適切。bronchial lumen にある ventilation slot を通して右上葉気管支が気管支ファイバースコープで確認できればよいが、できない場合には聴診で右上葉が換気できていることを確認する。聴診上問題なければ可とする。

〈豆知識〉

気管膜様部は、左 B6、右 B2 に向かう。

5. 呼吸器外科の術中注意事項

(1)ライン：末梢 V-line、A-line、必要なら CVP.

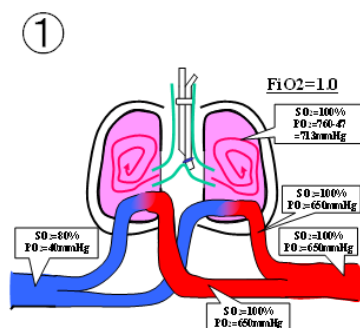
(2)呼吸管理(one lung ventilation: OLV 中)

片肺しか換気しないという理由で 1 回換気量を通常の両肺換気の際の半分にするのはおかしい。後述するように換気側の肺 (dependent lung という)には通常より多くの血流があるので、換気血流量比を少しでも保つには片肺であっても通常より多くの換気量が必要。実際、1 回換気量として少なくとも 8 ml/kg に設定する。これより少ないと dependent lung に無気肺を生じる可能性がある。片肺換気ではいかに dependent lung を守るかがポイント。

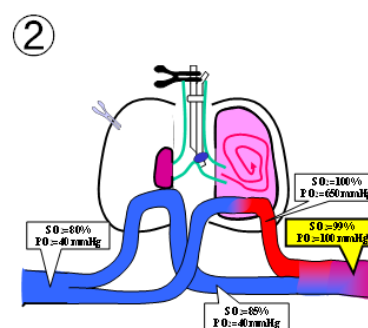
片肺に通常より多くの換気量を負荷する時の懸念は最大吸気圧の上昇であるが、チューブの位置がよければ、それほど最大吸気圧は上昇しない。チューブの位置を再確認後、気道内圧が高い場合は最大吸気圧が 30 cmH₂O 程度までであればそのままよい。最大吸気圧がそれを越えるようであれば、一回換気量を減らす事も考慮する。ダブルルーメンチューブは気道抵抗が高いため見かけの最大吸気圧が上昇することがあるが、この圧が直接肺胞に掛かる訳ではない。吸気のプラトー圧に注意しておくこと。プラトー圧が 30

cmH₂O 以内なら問題はない。1 回換気量を減らす場合や肥満の症例では無気肺を防止するために dependent lung に 3-5cmH₂O の PEEP を施すとよい。PaCO₂ が上昇する場合は換気回数を 12-14 回程度まであげることによって対処する。この時 PaCO₂ は 45-50 mmHg で良く、Normocapnea にこだわる必要はない。

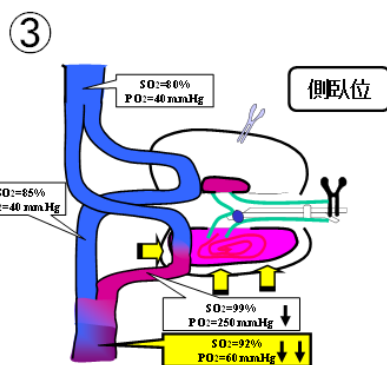
片肺換気における最大の問題は換気中の PaO₂ の低下である。片肺換気開始後 10 分程度で PaO₂ は低下する。それまでは non-dependent lung は換気されてなくてもいくらかの酸素（残存酸素という）があり、それによる酸素化で non-dependent lung への血流もある程度酸素化され急激な PaO₂ の減少とはならない。その後 PaO₂ は急激に低下し、片肺換気開始 30-40 分で 100 mmHg 前後まで低下する。ここで低酸素性肺血管収縮 (hypoxic pulmonary vasoconstriction : HPV) が起こり、血流が non-dependent lung から dependent lung へ移行しこれ以上の PaO₂ の低下が免れる。



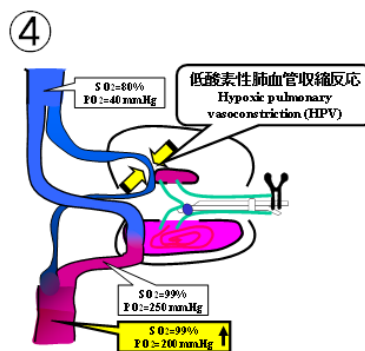
100%酸素で両肺換気中



開胸して左換気にすると右肺動脈血がそのまま肺静脈に流れるため SaO₂, PaO₂ は低下する



手術中は側臥位なので、健側肺 (dependent lung) は圧迫されて FRC < CC となり換気血流比が悪化して SaO₂, PaO₂ はさらに低下する



患側肺 (non-dependent lung) の肺血管が低酸素性肺血管収縮反応 (HPV) で収縮するため、SaO₂, PaO₂ はやや上昇する

〈豆知識〉

呼気終末陽圧呼吸法 (positive end-expiratory pressure: PEEP) は人工呼吸をしている肺に圧をかける場合。

持続的気道内陽圧呼吸 (continuous positive airway pressure: CPAP) は人工呼吸していない肺や自発呼吸下の肺に圧をかける場合。

それでも PaO₂ の低下が著しい時は non-dependent lung に CPAP 又は Jet ventilation を、dependent lung に PEEP を施す。CPAP は一度術側肺を膨らませた後に、術野を邪魔しない程度で施行する。虚脱肺に CPAP を施行してもほぼ PaO₂ は改善しない。PaO₂ が保たれていれば、手術途中に non-dependent lung を換気する必要はなく、虚脱したまま最後まで換気をしない。肺血管の処理

が行われれば PaO₂ はある程度改善する。それまでの間、いかに PaO₂ を維持するかがポイントである。

片肺換気時の PaO₂ の低下の最大の原因は喀痰による気管支の閉塞である（特に喫煙者）。どのように対応しても PaO₂ の低下が改善しない時は術者に連絡して一時両肺換気をさせてもらう。

分離肺換気終了前に、青カフを膨らませたまま術側肺を十分に吸引し分泌物の換気肺へのたれこみを防ぐ。術側肺を膨らますときは術野を見ながらゆっくりと十分に加圧する。吸引ができれば体位変換の前に青カフは脱気しておく。

6. 術後鎮痛

呼吸器外科手術・上腹部手術後の疼痛は、深呼吸や咳嗽での喀痰排出困難を招き、無気肺や分泌物貯留による肺炎の原因となる。またいきみにより酸素消費量は増大し、低酸素血症を増悪させる。術後は IV フェンタニルの持続投与が推奨されるが通常サイズ (50ml) もしくは 1 日用サイズ (20ml) かを術者に確認する。さらに、手術開始前に胸部傍脊椎神経ブロックを施行することで、当日夜までの鎮痛を得ることもできる(肋間神経ブロックの効果は弱い)。

7. 硬膜外麻酔の併用（兵庫医科大学病院の場合）

当院の以下の症例では全身麻酔に硬膜外麻酔を併用するが、術翌日朝に未分画ヘパリンを皮下注するので硬膜外カテーテルの抜去に注意する。

- ・悪性胸膜中皮腫 (malignant pleural mesothelioma, MPM) に対する胸膜外肺全摘術 (extrapleural pneumonectomy, EPP) や胸膜切除肺剥皮術 (pleurectomy/decortication, P/D) が胸部硬膜外麻酔の対象

【硬膜外麻酔の適応】

術前に抗凝固療法、抗血小板療法がされていない、もしくは、抗凝固療法がされていても術前に薬剤の中止が可能で、硬膜外血腫のリスクを考えても禁忌とはならないと考えられる症例で行う。

血小板 10 万以上、PT-INR<1.5、APTT および Fibrinogen が正常範囲を確認の上で行う

【術後の硬膜外カテーテル抜去の手順】

- (1) 手術後に、血小板数、凝固系(PT,APTT,Fibrinogen)を検査し、血小板 10 万以上、PT,APTT,Fibrinogen 低値 or 延長していないことを確認。
- (2) 術後 1 日目朝に抗凝固療法として未分画ヘパリン（ヘパリンカルシウム皮下注シリンジ）5000 単位皮下注。

- (3) ヘパリン皮下注から最低4時間以上は空けて、カテーテルを抜去する。
- (4) 抜去前後に神経学的な問題(硬膜外血腫の徴候である下肢の脱力、しびれ、背部痛など)がないかを除外する。
- (5) もしヘパリン投与前にカテーテルを抜去するときは、抜去から1時間以上あけてヘパリンを投与する。

8. 肺全摘術の注意点

左肺の全摘手術の場合、原則は右用を使用すべきであるが、当院では呼吸器外科の希望により左用を用いている。その理由は、右用チューブは上葉気管支の閉塞が起こりやすく、術中の維持にトラブルが生じやすい上に、左主気管支切除時に挿管チューブが気管分岐部及び右主気管支に存在すると気管の可動性が悪く操作がしづらいため、当院では右用チューブを使用せずに左用チューブで術中管理し、気管支切除時にチューブ先端位置を気管分岐部より3センチ以上口側に位置しておく。これは右肺全切除でも同様である。

片肺摘出後、Wルーメンチューブを浅く固定し、片側換気するには2つの方法がある。

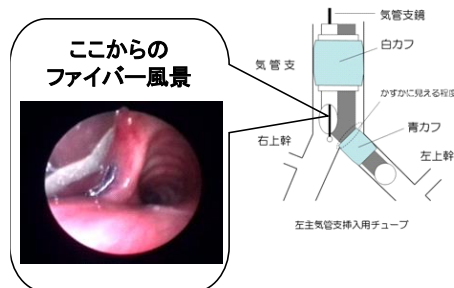
①青カフを膨らまし、換気チューブの青側からのみ換気する。

②白カフを膨らまし、両方の換気チューブから換気する。

②の方法だとチューブを浅くし過ぎると白カフが声帯付近に位置する為麻痺などの危険があり、おすすめできない。①の方法は、青カフの容量が少ないため、換気時に少々リークする可能性があるが、揮発性ガス麻酔薬を使用しなければ問題ない。

片肺換気のチューブ操作

正常な左用チューブの位置

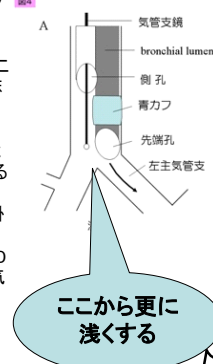


片肺全摘後のチューブ位置

片肺全摘後の換気は
気管支用チューブを使用して
青カフを気管内でシーリングさせる。

左図のようにチューブを浅くすると白カフが声帯直下あるいは声帯自体に圧を掛けることになり、反回神経麻痺や声帯浮腫を招く。

特に気管分岐部付近にチューブ先端があると吻合部に機械的な損傷やテンションが掛かるため危険である。そこで、チューブは20cm+αまで浅くし、気管支用チューブのみを用いて換気する。この場合、青カフは少々圧が高くなるが、カフリークする場合は追加注入して良い。



S. 小児の麻酔

〈豆知識〉

正常児の術前検査は、血液検査(CBC)と胸部 X 線写真のみでよいとされている。

小児麻酔が始まったらまずこのマニュアルに沿って麻酔すること。指導医もこのマニュアルに沿って指導する。小児麻酔は特に準備が大切。一回一回症例ごとに、このマニュアル見て準備すること。また麻酔方法がマニュアル通りでない場合もあるので必ず麻酔前には指導医と麻酔方法を確認すること。

小児は、身長、体重、検査値の各正常値、バイタルなどの正常値は各年齢で異なる。また麻酔薬の代謝の速さなども新生児、幼児では異なる。各症例、術前にこれらの正常値は医学書で確認しておくこと。

〈豆知識〉

急性上気道炎(Upper respiratory infection: URI)は、気管支痙攣、喉頭痙攣、SaO₂低下などの周術期の呼吸器合併症(periooperative respiratory adverse events: PRAEs)を増加させる。親の喫煙による受動喫煙もそのリスクの1つである。

5歳未満児は年に5~6回URIに罹患するため、URIで手術を延期することは少ないが、38.4℃以上の発熱、全身倦怠感、湿性咳嗽、喘鳴、呼吸音で連続ラ音があるときは延期することがある。
麻酔方法は、気管挿管よりSGA、セボフルランよりプロポフォールが勧められている。

1. 術前診察

- ・身長、体重、出生の既往(出生体重、分娩、挿管の有無)、早期産児の修正週数
- ・既往症、直近一週間の上気道感染の有無、アレルギーなどはもちろんワクチン接種に注意
- ・親への説明だけでなく、患児とコミュニケーションも大事。
- ・風邪をひいていた場合は必ず指導医に報告し(指導医が不在の場合はライター)全身麻酔が可能かどうか判断する。
- ・理解できる年齢なら本人と親に麻酔導入方法の説明をすること。
- ・特に小学生以上で何度も手術を受けに来られている児はガス麻酔での導入がいやで先に点滴をとってほしい児もいるのできちんとコミュニケーションをとる。

〈術前飲水指示の基本の考え方〉

⑤ 1歳未満(乳児、離乳できていない子含む)

朝1件目の手術： ミルク 3時まで
クリアウォーター(水・茶・糖水) 6時まで
朝1件目以降の手術： ミルク 入室時間から6時間前まで
クリアウォーター 1 入室時間から2時間前まで

⑥ 1歳以上

朝1件目の手術 クリアウォーター 6時まで
朝1件目以降の手術 クリアウォーター 入室時間から2時間前まで

*基本指示は、午前手術は飲水6時まで、午後手術は11時までで良い。

*定時手術で入室時間が早まったりした場合は絶飲食最低2時間守られていれば入室OKとする。

*基本は主科指示が良いがあまりにも絶飲時間が長すぎる場合は指導医と相談し変更も可能。その際は指示書に書くだけでなく必ず病棟のリーダー

看護師に報告する。

2. 麻酔の準備

(1) モニタリング

片耳聴診器、血圧計（マンシュエットサイズ）、ECG、SpO₂

(2) 麻酔器

- ① バッグサイズ・・・1L (BW<10kg)、2L (10kg<BW<20kg)、3L (20kg<BW)
- ② ベンチレータ・・・手動換気はPIP、RR、PEEP or CPAPを呼吸器と同じ設定でブラインドできるのが目標。

(3) 挿管物品

- ① チューブ・・・年齢から適正サイズを選択
- ② チューブ固定深さ(cm) = 身長(cm) / 10 + 5
- ③ 気管チューブはスリップジョイントを根元までしっかりと固定する
- ④ 気管チューブは、適正サイズの前後サイズも自分の手の届くところに置いておく
- ⑤ 喉頭鏡：ブレードは適切なものを選択、前後サイズもスタンバイ
- ② スタイレット：基本的に必要ないが、緊急症例、挿管困難症例ではスタンバイ
- ③ 吸引：吸引管の準備、サイズの確認

【気管チューブサイズと気管内吸引サイズ】

年齢	サイズ 内径 (mm)	気管内吸引サイズ (F)
新生児	2.5、3.0	5 - 6.5
1 - 5ヶ月	3.0	6.5
6 - 11ヶ月	3.5	6.5
1才	4.0	6.5 - 8
2 - 3才	4.5	8
4 - 5才	5.0	8
6 - 7才	5.5	10
8才以上	6.0	10
10才以上	6.0 カフ付き	10

【ブレード（直）のサイズ】

新生児	0
2 - 3ヶ月	1
4才以上	2

〈豆知識〉

ワクチン接種後、何日空けたら手術してよいか実はよく分かっていない。

どんなワクチンでも接種後1か月間明けることが以前決められたが、最近はワクチンの種類や回数も増え、実情と合わなくなってきた。

小児専門施設には生ワクチン、不活化ワクチンともに3日間空ければよいとする考えもある（免疫不全の場合は生ワクチン4週間、不活化ワクチン2週間）。

【吸引管】

	口腔内用 (F)	胃内吸引用 (F)
新生児	8、10	8
乳児	10	10
幼児	10、12	10、12
学童以上	14	12

【エアウェイ】（サイズは児の顔を見て決める）



【マスク】

年齢・体格により2種類以上サイズを用意する。
個人差が大きい。

【挿管困難が予想される患者】AWS、ファイバー、AirQなど準備

*エアウェイスコープ®(airway scope; AWS)



AWSのブレードは、新生児はブルー、乳児はピンクを用意。ブルーはチューブが4.0まで可能だがきつくて挿入しづらいこともあり。

(4)薬剤

- ・必ず使用する薬を術前に計算しておく
- ・導入薬は吸い分けておく、吸い分けた薬は、シリンジ用量の半量以下であること（特に1cc、2.5cc、5ccシリンジ）
- ・希釈は指導医と相談。

① フェンタニル： 10ml/100 μ gまたは5ml/50 μ gに希釈（手術侵襲により適宜）

第3部 麻酔科学 各論

- ② アトロピン： 導入時0.01mg/kg、BW10kg以下は0.1mg（最近では不要という報告もあり指導医と相談）
- ③ 筋弛緩薬（臭化ロクロニウムは原液）：
短いオペ導入量0.6mg/kg
長いオペ導入量1.0mg/kg、追加量0.3mg/kg(30分おき)
- ④ リバース：スガマデックスを成人と同量で良いと考えている。自発呼吸があれば2mg/kg

(5) 点滴

・フィジオ140®で良い。腎機能の悪い児や新生児では指導医と相談。

① 新生児やBW<25kgの児

小児用点滴セット + 細延長チューブ (1.1ml) (必ず輸液ポンプを用意しておく)



② BW>25kg

大人用点滴セット + 太延長チューブ (3.8ml)
長さ足りなければ×2



(6) A-ライン

- ① 体重3kg以上-10kg未満 (1単位/mlの組成)
生食50ml+ヘパリン0.05ml (50単位)
シリンジポンプで1.0ml/h
- ② 体重10kg-30kg未満 (2単位・mlの組成)

生食500ml+ヘパリン1.0ml (100単位)

シリンジポンプで1.0ml/h

③ 30kg以上であれば成人と同等とする

3. 実際の麻酔のながれ

(1) 準備はなるべく入室予定時間5分前までに終える。

オペ室入り口に迎えに行く。引き続きコンタクトを取るようになる。

部屋に戻ったら、すぐにマスク導入ができるように回路内を吸入麻酔で満たす。

(2) 片耳聴診器を装着、SpO₂がモニター上に表示されたら、麻酔開始する。

(3) O₂ 6L/分、セボフルラン濃度 8%で回路内を満たしておく。

(4) マスクは視界を遮らないように、最初はやさしくフィットさせる。(セボフルランの臭いについては触れない、「くさい」というとにおいをかぐのが人の習性)

(5) 自発呼吸によって麻酔が深くなっていくに従い、マスクフィットをタイトにしていく。さらに麻酔を深くしていくために気道を確保する、つまり下顎挙上し、まくらを肩枕にする(枕は換気できれば肩枕は必要ないかも)。

自発呼吸が残っている場合、無理に陽圧換気しようとするとう頭痙攣を誘発することがあるので、CPAPで維持、呼吸のリズムに合わせて数回に一回陽圧換気していく。麻酔が深くなってくると自発呼吸は弱くなっていくので、陽圧換気の頻度を増やしていく。陽圧換気は最大吸気圧に注意、胸の上がる最低限の圧で。圧が高すぎると胃が膨らむため。

麻酔が深くなり、心拍数が安定しトーンスが緩んできたらセボフルラン濃度を5%程度に下げ、末梢確保を始める。

(6) 点滴確保後はロクロニウムをiv、必要あればフェンタニル投与する。ロクロニウムの効果発現後、喉頭展開、気管内挿管をする。

(7) 喉頭展開時の心拍数にも注意、聴診器またはモニターの音を聞き、注意を向けておく。

(8) 挿管後は胸上がり、呼気の戻り、ETCO₂のチェック、チューブ気管の間にリークがあるかチェック。

リークが確認できない場合は気管内チューブサイズダウン。

リークがありすぎる場合、(5cm以下) サイズアップを検討。(オペ時間、胸上がりを含め)

(9) リークテスト後、聴診器にて両肺換気確認。新生児、乳児はチューブ固定位置を±1cm動かし、どこで片肺挿管になるかもチェック。(片肺チェックは指導医と相談)

(10) チューブを固定する。チューブにストレスの掛からないように蛇管を固定する。(チューブの屈曲による閉塞、位置異常による片肺挿管などの予防)

(11) チューブを固定し、現在の麻酔、全身状態の再チェックをし、状況を落ち

着かせてから、手術体位をとる。モニターコード、ライン、蛇管の取り回しに気をつける。(最重要!!!は気道確保。つまりチューブ、蛇管)

(12)術中は片耳聴診器によるモニタリングを継続、術野を注視し、出血(ガーゼの赤み、吸引の内容)もチェック。片手が開いていれば、チューブに手を添えているのが望ましい。

(13)手術終了を見極めて、セボフルランを切ってからは患児に注意を向ける。バイトブロックまたはエアウェイを挿(どちらを挿入するかは指導医と相談すること)。

興奮期を起こさないためには自然に覚醒するまで刺激を与えない。体をゆする、つねる、不必要に呼名する、などしない。

自発呼吸が出たら、リバーシし、開眼もしくは自発呼吸がしっかりしたら抜管。

起きてすぐ暴れることが多々ある、事故抜管されないよう気道確保は万全に。抜管後は上気道閉塞チェックをする。抜管後無理に声をかけず、興奮期を過ぎるのを待つ。

帰棟の基準はしっかりした自発呼吸、反射があること。しっかりした覚醒は必ずしも必要ではない。興奮している場合は少しの沈静が必要な場合もある。

【術後鎮痛】(薬剤や量は指導医と相談してください)

- ③ 末梢神経ブロック:適応 腹腔鏡手術、切創が大きくEpiが困難な患者
- ④ 仙骨硬膜外麻酔:適応 停留精巣、下肢手術など(泌尿器は術前、主治医にチェック) 0.2%アナペイン(Ropivacaine) 1ml/kg 最大20ml
- ⑤ 持続硬膜外麻酔:適応 漏斗胸Nuss法 6歳児以上の侵襲度の高い開腹術。硬膜外の内容は相談

4. ルーチン症例麻酔法(基本全身麻酔)

- (1)鼠径ヘルニア、陰嚢水腫:最初は挿管管理、年齢が大きければラリンジアルマスクでも可能
- (2)停留精巣:挿管orラリンジアルマスク管理、仙骨麻酔併用(術野で局所麻酔を行ってくれるため仙骨麻酔は不要のこともある)
- (3)眼科:ラリンジアルマスク(挿管のアイテムは用意しておく)
- (4)形成外科:挿管もしくはラリンジアルマスク管理。チューブは成人同様、手術場所で考えて下さい。下肢のオペは仙骨麻酔を検討。
*形成の手術で顔面の手術ではCVCIである可能性があるためエアウェイやAWSなどの準備も指導医と相談する
- (5)腹臥位手術:小児はスパイラルではなく、普通の気管チューブで。首を横に向ける。術野が後頭部で下を向く必要がある場合は相談。

5. 新生児麻酔マニュアル

一人きりでやることは難しい。指導医と力をあわせ役割分担を確認して麻酔を行う。

(1) 術前診察

- ・出世前診断、出世後診断、合併奇形（特に循環動態、気道関係）、出生週数、体重（増減も）
- ・術直前までの循環動態、呼吸状態
- ・術式、予想出血量、輸血の必要性、ライン、（追加ラインの必要性、NICU Drに依頼が必要）
- ・術後抜管の判断：新生児、体重2.5Kg以下の児は基本的には抜管しない。手術時間が極端に短い場合や抜管可能だと指導医が考えるときは指導医の判断に従う
- ・術前指示はNICU Dr

(2) 麻酔の準備

- ① モニタリング： 片耳聴診器 or 食道聴診器、血圧計（新生児用）、ECG、SpO₂、必要な場合A-line
- ② 麻酔器：リークチェック。エスティバ®を使用。CEさんに連絡。バッグサイズは1L(BW<10kg)。必ず準備後、指導医にチェックしてもらう
- ③ 挿管物品
 - i) チューブ：基本3.0を準備。2.5、3.5も部屋においておく。
 - ii) 喉頭鏡：ブレードは00選択、0、1もスタンバイ。
 - iii) スタイレット：基本的に必要ないが、緊急症例、挿管困難症例ではスタンバイ。
 - iv) 吸引：吸引管の準備の確認、特に入れ替え後。口腔内吸引用、気管内吸引用の準備。気管内用は挿管チューブの中を通るものを。
- ④ 薬剤
 - i) 導入はAwake、Semi-awake inductionをすることが多いと思うのでその一例。（換気が可能であれば迅速導入も0.K）
 - ii) 導入薬：リドカイン 1.5mg/kg
ミダゾラム 0.1mg/kgを3本ほど
筋弛緩薬：臭化ロクロニウム
導入量 1mg/kgを3本ほど
維持量0.3mg/kg（30分おき）
アトロピン：0.1mg or 0.05mg。
フェンタニル：抜管するなら計2.5μg/kg、抜管しないなら計5μg/kg

第3部 麻酔科学 各論

リバース：スガマデックスの使用を検討。

*必ず術前には計算し、すい分けておくこと。

iii) その他：ハーフメイロン(メイロン®+5%ブドウ糖液)

カルチコール®

ボスミン®

ノルアドレナリン®など

⑤ 点滴

シリンジポンプを用意(輸血用、アルブミン用、維持用など)。

持続ドパミンなども必要に応じて準備(手術室で使用する場合はNICUDrに帰室までに使用報告をしておく)

⑥ 輸血

循環血液量の計算、出血量に対する輸血のタイミング、採血のタイミングをよく考えて、シミュレーションしておく。(Hb 10になるまでの出血量、Hb 1上がる輸血量を調べとく)

(3) 実際の麻酔の流れ

① 入室までにベンチレーター、薬剤などの準備を再チェック。

どのラインから何を入れるかのシミュレーションの今一度チェック

② 患児の体温、ライン類に注意を払いながらベッド移動、モニターをすばやく装着する。

③ 100%O₂流しマスクの隙間を両手でおおうようにしてPreoxygenationする。

④ キシロカイン、ミダゾラムを一本ずつivしていく。静かになりセデーションが効いた状態をまつ。指導医は患児の両肩を両手で固定し指で両側の下顎角を持ち上げ下顎挙上する。

⑤ この状態で大きく反応なければ喉頭鏡を掛け、挿管に移る。反応がある場合はミダゾラムの追加。

⑥ 声帯が確認できたらチューブを声門直前まで進める。鳴いたとき、すなわち声帯が開いたときにやさしく挿管する。

⑦ 挿管の確認(胸上がり、呼気返り、ETCO₂、指導医聴診)ができてから、筋弛緩薬をiv。筋弛緩が十分効くまで追加していく。その間、患児の口には指をバイトブロック代わりに残す。

⑧ 筋弛緩薬が十分効いてから、あらためて両肺の聴診を確認、固定。

(片肺になる深さ、予定固定の深さにどれぐらい余裕があるか確認)

(4) 麻酔維持

AOS、適宜フェンタ、30分おきにRb追加(アルチバも使用可能)。

心拍数の変化でBPの変化を予測する。

(5) 覚醒

手術終了に合わせてセボフルラン吸入を中止。自発呼吸と開眼を確認したら、リバースして抜管する。

覚醒するまでは患児は叩いたりしない。

【トピックス】 PANDA Study

全身麻酔薬には神経毒性があり、中枢神経系が発達する乳児期に全身麻酔を受けると将来の学校の成績が低下する可能性が、動物実験から指摘されていた。

そこで兄弟姉妹間で、全身麻酔で鼠径ヘルニア手術を出生後 36 カ月以内に 1 回だけ受けた者(手術時は健康)と受けなかった者のペア 105 組を経過観察し、8~15 歳(平均約 10 歳)の時の IQ や神経認知機能などを比較する PANDA (pediatric anesthesia neurodevelopment assessment) study が行われた。結果は両群に有意差はなかった。 JAMA 2016; 315: 2312-20

6. 小児超音波ガイド下神経ブロック

小児末梢神経ブロック計画表

手術日 / / 病名/術式 _____

患者 ID _____ 患者氏名 _____ 年齢 _____ 体重 _____ kg

局所麻酔極量 (0.25%アナペイン換算 ml: BW×1.5ml) (0.2%ポブスカイン ml) _____

体重当たり用量	局麻用量 ml	合計 ml	ブロック	体重当たり用量	局麻用量 ml	合計 ml
臍棘線上 0.3ml/kg			大腿神経 b	0.3-0.5ml/kg×2	×2	
中間的 0.5 ml/kg			外側大腿皮神経 b	0.1-0.2ml/kg×2	×2	
後方 TAP 的 0.5ml/kg			坐骨神経 b	0.3-0.5ml/kg×2	×2	
0.3ml/kg×両側	×2		閉鎖神経 b	ml×2	×2	
0.5ml/kg×R/L/B	×2		陰茎背神経 b	0.1ml/kg×2	×2	

超音波ガイド下ブロック 画像 1 枚

以下に自分が見たいエコー画像を手書きしてください

〈豆知識〉

小児の局所麻酔薬の極量は以下の通り。

- リドカイン：5mg/kg
- ブピバカイン：3mg/kg
- ロピバカイン：3mg/kg

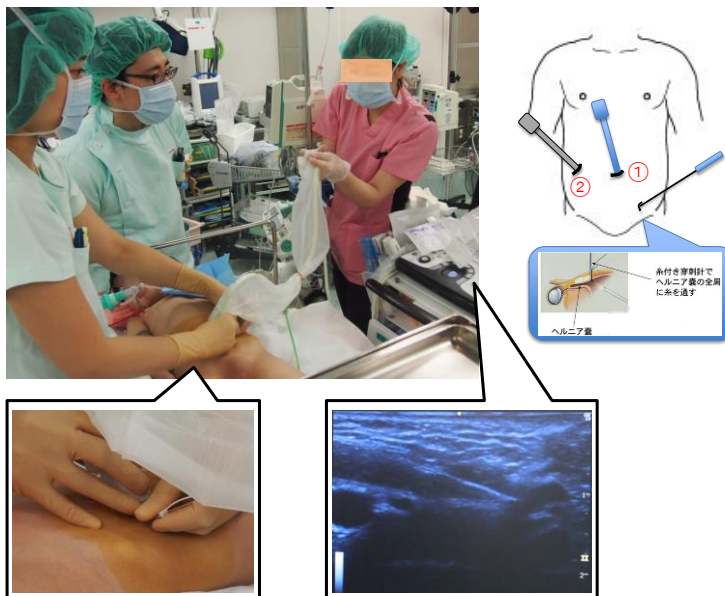
ただし生後6カ月未満では、局所麻酔薬が結合する血清アルブミン (HAS) や α 1- acid glycoprotein (AAG) の濃度が低い（特に新生児では AAG 濃度が低い）ため、局所麻酔薬の血中濃度が上がりやすい。

このため生後6カ月未満の局所麻酔薬の極量は

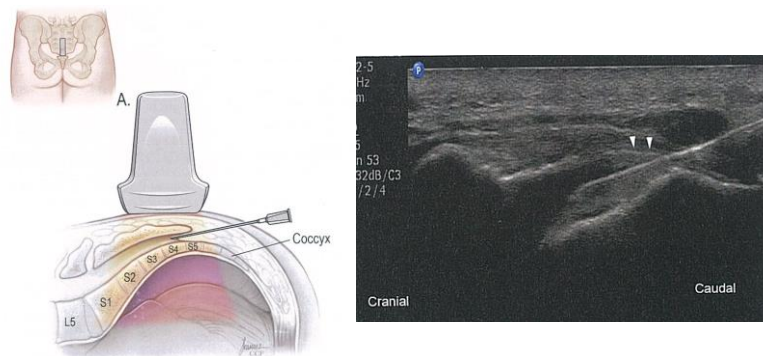
- リドカイン：3mg/kg
- ロピバカイン：1.5mg/kg

と低くなるので注意。

腹腔鏡下経皮的腹膜外ヘルニア閉鎖術 (Laparoscopic percutaneous extraperitoneal Closure: LPEC)における腹直筋鞘ブロック(RSB)



仙骨ブロック(caudal block)



Atlas of Ultrasound-Guided Procedures in Interventional Pain Management, Springer 2010

7. 漏斗胸の麻酔

(1) ポイント

- ① 小児手術の中で最も術後痛が強く、1週間程度続く。
- ② 術後痛コントロールのためにICUに帰室する。
- ③ 硬膜外麻酔は術後5日間程、継続し、硬膜外カテーテルは麻酔科医が抜去する。

抜去日： 症例が火曜日の場合→翌週の月曜日か火曜日
症例が金曜日の場合→翌週の木曜日か金曜日

この時チェック項目として四肢に麻痺がないか、カテーテルの断線がないことを確認する。

(2) 麻酔方法

- ① 全身麻酔+硬膜外麻酔で行う。必要時は手術室からプレセデックスを投与しながら帰室することも
- ② 硬膜外麻酔の方法

i) シリンジポンプを用いる場合

・ Fentanyl ありの場合

0.25%ポプスカイン 30ml+生食 26ml+Fentanyl100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 2 A 計 60ml

・ Fentanyl なしの場合

0.25%ポプスカイン 30ml+生食 30ml 計 60ml

流量は指導医と相談。基本的には 0.1ml/kg/h で投与。

電子カルテの指示

- ・ Epi の内容と持続流量
- ・ 疼痛の指示は 0.05ml/kgボーラスで 30 分間隔で。

ii) インフューザーポンプを用いる場合

成人と同じ内容

・ Fentanyl5A(1A:0.25mg/5ml)+0.25%ポプスカイン 170ml+生食 100ml
計 295ml (小児なのでドロレプタンなし)

・ 0.25%ポプスカイン 170ml+生食 100ml 計 270ml

電子カルテの指示も成人と同様

(3) 消毒

- ・消毒は特に小児外科や病棟ナースから連絡がない場合は、火曜日の症例は木曜日か金曜日にガーゼ交換
- ・金曜日の症例は週明けの月曜日または火曜日にガーゼ交換
毎日の消毒は逆に感染を助長させる可能性があり、基本的にこの一回

(4) 薬の詰め替え（シリンジポンプの場合は看護師が行います）

- ・麻酔担当者はあらかじめ 0.25%ポプスカイン 100ml4A+生食 100ml 2Vを病棟でオーダーしておく（下図の薬品請求伝票を参照）。

※当直帯や麻酔担当医が不在の時に薬がなくなった場合はライターIP に電話がかかってくるので対応（インフューザーポンプに薬を詰める）。
※詰め替え内容は、Fentanyl は基本追加なし。

シリンジポンプの場合は 0.25%ポプスカイン 30ml+生食 30ml 計 60ml
（シリンジポンプは基本看護師が行う）

インフューザーポンプの場合は 0.25%ポプスカイン 170ml+生食 100ml
計 275ml。

T. 心臓血管外科の麻酔

1. 術前評価、処置

(1)心機能の評価

心電図、心エコー、心臓カテーテル (CAG、LVG、AOG、RVG)、心筋シンチ、CT、MRI、MRA の所見を十分に理解する。

(2)全身状態の評価

合併症の有無とその程度、内服薬、頭部 CT、MRI、頸動脈疾患 (雑音や TIA 発作)について十分に理解する。NYHA 分類、日常労作の程度 (一人で可能か?)

(3)CABG の場合、使用血管と A-line の位置を確認する。

大血管の場合、送脱血管の挿入場所と A-line、V-line の位置を確認する。

【慢性閉塞性肺疾患患者の心臓手術】

慢性閉塞性肺疾患 (COPD) を合併している患者に人工心肺を使用すると術後合併症や死亡率が増加するため、可能であれば人工心肺を使用しない術式を選ぶ。

COPD の診断基準は、慢性の咳嗽、慢性の喀痰、労作性呼吸困難のいずれかの症状があるか、または長期間の喫煙歴あるいは職業性粉塵曝露歴があり気管支拡張薬投与後の $FEV_1 < 70\%$ であれば COPD を疑う。

2. 術前使用薬

基本的には主治医管理なので、術当日の朝の内服のみ指示する。

(1)ジギタリス製剤

長期にわたり投与されている患者では、人工心肺後血漿濃度の上昇が認められ、不整脈に対する感受性が増大したとの報告もある。

低 K 血症で様々な不整脈が生じることもある。

術前の血中濃度を確認しておく。

(2)降圧剤

① アンギオテンシン II 受容体拮抗薬 (ARB)、アンギオテンシン変換酵素阻害薬 (ACE) : 麻酔の導入時に著明な低血圧を起こすことがあり、前日に中止する。

② カルシウム拮抗薬、 β -blocker :

麻酔導入時の高度の低血圧、徐脈および心肺離脱時に多くのカテコールアミンを必要とする可能性があるが、血管の反応性や心筋の負荷を減らすなど心筋虚血を予防できるため、ischemic attack の頻発している症例では、必ず手術当日朝まで内服させるべきである。

② 利尿剤 :

長期投与患者は低 K 血症を来し、ジギタリス中毒性を増すことがある。術前夜までの内服とし、術中必要時にゆっくり静脈投与する。

(3)抗不整脈薬

① リドカイン：

心機能の抑制を引き起こす可能性もあるが、不整脈のコントロールのために投与すべし。

② 抗狭心症薬：

ニトログリセリン（ミオコール®）、ニコランジル（シグマート®）：術前、術中必ず投与。

(4)抗凝固薬、抗血小板剤

① ワルファリン(3日前に中止)：

肝での vit.K 利用を妨げ凝固因子(Ⅱ、Ⅶ、Ⅸ、Ⅹ)の合成を阻害する。効果持続は凝固因子の半減期(6～60時間)に依存する。緊急手術などで内服中止していない場合、FFP かケイツーN を用意する。

カテーテル挿入時の出血を防ぐため、ヘパリンは手術室入室の2時間前に中止する。

② 抗血小板剤

血小板の寿命は10日であり、1週間前には中止する。これらが中止されていない場合、硬膜外チューブの挿入は禁忌とする。

3. 前投薬

原則：前日就眠前

4. 麻酔管理

(1)麻酔薬

① 麻薬（フェンタニル）

血圧低下、徐脈といった循環抑制をきたすこともあるが、その程度は他の薬剤と比較して軽度。

② 静脈麻酔薬（プロポフォール、ミダゾラム）

麻薬との併用での低血圧、徐脈に注意する。

③ 吸入麻酔薬：現在、吸入麻酔薬は心筋 preconditioning 効果があると言う報告が多く、人工心肺前や、OPCAB 時には積極的に使用すべきと考えている。

i) フォーレン：心内膜下、心外膜下の血流比を変え、血流分布の不均一を招く可能性あり。また Coronary Steal を来す可能性についても論議あり。

ii) セボフルラン：使用可能。循環抑制に注意。

v) 亜酸化窒素：原則として使用しない。特に、肺高血圧症例、心不全例には禁忌。

(2)筋弛緩薬

- ①ロクロニウム：フェンタニル、プロポフォールとの併用時、徐脈に注意。

(3)循環作動薬

- ① フェニレフリン（ネオシネジン®）

心拍数増加がなく使いやすいが、後負荷を増加し、心拍出量を減少させる。このため低心機能症例には慎重投与。

- ② エフェドリン（エフェドリン®）

アドレナリン受容体直接刺激及びノルアドレナリンの遊離により昇圧する。

- ③ カルシウム製剤

小児において有用な昇圧剤ではあるが、心筋のコンプライアンスが低下するので慎重投与。また、冠動脈スパズムの誘因となる可能性がある。

- ④ カテコールアミン

心拍出量、及び冠循環の灌流圧を保ち、かつ心臓の酸素消費量の増加程度が少ないため、ドパミンが第一選択。

十分な血圧が得られない場合、ノルエピネフリンを併用する。

心拍出量が不十分であると考えられる時ドブタミン、エピネフリンを併用する。

・ドパミン： α β 作用薬、ドパミン作用薬。低容量(1~5 μ g/kg/min)では内臓ドパミン受容体を刺激し腎血流 \uparrow させ尿量 \uparrow 。

・ドブタミン： β 作用薬。

・ノルアドレナリン： $\alpha > \beta$ 作用薬。末梢血管抵抗が上昇し CO が下がることもある。

・エピネフリン：強力な $\alpha < \beta$ 作用薬。

- ⑤ 亜硝酸製剤

・ニトログリセリン：静脈に血液をプーリングして血圧低下、反射性頻脈。

・ニトロプルシド：動脈優位に血管拡張する降圧薬。急激な血圧低下あり投与時十分な注意が必要。長時間使用でシアン中毒の可能性あり。全麻中のシアン中毒の症状は原因不明のアシドーシスのみ。

・硝酸イソソルビド：降圧作用の少ない亜硝酸製剤

- ⑥ カルシウム拮抗薬

・ニカルジピン：降圧薬、反射性頻脈、短時間作用。

・ジルチアゼム：降圧薬、心臓内伝導も抑制するので HR も減少する。

CABG で RA、GEA を使用する場合、攣縮予防のために持続投与。

・ベラパミル：HR \downarrow 。ボリューム不足の状況では、血圧低下が著しい。

- ⑦ PD III 阻害薬

- ・ミルリノン (ミルリーラ®) : 陽性変力作用と血管拡張作用を有する。cAMP の分解を抑制することにより、細胞内 cAMP 濃度を上昇。心筋酸素消費量を増加させない。
- ・オルプリノン (コアテック®) : ミルリノンに比べ血管拡張作用が強い。

⑧ β -blocker

- ・エスモロール (ブレビブロック®)
- ・ランジオロール (オノアクト®)

5. 患者入室前の準備

(1) 挿管セット

- ・挿管チューブは portex blue line 気管チューブまたはカフ上吸引付気管チューブ
- ・LTA キットに 4%リドカイン 2-3ml を吸っておく
- ・MICS・胸部下行動脈置換・胸腹部大動脈瘤・肺動脈血栓内膜摘出術、redo の症例で胸骨正中切開できない場合など；片側換気の準備が必要

(2) シリンジポンプ 6 台 (1 台はグレスビーに) : 現在はクーデックシリンジポンプ使用可

- ・胸部下行動脈置換・胸腹部大動脈瘤；8 台必要

(3) 輸液ライン 1~2 本

- ・1 本は、輸血用の点滴セットにホットラインをつけて延長しておく

(4) 圧ライン 3 本 (通常は A-line、CVP-line、PA-line) : 3 本セットの圧ライン

- ・トランスデューサ架台は 3 連を使用
- ・A-line は 2 連の 3 方活栓をつけて延長しておく
- ・S-G・CVP カテーテルはヘパリン加生食を通し、三方活栓をつけておく
- ・あらかじめ 0 点補正をしておく
- ・弓部置換・下行置換・胸腹部大動脈瘤；A-line の用意は 2~3 本必要

(5) モニター

通常のモニターに加え、

① CCO、SvO₂ (Vigilance)

- ・患者の身長・体重を入力し、体表面積を計算しておく

② BIS

- ・コンピューターを立ち上げて、患者入力しておく

③ INVOS (電極は使い捨てにせず、できる限り何度も使用すること)

- ・コンピューターを立ち上げて、患者入力しておく

(2) 経食道心エコー

- ・本体とプローベを持ってくる
- ・感染防御のため、プローベにカバーをつけておく

- ・ 歯牙損傷を防ぐため、マウスピースも使用可
- ・ 終了後は、プローベはシャフトの部分をよく洗って、洗浄に

(6)麻酔薬

- ① ロクロニウム：1～2A 用意
 - ・ MEP 使用時は 20cc のシリンジポンプに用意する
- ② フェンタニル：1～2A 用意
- ③ レミフェンタニル：2Vを 40cc の生理食塩水に溶解
- ④ ミダゾラム：生食 8cc に 1 A 加え、1mg/ml にしておく

(7)循環作動薬

- ① フェニレフリン (ネオシネジン®)：生食 9ml に 1 A 加え、1mg/ml にしておく
- ② エフェドリン (エフェドリン®)：生食 9ml に 1 A 加え、4mg/ml にしておく
- ③ アトロピン
- ④ ドパミン (プレドパ®)：50ml のシリンジに吸ってシリンジポンプにセットする。シリンジポンプ使用薬は、延長チューブは三方活栓付 X-1 を使用する
- ⑤ ニトログリセリン (ミオコール®)：50ml のシリンジに 1 V 吸ってシリンジポンプにセットする。延長チューブはニトログリセリン用を使用する

*以下の薬剤は、ICU の希釈方法を参照のこと（実際には使用時間が短いため、半量のみ吸う）

- ⑥ ドブタミン (ドブポン®)：シリンジポンプにセットする
- ⑦ ニトログリセリン (ミオコール®)：50ml のシリンジに吸ってシリンジポンプにセットする
- ⑧ ジルチアゼム (ヘルベッサ®)：OPCAB 症例で、RA・rtGEA をグラフトとして用いる場合使用。
- ⑨ ミルリノン (ミルリーラ®)：肺動脈圧 (PA 圧) の高い症例や低心拍出量症候群症例などで使用

(8)その他

- ① ヘパリン：
 - ・ 人工心肺使用例；体重×300 単位 (ACT は 450 秒以上)
 - ・ OPCABG、AAA 症例；体重×100～150 単位 (ACT は 300 秒以上)
- ② チアミラール (イソゾール®)：全循環遮断時の脳保護目的に使用。体重×5～10mg を循環遮断前に投与
- ③ メチルプレドニゾロン (メチルプレドニゾロン®)：全循環遮断時の脳保

護目的や、肺動脈血栓内膜摘出術時の再灌流障害予防目的に使用。1Vを遮断前、または再灌流前に投与。

- ④ ウリナスタチン（ミラクリッド®）：肺動脈血栓内膜摘出術時の再灌流障害予防や大量出血時の急性循環不全に使用。10万単位を再灌流前、大量出血時投与。

6. 患者入室～手術開始

- (1)入室後、通常手術の麻酔と同様に、心電図などのモニターやBIS、INVOSを装着する。
- (2)末梢ラインを確保し、マスクにて酸素投与を行う。
- (3)導入薬を投与し、就眠後、A-lineを確保、挿管前にLTAキットで喉頭蓋～気管内に4%リドカインを噴霧する。
- (4)挿管後、CVカテーテル、S-Gカテーテルを留置、経鼻胃管、TEEを挿入する。
- (5)必要なら、末梢輸血ルートを18G以上で確保する。
- (6)CVカテーテルは右内頸静脈の中枢側で穿刺・挿入し、S-Gカテーテルのシースはその約1cm末梢側より挿入する。操作は愛護的に行い、出血をさせないように注意する。
 - i) CV白：輸液、CV緑：昇圧剤（DOA、DOB）、CV青：降圧剤
 - ii) S-G白：輸液、S-G青：CVP用圧ルートS-G黄：PAP、PCWP用圧ルート
 - iii) シース：輸血用
- (7)S-Gカテーテル留置後、CCO測定を開始し、血ガス測定、ACT測定、SvO₂のキャリブレーションを行う。
- (8)血ガスの結果より呼吸器設定（FIO₂、TV、RR）を調節する。
- (9)ルート整理（重要なものほど上方に！）
 - ・1番下にモニター類
 - ・2番目に点滴類
 - ・1番上に気管チューブ蛇管類

7. 手術開始～人工心肺開始

- (1)麻酔深度、輸液の調節は各疾患に合わせ、BP、HR、CCI、CCO、CVP、PAP、PCWP、SvO₂、尿量等を適切に保つようにコントロールする。
- (2)胸骨正中切開時は人工呼吸を中止する。（RAのruptureの危険性）
口元で挿管チューブと蛇管を外す
- (3)送血・脱血カニューレの挿入前に、ヘパリンを300単位/kgを投与し、2分後に血液を2ml採取する。ACTを測定、450秒以上であることを確認し、術者、人工心肺係に告げる。

- (4)また、OPCABG 時のグラフト吻合前にもヘパリンを 200 単位/kg 投与。ACT を測定、300 秒以上であることを確認し、術者に告げる。
- (5)カニューレション時に心臓の圧迫等により、血圧低下や不整脈が続くようなら術者にその旨を伝え、圧迫を解除してもらおう。この頃より FIO₂ を 1.0 とする。
- (6)送血管挿入後、輸液、昇圧剤の投与を中止する。
- (7)人工心肺開始前に患者の瞳孔の左右差、顔面のうっ血具合を確認しておく。

8. 人工心肺中

脱血管挿入後、人工心肺開始となる。

- (1)人工心肺開始後、total flow が得られたら、人工呼吸を停止する。
- (2)人工心肺係に麻酔薬、麻薬、筋弛緩薬を渡し、灌流圧を 60~80mmHg 前後に保つ。
- (3)議論はあるが、40mmHg 以下の場合には腎血流低下などの臓器血流低下、100mmHg 以上の場合には脳浮腫などの可能性が考えられる。灌流圧を保つために人工心肺係と相談し、ニトログリセリン、ニカルジピンなどの血管拡張薬や麻酔薬、フェニレフリン、ノルアドレナリンなどの血管収縮薬を投与する。
- (4)逆行性心筋保護液注入圧測定用の耐圧チューブが、術野から渡されるので、PA ラインの先端から 2 番目の三方活栓に付け、エアー抜きを行う。注入時に圧が適切に上がっているかを確認する。

* 耐圧チューブをトランスデューサーに直接、接続しない (0 点補正ができなくなる為)

- (5)大動脈に遮断鉗子をかけ、心筋保護液を注入し心停止となる。この時点で、狭心薬の投与もストップする。

人工心肺中は人工心肺係ともコンタクトを取り、患者の状態を把握し、心肺中の呼吸・循環動態の安定を協力して行う。

* 超低体温循環遮断使用症例は、遮断前にメチルプレドニゾロン、ウリナスタチンを人工心肺係に渡す。

* 弓部置換症例では、手術操作の進行具合にあわせて適時圧ラインを変えていく

9. 人工心肺終了時

復温を開始した時点から、人工心肺離脱準備が始まる。

- (1)復温開始中に、麻酔薬、麻薬、筋弛緩薬を再度投与し、BIS を見ながら術中覚醒を防ぐ。
- (2)大動脈遮断鉗子を外した時点で、心臓が動き始める。心拍が再開、もしくは冠血流が再開したら、狭心薬を再開する。

- (3)心内遺残空気を排除するため、TEE で心腔内を観察しながらベッドを左右にふり、FIO₂ 1.0 で人工呼吸を再開する。
- (4)体温が直腸温、または咽頭温で 35°C以上、血清電解質に異常なく、手術手技が終了すれば、人工心肺離脱開始となる。
- (5)術野の逆行性心筋保護液注入圧測定用のチューブを大腿動脈圧ラインとして、A-line の三方活栓の中枢側につなぎ、エア抜きを行い切り替える。
- (6)逆行性心筋保護液注入圧を PA ラインに戻し、人工心肺離脱前に全てのラインの 0 点補正を行う。
- (7)状態に応じてカテコールアミンを 3～5 μg/kg/min 程度で開始し、人工心肺の流量を減らしながら、心臓の動き、張り、sABP(80 以上)、mPAP(20 前後)、CVP(10 前後)を目標にカテコールアミンの量を調節していく。
- (8)脱血を終了した時点で人工心肺終了となるので、CCO をスタートさせる。
- (9)術者の指示によりプロタミンを投与する。プロタミンを半分投与した段階で、ポンプサッカーを止めてもらうよう術者と人工心肺係に告げる。プロタミン投与が終了したことも術者に告げ、ACT と血ガス測定を行う。
- * プロタミン投与量は初期ヘパリン投与量と同量で、アドナ 50mg、トランサミン S 1g を混和し、小児用点滴セットで CV カテーテルの中枢側より投与する
 - * 人工心肺中にプロタミンが誤投与されると患者の死につながる。リスクマネジメントとして、プロタミンルートは必要時に中枢ラインにつなぐ
 - * 投与開始時はゆっくり開始し、血圧の変動を見ながらスピードをあげる
- (10)終了後、人工心肺終了時、mPAP(20 台前後)、sABP(80～100)、CCI (2.2 以上)、SvO₂ (70 以上) を参考に輸液等を開始する。
- (11)人工心肺の残血量や最終 Hb 値 (Hb 9.0 dl/ml あれば無輸血可能の場合がある) から輸血について術者と話し合い、無輸血の場合自己血回収装置血、アルブミン等を用いる。
- (12)輸血する場合、必要量をあらかじめ輸血部より取り寄せておき、必要によっては追加オーダーする。
- (13)心臓の動き、張り、CCI(2.2 以上)、SvO₂ (70 以上)、sABP(80 以上)、mPAP(20 前後)、CVP(10 前後)を見ながら輸液量を調整し、適切な血管内ボリュームを保つ。

【血ガスの結果より次の事項を補正】

- i. PaO₂、PaCO₂ より FIO₂、人工呼吸器の設定
- ii. PHが代謝性アシドーシスに傾く場合、原因検索、BE-5 を超えた場合はメイロン投与も考える。メイロン投与量(ml)=BE×BW×1/3×1/2 。
- iii. K 濃度が 3.5mEq/L より低かったら、不整脈予防のため、尿の流出を確

認し KCL の投与を行う。

- iv. Ca 濃度が輸血等により 0.8mmol/l 以下となったら、塩化カルシウム 1 A ずつを CV ラインより血圧上昇に注意しながらゆっくり投与する。
 - v. Hb が低い場合、無輸血であれば尿量を確認し輸液量を調節する。
輸血使用例では輸血製剤の選択及び量の調節を行う。
 - vi. 人工心肺後の高血糖に対しては、術後の中枢神経障害等を考え、速効型インスリンにて 200mg/dl 以下の血糖値にもどす。
- * 各補正 30 分後には血ガス、ACT 測定を行い、追加補正を行う。

10. 閉胸～手術終了

- (1)閉胸時、血圧、CVP、PAP、CCO/CCI、SvO₂、心電図に変化が無い事を確認し、術者に告げる。重篤な変化が見られるようなら、術者に伝え対応を協議する。
- (2)閉胸後の CCO/CCI の確認およびドレーンからの出血を確認し、それらより輸血、輸液、循環作動薬の調節を行う。
- (3)気管挿管か抜管かの情報と ICU 入室予測時間を外回り看護師に伝える。
- (4)手術終了後レントゲン撮影を行い、肺野、気管チューブ、CV カテーテル、S-G カテーテル、経鼻胃管、ドレーンの位置を確認し入室の準備を行う。
- (5)必要なルートやライン以外は全てへパロックする。

11. ICU 入室

- (1)ICU には、シリンジポンプ薬剤は全て流したまま入室する。
- (2)ICU への搬送中は常に患者及び血圧、SpO₂ を観察しバイタルの確認を行う。
- (3)特に気管チューブ、CV カテーテル、S-G カテーテル、A-line、シリンジポンプに関しては、細心の注意をはかる。
- (4)ICU に入室したら、ICU スタッフと共に輸液ルート等の整理を行う。術中の水分バランス、血行動態、不整脈、呼吸状態などを ICU スタッフに申し送り、血行動態および、血液ガス分析に変化が無い事を確認し手術室に戻る。
- (5)麻酔チャートを看護師に渡す。

【血行動態のパラメーターと処置】

ABP	CO/CI	CVPorPAP	処置
↓	↑	↓ or →	輸液負荷、 末梢収縮薬
↓	↓	↑	カテコールアミ ン増量
↑	↑	→	カテコールアミ ン減量
↑	→	↑	輸液減量、 降圧剤増量

【血糖スライディングスケール】

血糖値	インスリン単位数
BS<200	0
201<BS<250	5
251<BS<300	10

【人工心肺中のバランス計算】

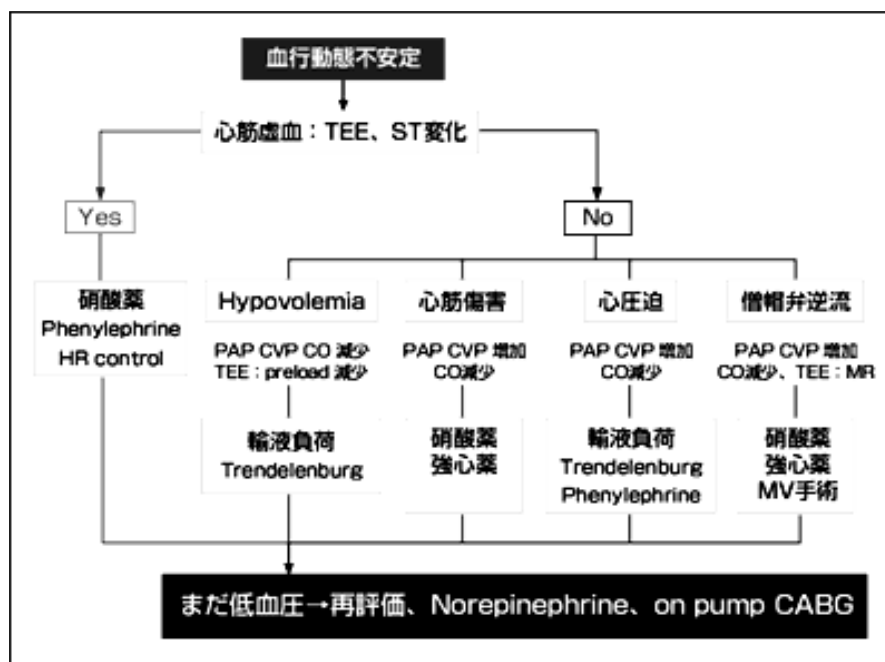
		ECC中	ECC後
水分	IN	算出輸液量	輸液
	OUT	尿量、ECUM	尿量
血液	IN	MAP* ¹	MAP
	OUT	FFP	FFP
		PLT	PLT
		ポンプ残血—回収	ガーゼ、吸引
欄外		セルセーバー吸引* ²	
		返血* ³	

* 1 : MAP 1 単位 140ml、FFP 5 単位 450ml、PLT1 単位 20ml とする

* 2 : セルセーバーは欄外に記入する。ポンプ血の回収血をセル処理した場合は、() 内にポンプ血～ml をセル処理と記載する

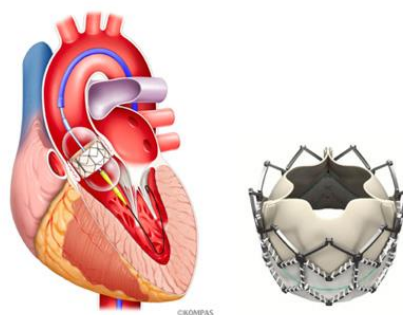
* 3 : セル血を使用した場合、() 内にセル血～ml 使用と記載する

【OPCAB時の血行動態管理】



U. TAVIの麻酔

経カテーテル大動脈弁植え込み術 (Transcatheter Aortic Valve Implantation: TAVI) または Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR)の麻酔方法について述べる。



1. 麻酔管理

- (1) 麻酔科医は原則 3名で麻酔管理を行う。(TEE 指導: 1人、循環・呼吸管理: 2人)
- (2) 術前より役割分担を明確にしておくこと。(挿管・ライン確保…etc)
- (3) 特に BAV・弁留置中は全員が極めて集中して行うこと。

2. 準備物品

- (1) 基本的に通常の心臓血管外科・開心術と同様の準備を行う。

(2) 麻酔器および麻酔カートはスペースの関係上、Vigilance®とセットになっている ROOM 4 のエスティバ®を使用する。麻酔器はベッドからある程度離れる必要があるため、蛇管は脳外科用を使用し、蛇管立てはフレキシブルを準備する。

ICU 用挿管チューブ、喉頭鏡 (or McGRATH®)、シリンジポンプ 7 台 (予備に追加で 2 台を ROOM 10 に準備)、輸液セット (2 セット : 1 セットはホットライン®使用)、圧ライン (triple)、経食道心エコー (DVD を準備しておくこと)、HEMOCHRON®、Vigilance®、INVOS®、BIS®。

3. 準備薬剤

【導入薬】

ドルミカム® (ミダゾラム)
フェンタニル
ロクロニウム® (ロクロニウム)

【維持薬】

セボフルラン
アルチバ® (レミフェンタニル)
ディプリバン® (プロポフォール) : 突然の人工心肺に備えておく。

【その他の準備薬】

キシロカイン : 覚醒下で A line を確保するため、局所麻酔薬を準備。
ヘパリン : 100 単位/kg = 0.1 ml/kg
プレドパ® (ドパミン)
ミオコール® (ニトログリセリン)
ネオシネジン® (フェニレフリン)
ノルアドレナリン
ニカルジピン
静注用キシロカイン
プロタミン

※ 急変時対応用にアドレナリンシリンジ (prefilled)、生食 20 ml (後押し) を 2 セット準備しておく。術野でカテの先端より shot で静注する。麻酔科および外回り看護師 (各 1 セットずつ) はいかなるときも直ちに術野に出せるよう準備しておくこと。

※ シリンジポンプ 7 台

上 3 台…ネオシネジン®、ノルアドレナリン、プレドパ®

下 3 台…ミオコール®、ニカルジピン、残り 1 台は必要時に使用

シリンジポンプ単独…アルチバ®

同じ点滴台の下にホットライン®を接続しておく。

4. 麻酔導入

- (1) 通常モニター装着（非観血的血圧計、心電図、SpO₂モニター）、INVOS®、BIS®と同時に、DCパッド、対極板の貼り付け。
- (2) 局所麻酔下で左手にV line および左橈骨動脈よりA lineを確保。
- (3) 十分な酸素化をした上で導入を行う。severe AS患者であるため、常に急変の可能性を頭に入れて対応策を考えておくこと。
- (4) 薬剤投与および挿管操作は細心の注意を払って行うこと。
- (5) 挿管後、胃管を挿入し、TEEプローブの挿入も行う。
- (6) ヘッドダウンをした上で、右内頸静脈よりCVカテーテル（triple）およびSwanGanzカテーテルを挿入する。ライン確保に夢中にならずに常にバイタルサインに注意を払うこと。
- (7) 麻酔導入完了。
- (8) TEE担当医師は心機能評価、左室容量、大動脈弁・僧帽弁の逆流評価、弁口面積、弁輪径、大動脈弁からRCA、LMTまでの高さを中心に計測しておくこと。
- (9) 循環管理の指標としてはCVPを元の値+2~5 mmHgを維持するよう心掛ける。Acute kidney injury（AKI：急性腎機能障害）予防のため輸液は多めで管理をする。基本的にCVPはトレンドで見て判断すること。また圧ライントランスデューサー位置に注意すること。

5. 手術開始

- (1) タイムアウト：問題点を明確かつ簡潔に挙げること。
- (2) カニュレーションはカットダウンで行われるが、侵襲の程度を評価し、十分な麻酔深度にあるかを確認する。
- (3) 鼠径部開窓後、術者の指示のもと、ヘパリン 100 単位/kg (=0.1 ml/kg) を静脈内投与し、ACT \geq 300 秒であることを確認する。ACTは30分毎に測定し、ACT \geq 300 秒を維持するようにヘパリンを適宜追加する。
- (4) シースおよびカテーテルが挿入され、左FVまたは右内頸Vよりtemporaryペースメーカーワイヤーが挿入される。
- (5) ペーシングテスト。rapid pacingテストの際は急変時対応が必要となることがあり、緊急のカテコラミン準備をしておく。施行前には血圧を上昇させておく。ペーシングオフ後の血行動態の立ち上がりを確認する。またバックアップペーシングレート（自己レートからマイナス10 bpmのレートで設定）を確認しておく。

【BAV (Balloon aortic valvuloplasty; バルーン大動脈弁形成術)】

(20 秒程度かかる)

BAV をする前の確認事項として、血圧の最適化(収縮期血圧:100~120 mmHg)が重要である。BAV 後にはすぐに血行動態評価を行う。また AR が生じる可能性があり、血行動態の変化に注意しておく。

- (1) 術者が BAV を行うことをハートチーム全体に宣言する。
- (2) DC およびペースメーカー作動が可能であることを確認する。(ペースメーカー担当医)
- (3) 術者「ベンチレーターオフ」。
- (4) 麻酔科医「ベンチレーターオフしました」。
- (5) 術者「rapid pacing ON」。
- (6) 麻酔科医：ペーシング波形および血圧の低下を確認し、「血圧が下がってきました。血圧 50 mmHg 以下になりました。」と報告する。
- (7) BAV 施行
- (8) 術者「pacing OFF。」
- (9) 麻酔科医「呼吸再開します」。
- (10) 全員：血行動態評価(心機能の保たれている患者でも、循環動態の回復に 30 秒程度要する。)
- (11) TEE 担当者：各項目 (AR、左室壁運動、心嚢液貯留…etc) を評価する。

【弁留置】(Slow inflation であるため弁が開くまで 1 分程度かかる)

BAV 施行前と同様に血圧の最適化(収縮期血圧:100~120 mmHg)が重要である。

- (1) 術者が留置を行うことをハートチーム全体に宣言する。
- (2) DC およびペースメーカー作動が可能であることを確認する。(ペースメーカー担当医)
- (3) 麻酔科医：純酸素にして酸素流量を上げておく。
- (4) 術者「ベンチレーターオフ」。
- (5) 麻酔科医「ベンチレーターオフしました」。
- (6) 術者「rapid pacing ON」。
- (7) 麻酔科医：ペーシング波形および血圧の低下を確認し、「血圧 50 mmHg 以下になりました。」と報告する。
- (8) 留置施行(ハーフィンフレーションの後、フルインフレーション)
- (9) 術者「pacing OFF」。
- (10) 麻酔科医「呼吸再開します」。
- (11) 全員：血行動態評価(心機能の保たれている患者でも、循環動態の回復に 1 分以上要する。) このときむやみに昇圧薬のボラス投与はしない。

必ず回復の過程を見て判断をすること。

- (12) TEE 担当者：各項目を評価（AR、MR、左室壁運動、心嚢液貯留、弁輪部の異常所見の有無…etc）する。

*Trans Valvular Leak 著明であれば、second valve を考慮する。Peri Valvular Leak がある場合は再度 BAV を考慮する。TEE の所見を十分に吟味して判断すること。

6. 留置後評価にて異常がなければ…

- (1) シースを抜いて、血管損傷の確認がないことを確認した上で術者の指示の元、プロタミン（アドナ[®]、トランサミン[®]併用）の div を開始する。
- (2) 術後は心拍出量増大により、血圧が高くなることが多いのでニカルジピンの持続投与を検討する。
- (3) 手術終了時体温 35.5 度以下であれば、挿管した状態で ICU へ
※高齢者であるため、体温保持を積極的に行う。
- (4) 自己レートが 60bpm 以下であれば、術後ペーシングワイヤーの必要かどうか相談する。※抜去しないか、左内頸静脈より挿入する。
- (5) シリンジポンプに準備した循環作動薬は ICU に持って行く。

7. 重要事項

- (1) 術中に心停止等の急変が生じた場合は Emergency call で人を集める。
- (2) PCPS の判断は麻酔科医が発信し、最終的に執刀医が決断する。

8. 主な TAVI の合併症

(1) 弁周囲逆流

逆流が存在することで、死亡率の増加が報告されている。mild AR でも予後を悪化させる可能性あり。術前との変化が重要となるので、予防のためには CT や TEE による正確な弁輪径の測定が必要である。

(2) 冠動脈閉塞

発生率が 0～3%と稀な合併症ではあるが、重症化に繋がるため非常に危険である。日本人の患者は女性が多く、冠動脈が低位置にあり、Valsalva 洞が小さいため、冠動脈閉塞の危険性が高い。

(3) 弁輪破裂

発生率は 0～1.2%と頻度は低いですが、致死率が高い合併症である。通常、心タンポナーデをきたすため、なるべく早期に心嚢液貯留の有無を確認することが必要である。診断すると同時に心嚢穿刺、補液、輸血により血行動態を維持するよう心掛ける。心タンポナーデはスティッフワイヤー（左室穿孔）、temporary ペースメーカーリードによっても生じるた

め、定期的なチェックが必要である。

(4) AV ブロック

1.8～7.0% (SAPIEN®) と報告されている。risk factor としては、術前の右脚ブロック、バルーン前拡張、弁輪径が大きい、留置位置が低い、周術期の AV ブロック、弁輪に対して大きすぎるデバイスの留置がある。

(5) 弁脱落

0.3～9.9%と報告されている。Rapid pacing 中の1拍のペーシング不全が弁脱落を生じる可能性があるため、要注意である。

(6) 血管合併症

重篤な血管合併症は周術期死亡率の増加と相関している。特に腸骨動脈瘤はショックになりやすいため注意が必要である。

(7) 脳血管障害

0～6.7%と報告されている。メタアナリシス (n=10037) によると平均発症率は 3.3±1.8 %であった。また無症候性塞栓症の塞栓症の頻度はさらに高い。

(8) 腎機能障害

術後腎障害 (AKI) は 12～28 %で生じ、独立した予後規定因子であると報告されている。AKI が生じると治らないため予後が悪化する。造影剤による腎障害が懸念されるため腎機能を維持することが非常に重要である。

(9) 低体温

deploy が終了すると、心拍出量が増加するため、再分布性体温低下が2回起こることを覚えておく。末梢を加温しておくことが非常に重要となる。体温が 35.5 °Cに達しない場合は挿管のまま ICU 入室とする。

9. 麻酔管理のポイント

(1) severe AS 患者の麻酔管理に習熟していること。

前負荷：左室コンプライアンスの低下をきたしているため、正常な1回拍出量を維持するには適切な前負荷の増大が重要である。

心拍数：心拍数は“低すぎず、高すぎず”を意識する。徐脈は心拍出量の低下をもたらす、頻脈は冠動脈血流が減少する。また拍出量を維持するためには、洞調律の維持が非常に重要である。(Afになると致命的。)

収縮力：1回拍出量は、高い拍出機能を保つことで何とか維持している状態である。

体血管抵抗：後負荷の大部分は狭窄した大動脈弁が原因であり、体血管抵抗が低下しても心拍出量は増加しない。AS 患者は心筋が肥大しており、心内膜下虚血が生じるリスクが高い。拡張期の血圧を適正に保つため、麻酔薬による末梢血管拡張に対してネオシネジン® (フェニレフリ

ン) などの α 刺激薬を使用して血圧を維持する。

- (2) 上記に挙げた合併症に対して、予防および早期に発見し、対応策を講じる。急変した際に直ちに人工心肺にのせれること(5分以内)
予想される術式(Bentall手術、上行置換術…etc)に対応でき、CPB weaning 困難(IABP留置の提案…etc)に対処できること。

常にイベント発生時のイメージを持っておくことが非常に重要。

10. 注意事項

- (1) 循環管理に際して、必ず1人は終始バイタルサインに集中しておくこと。
(2) rapid pacing 後はVigilance®のCI測定が停止するので再開するのを忘れないこと。

V. MEPを使用する手術の麻酔

1. はじめに

大血管手術、特に胸部下行大動脈瘤や胸部大動脈瘤手術後の合併症として、対麻痺の発生が5~15%ある。脊髄障害を軽減する目的で、低体温療法や脳脊髄液ドレナージ、大動脈末梢側灌流、肋間動脈再建、選択的肋間動脈灌流など脊髄保護対策が行われているが、脊髄障害はいまだ解決すべき重大な合併症の一つである。

術中の脊髄機能のモニタリングとして、体性感覚誘発電位 somatosensory evoked potentials(SEP)が広く行われているが、SEPは運動路ではなくあくまでも感覚路のモニターであり、疑陽性率が高く、その信用性には疑問があった。

近年、運動野刺激装置の開発や麻酔法の変化により、術中に運動誘発電位 motor evoked potentials(MEP)をモニターすることにより、その有用性が報告されている。全脊髄虚血や脊髄手術での機械的障害には、SEPよりもMEPのほうが鋭敏とされる。

MEPは、頭皮の電極から大脳運動野を刺激し、母指外転筋、前脛骨筋からの複合活動電位を導出する。これは、大脳運動領野から下行する運動索路、脊髄前角細胞、運動神経の機能が反映される。従って、SEPは脊髄の後ろ1/3、MEPは前2/3の部分の部分を反映するため、脊髄機能の評価として、脊髄後角細胞の指標にはSEPを、脊髄前角細胞の指標にはMEPをモニタリングすることが望ましい。

2. MEP測定に際しての留意点

- (1) 対象疾患： 胸部下行大動脈瘤、胸腹部大動脈瘤、脳神経外科、脊椎外科な

ど

(2) 麻酔説明：患者並びに家族には以下の説明を行う。

「刺激電極による頭部の軽度の火傷、ペーストによる頭髪の汚れ、軽度の筋肉痛が発生する可能性があることが、これらの発生頻度は低く、程度も非常に軽度であること、MEP のモニタリングは脊髄損傷の発生の予防に対し非常に有用」であることを説明する。

(3) 麻酔導入：通常と同じ。ロクロニウムは少なめで導入（ロクロニウム[®] 0.6mg/kg）

(4) 麻酔維持：

- ① TIVA：プロポフォールを4～6mg/kg/hr で投与するか、または TCI で2～4 μg/ml の濃度に設定して投与する。レミフェンタニルは適宜使用して BIS 値 60 前後にコントロールする。脳手術は TIVA で。
- ② 吸入麻酔薬：デスフルランは MEP に対する影響が少ないと報告されている。呼気終末濃度が 0.7～1.2MAC で維持する。脊髄手術では可能。

3. 心臓血管外科症例で MEP を使用するとき

(1) 麻酔導入：ドルミカム (0.5～1.0mg/kg)、フェンタニル、レミフェンタニル、ロクロニウム (0.6mg/kg)

(2) 麻酔維持：プロポフォールを4～6mg/kg/hrで投与するか、またはTCIで2～4 μg/mlの濃度に設定して投与する。BIS値60前後にコントロールする。ロクロニウムは5～7 μg/kg/minで持続投与する。レミフェンタニルは0.1 μg/kg/min程度で管理する。

*ロクロニウムは原液のまま、シリンジポンプで持続静注

*TOFで2/4になるように、また体動が出ないようにコントロールする

*ロクロニウムは導入用と維持用で別にシリンジに準備

*ロクロニウム、プロポフォール、レミフェンタニルは、別のルート（SGカテーテルのシースか CVP の proximal ルートなど）から投与

(3) ダブルルーメン気管支チューブの使用：胸腹部、胸部大動脈瘤の場合は、左開胸によるアプローチのため、また患側からの血液の垂れ込み防止のためブロンコキヤスを使用（気管支ファイバーにて確認）

(4) モニター：CVP (t)、SGカテーテル、TEE、BIS、INVOS、A-line は右手と右足（送血管を入れないほうに）。

(5) 脊髄保護対策：MEP をモニター、CSFD（脳脊髄液ドレナージ）、ナロキソン投与、ステロイド投与、硬膜外冷却など

① 脳脊髄液ドレナージ（Cerebrospinal fluid drainage; CSFD）

脊髄還流は、脊髄灌流＝血圧－髄液圧で規定されるため、脳脊髄圧の上昇による脊髄への血流低下を防ぐことを目的としドレナージする。

方法は、手術室入室後、体位を右側臥位にし、刺入点は L3/4 または L4/5 とし、リコールの逆流を確認し 8cm ほどカテーテルを頭側に挿入。出血をさせないように注意！カテーテルは抜けないようにしっかりと固定し（1,2 針縫合してもよい）、術野にかからないように右側に硬膜外カテと同様の方法で固定する。脳外科の SAH 時に使用する脳室ドレナージセット（ICU から借りる）を接続し、脊椎の高さから 15cmH₂O に設定。ドレーンバックを開放とする。ドレナージが急激すぎると脳出血の危険性が示唆されているため、最大 20ml/hr を超えないようにする。術後、ICU 移動時はクレンメを clamp し、ICU でも同様に 15cmH₂O にて開放。術後 3 日ほど留置する。感染に注意！

② ナロキソン投与

脊髄ではオピオイドにより虚血耐性が弱くなると言われているため、脊髄保護目的にオピオイド拮抗薬が投与される。

方法は、ナロキソン 1 mg (5 A) を 50ml に希釈し、1 μg/kg/hr で clamp 前より投与。術後も ICU にて持続投与する。注) ナロキソンは 1 A=0.2mg/1ml

【ナロキソン投与時の注意】

ナロキソン使用時は、麻薬投与禁！しかし、麻薬を使用しなければ麻酔はできない→導入時やヘパリンを投与する少し前までは使用可！

その後はケタラール 1~2mg/kg/hr で手術終了時まで、血行動態の変化にはケタラールを増量することにより対応する。

③ ステロイド

メチルプレドニゾロン（プリドール）1g 静注、または 30mg/kg slow iv 。その後 130mg/kg を 24 時間かけて持続静注。

④ ラジカット

中枢神経障害時のフリーラジカル産生を抑制することによって神経保護効果があると言われている。1 パック（30mg）を 30 分かけて再灌流時に投与

⑤ 硬膜外冷却

有効と言う報告もあるが、エビデンスとしては不十分

4. 心臓血管外科症例における MEP（myogenic MEP）測定の実際

(1) 経頭蓋電気刺激： 国際法 10-20 の C3、C4 に刺激電極を置き、400~800V、500Hz、5 連、刺激間時間 2msec で刺激

(2) 記録： 短母指外転筋、前脛骨筋、前腓腹筋に記録電極を筋膜上が陰極、遠位腓上が陽極になるようにおいて導出

(3) ノイズ対策： 使用する機器はできる限り誘発電位装置や電極コードから

遠ざけておく。パルスオキシメータ・圧トランスデューサーコードも電極から遠ざけたほうがよい。また電極コードの場所は他の機器と一緒に使用しない。

(4) 刺激時期： 手術開始前（コントロール）、開始時、人工心肺開始時、clamp前、clamp。

10分間は2分毎、その後は5分毎にdeclampまで、declamp直後、declamp後は10分毎

(5) 評価法：

① コントロールでMEP波形が消失？

電極確認、TOFで筋弛緩状態を確認、ロクロニウムを調節する
→コントロールが取れるまでは手術開始しない

② 人工心肺開始時に送血側のMEP波形が消失？

大腿動脈に送血管を挿入すると同側の下肢からのMEPは低下する可能性があるので気にしない

→送血側と反対側でMEPをモニタリング

③ clamp後に上肢、下肢のMEP波形が消失？

筋弛緩や麻酔薬による影響

→プロポフォール、ロクロニウムなどの投与量を調節する

④ clamp後に下肢のみのMEP波形が消失？

3度刺激しても消失していれば術者に報告＝脊髄虚血の疑い大

→肋間動脈の再建、脊髄保護の検討を

⑤ clamp時のMEPの変化に対する対索

i. 下半身の灌流圧を上げる

ii. 大動脈遮断の位置を変更する

iii. 肋間動脈にカニューレーションして灌流する

*各肋間動脈をclampした際にMEPが変化する→その動脈の再建の必要性を判定

*低血圧（平均血圧 80mmHg を目標に管理する）、低体温（28℃）では、潜時、振幅共に MEP に影響する

W. 血友病を合併する手術の麻酔

血友病患者に対して凝固因子製剤を輸注した結果、凝固因子に対する同種抗体（インヒビター）が発生することがある。インヒビターをもつ血友病Aの有病率は4.8～6.5%、血友病Bでは3.5～5.2%と報告されている。

手術時の止血管理には、インヒビターがない場合とある場合で管理方法が異なる。

1. インヒビターがない場合

凝固因子製剤の必要投与量を参考にして補充療法を行う。持続輸注が推奨されている。

(1)凝固因子製剤の必要投与量

<p>第Ⅷ因子： 必要投与量(単位)＝ 体重(kg)×目標ピークレベル(%)×0.5</p> <p>第Ⅸ因子： 必要投与量(単位)＝ 体重(kg)×目標ピークレベル(%)×[0.75～1] (または第Ⅷ因子の必要投与量の1.5～2倍量)</p> <p>各項目で示されるボラス投与での反復投与の場合、血友病Bに対して第Ⅸ因子を投与する場合の投与間隔については、第Ⅷ因子の約2倍とする。</p>
--

(2)手術・処置における補充療法

処置・手術	補充療法
関節手術	トラフ因子レベル80～100%を目標とした持続輸注とし、5～10日間継続する。術後理学療法開始までの期間はピーク値100%を目標に12～24時間毎にボラス投与を行うか、減量して持続輸注を継続する。理学療法開始後は、経過に応じて目標ピーク因子レベル20～80%から選択して24時間毎もしくは3回/週投与を継続する。
開腹・開胸・開心・開頭などの全身麻酔下手術	トラフ因子レベル80～100%を目標とした持続輸注とし、5～10日間以上継続する。術後は全抜糸を目安にピーク値100%を目標に12～24時間毎にボラス投与を行うか、減量して持続輸注を継続し、経過に応じて漸減・中止する。

注6 血友病患者に対して比較的多く行われる歯科処置、整形外科的処置・手術においては、一般に圧迫や創面の縫合により止血が期待できない場合が多く、この点注意を要する。

【インヒビターのない血友病患者の急性出血・処置・手術における凝固因子補充療法のガイドライン】

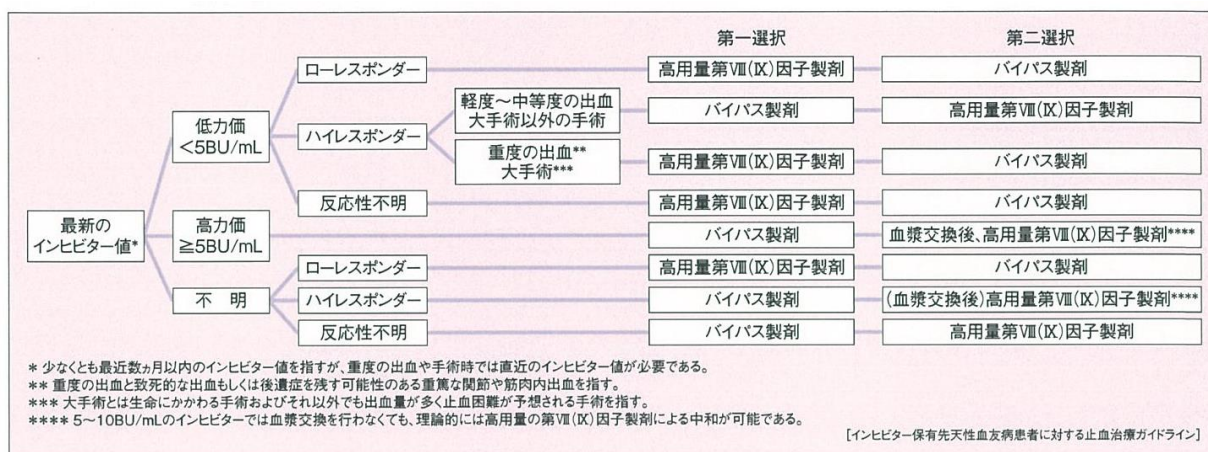
2. インヒビターがある場合

治療製剤の選択には、最新のインヒビター値、インヒビターの反応性（ハイレスポonder、ローレスポonder、反応不明）、手術の内容がポイントになる。

「インヒビター保有血友病患者に対する治療製剤選択のアルゴリズム」に沿って治療を行う。

インヒビターがあると第Ⅷ因子や第Ⅸ因子を投与しても凝固経路は活性化しないため、迂回（バイパス）して、第Ⅱ、Ⅶ、Ⅸ、Ⅹ因子およびこれらの活性化された因子を含む「活性化プロトロンビン複合体製剤(APCC)」や「活性化第Ⅶ因子製剤（ノボセブン®）」を投与する。

インヒビター保有血友病患者に対する治療薬剤選択のアルゴリズム



X. 小児心疾患患者の麻酔

当院では小児心臓外科手術は施行しておらず、当院で遭遇する可能性のある先天性心疾患（CHD : congenital heart disease）患者は非心臓手術の麻酔時であろう。最近では CHD 患者の予後が向上しており麻酔を行う機会も増えている。

1. 成人期に問題となる CHD

CHD の診断や手術の進歩により、近年は 95%以上の CHD が救命され、90%以上が成人期に達するようになった。小児期に順調に経過した CHD 患者も、成人期に入ると以下のような様々な問題を引き起こす。このような成人患者が、修復術以外にも他の疾患や分娩で麻酔管理を必要とする場合、その病態に応じた麻酔管理が必要になる。

(1)心房中隔欠損(ASD)

右心不全、三尖弁閉鎖不全、僧房弁閉鎖不全、肺高血圧（Eisenmenger 症候群）、心房頻拍、心房細動、奇異性塞栓による脳梗塞

〈成人期の手術〉：経皮的心房中隔欠損閉鎖術、 $Q_p/Q_s \geq 2$ で経皮的手術の適応外の時は開心術、不整脈に対するカテーテルアブレーション

(2)心室中隔欠損(VSD)（大動脈弁下型）

大動脈弁尖の逸脱による大動脈閉鎖不全、Valsalva 洞破裂

(3)ファロー四徴症(TOF)

右室流出路狭窄や肺動脈閉鎖不全による右室拡大および右心不全、心房頻拍、心室頻拍、心室細動、左心不全、大動脈弁輪拡大、大動脈弁閉鎖不全、上行大動脈の拡大

〈成人期の手術〉：術後の肺動脈閉鎖不全が強い場合は生体弁か

Goretex 弁付きパッチによる右室流出路再建術、カテーテルインターベンション (Melody Transcatheter Pulmonary Valve)

(4)大動脈縮窄(CoA)術後

縮窄遺残による高血圧

縮窄遺残のみられない症例での運動時の高血圧

(5)完全大血管転移

①心房内血流転換術 (Mustard 手術、Senning 手術) 後の三尖弁 (体心室房室弁) 閉鎖不全、右心 (体心室) 不全

② 大血管転換術後の末梢性肺動脈狭窄、大動脈弁輪拡大、大動脈弁閉鎖不全、冠血流障害

(6)修正大血管転移

①Conventional repair 後の三尖弁 (体心室房室弁) 閉鎖不全、右心 (体心室) 不全、心房頻拍、心房細動粗動

① Double switch 術 (Senning 術+Jatene 術、Rastelli 術+VSD 閉鎖術) 後の心房頻拍、右心不全、房室伝導障害

(7)Ebstein 病

(WPW 症候群による) 心房頻拍、右心不全、右心室の著しい拡大による左心不全、心室頻拍

(成人期の手術): 不整脈に対してカテーテルアブレーション、NYHA III 以上の右心不全に対して三尖弁の形成術 (Carpentier 法、Danielson 法)

(8)単心室疾患 (単心室、三尖弁閉鎖、肺動脈閉鎖、左心低形成、内臓錯位症候群など) の Glenn 手術および Fontan 手術後

房室弁閉鎖不全、右心 (体心室) 不全、うっ血肝、肝硬変、蛋白漏出性胃腸炎、腹水貯留、耐糖能異常、静脈血栓、肺塞栓、静脈シャント、肺動静脈シャント、胸水貯留、心房頻拍、心室頻拍、洞機能不全、房室ブロック

2. CHD 患者の術前評価のポイント

(1) CHD の種類 現在の状況の把握 (未治療・姑息術後・根治術後のどの段階なのか)

(3)既往歴: 出生歴、手術歴、麻酔歴

(4)合併症の有無 基礎となる症候群の有無、気道系の合併症の有無
*CHD 患者は基礎に何らかの症候群を持つことが多く、その症候群特有の問題点があり重要

(5)身体所見: 身長・体重、普段のバイタルサイン、聴診 (心雑音、不整脈の有無)、胸郭変形の有無。

- (6) チアノーゼの有無：あればいつ出現するのか(啼泣時、哺乳時など)。
 通常時、啼泣時の SpO₂ 値。
 心不全徴候の有無：乳幼児では頻呼吸、哺乳不良、体重増加不良が見られる。
 無酸素発作(anoxic spell)の有無
- (7) 普段の生活状況：ぱっと見て元気か否か。これが一番重要なポイント。
 学童以上であれば運動制限の有無などの確認。

3. CHD 患者の麻酔を行う上のポイント

CHD では血行動態の理解が重要で、血液の流れ、シャント部位・方向・流量の多少、閉塞病変の部位・程度、両心室の大きさ等を把握する。そして、CHD に特有かつ重要なポイントとして、肺血流が増加しているのか、減少しているのかに着目し、絶妙なバランスを保っている肺血流 (Q_p) と体血流 (Q_s) を麻酔中も適切に保つことが大切である。この血流を大きく左右する肺血管抵抗 (PVR: pulmonary vascular resistance)、体血管抵抗 (SVR: systemic vascular resistance) は我々の麻酔管理が大きく影響しうる。特に換気条件、FiO₂ に左右される肺血流をコントロールすることが鍵となる。

肺血流が多い疾患： PVR を上昇させる ⇒ FiO₂ ↓、低換気、
 平均気道内圧 ↑、PEEP

肺血流が少ない疾患： PVR を低下させる ⇒ FiO₂ ↑、過換気、
 平均気道内圧 ↓、NO 吸入

「PVR に影響する因子」

PVR 増加	PVR 減少
低 O ₂ 血症 (FiO ₂ ↓)	O ₂ 投与 (FiO ₂ ↑)
高 CO ₂ 血症	低 CO ₂ 血症
アシドーシス	アルカローシス
平均気道内圧 ↑	平均気道内圧 ↓
高い PEEP	適切な PEEP
高ヘマトクリット	低ヘマトクリット
交感神経刺激	交感神経遮断
浅麻酔	深麻酔
咳、喉頭痙攣、啼泣	自発呼吸
無気肺	無気肺の予防
低体温	血管拡張薬、NO 吸入

4. 特殊な血行動態で麻酔時に注意を要する Fontan 型循環の麻酔の注意点

Fontan 型手術は一言で言うと単心室修復術である。先天性の構造欠陥により二心室修復が不可能な場合に行い、根治手術というより最終的姑息手術である。

Fontan 型手術の目的は、肺血流を増やし動脈血酸素含量を増やすことと、肺動脈の成長を促すことである。

以下は Fontan 型手術の流れである。

(1) BT shunt (Blalock-Taussig shunt)

鎖骨下動脈から肺動脈に血液が流れるようにシャントを作成する手術。原法は鎖骨下動脈を離断し直接肺動脈に吻合していた（下図左）が、最近は変法（modified BT shunt）と言って鎖骨下動脈と肺動脈を人工血管で接続するもの（下図右）が一般的である。

両肺換気での至適 SpO2 : 80%程度（単心室 : SpO2 75%。両心室 : SpO2 80-85%）。



Blalock-Taussig手術(原法)

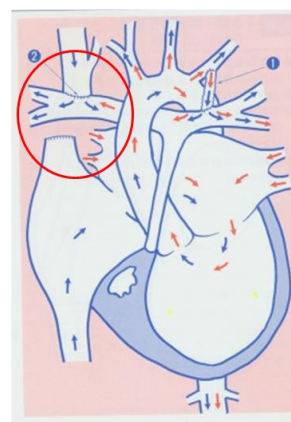


Blalock-Taussig手術(変法)

(図解 先天性心疾患 医学書院 2007より)

(2) Glenn 手術

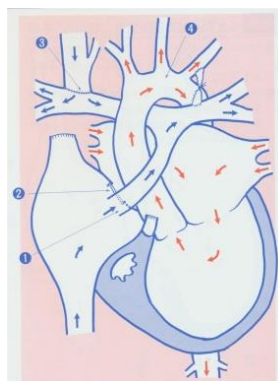
上大静脈を切断し頭側端を右肺動脈へ端側吻合する手術（右図）。上大静脈からの血液は左右の肺動脈に流れるため両方向性 Glenn とされる。Fontan 型手術の適応となるものに行い肺血流不足、心臓への容量負荷（BT shunt では肺静脈還流血も増加し容量負荷となる）軽減のために行う。



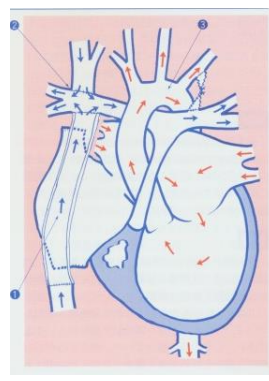
Glenn 手術

(3) Fontan 手術

Glenn 手術に加えて下大静脈からの血液を肺動脈に流れるようにする手術。古典的には肺動脈を肺動脈弁上部で切断し右心耳に吻合し、肺動脈を右房に直結していた（下図左）。しかし不整脈などの問題が多く、最近では変法 TCPC（total cavopulmonary connection）手術という人工血管を用いて下大静脈からの血液を右肺動脈に導く手術（下図右）が主流となっている。



Fontan 手術



Fontan 手術変法(TCPC)

Fontan 型循環の最大の特徴は右室という肺循環心室を欠いていること、つまり肺循環が大静脈圧と心房圧との落差によって流れていることである。つまりこの循環が成立するためには以下の基本的条件が必要となる。

- ① 肺血管抵抗が低い
- ② 心機能がよい（悪いと心房圧が高くなるため流れない）
- ③ 房室弁の逆流がないこと（逆流があると心房圧が高くなり流れない）

これらのいずれかが成り立たないと肺に血流が流れない。上記で Fontan 型手術後の患児に一般的に起こりうることとすれば上気道炎等で PVR 高値となることや脱水で静脈圧が保たれない時だが、その際は Fontan 型循環が破綻してしまうため、CHD 児では特に注意したい。

次に Fontan 型手術後の児に麻酔を施行する時の注意点を以下に示す。

〈術前評価で注意する点〉

- ① 不整脈が出ていることがある
- ② 凝固系が亢進していることがある
- ③ 根治術後も肺血管抵抗が高くチアノーゼが進行していたり側副血行路が発達していたりする。
- ④ 腹水・胸水・蛋白漏出胃腸症などがみられることがある。
- ⑤ 以前の BT shunt などの影響で手の血圧に左右差がありうる。

〈麻酔中の管理で注意する点〉

- ① 全身麻酔＋陽圧換気で血圧が低下することがある。
麻酔自体で SVR が低下すること、自発呼吸の方が PVR を低く保てることから結果的に SpO₂ 低下、血圧低下が起こりうる。
- ② 気道内圧は低め、PaCO₂ は高くなりすぎぬようにし PVR を低く保つ。
- ③ 十分な輸液を行い、CVP(6-15mmHg)を保ち肺循環を保つ
- ④ 血栓塞栓症の可能性があり術前から輸液を行うと共に抗凝固療法を中断する期間を短くする。
- ⑤ 5%セボフルランは短時間なら耐えるが血圧低下があれば濃度を下げる必要がある。
- ⑥ 血圧が下がる場合は輸液に加えてカテコラミンが必要になることもある。
- ⑦ 感染性心内膜炎予防のために抗生剤を投与する。

Fontan 型手術の長期予後は不明だが、今後は Fontan 型手術後の成人患者が増加し種々な手術に立ち会う機会が増加すると思われ十分な理解と準備が必要である。

5. 成人 CHD 患者の妊娠出産

(1)妊婦の血行動態

妊娠により循環血液量は約 40～50%増加し、心拍出量も約 30～50%増加する。一方、体血圧、体血管抵抗は低下する。このため多くの先天性心疾患では心機能は低下する。

(2)妊産婦死亡の高い疾患

- ① 肺血管閉塞性疾患 (Eisenmenger 症候群)
- ② チアノーゼ性心疾患：妊娠による体血管抵抗低下により右左シャントが増加してチアノーゼは増強する。
- ③ 左室流出路狭窄および大動脈狭窄 (圧較差 40～50mmHg 以上)
- ③ NYHA III 以上の心不全 (EF<40%)
- ④ 人工弁置換術後、大動脈弁病変を伴うマルファン症候群、心機能低下がみられる Fontan 術後など

(3)ワルファリン内服の場合

ワルファリンは催奇形性があるため、妊娠初期に一時的にヘパリンに置換する。

Y. 緊急手術の麻酔

1. マンパワーの不足

予定手術と異なり限られた人数で、限られた時間内に可能な限りの準備をしなければならない。迅速な術前診察でルートがあるか A ラインはあるか CV は、などの情報をできるだけ早く得た方が効率的。超緊急症例の場合は、術前訪問の際にルート情報をライターに電話する。

2. 情報収集の困難性

意識低下、激痛などにより患者からの情報収集が困難、事態の緊急性のために情報収集する時間がない、等々情報収集が困難。ゆえに、家族、カルテ、主治医からの情報収集を行う。特にいつ最後の飲食したか？などをできる限り聞き出す。どんなに急いでいても誤嚥だけは防ぎたい。

3. 全身状態の把握が困難

十分な術前検査がないので、全身状態の把握は難しい。いろいろな場面を想定して対処を考えておく。たとえば交通事故などで出血の可能性がある症例では、肉眼的に確認出来ない潜在的な出血（腹腔内、胸腔内、骨盤内など）により hypovolemia に陥っている可能性がある。

家族から内服していた薬や既往歴、アレルギーなど出来る限り多くの情報を収集する。

4. フルストマック

手術に際しては誤嚥の防止のために 6 時間以上の絶食が必要とされている。しかし、緊急手術患者では 6 時間絶食しているとは限らない。ゆえに不明な場合は、すべてフルストマックとして扱い、導入は迅速導入 (Rapid sequence induction; RSI) で行う。飲食後十分時間が経過していても、外傷、腹痛などにより消化運動が停止することが多いので、いかなるケースでも RSI を原則とする。フルストマックが少しでも疑われる患者では病棟で胃管チューブを入れてもらっておくこともあるので指導医に相談する。

5. 術前に得ておきたい情報

①患者の基本情報

氏名、年齢、性別、体重、身長、血型、術前合併症の有無、術式、最終経口摂取時間 (何をいつどれくらい食べたか)、開口後屈、マスク換気が出来るかどうか (いびき、小顎かどうか、ヒゲに注意)、困難気道が予想されるかどうか

②ルートチェック

末梢に何ゲージがどこに入っているか？ A ライン、中枢 (ルーメン数、ゲー

〈豆知識〉

交通事故の略語は TA(traffic accident) より、MVA (motor vehicle accident) がよく使われる。

ジ数?)の有無、投薬状況(何がどこからどれだけ?)

③輸血の準備は?

出血が予想される症例では必ず確認。原則は輸血があがってから麻酔導入。

④患者の既往歴の検索

患者の意識がなければほぼ不可能。しかしできる限りの情報(特に心肺系の情報とアレルギーの有無)を患者家族や紹介状等より聞き出す。特に心臓に関する合併症は重大。術前の心電図のチェックは必須。

6. 緊急時の準備

1) 薬剤

循環動態の不安定が疑われる患者さんにはアトロピン、エフェドリン、フェニレフリン等の循環作動薬は必須。

ショック患者の麻酔導入にはケタミン(麻薬処方)を用いる。

RSIの場合はスキサメトニウムをオーダー。

2) その他の器具等

吸引チューブは必ず準備。少しでも挿管困難が予想される場合は挿管困難セットの準備が必要。エアウェイスコープ[®]などのビデオ喉頭鏡を用意する。

2. 悪性高熱症

「悪性高熱症患者の管理に関するガイドライン2016」参照

1. 疫学

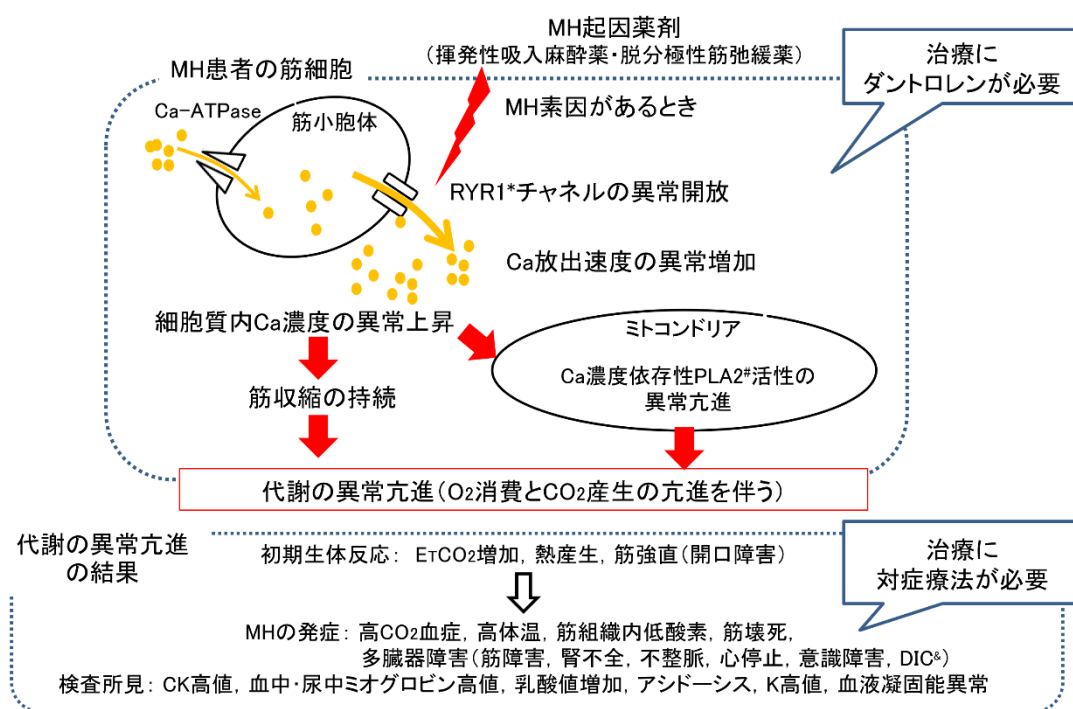
悪性高熱症 (malignant hyperthermia; MH) は全身麻酔10万例に1~2人の頻度で歯証する。男女比は3:1で男性に多い。ダントロレンを使用した症例での死亡率は10%以下である。

2. 病態生理

素因者では、骨格筋細胞内のカルシウム (Ca) 貯蔵庫である筋小胞体から細胞内への Ca 放出機構が異常に亢進している。

ハロタン、イソフルラン、セボフルラン、デスフルランなどの全ての揮発性吸入麻酔薬、およびスキサメトニウムなどの脱分極性筋弛緩薬が誘発薬である。

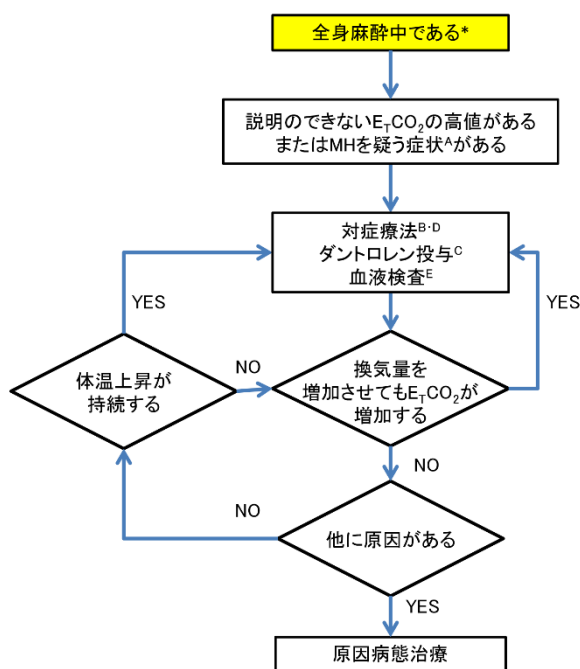
図1 悪性高熱症 (MH) の発症機構と治療薬の作用



(注)*RYR1: 1型リアノジン受容体, #PLA2: ホスホリパーゼA2, &DIC: Disseminated Intravascular Coagulation

3. 対処

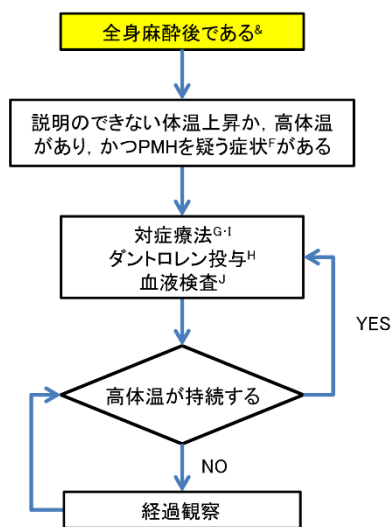
図2 悪性高熱症(MH)の治療手順



(注1) *「安全な麻酔のためのモニター指針」を遵守した上で、体温とE_TCO₂の連続モニターがなされていること
 (注2) 図中の肩文字A,B,C,D,Eは右のチェック項目に対応
 (注3) DIC: Disseminated Intravascular Coagulation

4. エアレーション

図3 術後悪性高熱症(PMH)の治療手順



(注1) &術後悪性高熱症(PMH)の多くは術後30分以内に発症し、術後2時間以内におよそ70%が、24時間以内におよそ90%が発症している
 (注2) 図中の肩文字G,H,I,Jは右のチェック項目に対応
 (注3) DIC: Disseminated Intravascular Coagulation

(1) 緊急時

A: MHを疑う症状

- 説明のできないE_TCO₂の高値
- 原因不明の頻脈
- 体温上昇速度 ≥ 0.5°C/15分
- 体温 ≥ 38.8°C
- 開口障害
- 筋強直
- コーラ色の尿
- 代謝性アシドーシス (BE ≤ -8.0)
- PaCO₂ < E_TCO₂

B: 対症療法(直ちに実施すべき)

- 緊急事態宣言
- 起因薬剤の投与中止・静脈麻酔に変更
- 人手を集め、手術の早期終了を要請
- 高流量酸素投与・分時換気量を2倍以上で換気

C: ダントロレン投与(直ちに実施すべき)

- 専用末梢ラインを確保
- 1瓶20mgあたり注射用蒸留水60mlで溶解
- 1mg/kg(できれば2mg/kg)を15分で投与
- 症状により適宜増減し、最大投与量は7mg/kgまで

D: 対症療法

- 動脈圧ラインを確保
- 冷却生理食塩水(最大50~60 ml/kg)を投与
- 体表冷却(室温を下げ、室温で送風)
- 不整脈治療(Ca拮抗薬は投与しない)
- 他の対症療法: グルコース・インスリン療法、利尿、酸塩基平衡補正など
- (可能なら)気化器を取り外して麻酔回路を交換

E: 推奨する血液検査の種類と実施時期

血液検査: 血液ガス分析, 血糖, 電解質, 乳酸, CK, ミオグロビン定性・定量(尿も), 生化学(腎機能, 肝機能), DIC検査のための血液凝固系
 実施時期: 発症時・30分後・4・12・24・48時間後を推奨

F: PMHを疑う症状

- 説明のできないE_TCO₂の高値
- コーラ色の尿
- 代謝性アシドーシス (BE ≤ -8.0)
- 高CK血症
- 高ミオグロビン血症

G: 対症療法(直ちに実施すべき)

- 麻酔科医へのコンサルト
- 気管挿管(プロポフォール, ロクロニウム)
- 人工呼吸管理(過換気とする)
- 静脈麻酔の開始・維持
- ダントロレンの準備

H: ダントロレン投与(直ちに実施すべき)

- 専用末梢ラインを確保
- 1瓶20mgあたり注射用蒸留水60mlで溶解
- 1mg/kg(できれば2mg/kg)を15分で投与
- 症状により適宜増減し、最大投与量は7mg/kgまで

I: 対症療法

- 動脈ラインを確保
- 冷却生理食塩水(最大50~60 ml/kg)を投与
- 体表冷却(室温を下げ、室温で送風)
- 不整脈治療(Ca拮抗薬は投与しない)
- 他の対症療法: グルコース・インスリン療法、利尿、酸塩基平衡補正など

J: 推奨する血液検査の種類と実施時期

血液検査: 血液ガス分析, 血糖, 電解質, 乳酸, CK, ミオグロビン定性・定量(尿も), 生化学(腎機能, 肝機能), DIC検査のための血液凝固系
 実施時期: 発症時・30分後・4・12・24・48時間後を推奨

- ・現在のエアレーションで緊急時でも対応可能と考える（吸入麻酔を使用した後の麻酔器と手術室でも、現行のエアレーションと室内換気で問題ない程度まで残存吸入麻酔濃度は低下すると思われる）。
- ・緊急度合により時間的猶予がない場合は、吸入麻酔を使用していない人工呼吸器を使用し静脈麻酔で行う。個々の症例に対し対応する形になるが、時間の許す限り、現在のエアレーション対応を行う。

(2) 適応症例

- ①筋疾患の疑いで筋生検を施行するもの
- ②悪性高熱症の手術・麻酔歴、また家族に悪性高熱症の既往を持つもの
- ③熱中症および運動誘発性横紋筋融解症の既往および家族歴を持つもの
- ④悪性高熱症と関連性が疑われる疾患を持つもの
 - ・ Central Core Disease
 - ・ Multi-minicore Disease
 - ・ King-Denborough 症候群
 - ・ Congenital fiber type disportion (CFTD)
 - ・ 筋細管性ミオパチー
 - ・ 筋ジストロフィー
 - ・ ウルリッヒ
 - ・ Charcote-Marie-Tooth 病
- ⑤高 CK 血症 1 万以上のものは考慮するがそれ以下の患者については個々の症例で対応を検討

(3) 筋生検を行い診断が確定した児にエアレーションは必要か？

原則、小児の筋生検では、上記④以外の疾患であってもエアレーション対応とする。

第4部 ペインクリニック

A. 痛みの分類

1. 痛みの定義

「実際の組織損傷や潜在的な組織損傷に伴う、あるいはそのような損傷の際の言葉として表現される、不快な感覚かつ情動体験」

2. 急性痛と慢性疼痛

(1) 急性痛

： 急性の疾患やけが、手術後に経験する痛みで、侵害受容器の興奮によって生じる。その持続時間は、組織の修復期間を超えない。

(2) 慢性疼痛： 治療に要すると期待される時間の枠を超えて持続する痛み、あるいは進行性の非がん性疼痛に基づく痛みである。その持続時間は、組織の修復期間を超えて、3か月以上続く。

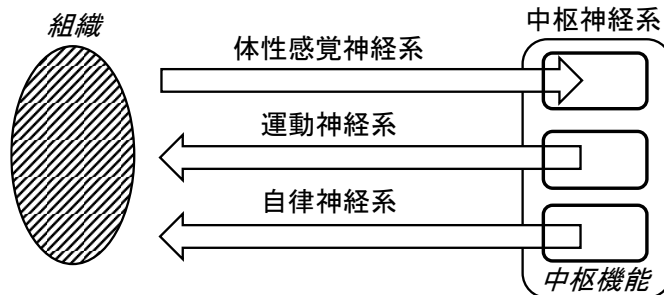
※疾病および関連保険問題の国際統計分類第11版(ICD-11)における慢性疼痛（3か月以上続くあるいは再発する痛み）の分類

1. 一次性慢性痛	
1. 1 広汎性一次性慢性痛(線維筋痛症を含む)	1. 2 局在性一次性慢性痛(非特異性腰痛、慢性骨盤痛を含む)
1. x その他の一次性慢性痛	1. z 一次性慢性痛としか分類できないもの
2. がん性慢性痛	
2. 1 がんと転移による慢性痛	2. 2 抗がん剤による慢性痛
2. 3 がん手術後の慢性痛	2. 4 放射線治療後慢性痛
2. x その他のがん関連慢性痛	2. z がん性慢性痛としか分類できないもの
3. 術後および外傷性慢性痛	
3. 1 術後慢性痛	3. 2 外傷後慢性痛
3. x その他の術後および外傷性慢性痛	3. z 術後および外傷性慢性痛としか分類できないもの
4. 慢性神経障害性疼痛	
4. 1 末梢性神経障害性疼痛	4. 2 中枢性神経障害性疼痛
4. x その他の神経障害性疼痛	4. z 神経障害性疼痛としか分類できないもの
5. 慢性頭痛および口腔顔面痛	
5. 1 一次性慢性頭痛	5. 2 二次性慢性頭痛
5. 3 慢性口腔顔面痛	5. z 頭痛及び口腔顔面痛としか分類できないもの
6. 慢性内臓痛	
6. 1 持続する炎症による慢性内臓痛	6. 2 血管性の慢性内臓痛
6. 3 閉塞や膨張による慢性内臓痛	6. 4 牽引や圧迫による慢性内臓痛
6. 5 複合性の要因による慢性内臓痛	6. 6 他の部位からの関連痛としての慢性内臓痛
6. 7 がんによる慢性内臓痛	6. 7 機能的もしくは説明不能な慢性内臓痛
6. x その他の慢性内臓痛	6. z 慢性内臓痛としか分類できないもの
7. 慢性筋骨格系痛	
7. 1 持続する炎症による慢性筋骨格系痛	7. 2 骨関節の構造的な変化に伴う慢性筋骨格系痛
7. 3 神経疾患に伴う慢性筋骨格系痛	7. 4 非特異性の慢性筋骨格系痛
7. x その他の慢性筋骨格系痛	7. z 慢性筋骨格系痛としか分類できないもの

3. 侵害受容性疼痛、神経障害性疼痛、侵害可塑性疼痛(神経可塑性疼痛?)

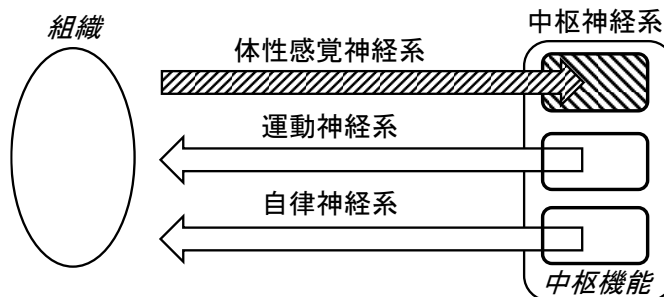
(1) 侵害受容性疼痛、侵害受容痛、 nociceptive pain

- ・定義「神経組織以外の生体組織に対する実質的ないしは潜在的な傷害によって、侵害受容器が興奮して起こる疼痛」



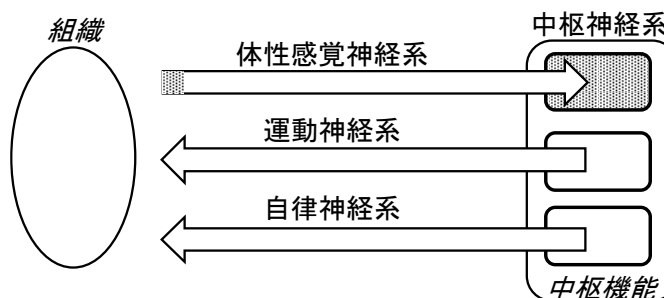
(2) 神経障害性疼痛、神経障害痛、ニューロパシクペイン、neuropathic pain

- ・定義「体性感覚系の病変や疾患によって引き起こされる疼痛」
- ・体性感覚系は内臓を含む体の情報を伝える神経を指す
- ・運動神経系の異常による痙性麻痺に伴う筋筋膜性疼痛、片頭痛、線維筋痛症、うつ病や身体症状性障害による痛みは含まない



(3) 侵害可塑性疼痛 (神経可塑性疼痛?)、nociplastic pain

- ・定義「末梢の侵害受容器を活性化させる生体組織に対する実質的ないしは潜在的な傷害や、疼痛を生じる体性感覚系の病変や疾患の明らかな証拠がないにも関わらず、侵害受容の変化によって生じる疼痛」
- ・侵害受容性疼痛と組み合わせて生じることがある。



B. 神経障害性疼痛

1. 症状

(1) 自発痛 spontaneous pain

持続するしびれ感、燃えるような痛み。発作性の刺すような痛み。

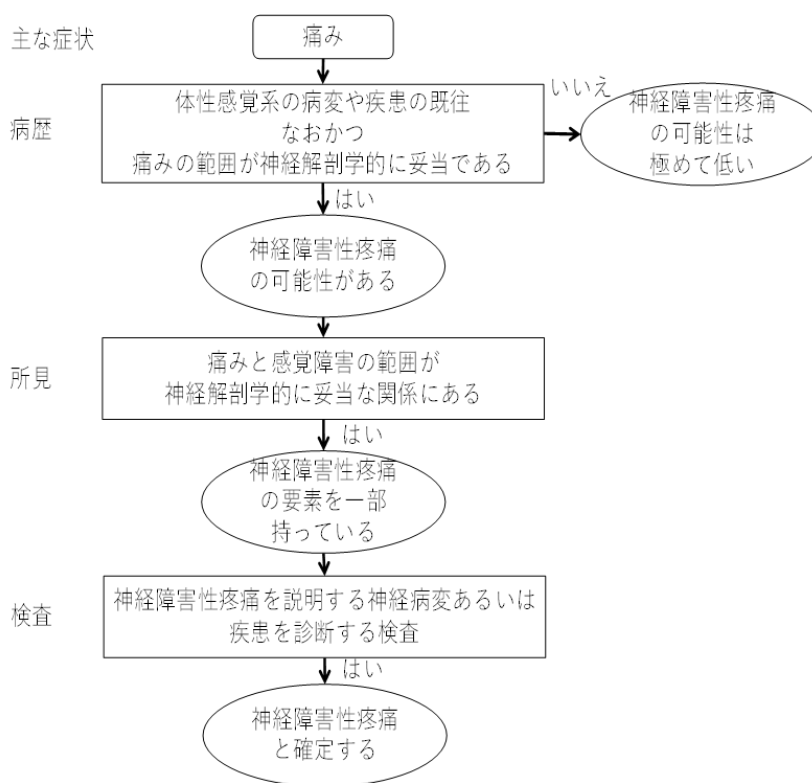
(2) 痛覚過敏 hyperalgesia

痛みを感じる刺激を加えると、通常より強い痛みとして認識する

(3) アロディニア allodynia

正常では痛みを生じないような弱い刺激で痛みを生じる。

2. 診断



Finnerup NB, et al. Pain. 2016 ;157:1599-606

3. 補助診断

- PainDETECT
- Douleur Neuropathique 4 (DN4) questionnaire

DN4は7つの問診項目と3つの診察項目からなり、10項目中、4項目以上が当てはまると神経障害性疼痛を疑う。

第4部 ペインクリニック

DN4

患者への問診

質問1：痛みにいずれかの特徴がありますか。

- | | |
|--------------|--|
| 1. 焼けるような痛み | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |
| 2. 冷たく感じる痛み | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |
| 3. 電気が走る様な痛み | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |

質問2：その同じ部位の痛みは次のいずれかの症状を伴いますか。

- | | |
|----------------------|--|
| 4. ピリピリ感じる | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |
| 5. 針に刺されるように感じる | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |
| 6. にぶい又はしびれているように感じる | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |
| 7. かゆく感じる | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |

診察

質問3：痛みを感じる部位の触診を受けた際、下記の特徴があるか。

- | | |
|------------------------|--|
| 8. 触れられることに対する知覚低下 | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |
| 9. チクチク刺すような痛みに対する知覚低下 | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |

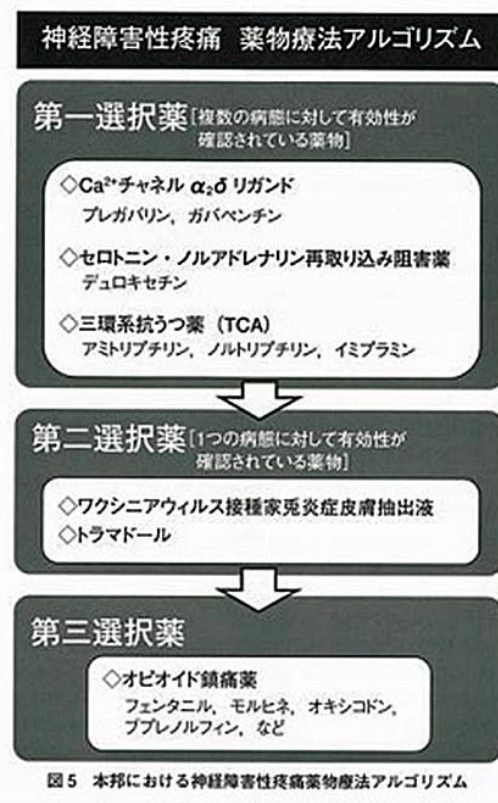
質問4：痛い部位においてその痛みは、下記によって引き起こされたり増したりするか。

- | | |
|----------|--|
| 10. 軽くなる | はい <input type="checkbox"/> いいえ <input type="checkbox"/> |
|----------|--|

点数 / 10

(はいの数)≥4の場合、テストは陽性

4. 薬物療法



第5部 緩和ケア

A. 緩和ケアについて

1. 緩和ケアとは

(1) 緩和ケアの定義(WHO, 2002年)

- ・生命を脅かす疾患に起因した諸問題に直面している患者と家族のQOLを改善するアプローチ。
- ・痛み、その他の身体的、心理、社会的、スピリチュアルな諸問題の早期かつ確実な診断、早期治療と対応によって苦痛の予防と苦痛からの解放を実現。

2. 全人的苦痛 total pain

- ・Cicely Saunders が苦しみの捉え方として全人的苦痛という概念を提唱。

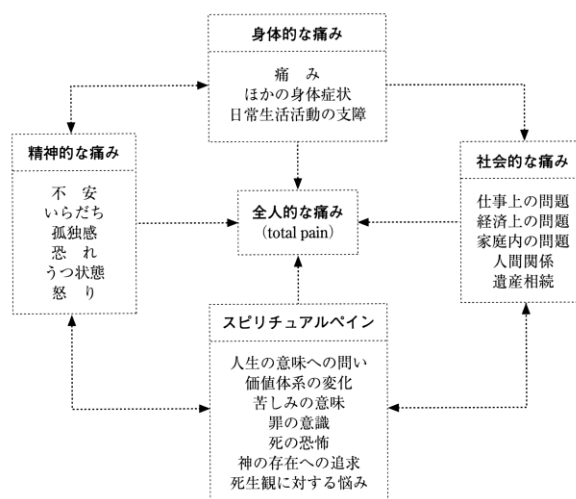


図4 Total painの理解

3. 生命倫理の原則

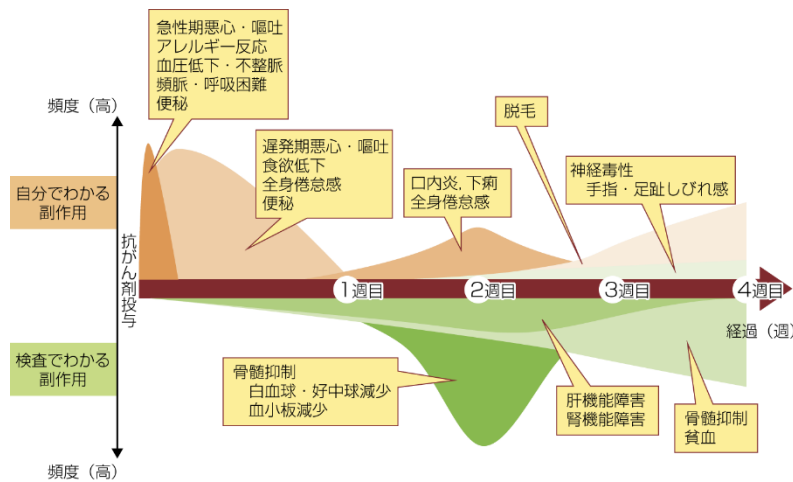
- (1) 米国型四原則： 自律尊重原則、無加害原則、与益原則、正義原則
- (2) 欧州型四原則： 自律原則、尊厳原則、不可侵原則、弱さ原則

※与益原則と無加害原則が共に満たされない場合（例えば、苦痛が強く深鎮静が必要と考えられる場合、苦痛が緩和されるだけの鎮静薬の投与は、致死性薬物の投与になる可能性がある）は、2重効果の原則（好ましい効果を意図した行為が、好ましくない結果を生じることが予測されるときに、良い意図の存在によって、好ましくない結果を許容しようとする）、または相応性原則（好ましくない効果を許容できる相応の理由がある場合、倫理的に妥当である）を立てる。

4. 抗がん剤の副作用

商品名(一般名)	タキソール(パクリタキセル)	タキソテール(ドセタキセル)	カンプト、トポテシ(イリノテカン)	プリプラチン、ランダ(シスプラチン)	バラプラチン(カルボプラチン)	ジェムサル(ゲムシタビン)	ナベルピン(ビノレルビン)	オンコピン(ビシクリスチン)	ペブシド、ラステット(エトボシド)	エンドキサン(シクロフォスファミド)	アドリアシン(ドキシルビシン)
副作用											
血液毒性	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
吐き気、嘔吐	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
口内炎	○	○									
脱毛	◎	○	◎	○	○						
局所刺激	◎ ₂	○	◎ ₂	◎ ₂							
心毒性	◎ ₃	◎ ₃									
肺毒性					○						
腎毒性		○ ₄			◎						
肝毒性	○		○	○							
神経毒性					◎						
アレルギー反応									○		

◎=中等度以上 ○=軽度もしくはまれ
 1=便秘 2=血管外に漏れると皮膚壊死 3=大量で発現 4=出血性膀胱炎



5. 小児緩和ケア

(1) 定義

- ・生命を制限する病気とともに生きる子どもと若者のための緩和ケアとは身体的、情緒的、社会的、スピリチュアルな要素を含む全人的かつ積極的な取り組みである。そしてそれは子どもたちの QOL の向上と家族のサポートに焦点を当て、苦痛を与える症状の緩和、レスパイトケア（家族に休息を与えるケア）、死を経て死別後のケアの提供を含むものである。

(2) 痛みの評価

- ・QUESTTアプローチを用いる： Question the child, Use pain rating scale (Numerical rating scale, categorical rating scale, Face scale などを用いる), Evaluate behavior and psychological changes, Secure parents' involvement, Take the cause of pain into account, Take action and

evaluate results.

(3) 疼痛の薬物療法

- ・大人と異なり WHO 2 段階手法を用いる (C. がん性疼痛を参照)：大人で用いるコデイン、トラマドールは肝臓の CYP2D6 で代謝を受けるが、小児は CYP2D6 活性が低いため、小児はコデインとトラマドールが使用できない。

(4) ビリーブメントケア

- ・子どもを亡くした親は、精神障害による入院の増加や死亡率の上昇が指摘されており。遺族のケアが重要視されている。しかし本邦では普及が遅れている。

6. 非悪性疾患患者の終末期の軌跡

- ・がんは進行しても全般的機能は一般的に保たれるが、死亡前の 1, 2 か月で急速に全般的機能が低下することが特徴。
- ・しかし非悪性疾患の場合は、疾患による終末期の軌跡の特徴がなく、複雑で多様である。
- ・2018 年度より本邦における緩和ケア保険点数が、慢性心不全患者でも加算されるようになった。

B. 包括的アセスメント

1. 予後予測

(1) PPS (palliative performance scale)

表 1 Palliative Performance Scale (PPS)

	起居	活動と症状	ADL	経口摂取	意識レベル	
100	100%起居している	正常の活動が可能 症状なし	自立	正常	清明	
90		正常の活動が可能 いくらかの症状がある				
80		いくらかの症状はあるが努力すれば正常の活動が可能				
70	ほとんど起居している	何らかの症状があり通常の仕事や業務が困難	時に介助	正常または減少	清明または混乱	
60		明らかな症状があり趣味や家事を行うことが困難				
50	ほとんど座位か横たわっている	著明な症状がありどんな仕事もすることが困難	しばしば介助	減少	清明または混乱	
40	ほとんど臥床		ほとんど介助			
30	常に臥床		全介助			減少
20						数口以下
10				マウスケアのみ	傾眠または昏睡	

予後予測：10%で 2 日 (2-2 日)、20%で 4 日 (3-5 日)、30%で 13 日 (12-14 日)、40%で 24 日 (21-27 日)、50%で 37 日 (32-42 日)、60%で 48 日 (17-79 日)、70%で 78 日 (25-131 日)

(2) PPI (palliative prognostic index)

表2 Palliative Prognostic Index (PPI)

Palliative Performance Scale	10-20	4
	30-50	2.5
	≥60	0
経口摂取量*	著明に減少 (数口以下)	2.5
	中程度減少 (減少しているが数口よりは多い)	1.0
	正常	0
浮腫	あり	1.0
	なし	0
安静時呼吸困難	あり	3.5
	なし	0
せん妄	あり (原因が薬物単独、臓器障害に伴わないものは含めない)	4.0
	なし	0

*消化器閉塞のため高カロリー輸液を施行している場合は0点とする。

予後予測：4点未満で6週以上、4～6点で3～6週、>6点で3週未満。

(3) PaP スコア(palliative prognostic score)

表3 Palliative Prognostic Score (PaP score)

臨床的な予後の予測	1-2週	8.5	
	3-4週	6.0	
	5-6週	4.5	
	7-10週	2.5	
	11-12週	2.0	
	>12週	0	
食欲不振	あり	1.5	
	なし	0	
Karnofsky Performance Scale	10-20	2.5	自分のことができず入院が必要 疾患が進行している 重症・精力的な治療が必要
	≥30	0	
呼吸困難	あり	1.0	
	なし	0	
白血球数 (/mm ³)	>11000	1.5	
	8501-11000	0.5	
	≤8500	0	
リンパ球 (%)	0-11.9	2.5	
	12-19.9	1.0	
	≥20	0	

30日間の予後予測：0～5.5点で>70%、5.6～11点で30～70%、11.1～17.5点で<30%。

C. がん性疼痛

1. 疫学

・がん患者全体での痛みの有病率は53%、積極的がん治療中で59%、進行がん・終末期で64%。最もがん性疼痛の発症が多いのは頭頸部がん(70%)である。

2. がんの浸潤や治療に伴う疼痛症候群

(1) 骨転移痛症候群：肺がん、乳がん、前立腺がんが多い。脊柱に最も多く胸椎、腰仙部、頸椎の順に。

(2) 内臓痛症候群：肝拡張症候群、正中後腹膜症候群、がん性腹膜炎、悪性会陰部痛、尿管閉塞、卵巣がんに伴う痛み、肺がんに伴う痛み

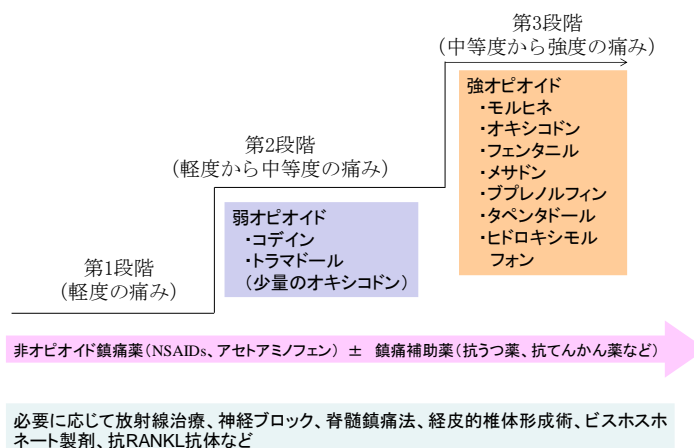
第5部 緩和ケア

- (3) 悪性腸腰筋症候群：腸腰筋に腫瘍が浸潤すると股関節屈曲固定の体位をとるのが特徴的。仰臥位で増悪する。
- (4) 術後痛症候群：乳房切除後疼痛症候群、広範囲頸部切除後疼痛、開胸術後痛
- (5) 化学療法誘発末梢神経障害性疼痛

	薬剤	症状	特徴
軸索障害	パクリタキセル ビンクリスチン サリドマイド ボルテゾミブ	四肢末梢の感覚障害を伴う痛み 手足先端に近い筋萎縮	早期中止で改善
神経細胞体障害	シスプラチン オキサリプラチン	四肢末梢の感覚障害を伴う痛み 寒冷刺激で誘発される	中止しても回復困難
髄鞘障害	インターフェロン- α	運動障害が中心	中止で改善

- (6) 放射線照射後疼痛症候群

3. WHO方式3段階除痛ラダー



4. WHO方式がん疼痛治療法

- (1) 経口投与を基本とする (by mouth)
- (2) 時刻を決めて規則正しく投与する (by the clock)
- (3) 除痛ラダーに沿って鎮痛薬を選ぶ (by the ladder)
- (4) 患者ごとに個別的な適量を決める (for the individual)
- (5) さらに細かい配慮を行う (with attention to detail)

5. オピオイド

(1) オピオイド受容体サブタイプの特徴

受容体タイプ	μオピオイド受容体	δオピオイド受容体	κオピオイド受容体
薬理作用			
鎮痛作用	++	+	++
鎮静作用	++	+	++
消化管運動抑制	++	+	+
呼吸抑制	+	-	-
咳嗽反射抑制	+	-(悪化)	+
情動性	+	+	-(嫌悪感)
徐脈	+	-(頻脈)	+
利尿作用	-(抗利尿)	-	+
細胞内情報伝達	cAMP産生↓・Ca ²⁺ チャンネル↓・K ⁺ チャンネル↑(Gi/oα依存的) PLC活性化・PKC活性化(Gβγ依存的)	cAMP産生↓・Ca ²⁺ チャンネル↓・K ⁺ チャンネル↑(Gi/oα依存的) PLC活性化・PKC活性化(Gβγ依存的)	cAMP産生↓・Ca ²⁺ チャンネル↓・K ⁺ チャンネル↑(Gi/oα依存的)
主な発現部位	大脳皮質、線条体、視床、視床下部、中脳、橋-延髄(青斑核、孤束核)、脊髄、一次感覚神経など	大脳皮質、線条体、側坐核、中脳など	線条体、側坐核、視床、視床下部、中脳、橋-延髄(青斑核、孤束核)、脊髄など

(2) オピオイドの代謝

オピオイド	主な代謝部位	未変化体尿中排泄率(腎排泄率)	物質としての半減期	主な代謝経路	代謝物(鎮痛活性の有無)
モルヒネ	肝臓	約8~10%	約2~4時間	グルクロン酸抱合	M6G(有)
				グルクロン酸抱合	M3G*
フェンタニル	肝臓	約10%	約4時間	CYP3A4	ノルフェンタニル(無)
オキシコドン	肝臓	約5.5~19%	約3.5~4時間	CYP3A4	ノルオキシコドン(無)
				CYP2D6	オキシモルフォン(有)
コデイン	肝臓	約3~16%	約2.5~3.5時間	CYP2D6	モルヒネ(有)
トラマドール	肝臓	約30%	約6時間	CYP2D6	O-デスマチルトラマドール(有)
ベンタゾシン	肝臓	約5~8%	約2~3時間	グルクロン酸抱合	グルクロン酸抱合ベンタゾシングルクロニド(無)
ブプレノルフィン	肝臓	約1%	約2時間	CYP3A4	ノルブプレノルフィン(有:弱い)

(3) オピオイドの相互作用

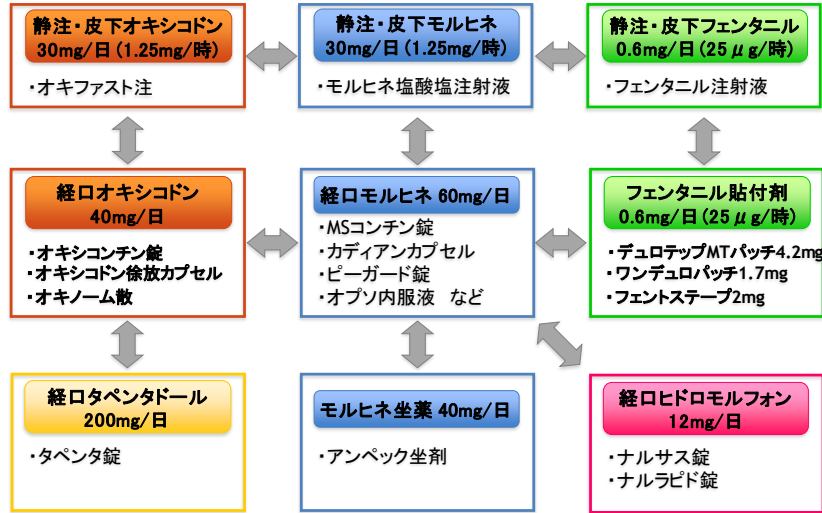
表8 主なオピオイドの相互作用

併用薬	主なオピオイド	モルヒネ	オキシコドン	フェンタニル	メサドン	主な機序
中枢神経抑制薬 (フェノチアジン誘導体、バルビツール酸誘導体など)		↑	↑	↑	↑	中枢抑制作用の増強
抗凝固薬 (ワルファリン)		↑	↑			不明
麻薬拮抗性鎮痛薬 (ブプレノルフィン、ベンタゾシンなど)		▽	▽		▽	受容体結合の阻害
CYP2D6阻害薬 [選択的セロトニン再取り込み阻害薬(パロキセチン、フルボキサミン、ミルナシプランなど)]			△		△	肝代謝の変化
CYP3A4阻害薬 (イトラコナゾール、アミオダロン、クラリスロマイシン、ジルチアゼム、フルボキサミンなど)			△	△	△	肝代謝の変化

↑/↓: 併用薬の作用増強/減弱
△/▽: オピオイドの作用増強/減弱

- (4) オピオイドスイッチング：オピオイドの副作用により鎮痛効果を得るだけのオピオイドを投与できないときや、鎮痛効果が不十分な時に、投与中のオピオイドから他のオピオイドに変更すること。

各オピオイド製剤の換算の目安



※【トラマドールの場合】トラマドール300mg/日＝経口モルヒネ60mg/日換算

静注・皮下ヒドロモルフォン(ナルベイン注)に関しては、次ページ参照

緩和ケアチーム 平成30年8月改訂

ナルベイン注と他オピオイド製剤との換算の目安

- 経口ヒドロモルフォン製剤(ナルサス錠、ナルラピド錠)との換算の目安

換算比 ナルベイン注：経口ヒドロモルフォン製剤 = 1：5

ナルベイン注 1日投与量	経口ヒドロモルフォン製剤 1日投与量
0.4mg	2mg
1.2mg	6mg

- 他のオピオイド注射製剤との換算の目安

換算比 ナルベイン注：モルヒネ(注射)：オキシコドン(注射)：フェンタニル(注射) = 1：8：10：0.16

ナルベイン注 1日投与量	モルヒネ注 1日投与量	オキシコドン注 1日投与量	フェンタニル注 1日投与量
2.5mg	20mg	25mg	0.4mg
5mg	40mg	50mg	0.8mg

- 他のオピオイド経口、貼付製剤との換算の目安

換算比 ナルベイン注：モルヒネ(経口)：オキシコドン(経口)：フェンタニル(貼付) = 1：25：16.7：0.25

ナルベイン注 1日投与量	モルヒネ(経口) 1日投与量	オキシコドン(経口) 1日投与量	フェンタニル(フェントス) 1日投与量	タペンタドール(経口) 1日投与量
1.2mg	30mg	20mg	1mg (0.3mg/日)	100mg
2.4mg	60mg	40mg	2mg (0.6mg/日)	200mg

ナルベイン注 医薬品インタビューフォームより作成(一部改変)

緩和ケアチーム 平成30年8月改訂

第6部 指導する麻酔科医のために

1. 術前外来

(1)麻酔法の選択

下表に沿って全身麻酔と硬膜外麻酔（全硬）または神経ブロック（全ブ）を選択する。

診療科	手術	麻酔法	神経ブロックの種類
炎症性腸疾患外科	開腹術	全硬	+硬膜外麻酔
下部消化管外科	依頼があるとき	全硬	+硬膜外麻酔
上部消化管外科	食道手術	全硬	+硬膜外麻酔
腹腔鏡下手術	全例	全ブ	+末梢神経ブロック 腹横筋膜面 B、腹直筋鞘 B など
呼吸器外科	全例	全ブ	+末梢神経ブロック 胸部傍脊椎神経 B、肋間神経 B
	悪性胸膜中皮腫手術	全硬	+硬膜外麻酔
整形外科	肩関節手術	全ブ	+末梢神経ブロック 腕神経叢 B
	下肢手術	全ブ	+末梢神経ブロック 大腿神経 B、坐骨神経 B、外側大腿皮膚神経 B、腰神経叢 B、仙骨神経叢 B など
小児外科	全例	全ブ	+末梢神経ブロック 腹横筋膜面 B、腹直筋鞘 B、腸骨岬径神経 B、腸骨下腹神経 B、仙骨硬膜外 B など
産婦人科	全例	全ブ	+末梢神経ブロック 腹横筋膜面 B、腹直筋鞘 B など
泌尿器科	全例	全ブ	+末梢神経ブロック 仙骨硬膜外 B、閉鎖神経 B、腹横筋膜面 B、腹直筋鞘 B など

第6部 指導する麻酔科医のために

- ① 麻酔科専門医の判断および患者同意に基づいて必要性の有無を判断し
する。
- ② 脊髄くも膜下麻酔で神経ブロックが必要なときも、適宜、全ブを選択す
る（例：TUR-Bt の閉鎖神経ブロック、帝王切開の後方腹横筋膜面ブロ
ック、上腹部手術の肋骨弓下腹横筋膜面ブロックなど）。
- ③ 施行の最終判断は手術当日のライターが行う。

(2) 動揺歯がある場合

歯科口腔外科にコンサルトを依頼する。

(3) 禁煙指導

喫煙者における禁煙期間は、術前4週間以上前から行うのが理想的であるが、短い禁煙期間でもよいので術前のいつから禁煙を始めてもよい。ただし通常は禁煙期間を長くするために手術を延期する必要はない。

2. 手術室内での注意点

- (1) 飛沫感染や空気感染の防止のため、麻酔導入（または脊髄くも膜下麻酔や硬
膜外麻酔開始）～抜管までの間は、患者以外の手術室内の者には帽子とマスク
を着用させる。
- (2) 研修医、レジデントのラーニングカーブは個々人で異なることを認識して、
周術期の麻酔管理の重要性を伝えるよう努める。
- (3) 非脱分極性筋弛緩薬を使用した場合は、TOFR>0.9を確認するカリバースを
行う。
- (4) IV フェンタニルは患者のベッド移動時に急速注入される可能性があるので、
移動時の三方活栓のロックと再開時の解除およびシリンジポンプの設定確認は
指導する麻酔科医が行う。
- (5) 2時間ごとに休憩を取らせること。
- (6) 退室前に、ORSYS の「重症加算項目」や「麻酔請求」の入力がされている
か確認する（「第1部 全身麻酔の終了」参照）。
- (7) 「偶発症」発症した時は手術センター4F カウンター奥の ORSYS で入力す
る（「第1部 全身麻酔の終了」参照）。
- (8) 「インシデント」が発生した時は手術センター4F カウンター奥の PC から
入力する。

3. 手術前に休薬を要する薬剤

手術・検査前に休薬を要する薬剤一覧表

●出血の危険があるもの		灰色部分は休薬期間が1日である薬剤							
分類	一般名	商品名(太字は当院採用薬)		主な作用機序	作用の可逆性	作用持続時間	休薬期間の目安		
抗血小板薬	アスピリン	アスピリン	アスピリン腸溶錠	シクロオキシゲナーゼ(COX)阻害	不可逆的	血小板の寿命まで持続(約10日)	7日		
	(合剤)	ゼンアスピリン	バイアスピリン						
		アスファネート配合錠	イスキア配合錠						
		ニトギス配合錠	パッサミン配合錠						
		パファリン配合錠	ファモター配合錠						
		タケルダ配合錠							
		チクロピジン塩酸塩	チクロピジン塩酸塩	パナルジン			アデニル酸シクラーゼ活性化、GP IIb/IIIaとフィブリノーゲンの結合阻害		10-14日
		クロピドグレル硫酸塩	クロピドグレル	プラビックス					14日
		(合剤)	コンプラビン配合錠						14日
		プラスグレル塩酸塩	エフィエント						
	イコサペント酸エチル[EPA]	イコサペント酸エチル	エバキャップソフト	細胞膜EPAを増加、アラキドン酸代謝を競合阻害		7日			
		エバデール	エバラ						
		エバロース	ソルミラン						
		ナサチーム	メルブラール						
	オメガ-3脂肪酸エチル[EPA・DHA]	ロトリガ		細胞膜EPA・DHAを増加、アラキドン酸代謝を競合阻害		7日			
	チカグレロル	プリンタ		アデニル酸シクラーゼ活性化、GP IIb/IIIaとフィブリノーゲンの結合阻害		(t _{1/2} =8.7-10hr)	5日		
	シロスタゾール	コートリズム	シロシナミン	ホスホジエステラーゼ活性化阻害	可逆的	2~3日(投与終了後48時間でほぼ回復)	2日-3日		
		シロスタゾール	シロスレット						
		プレタール	プレトモール						
		ホルダゾール							
	ベラプロスト ナトリウム	ドルナー	プロサイリン	PGI ₂ 受容体を介してアデニル酸シクラーゼ活性化		8時間程度	1日		
		ベラプロストNa	ベラプロストナトリウム			12時間程度	2日		
		ケアロードLA	ベラサスLA						
	サルボグレラート塩酸塩	アンブラーグ	サルボグレラート塩酸塩	セロトニンの5-HT ₂ 受容体への結合阻害		12時間後には血小板凝集能は回復傾向を示す	1日		
抗凝固薬	ダビガトランエテキシラートメタンシルホン酸塩	ブラザキサ		トロンビン活性部位を阻害	可逆的	(t _{1/2} =11hr)	2日(CCr≤50:4日)		
	リバーロキサバン	イグザレルト				(t _{1/2} =5-13hr)	1日		
	エドキサバントシル酸塩	リクシアナ		Xa因子を直接阻害		(t _{1/2} =9-11hr)			
	アピキサバン	エリキュース				(t _{1/2} =8-10hr)	2日		
	ワルファリンカリウム	ワーファリン	ワルファリンK	肝臓におけるビタミンK依存性血液凝固因子(第II、VII、IX、X因子)の合成阻害	不可逆的	48~72時間	3-5日		
	ヘパリン	各種注射剤(記載省略)		アンチトロンビン IIIの作用増強		静注: 4時間 皮下注: 12時間	4~6時間前中止又は手術直前に硫酸プロタミンでヘパリンの効果を中和		
血管拡張薬	リマプロスト アルファデクス	オバルモン	プロレナール	アデニル酸シクラーゼ活性化		3時間程度	1日		
冠血管拡張薬	ジピリダモール	ジピリダモール	ペルサンチン	アデニル酸シクラーゼ活性化、ホスホジエステラーゼ活性化阻害	可逆的	(錠 t _{1/2} =1.7hr) (徐放 t _{1/2} =3.11hr)	1-2日		
	ジラゼブ塩酸塩	コメリアンコーワ	ジラゼブ塩酸塩	ホスホリパーゼ活性化阻害		(t _{1/2} =4hr)	2-3日		
	トラバジル	トラバジル	ロコルナール	トロンボキサンA ₂ 合成阻害		24時間程度	2-3日		
	トリメタジジン塩酸塩	バスタレルF		血小板膜安定化作用		(t _{1/2} =11.5hr)	2-4日		
	脳循環薬・代謝改善薬	ニセルゴリン	サアミオン	ニセルゴリン	血小板膜安定化作用	可逆的	(α:t _{1/2} =4hr、β:t _{1/2} =15hr)	3日	
イブジラスト		ケタス		ホスホジエステラーゼ活性化阻害		(t _{1/2} =12hr)	3日		
イフェンプロジル酒石酸塩		アポノール	イフェンプロジル酒石酸塩	血小板膜安定化作用		(t _{1/2} =1.3~1.4hr)	1日		
		セロクラール							
	オザグレルナトリウム	各種注射剤(記載省略)		トロンボキサンA ₂ 合成阻害		(t _{1/2} =0.66~0.79hr)	1日		
抗アレルギー薬	オザグレル塩酸塩	オザグレル	ドメナン	トロンボキサンA ₂ 合成阻害	可逆的	(t _{1/2} =11.5hr)	2日		
	ラマトロバン	バイナス		トロンボキサンA ₂ 拮抗薬		12~24時間	1日		

第6部 指導する麻酔科医のために

●その他

分類	一般名	商品名(太字は当院採用薬)	主な作用機序	作用の可逆性	作用持続時間	休業期間の目安
ACE阻害薬	デラプリル塩酸塩	アデカット	レニン・アンジオテンシン酵素系を阻害	可逆的	12～24時間	1日
	シラザプリル	インヒベース シラザプリル			24時間以上	
	テモカプリル塩酸塩	エースコール テモカプリル塩酸塩			24時間以上	
	トランドラプリル	オドリック プレラン トランドラプリル			24時間以上	
	カプトプリル	カプトプリル カプトリル カプトルナ			4時間	
	キナプリル塩酸塩	コナン			24時間以上	
	ペリンドプリルエルブミン	コバシル ペリンドプリル ペリンドプリルエルブミン			24時間以上	
	アラセプリル	アラセプリル セタプリル			12～24時間	
	イミダプリル塩酸塩	イミダプリル塩酸塩 タナトリル			24時間以上	
	ペナゼプリル塩酸塩	チバセン ペナゼプリル塩酸塩			24時間以上	
	エナラプリルマレイン酸塩	エナラプリル エナラプリルM スバシオール エナラート ファルプリル セリース レニベース			24時間	
	リシノプリル	ゼストリル リシノプリル ロンゲス			24時間以上	
ARB・ARB配合剤	ロサルタンカリウム	ニューロタン ロサルタンK ロサルタンカリウム	アンジオテンシンⅡタイプ1受容体をブロック	可逆的	24時間	1日
	(合剤)	ブレミネット配合錠 ロサルヒド配合錠				
	カンデサルタンシレキセチル	カンデサルタン プロプレス			24時間	
	(合剤)	エカード配合錠 カデチア配合錠 カムシア配合錠 ユニシア配合錠				
	バルサルタン	ディオパン バルサルタン			24時間	
	(合剤)	アテディオ配合錠 アムパロ配合錠 エックスフォージ配合錠 コディオ配合錠 バルセディオ配合錠				
	テルミサルタン	テルミサルタン ミカルデイス			(t _{1/2} =24hr)	
	(合剤)	テラムロ配合錠 テルチア配合錠 ミカトオ配合錠 ミカムロ配合錠 ミコンビ配合錠				
	オルメサルタンメドキシミル	オルメサルタン オルメテック			(t _{1/2} =11hr)	
	(合剤)	レザルタス配合錠				
	イルベサルタン	アバプロ イルベサルタン イルベタン			(t _{1/2} =14hr)	
	(合剤)	アイミクス配合錠 イルアミクス配合錠 イルトラ配合錠				
アジルサルタン	アジルバ	(t _{1/2} =13hr)				
(合剤)	ザクラス配合錠					

※女性ホルモン類は、別紙参照

ヨード造影検査前後の中止基準

分類	一般名	商品名(太字は当院採用薬)	主な作用機序	作用の可逆性	作用持続時間	休業期間の目安
ビグアナイド薬	メホルミン塩酸塩	グリコラン メトグルコ	糖新生の抑制など	可逆的	6～14時間	2日 (再開2日後)
	(合剤)	メホルミン塩酸塩 エクメット配合錠 イニジック配合錠 メタクト配合錠				
	メホルミン塩酸塩	ジベトス ジベトンS				

※このリストは、薬剤中止の目安です。これらの薬剤の中止については、休業期間の血管合併症発症のリスク(冠動脈ステント留置直後、薬剤溶出ステント使用患者等)等も考慮して、個々の患者に応じて主治医が指示してください。

H30.9 改訂

第6部 指導する麻酔科医のために

手術・検査前後に休薬を考慮する薬剤一覧表 女性ホルモン類

一般名	商品名 (太字は当院採用薬)	適応症	休薬期間の目安	添付文書情報
ラロキシフェン塩酸塩	エビスタ錠	閉経後骨粗鬆症	長期不動状態より3日前～完全に歩行可能	静脈血栓塞栓症(深部静脈血栓症、肺塞栓症、網膜静脈血栓症を含む)のリスクが上昇するため、長期不動状態(術後回復期、長期安静期等)に入る3日前には本剤の服用を中止し、完全に歩行可能になるまでは投与を再開しないこと
	ラロキシフェン塩酸塩錠			
パゼドキシフェン酢酸塩	ビビアント錠	閉経後骨粗鬆症		長期不動状態(術後回復期、長期安静期)に入る前に本剤の投与を中止し、完全に歩行可能になるまでは投与を再開しないこと
メドロキシプロゲステロン酢酸エステル	ヒスロンH錠	乳癌・子宮体癌(内臓癌)	術後1週間以内:禁忌 (術前4週間も投与しないことが望ましい) 術後1週間～1カ月:慎重投与	手術後1週間以内の患者は禁忌、手術後1カ月以内の患者は慎重投与
	プロゲストン錠200			
結合型エストロゲン	ブレマリン錠	卵巣欠落症状、卵巣機能不全症、更年期障害、陰炎(老人、小児および非特異性)、機能性子宮出血	術前4週間～長期臥床状態:慎重投与	手術前4週以内又は長期臥床状態の患者に対しては慎重投与。血液凝固能が亢進し血管系の副作用の危険性が高くなるおそれがあるため、治療上の有益性が危険性を上回ると判断される場合にのみ投与
エストラジオール	エストラーナテープ	更年期障害及び卵巣欠落症状に伴う血管運動神経症状(Hot flush及び発汗)、泌尿生殖器の萎縮症状、閉経後骨粗鬆症、性腺機能低下症、性腺抽出又は原発性卵巣不全による低エストロゲン症	慎重投与であるため、原則、医師の裁量に委ねられるが、安全を考慮した場合、術前4週間以内および術後2週間中は中止することが望ましい。 中止できない場合は術前に凝固能検査を実施することが望ましい	術前又は長期臥床状態の患者に対しては、慎重投与。血液凝固能が亢進され、心血管系の副作用の危険性が高くなることがある
	ジュリナ錠	更年期障害及び卵巣欠落症状に伴う血管運動神経症状(Hot flush及び発汗)、経萎縮症状、閉経後骨粗鬆症		
	デイビゲル	更年期障害及び卵巣欠落症状に伴う血管運動神経症状(Hot flush及び発汗)		
	ル・エストロジェル	更年期障害及び卵巣欠落症状に伴う血管運動神経症状(Hot flush及び発汗)		
エストラジオール・酢酸ノルエチステロン	メノエイドコンピバッチ	更年期障害、陰炎(老人、小児及び非特異性)、子宮頸管炎並びに子宮腔部びらん、老人性骨粗鬆症		
エストリオール	エストリール錠	更年期障害、陰炎(老人、小児及び非特異性)、子宮頸管炎並びに子宮腔部びらん、分岐時の頸管軟化		
	エストリオール錠			
	ホーリン錠			
エストリオールプロピオン酸エステル	エストリールデポー注	更年期障害、陰炎(老人、小児及び非特異性)、子宮頸管炎並びに子宮腔部びらん、分岐時の頸管軟化		
テストステロンエナンチオエステル・エストラジオール吉草酸エステル	ダイホルモン・デポー注 フリモンアン・デポー筋注	更年期障害、卵巣欠落症状、骨粗鬆症		
エストラジオール吉草酸エステル	プロギノン・デポー筋注	無月経、月経同期異常(稀発月経、多発月経)、月経量異常(過少月経、過多月経)、月経困難症、機能性子宮出血、子宮発育不全症、卵巣欠落症状、更年期障害、不妊症		
	ペラニデポー筋注	機能性子宮出血、月経困難症、月経同期異常(稀発月経、頻発月経)、過多月経、子宮内膜症、卵巣機能不全		
ノルゲストレル・エチニルエストラジオール	プラノバル配合錠	機能性子宮出血、月経困難症、月経同期異常(稀発月経、頻発月経)、過多月経、子宮内膜症、卵巣機能不全		
ノルエチステロン・メストラノール	ソフィアA配合錠	月経同期異常(稀発、頻発、不順)、無月経、月経量異常、月経困難症、月経前緊張症、更年期障害、機能性不妊症、月経同期変更、機能性子宮出血		やむを得ず手術が必要と判断される場合には、血栓症の予防に十分配慮する
	ソフィアC配合錠	機能性子宮出血、無月経、月経量異常(過少月経、過多月経)、月経同期異常(稀発月経、多発月経)、月経困難症、卵巣機能不全による不妊症		
クロルマジノン酢酸エステル・メストラノール	ルテジオン配合錠	機能性子宮出血、無月経、月経量異常(過少月経、過多月経)、月経同期異常(稀発月経、多発月経)、月経困難症、月経同期の変更、卵巣機能不全による不妊症		
エストラジオール・レボノルゲストレル	ウェールナラ配合錠	閉経後骨粗鬆症		術前又は長期臥床状態の患者に対しては、慎重投与。血液凝固能が亢進され、心血管系の副作用の危険性が高くなることがある

第 6 部 指導する麻酔科医のために

手術・検査前後に休業を考慮する薬剤一覧表 **女性ホルモン類**

一般名	商品名 (太字は当院採用薬)	適応症	休業期間の目安	添付文書情報
ドロスピレノン・エチニル エストラジオール	ヤーズフレックス配合剤	子宮内膜症に伴う疼痛の改善、月 経困難症	手術前4週以内、術後2週以内、産後4週 以内及び長期間安静状態の患者:禁忌	手術前4週以内、術後2週以内、産後4週 以内及び長期間安静状態の患者に対して は禁忌。血液凝固能が亢進され、心血管 系の副作用の危険性が高くなることある
	ヤーズ配合錠			
ノル・エチステロン・エチニ ルエストラジオール	フリウェル配合錠	月経困難症		
	ルナ・ベル配合錠			
	オーソM-21錠	避妊		
レボノルゲストレル・エチ ニルエストラジオール	アンジュ21錠 /アンジュ28錠			
	ジェミーナ配合錠	月経困難症		
	トリキュラー錠21 /トリキュラー錠28	避妊		
	ラベルフィーユ錠21錠 /ラベルフィーユ錠28錠			
デソゲストレル・エチニル エストラジオール	マーベロン21錠 /マーベロン28錠	避妊		
	ファボワール21錠 /ファボワール28錠			

H30.9 改訂

第6部 指導する麻酔科医のために

※参考：九州医療センターの指針

経口抗血栓薬の術前休薬指針 ※あくまでも目安であり、合併疾患の病態・治療手法により対応は異なることがあります。

●手術及び検査の出血リスクを評価する				
STEP 1		低リスク：抗血栓薬継続可	中リスク：アスピリンのみ継続可	高リスク：抗血栓薬継続不可
	原則として、抗血栓薬を継続しながら手術を行い、中止する場合は当日のみとし、術直後より再開する。		アスピリン以外の抗血栓薬は原則として、中止が望ましい。	抗血栓薬の継続は不可であり、抗血栓薬の中止が可能となるまで手術を延期する。
手術	○白内障 ○四肢バイパス手術 ○脳室ドレナージ ○頸動脈内膜剝離術 ○表在性局麻手術 ○経尿道的尿管ステント挿入術 ○血管造影検査 ○血管内カテーテル治療 (PCI, PPI, CAS) ○アブレーション デバイス植込み術 ○口腔がんを含む口腔外科一般手術		○開胸術 ○開腹術 ○鏡視下手術 ○頸部手術 ○脊椎手術以外の整形外科手術	○頭蓋内手術 ○脊椎手術 ○経尿道的手術
内視鏡	○経鼻内視鏡 ○上部消化管内視鏡 ○大腸内視鏡 ○消化管バルーン内視鏡 ○消化管ステント留置術(食道・胃・十二指腸) ○大腸コールドポリペクトミー ○イレウスチューブ挿入(経鼻内視鏡アシスト) 十二指腸チューブ挿入(経鼻内視鏡アシスト) ○胃管チューブ挿入(経鼻内視鏡アシスト) ○内視鏡的(消化管出血)止血術 ○内視鏡的異物除去術 ○緊急ERCP関連手術 ○PEG(PEGJ)交換 ○内視鏡的消化管(消化管-気道)瘻孔閉鎖術 ○緊急ERCP関連手術のすべて ○待機的ERCP関連手術(内視鏡的逆行性膵胆管造影、胆管ステント・膵管ステント留置・交換(EBS, EPS)、内視鏡的胆管結石・膵管ドレナージ(ENBD/ENPD)、内視鏡的乳頭拡張術/胆管拡張術(EPBD)、胆管・膵管擦過細胞診) ○超音波内視鏡(EUS)		○ESD: 消化管粘膜下層剝離術(食道・胃・大腸) ○EMR: 消化管粘膜下切除術(食道・胃・大腸) ○消化管内視鏡生検(咽頭・食道・胃・大腸) ○内視鏡的レーザー焼灼術(APC) ○内視鏡的狭窄拡張術 ○胃食道静脈瘤治療(硬化療法、バンド結紮療法) ○待機的ERCP関連手術(内視鏡的乳頭切開術(EST)、内視鏡的レーザーバルーン拡張術(EPLBD)) ○生検 十二指腸・胆管・膵管 ○内視鏡的狭窄拡張術 ○内視鏡的乳頭切除術	○経皮的内視鏡下胃瘻造設術(PEG) ○経皮経食道胃管挿入術(PTEG) ○超音波内視鏡下生検(EUS-FNA) ○気管支内視鏡下生検(TBLB)、ブラッシング細胞診
その他	○表在性生検 ○甲状腺針穿刺吸引細胞診(ABC) ○中心静脈穿刺術(大腿静脈) ○末梢動脈穿刺及び圧モニター(いわゆるAライン確保) ○腹水穿刺 ○抜歯、インプラント		○骨髓穿刺術、骨髓生検 ○心囊および胸水穿刺ドレナージ術 ○中心静脈穿刺術(内頸、鎖骨下静脈)	○経皮的肝生検 ○経皮的肝エタノール注入術(PEIT)およびラジオ波焼灼術(RFA) ○経皮的胆囊/胆管ドレナージ術(PTGBD/PTCD) ○経皮経肝胆嚢吸引穿刺法(PTGBA) ○経皮的腎生検術 ○CTガイド下肺針生検 ○膵針生検 ○硬膜外麻酔、腰椎穿刺術、および髄腔内注入術

●抗血小板薬(アスピリン、クロピドグレル、シロスタゾール)の投与目的を確認し、中止時の血栓症リスクを評価する				
STEP 2		低リスク：短期間中止可	中リスク：1剤に減量し、原則継続	高リスク：抗血小板薬中止不可
	短期間であれば中止可。原則として、術後48時間以内に再開		1剤(アスピリンまたはシロスタゾール)に減量し、原則として継続。中止する場合は、できるだけ短期間とし、術後48時間以内に再開。	完全中止でリスク倍増するため、可能な限り手術延期。手術延期不可の場合は、ヘパリン置換を検討し、少なくとも1剤(アスピリンまたはシロスタゾール)は継続。
冠動脈	○冠動脈治療歴なし ○心筋梗塞の既往なし	○ベアメタルステント留置後1ヶ月以降(BMS) ○薬剤溶出ステント留置後6ヶ月以降(DES) ○冠動脈バルーン形成術後14日以降(POBA) ○薬剤コーティングバルーン形成術後3ヶ月以降(DCB) ○冠動脈バイパス術後	○ベアメタルステント留置後1ヶ月以内(BMS) ○薬剤溶出ステント留置後6ヶ月以内(DES) ○冠動脈バルーン形成術後14日以内(POBA) ○薬剤コーティングバルーン形成術後3ヶ月以内(DCB)	
脳血管	○脳血管治療歴なし ○脳梗塞の既往なし	○無症候性頸動脈・頭蓋内動脈狭窄 ○ラクナ脳梗塞の既往 ○頸動脈・頭蓋内ステント留置後3ヶ月以降	○症候性頸動脈・頭蓋内動脈狭窄 ○非ラクナ脳梗塞既往 ○頸動脈・頭蓋内ステント留置後3ヶ月以内	
大動脈末梢血管	○OPTA後(腸骨動脈) ○ステント留置後3ヶ月以降(腸骨動脈、浅大腿動脈) ○大動脈-風経部までのbypass ○大動脈術後(TEVAR, EVAR)	○OPTA後3ヶ月以降(下腿) ○ステント留置後3ヶ月以内(腸骨動脈、浅大腿動脈) ○薬剤溶出ステント留置後3ヶ月以降(浅大腿動脈) ○大腿・膝窩動脈バイパス術後	○OPTA後3ヶ月以内(下腿) ○薬剤溶出ステント留置後3ヶ月以内(浅大腿動脈) ○下腿・足部動脈バイパス術後	

●抗凝固薬(ワーファリン、NOAC)の投与目的を確認し、中止時の血栓症リスクを評価する				
STEP 3		低リスク：短期間中止可(ヘパリン置換不要)	中リスク：短期間中止可(ヘパリン置換)	高リスク：可能な限り継続(ヘパリン置換)
	ワーファリンの場合は5日前、NOACの場合は1~2日前より中止し、ヘパリン置換不要。術後48時間以内に再開		ワーファリンの場合は5日前より中止し、4日前よりヘパリン置換。NOACの場合は1日前より中止し、ヘパリン置換不要。術後48時間以内に再開。	可能な限り継続し、中止する場合はヘパリン置換。術後48時間以内に再開。
機械弁		○大動脈弁置換術後	○僧帽弁置換術後 ○脳梗塞発症後6ヶ月以内	
心房細動	○OAFアブレーション後12ヶ月以上再発なし	○CHADS2=1~3	○CHADS2=4~6 ○脳梗塞既往 ○OAFアブレーション後1ヶ月以内 ○電氣的除細動後1ヶ月以内 ○心内血栓あり	
静脈血栓塞栓症(VTE)	○OVTE発症後12ヶ月以上で合併症なし	○OVTE発症後3~12ヶ月 ○VTE再発例 ○癌治療後6ヶ月以内	○VTE発症後3ヶ月以内 ○血栓形成傾向あり(アロピリン・S・アソフロンビン) 欠損症、抗リン脂質抗体症候群など	

NOAC: ワーファリン以外の新規抗凝固剤
CHADS2スコア : 心不全(1点)、高血圧(1点)、75歳以上(1点)、糖尿病(1点)、脳梗塞(2点)の合計、6点満点

STEP1とSTEP2、3が互いに矛盾する場合は、循環器内科・脳血管内科または担当外科までご相談ください。
STEP1の高リスク群手術については、麻酔、手術の術式につき、麻酔科と事前検討を行ってください。

※参考：九州医療センターの指針

第4版

薬剤の術前休薬期間

※あくまでも目安であり、合併疾患の病態・治療手技により対応は異なることがあります。

分類	商品名	一般名	休薬期間	脊麻・硬麻の休薬期間
抗血小板薬	バイアスピリン	アスピリン	3～7日	7日未満の硬麻は原則避ける
	コンブラピン配合錠	クロピドグレル硫酸塩／アスピリン	5日～7日	7日
	ブラビックス	クロピドグレル硫酸塩		7日
	パナルジン、ニチステート	チクロピジン塩酸塩		14日
	エフィエント	プラスグレル塩酸塩		10日
	プリリタ	チカグレロル	5日	5日
	プレタール、シロシナミン、コートリズム	シロスタゾール	24時間～72時間	2日
	アンブラーグ	サルボグレラート塩酸塩	24時間	1日
	ドルナー、プロサイリン、プロルナー	ペラプロストナトリウム		1日
	エパデール	イコサセント酸エチル	7日	7～10日
ロトリガ	ω3脂肪酸エステル	7日	7～10日	
オバルモン、プロレナル、リマルモン	リマプロスタアルファデクス	24時間		
ベルサンチン、アンギナル	ジビリダモール	2日	2日	
ロコルナル	トラピジル			
コメリアンコーフ	塩酸シラゼブ			

分類	商品名	一般名	休薬期間	脊麻・硬麻の休薬期間
抗凝固薬	VK 阻害薬 ワーファリン	ワルファリンカリウム	3日～5日	PT-INR正常化
	トロンビン阻害薬 ブラザキサ	ダビガトラン	24時間～48時間	4日（腎機能正常時）
	Xa因子阻害薬 イグザレルト	リバーロキサパン		2日
	エリキュース	アピキサパン		3日
	リクシアナ	エドキサバントシル酸塩		2日

易血栓薬

分類	商品名	一般名	休薬期間
経口避妊薬	ヤーズ配合錠	ドロスピレノン・エチニルエストラジオール	4週間前～術後2週間
	ルナベル配合錠	ノルエチステロン・エチニルエストラジオール	
骨粗鬆症治療薬	エビスタ	ラロキシフェン	3日前～歩行可能になるまで
	ビビアント	パゼドキシフェン	

ヘパリン置換の具体的な方法

A. 一般的投与方法

ヘパリン(1.0～2.5万単位/日程度)を持続静注もしくは皮下注にて施行。持続静注の場合は手術の4～6時間前まで、皮下注の場合は12時間前まで継続。

B. 高リスク群に対する厳重管理法

抗血栓薬次回内服予定時間より、**200単位/kg/日**を精密持続静注。

開始翌日より連日APTTを測定し、APTTが45～70秒となるよう、±25%ずつ増減量。

術当日、4～6時間前にヘパリンを中止し、PT、APTTを確認後、手術室へ。

・術後数日以内に抗血栓薬を再開する。
・ワーファリン療法再開の場合は治療域に入るまでヘパリンを併用する。ヘパリンの用量は病態ごとに勘案する。
・NOAC療法再開の場合はヘパリン併用は必ずしも必要ない。

【備考】

- ・休薬期間を長くするほど、出血のリスクは減少するが、血栓症のリスクは増大する。
- ・血栓症リスクが高リスクでヘパリン置換を要すると考えられる症例、および出血リスクが高リスクである症例については、事前に関係診療科への相談を行ってください。
- ・抗血栓薬の開始は、術後1日目術後出血の可能性がないと判断した場合は、術後2日目朝より開始してください。
- ・術後48時間以内に、抗血栓薬の再開が出来ない場合、または判断に困るケースは循環器内科・脳血管内科までご相談ください。
- ・経口避妊薬については、術前休薬指針のSTEP1において中リスク以上を対象として休薬する必要がある。
- ・セロクラー、ケタス、サアミオンなどの脳循環代謝改善薬は、添付文書に「頭蓋内出血後、止血が完成していないと考えられる患者には出血を助長するおそれがあるため禁忌」との記載があるが、脳血管センターにおいて術中に出血性合併症で問題となることはないため、本表に含めていない。

【参考文献】

- ・非心臓手術における合併心疾患の評価と管理に関するガイドライン JCS2008
- ・循環器疾患における抗凝固・抗血小板療法に関するガイドライン JCS2009
- ・抗血栓薬服用者に対する消化器内視鏡診療ガイドライン
- ・日本消化器内視鏡学会雑誌 2012;54:2073-2102
- ・抗血栓療法中の区域麻酔・神経ブロックガイドライン

独立行政法人国立病院機構 九州医療センター

【作成スタッフ：経口抗凝固・血栓薬の処置・手術前休薬薬作成チーム】
・森田 茂樹(副院長)・竹尾 貞徳(統括診療部長)・村里 嘉信(循内)
・矢坂 正弘(脳内)・甲斐 哲也(麻酔)・小野原 俊博(血外)
・吉川 博政(歯口腔)・山崎 宏司(呼外)・宮崎 清(整形外)
・高見 裕子(肝胆臓外)・西本 祐子(MCC)・隅田 頼信(消化器内)
・林 展展(薬剤部)・木村 滋(薬剤部)・甲斐 達夫(薬剤部)
・田中 久美(GSM)・松尾 俊宏(事務)・金内 芳郎(事務)

2017年7月3日 医療安全管理委員会 承認

4. 緊急手術のとき

〈超緊急手術： 最初のコールが異なるので注意〉

救命センター ⇒ 麻酔科上当直 IP

産科 ⇒ リーダー看護師 IP

(1) 救命救急センターからの緊急手術申込時のフローチャート

救命救急センターからの超緊急手術依頼の第1報は麻酔科ライター（または麻酔科上当直）に来る。麻酔科ライターからリーダー看護師に連絡する（産科の場合はリーダー看護師に第1報が来るので注意）。

【緊急度の分類】

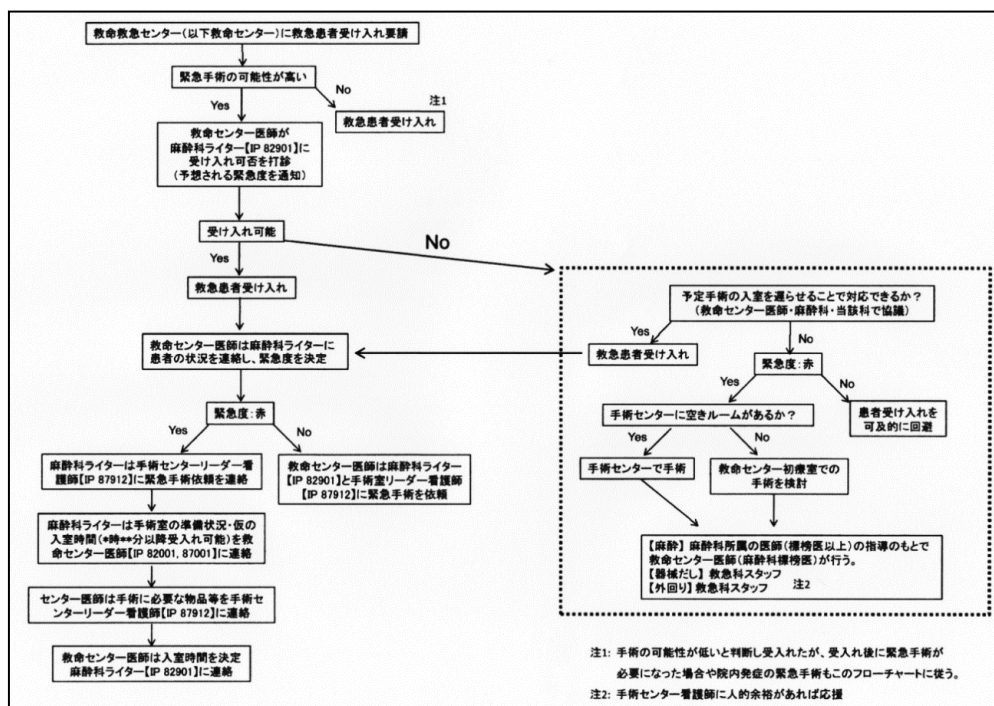
〈赤〉 超緊急症例：30分～1時間以内に入室が必要

〈黄〉 緊急症例：1～3時間以内に入室が必要

〈緑〉 準緊急症例：数時間（3時間以上）の待機が可能な症例

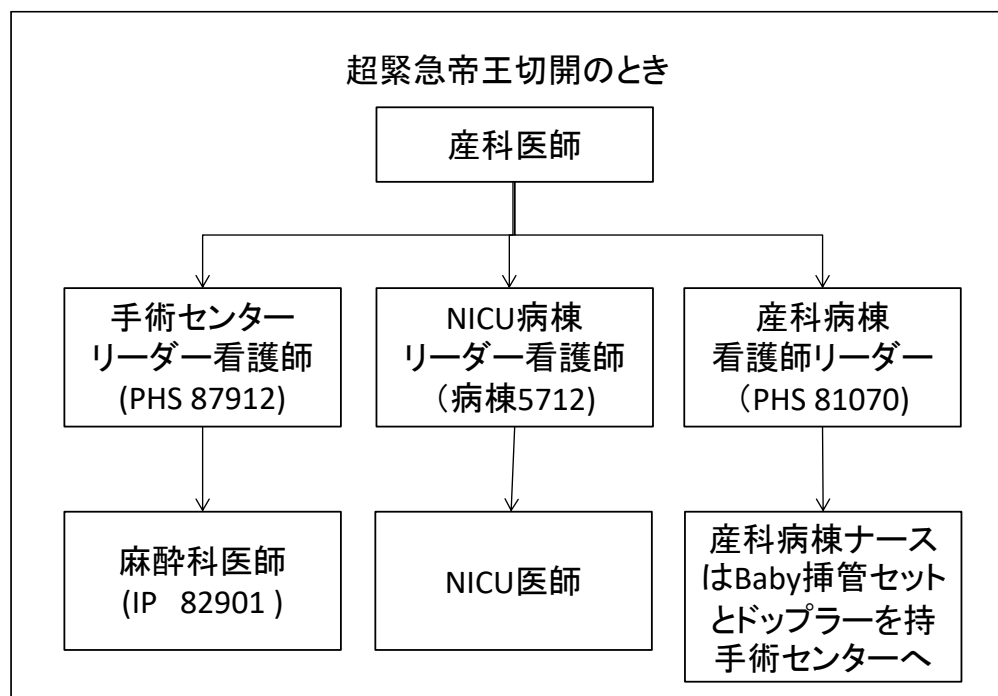
超緊急症例〈赤〉でやむを得ない場合は救命センター初療室での手術を検討する。緊急症例〈黄〉でも検討する場合がある

※救命救急センター担当医師は、超緊急停止の場合でも、外部からの緊急受入れ要請に対して判断を迷う場合は、その時点での手術室の状況を確認するため（手術室の状況は刻々と変化するため）、麻酔科ライターまたは上当直医師(IP: 42901)に電話で確認する。



(2)産科からの緊急手術申込時のフローチャート

産科からの超緊急帝王切開術依頼の第1報はリーダー看護師に来る。リーダー看護師から麻酔科ライターまたは麻酔科上当直に連絡がいく。



通常は「緊急帝王切開準備対応中」の札が掛けてある部屋を使用する。しかし手術センターの14室全部が満室になる時は、産科の当番にその旨を伝える。産科の連絡先は毎日 Fax で手術センターに伝えられる。

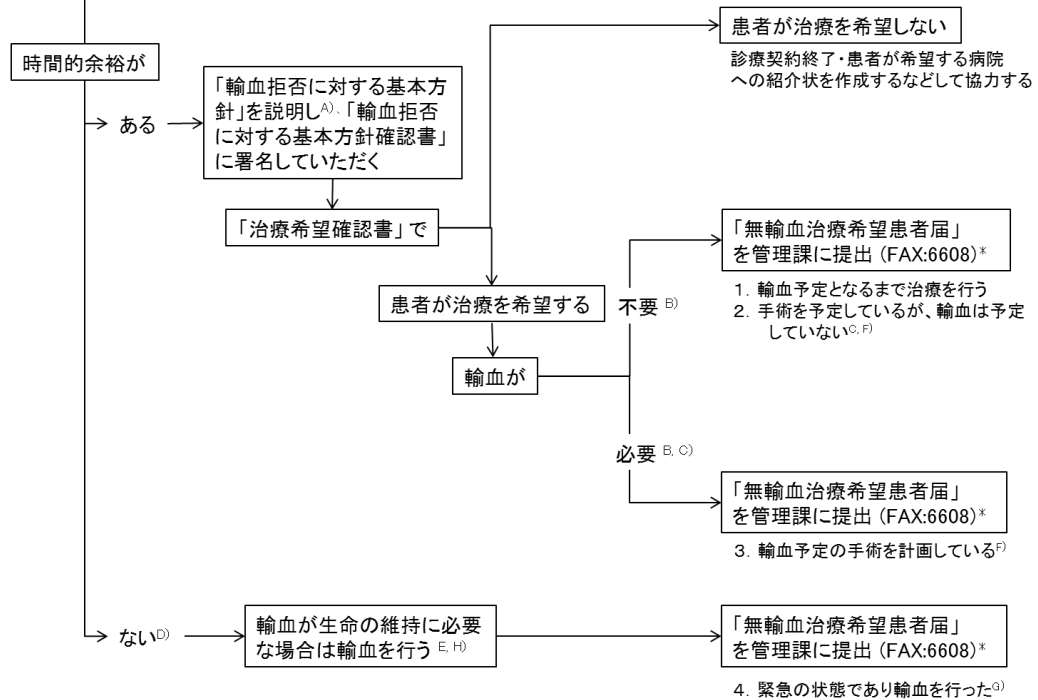


「第3部 帝王切開の麻酔」を参照のこと。

5. 輸血拒否患者に対する対応

兵庫医科大学病院では、輸血拒否に対して「相対的無輸血」（輸血が生命の維持に必要な場合には輸血を行うこと）を基本方針としている（2016年6月17日より施行）。

診療中に輸血拒否患者であることが判明したとき



- A) 輸血が生命の維持に必要な場合には輸血を行うこと（相対的無輸血）
- B) 主治医による判断
- C) 通常の「輸血に関する説明書」を用い「輸血同意書」または「輸血に関する説明確認書」を得る。
説明は患者本人（15歳以上を含む）に行う。
患者本人が自己決定できない場合は適切な者に行う。
- D) 転院が不可能で救命のため輸血が緊急に必要なとき。
- E) 原則として輸血を行う。
- F) 「輸血拒否患者に対する治療・対応検討部会」の開催を検討。
- G) 「輸血拒否患者に対する治療・対応検討部会」を開催。
- H) 「輸血拒否に対する基本方針」を説明し、「輸血拒否に対する基本方針確認書」に署名および通常の「輸血に関する説明書」を用いて「輸血同意書」または「輸血に関する説明確認書」を得る努力をする。

* 署名等を得た書類はすべて管理課にFAXすること（FAX6608）。
連絡先：時間内(8:30～16:45)は管理課（内線6611）、時間外(16:45～

第6部 指導する麻酔科医のために

8:30)は事務管理当直 (IP 8 7 3 3 3)

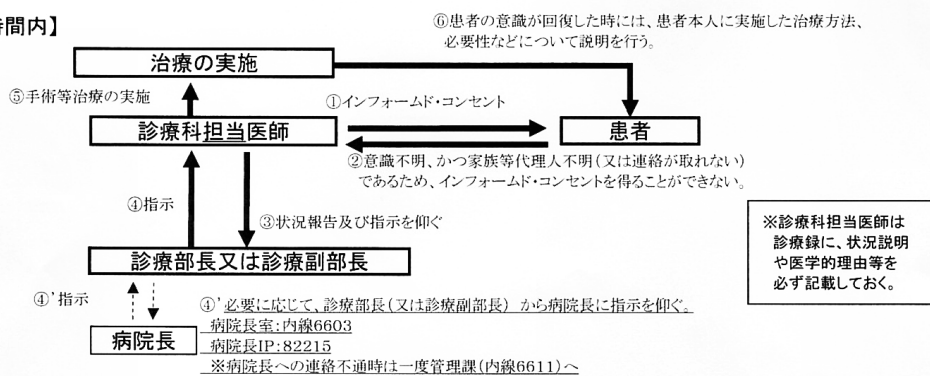
* 関連書類は以下の2通りの方法で入手できる

- (1)電子カルテより：患者 ID→ナビゲーションマップ→コンテンツ→
文書作成→01 説明書・同意書→08 輸血拒否患者
- (2)学内ネットより：病院事務管理課→各種マニュアル関係

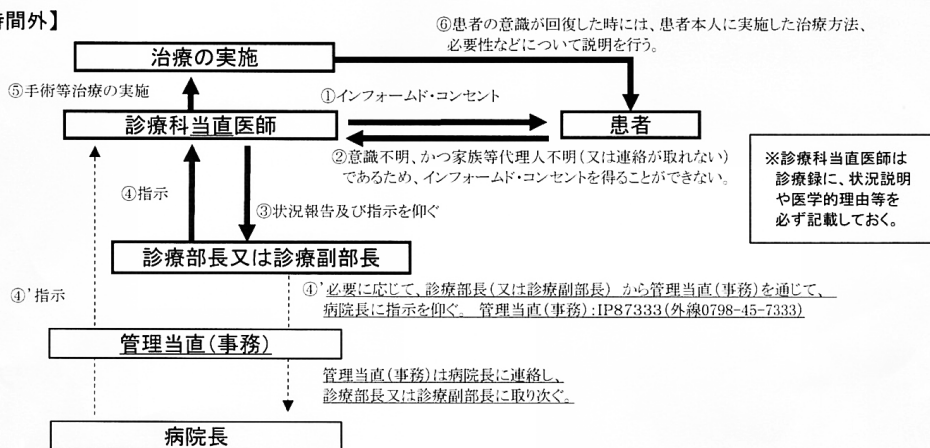
6. 緊急時における意識不明かつ家族等代理人不明患者に対する治療について
緊急時における意識不明かつ家族等代理人不明患者に対して治療を行う際は、
次のフローに基づいて対応する。

●対応フロー

【時間内】



【時間外】



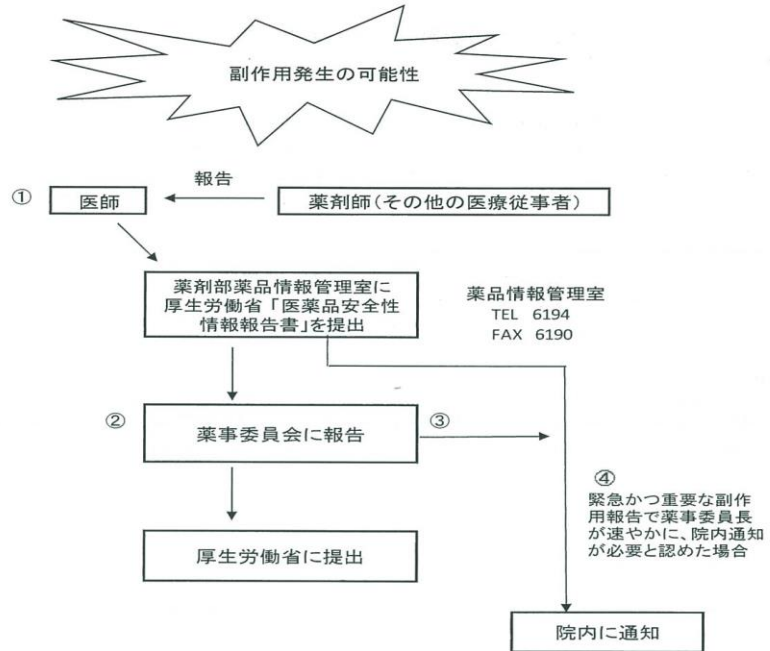
※【時間内】と【時間外】の違いは下線を引いた部分です。

インフォームド・コンセント心得書【P5(10)①抜粋】
 緊急の場合であって、患者に意識がなく、家族等代理人も不明である(又は連絡が取れない)ときは、診療部長又は診療副部長に報告のうえ指示を仰ぎ、最善の治療を行う(必要に応じて、診療部長は病院長に指示を仰ぐこと)。治療により、患者の意識が回復した時には、患者本人に実施した治療方法、必要性などについて説明を行う。

(平成 27 年 12 月 28 日)

7. 医薬品による副作用が発生した場合

院内発生副作用発生報告フローチャート



- ① 副作用発生（因果関係が必ずしも明確でないものも含む）
- 医師が発見した場合、厚生労働省「医薬品安全性情報報告書」に必要事項を記入後、薬剤部薬品情報管理室に提出する。
 - 医師以外の医療従事者が発見した場合、医師に報告する。
報告を受けた医師は、副作用（可能性も含む）と判断した場合、a)に準じる。医師の指示のもと、医療従事者による厚生労働省「医薬品安全性情報報告書」の代筆も可とする。
 - 厚生労働省「医薬品安全性情報報告書」が提出された事例についてはすべて薬剤部から薬事委員会に報告する。
 - 緊急性を要する場合は、薬剤部が薬事委員会の開催を依頼する。
- ② 報告された事例については薬事委員会で審議したうえで、厚生労働省への報告が必要か否かを判定する。薬事委員会で必要と判断した場合は、厚生労働省に報告する。
- ③ 薬事委員会での審査後、学内ネット及び電子カルテ初期画面を利用して、薬事委員会より月1回発信される「薬事委員会ニュース」にて、医療スタッフに情報を還元する。
- ④ 緊急かつ重要な副作用報告の場合は、薬事委員長は速やかに院内に通知する。

8. 定数配置薬（鎮静薬と鎮痛薬）のチェック

【目的】

定数配置薬(鎮静薬：ミダゾラム、セルシン®、プレセデックス®、1%デ
イプリバン注キット®、鎮痛薬：ソセゴン®)の管理を徹底するために行う。薬剤師が帰宅した後、麻酔科当直医がホワイトボードで確認し、定数配置薬の紛失を防ぐ。

第6部 指導する麻酔科医のために

【方法】

1) 時間内、時間外ともに、薬品庫の定数配置薬を持ち運ぶ際には、1%ディプリバン注キット[®]以外は専用容器（下図：金庫内の一番上の引き出しに5セットを配置）に入れて持ち運ぶ。その際、定数管理簿に日付、患者氏名、持ち出し数、在庫数、持ち出し者名、時間を記載する。

(専用容器) 上からの図 斜めからの図



2) 未使用で返却時にも、定数配置簿に日付、患者氏名、返却数、在庫数、返却者名、時間を記載する。

3) 時間外（16:45以降と休日）の持ち出し時は、1)の作業に加えて、手術室内薬剤庫のホワイトボードに記載（日付、薬剤名、患者名、診療科名、持ち出し者名）する。

「薬剤師」が終業時、薬品庫から持ち出し中の定数配置薬がある場合

↓

4) 当直医向けに持ち出し内容を、ホワイトボードに記載する。

記載項目（下記）

日付： _____ ○月○日
薬品名： _____ ミダゾラム
患者名： _____ ○△ ◇▽
診療科： _____ ○○科
数： _____ ○アンプル(A) or ○バイアル(V)
持ち出した医師： ◇○▽◇

↓

「上当直」と「下当直」は、すべての手術が終了後、その持ち出しされた定数配置薬の使用状況を確認する。未使用返却なら、定数配置簿に記載し、数が確認できれば、ホワイトボードを消す。

↓

次の日、「薬剤師」は定数配置薬の使用状況を確認する。

おわりに

皆さんに知っていただきたいのはマニュアルはあくまでマニュアルです。麻酔方法も指導医によってはことなっているのも事実です。マニュアルに従っても注意されたりすることもレジデントの先生方は小児麻酔に限らずあると思います。しかし指導医になった先生もみんなそれを経験してきました。

指導医の先生方とレジデントの先生の違うところは経験値です。教科書にはのっていないことや、自分が苦労してきたからこそ、教えられることもたくさんあります。

なにより大切なのはマニュアルをただ繰り返すのではなく、指導医と充分コミュニケーションをとり、手技だけでなく麻酔方法を学ぶことが大切と考えます。(そのためには術後訪問を大切にして復習をきちんとしましょう。)

大学のいいところはたくさんの施設から経験された指導医がいて教えてもらえることです。頑張ってください。

2016年7月

中本 志郎

TEE が難しいからと言って、心臓麻酔を敬遠する麻酔科医は多数存在します。TEE が出来なければ心臓麻酔が出来ないかと言うと、一概にそうとは言えないかもしれません。TEE に夢中で患者の麻酔管理が疎かになるようでは本末転倒です。

しかし、現在の TEE は、循環管理のモニター機能に加え、人工心肺の際に使用するカニューレーション位置の確認、そして弁形成や置換術において手術の結果を評価するといった患者の予後に直接関わる非常に重要な判断を求められています。

TEE は正直なところ『習うより慣れろ!』です。まずは TEE に触れないと始まりません。また TEE で得た画像を心臓血管外科医と共有することが非常に重要です。」

2016年7月

奥谷 博愛

おわりに

兵庫医科大学麻酔科研修マニュアル第6版の改訂に当たり、最近の考え方や管理方法を踏まえ、貴重な時間をかけて原稿を執筆いただきました教室の諸先生方に深く感謝いたします。

本マニュアルでは、ローテーションの初期研修医が最初に覚えなければならない麻酔業務のきまりやシステム、術前訪問、準備、麻酔の実際といった「基本」から、トラブルや緊急事態への対応まで、第一部に詳しく記載されています。麻酔科が周術期の患者さんの「安全を守り、術後の回復に貢献する」という重要な役割を担っていることを意識して、研修中に何度も読み返してください。

限られた研修期間ですが、担当患者さん一人一人を大事にして、スタッフに相談し、麻酔計画を立て、入念な準備を行い、麻酔業務の経験を積んでいってください。実力をつけるには、一日の終わりに、その日の麻酔を振り返ることも重要です。是非、自分が麻酔した患者さんを術後訪問し、自分の麻酔を評価、術後問題点がないかチェックしてください。この地道な仕事をコツコツと積み重ねていける人にこそ、臨床医としての「真の実力」が付くと思います。

また、麻酔業務は、一つ対応を間違えば「深刻な事態」を引き起こす危険性が潜んだ医療行為であることを常に忘れてはなりません。そのためには、絶え間ない監視と確認が重要です。特に少し慣れてきたころに、油断や隙が生じやすいといわれます。研修中に何か問題を感じたら速やかに指導医に連絡、相談してください。

さらに第二部以降の総論、各論では専門医レベルの知識や考え方が各所に盛り込まれています。一気に読破することが難しくても、担当症例に関するところを中心に読んで、知識を深めて行ってください。そして、わからないことや疑問点はどんどん指導医に質問してください。いろいろな考え方があり、答えが一つではないこともあります。共に勉強して行きましょう。皆さんが基本的な考え方や手技を習得し、実践できるようになると麻酔科研修がさらに充実し、やりがいや達成感が生まれると思います。

皆さんが充実した麻酔科研修生活を送れるようスタッフ一同、サポートしていきます。共に働き、お互いに切磋琢磨し、日々成長していきましょう。

2016年7月

植木 隆介

索引

A

ACE	228
ACE 阻害薬	11
ACT	47
ADL	84
AirQ	25
Airway scope	24
Aldrete スコア	37, 112, 115
A-line	187, 212
Allen テスト	27, 128
APL	21
APTT	85
ARB	11, 228
ARDS	176
armoured tube	198
ASA-PS	18, 69
A ライン	27, 34, 38, 56, 128, 168, 188, 202, 203, 204, 219

B

Barthel index	84
BAV	241
β -blocker	228
BIS	40, 110, 118, 119, 211, 231
B-line	169
BMI	40, 68
BURP	102

C

CABG	69
cannot ventilate cannot intubate	68

cardiac artery bypass graft	69
CC84, 124, 184	
Ce34, 118	
CHADS2 スコア	72
Child-Pugh 分類	39, 77, 203
COPD	228
Cormack 分類	46, 139
CPAP	213
CRPS	100
CRT	74
CVCI	68

D

DAM	24
dependent lung	212
DIC	39
difficult airway management	24
D _t CO	211

E

E/A	71
E/e'	71
E-C法	101
EDTA 採血	57, 58
EF71	
eGFR	47, 84
EtCO ₂	33, 58

F

fasciculation	75, 104
FEV ₁	211
FRC	84, 124, 184

FS71
F型回路 19, 22, 198

G

gabapentin..... 166
Gabapentinoid..... 166
GCS..... 79
GEB..... 139

H

HbA1c..... 39
HPV..... 211, 213
Hugh-Jones 分類..... 76
Hugh-Jones 分類..... 210

I

I : E 比 123
ICD..... 74, 75
ICU..... 38
iGel..... 25
ILMA..... 139
INVOS..... 231
IV フェンタニル. 34, 43, 185, 186, 187, 190,
214, 272
I V フェンタニル 43

J

Jacoby 線 136

K

KCL..... 51, 236
KingVISION..... 24, 139
K-Yゼリー 24

L

LMA 45
LTA 207, 211, 231
Lung Pulse 168
Lung Sliding 168
L コネクター..... 22

M

MAC 98, 110, 179
MACage 110
Massive blood transfusion protocol..... 91
maximum inspiratory pressure..... 33, 123
McGRATH 24, 139, 177
MEP 195, 198, 199, 244
METs 73, 83
MMSE 83
MTP 91

N

neuraxial anesthesia..... 133, 135
non-dependent lung..... 213
Normocapnea 198, 199, 200, 213
NR122
NSAIDs 99
NYHA 10, 39, 69, 70, 77, 228, 250, 254

O

OELM 102
OLV 212
ORSYS 38, 41, 45
ORYSYS 22

P

PCI 69, 72
PCPS 186

索引

PCV	123
PCV-VG	124
PDPH	178
PEA	59
PEEP	185, 186, 187, 213
PENG ブロック	151
percutaneous cardiac intervention	69
Perfusion index	33
Permissive hypercapnia	176
Pin Index system	19
pKa	81
POCD	83, 111
PONV	26, 48, 79
post-operative nausea and vomiting	79
preconditioning 効果	229
precurarization	104
pregebalin	166
Preoxygenation	223
PSV	124
PSVT	60
PT-INR	39, 77, 78, 133, 136
PTP	121

R

R on T	61, 74
RAE チューブ	205, 208
RALP	187
Ramp 位	107
rapid response	60
RCRI	73
revised cardiac index)	73
RSI	101, 104, 179, 199, 202, 255
RWMA	71

S

Seashore サイン	168
SEP	244

SGA23, 25, 58, 101, 105, 175, 185, 197, 209	
Shamrock view	152
Shock Index	183
SIMV	124
SIRS	39
SpO ₂	33, 38, 57, 58, 76
SpO ₂	220
SSI	35, 85, 161, 162
Supraglottic airway	101
Supraglottic Airway	23
surgical site infection	35, 161
SVV	57, 89, 130, 170, 200
SWMA	71

T

TAVI	238
TAVR	238
TCI	33, 211, 245
TEE	155
TIVA	118, 199, 245
TNS	138
TOFR	115, 120
Triple airway maneuvers	102
Tuohy 針	134

V

VBM ブロンコファイバーパイプブロック	107, 139
VCV	123
Vf 59	
VT 61	

W

Whitacre 針	178
WHO 手術安全チェックリスト	31
WHO 方式3段階除痛ラダー	268

Y

Y ピース 21

あ

悪性高熱症 257

悪性腸腰筋症候群 268

亜酸化窒素 98, 207

アシドーシス 61, 191, 235

アスピリン 133

アスピリン喘息 43, 79

アセトアミノフェン ... 43, 79, 100, 179, 199

アセリオ 43, 51, 100, 179

アタラックス P 51

圧力計の表示 (単位 MPa) 66

アデホス 60, 61

アドナ 51

アトニン 46, 178, 179

アドレナリン 50

アトロピン 7, 45, 50, 54, 57, 99, 205, 219,
222

アナフィラキシー 54, 55

アナフィラキシーショック 54

アナペイン 50

アネキセート 50

アミサリン 61

アルコール 79, 82

アルチバ 5, 11, 14, 15, 26, 30, 33, 34, 37,
43, 51, 54, 96, 109

アルブミン 11, 25, 51, 85, 87, 190, 191, 203

アレルギー 43, 51, 79, 81, 216

アンカロン 50, 51, 58, 61

アンピシリン 35

アンビュー 38, 66

い

胃エコー 166

胃管 30, 46, 103, 202, 203, 208

胃管チューブ 103, 202

意識下挿管 101, 107, 153

意識下鎮静 137

意識障害 79

イソゾール 51, 179, 232

イソソルビド 230

一回拍出量変動 89, 130, 170

一秒率 76

イチョウの葉エキス 11

1 回換気量 66, 123, 175, 184, 186, 212, 213

一回拍出量変動 170, 200

一過性神経障害 138

一過性脳虚血 73

医療ガス圧力監視盤 66

医療配管 64

医療用麻薬 5

イレウス 204

インジゴカルミン 51

インシデント 272

インスリン 73, 78, 204, 236

インスリン抵抗性 78, 109, 174

インヒビター 248

インフューザーポンプ 33

う

上喉頭神経ブロック 153

ウリナスタチン 233, 234

ウロナーゼ 51

運動障害 49

運動耐用量 73, 83

運動誘発電位 195, 244

え

エアウェイスコープ 139, 218

エアレーション 259

エイシス 19, 20, 21

索引

エコー..... 76
エスクロンミニ..... 40
エスティバ..... 19, 20, 21
エスモロール..... 231
エビスタ..... 11
エピネフリン..... 81, 230
エフェドリン... 7, 26, 45, 50, 57, 99, 177,
178, 230
エマージェンシーコール..... 58, 60, 61
塩化カルシウム..... 51, 61, 174, 236
塩化ナトリウム..... 51

お

オーバーセンシング..... 75
オキシヴィル..... 8
オゾン層破壊作用..... 99
オノアクト. 50, 60, 170, 176, 199, 209, 231
オバサピアン..... 107, 139
オピオイド..... 33
オリベス..... 50
オルプリノン..... 231
温風式加温装置..... 165, 201

か

開胸術後疼痛症候群..... 166
顎関節症..... 197
下肢コンパートメント症候群..... 109
ガス供給圧..... 20
ガス塞栓症..... 186
ガスター..... 177
片肺挿管..... 56
カタボン..... 50
片耳聴診器..... 221
カフ圧..... 30, 46, 47, 103, 198
カフ上吸引付挿管チューブ..... 23
カフテスト..... 24
カプノグラム..... 30, 33, 58, 113, 140

カプノメータ..... 22, 113, 117
壁運動異常..... 71
ガムエラスチックブジー..... 139
カリウム除去フィルター..... 173
感覚障害..... 49
換気血流比不均..... 125
換気困難..... 68, 69
換気障害..... 39
肝機能障害..... 77, 85
眼球心臓反射..... 205
冠血管拡張薬..... 11
観血的動脈圧測定..... 27, 40, 128
観血的動脈圧ライン..... 190
肝硬変..... 203
環軸椎亜脱臼..... 196
間質性肺炎..... 76
患者呼吸回路..... 21
関節リウマチ..... 192, 196
完全右脚ブロック..... 70
完全左脚ブロック..... 70
完全静脈麻酔..... 118, 195, 199, 211
肝不全..... 39

き

奇異塞栓..... 186
気管支拡張薬..... 11
気管支喘息..... 39, 175
気管支ファイバー. 24, 28, 40, 107, 139, 197,
212
気管支ブロッカー..... 23
気管挿管..... 11, 23, 30, 56, 102, 185
気管挿管用ラリンジアルマスク..... 139
気管チューブ..... 23, 30, 45, 46, 58, 217
気管内噴霧麻酔法..... 207, 211
気胸..... 169, 186
希釈式自己血輸血..... 40
キシロカイン..... 7, 26, 134, 136
喫煙.... 10, 76, 79, 84, 210, 214, 228, 272

気道管理アルゴリズム 140
 気道管理ガイドライン 56, 68, 102, 139
 気道内圧 33, 175, 184
 機能的残気量 84, 107, 124, 184, 186
 気腹 125, 185, 186
 キャリブレーション 20
 吸引チューブ 23
 球後麻酔 81
 吸収性無気肺 125
 急性呼吸促拍症候群 176
 急性心筋梗塞 73
 急性痛 260
 急速導入 101, 104, 107, 200
 吸入麻酔 199
 吸入麻酔薬 . 7, 20, 25, 33, 79, 84, 98, 101,
 110, 112, 176, 179, 199, 211, 229, 245,
 257
 凝固能 73
 経食道心エコー 186, 231, 239
 狭心症 39
 経鼻挿管 106
 胸部傍脊椎神経ブロック 148, 166, 214
 局所静脈内麻酔 193
 局所麻酔32, 44, 50, 59, 79, 81, 82, 83, 84,
 85, 109, 122, 133, 134, 136, 137, 143,
 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151,
 154, 170, 193, 197, 205, 207, 208, 221,
 239, 240
 局所麻酔薬アレルギー 81
 局所麻酔薬中毒 81, 154, 193
 虚血性心疾患 73
 禁煙 76, 210, 272
 筋弛緩モニタリング 119
 筋弛緩薬 .. 5, 25, 30, 33, 41, 207, 219, 222

 く

区域麻酔 33
 グースネック 23, 198

偶発症 41, 272
 駆血帯 193
 クリオプレシピテート 91
 グルカゴン 54
 グルコースーインスリン療法 61, 174
 クレアチニン 39
 クロージングキャパシテイ 84, 124, 184
 クロスフィンガー法 105
 クロスマッチ 53

 け

経口エアウェイ 24, 25
 経口血糖降下薬 11
 経食道心エコー 40, 71, 155
 経皮的心肺補助法 186
 ケタミン 166
 ケタラル 5
 血圧計 30
 血液凝固能 39, 85, 91
 血小板 57, 58, 78, 133, 136, 202, 214
 血小板減少 39
 血栓塞栓症 72
 血糖測定器 28
 血友病 194, 248

 こ

コアテック 231
 降圧薬 11
 効果部位濃度 34, 118
 高カリウム血症 61, 172, 174
 抗凝固薬 11, 72, 85, 133, 184, 229
 抗血栓薬 73
 抗血栓療法 73
 抗甲状腺薬 11
 甲状オトガイ間距離 68
 向精神薬 11
 拘束性障害 175

抗てんかん薬	11
喉頭鏡	23, 24, 45, 139, 217
喉頭痙攣	56, 58
喉頭展開困難	68
抗パーキンソン薬	11
高比重	45
抗ヒスタミン薬	54
抗不整脈薬	11
硬膜外ブロック	166
硬膜外麻酔	33, 43, 44, 72, 73, 78, 109, 133, 161, 187, 202, 203, 204, 214, 226, 271
硬膜穿刺後頭痛	178
抗ムスカリン作用	99
高リスク手術	73
高齢	82, 83, 84, 85, 88, 111, 128, 161, 165, 187, 190, 194, 201, 205, 242
高齢者総合的機能評価	82
呼吸回数設定	66
呼吸回路内圧	21
呼吸機能検査	76
呼吸不全	39
骨粗鬆症治療薬	11
コデイン	266
困難気道	24, 68, 139
コンプライアンス	83, 125, 186, 196, 230

さ

細菌性髄膜炎	161
最大吸気圧	33, 102, 123, 125, 176, 185, 212, 220
再分布性低体温	163
左脚後枝ブロック	70
左脚前枝ブロック	70
坐骨神経ブロック	150
坐骨神経麻痺	205
左室駆出率	71
左室内径短縮率	71
嗄声	48, 49, 192, 196

サプリメント	11, 85
3枝ブロック	70
三尖弁閉鎖不全	39
酸素供給量	91
酸素センサー	20
酸素フラッシュ	21
酸素ボンベ	64, 65, 66
サンリズム	50, 60

し

ジアゼパム	154
ジギタリス	11, 228
糸球体濾過量	84
死腔換気率	118
シグマート	50, 51, 170, 229
ジゴシン	50
シバリング	165, 201
シバリング閾値	164
シベノール	50, 60
脂肪乳剤	154
尺骨神経麻痺	108
シャント	77, 173
周術期管理チーム	9
重症加算	39, 272
修正 Borg スケール	76, 210
重炭酸ナトリウム	174
手術安全チェックリスト	31
手術ストレス	175
手術部位感染	35, 85, 161
出血傾向	78, 90, 133, 136, 202
術後悪心嘔吐	26, 79
術後回診	48
術後せん妄	83
術後鎮痛	43
術後痛	43, 49, 134
術後認知機能障害	83, 111
術後肺炎	85
術前指示票	11

術前飲水指示 216
 術前評価18, 68, 82, 83, 177, 184, 194, 196,
 197, 198, 200, 202, 204, 205, 207, 228,
 250, 253
 術中覚醒 179
 蒸気圧 98
 小児 216, 265
 静脈麻酔薬 33
 ショートラン 61
 植込型除細動器 39
 植込型ペースメーカー 39
 除細動 75
 除細動器 58, 60, 61, 74
 ショック 39, 114
 ジルチアゼム 230
 心エコー 70, 71
 侵害可塑性疼痛 261
 侵害受容器 260, 261
 侵害受容刺激 109, 111
 侵害受容刺激反応 33, 109, 112, 209
 侵害受容性疼痛 261
腎機能 36
 腎機能障害 43, 73, 77, 171
 腎機能低下 172
 心筋梗塞 39
 神経刺激装置 143
 神経周膜 144, 145
 神経障害 48
 神経障害性疼痛 81, 261
 神経上膜 144
 神経ブロック . . . 142, 184, 186, 192, 209, 271
 人工呼吸 40
 人工鼻 19, 22
 心室細動 59, 61
 心室性期外収縮 61
 心室頻拍 61
 心静止 59
 新生児 222

心臓再同期療法 74
 迅速導入 101, 104, 179, 199, 202, 255
 深鎮静 137
 心停止 58
 心電図 30
 浸透圧 86, 87, 88, 89
 深部静脈血栓症 72, 109
 心不全 39, 73
 腎不全 39, 171, 191
 心房細動 72
 心房性ナトリウム利尿ペプチド 172

す

推算糸球体濾過量 84
 錐体外路 43
 水中毒 188
 睡眠時無呼吸 10, 68, 77, 102, 208
 スープレソ 7, 25, 30, 33, 37, 43, 51
 頭蓋内圧亢進 199
 スガマデクス 99, 174, 179
 スガマデックス 219, 223
 スキサメトニウム . . 6, 51, 75, 104, 110, 173,
 179, 205, 206
 スタイレット 24, 217
 ステロイド . . . 11, 54, 80, 161, 175, 176, 196,
 197, 198, 199, 204, 245, 246
 ステロイドカバー 80, 196, 197, 198
 ステンント 72
 スパイナル針 136
 スルバクタ 35

せ

声門上器具 11, 23, 25, 101, 105, 175
 脊髄幹麻酔 133
 脊髄クモ膜下麻酔 177, 188, 189
 脊髄くも膜下麻酔 . . 11, 45, 72, 73, 78, 136,
 161, 163

脊髄くも膜下麻酔	177
脊髄くも膜下麻酔	184
脊髄くも膜下麻酔	185
脊髄損傷	39
脊髄幹麻酔	135
セファゾリン	35, 51, 178
セフォチアム	35, 51
セフメタゾール	35
セフメタゾン	51
セボフルラン	7, 25, 26, 30, 33, 37, 43, 51, 98, 175, 220
セルシン	51
セロトニン症候群	201
遷延性術後痛	165
仙骨硬膜外麻酔	221
全人的苦痛	264
全身麻酔	11, 30, 33, 37, 163
喘息	51, 76, 175
先天性心疾患	39

そ

挿管	46
挿管困難	69, 104, 105, 107, 200, 210, 217, 218, 222, 256
相対的無輸血	281
総腓骨神経麻痺	109, 205
僧帽弁狭窄	39
僧帽弁閉鎖不全	39
側臥位	108
ソルコーテフ	50, 175

た

ターニケット	36, 193, 194, 195
ターニケットペイン	195
体温	163, 201
体外衝撃波結石破碎	75
代謝性アシドーシス	174

体重	97
大豆アレルギー	43
体性感覚誘発電位	244
大腿神経ブロック	150
大動脈内バルーンパンピング	40
大動脈閉鎖不全	39
大動脈弁狭窄	39
タイムアウト	30, 47, 179
大量出血	53, 58, 165, 201, 202
ダブルルーメンチューブ	23, 211
卵アレルギー	43
炭酸ガス吸収剤	118
炭酸ガスボンベ	64
ダントリウム	51
ダントロレン	257

ち

チアミラール	176, 179, 232
中心静脈カテーテル	11, 27, 28, 41, 131, 202
チューブエクステンジャ	139
超音波ガイド下神経ブロック	28, 40, 144, 184, 224
腸管牽引症候群	201
超緊急	54
鎮静	33
鎮静薬	41
鎮痛	33

て

帝王切開	11, 14, 16, 36, 162, 177, 178, 280
低酸素性肺血管収縮	211, 213
ディプリバン	11, 25, 26, 33, 37, 45, 51, 96
デカドロン	26, 51
デキサメタゾン	199
デクスメドトミジン	107, 138
デスフルラン	98, 195, 199, 245
テタヌス刺激	121

索引

電気けいれん療法 75
電気メス 75
テント状T波 61

と

瞳孔左右差 46
透析 40, 77, 172, 202
疼痛 48
洞停止 60
導尿 30
糖尿病 39, 73, 78, 165, 174
糖尿病性神経障害 174
糖尿病性腎症 78
動脈カテーテル 11
動脈血ガス分析 34
ドパミン 7, 50, 172, 199, 230
ドプタミン 170, 230
ドブポン 50
ドプラム 50
トラマドール 266
トランサミン 51
トリプターゼ 54, 55
ドルミカム 138
ドロペリドール 199
ドロレプタン 26, 43, 44, 51, 135

な

内転筋管ブロック 152
等比重 45
ナロキソン 50, 246

に

ニカルジピン 46, 50, 172, 230
ニコランジル 229
二次ガス効果 99
2枝ブロック 70

ニトロール 170
ニトログリセリン 229, 230
ニトロプルシド 230
乳房切除後疼痛症候群 166
妊娠 254
ニンニク 11
妊婦 254

ね

ネオシネジン7, 26, 45, 50, 57, 60, 99, 137,
172, 173, 177, 178, 190, 230, 232, 239,
243
ネオフィリン 51, 175, 176

の

脳梗塞 72, 73
脳脊髄液ドレナージ 245
脳波 110, 118
ノボセブン 248
ノルアドレナリン 38, 50
ノルエピネフリン 230

は

%VC 76
バイアスピリン 72, 133
肺エコー 168
肺拡散能力 211
肺気腫 76
肺空気塞栓 186
肺結核 76
敗血症 39
肺水腫 169
肺線維症 76
肺塞栓 58, 195
肺動脈カテーテル 158
肺動脈性肺高血圧症 39

バイトブロック 24
 バイポーラ 75
 橋脊髄融解症候群 189
 パパベリン 51
 馬尾症候群 138
 パラパック 65
 パルスオキシメータ 30, 33, 76
 ハンプ 172

 ひ

ビーチチェア位 192
 ビーフリード 88, 201
 皮下気腫 186, 187
 ビカネイト 27, 177, 191, 204
 ピシリバクタ 51
 ビジレオモニター 27
 ヒスタミン 54, 55
 ビデオ喉頭鏡 24, 139
 ヒドロキシエチルデンプン 87, 173
 肥満 36, 97, 107, 165, 213
 ヒューマリン R 51
 標準予防策 134, 136, 160
 ピル 11
 貧血 39

 ふ

ファモチジン 51, 179
 フィジオ 140 27
 フィブリノゲン 91
 フェイスマスク換気困難 68
 フェニレフリン 99, 173, 230
 フェンタニル 5, 11, 14, 15, 26, 30, 33, 34,
 37, 43, 44, 51, 54, 96, 109, 170, 177,
 179, 218, 220, 222, 229
 腹横筋膜面ブロック 149, 186, 187
 腹臥位 108, 195
 複合性局所疼痛症候群 100

腹直筋鞘ブロック 149, 186, 187
 不整脈 56
 ブチルスコボラミン 51
 ブドウ糖 51
 ブラッドアクセス 191
 ブリディオオン 50, 55, 99, 115, 179
 ブリンクマン指数 210
 プリングル法 204
 プリンペラン 51, 177
 フルストマック 166, 184, 192, 255
 フルマゼニル 138
 フルマリン 51
 フルルビプロフェン 79, 99, 199
 プレセデックス 45, 51, 107, 138, 226
 プレドニゾロン 196
 プレドパ 170, 190
 プレビブロック 231
 フロートラック 27, 28, 40, 41, 57, 130, 190,
 191, 199
 プロシール 25
 プロスタンディン 50
 フロセミド 172
 プロタノール 50, 176
 プロタミン 50, 235, 242
 プロポフォール .26, 30, 33, 37, 43, 50, 96,
 110, 161, 179, 229
 フロモキシセフ 35
 分節麻酔 133
 分離麻酔 133

 へ

ベアメタルステント 72
 閉鎖神経ブロック 143, 151, 189
 閉塞性障害 175
 ペーシングテスト 240
 ペースメーカー 60, 74, 75, 241
 ヘパリン 50, 72, 214, 232, 233, 234
 ヘパリン採血 58

索引

蛇管 19, 22
ベラパミル 230
ペルセウス 21
ヘルベッサー 50, 170
ペンシルポイント 178
ペンタジン 51
ベンチレーター 21
ペントシリン 51

ほ

房室ブロック 60, 70
ポストテタニックカウント 121
ボスミン 54, 58, 61
発作性上室性頻拍 60
発作性心房細動 60
ホットライン 27, 53, 165, 190, 201
ポップオフ 21
骨セメント 195
ポプスカイン 26, 44, 50, 134, 226, 227
ボルベン 87, 177, 190, 199, 203

ま

マーカイン 45, 51, 136, 138, 177, 185
麻酔回路 45
麻酔器 19, 22
麻酔請求 40, 272
麻酔説明書 5
麻酔同意書 11
麻酔導入 199
麻酔バッグ 19
麻酔申込書 10
マスク 22, 30
マスク換気不能 68
マッコイ喉頭鏡 139
末梢血管収縮閾値 164
末梢神経ブロック . 33, 43, 44, 109, 142, 221
麻薬 41

麻薬事故報告書 17
マランパチ 68
慢性疼痛 260
慢性閉塞性肺疾患 228
マンニトール 50, 88, 172, 190, 198

み

ミオコール 50, 229
水中毒 188
ミダゾラム 26, 51, 107, 138, 154, 170, 179,
222, 229
ミラクリッド 233
ミリステープ 50
ミリスロール 170
ミルリーラ 50, 231
ミルリノン 231

む

胸筋神経ブロック 147, 209
胸筋神経ブロック 147
胸横筋膜面ブロック 209
無脈性心停止 59

め

メイロン 51, 223, 235
メチルエルゴメトリン 51, 178
メチルプレドニゾロン . 51, 191, 232, 234, 246
メトヘモグロビン血症 154
メトロニダゾール 35
メパッチクリア 30
メピバカイン 26, 45, 136, 177, 178
メブチンエアー 51, 176
メロセル 210

も

モノポーラ 75
 モルヒネ 5, 11, 14, 37, 177

や

薬剤関連報告書 17
 薬剤溶出性ステント 72
 ヤコビー線 136, 177

ゆ

輸液 86
 輸血 7, 10, 27, 38, 40, 46, 53, 57, 77, 86,
 90, 91, 112, 173, 183, 185, 198, 200,
 201, 202, 203, 204, 222, 223, 231, 233,
 235, 236, 242, 256, 281, 282

よ

腰神経叢ブロック 152
 予防抗菌薬 30, 35, 47, 161, 162

ら

ラジカット 246
 ラシックス 50, 61, 172
 らせん入りチューブ . 23, 106, 195, 198, 200,
 207, 208, 209
 ラテックス 79, 159, 201
 ラピッドインフューザー 53
 ラリンジアルマスク 56
 卵円孔開存症 186
 ランジオロール 170, 199, 209, 231

り

リークテスト 20, 21, 22, 45, 220
 リスモダン 50
 リドカイン 50, 61, 193, 222, 229
 リバース 115, 219
 硫酸 Mg 補正液 51
 緑内障 205
 輪状甲状膜穿刺キット 139
 輪状軟骨圧迫 179
 輪状披裂関節炎 196, 197

れ

レーザーフレックスチューブ 208
 レギチーン 50, 51
 レミフェンタニル 96, 109, 166, 200

ろ

ロクロニウム 6, 11, 15, 26, 30, 33, 34, 37,
 51, 55, 96, 110, 170, 174, 179, 219,
 220, 222, 230
 肋間神経ブロック 142, 214
 6分間歩行試験 84, 211
 ロピオン 43, 50, 79, 99

わ

ワゴスチグミン 50, 176
 環軸椎亜脱臼 192, 197
 ワソラン 50, 60
 ワルファリン 72, 229, 254
 腕神経叢ブロック 145, 192