

調べておこう Q&A

★調べておこう1★

Q: 機器点検の重要性について (点検しないとどうなるか?)

A: 全身麻酔でなくとも麻酔器と麻酔回路は蘇生器具として必ず準備と点検を行う。常に使用できる状態にしておくことが大切。この準備を怠ると緊急時に患者さんの命にかかわる危険性が出てくるので重要である。

Q: CO2 吸収装置の中身は何でできているか? また CO2 を吸収すると何色になるか?

A: ソーダライムが一般的に使用されている。ソーダライムは水酸化カルシウムとそれより少量の水酸化ナトリウム、水酸化カリウムが入っている。

二酸化炭素と反応して、熱と水と炭酸塩を産生する。

100g のソーダライムで最大2.3L の CO2 を吸着できる (カニスタの大きさなどにも依る)

CO2 を吸収するとソーダライムは紫に変色する。(新品の時は白)

Q: 余剰ガス排除装置とは何か?

A: 完全閉鎖回路以外では、ガスは常に呼吸回路に流入し、呼吸回路から流出している。

排出ガスは、患者が呼出したガスと吸気に必要な量以上の新鮮ガスの混合したものであるが、いずれにせよ麻酔ガスを含んでいる。手術室に勤務する者がごく少量にせよ麻酔ガスに曝される危険を減らすために、このような麻酔ガスを呼吸回路から院内の吸引システム、あるいは排出システムに安全に逃がす装置を余剰ガス排出装置という。

Q: ベローズとは何か?

A: いろいろな「バックを揉む」機械が使用されているが、現代の麻酔において、ベンチレータを装着するというのは、呼吸バッグを機密チャンバー内の「第2のバッグ」に付け替えることを意味している。この第2のバッグがベンチレータのベローズで、チャンパーにガスを送り込むと、チャンパー内のベローズを揉むことになる。

呼気時にベローズが上がりきらないことがあるが、これは呼吸回路にリークがあること、回路が外れていること、あるいは気づかぬうちに抜管してしまっていることが原因である可能性が高い。新鮮ガス流量が少なすぎると患者の酸素消費量が多すぎて、ベローズが上がりきらないこともある。

★調べておこう2★

Q:喉頭鏡のブレード、バイトブロック、経口エアウェイ、挿管チューブのサイズ選択の基準は？

A:喉頭鏡のブレード⇒成人の場合、目安として女性は3、男性は4（体格による）

バイトブロック⇒挿管チューブよりやや太いものを選ぶ。

経口エアウェイ⇒成人の場合、目安として女性は3、男性は4（体格による）

先端が喉頭蓋の手前で終わるサイズが望ましい。

挿管チューブ⇒経口挿管で成人の場合、男性は8.0mm、女性は7.5mmを基準とする（体格にもより、場合によってはサイズを下げること）

Q:人工鼻はなぜ必要か？

A:呼吸回路を流れる麻酔ガスの加温加湿は、

- ①乾燥ガス吸入による気道損傷の予防
- ②気道からの熱喪失による体温低下の予防
- ③気道からの水分喪失の予防

のため重要である。

人工鼻は、加温加湿器に比べ絶対湿度では劣るが、90%以上の相対湿度を保つことができ、全身麻酔中という短時間では問題とならない。感染防止や経済性などで有利である。

Q:マギル鉗子の使用用途は？

A:胃カテーテル挿入困難時に使用、経鼻挿管時のチューブの誘導、口腔内異物の除去、歯牙損傷時の折れた歯の除去、通常挿管時でもチューブ誘導で必要となることがある。

★調べておこう3★

Q:測定不能な場合に脈を確認する場所はどこか？

A: 橈骨動脈、内頸動脈。

橈骨動脈が触知できれば血圧 80mmHg 以上。

内頸動脈が触知できれば血圧 60mmHg 以上。

★調べておこう4★

Q:なぜ Air での SpO₂ の値の確認が必要か？

A:パルスオキシメーターが値を拾えているかを確認するため。

術中酸素化の目標値の基準とするため。

抜管後の呼吸状態の評価の目安とするため。

★調べておこう5★

Q:標準的な穿針位置はどこか？

A:基本的には左前腕を使用。下肢の静脈路は血栓・静脈炎を生じやすいので好ましくない。乳房切除や上肢の手術の際は、非手術側の上肢で確保する。

動脈および神経が近くにない部位、すなわち、前腕の橈骨または手背部で、針が関節にまたがらないように穿針する。

神経損傷を引き起こさないためには、手背静脈か橈骨皮静脈を選択する場合は、橈骨茎状突起より12cm以上中枢側で穿針すべきである。穿針時に痛みやしびれがあった場合は、すぐに抜き他の部位で再穿針を行う。

針は太めのものを用いる（基本18G、または20Gを使用。流出量は管の直径の4乗に比例する）

多量の出血が予想される症例では、2本以上の点滴を設置しておくが、患者に苦痛を与えないようにするため、2本目は導入後でよい。

★調べておこう6★

Q:導入薬剤（プロポフォール、イソゾール、フェンタニル、アルチバ、エスラックスなど）の薬理作用や使用量について。

◎ プロポフォール（一般名：同じ）

薬理・特徴: 脂溶性が高く水に溶けにくい。脂肪製剤中にエマルジョンとして調剤してある。詳細な作用機序は分かってないが、バルビツレートと同様、GABA_A受容体に作用し、GABAに仲介される抑制効果を増強するものと考えられている。排泄半減期が4〜7時間と長い。肝臓でグルクロン酸抱合などを受け、水溶性代謝産物となって尿中から放出される。覚醒が早い。注入時に疼痛がある。低血圧に注意する。

使用量: 麻酔導入; 2.0〜2.5mg/kg

麻酔維持; 鎮痛作用がないので通常はオピオイドを併用する。

持続注入法による維持 (TCI: Target-controlled Infusion) がよく用いられる。詳しくはTCIポンプ添付の使用量参照。

◎ イソゾール（一般名：チアミラール／バルビツレート）

薬理・特徴：作用点は GABA_A 受容体と考えられている。脳保護作用、抗けいれん作用がある。覚醒は比較的速やか。ポルフィリン症、喘息には禁忌。注入時の漏れにより組織壊死を起こす。

使用量：麻酔導入 3～5 mg/kg（成人）

◎ フェンタニル（一般名：同じ）

薬理・特徴：合成オピオイドで μ 受容体に結合する。鎮痛作用はモルヒネの 50～80 倍とされる。脂溶性であるため、静脈内投与後速やかに脳に達し効果を発揮する。

使用量：麻酔導入（補助的に使用） 50 μ g～100 μ g

麻酔維持 1～2 μ g/kg（30～60 分ごと）

◎ アルチバ（一般名：レミフェンタニル）

薬理・特徴：2007 年に日本では市販された新しい μ 受容体アゴニストの麻薬性鎮痛薬。選択的 μ 受容体アゴニストであり、血液中および組織中の非特異的エステラーゼにより速やかに加水分解される。代謝物は腎臓から排泄されるが、薬理活性は極めて小さいため、腎機能低下の場合でも、作用が遷延することなく、その他肝機能異常などでも影響を受けにくいとされている。

利点として①長時間投与でも蓄積しない、②用量の調節が容易である、③薬効が速やかに消失するため、麻薬にみられる遷延性無呼吸がない、④肝・腎障害患者にも使いやすいなどが挙げられる。

欠点として、①一般的な麻薬としての副作用を持つ、②投与中断により速やかに鎮痛作用が消失するため、手術終了前からの他の鎮痛薬投与が必要であること、などが挙げられる。

使用量：投与量換算表参照

◎ エスラックス（一般名：ロクロニウム）

薬理・特徴：2008 年から日本で使用可能となった、新しい非脱分極性筋弛緩薬である。今までのベクロニウム（マスキュラックス）より作用発現時間が短い。代謝経路は主として肝臓から未代謝のまま排泄されるので、肝機能障害を有する患者では注意が必要である。腎臓からの排泄は 10%以下とベクロニウムよりさらに少なく、腎不全患者においても容易に使用できる。

使用量：挿管用量（成人）0.6mg/kg

術中必要に応じて 30～60 分おきに 0.1～0.2mg/kg を追加投与する。

Q:酸素化の必要性について。

A:酸素の前投与はすべての全身麻酔において重要である。室内の空気はおよそ 21% の酸素を含有しており、残りはほとんど窒素である。多くの人は、換気を行わなければ数分以内に酸素飽和度の低下が起こる。導入前に数分間 100%酸素を吸入させておけば、肺の機能的残気量 (FRC) から完全に窒素が追い出され酸素で満たされるため、3～5分間は酸素飽和度の低下が予防できる。

Q:下顎挙上法の方法について。

A:両手で顔を挟み動かないように固定し、指を使って下顎の部分だけを上に持ち上げる方法。頰椎に損傷が疑われる場合に最も適した気道確保でもある。

麻酔導入後の気道確保はこの方法で行う。左手で下顎挙上し気道を確保し、右手でバッグを押す。下顎挙上は左小指がポイントで、左小指を下顎角に当て、下顎歯が上顎歯の上に出るくらい下顎を挙上する。左中指、左薬指は下顎に軽く当てる程度で、左親指と左示指でマスク体部を保持する。

Q:経口エアウェイはどのような時に使用するか、またその使用法は？

A:麻酔導入直後に、マスク換気しにくい場合に補助的に用いる。

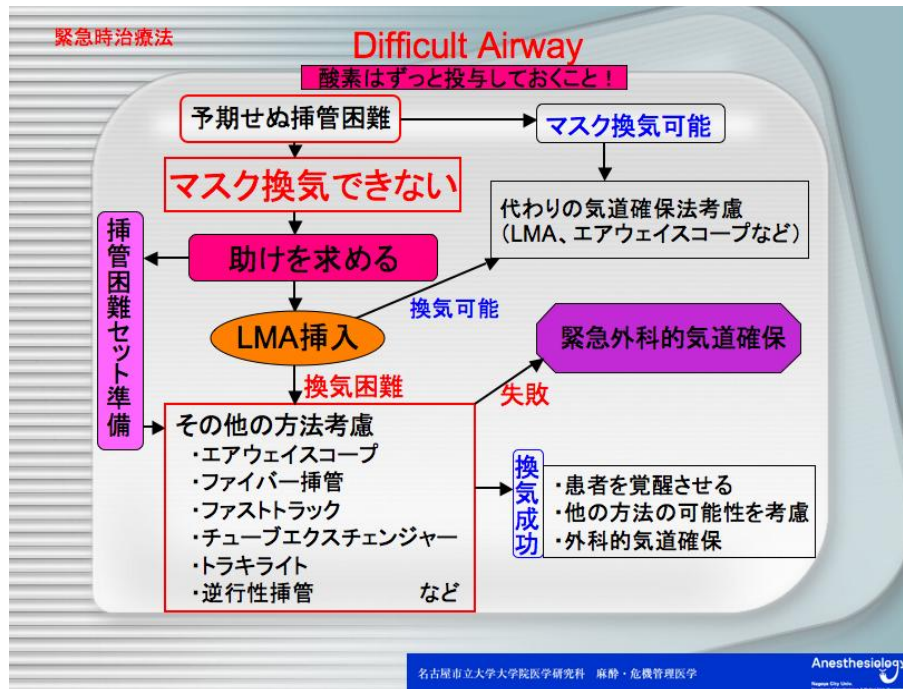
エアウェイを、舌を押し込まないように 180度回転させて挿入する。

適切なサイズを選択することが重要である。また積極的に使用すること。

★調べておこう7★

Q: 予期せぬ挿管困難の対処法について。

A: パニックカード「Difficult Airway」参照



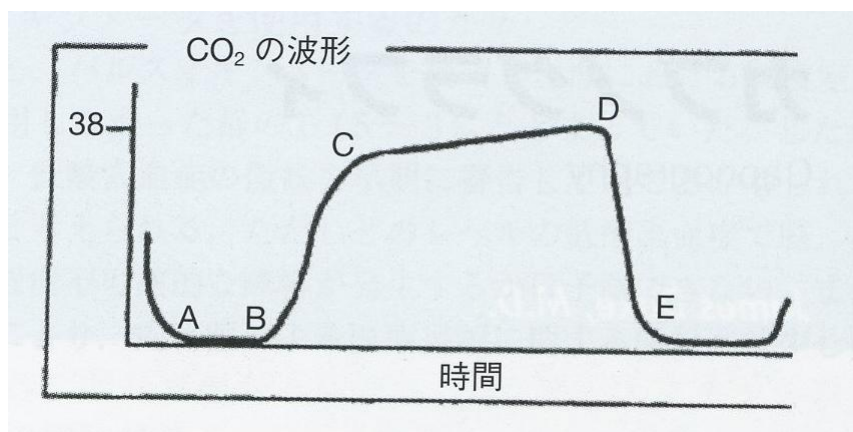
★調べておこう8★

Q: カプノグラフィーとは何か？

A: CO2 モニタリングの波形のこと。(図1 参照)

波形を分析することで、心拍出量の低下、代謝活性の変化、急性および慢性肺疾患などの多くの病態が裏付けられるだけでなく、ベンチレータ、回路、気管チューブの不具合なども明らかになる。

(図1)



Q:I:E比とは？

A:吸気／呼気比のこと。I:E比は分時換気量と吸気流速で決められる。多くの場合、I:E比は1：2が基準である。

Q:吸気時に圧プラトーを作ることの意味は？

A:バックを揉んですぐに離してしまう（圧プラトーなし）の場合では、一部の肺しか換気されない。ゆっくり揉んでしっかりと圧をかける時間を保つ（圧プラトーを作る）ことで、肺の隅々まで膨らませることができる。このため、換気効率を上げるだけでなく、無気肺の予防にもなる。

Q:バックした時の対処はどうしたらよいか？

A:まずベンチレータから手動換気に変える。手術が終わりそうならそのまま自発呼吸に合わせて手動で換気する。まだ手術の途中であれば筋弛緩薬を追加し、効果が現れるまで手動換気を続ける。その後ベンチレータに戻してもよい。

★調べておこう9★

Q:従圧式換気、従量式換気の違いについて。

A:①従圧式換気：ベンチレータの気道内圧の上限を設定し、吸入気を送り込んで気道圧が設定圧に達したとき、呼気相に移行する形式のこと。

気道内圧が異常に上昇して肺損傷を起こす危険性はないが、肺コンプライアンスが低下しているような症例では1回換気量が不十分になる可能性があるので注意が必要。

②従量式換気：患者の体型などから一回換気量を設定し、吸気容量がその設定値に達すると呼気相に転じる方式。1回換気量は保たれるが、気道内圧が高すぎて肺損傷を起こす可能性があるため、圧の上限を設けた安全弁が必要。

Q:PEEPとは何か？ また利点と欠点は何か？

A:終末呼気陽圧（Positive end-expiratory pressure）の略。

人工呼吸時に、呼気時の気道内圧を平圧に戻さず、陽圧を維持することを言う。

気道内圧を常に陽圧に保っておくと、機能的残気量（FRC）が増加して、肺胞虚脱や気道の閉塞を起こしにくくなり、吸気相において肺の膨張を容易にする効果がある。

PEEPをかけることによる欠点（副作用）としては、心拍出量の減少、低血圧、低酸素の悪化、圧外傷（気胸）、頭蓋内圧の上昇、尿量の低下などがある。

Q: 1 回換気量の設定基準は何か？

A: 成人では、基本的に「体重×10ml」で設定する（設定後の気道内圧などで調整する）

また Radford のノモグラム（図 2）を参考にするとよい。

（図 2）

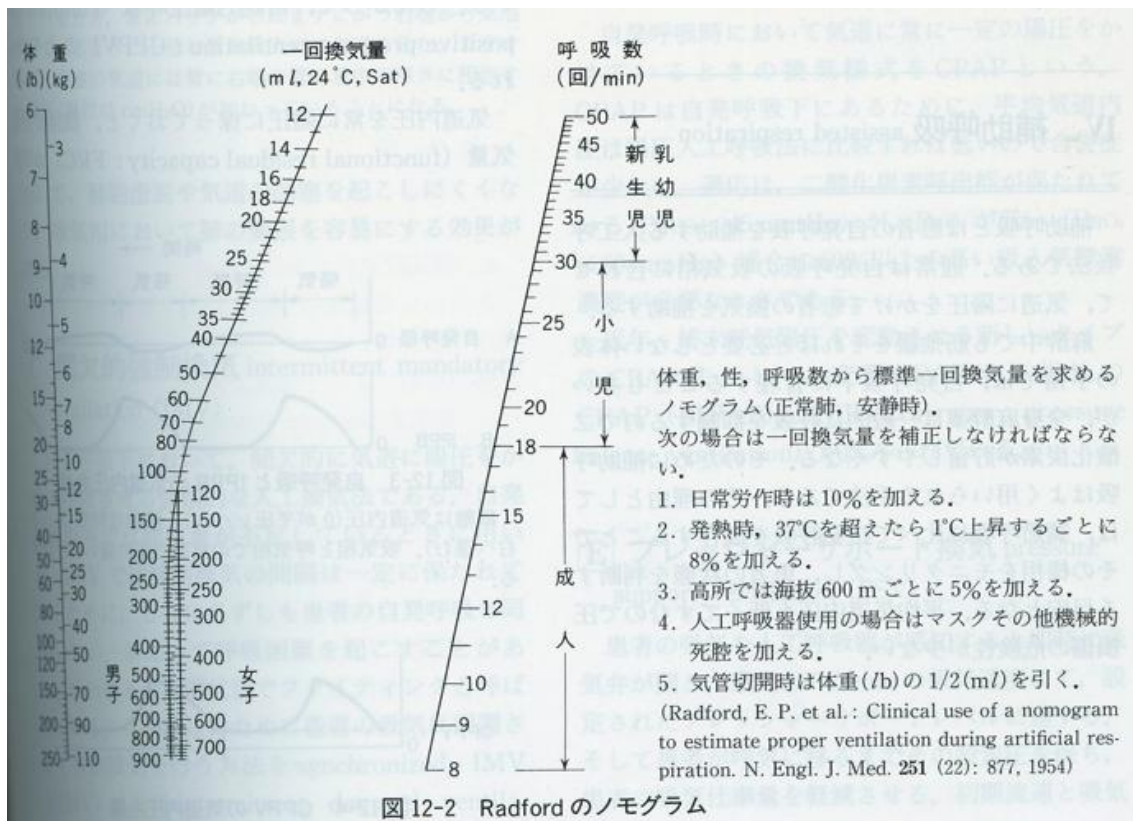


図 12-2 Radford のノモグラム

★調べておこう10★

Q: 体位作成の重要性について。

A: 体位作成の目標は、患者の安全を確保しつつ、手術医が手術しやすいようにすることである。麻酔をかけられた患者は、体位について不快感や痛みを訴えることができないので、術中の体位作成は安全上、特に重要である。

適切な体位とは以下のようなものでなければならない。

- (1) 患者の体が安全に手術台の上に載っていること。
- (2) 圧迫を受ける部位の全てにパッドが当てられていること。
- (3) 眼球が守られていること。
- (4) 筋や靭帯、神経血管が過伸展していないこと。
- (5) 静脈路やカテーテルに自由にアクセスできること。

- (6) 気管チューブが適正に固定できること。
- (7) 呼吸や循環が障害されないこと。
- (8) 手術の間、ずっと患者の安静と安全が守られること。
- (9) 関節の可動域制限がある患者の場合、術前に可動域を確認しておき、それ以上の無理な体位になっていないかを常に注意して確かめること。

★調べておこう 11★

Q: 吸入麻酔薬（または静脈麻酔薬）、麻薬、筋弛緩薬の薬理作用や使用量について

A: 維持薬について

◎ 吸入麻酔薬：

- ・ セボフルラン（セボフレン）：MAC=1.7、血液／ガス分配係数=0.6
血液／ガス分配係数=0.6 と非常に小さく、導入・覚醒が迅速である。
気道刺激性がないので小児の緩徐導入にも使用できる。
気管支拡張作用が強い。非脱分極性筋弛緩薬の作用を増強する。鎮痛作用はないので鎮痛剤の併用を基本とする。
維持での使用量は酸素：亜酸化窒素=1：2の条件下では1.5～2.5%（BISモニターを使って適切な麻酔深度が保たれる濃度にするのが望ましい）
- ・ イソフルラン（フォーレン）：MAC=1.15、血液／ガス分配係数=1.4
強力な麻酔作用がある（MAC=1.15%）、代謝率は0.2%と極めて低く、このため肝、腎に対して優しい、気管支拡張作用あり、筋弛緩作用あり。
気道刺激性がある（このため緩徐導入には使用できない）。
脳外科手術、肝の手術などで使用を推奨されてきたが、近年ではセボフルランがその分野でも主流となってきており、イソフルランを使用する機会は減少している。維持量としては1%前後を目安とする。
- ・ 亜酸化窒素（笑気）：MAC=104、血液／ガス分配係数=0.47
鎮痛作用あり。筋弛緩作用なし。ガス性の吸入麻酔薬である。ただ単独での麻酔力は弱いので、他の麻酔薬と併用して使用されることが多い（二次ガス効果も期待できる）が、環境問題などから使用を控える場合もある。併用する場合は酸素：亜酸化窒素=1：2の濃度で使用する。
血液／ガス分配係数=0.47 と小さいので、導入、覚醒が迅速である。
また、気胸、気腹、イレウス、気脳症などのように、体内に閉鎖腔がある場合、亜酸化窒素使用によりこれらの空間が膨張し内圧が上昇して危険を招くことがある（N₂よりN₂Oの血液／ガス溶解係数が高いために起こる現象）。体内の閉

鎖腔だけでなく、気管チューブ・ラリンジアルマスクのカフ圧も膨張により上昇するので、麻酔維持中のカフ圧の点検も重要である。

◎ 静脈麻酔薬

- ・ プロポフォール（ディプリバン）：「調べてみよう6」の回答参照。

◎ 麻薬

- ・ フェンタニル：「調べてみよう6」の回答参照。
術中の維持量は、指導医と相談しておくこと。
- ・ レミフェンタニル：「調べてみよう6」の回答参照。

◎ 筋弛緩薬：「調べてみよう6」の回答参照。

Q:TOFとは？

A:TOF (Train of Four) 刺激とは、筋弛緩の程度を評価する方法である。この刺激を使って筋弛緩の程度を表すモニターは、当院では「TOFwatch」を使用している。

TOF 刺激は周波数 2Hz（1秒に2回のペース）で連続して4回刺激を与え、1番目の反応に対する4番目の反応の割合（T4:T1比）で筋収縮の程度を評価する。

刺激する神経はアクセスが容易であればどの神経でもかまわないが、刺激部位として最もよく利用されるのは尺骨神経である。母指内転筋の収縮がみられる。

★調べておこう12★

Q:体温維持の重要性について

A:麻酔中は血管が拡張するため、熱が逃げやすい。また体温調節への反応が抑制されているため、放置すると低体温になりやすい。

軽度の体温低下（1～2℃）は以下のような影響を与える。

- ・ 免疫機能を低下させ、創傷感染への抵抗力を低下させる。
- ・ 治癒の遷延による入院期間の延長。
- ・ 血小板機能を低下させ、凝固カスケードの活性化を損ない、出血および輸血必要量を増加させる。
- ・ 心室性頻拍や重篤な心臓合併症の発生率3倍に増加させる。
- ・ 麻酔薬の代謝が低下し、術後の回復が遅れる。

Q:シバリングとは何か？

A:シバリングとは、基礎代謝率を上げるための労作であり、自発的、非同期的、かつランダムな骨格筋の収縮である。シバリングは視床下部で調節されており、筋肉質の若

者では熱産生を300%も増加させることができる。芝リングは酸素消費量、および二酸化炭素産生を増加させるので、冠動脈疾患や呼吸不全の患者では好ましくない。

Q:製剤の特徴（乳酸リンゲル、酢酸リンゲル、重炭酸イオン輸液、代用血漿）

A:当院で使用している主な製剤の組成

術中に用いる代表的な輸液・代用血漿

(単位: Meq/L)	Na+	Cl-	K+	Ca2+	Mg2+	乳酸	酢酸	その他
生理食塩液	154	154	-	-	-	-	-	-
乳酸リンゲル液 (ハルトマン)	130	109	4	3	-	28	-	-
酢酸リンゲル液 (ヴィーンF)	130	109	4	3	-	-	28	-
重炭酸イオン液 (ビカーボン)	135	113	4	3	1	-	-	クエン酸塩 5
6%ヒドロキシエチル デンプン (ヘスパンダー)	105.6	92.3	4	2.7	-	20	-	ブドウ糖 10

Q:輸血製剤の種類（RCC、FFP、PC、自己血）

A:2007年1月より白血球除去製剤が供給されるようになり、下記のように今までの表記や内容量が変更となった。

白血球除去製剤供給に伴う表記変更

変更前名称	変更前略語	変更後名称	変更後略称	変更後製剤内容量
赤血球 MAP	MAP	赤濃厚液 LR	RCC	1単位140ml
新鮮凍結血漿	FFP	新鮮凍結血漿 LR	FFP	1単位120ml
濃厚血小板	PC	濃厚血小板 LR	PC	1単位約20ml

自己血：手術が予定されている患者の血液を予め採血・貯血しておき輸血するという治療法。患者自身の血液を用いるため、感染や免疫反応などの輸血に伴う副作用を回避できるというメリットがある。（完全に副作用がないわけではない）

★調べておこう 13 & 覚えておこう★

Q:術式による一時間あたりの維持量の目安

A:

維持輸液量の目安(50kg 成人の場合)

	導入時*	導入後1時間	次の1時間より
開腹	500ml	500ml	500ml
開胸		400ml	300ml
四肢・脳外科		300ml	200ml
耳鼻科・口腔外科・ 眼科		200ml	100～150ml

*この部分は、術前の脱水分の補充である。50kgの成人の必要水分量は、約100ml/hrであるので、約5時間分の脱水を補うことになる。従って、術前より十分な補液がなされている場合は、これより少なくてよい。

ただし、これはあくまでもおおよその目安であり、バイタルサイン、出血量、尿量等により調節する。

覚えておこう：

・輸液の四大指標

血圧：早さ、CVP：上限、尿量：下限、Hb：輸血のタイミング

・Hb値の推定法…6～8ml/kgの出血でHbが1g/dl下がる。

★調べておこう 14★

Q:抜管の基準とは？

A:抜管は慎重に行う。呼吸不全、覚醒遅延、低体温、バイタルサインが不安定な場合、また、手術によって気道が傷害を受けている危険が高い場合などでは、それらの状態が改善するまで抜管は延期する。

<抜管の条件>

- ①意識が戻る。
- ②自発呼吸がしっかりあり、十分な換気量が得られている。
- ③筋弛緩薬の効果が消失している。
- ④咽喉頭反射が回復している。

Q:リバーズ（アトロピンおよびネオスチグミンの薬理）について。

A:ネオスチグミン（抗コリンエステラーゼ薬）はアセチルコリンエステラーゼの分解を阻害して、神経筋接合部で利用できるアセチルコリンの量を増加させる。この目的のためにネオスチグミンを使用する。

しかし、神経筋接合部で利用できるアセチルコリンが増える一方で、ムスカリン様コリン作動性受容体も刺激される。特に問題となるのが心収縮への影響である。洞結節の伝導を障害するために、洞性徐脈、接合部調律、さらには心停止を引き起こす。予防のためには、アセチルコリンエステラーゼ阻害薬と一緒に抗コリン作動薬（硫酸アトロピン）を投与することである。

以上より、リバーズにはネオスチグミン単独では使用せず、硫酸アトロピンも必ず併用する。

★調べておこう15★

Q:オペ室からリカバリールームへの間が一番危険なのはなぜか？

A:モニターが全てなくなるため、異常に気づきにくい。このため移動中は、患者に声かけをしつつ意識レベルの変化はないか、呼吸パターンの異常はないか、また脈を触れつつ血圧の急激な低下はないか、などを五感を使って常に確認する。

<参考文献>

- ・ 麻酔科シークレット 第2版 2007年 メディカル・サイエンス・インターナショナル
- ・ MINOR TEXT BOOK 麻酔科学 第11版 2006年 金芳堂
- ・ NEW 麻酔科学 改訂版第3版 2006年 南江堂
- ・ TEXT 麻酔・蘇生学 改訂3版 2008年 南山堂
- ・ 必ずうまくいく!気管挿管-カラー写真とイラストでわかる手技とコツ 2004年 羊土社

(2009.1.7 作成)

(2010.3.8 改訂)