

臓器摘出手術中の呼吸循環管理マニュアル（案）

はじめに

摘出手術中の呼吸循環管理は、原則として臓器提供施設の麻酔科医が行う。

臓器摘出手術は多くのレシピエントの救命につながるものであり、呼吸循環管理は熟練した麻酔科医が適切に行う事。

臓器摘出手術はMajor Surgeryであり、脳保護よりも臓器灌流を保つことを目的とすること。

一般的に脳死状態では

- ①不安定な循環、低体温、尿崩症は存在する。
- ②脊髄反射は温存されており、自律神経反射や筋・腱反射は存在する。
- ③心電図変化や不整脈が起こりやすく、心筋コンプライアンスは低下している（心停止になりやすい）。

[1] 手術室入室前

呼吸循環管理医は術前の摘出チーム会議に参加すること。

- ① タイムテーブルの確認
 - 摘出予定臓器と移植施設、臓器摘出手術のタイムテーブル（ドナー入室、執刀、ヘパリン投与、大動脈遮断、心・肺・小腸・肝・膵・腎の摘出、閉胸・閉腹、見送りなど）の確認。
- ② 摘出手技の確認
 - 摘出チームごとの手技、摂理線、臓器灌流方法、灌流血のドレナージ方法、術中の使用薬剤、投与量・タイミング（特に、ヘパリン、抗生剤、ステロイド）、検査用採血の有無と採血方法、脾臓・リンパ節の採取の有無などを確認する

術中急速輸液・輸血をすることが多いため、最低2カ所以上の太い末梢静脈路が確保する。

加温が可能な急速輸液装置を用意する。

大腿静脈は手術中に脱血カニューレを挿入するため、大腿静脈からは中心静脈路を確保しない。

[2] 手術室入室

サインイン（必要な書類などの確認）をチームで行う

脳死ドナーは除神経状態にあるため、体位変換や腹部圧迫により血圧が変動しやすい。ベッド移動は慎重に行う。

両肢位などの体位は様々であるため摘出チームとよく相談する。

術中に大動脈が遮断され臓器の灌流が開始されるまでは、血圧（観血的動脈圧）、心拍数、心電図、SpO₂、中心静脈圧、尿量をモニタリングし、動脈血ガス分析を適宜行う。

上大静脈の結紮・切断前に中心静脈カテーテルを抜去する必要があるため、準備しておく。

成人ではメチルプレドニゾロン1g、筋弛緩薬（ロクロニウム50mg etc）を投与する。

脳死ドナーは視床下部の体温調節中枢が障害されているため、低体温になりやすい。冷却・加温両用マットを用意し、大動脈遮断までは体温（中枢温）を35℃以上に維持するように加温する。

[3] 摘出手術中

循環管理目標

①収縮期血圧

1歳未満 $\geq 65\text{mmHg}$

1歳以上 13歳未満 $\geq (\text{年齢} \times 2) + 65\text{mmHg}$

13歳以上 $\geq 90\text{mmHg}$

②中心静脈圧 6-10 mmHg

③心拍数

1 歳未満 120-140 回/分

1-6 歳 110-130 回/分

7-12 歳 90-120 回/分

13 歳以上 80-100 回/分

④血管作動薬

ADH:最初に 0.02 単位/kg を静脈内に 1 回注入し、その後 0.01-0.2 単位/kg/時間または 0.5-1.0 単位/hr 持続静注 ノルアドレナリン(Nad)、アドレナリン(Ad)使用症例では、ADH を積極的に使用し摘出手術開始までに Nad、Ad の順に減量していく

呼吸管理の目標値

①PaO₂ が 100-150mmHg

②PEEP 5cmH₂O で①を満たす必要かつ最低の FiO₂ とする

③従量式換気の場合

1 回換気量 10ml/kg

最大気道内圧は 30cmH₂O 以下

PaCO₂ を 40±5 mmHg

④従圧式換気の場合

吸気圧は 20-25cmH₂O

PaCO₂ を 40±5 mmHg

肺の摘出が予定されている場合は、肺保護目的の呼吸管理が必要となるため、以下の設定を目安としながら、肺摘出チームと協議して呼吸条件を決定する。

一回換気量 6-8ml/kg

呼吸回数 10 回/分

I/E 比 1:2

PEEP 3-5cmH₂O

吸入酸素濃度 40-50%

- ・原則として、吸入麻酔薬、麻薬は使用しない。
- ・皮膚切開・胸骨骨膜刺激時に一時的な血圧の上昇・頻脈を認めるが、開胸後に血圧が低下しやすいため、血管拡張薬や吸入麻酔薬は使用しない。
- ・除神経状態では、出血や静脈圧迫による血圧低下が起こりやすいため、術野を十分に観察し、血圧の変動を予測することが重要である。特に、上下大静脈の剥離、肺の剥離で血圧が低下しやすく、血圧低下時には摘出医に注意喚起を行う。
- ・血圧低下時には、輸血やアルブミン製剤の急速注入で対応する。摘出臓器の血流維持のために、末梢血管収縮薬(ノルアドレナリンやアドレナリンなど)の追加注入や増量は極力行わない。
- ・ヘマトクリットが 30%以上を維持するように輸血を行う。
- ・急速輸血に伴う血中カルシウム濃度低下に対して、カルシウム製剤の注入を行う。
- ・心臓の剥離操作中は、頻脈や徐脈などの不整脈を来しやすい。急激な徐脈に対しては体外ペーシング、もしくは術野での直接ペーシングを行う。頻脈、心房細動、心室細動に対しては体外パッドにて、もしくは術野でのパドルにより除細動を行う。
- ・全ての臓器摘出の準備が整った時点で、中心静脈路からヘパリンを 500 単位/kg注入する。ACT の確認は行わなくてもよい。中心静脈カテーテルや肺動脈カテーテルが右房に挿入されている場合は、上大静脈まで抜去する。
- ・ヘパリンが注入された時点で ADH の注入を中止する。
- ・灌流用のカニューレ挿入時に血圧が低下することがあるので注意する。
- ・肺摘出の予定時には、術野で肺動脈本幹からプロスタグランジンを注入する。この際、血圧が低下するが、直ちに大動脈遮断を行うので昇圧の必要はない。
- ・全ての臓器の灌流用カニューレ挿入後、中心静脈カテーテルを抜去し、術野で上大静脈の結紮・切断を行い、下大静脈の切開後に、大動脈遮断を行う。
- ・大動脈遮断の時点で、全ての輸血・輸液を中止し、加温装置を冷却に切り替える。部屋の暖房も停止する。
- ・肺の摘出が行われない場合は、この時点で人工呼吸を停止する。

・肺の摘出が行われる場合は、大動脈遮断後も人工呼吸を継続する。その際、心臓摘出を行いやすいように、換気回数・換気量を減らす。

・気管遮断直前に、気管チューブを遮断部直上まで引き抜き、用手換気で加圧を維持する。

・気管を遮断後、人工呼吸を停止する。呼吸循環管理は、この時点で終了となる。

〔4〕手術の記録

臓器提供施設は、各摘出チームが作成するそれぞれの摘出手術記録について、その写しを保管する。

表 一般的な術中投与薬剤

- 筋弛緩薬
- メチルプレドニゾン 1g
- ヘパリン500単位/kg
- バゾプレッシン
- 赤血球、アルブミン製剤