

臓器摘出手術中の呼吸循環管理（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。

ただし、当該患者で法的脳死判定をおこなった医師は摘出術中の呼吸循環管理を行う事はできない。

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，切離線，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 ≧ 65mmHg

1歳以上 13歳未満 ≧ (年齢×2)+65mmHg

13 歳以上 ≥ 90 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

③ 血管作動薬

バズプレッシン:最初に 0.02 単位/kg を静脈内に 1 回注入し、その後 0.01-0.02 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、アドレナリン使用症例では、バズプレッシンを積極的に使用し摘出手術開始までに ノルアドレナリン、アドレナリンの順に減量していく

呼吸管理の目標値

① PaO₂ が 100-150mmHg

② PEEP 5cmH₂O で①を満たす必要かつ最低の 吸入酸素濃度とする

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たしやすい。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バズプレッシンの注入を中止する。

- ・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
- メチルプレドニゾロン 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