

麻酔器の始業点検

CHECKOUT PROCEDURES OF ANESTHESIA APPARATUS

2019年8月改訂第6版-3



公益社団法人 日本麻酔科学会

麻酔器の始業点検

※セルフチェック機構が搭載されている麻酔器ではそちらの手順に準じて行う。ただし、セルフチェック機構を搭載した麻酔器であっても、回路のリークの検知を主目的として回路閉塞を検出できない機種もある。このような機種の場合には、麻酔回路を開放して回路内圧が0になることを確認する。また、人工鼻、アングルピース、ガスサンプリングチューブ（アダプタ）やセンサー等を麻酔回路に装着せずにセルフチェック機構を用いる場合も、装着後改めて回路リークと閉塞がないことを確認する。

1 補助ポンペ内容量および流量計

解説1

- 1 補助ポンペ（酸素）を開き、圧（5 MPa 以上あること）を確認する。
なお、亜酸化窒素ポンペが装着してある場合は、残量をチェックする。
- 2 ノブの動きおよびガス流の表示を確認する。
- 3 酸素が5 L/分流れることを確認する。
- 4 低酸素防止装置付き流量計（純亜酸化窒素供給防止装置付き流量計）が装着されている場合は、この機構が正しく作動することを確認する。

2 補助ポンペによる酸素供給圧低下時の亜酸化窒素遮断機構およびアラームの点検

解説2

- 1 酸素および亜酸化窒素の流量を5 L/分にセットする。
- 2 酸素ポンペを閉じて、アラームが鳴り、亜酸化窒素が遮断されることを確認する（一部の機種ではアラームが装備されていない）。
- 3 酸素の流量を再び5 L/分にすると、亜酸化窒素の流量が5 L/分に自動的に回復することを確認する。
- 4 亜酸化窒素の流量計のノブを閉じる。
- 5 酸素の流量計のノブを閉じる。
- 6 酸素および亜酸化窒素のポンペを閉じ、メーターが0に戻っていることを確認する。

3 医療ガス配管設備（中央配管）によるガス供給

解説3,4

- 1 ホースアセンブリ（酸素、亜酸化窒素、圧縮空気など）を接続する際、目視点検を行い、また漏れのないことも確認する。
- 2 各ホースアセンブリを医療ガス設備の配管端末機（アウトレット）あるいは医療ガス配管設備および余剰麻酔ガス排除装置に正しく接続し、ガス供給圧を確認する。酸素供給圧： 392 ± 49 kPa (4 ± 0.5 kgf/cm²)。亜酸化窒素および圧縮空気：酸素供給圧よりも30 kPa（約0.3 kgf/cm²）低い。余剰麻酔ガス排除装置は、吸引圧（1 kPa 以上2 kPa 未満の範囲内）または吸引量（25 L/分以上50 L/分以下の範囲内、流量調整機能付きのものは0～30 L/分で調整できること）の確認を行う。
- 3 ノブの動きおよびガス流の表示を確認する。

- 4 低酸素防止装置付き流量計（純亜酸化窒素供給防止装置付き流量計）が装備されている場合は、この機構が正しく作動することを確認する。
- 5 酸素および亜酸化窒素を流した後、酸素のホースアセンブリを外した際に、アラームが鳴り、亜酸化窒素の供給が遮断されることを確認する（一部の機種ではアラームが装備されていない）。
- 6 医療ガス配管設備のない施設では、主ポンベについて補助ポンベと同じ要領で圧、内容量の点検を行った後に使用する。

4 気化器

解説5

- 1 電源を必要とする気化器の場合は、電源ケーブルの接続と電源が ON であることを確認する。
- 2 内容量を確認する。
- 3 注入栓をしっかりと閉める。
- 4 OFF の状態で酸素を流し、においのないことを確認する。
- 5 ダイアルが円滑に作動するか確認する。
- 6 接続が確実かどうか目視確認する。気化器が2つ以上ある場合は、同時に複数のダイヤルが回らないこと（気化器が2つ作動しない）を確認する。

5 酸素濃度計

- 1 酸素電池式の酸素濃度計を使用している麻酔器は、酸素電池の開封年月日の確認を行う。または、較正チェックの記録を確認する。
- 2 センサーを大気に開放し、21%になるよう較正する。
- 3 センサーを回路に組み込み、酸素流量を5~10 L/分に設定し、酸素濃度が100%に上昇することを確認する。

6 二酸化炭素吸収装置

- 1 吸収薬の色、量、一様につまっているかなどを目視点検する。
- 2 水抜き装置がある場合には、水抜きを行った後は必ず閉鎖する。

7 患者呼吸回路の組み立て

解説6

- 1 正しく、しっかり組み立てられているかどうかを確認する。

8 患者呼吸回路、麻酔器内配管のリークテスト および酸素フラッシュ機能

解説7,8

A 一般的方法

- 1 新鮮ガス流量を0または最少流量にする。
- 2 APL（ポップオフ）弁を閉め、患者呼吸回路先端（Yピース）を閉塞する。
- 3 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する。
- 4 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する。
- 5 APL弁を開き、回路内圧が低下することを確認する。
- 6 酸素フラッシュを行い、十分な流量があることを確認する。

B 低圧回路系のリークテスト（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を行う。

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する。

9 患者呼吸回路の用手換気時の動作確認

解説9

- 1 テスト肺を付け、酸素または圧縮空気の流量を5~10 L/分に設定し、呼吸バッグを膨らました後、バッグを押して吸気弁と呼気弁の動作チェックを行う。同時にテスト肺の動き（膨らみ、しぼみ）を確認する。テスト肺を用いない方法も可能である。同時に圧力計の表示値が適切であることを目視確認する。
- 2 人工鼻の患者側を塞ぎ、APL弁を閉じた状態で酸素フラッシュを行い、回路内圧が十分に上昇していることを確認する。バッグが膨らんだ状態で人工鼻の患者接続側を開放すると、供給ガスが勢いよく排出され、回路内圧が0になることを確認する。

10 人工呼吸器とアラーム

解説10

- 1 換気設定を用手換気から人工呼吸器へ切り替える。
- 2 テスト肺の動きを確認する。
- 3 人工呼吸器は従量式換気に設定し、テスト肺を外して、低圧アラームの確認を行う。テスト肺に負荷をかける、あるいは呼吸回路の患者接続口を閉塞させ、高圧アラームが作動することを確認する。
- 4 人工呼吸器は従圧式換気に設定し、呼吸回路を閉塞またはテスト肺を圧迫し、分時または1回低換気量アラームの確認を行う。

11 呼吸回路とモニターの動作確認

解説10

- 1 麻酔導入直前人工鼻の患者側を塞ぎ、APL弁を閉じた状態で酸素フラッシュで回路内圧を上昇させる。バッグが膨らんだ状態で人工鼻の患者側を開放すると、供給ガスが勢いよく排出され、回路内圧が0になることを確認する。
- 2 患者の状態に問題がない場合、マスクを密着させて酸素投与して SpO_2 と $ETCO_2$ の値を確認する。

12 完了

- 1 各項目の点検完了のチェックを行う。

解説

解説1

補助ポンベ内容量および流量計の点検

なんらかの原因によって、医療ガス配管設備あるいは主ポンベからのガス供給が、突然途絶する可能性を常に考慮し、その対策を立てておくことは重要である。緊急用自己膨張式バッグ(Ambuバッグなど)を常備し、麻酔器は酸素および亜酸化窒素、少なくとも酸素の補助ポンベを常時装備してただちに使用できる状態に維持すべきである。麻酔器に補助ポンベを装備しにくい場合(天吊り下げ型麻酔器など)には、いつでも補助ポンベを使用できるように準備しておかなければならない。なお、亜酸化窒素ポンベは垂直に立てた状態で使用しなければならない。酸素ガス配管設備からホースアセンブリ(酸素、亜酸化窒素など)を麻酔器に接続する前に、流量計の点検をかねて補助ポンベ内容量(圧)の目視確認を行う。

- ①酸素の補助ポンベを全開にし、圧を確認する。酸素ポンベは充填時最高 14710 kPa (150 kgf/cm²)を示し、使用とともに直線的に低下する。ポンベ内圧が 5000 kPa (50.9 kgf/cm²)未満の場合、交換を行う。
- ②酸素流量計のノブを開き、浮子を 5 L/分にセットする。安定した流量が得られること、また酸素を流してもポンベの内圧が低下しないことを目視確認する。
- ③酸素の流量を 5 L/分に保ったまま、亜酸化窒素についても同様の圧の目視確認を行う。亜酸化窒素の補助ポンベを全開にする。亜酸化窒素のポンベでは 20℃で 5099 kPa (52 kgf/cm²)の圧を示す。酸素と異なり亜酸化窒素では内容量の 80%が消費されて初めて圧力の低下が始まり、以後急激に進行するので注意を要する。ポンベ内圧が、初期充填量の 5099 kPa (52 kgf/cm²)未満の場合、交換を行う。
- ④亜酸化窒素の流量計のノブを開き 5 L/分にセットする。安定した流量が得られることを目視確認する。また亜酸化窒素を流してもポンベの圧が低下しないことを目視確認する。
- ⑤低酸素防止装置付き流量計(純亜酸化窒素供給防止装置付き流量計)が正しく作動することを確認する。すなわち酸素の流量を次第に絞っていくと、一定限度の流量以下になると亜酸化窒素の流量も低下を始め、酸素流量が 0 となり亜酸化窒素流量も 0 となることを目視確認する(通常は酸素濃度が 30%以下になると亜酸化窒素の流量低下が始まる)。

解説2

補助ポンベによる酸素供給圧低下時の 亜酸化窒素遮断機構およびアラームの点検

亜酸化窒素ガス遮断安全装置は酸素の供給圧が不良となった場合、酸素濃度の低い混合ガスの供給を続けるよりは他のすべてのガスの供給を停止した方がより安全と考え、装備されている。

- ①補助ポンベの点検に引き続いて次の操作を行う。
- ②酸素流量を再び 5 L/分にセットする。それに伴い、亜酸化窒素流量も 5 L/分に回復する。
- ③酸素補助ポンベの元栓を閉じて酸素の供給を遮断し、ポンベの圧低下を目視確認する。
- ④麻酔器により設定値が異なるが、供給圧がそのレベルより下降すると、アラームが鳴り、亜酸化窒素の供給が遮断されることを確認する。

また酸素流量の低下とともに亜酸化窒素流量も低下し、酸素流量が 0 になると同時に亜酸化窒

素流量も0となることを目視確認する（一部の機種では酸素流量低下と同時に亜酸化窒素がただちに遮断される。ただしアラームが装備されていない古い機種もあるので注意する）。

- ⑤点検終了後亜酸化窒素ポンベの元栓を閉じ、圧が0となるのを待って酸素、亜酸化窒素の流量計のノブをOFFの位置まで閉める（流量計のノブを開いたまま医療ガス配管設備のホースアセンブリを接続すると、流量計が壊れる可能性がある）。

解説3

医療ガス配管設備(中央配管)によるガス供給、流量計

- ①医療ガス配管設備の酸素のホースアセンブリをまず接続し、酸素の供給圧が設定値〔通常 $392 \pm 49 \text{ kPa}$ ($4 \pm 0.5 \text{ kgf/cm}^2$)〕であることを目視確認する。
- ②酸素流量計のノブを開き、安定した流量が得られることを浮子の動きで目視確認する。次いで酸素のノブをOFFの位置まで閉める。
- ③亜酸化窒素流量計のノブを開いても亜酸化窒素の浮子が上昇しないことを目視確認後、ノブを閉める。
- ④次いで亜酸化窒素のホースアセンブリを接続し、亜酸化窒素の供給圧が設定値〔通常酸素より 30 kPa (0.3 kgf/cm^2) 程度低く設定する〕であることを目視確認する。
- ⑤酸素流量計のノブを開き、次いで亜酸化窒素のノブを開いて安定した流量が得られることを浮子の動きで目視確認後、ノブを閉める。
- ⑥空気の流量計を備えた麻酔器では、圧縮空気のホースアセンブリを接続し、空気の供給圧が設定値〔通常は酸素より 30 kPa (0.3 kgf/cm^2) 程度低い〕であることを目視確認する。
- ⑦空気流量計のノブを開き、安定した流量が得られることを浮子の動きで目視確認後、ノブを閉める（通常、亜酸化窒素と圧縮空気は同時に使用できず、切り替えレバーなどによって選択する）。
- ⑧余剰麻酔ガス排除装置に接続し、開栓した際に吸引圧（ 1 kPa 以上 2 kPa 未満の範囲内）または吸引量（ 25 L/分 以上 50 L/分 以下の範囲内、流量調整機能付きのものは $0 \sim 30 \text{ L/分}$ で調整できること）の確認を行う。

注：医療配管設備のない施設では、主ポンベについて補助ポンベと同じ要領で圧と、内容量の点検を行った後、使用する。

解説4

医療ガス配管設備

医療ガス配管設備とは高圧ガスの供給源を別に設置し、供給源と医療の現場を配管でつないで、医療ガスを供給するシステムをいう。高圧ガスの供給源としてはマニフォールドおよび定置式超低温液化ガス貯槽を使用する供給設備がある。マニフォールドとは高圧ガスボンベおよび可搬式超低温液化ガス容器（LGC）の集合装置のことで、左右それぞれ複数のボンベ（バンクという）を連結し、中央に左右のバンクの切り替え装置が付けられている。片方のバンクが空になると警報が鳴り、もう一方のバンクから自動的にガスが供給されるものもある。定置式超低温液化ガス貯槽を用いる供給設備およびボンベからのガスは圧力調整器を介した後、配管により目的部位へ供給される。

末端の配管端末器（アウトレット）には、ピン方式またはシュレーダ方式が用いられ、誤接続を

防止している。配管端末器（アウトレット）と麻酔器などを接続するための管をホースアセンブリという。

解説5

気化器の使い方

気化器内へ誤って他種の麻酔薬を注入した場合には、一般的には気化器内の薬液の抜き取り、次いで気化器のダイヤル目盛を最高にし、十分な高流量ガスを流して完全に蒸発させた後に使用する。誤って専用気化器以外に注入した場合、気化効率を変化させる恐れがあるため、製造業者へオーバーホールを依頼する。

解説6

患者呼吸回路の組み立て

接続部について

患者呼吸回路組み立てにはほとんど円錐接続が用いられており、口径は22 mmもしくは15 mmのオス、メスである。円錐接続は接続しやすい反面、外れ易い。患者呼吸回路における外れや、リーク報告は大変多く、押し込みながら回転を加えるなど組み立てに当たっては十分に注意を払うとともに、使用中も常に注意する必要がある。今までに問題となっている点には下記のようなものが挙げられるが、その他にも数多くの問題が起こりうる。

- ・プラスチックとプラスチックの接続：外れ
- ・プラスチックと金属の接続：プラスチックの破損、摩耗
- ・金属と金属の接続：変形による接合不適合、リーク
- ・プラスチック、ゴムの接続部分：弾性低下、亀裂による外れ、リーク

解説7

患者呼吸回路および麻酔回路内のリークテスト

加圧テストの実施法

患者回路のリークをチェックするには、回路の酸素ガスを流し、加圧する方法が一般的である。

A 一般的方法

患者呼吸回路先端（Yピース）を閉塞し、APL弁を閉じ、酸素を5～10 L/分流し、30 cmH₂Oの圧まで呼吸バッグを膨らまし、次いで呼吸バッグを押し、回路内圧を40～50 cmH₂Oにする。大きなリークがある場合には圧の維持が難しく、接合がゆるい場合には接合が外れ、接合不備を発見できることがある。呼吸バッグより手を離し、圧を30 cmH₂Oに戻す。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する。なお、低圧回路系に逆流防止弁がない麻酔器では、酸素フラッシュで呼吸バッグを膨らませてもよい。

[注意]

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は、Aの方法では麻酔器内配管（低圧回路系）のリークを発見できないので、次のBの方法が必要となる。

B 低圧回路系のリークテスト

APL 弁を閉じ、酸素を 100 ml/分程度流す。呼吸バッグを外し、呼吸バッグ接続口と Y ピースを両手で閉じるか、あるいは別の蛇管等で接続する。回路内圧の目盛りが 30 cmH₂O 以上になることを確認する。圧力が上昇しすぎないうちに酸素流量を 0 に戻す。この試験によりニードル弁から呼吸回路全体における漏れは少なくとも 30 cmH₂O の圧までは 100 ml/分以下であると判断できる（ただし、メーカーが公称する内部リークが存在する。また、呼吸バッグ自体、呼吸バッグと呼吸バッグ接続口間のリークは B の方法のみでは検出できないので、A の方法を併用する）。

低流量計がある麻酔器ではさらに少ない流量でテストを行うことができるが、麻酔器によっては、最少流量が 100 ml/分以上であるため、麻酔器の最少流量でテストを行う。

気化器内もしくはその周辺のリークを確認するためには、個々の気化器をオンにしてリークをチェックしたほうが望ましい。また、フローメーターと共通ガス流出口との間のリークを確認するために、この間にチェックバルブ（一方弁）のあるものがあり、この場合は陰圧テストが必要となる。自動リークテストでも、気化器がオンでない場合は気化器のリークはチェックできていない。自動リークテストも、個々の気化器に対して行うべきなので、気化器を換えた時は再度必要となり時間を要する。麻酔器の低圧回路系のリークテストは基本的に臨床工学技士の保守点検またはメーカーの定期点検で行う。

二酸化炭素吸収装置

リークの起こる可能性が一番大きい部分である。ネジのゆるみ、パッキングの紛失、破損、劣化、二酸化炭素吸収剤の粒がはさまることを原因とする不完全な密閉など、多くの問題が発生する。呼吸装置部分でのリークは上記加圧テストによって発見できる。

解説8

酸素フラッシュの点検

- ① ボタンやレバーの紛失・破損がないか。
- ② 自動復帰式ボタンやレバーが正しく作動するか。
- ③ 出しっ放しにならないか。
- ④ 酸素を正しく流す。
- ⑤ 酸素の流量が十分あるか。酸素フラッシュが作動して 35～75 L/分の大流量の酸素が流れると、閉鎖回路に接続した 5 L バッグは約 5 秒間で 20 cmH₂O 以上の内圧で膨らむ。

解説9

患者呼吸回路の用手換気時の動作確認

テスト肺

麻酔器のセッティングおよび作動状態をチェックする目的で、Y ピースの先端に取り付ける容量 0.5～2 L 程度の自縮性ゴム製バッグ、またはベローズである。

呼吸抵抗の簡易点検法

(1) テスト肺を用いない方法

APL 弁を閉じ、Y ピースの先端を手掌で軽く叩いた時の吸気弁と呼気弁の動きを観察する。

(2) テスト肺を用いる方法

テスト肺を付け、4～6 L/分の酸素を流し、APL 弁を僅かに開けた状態でバッグによる換気を行う。この時回路内圧は 15～20 cmH₂O 程度を示し、バッグの動きとともに吸気弁と呼気弁が円滑に動き、かつその都度テスト肺が膨らみ、しぼむことを確認する。

(3) 最終的な回路の状態と酸素フラッシュの作動を確認する。

APL 弁 (adjustable pressure limiting valve)

APL 弁 (または pop-off 弁) は、呼吸回路内の麻酔ガスを適宜放出することにより回路内圧を調整する弁で、呼吸バッグの近くに設けられている。現在の麻酔器では、麻酔ガス排除装置に接続して使用するように作られている麻酔器が多い。構造的には、スプリングや錘の重さによって開弁圧を調整するものと、孔の大きさ (抵抗) を変化させて調整するものがある。

点検法

呼吸回路にリークがないことを確認した後、Y ピースの先端を押さえ、4～6 L/分の酸素を流し、回路内圧が 30 cmH₂O 程度に上昇したら APL 弁を全開にし、圧が急激に低下することを確認する。次にテスト肺を付け、呼吸バッグを軽く押しながら APL 弁の開閉を繰り返し、回路内圧が円滑に変化することを確認する。

解説 10

人工呼吸器と呼吸回路とモニターの動作確認

始業前に適切に準備しても、麻酔回路の屈曲や外れ、人工鼻の不良、呼気ガスサンプリングチューブの閉塞など、極めて稀な事象が生じうる。モニターに不具合が生じた場合は、臨床工学技士へ連絡し、動作チェック点検、代替モニターの手配を依頼する。特に、麻酔器への配管接続を移動させた際は再度供給圧と浮子の動作チェックを行う。

解説 11

麻酔導入時

始業前に適切に準備しても、麻酔回路の屈曲や外れ、人工鼻の不良、呼気ガスサンプリングチューブの閉塞、モニターの不具合、配管設備の不具合など、極めて稀な事象が生じうる。麻酔薬投与前の酸素投与時に、麻酔器および呼吸回路の異常に気づくための最終確認を行う。なお、麻酔導入時に点検を行うことが患者に不利益を与える恐れがある場合は、行わなくてもよい。

1990年	8月制定	2014年	11月改訂
1995年	7月制定	2016年	3月改訂
2003年	6月制定	2019年	8月改訂
2013年	3月改訂	2022年	10月改訂

公益社団法人 日本麻酔科学会