

麻酔器の始業点検

CHECKOUT PROCEDURES OF ANESTHESIA APPARATUS



社団法人 日本麻酔科学会

麻酔器の始業点検

*この始業点検の対象となる麻酔器は、セルフチェック機構を持たないものとする

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、亜酸化窒素）を開き、圧を確認し、残量をチェックする。
- 2 ノブおよび浮子の動きを点検する。
- 3 酸素の流量が5l/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。

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5l/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5l/分にセットすると、亜酸化窒素の流量が5l/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末端器（アウトレット）あるいは医療ガス配管設備に正しく接続し、ガス供給圧を確認する。酸素供給圧： $4 \pm 0.5 \text{kgf/cm}^2$ 。亜酸化窒素および圧縮空気：酸素供給圧よりも約 0.3kgf/cm^2 低い。
- 3 ノブおよび浮子の動きを点検する。

- 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 酸素及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、主ボンベについて補助ボ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 内容量を確認する。
- 2 注入栓をしっかりと閉める。
- 3 OFFの状態でも酸素を流し、匂いのないことを確認する。
- 4 ダイアルが円滑に作動するか確認する。
- 5 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つ作動しないこと）を確認する。

5 酸素濃度計

- 1 電池が十分であることを確認する。
- 2 センサーを空気で21%になるように較正する。
- 3 センサーを回路に組み込み、酸素をフラッシュして酸素濃度が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、しっかりと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 及び酸素フラッシュ機能

解説 7,8

- 1 新鮮ガス流量を0または最小流量にする。
- 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5～10L/分流して呼吸回路内圧を30cmH₂Oに上昇させる。
- 4 少なくとも10秒間回路内圧が30cmH₂Oに保たれることを確認する。
- 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。

9 患者呼吸回路のガス流

解説 9

- 1 テスト肺をつけ換気状態を点検する。
- 2 呼吸バッグをふくらました後、押して、吸気弁と呼気弁の動きを確認する。
- 3 呼吸バッグを押したり、放すことによりテスト肺がふくらんだり、しぼんだりすることを確認する。
- 4 APL（ポップオフ）弁の機能を確認する。

10 人工呼吸器とアラーム

- 1 人工呼吸器を使用時と同様な状態にしてスイッチを入れ、アラームも作動状態にする。
- 2 テスト肺の動きを確認する。
- 3 テスト肺をはずして、低圧ならびに高圧アラームが作動することを確認する。

11 麻酔ガス排除装置

- 1 回路の接続が正しいことを確認する。
- 2 吸引量を目視確認する。
- 3 呼吸回路内からガスが異常に吸引されないことを確認する。

12 完了

- 1 点検完了を確認する。

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直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（天井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。医療ガス配管設備からのホースアセンブリ（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 150kgf/cm^2 （ 14710kPa ）を示し、使用と共に直線的に低下する。 10kgf/cm^2 （ 981kPa ）以下では直ちにポンベの交換を行う。
- ②酸素流量計のノブを開き、浮子を 5l/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内圧が低下しないことを目視確認する。
- ③酸素の流量を 5l/分 に保ったまま、亜酸化窒素についても同様に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。亜酸化窒素ポンベでは 20°C で 50kgf/cm^2 （ 4903kPa ）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。 10kgf/cm^2 （ 981kPa ）では直ちにポンベの交換を行う。
- ④亜酸化窒素流量計のノブを開き 5l/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）が装備された麻酔器では、この機構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行くと、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）。

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 5l/分 にセットする。それに伴い、亜酸化窒素流量も 5l/分 に回復する。
- ③酸素の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と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 $4 \pm 0.5 \text{kgf/cm}^2$ （ $392 \pm 49 \text{kPa}$ ））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。ついで酸素のノブを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つ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 0.3kgf/cm^2 （ 30kPa ）程度低く設定する）であることを目視確認する（麻醉器によっては供給圧が表示されない）。
- ⑤酸素流量計のノブを開き、次いで亜酸化窒素流量計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醉器では、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 0.3kgf/cm^2 （ 30kPa ）程度低い）であることを目視確認する（麻醉器によっては供給圧が表示されない）。
- 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）。

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。

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言う。高圧ガスの供給源としてはマニフォールドシステムおよび定置式超低温液化貯槽によるガス供給装置がある。マニフォールドシステムとは高圧ガスポンベおよび可搬式超低温容器（LGC）の集合装置のことで、左右それぞれ複数のポンベ（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つけられている。片方のバンクが空になると警報がなり、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。定置式超低温液化貯槽によるガス供給装置及びポ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。

末端の配管末端器（アウトレット）には、ピン方式又はシュレーダ方式が用いられ、誤接続を

防止している。配管末端器（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言う。

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を抜き取り、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。ただし、ハロタンを誤ってハロタン以外の気化器に注入した場合には、安定薬として添加されているチモールが灯芯などに析出し、気化効率を変化させるため製造業者などへオーバーホールを依頼する事が望ましい。

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合が用いられており、口径は22mmもしくは15mmのオス、メスである。円錐接合は接続しやすい反面、はずれ易い。患者呼吸回路におけるはずれや、リークの報告は大変多く、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得る。

- ・プラスチックとプラスチックの接続：はずれ
- ・プラスチックと金属の接続：プラスチックの破損、磨耗
- ・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、亀裂によるはずれ、リーク

患者呼吸回路および麻酔回路内配管のリークテスト

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、回路に酸素ガスを流し、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5～10l/分流し、30cmH₂O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40～50cmH₂O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はずれ、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30cmH₂O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5cmH₂O以内であることを確認する。なお、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良い。

[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②の方法を用いる。

B 低流量によるリークテスト

APL弁を閉じ、酸素を100ml/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30cmH₂O以上になることを確認する。圧力が上昇し過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における漏れは少なくとも30cmH₂Oの圧までは100ml/分以下であると判断できる（ただし呼吸バッグ自体、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100ml/分以上であるため、麻酔器の最少流量でテストを行う。

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、パッキンの紛失、破損、劣化、ソーダライムの粒がはさまることを原因とする不完全な密閉など、多くの問題が発生し得る。呼吸装置部分でのリークは上記加圧テストにより発見できる。

解説 8

酸素フラッシュの点検は次のように行う

- 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35～75l/分の大流量の酸素が流れると、閉鎖回路に接続した5lバッグは約5秒間で20cmH₂O以上の内圧で膨らむ。

患者回路のガス流

テスト肺

麻酔器のセッティング及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0.5～2l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。あるいはマスク又はYピースに口を付けて呼吸を行った時の吸気弁と呼気弁の動きを観察する。

いずれの場合も弁が軽く円滑に動けば正常である。

②テスト肺を用いる方法

テスト肺を付け、毎分4～6l/分の酸素を流し、APL弁をわず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15～20cmH₂O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の膨らみ、しぼみを確認する。

APL弁 (adjustable pressure limiting valve)

一般にはpop-off弁と呼ばれ、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節する弁で、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ならさ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節するものと、孔の大きさ(抵抗)を変化させて調節するものがある。

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、毎分4～6l/分の酸素を流し、回路内圧が30cmH₂O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。