



医療機器の質問 <人工呼吸器>

- ・機械の故障や接続の緩み以外でアラームが鳴るときの対処方法は？マニュアルにない、トラブルシューティングについて教えてほしい。

⇒人工呼吸器の警報が作動したら、その原因の確認の前に、患者さんの状態を確認します。SpO₂の低下がなければ焦ることはありません。SpO₂が低下するようであれば用手換気に切り換え、改善しない場合は酸素も合わせて投与します。人工呼吸器にテスト肺をつけて動作させ警報が鳴らなければ、警報の原因は患者さんにあると考えます。

気道内圧低下警報は回路が患者さんから外れても多量の空気を流して圧を上げようとするので鳴らないことが多いです。多量の空気が流れることが続くと回路外れ警報が鳴る人工呼吸器もありますが、すぐには鳴りません。気管切開カニューレが呼吸器回路に繋がったまま抜けてしまっても（事故抜管）同様に警報は作動しません。この場合の対処方法として、吸気1回換気量上限警報を設定しておきましょう。多量の空気が流れるためすぐに警報が作動します。

気道内圧上限警報も、圧を設定して制御している人工呼吸器では気管切開カニューレが閉塞しても作動しません。強い咳などで瞬間的に圧上昇した場合にのみ作動します。いわゆる患者さんが呼気を行ったときに人工呼吸器の吸気がぶつかるファイティングが起きても警報は作動せず、正常に換気しているように見えます。しかし、ファイティングが続くと吸えない、吐けないことが起こりSpO₂が低下します。苦しくなると多呼吸になり人工呼吸器との更に同調性が悪くなりSpO₂が下がるという悪循環になります。これを隠れファイティングと呼んでいますが、この現象が起こりやすいのがA/C（アシストコントロール）モードですので、SIMVに切り換えるのが良いでしょう。SIMVでも吸気時間が長いと隠れファイティングが起こります。

SIMVやA/Cモードは自発呼吸を感知して合わせて吸気を行いますが、気管からのリークが多い小児では自発呼吸を感知しにくく、自発呼吸が無いのに自発呼吸と勘違いして吸気をすることがあります。自発呼吸を感知するトリガー感度の調整が重要になりますが、自発呼吸に合わせるできない場合はトリガーを諦めてIMV（一定間隔で換気する）モードに変更した方が良いでしょう。



医療機器の質問 <人工呼吸器2>

- ・機械の故障や接続の緩み以外でアラームが鳴るときの対処方法は？マニュアルがない、トラブルシューティングについて教えてほしい。

つづき

⇒マスクで人工呼吸を行う時に設定するS/TモードやSIMVに合わせて使用されるPSVモードでは、患者さんが「もう吸うのが終わったよ！」と言うのを、送気する空気の変化を見て吸気時間を調節していますが、気管からのリークが多いとこの変化が捉えられず吸気が継続されて吸気時間が長くなることがあります。これが頻回に起こると呼気がしにくくなり自発呼吸と人工呼吸器とのマッチングが悪くなります。マスクの人工呼吸の場合はTモード（一定間隔で送気する）に、PSVを行わない方が自発呼吸とのマッチングが良くなることがあります。

気管切開カニューレが閉塞しても気道内圧上限警報は鳴らないと記しましたが、用手換気に切り換えても胸が上がらない、バッグを押すのに抵抗感がある場合には、気管切開カニューレが分泌物で詰まっていることが考えられますので、気管切開カニューレの交換を試みましょう。

呼気1回換気量下限警報は、本体の呼気弁を使用しないと測定できません。トリロジーでは計算された呼気1回換気量を表示します。しかし、気管からのリークが多い小児では、呼気が呼吸器回路に戻ってこないため、少ない1回換気量に設定しても警報が鳴り続け、OFFにせざるを得ないことがあります。リークがなく呼気1回換気量下限警報が設定できる場合、筋緊張が高くなったり、痙攣様の状態になった時には息止めが起これば呼気1回換気量下限警報が鳴るので、SpO₂が低下する前に対応が可能です。用手換気に切り換えて、筋緊張を取るような対処をしましょう。

多呼吸になると呼気分時換気量上限警報が作動することがありますが、吸気時間が短くなり有効な1回換気量は少なくなるので低炭酸ガス血症になることは稀です。多呼吸に対しては人工呼吸器との同調性が悪くなりSpO₂の低下につながりますので、用手換気に切り換えて落ち着かせることや換気モードの変更（A/CやPSVを中止する）などの検討が必要かもしれません。



医療機器の質問 <人工呼吸器3>

・呼吸器つけていてもSpO₂が下がることがあるのはなぜ？

⇒SpO₂が下がる理由としては

- ①肺胞が潰れている
- ②分泌物で肺胞が詰まっている
- ③換気量が低下し高炭酸ガス血症になっている
- ④自発呼吸に合わない強制換気が行われていて苦しい
- ⑤肺の炎症などで肺が固くなっていて換気が入りにくい
- ⑥気管切開カニューレと気道に隙間が大きく、鼻や口から空気がリークして胸の立ち上がりが悪い

などです。人工呼吸器で表示されている圧は口元圧であり肺の圧ではありません。人工呼吸器が吸気を行っていても必ず肺に入っているわけではありません。小児では圧力を設定して制御する人工呼吸のため、肺に空気が入らなくなったり、患者さんの呼気と人工呼吸器の吸気がぶつかること（ファイティング）があっても高気道内圧警報が作動することは稀で、圧波形は異常を示さないことが多いです。筋緊張や痙攣で息止めをしていたり気道が細くなっていたり、自発呼吸に合わず呼気の時に吸気を行っていることがあります。また、PEEPが適正でなく肺胞が潰れやすい状態であったり、気道が十分に開存できていないことも考えられます。

・努力呼吸があるときは、酸素と呼吸器のどちらをつければいい？

⇒酸素と人工呼吸器を必要な時に適宜使用されている患者さんと思われま。自発呼吸が正常であれば共に必要がないということは、肺は正常に近い状態（肺の酸素の移動に問題はない）であると考えられます。人工呼吸器の装着する理由は、分時換気量（1回換気量×呼吸回数）が低下する（1回換気量と呼吸回数のどちらかが低下する肺胞低換気）ために高炭酸ガス血症になり、その結果として低酸素血症（SpO₂の低下）になってしまうこと（Ⅱ型呼吸不全）、もしくは気管が細くなってしまいう時に使用されます。努力呼吸が起こる原因は、肺胞低換気が考えられますので本来は人工呼吸器で換気を助けてあげるのが良いと思います。しかし、微量の酸素でSpO₂を上げてあげると楽になることもあるので、酸素から開始しても良いと思います。



医療機器の質問 <人工呼吸器4>

・回路の水が気管に入って肺炎になることある？

⇒呼吸器回路は、封を開けた瞬間から清潔ではなくなります。患者さんに装着すれば患者さんの常在菌によってすぐに汚染されます。呼吸器回路に結露が貯まるとその常在菌の温床となり増加していきます。結露が気管に入っても常在菌であるので基本的には肺炎にはなりません。しかし、感染性のある菌を呼吸器回路内に入れてしまった場合には感染リスクは上がりますので、呼吸器回路を触る際には標準予防策（手の消毒）が必要です。因みに、加湿チャンバーに結露した水を流し入れても、加温加湿器はH₂Oの分子しか蒸気化しないため、加湿チャンバーの水が汚染していても（通常は汚染しています）感染のリスクにはなりません。

・加温加湿器の温度は高くても大丈夫？

⇒口元温度が40°C程度であっても、実際に気管に送気されるガスは37°C以下になるので、気道の低温やけどの原因にはなりません。しかし、在宅人工呼吸を行っている患者さんには体温コントロールが不安定な方も多く、加温加湿器の温度によって体温が上昇し、高体温になったり多汗によって汗疹ができたりすることがあります。また、低体温を起こしやすい患者さんでは加温加湿器によって低体温が起こらなくなり厚布団や暖房が必要なくなる方もいます。

・スキー場に住んでいるので酸素や呼吸器の環境からの影響を知りたい。マイナス何度だと壊れる？酸素ボンベや呼吸器を積んでスキーをやるのは無理？春スキーならできそう？

⇒人工呼吸器の使用環境は5°C以上というのが多いようです。氷点下での使用は控えた方が良いでしょう。また、スキー場では加温加湿器が使用できず人工鼻を使用することになりますが、空気の温度が低く乾燥しているので、人工鼻では十分な加温加湿ができず分泌物が固くなるのが早まると考えます（リークの多い小児では人工鼻の効果は元々ありません）。



医療機器の質問 <人工呼吸器5>

- ・故障のため救急隊がくるまでバギングで乗り切ったことがあった。故障させないためにできることはある？

⇒人工呼吸器は器械である以上、必ず故障すると考えましょう。100%故障しない器械はこの世に存在しません。在宅用人工呼吸器は、小型にも関わらず空気を吸い込むためのファンや電気を直流にする変圧器に合わせ充電器やバッテリーが内蔵されていて、人工呼吸器の中はぎゅうぎゅう詰めの状態です。高温になりやすい上に365日24時間動き続けることも稀ではないため、故障しやすい器械であると言えます。移動時も使用しますから振動によって加わる負担が病院内で使用する人工呼吸器より多いこともあります。最終の安全策として故障が起きた時には警報を作動させるように設計されています。激しい振動を与えないことはもちろん、高湿度の環境で使用しないこと（加湿器を傍におかないこと）、ホコリをなるべく吸わないように部屋のお掃除をすること、フィルターの汚れを確認しフィルターの目詰まりを避け、直射日光や暖房に当たらないようにするなど、本体が高温にならないようにすることが故障させにくい対処法でしょう。