

隠れファイティングを減らそう ～新生児の自発呼吸との同調性の追求～



松井 晃 先生

呼吸治療専門臨床工学技士

ご略歴

- 1985年 日本工学院専門学校 医用電子工学科 卒
埼玉県立小児医療センター 入職
- 2004年 広島県看護協会 認定看護師教育課程「新生児集中ケア」
非常勤講師(安全管理)を担当(2008年まで)
- 2007年 埼玉県立小児医療センター 臨床工学部 副技師長、
医療機器安全管理責任者
- 2014年 恩賜財団母子愛育会総合母子保健センター 愛育病院
臨床工学科技師長、医療機器安全管理責任者
- 2015年 日本看護協会 認定看護師教育課程「小児救急看護」
非常勤講師(2016年まで)
- 2018年～ 神奈川県立こども医療センター 医療安全推進室(非常勤)
- 2019年～ 北海道情報大学 医療情報学部 非常勤講師

認定資格

呼吸治療専門臨床工学技士(日本臨床工学技士会)
呼吸療法認定士
(3学会合同 日本胸部外科学会・日本呼吸器学会・日本麻酔学会)
新生児蘇生法「専門」コースインストラクター(日本周産期・新生児医学会)
AHA BLS Training Center Faculty(日本医療教授システム学会)
ICLS・BLコースインストラクター(日本救急医学会)

はじめに

グラフィックモニタが一体化した人工呼吸器が一般的になった現在、患児の呼吸状態がリアルタイムに把握できるようになりました。しかし、カフなしの気管カニューレが使用され、リークの存在する新生児の呼吸管理では、まだまだ十分にグラフィックモニタが有効に活用されていないことも多いのが現状です。自発呼吸を温存して管理されることの多い新生児の呼吸管理には、グラフィックモニタを利用した自発呼吸との同調性を追求することが有用な人工呼吸管理となります。

患児の自発呼吸に同調した適切な設定を行えば、患児に優しい人工呼吸管理となります。これは、安楽な呼吸や睡眠を促し、ディベロップメンタルケア(developmental care :DC)の観点からも有用な人工呼吸管理が行え、健やかな成長を促すことが期待できます。

今回、新生児の人工呼吸管理の基本モードとなるSIMVを使いこなすことを目的に、グラフィックモニタの波形を例に挙げ、より患児に優しい人工呼吸器の設定について説明します。

1. 「赤ちゃんが落ち着かなくて眠れないんです！」

24週の患児が出生し、人工呼吸管理を開始されました。早朝ラウンドで、深夜勤務の看護師さんに、「赤ちゃんの様子はどうか？」と聞いたところ、「赤ちゃんが落ち着かなくて眠れないんです！」と言われました。

この時のグラフィックモニタの気道内圧の波形は図1でした。吸気時間は0.5秒。吸気のプラトー圧はわずかに変動し平らではありませんでした。呼気相のPEEPは自発呼吸によって変動しているように見えました。気道内圧の波形からでは特に問題となる呼吸管理とは考えられません。

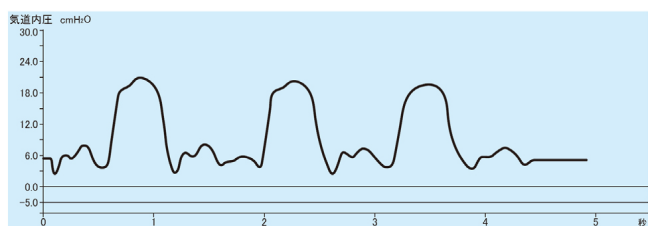


図1. 気道内圧波形

しかし、気道内圧とフロー波形を同時に見てみましょう(図2)。強制換気の終了時(プラトー相の終わり)の時間軸で赤い点線を引いてみました。この時のフロー波形を見てみましょう。3回の全ての強制換気において、患児の呼気が強制換気の間に始まっているのが分かります。この時の設定最大吸気圧は18cm H₂Oです。患児は18cmH₂Oの圧に反して呼気をしていることになります。

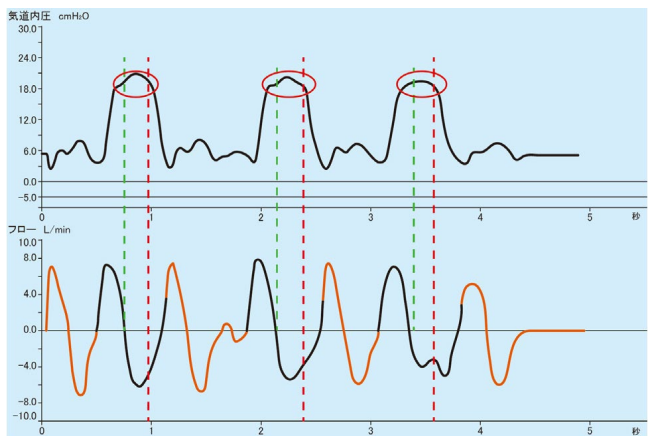


図2. 気道内圧とフロー波形

2. 隠れファイティング

高い吸気圧に反して呼気を行っている患児は、苦しい思いをしながら呼出を行っています。ですから、安眠ができていないのです。

ファイティングとは、患児が呼気をしているにも関わらず人工呼吸器が送気をするために、その瞬間に起こる高圧状態であり、一般的には高圧警報が作動することを言います。しかし、グラフィックモニタのない時代で多かった一定流量(定常流)を流し、プレッシャーリリーフするタイムサイクル式の人工呼吸器

ではこのファイティングは起こりにくく見過ごされていました。また、近年の人工呼吸器は吸気弁・呼気弁の性能が良くなったことから、高圧になろうとしても一定の圧を維持するように送気流量や弁が調整され、ファイティングをしていないかのよう動作します。この機能があるために高圧相で自発呼吸が自由に行える二相性陽圧換(Biphasic Positive Airway Pressure: BIPAP)や気道陽圧開放換気(Airway Pressure Release Ventilation: APRV)が可能になったのです。

では、ファイティングは無くなったのでしょうか?今やファイティングは存在しないとまで言う医療者も出てきました。しかし、強制換気中に呼気が行われるということは、たくさんエネルギーを使いますから、呼吸仕事量は増大します。PIPに対して呼出しているわけですから、肺胞に加わるドライビングプレッシャーはPIPより大きく、肺の過膨張を起こしている可能性もあります。稀な可能性として気胸を起こすかもしれません。多呼吸で不安定な状態に、この様な不利益なことが重なれば、穏やかに眠ることはできず不穏な状態が続きます。更に、この様な状態が続けばDCという観点からも決して良いことにはなりませんし、慢性肺疾患(chronic lung disease: CLD)につながる可能性も高くなります。

患児が苦しさを感じているということは、いくら人工呼吸器の性能が良くなったとしてもファイティングは無くなっていないのです。そこで筆者は、この様な呼吸状態を「隠れファイティング」と名付け、この「隠れファイティング」をいかに少なくして人工呼吸管理を行うことが大切であることを伝えていきます。この追求が自発呼吸との同調性を考えた人工呼吸管理なのです。

3. 吸気時間は患児が決める

多呼吸の患児に対して、吸気時間を長くし、1回換気量を増やして多呼吸を改善させようとしても、患児の吸気時間が長くなることはありません。患児の吸気時間を医療者が制御することは困難で、吸気時間は患児自らが決定しているのです。したがって、吸気時間は患児に合わせた吸気時間を医療者が設定しなければならないのです。

今回提示した症例では、吸気時間が長いために「隠れファイティング」を起こしていることになりやすから、「隠れファイティング」を無くすように吸気時間を短く設定する必要があるのです。

4. 適正な吸気時間の設定のグラフィックモニタを活用

古い時代から「新生児の吸気時間は0.5秒に固定」という慣習が継続している施設もまだあるようです。

しかし、現在は、グラフィックモニタという武器があります。吸気フローを見ながら、吸気フローがゼロになるところ(膨らむことのできる肺胞がない状況)で吸気時間を調節すれば、患児が吸いたいだけの換気が行われ、速やかに呼気に転ずるように設定することができるのです。図2で考えると、緑の点線が吸気の終了ですから、ここに吸気時間を設定すれば良いことになります。

ます。今回の症例では、吸気時間を0.5秒から0.32秒に変更しました。

そして、次の日の朝、深夜勤務の看護師さんに「赤ちゃんの様子はどうか？」と聞いたところ、「赤ちゃん、良く眠れました！」という答えが返ってきました。患児は安眠が可能となりDCと言う点からも良好な人工呼吸管理となったのです。

吸気フローを見て、吸気フローがゼロになる吸気時間にできる限り調節することが「隠れファイティング」を軽減し、患児の呼吸仕事量は低下し安楽になります。その結果として鎮静薬を使う必要もなくなります。

人工呼吸器の性能が向上したと言っても、医療者が適切な設定をして使いこなさなければ、その性能を生かすことは不可能です。ですから、医療者はグラフィックモニタの良く見て、患児の呼吸を診て把握することが重要なのです。このような肺に負担のない設定を行えば、CLDの予防にもつながり、患児の肺の成長を促すことができると考えます。

グラフィックモニタは非常に有用です。しかし、カフなしの気管チューブを用い、常にリークが存在する中で呼吸管理を行わなければならない新生児では、患児がもう吸いたくないというサインをフロー波形から見つけることは非常に困難です。リークによって最大吸気圧やPEEPが低下するために、常に患児方向にガスが送気され、患児がもう吸いたくないという状態になっても、フローがゼロにならないのです。しかし、近年、グラフィックモニタの表示および測定値に対してリーク補正を行う機能（リーク分を除去する機能）を有する人工呼吸器が開発されています。リーク補正機能とは、強制換気やPEEPの維持に対して、リークによって不足するリーク量分を補正して送気する機能ですが、それだけでなく、その不足したリーク量をリアルタイムに計算し、実測されたフロー波形からリーク補正分を除去してフロー波形に表示できるのです。この様な制御によって、計算上ではありますが、患児が行っている吸気と呼気をほぼ正確な形のフロー波形になり、自発呼吸の認識が向上し、オートトリガーを防ぐことや、PSV時の呼気認識（呼気ターミネーション）が可能になり適正な吸気時間で終了することが可能になりました。また、強制換気における適正な吸気時間に調整することが可能になりました。

患児に適した吸気時間に設定することで、図3に示すような「隠れファイティング」の無い優しい換気が可能になるのです。

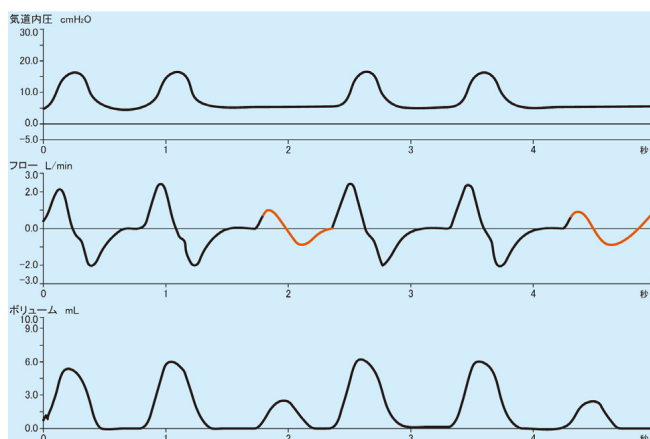


図3. 「隠れファイティング」の無い優しい換気

5. 隠れファイティングの探し方

図4のグラフィックモニタを見てみましょう。フロー波形を見ると、スムーズな呼吸をしているように見えます。しかし、フロー波形の吸気の終了点に緑の点線を引いてみます。また、圧波形から吸気時間の終了点に赤の点線を引いてみます。フロー波形を見てみると、緑と赤の点線の間に呼気のフローをみつけることができます。ですから、これは「隠れファイティング」が起きているのです。

「隠れファイティング」の有無を探する方法が分かったでしょうか。

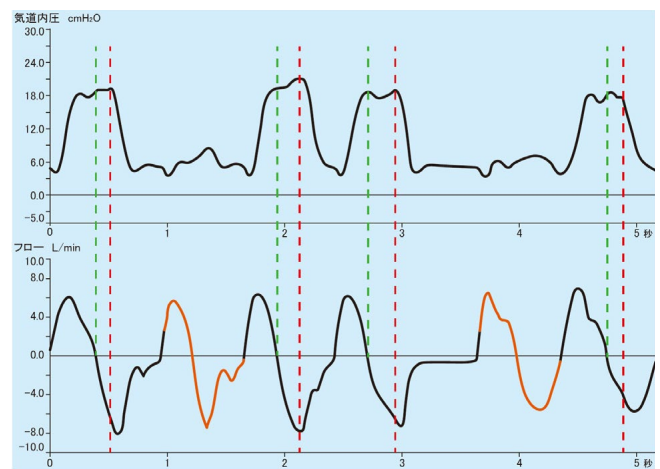


図4. 隠れファイティングの探し方

緑の点線が自発呼吸の吸気の終了点。赤の点線が吸気時間の終了点。
強制換気内に呼気が開始されているので「隠れファイティング」です。

図5を見てみましょう。吸気時間は0.5秒です。吸気圧を維持するプラトーの間のフロー波形を見てみると、赤の丸の部分に呼気の波形（下向き）が見られます。この患児は吸気時間の間に呼気を行っていますので、これも「隠れファイティング」なのです。しかし、この呼気フローはプラトーが終了した時点で、急峻な呼気フローに変わる二段の呼気波形を示しています。患児は、吐きたいけれどプラトー圧が維持されているため、スムーズに呼気が行えず苦しい状態で呼気を行っているのです。プラトー圧が呼気に転じた時点でやっとスムーズに呼気が行えるようになることが分かるでしょう。これも「隠れファイティング」ですね。この二段の呼気波形を見ることで、プラトー圧が維持されているときの呼気は努力性の呼気であり苦しく肺泡に負担がかかっていることを理解できるのではないのでしょうか。

また、図5の緑の丸は息止めをしていることを示しています。自発呼吸時に吸気が終了してもプラトー圧が維持されるので、患児は仕方なく息止めをしているのです。これも吸気時間が長いというサインですから、吸気時間を短くする必要があります。

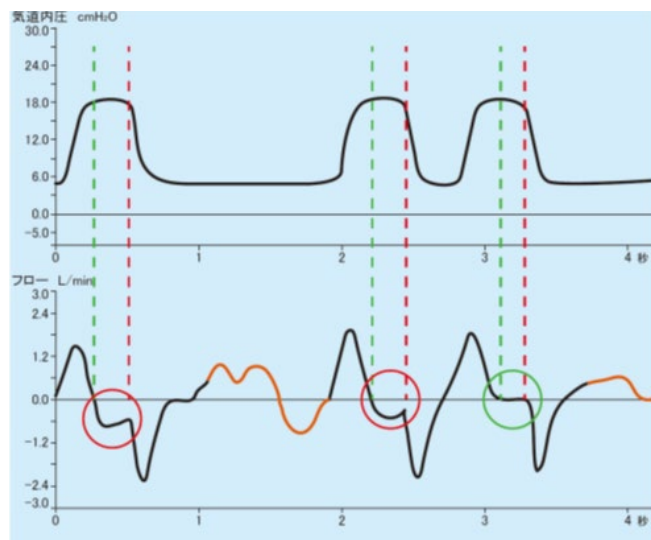


図5 隠れファイティング例

赤丸は「隠れファイティング」です。

強制換気時は吐きづらい小さい呼気、強制換気が終了すると吐きやすくなるため大きい呼気になっています。

緑丸は息止めで、吸気時間が長いというサインです。

まとめ

最大吸気圧を維持している時に呼気が行われている状態は、患児にとっては努力性呼気であり、苦しい状態であるため「隠れファイティング」と筆者は名付けて、いかにこの「隠れファイティング」を減らすことが重要かを伝えていきます。

グラフィックモニタのフロー波形から適正な吸気時間を探して設定することは「隠れファイティング」を減らすことが可能になります。「隠れファイティング」を起こさない人工呼吸管理は、安楽な呼吸管理になるため、developmental careの向上やCLDの予防にもつながり、患児の肺のみならず成長発達を促すことができると考えます。

Reference

1. 松井 晃：加温加湿器、完全版新生児・小児ME機器サポートブック、メディカ出版、2016

販売名 ベンチレータ 840
 医療機器承認番号 21000BZY00290000
 販売名 ベンチレータ PB980シリーズ
 医療機器承認番号 22600BZX00050000

使用目的又は効果、警告・禁忌を含む使用上の注意点等の情報につきましては製品の電子添文をご参照ください。

© 2019-2022 Medtronic. Medtronic及びMedtronicロゴマークは、Medtronicの商標です。
 TMを付記した商標は、Medtronic companyの商標です。

Medtronic

お問い合わせ先
 コヴィディエンジャパン株式会社

Tel : 0120-998-971
 medtronic.co.jp