

## 特 集

## 自動ウィーニング機構

## Servo : Automode

齋藤浩二

キーワード：自動ウィーニング, Automode, Servo *i*

## 要 旨

Automode は強制換気から自発呼吸（サポートモード）へと自動的に移行する機能であり、人工呼吸器 Servo *i* に搭載されている。強制換気中に Automode を有効にすると、自発呼吸を検知すれば対応するサポートモードに移行し、自発呼吸がなくなれば元のモードに戻り強制換気を行う。戻る際の無呼吸許容時間は直前の自発呼吸の回数で自動的に決まるが、設定も可能である。全身麻酔後など、鎮静薬の影響がなくなれば自然に覚醒し自発呼吸が出現する状況下ではモード変更の手間がなく、かつ患者への負担も少ないため適していると考えられる。

## 歴 史

Automode は MAQUET 社の Servo シリーズに搭載されている機能である。1997 年に発売された SV-300A で初お目見えとなり、その後現行の Servo *i* (2001 年発売) に引き継がれた。なお Servo *i* ユニバーサル EX タイプでは Automode が標準装備されているが、それ以外のタイプではオプションであり追加しないと使用することができない。

## 機 構

Automode は、調節換気中に患者の自発呼吸によるトリガーを検知すると、自動的にサポートモードに切り替わる機能である。患者によるトリガーが続く間はサポートモードを維持し、患者によるトリガーが停止すると自動的に調節換気に戻る。無呼吸に対するバックアップ換気と異なるのは、Automode 作動中は無呼吸アラームが発生せず、再び自発呼吸が生じるとサポートモードに復帰する点である。

Automode を使用できるのは、Servo *i* に搭載されて

東北大学病院 集中治療部

いる換気モードのうち、従量式 (volume control: VC)、従圧式 (pressure control: PC)、圧補正従量式 (pressure regulated volume control: PRVC) の 3 つである。それぞれのモード使用時に Automode を有効にすると、1 回の自発呼吸を検出した時点でそれぞれに対応したサポートモードに自動的に移行する。すなわち、VC ↔ ポリウムサポート (VS)、PC ↔ プレッシャーサポート (PS)、PRVC ↔ ポリウムサポートという対応になる。同じ VS でも、VC から移行した場合はサポート換気は最後の VC 換気の休止圧と同じレベルの圧で行われ、PRVC から移行した場合は最後の PRVC 換気と同じレベルの圧でサポート換気が行われる。その後、設定一回換気量を保つために各換気ごとにサポート圧が調整される点は同じである。

患者の自発呼吸が消失した場合は元の調節換気に移行するが、このタイミングはトリガー検出時間という設定項目で調節が可能であり、成人で 7～12 秒、乳幼児で 3～7 秒の範囲で設定できる。トリガー検出時間とは許容する最長の無呼吸時間であり、切り替わりのタイミングは直前の自発呼吸数によって、以下に述べる計算式から算出される。

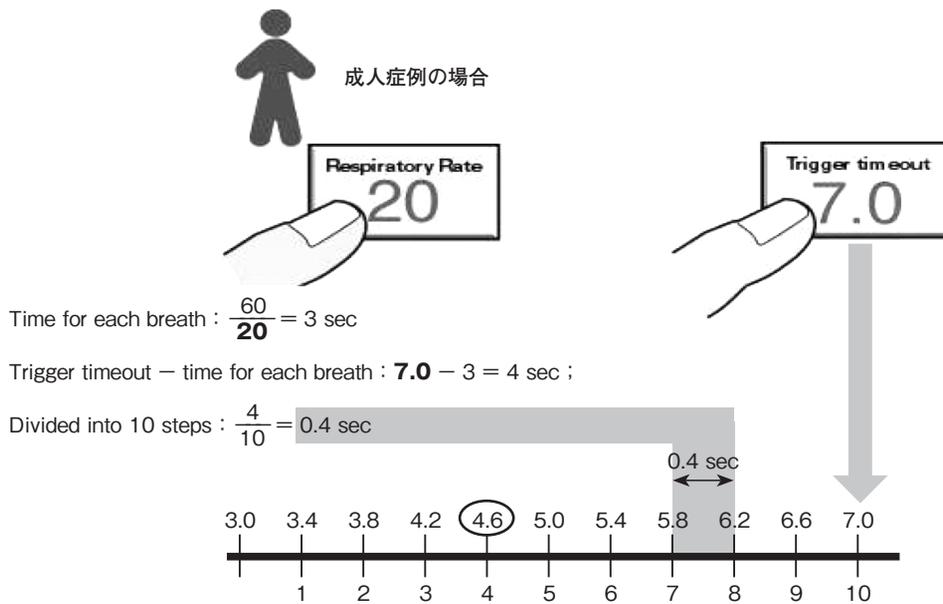


図1 自発呼吸消失→強制換気開始のアルゴリズム

調節換気の呼吸回数設定が 20 回の場合

呼吸サイクル時間 3 秒

トリガー検出時間－呼吸サイクル時間 = 7 - 3 = 4 秒

それを 10 分割すると 0.4 秒

呼吸サイクル時間に、停止する直前の呼吸回数×0.4 を乗じた秒数が経過したら強制換気を開始する。

【例】(図 1)

サポートモードにおいて、直前の自発呼吸が 4 回であった場合

呼吸サイクル時間 3 秒 + 呼吸回数 4 回 × 0.4 = 3 + 1.6 = 4.6 秒

この場合は呼吸停止後 4.6 秒経過したら強制換気が開始されるということになる。

自発呼吸が何回連続したかで強制換気への移行時間が異なり、自発呼吸数が多いほど強制換気への移行を「待つ」ということになる。10 回以上連続した後に自発呼吸が消失した場合は最長の 12 秒後に強制換気に移行する。

SV300A と Servo *i* で異なるのは、サポートモードに移行するために必要な自発呼吸の検出数が 2 回から 1 回になったことと、サポートモードから調節換気に移行するための条件が SV300A では成人 12 秒、小児 8 秒、新生児 5 秒と固定値だったのが Servo *i* ではトリガー検出時間を設定することでタイミングの調節が可能になった点である。

適 応

最も有効なのは、全身麻酔手術後に人工呼吸を継続するような患者である。Automode を設定しておけば、全身状態が安定した段階で鎮静を中止することで自動的にウィーニングが行われる。

適応外となるのは長期人工呼吸後に呼吸筋萎縮が生じているような患者や、重度の呼吸不全で肺コンプライアンスが低下している患者などが挙げられるが、このような患者はそもそも自動ウィーニングを行う対象とならない場合がほとんどであると考えられる。

利 点

自動ウィーニング機構に共通して言えることだが、順調に機能が発揮されれば医療従事者の介入が少なく済む。集中治療医が常駐しており患者の状態に合わせて人工呼吸器の設定を変更できる ICU であれば有用性は少ないかもしれないが、外科医が術後自分でウィーニングを行わなければならないような施設では抜管までの時間短縮につながる可能性がある。

Roth らは脳腫瘍摘出術後の患者を対象として、Automode と SIMV を用いたウィーニングの比較を行った<sup>1)</sup>。循環動態や気道内圧、酸素化能に差はなかったが、ウィーニングに要する時間は Automode が短い傾向があった。また人工呼吸器の操作回数とウィーニング時の

PaCO<sub>2</sub>変動は Automode の方が有意に少なかった。長時間手術で多量の麻薬を投与されている場合などは自発呼吸の出現と消失を繰り返すことがあるため、Automode が特に有用であろうと著者らは述べており、アラームの鳴る回数が少ないことも大きな利点として挙げている。

冠動脈バイパス術後の患者でも研究が行われている。Hendrix ら<sup>2)</sup>は20人の患者を対象とした研究で、PRVCに Automode を併用することでウィーニングに要する時間が2時間短縮したことを示している。

## 欠 点

Servo i のベーシックモデルに搭載されている換気モードは SIMV、PSV、VC のみである。そのため Automode をフルに活用するためには、PCV、PRVC、Automode をオプションで付ける必要がある。コスト面から考えるとこれはデメリットと言わざるを得ない。

設定面では、調節呼吸を設定する段階でサポートモードに切り替わっても問題がないような設定を行う必要があり、サポートモードになってからの自発呼吸パターンについては医療従事者が評価を行う必要がある。

調節換気をボリュームコントロールで行い自発呼吸トライアルを PSV で行っている施設では、Automode を使いたい場合は調節呼吸とサポートモードを圧規定か量規定かに統一しなければならない。

トリガー感度が適切に設定されていない場合、オートトリガリングが患者の呼吸として認識されてしまうことでサポートモード→無呼吸→調節換気が繰り返される可能性がある。

## 最 後 に

Automode は、呼吸管理に精通した医師が少ない施設で、呼吸機能に問題のない患者のウィーニングを行うのに最適な機能である。ウィーニングを行う際の患者の苦痛と医療スタッフの手間を減らし、所要時間を短縮する可能性があると考えられる。

本稿の著者には規定された COI はない。

## 参 考 文 献

- 1) Roth H, Luecke T, Lansche G, et al : Effects of patient-triggered automatic switching between mandatory and supported ventilation in the postoperative weaning period. Intensive Care Med. 2001 ; 27 : 47-51.
- 2) Hendrix H, Kaiser ME, Yusen RD, et al : A randomized trial of automated versus conventional protocol-driven weaning from mechanical ventilation following coronary artery bypass surgery. Eur J Cardiothorac Surg. 2006 ; 29 : 957-63.