

Medtronic

# Professional Quest™

Vol. 21

## 当院における Proportional Assist Ventilation Plus™ (PAV+™) の使用経験と研修方法



陶山 真一 先生

旭川赤十字病院 医療技術部 臨床工学 技師長

### 主な資格

医療安全管理者認定  
認定集中治療関連臨床工学技士  
体外循環技術認定士  
認定ME 専門認定士  
高気圧酸素治療専門技師  
透析技術認定士  
日本DMAT logistics Team  
ICLS インストラクター

### はじめに

過去、人工呼吸器の低い性能等の問題のため、患者の自発呼吸努力に人工呼吸器側をどうしても合わせることができず、筋弛緩薬などの投与により、やむなく患者の自発呼吸を止めて人工呼吸管理をせざるを得ないことが多く存在しました<sup>1)</sup>。

その後、人工呼吸器の性能の進歩とともに、自発呼吸を温存した呼吸管理が有用であるという考えが広まるにつれ、現在、多くの場面で、自発呼吸を残した人工呼吸管理が行われています<sup>1)</sup>。実際に、当院でも、自発呼吸を温存することによる「換気血流不均等分布の改善」、「呼吸筋傷害・萎縮の低下」、「鎮静薬の必要量の減少」等の利点から、できる限り患者の自発呼吸を残した状態で管理を行っています。

しかしながら、自発呼吸を温存した呼吸管理が広まっていくことに伴い、人工呼吸器の性能の向上だけでは補うことができない、患者の自発呼吸と人工呼吸器から供給される吸気（換気）が合わない「患者と人工呼吸器の非同調」の発生の頻度は増加してしまっているのではないかと思います。このような非同調の発生が患者の「呼吸仕事量の増加」、「不安とパニックの増大」、「鎮静剤投与量の増量」、「人工呼吸装着日数の延長」と関連することが報告されており、自発呼吸を温存した呼吸管理において、患者と人工呼吸器との同調性が大きな課題の一つと言えます<sup>2-5)</sup>。

患者と人工呼吸器間で発生している非同調は下記のように分類されます。Trigger Asynchronyは呼吸の初めに出現し、患者の自発呼吸を人工呼吸器が認識できない、または誤認識してしまった際に発生します。Flow Asynchronyは吸気中に出現し、患者の自発呼吸努力に対し、人工呼吸器より供給されるフローが不足している、または過剰であった場合に発生します。Cycle Asynchronyは患者自発呼吸に対し、人工呼吸器の吸気終了のタイミング（吸気から呼気へ移行するタイミング）が合わなかった場合に発生します。

Asynchrony (非同調)	特徴
Trigger Asynchrony	呼吸の始めに出現 ミストリガ (Ineffective-Triggering) ダブルトリガ (Double-Triggering) オートトリガ (Auto-Triggering)
Flow Asynchrony	人工呼吸器のフローが患者要求より不足または過剰
Cycle Asynchrony	人工呼吸器の吸気終了（サイクルオフ）と患者のタイミングが合わない サイクルオフが早すぎる (Premature Cycling) サイクルオフが遅すぎる (Delayed Cycling)

現在、患者の自発呼吸を活かしながら、換気サポートを行う機能として広く使われているPressure Support Ventilation（以下、PSV）は患者の吸気努力に合わせ、設定されたサポート圧が供給されるという自発呼吸への同調性が高いとされる機能です。一般的に使われる強制換気 Volume Control Ventilation (VCV)、Pressure Control Ventilation (PCV) よりも患者との同調性は高いと考えられますが、近年、PSVにおいても非同調が発生していることが報告されています<sup>6)</sup>。

そういった問題に対して、PAV+は患者と人工呼吸器との同調性の向上を目的に開発された機能です。PAV+は、患者さんの吸気努力に合わせ、吸気時のサポートを自動的に増加させる、他のモードとは異なる概念の自発呼吸モードです。従来のPSVはどのような自発呼吸に対しても、事前に設定されたレベルまで圧を上昇させ、その設定圧を一定に維持します。一方、PAV+は、患者の圧とフローの変化と換気メカニクス（コンプライアンスと気道抵抗）を連続的にモニタリングし、患者への吸気にフィードバックさせることで、患者の自発呼吸の変化に同調し、圧とフローを変化させる換気サポートが可能になります<sup>7)</sup>。これにより、他の機能で見られるFlow AsynchronyやCycle Asynchronyの改善が期待されています。実際に、PAV+では、PSVに対し、人工呼吸器と患者の同調性を改善させることが報告されています<sup>8)</sup>。

近年、当院でも、患者と人工呼吸器の同調の重要性を考慮し、PAV+を多用しています。本稿では、当院のPAV+の使用方法、そして、そのPAV+の有用性を院内のスタッフにより良く理解してもらうために実施している当院の研修方法について、ご紹介させていただければと思います。

## 当院でのPAV+の使用方法

当院では、術後などで自発呼吸がまだでない、または、急性期呼吸不全など、まだ状態が安定しない患者にはSIMVを選択しています。その後、ある程度、状態が安定し、自発呼吸が出てきた患者はPAV+への移行を行います。この際、患者がPAV+にうまく適応できそうかどうかは、PAV+のスタートアップ換気（設定変更直後に行われるテスト換気）が正常に終了できるかどうかを目安にしています。スタートアップ換気が終了したほとんどの患者で問題なくPAV+を使用できている印象です。

サポート率は70%程度から開始することが多く、その後、患者の呼吸状態（呼吸回数、換気量など）に合わせて徐々にサポート率を下げていきます。この時、常にウィニング・抜管を意識しながら、呼吸管理を進めていくことが重要だと考えています。

PAV+の同調性について、PAV+で管理されている患者の呼吸が楽そうだということは普段から感じています。私自身、SIMVやPSVといった従来の機能とPAV+を吸い比べたとき、PAV+の同調の高さと快適さを実感することができており、今後も継続して臨床の場で使用していきたいと考えています。

PAV+使用時にその圧やフロー波形などから、患者の呼吸パターンなどと言った呼吸状態をアセスメントできることはPAV+のもう一つの強みだと感じています。患者の自発呼吸努力に合わせて、PAV+は圧、フローを変化させることから、逆にその圧やフローの変化を観察することで、患者が必要としている吸気圧、フローを知ることができるので、急性期呼吸不全などで状態が安定していないときの人工呼吸器の設定の評価に使用しています。

また安定期においては、自発呼吸を評価することが可能となります。これは、圧やフローの供給のパターンが固定されてしまっている強制換気やPSVではできない点であり、PAV+の利点ではないかと思います。まだまだ研究データなどが不足している領域ではありますが、フロー波形が正弦波に近い患者はしっかりとお腹も使った呼吸ができて印象を持っています。今後、こういった点も研究が進むと、患者の呼吸のアセスメントツールとしてPAV+の活躍できる場面が広がると期待しています。

## 当院でのPAV+研修方法

PAV+は、その原理や有用性について、院内のスタッフに資料を提供して読んでいただいたり、口頭で説明をただけではなかなか理解してもらえないことも多いと感じています。そこで、当院では、看護師などのスタッフにPAV+の有用性をまずは感覚的に理解してもらうために、PAV+を体験してもらい、その他の機能との違いを理解してもらうようにしています。

体験するときは、より呼吸状態の悪い患者に近づけるため、胸腹部をバンドにて圧迫しておこないます。さらに呼吸状態の変化によるPAV+の自動サポートを体感するために、途中からお腹におもしを載せてPAV+の自動サポートを体験してもらったりしています。

このように、PAV+やその他の機能を実際に体験してもらうことで、より理解が進み、スタッフからも座学よりもわかりやすいと好評です。また、有用性を理解（納得）してもらうことで、PAV+といった新しい機能を不安なく、積極的に使用してもらえているのではないかと思います。

先日、院内でトレーニングを実施した際に、PSVとPAV+についての感想を聞くアンケートを行いました。その時の回答を掲載させていただきます。初めて、人工呼吸器を体験したスタッフも多く、人工呼吸器に慣れるまで少し苦しいと感じるスタッフもいましたが、ほとんどのスタッフはPSVよりもPAV+の方がより吸いやすい、楽に吸えると感じたようです。

### 【アンケート結果】

- 人工呼吸器による呼吸補助の重要性が理解できた。負荷がかかるとうわかりやすかった。
- PAV+の方がPSより少し助けられている感じで吸いやすかった。
- PAV+に合わせるのが大変だったが、負荷がかかった時、PAV+だと楽に吸えた。PAV+の後にPSVにすると違いがよくわかった。
- うまく吸うのに時間がかかった。

## 最後に

今回、当院でのPAV+の使用方法和研修方法について、ご紹介させていただきました。

近年、人工呼吸器と患者の非同調が問題になっている中で、患者の自発呼吸との同調性が高いPAV+は有用な機能だと感じています。今後も、研修方法などをさらに工夫しながら、PAV+をより効果的に使っていきたいと思います。





## References

- 1) 藤野 裕士. 急性呼吸不全. 中山書店; 2016. 323 p.
- 2) Epstein SK. Respir Care. 2011;56(1):25-38. PMID:21235836
- 3) Xirouchaki N, et al. Intensive Care Med. 2008;34(11): 2026-34. PMID:18607562
- 4) Tate JA, et al. Qual Health Res. 2012;22(2):157-73. PMID:21908706
- 5) Siegel MD. Clin Chest Med. 2003;24(4):713-25. PMID:14710699
- 6) Thille AW, et al. Intensive Care Med. 2008;34(8):1477-86. PMID:18437356
- 7) Tobin M, editor. Principles and Practice of Mechanical Ventilation, second edition. McGraw-Hill; 2006. p. 1562.
- 8) Costa R, et al. Intensive Care Med. 2011;37(9):1494-500. PMID:21720909

販売名:ベンチレータ PB980シリーズ  
医療機器承認番号:22600BZX00050000  
製造販売元:コヴィディエンジャパン株式会社

Proportional Assist および PAV は The University of Manitoba, Canada の商標であり、ライセンスに基づき使用しています。

使用目的又は効果、警告・禁忌を含む使用上の注意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。

© 2017, 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

お問合せ先  
コヴィディエンジャパン株式会社

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