

特 集

呼吸療法領域における自動化とAI～近未来へ向けて～

呼吸療法機器における自動化とインターネットの果たす役割
～ NPPV モードと nCPAP の新しい遠隔療法を中心に～

齊藤 司・中田恭彦

キーワード : iVAPS, Auto EPAP, AirView, myAir, 人工知能, レスメド

I. はじめに

近年、人工知能 (AI) によるデータ分析技術である深層学習の進化により、画像や動画を用いた分析が可能になりつつある。その例としてここでは、人工呼吸器 Astral™、Stellar™ (レスメド社、米国) などに搭載されているハイブリッドな換気機能および Information and Communication Technology (ICT) を活用したソリューションを紹介する。

II. iVAPS

iVAPS™ (Intelligent Volume Assured Pressure Support) と呼ばれる機能は、換気をモニターし、プレッシャーサポート (PS) と呼吸回数を適切に自動調節することで、予め設定した目標分時肺胞換気量を維持できるように設計されている。PS は設定された範囲内で変動し、患者の呼吸努力の減少により肺胞換気量が目標値を下回ると PS を上昇、また肺胞換気量が目標値を上回ると PS を低下させる。加えて iVAPS に搭載されている iBR (intelligent backup rate) と呼ばれる呼吸バックアップシステムが PS と連動し、呼吸リズムを調整しつつ肺胞換気量を維持することが可能である。

Kelly¹⁾ らの報告では、iVAPS による換気自動調整と経験を積んだ医療者による標準的 PS 換気の比較検査で、iVAPS は PS に比して非劣性であったと結論づけてい

る。スパイロメトリー、呼吸筋、睡眠の質、覚醒または酸素飽和度低下指数に有意差はなく、アドヒアランスについては iVAPS で優位を示した (5 : 40 (4 : 42 ~ 6 : 49) vs 4 : 20 (2 : 27 ~ 6 : 17) hh : mm/night ; P=0.004)。また Nilius²⁾ らは慢性高炭酸ガス血症を伴う慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease : COPD) 患者に iVAPS または PS を使用した場合の呼吸イベントおよび睡眠の質について、PS と iVAPS の間に二酸化炭素排出効果に差異は認めなかったと報告している (52.9±6.2 vs 49.1±6.4mmHg)。換気圧については iVAPS が PS よりやや大きいのが、夜間覚醒などの睡眠の質の低下を認めることなく、PS に比較して送気量が增大することが認められた。

また近年は上気道の開存性を維持することを目的とした Auto EPAP 機能が加わった。従来は PSG (polysomnography) 下でマニュアルタイトレーションを実施することが一般的であるが、Auto EPAP では、気流制限や上気道閉塞の程度を装置が見極め、その重症度に応じて予め設定された範囲内で EPAP の自動調整を行う仕組みである (図 1)。

Auto EPAP 使用の例として McArdle³⁾ らの報告を紹介する。閉塞性睡眠時無呼吸 (obstructive sleep apnea : OSA) とさまざまな疾患の合併頻度について広く知られているが、この研究では慢性低換気症候群で OSA を伴う患者に iVAPS モードを設定し、Auto EPAP と 5 年以上の経験を積んだ睡眠技師による Fixed EPAP のランダム化比較試験を実施している。Auto EPAP iVAPS 群は Fixed EPAP iVAPS 群に対し OSA

レスメド株式会社

コントロールにおいて非劣性であり、睡眠時の呼吸状態や睡眠の質に両群での差は認めない結果を示した。

このように、iVAPSは標準的PSと同様の安定した換気量の維持を図ることができるかとされている。また、新たに搭載されたAuto EPAPにより患者の呼気圧を自動調節して上気道閉塞を改善しながらの換気補助が可能となった。

しかし、いずれの試験においても症例数はまだ多くはなく、試験期間も比較的短い。長期使用における臨床的効果性については、さらなる調査が望まれる。

Ⅲ. AirView

1. nCPAP管理でのICTの活用

一方、治療機器という枠を超えてICTを活用した製品やサービスが、昨今地域医療連携などより広い分野などにおいても急速に普及しつつある。

在宅医療の分野においても積極的にICTを活用したソリューションが展開されているが、その1つとしてAirView™（レスメド社、米国）が挙げられる。これは医療機関および在宅医療会社向けのクラウドサービスであり、レスメド社の治療装置から出力される治療

情報をパソコン上などで管理および閲覧できるものである。従来は、装置に内蔵されているSDカードの情報をパソコンにダウンロードし、専用のソフトウェア上で閲覧する必要があった。現在は、治療装置から携帯電話の3Gネットワークを介して自動的にAirViewサーバに送信されたデータを閲覧することが可能である。AirViewにデータ送信が可能な装置として、睡眠時無呼吸の治療装置であるAirSense™ 10（AS10/レスメド社、米国）がある。サーバに格納されたデータは、ブラウザを介してインターネット経由で閲覧する。AirViewで閲覧できるAS10のデータは、患者が使用している装置の設定情報、実際に装置を使用した時間、圧力、リーク、そして無呼吸低呼吸指数（apnea hypopnea index：AHI）などがある（図2）。

AirViewの活用方法としては、患者の来院前に医師がAirView上で患者の治療情報を事前に確認することで、外来でのより質の高い、効率的な診療を期待できる。また、患者の来院時のみならず、必要な際いつでも治療状況を把握することで、治療からの離脱を防ぐための介入の必要性の判断や、状況によっては患者に来院を促すなどのより積極的な診療に役立てること

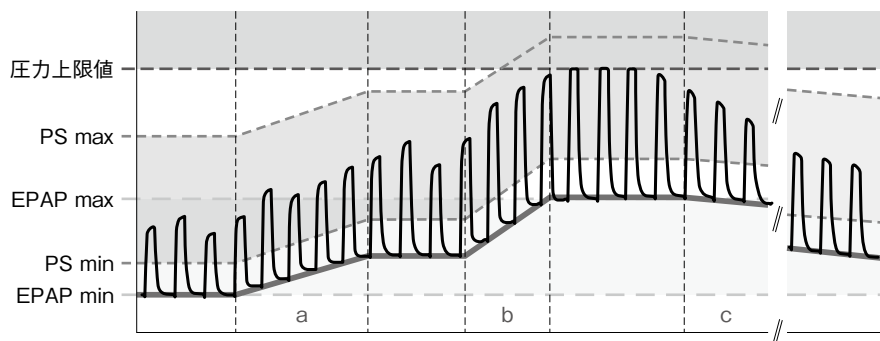


図1 iVAPS+Auto EPAP アルゴリズム



図2 AirView の画面

ができる。

2. AirView の持つ機能の長所

AirView では治療情報だけでなく装置の状態も把握可能である。たとえば、加湿器の接続状況、加湿レベル、装置の周辺温度、およびチューブ温度などが確認できる。また、装置が故障した場合はメッセージが表示される。これらの情報により、在宅医療会社が装置に関するトラブルシューティングに対して迅速に対応し、患者の治療継続をバックアップする。

また、AirView の特筆すべき点として、装置からデータを受信するのみでなく、装置に対してデータを送信できる「遠隔設定変更機能」が挙げられる。治療モード、圧力、EPR™ (expiratory pressure relief/呼気圧力軽減)、レスポンス、ランプ、加温加湿の設定を、遠隔で AirView から装置に直接送信して設定を反映させることが可能である。これまでの、①患者宅の装置から SD カードを回収して医療機関に持参、②医療機関で SD カードを読み込んで設定を変更、③ SD カードを患者宅の装置に取り付け、という一連のプロセスと比較して、医師が設定変更を簡便かつ速やかに行うことができ、患者のコンプライアンス向上が期待できる。

さらに、人工呼吸器のモードの段で前述した Stellar および Astral も、3G 通信機能を備えた専用の通信モジュール ResMed Connectivity Module (RCM) を接続することで、装置データを AirView サーバに送信し、持続気道陽圧 (continuous positive airway pressure : CPAP) 装置と同様に患者情報を閲覧できる。

IV. myAir

AirView の登場により、医療機関や在宅医療会社の環境は大きな変化に直面しているが、それに伴い患者に対する ICT の活用も進んでいる。実例として、患者向けのソリューション myAir™ がある。myAir は、患者が睡眠情報を自身で参照できるツールである。AS10 からクラウドに送信された患者自身の睡眠データを、パソコンやスマートデバイス上でブラウザを介して時と場所を問わず閲覧することができるものである (図 3)。

myAir は、AS10 の使用時間、AHI、マスクの密閉性、マスク外れの状況を患者自身が確認できることに加え、



図 3 患者向けソリューション myAir

装置やマスクの使用に関するヒントや、患者の睡眠の状態に応じた励ましメッセージを、電子メールとして患者に送信する機能を有する。患者の装置の使用状況や使用期間などの蓄積された情報を myAir が独自の AI で解析し、メッセージの内容や送信のタイミングを患者毎に決定する。この結果、患者はカスタマイズされたタイミングで適切なメッセージを myAir から受信する。さらに、myAir は装置やマスクの取扱い方法などの情報を提供する動画ライブラリも備えている。以前は、患者が自身で睡眠状況を確認したり、装置やマスクについて学ぶための手段は限られていた。myAir は睡眠情報を見える化し、患者に寄り添う励ましメッセージや手軽な動画ライブラリを提供することで、患者がより積極的に装置の使用に取り組み、アドヒアランスが向上するよう支援する。

海外の研究では、実際に患者の装置使用時間が長くなるなど、myAir によるアドヒアランスの向上が報告されている⁴⁾。また別の研究では、とくに AirView と myAir を組み合わせて活用した場合にアドヒアランスの向上が有意に確認されたことも報告されている⁵⁾。

このように ICT の普及とその積極的かつ適切な活用がもたらすメリットは、患者および医療者にとどまらず、患者の家族などその周辺をとりまく環境にも拡散していくと思われる。さらに今後は ICT および AI の技術は患者個々の違いにあわせた治療の推奨、予後の予測などの分野への展開が期待される。

COI に関し、著者はレスメド株式会社の社員である。

参考文献

- 1) Kelly JL, Jaye J, Pickersgill RE, et al : Randomized trial of 'intelligent' autotitrating ventilation versus standard pressure support non-invasive ventilation : impact on adherence and physiological outcomes. *Respirology*. 2014 ; 19 : 596-603.

- 2) Nilius G, Katamadze N, Domanski U, et al : Non-invasive ventilation with intelligent volume-assured pressure support versus pressure-controlled ventilation : effects on the respiratory event rate and sleep quality in COPD with chronic hypercapnia. *Int J COPD*. 2017 ; 12 : 1039-45.
- 3) McArdle N, Rea C, King S, et al : Treating chronic hypoventilation with automatic adjustable versus fixed EPAP intelligent volume-assured positive airway pressure support (iVAPS) : a randomized controlled trial. *Sleep*. 2017 ; 40 : doi : 10.
- 4) Price Waterhouse Coopers. Empowering the sleep apnea patient. www.resmed.com/eprn/content/dam/resmed/global/documents/eprn/pwc-report-effects-of-myair-6.pdf.
- 5) Malhotra A, Crocker ME, Willes L, et al : Patient engagement using new technology to improve adherence to positive airway pressure therapy : a retrospective analysis. *Chest*. 2018 ; 153 : 843-50.