

## 特集 進化した呼吸管理

## Editorial

## 呼吸管理の進歩

藤本 圭作

要旨：急性呼吸窮迫症候群による急性呼吸不全に対する人工呼吸管理は、低容量換気とプラトー圧の制限といった肺保護療法に加えて、高い呼気終末陽圧換気圧、腹臥位療法などの open lung approach による人工呼吸関連肺障害の回避、全身的な補助治療、新しい換気療法の開発によって予後は確実に改善の方向にある。また、非侵襲的陽圧換気療法のエビデンスも蓄積され、適応範囲は拡大されつつある。また、睡眠呼吸障害に対する治療も技術革新とともに日々進化しつつある。この進化し続ける呼吸管理の技術をうまく使いこなすことが要求される。

キーワード：低容量換気，肺保護戦略，非侵襲的陽圧換気療法，体外式膜型人工肺，睡眠呼吸障害  
Lower tidal volume ventilation, Lung protect approach, Non-invasive positive pressure ventilation (NPPV), Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO), Sleep disordered breathing

連絡先：藤本 圭作

〒390-8621 長野県松本市旭 3-1-1

信州大学医学部附属病院保健学科検査技術科学専攻生体情報検査学領域

(E-mail: keisaku@shinshu-u.ac.jp)

## 急性呼吸窮迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) に対する呼吸管理と全身的な補助治療の進歩

ARDSの死亡率は、1980～1990年代では50%以上であったが、2000年代になり30%を切るようになった<sup>1)</sup>。しかし、これはこの間に画期的な薬物療法が開発されたわけではなく、呼吸管理の進歩と全身的な補助治療の進歩に起因するものである。当初は、ARDSに対する人工呼吸管理法は、実体重で1回換気量を決め、10～12 ml/kg 実体重という換気量もごく普通に用いられてきた。しかし、人工呼吸関連肺障害 (ventilation-induced lung injury : VILI) が注目され、そのメカニズムの解明とともに VILI を避けるための肺保護戦略が行われるようになった<sup>2)</sup>。さらに、低容量換気に加えて、肺傷害によって虚脱した肺胞を再開放させ、再虚脱しないように気道内圧を保つ open lung approach のエビデンスが蓄積されつつある<sup>3,4)</sup>。つまり、低容量換気とプラトー圧の制限に加えて、呼気時の肺胞虚脱を防ぎながら肺胞過伸展を起こさない至適呼気終末陽圧換気 (positive endexpiratory pressure ventilation : PEEP) を設定し、また腹臥位療法や気道内圧開放換気 (airway pressure release ventilation : APRV) や高頻度振動換気 (high frequency oscillatory ventilation : HFOV) といった換気法を用いることである。これらを駆使して肺コンプライアンスが高い状態を維持しながら肺へのストレスが少ない陽圧換気を行うことが基本となっている。しかし、ARDSの原因はさまざまであり、不均一な肺の至適 PEEP の決定は困難で個々の患者で対応するしかない。また、2012年にベルリン基準と称される新しい診断基準が示された<sup>5)</sup>。従来の American-European Consensus Conference (AECC) の定義ではいくつかの欠点が指摘されており、臨床研究の結果が一様でない理由の一つと考えられてきたが、その弱点が改善され、今後の治療成績の評価や臨床研究の結果が期待される。また、体外式膜型人工肺 (ECMO) は循環器救急や心臓外科手術の術後を中心に行われてきたが、呼吸不全に対しては有用性が証明できなかった。しかし2009年に発表されたCESAR study<sup>6)</sup>では、成人呼吸不全に対して有用性が証明され、H1N1 インフルエンザ重症例の救命にも寄与したことから<sup>7)</sup>、今後は成人の重症呼吸不全患者にも積極的に使用されると思われる。

## 非侵襲的人工呼吸管理の進歩

1990年代に登場した非侵襲的陽圧換気療法 (non-invasive intermittent positive pressure ventilation : NPPV) は、心原性肺水腫や慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease : COPD) 増悪時を中心に有用性が確立され、adaptive servo ventilation (ASV) や volume-assured pressure support (VAPS) を利用した呼吸管理法も普及したことから、病態に応じてより適切な呼吸モードを選択でき、その適応はさまざまな呼吸不全へ拡大されつつある。一方、慢性呼吸不全に対する NPPV の位置づけであるが、拘束性胸郭疾患と神経筋疾患に対する長期 NPPV の有用性は確立されているが、安定期 COPD に対する長期 NPPV については、一律に有効性が期待できる治療とはいいがたく、適応症例であっても導入後にその有効性と継続の適否を判断する必要がある<sup>8)</sup>。COPD 増悪に対して NPPV を必要とした場合も、その後 NPPV を一律に導入する根拠は明確でなく、症例ごとにその適応を吟味する必要がある<sup>9)</sup>。日本呼吸器学会では2006年に NPPV ガイドライン (第1版) を発刊し、その後 NPPV を取り巻く状況の変化とともに、集積された新たな知見を加えて、改訂 NPPV ガイドライン (第2版) を2014年度内に上梓する予定である。

## 睡眠呼吸障害に対する陽圧換気療法機器の進歩

閉塞型睡眠時無呼吸に対する持続陽圧気道圧 (continuous positive airway pressure ventilation : CPAP) 機器は技術革新により進化を遂げてきた。最新型の auto CPAP は、吸気フローパターン認識により圧動作を規定し、吸気フローがない場合には無呼吸と判断し、さらに閉塞性か中枢性かを判別し、閉塞性の場合のみ CPAP 圧を上昇させる。吸気フローがあり、吸気フローリミテーションを感知した場合には、正常呼吸に戻すように吸気流量を補正する仕組みになっている。また、呼気についても呼気圧負荷軽減機能が装備されている。一方、慢性心不全の患者では、閉塞型のみならずチェンストークス呼吸 (Cheyne-Stokes respiration : CSR) がしばしば認められるが、これに対しては、吸気時と呼気時に負荷する圧が自動的に変動し、無呼吸時には最大の pressure

support (PS) を加え、過呼吸時には最小限のPSを加えることによって無呼吸時と過呼吸時に大きく変動する炭酸ガス分圧を安定化させCSRを終息させるASVが普及し、CPAPよりも有効であることが報告されている<sup>10)</sup>。現在、生命予後のさらなる改善効果についても検討中である。

著者のCOI (conflicts of interest) 開示：本論文発表内容に関して特に申告なし。

### 引用文献

- 1) Zamboni M, et al. Mortality rates for patients with acute lung injury/ARDS have decreased over time. *Chest* 2008; 133: 1120-7.
- 2) Acute respiratory distress syndrome network (ARDS network). Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2000; 342: 1301-8.
- 3) Meade MO, et al. Ventilation strategy using lower tidal volumes, recruitment maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008; 299: 637-45.
- 4) Dasenbrook EC, et al. Higher PEEP in patients with acute lung injury: a systematic review and meta-analysis. *Respir Care* 2011; 56: 568-75.
- 5) ARDS Definition Task Force; Ranieri VM, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA* 2012; 307: 2526-33.
- 6) Peek GJ, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomized controlled trial. *Lancet* 2009; 374: 1351-63.
- 7) Australia and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) Influenza Investigators, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A (H1N1) acute respiratory distress syndrome. *JAMA* 2009; 302: 1888-95.
- 8) Struik FM, et al. Nocturnal non-invasive positive pressure ventilation for stable chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 6: CD002878.
- 9) Struik FM, et al. Nocturnal non-invasive ventilation in COPD patients with prolonged hypercapnia after ventilatory support for acute respiratory failure: a randomised, controlled, parallel-group study. *Thorax* 2014; 69: 826-34.
- 10) Kasai T, et al. Effects of flow-triggered adaptive servo-ventilation compared with continuous positive airway pressure in patients with chronic heart failure with coexisting obstructive sleep apnea and Cheyne-Stokes respiration. *Circ Heart Fail* 2010; 3: 140-8.

### Abstract

#### Development of respiratory management

Keisaku Fujimoto

Department of Clinical Laboratory Sciences, Shinshu University School of Health Sciences

The development of respiratory management for acute lung injury induced by acute respiratory distress syndrome has been directed toward improving survival. The lung-protecting approach such as lower tidal-volume ventilation with the limitation of upper-airway pressure and open-lung approach such as higher positive end-expiratory pressure ventilation and prone positioning may contribute to the survival together with the development of the systemic-supported care. On the other hand, the evidence of the effects of noninvasive positive pressure ventilation on various respiratory insufficient condition has been increased, and the indication has also been expanded. The new technology has developed the function of continuous positive airway pressure and adaptive servo ventilation, and contributed to the treatment of sleep-disordered breathing. Now it demands us to completely manage these new technologies.