

明らかとなり、今後ウィニングへの積極的応用が期待される換気モードである。最後に PSV の利点と問題点およびこれからの課題を列記した(表4)。

#### 文 献

- 1) 窪田達也：成人用人工呼吸器の最近の進歩：第4世代の人工呼吸器について。臨床呼吸生理 19：83-91, 1987
- 2) Kacmarek RM & Wilson RS : IMV systems ; Do they make a difference ? Chest 87 : 557, 1985
- 3) 小野寺文雄, 窪田達也, 清水禮壽 : IMV モードにおける呼吸仕事量と人工呼吸器の負荷について。呼吸と循環 35 : 569-76, 1987
- 4) Gibney RTN, Wilson RS & Pontoppidan H : Comparison of work of breathing on high gas flow and demand valve continuous positive airway pressure systems. Chest 82 : 692, 1982
- 5) Christopher KL, Neff TA, Bowman JL, et al : Demand and continuous flow intermittent mandatory ventilation systems. Chest 87 : 625-30, 1985
- 6) Kanak R, Fahey PJ & Vanderwarf C : Oxygen cost of breathing ; Changes dependent upon mode of mechanical ventilation. Chest 87 : 126-7, 1987
- 7) 窪田達也, 小野寺文雄 : ウィニング時の換気モードの選択。日臨麻会誌 7 : 55-66, 1987
- 8) MacIntyre NR : Respiratory function during pressure support ventilation. Chest 89 : 677-83, 1986
- 9) Hansen J, Wendt M & Lawin P : Ein neues weaning-verfahren (Inspiratory flow assistance —IFA—) Anaesthetist 33 : 428-32, 1984
- 10) Downs JB : New modes of ventilatory assistance. Chest 90 : 626, 1986
- 11) Viale JP, Annat GJ, Bouffard YM, et al : Oxygen cost of breathing in postoperative patients ; Pressure support ventilation vs continuous positive airway pressure. Chest 93 : 506-9, 1988
- 12) Fiastro JF, Habib MP & Quan SF : Pressure support compensation for inspiratory work due to endotracheal tubes and demand continuous positive airway pressure. Chest 499-505, 1988

## 呼吸仕事量から見た PRESSURE SUPPORT と SIMV の比較

武 澤 純<sup>\*1</sup> 島 田 康 弘<sup>\*2</sup>  
西 村 匡 司<sup>\*3</sup> 吉 矢 生 人<sup>\*4</sup>

人工呼吸の換気モードとしては現在様々な様式がとられている。今回われわれは呼吸仕事量軽減の観点から pressure support (PS) の優位性を SIMV と比較して報告した。本来、人工呼吸器が備えるべき性能の主なもの肺におけるガス交換能の改善、呼吸仕事量の軽減、段階的 weaning

が可能であること、患者ならびに呼吸器の安全性が保証されていること、そして修理が容易であることなどがある。その中でもとくに最近呼吸仕事量の軽減をどのような機構でどの呼吸様式を使って行うかが問題になっている。進行性肺病変を持った患者では、呼吸に要する仕事は正常肺で安静呼吸時の仕事量に比べて著しく上昇し、そのため心拍出量の相当部分が呼吸筋の仕事に使われる。その結果、呼吸困難は増強し、一方呼吸筋以外の

\*1 名古屋大学医学部付属病院集中治療部

\*2 名古屋大学医学部麻酔科

\*3 大阪大学医学部付属病院集中治療部

\*4 大阪大学医学部麻酔科

主要臓器は相対的に血流が低下し、不穏などの意識レベルの低下、末梢循環不全、尿量低下を引き起こす。このような患者の人工呼吸管理としては、従来大量の鎮静剤または筋弛緩剤を用いて自発呼吸の回数を減らすかまたは強制換気を用いて呼吸仕事を軽減する呼吸管理を行ってきた。しかしながら、このような管理では意識レベルの評価や咳による喀痰の排出が不十分になり時として重大な合併症を見逃したり引き起こしたりする。自発呼吸を残した換気様式としては CPAP、補助呼吸、IMV、SIMV、PS があるが、呼吸仕事の軽減の観点からとくに優れていると思われる PS と SIMV をモデル肺を用いて比較検討した。

モデル肺としては 10 l のガラス瓶のなかにコンプライアンス 0.05 l/cmH<sub>2</sub>O の latex balloon を入れた balloon in box 法を使用した。balloon は内径 9 mm の気管チューブに接続した。自発呼吸の simulation のため、ガラス瓶をピストンポンプに接続し、正弦波の自発呼吸様式を作り出した。過酷な条件下での比較を行うためピストンの一回換気量を 500 ml、呼吸回数を 30 回/分と設定した。人工呼吸器は Puritan-Bennett 7200 a を用い、トリガー感度は 2 cmH<sub>2</sub>O に設定した。モデル肺のコンプライアンスより PS レベルは 10 cmH<sub>2</sub>O に設定した。ピストンとガラス瓶との間に熱線流量計を挿置し、simulate した自発呼吸をピストンが作り出す際のピストン側の換気量を測定した。瓶内圧の変化は圧トランスジューサーにて測定した。この換気量と瓶内圧の変化をミナト医科の RM-300 に取り込み、圧-容量曲線を作成した。圧-容量曲線は横軸に大気圧をゼロとしたときの瓶内圧、縦軸にピストンが送り出す換気量をとった。ピストンが吸気から呼気、呼気から吸気に風向が変化する点を結ぶ際にかかれる balloon の静的コンプライアンス直線より吸気時に陰圧側に存在する部分の面積を Wi<sup>-</sup>、陽圧側に存在する部分の面積を Wi<sup>+</sup> とした。同様に、呼期時に陰圧側に存在する部分を We<sup>-</sup>、陽圧側に存在する部分を We<sup>+</sup> とし、各面積を RM-300 にて電氣的積分を用いて計算した。SIMV 30 回/

分の換気条件をいろいろにかえて PS 10 cmH<sub>2</sub>O の時に比べて、それぞれの面積がどのように変化するかを検討した。

1) SIMV の一回換気量がピストンの一回換気量より少ない場合

SIMV の吸気流速を 60 l/分、一回換気量を 400 ml に設定するとピストンの吸気途中に SIMV の吸気が終わるため瓶内圧は陰圧に傾いた。そのため気道内圧はトリガー感度以下になり PS 0 cmH<sub>2</sub>O の demand flow が流れ出し、いわゆる double inspiration が起こった。その demand flow が流れだした頃にはピストンは呼気側に移っているため呼気時には瓶内圧は陽圧側に大きく傾いた。その結果、PS に比べて Wi<sup>-</sup> は増加し、一方 We<sup>+</sup> も増加した。

2) SIMV の一回換気量がピストンの一回換気量より大きい場合

SIMV の吸気流速を 60 l/分、一回換気量を 700 ml の設定にするとピストンが呼気相に移っても SIMV の吸気が続いているため吸気終末および呼気初期に瓶内圧は著しく上昇した。そのため、Wi<sup>+</sup> および We<sup>+</sup> は SIMV に比べて増加した。

3) SIMV の一回換気量を 500 ml とし、その吸気流速を 30, 60, 90, 120 l/分と変化させた場合

SIMV の吸気流速を 30 l/分にすると、ピストンの吸気流速より遅い流速で SIMV が入るため、吸気相で瓶内圧はさらに陰圧側に傾き、そのため Wi<sup>-</sup> は増加した。一方ピストンが呼気に移っても SIMV の吸気が終了していないため吸気時に瓶内圧は上昇し、その結果 We<sup>+</sup> は増加した。

SIMV の吸気流速を 60 l/分にすると、吸気および呼気の仕事量は PS 10 cmH<sub>2</sub>O とほとんど同一であった。

さらに SIMV の吸気流速を 90 l/分に上げると、ピストンの吸気流速より早く SIMV が入り、ピストンの吸気途中で SIMV が終了し、その後ピストンはさらに吸気相にあるため瓶内圧はその時点から陰圧側に傾き、Wi<sup>-</sup> は増加した。最後に SIMV の吸気流速を 120 l/分に上げると、90 l/分の際よりもさらに早く SIMV の吸気が終了しピストンはまだ吸気相にあるため瓶内圧はさらに陰

圧側に傾いた。その結果、気道内圧がトリガー感度以下に下がるため PS 0 cmH<sub>2</sub>O の demand flow が起こり、1) と同じような double inspiration が起こった。そのため、Wi- および We+ は増加した。

以上モデル肺を用いた実験結果より SIMV を

用いた人工呼吸では SIMV の吸気流速と一回換気量が患者の吸気流速と一回換気量に一致した場合以外、PS に比べ患者に不必要な呼吸仕事を負荷することがわかった。呼吸仕事の軽減の観点から PS はとくに優れた人工呼吸の様式である。