

## パ2-(2) 気道抵抗の高い肺でのauto-PEEPに対する人工呼吸器の影響

大阪大学医学部附属病院集中治療部，大阪府立母子保健総合医療センター麻酔科\*

今中秀光，西村匡司\*，妙中信之

自発呼吸を残した人工呼吸において auto-PEEP (AP)が発生すると肺胞内圧と気道内圧の間に較差が生じ，吸気トリガーに必要な肺胞内圧の圧変化が大きくなる。そのため人工呼吸器の吸気認識が遅れ，より多くの吸気努力が必要となる。従来APは高い気道抵抗によって発生するとされていたが，今回人工呼吸器自身の因子も関与すると考え，モデル肺を用いてAPを測定した。さらにAPに関与する因子として人工呼吸器の呼気弁の性能を取り上げ検討した。

【方法】モデル肺は double bellows in box系を用いた。モデル肺のコンプライアンスを  $0.06\text{L}/\text{cmH}_2\text{O}$  とした。Jet flow generatorによってモデル肺は毎分30回，吸気時間，呼気時間ともに1秒の自発呼吸を行った。気道抵抗を負荷しないときの一回換気量が  $500\text{ml}$  となるようジェット出力を調節した。 $20\text{cmH}_2\text{O}/\text{L}/\text{sec}$  のレジスター型抵抗を負荷した。胸腔内圧，肺胞内圧，口元の気道内圧，流速を同時記録した。胸腔内圧曲線でみた吸気開始時点での，肺胞内圧と設定PEEPとの較差をAPと定義した。

人工呼吸器としてAdult Star, Advent, CV4000, Evita, PB7200a, Servo900C, Veolar, Waveの8機種を選択した。換気条件はCPAPモード， $\text{PEEP}0\text{cmH}_2\text{O}$ ，トリガー感度 $1\text{cmH}_2\text{O}$ とし，PSレベルを0から $30\text{cmH}_2\text{O}$ まで変化させた。人工呼吸器の名称は以後，1から8までの番号を順不同につけて示す。

次に呼気弁を含めた呼気弁ユニット全体の抵抗を定常流とdynamic flowで検討した。

さらに呼気弁性能のソフト面として，呼気の認識遅れについて調べた。胸腔内圧曲線から呼気開始時点，気道内圧曲線から呼気弁開放の時点を探し，両者のlag timeを呼気認識遅れとした。

## 【結果】

全ての人工呼吸器で，PSレベルの上昇，分時換気量の増加につれてAPが増加した。1, 2, 3 の人工呼吸器はAPが比較的低かった。6, 7, 8 はAPが高かった。

6, 7, 8は PSレベルを上げてても換気量が余り増加せずAPが増大した。

定常流に対する呼気弁の抵抗は，APの低い 1, 2, 3 で小さく，APの高い 6, 7, 8 で大きい傾向があった。dynamic flowに対する抵抗は 2, 3, 7 で小さく，残りはほぼ類似した値を示した。lag timeとAPの間には正の相関がみられ，呼気認識の遅れがAPの発生に関与していることが示唆された。

## 【考察】

APは本来患者の気道抵抗上昇により呼吸障害が発生し，肺胞内圧と気道内圧の間に較差が生じる現象であり，気道抵抗増大，頻呼吸，呼気時間の短縮，換気量の増加により増大する。しかしAPの発生に人工呼吸器そのものも関与していることは余り知られていない。今回の実験で同じPSレベル，また同じ換気量レベルとしても人工呼吸器間でAPに差が認められた。この原因を探るため呼気弁のハード面の性能として抵抗を，ソフト面の性能として呼気認識の遅れについて検討した。呼気弁の抵抗が大きいほど，呼気認識が遅いほどAPが増大する傾向があった。さらには呼気認識遅れとAPの相関がよいことより呼気認識遅れの方がよりAP発生に関与していることが示唆された。呼気弁のハード面，ソフト面ともに改善の余地があるのではないかと考えられた。

## 【結語】

- ①モデル肺を用いてAPを測定した。
- ②APはPSレベル，分時換気量の上昇に伴い増加した。また人工呼吸器間でAPに差が認められた。
- ③呼気弁の性能のハード面として抵抗を，ソフト面として呼気認識の遅れ時間を調べた。
- ④APの発生に呼気弁の抵抗，呼気認識の遅れが関与していると考えられた。