

## II-S-3

人工呼吸中の患者呼吸仕事量モニタリング  
-  $P_{mus}$  と食道内圧法 (CP-100) の比較 -

東京大学医学部付属病院 手術部

山田芳嗣

人工呼吸は、機械が患者の呼吸を完全に肩代りして換気を行う、”調節換気”から始まった。

ベンチレータの進歩とともに、現在では、IMV・PSV・CPAP・BiPAPのような呼吸筋の呼吸運動を保持しつつ機械呼吸を行う様式が汎用されている。しかし、不用意な自発呼吸の温存は、呼吸仕事量を逆に増大し、呼吸筋疲労を招く危険がある。今後人工呼吸は、患者の呼吸仕事量を常時適正に維持する方向に進むと考えられ、これは人工呼吸からのウェーニングを円滑かつ速やかに行う上でも有用であろう。

人工呼吸下の患者の自発呼吸をモニターするためには、調節呼吸に対する従来の測定パラメータ、気道内圧 ( $P_{aw}$ )、流量 ( $\dot{V}$ )、換気量 ( $\Delta V$ )だけでは原理的に不十分である。これらのパラメータの他に、もう一つ独立なパラメータである食道内圧 ( $P_{es}$ ) を導入すれば、自発呼吸の評価は可能であるが、 $P_{es}$ はその測定手技の煩雑さのためにモニターには不適であった。BICORE 社のCP-100 ブルモナリモニターは食道バルーンの較正と空気注入を自動化して  $P_{es}$  測定の煩雑さを改善し、 $P_{es}$  のモニターとしての使用を可能にした。

一方、我々は、 $P_{es}$  に代わる自発呼吸のパラメータとして、呼吸筋圧 ( $P_{mus}$ ) の概念を考案した。 $P_{mus}$  は、ある流速と肺容量変化をおこすのに必要なトータルの圧を計算して、その圧からベンチレータによって気道から加えられた圧を差し引いた残りの圧として求められ、これは呼吸筋が肺胸郭系に対して発生する圧に等しくなるはずである。この方法では、肺胸郭系にかかるトータルの圧を計算するために肺胸郭系の抵抗とコンプライアンス ( $R_{rs}$ 、 $C_{rs}$ ) を別に決定しておく必要があるが、 $P_{es}$  をモニターする必要がなくなる。日本光電の呼吸モニター OMR-8101 の new version は  $P_{mus}$  のモニター機能を持つ予定である。また、 $P$

$mus$  の計算に用いる  $R_{rs}$  と  $C_{rs}$  の決定も、メニュー形式で簡単に行えるようになっている。

CP-100 は食道内圧から得られる仕事量に胸郭仕事の推定値（胸郭コンプライアンスの値を  $200 \text{ ml/cmH}_2\text{O}$  に固定）を加えて患者の総呼吸仕事量 ( $W_{OBp}$ ) を算出する。OMR-8101 は  $P_{mus}$  から得られる仕事量を患者の呼吸筋仕事量 ( $W_{mus}$ ) としている。 $W_{OBp}$  と  $W_{mus}$  の相互関連を理論的に検討すると、各々の仕事量の算出に必要な仮定・制約の相違点を除けば、 $W_{mus}$  と  $W_{OBp}$  は同等であることが示される。次に、種々の仮定を含んだ実際の  $W_{mus}$  と  $W_{OBp}$  の測定値がどの程度一致するかを、ICU 患者における同時測定によって検討した。患者 7 名に対して、CP-100 と OMR 8101 を装着し、PSV のレベルを  $5 \text{ cmH}_2\text{O}$  ずつ 3-4 段階変更しながら、 $W_{mus}$  と  $W_{OBp}$  を比較した。「結果」  $W_{mus}$  と  $W_{OBp}$  のモニター表示値をそのまま比較すると正の相関はあるものの、 $W_{OBp}$  が  $W_{mus}$  より小さい場合が数多くみられた ( $W_{OBp} = 0.7 \times W_{mus}$ ,  $r = 0.8$ )。しかし、CP-100 の表示値を、調節呼吸時に得られる胸郭コンプライアンスの実測値を用いて Campbell ダイアグラム上で個々に計算しなおしたデータを用いると両者の一致性は改善した (修正  $W_{OBp} = 0.9 \times W_{mus}$ ,  $r = 0.7$ )。この結果から、 $W_{mus}$  と  $W_{OBp}$  の測定値は同等と考えてよいことが示された。両者ともモニターとしての精度レベルで、人工呼吸中の患者呼吸仕事の評価に有益であろう。しかし、それぞれの機器が仕事量算出のために用いている仮定やアルゴリズムによって表示値に誤差を生じている場合もあり、注意を払う必要がある。これらのモニターが大きな臨床的意義を持つためには、散発的な測定ではなく、常時連続的にモニターできることが重要であり、そのためには連続使用時の安定性や簡便性も重要な要素である。