

ウィーニングにおける換気力学的評価の意義 —CP-100 プルモナリモニターを使用して—

自治医科大学集中治療部 窪田 達也

私が呼吸仕事量のデーターを持って、ロンドンで開催された第6回欧州麻酔会議に出席したのは1982年の事であり、それから10年余が過ぎようとしている。当時、患者の呼吸仕事量の測定は大変な労力を要したこと、また Pressure-Volume Curve の臨床的意義を理解してもらうのに大変苦勞したことを憶えている。

ある日、私共のICUにCP-100 プルモナリモニターが紹介され、Pressure-Volume Curve が次々と描記され、患者の呼吸仕事量と人工呼吸器がなす仕事量がそれぞれ別々に数値として描出されるのを見て、私は内心ある衝撃を禁じ得なかった。永年、呼吸モニターの開発に携わってきた私にとって、先を越されたという無念さと、換気力学的指標がいよいよ臨床の場に持ち込まれたという感激で、複雑な思いを抱いてCP-100 プルモナリモニターを見入っていたことは記憶に新しい。

さて、マイクロプロセッサーを搭載した人工呼吸器、いわゆる第4世代人工呼吸器の市販により、各種の換気モードが次々と開発され、IMV、PSV に始まってIRV、APRV、BIPAP、Fluctuating CPAPなど、各種モードが患者のニーズを超える勢いで開発されつつある。一方、胃内カテーテル付食道内圧測定用カテーテルの登場は一見当たり前のように見えてきわめて画期的な事柄なのである。胃カテーテルとは別に食道内バルーンを挿入することはきわめて侵襲的に感じられ躊躇されるからである。上記のカテーテルの使用により、食道内圧の測定はきわめて日常的なものとなった。その結果、表1に示す如く、従来、気道内圧を中心に測定してきたパラメーターに加えて、食道内圧によって測定される換気力学的指標がより身近なものになったことである。ここでは換気力学的指標の一つ一つを解説する余裕はないが、換気力学的指標の有用性はウィーニングの困難な症例において明らかとなる。例えば慢性閉塞性肺疾患(COPD)の急性憎悪症例における auto-PEEP の存在と counter PEEP の必要性である。従来は COPD 患者に PEEP は禁忌とされていたが、

PEEP を負荷(external PEEP, counter PEEP)することによって、換気血流比を改善させると共に、呼吸仕事量を軽減させることが、このモニターを使用すると数値として表示され、counter PEEP の必要性が理解できる。また、食道癌根治術症例における肺コンプライアンス、胸郭コンプライアンスと呼吸仕事量の関係も興味ある研究課題である。呼吸仕事量を人工呼吸器のなす仕事量(WOB_v)と患者のなす仕事量(WOB_p)に分けて解析するばかりでなく、胸郭が肺及び気道系になす呼吸仕事量(WOB_L)と呼吸筋が胸郭になす仕事量(WOB_{ew})とに分類して解析することも換気力学的手法による新しい研究アプローチの仕方である。

CP-100 プルモナリモニターの呼吸仕事量の測定は Campbell の式を基礎にしている。

$$\begin{aligned} WOB_p &= WOB_L + WOB_{ew} = \int (P_{ES} - P_{ATM}) \dot{V} dt + WOB_{ew} \\ &= \int (P_{ES} - P_{ATM}) \dot{V} dt + \frac{(V_T)^2}{2 C_{ew}} \end{aligned}$$

この際、CP-100 では、C_{ew} を肺・胸郭を弛緩させた時の正常値、即ち、200 ml/cmH₂O を一定値として用いている。

一般の肺障害による呼吸不全の場合には、C_{ew} を一定値としても問題はないが、横隔膜障害などの換気不全症例の場合には C_{ew} 値は変動するので、CP-100 を用いる場合には正確な値が得られないので注意する必要がある。

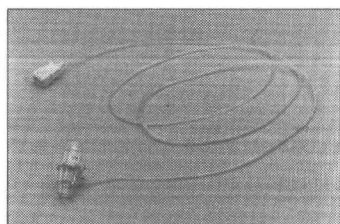
先にも述べた如く、永年、呼吸仕事量に携わってきた者にとって、CP-100 の出現は革命的な事柄であるが、それが故に幾つかの不明な点が残されている。この点に留意しながら換気力学的評価の手法に慣れ親しんでいただきたいと思っている。

表1

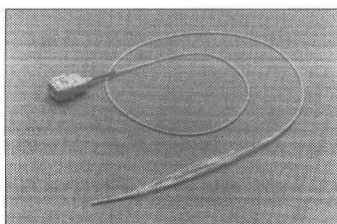
従来のパラメーター (気道内圧を中心に)	現在利用できるパラメーター CP-100 (食道内圧を中心に)
(1) RR	(1) P _{0.1}
(2) V _T	(2) PEEP _i auto-PEEP
(3) MV	(3) Work _v
(4) PAW	(4) Work _p Work _L /Work _{ew}
(5) F I _{ow}	(5) P _{mus}
(6) MIP (MIF)	(6) PIP
(7) FVC	(7) PTI
(8) Work	(8) Resistance
(9) V̇ _{O₂}	(9) C _L , C _{ew}

呼吸管理中の換気力学的評価に

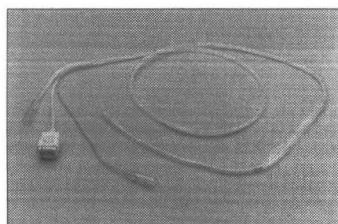
ウィーニングの指標に最適



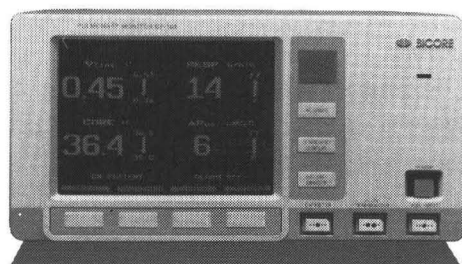
▶フロートランスデューサ



▶食道圧カテーテル



▶食道圧カテーテル/胃内カテーテル付



CP-100 プルモナリモニタ

食道内圧・気道内圧・流量を連続測定

モニタリング項目

- 数値表示 / 一回換気量 (吸気および呼気)・呼吸回数・分時換気量・食道内圧の振幅・呼吸仕事量 (器械および患者)・PTP・PTI・肺コンプライアンス (動および静的)・気道抵抗 (吸気、呼気、平均)・T_i/T_{tot}・auto-PEEP・呼吸ドライブ (P_{0.1})・経肺圧・最大吸気流量・最大呼気流量・気道内圧 (最大および平均)
- 波形表示 (3パターン) / 流量・一回換気量・食道内圧・気道内圧 ● ループ曲線表示 / 一回換気量曲線: 食道内圧・気道内圧・流量 時間曲線: 容量