

器の1回換気量を自動的に変更して換気レベルを一定に保つ換気の自動制御装置を紹介したが、単一パラメーターのみでは十分に制御できず、多パラメーター制御などが今後の課題である。

### まとめ

モニターはより安全、確実な人工呼吸管理のためにわれわれに多くの有益な情報を与えてくれるが、方法論的にもシステムとしてもいまだ不十分なところが多々あるとともに、生体现象のすべてをカバーするには程遠い状態にあり、しかも総合

判断能力は持ち合せていないのが現状である。

簡単でもっとも信頼のおけるモニターというまでもなく熟練した者の観察力であるが、モニターで得られた情報は最大限に活用し、生じた余力はより広い見地からの患者管理、治療に振り向けるべきであろう。

ただしモニター情報を無批判に受入れ、それがすべてと錯覚し、基本的な患者観察をおざなりにすることは重大な結果を招く恐れがあり、厳に慎むべきである。モニターに有用性、価値を見出すか否かはひとえにユーザーの使い方次第である。

## モニタリング

勝 屋 弘 忠\*

従来 of the 肺機能検査というものは、肺活量にせよ flow-volume curve にせよ、患者の協力や努力を必要とするものがほとんどである。しかし重症呼吸不全で機械的人工呼吸中の患者は、意識がなかったり、あっても検査に協力できないことが多い。したがって肺機能がもっとも重篤に侵されていると思われる重症呼吸不全患者の肺機能を知り得ないことになる。そこでわれわれは、機械的人工呼吸中の患者のモニタリングから、患者の肺機能やガス交換能の情報を得る方法について研究してきた。今回は、協力できない機械的換気下の患者でもある程度の情報は得られるという立場からわれわれの考えをのべる。

### 同時多項目モニタリング

吸気  $PO_2$  と動脈内センサによる  $PaO_2$  とを連続測定すると、吸気・動脈血  $PO_2$  較差 ( $I-aDO_2$ ) が連続モニタリングできる。機械的換気中は  $Paco_2$  がコントロールされているので、 $I-aDO_2$  は  $A-aDO_2$  と同様の意義がある。またパルスオキシメータによる  $So_2$  モニタと、混合静脈血酸素飽和

度 ( $S\bar{v}O_2$ ) 測定用肺動脈カテーテルとを同時に用いると、次式の如く末梢組織の酸素摂取率 (oxygen extraction ratio : OER) が連続的に分かる。

$$OER = \frac{SaO_2 - S\bar{v}O_2}{SaO_2}$$

さらにこれに最近普及しつつある間接熱量測定法 (Indirect Calorimetry) による酸素消費量 ( $\dot{V}O_2$ ) の情報を加えると、次式のごとく心拍出量 (CO) の連続モニタリングも可能となる。

$$CO = \frac{\dot{V}O_2}{CaO_2 - C\bar{v}O_2} = \frac{\dot{V}O_2}{1.34 \times Hb (SaO_2 - S\bar{v}O_2)}$$

### コンピュータを利用した二次情報

機械的換気中の1回換気量での呼気  $Pco_2$ -volume カーブは非常に再現性良く記録できる<sup>1)</sup>。このカーブから死腔率が測定できる<sup>2)</sup>。この方法での死腔率測定精度について、呼吸回路と患者気管チューブの間に器械的死腔を段階的に付加していく方法で検定し、実用に耐えることを示した<sup>1)</sup>。またこの呼気  $Pco_2$ -volume カーブと動脈血  $Pco_2$  データとから、肺生理学的死腔を算出できる。気

\* 熊本大学医学部集中治療部

管支喘息発作中の患者で、この2つの方法による死腔率に大きな差がみられた。 $\text{PaCO}_2$  をリアルタイムで取り込むことができれば、生理学的死腔率の連続測定も可能となる。

機械的換気下の1回換気量での呼気 flow-volume カーブ（これを仮に tidal  $\dot{V}$ -V カーブと呼ぶことにする）も非常に再現性良く描かれる。この tidal  $\dot{V}$ -V カーブのパターンを定量的に評価するため、呼気が終了する前 50, 100, 150, 200 ml の時点での flow 値を  $\dot{V}_{50}$ ,  $\dot{V}_{100}$ ,  $\dot{V}_{150}$  および  $\dot{V}_{200}$  として取り出せるようにし、次のような勾配比とよぶ指標を考えてみた。

$$\text{勾配比} = \frac{\dot{V}_{200} - \dot{V}_{100}}{\dot{V}_{150} - \dot{V}_{50}}$$

これはカーブ末端部の勾配 ( $\dot{V}_{150} - \dot{V}_{50}$ ) に対するカーブ中間部付近の勾配 ( $\dot{V}_{200} - \dot{V}_{100}$ ) の比を意味し、正常では 1.0 付近の値を示す。通常の肺機能検査（肺活量、1 秒率）でいうところの閉塞性障害の存在を、この tidal  $\dot{V}$ -V カーブから予測できないかと考え、術後 ICU で機械的換気予定の 25 名の患者を対象として検討した<sup>3)</sup>。その結果、勾配比は術前肺機能正常群で  $0.94 \pm 0.11$ 、拘束群で  $0.86 \pm 0.10$ 、閉塞群で  $1.10 \pm 0.52$ 、混合群で  $1.40 \pm 0.30$  であり、閉塞群、混合群では正常群に比し有意に大きかった。このことから tidal  $\dot{V}$ -

V カーブからある程度は閉塞性病変の存在を知り得るのではないかと考えられた。この tidal  $\dot{V}$ -V カーブにはまだ多くの情報が含まれているものと思われ、今後の研究が期待される。

## まとめ

機械的換気下の患者の呼吸機能検査に関しては、患者の協力が得られにくいなどのデメリットがある反面、換気量はリークなく正確に測定できる、いわゆる effort independent な状態でのデータが得られるなどの利点もある。センサ技術の進歩とコンピュータの普及が相まって、今後研究の発展が望まれる。

## 文 献

- 1) 深井祐治, 勝屋弘忠: 機械的人工呼吸下の患者の死腔率測定法— $\text{PcO}_2$ -volume カーブを用いる方法とその精度について—, ICU と CCU 8 (4): 335-339, 1984
- 2) Fletcher R, Jonson B, Cumming G, et al: The concept of dead space with special reference to the single breath test for  $\text{CO}_2$ . Brit J Anaesth 53: 77-88, 1981
- 3) 勝屋弘忠, 坂田哲宣: 機械的換気下での呼気フローボリュームカーブの意義, ICU と CCU 12 (4): 337-341, 1988