

人工呼吸中のモニタリング

盛 直 久*

今日のような重症呼吸不全の治療法としての人工呼吸管理法の定着には、人工呼吸器の改良とともにモニターの発達が大きく貢献してきたものと思われる。

今日のモニター

今日のモニターでは、人工呼吸器の作動状況のほか、気道内圧や換気量、気道流速、呼気ガス分析などガス交換の一次情報、さらにはコンプライアンスや気道抵抗などの換気力学や、呼気終末CO₂や呼吸死腔量などのガス交換能、さらには炭酸ガス産生量などの代謝変化など、肺でのガス交換能に関する二次情報も得られるようになり、肺病変の評価が非常に容易になった。またこれらはメーターやデジタルで客観的、定量的に表示されるとともに、刻々変化する患者の情報を連続的、かつ非侵襲的に測定するモニターが次々に開発されつつある。

さらにこれらモニターで得られた各種の情報はさまざまな警報装置に利用されるほか、人工呼吸器のフィードバック制御用のセンサーとしても利用されるなど、単なるモニターを越えて人工呼吸器の確実な作動性の向上、患者の安全対策に大きく貢献してきた。

今日のモニターの問題点

このようなめざましい発展にもかかわらず、現在のモニターにはいまだ様々な問題点があり、ガス流量測定時の各センサーの特性の違いやガスの物理学的性質が流量、炭酸ガス濃度測定誤差の原因になり、換気量、気道内圧、呼気ガス濃度など基本となる一次情報の段階からデジタル表示されたデータを全面的に信頼する訳にはいかず、酸素

消費量や炭酸ガス産成量、呼吸商など生体内の代謝状態を正確に測定する場合、これらの諸問題を解決しておくことが不可欠である。

以上のテクニカルな問題に加え各モニター間の統合性の問題がある。現在では数多くのモニターがベッドサイドを占領し各自勝手に情報表示しているが、生体変化は数多くのパラメーターに表われることが多く、それらの変化を互に関連づけることにより患者の状態をより的確に把握でき、さらに各種情報を組合せることによりさらに高次の新たな生体情報を得ることが期待され、これらモニターを有機的にむすびつけて一つの体系的なモニターに組み上げる必要があると思われる。また過去にさかのぼって患者の状態を様々な角度から検討を加えることは、より本質的な病態の理解、治療方針決定にとり非常に重要なことであるが、現在のモニター類はデータの記憶保存、解析機能がいまだ不十分である。

これからモニター

これらの要求を満たす方法の一つとして、マイクロコンピューターを用いたモニター類の統括制御、高次生体情報の計算表示、記憶保存したデータの統計処理機能も兼そなえた患者情報総合処理システムの発展が期待され、この1例として、われわれが用いている人工呼吸器および循環モニターからの情報を取込み、呼吸循環機能を連続的に表示する Single Breath Test Monitor System の概要を説明した。

次にモニター情報の利用法の新しい動きとして、モニターにより得られた患者情報と人工呼吸器の換気条件設定を連結したフィードバックコントロールによる自動調節換気の試みがあげられる。われわれが数年前から主に脳外科領域で用いている、呼気終末炭酸ガス濃度を指標に人工呼吸

* 秋田大学麻酔科

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、生体現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は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*

従来のいわゆる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方を述べる。

同時多項目モニタリング

吸気 P_{O_2} と動脈内センサによる P_{aO_2} とを連続測定すると、吸気・動脈血 P_{O_2} 較差 ($I-aD_{O_2}$) が連続モニタリングできる。機械的換気中は P_{aCO_2} がコントロールされているので、 $I-aD_{O_2}$ は $A-aD_{O_2}$ と同様の意義がある。またパルスオキシメータによる S_{aO_2} モニタと、混合静脈血酸素飽和

度 (Sv_{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。

$$OER = \frac{S_{aO_2} - Sv_{O_2}}{S_{aO_2}}$$

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。

$$CO = \frac{\dot{V}O_2}{C_{aO_2} - Cv_{O_2}} \\ = \frac{\dot{V}O_2}{1.34 \times Hb(S_{aO_2} - Sv_{O_2})}$$

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 P_{CO_2} -volume カーブは非常に再現性良く記録できる¹⁾。このカーブから死腔率が測定できる²⁾。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¹⁾。またこの呼気 P_{CO_2} -volume カーブと動脈血 P_{CO_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