

機器紹介

マルチパラメーター血行動態モニター

泉 貴文* 田中一彦*

はじめに

近年、心疾患や呼吸機能障害を有する患者において、右心系機能の連続的なモニターとして Swan-Ganzs カテーテルを利用した右室駆出率 (RV Ejection Fraction: RVEF) の測定が注目されている。この RVEF 測定方法は基本的に熱希釈法を利用したものであり、RI angiography による RVEF とよく相関し、特に重症患者においてその非侵襲性が高く評価されている^{1),2)}。また、パルスオキシメータによる SpO₂ と混合静脈血酸素飽和度モニターによる SvO₂ を同時に測定することにより、新しい酸素利用度のモニタリング方法である“Dual oximetry”を算出することができる。今回、エドワーズ社によって開発されたマルチパラメーター血行動態モニター (Explorer: モデル EXP-N: 写真1) は熱希釈法による心拍出量、RVEF、SpO₂ および SvO₂ を測定

し、内蔵したコンピューターによって各種血行動態パラメーターと酸素利用度パラメーターを測定することが可能となった。各パラメーターごとに紹介する。

1. 動脈血酸素飽和度 (SpO₂)

本装置はネルコア社製のパルスオキシメーターを内蔵し、発光ダイオード (LED) から出た赤色光 (波長: 660 nm) と赤外光 (波長: 920 nm) の2種類の光を指などの装着部位 (動脈血管床) に照射し、その透過光を受光素子で検出することにより SpO₂ を測定するものである。我々の施設において動脈血酸素飽和度の実測値と当機種種の SpO₂ 間の相関を検討した結果 (n=27), SpO₂ = 1.05SaO₂ - 5 (r=0.91) と非常に高い相関関係が得られた。

2. 混合静脈血酸素飽和度 (SvO₂)

近年、光ファイバー付き Swan-Ganz カテーテルが開発され、SvO₂ の連続的モニターリングが可能となった。SvO₂ の測定には、赤色光 (660 nm) と赤外光 (810 nm) の各種波長の光を作り出す LED を使用した分光光度法を用いている。これは酸化ヘモグロビンが赤色光よりも赤外光をよく吸収するのに対して、還元ヘモグロビンは両光を等しく吸収する差を利用したものである。また、血液から反射されて戻って来る光の濃度が赤血球の数と直接的な比例関係にあるため、急激な Hb や Ht の変化が起こらない限り下記の式により組織における酸素消費量 ($\dot{V}O_2$) を算定することができる。

$$\dot{V}O_2 = CO \times (CaO_2 - C\bar{v}O_2)$$

$\dot{V}O_2$: 酸素消費量, CO: 心拍出量,

CaO₂, C \bar{v} O₂: 動脈血, 混合静脈血の酸素含量

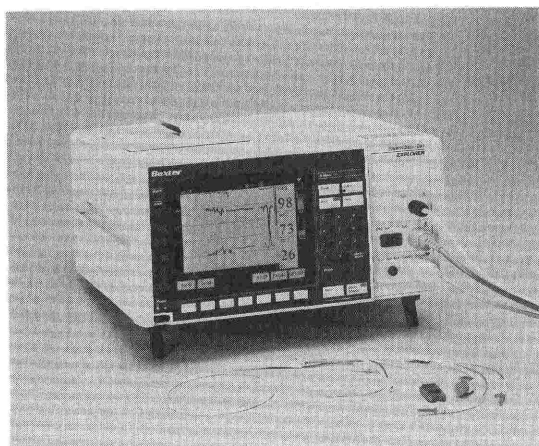


写真 1

*近畿大学医学部麻酔科学教室

この SvO₂ をモニターすることにより静脈還流量の低下に伴って、心拍出量が低下しても、末梢血管抵抗が増加すれば血圧はあまり低下しないために既存の血圧や心搏数のモニターだけでは捉えきれなかった循環動態の変化も速やかに確認することができるようになった。

3. Dual oximetry

Dual oximetry は Rasanen によって提唱された手法であり、SpO₂ と SvO₂ を同時に測定し、下記に示した計算式を用いて酸素摂取率 (O₂EI) や換気血流係数 (VQI) を簡単に評価することができる^{3,4)}。Explorer にはこの計算式を内蔵したコンピュータが組み込まれており、随時それぞれの変化を確認することができる。このことより、生体内における単なる「酸素の利用状況」だけではなく、肺の換気状況も経時的に評価することが可能となった。

$$O_2EI = [(SpO_2 - SvO_2) / SpO_2] \times 100$$

$$VQI = [1.38 \times Hb \times (1 - SpO_2 / 100) + 0.0031 \times P_{A}O_2] / [1.38 \times Hb \times (1 - SvO_2 / 100) + 0.0031 \times P_{A}O_2] \times 100$$

$$P_{A}O_2 = [(PB - PH_2O) \times FiO_2] - PaCO_2 \times [(FiO_2 + (1 - FiO_2) / 0.8)]$$

4. 右室駆出率 (RVEF)

従来、心疾患を持つ患者においては心機能の評価として、左心系の機能が重要視されてきた。近年、右室機能が見直されており、さらに左右両心室機能の相互関係の研究が進展するにつれて右室機能のモニターが注目されてきた。しかし、右室はその置かれている解剖学的特徴より、pressure generator として作動している左室に比べて、volume generator としての機能評価が重要である。現在、ベッドサイドにて、温度応答性に優れたサーミスターを Swan-Ganz カテーテルに組み込むことにより、熱希釈法による心拍出量測定と同時に右室駆出率、右室容量の変化を得ることが可能となった。RVEF は後負荷、心筋収縮力、胸腔内圧などの要因で変化するが、正常値

は40~60% (当院での正常値: 48±5%) とされている。後負荷 (肺動脈圧) が増加する僧帽弁疾患、慢性閉塞性肺疾患、ARDS の患者においては容易に右室の容量を増大させて RVEF は減少し、同時に心室中隔の偏移を引き起こす。これによって左室容量は減少し、心拍出量の低下と肺動脈楔入圧の上昇という左室不全徴候を示すことになる。また、心筋梗塞 (特に下壁、右室梗塞など) や持続陽圧呼吸を受けている患者では心筋のコンプライアンスが低下し、右室拡張終末期容量の低下と共に RVEF も低下する。このように RVEF の変化は単に右心系の指標にとどまらず、左室機能の警報効果としても有効であることより臨床的に応用範囲の広いパラメーターである。

ま と め

近年、重症患者のベッドサイドにおける連続的な循環および呼吸状態のモニタリングが注目されてきている。本装置は、従来の Swan-Ganz カテーテルを用いた右室駆出率測定装置に SpO₂、SvO₂ の連続的モニタリング装置も組み込まれている。従って、循環動態のモニターにとどまらず、肺の換気状況のモニターとしてもベッドサイドにて評価することが可能となり、呼吸管理の新しいパラメーターとしても有用であると考えられる。

引用文献

- 1) J. F. Dhainaut, F. Brunet, J. F. Monsallier et al.: Bedside evaluation of right ventricular performance using a rapid computerized thermodilution method. *Critical Care Medicine*, 15:148-152, 1987.
- 2) 難波健利, 小坂二度見, 下里梓郎: 心機能の評価—右室駆出率の測定法とその評価; 日本臨床麻酔学会誌 7: 161-167, 1987.
- 3) J. Rasanen, J. B. Downs, M. R. Hodges, et al.: Continuous monitoring of gas exchange and oxygen use with dual oximetry. *J Clin Anesth* 1: 3-8, 1988.
- 4) J. Rasanen, J. B. Downs, D. J. Malee, et al.: Real-time continuous estimation of gas exchange by dual oximetry. *Intensive Care Medicine*, 14: 118-122, 1988.