

原著

体外循環用連続血液ガス分析装置 (CDI システム 400) を用いた血液ガス管理の検討

大谷靖之* 和泉裕一** 吉田博希** 清水紀之** 久保田 宏**

はじめに

心臓・大血管手術における体外循環においては可能な限り良好な生理を保つことが重要となる。動脈血ガス分圧、特に二酸化炭素濃度においては人工肺の性能向上などにより低値（過換気状態）を呈す傾向にある。このため頻回に血液ガス分析を行い換気量の調整を行う訳であるが、今回我々は3M社製連続血液ガス分析装置（以下 CDI400）を使用しこの装置が体外循環時の血液ガス管理に有用であるか検討したので報告する。

Key Words : Blood gas analysis instrumentation, Cardiopulmonary bypass(CPB), Monitoring

Clinical evaluation of blood gas control by extracorporeal blood gas monitoring system (CDI System 400) during cardiopulmonary bypass

Yasuyuki Ootani*, Yuichi Izumi**, Hiroki Yoshida**, Noriyuki Shimizu**, Hiroshi Kubota**

* : Department of Clinical Engineering, Nayoro City Hospital

** : Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Nayoro City Hospital

* : 名寄市立総合病院 臨床工学科

** : 名寄市立総合病院 胸部心臓血管外科

対象と方法

平成9年7月から平成10年10月までで人工心肺装置を使用し体外循環を行った23例を対象とした。尚 CDI400 が何らかの原因で正常作動しなかった症例は除外した。CDI400 の構造と測定原理を図1に示す。

センサーを装着するためのクイックセルは、血液中のガスと水素イオンのみを通す透過性膜を有す。一方このセルに取り付けるセンサーは pH、PCO₂、PO₂ それぞれのマイクロ蛍光発色センサーを有しており、セルから透過したガスや水素イオンと反応する。このセンサーにパルス光をあて得られた光スペクトラムを演算、各単位に変換されモニターにデジタル表示する。

CDI400 動脈用・静脈用センサーは人工心肺回路組み立て時より校正を開始した。人工心肺側送血・脱血回路断端各々に CDI400 動脈用・静脈用クイックセルを装着しそこに校正済み動脈用・静脈用センサー及びセンサー読み取り器を取り付け、体外循環開始から終了まで作動させた。

動脈血採血は体外循環開始後5分、その後は30分毎を原則とし必要時追加した。CDI400 の血液ガスデータ（以下、CDIデータ）と採血により測定された血液ガスデータ（以下、実測データ）を pH、PCO₂、PO₂ の3項目について相関係数を求めた。

実測データはカイロン社製 Blood Gas system 288 を人工心肺使用当日に専用の校正液を用い装置が正常作動している事を確認し使用した。血液ガスデータ、CDIデータとも37℃補正值を用いた。

人工肺は全例で Optima (COBE 社製) を使用した。

結 果

23 症例の内訳を表 1 に示す。平均体外循環時間 166 ± 62 分、最低直腸温は平均 $29.6 \pm 3.1^{\circ}\text{C}$ であった。センサーの使用前校正は全て専用のキャリブレーション装置およびガスを用いて行い、使用前にセンサーの校正が出来なかった場合に行う in vivo キャリブレーション(体外循環開始後の血液データから校正を行う方法)を行った症例はなかった。ガスサンプリング総数は 187 得られ、モニタリング中は実測データをもとに CDI のキャリブレーションを随時行った。

両データを比較した場合、pH における相関係

数は $R=0.706$ で今回の比較項目中最もよく相関を示した(図 2)。PCO₂ は最低で、相関係数は

表 1 対象の内訳

内訳	CABG	17例
	弁置換	4例
	上行弓部置換	1例
	遠位弓部置換	1例
年齢	63 ± 12 才	
平均体外循環時間	166 ± 62 分	
平均最低直腸温	$29.6 \pm 3.1^{\circ}\text{C}$	

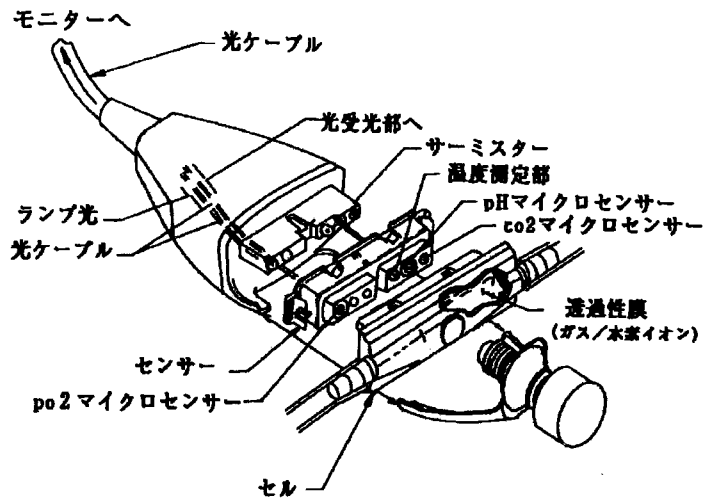


図 1 セル、センサーおよび読み取り器

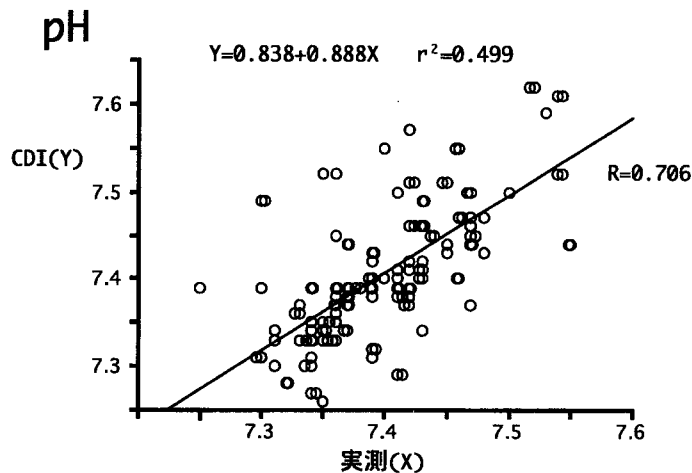


図 2 pH における実測データ VSCDI データ相関図

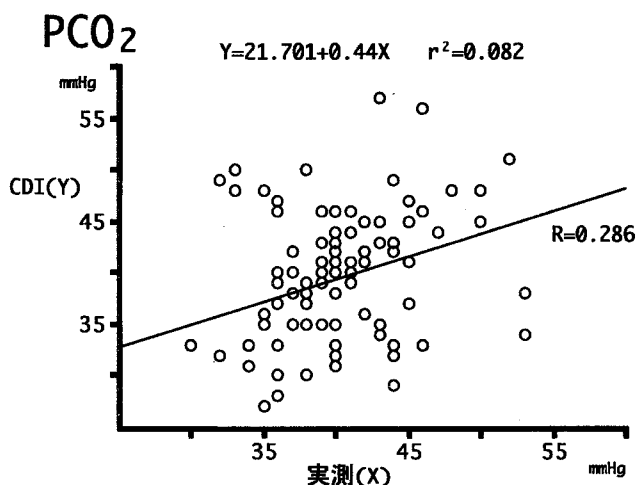


図3 PCO₂における実測データ VSCDIデータ相関図

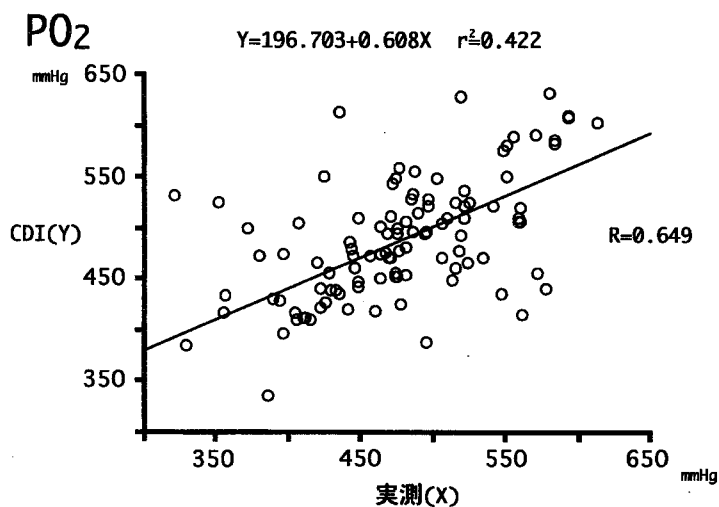


図4 PO₂における実測データ VSCDIデータ相関図

R=0.286とCDIデータと実測データに相関はほとんど見られない結果となった(図3)。PO₂はR=0.649であり、pHに次いで高い相関を示した(図4)。

考 察

体外循環中の血液ガスを良好に保つ事、特に二酸化炭素分圧を正常値内に保つ事は脳血流を維持する上でも重要となってくる¹⁾。このため30分毎の採血からその分圧を知り、換気量および酸素濃度の調節を行うよりは血液ガス分圧を連続モニ

ターし早期に対処できる方法が選択されるべきである。

今回の結果からはCDI400はPO₂とpHについてはおおむね信頼できる相関が得られており、モニターを参考に異常の早期発見および酸素濃度調整に有用と考えるが、PCO₂モニターとしては有用ではないと思われる。

CDI400などの光学系モニターは容易に連続モニタリングが行える半面、マイクロバブルや読み取り器の汚れ、周囲の光などの影響を受けやすい。今回センサーは、動脈フィルター後(患者近位側)

に接続したセルに取り付けてあるので空気などの影響は考えにくい、測定に影響を与えたと思われる一つの原因としてセル（セル膜）とセンサーを接続する際に完全に空気を除去できなかった可能性が考えられる。もう一つは充填液に使用されたプラズマネートの酢酸イオンがPCO₂センサーに影響を与えたと考えられるが、いずれの場合もPCO₂以外の測定にも影響が及ぶと考えられ、PCO₂の値のみがなぜこのように、実測データと分離したのかは不明である。

また測定機器全般に言えるが、センサーが作動を開始した数分間ないし、数十分間は安定した測定ができず、得られるデータが不正確となる場合が多い。今回のデータには体外循環開始後5分のデータを含めた検討であるため、測定に時間を要する炭酸ガスにのみその影響が大きくてたとも思われる。

CDI400の操作性を含めた検討ではまず、センサーの校正に本体とは別の校正専用器、専用の校正ガスが必要であり、校正に約20分を要する。更にセルとセンサーを接続する際の方向と空気残留に注意しなければならない点、実測値で再校正する場合もpH・PCO₂・PO₂・B.Eまで4項目を入力するのに時間を要する点を合わせて考えると、使用前準備から測定中を通じて煩雑な面が多く、必ずしも使用しやすいものとは言えない。できるならば、セルとセンサーの一体化および測定器本体での読み取り器校正が行え、測定開始後のin vivo校正を経て正常モニタリングが行える簡便性を追求した改良が望まれる。

結 語

1. 連続的血液ガス分析装置（CDI400）を用い、その有用性を検討した。
2. CDI400データと実測データをpH、PCO₂、PO₂の三項目についてそれぞれ回帰係数を求めた。結果はpH;R=0.706、PCO₂;R=0.286、PO₂;R=0.649であった。
3. 体外循環中に知りうるpH、PO₂の傾向は異常の早期発見に有用であると思われた。
4. PCO₂、及び操作性において今後更に検討が必要であると思われた。

文 献

- 1) 上平聡, 本多祐, 金岡保, 他: 脳血管障害患者における体外循環中のCO₂ reactivityに関する検討. 日本心臓血管外科学会雑誌 24: 11 - 17, 1995.
- 2) 熊澤義雄, 吉澤伸介, 片岡宏文, 他: 体外循環中の人工肺排出炭酸ガスのモニタの意義. 体外循環技術 22: 34 - 37, 1996.
- 3) 朝日亨, 小林英知, 後藤和宏, 他: 循環停止を用いた弓部大動脈手術における連続的血液ガス分析装置について. 体外循環技術 24: 89 - 92, 1998.
- 4) 阿部稔雄編: 人工心肺理論と実際. 名古屋大学出版会 61 - 74, 1991.

