

## 症 例

# 持続的動脈内血液ガスモニタリングシステムの使用経験 — 腹腔鏡下副腎摘出術に際し —

落合紀子\*, 奥谷 龍\*

## 要 旨

無機能性副腎腫瘍に対する腹腔鏡下副腎摘出術の麻酔管理を経験した。その際従来のモニター以外に動脈内血液ガス持続モニタリングシステム (PB3300) を使用し、気腹時の急激な肺酸素化能の変化を連続的に記録し本システムの有用性を検討した。麻酔法は酸素、亜酸化窒素+イソフルランとした。麻酔導入後、左側臥位に体位変換し炭酸ガスを用い気腹を開始した。気腹開始直後より経皮的酸素分圧 (SpO<sub>2</sub>) が100%から93%と急激な低下を来とし、その際、本モニタ上の酸素分圧 (PaO<sub>2</sub>) は85mmHgを示した。ただちに吸入酸素濃度を上昇させたところ SpO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>共に速やかに上昇した。また、術中動脈血採血を14回行い、採血して得られた血液ガス実測値と同時点での PB3300から得た血液ガス値とを比較検討した結果、pH, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>ともに、両測定法間で有意な相関を認めた。PB3300は麻酔管理上リアルタイムな呼吸モニタとして極めて有用であった。

腹腔鏡下手術が普及するにつれその適応も拡大し最近では当初の胆摘術以外に腸切除、単径ヘルニア修復、腎摘出、および副腎摘出術も行なわれている<sup>1)-4)</sup>。腹腔鏡下手術は創も小さく在院期間も短いため患者には非常に喜ばれるものの逆に気腹に伴う合併症として高炭酸ガス血症、低酸素血症、高血圧、頻脈以外にガス塞栓、気胸、皮下気腫などが起こりうるため<sup>5)-7)</sup>、麻酔医にとっては細心の麻酔管理が要求される。特に、今回著者らが経験した腹腔鏡下副腎摘出術は、手術体位が側臥位であり、仰臥位での腹腔鏡下手術に比しさらに多

くの合併症を生じる可能性がある<sup>3)8)</sup>。今回、持続的動脈内血液ガスモニタリングシステム (PB3300, Puritan Bennett, USA) を使用をすることで、合併症の早期発見が可能であるか、また本モニタの臨床使用上の問題点につき報告する。

## 症 例

症例は68才の女性で身長145cm, 体重52kgであった。2年前の健康診断にて右腹部腫瘍を指摘されたが良性腫瘍と診断された。2か月前突然の全身脱力感が生じ当院救急外来に搬送された。来院時の血圧220/120mmHg, 心拍数114bpmと異常高値を示したため、その原因検索および加療目的で当院内科に入院となった。臨床経過より先ず褐色細胞腫が疑われ、内分泌学的検索およびカテコラミン分泌誘発試験が施行されたが褐色細胞腫は否定された。さらなる精査にて無機能性右副腎腫瘍 (myelolipoma) の確診を受け、腹腔鏡下右副腎腫瘍摘出術が予定された。全身所見および術前検査にてBMI (Body mass Index) 25%の中等度肥満、心電図で軽度の左室肥大以外、異常所見は認めなかった。また、来院時の異常高血圧に対し、ニカルジピンの内服が開始されており、以後血圧は120-140/60-80mmHgと良好にコントロールされていた。

## 麻酔経過

患者および担当科医には口頭にてPB3300の術中使用について説明し、快諾を得た。

麻酔経過：前投薬としてアトロピン0.5mg, ヒドロキシジン50mgを手術室入室30分前に筋注した。麻酔導入はチアミラル250mgで行い、ベクロニウム7mgを投与後気管内挿管を行った。挿管後、

\*兵庫県立西宮病院麻酔科

左橈骨動脈を20G動脈カニューレを用いて穿刺し、すでに校正されたPB3300のセンサを挿入固定し、持続的動脈血液ガスモニタリングを開始した。麻酔維持は、酸素 $2\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ 、亜酸化窒素 $3\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ 、イソフルラン $0.5\sim 2.5\%$ とし、初回換気条件設定は1回換気量 $600\text{ml}$  ( $12\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ )、呼吸回数 $10\text{回}\cdot\text{min}^{-1}$ とした。手術体位は左側臥位腎摘位とし、気腹は二酸化炭素を用い右肋骨弓直下の気腹孔より施行され、気腹圧は $12\text{mmHg}$ に設定された。気腹開始直前の血圧は $125/68\text{mmHg}$ 、心拍数は $76\cdot\text{min}^{-1}$ 、 $\text{SpO}_2$ は $99\%$ 、呼気終末二酸化炭素分圧 ( $\text{ETCO}_2$ ) は $29\text{mmHg}$ 、PB3300の $\text{PaO}_2$ 値は $160\text{mmHg}$ であった。気腹開始直後に血圧 $76/45\text{mmHg}$ 、心拍数 $65\cdot\text{min}^{-1}$ 、経皮的酸素分圧 ( $\text{SpO}_2$ )  $96\%$ 、PB3300の酸素分圧 ( $\text{PaO}_2$  値)  $85\text{mmHg}$ と急激な低下を認めた。ただちに $100\%$ 酸素とすると共に、昇圧のため急速輸液を行ったところ、約40秒で $\text{SpO}_2$   $99\%$ 、PB3300での $\text{PaO}_2$ 値は $160\text{mmHg}$ と上昇した(図1)。以後、手術終了時まで、呼吸パラメータの変動に対し、吸入酸素濃度 ( $\text{FiO}_2$ ) 及び換気回数等の設定条件の変更は余儀なくされたが、気腹開始直後の様な急激な循環動態および血液ガス所見の変化はなく手術は無事終了し、気管内チューブおよびPB3300のセンサを抜去後帰室した。気腹時間は3時間32分、手術時間は3時間55分であった。また術後、気腹お

よび動脈内カテーテル留置に伴う合併症は一切生じなかった。

### PB3300の性能についての検討

麻酔導入後から手術終了後帰室前までの間に14ポイントでPB3300の表示値によるpH、二酸化炭素分圧 ( $\text{Paco}_2$ )、 $\text{PaO}_2$ 値と動脈血採血により得られた実測値とを比較検討した。ただし、採血された動脈血は直ちにABL 520 (Radiometer, Copenhagen, Denmark) にて血液ガス分析した。

Spearman's analysisによると、両測定法値間ではpH ( $r^2=0.930$ ,  $p=0.0001$ )、 $\text{Paco}_2$  ( $r^2=0.920$ ,  $p=0.0001$ )、 $\text{PaO}_2$  ( $r^2=0.914$ ,  $p=0.0001$ ) と、各々有意な正の相関性を示した(図2, 3)。

$\text{PaO}_2$ 値に対し詳細に検討を加えると図2に示す如くきわめて高い相関性を示した。しかし $200\text{mmHg}$ 以上では若干相関性が低下した ( $r^2=0.652$ ,  $p=0.0001$ )。

### 考 察

腹腔鏡下の術式が普及するにつれその適応も拡大している一方で本術式下での麻酔管理上の合併症も種々報告されている。特に著者の経験した副腎摘出術は、側臥位腎摘位にて行なわれるため、腹腔鏡下胆嚢摘出術に比べ多くかつ重篤な合併症を生じる可能性があり<sup>3)8)</sup>、麻酔管理上リアルタイムな循環及び呼吸モニタリングが要求される。

従来よりリアルタイムな呼吸モニタとしては経皮的酸素分圧 ( $\text{SpO}_2$ ) や呼気終末炭酸ガス分圧 ( $\text{ETCO}_2$ ) 測定が繁用されており、これらは信頼度も高く非侵襲性であるという利点を有する<sup>9)</sup>が、急激かつ大きな変動時には動脈血サンプリングにより実測値の確認が余儀なくされる<sup>7)</sup>。本症例では気腹開始直後 $30\text{mmHg}$ もの収縮期血圧の低下と共に急激な低酸素血症 ( $\text{SpO}_2=90\%$ ) が生じた。この酸素分圧の変動はPB3300でも明確に捕えられ、実測値と極めて高い相関を示した。この事実と更に術中の14回採血した動脈血ガスと本モニタの表示値との間に非常に良好な相関を認めたことは本モニタの正確性および有用性を立証するものとする。

ここで本モニタの測定原理等について説明する<sup>10)</sup>。動脈内血液ガスモニタリングシステム (IABG) は動脈血の血液ガス値である $\text{PaO}_2$ 、 $\text{Paco}_2$ 、pHを

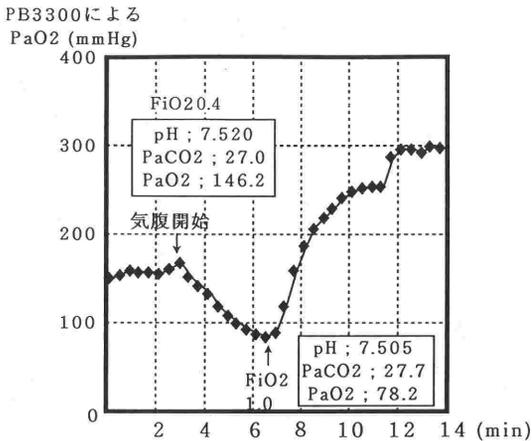


図1 PB 3300による気腹前後の $\text{PaO}_2$ の変動  
 $\text{PaO}_2$ が気腹開始直後に急激に低下し、回腹に至るまでの過程をPB3300により捕えられた。枠内は採血された動脈血による分析結果を示す。

PB3300による  
PaO<sub>2</sub> (mmHg)

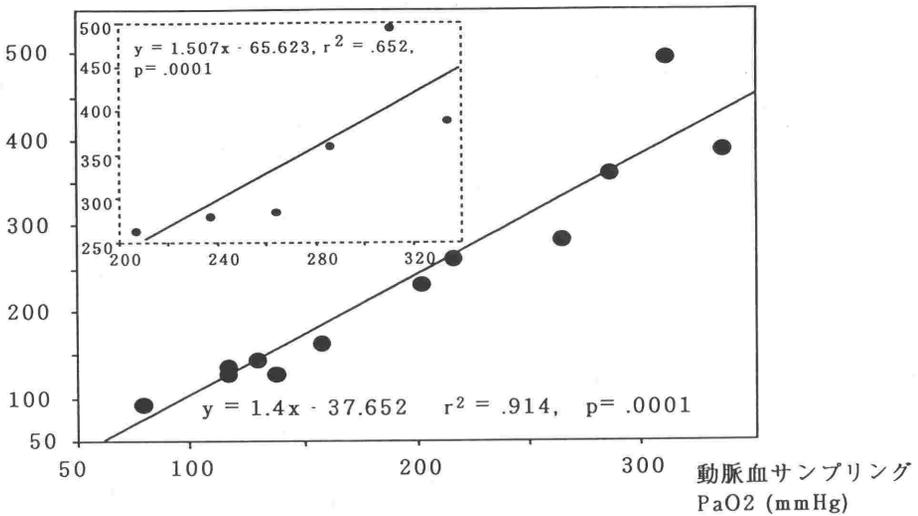
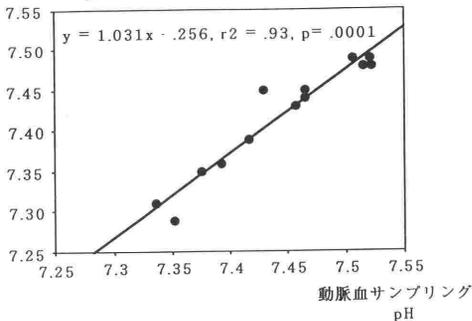


図2 両測定法間での酸素分圧(PaO<sub>2</sub>)の相関関係  
極めて良好な正相関を認めた。しかし、PaO<sub>2</sub> 200mmHg 以上に限って示すと相関性は若干低下した。(左上段の図)

PB3300 によるpH



PB3300による  
PaCO<sub>2</sub> (mmHg)

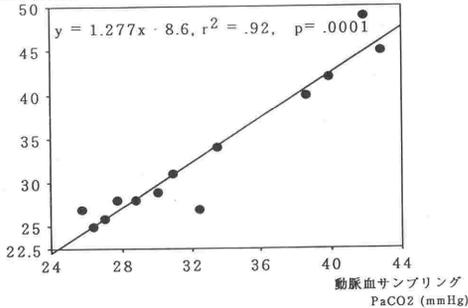


図3 両測定法間でのpH、二酸化炭素分圧(PaCO<sub>2</sub>)の相関関係

上段：pHの相関関係を示す  
下段：PaCO<sub>2</sub>の相関関係を示す  
pH、PaCO<sub>2</sub>とも極めて良好な正相関を示した

連続測定し、更に、演算値として Spo<sub>2</sub>、重炭酸イオン (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)、Base Excess (BE)、総炭酸含有量 (TCO<sub>2</sub>)、および血液温度を表示することも可能である<sup>8)</sup>。IABG センサは3本の極細径の光ファイバーと一対の熱電対温度センサからなり、各光ファイバーの先端部には O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sup>+</sup>のそれぞれに感受性をもった蛍光色素(フローレスセンス色素)が固定されており、そこで本体ユニットから発せられた励起光が3本の光ファイバーに導かれ各ファイバーの先端にある色素に照射される。このときセンサ部の O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、pHの分子濃度により発せられる放射光の波長が異なるため、これらの反射光はそれぞれファイバーを戻り本体で強度が計測され O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、pHが算出される。IABG センサの留置法は観血的動脈圧測定用ラインを確保する時と同様の手技であり、先ず20Gのカニューレを動脈内に留置しそのカニューレをガイドとしてすでに校正された IABG (Intra-Arterial Blood Gas) センサを挿入固定する。また側管より同時に観血的動脈圧測定かつ動脈血採取もできる。校正は留置前に行えば72時間は安定し、また患者移送時などに一度センサコネクタを着脱させ

でも再度コネクタを接続することで再校正の必要もなく測定が可能となる。しかし本システムは本体価格約600万円、センサ部約8万円と非常に高価であり、保健診療請求も現時点では出来ないため実用化は困難である。しかし呼吸管理が重要視される肺臓手術<sup>9)</sup>や胸部大血管手術などの麻酔管理では本モニターの最大の利点が活かされ<sup>11)</sup>、また近い将来、標準的モニタリングシステムになりうる可能性もある。

腹腔鏡下副腎摘出術の麻酔管理 — 特に呼吸管理 — に際し動脈内血液ガスモニタリングシステム (PB3300) を使用した。気腹開始直後、急激な低酸素血症を来し、そのリアルタイムな Pao<sub>2</sub> の変化を捕えることができた。

文 献

1) Suzuki K, Kageyama S, Ueda D, et al : Laparoscopic adrenalectomy: Clinical experience with 12cases J Urology 150 : 1099-1102, 1993  
 2) 鈴木和雄, 河辺香月 : 副腎摘除. 泌尿器外科 3 : 753-758, 1992

3) Alexander GD, Noe EF, Brown EM : Anesthesia for pelvic laparoscopy. Anesth Analg Curr Res 48 : 14, 1969  
 4) Suzuki K, Ihara H, Kurita Y, et al : Laparoscopic nephrectomy for atrophic kidney associated with ectopic ureter in a child. Eur Urol 23 : 463, 1993  
 5) 平松典子, 青木裕司, 佐和貞治ほか : 腹腔鏡下胆嚢摘出術中の循環虚脱. 臨床麻酔 17 : 1507, 1993  
 6) 野口純一, 高木春代, 小西睦美 : 腹腔鏡下胆嚢摘出術中に認めた著明な皮下気腫と高炭酸ガス血症の1症例. 麻酔 42 : 602-605, 1993  
 7) 宮本裕子, 樋口昭子, 神谷和男ほか : 腹腔鏡時に発生した気胸の1例. 麻酔 41 : 1311-1313, 1992  
 8) 二永英男, 下山 充, 諸井慶七郎ほか : 腹腔鏡下副腎摘出術の麻酔経験. 第39回日本麻酔学会関西西地方会抄録集 : B37, 1993  
 9) Steven JB, Kevin KT : Respiratory monitoring, blood-gas measurement, oximetry, and pulse oximetry. Curr Opin Anesth 5 : 816-825, 1992  
 10) Barker SJ, Hyatt J : Continuous measurement of intraarterial pHa, PaCO<sub>2</sub>, and PaO<sub>2</sub> in the operating room. Anesth Analg 73 : 43-48, 1991  
 11) Greenblott GB, Tremper KK, Barker SJ, et al : Continuous blood gas monitoring with an intraarterial optode during one-lung anesthesia. J Cardiothoracic Anaesth 5 : 365-367, 1991

Usefulness of Continuous Intra-Arterial Blood Gas Monitoring Systemic — a Case of Laparoscopic Adrenalectomy —

Noriko Ochiai and Ryu Okutani

Department of Anesthesiology, Hyogo Prefectural Nishinomiya Hospital, Nishinomiya, 662

We experienced anesthetic management of laparoscopic adrenalectomy for nonfunctioning adrenal tumor in a 68 year old female. Rapid changes of pulmonary oxygenation were continuously recorded during pneumoperitoneum, using an arterial blood gas continuous monitoring system. Anesthesia was maintained with nitrous oxide 60% and isoflurane 0.5-2.5% in oxygen. After induction of anesthesia, the body position was changed to the left lateral, and pneumoperitoneum and Pao<sub>2</sub> of the monitoring system was 93mmHg. Immediately after increasing

in Fio<sub>2</sub>, Spo<sub>2</sub> and Pao<sub>2</sub> returned normal. Intraoperatively, arterial blood samples were collected 14times, and the actually measured levels of blood gas (A) were compared with the blood gas levels simultaneously obtained from PB3000 (B). The results showed a significant positive correlation in pH, Pao<sub>2</sub> and Paco<sub>2</sub> (r<sup>2</sup> > 0.91) between A and B. It is concluded that PB3000 is a useful tool as a real-time respiratory monitoring during anesthetic management for pneumoperitoneum.

key words : Intra-arterial blood gas monitoring: Laparoscopic-adrenalectomy