

原著

## エンフルレン/笑気麻酔における胸部硬膜外麻酔の経食道ドプラ法による循環動態の評価

岩田 顕\* 上田 光男\* 松村 千穂子\*  
菊地 信明\* 齊藤 達志\* 劔物 修\*

## 要 旨

手術時の麻酔管理における心拍出量及び関連する循環諸量を得ることは有用である。今回は超音波ドプラ法により心拍出量のモニタリングを行い、エンフルレン/笑気麻酔下における胸部硬膜外麻酔の循環動態に及ぼす変化を検討した。

エンフルレン/笑気麻酔に硬膜外麻酔を加えると血圧は低下したが、心拍出量は維持されていた。経食道の超音波ドプラ法による測定では心拍出量を非侵襲的、連続的に測定することが可能であり、臨床的に有用なモニタリング手段であると結論を得た。

## はじめに

最近、超音波による心機能評価が、非侵襲的ということもあり、日常の臨床の上で使用されてきている。手術中の麻酔管理においても心拍出量及び関連する循環諸量を得ることは有用であり、患者管理の質を高め、より安全な麻酔管理につながるものと考えられる。

今回は経食道的アプローチによる超音波ドプラ法により非侵襲的連続的に心拍出量をモニタリングできる Lawrence Medical System 社製 L-3000® を用いてエンフルレン/笑気麻酔下の胸部硬膜外麻酔の循環動態に及ぼす変化を検討した。

## 1. 対象と方法

対象は、年齢14~74歳(平均51.6歳)の腹部手術予定患者9名(男5名,女4名)で、手術体位

が仰臥位の症例である。麻酔前の患者訪問時に研究の目的、方法を説明し、患者から了解を得た。前投薬としてジアゼパム 10 mg, ラニチジン 150 mg を麻酔導入の2時間前に経口投与した。麻酔導入前に硬膜外穿刺を胸椎7-8間で行い、カテーテルを5 cm 頭側に留置した。

麻酔導入はサイアミラール 5 mg/kg にてを行い、ベクロニウムにて気管内挿管を行った。換気は人工呼吸にて管理し、カプノグラフィにより  $P_{ETCO_2}$  を 35~40 mmHg に維持した。導入直後に右ないし左側の橈骨動脈より動脈圧測定用カニューレを、右内頸静脈より中心静脈圧測定用カテーテルを挿入し、それぞれ観血的にモニタリングした。次いで食道内に L-3000® の超音波プローブ (24 Fr (8 mm)) を挿入した。麻酔維持は硬膜外麻酔にエンフルレン (0.5%) / 笑気 (60%) 麻酔を併用した。硬膜外麻酔には、20万倍エピネフリン添加1.5%リドカインの 12 ml を初回量として用いた。この投与量で  $T_4 \sim L_1$  の無痛域が得られている。

エンフルレン/笑気麻酔の後で硬膜外麻酔前、硬膜外麻酔の5分後、10分後、20分後、30分後に収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧、心拍数、中心静脈圧、心拍出量 (CO) の測定を行い、心係数、体血管抵抗を算出した。L-3000® による CO 測定は以下の手順で行った (図1)。

1) 患者の身長、体重、年齢、性別のデータを入力し、L-3000® 内にプログラムされているモノグラムから上行大動脈直径を求め、これにより自動的に上行大動脈断面積 (CSA) を算出する。2) 胸骨上部にプローブを置き、上行大動脈起始部のドプラ偏位から、上行大動脈血流速度 (ABV) を

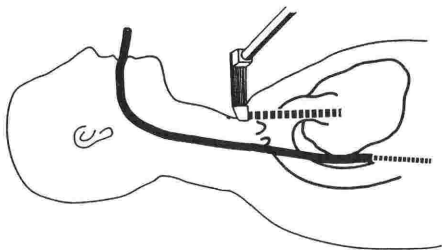
\*北海道大学医学部麻酔学講座

求める. 3) CSA と ABV から得られた CO に基づいて CO と DBV との校正因子Kが産出される. 4) 以後の CO は, 食道内プローブより連続的に求められる DBV から  $CO=K \times DBV$  の式から自動的に表示される.

成績は平均値±標準偏差 (Mean±SD) で表し, 統計学的処理は Student paired-t-test にて行い,  $p < 0.05$  を推計学的に有意と判定した.

## 2. 結 果

循環諸量の変化を表1にまとめた. 収縮期血圧は, エンフルレン/笑気麻酔のもとで硬膜外麻酔前の対照値  $113.6 \pm 15.3$  mmHg から, 硬膜外麻



$$CO = ABV \times CSA$$

$$K = CO / DBV$$

$$CO = K \times DBV$$

CO : cardiac output

ABV : ascending aortic blood velocity

CSA : cross-sectional area of aorta

DBV : descending aortic blood velocity

図1 L-3000®による心拍出量測定法

酔の20分後には  $97.5 \pm 20.3$  mmHg と有意な低下を示した. 拡張期血圧は, 対照値  $62.4 \pm 8.5$  mmHg から, 硬膜外麻酔の20分後には  $52.1 \pm 7$  mmHg, 30分後には  $53.1 \pm 8.4$  mmHg と低下傾向を示した. 平均血圧は, 対照値の  $82.6 \pm 9.7$  mmHg から, 硬膜外麻酔の10分後には  $75.4 \pm 14.3$  mmHg と有意な低下を示し, この低下は30分後まで続いていた. 心拍数および中心静脈圧には, 硬膜外麻酔前後で変化をみなかった. 心係数は対照値の  $3.3 \pm 0.7$  ml/min/m<sup>2</sup> から, 硬膜外麻酔の10分後には  $3.6 \pm 0.7$  ml/min/m<sup>2</sup> 増加傾向を示した. 体血管抵抗は, 対照値の  $1.3 \pm 0.3$  kdyn·sec/cm<sup>5</sup> から麻酔の10分後には  $1.1 \pm 0.2$  kdyn·sec/cm<sup>5</sup> と有意な低下を示した.

全症例において食道内プローブによると考えられる合併症は全く認められなかった.

## 3. 考 察

今回の結果は, エンフルレン/笑気麻酔のもとでの胸部硬膜外麻酔では, 血圧は低下しても心拍出量は減少しておらず, 末梢循環も良く保持されていた. これは, 従来<sup>1)2)</sup>と同様であった. しかし, 麻酔管理中における循環機能のモニタリングが血圧, 心拍数, 心電図に限られると, 血圧の低下をみた場合に, その原因の判断, 対処が困難なことがある. すなわち, 低血圧が心拍出量の減少を伴っているのか, それとも体血管抵抗の低下に基づくのか判別できない. しかし, 今回のように, 血圧, 心拍数, 心電図ともに心拍出量のモニタリングが可能であれば, 循環動態の変動をみた場合にその原因がより明瞭になり, 対処もより適切に, 迅速に行なわれる.

現在, 麻酔中の心拍出量測定には, 肺動脈カテー

表1 循環諸量の変化

	対照値	硬膜外麻酔 5	10	20	30分
収縮期血圧 (mmHg)	113.6±15.3	112.0±15.8	106.0±17.1	97.5±20.3*	101.5±16.6
拡張期血圧 (mmHg)	62.4± 8.5	56.9± 9.7	56.7±10.5	52.1±11.7	53.1± 8.4
平均血圧 (mmHg)	82.6± 9.7	80.8±11.3	75.4±14.3*	68.7±14.2*	69.9±10.0*
中心静脈圧 (mmHg)	4.3± 2.2	4.4± 2.4	4.5± 2.5	4.2± 2.5	4.4± 2.3
心 係 数 (l/min/m <sup>2</sup> )	3.3± 0.7	3.3± 0.5	3.6± 0.7	3.5± 0.5	3.5± 0.7
体血管抵抗 (kdyne·sec/cm <sup>5</sup> )	1.3± 0.3	1.2± 0.3	1.1± 0.2*	1.0± 0.3*	1.1± 0.3*
心 拍 数 (beats/分)	86.4±14.0	87.5±14.4	85.5±13.3	86.2±12.7	83.8±10.8

Mean±SD

\* $p < 0.05$  vs 対照値

テルを用いた熱希釈法が最も一般的である。しかし、本法は、侵襲的であり、不整脈、出血、感染といった合併症を伴うことがある<sup>3)-6)</sup>ため、その適応は限られ、慎重な挿入技術も要求される。また、情報が観血的にしか得られないこと、複数回の測定値が必要なことが多く、リアルタイムの情報には得にくい、などの制限も存在する。そのため、これに代わる方法が求められてきた。超音波ドプラ法を用いた心拍出量測定は非侵襲的であり、連続的測定は可能である。しかし、経胸骨的アプローチではプローブの保持が困難なことも多く麻酔領域では余り応用されていない。今回使用した食道内プローブの使用による超音波ドプラ心拍出量モニター L-3000® は、非侵襲的かつ連続的に心拍出量を測定できる。肺動脈カテーテルを用いて熱希釈法による心拍出量との間には高い相関が認められている<sup>7)-9)</sup>。したがって、肺動脈カテーテルの適応でない症例に対してでも心拍出量にのモニタリングが可能である。

しかし、L-3000®にも種々の問題点が指摘されている。装置自体の問題点として、食道内に超音波プローブを留置しておかなければならないため、頸部や食道の手術には使用できない。また、食道内プローブは、最適なドプラ偏位を得られる位置に固定しなければならないが、臥位や側臥位では、大動脈と食道との位置関係が変化するためにドプラ信号を正確に受信しにくい傾向にある。そのため、今回はすべて臥位の症例で行った。さらに術中の体位の変更や手術操作により、プローブがずれて正確なドプラ信号が得られなくなるといふこともある<sup>8)</sup>。食道内プローブは 24F (8 mm) の太さであるため、小児や意識のある患者での使用が困難であるし、電気メス使用による誤作動などの問題もある。

そのほかの問題点として、L-3000®は、肺動脈カテーテルで求められる肺動脈楔入圧という左室の充満圧を知ることができず、充満圧の情報なしに心拍出量を評価することは今後検討を要する点と思われる。しかしながら、本研究で示したように中心静脈圧値があれば体血管抵抗を産出できるし、中心静脈圧が肺動脈楔入圧に平行して変化するのであれば有用な情報となりうる。しかし、中

心静脈圧測定がなくても、心拍出量は有用なモニタリングであることは間違いない。L-3000®は上行大動脈圧と下行大動脈の血流速度の比が一定であるということをも前提としているが、これが常に一定とは限らず、病態によっては大きな差異も予測される。

このように種々の問題点、改善を要する点はあるが、L-3000®は心拍出量の情報が豊富と判断されるが、肺動脈カテーテル使用の適応とされない症例においても、心拍出量という有用な情報を非侵襲的、連続的に得ることが可能である。したがって、術中のモニタとして極めて有用であると同時に麻酔管理における心拍出量測定の適応が拡大され、より安全な麻酔管理が約束されるものと考えられる。

(本論文の要旨は第10回日本循環制御医学会総会において発表した。)

## 文 献

- 1) 劔物 修, 一瀬広道, 岩崎 寛ほか: 硬麻, 脊麻の心機能に及ぼす影響—非観血的手法による観察—, 麻酔 26: 1523-1531, 1977.
- 2) Bromage, P. D.: Epidural analgesia. W. B. Saunders, Philadelphia, 357-365, 1978.
- 3) Foote, G. A., Schable, S. I., Hodges, M.: Pulmonary complications of the flow-directed balloon-tipped catheter. N. Engl. J. Med. 290: 927-931. 1974.
- 4) Thomson, I. R., Dalton, B. C., Lappas, D. G., et al: Right bundle-branch block and complete heart block caused by the Swan-Ganz catheter. Anesthesiology 51: 359-362, 1979.
- 5) Barash, P. G., Nardi, D., Hammond, G., et al: Catheter-induced pulmonary artery perforation: mechanisms, management, and modifications. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 82: 5-12, 1981.
- 6) 永井一成, 劔物 修, 黒川信悟ほか: Swan-Ganzカテーテルによる肺動脈破裂の1例—肺動脈造影で確認された症例. 循環制御 4: 347-350, 1983.
- 7) Freund, P. R.: Transesophageal Doppler scanning versus thermodilution during general anesthesia. Am. J. Surg. 153: 490-494, 1987.
- 8) Mark, J. B., Steinbrook, R. A., Gugino, L. D., et al: Continuous noninvasive monitoring of cardiac output with esophageal Doppler ultrasound during cardiac surgery. Anesth. Analg. 65: 1013-1020, 1986.
- 9) Ueda, M., Yokota, S., Nakata, F., et al: Clinical evaluation of esophageal Doppler cardiac output measurement during general anesthesia. J. Anesth. 3: 178-182. 1989.

## Esophageal Doppler cardiac output monitoring during thoracic epidural anesthesia in enflurane/N<sub>2</sub>O anesthesia

Akira Iwata, Mitsuo Ueda, Chihoko Matsumura  
Nobuaki Kikuchi, Tatsushi Saito and Osamu Kemmotsu

Department of Anesthesiology, Hokkaido University  
School of Medicine, Sapporo 060

Esophageal Doppler ultrasonography is a relatively noninvasive method of cardiac output determination, and it significantly correlates with thermodilution cardiac output. In this study, we evaluated the hemodynamic effects of thoracic epidural anesthesia with epinephrine-containing lidocaine under enflurane/nitrous oxide anesthesia in 9 patients (mean age: 51.6 year old) scheduled for elective surgery with an available esophageal Doppler cardiac output monitoring device L-3000®, (Lawrence Medical Systems, U. S. A.) Thoracic epidural anesthesia produced a decrease in blood pressure, a slight increase in cardiac index and significant decrease in systemic

vascular resistance. These results are accordance with previous reports. Our results indicate that esophageal Doppler method is a useful modality to evaluate hemodynamic effects of thoracic epidural anesthesia and that this can provide us more information on hemodynamic state of patients in anesthesia than standard monitoring of blood pressure and ECG alone.

In summary, we conclude that esophageal Doppler ultrasonography is a noninvasive method that allows continuous monitoring of cardiac output during anesthesia and it may improve patient's care in anesthesia.

**Key words:** Esophageal Doppler ultrasonography, enflurane/N<sub>2</sub>O anesthesia, hemodynamic monitoring, thoracic epidural anesthesia