

症 例

僧帽弁血流速度パターンにより術中心筋虚血を
診断できた一症例船津直彦*, 河田竜一*
大下修造*, 坂部武史*

要 旨

左室機能が軽度低下した虚血性心疾患患者の非心臓手術中に経食道心エコー図を用いた循環管理中、麻酔導入2時間30分後に、僧帽弁血流速度パターンは拡張早期最大流入速度が低下し、拡張後期最大流入速度との比が1.13から0.74、さらに3時間30分後には比が0.64と低下した。このとき、血圧や心拍数は変化はなく、心電図は3時間30分後にSTの低下がみられた。この術中の僧帽弁血流速度パターンの変化は、虚血による早期心筋障害と考え、ただちに亜硝酸薬の投与をおこない、心筋障害の拡大を防止できたと思われる。虚血性心疾患患者の術中モニターとして、経食道心エコー図による僧帽弁血流速度パターンの連続観察は、左室短軸像の観察と同時に有用と考えられる。

はじめに

僧帽弁血流速度パターンは、左室拡張能の指標とされる^{1,2)}。われわれは、虚血性心疾患患者の非心臓手術で、経食道心エコー図を用いた循環管理中、心電図変化がおこる前に、心筋虚血が原因と思われる僧帽弁血流速度パターンの変化を検出した症例を経験した。

症 例

62歳女性。右大腿骨転子下骨折のため、観血的整復術（エンダー法）が予定された。高血圧症で10年間降圧薬を服用しているが、虚血性心疾患を

思わせる臨床症状はなかった。術前心電図検査で、Ⅱ、Ⅲ、aV_Fに陰性T波、V₅₋₆誘導でSTの低下がみられた。経胸壁心エコー図検査では左室後壁がdiffuse hypokinesisであり、左室 ejection fractionは51%と予測された。冠動脈造影では、左前下行枝と回旋枝に100%、右冠動脈に40%狭窄を認めた。他に合併症はなかった。

前投薬として、アトロピン0.25 mg筋注と亜硝酸薬貼付の後、フェンタニール200 μg、チオペンタール100 mg、ベクロニウム 8 mgで麻酔を導入し、気管内挿管をおこなった。維持は笑気60%とセボフルラン0.5~2%で行い、血行動態を観察しながらフェンタニールを適宜追加した（総投与量は1.2 mg）。術中は、Ⅱ、V₅誘導心電図、直接動脈圧、肺動脈カテーテルを用いた肺動脈圧、肺動脈楔入圧、右房圧、心拍出量を測定した。

気管内挿管後に経食道心エコー図プローベ（アロカ社製5233-5）を挿入し、まず、左室短軸像を描出し、左室壁運動を観察した。ついで、僧帽弁弁尖にてパルスドプラ法を用い、僧帽弁血流速度を観察計測した。この時ドプラビームは、心室流入血流の方向に平行になるようにした。エコー画像は、写真フィルムとストリップチャートに記録し、次のような僧帽弁血流速度パターンの解析をおこなった。①拡張早期最大流入速度（mitral peak flow velocity in early diastole, peak E）②拡張後期最大流入速度（mitral peak flow velocity in late diastole, peak A）③拡張早期減速（deceleration rate of rapid inflow, DC）④peak Eとpeak Aの比（E/A）の算出。

手術室入室時の心拍数は75beats・min⁻¹、動脈

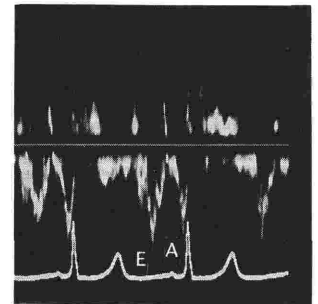
*山口大学医学部麻酔・蘇生学教室

Table Mitral Flow Velocity and Hemodynamic changes during anesthesia

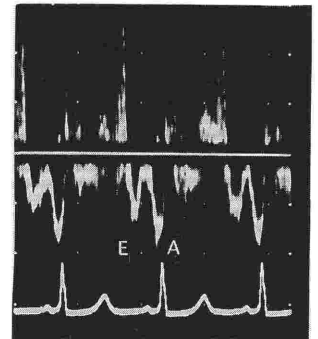
		after induction	after 2.5 H	after 3.5 H
Mitral Flow Velocity				
Peak E-wave	(cm/sec)	54	34	30
Peak A-wave	(cm/sec)	48	46	48
Deceleration rate DC	(cm/sec ²)	236	121	152
E/A		1.13	0.74	0.63
Heart Rate	(beat per minutes)	66	75	83
Systemic pressure	(mmHg)	116/57	123/54	130/52
Pulmonary artery pressure	(mmHg)	26/14	24/13	24/10
Pulmonary wedge pressure	(mmHg)	14	12	11
Right atrial pressure	(mmHg)	8	7	6
Cardiac output	(L/min)	3.47	3.64	3.27
Cardiac Index	(L/min/m ²)	2.25	2.36	2.12

圧は140/70 mmHgであった。麻酔中の僧帽弁血流速度および血行動態を Table に示す。麻酔導入後心拍数は66beats・min⁻¹、動脈圧は116/57 mmHg、肺動脈圧は26/14 mmHg、心拍出量は3.47L/minであり、左室拡張能の指標であるE/Aは1.13、DCは236 cm・sec⁻²であった。牽引手術台に移した後、エンダー釘の打ち込みを開始した。麻酔導入一時間後、血行動態や心電図、呼吸炭酸ガス濃度、血液ガスには変化がなかったが、徐々にE、A波が変化し、E/AおよびDCが低下してきた。冠動脈病変のある患者なので、予防的に亜硝酸薬1.5 μg/kg/minの投与を開始したが、導入3時間30分後にE/Aは0.64と最大に低下した (Fig.)。左室短軸像は、導入直後前側壁がdiffuse hypokinesisであったが、E/A最大低下時に中隔より前壁がakinesisとなり、心電図II誘導でSTが約1.5 mm低下した。血圧や心拍数、心拍出量、肺動脈圧、肺動脈楔入圧には明かな変化はみられなかった。麻酔時間は4時間45分で、術中輸液量は2500 ml、総出血量は500 g、尿量は450 mlであった。術後人工呼吸のまま、ICUにて管理をおこなった。術後も亜硝酸薬(1.5 μg・kg⁻¹・min⁻¹)を継続投与したが、術中術後にカテコラミンの投与はおこなわなかった。ICU入室2時間後に気管内チューブを抜去し、翌日ICUを退室した。心電図II誘導のST低下は、ICU退室時に基線にもどり、術後心不全症状はなかった。

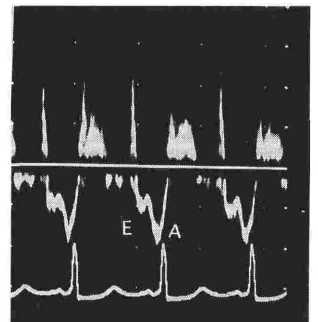
After anesthetic induction



2.5 hrs after induction



3.5 hrs after induction

**Figure** Mitral flow velocity patterns and ECG changes during anesthesia

考 察

経食道心エコー図は、手術中の循環モニターとして最近では広く応用されている。左室収縮能の評価に加え、近年では拡張能の評価の意義も重視されている。パルスドプラ法にて観察される僧帽弁血流速度は、拡張早期の房室圧較差による左室への血液流入（拡張早期流入、“E波”）と、それに続く心房収縮による血液流入（拡張後期流入、“A波”）速度パターンからなる。E波は左室の拡張能、特に左室コンプライアンスに規定される。左室拡張能が低下した場合、僧帽弁血流速度パターンは、E波が低下・消失し、ほとんどA波のみとなり、DCも低下する。心筋虚血時には、拡張障害が収縮障害に先行するといわれ^{3,4)}、E波の低下や消失を観察することは、異常の早期発見のために意義は大きい。本症例は、手術中、心電図や肺動脈楔入圧波形には変化がないにもかかわらず、僧帽弁血流速度パターンが変化し、E波とE/AおよびDCの低下がみられ、左室コンプライアンスの低下が示唆された。

僧帽弁血流速度パターンの変化をきたす因子には、左室コンプライアンス以外に前負荷、心拍数の変化などがあげられている⁵⁻⁷⁾。たとえば前負荷の低下では、拡張早期の房室圧較差が低下し、血液流入が減少し、E波は低下する。心拍数が増加した場合、左室の血液充満は、拡張早期の血液流入が減少し、拡張後期の心房収縮による血液流入がほとんどを占めるようになり、E波の低下や消失とA波の増高がみられる。本症例では、肺動脈圧を測定しながら輸液により前負荷を厳密に管理したため、前負荷の変化により僧帽弁血流速度パターンに変化が生じたとは考えにくい。心拍数については、麻酔中に $66\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$ から $83\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$ へと増加しているため、僧帽弁血流速度パターン変化に影響を及ぼした可能性は否定できない。しかし、心拍数の増加時、A波は増大することが多い⁸⁾とされるが、本症例では、A波は、 $46-48\text{cm}\cdot\text{sec}^{-1}$ と安定していた。したがって、今回生じた僧帽弁血流速度パターンの変化は、心拍数の増加によるものより、心筋虚血によりコンプライアンスが低下したためと考えられる。

術中心筋虚血モニターには、心電図変化や肺動脈楔入圧波の変化がある⁹⁾。これらモニターの評

価は確立されているものの、心電図変化の出現は遅れることが多く、また、虚血の部位によっては見逃すことさえある。また、肺動脈楔入圧波は連続記録ができない¹⁰⁾。術中経食道心エコー図は連続測定が可能で、一般に左室壁運動の観察により心筋虚血の診断をおこなうが、エコープローブによる描出部位が固定されるため、左室壁異常運動を見逃すことがある¹¹⁾。僧帽弁血流速度による心筋虚血のモニターでは、本症例のように心筋虚血初期の左室コンプライアンスの低下を検出することができ、心筋虚血の早期診断が可能である。ただし、僧帽弁血流速度を規定する因子がいくつかあり、それら要因の関与の可能性を除外しなければならない。本症例においては、僧帽弁血流速度パターンの解析と肺動脈カテーテルを用いた前負荷測定により、心電図変化より先に術中心筋虚血を検出し、ただちに亜硝酸薬の投与をおこない、心筋虚血の拡大を防止できたと考える。

ま と め

術中に生じた心筋虚血を、経食道心エコー図法による僧帽弁血流速度パターンの観察で、左室収縮やST変化がおこる前に、左室拡張能低下により診断できた症例を経験した。虚血性心疾患患者の術中モニターとして、経食道心エコー図による僧帽弁血流速度パターンの連続観察は有用と考えられる。

文 献

- 1) Rokey R, Kuo LC, Zoghbi WA, et al : Determination of parameters of left ventricular diastolic filling with pulsed Doppler echocardiography: comparison with cineangiography *Circulation* 71: 543-550, 1985
- 2) Spirit P, Maron BJ, Bonow RO : Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function: comparative analysis of Doppler echocardiographic and radionuclide angiographic techniques. *J Am Coll Cardiol* 7 : 518-526, 1986
- 3) Aroesty JM, Mckay RG, Heller GV, et al : Simultaneous assessment of left ventricular systolic and diastolic dysfunction during pacing-induced ischemia. *Circulation* 71: 889-900, 1985
- 4) Iskandrian AS, Bemis CE, Hamid Hakki A, et al : Ventricular systolic and diastolic impairment during pacing-induced myocardial ischemia in coronary artery disease: simultaneous hemodynamic, electrocardiographic, and radionuclide angiographic evaluation. *Am J Cardiol* 112: 382-391, 1986
- 5) Courtois M, Vered Z, Barzilai B, et al : The transmittal

- pressure-flow velocity relation: effect of abrupt pre-load reduction. *Circulation* 78:1459-1468, 1988
- 6) Nishimura RA, Abel MD, Housmans PR, et al : Mitral flow velocity curves as a function of different loading conditions: evaluation by intraoperative transesophageal Doppler echocardiography. *J Am Soc Echo* 2 : 79-87, 1989
 - 7) Triulzi MO, Castini D, Ornaghi M, et al : Effects of pre-load reduction on mitral flow velocity pattern in normal subjects. *Am J Cardiol* 66 : 995-1001, 1990
 - 8) Plotnick GD : Changes in diastolic function-difficult to measure, harder to interpret. *Am Heart J* 118 : 637-641, 1989
 - 9) O' Connor JP, Ramsay JG, Wynands JE, et al : Anesthesia for myocardial revascularization. In: Kaplan JA. ed, *Cardiac anesthesia* 3rd ed. Philadelphia WB Saunders, 1993, pp587-628
 - 10) 大下修造, 増田直樹, 國井達雄ほか : 術中心筋虚血モニターとしての肺動脈楔入圧波 (AC波, V波) の意義. *麻酔* 40 : 1052-1057, 1991
 - 11) Chung F, Seyone C, Rakowski H : Transesophageal echocardiogram may fail to diagnose perioperative myocardial infarction. *Can J Anaesth* 38 : 98-101, 1991

Detection of Perioperative Myocardial Infarction by Mitral Flow Velocity Curves; A Case Report

Naohiko Funatsu, Ryuichi Kawata
Shuzo Oshita, Takefumi Sakabe

Department of Anesthesiology-Resuscitology, Yamaguchi University School of Medicine
Yamaguchi, Japan

Mitral flow velocity curves may be a good index of left ventricular diastolic function. We describe a case of perioperative myocardial ischemia that was detected by mitral flow velocity curves using transesophageal echocardiography (TEE). A 62-year-old woman was scheduled for repair of a femoral neck fracture. Preoperative cardiac catheterization revealed three vessel coronary disease. Anesthesia was induced with thiopental and maintained with fentanyl, sevoflurane, and vecuronium. Mitral flow velocity curves were monitored via TEE. At induction, the mitral flow velocity pattern was normal

with 1.13 of early/late diastolic peak flow ratio (E/A ratio), but gradually changed to a pattern consistent with myocardial ischemia. E/A ratio decreased to 0.63 at 3hr. 30 min. after induction concomitant with marked ST segment depression. Continuous intravenous administration of isosorbite improved the myocardial ischemia. The patient was no complication after the operation. We conclude that mitral flow velocity via TEE was useful in the detection of early intraoperative myocardial ischemia during anesthesia.

Key Words : TEE, Mitral flow, Perioperative myocardial ischemia