

特 集

急性循環不全の NLA による麻酔管理

鈴木英弘*, 野村 実*, 尾崎 眞*, 池田 みさ子*

はじめに

心臓麻酔をはじめとする循環動態の不安定な症例やショック患者に、循環抑制が少ない Neurolept Analgesia (Anesthesia): NLA が使用されることは多い¹⁾。また、心筋梗塞や心筋症などで心機能が低下している症例の一般外科手術時にも、フェンタニールを中心とした NLA 麻酔が行われているが、大量投与では血圧低下がみられる。NLA 時の急性循環不全にどう対処するかを考えると重要なことは、以下にかかげる点を理解していることが肝要である。NLA は、鎮静薬と鎮痛薬のさまざまな組み合わせで使用されているが、早期抜管を行うためにフェンタニールは少量に押さえて、吸入麻酔や鎮静薬を使用する傾向にある。しかし、吸入麻酔薬は容量依存性の心筋抑制があるため、

- (1) 麻酔薬を組み合わせた場合の循環系に対するそれぞれの作用と相乗効果の理解
- (2) 心血管作動薬の基礎的な理解
- (3) 患者の周術期の心機能評価

の3点を熟知しておくことが肝要である。この理解が十分にあれば急性循環不全の発症の予防が可能であり、もし循環不全が起きてもそれに適切に対処することができると思われる。NLA にはいろいろな麻酔薬の組み合わせがあるが、ここでは主としてフェンタニール麻酔を中心に、我々の経験とその研究を参考にし NLA 麻酔時の急性循環不全への対応の基本を述べる。

正常な心機能と NLA

正常な心機能の患者に NLA 麻酔が循環系にど

のような影響をあたえるかを、NLA が施行された東京女子医科大学病院で過去5年間(1991年-1995年)に行われた生体腎移植の253例のドナー(全例ドロペリドールとフェンタニールの NLA が施行された)の血圧、脈拍数を検討した(図1)。その結果、これらのドナー症例に何らかの処置で調節がなされた血圧低下症例が28例(11%)にみられた。一方、麻酔薬の増量や降圧薬の使用により血圧の調節がなされた血圧上昇症例は187例(73.9%)であり、NLA では血圧の低下する症例が少なかった。また、血圧降下時の収縮期血圧と脈拍数を導入前のそれらと比較したところ、血圧降下時には脈拍数の減少を伴っていた。麻酔導入にはドロペリドール200 μ g/kg、フェンタニール0.005 μ g/kgとベクロニウムが使用されていた。これらの血圧降下時に対しては、12例で硫酸アト

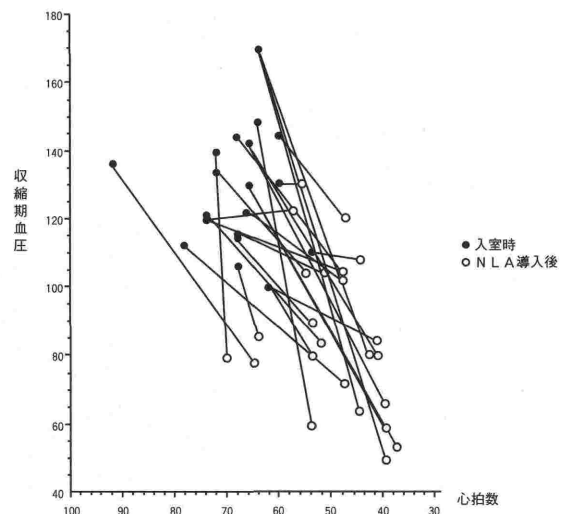


図1 NLA 麻酔時循環抑制症例の収縮期血圧と心拍数の変化

*東京女子医科大学麻酔学教室

ロピン, 7例でエフェドリン, 4例にフェニレフリンが使用されていた(図2). アトロピンとエフェドリン使用例では, 血圧上昇と脈拍の増加が認められた. しかし, α_1 作用を有するフェニレフリンでは血圧上昇効果は有するものの脈拍の増加は認められず, 十分な循環系の安定はえられていなかった.

フェニレフリン投与にて十分な血圧上昇が得られなかった具体例を示す(図3). 麻酔導入15分後収縮期血圧が70 mmHgに低下しフェニレフリン0.1 mgを投与したところ血圧は90 mmHgとなったが脈拍数は48/分と低下し続けた. そこでアトロピンを0.25 mg投与したところ脈拍数が72回/分に回復すると共に収縮期血圧も100 mmHg以上に上昇した. このように NLA 麻酔の導入時においては, 交感神経の抑制と副交感神経の緊張により心拍数が減少して血圧低下が起りやすい. 心拍数を維持することが血圧を安定するためには重要であると考えられた.

心電図の RR 間隔は自律神経系に指標となるといわれている²⁻⁴⁾. NLA 麻酔の自律神経系に及ぼす影響をさらに解析するために, 循環機能に異常

を認めない予定手術患者の NLA による導入時の平均動脈圧の変化と心電図の RR 間隔を検討した.

ドロペリドール300 μ g/kg投与で平均動脈圧の減少に伴い RR 間隔の減少, すなわち脈拍の増加

33歳、女性 BW 42 kg

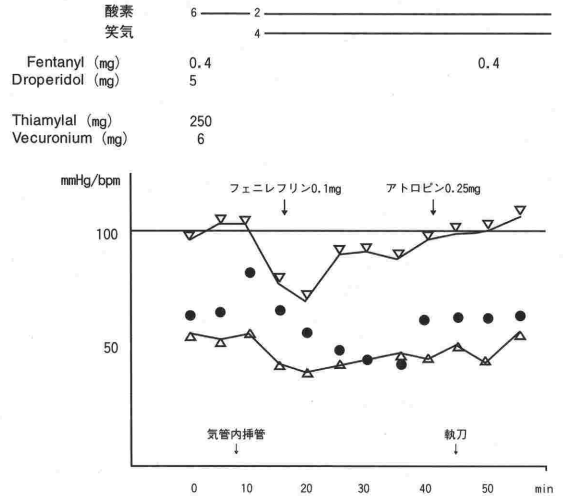


図3

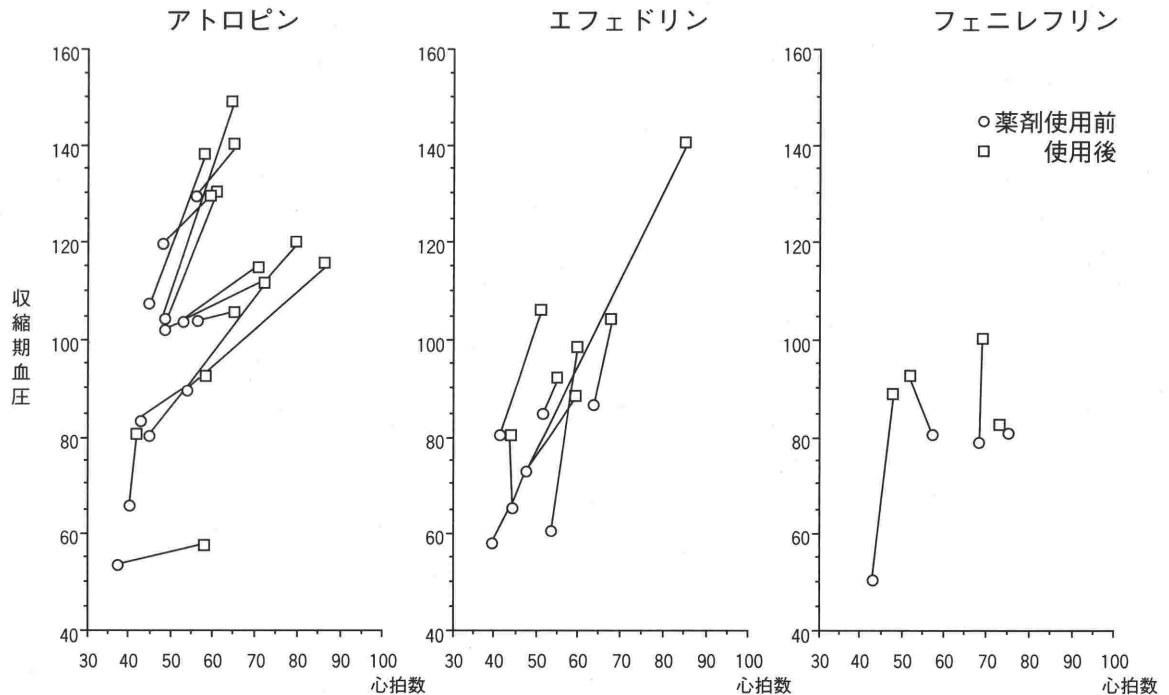
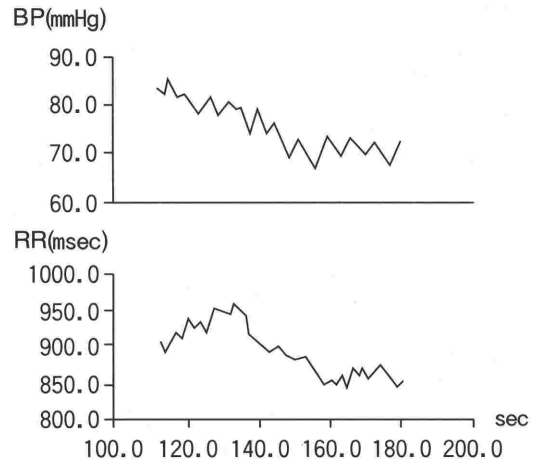
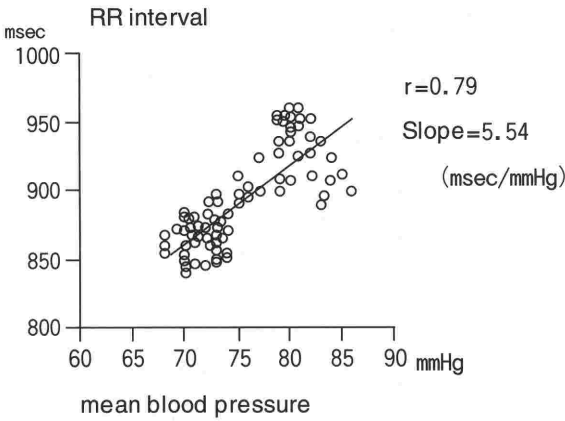


図2

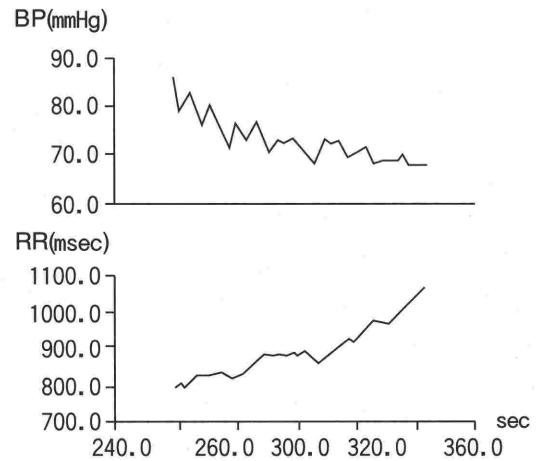
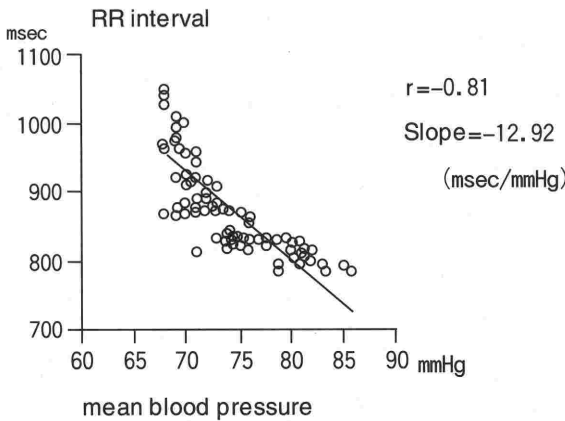
が生じている (図4上段). ドロペリドールの α_1 リセプターに対する遮断作用により末梢が開き血圧が下がり baroreceptor を介して脈拍が増加したと考えられる²⁾. ところがフェンタニールを $5 \mu\text{g}/\text{kg}$ 静注すると平均動脈圧は減少し, RR 間隔は増大しドロペリドールのときみられたような血圧低下に反応して生ずる脈拍数の増加は認められない (図4下段).

また, 麻酔中の昇圧薬使用時の平均動脈圧と RR 間隔を示した (図5). NLA 時には徐脈を伴う血圧低下にエフェドリンを投与すると RR 間隔の減少すなわち脈拍が増加し平均動脈圧が増加す

る (図5上段). この現象は, エフェドリンは交感神経が麻酔薬でブロックされ血圧が下降したとき昇圧の目的で使用するとき sympathomimetic effect を有することを示している⁵⁾. 一方, GO イソフルラン麻酔時の頻脈を伴う血圧低下時にフェニレフリンを投与すると, 平均動脈圧の増加と RR 間隔の増加すなわち頻脈の減少が見られる (図5下段). このように心機能の正常な条件下では, フェンタニールの循環抑制は末梢血管拡張よりも迷走神経優位な状態から生じると考えられる. 従って, NLA 麻酔時に急性循環不全が起こったときには交感神経刺激効果のある血管作動薬な

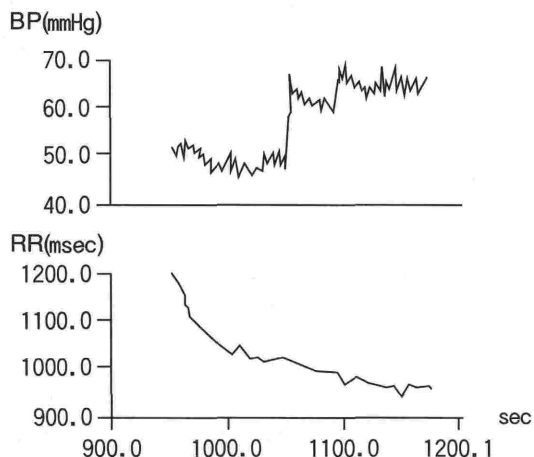
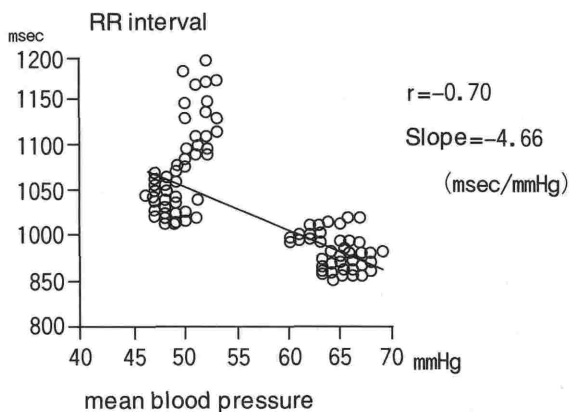


ドロペリドール300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 静注

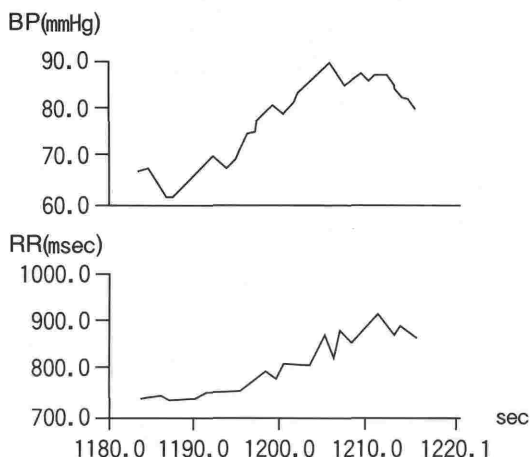
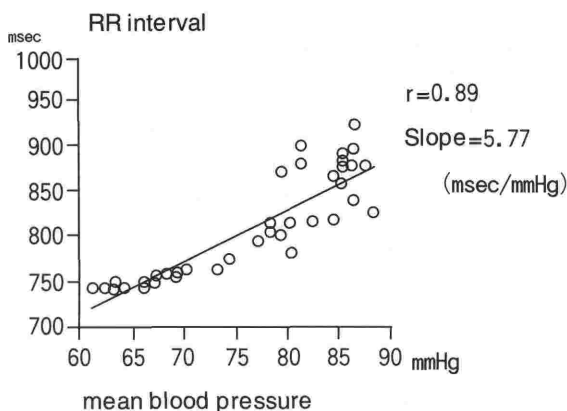


ドロペリドール300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ + フェンタニール5 $\mu\text{g}/\text{kg}$

図4



NLA 麻酔中のエフェドリン投与



GOI 麻酔中のフェニネフリン投与

図 5

どが第一選択となる。しかし、併用されている他の麻酔薬の循環に対する作用も考慮しなければならない。

心機能の障害されている時の NLA

次に心機能が障害されている状態でのフェンタニールの循環機能に与える作用について述べる。大量フェンタニールによる麻酔でも比較的安定した血行動態が保てる。しかし、時に血圧低下が生じるが、これは心筋抑制作用と末梢血管拡張作用によるものとされている。

CABG の麻酔をフェンタニール $30 \mu\text{g}/\text{kg}$ 、ジア

ゼパム $0.1 \text{mg}/\text{kg}$ 、パンクロニウム $0.15 \text{mg}/\text{kg}$ で導入し、その後各種血管作動薬を使用した際の血行動態を示す。術前の左室駆出率 (LVEF) 50 % 以上 (図 6) と 50 % 未満 (図 7) の 2 群に分け検討した。なお、著者らの施設では術前 3 ~ 4 日前に β 遮断薬などの投薬を中止している。両群とも、麻酔導入後の血圧低下はみられるが、心拍数 (HR) は保たれている。これは、パンクロニウムがフェンタニールの徐脈効果を相殺した結果とみなされている。すなわち、LVEF 50 % 以下の症例は、LVEF 50 % 以上群と同一条件で麻酔導入したとき、心拍数と平均動脈圧に有意な差はなかったが、

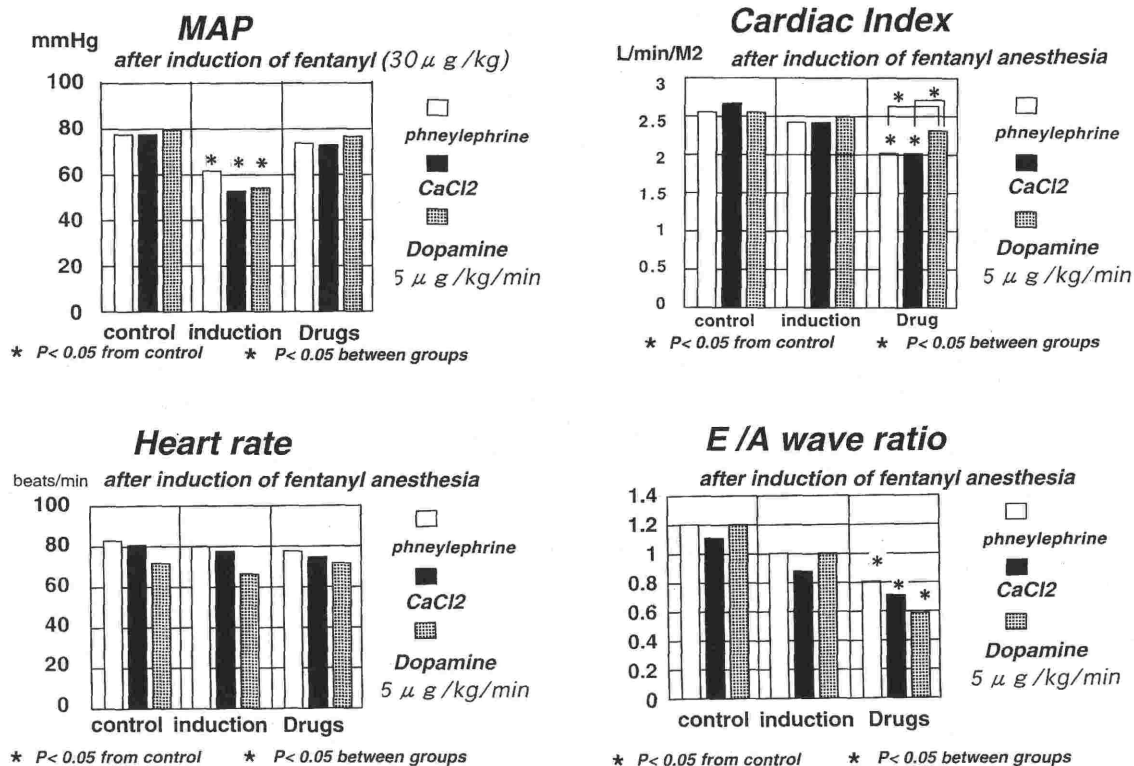


図 6

心係数は減少した。そして、ドパミン以外の CaCl₂ やフェニレフリンでは血圧の回復にもかかわらず心係数は上昇しなかった。これからも、フェンタニールの左室機能の悪い時には、より心筋抑制効果が強いことがうかがわれた。大量フェンタニール麻酔でベクロニウムを使用した症例では、著しい低血圧と徐脈を呈した報告^{6,7)}があり注意が必要である。こうした症例では、術前β遮断薬やCa拮抗薬などの使用、またベクロニウムはフェンタニールによる心係数や心拍数の減少を増強する。従って、術前使用薬や術中併用薬に対する考慮は、フェンタニール麻酔での循環不全を防ぐ上からも重要である。

麻酔導入時の血圧低下に対して、血管作動薬としては、フェニレフリン、塩化カルシウム及びドパミンをそれぞれ投与し、いずれによっても、速やかに血圧は回復した。一方、心係数は、LVEF 50%未満群では、フェニレフリン、塩化カルシウムでは血圧は上昇するが、CIは減少した。一

般的に塩化カルシウムは心筋収縮増強作用を示すが、この状況ではむしろフェニレフリンと同様の末梢血管収縮作用を示した。これは、フェンタニール麻酔におこる循環抑制作用に対する薬剤効果の多様性を示している。

また、今回 TEE を用い、パルスドプラ法による左室流入血流波形、(拡張急速流入波 E 波、心房収縮期流入波 A 波) を描出した。左室流入血流波形の E 波と A 波の流速比 (E/A) は、左室圧曲線から求められる時定数と相関するため、左室拡張能の指標とされる⁸⁻¹⁴⁾。左室拡張能は、拡張早期の左室弛緩、拡張中期の左室受動的伸張、左房収縮、左室弾性などを包括する指標^{8,10,11)}であり、心機能の変化の鋭敏な指標と考えられている。正常な左室流入血流波形は E/A 1 以上であるが、左室コンプライアンスが低下してくると、E/A は低下してくる。

図でわかるように E/A 1 以上の左室拡張能良好群に比べ、E/A 比 1 未満の左室拡張能低下群

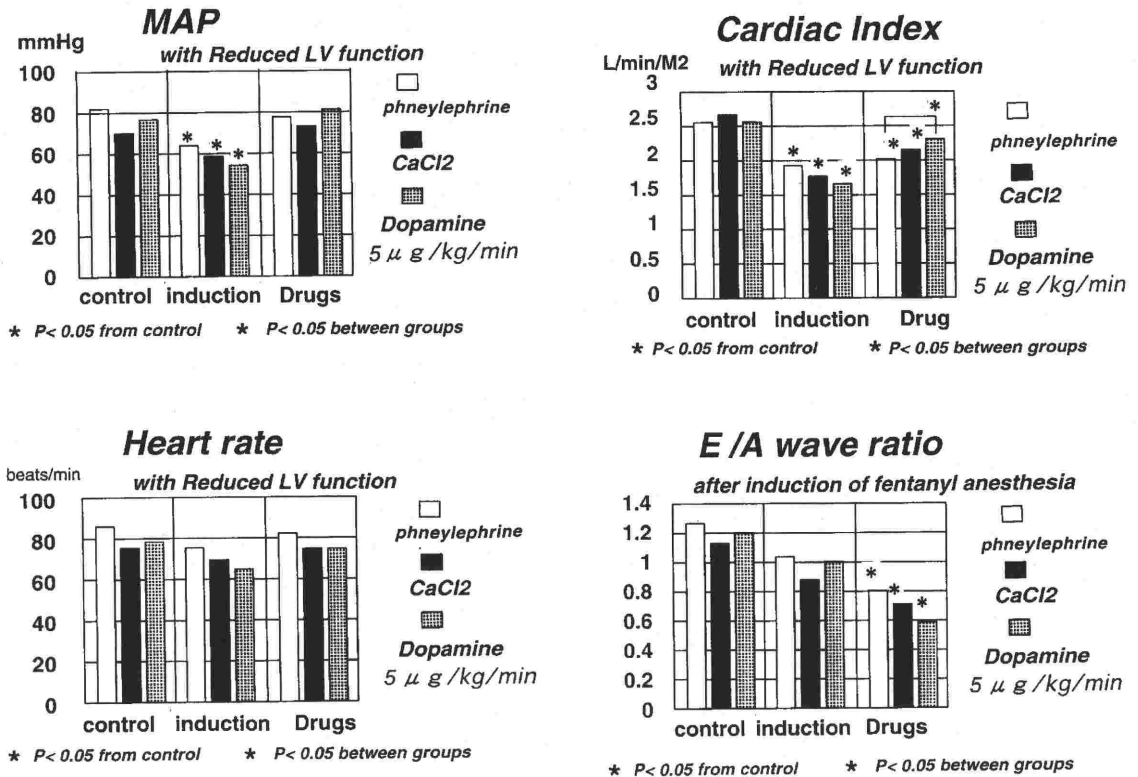


図7

Hemodynamic Changes after Vasopressors during Fentanyl Anesthesia

	phnyrephrine	CaCl2	Dopamine
MAP	↑	↑	↑
HR	→	→	→
CI	↓	↓	→
E/A	↓↓	↓↓	↓↓
peak E	↓↓	↓↓	↓↓
peak A	→	→	→

図8

では、フェンタニールによる導入時から、有意に E/A 比は減少して、薬剤投与によっても回復しなかった (図7)。このことはフェンタニールは大量になると心機能を抑制することを示唆し、心機能が悪い状態ではこれがより明らかになる。

E/A 低下の原因は E 波の低下であり A 波には変化は見られない¹³⁾。このように、血管作動薬投

与により血圧上昇作用が見られても、左室拡張能はむしろ低下していることが類推される。E/A は、心拍数、前負荷、後負荷などの様々な規定因子が存在するため単純な比較は難しい。しかし、E 波が減少しても A 波の増加が見られないため、左室コンプライアンスが低下しても、慢性心不全のような代償機構が麻酔中には働きにくく、それが心機能の低下につながる可能性がある (図8)。しかし、いずれの薬剤を投与して血圧を回復させても、peak E の低下や E/A 比の有意な低下が見られ、薬剤投与後の左室コンプライアンスの低下が推測された。

ま と め

フェンタニールを主体とした NLA では迷走神経の緊張状態にあり、このことが低血圧などの循環不全の主因となる。また、大量フェンタニールは心筋抑制効果を否定できず、心機能が悪い程強く現われる可能性がある。こうした結果は、フェ

ンタニールを心機能の悪い患者に少量投与したときにも当てはまると思われる。従って、フェンタニールの NLA 麻酔で循環抑制が起こった場合には交感神経刺激性の心血管作動薬や、心筋の収縮力を増す薬剤が選択されるべきである。また、併用薬剤や術前使用薬にも十分な考慮が必要である。

文 献

- 1) Wynands JE, Townsend GE, Wong P, et al : Blood pressure response and plasma fentanyl concentrations during high-and very high-dose fentanyl anesthesia for coronary artery surgery. *Anesth Analg* 62 : 661, 1983
- 2) Whitwam JG, Russel WJ : The acute cardiovascular changes and adrenergic blockade by droperidol in man. *Br J Anaesth* 52 : 581-90, 1971
- 3) Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, et al : Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. *Circ Res* 59 : 178-193, 1986
- 4) 木村智政, 小松 徹, 杉山文彦ほか : 心拍変動解析による自律神経活動モニタリングの臨床応用. *循環制御* 13 : 433-440, 1992
- 5) Ralston DH, Shnider SM, de Lourimer AA : Effect of equipotent ephedrine, metaraminol, mephentermine and methoxamine on uterine blood flow in the pregnant ewe. *Anesthesiology* 62 : 54-70, 1974
- 6) Clayton D : Asystole associated with vecuronium. *Br J Anaesth* 58 : 937-941, 1986
- 7) Starr NJ, Sethna DH, Estafanous FG : Bradycardia and asystole following the rapid administration of sufentanyl with vecuronium. *Anesthesiology* 64 : 521-527, 1986
- 8) Bonow RO, Bacharach SL, Green MV, et al : Impaired left ventricular diastolic filling in patients with coronary artery disease : Assessment with radionuclide angiography. *Circulation* 64 : 315-323, 1981
- 9) Oka Y, Kitahata H, Komer C, et al : Left ventricular diastolic function using transesophageal color flow doppler. *Am J Card Imaging* 4 : 125-131, 1990
- 10) Roxann RO, Lawrence C, William AZ, et al : Determination of parameters of left ventricular diastolic filling with pulsed Doppler echocardiography: comparison with cineangiography. *Circulation* 71 : 543-550, 1985
- 11) Myreg Y, Smiseth OA : Assessment of left ventricular relaxation by doppler echocardiography : Comparison of isovolumic relaxation time and transmitral flow velocities with time constant of isovolumic relaxation. *Circulation* 81 : 260-266, 1990
- 12) 綿田裕孝, 伊藤 浩, 酒井範子ほか : 急性心筋梗塞の左室拡張動態に対する 影響 : 同一症例の梗塞前後での検討. *日本超音波医学会講演論文集* 61 : 631-632, 1993
- 13) 田淵弘孝, 小葉裕成, 山本忠彦ほか : 重症冠動脈疾患において Atrial Contribution が消失する機序に関する検討. *Coronary* 8 : 13-19, 1991
- 14) 赤松 繁, 寺澤悦司, 加川憲作ほか : 経食道パルスドブラ法による左房と左室の流入動態の対比検討, *循環制御* 12 : 711-719, 1991