

特 集

開心術麻酔としての硬膜外大量
フェンタニール麻酔の検討熊 沢 光 生* 久 米 正 記* 小 口 健 史*
真 鍋 雅 信* 松 川 隆* 山 口 敏 昭*

要 旨

冠血行再建術や弁の手術などの開心術の症例12例に対して、硬膜外カテーテルへの $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ という大量フェンタニール投与を主とし、66% N_2O 、エンフルレン0.2%を付加する麻酔法で行った。この麻酔法により血圧と心拍数が緩徐に抑制された循環動態が得られ、執刀や胸骨切開に際しての血圧上昇と心拍数増加も穏やかであった。フェンタニールは初回量の半分を2時間半毎に追加したが、人工心肺前と離脱期を通して循環動態は正常範囲内にあり回復も順調であった。さらに症例数を増やしての検討を要するが、この麻酔法は強力な手術痛遮断作用の割には、循環抑制作用が弱く、虚血性心疾患や心予備力の少ない患者への適用が示唆される。

「開心術の麻酔に硬膜外麻酔は有用である」という主題に対して、賛成側を代表して北里大麻酔科の村上雅子先生が、反対側を代表して阪大麻酔科の森隆比古先生が意見を述べられました。私は追加発言として、硬膜外カテーテルを留置するなら、そこよりフェンタニールを硬膜外投与量としては大量といえる量を注入することにより、開心術の麻酔が可能であることを発表いたします。まだ症例数が12例であり十分な経験に基づいた意見としては述べられませんが、安定した循環動態が

得られ、心機能の不良な患者や虚血性心疾患々々にも支障なく行え、大量フェンタニール静注法に比しても覚醒が速く、術後呼吸管理が短くてすむという特徴を有し、今後検討するに値する新しい麻酔法であるという印象を持っています。今回は preliminary な段階としての報告をさせていただきます。なお本麻酔法で腹部手術82例を行い大変興味ある知見を得、第36回日本麻酔学会（1989年4月、於：山口）にて発表し、その結果の内容と検討については現在雑誌「麻酔」に投稿中であること、また、本学会の一般演題に「胸部手術への応用」と題して、乳房、肺、食道の手術を本麻酔法で行った内容について発表していることを付け加えます。

対 象

開心術12例。その内分けは、虚血性心疾患7例、僧帽弁異常3例、大動脈弁異常2例の診断に対して、冠血行再建術7例、弁置換術2例、弁交連切開術2例、弁輪形成術1例の手術が行われた。緊急手術には行わず全例予定された手術とした。

麻 酔 法

術中のヘパリン投与による硬膜外血腫の発生をおそれて、硬膜外穿刺は前日又はそれ以前に行った。穿刺部位は $T_3\sim T_4$ 、 $T_4\sim T_5$ 、 $T_5\sim T_6$ のいずれかより、カテーテルを上向き5cm挿入し固定した。1%リドカイン 3~4 ml をカテーテルより注入し、効果範囲を pin prick 法にて確認した。

*山梨医科大学麻酔科学講座

前投薬は、症例に応じて各担当麻酔科医の判断で行うこととしたが、モルヒネ 10 mg 又はメペリジン 35 mg にスコポラミン 0.4 mg を組み合わせたものが多かった。

導入挿管時の麻酔法は、循環動態の変動が少ないよう症例に応じて使い分けるよう配慮することとした。大量フェンタニール（静注）法は、一般にかなりの量のフェンタニールが投与された後に挿管するのが通例であり、導入挿管時の循環変動が少ないのが特長であるが、硬膜外大量フェンタニール法の本法は、フェンタニールの血中濃度の上昇が少なく（第11回麻酔と薬理学会，1989年5月に発表）、脳中枢の抑制が比較的に弱く、大量フェンタニール（静注）法に比して挿管時の循環変動が大きくなるおそれがある。従って、虚血性心疾患々々の開心術でない一般手術の麻酔の導入時の麻酔法と同じような配慮が必要となる。心機能の良い患者に行った具体例を示せば、フェンタニール 0.1 mg、アセプトロール 1 mg をまず静注し、パングロニウム 0.1 mg/kg 静注後、サイオペンタール 200 mg を分割投与し、O₂+エンフルレン0.5%のマスクの後挿管した。

硬膜外からのフェンタニール投与は、入室後、各種モニターによる循環動態を把握した後で、執刀予定20~30分前に行うこととした。投与量はフェンタニール注射液を生食等で希釈することなく

10万倍のエピネフリンを加える以外はそのままの状態では 10 µg/kg を標準量として、体重 kg の1桁を四捨五入した 100 µg/10 kg を投与した。すなわち四捨五入した体重が、40 kg, 50 kg, 60 kg, 70 kg の場合、それぞれへの投与量は、0.4 mg (4A, 8 ml), 0.5 mg (5A, 10 ml), 0.6 mg(6A, 12 ml), 0.7 mg (7A, 14 ml) となり 8A (0.8 mg) 以上は使わないこととした。ちなみに10万倍のエピネフリンは、フェンタニール 0.5 mg の場合、ボスミン® (1A, 1 ml, 1 mg) 0.1 ml の添加である。注入時に背部痛を訴えるものが約半数にあるので、硬膜外カテーテルより1%リドカイン 1.5~2.0 ml をフェンタニール注入前に注入することにより予防された。追加投与は、初回投与量の約1/2のフェンタニールを生食と10万倍のエピネフリンを加えて初回投与と同じ容量を2時間半毎に注入した。

人工心肺開始前の麻酔は、循環動態が許す限り 50~66% N₂O とエンフルレン0.2%を投与した。また硬膜外フェンタニール投与後90分毎に 0.1 mg のフェンタニールを静注した。筋弛緩薬はパングロニウムを麻酔担当医の判断で随時使用した(図1)。

人工心肺離脱時の麻酔は、心機能の回復に応じて、硬膜外フェンタニール、フェンタニール 0.1 mg 静注、エンフルレン低濃度、N₂O を順次使用

硬膜外大量フェンタニール麻酔 開心術への応用 プロトコール

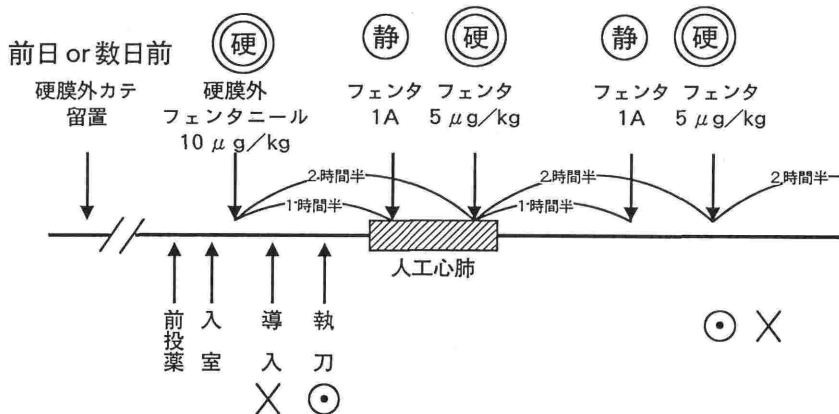


図1 プロトコール

した。

結 果

入室時の収縮期血圧 (SBP), 拡張期血圧 (DBP), 心拍数 (HR) はそれぞれ 134.2 ± 14.1 mmHg, 82.5 ± 9.2 mmHg, $83.2 \pm 26.2 \text{ min}^{-1}$ であった。麻酔が導入維持され手術が開始された後人工心肺が開始されるまでの間で最も標準的な循環動態を示している時の前記の諸数値は, SBP 103.3 ± 12.5 mmHg, DBP 55.8 ± 6.7 mmHg, HR $65.0 \pm 14.5 \text{ min}^{-1}$ であり, 入室時との変化率で示すと, SBP $-13.7 \pm 7.0\%$, DBP $-32.0 \pm 7.4\%$, HR $-23.4 \pm 11.4\%$ であった。拡張期圧が最も抑制され, ついで心拍数, 収縮期圧の順であるが, いずれの抑制も緩徐であり, 心拍数 50 min^{-1} と最も徐脈を示した症例を含めて, 心筋虚血の悪化などを認めることもなく, 順調な循環変動の範囲内であったと言える。またこの時期のエンフルレン濃度は, ダイアルセッティングで, 12例中11例が0.2%であり, 残りの1例は, 0%であった。

執刀による変動を変化率で示すと, SBP $+16.2 \pm 17.1\%$, DBP $+22.7 \pm 21.9\%$, HR $+4.5$

$\pm 12.2\%$ で, SBP と DBP に有意な上昇を認め, HR に有意な変動を認めなかった。執刀による血圧の上昇も軽度であり, 安定していたと言える (図 2)。

胸骨切開時の変動は, SBP $+15.7 \pm 20.1\%$, DBP $+9.0 \pm 20.4\%$, HR $+12.0 \pm 10.3\%$ であり, SBP と HR が有意な上昇であった。胸骨切開時の循環変動も軽度で許容範囲であると言える。

覚醒は大量フェンタニール静注法に比して有意に短く, より早期に抜管されている。

考 案

オピオイドは, 鎮痛作用が強力な割には, 心臓の収縮力に与える影響が少なく, 開心術の麻酔に使用されてきた。これは, 1960年代の後期に Lowenstein らが¹⁾, 大量モルヒネ投与が, 人工呼吸をする限り, ほとんど循環系に影響を与えないことを発表して以来発達して来た。最初は $0.5 \sim 3.0 \text{ mg/kg}$ の大量モルヒネが開心術に使われていたが, ヒスタミン遊離作用による低血圧, 気管支痙攣や, 術中術後の輸液量の増大などの欠点があることから²⁾, 最近ではフェンタニールがこれに代わって来ている。大量フェンタニール麻酔は Stanley らが $75 \mu\text{g/kg}$ 前後の量を使用しての臨床報告をして以来³⁾⁴⁾, 広く行われるようになり現在開心術麻酔の主流となっている。この麻酔法は, 心機能の悪い患者においても心収縮力の低下や血管拡張による血圧低下を来たすことが少なく, 麻酔の導入や術中の循環動態が比較的安定している特長を有する。しかし, 全く欠点のない理想的な麻酔法であると言えるわけではなく, いくつかの欠点を有している。欠点の主たるものとして, 術中のストレスを完全に遮断する程には作用が強くなく, 血圧上昇を来たしやすいことがあげられる。術中の血圧上昇をきたすストレスとしては, 胸骨切開時のそれが最も頻繁に起こるとされる。Waller らは, $50 \sim 89 \mu\text{g/kg}$ のフェンタニールを与えた12例の患者のうち8例の胸骨切開時の血圧上昇を抑制するのに麻酔薬の付加とニトログリセリンの注入を要したと報告している⁵⁾ Edde は $50 \mu\text{g/kg}$ フェンタニールで12例の患者全例に, 胸骨切開後の高血圧を認めたとしている⁶⁾ Sebel らは, $60 \sim 70 \mu\text{g/kg}$ フェンタニールで45~50%の患者に, 胸骨切開後3~5分にニトロプロ

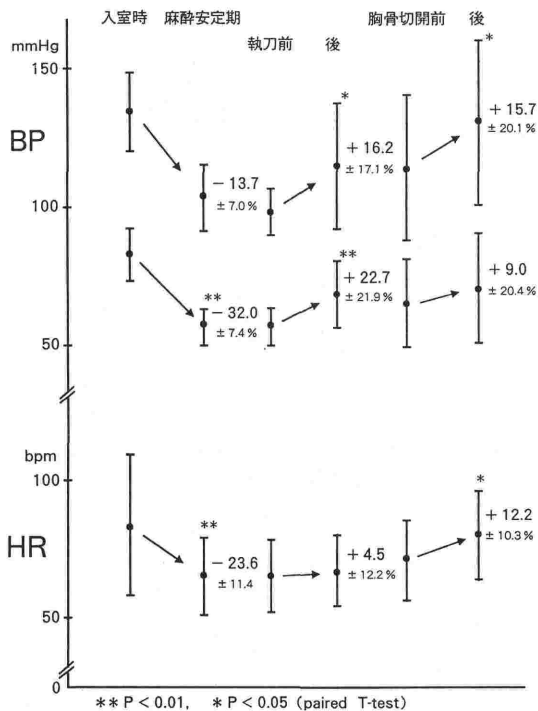


図 2 血圧・心拍数の変動

ルシッドを必要としたとしている⁷⁾。フェンタニールの量を増やして、胸骨切開時の高血圧を防ごうとする試みもなされているが、必ずしもうまく行っていない⁸⁾⁹⁾、150 $\mu\text{g}/\text{kg}$ という大量を使用した Zurich らは、胸骨切開による血圧変動はなかったが心拍出量の有意な減少を認め、しかも覚醒時の呼吸抑制の遷延と、覚醒遅延を来たしたとしている¹⁰⁾。

以上のように、大量フェンタニール麻酔は、開心術の麻酔として心筋収縮力の抑制作用が少なく、心機能の予備力の少ない poor risk な患者にも使用しう麻酔であり、吸入麻酔薬を主体とした以前行われていた麻酔法に比較すれば良い麻酔法であるが、手術侵襲というストレスからの反射性の hyperdynamic な状態を来しやすという欠点を有している。これに対して、本日村上雅子先生が推奨された硬膜外麻酔法は、手術侵襲によるストレスを感受し伝導する経路を遮断し、しかも心筋収縮力抑制作用の強い吸入麻酔薬の使用を最少に抑えるという利点を有している。しかし、この硬膜外麻酔法も森隆比古先生の指摘されたように、交感神経ブロックを介して血管拡張と心筋収縮力抑制を来し、輸液量の増大とカテコラミン使用量の増大よっての対処が必要となる欠点を有している。

本日、我々が呈示した麻酔法は、理論的には、硬膜外にフェンタニールを投与することによって、静注法に比しては、より少量で脊髄後角にあるオピオイドレセプタをより効果的に占拠し、痛みの伝導を遮断することができるのではないかと。また、硬膜外麻酔に比しては、交感神経ブロック作用を伴わないであろうことから、血管拡張と心収縮力抑制がより起こり難いのではないかとという発想に基づいたものである。

本日我々が示したように、本麻酔法は開心術において最も強いストレスとされる胸骨切開に対しても、若干の血圧上昇と心拍数増加におしとどめるだけのストレス遮断作用を有している。また A-C bypass 術における大伏在静脈の採取術の手術刺激に対しても、血圧・心拍数は上昇せず、本麻酔法は大腿部からの痛み刺激をも遮断している。本麻酔法の「腹部手術の麻酔への応用」の際にも発表した¹¹⁾ T₉~T₁₀ 前後のカテーテルより注入した 0.2 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ フェンタニールは、上腹

部から骨盤内の手術痛を抑えることを認めている。これは、脊髄が L₁ 付近で終わることからも分かるように、本麻酔法の作用部位である手術野の神経支配に相当した脊髄後角は、硬膜外局麻法のブロックの対象となる神経根の位置より、より上部により圧縮された形で存在していることから、硬膜外麻酔より少量の薬剤で、より広範囲をブロックできるものと思え、硬膜外麻酔より優れている点の1つにあげられる。

本麻酔法も硬膜外麻酔法と同じように、硬膜外カテーテルを挿入しなければならないという手間が増えることと、それに伴うリスクの上昇という欠点を有する。開心術にはヘパリンが使用され、手術直前に硬膜外腔への穿刺を行うことは硬膜外血腫の発生の危険性が高まるおそれがある。我々が行っている手術前日以前に硬膜外カテーテルを挿入することは、日常の臨床の忙しい合い間にさらに別個の業務が増えること、また心不全の強度な患者や、狭心症発作のおそれのある患者への硬膜外カテーテルの留置を、どこで、どんな体制で行うのかの解決すべき問題点が生じる。これらの不利を乗り越えて、静脈内投与による大量フェンタニール麻酔法に比してより優れた点のある麻酔法であるか否かは、今後の検討課題と思える。

本麻酔法は、術中の疼痛遮断作用が強いという以外に、試行前に予想したより血圧と心拍数の抑制が強く、特に心拍数の減少は予想外のものであった。これらの抑制度は大量フェンタニール静注法より強いという印象を持っているが、そのもたらされる機序については、血中カテコラミンを測定するなどして、今後検討したいと思っている。

ま と め

本麻酔法の特徴をまとめると以下のようになる。

1. 血圧、心拍数は10~30%程度抑制され、穏やかに抑制された循環動態が得られる。
2. 胸骨切開時の循環変動も少ない。
3. 大量フェンタニール静注法に比し、手術のストレスによる血圧心拍数の上昇度が少ないこと、また術後への疼痛管理への移行がより順調に行われることなどの利点があるのではないかと。
4. 硬膜外麻酔法に比しては、循環抑制度が少なく、術中のカテコラミン使用量が少なくてすむという利点があると思える。

5. 今後開心術の一麻酔法として存続して行けるかどうか症例数を増やす予定でいるが、他施設の検討を期待している。

文 献

1) Lowenstein, E., Hallowell, P., Levine, F. H., et al: Cardiovascular response to large doses of intravenous morphine in man. *N Engl J Med* 281: 1389-1393, 1969.
 2) Lowenstein, E.: Morphine "anesthesia"—A perspective. *Anesthesiology* 35:563-565, 1971. Stanley, T. H., Gray, N. G., Stanford, W., et al: The effects of high-dose morphine on fluid and blood requirements in open-heart operations. *Anesthesiology* 38:536-541, 1973.
 3) Stanley, T. H., Webster, L. R.: Anesthetic requirements and cardiovascular effects of fentanyl-oxygen and fentanyl-diazepam-oxygen anesthesia in man. *Anesth Analg* 57:411-416, 1978.
 4) Lunn, J. K., Webster, L. R., Stanley, T. H., et al: High dose fentanyl anesthesia for coronary artery surgery. Plasma fentanyl concentration and influence of nitrous oxide on cardiovascular responses. *Anesth Analg* 58:390-395, 1979.
 5) Waller, J. L., Hug, C. C., Nagle, D. N., et al:

Hemodynamic changes during fentanyl-oxygen anesthesia for aortocoronary bypass operations. *Anesthesiology* 55:212-217, 1981.
 6) Edde, R. R.: Hemodynamic changes prior to and after sternotomy in patients anesthetized with high-dose fentanyl. *Anesthesiology* 56:112-118, 1982.
 7) Sebel, P. S., Bovill, J. G., Boekhorst, R. A. A., et al: Cardiovascular effects of high dose fentanyl anaesthesia. *Acta Anaesth Scand* 36:308-315, 1982.
 8) De Lange, S., Boscoe, M. J., Stanley, T. T., et al: Comparison of sufentanil-O₂ and fentanyl-O₂ for coronary artery surgery. *Anesthesiology* 56: 112-118, 1982.
 9) Sonntag, H., Larsen, R., Hilfiker, O., et al: Myocardial blood flow and oxygen consumption during high-dose fentanyl anesthesia in patients with coronary artery disease. *Anesthesiology* 56: 417-422, 1982.
 10) Zurick, A. M., Urzua, J, Yared, J. P., et al: Comparison of hemodynamic and hormonal effects of large single-dose fentanyl anesthesia and halothane/nitrous oxide anesthesia for coronary artery surgery. *Anesth Analg* 61:521-526, 1982.
 11) 熊沢光生, 山口敏昭, 中野 忍ほか: 硬膜外大量フェンタニール麻酔の検討—腹部手術の麻酔への応用一. 麻酔, 投稿中 (39巻第5号, 1990, 掲載予定)

Epidural high dose fentanyl anesthesia in open heart surgery

Teruo Kumazawa, Masaki Kume, Takeshi Oguchi,
 Masanobu Manabe, Takashi Matukawa and Toshiaki Yamaguchi

Department of Anesthesiology, Yamanashi Medical College, Japan, 409-38

12 patients of ischemic hearts or valvular diseases were scheduled for bypass anastomosis for heart revascularization, open heart valvotomy, annuloplasty or valve replacement.

An epidural catheter was inserted T₃-T₆ interspace in advance on the day before the operation to lessen the possibility of epidural hematoma from using heparin for the cardio-pulmonary bypass. 10 μg·kg⁻¹ fentanyl with epinephrine 1:100,000 was administered through the catheter and the anesthesia was

maintained with 66% N₂O, around 0.2% enflurane and pancuronium. Blood pressure and heart rate were slightly depressed during the operation. Although hypertension and tachycardia during and after sternotomy are common problems in open heart surgery, the increases of blood pressure and heart rate by sternotomy in our cases were 109.0-115.7% of the control and there occurred no event from myocardial ischemia. 5 μg·kg⁻¹ fentanyl with epinephrine was administered through the

epidural catheter every 2.5 hours. Recoveries of cardiac function after cardio-pulmonary bypass in all cases were uneventful and satisfactory. The patients were moved from operating room to the surgical care unit uneventfully.

Although the more investigation will be need-

ed, this anesthesia method might be useful for the patients of ischemic heart disease or for the patients of poor cardiac function because of its mild cardio-vascular depressing and strong analgesic effects.