

# 心 臓 外 科 の 麻 酔

金沢大学医学部麻酔学講座(主任 赤須文男教授)

村 上 誠 一

福 田 明 史

金沢大学医学部外科学第一講座(主任 卜部美代志教授)

荒 川 龍 夫

(昭和43年3月2日受付)

本論文の要旨は1966年11月, 第1回日本麻酔学会北陸地方会  
および1967年7月, 第49回十全医学会例会において発表した。

最近における低体温法の確立や人工心肺装置の発達による体外循環法の進歩は, 心臓外科領域における治療成績の飛躍的な向上をもたらしたが, 一方, 適応の拡大に伴って重篤な症例も手術の対象となってきたために, 新しい問題が次々と生じてきている現状である。

われわれは, 昭和30年1月より昭和42年5月までの間に114例の心臓外科の麻酔を経験したが, これを集計して考察を加えると共に麻酔管理上の2, 3の問題点について検討した。

## 研 究 対 象

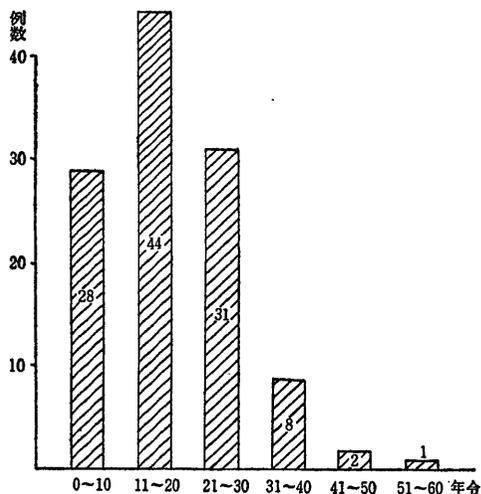
I 疾患別および年令別頻度ならびに年次別推移などについて

疾患別にみた場合, 中隔欠損を有する先天性心奇形と動脈管開存症が比較的多く, この他には後天性の僧帽弁膜症の多いのが目立っている(表1)。年令別には, 11~20歳の層に peak があるが, 最近は手術適応が若年層に向って拡大されるという傾向を反映して, 幼小児例が増加してきている(図1)。年次的には, 3

表1 疾患別頻度

疾患名	例数	♂	♀
VSD	21	11	10
ASD	20	11	9
PS	3	2	1
Fallot氏3徴症	2	1	1
Fallot氏4徴症	9	6	3
Fallot氏5徴症	3	2	1
PDA	18	5	13
心内膜欠損症	1	1	0
冠動静脈瘻	1	1	0
MS	17	11	6
MSI	13	7	6
収縮性心嚢炎	5	4	1
その他	1	1	0
計	114	63	51

図1 年令別頻度



Anesthesia For Heart Surgery **Seitsu Murakami & Akeshi Fukuda**, Department of Anesthesiology (Director: Prof. F. Akasu), School of Medicine, Kanazawa University, and **Tatsuo Arakawa**, Department of Surgery (I) (Director: Prof. M. Urabe), School of Medicine, Kanazawa University



麻酔方法および結果

I 麻酔前投薬

麻酔前投薬は、新しい薬剤の開発に伴って幾つかの変遷を経ているが、われわれの場合はこれをほぼ4群に分けることができる(表6)。これら各群について投薬効果をみると、最近開発され minor tranquilizer に属する diazepam を用いたものは他群に比して呼吸、循環系への抑制作用が少なく、極めて、満足すべき成績が得られた(図3)。とくに、幼小児例にお

いては麻酔前の鎮静状態が頗る良好であるという点から多用されている(表7)。われわれは、原則として atropine を用いているが、一般外科の症例とは異なり、とくに弁膜疾患例では著明な頻脈をきたさないように投与量を適宜減じている。

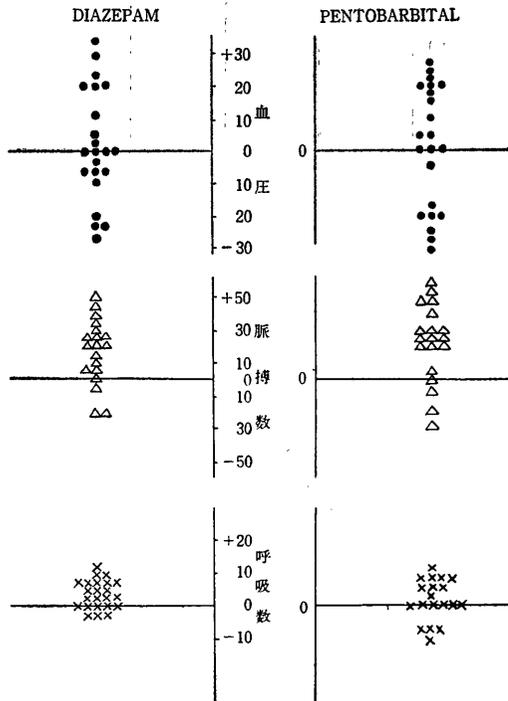
II 導入期の麻酔管理

心肺系の予備力が極めて小さく、わずかな変化が起っても大きく balance が崩れてしまうという症例が多いので、導入方法としては心肺系に対する影響が少ない slow induction が多用され、薬剤としては興

表6 前投薬とその効果

薬 剤	例 数	投 薬 効 果		
		極めて良	良	不 良
I 鎮 痛 剤 (morphine 系) belladonna 剤 (atropine)	23	6	12	5
II 睡 眠 剤 (pentobarbital) 鎮 痛 剤 belladonna 剤	37	16	14	7
III 自律神経遮断剤 (chlorpromazine, vesprine) 鎮 痛 剤 belladonna 剤	16	7	5	4
IV diazepam 鎮 痛 剤 belladonna 剤	38	30	6	2

図3 前投薬の循環器、呼吸器系へ及ぼす影響の比較



奮期が短かく smooth な導入が得られる fluothane を用いた症例が圧倒的に多数を占めている(表8)。導入期における合併症としては血圧下降が最も多く、114例中22例(19.3%)にこれのみとめた(表9)。この変化と術前心電図にみられた心肥大所見とを対比

表7 幼小児症例(10歳以下)における DIAZEPAM の効果(20例)

投 与 量	著 効	有 効	微 効	計	無 効	副 作用	計
0.2~0.4 mg/kg (平均 0.35 mg/kg)	1	13	4	18 (90.0%)	2	0	2 (10.0%)

表8 麻酔導入方法

種 類	例 数
barbiturate・筋弛緩剤(S・C・C)による迅速導入	55
意識下挿管の後 slow induction	11
slow induction	48

表9 麻酔導入時の合併症

合併症の種類	例数
血圧下降	22
血圧上昇	1
不整脈	16
頻脈	7
徐脈	0
心停止	2
喉頭痙攣	2
気管支痙攣	0
気道分泌増加	0
低酸素症	1

註：同一症例で二つ以上の所見を認めたものは重複記載した。

すると、肥大所見のあるもので血圧下降の発生率も下降の程度も大きく、この関係は右室肥大よりも左室あるいは両室肥大を示すものに著明にみとめられた(図4)。また、頻脈を含めた場合、不整脈の発生も114例中23例(20.2%)とかなり多い。

Ⅲ 維持期の麻酔管理

維持麻酔剤としては ether に代って fluothane 使用例が著明に増加してきており、大部分は GOF という形で用いられている(図5)。麻酔維持中の合併症はやはり血圧下降と不整脈が多くみられ、いずれも術前の心肥大所見と密接な関係を有している(表10, 図6)。なお、心内操作と無関係な時期に、114例中10例急性心停止を経験した。

Ⅳ 覚醒期の麻酔管理

麻酔覚醒期の合併症としては、矢張り循環系の障害

が最も多いが、その中でも体外循環下に core cooling が行なわれた際の加温過程中にみられる高度の cyanosis が特徴的である(表11)。これは、体温の上昇と共に次第に消褪してゆくことが多いが、このような症例では基盤に、加温灌流の終了の前後に、心機能の回復と時を同じくして出現してくる acidosis が存在していることが少なくないのでくに注意を払わねばならない(図7)。

V 術後合併症

心臓外科の術後合併症としては、心不全が最も多く

図4 麻酔導入時血圧下降と心肥大所見

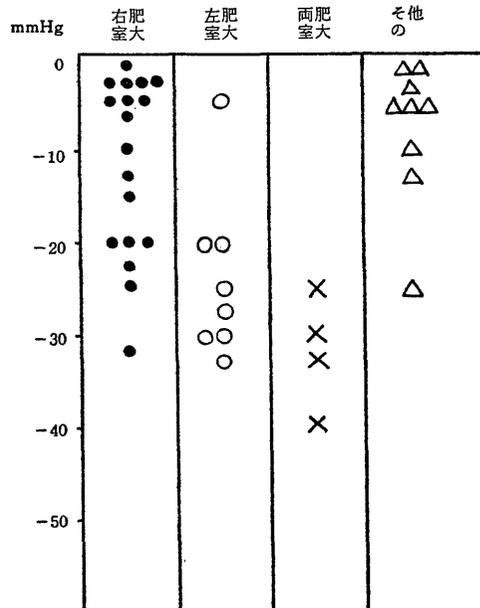


図5 麻酔維持方法の変遷

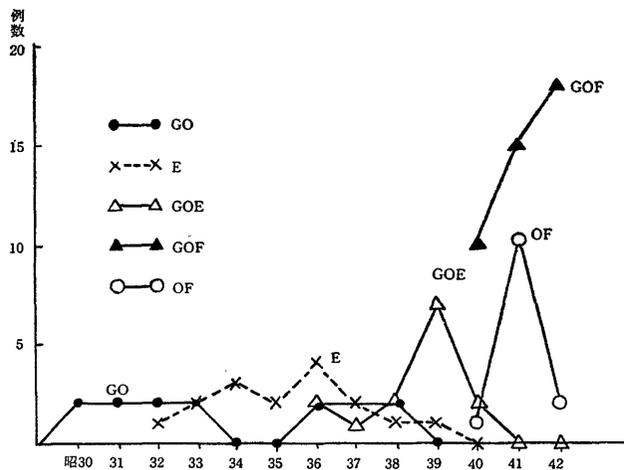


表10 麻酔維持中の合併症

合併症の種類	例数
血圧下降	42
血圧上昇	4
頻脈	9
徐脈	2
不整脈	27
心停止	10
気道分泌増加	1
低酸素症	1

註：同一症例で二つ以上の所見を認めたものは重複記載した。

表11 麻酔覚醒時の合併症

合併症の種類	例数
血圧下降	18
血圧上昇	2
頻脈	6
徐脈	0
不整脈	4
心停止	3
低酸素症 (cyanosis)	40
呼吸促進	4
気道分泌増加	2
ふるえ, 全身痙攣	4

註1：覚醒時気管切開例 24  
 註2：同一症例で二つ以上の所見を認めたものは重複記載した。

表12 術後合併症

合併症の種類	例数
心不全	24
末梢循環不全	1
shock	4
肺炎	12
気胸・胸水貯溜	10
消化性潰瘍, 腸管出血	7
急性腎不全	5
術後過高熱・脳障害	5
下半身並びに下肢麻痺	2
術後神経症	2
黄疽	2

註1：死亡例 22  
 註2：術中死亡 4  
 註3：同一症例で二つ以上の所見を認めたものは重複記載した。

図6 麻酔維持期の血圧下降と心肥大所見

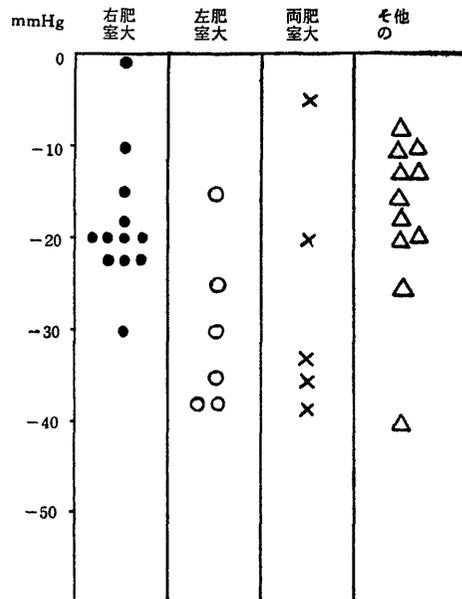
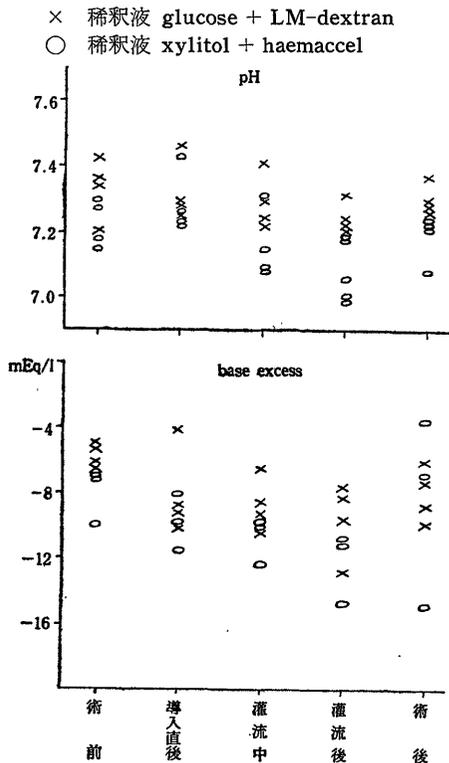


図7 血液稀釈体外循環例の pH 及び base excess の変動



とくに術後早期死亡例は右室不全によるものが少なくない(表12)。そして、このような症例の多くは術前から明らかな右室負荷がみられたものであった。また、術後肺炎も高率にみられたが、この発生には麻酔の維持に用いた薬剤は必ずしも因果関係がないようであり、むしろ術前における肺鬱血や肺高血圧症などの有無や、人工心肺の灌流内容の如何によって左右されるように考えられた。

## 考 察

今日における心臓外科の発達は、村上らの報告<sup>1)</sup>でも明らかなように、低体温法の確立と人工心肺装置の進歩に負うところが大きい。それでも、田口<sup>2)</sup>も指摘しているように、末梢循環障害、acidosisあるいは人工心肺灌流後の肺機能不全など、解決を要する幾多の問題がのこされている。

症例の説明のなかで述べたように、症例数が毎年増加するとともに、松岡ら<sup>3)</sup>の所謂心肺系に risk のあるものも手術対象に加えられてきた。就中、肺鬱血や肺高血圧症のあるものや、心電図ないし血行力学的に右室負荷のあるものは Friedberg<sup>4)</sup> や笹本<sup>5)</sup> のいう如く右室予備力が小さい。そのため、心臓手術に当たって risk が大きいことは木本<sup>6)</sup> の指摘をまつまでもない。とくに、最近、肺高血圧症が心臓手術の予後に大きな影響をおよぼす因子として注目されており、本邦では田口<sup>7)</sup> によって大きく close-up された。

麻酔方法のうち、麻酔前投薬についてはこれまでに一定の方式がなかった。とくに幼小児例では充分な鎮静を得ることがむづかしく、薬剤の撰択に迷うことが少なくなかったが、最近開発された diazepam あるいは nitrazepam などは心肺系に大きな影響を与えることがなく、鎮静効果も確実であるので、村上ら<sup>8)</sup> は一般外科症例のみならず心臓外科領域においても前投薬として多用している。なお atropine については、心臓外科症例は一般外科の症例と異なり、とくに弁膜疾患を有している場合には極端な頻脈をきたすことが少なくないので、Keown<sup>9)</sup> にならって適宜減量するとか、あるいは chronotropic effect の比較的弱い hexamid などを代えて投与している。

次ぎに導入期であるが、この時期は最も事故が起こり易いとされている。心臓外科の症例でも Theye ら<sup>10)</sup> の述べているように同様の傾向にあるが、合併症としては血圧下降が最も多い。なお、われわれの症例では、この血圧下降と、大國ら<sup>11)</sup> が指摘しているような心臓外科症例によくみられる心電図上の肥大所見との間に明らかな相関がみられた。また、この時期には不

整脈も多発しており、頻脈を含めた場合には20.2%におよんでいる。これを同期間における全身状態の良好な一般外科症例での頻脈、不整脈の発生率4.0%という村上ら<sup>12)</sup> の統計観察と比較した場合、かなりの差がみられる。なお、心臓外科の症例ではこの不整脈は循環動態に重大な影響をおよぼすような悪性のものであることが多いので、Theye ら<sup>10)</sup> と同様、その防止には細心の注意を払わねばならないと考えている。

麻酔の維持剤としては、小坂ら<sup>13)</sup> も指摘しているように、最近、ether に代って fluothane がひろく用いられるようになってきた。麻酔深度については、Artusio<sup>14)</sup> は僧帽弁膜症、収縮性心嚢炎などの維持に当たっては極めて浅く麻酔するのがよいと主張しているが、浅い麻酔を長時間維持することは必ずしも容易なことではない。Fluothane は麻酔力が強く、吸気中に高濃度の O<sub>2</sub> を混ざることができるが、麻酔深度がややもすると深くなり呼吸・循環系の抑制があらわれてくるので、実際には気化器に fluotec のような正確な器具を必要とする。

われわれの114例のうち、直視下に心内操作を要するものは何れにせよ低体温法が用いられている。すなわち、初期の頃には撰択的脳冷却法が、次いで表面冷却法が試みられたが、現在はト部ら<sup>15)</sup> の述べているようにほとんどの症例で人工心肺装置を用いて core cooling が行なわれている。この利点を一言にしていえば、Sellick<sup>16)</sup> のいう如く、心内操作が複雑で、長時間にわたって血流停止を必要とする場合には、およそ2時間にわたって灌流が可能であるということであろう。人工心肺装置としては、人工心に weight-balance 方式を採用した MED-SCIENCE 社製 pump を、人工肺には Zuhdi の方式<sup>17)</sup> にならって村上らが作製した<sup>18)</sup> bubble type oxygenator を組み合わせたものを使用しており、10~20%の中等度血液稀釈のもとに、回路内に挿入した heat-exchanger を介して、血液に急速冷却—加温操作を加えた。灌流量はほぼ30~50 ml/kg/min の中等度灌流量である。灌流の前後を通じて心電図、脳波、直腸および食道温の monitoring を行ない、さらに、必要に応じて Astrup micro-method<sup>19)</sup> などにより血液 gas の分析につとめ、灌流前後の血中酸素含量や酸・塩基平衡の状態をうかがい、その調整につとめた。われわれの症例では、灌流中は動脈血の Po<sub>2</sub>, 100~200 mmHg Pco<sub>2</sub>, 40±16 mmHg, pH, 7.15~7.30, BE (base excess), -6.0~-12.0 mEq/l というように軽度の metabolic acidosis を示したものが多かった。これに対してわれわれは、NaHCO<sub>3</sub>, Na-lactate 系あるいは THAM などの

buffer agents を用いて極端な acidosis に陥ることを阻止した。

種々の合併症のうちで最も重篤なもの、すなわち、三枝<sup>20)</sup>の所謂心臓制止を114例中10例に経験した。いづれも侵襲が直接心臓に加わっていない時期、例えば上下空大静脈に tape を通している時期、partial perfusion 中、創を閉じているときあるいは手術終了後などに起ったもので、その原因は区々である。この発生率については、金沢大学第一外科教室における最近5カ年間の一般外科症例2588例についての村上ら<sup>12)</sup>の統計観察で、心停止をみたものが20例にすぎなかったということからみて、心臓外科症例では発生率が極めて高いといえよう。

なお、人工心肺装置を用いている場合には、たとえ心停止が起こっても直ちに補助灌流を行なうことができるので、直接死の転帰をとるといような事態を防ぐことは可能である。事実、われわれの経験した10例の心停止例のうちそのまま死亡したものは1例もなかった。心臓外科の症例においても心停止の発見が速やかでなければ有効な処置を購することができないので、術中、術後を通じて麻酔医と外科医の間に緊密な協調体制が保たれていることが心停止の克服のための不可欠の条件となる。

麻酔覚醒期の合併症としては、循環器系の障害が最も多いが、就中、体外循環下に core cooling が行なわれた際の加温過程に頻発する cyanosis が特徴的である。この cyanosis は hyperventilation 下に充分な O<sub>2</sub> の投与が行なわれていても発生するのであって、これには、低温時での血液の粘稠化や、sludge 現象による末梢循環不全のほか、Long<sup>21)</sup>の述べているように比較的急速な冷却-加温の際に、血液と臓器との間に大きな温度差が生じて酸素の解離がわるくなるという現象も無視できないようである。このほか灌流に伴う血液の変化や肺機能の低下などが複雑に絡み合っていると考えられ、一義的に理解し難い。

病的状態にある心臓に直接侵襲を加える心臓外科では、術後合併症として心不全が頻発することは予想される場所であるが、田口ら<sup>22)</sup>の述べているように、早期死亡例は右室不全によるものが少なくない。そして、これらの大部分は先きにものべたように右室負荷のない肺高血圧症というように、程度の差こそあれ術前すでに心肺系に risk を有していたものである。なお、Provan ら<sup>23)</sup>が指摘しているように、心臓外科では術後肺炎もまた多発しており、これは麻酔の維持に用いた薬剤とは直接因果関係がなく、問題はもっと深いところにあるようである。

次に、体外循環に関する最近の topics について簡単にのべる。この問題については病態生理の研究などが進むとともに、その症状や対策が順次解明されてきている。しかしながら、直視下心内手術に当たって、routine として体外循環下に core cooling が実施されるようになってきた今日、さらに複雑かつ微妙な生体の変化が次々と close-up されてきて、その応接にいとまのない現状である。

即ち、心臓外科の術中、術後管理に当たって理解しておかなければならない最初の問題は、覚醒期の麻酔管理のなかでもふれたように、加温後、心機能の回復と時を同じくして出現する acidosis である。この原因については、まづ、胸骨縦切に加うるに長時間にわたる人工呼吸が続けられることや、田口ら<sup>24)</sup>のいうように体外循環そのものによる lung surfactant の変化が考えられる。一方、前にものべたように、core cooling による急速冷却の際、血液と臓器の間に大きな温度差が生じ、このために酸素が解離しにくくなり、ややもすれば酸素負債を招くこと、冷却時、臓器間に冷却温度の不均衡が起こり、冷却のおくれた臓器では心拍出量の減少にともなって酸素欠乏がおこってくること、さらに、完全な dry field をえるために、時として実施される perfusion arrest によってこの酸素欠乏が一層助長されることなどに起因して、生体が多少とも嫌気性代謝を強いられるという事実もこれに絡み合っているものと考えられる。そして、池園<sup>25)</sup>がのべているように、体外循環中は血流がゆるやかとなり、かつまた、多少とも sludge や aggregation などの現象もおこっているので、嫌気性代謝によって生じた乳酸などの fixed acid は末梢に trap されているが、加温が完了し心機能が回復するとともに一挙に血液中に流入し metabolic acidosis があらわれてくるのであって、灌流時間が延長した場合には肝機能の低下もおこってくるため fixed acid はますます蓄積されるということになる。

Acidosis の防止のためには、自然呼吸をできるだけ温存するようにつとめるとともに、IPPB (intermittent positive pressure breathing) による人工呼吸の呼気相に negative pressure を加味したり、perfusion の時間をできるだけ短縮するとか、冷却および加温の速度を変えるなどの試みがなされてきたが、現段階ではこの傾向を完全に阻止することは不可能であり、治療対策が種々検討されている所以である。

次に、acidosis の治療に当たっては種々の buffer を用いて是正する方法が最も敏速かつ確実であるとき

れており、Astrupら<sup>26)</sup>はbufferにNaHCO<sub>3</sub>を用いる場合には

$$\begin{aligned} & \text{投与すべき NaHCO}_3 \text{ 量 (mEq)} \\ & = \text{BE} \times \text{体重 (Kg)} \times 0.3 \end{aligned}$$

という式によって投与量を決定することを提唱した。この式の0.3は定数であるが、生体のpHの緩衝に動員されるものとして体重の約20%に当たる細胞外液と、これに比較して量は多いけれども緩衝能が低い細胞内液とを含めて考えて、体重の30% (1) がpHの緩衝に働らくとしたものである。BEという概念については、呼吸性acidosisと代謝性acidosisが同時に起こっている場合、果して適用できるのか否かなどの問題もあるが、acidosisを量的に表現し、治療に直結せしめる手段としてひろく利用されている。この数字は、acidosisが起こっている場合には負になり (このときはBD (base deficit) と呼ぶ)、その単位は-mEq/lであるから、投与すべきbaseの量は-mEqという値でえられる。われわれが現在用いている重曹水 (Meylon: 大塚製薬) は7%であり、1 ampule (20 ml) 中に16.7 mEqのNaHCO<sub>3</sub>が含まれていることになるので、計算によって、投与すべきmeylonの量が簡単にえられる。

しかし、実際には、この式によって計算された投与量の重曹ではpHの是正が不十分なことが少なくない。このことについて、Siggaard Andersen<sup>27)</sup>は0.3という数字を0.5にすべきであると報告している。また、Kolffら<sup>28)</sup>はpHの低下がみられた場合は、術後6時間にわたって5%果糖液で希釈した重曹を、4.5 mEq/kgの割り合いでゆっくり投与する方法をすすめている。一方、三村ら<sup>29)</sup>は貧血や低蛋白血症があり、BC (buffer capacity: Long) の低下がある場合には、投与すべき重曹量の算出に当たってBE (またはBD) を計算の基準にすることは不適當であること、ならびに投与した重曹が速やかに腎から排泄されるということも加味して独自の計算法を提案している。なお、最近、acidosisの是正にTHAM (trishydroxy-methyl-amino-methane) が注目されているが、Mooreら<sup>30)</sup>によれば重曹と異なって、細胞外液のみならず、非ionの形のものには細胞膜を通過して細胞内に入り、細胞内のpHも緩衝し得るので、人工心肺灌流後のacidosisの補正には最適であるという。この投与量の計算法について岡田<sup>31)</sup>は、pH 7.4の血中ではTHAMはその70%がion化し、体重の20%に当たる細胞外液で緩衝作用を発揮することから、血液と等張の0.3 molのTHAMを用いる場合の投与必要量は

$$\begin{aligned} & \text{投与すべき 0.3 mol の THAM の量 (ml)} \\ & = \text{BE} \times \text{体重 (Kg)} \times 0.2 \div 0.7 \times 3.33 \\ & \approx \text{BE} \times \text{体重} \end{aligned}$$

になるとのべており、Mooreら<sup>30)</sup>は、人工心肺の加温灌流終了の15分前に150 mg/kgを投与して良い結果をえたと報告している。THAM投与に当たって注意を要することは、呼吸抑制があらわれることである。この原因については血中Pco<sub>2</sub>の急速な低下に伴う呼吸中枢に対するchemical driveの変化が考えられているが、最近ではion化しないで血中にとどまっているTHAMの濃度に関係があるともいわれている。この呼吸抑制の対策としては、THAMの投与量を工夫すればよいとか、重曹を併用すればよいなどといわれているが、われわれもTHAM投与後、著明な呼吸抑制が続いた症例を経験しており、積極的な呼吸管理が不可欠であると考えている。

最近、体外循環後のacidosisについて、人工心肺装置の充填にあてたheparin添加同型血にその発生原因をもとめようとするものがあらわれてきた。それはGadboysら<sup>32)</sup> <sup>33)</sup>のhomologous blood syndromeに関する一連の研究に端を発している。彼等によればhomologous bloodの急速交換はshock状態を招くが、この原因はplasmaおよび細胞成分の末梢におけるtrap現象、すなわちsequestrationであり、これに対しあらかじめ採取、貯蔵しておいたautogenous plasmaを用いてconstant volume exchange (100 cc/kg)を行なった場合には重等なhypotension, acidosisあるいはその他のallergic reactionはみられなかったということである。そして、この防止のためには人工心肺を小型化してpriming volumeの減少をはかること、充填液を晶質液などで希釈することおよび術中は胸腔内や心腔内の血液をできるだけ再使用することなどによって、homologous bloodの使用量の節減をはかることをすすめている。このことは、血液には現行のA・B・O式のみでは解決しえない複雑な抗原物質があることを物語るものであるが、採血、充填、酸素附加および冷却、加温などの一連の操作による血液のdenaturationもこの問題に絡み合っていることは想像に難くない。

Acidosisについてこのような事実が明らかにされるとともに、体外循環後の呼吸管理についてはZeitlin<sup>34)</sup>も術直後よりIPPBを積極的に行なうことをすすめており、今や、心臓外科の術後管理の常識となっている。

最後に、low cardiac output syndromeについてのべる。すなわち、開心術後、とくに体外循環が行な

われた後に心拍出量の低下が続き、容易に回復しえないことがあるが、これについて田口<sup>2)</sup>は心臓自体に問題がある場合と、**metabolic acidosis** を背景にしている場合とがあるとのべている。一方、Osborn<sup>35)</sup>は開心術後心拍出量が正常に保たれておりながら **cyanosis** が強く、努力性呼吸を続ける症例があり、とくに、体外循環を実施したものに屢々みられると報告している。彼等は、この場合に特徴的にみられる呼吸の **minute volume** の低下は、肺における **diffuse atelectasis** の存在と密接な関連があり、その程度は灌流時間や手術内容に比例しているとして、体外循環後は積極的な呼吸管理が必要であることを強調した。Nahas<sup>36)</sup>は、このような **post-perfusion pulmonary syndrome** には **homologous blood** がある役割りを演じているとし、組織学的には未熟な **plasma cell** がその **filtering aptitude** に従って肺に集まっているのがみられ、これは一種の **immune response** であろうとのべている。

Nahas<sup>37)</sup>の **denervated heart lung preparation** を用いての実験では、動脈血の **pH** が7.15になると心は極端に拡張し心拍出量は **control value** の半分以下に減少したということである。五十川<sup>38)</sup>もこれに同意見をのべている。村上<sup>39)</sup>は体外循環による開心術後の **low cardiac output syndrome** の治療対策について、数多くの自験例から、この **acidosis** の是正をはかるとともに、 $\beta$  **adrenergic receptor** の **stimulant** である **isoproterenol** の投与がとくに有効であると考えている。

以上、心臓外科の術後に起こる種々の問題について論じたが、これらは互に密接な関係があるので、その予防および治療に当たっては、広い視野から、多角的な対策がたてられなければならないことを強調したい。

## 総 括

### 心臓外科の麻酔の実際

以上述べたような臨床経験および文献考察などに基づいて、われわれが現在 **routine** として実施している麻酔手技について説明する。

#### I 前処置

##### 1. 心機能の改善

術前、数日間にわたって **digitalization** を行なうと同時に、心筋における代謝を賦活する目的で活性型 **VB<sub>1</sub>** および **ATP** 製剤を投与するほか、血管強化の目的で **VE** 剤を用いる。

##### 2. 気道の清掃

手術の3日位前より抗生物質の投与を開始し、気道

粘液溶解剤の **nebulization** を行なっておく。

#### II 前投薬

心・血管系に比較的影響が少ない **nitrazepam** あるいは **diazepam** を麻酔開始の3時間前に経口投与する。小児では **kg** あたりの投与量をやや多くする。麻酔開始。1時間前と15~20分前に、**pethilorfan 1 mg/kg** を分割投与する。**Atropine** は、一般外科症例よりも量を少なくし、とくに頻脈の著明な患者では使用を避ける場合もある。

#### III 導入

主として **GOF** による **slpw induction** を行ない、筋弛緩剤を用いて気管内挿管しているが、無駄な操作を廃し **smooth** に実施することが導入の要諦である。小児では原則として筋弛緩剤は使用しない。

#### IV 維持

##### 1. 人工心肺灌流前の管理

皮切および胸骨縦切中は積極的に筋を弛緩し、手術操作と相呼応して調節呼吸を続け、縦隔内の臓器や胸膜の不測の損傷を防止する。その後、人工心肺の灌流が開始されるまでに、開創釘による創開大時や上下空大静脈に **tape** を通したり **cannulation** を行なう際などに、時として血圧低下、調律異常をきたすことがあるが、極端な変化をみとめ危険であると考えられるときは手術操作を一旦中止せしめ、状態の回復するのをまつようにしている。なお、**cannulation** に先き立って **3 mg/kg** の **heparin** を静注投与する。この間、麻酔 **gas** の **GOF** の **O<sub>2</sub>** 含量を50%位にして、通常よりも積極的に呼吸補助を行なわねばならない。

##### 2. 人工心肺灌流中の管理

部分灌流の開始と同時に **G OF** の **fluothane** の濃度を半減し、調節または補助呼吸を続けるとともに、**bubble type** の人工肺の中に流している酸素(厳密に言えば、**alkalosis** 防止のために3%の割合に **CO<sub>2</sub>** が混じてあり、流量は **3~5 l/min**) の中に **fluothane** を **0.5~1.0%** の割合に混じ、完全灌流に移行した後は肺血管中の血液の過度の駆出を避け、併せて術野の静止を保つために呼吸を停止せしめておく。この間、肺虚脱を防止する目的で **He-O<sub>2</sub>** の混合 **gas** を **10~15 mm H<sub>2</sub>O** の圧で流しておく。

体外循環の成否は適正流量の保持の如何にかかっているが、麻酔医もこの点について常に留意していなければならない。また、大動脈遮断が必要などときには、たとえ **22~25°C** 程度の低体温下であっても少なくとも20分間位で一旦遮断を解除して心筋への酸素供給をはかった上でさらに必要に応じて遮断を繰り返すようにしなければならない。

手術が終了したならば上下空大静脈の遮断 tape をゆるめ、部分灌流にして急速加温を行ない、加温とともに灌流量を減少させて行く。食道温が 30°C 位に回復したならば加温を中止し、その後は自然に復温するのをまつ。一般には復温と同時に心臓の拍動は強勢になってくるが、この際、心臓の充満度、中心静脈圧の変動あるいは出血量の測定値などから判断して、適宜輸血を行ない適正な循環血液量の保持につとめる。術後、心室細動が続くときには、32~33°C に復温後筋弛緩剤投与と下に counter shock を用いて除細動を行ない正常心拍に戻すことはいうまでもない。

### 3. 人工心肺灌流終了後の管理

灌流終了後は心拍動が強いようならばそのまま経過を観察するが、著明に弱い場合には重要臓器の ischemia を防止する意味で再び補助的に灌流を行なって心機能の回復するのをまつ。この問題には灌流時間の延長ということが附随するので isoproterenol の点滴静注、Ca<sup>++</sup>ion を始めとする血清電解質の balance の乱れの是正、血液 gas の分析などに基づく血液 pH の NaHCO<sub>3</sub> あるいは THAM などによる調整を行ない、術後の low cardiac output syndrome に積極的に対処することが必要である。動静脈 cannula を抜去した後、heparin 中和の目的で硫酸 protamine 3mg/Kg を緩徐に点滴投与する。

### V. 覚 醒

一般の患者よりも hyperventilation になるように呼吸管理を行ない postperfusion lung syndrome の進展を防止するとともに、併せて血中 O<sub>2</sub> 濃度の低下防止につとめる。この頃にも、必要に応じて血液 gas の分析を行なって pH の是正をはからなければならない。

覚醒後の疼痛に対しては比較的早期に鎮痛剤を投与して術後の respiratory distress を防止し、場合によっては積極的に人工呼吸器を用いて長時間にわたって呼吸管理を行なうことも必要である。

## 結 論

以上、われわれが麻酔管理を行なった 114 例の心臓外科症例について統計観察を加えたが、その結果次のことを知った。

1. 麻酔前投薬には、心・血管系に影響が少なく、かつ、良好な鎮静状態がえられるという点で、最近、diazepam が多用されている。

2. 導入は、矢張り心・血管系に影響の少ない GOF による slow induction が増加しており、とくに小児例ではこの傾向が強い。

3. 人工心肺灌流中および術後は、acidosis の発生に細心の注意を払い、要に応じて是正につとめなければならない。

4. 術前、右室負荷ないし肺高血圧症をみとめたものは、術後、心不全や肺炎などを併発し予後不良なのが少なくない。

また、最近、人工心肺灌流に附随して、homologous blood syndrome, postperfusion lung syndrome あるいは low cardiac output syndrome などの変化が目ざされている。これらは互に密接な関係を有しているものと考えられるが、その原因および対策について論じた。

最後に、現在、われわれが routine として行っている心臓外科の麻酔の実際について述べた。

## 文 献

- 1) 村上誠一・上山武史：十全医会誌，71，456 (1965).
- 2) 田口一美：胸部外科，17，138，225 (1964).
- 3) 松岡松三・大山芳郎 塚田恒安：最新医学，21，1455 (1966).
- 4) Friedberg, C. K. : Diseases of the Heart, 2nd Ed., Chapter 4, Philad. & London, W. B. Saunders Co., 1956.
- 5) 笹本 浩：心臓外科の研究 (文部省心臓外科研究班編集)，33頁，東京，医学書院，1958.
- 6) 木本誠二：心臓外科の研究 (文部省心臓外科研究班編集)，72頁，東京，医学書院，1958.
- 7) 田口一美：胸部外科，18，75，152，210，283 (1965).
- 8) 村上誠一・荒川龍夫・奈良高明・古村恒久：外科診療，10，365 (1968).
- 9) Keown, K. K. : Anesthesia for Surgery of the Heart, 2nd Ed., P. 52, Springfield, C. C. Thomas, (1963).
- 10) Theye, R. A., Moffitt, E. A. & Kirklin, J. W. : Anesthesiology, 23, 823 (1962).
- 11) 大國真彦・佐藤文雄・車田孝夫：図説先天性心疾患，28頁，東京，京都，金原出版，(1963).
- 12) 村上誠一・荒川龍夫・浅野英博：金大結研年報，23，上，95 (1965).
- 13) 小坂二度見・横田晃和・後藤 勇：麻酔，14，146 (1965).
- 14) Artusio, J. F. Jr. : J. A. M. A., 157, 33 (1955).
- 15) 卜部美代志・村上誠一・疋島 巖・上山武史・樋口正樹・高橋一郎・永守郁夫：十全医会誌，71，510 (1965).
- 16) Sellick, B. A. : Hypothermia in Cardiac Surgery (edited by Hunter, A. R.), 2, P. 893, Boston, Little Brown and Co., 1964.
- 17)

- Zuhdi, N., Kimmel, G., Montry, J., Carey, J. M. and Green, A. E. : J. Thorac. and Cardio. Surgery, 39, 629 (1960). 18)
- 村上誠一・矢崎敏夫・森彦 博・上山武史・樋口正樹・高橋一郎 : 日臓会誌, 3, 21 (1966). 19)
- Siggaard Andersen, O., Engel, K., Jørgensen, K. and Astrup, P. : Scand. J. Clin. & Invest., 12, 172 (1960). 20) 三枝正裕 : 呼吸と循環, 15, 499 (1967). 21) Long, D. M. Jr. : Dis. of the Chest, 41, 578 (1962). 22) 田口一美・甲斐太郎・小川 新・妹尾良夫・栗原儀郎・藤村顕治・加藤寛治・平野謙策・大瀬戸稔・佐々木甲子郎・村上基千代・名生美喜雄 : 胸部外科, 14, 989 (1961). 23) Provan, J. L., Austen, W. G. & Scannel, J. G. : J. Thorac. and Cardio. Surgery, 51, 626 (1966). 24) 田口一美・佐々木襄・松浦雄一郎 : 胸部外科, 20, 246 (1967). 25) 池園悦太郎 : 外科治療, 15, 682 (1966). 26) Astrup, P., Jørgensen, K., Siggaard Andersen, O. & Engel, K. : Lancet, 1, (7133), 1035 (1960). 27) Siggaard Andersen, O. : Scand. J. Clin. & Invest., 14, Suppl. 66, 1 (1962). 28) Kolff, W. J., Effler, D. B. & Groves, L. K. : Brit. med. J., I, (5180), 1149 (1960). 29) 三村 久・井出愛邦・国重老義・浅井敬一・林田文雄・津田博文・高橋公雄 : 麻酔, 16, 427 (1967). 30) Moore, D. & Bernhard, W. F. : Surgery, 52, 905 (1962). 31) 岡田和夫 : 酸-塩基平衡の臨床 (山村秀夫編集), 232頁, 東京, 朝倉書店, (1966). 32) Gadboys, H. L., Jones, A. R., Slonim, R., Wiscoff, B. G. & Litwak, R. S. : Am. J. Cardiol., 12, 194 (1963). 33) Gadboys, H. L., Litwak, R. S., Kahn, M., Kochwa, S. & Buerger, W. : Am. J. Cardiol., 17, 219 (1966). 34) Zeitlin, G. L. : Anaesthesia, 20, 145 (1965). 35) Osborn, J. J., Popper, R. W., Kerth, W. J. & Gerbode, F. : Ann. Surg., 156, 638 (1962). 36) Nahas, R. A., Melrose, D. G., Sykes, M. K. & Robinson, B. : Lancet, 2, (7406), 254 (1965). 37) Nahas, G. G. : Circulation Res., 5, 489 (1957). 38) 五十川久士・江口昭次・浅野献一 : 胸部外科, 20, 311 (1967). 39) 村上誠一・太田陽一・静藤静広・福田明史 : 麻酔, 17, 458 (1968).

## Abstract

We have managed anesthesia of 114 cases of heart surgery. These cases were statistically discussed. The summary was as follows :

(1) Diazepam is rather frequently administered as the premedication of these cases, for this agent could produce the proper conditions on these patients to induce anesthesia, without being accompanied by uncomfortable effects on the cardiovascular system of these patients.

(2) Most of these cases, especially of children, are slowly induced by GOF inhalation anesthesia to such a degree as to give little effect on the cardiovascular system.

(3) Much care was taken of these patients lest severe acidosis should happen during or after the perfusion-time. Acidosis should be adjusted by the infusion of the buffer solution such as  $\text{NaHCO}_3$  or THAM.

(4) The cases showing right ventricular overload or pulmonary hypertension took the course of bed prognosis, which is remarkably complicated with such as cardiac failure or pneumonia at their postoperative period.

(5) As to heart-lung bypass, much interest has been aroused in homologous blood syndrome, postperfusion lung syndrome, low cardiac output syndrome, etc. General assumption is that these syndromes have close relationship among them. With the results mentioned above, our discussion was centered on the pathogenesis and the treatment of them.

The following will illustrate our processes of routine management of the anesthesia of heart surgery in hand, with a slight partial difference among each other.