

## 成人開心術後早期抜管に關与する因子の検討

山野上 敬夫\*, 和田 誠之\*, 内海 兆郎\*  
 井上 健\*, 松林 克典\*\*, 世良 昭彦\*  
 右田 圭介\*, 岩崎 泰昌\*, 福原 信一\*  
 岡林 清司\*, 大谷 美奈子\*

## 要 旨

開心術後, 12時間以内に抜管された症例(E群; n=46)と, 12~24時間の間に抜管された症例(I群; n=14)の術前・術中・術後ICU入室時の諸因子を retrospective に集計して比較し, どのような症例で早期抜管が不可能であったかを検討した. 術前因子としては, 空気呼吸下の PaO<sub>2</sub> が I 群において有意に低かった. 術中因子としては, I 群において手術・人工心肺・大動脈遮断のそれぞれに要した時間が長く, 出血量および総水分出納が多かった. 術後因子として大量カテコラミン使用症例が I 群において多く, 混合静脈血酸素飽和度が I 群において低かった. 術前から肺酸素化能が低下している症例, 大きな手術侵襲を受けた症例, および術後に心機能を保つために大量カテコラミン使用を必要とする症例では, 早期抜管には慎重であるべき事が示唆された.

**キーワード:** 開心術, 早期抜管, 肺酸素化能, 手術侵襲, 混合静脈血酸素飽和度

## はじめに

開心術における手術手技の進歩, 体外循環技術や心筋保護法の進歩, および麻酔薬・鎮静薬の投与方法の工夫によって, 術後に要する人工呼吸時間は短縮されるようになってきた<sup>1)</sup>. 現在では, 短時間の人工呼吸の後に抜管する, いわゆる“fast track”と呼ばれるスタイルを採用する施設

もある<sup>1-6)</sup>. しかし, それらの施設は重症度によって“fast track”に乗せるべきでない症例のクライテリアを有しており<sup>1-3)</sup>, この見極めは安全管理を行うために大変重要である. 今回, 当集中治療部の症例を retrospective に集計し, 早期抜管が可能であった症例と不可能であった症例との差異を比較検討した.

## 対象と方法

1997年1月から12月の間に, 当院で施行された成人に対する人工心肺使用手術のうち, 胸部大動脈手術を除く68例を対象とした. 症例の男女比は49/19であり, 術式は冠動脈バイパス術36例, 弁置換術または形成術25例, 冠動脈バイパス術+弁置換術または形成術2例, 心房中隔欠損閉鎖術5例であった. すべての手術は同一の術者により行われた.

麻酔法はフェンタニール/酸素/空気を基本とし, 大部分の症例において導入にはミダゾラムが併用され, 維持にはプロポフォールが用いられた. 術後は, プロポフォールを2~3mg/kg/hrで継続投与し, 抜管が可能であると判断した症例においては, ICU入室6時間後にプロポフォールの投与を中止し, 8時間後に抜管することを大まかな目安とした.

抜管までに72時間以上を要した症例が5例, 一旦抜管した後に再挿管を必要とした症例が2例, および抜管できなかった症例(死亡例)が1例あった. これら8例は, 今回の検討の目的に適合しないため, 対象から除外した.

残り60例は全例24時間以内に抜管可能であっ

\*広島大学医学部附属病院救急部集中治療部

\*\* 同 手術部臨床工学技師

た。これらの症例について人工呼吸時間のヒストグラムを作成すると(図1), 2つのピークが表れた。これらをそれぞれ早期抜管群(12時間以内に抜管, E群; n=46), および中期抜管群(12~24時間で抜管, I群; n=14)に分類し, 両群間においてどのような因子に差を認めたかを retrospective に検討した。検討項目は, 術前因子として肺活量, %肺活量, 1秒量, 1秒率, 血清クレアチニン値(Cr), クレアチニンクリアランス(CCr), 糖尿病の有無, 空気呼吸下の動脈血酸素分圧(PaO<sub>2</sub>)を, 術中因子として手術時間, 人工心肺時間, 大動脈遮断時間, 出血量, 総水分出納,

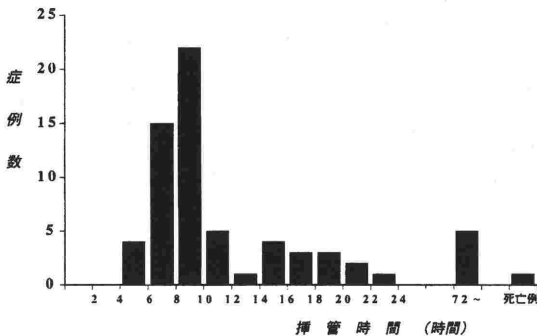


図1 広島大学医学部附属病院において1997年に行われた開心術の, 抜管時間のヒストグラムを示す。72時間以上の人工呼吸を必要とした症例と死亡例を除外すると, 抜管時間は12時間を境として2つのピークを示し, 良好な覚醒を得た時点で条件を満たして抜管に至った症例群と, 翌朝まで人工呼吸下におく方が安全であると判断された症例群とに分かれる傾向を認めた。

フェンタニール投与量, P/F比(PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>; 挿管後, 人工心肺離脱後), および心係数(挿管後, 人工心肺離脱後)を選び, 術後因子としてはICU入室時のP/F比, 心係数, 大量カテコラミン使用の有無, 混合静脈血酸素飽和度(SvO<sub>2</sub>), 血中ヘモグロビン値, 血糖値, 血中乳酸値, および体温について検討した。

統計処理は, Mann-Whitney の U-test および  $\chi^2$  検定を用い, P<0.05をもって有意差ありとした。

## 結 果

両群の characteristic data として, 緊急手術の頻度がI群の方が(p=0.01)高かった。年齢, 性別, Body Mass Index, 術式は両群間に有意差を認めなかった(表1)。術前因子としては, スパイロメーターを用いた肺機能検査の測定値は, 両群間で有意差を認めなかったが, 空気呼吸下のPaO<sub>2</sub>はI群の方が低かった(p=0.03)。また, 腎

表1 Characteristics

	E-群	I-群	p 値
年齢(歳)	59(25-76)	61(45-82)	NS
性別(男/女)	32/14	11/3	NS
Body Mass Index	22.7(16.0-30.1)	23.7(17.2-32.9)	NS
術式(CABG/弁/CABG+弁/ASD閉鎖)	20/20/1/5	10/3/1/0	NS
待期手術/緊急手術	40/6	8/6	0.01

Body Mass Index=体重(kg)/身長(m)<sup>2</sup>,

数値は症例数または中央値(最小値-最大値)で表した(以下すべての表において同様)。

表2 術前因子

	E-群	I-群	p 値
VC (ℓ)	2.96 (1.37-4.66)	3.23 (2.03-4.45)	NS
%VC (%)	94.4 (66.5-130.0)	100.7 (70.5-121.0)	NS
FEV <sub>1.0</sub> (ml)	2376 (1044-3863)	2561 (1551-3662)	NS
FEV <sub>1.0</sub> (%)	80.9 (57.0-93.9)	78.3 (67.6-90.1)	NS
PaO <sub>2</sub> (空気; mmHg)	92.5 (74.3-120.9)	75.7 (70.3-118.6)	0.03
血清クレアチニン (mg/dl)	0.88 (0.49-1.76)	0.93 (0.55-1.93)	NS
クレアチニンクリアランス (ml/min)	60.0 (13.5-158.0)	62.3 (11.1-77.4)	NS
糖尿病(有/無)	8/38	6/8	0.04

機能検査値の両群間における有意差はなかったが、糖尿病を有する症例はI群の方が多かった ( $p=0.04$ ) (表2)。術中因子 (表3) としては、I群において手術・人工心肺・大動脈遮断のそれぞれに要した時間が長く (各々の  $p$  値は0.002, 0.009, および0.02), 出血量および総水分出納が多かった ( $p$  値; 0.004, および0.005)。一方、フェンタニール投与量と心係数は、両群間で有意差を認めなかった。P/F比は、全身麻酔導入後はI群の方が低値であった ( $p=0.02$ ) が、人工心肺離脱直後には有意差を認めなかった。心係数は、挿管後と人工心肺離脱時のいずれにおいても、両群間に有意差を認めなかった。術後因子 (表4) としてP/F比と心係数は両群間に有意差を認めなかったが、カテコラミンの大量投与を必要とした症例はI群の方が多かった ( $p=0.02$ )。また、

$S\bar{v}O_2$ はI群の方が低かった ( $p=0.01$ )。しかし、血中ヘモグロビン値、血糖値、血中乳酸値、および体温は両群間に有意差を認めなかった。

## 考 察

心臓手術の手術手技が向上し、心筋保護法や体外循環技術の進歩と相俟って、術後早期の抜管が可能な症例が増してきたことから、多くの施設で早期抜管が採用されている<sup>1-6)</sup>。早期抜管が術後何時間までの抜管を示すかの定義はないが、2~8時間以内を目安とするものが多く<sup>1,2,4,5)</sup>、いわゆる“fast track”と呼ばれ、欧米各国での医療経済との兼ね合いにおいて<sup>7-9)</sup>広まりつつある。しかし、その中で安全な術後管理を行うためには、明確な基準を設けて早期抜管にふさわしくない症例を選別し除外することが重要である。Karski

表3 術中因子

	E-群	I-群	p 値
手術時間 (分)	300 (200-420)	386 (222-481)	0.002
人工心肺時間 (分)	129 (50-265)	152 (97-263)	0.009
大動脈遮断時間 (分)	77.5 (17-162)	102.5 (30-165)	0.02
出血量 (g)	450 (161-1660)	811 (240-1960)	0.004
水分出納 (ml)	3060 (910-6970)	4365 (1430-5863)	0.005
フェンタニール ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	37.7 (14.1-65.6)	43.8 (26.9-56.6)	NS
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$	挿管後	462.6 (214.7-645.5)	0.02
	人工心肺離脱後	467.9 (174.2-627.4)	NS
心係数 ( $\ell/\text{min}/\text{m}^2$ )	挿管後	2.39 (1.46-4.90)	NS
	人工心肺離脱後	4.32 (1.74-7.10)	NS

表4 術後因子 (ICU入室時)

	E-群	I-群	p 値
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$	325.3 (141.0-511.2)	254.6 (116.7-663.0)	NS
心係数 ( $\ell/\text{min}/\text{m}^2$ )	3.37 (2.07-5.98)	3.00 (2.40-4.67)	NS
大量カテコラミン (有/無)	3/43	3/10	0.02
$S\bar{v}O_2$ (%)	76.2 (64.0-88.0)	70.0 (60.6-83.0)	0.01
ヘモグロビン (g/dl)	10.1 (8.4-13.0)	10.4 (8.3-11.3)	NS
血糖値 (mg/dl)	186 (99-292)	212 (122-337)	NS
血中乳酸値 (mg/dl)	32.7 (9.6-91.9)	31.6 (19.9-52.2)	NS
体温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	36.2 (33.7-38.0)	36.2 (34.1-37.6)	NS

大量カテコラミン; ドパミン+ドブタミン $\geq 10\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ , またはノルエピネフリン投与

ら<sup>1)</sup>は、早期抜管除外基準として術前因子として肺水腫、心原性ショック、重度の容量負荷、敗血症を、術中因子として人工心肺時間120分以上、重度の心筋不全、凝固系異常、25℃以下の低体温を、そして術後因子としては、出血、循環動態不安定、低酸素、および脳血管障害を挙げている。本研究の検討期間中においても、8例において72時間以上の人工呼吸を必要とした。これらの症例は、術前因子としての心原性ショック、低肺機能、術中因子としては大量出血、または術後因子として出血、脳梗塞のいずれかを有していた。これらの症例が、いわゆる“fast track”に乗せる適応でないことは明らかであり、本研究の目的には適合しないので、これらの症例は今回の検討から除外した。

24時間以内に抜管された60例についてヒストグラムを作成したところ、12時間以内と12~24時間に2つのピークを示したので、これらをそれぞれE群とI群に分類して検討を行った。Higginsら<sup>10)</sup>は、施設の取り決めとして午前0時から6時までの間は抜管を行わないことを原則としている。筆者らはこのような取り決めはしていないが、このヒストグラムの結果は、retrospectiveにみて、当施設でもHigginsらと同じ考え方をする傾向にあることを反映している。すなわち、E群は良好な覚醒を得た時点で条件を満たして抜管に至った症例と考えられ、一方のI群は翌朝まで人工呼吸下におく方が安全であると判断された症例と考えられる。したがって本研究で定義した早期抜管は他の報告にあるような2~8時間といった早いものではない。フェンタニールの効果が覚醒レベルまで低下した段階で、他の抜管条件がすべて満たされた症例を早期抜管群として、それが可能であったか否かを検討したと考えるのが、本研究の結果を解釈する上で妥当である。

術中因子として両群間に有意差を認めたものの一つは、手術・人工心肺・大動脈遮断の時間であり、それぞれ概ね6時間、160分、および100分以上に達した症例では早期に抜管されない場合が多くなっていった。前述のKarskiらの早期抜管除外基準<sup>1)</sup>は人工心肺時間を120分以上としている。本研究の結果、Karskiらの基準ほど厳しくはないものの、当施設においても、結果的に早期抜管可能な症例は人工心肺が長時間におよばない症例で

あったことが示された。

出血量および総水分出納も、術中因子として両群間に有意差を生じた。出血量が多くなれば水分出納も大きくなるであろうし、また両者とも人工心肺時間や手術時間にも影響を受けると考えられる。これらをまとめて手術侵襲の大きさとして理解するならば、本研究の結果は、早期抜管可能なのは手術侵襲が過大にならない症例であると解釈される。

フェンタニール投与量は、両群間で有意差を認めなかった。本研究の対象とした症例におけるフェンタニール投与量は、約40 $\mu$ g/kgを中央値として分布しており、この投与量は、ICU入室後8時間を目安として抜管するのであれば抜管時間に影響を及ぼさないと考えられる。

肺酸素化能の指標としては、術前の空気呼吸下のPaO<sub>2</sub>と、全身麻酔導入後のP/F比は両群間で差を認め、人工心肺離脱後とICU入室時のP/F比は、両群間に有意差がなかった。ひとつには、術前から肺酸素化能が低い症例では早期抜管になりにくかったとの解釈が成り立つ。人工心肺離脱後のデータは正確に採血ポイントを設定していたわけではないので人工心肺の影響が残っている可能性もあり、解釈には慎重を要する。一方、ICU入室時のP/F比に両群間で差がなかったことは、肺酸素化能が抜管基準の重要な因子となることから考えれば、解釈が難しい。その後の経過の中で差が現れる可能性があるが、本研究では測定点を設定していないために、その評価はできなかった。手術侵襲の大きさが肺酸素化能に及ぼす影響の検討と併せて、今後の課題である。

心係数に関しては、すべての測定点において両群間に有意差を認めなかった。心係数は、麻酔薬投与方法や各種循環作動薬によって制御された結果としてのcardiac performanceを表す指標であるから、この結果から、各症例のもともとの心機能・心筋収縮力が早期抜管の可否に影響しないと結論する事はできない。むしろ、ICU入室時には大量カテコラミン使用症例がI群において有意に多いことから、もともと心筋収縮力はE群に比べて低いけれど、循環管理によって同等の心係数を保っているものと考えられる。したがって、心係数が保たれていても大量のカテコラミンを投与する必要がある症例では、早期抜管に慎重であるべ

きであると解釈される。

$S\bar{v}O_2$ は循環・呼吸・代謝を総合したパラメーターであり、ICU入室時の $S\bar{v}O_2$ の値に両群間で有意差があったことは興味深い。この差が生じた機序を検討する目的で、ICU入室時の肺酸素化能、心係数、血中ヘモグロビン値、血中乳酸値、および体温を両群間で比較したところ、いずれも有意差は認めなかった。ただし、 $S\bar{v}O_2$ はこれらいくつかの変数の従属変数であるので、一つ一つの変数において両群間に有意差がなくとも結果として差が生じる可能性は考えられる。P/F比と心係数に関してはE群の方が良好な値をとっており、これらの総和として $S\bar{v}O_2$ が高値を示した可能性が挙げられる。 $S\bar{v}O_2$ は比較的簡便で総合的な指標であるので、術後人工呼吸時間への影響をさらに分析していくことは興味深い。

糖尿病の有無に両群間で有意差を認めたが、その理由は不明である。可能性としては、動脈硬化などのために循環管理や輸液管理を間接的に難しくしたことや、浸透圧利尿によって循環血液量の安定に時間を要することなどが挙げられる。

本邦でもプロポフォルが用いられるようになり、開心術後の早期抜管への応用に関しても、広く議論されている<sup>5,10-12)</sup>。本研究はプロポフォルに焦点を当てたものではないので、その有用性に関する議論はできない。ただし当施設においても、対象とした症例を含むほとんどの開心術後症例においてプロポフォルを用いており、より良い術後管理を目指す上で、有用な薬物であるとの印象を持っている。より安全な開心術後の早期抜管を目指すためには、患者の状態に加えて鎮静薬の投与方法を併せて検討していく必要があると考える。

## ま と め

開心術後、12時間以内に抜管された症例と、12～24時間の間に抜管された症例の術前・術中・術後ICU入室時の諸因子をretrospectiveに集計した。術前から肺酸素化能が低下している症例、手術侵襲が大きい症例、および心係数を保持するために

大量のカテコラミンを必要とする症例においては、早期抜管には慎重であるべき事が示唆された。

なお、本論文の要旨は、第45回日本麻酔学会総会(1998年、鹿児島市)にて示説発表した。

## 文 献

- 1) Karski JM : Practical aspect of early extubation in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth (Suppl 1)* : 30-33, 1995
- 2) Chong JL, Grebenik C, Sinclair M, et al : The effect of a cardiac surgical recovery area on the timing of extubation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 17 : 137-141, 1993
- 3) Coe V : Early extubation: perspective from a community hospital. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 5(Supple 1) : 37-43, 1995
- 4) Papadakos PJ, Earley MB : Physician and nurse considerations for receiving a "fast-track" patient in the intensive care unit. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 5 (Supple 1) : 21-23, 1995
- 5) Cheng DCH, Karski J, Peniston C, et al : Morbidity outcome in early versus conventional tracheal extubation after coronary artery bypass grafting: a prospective randomized controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 112 : 755-764, 1996
- 6) Myles P, Buckland M, Weeks A, et al : Hemodynamic effects, myocardial ischemia, and timing of tracheal extubation with propofol-based anesthesia for cardiac surgery. *Anesth Analg* 84 : 12-19, 1997
- 7) Mora CT, Dudek C, Torjman MC, et al : The effect of anesthetic technique on the hemodynamic response and recovery profile in coronary revascularization patients. *Anesth Analg* 81 : 900-910, 1995
- 8) Cheng DCH, Karski J, Peniston C, et al : Early tracheal extubation after coronary artery bypass graft surgery reduces costs and improves resource use. -a prospective randomized controlled trial. *Anesthesiology* 85 : 1300-1310, 1996
- 9) Sherry KM, McNamara J, Brown JS, et al : An economic evaluation of propofol/fentanyl compared with midazolam/fentanyl on recovery in the ICU following cardiac surgery. *Anaesthesia* 51 : 312-317, 1996
- 10) Higgins TL, Tared JP, Estafanous FG, et al : Propofol versus midazolam for intensive care unit sedation after coronary artery bypass grafting. *Crit Care Med* 22 : 1415-1423, 1994
- 11) Wahr JA, Plunkett JJ, Ramsay JG, et al : Cardiovascular responses during sedation after coronary revascularization. -indices of myocardial ischemia and hemodynamic episodes with propofol versus midazolam. *Anesthesiology* 84 : 1350-1360, 1996
- 12) 山野上敬夫 : 開心術におけるプロポフォルのpitfall. *Cardiovascular Anesthesia* 2 (1) : 34-37, 1998

## Factors Affecting Duration of Postoperative Mechanical Ventilation in Cardiac Surgery Patients

Takao Yamanoue\*, Seishi Wada\*, Yoshiro Utsumi\*, Takeshi Inoue\*  
Katsunori Matsubayashi\*\*, Akihiko Sera\*, Keisuke Migita\*, Yasumasa Iwasaki\*  
Shinichi Fukuhara\*, Kiyoshi Okabayashi\*, Minako Ohtani\*

Departments of \*Emergency and Critical Care Medicine and \*\*Operation Management,  
Hiroshima University Hospital  
Hiroshima, Japan

A retrospective study was conducted to clarify factors affecting the duration of postoperative mechanical ventilation in patients who underwent cardiac surgery. Sixty cardiac postoperative patients who were successfully extubated within 24 hours were studied. Forty-six patients were extubated within 12 hours (E-group), and the remaining 14 patients (I-group) were extubated during the period between 12 and 24 postoperative hours. Preoperative PaO<sub>2</sub> was lower (P=0.03), and the percentage of diabetic patients was higher (p=0.04) in the I-group. Longer duration of surgery (p=0.002), cardiopulmonary bypass

(p=0.009), and aortic cross clamping (p=0.02) were observed in the I-group, and a greater amount of intraoperative bleeding (p=0.004) and water balance (p=0.005) were also found in the I-group. The percentage of patients who required a high dose of catecholamines was higher (p=0.02), and S $\bar{v}$ O<sub>2</sub> was lower (p=0.01) in the I-group. These observations suggest that patients with a lower preoperative PaO<sub>2</sub>, excessive intraoperative surgical invasion, or high doses of postoperative catecholamines should not generally be extubated in the early postoperative hours.

**Key words** : Cardiac surgery, Early extubation, Pulmonary oxygenation, Surgical invasion,  
Mixed venous oxygen saturation

(Circ Cont 20 : 180~185, 1999)