

- 11) Huckauf H, Ramdohr B, Schroder R : Dopamine induced hypoxemia in patients with left heart failure. Eur J Clin Pharmacol 14 : 217 ~ 224, 1976
- 12) Prewitt RM, Oppenheimer L, Sutherland JB,

Wood LDH : Effect of positive end-expiratory pressure on left ventricular mechanics in patients with hypoxemic respiratory failure. Anesthesiology 55 : 409~415, 1981

## 開心術後長期人工呼吸症例の要因と循環管理

公文 啓二\* 田中 一彦\* 内藤 泰顕\*\*  
藤田 毅\*\*

### はじめに

近年、術式および補助手段の進歩に伴い開心術の適応が拡大し、従来手術適応のなかった重症例にも積極的に手術が行われてきている。重症例では術後長期間人工呼吸を要する症例も多く、かかる症例の治療成績は必ずしも良好であるとはいえない。治療成績向上のポイントは、長期間人工呼吸管理をいかに短縮するかにある。今回は、長期間人工呼吸管理の要因を検討するとともに人工呼吸管理中の循環管理について述べたい。

### 長期人工呼吸管理の要因

長期間人工呼吸の要因についての検討は、成人開心術後症例、小児開心術後症例および再挿管例を対象とした。

1) 成人開心術後症例 : 174 例の成人開心術後症例について術前肺機能検査、心臓カテーテル検査、術後低心拍出量症候群 (LOS) の有無、肺合併症の有無と呼吸管理期間との関係について検討した。

術前肺機能障害と挿管期間との関係は表 1 に示すごとく各群に有意差 ( $p < 0.05$ ) はなく、また心臓カテーテル検査成績においても有意な関係は認められなかった。そこで早期抜管例と長期人工呼吸管理例を比較し、長期間人工呼吸に及ぼす因子について検討した。因子として %VC、術前心拍出係数 (CI)、術後の肺合併症の有無、LOS の有

表 1 術前肺機能障害と挿管期間

TYPE OF PUL. DYSFUNCTION	NO. OF CASES	DURATION OF INTUBATION*
NONE	86	$1.6 \pm 4.1$
CONSTRUCTIVE**	55	$1.9 \pm 1.5$
OBSTRUCTIVE***	12	$1.7 \pm 1.0$
COMBINED	21	$1.6 \pm 0.9$

\* MEAN  $\pm$  SD days

\*\* %VC < 80

\*\*\* %FEV<sub>1.0</sub> < 70

表 2 早期抜管例と長期人工呼吸管理例の比較

	NO. OF CASES	%VC	%FEV <sub>1.0</sub>	CI (PREOP)	ECC TIME	PUL. COMPL.	LOS
EE	158	$83 \pm 18$	$80 \pm 10$	$3.2 \pm 0.9$	$147 \pm 82$	36 (23)	19 (12)
PVS	16	$64 \pm 18^*$	$75 \pm 14$	$2.7 \pm 0.7^*$	$148 \pm 34$	11* (69)	9* (56)

\*  $p < 0.05$

MEAN  $\pm$  SD

( ) = %

表 3 長期人工呼吸の因子と挿管期間

	%VC		PREOPERATIVE CI		POSTOPERATIVE LOS		PULMONARY COMPLICATION	
	< 60%	> 60%	< 2.2	> 2.2	+	-	+	-
NO. OF CASES	15	159	24	150	28	146	47	127
DURATION OF INTUBATION	2.1	$1.6 \pm 3.1$	$1.6 \pm 0.3$	$1.8 \pm 3.4$	4.2	$1.2 \pm 3.1$	3.4	$1.1 \pm 0.4$
P	NS		NS		< 0.05		< 0.05	

\* 16 cases had residual PH

MEAN  $\pm$  SD

無が抽出された (表 2)。ついで、術前 %VC が 60 未満と以上、CI が  $2.2 \text{ l/min/m}^2$  未満と以上、肺合併症の有無、LOS の有無の挿管期間を比較すると、術前 %VC および CI には有意差はなく、術後の肺合併症および LOS に有意差が認められた (表 3)。また術後残存する肺高血圧症例 (PH) が LOS 症例の多くを占めた。以上より術後長期人工呼吸の因子として術前因子の影響は少なく術後の LOS、肺合併症、肺高血圧がより大きく影響することが示唆された。

2) 小児開心術後症例 : 小児開心術後 264 例を対象に長期挿管の要因について検討した<sup>1)</sup>。これ

\* 国立循環器病センター ICU

\*\* 国立循環器病センター心臓外科

表 4 小児開心術後症例の対象

疾患名		挿管期間				計
		4日以上 ＜1才	≥1才	4日未満 ＜1才	≥1才	
VSD	simple	4	4	7	44(1)	59(1)
	complicated	4		3	20	27
TGA	I	3(1)		3		6(1)
	II	5(2)	2(1)		1	8(3)
	III		1		1	2
TAPVR	I	3		1		4
	II	3				3
	III			4(4)		4(4)
DORV		2	3	1	4	10
ECD	partial	1(1)			7	8(1)
	complete		4(1)	1(1)	4	9(2)
TOF			2		34	36
Others		3(1)	4	5	76	88(1)
計		28(5)	20(2)	25(5)	191(1)	264(13)

(79.1～80.12)

(79.1~80.12)

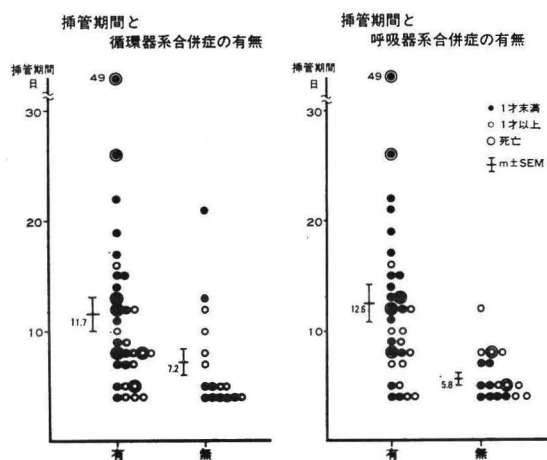


図 1 循環および呼吸器合併症と挿管期間

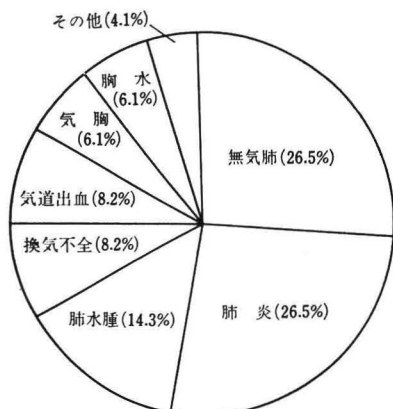


図 2 小児開心術後の呼吸器合併症

らのうち4日間以上の長期挿管を要した症例は48例(18.2%)であり、発生率は、1歳未満は52.8%，1歳以上では9.5%であった。基礎疾患の内訳を表4に示すが、長期挿管例は主として肺

表 5 再挿管例の年齢別分布

	A群	B群	C群	計
再挿管例	11 (11%)	11 (3.2%)	30 (4.3%)	52 (4.5%)
全症例	100	347	699	1,146

1979.1~1981.12. ICU. NCVC

A群：1才未満，B群：1才以上15才未満，C群：15才以上。

表 6 再挿管例の疾患別分布

	A群	B群	C群	計
Congenital.				
VSD・PH	6	2	1	9
ASD	1	1	2	4
TOF		2	1	3
ECD		2		2
TGA	2			2
DORV	1	1		2
TAPVR	1			1
PAPVR		2		2
PDA		1		1
Acquired				
Mitral			16	16
Aortic			3	3
Combined			5	5
others			2	2
計	11	11	30	52

A群：1才未満，B群：1才以上15才未満，  
C群：15才以上

表 7 再挿管理由

	A群	B群	C群	計
換気不全	6	3	7	16
喀痰喀出困難	3	4	8	15
LOS	1	3	9	13
誤嚥	1	1	2	4
不整脈	0	0	2	2
その他	0	0	2	2
計	11	11	30	52

A群：1才未満，B群：1才以上15才未満，C群：15才以上。  
LOS：低心拍出量症候群。

高血圧症例，複雑心奇形例であった。

長期挿管例を対象に術後循環系の合併症の有無および呼吸器合併症の有無で挿管期間を比較すれば、図1に示すごとく両者とも明らかな差が認められた。このように、小児開心術後症例においても、長期挿管の要因としてPHや術後LOSおよび肺合併症の存在が抽出された。肺合併症は、無気肺、肺炎、肺水腫が高頻度であった(図2)。

3) 再挿管例の検討：再挿管例52例を1歳未満(A群)，1歳以上15歳未満(B群)，15歳以上(C群)の年齢別に分類し検討した(表5)。A群において発生頻度は最も高く11%であった。

次に疾患別の分布をみると表 6 に示すごとく肺高血圧症を合併する心室中隔欠損症や僧帽弁狭窄症 (MS) に多くみられた。再挿管の理由として低年齢症例は肺合併症によるものが、高年齢層では加えて LOS によるものが多くを占めた (表 7)。

以上長期人工呼吸の要因として、成人例、小児例および再挿管例いずれにおいても、術後 LOS、肺合併症および肺高血圧症の 3 者が抽出された。しかし肺合併症の多くは LOS に起因する肺水腫や胸水および LOS による長期挿管に基づく肺炎や喀痰排出困難であり、これらの肺合併症が人工呼吸管理をさらに長期化するといった悪循環がみられる。すなわち、開心術後においては、長期間人工呼吸の短縮化には血行動態の安定が第一である。

表 8 成人開心術後の疾患別血行動態の目標

	BP (syst) mmHg	HR /min	LAP mmHg	CI l/min/m <sup>2</sup>
MR				
MSR	>100	100	<13	>2.5
MS				
AR		105	<5	>3.5
ASR	>100	95	<10	>3
MR+AR				
MS+AR	>100	100	<10	>3
Coronary				
EF ≤ 0.35	>100	100	<10	>2.3
EF > 0.35				>2.9

(RA pacing)

循環管理について

長期挿管の重要な要因である LOS および肺高血圧症の治療を検討するとともに術式の変更により著しく人工呼吸管理期間を短縮し得た例を呈示する。

1) LOS の治療：開心術後の血行動態は、疾患あるいは術式により異なり、その特徴を把握して管理することが重要である。表 8 には成人の、表 9 には小児の疾患別の術後の血行動態の管理基準を示した。これを目標として、長期間人工呼吸の最大の要因である LOS の治療にあたるが、LOS の治療は図 3 に示すごとく心拍出量を規定する 4 つの因子を調節することによって行い、必要であれば IABP, V-A バイパスなどの補助循

表 9 小児開心術後の疾患別血行動態の目標

Disease	cases	BP (syst) mmHg	HR /min	LAP mmHg	CVP cmH <sub>2</sub> O	CI L/min/m <sup>2</sup>	SI ml/beat/m <sup>2</sup>
VSD	(68)	>90	135	6	11	3.4	25
TF	(26)	>90	150	10	13	2.9	19
ASD	(17)	>90	120	6	9	3.4	26
TGA	(15)	>90	170	10	15	(2.7)	(16)
DORV	(8)	>90	170	13	15		
TAPVC	(5)	>90	155	10	12	(3.1)	(20)
A-V canal	(5)	>90	145	10	14	(3.3)	(23)
ECD	(5)	>90	130	7	10	(3.1)	(27)
PDA-cMR	(4)	>90	125	6	11	(5)	(40)
TA	(2)	>90	150	3	17		
Co/A complex	(2)	>90	165	8	15	(3.8)	(21)
PAPVR	(2)	>90	135	9	10	(3.9)	(33)
r-PA from asc. Ao	(2)	>90	155	8	15	(3.6)	(24)

(6歳以下)

Hemodynamic Treatment on Circulatory Failure

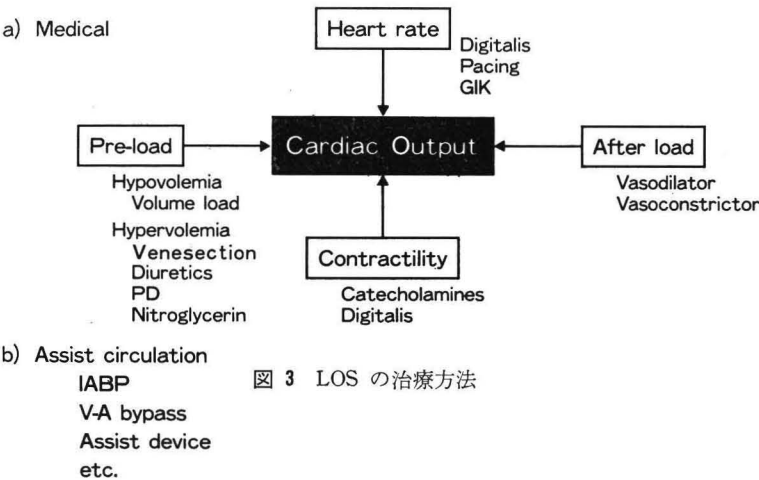


図 3 LOS の治療方法

# V-A bypass 離脱例

E.E. 2 6/12 M. TF Total correction

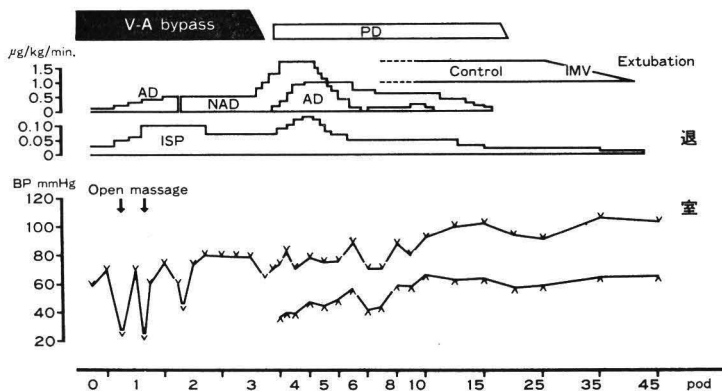


図 4 V-A bypass 離脱例

表 10 開心術後の LOS : 疾患別頻度

	LOS (死亡: %)	% (LOS/総数)	ECC 時間 (分)
冠動脈疾患	23 (1: 4.3%)	18.5% (23/124)	141.0 ± 57.2
大動脈弁疾患	8 (1: 12.5%)	11.0% (8/73)	152.8 ± 62.3
僧帽弁疾患	12 (1: 8.3%)	6.0% (12/201)	116.5 ± 21.9
連合弁疾患	11 (1: 9.1%)	11.8% (11/93)	144.9 ± 25.8
先天性心疾患	16 (2: 12.5%)	8.0% (16/199)	215.1 ± 72.4
計	70 (6: 8.6%)	10.1% 70/690	154.5 ± 57.6 (m ± SD)

LOS: CI < 2.2 l/min/m<sup>2</sup>

1981.1 ~ 1982.12

表 11 開心術後の LOS : 疾患別治療

症例数	ペーシング	Catecholamine	Vasodilator	IABP	容量負荷
冠動脈疾患	23 (52.2%)	20 (87.0%)	23 (100%)	15 (65.2%)	20 (87.0%)
大動脈弁疾患	8 (37.5%)	7 (87.5%)	4 (50.0%)	3 (37.5%)	6 (75.0%)
僧帽弁疾患	12 (66.7%)	12 (100%)	9 (75.0%)	1 (8.3%)	9 (75.0%)
連合弁疾患	11 (100%)	11 (100%)	5 (45.5%)	0	9 (81.8%)
先天性心疾患	16 (81.3%)	14 (87.5%)	8 (50.0%)	2 (12.5%)	8 (50.0%)
計	70 (67.1%)	64 (91.4%)	49 (70.0%)	21 (30.0%)	52 (74.3%)

環を用いる。

過去 2 年間に経験した開心術後 LOS 症例の循環管理について疾患別に検討した (表 10)。表 11 には疾患別の治療内容を示す。冠動脈疾患では、カテコラミン、ニトログリセリン、容量負荷、IABP が頻用され、大動脈弁疾患では、ドパミンと容量負荷、僧帽弁疾患ではドパミンとフェントラミン、連合弁膜症では、ペーシング、カテコラミン、容量負荷、先天性心疾患ではカテコラミンとペーシングが高頻度に用いられた。

図 4 は補助循環として V-A bypass を用いた例を示す。72 時間にわたる V-A bypass を離脱し、離脱後高濃度のカテコラミンの投与を行い血行動態の維持を得た。次第に安定しカテコラミンの減量が可能となったため、術後 25 日目より人工呼吸器のウィーニングを開始しウィーニングに成功した。患児は現在何ら後遺症を残さず正常に日常生活を送っている。このように、開心術後の循環管理はあらゆる手段を駆使して血行動態を維持することが重要である。

カテコラミン使用中はウィーニングを避けるべきだとの意見もあるが、重症例では長期にカテコラミンを要する症例は多い。著者らはウィーニングは人工呼吸器からを第一とし、カテコラミンや IABP を用いて血行動態を維持し、早期抜管に努めている。表 12 は、前述の小児長期挿管例 48 例のうちウィーニングを試みず死亡した 6 例を除く 42 例のウィーニング開始時のカテコラミンの使用状況であるが、イソプロテノール (ISP) は全例に、アドレナリン (Ad) が 14 例に使用されており、その投与量は ISP で開始量の約 6 倍、Ad で約 2 倍であった。

2) 肺高血圧症: 肺高血圧症例では、ウィーニングに際して LOS に陥りやすい。図 4 は、その悪循環を図式化したものである。ウィーニングに伴い、内因性のカテコラミンの増加やレニン-アンギオテンシン系の興奮がおこり肺血管収縮と体血

表 12 小児開心術後のウィーニング開始時の  
カテコラミン使用状況

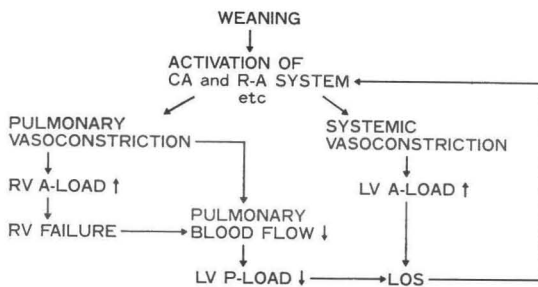
ウィーニング開始時のカテコラミン投与濃度

Isp (42例/42例)	$0.0295 \pm 0.0239 \text{ } \mu\text{g/kg/分}$
Ad (14例/42例)	$0.223 \pm 0.138 \text{ } \mu\text{g/kg/分}$

(m $\pm$ SD)

表 13 肺高血圧症例のウィーニング時の循環管理

PULMONARY ARTERY DILATING AGENTS		
Trazolin	Isoproterenol	Oxygen
Prostaglandin E	Dobutamine	
Nitroglycerin		
Captopril		
INOTROPIC AGENTS		
Isoproterenol	** Noradrenalin & Adrenalin	
Dobutamine	are	
Dopamine	CONTRAINDICATION	
SYSTEMIC UNLOADING		
Phentolamine	Intra-Aortic Baloon Pumping	
Aprezolin		



CA=CATECHOLAMINE, R-A=RENIN-ANGIOTENSIN, A-LOAD=AFTER-LOAD  
 P-LOAD=PRE-LOAD, R(L)V=RIGHT(LEFT) VENTRICLE,  
 LOS=LOW CARDIAC OUTPUT SYNDROME

図 5 肺高血圧症例のウィーニング時における悪循環

表 14 左房縫縮術例の治療成績

	non LAP群 (%)	LAP群 (%)
長期人工呼吸管理例 (7日以上)	8/10 (80)	1/13 (7.7)
気管内チューブ再挿管例	5/7 (71)	0/13 (0)
気管切開施行例	6/10 (60)	0/13 (0)
死亡例	5/10 (50)	1/13 (7.7)

管収縮がおこる。肺血管収縮は肺高血圧症を増悪するとともに右室の後負荷を増大し右心不全を惹起する。両者により肺血流量は著しく減少し左室の前負荷は低下する。体血管収縮は左室後負荷を増大する。前負荷の低下および後負荷の増大により心拍出量は低下する。LOS の存在はさらに肺血管収縮をきたし<sup>2)</sup>、悪循環に陥いる。

Y.S. 25y.o. F. Pulmonary embolism

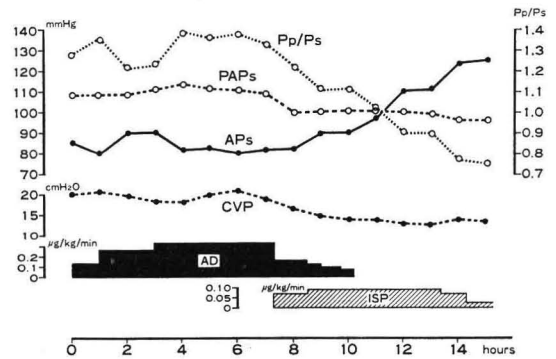


図 6 肺高血圧症例の経過

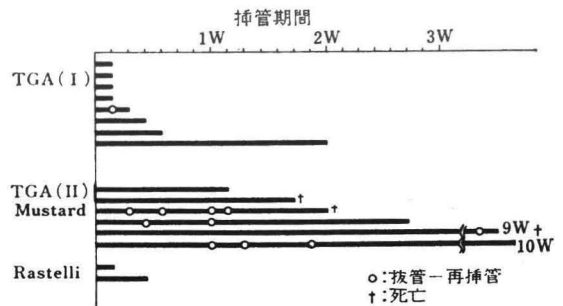
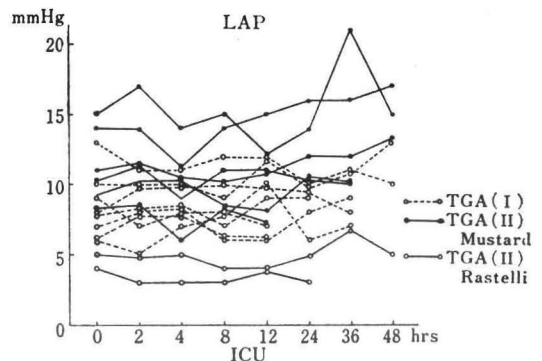
大血管転位症 (TGA) 根治手術後の  
左房圧 (LAP) と挿管期間

図 7 TGA の術式と術後挿管期間

そのため肺高血圧症例のウィーニングに際する強心薬および血管拡張薬の選択には慎重を要する。表 14 には肺高血圧症に用いる強心薬血管拡張薬を示す。ノルアドレナリンおよびアドレナリンは著しく肺血管収縮をきたすため禁忌である。

図 6 は、肺塞栓症による肺高血圧例の経過を示

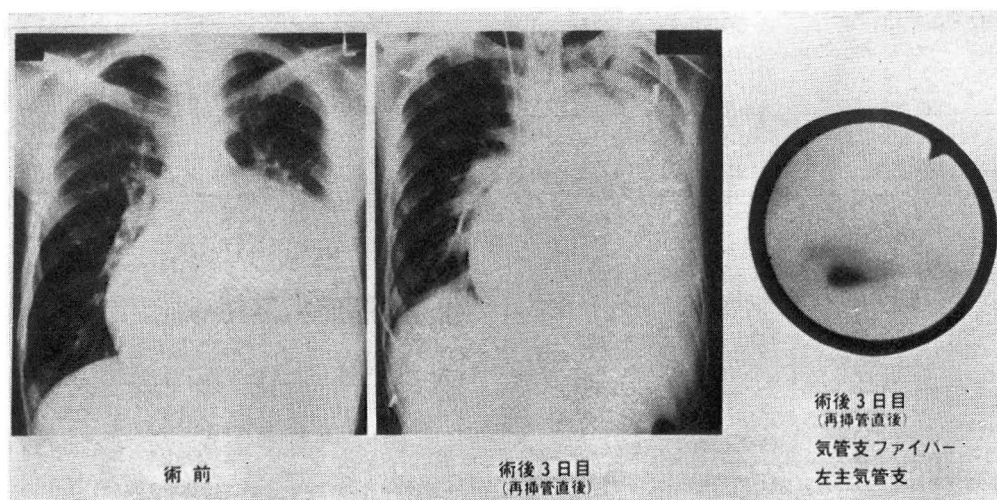


図 8 巨大左房例

(高原善治, 川副浩平, 田中一彦, 林 研二, 小坂井嘉夫, 小原邦義, 鬼頭義次, 藤田 毅, 曲直部寿夫: 巨大左房を僧帽弁膜症一術後呼吸障害を標的とした左房縫縮術の効果, 日胸外会誌 31: 191~199 より引用)

したものである。始めにアドレナリンが使用され,  $Pp/Ps$  は 1.3~1.4 と著しい高値をとり, 体血圧も不安定であった。アドレナリンの減量・中止とイソプロテノールの開始に伴い体血圧は肺動脈圧を上まわり  $Pp/Ps$  は 1.0 以下となり血行動態は安定した。本例で示したごとく, 肺血管抵抗増大による肺高血圧症の循環管理は投与薬剤選択の相異により著しく血行動態に影響を及ぼす。

3) 手術術式の変更による人工呼吸期間の短縮: ③循環動態と呼吸動態の密接な関係を示す例として TGA II 型の手術で顕著である<sup>3)</sup>。従来, TGA II 型に対して Mustard 氏手術が施行されてきたが図 7 に示すごとく術後左房圧 (LAP) は 10~15 mmHg の高値を示し, 挿管期間もすべて 1 週間以上の長期挿管を要した。しかし TGA II 型に対し Rastelli 氏手術が施行されるようになり, 術後の LAP は 5 前後と低値で血行動態は安定しいずれも 2 日以内の抜管が可能となった。④巨大左房を伴う僧帽弁膜症で, 巨大左房による肺, 気管支の圧迫のある症例では従来著しい長期の人工呼吸管理を要しましたその治療成績もきわめて不良であった(図 8)。最近その圧迫を解除する目的で左房縫縮術を試みた。図 9 には巨大左房例の胸部 X 線写真からみた気管支圧迫と左房縫縮術の効果を示す。以後長期人工呼吸症例は激減し,

治療成績も向上した。表 14 は非縫縮群 (non-LAP 群) と縫縮群 (LAP 群) の術後経過を示したものであるが著しい成績の向上が認められた<sup>4)</sup>。

#### まとめ

開心術後長期人工呼吸管理の要因と循環管理について検討した。

長期人工呼吸管理の要因として, 成人例, 小児例, 再挿管例いずれも, 術後肺合併症, LOS および肺高血圧症の三者が抽出された。

開心術後の人工呼吸よりの weaning は血行動態の安定なくしてあり得ず, 循環管理はきわめて重要である。開心術後の血行動態は疾患別に異なり, 疾患に即した管理を行うことが必要である。

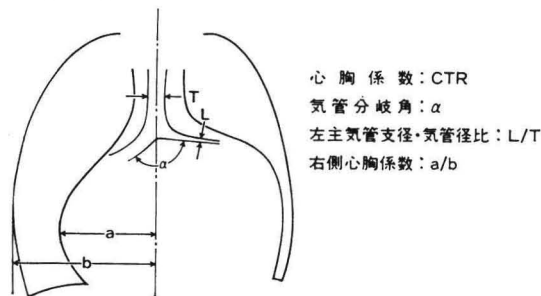
肺高血圧例は weaning に際して LOS に陥りやすく, 強心剤や血管拡張剤の選択には特に慎重を要する。

TGA II 型および巨大左房症例で, 術式の変更により, 人工呼吸期間を著しく短縮化しえたことを呈示した。

#### 文 献

- 1) 田中一彦, 公文啓二, 磯部文隆, 岸本康朗, 斉藤朗子, 林 研二, 江郷洋一, 高原善治, 康 義治, 宮野哲夫, 内藤泰頭, 藤田 毅: 小児開心術後の呼吸管理—長期挿管例を中心として, 小児外科

胸部レントゲン像から見た巨大左房の肺・気管  
支圧迫



＊ aは右側左房最大部位とする

左房縫縮術前後の胸部レントゲン像の変化

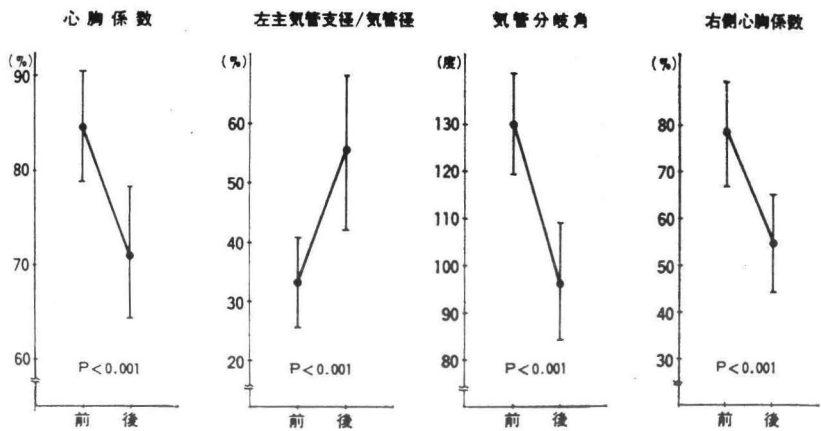


図 9 巨大左房例の胸部X線像の図と左房縫縮術の効果

(高原善治, 川副浩平, 田中一彦, 林 研二, 小坂井嘉夫～小原邦義, 鬼頭義次, 藤田 毅, 曲直部寿夫：巨大左房を僧帽弁膜症一術後呼吸障害を標的とした左房縫縮術の効果. 日胸外会誌 31：191～199 より引用)

- 13：1467～1474, 1981
- 2) 公文啓二, 田中一彦, 江郷洋一, 鬼頭義次, 内藤泰顕, 藤田 毅：開心術後の低心拍出量症候群 (LOS) における肺循環. 日胸外会誌 31：890～899, 1983
- 3) 内藤泰顕, 藤田 毅, 富野哲夫, 康 義治, 菊池利夫, 磯部文隆, 上間利一, 谷本 猛, 広瀬 修, 神谷哲郎, 曲直部寿夫：完全大血管転位Ⅱ群に対

- する一期的根治手術としての Rastelli 手術—1 歳患児の 2 手術成功例—. 胸部外科 34：661, 1981
- 4) 高原善治, 川副浩平, 田中一彦, 林 研二, 小坂井嘉夫, 小原邦義, 鬼頭義次, 藤田 毅, 曲直部寿夫：巨大左房を僧帽弁膜症一術後呼吸障害を標的とした左房縫縮術の効果. 日胸外会誌 31：191～199, 1983