

## 6. 開心術後の low output syndrom

根津武彦\* 堀口順子\*

手術手技、麻酔法、体外循環の進歩、心筋保護法の応用など開心術中の管理の進歩は近年著しいが、またそのため適応範囲が、高齢者、重症候に及ぶこともあって、なお術後の低拍出量症候群<sup>1)</sup> (low output syndrome: LOS) の発生は減少せず、術後管理の面で種々の対策を強いられている。そこで、今回これまでの管理内容を分析し、今後の治療成績を向上させるため、主として1981, 1982の両年に本学で行われた冠動脈疾患を含む成人開心術症例を中心に、LOS について種々の面より検討を加えた。なお、資料の推計学的処理は、各群間の比較は unpaired t-test, 同一群間の比較は paired t-test により行った。

### 1. LOS の発生率 (図 1)

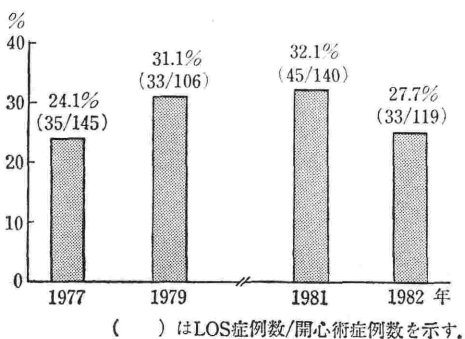


図 1. LOS の発生率

症状ならびに治療経過から主治医により LOS と診断された症例について、その発生率を1977, 1979の両年の症例と合わせて比較した。各年度の発生率に差は認められず、開心術症例の30%前後である。

また先天性および後天性心疾患についての発生率を、1981, 1982年の開心術症例259例についてみると、先天性は、118例中30例 (25.4%), 後天性は141例中48例 (34.0%), と両者間に有意差は認められない。

### 2. LOS の血行動態 (表 1)

術後早期の LOS の血行動態を把握する目的で、LOS 群 (20例) と非 LOS 群 (16例) の術直後より48時間目までの循環諸量について比較した。なお LOS 群中の1例は、1980年の症例である。LOS 群はいずれも人工心肺離脱時より低拍出量状態であり、20例中14例が心肺離脱時より大動脈内バルーンポンプ (intra-aortic balloon pump: IABP) が利用されている。

術後早期は、LOS 群は非 LOS 群に比して有意に低い MAP (平均動脈圧), LVSWI (左室1回仕事係数) で経過し、また高い PAOP (肺動脈閉塞圧) を示している。CI (心係数) は術直後は両群に差は認められないが、LOS 群では術後12時間以降は術直後値に比して有意に低下し、48時間では LOS 群と非 LOS 群のあいだに有意差が認められる。HR (心拍数) は非 LOS 群の方が24時間までは低値で推移し、その結果、SVI (1回心係数) も非 LOS 群が高値を示している。一方、CVP (中心静脈圧), SVR (末梢血管抵抗), PVR (肺血管抵抗), RVSWI (右室1回仕事係数) には両群間に差はなく同様に推移している。

### 3. LOS の治療

LOS 症例78例に対する治療法をみると、a) カ

\* 東京慈恵会医科大学麻酔科学教室

表 1. LOS 群の術後血行動態の推移 (非LOS群との比較)

項 目	群	術 後 時 間				
		0	4 ~ 8	12 ~ 16	24	48 時間
HR	LOS	96.2±4.0 (20)	94.1±2.6 (18)	93.6±2.8 (19)	94.6±2.1 (20)	95.3±3.1 (19)
	非LOS	83.4±2.2 <sup>a</sup> (16)	86.9±3.3 (16)	82.1±2.8 <sup>a</sup> (16)	87.3±2.3 <sup>a</sup> (16)	94.1±4.2 <sup>b</sup> (14)
MAP	LOS	94.3±3.6	89.2±3.3	92.4±2.8	90.8±2.7	92.9±2.6
	非LOS	113.0±3.9 <sup>a</sup>	100.1±2.5 <sup>a, b</sup>	106.4±3.1 <sup>a</sup>	107.9±3.8 <sup>a</sup>	110.7±3.2 <sup>a</sup>
MPAP	LOS	28.6±2.8	26.8±2.4	24.8±1.7	27.8±1.9	26.8±1.3
	非LOS	22.1±1.7	22.3±2.0	21.3±1.5	21.8±1.6 <sup>a</sup>	25.2±3.4
PAOP	LOS	20.4±2.1	20.0±2.1	18.7±1.2	20.6±1.3	18.2±1.2
	非LOS	13.8±1.3 <sup>a</sup>	13.9±1.4 <sup>a</sup>	13.9±1.2 <sup>a</sup>	13.1±1.2 <sup>a</sup>	14.9±2.4
CVP	LOS	11.9±0.8	12.2±1.0	12.2±0.9	13.0±0.8	12.2±0.8
	非LOS	11.6±1.2	10.7±1.1	11.1±0.7	10.9±0.7	10.9±1.2
CI	LOS	3.0±0.2	2.9±0.2	2.7±0.1 <sup>b</sup>	2.7±0.1 <sup>b</sup>	2.7±0.1
	非LOS	3.1±0.2	3.3±0.2	3.1±0.2	3.1±0.1	3.1±0.2 <sup>a</sup>
SVI	LOS	33.0±3.2	31.6±2.3	29.2±1.9	28.9±1.6	29.6±1.9
	非LOS	37.8±2.0	38.5±2.3 <sup>a</sup>	37.2±1.8 <sup>a</sup>	35.3±1.4 <sup>a</sup>	33.9±2.0
LVSWI	LOS	32.8±3.1	29.7±2.8	28.9±1.7	27.4±1.8	29.9±2.0
	非LOS	50.1±2.1 <sup>a</sup>	44.8±2.8 <sup>a</sup>	46.6±2.5 <sup>a</sup>	45.6±2.5 <sup>a</sup>	44.1±3.3 <sup>a</sup>
RVSWI	LOS	7.7±1.4	6.9±1.1	5.4±0.7 <sup>b</sup>	6.3±0.9	5.9±0.7
	非LOS	6.0±0.7	6.3±1.0	5.2±0.7	5.3±0.7	6.9±1.6
SVR	LOS	1516±113	1488±125	1648±112	1596±118	1580±87
	非LOS	1649±114	1391±84 <sup>b</sup>	1615±115	1580±911	1583±83
PVR	LOS	146±18	127±15	126±17	143±17	167±12
	非LOS	133±11	122±10	120±14	140±15	164±24

症例数はHRの項の ( ) 内に示した。

a ; P&lt;0.05 LOS群対非LOS群

b ; P&lt;0.05 0時間対各時間

テコールアミンのみ5例(6.4%), b) カテコールアミン+末梢血管拡張薬44例(56.4%), c) IABP 併用29例(37.2%)となっている。IABP例も全例末梢血管拡張薬が併用されているので、LOS症例の90%以上に血管拡張薬が使用されることになる。拡張薬の種類は1980年の初めまでは、POB (phenoxybenzamine), SNP (sodium nitroprusside) が使われているが、現在では、SNP, NTG (nitroglycerin) が主である。

#### 1) 血管拡張薬使用例の内容 (表 2)

POB は全例, SNP は73%が後負荷減少による心拍出量増加を直接の目的として、LOSの治療に使用されているが、NTG ではその18%が同様の目的であるに過ぎず、NTG の使用目的の多くはLOS の治療よりも術後の高血圧に対してである。

表 2. 末梢血管拡張薬の利用

	POB	SNP	NTG
症例数	19	37	17
年齢(歳)	26.9	37.5	49.5
疾患			
先天性	7	8	0
弁膜症	11	22	4
冠動脈	1	7	13
LOS の治療	19	27	3
的高血圧の治療	0	10	14
カテコールアミンの併用	19	36	7
無	0	1	10
平均投与量	0.5~1mg/kg 6時間おき	0.35 ( $\mu\text{g/kg/分}$ )	0.78 ( $\mu\text{g/kg/分}$ )

POB, SNPは1979年~80年5月の症例

NTGは1981~82年の症例

#### 2) 拡張薬およびIABPの 行動態に及ぼす影響 (表 3, 図 2)

拡張薬の投与前, 後, IABP 挿入前, 後の諸量を比較した。対象は1979~1982年の症例である。POB および IABP はいずれも LOS 治療の目的で行われたが, SNP の9例中3例と NTG 10例中9例は術後の高血圧に対する使用であり, 後者のうち2例ではカテコールアミンが併用されている。

拡張薬投与あるいは、IABP 開始後 HR に有意な変化はみられないが, SNP, IABP では低下傾向を示している。MAP は SNP, NTG で低下を、IABP で上昇を示すが, NTG のみ有意である。

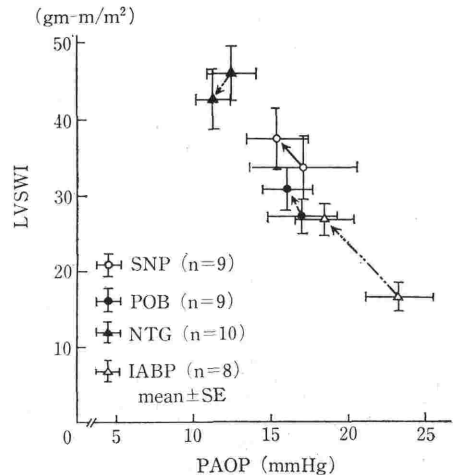


図 2. SNP, POB, NTG, および IABP 施行前後の変化

また IABP, POB の両群ともその治療開始前の MAP は, 他の2群に比して有意に低い値 ( $P < 0.005$ ) である。

MPAP, PAOPとも各群で治療により低下する傾向を示すが有意ではない。また治療開始前の MPAP(平均肺動脈圧), PAOPとも, IABP 群が高く NTG 群とのあいだは有意である (いずれも  $P < 0.005$ )。CVP は治療前後とも各群間に差がなく, また治療による変化はない。

CI は各群とも治療により有意に増加する。また治療開始前値は IABP 群でもっとも低値であるが有意ではない。SVI は各群で治療により増加するが, HR が低下傾向を示す SNP, IABP 群のみの変化が有意である。IABP 群の治療前値は他群に比して有意に ( $P < 0.02$ ) 低値である。LVSWI は IABP 群で有意に増加し, また SNP, POB 群では増加, NTG では減少傾向を示すが有意ではない。さらに治療開始前値は IABP 群が他群に比して有意に ( $P < 0.001$ ) 高く, NTG 群が有意に低値 ( $P < 0.05$ ) である。RVSWI は不変である。SVR は拡張剤, IABP により低下するが前者のみ有意である。LVSWI を縦軸に, PAOP を横軸にしたグラフ上に各群の心機能の変化を示したものが図2である。

#### 4. IABPの適応と効果

IABP がどのような血行動態の下で使用されているかをみるため, 8例の IABP 例の施行前の

表 3. 末梢血管拡張薬および IABP の血行動態に及ぼす影響

項 目	SNP (9)		POB (9)		NTG (10)		IABP (8)	
	前	後	前	後	前	後	前	後
HR beats/min	99.0±5.6	96.4±4.5	88.3±6.0	93.1±6.2	86.5±5.2	91.0±5.6	100.1±9.0	98.0±5.4
MAP mmHg	112.3±5.4	102.1±3.4	89.8±2.8	88.6±3.7	127.1±6.3	109.8±6.8*	84.4±4.3	96.3±4.4
MPAP mmHg	26.1±4.6	24.6±2.2	23.2±2.3	22.6±2.0	17.9±1.1	17.3±0.8	29.0±3.1	27.1±2.6
PAOP mmHg	16.9±3.5	15.3±2.1	16.9±2.2	16.0±1.6	12.4±1.6	11.2±1.1	23.0±2.2	18.4±1.9
CVP mmHg	11.3±2.1	12.6±1.8	11.7±1.7	12.8±1.2	10.1±1.4	9.7±1.1	13.4±1.4	12.8±2.0
CI l/min/m <sup>2</sup>	2.5±0.2	3.0±0.2**	2.4±0.2	2.8±0.2**	2.5±0.2	2.8±0.2**	2.0±0.2	2.6±0.3*
SVI ml/beat/m <sup>2</sup>	25.9±2.6	31.3±2.3**	27.8±2.6	31.2±2.5	30.3±1.3	31.4±1.8	19.7±1.2	25.6±1.2**
LVSWI g-m/m <sup>2</sup>	33.6±4.2	37.5±4.0	27.2±2.3	30.8±2.9	46.0±3.6	42.6±4.0	16.7±1.8	27.1±2.1*
RVSWI g-m/m <sup>2</sup>	5.7±1.8	5.2±1.0	4.4±0.7	4.2±0.7	3.1±0.3	3.2±0.4	4.1±0.7	4.9±0.4
SVR dynes • sec/cm <sup>5</sup>	2185±220	1595±114*	1758±102	1441±112*	2177±138	1639±111**	2105±304	1843±192
PVR dynes • sec/cm <sup>5</sup>	204±39	165±27	141±21	127±19	105±14	103±12	168±36	193±37

\* P&lt;0.02 前対後 ( ) は症例数を示す.

\*\* P&lt;0.005 〃 〃 前, 後は薬剤投与前後および IABP 施行前後を示す.

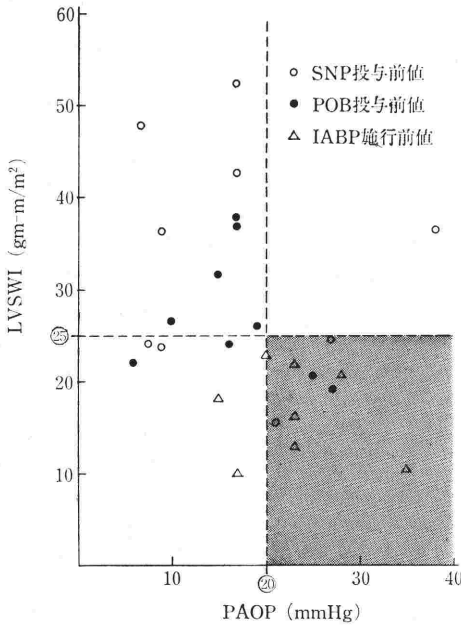


図 3. IABP の適応

LVSWI および PAOP をプロットした心機能図 (図 3) について検討した. その結果 PAOP 20 mmHg 以上, LVSWI 25mmHg 以下の範囲に IABP 群が集中している. このことからこの範囲が開心術後の IABP の適応と考えられる.

IABP の効果については既述したが, さらに, その程度を詳細に検討するため11例について IABP 挿入直後と抜去時の諸量を比較した. 全例人工心肺離脱時にすでに使用されていたので, ICU 入室直後を挿入直後の値とした. また IABP の利用期間は平均 4.5 日 (4 ~ 15 日) である. この両測定値のそれぞれの平均値, すなわち直後の値 (LVSWI

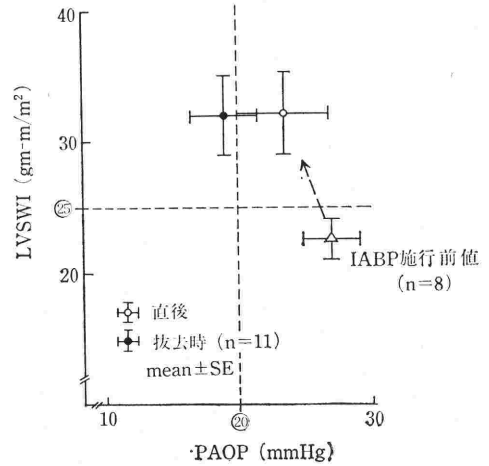


図 4. IABP の効果

:  $32.3 \pm 3.2$ , PAOP:  $23.4 \pm 3.3$ ), 抜去時の値 (LVSWI:  $32.0 \pm 3.1$ , PAOP:  $18.8 \pm 2.5$ ) を, 縦軸 LVSWI, 横軸 PAOP のグラフにプロットしたものが図 4 である. なお, 症例は異なるが, 参考として先の図 3 で示された 8 例の IABP 施行前の値をプロットした. これからも分かるように, IABP 使用により心機能は改善されている.

#### 5. LOS と血漿膠質浸透圧 (COP) (図 5)

末梢循環の指標として COP を取り上げ, LOS 群 (12 例) と非 LOS 群 (14 例) について比較した. LOS 群は全経過を通じて低値であり, 術後 12 時間を除きいずれも有意である (図 5 左).

表 1 でみられるように PAOP は LOS 群では非 LOS 群にくらべ有意に高い. この結果, LOS 群の COP-PAOP 較差は, 非 LOS 群にくらべ負

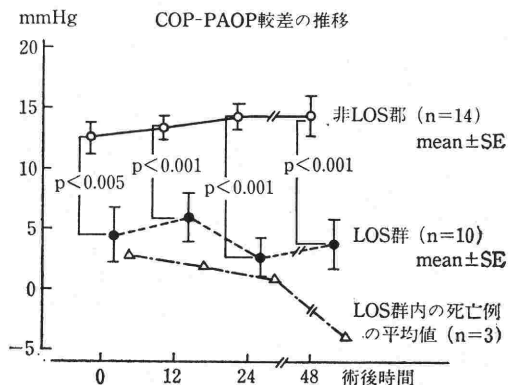
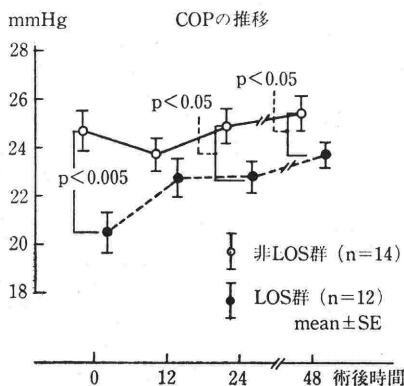


図 5. COP の推移

の方向へ動くことになり、両群の差は有意である(図5右)。

## 6. LOS の死亡率

1981, 1982の両年の LOS 症例78例中死亡は11例(14%)である。なお先天性疾患は30例中4例(13%), 後天性疾患は48例中7例(15%)で両群間に差は認められない。

## 考 察

開心術後の LOS<sup>1)</sup>は、心筋保護法をはじめとする術中管理の進歩にもかかわらず、その発生率はなお高く<sup>2)</sup>、開心術後の死亡率の1位を占めている。LOSを引き起こす因子は多様であるが、術前より存在する、あるいは術中の心筋梗塞や不十分な心筋保護などを原因とする心筋障害による心筋収縮力の低下が原因であることが多い。LOSについての定義、歴史的考察、原因についてはすでに吉竹ら<sup>2)</sup>が本誌にくわしく総説している。彼ら<sup>2)</sup>も指摘しているように、LOSの予防に心筋保護のもつ役割は大きいものと思われるが、今回のわれわれの検討では、心筋保護法導入前(1977年)、導入中(1979年)、導入後(1981, 1982年)のLOS発生率には差が認められなかった。

その理由としては、術中管理法の進歩に伴う重症の手術例の増加もそのひとつにあげられる。NYHA IV度の症例はLOSの発生率も高く、術後管理も長期に及ぶことが多い<sup>3)</sup>。本学での症例中、NYHA IV度の症例の占める比率は1977年には8%を占めるに過ぎないが、1981年には16%と増加している。同程度の症例では心筋保護法は確実にその効果を示している<sup>4)</sup>といわれるが、本学で重症例が増加しているにもかかわらずLOS発生率が同程度に留まっていることは、このことを裏づけている。

Dietzman ら<sup>5)</sup>はLOSは単にCIが低いだけでなく、その低拍出状態が末梢の収縮を引き起こし、末梢血流や組織の循環を悪くすることにより生ずるとしている。さらにCI 3.0ml/min/m<sup>2</sup>以下の低拍出状態の25症例について検討を加え、CI 2.0以下は予後が良くないと結論し、LOSの診断基準のひとつとしてCI 2.0以下をあげている。今回のLOS症例は、すでに心肺離脱時よりカテコ

ールアミンはもとより、末梢血管拡張薬を投与され、また多くがIABPを施行されていることもあって、CIの著明な低下は認められず、SVRの上昇(1,800 dynes·sec/cm<sup>5</sup>)<sup>5)</sup>も認められない。また、このような術後の強力な治療もあって、LOS群、非LOS群のあいだにCI, SVRで差はみられない。しかし、一方LOS症例では有意に高いPAOP, 低いSVI, LVSWIで推移していることが示されており、これら諸量はLOSの重要な徴候と考えられ、このような重症例での肺動脈カテーテルによる詳細な血行動態の把握の必要性が示唆される。

LOSの治療は、1) 適切な心拍数、リズムの維持、2) 代謝性アシドーシスの補正、3) 適切な充盈圧(前負荷)と後負荷の保持、4) 心収縮力の増強、5) 循環の機械的補助などからなる。しかし、単一の治療法のみでLOSから回復させることは難しく、われわれの検討でも、カテコールアミン単独で回復し得た症例は6%に過ぎず、残りの94%の症例には適切な後負荷、あるいは前負荷を得る目的で拡張薬<sup>7)</sup>が併用されている。

開心術後の拡張薬療法の効果については広く知られている<sup>8-10)</sup>その主たる目的は2つに分けられる。すなわち、後負荷を下げることにより左室の拍出量を増す目的<sup>8,9,11)</sup>と術中、術後の高血圧を治療することにより出血量、心筋酸素消費量の減少を計る目的<sup>10,11)</sup>である。拡張薬としては種々<sup>6-8)</sup>のものが使用されているが、POBが入手できなくなった現在<sup>12)</sup>は本施設では主にSNP, NTGが使用されている。したがってここではPOBはその結果を示すにとどめ、SNP, NTGについて考察を加える。

今回の検討でSNPはその使用目的の70%が後負荷軽減に対してであり、30%が高血圧に対してである。これとは逆にNTGはその80%が高血圧治療が目的である。またその対象はNTGは76%が冠動脈疾患である。一方SNPは19%に過ぎない。Kaplan ら<sup>11)</sup>の報告でも、NTGの97%が高血圧に対する使用であり、また使用例の83%が冠動脈疾患である。NTGおよびSNPはともに心筋酸素消費量は下げるが、SNPはNTGより冠灌流圧を低下させること、SNPは冠動脈スチール現象<sup>13)</sup>を有することから、冠動脈疾患に対する拡張薬としてはNTGがSNPよりすぐれている。

る<sup>10,11)</sup>のでこのような結果も当然と考えられる。Kaplan ら<sup>11)</sup>の報告によれば LOS 治療例の75%は SNP で、NTG は25%に過ぎず、われわれの結果も同様であり LOS の治療目的の拡張薬としては SNP がすぐれている<sup>8)</sup>ことを示している。

SNP は静脈容量血管および動脈抵抗血管の両者を拡張<sup>14)</sup>するので、その作用は前負荷並びに後負荷の減少として示される<sup>7)</sup>。一方、NTG はむしろ静脈系に作用する<sup>14)</sup>ので、その血行動態の変化は静脈還流(前負荷)の減少<sup>6,7)</sup>として示される。われわれの検討では、SNP 群(POB 群も同様)はカテコールアミンが併用されていることから、得られた諸量は必ずしも SNP のみの変化とはいえないかもしれない。しかし拡張薬の使用により各群ともに SVR は低下し、CI の増加が認められている。NTG 投与により CI は不変<sup>6,14)</sup>か減少<sup>8)</sup>するといわれる。われわれの症例では、SVR は著明に低下しており、前負荷の減少よりも後負荷の減少が優勢であったため CI が増加した<sup>14)</sup>とも考えられる。しかし心機能図上の変化では、NTG は左下方へ、SNP は左上方へ移動しており(図 2)、その使用目的にかなっていることが推定される。

LOS に対する治療手段としての IABP の効果はすでに広く認められている<sup>15~19)</sup>。IABP は収縮期には左室の後負荷を減少させ、心拍出量の増加、左室壁張力の減少をもたらす、また拡張期には冠血流を増加させ、この結果として心筋酸素需要、供給バランスに好結果をもたらす効果をあげている。諸家の報告<sup>16,20,21)</sup>と同様、われわれの検討でも、IABP の利用により HR, PAOP, SVR は、低下、MAP は上昇の傾向を示している。さらに CI, SVI, LVSWI はいずれも有意な上昇を示し、心機能図上著明な循環動態の改善が認められる。

IABP 適応基準は諸家<sup>15,16,20,22)</sup>により異なる。Buckley ら<sup>15)</sup>は、その適応として心肺後 LAP(左房圧) 25 mmHg 以上でも、収縮期圧 90 mmHg 以下、 $P_{O_2}$  の低下傾向、心室細動を含む重篤な不整脈の合併する例をあげている。Bregman ら<sup>16)</sup>は循環動態の指標として、MAP 60 mmHg 以下、CI 1.8 l/min/m<sup>2</sup>以下、LAP 25 mmHg 以上のうち2つ以上がそろった場合のほか、心内膜下虚血の重要性を指適し、EVR (endocardial viabi-

lity ratio) 0.8 以下、graft flow 40ml/min 以下なども適応としてあげている。今回のわれわれの適応範囲(図 3)は retrospective な検討の結果であるが、ほぼ Bolooki の shock box と同じ範囲にある<sup>23)</sup>。しかし最近 IABP は開心術後早期に使用される傾向にあり、当施設でも心肺離脱時よりの使用例が 1977~1980 年は 60% であったが、1981~1982 年は 86% と増加し、早期からの使用が示されている。さらに早期からの使用に伴い 1980 年までの IABP 使用症例の死亡率 53% が 1981、1982 年には 28% に減少し IABP 利用後の予後にも好結果をもたらしており、早期からの IABP の利用がすすめられる。

IABP からの離脱の開始について、われわれはカテコールアミンを一定量まで減量しても循環系に変動が認められなくなった時点としている。しかし抜去直後の諸量は必ずしも全例が良好な血行動態を示しているとはいえず、これまでの離脱のタイミングについてはさらに検討が必要と考えている。

LOS は低拍出量状態により引き起こされる末梢循環不全がその主因<sup>5,24)</sup>であるとの観点から、末梢循環の指標として COP<sup>24)</sup>を取りあげ検討を加えた。LOS 群ではいずれも COP の低下が認められるが、これは末梢循環不全による組織代謝性アシドーシスの結果、毛細管壁の透過性が亢進し、毛細管から組織へタンパクが漏出するためとされている<sup>24)</sup>。また、LOS 症例ではいずれも PAOP が高値で推移することは先に示したが、この結果、COP-PAOP 較差が、非 LOS 群にくらべ低値を示しているが、このことは LOS の病態を裏付けている。さらに、較差を死亡例についてみると、術後48時間目には COP-PAOP 較差は負の値を示しており、術後の重症度、予後の判定のうえで重要な指標となることを示している。また LVSWI COP-PAOP 較差による心機能図は、術後管理、術後予後判定に役立つとの報告もある<sup>24)</sup>。

## おわりに

本大学の症例を中心に LOS について2~3の点から検討を加えた。その結果 LOS 発生率は依然として高く、その死亡率も決して低くないことが示された。LOS の発生予防、治療に関して今後

さらに改良, 工夫, 研究を重ねる必要がある。

終わりにご校閲をいただいた本学麻酔科学教室の小林建一教授をはじめ, ご助言, ご協力いただきました本学心臓外科学教室の新井達太教授, ならびに両教室員の各位に深く感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) Corrin, LH. *et al.* : Experimental study and clinical use of epinephrine for treatment of low cardiac output syndrome. *Circulation* Suppl. I. **33** : 1-78, 1966.
- 2) 吉竹 毅 ら : 開心術後低心拍出量症候群 (LOS). 循環制御 **3** : 157, 1982.
- 3) 根津武彦 ら : 開心術後の人工換気の臨床的評価. 第34回日本胸部外科学会総会 (東京), 1981.
- 4) 丸山浩一 ら : 長時間大動脈遮断の症例における. 心筋保護法, Cardioplegia (第5回心筋保護研究会) : 1, 1981.
- 5) Dietzman, RH. *et al.* : Low output syndrome; Recognition and treatment. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **57** : 138, 1969.
- 6) Chatterjee, K. and Parmley, WW. : The role of vasodilator therapy in heart failure. *Progr. Cardiovascul. Disease* **19** : 301, 1977.
- 7) Cohn, JN. *et al.* : Vasodilator therapy of cardiac failure. *New England. J. Med.* **297** : 27, 1977.
- 8) Stinson, EB. *et al.* : Comparative hemodynamic responses to chlorpromazine, nitroprusside, nitroglycerin, and trimethaphan immediately after open-heart operations. *Circulation* Suppl. I **51** : 1-26, 1975.
- 9) Bixler, TJ. *et al.* : Improved myocardial performance in postoperative cardiac surgical patients with sodium nitroprusside. *Ann. Thorac. Surg.* **25** : 444, 1978.
- 10) Kaplan, JA. and Jones, EL. : Vasodilator therapy during coronary artery surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **77** : 301, 1979.
- 11) Kaplan, JA. *et al.* : Vasodilator therapy after cardiac surgery : A review of the efficacy and toxicity of nitroglycerin and nitroprusside. *Can. Anaesth. Soc. J.* **27** : 254, 1980.
- 12) 吉矢生人 : POB (phenoxybenzamine) 後を考える. 循環制御 **2** : 5, 1981.
- 13) Becker, LC. : Conditions for vasodilator-induced coronary steal in experimental myocardial ischemia. *Circulation* **57** : 1103, 1978.
- 14) Miller, RR. *et al.* : Pharmacological mechanisms for left ventricular unloading in clinical congestive heart failure. *Circulation Research* **39** : 127, 1976.
- 15) Buckley, MJ. *et al.* : Intra-aortic balloon pump assist for Cardiogenic shock after cardiopulmonary bypass. *Circulation* Suppl. III **47** : III-90, 1973.
- 16) Bregman, D. *et al.* : Intraoperative unidirectional intra-aortic balloon pumping in the management of left ventricular power failure. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **70** : 1010, 1975.
- 17) Goldman, BS. *et al.* : Increasing operability and survival with intra-aortic balloon pump assist. *Can. J. Surg.* **19** : 69, 1976.
- 18) Mcenany, MT. *et al.* : Clinical experience with intraaortic balloon pump support in 728 patients. *Circulation* Suppl. I **58** : 1-124, 1978.
- 19) Sturm, JT. *et al.* : Treatment of postoperative low output syndrome with intraaortic balloon pumping : Experience with 419 Patients. *Am. J. Cardiol.* **45** : 1033, 1980.
- 20) Dunkman, WD. *et al.* : Clinical and hemodynamic results of intraaortic balloon pumping and surgery for cardiogenic shock. *Circulation* **46** : 465, 1972.
- 21) Berger, EL. *et al.* : Intra-aortic balloon assist for postcardiotomy cardiogenic shock. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **66** : 906, 1973.
- 22) Bolooki, H. *et al.* : Clinical and hemodynamic criteria for use of the intra-aortic balloon pump in patients. *Requiring Cardiac Surgery* **72** : 756, 1976.
- 23) Bolooki, H. : Clinical Application of the Intra-Aortic Balloon pump. Mt kisco, NY, Futura, 1977.
- 24) 杉田洋一 : 開心術後の血漿膠質浸透圧 (COP) の変動に関する臨床的研究——COPからみたLOSの病態生理と術後管理におけるCOP測定の意義——. 日胸外会誌 **31** : 499, 1983.