後天性弁膜症に対する IABP の治療経験

西元寺 秀 明 森 山 由紀則 増 田 宏 古 賀 正 哲
下 川 新 二 豊 平 均 平 明

弁膜症 581 例の周術期に IABP を使用した 42 例を検討した。適応は術後 LOS, 体外循環離脱困難, 不整脈, 心不全の各 19, 11, 11, 1 例で使用時期は術前, 術中, 術後が各 4, 18, 20 例であった。42 例中 26 例 (62%) が IABP より離脱, 16 例 (38%) が生存し, 16 例が離脱不能であった。IABP 離脱可能群と不能群間には体外循環時間, 大動脈遮断時間, IABP 使用 24 時間後の心係数に有意差がみられた。IABP 離脱後生存群, 死亡群間では術後腎不全, 感染の発生頻度に差がみられた。46% は多臓器不全で死亡した。弁膜症に対する IABP の治療効果は不良で, 成績には術中, 術後因子が深く関与した。治療成績の向上には術後腎不全, 感染の防止, さらに多臓器不全への進展防止に努めることが肝要である。日心外会誌 24 巻 4 号: 232-237 (1995)

Keywords: IABP, 弁膜症, 多臓器不全

The Outcomes of Intraaortic Balloon Pumping for Patients with Valvular Heart Surgery

Hideaki Saigenji, Yukinori Moriyama, Hiroshi Masuda, Masaaki Koga, Shinji Shimokawa, Hitoshi Toyohira and Akira Taira (The Second Department of Surgery, Kagoshima University Faculty of Medicine)

Clinical evaluation of perioperative IABP use in valvular heart surgery was studied. There were 4 preoperative, 18 intraoperative and 20 postoperative applications of IABP. The indications of IABP were LOS in 19 patients, failed weaning from bypass in 11, life threatening arrhythmia in 11, and congestive heart failure in 1. Sixteen out of 26 patients with successful weaning from IABP support could be discharged. Ten died after removal of IABP. Longer duration of cardiopulmonary bypass and aortic clamp, lower value of cardiac index 24 hours after introduction of IABP support were implicated in unsuccessful IABP support. The causes of death were due to LOS in 8 patients, MOF in 12, GVHD in 2, others in 3. The outcome of IABP for patients with valvular heart surgery was not satisfactory. However, the results of IABP support in valvular surgery will be improved by reducing the incidence of postoperative complications, especially LOS, followed by MOF. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 24: 232-237 (1995)

大動脈内バルーンポンプ (intraaortic balloon pump; IABP) は心原性ショック, 体外循環離脱困難例などに用いられ¹⁾, 治療効果も広く認められている。しかし弁膜症手術症例に対する IABP の有用性の検討を行った報告は少ない^{2,3)}。今回, 後天性弁膜症に対する周術期における IABP の治療効果を検討した。

対象および方法

1983 年 1 月より 1992 年 12 月までの最近 10 年間に教室で施行した後天性弁膜症手術症例 581 例中, 周術期に IABP を使用した 42 例を検討した。

年齢は 24~71 歳 (平均 50.5 歳), 男女比は 20 対 22 であった。術前 NYHA 機能分類では II, III, IV 度が各 5, 22, 15 例であった。疾患は大動脈弁疾患 7 例, 僧帽弁疾患 10 例, 僧帽弁兼三尖弁疾患 9 例, 大動脈弁兼僧帽弁疾患 11 例, 大動脈弁兼僧帽弁兼三尖弁疾患 5 例で, これらに対して表 1 に示す手術を施行した。心筋保護は全例 cold blood cardioplegia 法によった。緊急手術は 9 例, 再手術例は 6 例であった。

IABP の術前使用は 4 例, 術中, 術後使用は各 18 例, 20 例で, 適応は低心拍量症候群 (LOS), 体外循環離脱困難, 薬物不応性心室性不整脈, 心不全で各 19, 11, 11, 1 例であった。LOS に対する IABP 使用基準は循環血液量の調整を行い, カ

テコールアミン，血管拡張剤等の薬物補助を十分行ってもなおかつ心係数 2.0 l/min/m^2 以下，収縮期血圧 90 mmHg 以下，肺動脈楔入圧 20 mmHg 以上すべてをみたす場合とした。また，IABP 離脱基準は，IABP 1:4 の作動でカテコールアミン（ドパミン，ドブタミン）総投与量 $10\text{ }\mu\text{g/kg/min}$ 以下，心係数 2.2 l/min/m^2 以上，収縮期血圧 100

mmHg 以上，体血管抵抗 $1,500\text{ dyn}\cdot\text{sec/cm}^5$ 以下，尿量 1.5 ml/kg/h 以上を満たす場合とした。IABP バルンカテーテルは AVCO 社製，Data-scope 社製の triple lumen もしくは single lumen カテーテルを用い，容量は 40 ml もしくは 34 ml を用いた。駆動装置は AVCO 社製 Model-10，Kontron 社製 K-2000 を用いた。カテーテル挿入は大腿動脈または上行大動脈より経皮的あるいは人工血管を介して行った。

IABP 離脱可能（I 群）と不能（II 群）に分け，IABP の治療効果に関連の因子を検討した。検討項目は，年齢，性別，罹患弁別（A 弁疾患，M 弁疾患，連合弁疾患），術前 NYHA 機能分類，心係数，左室駆出率，緊急手術，再手術，最近 1 か月以内の急性心筋梗塞発症の有無，IABP 適応別，挿入時期別，手術術式（単弁手術，多弁手術），体外循環時間，大動脈遮断時間，IABP 作動時間である。さらに IABP を術前より使用した症例では術後 12，24 時間の，術中・術後に挿入した症例では IABP 作動後 12，24 時間の心係数（CI）を比較検

表 1 手術術式

AVR	6
MVR	10
AVR+MVR	11
MVR+TVR	2
MVR+TAP	7
AVR+MVR+TAP	3
AVR+MVR+TVR	1
AVR+OMC+TAP	1
Bentall's op	1

AVR: aortic valve replacement, MVR: mitral valve replacement, TVR: tricuspid valve replacement, TAP: tricuspid annuloplasty, OMC: open mitral commissurotomy.

表 2 IABP 離脱不能症例

年齢/性別	NYHA	手術	IABP			CPB time	ACC time	死	因
			適 応	挿入時期	作動時間				
1	24/F	III	MVR	不整脈	術 後	3	182	89	LOS
2	71/F	III	MVR, TAP	LOS	術 後	13	138	95	LOS
3	67/M	III	Bentall	不整脈	術 後	20	542	317	LOS
4	32/M	III	MVR, TAP	不整脈	術 後	25	253	138	Vf
5	66/M	III	MVR	CPB	術 中	27	599	265	LOS
6	35/M	III	AVR, MVR	CPB	術 中	31	241	146	LOS
7	46/F	III	AVR, MVR	不整脈	術 後	57	245	162	ARF
8	66/M	III	MVR	LOS	術 後	79	138	91	MOF
9	63/F	IV	MVR, TAP	LOS	術 前	91	ECMO	76	LOS
10	52/F	III	AVR, MVR, TAP	CPB	術 中	96	475	352	MOF
11	48/M	III	AVR, MVR	不整脈	術 中	124	162	131	LOS
12	42/M	III	AVR, MVR	LOS	術 後	215	285	206	MOF
13	55/F	III	AVR, MVR	CPB	術 中	244	530	211	MOF
14	68/M	III	AVR, MVR	LOS	術 後	264	197	137	MOF
15	47/F	IV	MVR, TAP	CPB	術 中	313	203	130	MOF
16	55/M	IV	MVR, TAP	CPB	術 中	315	274	162	MOF

M: male, F: female, AVR: aortic valve replacement, MVR: mitral valve replacement, TAP: tricuspid annuloplasty, LOS: low output syndrome, CPB: 体外循環離脱困難, Vf: ventricular fibrillation, ARF: acute renal failure, MOF: multiple organ failure, CPB: cardiopulmonary bypass, ACC: aortic crossclamp

討した。また、I 群を IABP 離脱後生存群 (I-A 群) と死亡群 (I-D 群) に分け、前述の検討項目に加えて、術後腎不全 (血液透析もしくは血液濾過施行)、肝不全 (総ビリルビン値 5 mg/dl 以上)、呼吸不全 (5 日以上的人工呼吸器使用)、感染や消化管、中枢神経合併症の発生頻度を比較検討した。統計学的検討は unpaired *t* 検定もしくは χ^2 検定を行い、 $p < 0.05$ を有意とした。ただし、IABP 挿入後 48 時間以内死亡の 5 症例は術後より profound LOS による死亡で、術後合併症の発症頻度検定より除外した。

結 果

IABP 使用時間は 3~365 時間 (平均 115 時間) で、42 例中 26 例 (I 群) が IABP より離脱した。16 例 (II 群) は離脱不能で、術後 1~69 日 (平均 9.8 日) で死亡した。II 群 16 例の詳細を表 2 に示した。IABP 使用時間が 72 時間以内に死亡した 7 例中 5 例の死因は LOS であった。IABP 使用時間が 72 時間以上であった 9 例中 7 例の死因は MOF であった。LOS, MOF にて死亡した各 7 例の IABP 使用時間はおおよそ平均 44 ± 45 時間、 218 ± 96 時間で、LOS にて死亡した症例が有意に短時間であった。

IABP からの離脱率は術前使用は 75%、術中、術後使用 61%、60% で、適応別では LOS、体外循環離脱困難、不整脈、心不全が各 68.4%、50%、63.4%、100% でその間に有意差はなかった。術式別では大動脈弁手術群、僧帽弁手術群、多弁手術群で各 85.7%、70%、52% と多弁術群の離脱率が低かったが各群間に有意差はなかった。I、II 群

図 1 IABP 離脱可能群 (○: $n=19$)、不能群 (■: $n=5$) における IABP 作動後 12, 24 時間の心係数 (CI) の推移

表 3 I、II 群間の各因子の比較

	I 群 ($n=26$)	II 群 ($n=16$)	<i>P</i>
年齢 (歳)	49.4 ± 13.6	52.3 ± 14.2	NS
性別 (男/女)	11/15	9/7	〃
NYHA 機能分類	3.3 ± 0.7	3.1 ± 0.5	〃
左室駆出率 (%)	52.0 ± 17.8	53.2 ± 11.3	〃
心係数 (l/分/m²)	2.8 ± 0.7	2.4 ± 0.7	〃
緊急手術	7	2	〃
単弁手術/多弁手術	13/13	4/12	〃
適応 LOS	13	6	〃
CPB	5	6	〃
不整脈	7	4	〃
心不全	1	0	〃
体外循環時間 (分)	217 ± 71	298 ± 157	$p < 0.05$
大動脈遮断時間 (分)	123 ± 55	169 ± 82	$p < 0.05$
IABP 作動時間	110.5 ± 83.3	119.7 ± 111.8	NS
24 h 心係数 (l/分/m²)	3.0 ± 0.8	2.0 ± 1.4	$p < 0.05$

Values: mean±SD, LOS: low output syndrome, CPB: 体外循環離脱困難, 24 h: 24 時間後。

表4 IABP 離脱後死亡症例

症 例	年齢/ 性別	診断	再 挿 入	NY HA	IABP 挿入時期	適応	作動 時間	術後死 (日)	IABP 抜去 ～死亡(日)	死因	IABP off 後の経過
1	59/M	AS	—	4	術後	不整脈	91	14	1	Vf	off → Vf
2	59/M	MSR	—	3	〃	LOS	307	62	35	MOF	off → 中枢, 腎
3	51/F	MS	+	2	〃	不整脈	165	62	43	MOF	off → LOS, 腎, Sepsis
4	30/M	AR+MR	—	4	〃	LOS	41	45	43	MOF	off → 腎, 肝, Sepsis
5	24/F	AR+MS	—	4	〃	LOS	91	34	26	GVHD	off → GVHD, 中枢
6	56/F	AR+MR	—	4	術中	LOS	90	17	14	CNS	off → 中枢
7	30/M	MR+TR	—	4	術前	LOS	365	34	9	MOF	LOS → on → op → off → 中枢, 腎
8	69/F	MSR+TR	+	2	術後	不整脈	75	8	4	LOS	off → delayed LV rupture
9	50/F	ASR+MSR +TR	—	3	〃	LOS	43	120	118	MOF	off → 感染, 肝, 腎, Sepsis
10	45/F	AR+MS +TR	—	4	術中	LOS	139	30	25	GVHD	off → 肝, 腎, GVHD,

M: male, F: female, AS: aortic stenosis, AR: aortic regurgitation, ASR: aortic stenoregurgitation, MS: mitral stenosis, MR: mitral regurgitation, MSR: mitral stenoregurgitation, TR: tricuspid regurgitation, LOS: low output syndrome, Vf: ventricular fibrillation, 中枢: 中枢神経障害, 腎: 腎不全, 肝: 肝不全, GVHD: graft versus host disease

表5 IABP 離脱後生存群(I-A), 死亡群(I-D)間の比較

	I-A 群(<i>n</i> =16)	I-D 群(<i>n</i> =10)	<i>P</i>
年齢 (歳)	50.7±13.1	47.3±14.9	NS
性別 (男/女)	7/9	4/6	〃
NYHA 機能分類	3.3±0.7	3.4±0.8	〃
左室駆出率(%)	55.3±18.3	45.8±16.4	〃
心係数 (l/分/m ²)	2.9±0.7	2.5±0.6	〃
作動時間 (時間)	90.4±54.4	140.7±110.5	〃
緊急手術	2	5	〃
適応 LOS	6	7	〃
CPB	5	0	〃
不整脈	4	3	〃
体外循環時間 (分)	203±56	239±88	〃
大動脈遮断時間 (分)	106±33	150±72	〃
24 h 心係数 (l/分/m ²)	3.2±0.8	2.5±0.5	〃
術後 腎不全	0	6	<i>p</i> <0.01
肝不全	0	2	NS
呼吸不全	2	2	〃
感 染	1	6	<i>p</i> <0.01
消化管	1	3	NS
中枢神経	1	2	〃

Values: mean±SD, LOS: low output syndrome, CPB: 体外循環離脱困難, 24 h: 24 時間後

間で、体外循環時間、大動脈遮断時間に有意差がみられた(表3)。IABP 作動12時間後のCIはI群 $2.9 \pm 0.8 \text{ l/min/m}^2 (n=19)$ 、II群 $2.8 \pm 0.9 \text{ l/min/m}^2 (n=5)$ で差はみられなかったが、24時間ではI群 $3.0 \pm 0.8 \text{ l/min/m}^2$ とII群 $2.0 \pm 1.4 \text{ l/min/m}^2$ で両群に差がみられた(図1)。II群の5例はCIが一時回復後、LV ruptureによる大量出血、ARF、心室性不整脈、遷延するLOSなどが続発し、24時間後にはCIの低下がみられた。

I群26例中10例がIABP離脱後1~118日(平均31.8日)間に死亡した。10例の詳細を表4に示した。10例中6例(60%)が術前NYHA機能分類4度と重症例であった。症例1はIABP除去後1日目に食事摂取中に突然心室細動が発症し死亡した。症例6は血行動態の回復は良好であったが硬膜下血腫で死亡した。症例8はIABP離脱後4日目に発症した遅発型左室破裂で死亡した。症例5, 10は移植片対宿主病(GVHD)で、5例がMOFで死亡した。MOF5例, GVHD2例にARFを合併した。また6例に感染を併発した。I-A, I-D群間では、術後ARF(10%vs70%)、感染(6%vs60%)の発生に有意差がみられた(表5)。

考 察

IABPはKantrowitzら⁴⁾の臨床応用以来、補助循環法として広く用いられている。適応は心原性ショック、開心術時の体外循環離脱不能例、術後LOS、不整脈などである。これらに対するIABPの効果は衆知であるが効果が十分に得られない症例もあり、IABPの治療の限界も明らかになりつつある⁵⁾。一方疾患別にみると、弁膜疾患を対象としたIABPの治療効果の報告^{2,3)}は少なく、成績も38.2~58%の死亡率を示し不良である。そこで本稿では、弁膜症手術例に限って、IABPの治療効果に影響をおよぼす因子を検討した。

教室での最近10年間の581例弁膜症手術症例中42例(7.2%)が周術期にIABPを必要とした。IABPより離脱したものが26例(61.9%)で、10例はIABP離脱後死亡し、残る16例(38.1%)が生存退院可能であったが、その成績は満足いくものではなかった。これら26例の死因の多くはLOS, MOFであった。LOSでの死亡例はIABP

開始後に比較的短時間に死亡する例が多い。これは手術を契機に心機能が低下したためと考えられる。この心機能の低下をもたらすものの一つに長時間の体外循環や大動脈遮断の関与が考えられた。体外循環時間や大動脈遮断時間の短縮のため最善の努力を払う必要がある。また、術中の心筋保護に十分な配慮をすることも重要で、とくに肥大大心筋に対する心筋保護液の注入間隔、液組成にも考慮すべきである。IABP離脱不能群ではIABP作動後一時的に心係数の回復がみられたが、その後の大量出血、ARF、不整脈、遷延するLOSなどにより24時間後には再び低値を示した。IABP挿入時期の遅延による結果であったと推測された。術直後に低下した心機能がIABPの補助により改善された症例でも、長時間のIABPの補助が必要となった例にはMOFにて失った症例が多かった。遷延するLOSによる臓器灌流不足に基づくARF、さらに感染が契機となりMOFへと進展した症例は救命できなかった。

IABPによる補助循環治療の目的は、低下した心機能を可及的早期に回復させることであるが、IABPの補助効果は主に圧補助であり、弁膜症術後のpump failureに対する流量補助は期待できる程のものといえない。今回の検討でも、死因が致命的な不整脈、GVHD、中枢神経障害であった4例を除く22例は最終的には臓器灌流の障害によるものと考えられる。IABPの補助効果が十分得られない症例に対して最近教室ではまず軽度全身低体温(33~35°C)を導入する⁶⁾方針をとっている。これは低体温による代謝抑制を目指している。本稿の42例中2例に行い、ともに生存している。本法は手技が簡便であり、どこ施設でも実施可能であり、有用な手段と考える。低体温管理にても心機能の改善がみられない場合には経皮的な心肺補助システム(PCPS)を行うことにしている。人工心臓を用いた補助循環(LVAS)は現在経済性、設備などの面でどの施設でも簡単に使用できるとは限らないが、流量補助システムとしては最も確実な補助手段と考えている。現時点ではIABP無効例に対しては、軽度低体温の導入、PCPS、さらにLVAS, BVASと段階的な補助循環治療体系を考えている。周術期にIABPによる

補助をうけた弁膜症手術症例の成績は満足すべきものではなかった。死因の主は臓器の灌流障害に起因するものであった。臓器の低灌流が MOF への門戸である⁷⁾ことを念頭におき、IABP の補助循環の能力を熟知し、過不足なく用いることが肝要である。

結 語

最近 10 年間の弁膜症手術症例 581 例中周術期に IABP を使用した 42 例の治療成績を検討した。16 例 (38.1%) が生存退院したが、26 例 (61.9%) が死亡した。死亡した 26 例中 10 例は IABP よりは離脱可能であった。IABP 離脱可能および不能群では体外循環時間、大動脈遮断時間、IABP 作動後 24 時間の心係数に有意差がみられた。また、生存退院および IABP 離脱後死亡群間では術後腎不全、感染症発症頻度に有意差がみられた。死亡例の 58% に術後腎不全の合併がみられ、46% に多臓器不全が発生した。

IABP 弁膜症に対する治療効果は生存率が 38% と不良で術前因子より術中・術後因子が深く成績に関与した。術後合併症、とりわけ多臓器不全への進展の防止が成績向上につながると考えられる。

文 献

- 1) Creswell, L. L., Rosenbloom, M., Cox, J. L., et al.: Intraaortic balloon counterpulsation: Patterns of usage and outcome in cardiac surgery patients. *Ann. Thorac. Surg.* **54**: 11-20, 1992.
- 2) Downing, T. P., Miller, D. C., Stofer, R., et al.: Use of the intra-aortic balloon pump after valve replacement. Predictive indices, correlative parameters, and patient survival. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **92**: 210-217, 1986.
- 3) Abdelnoor, M., Hall, K. V., Golf, S., et al.: Intra-aortic balloon pumping support in surgically treated valvular heart disease: Prognostic factors and survival. *Life Support Systems* **5**: 233-239, 1987.
- 4) Kantrowitz, A., Tjønneland, S., Freed, P. S., et al.: Initial clinical experience with intraaortic balloon pumping in cardiogenic shock. *JAMA* **203**: 135-140, 1968.
- 5) 山田 修, 数井暉久, 中西克彦ほか: 開心術後 IABP 使用の限界と問題点. *日胸外会誌* **34**: 135-140, 1988.
- 6) 井畔能文, 豊平 均, 下川新二ほか: 開心術後低心拍出量症候群への低体温管理による対応. *日心外会誌* **22**: 118-122, 1993.
- 7) Slogoff, S., Reul, G. J., Keats, A. S., et al.: Role of perfusion pressure and flow in major organ dysfunction after cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* **50**: 911-918, 1990.