ABIOMED BVS 5000 (LVAS) の装着により救命しえた 緊急冠動脈バイパス術後の重症心不全の1例

斎藤雄平 青田正樹 武田崇秀
中根武一郎 小西裕

薬剤や大動脈内バルーンパンピング (IABP) にも反応不良の急性心不全の治療は、機械的循環補助の適応が考慮される。近年、落差脱血方式を採用した ABIOMED 社製の左室補助人工心臓 (LVAS; ABIOMED BVS 5000) が、本邦でも使用可能となってきたが、開心術後の心不全に対する使用例の報告は少ない。症例は52歳、男性、呼吸困難のために当院を受診し、低心機能を伴う recent myocardial infarction と診断され、入院加療となった。入院2日目に突然、心室細動となり、蘇生したが効果なく、経皮的人工心臓 (PCPS) を装着、緊急心臓カテーテル検査が施行された。その結果、重症3枝病変であり、緊急手術の適応と判断した。同日に緊急冠動脈バイパス術を施行した。手術は、胸骨正中切開、PCPS による補助循環下に、心拍動下に行った。すべて大伏在静脈をグラフトとして、大動脈より#7と#4 PDへgraftingを行った。術中、PCPSの離脱は困難と判断し、左房脱血、上行大動脈送血により、ABIOMED BVS 5000 を装着し、PCPS を抜去し、手術を終了した。術後、非乏尿性の腎不全となったが、術後6日目にLVASからの離脱が可能であった。当初、低酸素脳症の影響を認めたが完全に回復し、術後63日目に独歩により退院、社会復帰した。日心外会誌 35 巻 4 号: 235-238 (2006)

Keywords: 開心術, LVAS, PCPS, ABIOMED BVS 5000

A Recovery Case of Severe Heart Failure after Emergency Coronary Artery Bypass Grafting Supported by a Left Ventricular Assist System

Yuhei Saitoh, Masaki Aota, Takahide Takeda, Takeichiro Nakane and Yutaka Konishi
(Department of Cardiovascular Surgery, Japanese Red Cross Society Wakayama Medical Center, Wakayama, Japan)

In general strategy for postcardiotomy heart failure includes inotropic support followed by the use of an intra-aortic balloon pump and percutaneous cardiopulmonary bypass support (PCPS). The insertion of a ventricular assist system (VAS) may become necessary when these procedures fail to restore hemodynamic stability. The ABIOMED BVS 5000 left ventricular assist support system (LVAS) has been approved for clinical use in Japan since 1998. Here we describe our experience with the recovery of a 52-year-old man from postcardiotomy heart failure after using an ABIOMED BVS 5000 LVAS. The patient was admitted to our institution with dyspnea. Heart failure with severe left ventricular dysfunction was diagnosed, and recent myocardial infarction was suspected from his history and electrocardiogram. Two days after admission, ventricular fibrillation occurred and the arrhythmia was hard to control. PCPS was connected and emergency coronary angiography showed triple vessel disease. We performed emergency coronary artery bypass grafting with the heart beating under PCPS and immediately implanted an ABIOMED BVS 5000 device to achieve myocardial recovery after stopping PCPS. He was weaned from the LVAS at 6 days after surgery. His postoperative course was relatively uneventful and he was discharged after recovery. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 35: 235-238 (2006)

薬剤や大動脈内バルーンパンピング (IABP) にも反応不良の急性心不全の治療は、機械的循環補助の適応が考慮されるが、通常、経皮的な心臓補助装置 (PCPS) による補助から行われることが多いと思われる。しかし、PCPS では十分な循環補助が得られなかったり、開心術後の場合、抗凝固療法に伴う出血の問題などがあり、必ずしも満足のいく結果が得られないことも多いのが現状と思われる。一方、left ventricular assist system (LVAS) は、薬物治

療抵抗性の高度心不全に対して、唯一、確実な循環維持効果が証明されているものであり、循環不全により二次的に奮起された多臓器不全の回復が期待できるのは、完全置換型人工心臓や VAS による補助循環治療以外にないといわれている¹⁾。近年、ABIOMED 社製の LVAS (ABIOMED BVS 5000; 0505-0032, ABIOMED Inc., Danvers, MA, U.S.A.) も使用可能となっており、装着後 24 時間の抗凝固療法が不要な点や、落差脱血方式を採用しているため、その駆動に際しての監視が比較的容易な点がある。

低心機能を伴う recent myocardial infarction (RMI) と診断された症例が、難治性の心室細動となり PCPS が

挿入された症例に対して、緊急冠動脈バイパス術を施行し、術後の急性期を ABIOMED BVS 5000 を装着することによって、良好な経過をたどることができた症例を経験したので報告する。

症 例

症例：52 歳，男性。

主訴：呼吸困難。

家族歴：特記すべき事項なし。

既往歴：高血圧症（未治療）。

現病歴：平成 17 年 3 月 20 日に、階段昇降時に、呼吸困難が出現したが、安静により症状は改善したため、様子をみていた。同年 3 月 24 日の深夜 1 時ころ、階段昇降時に再び呼吸困難が出現した。症状の改善をみないため、当院の救急外来を受診した。

入院時現症：身長 163 cm，体重 83 kg で、血圧は 134/81 mmHg，脈拍 110 bpm で整脈であった。聴診で明らかな心雑音はなく、III 音と IV 音を聴取した。起坐呼吸の状態では、呼吸数は 32 回/分で、全肺野で湿性ラ音を聴取した。

入院時検査所見：血液・生化学検査により、白血球の上昇、H-FABP 陽性、トロポニン T の上昇、LDH の軽度上昇を認めた。心電図は洞調律で、 $V_1 \sim V_4$ 誘導により ST 上昇を、I, aV_L , V_6 誘導により ST 低下を認めた。胸部 X 線写真により、肺鬱血と両側の胸水を認め、さらに、血液ガス分析により、5 l/分の酸素投与下で $PaO_2 = 61.7$ mmHg, $PaCO_2 = 38.2$ mmHg と、低酸素血症を認めた。経胸壁心エコーでは、前壁から心尖部にかけては、akinesis で、下壁は severe hypokinesis であった。EF 20%で、II 度の僧帽弁逆流を認めた。以上の所見と臨床経

過より、RMI による心不全と診断され、循環器内科に入院となった。

入院後経過：長時間の坐位・臥位は不可能な状態であったため、心不全のコントロールを先行し、状態が安定してから心臓カテーテル検査を行う方針となり、集中治療室に入室し、強心剤、利尿剤などの投与が開始となった。ところが、入院 2 日目の 3 月 26 日に、心房細動となりピルシカイニドを投与されたが、その数十分後に、突然、心室細動となり、蘇生、カウンスンショックを数回行ったが反応しないため、PCPS を挿入、緊急心臓カテーテル検査を行った。冠動脈造影により、#2, 7, 11:100% (#7, 11 は慢性閉塞) の所見だった (図 1)。IABP を挿入し、今回の責任病変と思われる #2 に対して、direct percutaneous coronary intervention (stenting) を行い、#3 まで開存を得た。再度、電氣的除細動を施行し、洞調律となった。右冠動脈は、末梢までの再灌流は十分にできていないことと、ベースに心不全があり、左冠動脈領域の虚血も改善したほうが、心不全の改善が期待できると判断した。意識の改善を確認したのち、外科的に緊急血行再建を行った。

手術所見：胸骨正中切開、PCPS による補助循環下に、心拍動下冠動脈バイパス術を行った。全身状態が非常に悪かったため、手術時間の短縮と術後早期の冠血流維持を考え、すべて静脈グラフトを採用し、大動脈より、#7 と #4 PD へおのおの grafting を行った。回旋枝は small であり、ungraftable と判断し、grafting しなかった。ドーパミン、ドブタミン $5 \mu\text{g/kg/min}$ 、ノルアドレナリン $0.3 \mu\text{g/kg/min}$ 、Colforsin daropate $0.3 \mu\text{g/kg/min}$ の投与下で、図 2 に示すような血行動態であり、PCPS の離脱は困難と判断、PCPS 補助に伴う抗凝固療法による術後出血か

図 1 術前冠動脈造影

冠動脈造影検査により、#2, #7, #11 は閉塞していた。#7 と #11 は慢性閉塞と思われた。

ら血行動態の維持が困難になる危険性や、PCPS 補助では、十分な左室補助が期待できないことを考慮し、上行大動脈より送血用の 42 Fr. の人工血管を縫合し、さらに、上行大動脈の後側の左房の天井に、2-0 Ti-cron® により 2 重タバコ縫合を行ったのち、32 Fr. の脱血管を挿入し、Nelaton を用いて固定した (図 3)。ただしに、左心補助を開始し、PCPS 抜去後、手術を終了した。

術後経過：術後より 24 時間抗凝固療法は施行せず、24 時間以降に ACT 200 秒を目標に、ヘパリンの持続点滴による抗凝固療法を開始した。ドレーンからの出血量は、術直後は約 50 ml/h 程度であったが、数時間で 20~30 ml/h に減少した。術直後より、比較的安定した心拍出量が得られ (図 4)、血行動態も安定していたため、術後 4 日目より、LVAS の weaning を開始し (図 5)、術後 6 日目に、全身麻酔下に、LVAS を抜去した。このさい、脱血管挿入部からの出血がコントロールできず、一時的に、人工心肺の補助を要したが、人工心肺からの離脱は容易であっ

た。術後より、非乏尿性の腎不全となったが、利尿剤の投与による尿量の維持のみで改善した。経過中の max CK は 9,408 IU/l, max CK-MB は 147 IU/l であった。術後 9 日目に IABP を抜去し、術後 16 日目に抜管、術後 9 日目に集中治療室を退室した。抜管後は、低酸素脳症の影響があったためか、十分なコンタクトがとれなかったが、徐々に改善し、最終的には完全に回復した。術後の心臓カテーテル検査では、graft はすべて開存しており、左室駆出率は 33% であった。術後 63 日目に独歩により退院した。

考 察

急性ならびに慢性心不全に対する、内科的あるいは外科

血行動態		動脈血ガス (FiO ₂ = 100%)	
CVP	23 mmHg	pH	7.62
PA	33/26 mmHg	PaCO ₂	24.4 mmHg
BP	100/70 mmHg	PaO ₂	216.0 mmHg
CI	1.7 L/min/m ²	HCO ₃	25.4 mmol/l
		BE	4.7 mmol/l

投与薬剤：Dopamine・Dobutamine : 5 μ g/kg/min

Noradrenarine : 0.3 μ g/kg/min

Colforsin daropate : 0.3 μ g/kg/min

図 2 術中血行動態

CVP: central venous pressure, PA: pulmonary arterial blood pressure, BP: blood pressure, C. I.: cardiac index.

図 3 術中写真

上行大動脈に送血用の人工血管を吻合し、左房の天井に脱血管を挿入した。

図 4 ICU 入室時

ポンプ部分 (←) は、ベッド・サイドに固定し、その高さを調節するだけで、脱血量の調節が可能である。

図 5 術後経過

術後 4 日目より、LVAS の weaning を開始、術後 6 日目に、離脱可能となった。

的治療に反応しない難治例は、機械的補助循環の適応が考慮される。開心術後の心不全に対しても、薬剤や IABP に反応不応症例に対しても、機械的補助が考慮されるが、PCPS による補助から行われることが多いのが現状と思われる。PCPS は、通常は、右房より脱血し、下肢動脈に送血する無拍動の流量補助であり、その補助量は心拍出量の約 50~70%といわれており¹⁾、左心系に対する前負荷の軽減効果は左心補助人工心臓と異なり、右心系からの脱血による肺循環血液量を介する間接的なものである。高度障害心では、PCPS 補助により左室後負荷の増加を招き、かえって悪影響を及ぼす可能性もあり²⁾、必ずしも十分な循環補助が得られない可能性もある。また、PCPS を作動させるのにあたっては、ヘパリン、メシル酸ナファモスタットなどを用いた抗凝固量は不可欠であり、開心術後の場合、抗凝固療法に伴う出血が問題となって循環動態の維持が困難となり、とくに術直後数日間の循環が維持できないために心機能の回復を得ることができずに終わる症例も経験されると思われる。一方、LVAS は、薬物治療抵抗性の高度心不全に対する治療として、確実な循環維持効果や、循環不全による二次的に奮起された多臓器不全の回復が期待できる。近年、ABIOMED 社製の LVAS (ABIOMED BVS 5000) も本邦での使用が可能となってきたおり、おもに短期間の機械的左心補助の有効性が報告されているが、本邦での開心術後の機械的循環補助の有効性についての報告は少ない。ABIOMED BVS 5000 は、本邦で使用可能な他の LVAS である東洋紡社製国立循環器病センター型 LVAS やゼオン-アイシン精機製東京大学型 LVAS³⁾、あるいは、PCPS と異なり、装着後 24 時間の抗凝固療法が不要とされており、とくに開心術後の機械的循環補助に関して、出血を制御しやすい点で非常に有効と考えられる。

また、ABIOMED BVS 5000 は、落差脱血方式を採用しているため、ポンプ部分をベッド・サイドに固定し、その高さの調節のみで体外循環の調節が可能である。駆動に際しての監視は比較的容易であり、必ずしも医師や臨床工学技師が、ベッド・サイドに常時付き添わなくても大きな問題となることは少なく、マン・パワーの節約が可能と思われた。脱血部位に関して種々の報告があるが⁴⁾、本症例では、recovery を目的としているため、なるべく心尖部に傷を付けたくない点、容易に挿入固定ができ、十分な脱血量も確保可能である点、心尖部脱血では機能の回復に伴う心拍動の増強によってカニューレ周囲から出血が増加する可能性がある点などを考慮し、左房脱血を選択した。ただし、左房から脱血しているため、完全脱血してしまうと左室内に血栓を形成してしまう恐れがある。本症例では、

経食道エコーによる左室内のモヤモヤ・エコーの観察から、ある程度モヤモヤ・エコーが消失する程度に脱血量を調節し、左室内にも少量の血液が循環するようにしたことによって血栓形成の予防ができた。幸い、本症例では血栓塞栓症は認めなかったが、左房脱血による左心補助を行うさいには、十分注意する必要があると思われる。そして、心内血栓のモニタリングには、経食道エコーが有効であった。

LVAS 装着の適応に関しても、種々の報告がなされている^{3,5,6)}。本症例では、LVAS 装着にふみきったさいのカテコールアミンの投与量は、若干少なめではあったが、血行動態や術中の経食道エコーの所見から判断して、大量のカテコールアミンで血行動態を維持する前に LVAS の装着を決定した。早期の装着が良好な経過をもたらすことができた要因の一つではないかと思われるが、その適応に関しては、慎重であるべきと思われる。しかし、PCPS で数日を経て、諸臓器の不全傾向が進行してから LVAS を装着しても recovery が困難となる可能性もあり、期を逸することなく LVAS の適応を決定することが重要ではないかと考えられた。

ABIOMED BVS 5000 は、短期間の左心補助に関して有用と思われ、とくに、開心術後の難治性心不全に対する bridge to recovery を目的とした使用法の一つとして、その適応を慎重に考慮して使用すれば有効な一手段となると思われた。今まで、開心術後の難治性心不全で救命できなかった症例のなかにも、救命できるような症例が出てくるのではないかと考えられた。循環補助中にさまざまな問題もあると思われ、今後、症例を重ねて検討していくことが肝要と思われた。

文 献

- 1) 高野昭夫, 清野精彦: 実地診療に則した心不全診断・治療マニュアル. 第 1 版, 医薬ジャーナル社, 大阪, 2002, pp. 292-297.
- 2) 松田 暉: 経皮的心肺補助装置. PCPS の最前線. 第 2 版, 秀潤社, 東京, 2004, pp. 17-22.
- 3) 赤坂隆史, 吉川純一, 笠貫 宏ほか: 新・心臓病診療プラクティス 2. 心疾患の手術適応と至適時期, 第 1 版, 文光堂, 東京, 2004, pp. 320-333.
- 4) Samuels, L. E., Thomas, M. P., Morris, R. J. et al.: Alternative sites for Abiomed BVS 5000 left ventricular assist device implantation. J. Congestive Heart Failure Circ. Support 1-2: 85-89, 1999.
- 5) Samuels, L. E., Holmes, E. C., Thomas, M. P. et al.: Management of acute cardiac failure with mechanical assist: Experience with the ABIOMED BVS 5000. Ann. Thorac. Surg. 71: S 67-72, 2001.
- 6) Samuels, L. E., Kaufman, M. S., Thomas, M. P. et al.: Pharmacological criteria for ventricular assist device insertion following postcardiotomy shock: Experience with the Abiomed BVS System. J. Card. Surg. 14: 288-293, 1999.