

## 症例報告

冠動脈バイパス術後の心原性ショックに対して  
IMPELLA CP<sup>®</sup>が有用であった1例

- 1) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 心臓血管外科学分野
- 2) 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 循環器内科学分野
- 3) 白十字病院 心臓・弁膜症センター

|    |    |     |    |     |    |     |     |    |    |
|----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|----|
| 松  | 丸  | 一   | 朗  | 笠   | 雄  | 中   | 尾   | 優  | 風  |
| まつ | まる | いち  | ろう | りゅう | ゆう | たろう | お   | ゆう | ふう |
| 村  | 上  | 友   | 悟  | 寺   | 裕  | 充   | 田   | 倉  | 雅  |
| むら | かみ | ゆう  | ご  | でら  | ひろ | みつ  | た   | くら | まさ |
| 田  | 口  | 駿   | 介  | 久   | 富  | 一   | 輝   | 中  | 路  |
| た  | ぐち | しゅん | すけ | ひさ  | とみ | かず  | き   | なか | じ  |
| 尾  | 長  | 喜   | 久  | 子   | 三  | 浦   | 崇   | 本  | 川  |
| お  | お  | せ   | き  | く   | み  | うら  | たかし | もと | かわ |
| 松  | 尾  | 俊   | 哉  | 前   | 村  | 浩   | 二   | 江  | 石  |
| まつ | お  | とし  | や  | まえ  | むら | こう  | じ   | え  | いし |
|    |    |     |    |     |    |     |     |    | 哲  |
|    |    |     |    |     |    |     |     |    | 史  |
|    |    |     |    |     |    |     |     |    | 清  |
|    |    |     |    |     |    |     |     |    | 行  |

## 要 旨

不安定狭心症，急性心筋梗塞に対する CABG 術後の遷延する心原性ショックに対して，IMPELLA CP<sup>®</sup>による循環補助が有効であった症例を経験したので報告する．53歳男性，うっ血性心不全で入院．経胸壁心エコー図検査で左室拡張末期径74 mm，収縮末期径69 mm，左室駆出率27%と低心機能状態であった．内科治療中に左脚ブロック，心筋逸脱酵素の上昇を認めた．入院11日目に大動脈内バルーンパンピング留置後に冠動脈造影検査を施行したところ，左主幹部を含む重症三枝病変であり，右心カテーテル検査で肺動脈楔入圧30 mmHg，肺動脈圧57/32 (42) mmHg，右室圧56 mmHg，心拍出量3.4 L/min，心係数1.8 L/min/m<sup>2</sup>であった．虚血性心疾患，非 ST 上昇型心筋梗塞，不安定狭心症による急性心不全であり，LMT 病変を含む冠動脈3枝病変に対して準緊急で冠動脈バイパス術 (Coronary artery bypass grafting: CABG) を施行した．血行再建後，IABP に加えて高容量のカテコラミンを使用し人工心肺から離脱できたが，ICU 入室後に心原性ショック状態となったため，右大腿動脈より IMPELLA CP<sup>®</sup> を留置し，循環動態は速やかに安定した．IMPELLA CP<sup>®</sup> は術後4日目に離脱でき，合併症無く術後61日目に自宅退院となった．

キーワード：IMPELLA, CABG, 心原性ショック

## 緒 言

開心術後に心原性ショックに陥った場合，従来であれば大動脈内バルーンパンピング

(Intra-aortic balloon pumping: IABP) や経皮的心肺補助装置 (Percutaneous cardiopulmonary bypass: PCPS) を導入していたが，特に PCPS を必要とした開心術後心原性ショック症例ではその予後は不良であり，退院可能であった

のは30.8%と報告されている<sup>1)</sup>。

心原性ショックなど薬物療法抵抗性の急性心不全に対する経皮的な左室補助装置として、IABPやPCPSに加えて、2017年9月からIMPELLA<sup>®</sup> (Abiomed, Inc. Danvers, Massachusetts, USA) が使用可能となった。これは大腿動脈もしくは腋窩動脈に吻合された人工血管を経由して左心室内に挿入・留置し、左心室から直接脱血し上行大動脈に送血することにより、低侵襲且つ迅速に左室前負荷軽減と冠血流増加による心保護効果が期待されるカテーテル式の血液ポンプである。

当院では2020年2月よりIMPELLA<sup>®</sup>を導入したが、その対象は主に心室細動 (Ventricular fibrillation: Vf) など心肺停止を伴った急性冠症候群 (Acute coronary syndrome: ACS) 症例に対する緊急経皮的カテーテルインターベンション (percutaneous coronary intervention: PCI) へのブリッジ症例や劇症型心筋炎に伴う心原性ショック症例であった。

今回、左冠動脈主幹部 (Left main trunk: LMT) 病変を含む冠動脈3枝病変に対して準緊急冠動脈バイパス術 (Coronary artery bypass grafting: CABG) 後の心原性ショックの遷延に対してIMPELLA CP<sup>®</sup> を使用し、良好な結果を得たため報告する。

## 症 例

患者：50歳代男性。

主訴：労作時呼吸困難。

現病歴：202X年Y月労作時呼吸困難が出現、Y+2月より起坐呼吸となりうっ血性心不全の診断で前医入院。同院でカルペリチド、経口利尿薬による加療が行われたが心不全管理が困難と判断され、集学的加療のため当院転院となった。

既往歴：高血圧症。

家族歴：特記事項なし。

内服歴：フロセミド60 mg 分2、スピロノラクトン25 mg 分1、アムロジピン5 mg 分1、イルベサルタン50 mg 分1

入院時現症：身長171 cm、体重77.7 kg、BMI26.6、体表面積1.90 m<sup>2</sup>。意識レベル清明、血圧132/92 mmHg、洞調律、脈拍104 / 分、体温37.1℃、SpO<sub>2</sub> 99% (室内気)、呼

吸数20回 / 分、四肢に軽度下腿浮腫あり、末梢冷感なし。聴診所見：心雑音なし、呼吸音正常。

血液生化学検査所見：WBC: 8.8 × 10<sup>3</sup> / μL, RBC 3.98 × 10<sup>6</sup> / μL, Hb: 12.7 g/dL, Hct: 36.8%, PLT: 267 × 10<sup>3</sup> / μL, PTINR: 1.10, APTT: 27.6秒, TP: 6.4 g/dL, Alb: 3.4 g/dL, AST: 28 U/L, ALT: 34 U/L, LDH: 289 U/L, ALP: 82 U/L, T.bil: 0.8 mg/dL, CK: 69 U/L, BUN: 32 mg/dL, Cr 2.6 mg/dL, eGFR 25 ml/min, Na: 139 mmol/L, K: 4.6 mmol/L, Cl: 102 mmol/L, CRP: 1.38 mg/dL, HbA1c: 5.9%, NT proBNP 5043 pg/ml

胸部単純レントゲン写真：心胸郭比56%、心拡大、胸水、肺うっ血像を認めた (図1)。12誘導心電図：心拍数104 / 分、洞調律、I, aVL, V5, V6 ST低下、V1-2 QSパターン (図2a)。経胸壁心エコー図検査所見：LVDD 74 mm, LVDs 69 mm, EF 27%, AR(-), MR(-), TR(-)、心尖部、下壁基部はsevere hypokinesisであった。

## 入院後経過

利尿薬と強心薬で治療開始したが反応不良であり、入院7日目に心電図で左脚ブロックの出現 (図2b)、心筋逸脱酵素の上昇及び腎機能障害の進行 (表1) を認め、虚血性心疾患が疑われたため、第11病日にIABP留置後CAGを行った。

冠動脈造影検査 (図3)：RCA seg1閉塞、左冠動脈主幹部 (LMT) 90%、左前下行枝LAD seg6 90%、左回旋枝LCX seg13 90%狭窄  
右心カテーテル検査：肺動脈楔入圧30 mmHg、肺動脈圧57/32 (42) mmHg、右室圧56 mmHg (拡張末期圧16 mmHg)、中心静脈圧13-15 cmH<sub>2</sub>O、心拍出量3.4 L/min、心係数1.8 L/min/m<sup>2</sup>

以上より、虚血性心疾患、非ST上昇型心筋梗塞、不安定狭心症による急性心不全であり、冠動脈血行再建の適応と判断した。LMT病変を含む冠動脈3枝病変に対して準緊急CABGを施行する方針として、ドブタミン5 μg/kg/min、カルペリチド0.0125 μg/kg/min投与下に集中治療室へ入室とした。



図1 入院時胸部単純X線写真  
心胸郭比56%, 心拡大, 胸水, 肺うっ血像を認めた.



図2 術前心電図

- a. 入院時12誘導心電図
- b. 入院7日目12誘導心電図

表1 入院後の腎機能及び心筋逸脱酵素の推移

|                  | Day 0 | Day 1 | Day 7 | Day 9 | Day 11 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Cr, mg/dL        | 2.62  | 2.80  | 3.0   | 3.86  | 4.08   |
| NT-proBNP, pg/ml | 5043  |       | 12219 |       | 17888  |
| Troponin T       | 0.49  | 0.657 |       |       | 3.72   |

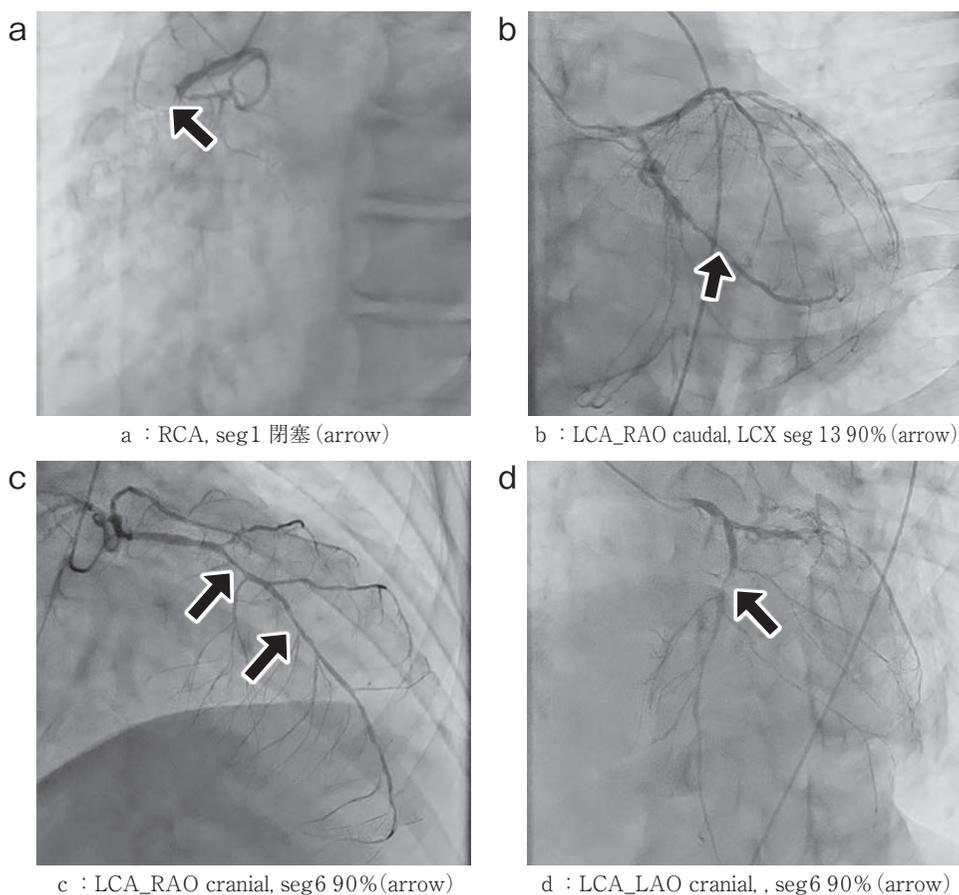


図3 術前冠動脈造影

(a) RCAseg1 閉塞, (b, c, d) LMT 90%, LAD seg6 90%, LCX seg 13 90% 狭窄

術式：人工心肺使用心停止下 CABG-3枝（左内胸動脈（LITA）-LAD，大動脈（Ao）-大伏在静脈（SVG）-#12OM, Ao-SVG-#4PD）。

手術時間5時間11分

体外循環時間2時間12分

大動脈遮断時間1時間32分

手術所見：胸骨正中切開，左内胸動脈，及び

両大腿から大伏在静脈を採取した。上行大動脈送血，右房脱血で体外循環を確立し，上行大動脈を遮断，心筋保護液を注入し，心停止とした。

心停止下に，SVGを4PD, SVGをOM#12, LITAをLAD#8へ吻合し，SVGの中枢側吻合を施行して遮断解除した。フローメーター

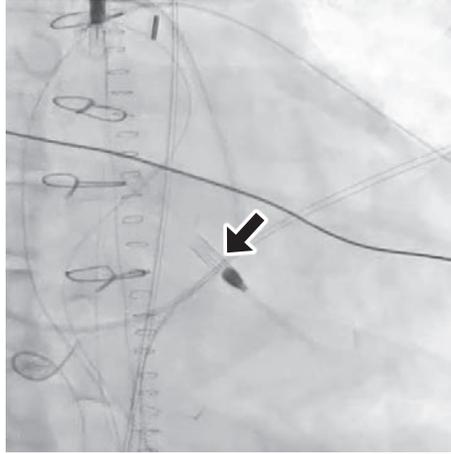


図4 IMPELLA CP® 留置

表2 IMPELLA CP® 留置前後血行動態推移

|                          | pre-ope    | post IMPELLA (Day 0) | post IMPELLA (Day 3) |
|--------------------------|------------|----------------------|----------------------|
| PAWP, mmHg               | 30         | 21                   | NA                   |
| PAP, mmHg                | 57/32 (42) | 41/20 (30)           | 33/14 (22)           |
| CVP, cmH <sub>2</sub> O  | 15         | 13                   | 7                    |
| CO, L/min                | 3.4        | 4.2                  | 4.9                  |
| CI, L/min/m <sup>2</sup> | 1.8        | 2.2                  | 2.5                  |

ではバイパスフローに問題なかった。

IABP 駆動下に人工心肺からは離脱できたが、終刀時の循環動態はノルアドレナリン 0.25  $\mu$ g/kg/min, ドブタミン 3  $\mu$ g/kg/min, オルプリノン 0.1  $\mu$ g/kg/min で、動脈圧 80/45 mmHg, CVP 13 cmH<sub>2</sub>O であった。

#### ICU 入室後経過

ICU 入室後より心室頻拍 (Ventricular tachycardia: VT) が頻発, CVP は 15 cmH<sub>2</sub>O へ上昇し, NA は 0.30  $\gamma$  に増量, アドレナリン (ボスミン®) が 0.10  $\gamma$  必要な状況であり, 補助循環再導入が必要と判断し, 血管造影室へ移動, 左大腿動脈より IMPELLA CP® を留置し, IABP は抜去した (図4)。

右心カテーテル検査: 肺動脈楔入圧 21 mmHg, 肺動脈圧 41/20 (30) mmHg, 中心静脈圧 13 cmH<sub>2</sub>O, 心拍出量 4.2 L/min, 心係数 2.2 L/min/m<sup>2</sup>

IMPELLA CP® 留置後は不整脈の消失, 肺動脈楔入圧, 肺動脈圧, 中心静脈圧の低下を認めた (表2)。持続的血液濾過透析 (Continuous hemodiafiltration: CHDF) も安定して施行できるようになった。脈圧も徐々に増加してきたため, IMPELLA CP® は術後4日目に離脱した。IMPELLA 留置による出血傾向が懸念されたが, ドレイン量は術後2日目をピークに減少し, 6日目までに全てのドレインが抜去できた。術後5日目に抜管となったが, 尿量の低下や CVP の再上昇など心不全再燃傾向あり, 術後9日目に IABP を再留置し CAG を施行, 全グラフトの開存を確認した (図5)。その後循環動態は安定し, 術後13日目に IABP 抜去, 術後14日目に CHDF から離脱, 術後18日目に ICU を退室となった (図6)。

以後は一般病棟でリハビリテーションを行い, 心エコー上の心収縮力は少しずつ改善,

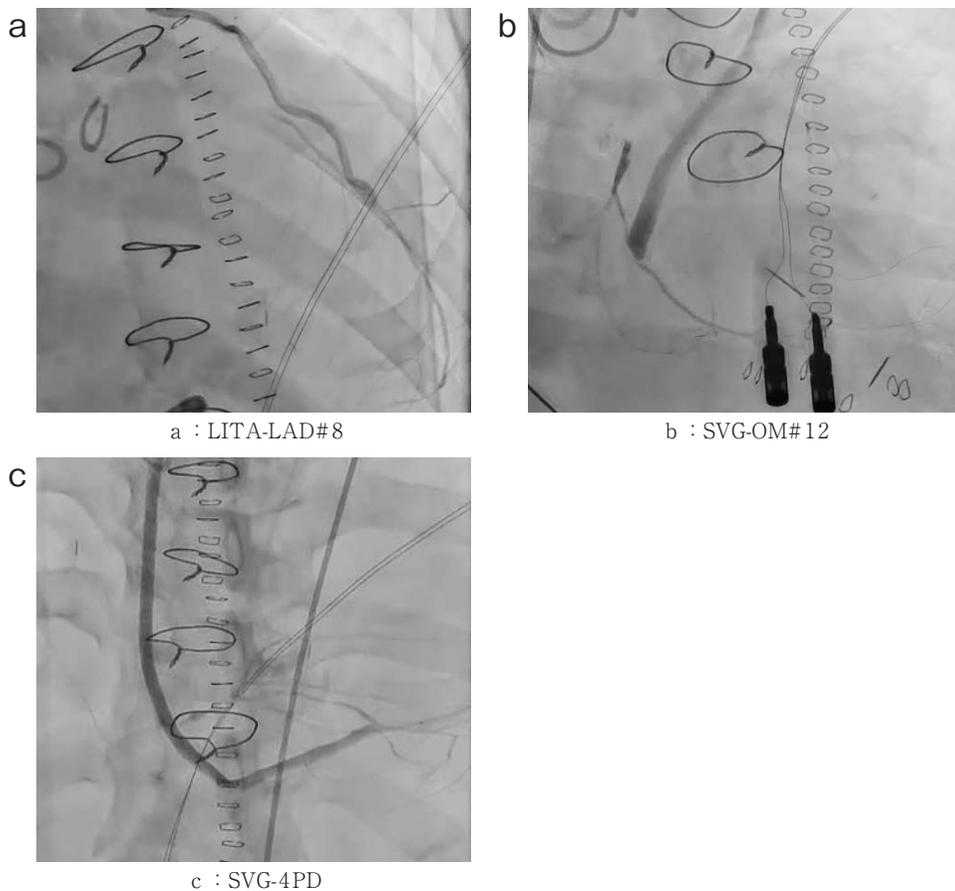


図5 術後冠動脈造影  
(a) LITA-LAD, (b) Ao-SVG-# 12OM, (c) Ao-SVG-# 4PD

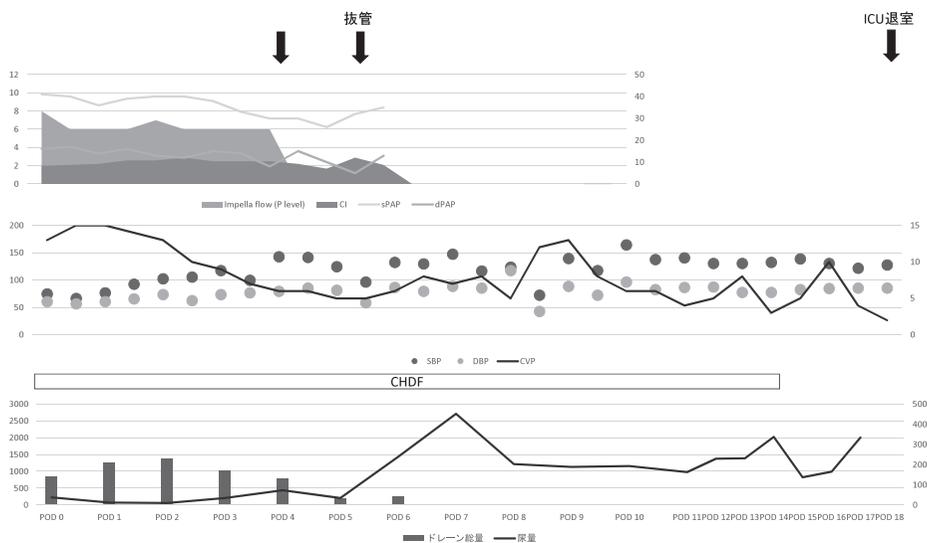


図6 術後経過表

表3 当科における IMPELLA 使用経験

| No | 年齢 | 性別 | 診断                | IMPELLA 留置前の状態                 | Impella | 使用目的    | 治療            | 転帰 |
|----|----|----|-------------------|--------------------------------|---------|---------|---------------|----|
| 1  | 51 | F  | AMI, Vf心肺停止, DHCM | E-CPR, ECMO                    | 5       | ECPELLA | LVAD          | 軽快 |
| 2  | 68 | F  | 劇症型心筋炎            | Cardiogenic shock, ECMO + IABP | CP      | ECPELLA |               | 死亡 |
| 3  | 57 | F  | uAP               | uAP                            | 2.5     | Impella | Protected PCI | 軽快 |
| 4  | 78 | F  | VSP               | Cardiogenic shock              | 2.5     | Impella | VSP closure   | 死亡 |
| 5  | 85 | M  | AMI               | Cardiogenic shock, IABP        | CP      | Impella | PCI           | 軽快 |
| 6  | 65 | F  | 劇症型心筋炎            | Cardiogenic shock, ECMO + IABP | CP      | ECPELLA | 保存的加療         | 軽快 |
| 7  | 60 | F  | 劇症型心筋炎            |                                | CP      | Impella | 保存的加療         | 軽快 |
| 8  | 68 | M  | AMI, Vf心肺停止       | E-CPR, ECMO                    | CP      | ECPELLA | PCI           | 死亡 |
| 9  | 52 | M  | AMI, Vf心肺停止       | E-CPR, ECMO                    | CP      | ECPELLA | PCI           | 軽快 |
| 10 | 37 | M  | ICM               | IABP                           | 5       | Impella | 心不全治療         | 軽快 |
| 11 | 53 | M  | ICM, CABG 術後      | Cardiogenic shock, IABP        | CP      | Impella | CABG          | 軽快 |
| 12 | 19 | M  | 劇症型心筋炎            | Cardiogenic shock, ECMO + IABP | CP      | ECPELLA | 心不全治療         | 軽快 |
| 13 | 86 | M  | AMI               | E-CPR, ECMO                    | CP      | ECPELLA | PCI           | 死亡 |
| 14 | 52 | M  | AMI               | Cardiogenic shock, ECMO + IABP | CP      | ECPELLA | PCI           | 軽快 |
| 15 | 84 | F  | PVL Severe MR     | Cardiogenic shock              | CP      | Impella | MVR           | 軽快 |
| 16 | 25 | M  | DCM               | Cardiogenic shock, IABP        | 5.5     | Impella | 保存的加療         | 軽快 |

最終的な血液透析も離脱し、第61病日に独歩退院となった。現在術後1年6ヶ月が経過し外来通院されている。

## 考 察

開心術後に心原性ショックに陥った場合、従来であれば ECMO が留置されていたが、そのような症例の予後は不良であり、退院可能であったのは30.8%と報告されている<sup>1)</sup>。

IMPELLA<sup>®</sup>は従来 PCPS を必要とするような開心術後心原性ショックを呈する症例において、PCPS と同等の流量補助が可能であるだけでなく、循環補助に加えて左室の Unloading による圧負荷軽減により早期の自己心回復を促すことができると推測されている<sup>2)</sup>。

Pieri<sup>3)</sup>による心原性ショックを伴った急性心筋梗塞患者に IABP または IMPELLA<sup>®</sup>を使用した後ろ向き試験を行い、両群における生存率は同程度であったが、IMPELLA 群で左室後負荷の軽減により心筋へのダメージが少なく、発症6ヶ月後の左室駆出率の改善につながったと述べている。また、O'Neill<sup>4)</sup>による PROTECT II Study では、急性心筋梗塞に合併した心原性ショックに対して、IABP と比較して IMPELLA 2.5<sup>®</sup>での30日時点で予後改善効果は認められなかったが、主

要イベント(死亡, 脳梗塞, 心筋梗塞, 再 PCI)は29%軽減したと報告している。

心原性ショックに対する IMPELLA と ECMO の短期予後を比較した研究では、両群で30日時点での予後改善効果は認められなかったが、出血、感染、下肢虚血による合併症が IMPELLA 群で軽減できた<sup>5)</sup>と報告されている。

Sabra<sup>6)</sup>らは、CABG 手術を受ける高リスクの患者に於いて IMPELLA<sup>®</sup>の安全性は IABP に劣らないと報告し<sup>6)</sup>、また David<sup>7)</sup>は、心臓術後心原性ショックに IMPELLA 5.0<sup>®</sup>を使用することで良好な生存率が得られたとする報告もある。

本症例では冠血行再建後も低心拍出量症候群の状態であり、早急な循環補助が必要と判断した。人工血管を使用せずに迅速に留置可能で、流量も最大3.7 L/min 得られることから IMPELLA CP<sup>®</sup>を選択したが、残存する自己心拍出量と併せて良好な心拍出量が維持できた。速やかに自己心の回復を認め、早期に IMPELLA からの離脱が可能であった。

当院では2020年2月より IMPELLA<sup>®</sup>を導入し、2022年7月まで計16例に使用した(表3)。その対象は主に心肺停止を伴った ACS 症例に対する緊急 PCI へのブリッジ7例、劇症

型心筋炎に伴う心原性ショック症例4例、拡張型または虚血性心筋症の心不全増悪2例、VSP 1例、MVR 後 PVL による心原性ショック1例であった。

今回 CABG を施行する開心術後心原性ショック遷延に対して IMPELLA CP® を留置したが、懸念された出血傾向に関しては、術当日のヘパリン投与量は通常量の半量から開始し、徐々に増加し、術後3日目には ACT 180前後を目標に約10000単位/日の投与量とし、明らかな出血性合併症は認めなかった。

## 結 語

CABG 術後の遷延する心原性ショックに対して IMPELLA CP® が有用であった1例を経験した。術後低心機能が遷延し、IABP のみでは循環補助が不足されると予想される心原性ショックに対する IMPELLA による循環補助は、早期の自己心回復が期待される有効な治療選択の1つと考えられた。

## C O I

本論文に関して、開示すべき利益相反状態は存在しない。

In connection with this presentation, there is no COI to be disclosed with any companies.

## 文 献

- 1) Khorsandi M, Dougherty S, Bouamra O, Pai V, Curry P, Tsui S, Clark S, Westaby S, Al-Attar N, Zamvar V; Extra-corporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock after adult cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis, *J Cardiothorac Surg.* 12 (1): 55, 2017
- 2) Curran J, Burkhoff D, Kloner RA; Beyond Reperfusion: Acute Ventricular Unloading and Cardioprotection During Myocardial Infarction, *J Cardiovasc*

*Transl Res.* 12 (2): 95-106, 2019

- 3) Pieri M, Sorrentino T, Oppizzi M, Melisurgo G, Lembo R, Colombo A, Zangrillo A, Federico Pappalardo F; The role of different mechanical circulatory support devices and their timing of implantation on myocardial damage and mid-term recovery in acute myocardial infarction related cardiogenic shock, *J Interv Cardiol.* 31 (6): 717-724, 2018
- 4) O'Neill WW, Kleiman NS, Moses J, Henriques JPS, Dixon S, Massaro J, Palacios I, Maini B, Mulukutla S, Dzavik V, Popma J, Douglas PS, Ohman M; A prospective, randomized clinical trial of hemodynamic support with Impella 2.5 versus intra-aortic balloon pump in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention: the PROTECT II study, *Circulation.* 126 (14): 1717-1727, 2012
- 5) Karami M, den Uil CA, Ouweneel DM, Scholte NT, Engström AE, Akin S, Lagrand WK, Vlaar APJ, Jewbali LS, Ps Henriques J; Mechanical circulatory support in cardiogenic shock from acute myocardial infarction: Impella CP/5.0 versus ECMO, *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 9 (2): 164-172, 2020
- 6) Sabra MJ, Andrews WG, Crandall ML, Pirris JP; The postoperative use of Impella as a ventricular assist device in high-risk patients undergoing coronary artery bypass surgery: A case series and comparison, *J Card Surg.* 35 (1): 113-117, 2020
- 7) David CH, Quessard A, Mastroianni C, Hekimian G, Amour J, Leprince P, Lebreton G; Mechanical circulatory support with the Impella 5.0 and the Impella Left Direct pumps for postcardiotomy cardiogenic shock at La Pitie-Salpetriere Hospital, *Eur J Cardiothorac Surg.* 57 (1): 183-188, 2020

## Effective management with IMPELLA CP<sup>®</sup> for a case of cardiogenic shock after coronary artery bypass surgery

Ichiro MATSUMARU<sup>1)</sup>, Yutaro RYU<sup>1)</sup>, Yuko NAKAO<sup>1)</sup>,  
Yugo MURAKAMI<sup>1)</sup>, Hiromitsu TERATANI<sup>1)</sup>, Masayuki TAKURA<sup>1)</sup>,  
Shunsuke TAGUCHI<sup>1)</sup>, Kazuki HISATOMI<sup>1)</sup>, Shun NAKAJI<sup>1)</sup>,  
Kikuko OBASE<sup>1)</sup>, Takashi MIURA<sup>1)</sup>, Tetsufumi MOTOKAWA<sup>2)</sup>,  
Toshiya MATSUO<sup>2)</sup>, Koji MAEMURA<sup>2)</sup>, Kiyoyuki EISHI<sup>3)</sup>

- 1) *Department of Cardiovascular Surgery, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Science.*
- 2) *Department of Cardiovascular Medicine, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences.*
- 3) *Department of Cardiovascular Surgery, Hakujuji Hospital, Fukuoka, Japan*

A 53-year-old man was admitted to our hospital with congestive heart failure due to ischemic cardiac disease. During the hospital follow-up, complete left bundle branch block and re-elevation of cardiac enzyme levels appeared, so coronary angiography was performed after intra-aortic balloon pumping (IABP) introduction on hospital day 11, revealing left main coronary artery stenosis and three-vessel disease. We performed urgent coronary artery bypass grafting. After revascularization, the patient was weaned from cardiopulmonary bypass using high-dose catecholamines with IABP support. Since he developed cardiogenic shock after admission to the intensive-care unit, we immediately introduced an IMPELLA CP<sup>®</sup> device via the right femoral artery in the cardiac catheterization lab. After placement of the IMPELLA CP<sup>®</sup>, the patient's hemodynamic status stabilized immediately, and he was weaned from the IMPELLA CP<sup>®</sup> on postoperative day 4. The patient was uneventfully discharged home on postoperative day 61. We herein report the findings of this case in which hemodynamic support with an IMPELLA CP<sup>®</sup> device was effective for protecting against cardiogenic shock following coronary artery bypass grafting (CABG) for unstable angina pectoris and acute myocardial infarction.

Key words : IMPELLA; CABG; Post-operative cardiogenic shock

(Authors) (pp. 270-277)