

<特集 「心臓カテーテル治療の最前線」>

新たな心原性ショック治療デバイス 「IMPELLA」の現況と未来

矢西 賢次*, 全 完, 的場 聖明

京都府立医科大学附属病院循環器内科

Current Status and Future of “IMPELLA”, a Newly Assisted Circulation Device for Patients with Cardiogenic Shock

Kenji Yanishi, Kan Zen and Satoaki Matoba

*Department of Cardiovascular Medicine,
Kyoto Prefectural University of Medicine Graduate School of Medical Science*

抄 録

血行再建技術の飛躍的な進歩に関わらず、心原性ショックの全発生頻度は増加傾向で、その致死率も高率である。心原性ショックに対する現在の治療には様々な課題と限界があり、特に大動脈内バルーンポンピング (IABP) は IABP-SHOCK II 試験にて血行動態や生存率の改善が見られず、心原性ショック患者に対して IABP の日常的な使用は推奨されなくなった。そこで 2016 年より、新たな補助循環デバイスである IMPELLA が導入された。IMPELLA は経皮的に挿入し、上行大動脈に順行性に直接脱血・送血し、体循環を維持するデバイスである。平均動脈圧や冠血流量の増加以外に、左室減負荷 (unloading) 作用を有しており、様々な試験にて IMPELLA の安全性及び有効性が報告されている。心原性ショック患者の予後改善のためには、早急な血行動態の安定化や心機能評価を含む系統的なアプローチが必要である。また IMPELLA の特性を十分に生かせる適切な症例を我々医療従事者が選択していく必要がある。日本での IMPELLA 導入が開始され、今後臨床試験や臨床試験を通じ、多くのエビデンスを日本より発信し構築していくことが求められている。本総説では、IMPELLA についての文献や症例経験を紹介する。

キーワード：IMPELLA, 心原性ショック, 急性心筋梗塞, 左室減負荷。

Abstract

Regardless of the rapid progress of revascularization, the overall incidence of cardiogenic shock tends to be increasing and the mortality is high. Current treatments for cardiogenic shock have various challenges and limitations. In especially, routine use of intra-aortic balloon pumping (IABP) is not recommended for patients with cardiogenic shock based on the results of the IABP-SHOCK II trial which showed no significant improvement of hemodynamics or survival rate. In 2016, a newly assisted circulation device “IMPELLA” was introduced in Japan. The main effect of IMPELLA is to have left ventricular unloading in addition to increasing mean aortic pressure and coronary flow, and

令和 2 年 3 月 2 日受付 令和 2 年 3 月 3 日受理

*連絡先 矢西賢次 〒604-0963 京都市上京区河原町通広小路上ル梶井町465番地

yanishi@koto.kpu-m.ac.jp

doi:10.32206/jkpum.129.04.283

there are many reports of safety and efficacy of IMPELLA. Establishment of a systematic approach including rapid hemodynamic stabilization and cardiac function assessment is required to improve the prognosis of patients with cardiogenic shock. In addition, establishment of evidences of IMPELLA through clinical experience and clinical trials is also required.

This review introduces the literature and case experience of IMPELLA.

Key Words: IMPELLA, Cardiogenic shock, Acute myocardial infarction, Left ventricular unloading.

心原性ショック

1. 定義

心臓のポンプ機能低下によって生じるショックで、心筋収縮力の著しい低下により全身末梢組織への有効な心拍出量が得られていない病態である。心筋収縮力低下以外に、不整脈（心室細動や徐脈）、シャント疾患（心室中隔穿孔や先天性心疾患）及び弁疾患においても同様の病態が起こりうる。院内外発症の心疾患による救急診療時ショック状態（院外心停止時患者については自己心拍再開後もショック状態が遷延している者も含める）で、大項目（1. 収縮期血圧 100 mmHg 未満かつ心拍数 60 bpm 未満もしくは 100 bpm 以上 2. 通常収縮期血圧より 30 mm Hg 以上の低下）のうちのひとつと、小項目（1. 冷汗、皮膚蒼白、チアノーゼ、JCS II 以上の意識障害等 2. 初療医が末梢循環不全と判断した場合）を 1 つ以上満たすものと定義されている。

2. 病態

1) 交感神経系の緊張

心拍出量低下に伴い血圧が低下することで、末梢動脈は代償的に収縮して血圧を維持させようと働き、心拍出量を増加させようとする。（心筋収縮力増強・心拍数増加など）また、交感神経の過緊張や腎動脈への灌流量低下によってレニン分泌が増え、体内にてレニン活性が上昇すると、レニン-アンジオテンシン系の回路が促進し、またアルドステロンの分泌を促す。これらの作用により、臓器の末梢細動脈の収縮がさらに顕著となり、体液貯留の方向に働く。心拍出量低下は、末梢動脈収縮の増強（後負荷増大）及び静脈灌流量増加（前負荷増大）などの悪循環を引き起こす。

2) 非代償性心不全

心室拡張末期容積が増えると 1 回の心拍出量は増加する（Frank-Starling の法則）。つまりは、前負荷が増えても心臓は代償的に心収縮力を増強させようと働く。しかし、一定の前負荷を超えると心収縮力は減弱していく。この病態が非代償性心不全であり、体液貯留や呼吸困難を引き起こし、治療介入が必要となる。

3) 多臓器不全

心拍出量の低下に伴い、末梢組織への血流が低下する。全身の組織・細胞は低酸素となり、好気性代謝が抑制され、病態が長期化すれば細胞壊死が進み、臓器不全を呈する。

3. 動向と発生頻度

インターベンション技術などの治療技術や介入方法の発展にもかかわらず、心原性ショックの全発生率は 10% 程度あり、2000 年代初旬と比し徐々に増加傾向にある¹⁾。また、急性心筋梗塞に併発する心原性ショックの院内死亡率は約 50% 程度と極めて高率で推移しており、生存退院した場合でも 60 日以内死亡率は 10% 程度と、依然として急性心筋梗塞における死亡原因の第 1 位である²⁾³⁾。

今までの心原性 ショック治療とその問題点

1. 強心剤/昇圧剤

心原性ショックの治療は、十分な組織灌流を維持し、不安定な血行動態を安定させることである。血管内ボリュームが保たれているにもかかわらず血行動態が維持できない場合（臓器血流を維持するためには平均動脈圧が 65 mmHg 以上必要とされている）、強心剤や昇圧剤が第一選択肢として使用されており、これらの薬剤は心筋収縮力の増強や末梢動脈の収縮によって収

縮期血圧を上昇させる。一方で、高容量の強心剤や昇圧剤を使用することは、院内死亡率を増加させるという報告もある⁴⁾。これは心筋収縮力の増強と末梢動脈収縮の増強（後負荷増大）によって障害されている心筋の酸素消費量や仕事量を増やすことが一つの要因とされており、他の要因としては催不整脈性や末梢微小循環障害があげられる。

つまり、強心剤や昇圧剤は一時的な使用においては有効な薬剤であるが、これらの使用は最低容量で最短期間に限定しなければいけない。そのため、原因疾患に応じた治療や、有効な機械的補助を検討する必要がある。

2. 大動脈内バルーンパンピング (Intra-Aortic Balloon Pumping; IABP)

心拍出量が低下した心原性ショック患者では、冠動脈血流量も著明に低下し、心筋虚血状態に陥っていることが多い。IABPの役割は拡張期にバルーンを急速に拡張させることで、拡張期血圧を上昇させ、同時に平均大動脈圧を上昇させる。これらの作用によって、冠動脈血流

がふえ、心筋への酸素供給を増やし、また心拍出量を増やすことで末梢臓器灌流を増加させる。また、後負荷を減少させることで、心筋の酸素消費量を減少させる働きもある。しかしながら、心原性ショックを併発した急性心筋梗塞患者を対象としたIABP-SHOCK-II試験において、IABPの使用は薬物療法と比べ、生存率における有効性は示されなかった(図1)⁵⁾⁶⁾。さらに、IABP使用患者において出血や脳卒中のリスクを増加させることが示されたため、急性心筋梗塞に続発した心原性ショック患者に対し、ルーチンによるIABP使用は推奨されていない⁷⁾。

3. 体外式膜型人工肺 (Extra Corporeal Membrane Oxygenation; ECMO)

重症循環不全患者に対する心臓ポンプ機能の補助を目的とし、2000年代からは心肺停止症例に対する蘇生手段 (Extracorporeal Cardio-Pulmonary Resuscitation; ECPR) としても用いられている⁸⁾。従来の治療に抵抗性の重症心不全や呼吸不全の管理において、強力な心肺補助効果を発揮するが、臨床使用に関するエビデ

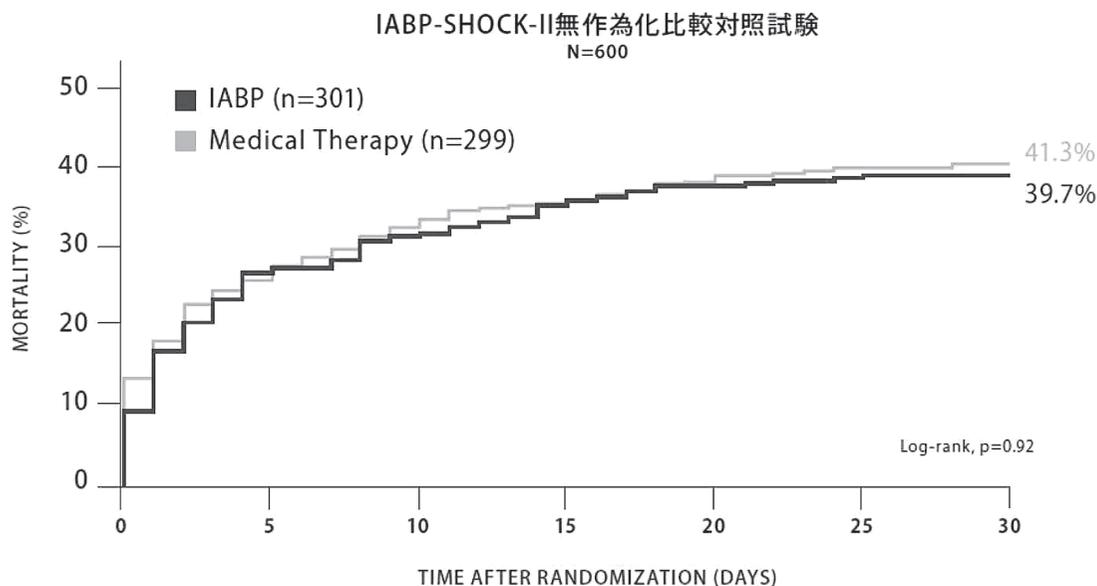


図1 IABP-SHOCK II 無作為化比較対照試験における30日死亡率

急性心筋梗塞に併発した心原性ショック患者を対象としたIABP-SHOCK II無作為化比較対照試験を示す。IABP留置群は薬物療法 (Medical Therapy) 群と比し、30日生存率の有意な改善は認めない。
日本ABIOMED社より資料提供。

ンスは十分ではない。(ECMOは重症呼吸不全患者には有効性が報告されているが、心原性ショック患者の予後を改善するエビデンスは極めて乏しい。)ECMOの大きな問題点として逆行性の動脈血流に伴う後負荷増大や、心筋リモデリングの促進があげられる。また重篤な続発症が多く、下肢虚血、臓器出血、急性腎不全及び脳出血などのリスクが常に存在している。ECMO導入や管理の際には、多職種の医療従事者が協力するサポート体制が極めて重要となる。

新なる心原性ショック治療デバイス “IMPELLA”

1. 適応

日本では2016年より心原性ショックなどの薬物非抵抗性の急性心不全に対し、まずIMPELLA 2.5/5.0が臨床導入され、2019年よりIMPELLA CPが導入された。急性心筋梗塞発症直後(48時間未満)または開心術後に左心不全に起因して心原性ショックを呈した患者で、薬物療法を

含む最適な医療管理及び従来治療が奏功せず心原性ショックが持続した場合に短期間の使用を目的としている。

2. 挿入・留置方法

大腿動脈または鎖骨下動脈からカテーテルを挿入し、カテーテル吸入部を左心室に、吐出部を上行大動脈に留置する。補助中は直接吸入口から脱血し、吐出部から上行大動脈に送血することで体循環を確立する(図2)。IMPELLA留置に必要なシース径は12 Frから21 Frで、IMPELLA 2.5及びCPは経皮的に簡便に留置することができ、IMPELLA 5.0はカットダウンによる人工血管造設が必要である。それぞれに最大補助流量があり、回転数を設定することで補助流量を調節することができる(図3)。

3. IMPELLAの血行動態的特性

IMPELLAの大きな特性として、①平均大動脈圧の増大 ②左室拡張末期圧及び左室拡張末期容積の減少 ③左室減負荷(unloading)である。第一に、平均大動脈圧の上昇及び逆行性の送血によって心拍出量が増加し、末梢組織灌流

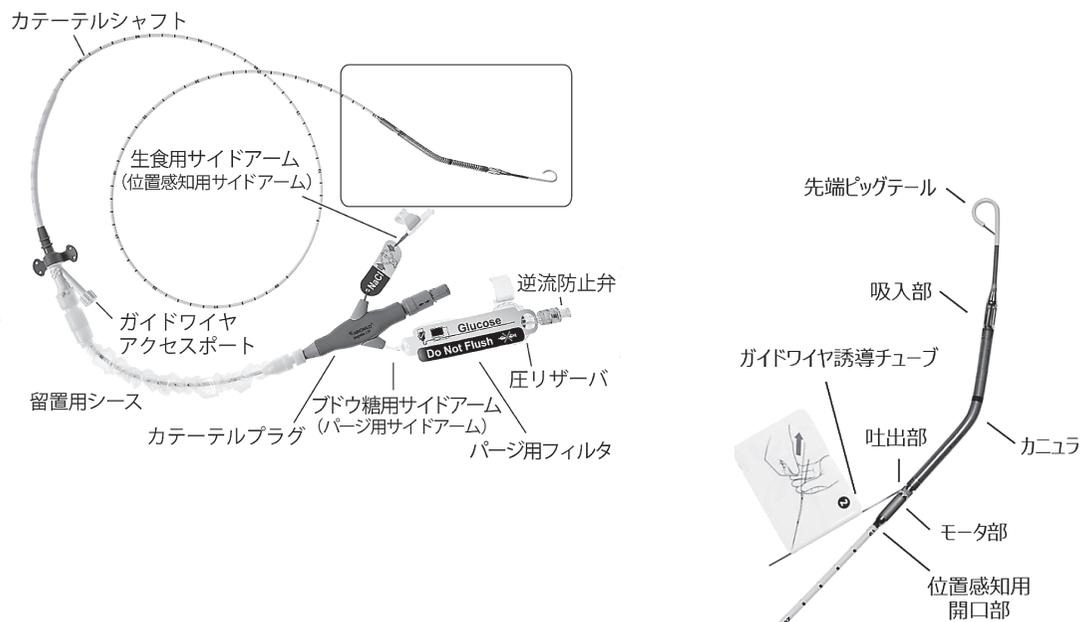


図2 IMPELLAの構造と機能
日本ABIOMED社より資料提供。



	IMPELLA 2.5	IMPELLA CP	IMPELLA 5.0
最大補助流量	2.5 L/min	3.7 L/min	5.0 L/min
最大回転数	51,000	46,000	33,000
ポンプ径	12 Fr	14 Fr	21 Fr
シャフト径	9 Fr	9 Fr	9 Fr
挿入方法	経皮的	経皮的	カットダウン
同梱イントロデューサ	13Frピールアウェイ式イントロデューサ (13 Fr x 13 cm)	14Frピールアウェイ式イントロデューサ (14 Fr x 13 cm 及び 25 cm)	-
位置モニタリング	位置波形 + モータ波形	位置波形 + モータ波形	位置波形 (位置感知用センサ)
設計上の使用日数	5日	8日	10日

図3 現在日本で臨床導入されている IMPELLA の種類と特徴
日本 ABIOMED 社より資料提供。

が改善する。また大動脈圧の上昇によって、冠血流量も増加する。第二に、IMPELLAにて心室容積が減少し、左室拡張末期圧が減少することによって、壁張力 (wall stress) が減少し、続いて微小血管抵抗が減少し、冠血流量が増加する。第三に、左室 unloading 作用により機械的仕事量を減少させ、心筋の酸素需要量を減少させる。

以上より、心拍出量の増加と末梢組織灌流量の増加以外に、大動脈圧の上昇と左室拡張末期圧の減少による冠血流量の増加 (心筋酸素供給量の増加)、そして左室 unloading により心筋酸素需要量を減少させる方向に働く (図4)。ECMOは、心筋保護作用はなく心筋酸素需要量をむしろ増やす傾向にあるため、IMPELLAはECMOに比し自己心の負荷を減少させる作用が大きい。しかしながらIMPELLAは右心系の補助ができず、呼吸補助が難しいため、自己心拍が得られない心停止症例や、低酸素血症または右心不全を合併している症例などに関しては、ECMOでの補助が優先される。

IMPELLA の有効性

1. USpella/cVAD レジストリ

急性心筋梗塞後に強心薬やIABPの使用によって改善が得られなかった心原性ショック患者を対象に、IMPELLA 2.5を使用したところ、平均大動脈圧、心拍出量及び左房圧を反映する肺動脈楔入圧等の血行動態指標の有意な改善が認められ、心原性ショック患者への有効性が示された (図5)⁹⁾。

2. ISAR-SHOCK 試験

急性心筋梗塞に伴い心原性ショックを発症した26名の患者を非盲

検無作為にIMPELLA 2.5留置群とIABP留置群にランダム化し、心係数等の血行動態指標を評価した前向き試験である。IMPELLA 2.5留置群は、IABP留置群と比し有意に心係数を上昇させ (心係数の変化量; IMPELLA 2.5: 0.49 ± 0.46 mmHg, IABP: 0.11 ± 0.31 mmHg, $p = 0.02$)、また左室拡張末期圧の変化量も両群間で有意な差が認められ (左室拡張末期圧の変化量; IMPELLA 2.5: 9.2 ± 12.1 mmHg, IABP:

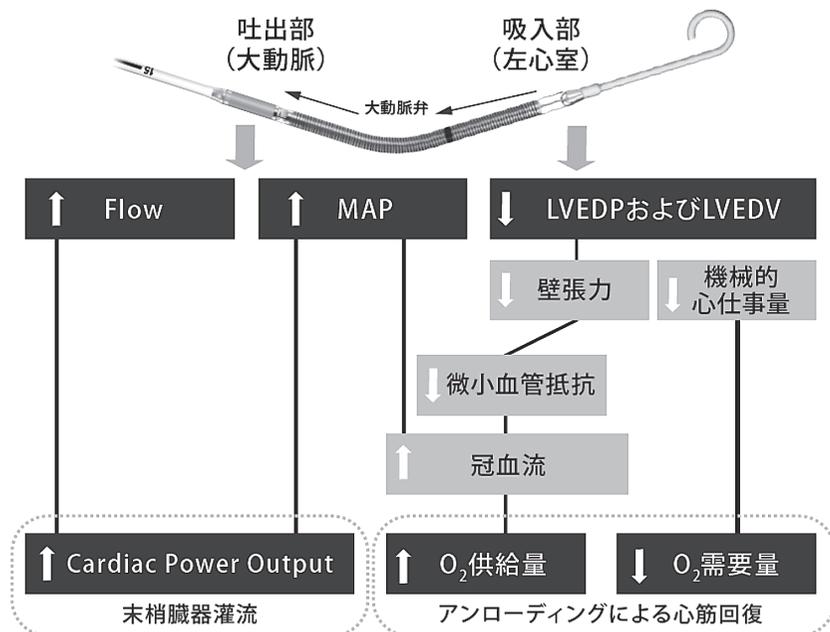


図4 IMPELLAの血行動態に与える特性

平均大動脈圧 (mean aortic pressure; MAP), 左室拡張末期圧 (left ventricular end-diastolic pressure; LVEDP), 左室拡張末期容積 (left ventricular end-diastolic volume; LVEDV), cardiac power output (=MAP×心拍量 (cardiac output; CO)/451)

日本 ABIOMED 社より資料提供.

-8.0±13.1 mmHg, $p=0.002$), IMPELLA 留置による血行動態改善効果が示された¹⁰.

3. cVAD レジストリー後ろ向き解析—

急性心筋梗塞に伴う心原性ショック患者に対し経皮的冠動脈形成術 (以下 PCI) が施行され, IMPELLA 2.5 による補助が行われた連続 154 症例を対象に後ろ向き解析が行われた. Primary PCI 前に IMPELLA 2.5 によるサポートを受けていた群 (IMPELLA Pre-PCI 群) は, 強心剤や IABP による治療をうけ Primary PCI 後に IMPELLA 2.5 のサポートを受けた群 (IMPELLA Post-PCI 群) よりも有意に 30 日生存率の改善が見られた (図 6). cVAD レジストリー以外にも, 急性心筋梗塞に対し Primary PCI 前に IMPELLA を導入することが患者の転帰を有意に改善させることが報告されている⁹.

4. 動物モデルによる IMPELLA の左室 unloading 作用の効果検討

心筋梗塞の動物実験モデルにて, 再灌流前に

IMPELLA 導入による左室 unloading を開始することで, 梗塞サイズを著明に減少させ, 遠隔期の心不全への進展を抑制することが数多く報告されている¹¹. また, ブタの実験モデルにおいて, 再灌流 30 分前に IMPELLA による左室 unloading を行うことは, たとえ再灌流が 30 分遅れても, 梗塞サイズが縮小することが報告された¹². このように PCI 前の左室 unloading の有効性や生存率の向上が報告される一方で, 実臨床現場においては, 急性心筋梗塞患者が搬送された際に, PCI 前に左室 unloading を行う時間的な余裕がないことが多く, どのように対応していくかの結論は十分にえられていない. 再灌流前に左室 unloading を行う “Door-to-unloading” の検証が今後必要とされている.

症例報告

症例: 54 歳, 男性

現病歴: 院内で突然倒れ, 反応なく, 頸動脈

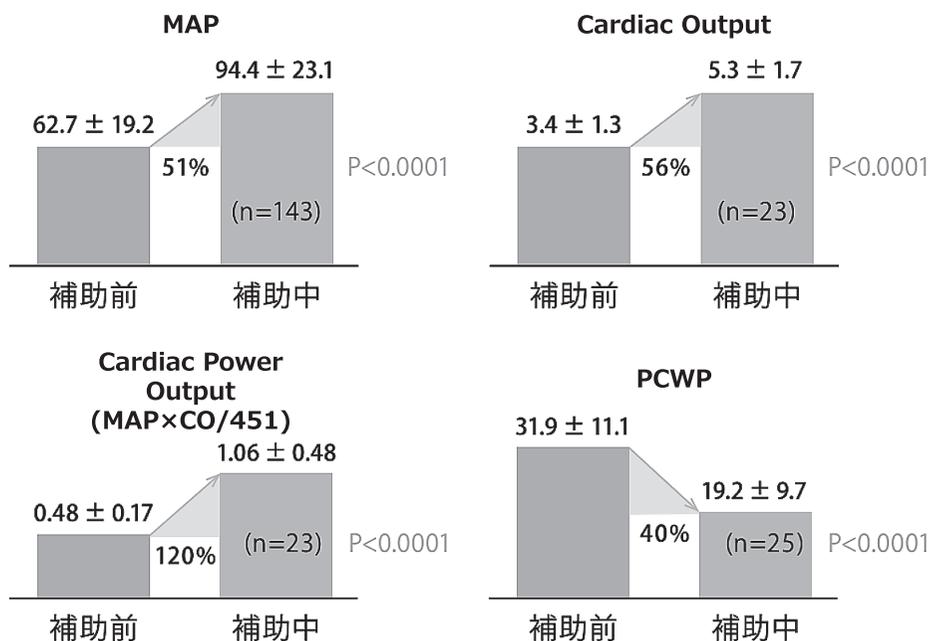


図5 USpella/cVAD レジストリ

急性心筋梗塞後に強心薬や IABP の使用によって改善が得られなかった心原性ショック患者を対象に、IMPELLA 2.5 を使用したところ、平均大動脈圧、心拍出量及び左房圧を反映する肺動脈楔入圧等の血行動態指標の有意な改善が認められた。

平均大動脈圧 (mean aortic pressure; MAP), 心拍出量 (Cardiac output; CO), 肺動脈楔入圧 (Pulmonary capillary wedge pressure; PCWP), cardiac power output (= MAP × CO / 451)

日本 ABIOMED 社より資料提供。

触知不可であったため、目撃者による心肺蘇生術 (以下 bystander CPR) が施行された。すぐに AED が装着され、ショック適応波形であり除細動が計 3 回作動した。救急室に搬入後すぐに心拍再開が確認されたが、意識はなく、自発呼吸も弱く、人工呼吸器装着のうえ当科コールとなった。

既往歴：2 型糖尿病, 慢性腎不全 (維持透析), 狭心症 (経皮的冠動脈ステント留置術後)

冠動脈危険因子：2 型糖尿病, 高血圧症, 喫煙歴 (20 本 × 30 年)

身体所見 (心拍再開後)：JCSIII-100, 血圧：78/31 mmHg, 脈拍：117 bpm, SpO₂：79% (リザーバーマスク 10 L), 体温：36.8 度, 肺音：両側肺野に水泡音聴取, 頸静脈怒張あり, 冷汗あり, 皮膚蒼白, 末梢冷感著明

血液生化学所見：WBC：7,100/ μ L, Hb：12.4

g/dL, Plt：19.2 × 10⁴/ μ L, LDH：626 U/L, AST：168 U/L, ALT：185 U/L, BUN：89.5 mg/dL, Cr：13.0 mg/dL, Na/K/Cl：141/5.2/105 mEq/L, CRP：0.07 mg/dL, CK：175 U/L, CK-MB：40 U/L, HbA1c：6.8 %, Glu：219 mg/dL, BNP：213 pg/dL, トロポニン I：27.2 ng/mL

血液ガス分析 (人工呼吸器管理直後)：pH：7.129, pCO₂：38.9 mmHg, pO₂：395 mmHg, BE：-16.3 mmol/L, Lac：6.0 mg/dL

12 誘導心電図 (心拍再開後)：心拍数：108 bpm, I/II/III/aVL/aVF/V4-V6 誘導で広範囲に ST 低下

胸部レントゲン (図 7A)：心胸郭比 = 63%, 両側肺野透過性低下, 両側胸水貯留

経胸壁心臓超音波検査：基部以下の前壁中隔及び心尖部領域の壁運動低下, 駆出率 = 35%, 軽度僧帽弁閉鎖不全症, 心膜液貯留なし, 可視

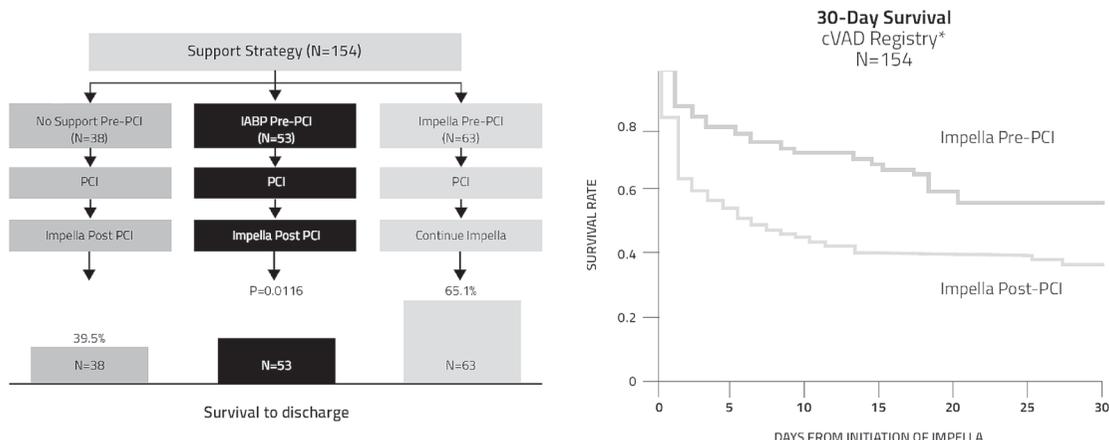


図6 cVAD レジストリー—後ろ向き解析—

cVAD に登録された心原性ショックを合併する急性心筋梗塞症例で IMPELLA 2.5 による血行動態補助が施行された連続 154 症例に対する後ろ向き解析を示す。Primary PCI 前に IMPELLA 2.5 によるサポートを受けていた群 (IMPELLA Pre-PCI 群) は、強心剤や IABP による治療を受けた Primary PCI 後に IMPELLA 2.5 のサポートを受けた群 (IMPELLA Post-PCI 群) よりも有意に 30 日生存率の改善が認められた。

日本 ABIOMED 社より資料提供。

範囲内の上行大動脈に flap なし

初療経過：心室細動を契機とした院内心肺停止症例で、心拍再開後の 12 誘導心電図及び心臓超音波検査にて、急性冠症候群に伴う心原性ショックと診断し、緊急冠動脈造影を施行する方針とした。

緊急冠動脈造影 (図 7B, 7C)：左前下行枝 #6 近位部：99% 狭窄，左回旋枝 #11 近位部：90% 狭窄，右冠動脈 #2：完全閉塞 (左回旋枝より側副血行路あり，慢性閉塞性病変と判断)

IMPELLA 導入と Primary PCI (図 7D, 7E, 7F)：緊急冠動脈造影検査の結果，左前下行枝を責任血管とした急性冠症候群に伴う心原性ショックと診断した。ドパミン投与下にて収縮期血圧は 70~80 mmHg 台と依然としてショック状態が遷延していたため，Primary PCI の前に IMPELLA 2.5 による経皮的補助循環を開始した。IMPELLA 2.5 導入後，収縮期血圧は 100 mmHg 前後まで回復した。続いて #6 及び #11 に対し，薬剤溶出性ステントを留置し，良好な血流をえて手技を終了とした。その後 IMPELLA 2.5 留置のうへ，ICU へ入室した。

術後経過 (図 7G, 7H)：IMPELLA 2.5 留置

のうへ，ドブタミン 5 μ g とノルエピネフリン 0.1 μ g を併用し，循環動態管理を施行した。Primary PCI 後から収縮期血圧は徐々に回復し，カテコラミンの減量が可能となり，IMPELLA 2.5 の設定も P4 にて維持が可能であった。第 2 病日には，少量のノルエピネフリンのみで収縮期血圧は 100 mmHg 以上を維持でき，また末梢循環不全の指標である乳酸値 (Lac) も著明に改善した。心臓超音波検査にて前壁から心尖部領域の壁運動は改善が見られ，IMPELLA 2.5 を weaning してもバイタルが維持できたため，同日に IMPELLA 2.5 を抜去した。IMPELLA 2.5 抜去後もバイタルは安定し，心不全治療のため CHDF による除水を開始した。その後の経過は良好で，第 3 病日に抜管，第 6 病日より心臓リハビリを開始し，十分な薬物治療 (β 遮断薬，ACE 阻害薬，Ca 拮抗剤，抗血小板剤等) を導入したうへで，第 23 病日に後遺症なく独歩退院された。現在も元気に仕事をされ日常生活を送られている。

症例考察：本症例は心室細動を契機とした院内心肺停止症例であった。ショック状態が遷延していたため再灌流前に IMPELLA を導入した

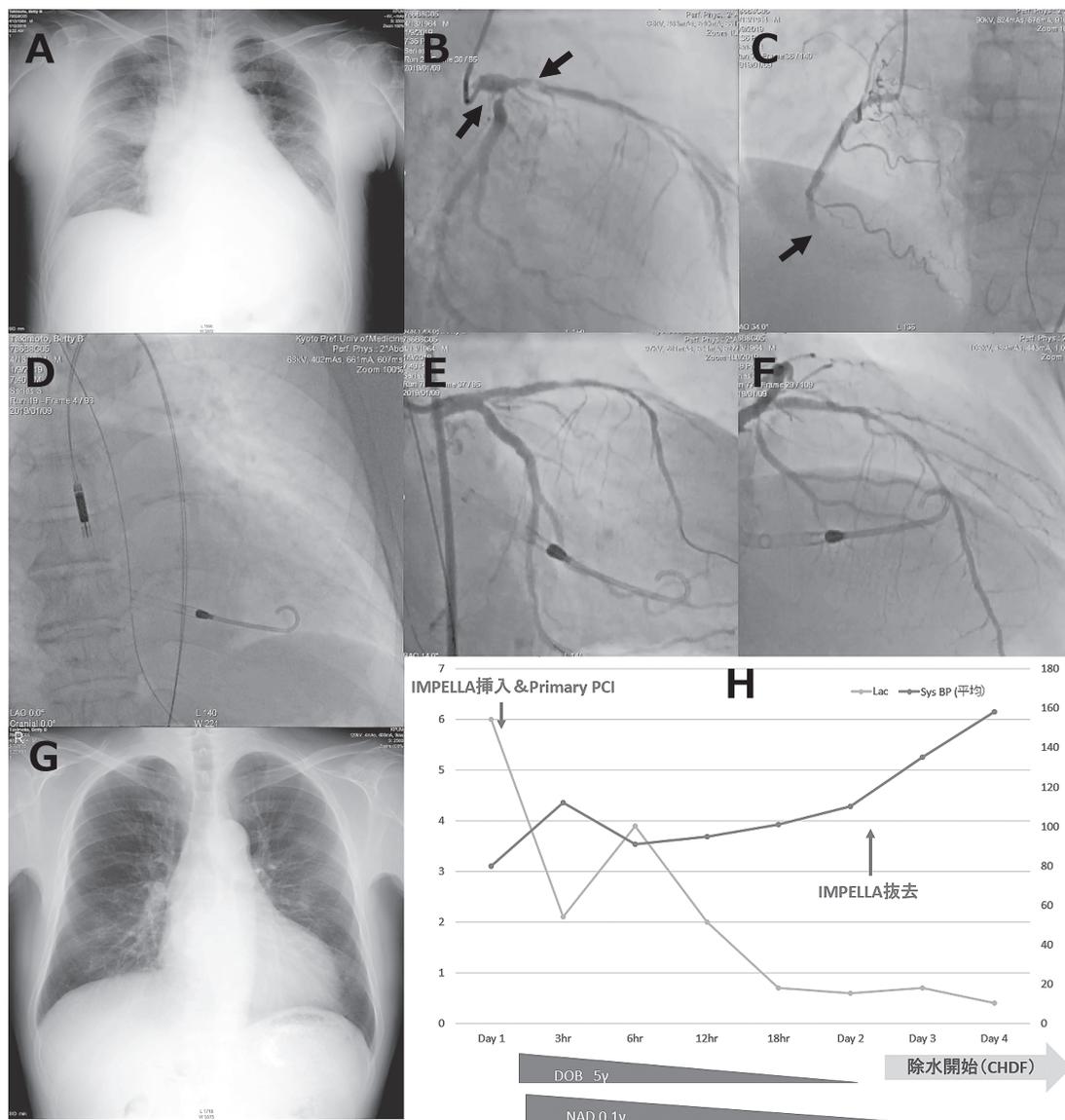


図7 症例報告

- A: 搬送時人工呼吸器装着後の胸部レントゲン
- B: 緊急左冠動脈造影 (RAO caudal view; #6: 99%狭窄, #11: 90%狭窄)
- C: 緊急右冠動脈造影 (LAO view; #2: 100%閉塞)
- D: IMPELLA カテーテル留置後
- E: Primary PCI 後の最終左冠動脈造影 (RAO caudal view)
- F: Primary PCI 後の最終左冠動脈造影 (RAO cranial view)
- G: 第6病日の胸部レントゲン
- H: 術後経過 (乳酸値 (Lac) と収縮期血圧の経時変化)

うえで Primary PCI を行い良好な転帰がえられた。bystander CPR が施行され早期に心拍再開が得られたこと、PCI 前に IMPELLA を導入したことで早期に血行動態維持ができたこと、早期の左室 unloading が、広範囲の心筋障害に至らなかった要因であると考えている (Peak CPK: 1509 U/L)。

これからの IMPELLA

心原性ショック患者の良好な転帰を得るためには、迅速な原因診断、早期の血行動態安定化、血行再建及び心機能回復の評価 (右心カテーテル圧、乳酸値、尿量など) からなる系統的アプローチを行っていくことである。特に、早期に血行動態を安定化させることは末梢組織灌流を維持し、患者の転帰を向上させるだけでなく、脳卒中や腎不全などの続発症を軽減できる¹³⁾。心機能 (心筋の回復) の正確な評価を行うことは、速やかな治療のエスカレーション又はウィーニングの必要性、及び離床の判断につながっていく。その一役を担う IMPELLA には IABP や ECMO にはない特性があり、侵襲も少ないため、適切な症例に導入することで、今後も心原性ショック患者の転帰を改善していくであろう。

一方で、IMPELLA には今後クリアにするべき課題も残されている。一つは上述したように “Door-to-unloading” の有効性の検証である。これは STEMI DTU 試験が現在進行しており、

その結果が待たれている。二つ目は現状日本にある IMPELLA では右心補助ができないことである。右心不全や低酸素血症を呈した症例においては、IMPELLA 単独での管理は難しい。現在、このような症例に対しては ECMO による循環補助以外に後負荷軽減を目的に IMPELLA が併用 (ECPELLA) され、良好な転帰をえた症例報告が数々行われている。しかしながら ECPELLA の有効性やエビデンスは未だ十分ではなく、臨床試験や臨床経験を積み重ねていき、日本からもエビデンスの発信や構築をしていかなければいけない。

心原性ショック患者の救命にむけた最善の治療を提供していくために、個々の補助デバイスの特性を理解し状況に応じ使い分けていくこと、また多職種によるチーム医療が重要であり、医療施設・医療者ごとに十分な議論をしていかなければいけない。

謝 辞

本総説作成のため、IMPELLA に関わる資料やデータをご提供頂いた日本 ABIOMED 社のご協力に心より感謝を申し上げます。平素より循環補助デバイスの管理を行っていただいている集中治療部の皆様、臨床工学技士の皆様、循環器内科臨床医の皆様、その他多職種の医療関係者の皆様に心より感謝を申し上げます。

開示すべき潜在的利益相反状態はない。

文 献

- 1) Kolte D, Khera S, Aronow WS, Mujib M, Palaniswamy C, Sule S, Jain D, Gotsis W, Ahmed A, Fishman WH, Fonarow GC. Trends in incidence, management, and outcomes of cardiogenic shock complicating ST-elevation myocardial infarction in the United States. *J Am Heart Assoc*, 3: e000590, 2014;
- 2) Jeger RV, Radovanovic D, Hunziker PR, Pfisterer ME, Stauffer JC, Erne P, Urban P. Ten-year trends in the incidence and treatment of cardiogenic shock. *Ann Intern Med*, 149: 618-626, 2008.
- 3) Shah RU, de Lemos JA, Wang TY, Chen AY, Thomas L, Sutton NR, Frag JC, Scirica BM, Henry TD, Granger CB. Post-hospital outcomes of patients with acute myocardial infarction with cardiogenic shock: findings from the NCDR. *J Am Coll Cardiol*, 23: 67: 739-747, 2016;
- 4) Samuels LE, Kaufman MS, Thomas MP, Holmes EC, Brockman SK, Wechsler AS. Pharmacological criteria for ventricular assist device insertion following postcardiotomy shock: experience with the Abiomed BVS system. *J Card Surg*, 14: 288-293, 1999.

- 5) Prondzinsky R, Unverzagt S, Russ M, Lemm H, Swyter M, Wegener N, Buerke U, Raaz U, Ebelt H, Schlitt A, Heinroth K, Haerting J, Werdan K, Buerke M. Hemodynamic effects of intra-aortic balloon counterpulsation in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: the prospective, randomized IABP SHOCK trial. *Shock*, 37: 378-384, 2012.
- 6) Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, de Waha A, Richardt G, Hennersdorf M, Empen K, Fuernau G, Desch S, Eitel I, Hambrecht R, Lauer B, Bohm M, Ebelt H, Schneider S, Werdan K, Schuler G. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomised, open-label trial. *Lancet*, 382: 1638-1645 2013.
- 7) Kolh P, Windecker S, Alfonso F, Collet JP, Cremer J, Falk V, Filippatos G, Hamm C, Head SJ, Juni P, Kappetein AP, Kastrati A, Knuuti J, Landmesser U, Laufer G, Neumann FJ, Richter DJ, Schauerte P, Sousa Uva M, Stefanini GG, Taggart DP, Torracca L, Valgimigli M, Wijns W, Witkowski A. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur J Cardiothorac Surg*, 46: 517-592, 2014.
- 8) Aso S, Matsui H, Fushimi K, Yasunaga H. In-hospital mortality and successful weaning from venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: analysis of 5,263 patients using a national inpatient database in Japan. *Crit Care*, 20: 80, 2016.
- 9) O' Neill WW, Schreiber T, Wohns DH, Rihal C, Naidu SS, Civitello AB, Dixon SR, Massaro JM, Maini B, Ohman EM. The current use of Impella 2.5 in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: results from the USpella Registry. *J Intervent Cardiol*, 27: 1-11, 2014.
- 10) Seyfarth M, Sibbing D, Bauer I, Frohlich G, Bott-Flugel L, Byrne R, Dirschinger J, Kastrati A, Schomig A. A randomized clinical trial to evaluate the safety and efficacy of a percutaneous left ventricular assist device versus intra-aortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock caused by myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*, 52: 1584-1588 2008.
- 11) Watanabe S, Fish K, Kovacic JC, Bikou O, Leonardson L, Nomoto K, Aguero J, Kapur NK, Hajjar RJ, Ishikawa K. Left ventricular unloading using an Impella CP improves coronary flow and infarct zone perfusion in ischemic heart failure. *J Am heart Assoc*, 7: e006462, 2018.
- 12) Kapur NK, Paruchuri V, Urbano-Morales JA, Mackey EE, Daly GH, Qiao X, Pandian N, Perides G, Karas RH. Mechanically unloading the left ventricle before coronary reperfusion reduces left ventricular wall stress and myocardial infarct size. *Circulation*, 128: 328-336, 2013.
- 13) Wayangankar SA, Bangalore S, McCoy LA, Jneid H, Latif F, Karrowni W, Charitakis K, Feldman DN, Dakik HA, Mauri L, Peterson ED, Messenger J, Roe M, Mukherjee D, Klein A. Temporal trends and outcomes of patients undergoing percutaneous coronary interventions for cardiogenic shock in the setting of acute myocardial infarction: a report from the Cath PCI Registry. *JACC Cardiovasc Interv*, 9: 341-351, 2016.

著者プロフィール



矢西 賢次 Kenji Yanishi

所属・職：京都府立医科大学大学院医学系研究科循環器内科学・助教

略 歴：2006年3月 大阪医科大学医学部 卒業

2006年4月 京都府立医科大学附属病院 臨床研修医

2008年4月 京都府立医科大学附属病院 専攻医

2010年4月 仙台厚生病院 心臓血管センター 医員

2012年4月 京都府立医科大学大学院医学系研究科循環器内科学

2017年2月 医学博士取得

2017年7月～現職

専門分野：血管再生治療，重症虚血肢，インターベンション

最近興味のあること：テニス，バスケットボール

- 主な業績：1. Shoji K, Yanishi K, Matoba S, et al. Impact of Therapeutic Angiogenesis Using Bone Marrow-Derived Mononuclear Cells Implantation in Critical Limb Ischemia With Scleroderma -Subanalysis of the Long-Term Clinical Outcomes Survey-. *Cir J*, **83**: 662-671, 2019.
2. Yanishi K, Kondo K, Matoba S, et al. Long-Term Clinical Outcomes Survey of Bone Marrow-Derived Cell Therapy in Critical Limb Ischemia in Japan. *Cir J*, **82**: 1168-1178, 2018.
3. Ono K, Yanishi K, Matoba S, et al. First-in-Man Clinical Pilot Study Showing the Safety and Efficacy of Intramuscular Injection of Basic Fibroblast Growth Factor With Atelocollagen Solution for Critical Limb Ischemia. *Circ J*, **83**: 217-223, 2018.
4. Kodama N, Nakamura T, Yanishi K, Matoba S, et al. Impact of Door-to-Balloon Time in Patients With ST-elevation Myocardial Infarction Who Arrived by Self-Transport. *Cir J*, **81**: 1693-1698, 2017.
5. Ueno D, Yanishi K, Zen K, Matoba S, et al. A New Method for Hemostasis of a Pseudoaneurysm Using Autologous Blood. *JACC Intervention*, **10**: e115-116, 2017.
6. Yanishi K, Nakamura T, Matoba S, et al. A Simple Risk Stratification Model for ST-Elevation Myocardial Infarction (STEMI) from the Combination of Blood Examination Variables: Acute Myocardial Infarction-Kyoto Multi-Center Risk Study Group. *PLoS One*, **11**: e0166391, 2016.