

PCPS 導入 16 症例の予後

## 原 著

当院における経皮的心肺補助装置の導入状況と  
予後について：症例集積研究谷口琢也<sup>1)</sup> 伏木裕一<sup>2)</sup> 大石将嗣<sup>1)</sup> 足立悠<sup>1)</sup> 寺田兼輔<sup>1)</sup>  
笠原武<sup>1)</sup> 河崎貴宣<sup>1)</sup>京都府立医科大学附属北部医療センター 循環器内科<sup>1)</sup> 臨床工学科<sup>2)</sup>Current situation and prognosis in patients with percutaneous  
cardio-pulmonary support in Tango district: a case-series studyTakuya Taniguchi<sup>1)</sup>, Yuichi Fushiki<sup>2)</sup>, Masatsugu Oishi<sup>1)</sup>, Yu Adachi<sup>1)</sup>,  
Kensuke Terada<sup>1)</sup>, Takeru Kasahara<sup>1)</sup>, Takanori Kawasaki<sup>1)</sup><sup>1)</sup>Department of Cardiovascular Medicine, North Medical Center,  
Kyoto Prefectural University of Medicine<sup>2)</sup>Department of Clinical Engineering, North Medical Center,  
Kyoto Prefectural University of Medicine

## 要 旨

経皮的心肺補助は、重症心不全（急性心筋梗塞、心筋症、劇症型心筋炎など）、開心術後の低拍出症候群、大血管手術（胸部下行大動脈瘤、胸腹部大動脈瘤）による補助循環や重症呼吸不全などの病態に用いられているが、近年救急医療の現場、とくに心肺停止患者への適用が急増している。しかしながら、装置が高価であることや導入にマンパワーを要する治療法であることから、導入をためらっている施設も少なくない。また、適用基準や使用方法についても各施設によってさまざまである。

経皮的心肺補助装置は2008年に当院に導入され、2018年3月までの約10年間で16例に用いられた。年齢の中央値は65.5歳で、男性が12例だった。原因疾患として急性冠症候群/急性心筋梗塞が11例、劇症型を含む心筋炎が4例だった。そのうち2例は現在も当院外来に通院中であり、長期生存率は12.5%であった。

高齢化率の高い丹後医療圏におけるPCPSの適用基準にまつわる問題点を挙げ、使用の心得を記述し、京都府下の病院におけるPCPS導入状況を俯瞰する。

キーワード：経皮的心肺補助装置、適用基準、予後

## はじめに

心拍再開困難な心停止 (Cardio-Pulmonary Arrest: CPA) 症例に対して、日本では経皮的な心肺補助装置 (Percutaneous Cardio-Pulmonary Support: PCPS) を用いた積極的な心肺蘇生 (Cardio-Pulmonary Resuscitation: CPR) が行われており、体外循環式心肺蘇生 (Extracorporeal Cardio-Pulmonary Resuscitation: ECPR) と呼ばれている。PCPSとは、遠心ポンプにより右心房から脱血し、人工肺で酸素化された血液を大腿動脈に送血する装置で、自己心では output を十分保つことができない症例に緊急導入されるものである。具体的には、院外心停止症例や劇症型心筋炎をきたした症例、急性冠症候群などで冠動脈インターベンション中に血行動態が破綻した症例に用いられることが多い。

京都府丹後医療圏の地域医療支援病院である京都府立医科大学附属北部医療センターは、急性冠症候群に対するカテーテルインターベンションがいつでも可能な施設であり、2008年にPCPSが導入されて以降、ECPRが実施可能である。そこで、これまでに当院でPCPSを導入した症例を網羅的に収集し、その特徴や予後を明らかにし、ECPRの成績向上のために我々にできることは何か、考えることにした。

## 方 法

京都府立医科大学附属北部医療センターにPCPSが導入された2008年から2018年3月までの間に、ECPRが実施された症例を対象とした。各々の症例につき、年齢、性別、原因疾患、冠動脈造影所見、転帰、在院日数に関して記述した。

なお、当院におけるPCPSの導入基準は以下の通りである。原因不明のCPA患者が発

見された場合、ひとまず目撃者や bystander CPRの有無は問わず、救急隊第二報で、①20歳以上75歳未満、②初回心電図波形が無脈性心室頻拍もしくは心室細動 (Ventricular Fibrillation: VF)、③119番通報から病院到着までの見込みが45分以内、④外傷性でない、をすべて満たせば、循環器内科医全員と血管造影室スタッフのコールを行う。病院到着時心停止 (病院到着までの自己心拍再開の有無は問わない) かつ、病院到着後CPRを継続しても15分間心停止が持続している状況であれば、迅速な導入を考慮する。

除外基準は、20歳未満または75歳以上、発症前の日常生活活動 (ADL) 不良、原疾患が非心原性、深部体温が30℃未満、代諾者の同意が得られない、救命の対象外である、とした。

## 結 果

PCPSが導入された症例は16例であった (表1)。

年齢の中央値は65.5歳 (範囲: 49歳から88歳)、10歳ごとの年齢階級別症例数は、40～49歳が1例、50～59歳が3例、60～69歳が6例、70～79歳が5例、80歳以上が1例であった。

男性は12例 (75%) だった。

原因疾患の内訳は、急性冠症候群 / 急性心筋梗塞が11例 (69%)、劇症型を含む心筋炎が4例 (25%)、その他が1例 (6%) だった。心筋炎症例では冠動脈に有意な狭窄病変は認められなかったが、急性冠症候群 / 急性心筋梗塞症例では、冠動脈三枝病変や左冠動脈主幹部病変、左前下行枝近位部病変が大半を占め、広範囲の心筋虚血あるいは心筋壊死から心室細動をきたし心肺停止に至っていた。

転帰に関しては、院内死亡が12例、転院が2例、生存が2例であった。院内死亡症例の在院日数の中央値は3日 (範囲: 1日か

導入日	年齢	性別	原因疾患	冠動脈	転帰	在院	備考
1 2008/6/24	71	男	劇症型心筋炎	Normal	死亡	1日	
2 2009/3/14	61	男	AMI, VF	#6 100%	死亡	3日	
3 2011/3/9	66	男	低体温, CPA	Normal	死亡	3日	
4 2011/3/17	64	男	AMI (inf)	#1	死亡	1日	心破裂
5 2011/6/22	59	男	ACS	#2 99%, #6 90%	生存		外来通院
6 2011/7/18	65	女	AMI, SAT ⇒搬送 /CABG	#6	生存		外来通院
7 2012/5/19	71	女	AMI	#5 90%	死亡	3日	
8 2012/8/8	62	女	劇症型心筋炎	Normal	転院	3日	転院先で死亡
9 2013/3/29	74	男	心筋炎	Normal	死亡	7日	
10 2013/11/7	88	男	AMI, CPA, VF	#6 99%	死亡	1日	旅行中
11 2014/9/7	53	男	心筋炎, VF, たこつば型心筋症の関与	Normal	転院	6.5ヵ月	低酸素脳症
12 2015/3/17	73	女	AMI	3VD	死亡	4日	peak CK 19510, 敗血症
13 2015/8/13	69	男	AMI	#6	死亡	5日	peak CK 11502, PCPS 離脱後に下肢阻血
14 2016/5/19	49	男	CPA, s/o VF/ACS	3VD	死亡	1日	
15 2016/9/3	79	男	AMI, VF, CPA	3VD	死亡	2日	
16 2017/3/4	56	男	AMI	#6 99%	死亡	3日	下血

表1 当院でPCPSが導入された16例(2018年3月まで)

ら7日)であり、経過中に心破裂、敗血症、下血を合併したケースや、PCPSを離脱後に下肢阻血を併発しクラッシュ症候群に至ったケースも含まれていた。転院症例には、PCPSを離脱後も低酸素脳症のため寝たきり状態で推移したケースや、遷延する劇症型心筋炎のために補助人工心臓が検討されたケースが含まれていた。生存症例には、冠動脈多枝病変を伴う急性冠症候群や、亜急性血栓性閉塞(subacute thrombosis)を併発した結果、血行動態が破綻し、PCPS導入後に冠動脈バイパス術目的で転院搬送されたケースが含まれていた。

## 考 察

現在、日本では年間約12万人の院外心肺停止患者が発生している。一般市民による自動体外式除細動器(Automated External Defibrillator: AED)の使用や胸骨圧迫のみの心肺蘇生の有用性<sup>1)</sup>が広まるにつれて、その予後は経年的に改善傾向にあるが、一般市民が目撃した心原性心停止でも1ヵ月後の生存率は13.5%、社会復帰率は8.7%と依然と

低い<sup>2)</sup>。

一方、2016年に日本で施行された経皮的冠動脈インターベンションは約24万件で、急性心筋梗塞(Acute Myocardial Infarction: AMI)は53240件、そのうち6076件(11.5%)が心原性ショックを合併していたと報告されており<sup>3)</sup>、症例によっては手技中に難治性心室細動をきたしたり、遠位塞栓によりslow flow/no reflow現象が生じ、血行動態が破綻して心停止に至ることもある。

日本蘇生協議会(Japan Resuscitation Council: JRC)が作成したJRC蘇生ガイドライン2015<sup>4)</sup>には、ECPRは(環境や設備が整っている)実施可能な施設において従来通りの心肺蘇生が奏効しない場合に、一定の基準を満たした症例に対する理にかなった救命治療であると提案する(弱い推奨、非常に低いエビデンス)、と記載されている。しかしながら、その救命率は決して高いわけではなく、神経学的予後も蘇生後1ヵ月の時点で脳機能カテゴリー1 or 2の割合が12%と満足のいく成績ではない<sup>5)</sup>。その要因として、PCPSの導入を考慮する症例が心停止症例であること、

現場医師の瞬時の判断が要求されること、脳血流を保てるほど質の高い胸骨圧迫が絶え間なく実施できているかという CPR の質の問題、導入後の管理が難しいこと、などが挙げられる。

本論文では、当院で PCPS が導入された 16 例を俯瞰した。丹後医療圏は人口の比較的少ない地域であり、PCPS 導入件数は約 10 年で 16 例と多くはなかったが、2 例 (12.5%) が社会復帰を果たし、現在も当院循環器内科外来を通院しており、その成績は SAVE-J の結果<sup>5)</sup> と比べても決して悪いものはなかった。SAVE-J 試験とは院外心肺停止症例に対して ECPR の有用性を検証した多施設共同研究で、2008 年 10 月から 2012 年 3 月にかけてデータの収集が行われ、日本全国の救命センターおよび大学病院から 46 施設が参加し、ECPR を行う群 (26 施設 260 例) と ECPR を行わない群 (20 施設 194 例) の 2 群に分けて神経学的予後に関する検討を行った研究である。

当院における PCPS 導入の適用基準は「方法」で示した通りだが、事前に考えておくべき点がいくつかある。ひとつめは年齢制限に関するものである。丹後医療圏は高齢化率が高く、ADL の保たれた高齢者も多い。現行の PCPS の適用基準では 75 歳以上であれば導入しないことになるが、ADL や認知機能が十分保たれている場合、本当に導入しなくてよいのか、判断に困ることがある。実際に PCPS が導入された 88 歳男性は当地への旅行者であり、CPA/VF で AED が作動し、その後 PEA に移行した状態で当院に搬入された。旅行に来れるほど ADL が保たれていたこと、家族・親族への連絡がとりにくく連絡が取れても状況が伝わりにくいこと、既往歴を含めた情報がほとんどなく除外基準の判断材料に乏しいことから、結果として PCPS が導入されている。また、急性冠症候群で搬送

された 79 歳男性は、緊急冠動脈造影後のインターベンション中に血行動態が破綻した結果、導入されている。現場の判断が一番重要であることは言うまでもないが、超高齢社会を迎えた日本において、健康長寿を目指した地域医療のあるべき姿として、年齢制限の上限を引き上げるべきかに関してはきわめてデリケートな問題といえる。ふたつめは「目撃者の有無」や「bystander CPR の有無」に関して確認がとれるか、という問題である。心停止から 1 分経過するごとに 7～10% ずつ生存退院確率が下がることが知られており<sup>6)</sup>、これらを確認することで、心停止に至った時間を推測し、救急隊が到着する前から脳血流が維持されていた可能性が期待できるわけだが、当地は高齢者が多く、心肺蘇生講習会への参加割合が低いことが予想され、仮に bystander CPR が行われていても質が担保されていない可能性がある。地域一丸となって救命率を上げるためには、AED の配備状況の周知と地域住民を対象とした心肺蘇生講習会の定期的な開催および質の高い心肺蘇生法の普及を行い、救命の連鎖をつなげていく取り組みが重要である。最後に、PCPS 導入に際して出血性疾患 (脳出血、大動脈解離、外傷性疾患など) を除外する必要があることである。頭から骨盤までの CT 撮像が有用だが、状況が緊迫する中で CT 室への移送が可能かどうか、救急室 - CT 室 - 血管造影室の動線は効率的かどうか、という問題が常につきまとう。

PCPS 導入が決まれば、大腿動脈の脈波が触れているうちに動脈と静脈にそれぞれシースを挿入することが推奨される。Dilator を用いた後でも 14Fr の送血管を挿入する際に強い抵抗がある場合は、さらに進めると動脈壁の亀裂を生じる可能性があり、結果として穿刺部の出血が遷延することにつながるため、落ち着いて Dilator からやり直すといっ

た心の余裕も必要である。また、wireを進める際に、側枝に迷入して動脈損傷をきたし、骨盤内出血に至る症例もあるため、wireの操作は透視下で慎重に行う必要がある。さらにPCPSのプライミングに関する課題もある。当院に在籍する臨床工学士は2-3名と少ないため、PCPSの使用頻度が少ないとプライミングスピードや管理技術の低下が懸念される。他の医療従事者でも短時間でプライミングできるように、有事を想定した定期的な訓練を怠らないことが重要である。

PCPS導入後は、気管内挿管、右頸静脈から持続的血液濾過透析用のカテーテル/中心静脈カテーテル、両鼠経には脱血管と送血管、大動脈内バルーンポンピング、右橈骨動脈からA-lineが挿入されていることが多い。体外循環を維持するための抗凝固療法、脱血管が虚脱しないように配慮された補液管理、低体温療法が実施されるため導入初期は4℃の生理食塩液の使用も有用である。また、人工呼吸器管理、体液量バランスのチェック(体重、補液量、尿量等)、感染対策、下肢循環障害への対策、穿刺部周囲の血腫の確認は必須であり、麻酔深度に関しても適宜瞳孔の評価を行い、血栓性脳梗塞・低酸素脳症との鑑別が重要になる。長期になれば、膜型人工肺を含めた回路交換が必要になる。離脱のタイミングをはかる場合には、遠心ポンプの回転数を減らしながら、心エコー図検査で得られる大動脈弁の開放時間も参考にする。

以上のように、PCPSの導入および管理を行うには数多くの留意点が存在することから、個々の症例の振り返りと経験の共有はECPRの質向上を目指す上で、きわめて重要である。エビデンスを探すためにPubmedで「PCPS」や「ECPR」というワードを検索しても、検索性数は各々473件、331件と少ない。その理由は「PCPS」や「ECPR」がMeSH termとして登録されていないた

めであり、欧米であまり用いられていないことも影響している。MeSH termとして登録されているExtracorporeal Membrane Oxygenation: ECMOであれば、検索性数は12064件と多く(2019年3月1日時点)、有用なエビデンスに遭遇できる可能性は飛躍的に上がる。

#### 《京都府下のPCPSの導入状況について》

日本では現在、5種類(泉工、ゲッティング、JMS、テルモ、メドトロニック)の経皮的心肺補助装置を使用することができ、当院はキャピオックス®(テルモ)を使用している。キャピオックス®の希望小売価格は総額約1700万円で、耐用年数は6年で保守契約をすると年20万円で定期点検が行われる。

2019年1月8日の時点で、キャピオックス®(テルモ)は全国で1898台が稼働し、京都では40台が稼働している。複数台有している施設もあり、保有状況に関しては1台が17施設、2台が6施設、3台が1施設、4台が2施設となっている。二次医療圏別にみると、丹後1-0-0-0、中丹2-1-0-0、南丹1-0-0-0、京都乙訓10-4-1-1、山城北3-0-0-1、山城南1-1-0-0であり、京都乙訓に集中していることが伺われる(南丹医療圏の1台は泉工のMERA)。

ECPRは相当量の医療資源を必要とする複雑な処置であるため、すべての病院では施行困難であるが、通常CPRが奏効しない症例において有効である可能性がある。また、ECPRは冠動脈造影や経皮的冠動脈インターベンションまでの時間稼ぎになるかもしれない。経験症例数に関しては、各施設において年間数例と少ないため、経験の共有が必須である。京都府下においても定期的な症例検討会と講習会の開催が望まれる。

## 結 語

当院では10年間で16例にPCPSが導入され、社会復帰率は12.5%であった。心停止症例あるいは血行動態がきわめて不安定な症例に用いる方法であるため、予後は決してよいとは言えないが、引き続き予後改善に向けて多くの課題にひとつひとつ取り組んでいく必要がある。

## 謝 辞

2008年度から2017年度までの間に当院循環器内科に在籍され、ECPRに携わられた先生方に敬意を表し、氏名を記載させていただきます。

大石将嗣 松原慎 笠原武 河崎貴宣 有吉真 入江大介 福居顕介 宮川浩太郎 川人浩之 木下英吾 岸田聡 谷口琢也 高田博輝 五十殿弘二 田川雅梓 本庄尚謙 木村晋三 吉川修 (敬称略、卒業年度が若い順)

開示すべき潜在的利益相反状態はない。

## 参 考 文 献

- 1) Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, et al: Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 116:2900-7, 2007.
- 2) 総務省消防庁：平成30年版消防白書。  
[http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h30/h30/pdf/h30\\_hakusyo\\_all.pdf](http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h30/h30/pdf/h30_hakusyo_all.pdf)
- 3) Ozaki Y, Katagiri Y, Onuma Y, et al: CVIT expert consensus document on primary percutaneous coronary intervention (PCI) for acute myocardial infarction (AMI) in 2018. *Cardiovasc Interv Ther.* 33:178-203, 2018.
- 4) 日本蘇生協議会：「JRC 蘇生ガイドライン 2015」オンライン版。  
<https://www.japanresuscitationcouncil.org/jrc> 蘇生ガイドライン 2015/
- 5) Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, et al: Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: a prospective observational study. *Resuscitation* 85:762-8, 2014.
- 6) Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 4: the automated external defibrillator: key link in the chain of survival. The American Heart Association in Collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation* 102(8 Suppl):I60-76, 2000.

英文抄録

Percutaneous cardiopulmonary support (PCPS) is used for severe heart failure, low output syndrome after open heart surgery, circulatory support during aortic surgery and severe respiratory insufficiency. Recently, significance of PCPS is rapidly increased in emergency medical care, especially in patients with cardiopulmonary arrest. However, the equipment is expensive and requires a lot of human resources, and there are not a few institutions hesitating to introduce PCPS. In addition, the adaptation and usage of PCPS are also various for each facility.

PCPS was introduced to our institute since 2008 and was applied in 16 patients with acute circulatory failure or cardiopulmonary arrest until March 2018. Median age was 65.5 years old, ranging from 49 to 88 years old. There were 12 male and 4 female patients. The causes of bypass initiation were acute coronary syndrome (11), myocarditis including fulminant type (4) and the other (1). Among them, 2 cases are under outpatient clinic and the survival rate is 12.5%.

In this paper, we list the issues of adaptation criteria of PCPS in Tango district where population aging rate is high, describe the tips of PCPS and get a quick overview of the current state of the adoption of PCPS in Kyoto prefecture.

Keywords: percutaneous cardiopulmonary support, criteria, prognosis