

緊急 PCPS 駆動12例の臨床経験

森下 篤*, 島倉唯行*, 野々山真樹*, 高崎泰一*

要 旨

急性循環不全に対する強力な補助手段として全世界中で繁用されているPCPSの内, EMERSAVE®による緊急PCPS駆動12例を検討した. 離脱例は6例(50%)であり, 内5例は生存退院した. 下肢虚血や出血などの合併症は3例(25%)で全て非離脱例であった. 特に, 左主幹部病変や大動脈弁狭窄症などの急性循環虚脱症例に対し, 緊急手術までの橋渡しとしてPCPSを導入する事は有用であった. さらに, 開心術後LOSに対するPCPS駆動時における左室減圧の不十分性を経験し, IABP以外の左室補助効果を期待できる補助手段の重要性を再確認した. 全体での離脱率は50%と, ほぼ満足できる結果であった.

はじめに

経皮的心肺補助 (Percutaneous Cardiopulmonary Support; PCPS) は, 1983年にPhillipsらが発表して以来, 急性循環不全に対する強力な補助手段として活躍してきた. その適応も, 急性心筋梗塞などの心原性ショック, 致死性不整脈, 重症呼吸不全, 開心術後人工心肺離脱困難症例などの緊急駆動から, 胸腹部大動脈瘤手術時及び心拍動下バイパス術時の循環補助のような駆動にまで多方面に渡っている. さらに, 操作性及び簡便性の向上が計られた装置が登場してきた.

今回, 緊急PCPS駆動症例を検討し, PCPSの有用性, 限界, 合併症を報告する.

対象及び方法

1996年1月から2000年6月までの緊急PCPS駆

動12例を対象とした. 年齢は, 50~76歳で平均66歳であり, 性別は男性9例, 女性3例であった. PCPS導入時病態は, 開心術後低心拍出量症候群(LOS)6例, 非開心術時心原性ショック5例であった. また急性心筋梗塞, 大腿骨骨折後の致死性不整脈1例に適応した. 開心術後LOSの原疾患は, 不安定狭心症3例, 心房中隔欠損症1例, 大動脈弁狭窄兼閉鎖不全症及び僧帽弁狭窄兼閉鎖不全症1例, 虚血性僧帽弁閉鎖不全症1例で, 非開心術時心原性ショックの原疾患は, 急性心筋梗塞3例, 大動脈弁狭窄症1例, 冠動脈穿孔1例であった.

使用したPCPSは, テルモ社製キャピオックスEBS (EMERSAVE) で, 全例15Frによる大腿動脈送血, 21Frによる大腿静脈經由右房脱血を行った. 抗凝固療法は, ヘパリンまたはフサンにて行い, 活性化凝固時間を150~200秒にて管理した. これらの症例を, 原疾患, PCPS導入時病態, 補助流量, 補助時間, 他の補助手段の併用状況(大動脈内バルーンパンピング; IABP, 持続的血液濾過; CVVHFなど), 生化学データ, 合併症発生率, 離脱生存率から検討した. 生化学データは, 平均値±標準誤差で示し, 離脱群非離脱群間の統計学的検定はstudent-t検定を用い, $p < 0.05$ を有意差ありとした.

結 果

離脱例は6例(50%)であり, 内5例は生存退院し, 1例は入院中である. IABPは, 致死性不整脈症例以外全例に挿入した. 下肢虚血や出血などの合併症は3例(25%)で全て非離脱例であった.

離脱例は, 年齢50~75(平均64)歳, 男性4例, 女性2例であった. 補助流量は, 2.3~3.0(平均

*福山循環器病院心臓血管外科

表1 離脱例

症例	年齢(歳)	性別	原疾患	適応	補助流量(L/分)	補助時間(時間)	IABP	CVVHF	合併症
1	69	F	大動脈弁狭窄症	心原性ショック	3.4	10	+	+	-
2	66	M	急性心筋梗塞(左主幹部)	心原性ショック	3.0	5	+	-	-
3	75	F	不安定狭心性	心原性ショック	3.0	1	+	-	-
4	51	M	不安定狭心性	術後 LOS	2.3	97	+	-	-
5	70	M	不安定狭心性	術後 LOS	3.0	20	+	-	-
6	50	M	急性心筋梗塞, 大腿骨骨折	致死性不整脈	2.8	103	-	+	-

表2 非離脱例

症例	年齢(歳)	性別	原疾患	適応	補助流量(L/分)	補助時間(時間)	IABP	CVVHF	合併症
1	68	M	急性心筋梗塞	心原性ショック	2.4	46	+	-	胸腔内出血 下肢虚血
2	50	M	post CABG, post stenting	心原性ショック	2.5	95	+	+	下肢虚血
3	68	M	心房中隔欠損症	術後 LOS	2.3	55	+	-	下肢虚血
4	72	F	連合弁膜症	術後 LOS	2.5	126	+	-	-
5	76	M	不安定狭心性	術後 LOS	3.8	4	+	+	-
6	73	M	虚血性僧帽弁閉鎖不全症	術後 LOS	3.4	68	+	-	-

2.9) L/分, 補助時間は, 1~103時間(平均39.3)時間で, 生化学データでは, 最大CPK, GOT, LDHはそれぞれ5241.3±1957.0 IU/L, 1007.0±313.7 IU/L, 1750.5±408.0 IU/Lであった。離脱例1:大動脈弁狭窄症で経過観察中に, 失神発作頻回にて入院し, 心臓カテーテル検査中に心原性ショックとなり, 緊急大動脈弁置換術にて救命した。離脱例2:来院時は心室細動であったため, 心肺蘇生, PCPS下に冠動脈造影施行, 左主幹部病変90%に対しステント挿入し, 急性冠閉塞の予防に緊急バイパス術を施行した。離脱例1と2は, PCPSが緊急手術までのbridgeとして有用であった例である¹⁾。離脱例3:PTCA施行中にガイドワイヤーによる冠穿孔で心タンポナーデとなり, PCPS下に心嚢ドレナージを施行した。離脱例4と5は, 冠動脈バイパス術後のLOSで, 離脱例6は, 急性心筋梗塞, 大腿骨骨折後の致死性不整脈により使用した。

非離脱例は, 年齢50~76(平均68)歳, 男性5例, 女性1例であった。補助流量は, 2.3~3.8(平均2.8) L/分, 補助時間は, 4~126時間(平均

65.7)時間で, 生化学データでは, 最大CPK, GOT, LDHはそれぞれ23582±13381 IU/L, 924.6±262.8 IU/L, 2296.4±480.5 IU/Lであった。非離脱例1:急性心筋梗塞のため他院より搬送中に心停止, 心肺蘇生をしながらPCPS下に冠動脈造影施行を施行するも有意狭窄を認めなかった。再灌流後でありPCPSでmyocardial stunningは回復すると期待されたが, 蘇生中に発生したと思われる胸腔内出血, 下肢虚血によりPCPSを維持することが不可能であった。非離脱例2:左主幹部病変に対しMIDCAB後LMTから回旋枝へステントを挿入している状態で不安定狭心性を発症。回旋枝への虚血時間が長かったため完全房室ブロックを併発したため, PCPSを作動させたが下肢虚血のため継続不可能であった。その他, 心房中隔欠損症, 連合弁膜症(大動脈弁狭窄兼閉鎖不全症及び僧帽弁狭窄兼閉鎖不全症), 不安定狭心性, 虚血性僧帽弁閉鎖不全症に対して外科治療を施行したが, 体外循環より離脱困難となりPCPSを駆動させたが左室の収縮の回復が得られなかった。

考 察

1983年に Phillips らが PCPS を発表して以来、その成績は救急処置までの時間や距離つまりショック後の経過により様々であるが、急性循環不全に対する治療戦略が大きく変化した^{2,3)}。以来その PCPS の原理は変わらないものの、①右房まで容易に挿入可能な脱血管、②壁厚の薄いカニューレの開発、③耐久性、高性能の人工肺、④回路のヘパリンコーティングによる生体適合性の向上、⑤遠心ポンプ及び熱交換器の改良がなされてきた。PCPS 駆動の適応も、急性心筋梗塞及び劇症型心筋炎などによる心原性ショック、難治性不整脈、重症呼吸不全、開心術後体外循環離脱困難、さらには、胸腹部大動脈瘤時の補助循環、心拍動下冠動脈バイパス術の一時的な循環補助と多方面に渡ってきた。

最近では、充填量が470 mlと少なく約5分間で自動プライミングが可能なキット化された、操作性、簡便性の向上が計られたテルモ社製キャピオックス EBS (EMERSAVE) も登場してきた。

著者らは、薬物療法や電気的除細動などの通常の内科的治療及び IABP に抵抗性を示す時、心臓補助と灌流維持による臓器障害軽減目的で PCPS を開始してきた。開心術後の時は両心不全であることが多く、人工心肺よりの離脱が不可能でも補助流量が1 l/分まで減量することができるなら、感染や出血などの危険を避けるため、PCPS へ移行する方針としている。離脱生存例の大動脈弁狭窄症や左主幹部心筋梗塞の際の bridge-use の成功は、心臓の負荷の軽減よりむしろ手術まで臓器灌流の維持が十分に可能であったことによるものと思われる。しかし左室容量負荷の軽減が不十分なため、一端心停止となった低心拍量症候群、つまり重症心不全の左室を回復させるまでには至らず、左室補助効果の限界を悟る症例を特に開心術後に経験した。また左室容量負荷の軽減が不十分な時は慢性的な肺への圧負荷となっており呼吸障害が人工心肺からの離脱をも困難にさせる場合がある。60 ml/kg/分を越える静動脈間バイパスの流量は40 ml/kg/分と比較して左心系への前負荷がより減少したにも関わらず、平均動脈圧の上昇や左室後負荷の増加によりむしろ酸素消費量が増加するという報告もあり⁴⁾、著者らは IABP を併

用して40~60 ml/kg/分に流量を設定した。今までも、経中隔經由による左房大腿動脈バイパス⁵⁾、肺動脈に脱血管を留置することにより左心系を減圧する肺動脈脱血法⁶⁾、左室内からの軸流ポンプ^{7,8)}などの左室補助効果を提供する新たな手段が報告されているが、操作性や安全性などから実用化されていない。北村らは、8 Fr のガイディングカテーテルによる経大動脈のカテーテル左室ベント法を臨床応用し、安全性と左室内径の減少を示しており⁹⁾、大動脈弁置換術以外の症例には有用であると考えられた。この方法は、虚血壊死部位の繊維化や瘤化に関係の深い左室心筋張力が減少すると予想される。

PCPS の合併症には、他に下肢虚血が大きな問題となり、70%ともいわれている¹⁰⁾。当院では、25%と比較的低い傾向を示した。体外循環離脱困難症例では、PCPS に移行するまでに時間はあるため、人工血管を大腿動脈に吻合し、人工血管から送血を行った。この方法は、細い大腿動脈へのカニューレ挿入困難の問題を解決するだけでなく、溶血や送血ジェットの軽減を、さらに離脱後の送血側の処置(人工血管断端縫合)の簡便性をもたらした。一方、心原性ショック時のようにベットサイドで緊急に PCPS を確立するときは、人工血管の方法は使用できず、著者らは19ゲージのエラスター(八光)を PCPS の送血とは逆方向に挿入し PCPS の側枝に接続し送血を行っている。この方法で静脈のうっ滞による下肢腫脹は未だ経験はない。出血に関して、胸腔内出血を一例認めた。本症例では心蘇生中にすでに発生していたことであるが、出血により PCPS の流量を維持できず致命的であった。

生化学的パラメーター (CPK, GOT, LDH) において両群間で有意差を認めなかった。少数例ではあるが、骨格筋障害、溶血、多臓器不全の指標として有用であった。

PCPS からの離脱の際には、収縮期動脈圧、左房圧、右房圧、肺動脈圧、尿量、混合静脈血酸素飽和度、心係数、末梢循環状態などのパラメーターを指標とし、徐々に前負荷を高めていくこととなる。また経食道エコーからの左室内腔、駆出率などの情報も参考にして、カテコールアミンや PDE 阻害薬などの薬物治療と循環血液量の調節を行う。さらに、駆出時間/前駆出時間の指標に

より PCPS から離脱を計る施設もあり¹¹⁾、今後心臓エネルギー (Emax など) や分泌ホルモン (BNP など) の経時的変化を追う事で心臓の機能回復の程度を客観的に推測できるのではないかと考えている。

実際、Mooney, Shawl らは非開心術時心原性ショックに対する PCPS 離脱生存率が64%¹²⁾、57%¹³⁾であると報告し、Sasaki らは開心術後 LOS に対する PCPS 離脱生存率が55.6%と報告している事から¹⁴⁾、著者らの離脱率50%は、ほぼ満足できる結果であった。

離脱例の PCPS 駆動時間は約39時間であり非離脱例約66時間と比較して短かったのは、手術までのブリッジとしてさらに不整脈対策として使用した症例があったことに加え、特に開心術後では出血傾向や多臓器不全となる前に心機能の回復が得られたためと考えられた。文献的には開心術後 LOS に対する PCPS 駆動離脱時間は24時間¹⁴⁾、29時間¹⁵⁾とも報告され比較的短い印象を受ける。術後は、出血の問題からヘパリンよりフサンを選択するケースが多く人工肺の寿命も通常の期間 (血漿リークを考慮して48時間から72時間) より短くなる傾向がある。著者らのデータも同様であったが、可能であれば一回目の人工肺の交換までに左心機能が回復されるように、不全心への過度の負荷を避け、最大限心臓エネルギーを充電するための綿密な PCPS 管理が肝要と思われた。

結 論

1. PCPS の離脱率は、50%で比較的良好な成績を示した。合併症に関しては、下肢虚血が25%発生し全例 PCPS 非離脱例であった。

2. 現行の PCPS は操作性、生体適合性などに優れ洗練されてきた。特に、左主幹部病変や大動脈弁狭窄症などの急性循環虚脱症例に対し、緊急手術までの橋渡しとして PCPS を導入する事は有用であった。さらに、開心術後 LOS に対する PCPS 駆動時における左室減圧の不十分性を経験し、IABP 以外の左室補助効果を期待できる補助手段の重要性を再確認した。

文 献

- 1) Morishita A, Shimakura T, Nonoyama M, et al : Percutaneous cardiopulmonary support as a bridge to emergency operation- two surviving cases-. Jpn Circ J 64 : 528-532, 2000
- 2) Phillips SJ, Ballentine B, Slonie D, et al : Percutaneous initiation of cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 36 : 223-225, 1983
- 3) Ress MR, Browne T, Sivanathan UM, et al : Cardiac resuscitation with percutaneous cardiopulmonary support. Lancet 340 : 513-514, 1992
- 4) 服部良二, 魏 啓明, 井村正史ら : 急性左心不全に対する VA バイパスの循環補助効果に関する実験的検討. 日胸外会誌 35 : 483-490, 1987
- 5) Glasman E, Engelman RM, Boyd AD, et al : A method for closed-chest cannulation of the left atrium for left atrial femoral artery bypass. J Thorac Cardiovasc Surg 69 : 283-290, 1975
- 6) Rossi F, Kolobow T, Foti G, et al : Long -term cardiopulmonary bypass by peripheral cannulation in a model of total heart failure. J Thorac Cardiovasc Surg 100 : 914-920, 1990
- 7) Smalling RW, Cassidy DB, Merhige M, et al : Improved hemodynamic and left ventricular unloading during acute ischemia using left ventricular assist device compared to intra-aortic balloon counterpulsation (Abstract). J Am Coll Cardiol 13 : 160A, 1989
- 8) Wampler PK, Moise JC, Frazier OH, et al : In vivo evaluation of a peripheral vascular access axial flow blood pump. ASAIO Trans 34 : 450-454, 1988
- 9) Kitamura M, Morishita A, Kurihara H, et al : Experimental and clinical assessment of trans-aortic catheter venting. Jpn J Artif Organs 29 : 315-319, 1999
- 10) Muehrcke DD, McCarthy PM, Stewart RW, et al : Complications of extracorporeal life support systems using heparin-bound surfaces: the risk of intracardiac clot formation. J Thorac Cardiovasc Surg 110 : 843-851, 1995
- 11) Beppu S, Nakatani T, Tanaka N, et al : Human heart recovery during weaning from a left ventricular assist system: time course and outcome prediction. J Cardiol 21 : 707-716, 1991
- 12) Mooney MR, Arom KV, Joyce LD, et al : Emergency cardiopulmonary bypass support in patients with cardiac arrest. J Thorac Cardiovasc Surg 101 : 450-454, 1991
- 13) Shawl FA, Comanski MJ, Wish MH, et al : Emergency cardiopulmonary bypass support in patients with cardiac arrest in the catheterization laboratory. Cathet Cardiovasc Diagn 19 : 8-12, 1990
- 14) Sasaki S, Yasuda K, Matsui Y, et al : Therapeutic strategy of perioperative use of percutaneous cardiopulmonary bypass support(PCPS) for adult cardiac surgery. JJTCVS 47 : 20-26, 1999
- 15) 古川浩二郎, 樗木 等, 堺 正仁ら : 開心術後人工心臓離脱困難例に対する経皮的体外循環装置 (PCPS) の有用性と問題点. 胸部外科 51 : 981-988, 1998

Emergent Applications of Percutaneous Cardiopulmonary Support (EMERSAVE)

Atsushi Morishita*, Tadayuki Shimakura*, Masaki Nonoyama*, Taiichi Takasaki*

*Department of Cardiovascular Surgery, Fukuyama Cardiovascular Hospital, Hiroshima, Japan

The percutaneous cardiopulmonary support (PCPS) has widely applied as a device of mechanical circulatory support to the cardiogenic shock. The aim of this study was to assess the efficacy of PCPS in 12 cases of emergent applications of the EMERSAVE®. From January 1996 to June 2000, we were able to wean 50% of patients from the EMERSAVE®, and 41.7% were discharged from the hospital. The major morbidity was due to ischemia of the lower extremities (25%). These results suggested that it was important to initiate the PCPS immediately and bridge

to the emergency operation in critical cases of acute circulatory collapse due to the deterioration of aortic stenosis, acute myocardial infarction, and so on. Furthermore, we experienced the insufficient unloading of the left ventricle under performing PCPS and intraaortic balloon pump (IABP) by transesophageal echocardiography for the postcardiotomy cardiogenic shock. The additional method providing left ventricular unloading might be effective for promoting the recovery of left ventricle under the conventional method of PCPS and IABP.

Key words : Percutaneous cardiopulmonary support, EMERSAVE, Acute circulatory collapse, Postcardiotomy cardiogenic shock, Ischemia of the lower extremities

(Circ Cont 22 : 14~18, 2001)