

<解説>

人工肺で確実なガス交換がされていれば、送脱血回路に色調の差が生じる。送脱血回路に色調の差がない場合、酸素ガスが吹送されていない、人工肺のガス交換能の低下などが考えられる。

回路が屈曲した場合、血流量の低下や脱血回路の揺れが生じる。体位変換や清拭などの処置を行った場合は、回路に屈曲がないか注意する。

長時間遠心ポンプを使用していると異音や発熱を生じる。これにより溶血が発生する可能性があるため、注意が必要である。

(13) 脱血回路の揺れ (チャタリング)

① 脱血回路の揺れは、脱血不良のサインである。

<解説>

脱血は静脈の血液量に依存するため hypovolemia になると脱血カニューレが血管壁に吸い付き、血流量が低下し、脱血回路は揺れる。この時、遠心ポンプの回転数を上げて血流量は増加せず、脱血回路内は強い陰圧が発生し、キャビテーションや溶血の原因となる。輸液や輸血など、循環血液量の補充が必要である。

(14) 循環血液量の補充

① PCPS 回路のプライミングラインより補充を行う場合、注意が必要である。

<解説>

PCPS 回路のプライミングラインからは、輸液や輸血などの急速な補充が可能である。しかし、PCPS の脱血回路は陰圧になっているため、プライミングラインより補充を行う場合、気泡を引き込まないよう注意が必要である。また、同じように CVP ラインからも気泡を引き込む可能性があるため、カテーテルの位置や、CVP ラインや肺動脈カテーテルなどの三方活栓は大気開放にしないなど、十分な注意が必要である。

(15) ACT 値

① ACT 値 = 160 – 180 秒

<解説>

術後の補助循環で行う PCPS では ACT 値は 200 秒前後で管理されているが、救命救急の領域では ACT 値は 160 – 180 秒で管理している施設が多い。ELSO のガイドラインでは、ACT 値は正常値の 1.5 倍としている。また、各 ACT 測定装置によって正常値が異なるため、装置の特性の把握が必要である。PCPS 施行中は厳密な ACT 値管理が必要である。

<検討事項>

APTT 値を測定する。

(16) 下肢虚血

- ① 補助循環中は下肢虚血に注意する。

<解説>

補助循環中は下肢虚血に注意する。基本的に毎時間、超音波ドプラを用いて下肢の血流を確認する。他に下肢虚血の評価方法として、色調の観察、足背動脈・膝窩動脈の触知などがある。血流が確認出来ない場合は、すぐに末梢側へ送血を開始する。下肢血流バイパスの方法として、大腿動脈にシースや留置針を挿入し PCPS の送血側の側管より順行性に送血する。もう一つは、足背動脈へ留置針を挿入し送血側の側管より逆行性に送血する方法がある。施行時は下肢送血回路の血流を確認する。

(17) 人工肺の交換基準

- ① 血漿漏出、酸素加能低下が確認された場合は交換する。
- ② 出来る限り人工肺の性能が維持出来るように努力する。

<解説>

人工肺や遠心ポンプの交換には技術と熟練が必要である。プレコネクトされた PCPS システムを用いると短時間で交換でき、患者への負担も少ない。しかし、交換により患者の血液が喪失され、その代わりにプライミング液が体内に送られるため、一時的に血圧が低下する可能性がある。十分な循環管理を必要とするため、輸血用の血液や循環作動薬などの準備を行う。

人工肺の結露を予防するため、定期的にガスフラッシュを行う（例えば、2時間毎にガス流量 10L/min で 2～3 分間）。ただし、ガスフラッシュを長時間行うと血中 CO₂ 濃度が低下するため、必ず音が出るタイマーを使用する。

(18) 心機能の評価

- ① PCPS 中は心機能の評価を行う。

<解説>

PCPS 中は心機能の評価を常に行う。心機能改善の指標として、心拍出量係数 $> 2.0\text{L}/\text{min}/\text{m}^2$ 、壁運動の改善、 $\text{ETCO}_2 \div \text{PaCO}_2$ などがある。心機能の改善が認められれば、血流量を徐々に下げ、離脱を考慮する。

(19) PCPS からの離脱準備

- ① 心機能の改善が認められれば、PCPS からの離脱準備を行う。

<解説>

心機能改善は認められれば補助流量を $0.3\text{-}0.5\text{L}/\text{min}$ で減量する。このとき、循環不全が生じた場合には速やかに流量を増量する。循環動態が安定したら、可及的に流量の減量を試みる。

(20) 循環不全の指標

- ① SvO₂ が 60%以下である
- ② 乳酸値が高値である
- ③ 動脈血液ガス分析でアシドーシスがある
- ④ 生化学検査で異常値がある
- ⑤ 尿量が減少または無尿になる

<解説>

PCPS の補助流量を減量して、上記の症状が発生した場合は循環不全である。逆に、PCPS の補助流量を減量しても、SvO₂ が 60%以上、乳酸値が正常、動脈血液ガス分析でアシドーシスがない、生化学検査で臓器障害が進行していない、尿量が保たれている場合は、更に補助流量の減量が可能で、PCPS からの離脱を考慮する。

(21) PCPS からの離脱

- ① 心機能および循環不全の指標に問題がなければ、PCPS からの離脱を行う

<解説>

補助流量を 1.0L/min 程度まで減量し、心機能および循環不全の指標に問題がなければ、ON-OFF テストで評価を行い、PCPS からの離脱を行う。この時も厳密な ACT 値管理が必要である。また、離脱後、再度 PCPS が必要になる事もあるため、その準備をしておく。

<追加が検討される項目>

- 1) 小児（乳児含む）での ECPR について
血液充填について
小児用のマニュアルについて
- 2) カニューレーション
迅速なカニューレーション方法について
本研究班によるカニューレーション現状調査結果参照
- 3) 回路、装置などについて（メーカーへの要望）
 - ①. カラーラインチューブの採用
脱血回路に青、送血回路の赤のラインが入ることにより、回路の確認が容易になる。（海外では常識だが、日本では 1 社しか採用されていない）
 - ②. コンパクトな装置の開発
移動が容易となる。

③. 回路内圧（脱血回路、人工肺の前後）が測定できる回路

脱血回路の圧を測定することにより、脱血状態（静脈の血液量など）の把握が容易となる。ただし、脱血回路は陰圧のため、気泡などを引き込まないように注意が必要である。人工肺の前後で圧を測定することにより、例えば、送血回路に屈曲などが生じると両方の圧が上昇し、また、人工肺に目詰まりが発生すると、前後の圧に差が生じる。ELSOのガイドラインでは推奨している。

④. 回路内圧が測定、表示できる装置

PCPSでは、大腿動脈からの送血となるため、最大流量で送血した場合、回路内圧は400mmHg以上となることもある。また、脱血不良の場合、-100mmHgより強い陰圧となることもある。これら圧を同時に表示し、警報が設定でき、遠心ポンプの回転数等を制御できる装置が望まれる。（海外にはある）

⑤. SvO₂センサーの回路組み込み

脱血回路にSvO₂センサーを組み込むことにより、血流量が適正か、すぐに判断できる。

⑥. 気泡検出

血流計に付加する機能として、気泡検出器の作成

2. 充填液組成について

3. PCPS 施行中の酸塩基平衡管理、PaO₂、血糖値など

4. GME（ガス状微小塞栓）について

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
田原 良雄 森村 尚登 坂本 哲也 長尾 建 横田 裕行 浅井 康文	「特集:機械的補助循環の現 状と将来」PCPSの合併症.	ICUとCCU	35	121-127	2011

PCPS の合併症

田原 良雄*^{1, 2} 森村 尚登*^{1, 2} 坂本 哲也*² 長尾 建*²
 横田 裕行*² 浅井 康文*²

要約

近年、本邦における PCPS (percutaneous cardiopulmonary support: 経皮的心肺補助法) の使用頻度は、とくに救命救急領域において増加している。早期の適応などに加え、装置の進歩により、PCPS の使用頻度が増加し、使用例の生存率が著明に向上している反面、高齢者への適応拡大や緊急時の使用頻度が増加しており、PCPS 施行時の合併症の発生頻度は 32 ~ 40% と大きな変動はみられない。とくに心肺停止症例に使用する場合には緊急時であることに加え、大腿動静脈穿刺を必要とする併用療法などにより合併症の頻度が増加している可能性がある。合併症としては、動脈解離を含む送脱血管挿入に伴う血管の損傷、出血、血栓塞栓症、下肢の虚血、感染、溶血などがあげられる。また、PCPS 維持に関しては、循環血液量不足による脱血不良や回路の不備は致死的となる。このため PCPS 使用中は十分な観察と早期対応が不可欠であり、医師・看護師・臨床工学技士を含むチームとしての対応が重要である。

はじめに

PCPS (percutaneous cardiopulmonary support: 経皮的心肺補助法) とは、原則的に大腿静脈から中枢に挿入したカニューレから遠心ポンプにより脱血し、膜型人工肺で酸素化した血液を大腿動脈より挿入したカニューレから全身に灌流する閉鎖回路による補助循環である¹⁾。このような体外循環装置を使用した心肺蘇生を ECPR (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: 体外循環式心肺蘇生) と呼ぶ。近年、PCAS (post cardiac arrest syndrome: 心停止後症候群)²⁾ の概念が浸透しつつあり、とくに重症例に対する PCAS 対策としての ECPR の効果が世界的に注目されている。

I. 日本経皮的心肺補助 (PCPS) 研究会による全国調査結果

PCPS 研究会による全国集計調査¹⁾ では、本邦における PCPS 使用頻度は、とくに救命救急領域において増加している。早期の適応などに加え、ヘパリンコーティング回路使用率の増加を代表とする装置の進歩に伴う外傷症例への使用などの適応拡大が認められる。その結果、PCPS 使用例の生存率が著明に向上している反面、高齢者への適応増加や緊急時の使用頻度が増加しており、PCPS 施行時の合併症の発生頻度は 32 ~ 40% と大きな変動はみられない。合併症の内訳は、カニューレ挿入に関する穿刺部や後腹膜からの出血、血管損傷、下肢虚血など手技的合併症が最も多く 65 ~ 77% を占めている。次に脳・呼吸器・消化管出血が 16 ~ 25% を占め、脳・腹部臓器・四肢

Complications of Percutaneous Cardiopulmonary Support

*¹ 横浜市立大学附属市民総合医療センター高度救命救急センター (〒 232-0024 横浜市南区浦舟町 4-57)

*² SAVE-J 研究班

ICU と CCU 35 (2) : 121 ~ 127, 2011

表1 PCPSの合併症

		症例数(人) (N=102)	割合(%)
一次的 合併症	出血/血腫	7	14
	虚血	1	2
	輸血	13	26
	その他	1	2
	なし	28	56
二次的 合併症	感染	9	18
	その他	6	12
	なし	35	70

SAVE-J Pilot studyにおける院外心肺停止に対するPCPS使用例の合併症頻度。輸血とは、輸血を要する合併症(出血/血腫など)をきたした場合を指す。

への血栓塞栓症が7~13%と報告されている¹⁾。

II. SAVE-J Pilot study

院外心肺停止に対するPCPS使用頻度は増加しているものの、その使用例に対する文献を調査すると、生存率などの転帰に関する記載が主であり、上述のPCPS使用例の全体像と比較し、院外心肺停止症例に限定した病院収容後のPCPS使用時の合併症発症率については不明な点もある。よって、近年の院外心肺停止に対する合併症の詳細を知るためにSAVE-J Pilot studyのデータベースからの検討を行った。

SAVE-Jとは、2007年4月より厚生労働科学研究の一環として開始された「心肺停止患者に対する心肺補助装置等を用いた高度救命処置の効果と費用に関する多施設共同研究(SAVE-J: Study of Advanced life support for Ventricular fibrillation with Extracorporeal circulation in Japan)」のことを言う³⁾。

そして、SAVE-J Pilot studyは前向き比較対照研究を開始する前に本研究協力5施設(帝京大学医学部附属病院、札幌医科大学附属病院、駿河台日本大学病院、日本医科大学付属病院、横浜市立大学附属市民総合医療センター)における2006年1年間の院外心肺停止に対するPCPS使用例の後ろ向き診療録調査である。

PCPSの合併症を一次的合併症(出血/血腫、虚血、輸血の必要性、その他)と二次的合併症(感染、その他)に分類し調査した。二次的合併症はPCPS導入とは直接関連しない合併症とした。

SAVE-J Pilot studyでは、2006年1月から同年12月まで5施設で診療した1,220例の院外心肺停止症例のうち50例(4%)にPCPSを使用していた。PCPS使用例の平均年齢は53±16歳、男性84%、心肺停止目撃者は70%、目撃者による心肺蘇生施行率は44%、心原性心停止が73%を占めていた。時間因子に関しては、119番通報からPCPS開始までは平均60.0±22.8分、PCPS使用期間は平均44.3±51.2時間であった。治療内容に関しては、低体温療法施行率は55%、心肺停止の原因が急性心筋梗塞の場合の責任血管に対する緊急冠動脈カテーテル治療成功率は100%であった。転帰に関してはPCPS使用例の生存退院率は27%、社会復帰率は13%だった。なお、社会復帰とは、Glasgow Outcome Scale⁴⁾におけるGood Recovery (GR)を指す。

SAVE-J Pilot studyにおける合併症の詳細については表1に示す。院外心肺停止に対するPCPS使用例44%に合併症を認めた。また、二次的合併症を認める症例には全例に何らかの一次的合併症を認めた。合併症を認めた症例を合併症あり群(N=22)とし、合併症なし群(N=28)と比較した結果を表2に示す。合併症あり群は、高齢、緊急冠動脈造影検査施行率高値、大動脈内バルーンポンピング使用率高値、血液浄化施行率高値、低体温療法施行率高値を認めた。

心肺蘇生の目的以外でPCPSを使用する場合と同様に高齢者において合併症の頻度が高率であり、PCPS導入時の安全確実な血管穿刺などの対策の必要性が示唆された。また、心肺蘇生を目的としてPCPSを使用する場合の特徴として、緊急

表2 合併症群と非合併症群の比較

	合併症あり (N=22)	合併症なし (N=28)	p Value
年齢 (歳) [mean±SD]	59±13	48±17	0.01
男性 (%)	86	82	0.69
心原性 (%)	73	61	0.38
119番通報からPCPS開始まで60分以上 (%)	42	50	0.64
PCPS使用期間 (時間) [mean±SD]	55±45	36±55	0.20
緊急冠動脈造影施行 (%)	91	57	0.01
緊急冠インターベンション施行 (%)	50	46	0.81
大動脈内バルーンパンピング使用 (%)	86	39	<0.01
血液浄化施行 (%)	68	18	<0.01
低体温療法施行 (%)	77	32	<0.01
集中治療室滞在期間 (日) [mean±SD]	9±13	5±6	0.12
入院期間 (日) [mean±SD]	37±81	12±23	0.13
生存退院率 (%)	41	18	0.07
社会復帰率 (%)	23	4	0.04

SAVE-J Pilot studyにおける一次的合併症と二次的合併症を含めた合併症あり群と表1における合併症を認めなかった合併症なし群を比較した。

合併症あり群は合併症なし群と比較し、集中治療室滞在期間や入院期間が長くなる傾向があるが、生存退院率および社会復帰率は高率であった³⁾。

冠動脈カテーテル治療、大動脈内バルーンパンピングなどの原疾患の治療や低体温療法などの心停止後症候群に対する治療のために大腿動静脈に複数のカテーテルを留置することにより合併症の頻度が増加している可能性が示唆された。これらの併用療法はPCPS使用例の転帰を改善するための重要なデバイスではあるが、合併症早期発見のための対策は重要であり、チェックリスト作成などの対策を十分に行いながらのPCPS管理が望まれる。

以上より、心肺停止に対するPCASを考慮したPCPS使用例に関しては合併症の頻度が増加する可能性はあるが、積極的な治療が最終的には良好な転帰をもたらすことが考えられる。ただし、この結果はPCPSの使用頻度が多い施設による検討であるため、使用経験の少ない施設を含めたさらなる検討を要する。

Ⅲ. 主な合併症と対策

PCPSは侵襲的な体外循環を用いるため、生体に発症する合併症と、機械的な合併症(異常)が認められ、早期発見・早期対策が求められる。よって、PCPSは、医師、看護師、臨床工学技士を含むチームとしての対応が重要な治療法である。図1にPCPS装着図とトラブル発生部位を示す。

以下にPCPS施行に伴う主な合併症についての評価方法と対策について述べる。

1. カニューレ挿入部位の出血

PCPS施行時における合併症として頻度の高いものに出血があげられる。その出血の多くはカニューレ挿入に起因する。出血による体外への血液損失は「PCPS血流量維持の破綻=循環維持の破綻」に直結するため、安定したPCPS管理を行う上でカニューレ挿入部位の出血の確認・対処は重要である。

心肺停止症例におけるカニューレ挿入部位は、大腿動・静脈からのアプローチが大半を占め、セルジンガー法により経皮的に挿入することが多い。出血の原因としては

- ①カニューレ挿入時の大腿動静脈近傍の小血管損傷、
- ②血管確保困難時の複数回試験穿刺、
- ③移動時や体動(カニューレ挿入側の下肢屈曲)などによる回路の問題

などがあげられる。

出血に対しては、まず局所の圧迫および輸液や輸血(濃厚赤血球・新鮮凍結血漿)を施行し、PCPS流量の安定化を図ることが重要である。さらに大量な出血を認める場合は、原因を特定するため送脱血管挿入部位の外科的処置を行うこともあり、出血をコントロールする上で最も確実な方法である。

また、PCPS管理下ではさまざまな要因による凝固線溶系異常、抗凝固療法によるACTの延長、低体温療法による易出血傾向をきたす。PCPS開

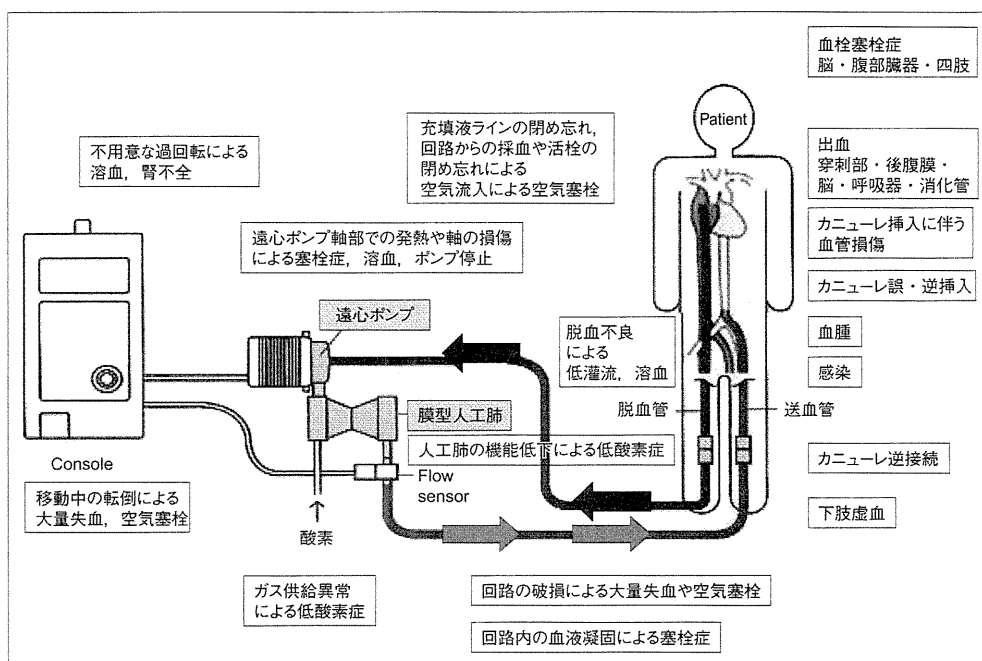


図1 PCPS 装着図と合併症部位
PCPS 使用中の合併症を含めたトラブル発生部位。

始時に出血は認められなくても経過中に出血をきたす場合もあるため、カニューレ固定を確実にを行い、体位変換や清拭などの際には、カニューレ挿入部位の観察を慎重に行うべきである。

カニューレ挿入部位からの出血がコントロールできない場合には抗凝固療法を中止して、ACTの正常化を考慮する場合もある。

2. 下肢虚血

PCPSは経皮的に大腿動脈より送血カニューレを挿入するが、動脈硬化や血管攣縮に伴い、下肢虚血を生じる場合がある。下肢虚血の評価方法は色調の観察、足背動脈・内顆動脈・膝窩動脈などの触知または超音波ドップラーによる聴取をおこなうことが有用である。血流が認められないと判断した場合は、下肢血流バイパスを考慮する。

バイパスの方法として、

- ①順行性送血：PCPS送血管より末梢側の大腿動脈に順行性にシースまたは留置針などを挿入し、PCPS送血側の側管より耐圧チューブなどを用いて順行性に送血する。
- ②逆行性送血：虚血側の足背動脈へ留置針を挿入し、PCPS送血回路の側管より耐圧チューブなどを用いて逆行性に送血する。

バイパス後、ドップラーなどによる下肢血流確認をおこなう（定常流であるため音に注意）。留意点としては、流量を低下させた場合にバイパス

回路への血流も低下し血液凝固が発生することがあるため皮膚の色調変化やドップラーによる経時的な下肢観察が必要である。

3. 尿異常（量および色調について）

1) 尿量について

合併症とは異なるが、尿量はPCPS施行中の患者病態や管理の重要な指標となる。一般的に補助流量の指標や腎機能の評価に用いるため、経時的な観察を必要とする。尿の異常には大別して、2つのパターンが存在する。

- ①尿崩症による尿量の増加：尿量が過剰となり、循環血液量が減少し、PCPSの流量が不安定となる。体液量評価をおこない、輸液で補正することが望ましい。
- ②急性腎不全による尿量の減少：原因として心肺停止による腎前性・腎性の急性腎不全の発症や腎血流量不足が考えられる。PCPSの流量を増加させるか、利尿薬の使用・CHDFの施行などを検討する。

2) 尿の色調について（溶血について）

PCPS施行中は、尿量観察と同時に色調（溶血の有無）を観察することも重要である。

溶血は赤血球の細胞膜破壊によって起きる現象であり、物理的、化学的、生物的などさまざまな要因によって発生する。さらにPCPS施行中は体外循環による圧力や遠心力、その他各種の機械的

なストレスが原因としてあげられる。血球破壊により生じた遊離ヘモグロビンは尿細管で再吸収され、尿細管上皮細胞でグロビンとヘム鉄に分解され、ヘム鉄が蓄積されると尿細管上皮細胞が障害を受け腎機能障害が出現する。臨床上は、尿の赤色化（ヘモグロビン尿）や血漿成分の赤色化が認められる。溶血を認めた際には、ハプログロビンを投与し速やかに改善を図る。

4. 人工肺に起因する合併症（異常）

人工肺に生じる合併症（異常）には、ウエットラング・血漿リークによるガス交換異常や血栓形成があげられる。臨床上、血液ガス分析、SpO₂などの異常を認めた場合、人工肺の異常を疑い、患者の状態を判断し交換を考慮する必要性がある。

1) ウエットラング

人工肺ファイバー内に結露が生じる現象によりガス交換能が低下する。予防対策として、定期的なフラッシュ（ガス流量 10 L/min）や送気ガスの加温を行う。

2) 血漿リーク（プラズマリーク）

人工肺の材料である多孔質膜のポアの表面張力が破綻し、血漿成分が漏出してくる現象である。予防対策として、リークを起こしにくいシリコンコーティング膜や SS（Surface Skin）膜・特殊ポリオレフィン膜・非対称膜などの長期型人工肺の選択を行う。

3) 血栓形成

長期使用により血栓を形成し、動脈内血栓塞栓をきたす危険性がある。そのため適切な抗凝固療法をおこなう必要があり、定期的な ACT 測定および肉眼的観察を必要とする。

5. 遠心ポンプに起因する合併症

遠心ポンプに起因する合併症には下記の項目があげられる。遠心ポンプは PCPS 装置の心臓部であるため異常をきたした場合、早急な対処が必要となる。

1) 軸受けベアリング磨耗および軸部への血栓形成

遠心ポンプ駆動部とポンプヘッドの装着が確実におこなわれていない場合（斜めに装着されているなど）、異常音が発生し、軸受けベアリングの磨耗が早期に起こる。軸受けベアリングの磨耗、もしくは軸部への血栓形成による異常音が生じた場合、遠心ポンプヘッドの交換となるが、遠心ポ

ンプヘッドのみの交換は困難であるため、PCPS 回路全ての交換となる。予防策としては、駆動部と遠心ポンプヘッドの装着を確実におこない、異常音や振動などを観察する。

2) 流量特性による流量変動

遠心ポンプは、たとえ回転数が一定に保たれていても、前負荷や後負荷の変動に伴い流量も変動する特性をもつため、経時的に回転数と流量を確認する必要がある。

流量低下には送血抵抗の増加によるものと脱血不良による 2つの原因が挙げられる。

回転数は変化していないにもかかわらず、流量が低下した場合、

①回路・カニューレなどの屈曲を確認する。

② CVP や PAP など前負荷の低下や脱血回路の振動が認められた場合、輸液による循環血液量の増加を図る。

などの対処をおこなう。

*留意点として、脱血不良による流量低下時に、突然回転数を上げることでキャビテーションを起こす可能性がある。さらに、流量低下が遷延することで低血圧や組織低還流による組織障害を惹起するため、低流量アラームを確実に設定し、原因を検索し早急かつ慎重に対処をおこなうべきである。

3) 逆流

遠心ポンプには逆流防止機能が搭載されておらず、ポンプ回転数を低下（1,000 rpm 以下）させた場合、送血側より逆流する可能性もある。そのため流量センサーを設置すること、およびポンプを停止時、送・脱血回路に鉗子をかけることを厳守する。

なお、遠心ポンプの駆動装置に関しては電源の確認、回転数をコントロールするつまみの固定、各アラームは設定されているかを確認する必要がある。駆動装置が故障し、遠心ポンプが停止した場合には、送血回路をクランプし逆流を防止する。速やかに人員を確保し、ハンドクランクを用い回転させた後、送血側クランプを解除し、補助を再開する。

6. 酸素ブレンダに起因する合併症

酸素ブレンダは人工肺へ酸素を供給するための医療機器である。合併症としては人工肺の酸素化に関連する事例が多いが、ここでは機器の不良・操作ミスに関連した合併症を述べるに留まりた

い。

酸素ブレンダ自体は電気を必要とせず、機械工学的構成で設計されているため、機器自体が故障し合併症に繋がることは稀有であるが、操作方法や使用方法によっては重大な合併症を引き起こす可能性がある。下記に代表的な酸素ブレンダ関連の合併症をあげる。

①酸素送吹忘れ

酸素ブレンダの流量調節ツマミをゼロにしたまま PCPS を開始してしまうなどがあげられる。PCPS は緊急性が高く、導入時に起こりがちな操作設定ミスであり、合併症として低酸素血症を招く。

②酸素ボンベからの切替忘れ

検査などの移動後、酸素ブレンダからの酸素供給に切替えるのを忘れ、酸素ボンベが空になり、合併症として低酸素血症を招く。

③酸素濃度の低設定

人工肺の場合、送吹酸素濃度を 30% 以下とすると、十分な酸素付加ができない。

④酸素チューブの脱落

酸素ブレンダに接続された酸素チューブが外れ、人工肺への酸素供給が停止し、合併症として低酸素血症を招く。

なお、酸素ブレンダはそれ自体にアラーム機構が無く、目視にて PCPS 回路動脈側の酸素化血の色調変化に気付く以外、何れの場合も低酸素血症を引き起こし、SpO₂ が低下し、はじめて発見に至るケースが多い。そのため、人工肺への酸素供給ラインに酸素濃度計を設ける方法もあり、有用な手段の一つである。



おわりに

近年、とくに救急領域において PCPS の使用頻度は増加傾向にあり、救命率が改善傾向にあるが、高齢者への使用頻度の増加および緊急冠動脈カテーテル治療を代表とする原疾患の治療や低体温療法の施行頻度増加に伴い合併症の頻度は 40% 程度認め、その軽減対策が急務である。

謝 辞

本稿は厚生労働科学研究班（主任研究者：坂本哲也）SAVE-J（Study of Advanced life support for Ventricular fibrillation with Extracorporeal

circulation in Japan：心肺停止患者に対する心肺蘇生補助装置等を用いた高度救命処置の効果と費用に関する多施設共同研究）³⁾ の臨床工学技士部会の協力を得て執筆した。

SAVE-J 臨床工学技士部会（敬称略）

- 見田 登（旭川赤十字病院）
加藤 優（札幌医科大学附属病院）
小橋秀一（八戸市立市民病院）
百瀬直樹（自治医科大学附属さいたま医療センター）
野口裕幸（日本医科大学付属病院）
玉城 聡（帝京大学附属病院）
高橋由典（杏林大学附属病院）
大川 修（聖マリアンナ医科大学病院）
又吉 徹（慶応義塾大学病院）
三木隆弘（駿河台日本大学病院）
真方 謙（武蔵野赤十字病院）
菅原浩二（横浜市立大学附属市民総合医療センター）
押山貴則（昭和大学藤が丘病院）
東條圭一（北里大学病院）
小山富生（大垣市民病院）
渡邊晴美（東海医療科学専門学校）
林 輝行（国立循環器病研究センター）
大平順之（兵庫医科大学病院）
荒木康幸（済生会熊本病院）

…文 献…

- 1) 中谷武嗣：レジストリー、新版経皮的人工心肺補助法：PCPS の最前線。松田暉監修、秀潤社、2004、p141-148
- 2) Neumar RW, Nolan JP, Adrie C, et al : Post-cardiac arrest syndrome : epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Asia, and the Resuscitation Council of Southern Africa) ; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee ; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia ; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care ; the Council on Clinical Cardiology ; and the Stroke Council. Circu-

lation 118 : 2452-2483, 2008

- 3) 研究代表者 坂本哲也 : 厚生労働科学研究費補助金 (循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業) 研究報告書. 心肺停止患者に対する心肺補助装置等を用いた高度救命処置の効果と費用に関する多施設共同研

究. 平成 19 ~ 21 年度 総合研究報告書. 2010 年 3 月

- 4) Jennett B, Bond M : Assessment of outcome after severe brain damage : a practical scale. Lancet 1 : 480-484, 1975

Abstract

Complications of Percutaneous Cardiopulmonary Support

Yoshio Tahara^{*1, 2}, Naoto Morimura^{*1, 2}, Tetsuya Sakamoto^{*2},
Ken Nagao^{*2}, Hiroyuki Yokota^{*2}, Yasufumi Asai^{*2}

^{*1}Advanced Critical Care and Emergency Center, Yokohama City University Medical Center
4-57 Urafune-cho, Minami-ku, Yokohama, Kanagawa 232-0024, Japan

^{*2}SAVE-J study group

Recently, percutaneous cardiopulmonary support (PCPS) has been increasingly used for cardiopulmonary arrest in Japan. The survival rate of patients with PCPS has remarkably improved because of early induction and progression of the treatment using the PCPS devices. However, the complications associated with PCPS have not reduced because PCPS has also been indicated for use in elderly people and the emergency use of PCPS has increased. The frequency of complications of PCPS may increase, particularly with combination therapies (e.g., intraaortic balloon pumping, primary percutaneous coronary intervention, and therapeutic hypothermia) that require several vessel puncture. PCPS complications include vascular injury, including aortic dissection, bleeding, thromboembolism, ischemia of lower extremity, infection, and hemolysis. In addition, during PCPS maintenance, faulty maintenance of the PCPS circuit becomes fatal. Therefore, close observation and immediate treatment of patients on PCPS by the team including physicians, nurses, and clinical engineers are essential.

ICU & CCU 35 (2) : 121 ~ 127, 2011

厚生労働科学研究費補助金

(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業) 研究報告書

心肺停止患者に対する心肺補助装置等を用いた高度救命処置の 効果と費用に関するエビデンスを構築するための多施設共同研究

平成 23 年度 総括・分担研究報告書

発行
研究代表者

平成 24 年 3 月 31 日

坂本 哲也

帝京大学医学部救急医学講座

〒 173-8606 東京都板橋区加賀 2-11-1 TEL 03-3964-1211 (代表)

制作

株式会社へるす出版事業部

〒 164-0001 東京都中野区中野 2-2-3 TEL 03-3384-8177

印刷・製本

株式会社メイク 〒 162-0801 東京都新宿区山吹町 350

