

Direction of support for the question	Magnitude of any observed effect
Supporting	ECPR: Survive after cardiac arrest (within 24H); 93.2% (55/59) , Survive at discharge; 28.8% (17/59) Conventional CPR: Survive after cardiac arrest (within 24H); 38.1% (43/113) , Survive at discharge; 12.3% (14/113)
No research question	Survival at hospital discharge; 39.6% (114/288)
Supporting	Survive at discharge (cardiac arrest subgroup); 44.9 ± 6.7% median: 42.3%
Supporting	Survival at hospital discharge; 56.1% (64/114) , Good cerebral performance at discharge; 56.1% (64/114) , Long-term survival (vs healthy cohort); statistically insignificant (hazard ratio 1.47, 95% confidence interval 0.88 - 2.46, P= 0.14)
No research question	Survive at discharge; 41% (11/27) , Good cerebral performance at discharge; 37% (10/27)
No research question	Survive at discharge; 46% (18/39)
No research question	Survival after cardiac arrest (3mth); 22.7% (15/66) , Good cerebral performance at discharge; 10.6% (7/66)
No research question	Survive at discharge ; 46.6% (21/45)
No research question	Survive at discharge; 34% (27/80)
No research question	Survive at discharge; 57% (8/14)
No research question	Survive at discharge ; 47% (21/45)
No research question	Survive at discharge ; 17.6% (3/17)
No research question	Survival at hospital discharge; 62% (13/21)
No research question	Survival at hospital discharge; 41% (9/21)
No research question	Survive at discharge; 25% (23/91)
No research question	Survival at hospital discharge; 14/30 (47%)
No research question	Survival at hospital discharge; 79.4% (27/34) , Good cerebral performance at discharge; 73.5% (25/34)
No research question	Survive after cardiac arrest (within 24H); 45% (18/40) Survive at discharge; 20% (8/40) Good cerebral performance at discharge; 20% (8/40)
Supporting	Survive after cardiac arrest; 73.6% (28/38)
No research question	Survive after cardiac arrest (within 24H); 45% (18/40) , Survive at discharge; 20% (8/40)
Supporting	Survive after cardiac arrest (within 24H); 50% (33/66) , Survive at discharge; 33% (21/66)
No research question	Survive at discharge; 31.6% (18/57)
No research question	Survive at hospital discharge; 61% (14/23)
No research question	Survive after cardiac arrest (long term: no exact description) ; 28.3% (13/46)

E. 文 献

- 1) International Liaison Committee on Resuscitation: Instructions for completion of the G2010 evidence evaluation worksheet. 2007.
- 2) Tanno K, Itoh Y, Takeyama Y, Nara S, Mori K, Asai Y: Utstein style study of cardiopulmonary bypass after cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 2008; 26 (6): 649-654.
- 3) Athanasuleas CL, Buckberg GD, Allen BS, Beyersdorf F, Kirsh MM: Sudden cardiac death: directing the scope of resuscitation towards the heart and brain. *Resuscitation* 2006; 70: 44-51.
- 4) Hase M, Tsuchihashi K, Fujii N, Nishizato K, Kokubu N, Nara S, Kurimoto Y, Hashimoto A, Uno K, Miura T et al: Early defibrillation and circulatory support can provide better long-term outcomes through favorable neurological recovery in patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin. *Circ J* 2005; 69 (11): 1302-1307.
- 5) Maggio P, Hemmila M, Haft J, Bartlett R: Extracorporeal life support for massive pulmonary embolism. *J Trauma* 2007; 62 (3): 570-576.
- 6) Rhee I GH, Choi J, et al: Percutaneous cardiopulmonary support for emergency in-hospital cardiac arrest or cardiogenic shock. *Korean Circulation J* 2006; 36: 11-16.
- 7) Schwarz B, Mair P, Margreiter J, Pomaroli A, Hoermann C, Bonatti J, Lindner KH: Experience with percutaneous venoarterial cardiopulmonary bypass for emergency circulatory support. *Crit Care Med* 2003; 31 (3): 758-764.
- 8) Silfvast T, Pettila V: Outcome from severe accidental hypothermia in Southern Finland-a 10-year review. *Resuscitation* 2003; 59 (3): 285-290.
- 9) Sprung J, Ritter MJ, Rihal CS, Warner ME, Wilson GA, Williams BA, Stevens SR, Schroeder DR, Bourke DL, Warner DO: Outcomes of cardiopulmonary resuscitation and predictors of survival in patients undergoing coronary angiography including percutaneous coronary interventions. *Anesth Analg* 2006; 102: 217-224.
- 10) Sung K, Lee YT, Park PW, Park KH, Jun TG, Yang JH, Ha YK: Improved survival after cardiac arrest using emergent autoprimer percutaneous cardiopulmonary support. *Ann Thorac Surg* 2006; 82 (2): 651-656.
- 11) Massetti M, Tasle M, Le Page O, Deredec R, Babatasi G, Buklas D, Thuaudet S, Charbonneau P, Hamon M, Grollier G et al: Back from irreversibility: Extracorporeal life support for prolonged cardiac arrest. *Ann Thorac Surg* 2005; 79: 178-183.
- 12) Ghez O, Fouilloux V, Charpentier A, Fesquet P, Lion F, Lebrun L, Commandeur M, Fraise A, Metras D, Kreitmann B: Absence of rapid deployment extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) team does not preclude resuscitation ECMO in pediatric cardiac patients with good results. *ASAIO Journal* 2007; 53 (6): 692-695.
- 13) De Mos N, Van Litsenburg RRL, McCrindle B, Bonn DJ, Parshuram CS: Pediatric in intensive-care-unit cardiac arrest: Incidence, survival, and predictive factors. *Crit Care Med* 2006; 34 (4): 1209-1215.
- 14) Huang SC, Wu ET, Chen YS, Chang CI, Chiu IS, Wang SS, Lin FY, Ko WJ: Extracorporeal membrane oxygenation rescue for cardiopulmonary resuscitation in pediatric patients. *Crit Care Med* 2008; 36 (5): 1607-1613.
- 15) Tajik M, Cardarelli MG: Extracorporeal membrane oxygenation after cardiac arrest in children: what do we know? *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; 33 (3): 409-417.
- 16) Megarbane B, Leprince P, Deye N, Resiere D, Guerrier G, Rettab S, Theodore J, Karyo S, Gandjbakhch I, Baud FJ: Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. *Intensive Care Med* 2007; 33 (5): 758-764.
- 17) Chen YS, Chao A, Yu HY, Ko WJ, Wu IH, Chen RJC, Huang SC, Lin FY, Wang SS: Analysis and results of prolonged resuscitation in cardiac arrest patients rescued by extracorporeal mem-

- brane oxygenation. *J Am Coll Cardiology* 2003; 41 (2): 197-203.
- 18) Alsoufi B, Al-Radi OO, Nazer RI, Gruenwald C, Foreman C, Williams WG, Coles JG, Caldarone CA, Bohn DG, Van Arsdel GS: Survival outcomes after rescue extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in pediatric patients with refractory cardiac arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 134 (4): 952-959.
- 19) Lequier L, Joffe AR, Robertson CM, Dinu IA, Wongswadiwat Y, Anton NR, Ross DB, Rebeyka IM: Two-year survival, mental, and motor outcomes after cardiac extracorporeal life support at less than five years of age. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 136 (4): 976-983 e973.
- 20) Chen YS, Lin JW, Yu HY, Ko WJ, Jerng JS, Chang WT, Chen WJ, Huang SC, Chi NH, Wang CH, et al: Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *Lancet* 2008; 372 (9638): 554-561.
- 21) Morris MC, Wernovsky G, Nadkarni VM: Survival outcomes after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation instituted during active chest compressions following refractory in-hospital pediatric cardiac arrest. *Pediatric critical care medicine : Journal of the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies* 2004; 5 (5):440-446.
- 22) Maclaren G, Butt W, Best D, Donath S, Taylor A: Extracorporeal membrane oxygenation for refractory septic shock in children: one institution's experience. *Pediatr Crit Care Med* 2007; 8 (5): 447-451.
- 23) Nichol G, Karmy-Jones R, Salerno C, Cantore L, Becker L: Systematic review of percutaneous cardiopulmonary bypass for cardiac arrest or cardiogenic shock states. *Resuscitation* 2006, 70 (3):381-394.
- 24) Wu MY, Lin PJ, Tsai FC, Haung YK, Liu KS: Impact of preexisting organ dysfunction on extracorporeal life support for non-postcardiotomy cardiopulmonary failure. *Resuscitation* 2008; 79 (1):54-60.

F. 研究発表

特になし

G. 知的財産の出願・登録状況

特になし

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）
分担研究報告書

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に関する
本邦報告例の集積研究

分担研究者 森村 尚登 帝京大学医学部救急医学講座 准教授

研究要旨

本分担研究の目的は、本邦の経皮的な心肺補助（percutaneous cardiopulmonary support, PCPS）施行症例のデータに基づき、院外心停止患者に対するPCPSの予後を検討することである。

症例データは、1983年1月1日から2008年8月31日の期間に医学中央雑誌掲載または非掲載の和文論文105報（1,282例）から抽出した。105報の内訳は、一例報告43報、複数例報告62報であり、一例報告の43例と、複数報告のうち個々の症例のデータを抽出できた96例を合わせた139例の予後を詳細に検討した。さらに、複数例報告の生存退院率の平均値、症例数の実数に基づく生存退院率を算出した。

個別データ抽出例139例の原因疾患は、心原性88例（63.3%）、非心原性46例（33.1%）であった。退院時のGlasgow Outcome Scale（GOS）は、good recovery（GR）が67例（48.2%）、moderate disability（MD）が4例（2.9%）、severe disability（SD）が3例（2.2%）、vegetative state（VS）が4例（2.9%）、deadが52例（37.4%）であった。心原性、非心原性で生存退院率に有意差はなく（Odds=0.73, 95%CI:0.29-1.87）、心室細動（VF）ありの場合、有意に生存退院率が高かった（Odds=4.04, 95%CI:1.32-12.41）。また、複数例報告のうち予後の記載がある54報（991例）の生存退院率の平均値は42.9 ± 1.5%、症例数の実数に基づく生存退院率は29.1 ± 1.4%、偶発性低体温症例を含む報告を除いた44報（516例）の生存退院率の平均値は、41.6 ± 1.7%、実数計算による生存退院率は、26.7 ± 1.4%であった。複数例報告を対象にしたFunnel Plot法による各報告における症例数と生存退院率のデータの点在は、生存退院率30%前後を中心とした逆漏斗型を呈したため、publication biasの影響は低いと考えられ、今回得られた生存退院率の値はPCPSの有用性を期待させるものであった。

A. 研究目的

本研究の目的は、本邦の経皮的な心肺補助（以下PCPS）施行症例のデータに基づき、院外心停止患者に対するPCPSの予後を検討することである。

B. 研究方法

1983年1月1日から2008年8月31日までに医学中央雑誌に掲載されたPCPSに関する和文論文を検索し、症例データを抽出した。さらに、医学中央雑誌に非掲載の文献についても検索し、両者の

症例データに基づき、PCPS施行症例の予後を検討した。

B.1. 医学中央雑誌検索

B.1.1. 検索条件

シソーラス検索条件として（人工心肺/TH or PCPS/AL） and [（心停止/TH or 心肺停止/AL） or（蘇生/TH or 蘇生/AL）] を用いた。

B.1.2. 検索期間

1983年1月1日から2008年8月31日まで。

B.1.3. 除外条件

表 1. 解析対象論文数 / 症例数

	2007		2008		総 計	
	論文数	症例数	論文数	症例数	論文数	症例数
検索ヒット件数	707		123			
エキスパートレビュー後 (最終論文数)	91		14		105	
論文種類						
複数例報告	59	917	3	322	62	1,239
一例報告	32	32	11	1	43	43
合 計					105	1,282
個別検討可能症例						
複数例報告(一例分解可)		96		0		96
一例報告		32		11		43
合 計						139

医学中央雑誌ならびに非掲載の論文の検索でヒットした論文から、下記に該当する論文は除外した。

- 1) 院内心停止/院内心肺停止
- 2) 術中の人為的心停止 (開心術ほか)
- 3) 蘇生後の低体温療法のための冷却手段としての PCPS 使用
- 4) 動物実験
- 5) ナラティブなレビュー

上記に加え、エキスパートレビューにより内容を吟味し、解析対象論文の絞り込みを行った。

B.2. 解 析

B.2.1. 個別データ抽出例の予後

一例報告の症例と、複数報告のうち個々の症例データを抽出できた症例を対象に、退院時の Glasgow Outcome Scale (GOS), 原疾患ならびに心室細動 (ventricular fibrillation, 以下 VF) と生存退院との関連を検討した。

B.2.2. 複数例報告の生存退院率

複数例報告における PCPS 施行症例の生存退院率の平均値、症例数の実数に基づく生存退院率を算出した。

C. 結 果

C.1. 和文論文検索

医学中央雑誌検索、ならびに非掲載の和文論文の検索により、821報 (うち70報は2007年度検索分) がヒットした。ここから除外基準に該当する論文を除き、さらにエキスパートレビューによる内容の確認、絞り込みを行い、さらに症例の重複を除外した結果、105報 (うち91報は2007年度検索分) に掲載された1,282例が、分析の対象となった (表1)。

105報の内訳は、一例報告43報、複数例報告62報であり、一例報告の43例と、複数報告のうち個々の症例のデータを抽出できた96例を合わせた139例を個別データ抽出例として、詳細な分析の対象とした (図1)。

C.2. 全 1,282 例の基本統計

105報に掲載された1,282例のうち、年齢記載のある722例の平均年齢は、51歳 (4-88歳) であり、性別は男性419例 (32.7%), 女性133例 (10.4%), 記載なしが730例 (56.9%) であった。目撃者ありは333例 (26.0%), なしは34例 (2.7%), 記載なしは915例 (71.4%), バイスタンダーによる心肺蘇生 (CPR) は、あり234例 (18.3%), なし92例 (7.2%), 記載なしは958例 (74.7%) であった。原疾患は、心原性621例 (48.4%), 非心原性309例 (24.1%), 記載なしが352例 (27.5%) であった。

報告例の集積：全1282例

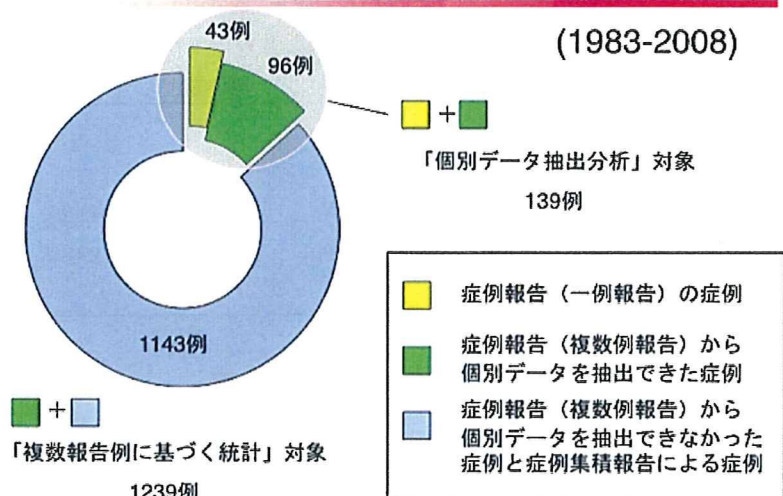


図1 複数報告例と個別データ抽出例の対象

C.3. 個別データ抽出例の分析

139例のうち、年齢記載のある132例の平均年齢は、45歳（4-88歳）、性別は、男性94例（67.6%）、女性38例（27.3%）、記載なしが7例（5.0%）であった。原疾患は、心原性88例（63.3%）、非心原性46例（33.1%）、記載なしが5例（3.6%）であった（表2）。

退院時のGOSは、good recovery（GR）が67例（48.2%）、moderate disability（MD）が4例（2.9%）、severe disability（SD）が3例（2.2%）、vegetative state（VS）が4例（2.9%）、deadが52例（37.4%）であった。偶発性低体温（hypothermia）が原疾患であった症例を除くと、GRが50例（47.6%）、MDが3例（2.9%）、SDが1例（1.0%）、VSが4例（3.8%）、deadが42例（40.0%）であった。原疾患別の転帰は表3に示した。

心原性、非心原性で生存退院率に有意差はなく（Odds=0.73, 95%CI:0.29-1.87）、VFありの場合、有意に生存退院率が高かった（Odds=4.04, 95%CI: 1.32-12.41）。

C.4. 複数例報告の生存退院率

各論文の生存退院率を検討すると、一例報告43例の生存率が高く、有効例を報告する publication bias の可能性が考えられた。そこで、複数例報告

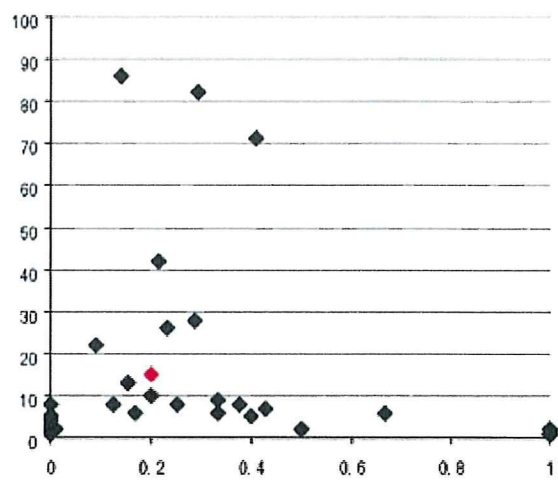


図2. Funnel Plot法による各報告の症例数と生存退院率の関係

予後記載のある複数報告例のうち、偶発性低体温を除く44報（516例）に基づく。赤のマーカーは2008年度追加分

のみを対象に、Funnel Plot法により各報告における症例数と生存退院率のデータの点在の関係をみると、偶発性低体温を含む場合、含まない場合（図2）ともに、生存退院率30%前後を中心とした逆漏斗型を呈したため、これらのデータに基づき、PCPS施行症例の生存退院率を検討した。

複数例報告のうち、予後記載のある54報（991例）の生存退院率の平均値は $42.9 \pm 1.5\%$ であり、症例数の実数に基づく生存退院率は $29.1 \pm 1.4\%$ で

表2. 個別データ抽出例の基本統計

	N	割合(%)			
		記載なし含む		記載なし除く	
		平均	標準誤差	平均	標準誤差
合計	139				
性別					
男性	94	67.6%		71.2%	
女性	38	27.3%		28.8%	
記載なし	7	5.0%			
目撃者のいる心停止					
あり	72	51.8%	4.2%	91.1%	3.2%
なし	7	5.0%		8.9%	
記載なし	60	43.2%			
バイスタンダーによる心肺蘇生					
あり	44	31.7%	3.9%	68.8%	5.2%
なし	20	14.4%		31.3%	
記載なし	75	54.0%			
原疾患					
心原性	88	63.3%	4.1%	71.0%	5.1%
急性冠症候群	42	30.2%		33.9%	
致死性不整脈	22	15.8%		17.7%	
心筋炎	7	5.0%		5.6%	
心筋症	8	5.8%		6.5%	
記載なし	9	6.5%		7.3%	
非心原性	46	33.1%		37.1%	
喘息	2	1.4%		1.6%	
偶発性低体温	19	13.7%		15.3%	
急性中毒	10	7.2%		8.1%	
急性肺塞栓症	4	2.9%		3.2%	
くも膜下出血	1	0.7%		0.8%	
外傷	3	2.2%		2.4%	
腎不全	2	1.4%		1.6%	
大動脈解離	1	0.7%		0.8%	
溺水	2	1.4%		1.6%	
縊首	1	0.7%		0.8%	
記載なし	1	0.7%		0.8%	
原疾患記載なし	5	3.6%			

あった。また、偶発性低体温が原疾患であった症例を除いた44報（516例）の生存退院率の平均値は、 $41.6 \pm 1.7\%$ 、症例数の実数に基づく生存退院率は、 $26.7 \pm 1.4\%$ であった（表4）。

D. 結論

個別データ抽出例の転帰において、いずれの原因疾患においてもGRとDeadに二分される傾向にあり、中間のMD, SD, VSの症例の割合が少なかった。

表 3. 個別データ抽出例の原疾患別転帰

GOS	N	割合(%)		GOS	N	割合(%)	
		記載無含む	記載無除く			記載無含む	記載無除く
心原性				非心原性			
GR	40	45.5%	48.2%	GR	27	58.7%	61.4%
MD	4	4.5%	4.8%	MD	0	0.0%	0.0%
SD	2	2.3%	2.4%	SD	1	2.2%	2.3%
VS	3	3.4%	3.6%	VS	1	2.2%	2.3%
D	34	38.6%	41.0%	D	15	32.6%	34.1%
記載なし	5	5.7%		記載なし	2	4.3%	
合計	88	100.0%		合計	46		100.0%
急性冠症候群							
GR	17	40.5%	43.6%				
MD	0	0.0%	0.0%				
SD	1	2.4%	2.6%				
VS	2	4.8%	5.1%				
D	19	45.2%	48.7%				
記載なし	3	7.1%					
合計	42	100.0%					
偶発性低体温				偶発性低体温除く			
GR	12	63.2%	66.7%	GR	50	47.6%	50.0%
MD	0	0.0%	0.0%	MD	3	2.9%	3.0%
SD	1	5.3%	5.6%	SD	1	1.0%	1.0%
VS	0	0.0%	0.0%	VS	4	3.8%	4.0%
D	5	26.3%	27.8%	D	42	40.0%	42.0%
記載なし	1	5.3%		記載なし	5	4.8%	
合計	19	100.0%		合計	105	100.0%	
不整脈							
GR	13	59.1%	59.1%				
MD	1	4.5%	4.5%				
SD	0	0.0%	0.0%				
VS	0	0.0%	0.0%				
D	8	36.4%	36.4%				
記載なし	0	0.0%					
合計	22	100.0%					

GOS: Glasgow Outcome Scale, GR: good recovery, MD: moderate disability, SD: severe disability, VS: vegetative state, D: dead

た。この理由として、1) PCPSによる質の高い脳蘇生の効果、2) 心蘇生が得られれば脳蘇生も得られやすい症例を対象としている可能性、が考えられる。今後、2) に該当するような症例を対象にした比較試験にて、PCPS群の予後が優れていることが示されれば、1) を証明し得る。

複数例報告を対象とした、Funnel Plot法による各報告における症例数と生存退院率のデータの点では、生存退院率30%前後を中心とした逆漏斗型を呈したため、publication biasの影響は低いと判断された。これに基づき、今回得られたPCPS施行症例の生存退院率の値は、PCPSの有用性を期待さ

表 4. 複数報告例の生存退院率

	論文数	症例数	生存	平均	下限	上限
全例	54	991	288			
生存退院率の平均値				42.9%	40.0%	45.9%
実数計算による生存退院率				29.1%	26.2%	31.9%
偶発性低体温除く	44	516	138			
生存退院率の平均値				41.6%	38.2%	45.0%
実数計算による生存退院率				26.7%	22.9%	30.6%

せるものであった。しかし同一集団と仮定した対象症例が厳密には異なっている可能性も否定できず、publication bias の影響については、本研究班の前向き比較対照観察研究の結果をもって最終的に評価する必要がある。

E. 文 献

分析の対象とした105報のうち、医学中央雑誌収載の102報^{1)~102)}をリストアップする。

- 1) 石田進: ECLA症例28例の検討. ICUとCCU 1993, 17 (臨増春):217.
- 2) 村木真弓: 溺水DOAに対するPCPSの経験. 日本救急医学会雑誌 1993, 4 (5):478.
- 3) 川人宏次, 井手博文, 井野隆史: 心肺停止例に対する蘇生手段としての緊急経皮的心肺補助システム(PCPS)の使用経験. 日本心臓血管外科学会雑誌 1994, 23 (1):15-20.
- 4) 新沼廣幸: 致死的不整脈に対する経皮的簡易型人工心肺(PCPS)の適用 心停止を来したトリカブト中毒の1救命例. ICUとCCU 1995, 19 (10):931.
- 5) 中村智裕: DOAに対しPCPSを施行した1例. ICUとCCU 1995, 19 (10):933-934.
- 6) 後藤泰利, 田原寛之, 大上泰生: キャピオックスTM Emergency Bypass Systemの使用により救命しえた心肺停止状態の急性心筋梗塞の1例. 松江赤十字病院医学雑誌 1996, 8 (1):69-73.
- 7) 堺正仁, 樗木等, 土井一義: 経皮的心肺補助装置の臨床応用 現状と問題点. 日本救急医学会雑誌 1996, 7 (7):345-351.
- 8) 稲田真治: 来院時心肺停止症例に対する経皮的な心肺補助導入の是非. 日本救急医学会雑誌 1997, 8

(10):534.

- 9) 宮典生, 長尾建, 櫛英彦: PCPSを施行した院外心肺停止例のHCMの2例. 日本救急医学会関東地方会雑誌 1997, 18 (2):538-539.
- 10) 五十嵐秀俊: PCPSにて救命し得た2症例. 日大医学雑誌 1997, 56 (10):559.
- 11) 梅垣修: 蘇生法としての経皮的な心肺補助装置(PCPS)の当院における現状と問題点. 日本集中治療医学会雑誌 1997, 4 (Suppl.):S158.
- 12) 洪井敬志, 大谷恵隆, 森田敏宏, 清田和也, 澤野誠, 濱邊祐一, 園崎秀吉: 当救命センターにおける非外傷性院外心肺停止症例に対する経皮的な心肺補助(PCPS)の効果の検討. 日本救急医学会雑誌 1998, 9 (9):413.
- 13) 小宮明子, 洪井敬志, 澤野誠, 濱邊祐一, 園崎秀吉: PCPSにて救命しえた院外肺梗塞CPAの1例. 日本救急医学会関東地方会雑誌 1998, 19(2):522-523.
- 14) 小山忠明, 望月高明, 三井法真, 丸井晃: 来院時心肺停止であった左主幹部の急性心筋梗塞に対し経皮的な人工心肺(PCPS)にて蘇生後緊急冠動脈バイパス術にて救命し得た1手術症例. The Japanese Journal of THORACIC AND CARDIOVASCULAR SURGERY 1998, 46(11):1141-1146.
- 15) 前田利昭, 北飛鳥, 小出明知, 吉川修身, 杉本智, 山下昭雄: PCPS(経皮的な心肺補助)により救命し得た偶発性低体温症及び溺水による心肺停止の2症例. 日本救急医学会雑誌 1998, 9(9):414.
- 16) 大石泰男, 福本仁志, 大野正博, 西本泰久, 金原稔幸, 森田大, 富士原彰: 心肺蘇生にPCPSを使用した26症例の検討. 日本救急医学会雑誌 1998, 9 (9):414.
- 17) 大島正史: 社会復帰したCPAOAの2例. 日本救

- 急医学会関東地方会雑誌 1998, 19(1):152-153.
- 18) 古谷実, 渋井敬志, 清田和也, 澤野誠, 濱邊祐一: 溺水による偶発性低体温症のCPAをPCPSによる急速復温で救命した2例. 日本救急医学会関東地方会雑誌 1999, 20(2):438-439.
- 19) 松岡哲郎, 火伏俊之, 加藤昭延, 武田吉弘, 川本俊治, 吉野孝司, 石川勝憲: 心停止にて来院したPCPSにより救命した1例. Japanese Circulation Journal 1999, 62(Suppl.III):981.
- 20) 前場覚, 木原信一郎, 華山直二, 平澤友司郎, 鳥倉唯行, 治田精一, 岩淵成志: 左冠動脈主幹部閉塞による到着時心肺停止例に対し, PCPS下ステント挿入, 緊急CABGにて救命した1例. The Japanese Journal of THORACIC AND CARDIOVASCULAR SURGERY 1999, 47(増刊):180.
- 21) 島筒和史, 野村文一, 榎雅之, 徳永俊照, 井原勝彦, 火伏俊之, 川本俊治, 吉野孝司, 石川勝憲: DOA, 心マッサージ下にIABP, PCPSを挿入し救命し得た低左心機能AMI症例に対する, 待期的OFF PUMP CABGの経験. Japanese Circulation Journal 1999, 63(Suppl.II):786.
- 22) 平原健司, 上野智代, 副島修, 杉原充, 藤田尚宏: 当院での心肺停止に対するPCPS使用例の検討. 蘇生 1999, 18(3):240.
- 23) 井上文隆, 尾中敦彦, 中井健仁, 榮博史, 中村達也, 塩野茂, 山本一郎, 田伏久之: 心疾患由来のCPA症例に対するPCPSの使用経験. 日本臨床救急医学会雑誌 2000, 3(1):124.
- 24) 水口一衛: 救命救急医療の現状 心肺停止・全身管理を中心に. 岐阜県医師会医学雑誌 2000, 13(1):13-20.
- 25) 中村欣久, 杉本忠彦, 高野雅充, 松山小太郎, 岩原信一郎, 小林明芳, 佐々木建志, 原田厚: 心肺停止で来院した若年者急性心筋梗塞に対して, PCPSによる補助循環で救命できた2症例. 日本集中治療医学会雑誌 2000, 7(Suppl.):202.
- 26) 櫻井淳, 雅楽川聡, 吉田省造, 守谷俊, 木下浩作, 渋谷肇, 白井邦博, 篠原克浩, 郡太郎, 丹正勝久: 非目撃院外心肺停止患者における救命例の検討. 日本臨床救急医学会雑誌 2000, 3(1):122.
- 27) 岩下智之, 渡辺倫子, 森浩一, 石部祐一, 永井小夜, 斎藤憲輝: 偶発性低体温症を伴ったCPAに対し, PCPSを施行した1症例. 麻酔と蘇生 2001, 37(2):45.
- 28) 小林修一, 上田一也, 堀井学, 河野安宣, 岩間一, 山本和央, 今西正巳, 籠島忠: PCPS使用で救命できた若年者CPA患者の2例. 日本集中治療医学会雑誌 2001, 8(Suppl.):227.
- 29) 西原裕幸, 児玉泰, 酒井龍之: 当院で施行したPCPS 71例の検討. 体外循環技術 2001, 28(1):43-45.
- 30) 村上学, 増田大作, 藤田幸一, 西山浩彦, 火伏俊之, 大橋浩二, 松本健吾, 川本俊治, 吉野孝司, 石川勝憲: 60分以上の心臓マッサージが無効でPCPS, IABPにより救命し得た2症例. 広島医学 2001, 54(7):587-590.
- 31) 武田健, 長尾建, 石井充, 井上令, 杉田篤紀, 都筑あすか, 向山剛生, 富永善照, 矢崎誠治, 林成之: 緊急人工心肺を施行した急性大動脈解離の2例. 日大医学雑誌 2001, 60(8):393.
- 32) 福田正浩, 宮本明, 悦田浩邦, 袴田尚弘, 杉藪康憲, 山内靖隆: PCPS装着にて救命しえた冠動脈3枝スパズムによる心肺停止症例. Japanese Circulation Journal 2001, 65(Suppl.III):731.
- 33) 福本仁志, 西本泰久, 西原功, 大石泰男, 秋元寛, 森田大, 富士原彰: 心肺停止症例に対するPCPSの治療成績. 蘇生 2001, 20(2):161-166.
- 34) 市原利彦, 江田匡仁, 矢野隆, 川瀬正樹, 森さつき, 上田裕一: 集中治療における経皮的人工心肺補助装置の有用性. 日本集中治療医学会雑誌 2002, 9(2):103-106.
- 35) 松本武士, 豊田麻理子, 吉岡明子, 末藤久和, 高橋毅, 池井聰: 体外パーシング, IABP, PCPSを駆使して救命し社会復帰し得たCPAの1例. 日本臨床救急医学会雑誌 2002, 5(2):223.
- 36) 町田正晴, 上島寧子, 三山博史, 斉藤泰史, 中川泉: 通常のCPRに反応しない院外心肺停止症例に対してPCPSを用いた5症例の検討. Circulation Journal 2002, 66(Suppl.III):1003.
- 37) 長嶺貴一: PCPSによる蘇生法. 蘇生 2002, 21(2):14-17.
- 38) 米沢孝典, 笠井俊夫, 高橋清, 佐々木康之: ガス中毒によるARDSによる心肺停止症例をPCPSにより救命できた1例. Circulation Journal 2002, 66(Suppl.III):1038.
- 39) 明石浩嗣, 小林誠人, 一柳裕司, 西倉哲司, 大

- 津谷耕一, 女川格, 林靖之, 寺田浩明, 向仲真蔵, 甲斐達朗 et al: 心肺停止後にPCPS(経皮的心肺補助法)を使用した症例の検討. 日本救急医学会雑誌 2002, 13(9):527.
- 40) 一瀬景輔, 吉武淳, 田代雅文, 岡本泰介, 寺崎秀則, 宮原道生, 川上正人, 木下順弘: 軽度低体温併用 ECLHA を施行した院外心停止症例. 麻酔 2003, 52(6):687.
- 41) 岡崇史, 平山篤志, 奥山裕司, 柏瀬一路, 上田恭敬, 内藤文詞, 鷹野譲, 小松誠, 清水政彦, 大谷朋仁, et al: 左主幹部心筋梗塞による心室細動にて心肺停止を呈し PCPS を離脱し得た 1 症例. Circulation Journal 2003, 67(Suppl.III):982.
- 42) 河内裕輔, 中嶋俊介, 林田恭子, 高橋玲比古, 夜久均: 到着時心肺停止の急性心筋梗塞に対する PCPS 下脳低温療法施行症例. 日本冠疾患学会雑誌 2003, 9(4):251.
- 43) 岩田尚, 関野誠史郎, 白橋孝洋, 梅田幸生, 福本行臣, 高木寿人, 広瀬一, 森義雄, 坂井昇, 伊藤慎一 et al: 心肺停止状態後に PCPS 補助にて蘇生後, 臨床的脳死となり心臓死臓器提供された一例. 日本救急医学会東海地方会誌 2003, 7(1):64.
- 44) 吉田省造, 伊藤暢厚, 櫻井淳, 雅楽川聡, 松本松圭, 山口順子, 海老原貴之, 目良浩一, 白井邦博, 林成之: 急性薬物中毒心肺停止例に対する経皮的心肺補助装置施行の検討. 日本臨床救急医学会雑誌 2003, 6(2):248.
- 45) 宮本哲也, 中村雅彦, 宮崎大, 高橋晃, 岡田直己, 中尾博之, 前田裕仁, 松山重成, 大森裕, 川嶋隆久, et al: PCPS を導入した心原性 CPA 症例の検討. 日本救急医学会雑誌 2003, 14(10):689.
- 46) 荒川悠佑, 井内貴彦, 安田理, 鳥海進一, 上山裕二, 三村誠二, 藤野良三: 若年者の心肺停止症例に対して PCPS を使用した 2 経験例. 四国医学雑誌 2003, 59(4~5):271.
- 47) 高橋俊明, 井根省二, 竹内雅治, 伏見悦子, 関口展代, 木村啓二, 林雅人, 斉藤昌宏, 高橋さつき: 劇症型心筋炎 4 例の臨床的特徴と治療的転帰について. 日本農村医学会雑誌 2003, 52(4):749-754.
- 48) 佐々木勝, 安田和弘, 遠山莊一郎: 抗不整脈剤服用にて心肺停止に陥り, PCPS により救命できた 1 例. 日本救急医学会雑誌 2003, 14(10):672.
- 49) 山内昌喜, 横矢隆宏, 田場正直, 嘉数朗, 諸見川純, 沖山光則, 當山真人: 当院での PCPS 施行 36 例の検討. 沖縄県医師会報 2003(414):518-522.
- 50) 出口善純, 曾我幸弘, 須賀弘泰, 阿部勝, 稲垣伸洋, 秋月登, 古賀正義, 中川隆雄, 鈴木忠: ERT, 直接心加温及び PCPS により救命し得た偶発性低体温による CPA の 3 例. Shock: 日本 Shock 学会雑誌 2003, 18(1):29.
- 51) 小野哲治, 須賀弘泰, 寺田尚弘, 出口善純, 秋月登, 曾我幸弘, 中川隆雄: 心肺停止(CPA)搬送症例に対する PCPS の適応基準の検討. 蘇生 2003, 22(3):211.
- 52) 森本直樹, 石井智子, 白石健輔, 竹中央, 實金健, 梶原秀年: 当院救命救急センターに搬送された病院外心停止患者の検討. 津山中央病院医学雑誌 2003, 17(1):17-23.
- 53) 水谷太郎, 市原利彦, 味岡正純: PCPS 導入症例における By-stander の効果とその検証 院外・院内を含めての. 日本救急医学会雑誌 2003, 14(10):592.
- 54) 前川邦彦, 白井章浩, 山崎圭, 早川峰司, 牧瀬博, 松原泉: PCPS 脱血管挿入後の心マッサージに起因したと考えられる肝損傷の 2 症例. 日本外傷学会雑誌 2003, 17(2):196.
- 55) 大城克彦, 砂川長彦, 新里讓, 宮良高史: 救急室で経皮的人工心肺補助装置を使用し, 救命し得た来院時心肺停止の一例. Circulation Journal 2003, 67(Suppl.II):876.
- 56) 林田恭子, 高橋玲比古, 中嶋俊介, 夜久均, 北村信夫: CPAOA もしくは循環虚脱により経皮的心肺補助法を必要とした急性心筋梗塞 17 例の成績. 日本冠疾患学会雑誌 2003, 9(4):250.
- 57) 菊島公夫, 長尾建, 渡辺和宏, 飯田圭, 向山剛生, 富永善照, 多田勝重, 石井充, 千葉宣孝, 林成之, et al: CPA に対する PCPS の効果. 日本救急医学会雑誌 2004, 15(9):347.
- 58) 古賀正義, 曾我幸弘, 須賀弘泰, 阿部勝, 折田智彦, 秋月登, 高橋春樹, 中川隆雄: ERT・PCPS を施行し社会復帰し得た CPAOA の 1 例. ICU と CCU 2004, 28(3):214.
- 59) 今井寛: 心肺停止症例に対する PCPS を含めた先進的治療の現状と適応 心肺機能停止に対する経皮的心肺補助の検討. 日本臨床救急医学会雑誌 2004, 7(2):136.

- 60) 折田智彦, 曾我幸弘, 須賀弘泰, 高橋春樹, 阿部勝, 秋月登, 古賀正義, 澁谷美穂子, 中川隆雄: 当救命センターにおけるPCPS/ECLAの使用状況と成績 蘇生法としての使用も含めて. ICUとCCU 2004, 28(3):212.
- 61) 田原良雄, 小菅宇之, 豊田洋, 外山英志, 沼崎伸, 岩下眞之, 荒田慎寿, 森脇義弘, 鈴木範行, 杉山貢, et al: 院外心肺停止症例に対する緊急PCPSの検証. 日本救急医学会雑誌 2004, 15(9):348.
- 62) 末成和義, 塩出宣雄, 城田欣也, 山田忠克, 石井裕繁, 後藤賢治, 西楽顕典, 三上慎祐, 面谷博紀: 他院にて心肺停止状態となり, たゆまない心肺蘇生下に搬送され補助循環(PCPS,IABP)使用下での経皮的冠動脈インターベンションにて救命し得た急性心筋梗塞の1例. 島根医学 2004, 24(2):150-154.
- 63) 吉田充里, 生天目安英, 高橋英治, 荒田宙, 吉田雅伸, 小林裕, 内山隆史, 高澤謙二, 池田寿昭, 山科章: 突然死した若年QT延長症候群の1症例. 心臓 2005, 37(Suppl.3):86-91.
- 64) 原木俊明, 世良昭彦, 藤井聖士, 右田貴子, 川井和美, 渡邊郁世, 石橋優和, 新畑知子, 立野里織, 木下博之: PCPSにより蘇生した偶発低体温症の2例. 日本集中治療医学会雑誌 2005, 12(Suppl.):223.
- 65) 佐藤紀夫, 及川浩平, 赤津友也, 照井克俊, 菊地研, 青木英彦, 井上義博, 遠藤重厚: トリカブト中毒20例の検討. 岩手医学雑誌 2005, 56(6):448.
- 66) 小出亨, 丹野克俊, 米田齊史, 宮田圭, 小出明知, 浅井康文: 当施設における蘇生法としての経皮的な心肺補助使用状況. 日本救命医療学会雑誌 2005, 19:137-141.
- 67) 清水健太郎, 小倉裕司, 田中裕, 嶋津岳士, 杉本壽: 院内外CPAに対するPCPSについて アルゴリズムを導入して. 日本救急医学会雑誌 2005, 16(8):470.
- 68) 田原良雄, 鈴木範行, 杉山貢, 藤川正, 櫻井淳, 兼坂茂, 石川秀樹, 向山剛生, 原田尚重, 長尾建, et al: 院外心肺停止症例に対するPCPSの効果. 日本救急医学会雑誌 2005, 16(8):470.
- 69) 島崎淳也, 澁谷正徳, 吉岡伴樹, 森本文雄, 鈴木秀道, 鈴木義彦: 2時間にわたるCPRとPCPS導入で神経学的異常を残さず回復した院外CPAの1例. 日本救急医学会雑誌 2005, 16(8):518.
- 70) 澤野宏隆, 向仲真蔵, 長谷川泰三, 松原千登勢, 明石浩嗣, 一柳裕司, 鮫島志郎, 大津谷耕一, 林靖之, 寺田浩明 et al: PCPS導入後に緊急PCIを施行した急性冠症候群による院外CPA症例の検討. 日本救急医学会雑誌 2005, 16(8):470.
- 71) 一ノ瀬英史, 西村洋一, 江上公康, 岩元二郎: 突然の難治性心室粗動で発症しPC-PSを導入しても救命し得なかった11歳女児の一例. 日本小児救急医学会雑誌 2006, 5(1):107.
- 72) 窪田生美, 奈良理, 杉山由紀, 升田好樹, 今泉均, 浅井康文: 小児心肺停止症例に対する蘇生法としてのPCPS. 蘇生 2006, 25(3):208.
- 73) 市場晋吾, 檀上渉, 寺戸通久, 氏家良人: Extracorporeal Cardio-Pulmonary Resuscitation(ECPR)を導入した冠動脈攣縮による院外心肺停止の1例. 日本集中治療医学会雑誌 2006, 13(Suppl.):217.
- 74) 柴田恵三, 伊藤正憲: 当院の緊急経皮的な心肺補助法の治療成績. 日本救急医学会中部地方会誌 2006, 2:14-16.
- 75) 松田直之, 久保田信彦, 大城あき子, 星野弘勝, 早川峰司, 加藤裕貴, 澤村淳, 石川岳彦, 丸藤哲: PCPSを導入したCPAOA症例の検討 2005年救急搬入症例を振り返って. 北海道外科雑誌 2006, 51(1):84.
- 76) 早川航一, 清水健太郎, 田崎修, 小倉裕司, 田中裕, 島津岳士, 杉本壽: 院外心肺停止症例に対するPCPS導入 アルゴリズム作成の有用性. 日本救急医学会雑誌 2006, 17(8):547.
- 77) 中野雅嗣, 新居秀郎, 天野英夫, 戸田幹人, 我妻賢司, 山崎純一: 心室性不整脈に対し自動除細動器が無効であるも心肺蘇生の継続, および緊急PCIにより救命し得た急性冠症候群の1例. ICUとCCU 2006, 30(10):782-785.
- 78) 奈良理, 浅井康文: 心肺脳蘇生法としてのPCPS 当施設18年の歩み. 日本救急医学会雑誌 2006, 17(11):783-792.
- 79) 那須博司, 吉田泰之, 菅敏光, 遠藤昭博: 心停止の目撃, By Standar CPRのない心室細動例にPCPSを挿入して救命しえた1例. Circulation Journal 2006, 70(Suppl.II):1075.
- 80) 八木司, 長尾建, 向井剛生, 多田勝重, 千葉宣孝, 丹正勝久: 標準的CPRに反応しない院外心静止患者に対するResuscitative Hypothermia First. 日本救急医学会関東地方会雑誌 2006, 27:90-91.

- 81) 榊井良裕, 森澤健一郎, 高橋浩雄, 松井健太郎, 藤縄宜也, 大内崇裕, 野田誠一, 平泰彦, 箕輪良行, 明石勝也: 心肺停止(CPA)症例に対する経皮的な心肺補助装置(PCPS)の適応および有効性に関する検討. 日本救命医療学会雑誌 2006, 20:61.
- 82) 明石浩嗣, 長谷川泰三, 松原千登勢, 澤野宏隆, 一柳裕司, 大津谷耕一, 鮫島志郎, 林靖之, 寺田浩明, 向仲真蔵 et al: 病院外心肺停止症例に対するPCPSの適応と早期導入に向けて. 日本救急医学会雑誌 2006, 17(8):546.
- 83) 矢作浩一, 岩淵薫, 高橋克明, 福田浩二, 深堀耕平, 高橋潤, 下川宏明, 白土邦男, 齋木佳克, 赤坂純逸 et al: 長時間 CPR 後, 開胸下 PCPS 装着にて救命できた劇症型心筋炎の 1 症例. Circulation Journal 2006, 70(Suppl.III):1134.
- 84) 由良健太郎, 安田理, 井内貴彦, 三村誠二, 笠松哲司, 本藤秀樹: 難治性不整脈による院外心肺停止患者に対してPCPSを使用し脳障害なく救命した 1 例. 四国医学雑誌 2006, 62(1~2):82.
- 85) 藁谷暢, 遠藤広史, 小林道生, 湯澤寛尚, 新井谷睦美, 古川宗, 東和明, 小山敦: 偶発性低体温症による心停止に対しPCPSを施行し, 神経学的後遺症を残さず蘇生した 4 症例. 日本救急医学会雑誌 2006, 17(8):529.
- 86) 濱本正樹, 佐藤克敏, 伴公二, 今井克彦, 酒井浩, 岡田健志, 渡橋和政, 末田泰二郎: 体外循環による active warming を行い救命し得た重症低体温症の 1 例. 日本集中治療医学会雑誌 2006, 13(3): 249-250.
- 87) KurimotoYoshihiko, KanoHitoshi, YamaNaoya, NaraSatoshi, HaseMamoru, AsaiYasufumi: 救急室で経皮的な心肺補助により治療を行った, 穿通性心損傷による院外心肺停止 1 症例報告(Out-of-Hospital Cardiopulmonary Arrest Due to Penetrating Cardiac Injury Treated by Percutaneous Cardiopulmonary Support in the Emergency Room: Report of a Case). Surgery Today 2007, 37(3):240-242.
- 88) 折原理頭, 近藤誠, 深澤浩, 大井田史継, 内山隆史, 近藤武, 高瀬真一, 松濱稔, 角野聡: 早期PCPSにて救命しえた院外心肺停止劇症型心筋炎の一例. Circulation Journal 2007, 71(Suppl.II):865.
- 89) 吾妻俊弘, 星邦彦, 斎藤浩二, 黒澤伸, 加藤正人: ベクロニウムおよびミダゾラムの作用遷延と蘇生後意識障害の鑑別に苦慮した 1 症例. 日本臨床麻酔学会誌 2007, 27(5):508-512.
- 90) 浅井健次, 高島浩明, 脇田嘉登, 黒田泰生, 高阪崇, 久原康史, 水野智文, 栗田章由, 前田一之, 若林宏和 et al: 緩徐な経過で劇症化し, 経皮的な心肺補助装置を用い 59 時間の心停止から救命し得た劇症型心筋炎の 1 例. Journal of Cardiology 2007, 50(Suppl.I):408.
- 91) 大谷勝記, 朴仁三, 佐藤裕幸, 佐藤潤一郎, 末永智浩, 藁谷理, 嘉川忠博, 西山光則, 島井芳穂, 村上保夫 et al: ヒトパルボウイルスB19感染により劇症型心筋炎を発症した 8 歳女児例. 日本小児科学会雑誌 2007, 111(10):1308-1312.
- 92) 八木司, 長尾建, 菊島公夫, 渡辺和宏, 立花栄三, 富永善照, 千葉宣孝, 笠井あすか, 西川慶, 館田豊: PCPS を用いた心停止からの低体温療法 intraarrest cooling の限界. 日本冠疾患学会雑誌 2007, 13(4):394.
- 93) 北菌雅敏, 雨森俊介, 渥美生弘, 荒木尚, 佐藤秀貴, 横田裕行, 山本保博: Pcpsが蘇生に有効であった偶発性低体温による Cpaoa の 1 例. 脳死・脳蘇生 2007, 20(1):31.
- 94) 益原大志, 吉原克則, 本多満, 伊藤博, 坪田貴也, 浜田聡, 藤井毅郎, 塩野則次, 渡邊善則, 小山信彌: Pcpsカニューレ挿入時, トラブルに見舞われるも完全社会復帰ができた高度肥満を呈する Cpaoa の一例. 日本集中治療医学会雑誌 2008, 15 (Suppl.):196.
- 95) 鹿野恒: 【人工臓器と救急・集中治療】 心肺停止症例と人工心肺(Pcps). 人工臓器 2008, 37(1):38-43.
- 96) 神原貴博, 酒井和好, 味岡正純, 浅野博, 中島義仁, 長内宏之, 横井健一郎, 植村祐介, 加藤勝洋: 早期 cpr の開始と蘇生法として Pcps を使用することで良好な神経学的予後を得た一例.Circulation Journal 2008, 72(Suppl.II):928.
- 97) 前澤秀之, 佐々木純, 難波義知, 佐藤督忠, 林宗貴, 成原健太郎: 救命救急領域におけるPcps 経皮的な心肺補助療法(Pcps), 集中治療において救命しえた院外心肺停止の 1 症例. ICU と CCU 2008, 32 (6):510.
- 98) 長尾建, 岡本一彦, 三木隆弘, 二藤部英治: 各領

域におけるPcps/Ecmoの現状と今後の展望 急性冠症候群に対するPcps. 医工学治療 2008, 20 (Suppl.):75.

99) 田原良雄, 荒田慎寿, 山田朋樹, 南一敏, 岩本洋子, 松崎昇一, 佐々木勝教, 豊田洋, 石川淳哉, 柏崎裕一 et al: 救命救急領域におけるPcps 急性薬物中毒に対するPcps 使用例の検討. ICUとCCU 2008, 32(6):510.

100) 田原良雄, 鈴木範行, 岩下真之, 荒田慎寿, 森脇義弘, 小菅宇之, 南一敏, 羽柴克孝, 奥田純, 木村一雄: 院外心停止症例に対するPcps早期導入効果. 日本臨床救急医学会雑誌 2008, 11(2):245.

101) 八木司, 長尾建, 菊島公夫, 渡辺和宏, 立花栄三, 富永善照, 多田勝重, 千葉宣孝, 石井充, 笠井あすか et al: 救命救急領域におけるPCPS 院外心停止患者に対するPCPSを用いたintra-arrest cooling. ICUとCCU 2008, 32(6):509.

102) 木村一隆, 佐野常男, 青木光広: 心室細動による心肺停止後50分間でPcpsを導入, 社会復帰しえた一例. 日本臨床救急医学会雑誌 2008, 11(2):211.

F. 研究発表

1) Morimura N, Sakamoto T, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Tahara Y, Atsumi T, Nara S, Hase M: Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review of the literature in Japan. Resuscitation (submitted in 2010).

2) 森村尚登: Extracorporeal CPR (ECPR) の有効性と課題. ICUとCCU 2009; 33(9): 667-673.

G. 知的財産の出願・登録状況

特になし

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）
分担研究報告書

臨床工学技士業務に関連した調査

分担研究者 田原 良雄 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 助教
研究協力者 奈良 理 札幌医科大学附属病院高度救命救急センター 助教

研究要旨

通常の救命処置に反応しない院外心肺停止症例に対して病院収容後に経皮的心肺補助(percutaneous cardiopulmonary support, PCPS)を使用した心肺蘇生は有用と考えられる。このPCPSを使用する際には、安全性と運用管理の面から臨床工学技士の関与が不可欠である。しかし、救命救急領域でPCPSの導入を行っている施設は少なく、また、救命救急領域でのPCPS使用に関する成書もない。そのため、各施設独自の方法でPCPSの管理が行われている。本研究では、臨床工学技士部会を設置し、協力施設にアンケート調査を行い、救命救急領域でのPCPSに関する統一したマニュアルの作成を試みた。その内容は、PCPSの基本を中心に、「PCPS デバイスマニュアル」、「PCPS 操作マニュアル」、「PCPS 安全管理マニュアル」、「PCPS 合併症」、「IABP」、「デバイスに関する選択基準」、「周辺機器」「PCPSの未来に求めるもの」である。そして、このマニュアル周知のために、学会発表などを行った。

A. 研究目的

院外心停止症例に対して病院収容後にすみやかに経皮的心肺補助(percutaneous cardiopulmonary support, PCPS)を導入するためには、医師、看護師のみならず臨床工学技士の協力が不可欠である。しかしながら、心肺蘇生手段としてPCPSを導入している施設は限られており、各施設で独自に管理運営されている。本研究では臨床工学技士部会を設置しPCPS マニュアルを作成することを目的とした。

B. 研究方法

本研究の協力施設の臨床工学技士に研究協力者として参加していただき臨床工学技士部会を設置した。初年度は、この部会で協力施設(18施設)にアンケート調査を実施した。その内容は、自施設で使用しているPCPS装置、デバイス(回路、人工肺、遠心ポンプ、カニューレ)、設定条件等の実態

調査であった。アンケート調査結果を参考に、臨床工学技士部会ではメンバーを班分けし、この3年間でPCPSの基本を中心に、「デバイスマニュアル」、「操作マニュアル」、「安全管理マニュアル」を作成し、さらに「安全管理マニュアル」の追加項目である「合併症」、「IABP」、「デバイスに関する選択基準」、「周辺機器」「PCPSの未来に求めるもの」を追加し、最後に各マニュアル、各項目での書式統一、図表などの検討などを行った。

C. 結果

「デバイスマニュアル」では、PCPS装置の説明(回路構成、材料、その他)、カニューレとその流量特性(各メーカーのカニューレ調査)、各メーカーのデバイス調査について、「操作マニュアル」では、システム、選択基準、プライミング、開始基準、維持、異常の発見、抗凝固薬とその測定部位、離脱基準について、「安全管理マニュアル」では、準備、装着時、開始時、維持期、離脱期のそ

れぞれについて安全管理上の重要な点について、「合併症」では出血，下肢虚血，人工肺に起因する合併症，遠心ポンプに起因する合併症などについて、「IABP」では原理から血行動態に対する補助効果の限界，弊害や装置，バルーンカテーテルの一覧表など，「デバイスに関する選択基準」では各デバイスの選択基準や導入方法の一覧表，「周辺機器」ではPCPS管理に伴う周辺機器の安全管理と注意事項など，「PCPSの未来に求めるもの」では長期耐久型の人工肺や遠心ポンプ，各種安全装置に対する要望などを記載した。また，全ての原稿を再校正し，書式の統一も行った。

D. 考 察

欧米諸国と比較し，本邦では蘇生手段としてのPCPSの運用が近年，特に普及しつつあるが，導入基準や管理基準など各施設独自に実施されているのが現状であり，統一基準の作成が急務であった。

PCPSの導入基準や安全管理基準の統一を目的に，全国18施設から臨床工学技士が集まり，「PCPSマニュアル」を作成した。今後，このマニュアルの普及を目指すため，手順書やガイドラインの発行やシンポジウムの開催を行うべきである。また，公開後にも改定を行い，日本発のPCPSの世界標準手技を目指す。

E. 結 語

PCPSを安全かつ有効に運用管理するためには，臨床工学技士の関与が不可欠である。PCPSの導入基準や安全管理基準の統一を目的に，「デバイスマニュアル」，「操作マニュアル」，「安全管理マニュアル」のテクニカルマニュアルが完成した。さらに，注意すべき「合併症」について，PCPS使用時

に併用する機会の多い「IABP」，「デバイスに関する選択基準」，さらに「周辺機器」についての記載が加わり，「次世代PCPSに求めるもの」まで言及することができた。

今後，本研究により作成された日本発の「PCPSマニュアル」が世界標準になることを期待する。

F. 健康危機情報

特になし

G. 学会発表

- 1) Matayoshi T, Tamashiro S, Noguchi Y: For better patient outcome with PCPS. 4th ChSECT 2009. China, 2009, 8.
- 2) 玉城 聡, 坂本 哲也: 救命救急センターにおけるPCPSの現状と課題 第34回体外循環技術医学会大会 2008,10.
- 3) Matayoshi T, Tamashiro S, Noguchi Y: Clinical characteristics of patients with neurologic recovery after out-of hospital cardiac arrest who received PCPS. 4th Thai Academic Perfusion Seminar 2008. Thai land, 2008, 11.
- 4) 又吉 徹: IABP・PCPSの原理と注意点(教育講演). 第36回日本集中治療医学会学術集会, 大阪, 2009, 2.
- 5) 三木隆弘, 岡本一彦, 二藤部英治, 渡辺和宏, 菊島公夫, 長尾 建: シンポジウム「院外心停止患者に対するPCPS多施設共同研究: SAVE-J」当院におけるPCPS管理の実際と臨床工学技士の役割. 第20回日本経皮的心肺補助(PCPS)研究会, 広島, 2010, 3.

H. 知的財産の出願・登録状況

特になし

1. PCPS デバイスマニュアル

1.1. PCPS システム

基本的なPCPSシステムの回路は、貯血槽を持たない閉鎖回路である（図1）。血液回路は脱血カニューレ、脱血回路、送血ポンプ、ポンプ回路、人工肺、送血回路、送血カニューレで構成される。基本的な回路構成の他に、人工肺や遠心ポンプを交換しやすいようにバイパス回路を設けたり、そのまま手術中に人工心肺として使用できるように回

路を工夫している施設もある。ここでは最も基本的な回路構成のPCPSシステムについて述べる。PCPSシステムは血液回路とポンプドライバー、酸素ブレンダー、酸素流量計、これらをまとめて載せる専用台車で構成されたPCPSシステムとして循環の補助を行う（図2）。温度調節を行う場合には冷温水槽などが追加される。

1) 脱血カニューレ（静脈カニューレ）（図3）

脱血カニューレは血液を体外に導き出すためのカニューレで、通常セルジンガー法による穿刺で

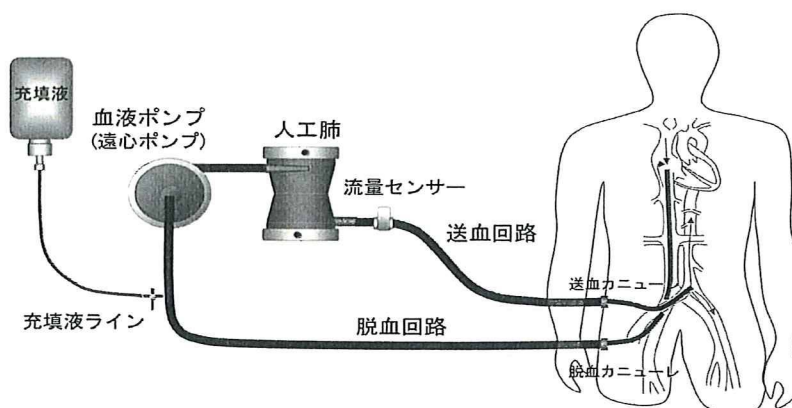


図1 PCPSの基本回路



図2 PCPS回路とPCPSシステム

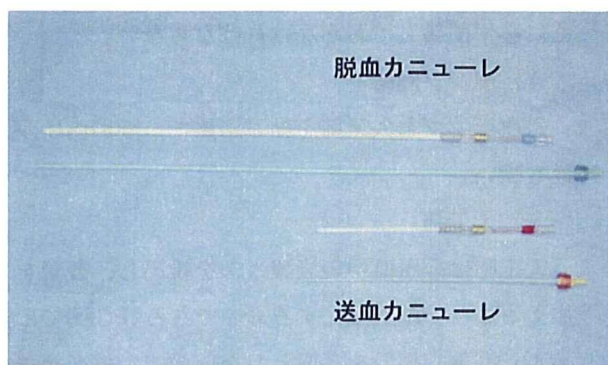


図3 PCPS用カニューレ

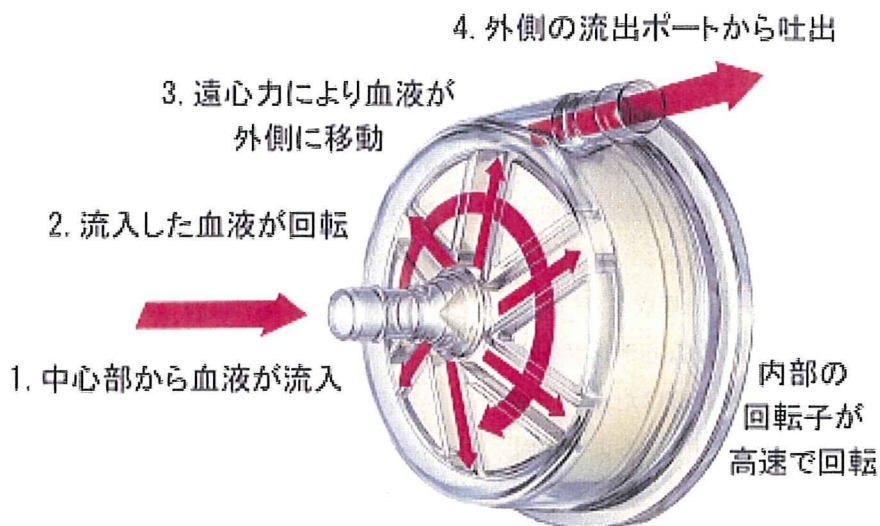


図4 遠心ポンプの原理

挿入するタイプを用い、大腿静脈から挿入して先端を右心房付近に留置する。カニューレサイズがPCPSの最大補助流量を決定する因子となり、細いと脱血抵抗が上昇し、脱血流量が確保できず、脱血圧は過度の陰圧になる。過度の陰圧は、脱血回路内あるいは遠心ポンプ内でのキャビテーションを誘発し、血球が破壊されて溶血する。

参考までに、カニューレのサイズと流量の関係を付録に示した。

2) 脱血回路（静脈回路）

脱血回路は脱血カニューレから血液ポンプ入り口までであり、充填液を注入する充填液ラインが取り付けられている。PCPSが、停止もしくは低流量の状態では陽圧であるが、流量が増加すると大気圧より低くなる。この状態で充填液ラインなどが開いていると脱血回路に空気を引き込み、結果的に患者に空気を送り込む事故につながる。また、脱血不良で、過度の陰圧になると血液中の溶存ガスが気化して気泡が発生する。

3) 送血ポンプ

PCPSでは送血ポンプに遠心ポンプを用いる。ポンプヘッド内部に高速回転する回転子があり、その回転子が中央部の流入ポートから流入した血液を回転する。回転した血液には遠心力が発生してポンプヘッドの外側へと移動し、外側の流出ポートから送り出される（図4）。ポンプの回転数と流

量は必ずしも比例せず、ポンプの停止状態あるいは低回転では送血側から脱血側に逆流する。送血側の抵抗が大きかったり、脱血不良の状態になると流量が低下するが、この状態でポンプの回転数を上げると、血液はポンプ内で損傷して溶血する。ポンプの特性はポンプヘッドの大きさや、回転子の形状によって異なる。後述（付録）のポンプの特性を参照。

通常遠心ポンプ駆動装置にはバッテリーを内蔵しており、移動時や一時的な停電には対応できるが、長時間の停電や故障に備え、手動装置などのバックアップが必要である。送血ポンプのバックアップとして用いるハンドクランクはドライブモーターの代行を手動的に行うもので、一定の送血流量を得るのに人為的労力は大きい。また、安定した送血流量を得るためにはハンドクランク本体を支柱などに固定して使用する方が良い。ハンドクランクなどは緊急時に備えてPCPS装置の近くに必ず配備しておかなければならない。

4) ポンプ回路

送血ポンプと人工肺を結ぶ回路で、回路内圧が最も高い。

5) 人工肺

人工肺は静脈血中の炭酸ガスを排出し、酸素を加えることで動脈血化するものである。PCPSでは必ずしも熱交換器を必要としないので、熱交換器

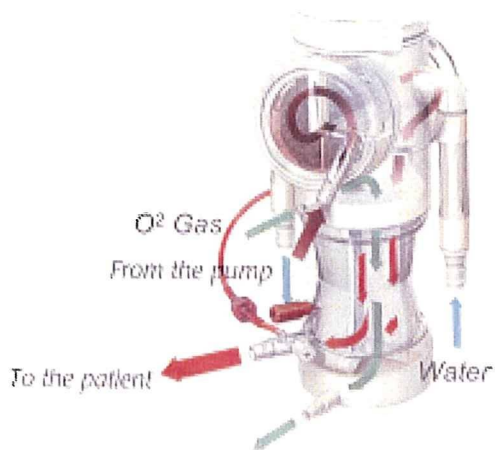


図5 人工肺の構造

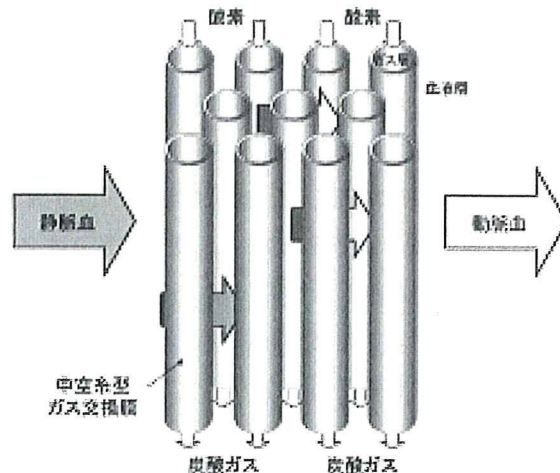
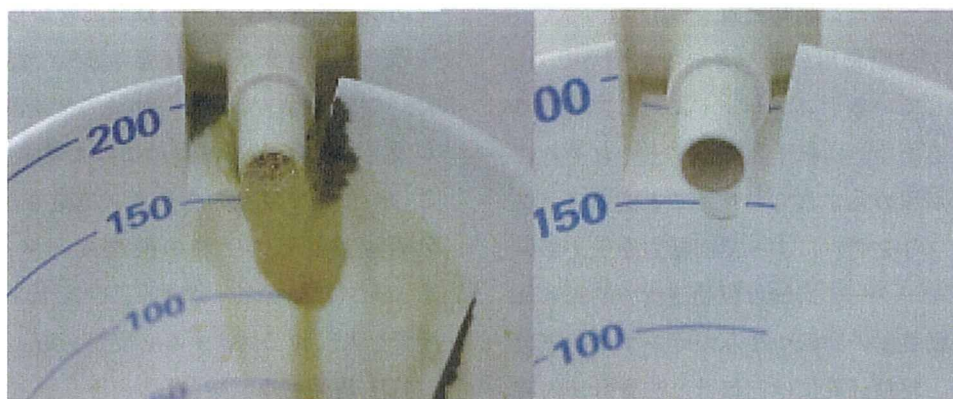


図6 人工肺のガス交換膜



プラズマリークは黄色の泡

結露は透明の水滴

図7 人工肺のプラズマリークと結露

の無い人工肺を用いる施設も多いが、熱交換器一体型では、流入した血液は熱交換器で温度調節された後、ガス交換膜でガス交換される（図5）。ガス交換膜の形状はストロー状のファイバーになっており、内部を酸素と空気の混合ガスが流れ、外部を血液が流れる外部灌流型である（図6）。ガス交換膜は多孔質膜（ポリプロピレン）が主流であるが、長時間の使用で血漿が漏れる（プラズマリーク）ことによりガス交換能が落ちる欠点がある。その対策として微細孔の血液側が塞がれている非対称膜（ポリメチルペンテン）や、多孔質膜をシリコンでコーティングした複合膜なども使用されている。プラズマリークとは別に、血液相の水分が水蒸気として膜を通しガス相で冷えて結露し、ガス交換膜のガス相を塞ぐウェットラングが発生する。このような結露によるウェットラングでも

ガス交換能の低下は起こり得るが、ガス流量を一時的に上げるなどして結露水を排出すればガス交換能が戻ることが多い。プラズマリークと結露によるウェットラングの区別は、人工肺のガス排出ポートから泡あるいは黄色い泡が滴るか、透明の水が滴るかで区別できる（図7）。人工肺の炭酸ガスの除去は人工肺に吹送するガス流量に依存する。酸素加能は人工肺に吹送する酸素濃度（FIO₂）が大きく関係する。

6) 送血回路（動脈回路）

送血回路は人工肺出口から送血カニューレまでの回路で、採血ポートや空気抜きのための枝回路がある。送血回路に充填時の気泡の残留や体外循環中に血栓が形成されると体内に送られるので注意が必要である。

7) 送血カニューレ（動脈カニューレ）（図3）

体外循環した血液を体内に送り込むためのカニューレで、通常は脱血同様、穿刺で挿入するタイプを用いて大腿動脈に挿入する。PCPSの血液回路中で最も内径が細く、送血抵抗がもっとも大きいため最大補助流量を決定する最大因子となる。細いサイズを選択した場合には、流量を確保するために遠心ポンプを高回転にせざるを得ず、前述したように溶血の要因となる。一方、カニューレサイズが太ければ流量は確保しやすいが、挿入した動脈の末梢側への血流が維持できず、下肢の虚血を引き起こす可能性が大きくなる。

8) 駆動モーターと駆動装置

遠心ポンプは駆動用のモーターで回転させる。血液に接触しているポンプヘッドに対し非接触で動力を伝えるため、回転子とモーターそれぞれに一对の磁石が埋め込まれており、この磁力（マグネットカップリング）によって回転力を伝えている（図8）。モーターの回転は駆動装置で制御されていて、駆動装置の回転つまみでポンプの回転数を増減する。駆動装置には回転計と流量計が内蔵されていて、流量は回路に取り付けた流量センサーにより実流量を表示する。駆動装置の内部にはバッテリーがあり、AC電源が断たれた状態でも一定時間はポンプを動作させることができる。駆動装置は数種のアラーム機能がある。代表的な遠心ポンプ駆動装置のアラームとその対処法を表1に示す。

9) 酸素ブレンダーと酸素流量計

酸素ブレンダーと酸素流量計は人工肺に酸素と

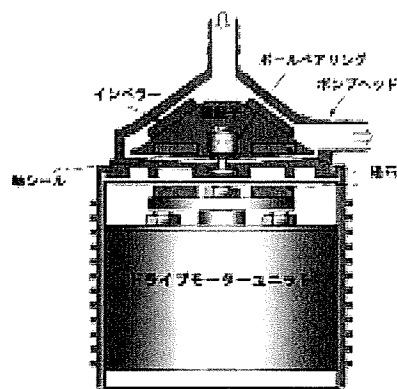


図8 遠心ポンプの構造

空気を混合したガスを供給する装置（図1中央部）である。酸素ブレンダーは壁配管から供給される圧縮空気と酸素ガスを任意の濃度で混合する装置で、つまみ操作で21～100%の酸素濃度（FIO2）が設定できる。酸素流量計には流量つまみがあり、このつまみで任意の吹送ガス流量を設定できる。酸素流量計と人工肺の酸素流入ポートを酸素チューブでむすぶ。移動時は酸素ポンベから直接酸素を人工肺に供給する必要がある。

10) 専用台車（架台）

専用台車は遠心ポンプ駆動装置、ポンプドライバー、人工肺ホルダーを固定する。一般的には移動が可能ないように車輪がある。メーカーが用意している汎用性のももあるが、使用するポンプの種類や使用環境に合わせて施設ごとに設計しているものも多い。コンパクトに設計されたものや、必要物品の引き出し、酸素ポンベ、冷温水槽を搭載できる台車など様々なものがある。

表1 PCPSが発するアラームと対処（Capiiox® 遠心ポンプシステムの例）

アラーム	原因	対処
BACK FLOW ERROR	ポンプが機能せず血液が逆流している	送血回路を遮断し原因を探す
DRIVE MOTER DISCONNECT	駆動装置とモーターの接続が外れた	直ちに接続
HIGHT FLOW ERROR	血圧の著しい低下	心機能の再確認
LOW BATTERY	電源コンセントが外れ間もなく停止する	電源の接続
LOW FLOW ERROR	回路の折れ曲がりや循環血液量の不足	回路に異常かなければ補液
AC LINE OFF	電源コンセントの外れ	電源の接続
FLOW SENSOR UNSTABLE	流量センサーのゲルが乾燥している	ゲルを塗り直し正しく接続
FLOW SENSOR DISCONNECT	流量センサーが外れている	正しく接続