

## 心停止中から低体温療法を導入した体外循環式 CPR の 1 例

八木 司<sup>1</sup>, 長尾 建<sup>1, 2</sup>, 千葉 宣孝<sup>1</sup>, 冨永 善照<sup>1</sup>, 多田 勝重<sup>1</sup>  
石井 充<sup>1</sup>, 笠井あすか<sup>1</sup>, 池田 晴美<sup>1</sup>, 館田 豊<sup>1</sup>

われわれは 1996 年から標準的二次救命処置 (ACLS) に反応しない心室細動 (VF) 心停止に対し、体外循環式 CPR (ECPR; 経皮的人工心肺 (PCPS) + 冠再灌流療法 + 低体温療法) を施行している。最近ではこの戦略として、心停止中に低体温を導入する intra-arrest cooling を実施し、転帰を改善させている。症例は 30 歳代の男性。飲酒中に卒倒し、救急隊要請。Bystander CPR の実施はなく、卒倒 8 分後に救急隊が到着した。初回心電図所見は VF で電気除細動が実施され、同時に静脈路確保、薬剤投与および気管挿管も施行された。しかし、心拍再開せず卒倒 42 分後に搬送された。収容時、心静止で 4°C 生理食塩水の急速静脈内投与による低体温療法を開始、標準的 ACLS に反応せず、ECPR を用いた低体温療法も追加した。収容 30 分後に目標深部体温 34°C に到達、自己心拍は卒倒 3 時間 30 分後に再開した。緊急冠動脈造影では有意狭窄を認めず、心エコーで肥大型心筋症の所見を有していた。自発呼吸も出現したが、第 3 病日に死亡した。かかる患者の転帰を改善させるために、その救命の連鎖を検討した。

KEY WORDS: cardiac arrest, ventricular fibrillation, percutaneous cardiopulmonary support, hypothermia

Yagi T, Nagao K, Chiba N, Tominaga Y, Tada K, Ishii M, Kasai A, Ikeda H, Tateda Y: A case report of the extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for induction of intra-arrest cooling. J Jpn Coron Assoc 2009; 15: 135-138

## I. はじめに

毎年、わが国では約 10 万人が院外で心停止に陥っている<sup>1)</sup>。救急医学会関東地方会院外心停止多施設共同研究 (Survey of Survivors after Out-of-hospital Cardiac Arrest in KANTO area, Japan; SOS-KANTO) の集計では、院外心停止患者 9592 例の 61% が心臓性 (ウツタイン様式の定義に従って診断) であった。このうち心臓性心停止例の 30 日の良好な神経学的転帰は極めて低値で 4%、初回心電図が心室細動 (VF) の場合は 11% であった<sup>2)</sup>。かかる転帰を改善させる目的で近年、わが国では救急救命士による気管挿管とアドレナリンの投与が許可された<sup>3)</sup>。救急現場でのアドレナリンと気管挿管はその転帰を改善させる可能性があるものの、病院到着までの時間を延長させることが懸念される。

今回、目撃者のいた院外心臓性 VF 心停止患者に対し、救急救命士が高度な処置を実施するも、心拍が再開せず搬送された 1 例を経験した。今後の病院前救護の課題点を踏まえて報告する。

## II. 症 例

症例: 30 歳代の男性。

現病歴: 友人と飲酒中に突然卒倒し、友人が 119 番通報した。救急隊到着まで bystander CPR は施行されていなかった。卒倒 8 分後に救急隊が到着し、VF であったため救急救命士により電氣的除細動 (計 5 回)、静脈路確保、気管挿管、およびアドレナリン投与 (計 1 mg x 3 回) が施行された。しかし、心拍再開せず卒倒 42 分後に当救命救急センターに搬送されてきた (図 1)。

経過と治療: 収容時、心肺停止状態で心電図所見は心静止 (asystole)、深部体温 (膀胱温) は 36.7°C、瞳孔径は 6 mm/6 mm、対光反射は消失していた。体外循環式 CPR (ECPR) + 低体温療法の適応規準を満たしていたことから、ER 収容直後より 4°C の生理食塩水 2 L の急速静脈内投与と収容 23 分後には経皮的人工心肺 (PCPS) を用いた intra-arrest cooling (extracorporeal CPR with hypothermia) を開始し、収容 30 分後には膀胱温は 34°C となった。PCPS を駆動後に、大動脈内バルーンポンピング (IABP) も併用し、緊急冠動脈造影も施行した。しかし、冠動脈に有意な狭窄を認めなかったが、心エコーでは肥大型心筋症の所見 (図 2) を呈していた。PCPS 開始直後 (心停止 65 分後) の血液検査所見を表 1 に示す。当施設で院外心停止例の予後因子として注目しているアンモニアは 337 μg/dl と高値であった。自己心拍は卒倒 3 時間 30

<sup>1</sup> 駿河台日本大学病院救急科、<sup>2</sup> 循環器科 (〒 101-8309 東京都千代田区神田駿河台 1-8-13) (本論文の要旨は第 21 回日本冠疾患学会学術集会、2007 年 12 月・京都にて発表した) (2008.7.9 受付、2009.4.21 受理)

### 症例 30歳代 男性

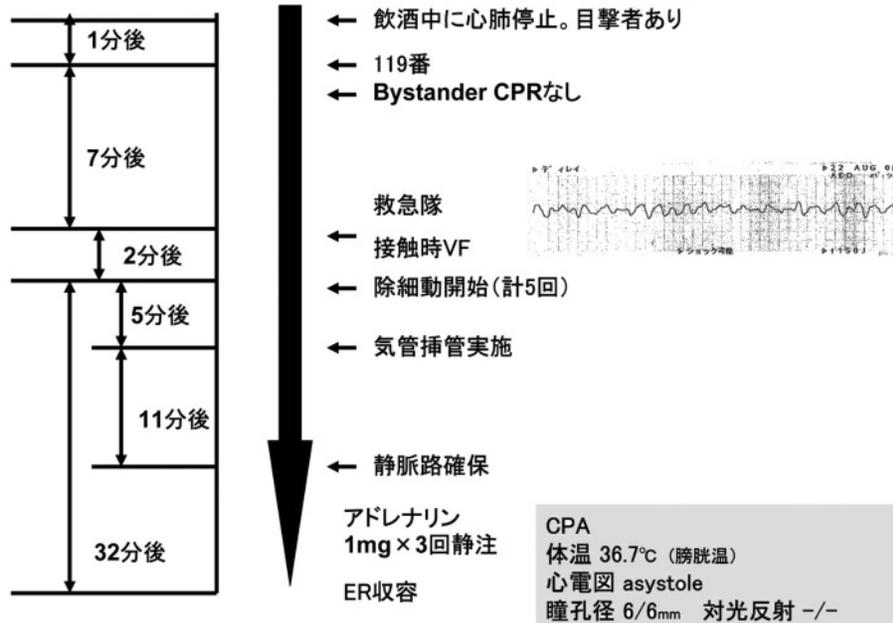


図1 現病歴と入院時現症

分後に再開した。自己心拍再開時の心電図上、HR 105 bpm, 洞調律, wide QRS, 左脚ブロックパターンを呈していた。しかし、循環動態は安定せず、第2病日に脳ヘルニアに陥り、第3病日に永眠した。

### III. 考 察

心臓性心停止例に対するVF出現率を図3に示す<sup>4)</sup>。左はその実測値、右はその予測値である。循環虚脱直後に心電図が記録されればVF出現率は60%と高い。しかし、心電図記録が遅延すればするほどVF出現率は漸減し、虚脱30~40分後にはほぼ0%になる。このVF心停止に対する治療戦略はVF心停止からの時間で3相に分けられている<sup>5)</sup>。心停止5分以内は電気相で、除細動が第一選択、5~10分以内は循環相で除細動の開始前に十分なCPR、特に強く早く絶え間ない胸骨圧迫心臓マッサージ、心停止10分以上は代謝相で、この相では従来の標準的CPRでは不十分で、さらなる戦略が必要であり、その方法の一つとして低体温療法が注目されている<sup>5)</sup>。

低体温療法の効果に関して院外VF心停止に対する2つの多施設無作為比較試験が報告され<sup>6, 7)</sup>、これらの報告からAHAのguideline 2005において、軽度低体温療法がclass IIaと勧告された<sup>8)</sup>。わが蘇生チームは1996年より表2に示した基準を満たしかつ標準的ACLSに反応しない心臓性の院外VF心停止患者に対し、PCPS、冠再灌流療法、低体温療法を併用した侵襲的CPRを施行している<sup>9)</sup>。最近では、心停止中から低体温療法を導入するintra-arrest cooling(extracorporeal CPR with hypothermia)<sup>10, 11)</sup>を施



図2 心エコー所見(自己心拍再開前)

行している。そのプロトコルを図4に示す。ER収容直後に4°Cに冷却した生理食塩水2Lを10分以内に静脈内投与し、PCPS、IABP駆動下に緊急冠動脈造影を施行し、必要があれば冠再灌流療法を追加、引き続きKETK-3(自施設で開発した体外循環式冷却法)を用いて深部体温を34°Cに正確に管理する戦略としている。Intra-arrest coolingを施行することにより、従来の心拍再開後に低体温療法を導入するpost-ROSC coolingに比しその社

表1 血液検査所見(PCPS 開始直後)

Hematology		TP		Blood gas analysis	
WBC	5600/mm <sup>3</sup>	Alb	3.0 g/dl	pH	6.808
RBC	271×10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	T-Cho	2.4 g/dl	PaO <sub>2</sub>	533.0 mmHg
Hb	8.6 g/dl	LDL-Cho	174 mg/dl	PaCO <sub>2</sub>	31.1 mmHg
Plt	8×10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	BUN	52 mg/dl	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	4.8 mmol/l
Blood chemistry		Cr	8.6 mg/dl	BE	-28.1 mmol/l
Na	147 mmol/l	CK	0.85 mg/dl	SaO <sub>2</sub>	99.0%
K	3.1 mmol/l	CK-MB	196 U/l	(FiO <sub>2</sub> 1.0)	
Cl	113 mmol/l	CRP	24 U/l		
GOT	19 U/l	HbA1c	0.1 mg/dl		
GPT	14 U/l	BS	4.9%		
LDH	92 U/l	NH <sub>3</sub>	292 mg/dl		
		BNP	337 µg/dl		
		トロポニン I	29.2 pg/ml		
			0.25 ng/ml		

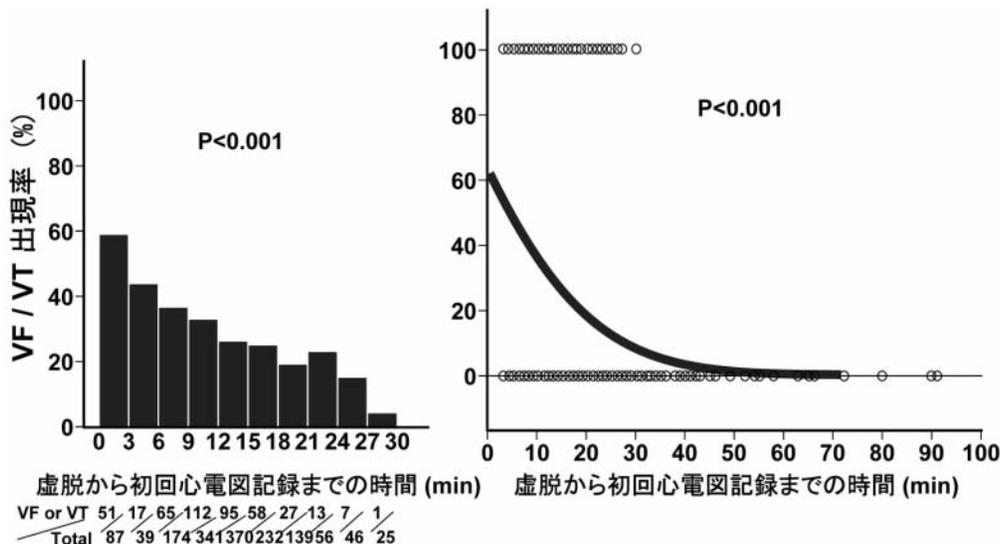


図3 院外心臓性心停止のVF/VT出現率

Copyright © 2005 日本循環器学会. SOS-KANTO Committee: Incidence of ventricular fibrillation in patients with out-of-hospital cardiac arrest in Japan: survey of survivors after out-of-hospital cardiac arrest in Kanto area (SOS-KANTO). Circ J 2005; 69: 1157-1162. Fig. 2

表2 ER到着時も心拍再開していない院外心停止患者に対する体外循環式CPR(ECPR)の開始規準(文献9)を引用

Inclusion criteria

1. 年齢18～74歳
2. 目撃された院外心停止
3. 虚脱～患者接触までの時間<15分
4. ER搬送までにVF or 無脈性VTが観察・記録
5. 心臓性
6. ER収容時も心停止

Exclusion criteria

1. ER収容後10分以内に標準的ACLSで心拍再開
2. 妊婦または慢性透析患者
3. 非心臓性
4. 家族の承諾が得られない

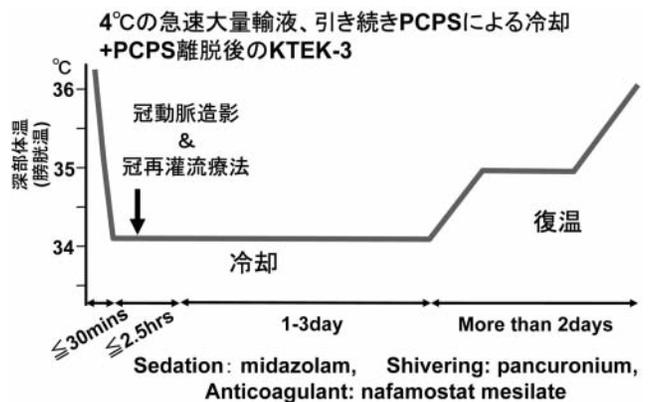


図4 低体温療法(intra-arrest cooling)のプロトコール(文献10, 11)を引用

会復帰率は1.5倍に上昇した<sup>10, 11)</sup>。このintra-arrest coolingで最も大切なことは、心停止後可及的早期に低体温を導入することである。

院外心停止患者の転帰を最大限に改善させる方策として、①迅速な通報、②迅速な一次救命処置(BLS)、③迅速な除細動、④迅速なACLSの4つの鎖(救命の連鎖: chain of survival)が、円滑に連動することが必要とされている<sup>8)</sup>。また、The Ontario Prehospital Advanced Life Support (OPALS) Studyでは、AEDが施行できる救急医療体制下で生存退院に寄与する因子として、迅速な通報、迅速なBLS、迅速な除細動が独立した因子となったものの、迅速な標準的ACLSは独立した因子とはならなかったことが示され、病院前救護の重要性が報告された<sup>12)</sup>。

しかし、本症例は、目撃者はあったが、迅速なBLSが実施されておらず、かつ救急現場での除細動に反応せず、標準的ACLSに時間を要し、心停止42分後に搬送されてきた。BLSを行わなければ、目撃されたVFによる心停止からの生存率は1分ごとに7~10%低下し、BLSを行うことで生存率の低下速度は緩やかになることが報告されており<sup>8)</sup>、本症例のようにBLSが行われておらず、病院前救護に時間を要してしまう症例に対しては、救命救急士による救命措置は必要最低限とし、早期の病院への搬送を考慮しなくてはならないと考えた。また、転帰を改善させるPCPS駆動開始までの限界の時間は心停止28分前後であることも報告されており<sup>13, 14)</sup>、迅速な病院前救護が実施されたにも関わらず、標準的なACLSに反応しない症例に対しては、搬送後のPCPSの導入や低体温療法による治療戦略が必要であると考えた<sup>10, 11)</sup>。今後、救急救命士による病院前からの経静脈的冷却法と引き続き病院到着後の迅速なPCPSを用いた冷却法の展開が、さらなる社会復帰率の向上につながると考えている。

## 文 献

- 1) The ministry of internal affairs and communications: The outlines of emergency medical service and rescue operation in Japan, 2006. Web site. Available at: <http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/190907-1houdou.pdf>
- 2) SOS-KANTO study group: Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet* 2007; **369**: 920-926
- 3) 東京消防庁救急活動の現況 平成17年, 東京消防庁救急部編, 1-109
- 4) SOS-KANTO Committee: Incidence of ventricular fibrilla-

- tion in patients with out-of-hospital cardiac arrest in Japan: survey of survivors after out-of-hospital cardiac arrest in Kanto area (SOS-KANTO). *Circ J* 2005; **69**: 1157-1162
- 5) Weisfeldt ML, Becker LB: Resuscitation after cardiac arrest a 3-phase time-sensitive model. *JAMA* 2002; **288**: 3035-3038
- 6) The Hypothermia after Cardiac Arrest Study Group: Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med* 2002; **346**: 549-556
- 7) Bernard SA, Gray TW, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, Smith K: Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med* 2002; **346**: 557-563
- 8) American Heart Association: 2005 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2005; **102**: IV1-IV205
- 9) Nagao K, Hayashi N, Kanmatsuse K, Arima K, Ohtsuki J, Kikushima K, Watanabe I: Cardiopulmonary cerebral resuscitation using emergency cardiopulmonary bypass, coronary reperfusion therapy and mild hypothermia in patients with cardiac arrest outside the hospital. *J Am Coll Cardiol* 2000; **36**: 776-783
- 10) Nagao K, Hayashi N, Kanmatsuse K, Kikushima K: Advanced challenge in resuscitative hypothermia in patients with failed standard cardiopulmonary resuscitation: American Heart Association 2005; **112**: 381, Suppl. S, 1623
- 11) Nagao K, Kikushima K, Watanabe K, Tachibana E: Emergency cardiopulmonary bypass in the treatment of patients with out-of-hospital cardiac arrest: American Heart Association 2006; **114**: 351, Suppl. S, 1763
- 12) Stiell IG, Wells GA, Field B, Spaite DW, Nesbitt LP, De Maio VJ, Nichol G, Cousineau D, Blackburn J, Munkley D, Luinstra-Toohey L, Campeau T, Dagnone E, Lyver M: Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004; **351**: 647-656
- 13) Hase M, Tsuchihashi K, Fujii N, Nishizato K, Kokubu N, Nara S, Kurimoto Y, Hashimoto A, Uno K, Miura T, Ura N, Asai Y, Shimamoto K: 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**: 1302-1307
- 14) Chen YS, Lin JW, Yu HY, Ko WJ, Jerng JS, Chang WT, Chen WJ, Huang SC, Chi NH, Wang CH, Chen LC, Tsai PR, Wang SS, Hwang JJ, Lin FY: 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**: 554-551