

院外心肺停止例に対する体外循環を用いた低体温療法の臨床成績

The Clinical Result of Mild Therapeutic Hypothermia by Introducing Extracorporeal Circulation for Patients of out-of Hospital Cardiac Arrest

竹郷 笑子¹ 宇都宮 誠^{1,*} 廣川 亮² 岡田 忠久² 山口 敏和³ 江島 恵美子¹ 村西 寛実¹ 柴田 兼作¹
溝淵 正寛¹ 船津 篤史¹ 小林 智子¹ 円城寺 由久¹ 中村 茂¹

Emiko TAKEGO, MD¹, Makoto UTSUNOMIYA, MD^{1,*}, Ryo HIROKAWA, ME², Tadahisa OKADA, ME²,
Toshikazu YAMAGUCHI, ME³, Emiko EJIMA, MD¹, Hiromi MURANISHI, MD¹, Kensaku SHIBATA, MD¹,
Masahiro MIZOBUCHI, MD¹, Atsushi FUNATSU, MD¹, Tomoko KOBAYASHI, MD¹, Yoshihisa ENJOJI, MD¹,
Shigeru NAKAMURA, MD, FJCC¹

¹京都桂病院心臓血管センター内科, ²京都桂病院心臓血管センター臨床工学科, ³名古屋ハートセンター臨床工学科

要 約

背景 心肺停止患者の蘇生後脳症に対する脳保護療法として低体温療法の有用性が示され、広く行われつつある。冷却方法は主に体表冷却法が用いられてきたが、室温の変化等により変動しやすいという欠点がある。血液を直接冷却する体外循環を用いた低体温療法は周囲の状況に左右されにくく管理が容易である。

方法 2004年4月から2009年1月までの間に体外循環を用いた低体温療法を導入した院外心肺停止症例連続53例における生存および神経学的予後に影響する要因について検討を行った。

結果 53例の平均年齢は67.6 ± 13.2歳、男性34例(64%)、女性19例(36%)であった。またBy-Stander CPR (cardiopulmonary resuscitation) は17例(32%)に施行されていた。覚知からの平均時間は6.7 ± 5.6分、病院到着までは28.2 ± 10.8分、心拍再開もしくはPCPS (percutaneous cardiopulmonary support) 導入までは38.3 ± 21.4分であった。原疾患は心原性が31例、非心原性が22例であった。1カ月生存は23例(45%)であり、覚知から心拍再開もしくはPCPS導入までの時間は28.9 ± 19.6分であり、死亡群45.5 ± 20.2分に比べ有意に短かった。完全社会復帰は8例(15%)であった。来院時心電図はasystoleが1カ月生存群で5例(22%)、死亡群で16例(53%)と死亡群で有意に多かった。

結論 院外心肺停止症例に対し体外循環を用いた低体温療法を施行した。心拍再開もしくはPCPS導入までの時間が短い症例では神経学的予後は改善効果が大きく、今後もBy-Stander CPRの普及や啓発に伴い更なる成績の向上が期待される。

<Keywords> 体外循環
心肺蘇生

救急医療
心停止

J Cardiol Jpn Ed 2010; 5: 85 – 92

はじめに

わが国における院外心肺停止 (out-of hospital cardiac arrest: OHCA) は年間およそ10万例といわれているが、そのうち社会復帰率は1%程度¹⁾と未だ満足できるものではない。院

外心肺停止患者を救う対策として、①通報、②一次救命処置 (basic life support: BLS)、③除細動、④二次救命処置 (advanced cardiac life support: ACLS) が迅速にかつ円滑に連動することが最も重要であるとされている²⁻⁴⁾。蘇生に成功しても大きな脳障害を残すことも多く、社会復帰へのハードルは非常に高いため、救急医療現場での大きな課題でもある。

2002年に院外での心室細動による心肺停止・蘇生患者に対して、低体温療法を行った2つの無作為化臨床試験で転

* 京都桂病院心臓血管センター内科
615-8256 京都市西京区山田平尾町 17
E-mail: m-utsu0705@hotmail.co.jp

2009年9月14日受付, 2009年10月12日改訂, 2009年10月19日受理

帰りに有意な改善を認めたことが報告され^{5,6)}、各種ガイドラインでも心肺蘇生後の低体温療法が推奨されるようになった^{7,8)}。初期の低体温療法では冷却マットやブランケットを用いた体表冷却法が用いられていたが、導入に時間がかかることや約15分毎の体温管理が必要であるため非常に煩雑であることなどが大きい負担であった。

体温を正確に管理する手段としては、体表面からコントロールするよりも血流温度をコントロールする体外循環回路を用いた低体温療法のほうが容易であるが、その臨床成績は明らかではない。

目 的

院外心肺停止症例に対し体外循環を用いた低体温療法の臨床成績について検討する。

対象と方法

1. 対象

当センターでは心肺停止蘇生後60分以内であり、意識回復が認められず、さらに心肺停止以前の生活レベルが低い患者に対して、積極的に低体温療法を施行している。

2004年4月から2009年1月までの期間に当センターへ緊急搬送された院外心肺停止379例のうち低体温療法を導入した連続53例を対象とした。

2. 治療方法

当センターにおける院外心肺停止症例に対する治療プロトコルは、まず標準的ACLSを行う。現在では、体温を低下させる目的で、4℃に冷却した細胞外液(1,000 ml)の急速静脈投与を同時併用している。血行動態の維持が不可能な症例に対してはPCPSを導入し、機械的に循環を維持しながらPCPSの熱交換器を用い34℃まで体温を下げる。自己心拍のみで循環動態が維持可能でありPCPSを必要としなかった症例に対しては速やかに内頸静脈から透析用二重管腔カテーテルを挿入しCHDF(continuous hemodiafiltration)回路に接続する。CHDFの透析液回路に補助回路及び熱交換器を並列に接続し、冷温水槽を用いて直接血液を冷却し再循環させる(図1)。

3. 冷却プロトコール

低体温療法を施行した症例の体温管理はスワングンツカ

テーテルを挿入し得られた血液温度を指標とした。温度管理プロトコールとしては、目標血液温度を34℃、冷却期間を48時間とした。復温は12時間で0.5℃の上昇、基本的には0.5℃を5時間で上昇させ7時間維持する。抗凝固剤にはヘパリンもしくはメシル酸ナファモスタットを用いてACT(Activated coagulation time)がCHDFならば150-200秒を、PCPSならば200-250秒を目標に管理した(図2)。

4. 統計学的検討

統計的解析にはStatViewJ5.0を用いた。連続変数は平均±標準偏差で示し、2群間の比較には対応のないstudentのt検定を用いた。非連続変数の出現頻度の比較は χ^2 検定で行った。いずれも $p < 0.05$ をもって有意差の判定とした。

結 果

1. 患者背景

2004年4月から2009年1月までの期間に当センターへ緊急搬送された院外心肺停止379例のうち低体温療法を導入したのは53例であった。これら53例の平均年齢は 67.6 ± 13.2 歳、男性34例(64%)、女性19例(36%)であった。またBy-Stander CPRは17例(32%)に施行されていた。覚知からの平均時間は、現場到着までは 6.7 ± 5.6 分、病院到着までは 28.2 ± 10.8 分、心拍再開もしくはPCPS導入までは 38.3 ± 20.4 分であった(表1)。

2. 原疾患

搬入時、虚血性心疾患が疑われた46例には緊急冠動脈造影検査を行った。結果、有意狭窄を認めた25例(54%)に対しては引き続き経皮的冠動脈形成術を行い、全例で血行再建に成功した。心原性心肺停止は31例(58%)、非心原性心肺停止は22例(42%)であった。心原性心肺停止症例のうち虚血性心疾患20例、心筋症6例、肺塞栓症2例、特発性心室細動2例、うっ血性心不全1例であった。一方、非心原性心肺停止のうち気道閉塞8例、呼吸器疾患(肺炎、慢性閉塞性肺疾患急性増悪など)4例、原疾患不詳10例であった(表1)。

3. 搬入時心電図

By-Standerまたは救急隊のCPRにより当院搬入時に自己心拍再開を認めていたのは14例(26%)であり、うち12例

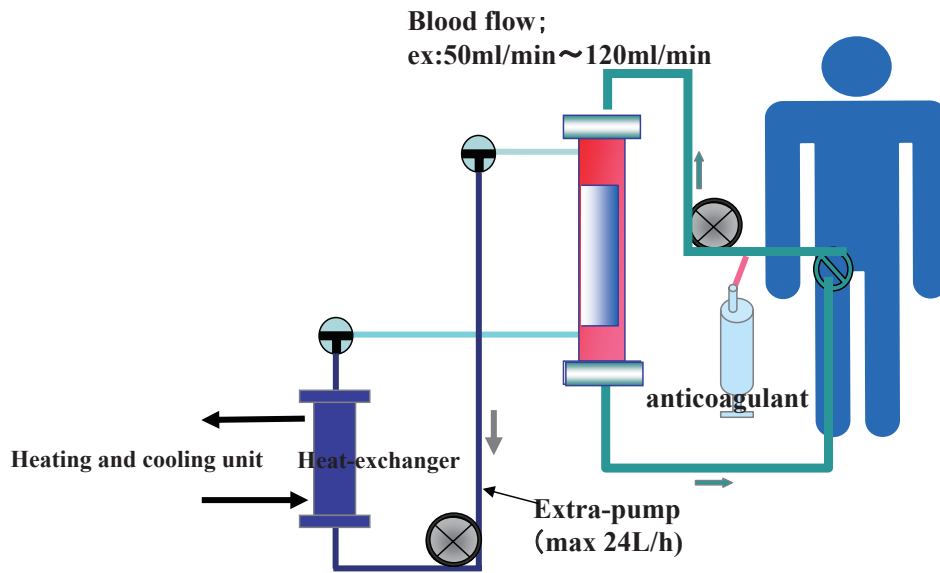


図1 CHDF (持続的血液濾過透析) 回路を用いた脳低体温療法の模式図。
熱交換器は透析機と並列に接続されている。温度調節は冷温水槽で行う。

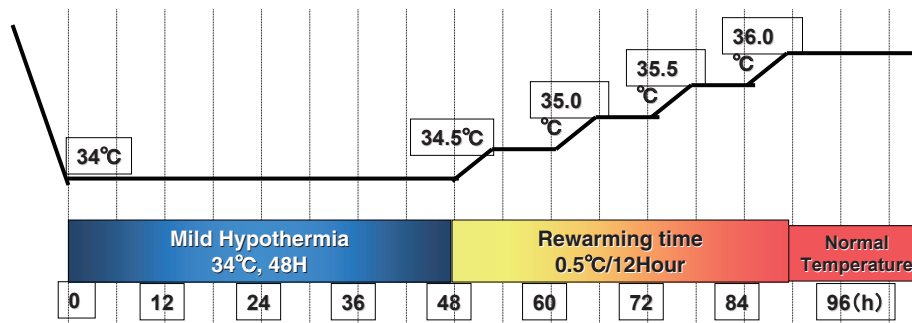


図2 低体温療法における温度管理のプロトコールを示す。
体外循環 (PCPS, ECMO, CHDF) を用いて厳密な温度管理を行った。

は洞調律, 2例は心房細動 (atrial fibrillation: Af) であった。また心拍再開を認めなかった39例 (74%) のうち, asystole 21例 (40%), PEA (pulseless electrical activity) 11例 (21%), 心室細動 (ventricular fibrillation: Vf) 7例 (13%) であった (表1)。

4. 低体温療法

心肺蘇生後も十分な循環動態が維持できなかった症例24

例に対しPCPSを導入し, 自己心拍のみで循環動態が維持可能であった症例29例に対してはCHDF回路を接続し, 直接血液を冷却した。

5. 転帰

低体温療法を施行した53例のうち1カ月生存が得られた23例 (43%) を1カ月生存群, 生存のなかった30例 (57%) を死亡群と2群に分けて, それぞれを患者背景, 覚知から

表1 患者背景, 時間経過, 原疾患, 搬入時心電図.

Patients	53
Age (years old)	67.6 ± 13.2
Male/Female (%)	34(64.2) / 19(35.8)
Time interval (min)	
Time from call to ambulance	6.7 ± 5.6
Time from call to hospital	28.2 ± 10.8
Time from call to ROSC or starting PCPS	38.3 ± 20.4
Underlying Etiology (%)	
Cardiac	31 (58.5)
Coronary heart disease	20 (37.7)
Cardiomyopathy	6 (11.3)
Pulmonary embolism	2 (3.8)
Idiopathic ventricular fibrillation	2 (3.8)
Congestive heart failure	1 (1.9)
Non-Cardiac	22 (42.5)
Asphyxia	8 (15.1)
Respiratory disease	4 (7.5)
Unknown	10 (18.9)
Cardiac rhythm on arrival (%)	
ROSC on arrival	14 (26.4)
Asystole	21 (39.6)
Pulseless electrical activity	11 (20.8)
Ventricular fibrillation	7 (13.2)

ROSC: return of spontaneous circulation,
PCPS: percutaneous cardiopulmonary support.
Data are mean ± SD or number of patients.

Respiratory disease includes pneumonia, acute exacerbation of COPD and so on.

現場到着, 病院到着, 心拍再開もしくはPCPS導入までの各時間, 搬入時心電図, 心拍再開の有無, 原疾患が心原性か否か, By-Stander CPRの有無で比較した。

1カ月生存の有無について検討した結果を表2に示す。

患者背景は, 平均年齢, 性別では有意差を認めなかった。また, 覚知からの時間についての検討の結果, 現場到着, 病院到着までの時間は1カ月生存群と死亡群の間では有意差を認めなかった(現場到着6.0 ± 5.3 vs 7.2 ± 5.9分/ $p =$

0.44, 病院到着27.7 ± 12.3 vs 28.5 ± 9.7分/ $p = 0.8$)。一方, 心拍再開もしくはPCPS導入までの時間は1カ月生存群では28.9 ± 19.6分, 死亡群では45.5 ± 20.2分と有意差をもって生存群で短かった($p = 0.004$)。

搬入時の心電図所見に関して検討したところ, 搬入時に心拍再開が得られていなかった症例のうち心電図がasystoleであった21症例では1カ月生存が得られたのは5例(24%), 死亡は16例(76%)であった。搬入時にすでに心拍再開が

表 2 1 カ月生存群と死亡群の比較.

	Survivors (n = 23)	Dead (n = 30)	p value
Age (years old)	64.4 ± 14.6	70.1 ± 11.7	0.12
Male (%)	17 (73.9)	17 (56.7)	0.19
Time interval (min)			
Time from call to ambulance	6.0 ± 5.3	7.2 ± 5.9	0.44
Time from call to hospital	27.7 ± 12.3	28.5 ± 9.7	0.8
Time from call to ROSC or starting PCPS	28.9 ± 19.6	45.5 ± 20.2	0.004
Cardiac rhythm of arrival (%)			
ROSC on arrival	11 (47.8)	3 (10.0)	0.002
Asystole	5 (21.7)	16 (53.3)	0.02
Pulseless electrical activity	4 (17.4)	7 (23.3)	0.6
Ventricular fibrillation	3 (13.0)	4 (13.3)	0.98
By-Stander CPR (%)	10 (43.5)	7 (23.3)	0.12
Cardiac (%)	14 (60.9)	17 (56.7)	0.1

ROSC: return of spontaneous circulation, PCPS: percutaneous cardiopulmonary support, CPR: cardiopulmonary resuscitation.

得られていた14症例では、1カ月生存が11例(79%)、死亡が3例(21%)であった。搬入時に心拍再開していなかった39例では1カ月生存は12例(31%)であり、搬入時に心拍再開が得られていた症例で有意に生存率が高かった($p = 0.0002$)。またBy-Stander CPRの有無で検討したところ、By-Stander CPRが施行されていた17例では1カ月生存が10例(59%)、死亡が7例(41%)であった。By-Stander CPRが施行されていない36例では1カ月生存が得られたのは13例(36%)であり、By-Stander CPRの有無では死亡率に有意差はみられなかった。

搬入時、虚血性心疾患が疑われた46例には緊急冠動脈造影検査を行った。有意狭窄を認めた25例には引き続き経皮的冠動脈形成術を行い、全例で血行再建に成功した。

1カ月生存が得られた23例のうち8例が神経学的予後良好で社会復帰可能であった。社会復帰可能であった8例を社会復帰群、不可能であった15例を非復帰群の2群に分け、それぞれを患者背景、覚知からの時間、搬入時心電図、心拍再開の有無、心原性か否か、By-Stander CPRの有無について検討した(表3)。結果、年齢、性別では両群間に有意差を認めなかった。覚知からの時間は現場到着、病院到

着では両群で有意差を認めなかったが、心拍再開もしくはPCPS導入までの時間は社会復帰群では 17.0 ± 11.4 分、非復帰群では 35.2 ± 20.3 分と、社会復帰群で有意に短かった($p = 0.03$)。

搬入時の心電図波形や心拍再開の有無についてはいずれも有意差を認めなかった。By-Stander CPRの有無、原疾患では心原性か否かについても両群で有意差を認めなかった。さらに、今回の結果を時期によって2群に分けて検討を加えた。日本では2004年にAED(automated external defibrillator)が発売され、心肺蘇生法国際ガイドラインが発表されたこともあり、院外心肺停止患者に対する初期対応の重要性が認識されるようになった。それに伴い一般市民に対するBLSの啓発活動も盛んになり、その認識は徐々に浸透しつつあったといえる。2006年4月を境に前半群27例、後半群26例の2群に分けて統計学的検討を行った。By-Stander CPRの有無について検討した結果、前半群では3例(11%)、後半群では14例(54%)と後半群ではBy-Stander CPRの施行率は有意に高かった($p = 0.0006$)。覚知から心拍再開もしくはPCPS導入までの時間は、前半群で 46.6 ± 21.9 分、後半群で 29.7 ± 17.6 分と後半群では有意

表 3 1カ月生存者における社会復帰群と復帰不能群の比較.

	Return (n = 8)	Non-Return (n = 15)	p value
Age (years old)	60.5 ± 17.4	66.5 ± 13.0	0.36
Male (%)	7 (87.5)	10 (66.7)	0.28
Time interval (min)			
Time from call to ambulance	5.5 ± 2.7	6.3 ± 6.4	0.75
Time from call to hospital	25.6 ± 5.1	28.9 ± 14.8	0.56
Time from call to ROSC or starting PCPS	17.0 ± 11.4	35.2 ± 20.3	0.003
Cardiac rhythm of arrival (%)			
ROSC on arrival	6 (75.0)	5 (33.3)	0.06
Asystole	0 (0)	5 (33.3)	0.06
Pulseless electrical activity	1 (12.5)	3 (20.0)	0.65
Ventricular fibrillation	1 (12.5)	2 (13.3)	0.95
By-Stander CPR (%)	3 (37.5)	7 (46.7)	0.67
Cardiac (%)	4 (50.0)	10 (66.7)	0.44

ROSC: return of spontaneous circulation, PCPS: percutaneous cardiopulmonary support, CPR: cardiopulmonary resuscitation.

表 4 時期に分けた 2 郡の比較.

	2004.4 ~ 2006.4 (n = 27)	2006.4 ~ 2009.1 (n = 26)	p value
Age (years old)	69.3 ± 12.1	65.8 ± 14.3	0.35
Male (%)	18 (66.7)	16 (61.5)	0.7
Time interval (min)			
Time from call to ambulance	7.9 ± 5.8	5.4 ± 5.3	0.11
Time from call to hospital	30.5 ± 10.8	25.7 ± 10.4	0.1
Time from call to ROSC or starting PCPS	46.6 ± 21.9	29.7 ± 17.6	0.003
By-Stander CPR (%)	3 (11.1)	14 (53.8)	0.0006
Cardiac (%)	18 (66.7)	13 (50.0)	0.22
One-month survivors (%)	7 (25.9)	16 (61.5)	0.0089
Comeback to normal life patients (%)	2 (7.4)	6 (23.1)	0.11

前半群は 04 年 4 月から 06 年 4 月に、後半群は 06 年 4 月から 09 年 1 月に院外心肺停止で当院へ搬送となった症例.

ROSC: return of spontaneous circulation, PCPS: percutaneous cardiopulmonary support, CPR: cardiopulmonary resuscitation.

に短く ($p = 0.003$), 1カ月生存については前半群で7例 (26%), 後半群で16例 (62%)と後半群で有意に上昇していた. 社会復帰率では前半群は2例 (7%) であるのに対し,

後半群は6例 (23%) と有意差はないものの, 後半群で高い傾向が見られた ($p = 0.11$) (表 4).

考察

本邦における院外心肺停止患者の社会復帰率は1%程度であり¹⁾、発症が目撃されBy-Stander CPRが直ちに行われ心拍が再開しても、植物状態や脳死状態に陥る症例は少ない。院外心肺停止患者の転帰を最大限に改善させる方策として、①通報、②一次救命処置 (basic life support: BLS)、③除細動、④二次救命処置 (ACLS) が迅速かつ円滑に連動することが最も重要であるとされている²⁻⁴⁾。心肺停止症例の中ではその後心拍が再開しても、心肺停止による脳血流の低下が低酸素脳症を引き起こし、重篤な中枢神経障害により社会復帰が困難になる例が非常に多い。これに対し34℃前後の低体温療法を行うことにより、蘇生後脳症による後遺症が有意に減少し、予後を改善することが報告されている^{6,7,9)}。その機序としては、脳での酸素需要を低下させ脳虚血の進行を防止することに加え、グルタミン酸産生の減少による酸素フリーラジカル反応の抑制や、細胞膜の安定化、炎症反応の抑制、頭蓋内圧の減少などが挙げられる^{6,7,9)}。

2002年にNew Engl J Med誌でヨーロッパとオーストラリアで低体温療法の有用性が報告された^{5,6)}。これらの報告では、院外心肺停止に対する体表冷却法を用いた低体温療法で、6カ月後の神経学的評価が予後良好であった症例はそれぞれ136例中75例 (55%)、43例中21例 (49%)とされていた。今回当センターで施行された低体温療法の成績で、神経学的に予後良好で社会復帰可能であったのは53例中8例 (15%)とこれらの成績に比べて結果はよいものとはならなかったが、前述の報告では対象が目撃者のある院外心原性心肺停止患者、15分以内に心肺蘇生を開始すること、最初の心電図所見で心室細動または心室性頻拍であることを条件としており、条件の良い患者群を対象にしているためと考えられる。今回の検討では体表冷却法と比較していないので、体外循環を用いた低体温療法の有用性を明らかにすることはできなかったが、当初当センターで行っていた体表冷却法に比べて温度管理が容易であり、清拭や体位変換といった看護中の温度変化がない。さらに、体表冷却法と違い、体表面を覆う必要がないため、蘇生を行いながら冷却が可能であり、他の検査や処置の障害になりにくい。しかし一方で、体外循環を用いた低体温療法は侵襲的であるため感染のリスクが高い上、導入可能な施設は限られており、さらに導入や維持にあたってのコストも高く技術も困難であることから、さまざまな問題があることも無視

できない。

一般的に、心肺停止患者の救命率向上のためのBy-Stander CPRの重要性が明らかになっている¹⁰⁾。今回の53例の検討の結果としては、By-Stander CPRの施行率は社会復帰群および1カ月生存群で有意に高くなかった。それは、今回の検討ではBy-Stander CPR施行症例が53例中17例 (32%)と少なかったため、統計的に有意差が出なかったと考えられる。したがって、今回の結果は決してBy-Stander CPRの有用性を否定するものではないと考える。今回の53例について前半群と後半群に分けたときに、By-Stander CPRの施行率は有意差をもって後半群で高く、社会復帰率は両群で有意差を認めなかったものの1カ月生存率は後半群で有意に上昇していることから、やはりBy-Stander CPRは重要であると考えられる。また、救急車到着所要時間の全国平均は約6分とされており、当センターのデータと同様であるが、覚知から救急隊によるCPR開始までの時間のさらなる短縮は難しく、市民によるBy-Stander CPR施行率のさらなる向上が院外心肺停止症例の生存率向上の一助になると考えられる。2004年7月に日本においてもAEDの一般市民による使用が許可されるようになり、一般市民に対するBLSの啓発がなされるようになってきている。今後も一般市民に対するBLSの啓発を行っていくことが更なる成績向上に貢献すると考えられる。

院外心肺停止症例の生存率は、心停止からCPR開始までの時間、除細動実施までの時間および高度救命処置開始までの時間に依存しているとされる¹¹⁾。今回、前半群と後半群の比較においても、後半群では心拍再開もしくはPCPS導入までの時間は後半群で有意に短く、1カ月生存率は後半群で有意に改善していることから、より早い心拍再開もしくはPCPSの導入が生存率の向上につながるということが示唆される。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^{12,13)}、BLSの啓蒙、より迅速な低体温療法の導入を行い、さらなる救命率の向上に努める必要があると考える。

結論

院外心肺停止症例に対する体外循環を用いた低体温療法について検討した。By-Stander CPR施行率が32%であったが、1カ月生存が43%、社会復帰が15%であり、低体温療法の有用性が示唆された。

AEDの普及に伴い、BLSの普及や初期対応の重要性が認

知されるようになり, By-Stander CPRの施行率は上昇し, それに伴い院外心肺停止患者の救命率も上昇していることから, 今後も更なる市民への啓発や教育が重要と考えられた.

文 献

- 1) 日本救急医学会・救命効果検討委員会: 現場および来院時心肺機能停止症例の予後に対する調査研究, 1998.
- 2) Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care. Emergency Cardiac Care Committee and Subcommittees, American Heart Association. Part I. Introduction. JAMA 1992; 268: 2171-2183.
- 3) Cummins RO, Chamberlain DA. Circulation 1997; 95: 2172-2210.
- 4) The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation: Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2000; 102: II-384.
- 5) 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.
- 6) 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) ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association: Part 10.4: Hypothermia. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. American Heart Association, Inc, USA, 2005, p. IV 36-38.
- 8) Nolan JP, Morley PT, Vanden Hoek TL, Hickey RW, Kloeck WG, Billi J, Böttiger BW, Morley PT, Nolan JP, Okada K, Reyes C, Shuster M, Steen PA, Weil MH, Wenzel V, Hickey RW, Carli P, Vanden Hoek TL, Atkins D; International Liaison Committee on Resuscitation. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest: an advisory statement by the advanced life support task force of the International Liaison Committee on Resuscitation. Circulation 2003; 108: 118-121.
- 9) Felberg RA, Krieger DW, Chuang R, Persse DE, Burgin WS, Hickenbottom SL, Morgenstern LB, Rosales O, Grotta JC. Hypothermia after cardiac arrest: feasibility and safety of an external cooling protocol. Circulation 2001; 104: 1799-1804.
- 10) American Heart Association Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2000; 102: 1158-1165.
- 11) Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, et al: Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. Ann Emerg Med 1993; 22: 1652-1658.
- 12) Hasa 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.
- 13) Chen YS, Lin JW, Yu HY, Ko WJ, Jerng JS, Chang WT, Chen WJ, Huang SC, Chi NY, 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.