

## 酸素需給動態からみた急性循環不全に対する 体外式心肺補助法の有用性

熊本大学医学部 救急部・集中治療部  
黒 瀬 満 郎

### はじめに

体外式心肺補助法は人工肺とポンプを使用し、体外で血液の酸素化と炭酸ガスの除去を行なう生命維持法である。ECMO, ECLA, ECLHA, ECLSとも呼ばれる。この心肺補助法は治療抵抗性の呼吸不全のみならず致命的急性循環不全の循環補助としても使用され効果をあげている<sup>1)~4)</sup>。わが国においてはPCPSとして急性心不全、虚血性心疾患治療時の循環補助として急速に普及しつつある。今回は緊急蘇生例、致命的不整脈例に対する緊急体外式心肺補助法の使用経験について<sup>5)6)</sup>、酸素需給動態の変化から検討してみた。

### 1 蘇 生

対象は1987年11月から1992年2月までの間に、従来の心肺蘇生に反応が悪く頻回に心停止を繰返すため長時間心マッサージ施行後に体外式心肺補助を開始した4例である。症例の内訳は分娩後の肺動脈血栓塞栓症、プロテインC欠損が関与したと思われる肺動脈内の微慢性血栓症、右室梗塞合併の心筋梗塞、肺挫傷を伴う胸部打撲例であった

(Table I)。

Table IIに体外式心肺補助開始前後の動脈血液ガス、血圧、意識、生存の有無を示す。心肺補助開始とともに血圧は全例で上昇し、BEは平均-18から-8.8に、pHが7.034から7.283に改善した。心肺補助法開始前に全例意識障害が認められたが、3例で清明となり、2例を救命し得た。意識改善にもかかわらず死亡した症例2は肺動脈内の微慢性血栓症を治癒し得なかったことが救命できなかった原因であり、意識の改善しなかった症例4は体外式心肺補助開始前の心肺蘇生中に不可逆的中枢神経障害を来した可能性が示唆された。意識が清明となった3例の100%酸素吸入下での酸素分圧は保持されていたのに比し、症例4のみ100%吸入で動脈血酸素分圧が49mmHgと酸素化が不良であり、おそらく心停止をきたした時点での酸素分圧はそれ以上に低下しており、同じ心マッサージ下でも oxygen delivery は劣悪の状態であったと考えられた。

なお、全例右心房近位脱血、大腿動脈送血とした。用いた人工肺、体外式心肺補助施行時間、流量を Table IIIに示す。

Table I Characteristics of 4 patients treated with extracorporeal life support. min.=minutes

Patient	Age	Sex	Underlying disease	Total time continued for cardiac massage (min.)
1	32	F	acute pulmonary embolism	110
2	56	M	pulmonary arterial thrombosis due to protein C deficiency	130
3	56	M	inferior left ventricular infarction accompanied by right ventricular infarction	50
4	30	F	thoracic contusion	60

Table II Arterial blood gas, blood pressure, consciousness before and during extracorporeal life support (ECLS), and outcome. PaO<sub>2</sub>=arterial oxygen tension ; PaCO<sub>2</sub>=arterial carbon dioxide tension ; BE=base excess ; BP=blood pressure ; B.=before ECLS ; D.=during ECLS ; SD=standard deviation.

Patient	pH		PaO <sub>2</sub> (mmHg)		PaCO <sub>2</sub> (mmHg)		BE (mM/L)		BP (mmHg)		Glasgow coma scale		Outcome
	B.	D.	B.	D.	B.	D.	B.	D.	B.	D.	B.	D.	
1	6.983	7.401	132.0	106.7	50.1	31.5	-20.3	-3.8	65/50	120/60	9	15	survived
2	6.959	7.233	348.9	91.0	36.8	30.2	-24.3	-13.4	65/40	100/80	3	15	improved /died
3	7.271	7.463	441.5	98.1	43.5	33.8	-6.8	1.8	60/40	115/75	under anesthetic	15	survived
4	6.922	7.034	49.0	148.0	65.4	40.8	-20.4	-19.9	70/55	80/55	3	3	died
Mean	7.034	7.283	243.0	111.0	49.0	34.1	-18.0	8.8	65/46	104/68			
SD	0.160	0.192	183.0	25.5	12.2	4.7	7.7	9.7	4/8	18/12			

Table III Extracorporeal life support (ECLS) course. SD=standard deviation.

Patient	Hours on ECLS	ECLS flow (L/min/m <sup>2</sup> )	Artificial lung	Heparin—bonded circuits
1	20	2.32	Kuraray	no
2	7	1.88	Kolobow	no
3	22	1.88	Carmeda Maxima	yes
4	47	1.94	Kuraray /Carmeda Maxima	no /yes
Mean	37	2.07		
SD	32	0.23		

ま と め (1)

1. 体外式心肺補助施行中血圧の上昇, 代謝性アシドーシスの改善がみられた。
2. 3例は人工心肺施行中に意識が清明となり, 2例を救命し得た。
3. 体外式心肺補助開始後, 酸素供給を確実に増加, 改善し得たことにより, ショックに伴う臓器障害の進展を阻止し得たことが救命につながったと考えられる。しかし体外式心肺補助開始前に低酸素血症を合併した例の蘇生は極めて困難と考えられた。

2 致死的不整脈

対象は心筋梗塞後心室瘤を形成し心室性頻拍(VT)による失神発作を繰返すため, 心室瘤切除術とVTに対する冷凍凝固術を施行した患者である。術後IABPを施行し, 心電図上虚血性変化はなかったが, 電氣的除細動(DC)を必要とする頻回のVTとうっ血性心不全, 低酸素血症をきたし体外式心肺補助を開始した。Fig. 1は薬剤抵抗性のVTが頻発し, DCにて一時洞リズムに戻るが再度VTが出現していることを示す。体外式心肺補助開始前の動脈血酸素分圧は64.7mmHg, 血圧85/45mmHg, 乳酸値4.79mM/L, 尿量25ml/2時間と酸素化, 循環不全が悪化してきていたが,

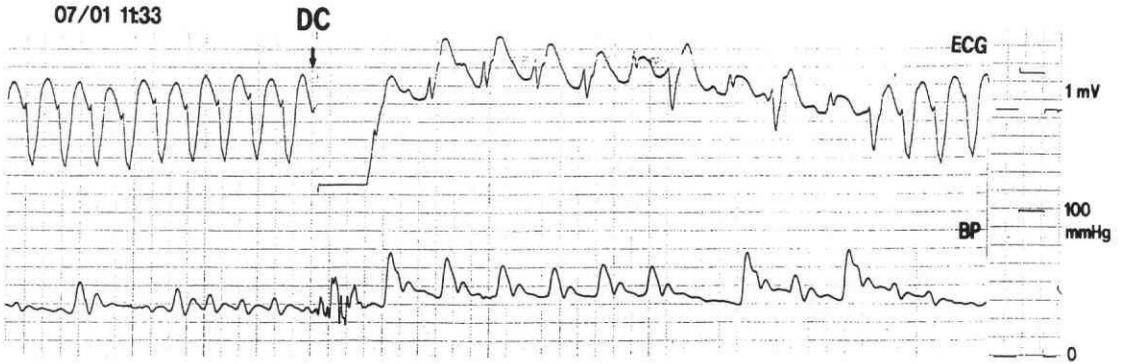


Fig. 1 Propranolol for VT under combined use of ECLS and IABP

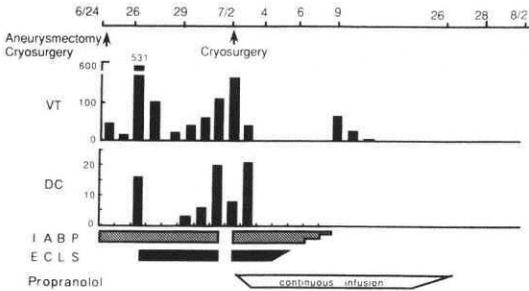


Fig. 2 Propranolol for VT under combined USE of ECLS and IABP

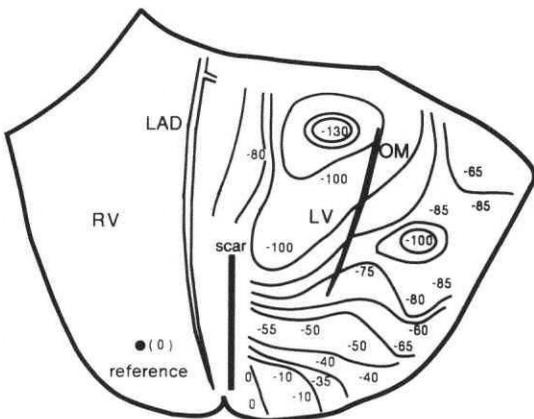


Fig. 3

心肺補助の併用後、酸素化は改善し、血圧は上昇、乳酸値は低下、尿量は増加した。Fig. 2 は VT とそれに対する DC の頻度を示したものである。体外式心肺補助開始後、VT は少なくなり、しかも持続しないため DC も一時的ではあるがなくなった。この原因として、体外式心肺補助開始後、低下した oxygen delivery が改善し、心筋虚血、代謝性アシドーシスの改善、また不整脈の誘因となる亢進した交感神経活動が低下した結果と考えられた。しかし、その後やはり VT が頻発するため再度冷凍凝固術を施行し術後に  $\beta$  ブロッカーの propranolol を大量使用し、不整脈の減少後血行動態は安定し最終的に VT は治癒した。

Fig. 3 は 2 回めの冷凍凝固術施行時の VT 中 mapping で、梗塞部近位に VT の最早期興奮部位が確認され、この部位を冷凍凝固した。

まとめ (2)

1. 開心術後の致命的 VT, うっ血性心不全にいたし IABP と体外式心肺補助を併用した。
2. 体外式心肺補助開始後に血圧の上昇, 酸素分圧の上昇, 尿量の増加, 乳酸値の低下がみられ, VT は減少し一過性に DC は不必要となった。
3. IABP と体外式心肺補助下に  $\beta$  ブロッカーを大量使用し, 術後の致命的 VT を治療できた。  
心肺蘇生, 致命的不整脈に対する体外式心肺補助の効果を自験例について述べた。

参 考 文 献

- 1) Bartlett RH, Gazzaniga AB, Toomasian J, et al. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in neonatal respiratory failure. *Ann Surg* (1986) **204**, 236.
- 2) Anderson HL, Attorri RJ, Custer JR, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for pediatric cardiopulmonary failure. *J Thorac Cardiovasc Surg* (1990) **99**, 1011.
- 3) Meliones JN, Custer JR, Snedector S, et al. Extracorporeal life support for cardiac assist in pediatric patients Review of ELSO registry data. *Circulation* (1991) **84** (Suppl III), 168.
- 4) Nido PJ, Dalton HJ, Thompson AE, et al. Extracorporeal membrane oxygenator rescue in children during cardiac arrest after cardiac surgery. *Circulation* (1992) **86** (Suppl II), 300.
- 5) Kurose M, Okamoto K, Sato T, et al. Extracorporeal life support for patients undergoing prolonged external cardiac massage. *Resuscitation* (1993) **25**, 35.
- 6) Kurose M, Okamoto K, Sato T, et al. Successful treatment of life-threatening ventricular tachycardia with high-dose propranolol under extracorporeal life support and intraaortic balloon pumping. *Jpn Circ J* (1993) **57**, 1106.