

## 原 著

心臓血管外科周術期患者に対する心肺蘇生術(CPR)の  
予後判定に関する検討松井 淳琪\*, 公文 啓二\*, 矢作 直樹\*  
渡辺 泰彦\*, 春名 優樹\*

## 要 旨

重症患者に対する心肺蘇生(CPR)の予後を判定することを目的として, 国立循環器病センター外科系集中治療科にて過去3年間に施行した成人および先天性心疾患患児45例計61回のCPRを対象とし, 成功・不成功の2群に分類し検討した。今回の検討結果からは, 高濃度酸素吸入下でPaO<sub>2</sub> 80 mmHg以下あるいはSaO<sub>2</sub> 90%以下, PH 7.2以下, BE - 5以下, 血清K濃度5.5 mEq・l<sup>-1</sup>以上, BUN 70 mg・dl<sup>-1</sup>以上, T.Bil 10 mg・dl<sup>-1</sup>以上, ノルエピネフリンもしくはエピネフリン投与0.5 μg・kg<sup>-1</sup>・min<sup>-1</sup>以上およびIABP施行の有無が予後を判定する指標となりうることが示された。また, 先天性心疾患姑息術後例では, SaO<sub>2</sub> 20%以下を予後の指標とし得る特徴があることや, 基礎病変, 手術侵襲後の循環動態, 肝腎機能などを加味して予後を判断すべきであることが示唆された。

## 緒 言

心肺機能の低下した心臓血管外科周術期患者においては, 他の一般手術患者に比べ心肺蘇生術(cardio-pulmonary resuscitation: CPR)を要する場面に遭遇する頻度は高いが, 多くの場合は集中治療管理下であり, 即座に対応できその救命率は良好である。一方, 超重症患者に対するCPRは, 一時的にはCPRに成功しても患者は生命維持装置につながれて延命するのみの場合もあり, 尊厳死・社会・倫理ならびに医療経済面などにおいて

深刻で重大な問題を提起する。したがって, 一部の超重症症例においてはCPRを施行しない(do not resuscitate: DNR)ことも必要となる。これまで, DNRの判定を受けた患者と積極的治療を受けた患者の年齢, 意識レベル<sup>1)</sup>や, 癌, 敗血症, 肺炎の有無<sup>2)</sup>, 心肺停止の状況<sup>3)</sup>などについて有意差を報告した疫学的研究報告は散見されていた。また, より具体的には, APACHE IIスコアをもとにICU入室時の血圧や主要臓器機能, 電解質レベルなどの全身状態について調査を行い, 転移性癌の有無や腎機能の重要性を訴えた報告もみられる<sup>4)</sup>。しかし, ICU内の重症患者のCPRに直面したとき, 呼吸循環動態や検査結果等をもとにDNRを判定する直接の指標となる研究はほとんどなく, これまで主治医の判断にゆだねられてきたのが現状である。今回, その問題を解決する一助として, 過去3年間で経験したCPR症例を成功・不成功の2群に分類し成否を左右する因子についてレトロスペクティブに検討した。

## 対象および方法

国立循環器病センター外科系集中治療科にて施行した45例計61回のCPRを対象とした。蘇生が成功した群(survived: S)と, 回復することなくそのまま死亡した群(died: D)に分類した。CPR施行対象患者の内訳は成人心血管術後26例29回(S: 11回, D: 18回), 先天性心疾患根治術後10例16回(S: 11回, D: 5回), 先天性心疾患姑息術後9例16回(S: 11回, D: 5回)の計61回であった(Table 1)。

CPRを開始した時点での動脈血ガス分析(動

\*国立循環器病センター 外科系集中治療科

脈血酸素分圧 (PaO<sub>2</sub>), 動脈血酸素飽和度 (SaO<sub>2</sub>), 血液 pH, BE, 血清 K 濃度, 肝腎機能 (血清クレアチニン値 (Scr), 血中尿素窒素値 (BUN), 総ビリルビン値 (T.Bil)), 投与カテコラミン (エピネフリン (E), ノルエピネフリン (NE)) の CPR 前の最大持続投与量等を成人心血管手術, 先天性心疾患根治術, および先天性心疾患姑息術別に S 群および D 群の相違を比較検討した。また, 心肺停止の直接の原因としての大量出血, 急性心筋梗塞, 致死的不整脈の有無ならびに大動脈内バルーンパンピング (IABP) の施行, 腹膜透析 (PD) あるいは持続血液濾過法 (CHF) の施行の有無についても調べた。統計学的検討は Student's t-test で行い, p < 0.05 を有意とした。

**結 果**

a. 動脈血ガス分析値

成人症例 (Table 2 - A) : PaO<sub>2</sub> は, 成人ではいずれも高濃度酸素吸入下であったが D 群で S 群に

比して低値であり CPR 開始直前の PaO<sub>2</sub> が 80 mmHg 以下の場合の CPR 成功は認められなかった。died 群で 1 例のみ, 416 mmHg と高値を示したが, これは肝硬変症例で静脈瘤破裂による突然の大量出血をきたし, 輸血が追い付かず心停止に至ったもので, 数分前より 100 % 酸素の吸入をしていた特殊な例であった。SaO<sub>2</sub> は S 群ではすべて 95 % 以上でありほぼ 100 % に集中していたが, D 群はより低値に広く分散していた (Fig. 1)。pH は, 成人の S 群の最低は 7.2 で大半はほぼ 7.4 以上であったが, 7.0 や 6.8 など極端な低下例はすべて D 群に含まれた。BE は S 群での平均は +0.92 で最低でも -4.4 と正常範囲内にとどまっていたが, 高度の (-) を示していた症例はすべて D 群であった (Fig. 2)。

先天性心疾患根治術後症例 (Table 2 - B) : PaO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub> ならびに pH には両群間に特徴的な差異は認められなかった。BE では統計的な有意差は認めなかったが, S 群は -8.5 以上に分布し-

**Table 1** Patients Summary

operation	died	survived total	
<b>Adult</b>			
valvular repair/replacement	4	4	8
aortic aneurysm repair	6	3	9
coronary artery bypass grafts	7	2	9
subtotal	17	9	26
<b>Congenital heart disease</b>			
total correction	3	7	10
palliation	4	5	9
total	24	21	45

**Table 2-A** Values just before CPR in adult patients.

	Survived (n=11)	Died (n=18)	P value
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	135.2 ± 70.1	73.8 ± 90.4	<0.05
SaO <sub>2</sub> (%)	98.7 ± 1.0	75.5 ± 24.4	<0.05
pH	7.426 ± 0.095	7.304 ± 0.157	<0.05
BE	0.9 ± 5.1	-4.1 ± 8.8	<0.05
Serum K <sup>+</sup> (mEq·l <sup>-1</sup> )	3.9 ± 0.6	5.2 ± 1.4	<0.05
Scr (mg·dl <sup>-1</sup> )	1.6 ± 1.0	2.8 ± 1.1	<0.05
BUN (mg·dl <sup>-1</sup> )	37.4 ± 16.4	58.8 ± 34.7	<0.05
T. Bil (mg·dl <sup>-1</sup> )	1.8 ± 0.8	8.1 ± 8.0	<0.05

(mean ± SD)

11以下の2例はどちらも死亡した。

先天性心疾患姑息術後症例 (Table 2 - C) :

PaO<sub>2</sub>ならびに SaO<sub>2</sub>には有意差がなかったが、  
SaO<sub>2</sub>が25.2%でも蘇生し得た例があった。しかし、

**Table 2-B** Values just before CPR in child patients with congenital heart disease received total correction.

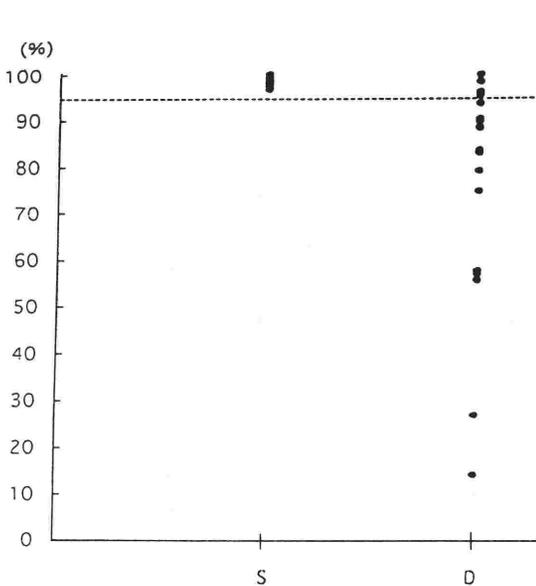
	Survived (n=11)	Died (n=18)	P value
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	140.0±131.8	117.3±65.0	NS
SaO <sub>2</sub> (%)	89.5±18.9	95.1±6.5	NS
pH	7.358±0.158	7.328±0.172	NS
BE	-1.1±5.9	-3.1±9.4	NS
SerumK <sup>+</sup> (mEq·l <sup>-1</sup> )	3.9±0.5	4.5±0.5	<0.05
Scr (mg·dl <sup>-1</sup> )	2.3±3.3	3.2±3.4	NS
BUN (mg·dl <sup>-1</sup> )	39.9±31.8	82.9±25.0	<0.05
T. Bil (mg·dl <sup>-1</sup> )	5.9±10.1	1.8±0.8	<0.05

(mean ± SD)

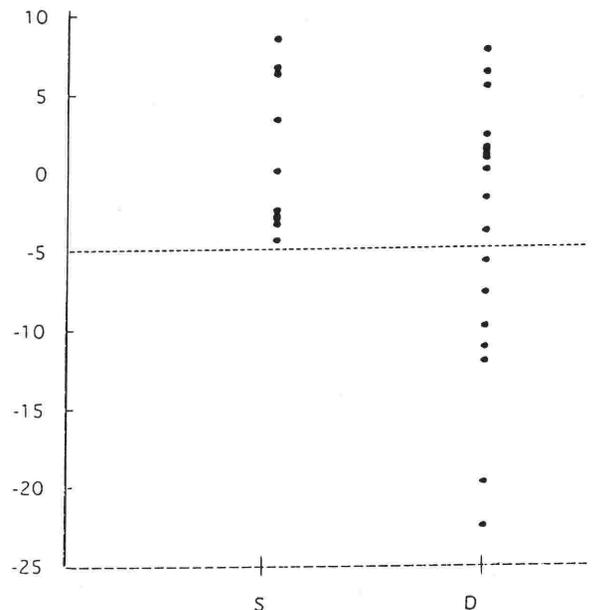
**Table 2-C** Values just before CPR in child patients with congenital heart disease received palliative surgery.

	Survived (n=11)	Died (n=18)	P value
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	34.1±9.7	32.2±10.2	NS
SaO <sub>2</sub> (%)	57.5±19.5	44.1±25.2	NS
pH	7.322±0.125	7.213±0.153	<0.05
BE	-2.8±3.8	-6.2±7.2	<0.05
SerumK <sup>+</sup> (mEq·l <sup>-1</sup> )	4.7±1.8	3.9±0.9	<0.05
Scr (mg·dl <sup>-1</sup> )	1.2±0.6	1.7±0.7	<0.05
BUN (mg·dl <sup>-1</sup> )	32.9±15.0	36.1±5.1	NS
T. Bil (mg·dl <sup>-1</sup> )	4.2±2.6	3.1±2.6	<0.05

(mean ± SD)



**Fig.1** SaO<sub>2</sub> in adult patients



**Fig.2** BE in adult patients

16.7%と18.8%の2例は救命しえなかった。pHは、D群では7.4以下に分布する傾向にあった。BEはS群は-8.7以上に分布し-12以下の2例はどちらもD群であった。

b. 血清K濃度

成人症例の血清K濃度はS群は全例 $5.5 \text{ mEq} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下であったが、CPR開始直前値が $5.5 \text{ mEq} \cdot \text{l}^{-1}$ 以上は全例D群であった (Fig. 3)。

先天性心疾患根治術後症例では異常値であったものは少なく特徴的な差異は認められなかった (Table 2-B)。

先天性心疾患姑息術後症例ではS群がD群より高値を示す現象が生じたが、S群でK7.7, 7.9と著明な高値を示した2例のためであった (Table 2-C)。これらはいずれも同一症例であり、また2度の蘇生に成功したが5日後に低心拍出状態となって死亡した。

c. 腎機能ならびに肝機能

成人症例 (Table 2-A) : ScrはS群で有意に低値であり $2.5 \text{ mg} \cdot \text{dl}^{-1}$ 以上の腎機能低下例のCPR成功は1例のみであった (Fig. 4)。またBUN  $70 \text{ mg} \cdot \text{dl}^{-1}$ 以上の症例でのCPR成功は認められなかった (Fig. 5)。S群でのT.Bil値は、 $5 \text{ mg} \cdot \text{dl}^{-1}$ 以下の低値に集中したが、 $10 \text{ mg} \cdot \text{dl}^{-1}$ 以上は全例D群であった (Fig. 6)。

先天性心疾患根治術後症例 (Table 2-B) : Scrは両群間の差は認められなかった。BUNはD群が高値を示したが、S群に $112 \text{ mg} \cdot \text{dl}^{-1}$ という最高値を認めた例もあり、両群とも広い分布を示した。T.BilはS群の値が高かったが、これは、低心拍出症候群より肝不全をきたし、血漿交換により延命しえた一例のためで、この例を除くとほぼ全例 $5 \text{ mg} \cdot \text{dl}^{-1}$ 以下で特徴的な所見はなかった。

先天性心疾患姑息術後症例 (Table 2-C) : Scr, BUNおよびT.Bilでは有意差を認めたものの、その分布範囲には、両群間の相違はほとんど認められなかった。

PDやCHFなどの血液浄化法の施行はS群で33 CPR中12 CPR (33%)に対しD群では28 CPR中17 CPR (61%)であり、血液浄化下でのCPR成功率は41%であった。

d. 投与カテコラミンおよびIABP

成人症例 : S群のノルエピネフリン (NE) 使用は3例 (27%), エピネフリン (E) は1例 (9%)

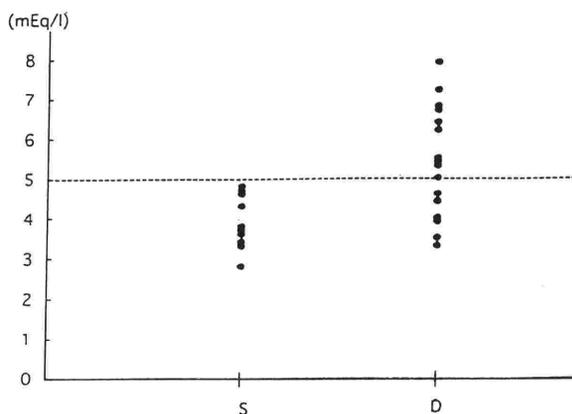


Fig.3 serum K<sup>+</sup> in adult patients

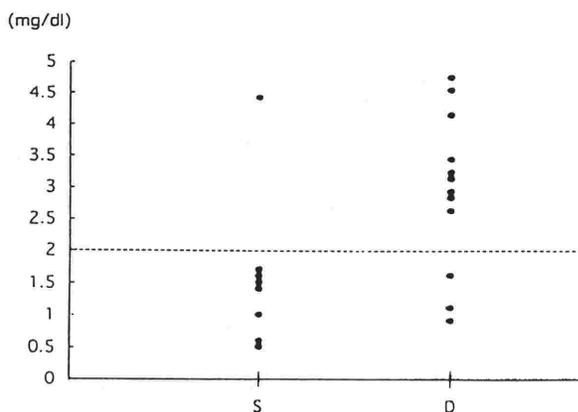


Fig.4 Scr in adult patients

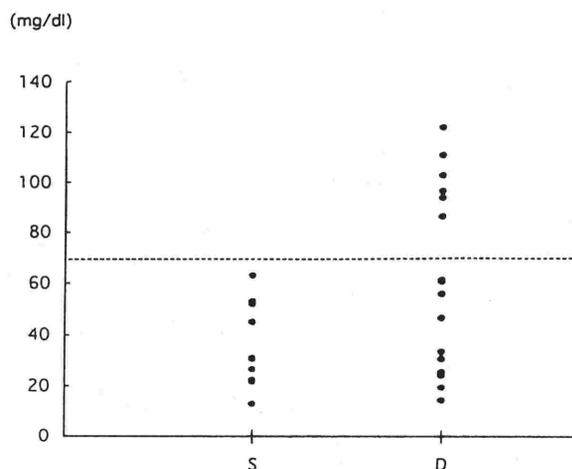


Fig.5 BUN in adult patients

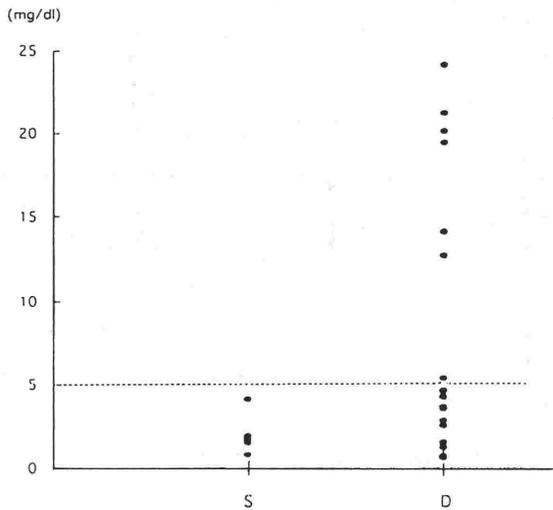


Fig.6 T.Bil in adult patients

に対し、D群ではNE 8例 (44%)、E 10例 (56%)であり、また両者とも $0.5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 以上の高用量投与例はいずれもD群であった。CPR発生時におけるIABP使用はS群で1例 (9%)に対してD群では6例 (33%)でありIABP使用下のCPR成功は7例中1例14%であった。

先天性心疾患根治術後症例：S群のNE使用は3例 (27%)、Eは6例 (55%)に対しD群ではNE 2例 (40%)、E 4例 (80%)であったが高用量投与例は少なく投与速度に両群間の差異は認められなかった。

先天性心疾患姑息術後症例：S群のNE使用は1例 (9%)、Eは6例 (55%)に対してD群ではNE 3例 (60%)、E 5例 (100%)であったが投与速度に両群間の差異は認められなかった。

#### e. その他

大量出血が原因でCPRに至った症例は4例であったが、出血のコントロールのつかない2例では救命し得なかった。致死的不整脈が原因のCPRは18例のうち頻脈性不整脈でCPRをうけた3例でCPRは不成功であった。急性心筋梗塞が直接原因となってCPRに至った症例はなかった。

## 考 案

以上の結果、CPR開始前に血液ガス交換能の低下していた症例、高K血症、高度のアシドーシス及び多量のカテコラミンやIABP補助を要する

循環不全を呈していた症例、肝腎機能の低下した症例に対するCPRには、不成功例が多く認められた。CPRに成功した例のうち、成人例9例中4例、先天性心疾患根治術後症例7例中2例、先天性心疾患姑息術後症例5例中3例が、CPR後0日から39日で死亡したが、これらの例を詳細に調べると、少なくともT.Bil  $10 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$ 以上を示す肝機能不全例でCPRの後、最終的に救命し得た例はなく、肝機能は予後判定上重要な要素であることが示唆された。成人例の死亡群では、心、肺、肝、腎、の主要臓器のいずれかあるいは複数臓器が機能不全となり、長期の集中治療管理の後、最終的にカテコラミンに反応しなくなり、低血圧となって、蘇生を受ける症例が大半を占めた。今回の検討結果からは、高濃度酸素吸入人工呼吸下でPaO<sub>2</sub> 80 mmHg以下あるいはSaO<sub>2</sub> 90%以下にガス交換能が低下した症例、PHで7.2以下、BE -5以下、血清K濃度 $5.5 \text{ mEq}\cdot\text{l}^{-1}$ 以上、BUN  $70 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$ 以上、T.Bil  $10 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$ 以上、NADもしくはAD  $0.5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 以上の投与およびIABPの使用の有無などが、DNRを考慮するうえでの指標となることが示唆された (Table 3)。先天性心疾患根治術後症例及び姑息術後症例でのCPR不成功例の大半は複雑心奇形で、手術によって解剖学的修復や機能的な修復を行っても元来の心機能の低下や異常な循環動態に多大な手術侵襲が加わり、高度の低心拍出症候群を経たのち体循環の維持に破綻をきたしてCPRにいたった症例が特徴的であった。複雑心奇形を有する先天性心疾患患児は根治術症例においてはPaO<sub>2</sub>ならびにSaO<sub>2</sub>に両群間に差異はなく、また姑息術後症例においてSaO<sub>2</sub> 25.2%でもCPRに成功した例

Table 3 A criteria for DNR in patients after cardiac surgery

PaO <sub>2</sub> *	< 80 mmHg
SaO <sub>2</sub> *	< 90 %
pH	< 7.2
BE	< -5
serum K <sup>+</sup>	> 5.5 mEq·l <sup>-1</sup>
BUN	> 70 mg·dl <sup>-1</sup>
T. Bil	> 10 mg·dl <sup>-1</sup>
NE or E	> 0.5 μg·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>

\*Under inhalation of oxygen at high concentration

もあり、これらの患児は低酸素血症に強く血液ガスデータはDNRを判断するうえでの有用性に乏しい事が明らかになった。とはいえSaO<sub>2</sub>が20%を下回ると蘇生は極めて困難であると思われた。今回の調査の範囲では、pH 7.0, BE -10以下では一例も蘇生しえなかった。また、先天性心疾患患児においてはScr, BUN, T.bil等は数値によって明確に蘇生の成否を予知できるものではなかったが、逆に言えば、複雑心奇形を有する先天性心疾患患児はScr, BUN, T.bilなどの主要臓器機能の異常が明らかになる以前にCPRを要する病態に陥り、ひとたびそのような状況におちいれば体循環の回復は極めて困難であるといえる。したがって、高度の低心拍出量症候群によってすでに、肝腎機能の低下した症例ではたとえ一時的なCPRに成功してもその生命予後は極めて不良であると考えられる。すなわち、複雑心奇形を有する先天性心疾患患児では、基礎病変、手術侵襲後の循環動態を考慮し、SaO<sub>2</sub> (姑息術後症例では20%以下)、pH (7.0以下)、BE (-10以下)、血清K濃度、カテコラミン投与量および肝腎機能などを加味してCPRを施行するか否かを判断すべ

きであろう。

今回の検討は、先天性および後天性心血管病変のある患者の術後管理についてのみなされており、一般病棟内でのCPRに際してDNRの判定をおこなう指標になるとは必ずしもいえない。心臓血管疾患患者であることが、有意にDNRの判定を受けるファクターになるとの報告もある<sup>4)</sup>。今後さらに検討範囲を広げ、具体的かつ明確な指標を築くことが重要であろう。

## 文 献

- 1) Parker JM, Landry FJ, Phillips YY: Use of do-not-resuscitate orders in an Intensive care setting. *Chest* 104(5):1592-1596, 1993
- 2) Ebell MH: Prearrest predictors of survival following in-hospital cardiopulmonary resuscitation. *J-Fam-Pract* 34(5):551-558, 1992
- 3) Robert D, Landolfo K, Light RW, et al: Early predictors of mortality for hospitalized patients suffering cardiopulmonary arrest. *Chest* 97:413-419, 1990
- 4) Ebell MH: The effect of the APACHE II score and selected clinical variables on survival following cardiopulmonary resuscitation. *Fam-Med* 25(3):191-196, 1993

## Predictors of Survival Following Cardiopulmonary Resuscitation at Surgical Intensive Care Unit for Patients after Cardiovascular Surgery

Junki Matsui, Keiji Kumon, Naoki Yahagi,  
Yasuhiko Watanabe, Masaki Haruna

Surgical Intensive Care Unit, National Cardiovascular Center,  
Suita, Osaka 565, JAPAN

The retrospective study was performed on a total of 61 cardiopulmonary resuscitation (CPR) at surgical intensive care unit of National Cardiovascular Center in 45 patients who underwent cardiovascular surgery. The subjects consisted of 26 adult patients (29 CPR), and 19 children or infants (32 CPR) including 10 patients (16 CPR) after total correction and 9 patients (16 CPR) who received palliative surgery. We divided the CPR procedures of these subjects into the successful and unsuccessful groups and compared various variables just before CPR between the groups.

There was no successful CPR in adult patients whose variables just before CPR were as follows; 80 torr or less in PaO<sub>2</sub> and/or 90% or less in SaO<sub>2</sub> despite inspiring high concentration oxygen, 7.2 or less in PH, -5 or less in BE, 5.5 mEq·l<sup>-1</sup> or more in serum potassium concentration, 70mg·dl<sup>-1</sup> or more in BUN, 10mg·dl<sup>-1</sup> or more in T.Bil, and/or receiving 0.5 μg·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> or more of norepinephrin epinephrin B.E. in unsuccessful group of child patients after total correction exceeded -8.5. All patients with 20% or less in SaO<sub>2</sub> in patients who received palliative surgery were unsuccessful.

**Key Words :** CPR (Cardiopulmonary resuscitation), DNR (Do not resuscitate)  
ICU (Intensive care unit), Cardiac Surgery

(Circ Cont 16 : 364~370, 1995)