

## 2. 未熟児 PDA 結紮術の麻酔

鈴 樹 正 大\*

### はじめに

1978年 Fujiwara は活性度のきわめて高い人工サーファクタントの開発に成功し<sup>1)</sup>, 秋大病院 ICUにおいて臨床使用が行われた<sup>2)</sup>. 未熟児 PDA はそれに伴う一連の呼吸管理中に発生した問題である<sup>3)</sup>. 今回は未熟児 PDA 結紮術の麻酔について, 自験例を中心に報告する.

### 1. 未熟児 PDA の特徴

胎生期には肺を灌流する血液はごく少量で, 右心房に集まった血液の大部分は卵円孔および動脈管を通して左心系へバイパスされる. 出生に伴う肺呼吸の開始とともに肺血管抵抗は減少して肺循環が始まり, 動脈管は自然に閉鎖する. しかし未熟児では動脈管の生理的閉鎖機構が働かにくく, またRDS(未熟児呼吸窮迫症)や呼吸不全のある症例では肺胞は虚脱しており, 低酸素血症の存在と相まって肺血管抵抗は高く保たれ, 動脈管を介する逆シャント(肺動脈→大動脈)が遺残する. いわゆる PFC(胎児型循環遺残)である.

RDS に対して人工サーファクタントが投与されると虚脱していた肺胞が開き, 一般状態が著しく改善されるとともに肺血管抵抗が低下し, 今度は逆に開存していた動脈管を通して大動脈から肺動脈へと大量の血液がシャントしてくる. これが未熟児 PDA である. 非 RDS 症例で呼吸管理のみを行った症例でも一般状態が改善され, 低酸素血症が消失すると肺血管抵抗の減少が起こり, 同様に PDA が発生してくる<sup>4~6)</sup>.

未熟児 PDA の特徴はその発生機転から推察されるように, 開存している動脈管が太く, シャント量が多いことである. 自験例で開胸中直接動脈管および大動脈径を測定した35例について調べてみると, PDA/AO比は  $0.82 \pm 0.03$  であった. また人工サーファクタント注入例23例と非注入例12例では, それぞれ  $0.86 \pm 0.03$ ,  $0.77 \pm 0.05$  で, わずかに注入例の方が太い傾向がみられた.

つぎに未熟児 PDA の症状について述べる.

1) 胸部X線像上, 肺うっ血像が著明になってきて, 肺野が白くなってくる. 同時に血液ガス所見が悪化し, 呼吸管理中の症例では吸入酸素濃度の上昇と呼吸回数の増加が必要となる.

2) 心陰影が拡大し, 尿量が減少し, 心不全の徴候が現われてくる.

3) UCG 上 LA/Ao比(左心房径/大動脈径比)が増大してくる.

4) 心血管拍動が著明となり, 胸壁の躍動が認められることがある.

5) 心雑音が聞かれる.

未熟児 PDA ではシャント量が多いため症状の進行が速く, 容易に心不全に陥り, また肺浮腫のために呼吸不全に陥る. これに対してインドメタシン投与<sup>7)</sup>も試みられたが, 内科的療法のみでは PDA の閉鎖の得られないことが多く, BPD や Barotrauma など合併症防止の観点から, 早期外科的結紮術の適応とした<sup>8,9)</sup>.

### 2. 症例呈示

症例 23 胎生33週, 1,380gにて出生, 男 RDS (図1~3)

\*秋田大学医学部麻酔科

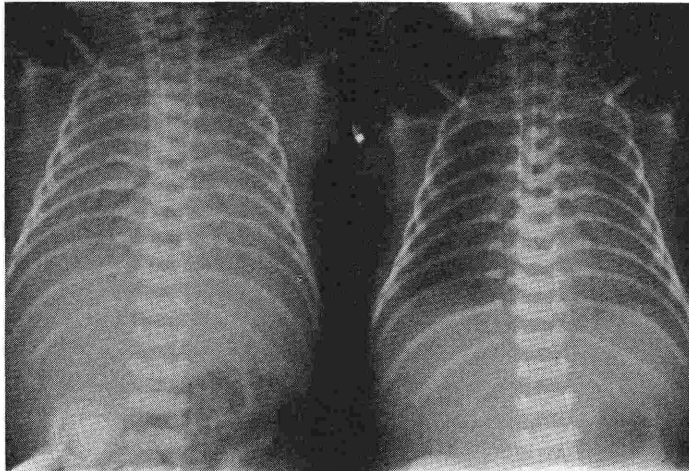


図 1. 症例 23 RDS 6

左：生後8時間目のX線像，肺野は一面に白く，air bronchogram がはっきりみえる．心陰影の境界は分からない．Bomsel IV型のRDS．  
 右：人工サーファクタント注入より5時間経過，肺野は開き，一般状態も好転した．

生下時より努力性呼吸，チアノーゼがあり，動脈血ガス分析では pH 7.043,  $P_{O_2}$  53.8 torr,  $P_{CO_2}$  68.5 torr, BE-13.2 mEq/L ( $F_{I}O_2=0.4$ , CPAP 6cmH<sub>2</sub>O)であった．RDSが疑われ，秋大病院ICUへ転送された．

経鼻挿管のうえ レスピレーターによる呼吸管理が行われた．動脈血ガス分析では pH 7.115,  $P_{O_2}$  42.4 torr,  $P_{CO_2}$  54.8 torr, BE-13.1 mEq/L ( $F_{I}O_2=1.0$ ,  $f=30$ /分,  $Paw=4\sim 30$ cmH<sub>2</sub>O)であっ

た．胸部X線像で肺野は一面に白く，心陰影は判別できず，air bronchogram がみられ，Bomsel IV型と診断された．Pattleのshake testは陰性で，生後8時間目にサーファクタント補充療法が行われた．注入5時間後のX線像では肺野は一面に白くなり，わずかに細顆粒状陰影は残っているもののair bronchogramは消失した．動脈血ガス分析所見は pH 7.345,  $P_{O_2}$  54.5 torr,  $P_{CO_2}$  49.6 torr, BE±0 mEq/L ( $F_{I}O_2=1.0$ ,  $f=35$ /分,  $Paw$

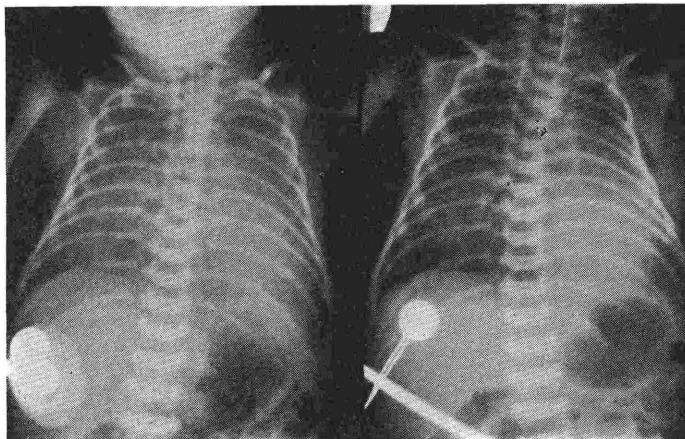


図 2. 症例 23 RDS+PDA 6

左：生後7日目のX線像，人工サーファクタント注入により一度明るくなった肺野はPDAによる肺うっ血，浮腫のため再び白くなった．心陰影は拡大している．  
 右：PDA術後24時間，肺野は再び明るくなり心陰影も小さくなった．



図 3. 症例 23 開胸所見

肺は赤く充血し、PDA (糸がかかっている) は太く、大動脈(↑がついている) とほぼ同じ太さである。

=3~30 cmH<sub>2</sub>O) であった。その後血液ガス所見は徐々に回復し、生後6日目には pH7.520, PaO<sub>2</sub> 82.1 torr, PaCO<sub>2</sub> 39.3 torr, BE+8.3 mEq/L (F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>=0.3, f=15/分, Paw=3~25 cmH<sub>2</sub>O) まで回復した。

しかし生後8日目になると PaO<sub>2</sub> 66.4 torr, PaCO<sub>2</sub> 52.1 torr (F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> 0.3, f=15/分) と再び悪化し始め、LA/Ao 比は 1.125 と増大した。胸部X線像で著明な肺うっ血像が現われ、心陰影の拡大がみられ、同時に PDA 症状が顕著になってきた。生後9日目に PDA 結紮術を行った。開胸所見は図3のごとくで、肺は赤く充血しており大量の血液が肺内に流入していることをうかがわせた。動

脈管の直径は 7 mm で、大動脈径 7 mm と等しく、PDA/Ao 比は 1.00 であった。術24時間後には肺野は明るくなり、呼吸機能も改善してきて、術後第1病日に IMV 10回/分、第4病日に IMV 5回/分、第7病日に CPAP と順調に経過した。第12病日に ICU より退室した。

症例 24 胎生28週、640 gにて出生、女 non RDS (図 4)

出生後の血液ガスは pH7.253, PaO<sub>2</sub> 68.7 torr, PaCO<sub>2</sub> 49.0 torr, BE-7.0 mEq/L (F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>=0.21) であったが、経鼻挿管のうえレスピレーターによる呼吸管理を行った。生後2日目より PDA のサインが現われ、水分制限、フロセミド投与、ジギ

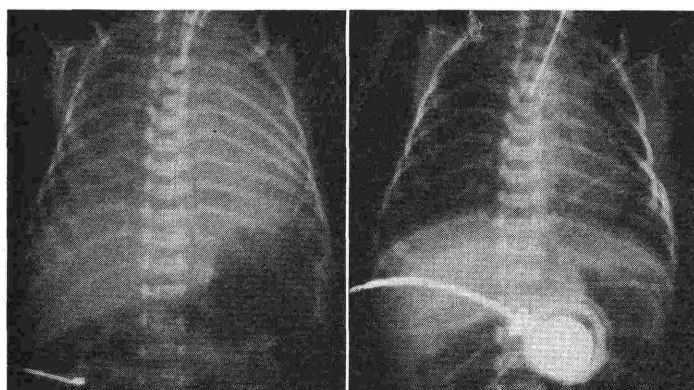


図 4. 症例 24 non-RDS, PDA ♀

左: 術前の胸部X線像, PDA のため肺うっ血がみられ、心陰影は大きくなっている。

右: 術翌日の胸部X線像, 肺野は明るくなり陰影は小さくなった。

タリス剤投与など内科的療法を行った。生後5日目に LA/Ao 比が1.25になり、胸部X線像で著明な肺うっ血と心陰影の拡大がみられ、生後8日目に PDA 結紮術を行った。動脈管径4mm, 大動脈径5mm, PDA/Ao 比は0.800であった。術直後の動脈血ガス所見は pH7.440, Po<sub>2</sub> 48.9 torr, Pco<sub>2</sub> 41.6 torr, BE+3.5 mEq/L (F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>=0.6, f=40/分, Paw=0~15 cmH<sub>2</sub>O) であったが、胸部X線像の改善とともに血液ガス像も改善され、術

後第1病日 pH7.559, PaO<sub>2</sub> 142.6 torr, PaCO<sub>2</sub> 31.0 torr, BE+5.1 mEq/L (F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>=0.5, f=20/分, Paw=2~15 cmH<sub>2</sub>O) と改善し、術後第3病日に IMV 10回/分, 第4病日に5回/分と順調に経過し、第7病日に ICU を退室した。

3. 自 験 例 (表 1)

1978年以降現在迄の未熟児 PDA の手術症例は37例である。これを生下時体重により3群に分け

表 1. PDA 結紮術症例 その1

第 I 群 1000g 未満

Case No.	在胎週数	生下時体重	性 (♂)(♀)	サーファク タント注入 (+)(-)	手術時日齢
5	26	960	♂	(-)	8
7	26	820	♀	(+)	2
8	26	740	♀	(+)	2
9	26	770	♀	(+)	2
10	26	750	♀	(-)	7
12	26	980	♀	(-)	4
13	26	800	♀	(+)	6
15	26	720	♀	(+)	1
17	26	810	♀	(+)	1
18	27	840	♀	(-)	4
19	25	880	♀	(+)	1
20	26	700	♀	(-)	5
24	28	640	♀	(-)	8
31	27	940	♂	(+)	2
36	25	935	♂	(+)	2
N=15	26.1±0.2	819±27	3 : 12	9 : 6	3.7±0.7

表 1. その2

第 II 群 1000g 以上1500g 未満

Case No.	在胎週数	生下時体重	性 (♂)(♀)	サーファク タント注入 (+)(-)	手術時日齢
1	28	1340	♂	(+)	13
2	30	1424	♀	(+)	9
3	28	1150	♂	(+)	5 M
22	29	1420	♂	(+)	3
23	33	1380	♂	(+)	9
25	35	1048	♀	(-)	15
26	28	1043	♂	(-)	17
29	28	1200	♂	(-)	17
30	28	1220	♀	(-)	32
33	29	1470	♂	(-)	5
37	36	1360	♂	(-)	12
N=11	30.2±0.9	1278±46	8 : 3	5 : 6	13.2±2.6

表 1. その 3

Case No.	在胎週数	生下時体重	性 (♂)(♀)	サーファク タント注入		手術時日齢
				(+)	(-)	
4	32	1900	♂	(+)		3
6	34	1960	♂	(+)		5
11	31	1500	♂	(+)		2
14	35	1872	♂	(+)		5
16	32	1700	♀	(+)		2
21	34	2315	♂	(+)		11
27	31	2224	♂	(+)		3
28	30	1700	♀	(+)		32
32	35	2650	♂	(+)		9
34	35	2050	♀		(-)	28
35	33	1600	♀		(-)	4
N=11	32.9±0.5	1952±103	7 : 4	9 : 2		9.5±3.2

た。

第Ⅰ群は生下時体重1,000g未満の超未熟児15例で、在胎週数は25から28週、最低体重は640gであった。この群では男:女=3:12と女兒が多く、人工サーファクタント注入例は9例、手術時日齢は $3.7 \pm 0.7$ 日であった。

第Ⅱ群は生下時体重1,000g以上1,500g未満の極小未熟児11例で、在胎週数は28週から36週までに分布していた。しかし症例25, 37の2例は在胎週数の割に生下時体重の少ないいわゆるsmall for date (SFD) といわれるものであった。この群で

は男:女=8:3と男児が多く、人工サーファクタント注入例は5例、手術時日齢は $13.2 \pm 2.6$ 日であった。

第Ⅲ群は生下時体重1,500g以上の11例で、在胎週数は30週から35週までであった。この群では男:女=7:4と男児が多く、サーファクタント注入例は9例、手術時日齢は $9.5 \pm 3.2$ 日であった。

#### 4. 麻酔上の問題点 (図5)

患児の体が小さく未熟なために、いろいろの問題が発生してくる。

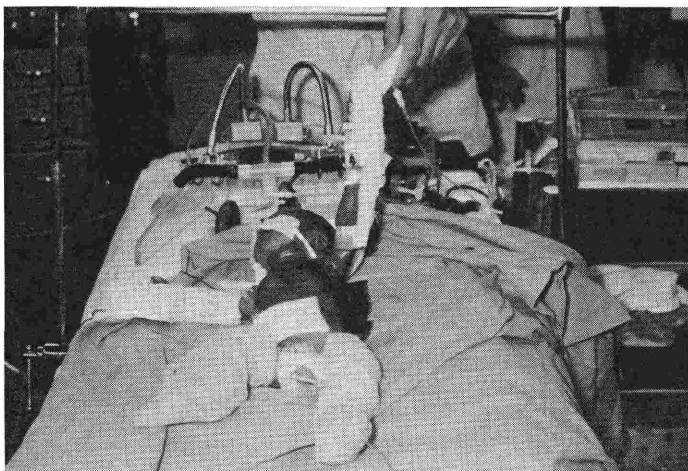


図 5. 症例 23 手術時の体位

患児は消毒した覆布の上におかれ、イソジン®で消毒されている。体位は半側臥位で、覆布の下におかれた振り分け枕で固定している。四肢は綿包帯で覆い、左手を挙上している。気管内チューブは経鼻挿管、右橈骨動脈に動脈ラインを、左手に静脈ラインを確保している。

1) 体全体が覆布でおおわれて術野以外に皮膚の色を観察できなくなる。血圧測定はもちろん、脈拍の触知もむずかしい。このためモニターのみが頼りとなる。ECG, 観血的動脈圧, 動脈血ガス分析, 気道内圧, 体温が最低の項目である。tcPo<sub>2</sub>は装着の場所の問題と電気メスの干渉のため不安定で、あまり頼りにならない。

2) 患児は未熟なため体温の保持ができない。手術室内の気温を26℃以上と高く保ち、四肢は綿包帯に包んで低体温に注意する。加温加湿器の使用は体温保持にも有用である。また動脈ラインの確保や経鼻挿管などの術前準備は、できるだけICUにおいて行ってから手術室内へ搬入する。

3) 気道は経鼻挿管により確保する。内径が2.0~2.5mmの細い気管内チューブを用いているので、分泌物による気道閉塞を起こさないように注意する。加温加湿器の使用は分泌物除去のためにも有用である。

### 5. 術中管理

麻酔剤としてはGO-pancuroniumを主として用いた。患児は術前より呼吸不全に陥っていたが、内科的療法を強力に行っていたので、F<sub>I</sub>O<sub>2</sub>0.4においてPaO<sub>2</sub>を100 torr以上に維持できた症例が多かった。Halothaneを併用したものは7例、enfluraneを併用したものは1例、methoxyfluraneを併用したものは1例であった。

術中換気はECR-レスピレーター(Fukuda)を用い、呼吸数30~35回/分、気道内ピーク圧を25~30 cmH<sub>2</sub>Oに設定した。換気の型は三角形波を用い<sup>10)</sup>、胸郭の動き、肺の膨らみを参考に、PaO<sub>2</sub>を100 torr以上になるように設定した。術中収縮期血圧は50~60 torrを維持するものが多かった。われわれは収縮期血圧で40 torr、脈拍数120/分以下のものをcritical levelとして考え、換気の改善、補液の増加、昇圧剤投与などの処置を行った。徐脈はアノキシアのサインとしてとくに重要で、開胸後、動脈管結紮時など、心、肺門部に圧迫を加えるときに起きやすい。

術中出血量は4~54 ml、平均11.8±1.8 mlで、輸血量は0~60 ml、平均9.5±2.1 mlであった。手術野に注意を払い、少量の出血に対しても1~2 mlずつこまめに輸血を行った。

術中血圧脈拍数の変動

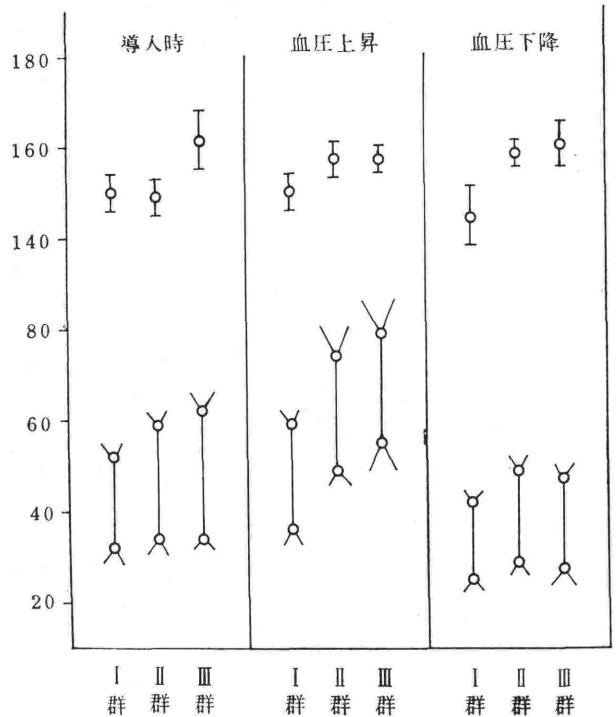


図 6. I, II, III各群の収縮期血圧, 拡張期血圧を示す。∇はmean ± SEを現わす。I群は導入時、血圧上昇時ともII, III群に比し有意に低い。

手術時間は35分~130分、平均52.1±3.5分、麻酔時間は55分~210分、平均84.6±5.0分であった。

### 6. 血圧および脈拍数 (図 6)

極小未熟時や超未熟時の麻酔管理中、血圧や脈拍数のレベルをどの辺におくべきであるかを知るために、自験例について麻酔導入時、術中血圧上昇時、術中血圧下降時の3点で収縮期血圧、拡張期血圧および脈拍数の検討を行った。

麻酔導入時には平均値で、I群: 収縮期血圧 52.3±2.8 torr から拡張期血圧 31.7±2.8 torr, 脈拍数150±4/分, II群: 59.0±3.1から34.1±3.1 torr, 149±4/分, III群: 62.0±4.7から34.0±3.1 torr, 161±7/分をそれぞれ示した。また血圧上昇時には平均値でI群: 収縮期血圧 59.3±2.5 torr から拡張期血圧 36.0±2.7 torr, 脈拍数 150±4/分, II群: 74.5±5.8~49.0±3.1 torr, 157±4/分, III群: 79.5±7.1~55.0±6.0 torr, 157±3/分を示し、血圧下降時には、I群: 42.0±2.1~

24.7±2.0 torr, 144±7/分, II群: 49.0±2.7~29.0±1.9 torr, 158±3/分, III群: 47.0±2.5~27.0±2.6 torr, 160±5/分を示した. このことからI群に属する生下時体重1,000g未満の超未熟児は他の2群に比し血圧が低く, 収縮期血圧で50 torr 台を保てばよく, II群では60 torr 台を目安にすればよいことが分かった. また脈拍数はいずれも160/分程度であった.

### おわりに (表2)

15例に術後合併症を併発し, 10例が死亡した. うち7例は超未熟児で, 死因は脳出血, 気胸, BPD であった. 症例34は術後出血例であるが, 再開胸により救命している. 死亡例10例中, 手術

表2. 合併症および死亡例

症例番号	在胎週数 生下時体重	合併症	転 帰
5	26—960	BPD	生
7	26—820	脳出血	33日目死亡
9	26—770	脳出血	42日目死亡
10	26—750	気胸—BPD	218日目死亡
13	26—800	BPD	生
15	26—720	脳出血	3日目死亡
16	32—1700	気胸	生
17	26—810	BPD	75日目死亡
19	25—880	心不全	2日目死亡
24	28—640	BPD	生
25	35—1048	心奇型	18日目死亡
28	30—1700	気胸—脳出血	7日目死亡
31	27—940	気胸—脳出血	8日目死亡
32	35—2650	気胸—肺炎	16日目死亡
34	35—2050	術後出血	生

や麻酔による直接死亡例はなく, いずれも長い呼吸管理中に失ったものであった.

### 文 献

- 1) 藤原哲郎, 前多治雄, 千田勝一: 新生児呼吸窮迫症候群 (RDS) に対する人工 surfactant liposomes の経気道補充療法——第1報, 人工 surfactant の試調製と未熟ウサギ胎仔 pulmonary mechanics に対する効果——. 小児科臨床 32: 1335~1342, 1979.
- 2) Fujiwara, T., Maeta, H., Chida, S., Morita, T., Watabe, Y. & Abe, T.: Artificial surfactant therapy in hyaline membrane disease. *Lancet* (12, Jan.), 55~59, 1980.
- 3) 鈴樹正大, 盛 直久, 渡部美種: 新生児 RDS 症例に対する呼吸管理. 麻酔 30: S17~S19, 1981.
- 4) Smith, D.R.S., Cook, D.H., Izukawa, T., Olley, P.M., Swyer, P.R. & Rowe, R.D.: Patent ductus arteriosus in infants of low birth weight. *Can. Med. Assoc. J.* 123: 739~743, 1980.
- 5) Baylen, B. & Emmanouilides, G.C.: Patent ductus arteriosus in the newborn. Neonatal pulmonary care. Ed. by Thibeault, D.W. & Gregory, G.A., Addison-Wesley Pub. Co., Medical/Nursing Div., Menlo Park, California, 1979, p. 318~333.
- 6) 藤原哲郎: 新生児特発性呼吸窮迫症候群 (IRDS). 医学のあゆみ 117: 742~748, 1981.
- 7) Obeyesekere, H. I., Pankhurst, S. & Yu, V. Y. H.: Pharmacological closure of ductus arteriosus in pre-term infants using indomethacin. *Arch. Dis. Child.* 55: 271~276, 1980.
- 8) 鈴樹正大, 盛 直久, 渡部美種: 未熟児 PDA 根治手術の麻酔. 臨床麻酔 6: 1573~1579, 1982.
- 9) Mikhail, M., Lee, W. & Toews, W.: Surgical and medical experience with 734 premature infants with patent ductus arteriosus. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 83: 349~357, 1982.
- 10) 鈴樹正大: 未熟児の蘇生的呼吸管理. 蘇生 1: 38~44, 1983.