

〔一般演題〕

待機手術と HFO の組み合わせで治療に成功した 先天性横隔膜ヘルニアの2症例

田 村 正 徳* 小 野 真佐子* 大 竹 優 江* 石 橋 涼 子*
 熊 谷 忠 志* 田 中 あけみ* 森 田 優 治* 河 野 寿 夫*
 橋 本 治 光** 岩 中 督** 本 名 敏 郎** 土 田 嘉 昭**
 大 畑 淳*** 宮 坂 勝 之***

はじめに

出生直後より呼吸障害を呈し、人工換気が必要とするような重症の先天性横隔膜ヘルニア（以下 CDH）では、肺の低形成が強く、容易に胎児循環遺残（PFC）に陥るので、早期に外科治療を行っても死亡率が高い。最近の諸施設での治療成績も救命率が 50% 前後^{1)~3)}で、小児 ICU での呼吸管理や血管拡張剤などの普及にもかかわらず、この 5 年間程は、成績は向上していない。

われわれがすでに報告⁴⁾⁵⁾したごとく、重症の CDH では、手術直後に却って呼吸コンプライアンスは低下し、換気条件を厳しくしなければならないことが多く、短期的には外科治療そのもののメリットは少ないと考えられる。したがってわれわれは、従来、多くの施設で行われている CDH に対する早期外科手術の方針に対して疑問を抱き、PFC を惹起する危険が高い生後数日は、積極的に外科治療を控えた方が結果的には救命率の向上につながるのではないかと考えている⁴⁾⁶⁾⁷⁾。

今回、われわれは、待機手術とピストン式高頻度振動換気法（以下 HFO）を組み合わせで治療に成功した CDH の症例を経験したので報告したい。

症例 1：在胎 40 週 6 日、生下時体重 3600 gr の新生児男児。

主訴；全身性チアノーゼを伴う呼吸障害。

家族歴・在胎歴；特記すべきことなし。

現病歴；某病院にて頭位自然分娩で娩出された。生後 1 分の Apgar score が 3 点と重症仮死のため、酸素を用いた陽圧人工換気で蘇生された。しかし蘇生後も、100% 酸素投与にもかかわらず全身のチアノーゼが続き、心音が右胸部でもっとも強く聴取されるため、チアノーゼ性心疾患を疑われ、酸素投与をされながらただちに国立小児病院へ搬送された。

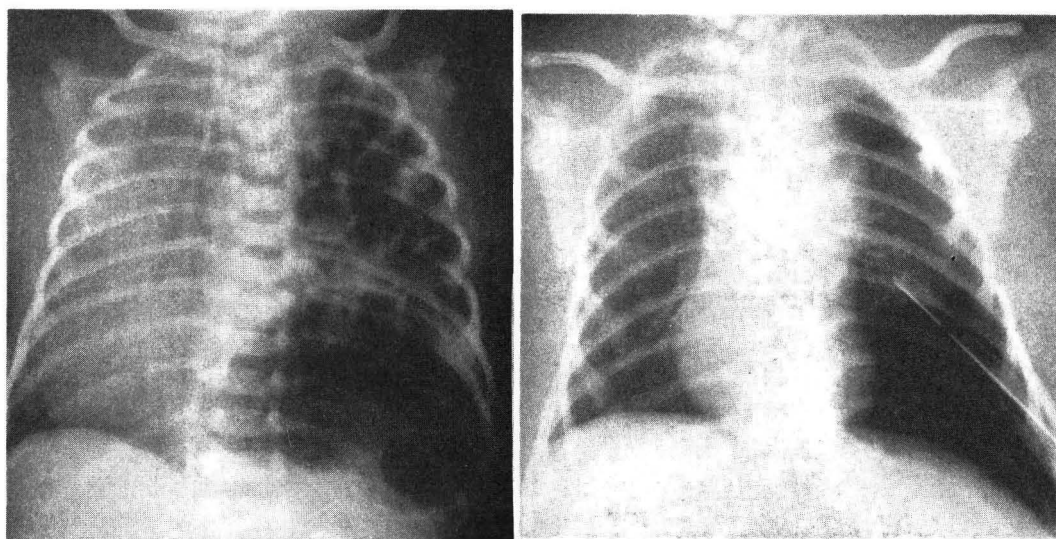
入院時現症（生後 3 時間）；無欲状顔貌で、活気乏しく、筋緊張低下しており、有痛刺激に対しても啼泣せず、四肢を弱々しく動かすだけであった。四肢の冷感と下肢の浮腫が認められ、末梢動脈の拍動は微弱であった。全身のチアノーゼと、呻吟、鼻翼呼吸、肋間および季肋弓下の陥凹呼吸が顕著であった。腹部は陥凹し、心音は胸骨右縁で強く、左胸部でグル音が聴取された。マスクとバックを用いて用手換気を行うも両側とも air の入りは不良であった。

入院後の経過；左側の先天性横隔膜ヘルニア（CDH）を考え、ただちに気管内挿管を行い人工換気を開始した。胸部 X 線写真で左側の CDH が確認された（図 1-I）。左橈骨動脈に留置した動脈ラインより採取した最初の動脈血ガス分析の結果は PH 6.977, PaO₂ 144.2 mmHg, PCO₂ 102.3 mmHg, B.E. -13.8 mEq/l (FiO₂ は 1.0 なので、A-aDO₂=441 mmHg, a/APO₂=0.25) であった。ただちにパンクロニウムで筋弛緩させ、モルヒネ

* 国立小児病院新生児科

** 国立小児病院小児外科

*** 国立小児病院麻酔科



(a) 入院時

(b) 術直後

図 1 症例 1 の胸部レントゲン写真

表 1 重症 CDH の術前・術後処置

術前の安定化	術後処置
1) 過換気＋筋弛緩 (パンクロニウム 0.1 mg/kg/時) $PCO_2 < 30 \text{ mmHg}$ $pH > 7.45$ 2) 胃カテーテル持続吸引 3) 保温 4) モルヒネ持続注入 (0.1～0.2 mg/kg 静注＋20 r/kg/時) 5) イソプロテレノール持続注入 (0.04～0.2 r/kg/分) 6) pre ductal A ライン ＋ post ductal A ラインまたは経皮 PO_2 か SPO_2 7) 血圧ガス (Pre & Post), 電解質, 血糖チェック→ 補正 8) 血圧一要すれば輸血, FFP 9) 過量水分負荷は避ける 40～60 ml/kg/日 $D_{10} W$ 10) モニター 心拍, ECG, 呼吸, 血圧, CVP, 尿量, 体温, 経皮 PO_2 ・ PCO_2	1. 過換気＋筋弛緩 (48 時間) $PCO_2 < 30 \text{ mmHg}$ $PH > 7.45$ 2. 胃カテーテル持続吸引 3. 胸腔ドレーン陰圧かけない 4. 水分制限 (40～60 ml/kg/日) 5. モルヒネ持続注入 (20 r/kg/時) 6. イソプロテレノール持続注入 (0.04～0.5 r/kg/分, 72 時間) 7. pre と post ductal 血液ガス (または経皮モニタ ー) のチェック (少なくとも 4 時間ごと) 8. アシドーシスはすぐ補正 9. モニター; 術前と同じ

で鎮静し, time cycle 式の人工呼吸器 (New port, 以下 CMV) を用いて Hyperventilation を開始した。胎児循環遺残 (以下 PFC) の早期発見を目的として, 2 台の Transend 経皮酸素, 炭酸ガスモニター (Sensor Medics 社製) を用意し, それぞれ右上半身と, 下腹部に装着し, pre-ductal と post-ductal の経皮 ガスを 連続モニターした。筋

弛緩後の Hyperventilation 下では, pre-ductal のガスは良好だが, 気管内吸引などの刺激により, pre-ductal に比較して post-ductal の $tcPO_2$ が著しく低下し, いわゆる ductal shunt を示唆する現象がみられた。また, 下肢の浮腫の進行と乏尿, 顕微鏡的血尿がみられ, 重症仮死に続発した Acute Tubular Necrosis (以下 ATN) も合併し

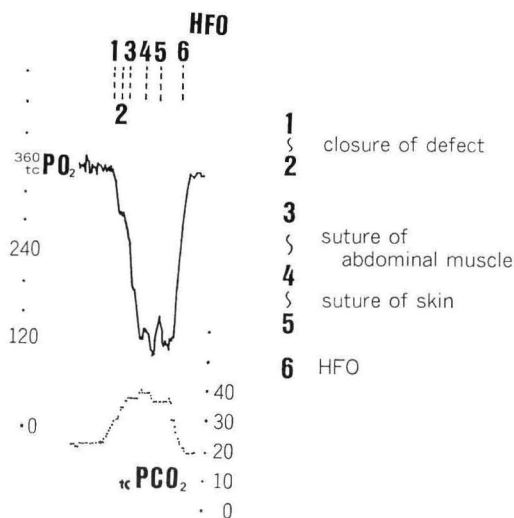


図 2 症例 1 の術中、術後の経皮 PO_2 と PCO_2 の変化

術中は $ctPO_2$, $tcPCO_2$ とも安定していたが、横隔膜欠損部の閉鎖(1)とともに $tcPO_2$ は急激に低下し、 $tcPCO_2$ は上昇し始めた。この傾向は腹筋の間縫合(2)、皮膚の縫合(4)とともにさらに増強し、CMV の換気条件を上げても改善しなかった。CMV を HFO に切り換えた(6)ところ劇的に $tcPO_2$ は上昇し、 $tcPCO_2$ は下降した。

ていと考えられた。新生児科と小児外科、麻酔科スタッフで協議した結果、本症例では積極的に待機手術を行うことにし、表 1 に掲げたプロトコルに従い、術前の安定化と PFC の予防に努めることにした。生後 48 時間頃より、吸引時の ductal shunt が目立たなくなり、利尿もついていたので、生後 58 時間で、根治手術を施行した。手術は、患児へのストレスをできるだけ少なくするため、NICU 内で行われ、入院時より使用していたパンクロニウムとモルヒネの持続注入が、そのまま全身麻酔として用いられ、キシロカインを局所麻酔剤として併用した。人工換気の酸素濃度は 100% であった。手術は経腹的に行われ、左側の低形成の著しい肺が確認された。術中の経過は順調で $tcPO_2$, $tcPCO_2$ とも安定していたが、横隔膜の欠損部を縫合し始めた時から $tcPO_2$ が急速に低下し、 $tcPCO_2$ は急速に上昇し始め、腹筋の縫合、皮膚の縫合によりさらに、その傾向が増強した(図 2)。CMV の換気条件を上げ、換気圧 36 $cmH_2O/4$ cmH_2O , 換気回数 40 回/分、(Sechrist

表 2 症例 1 の HFO への切り換え前後の血液ガス所見

	CMV	HFO
PH	7.378→7.524	
PCO_2	42.8→27.8 mmHg	
PO_2	227→513 mmHg	
BE	-0.3→+2.0 mEq	
HCO_3^-	24.8→22.8 mEq	
FI_{O_2}	1.0→1.0	
MAP	20→15 cmH_2O	
RATE	40/分→15 Hz	
a/A	0.34→0.76	

社製 Airway pressure monitor Model 400 で測定した平均気道内圧は 20 cmH_2O) でも $PaCO_2$ を 40 mmHg 以下に保てなくなったため Humming bird (泉工医科社製) による HFO を 15 Hz で開始した。HFO により、15 cmH_2O という低い平均気道内圧(以下 MAP)で PO_2 と PCO_2 を容易にコントロールすることができた(図 2, 表 2)。術直後の胸部 X 線写真は拡張の悪い、著しく低形成の左肺を示した(図 1-ロ)。

術後は、表 1 のプロトコルに、ニトログリセリンの持続注入と HFO を加えて管理し、術後 9 日で、CMV にもどし、術後 29 日目には抜管し、術後 34 日目には、酸素投与も中止でき、術後 50 日で無事退院となった(図 3)。患児は術後 13 カ月の現在、啼泣時や感冒罹患時には、胸骨下の陥凹呼吸と、呼気性の Wheezing が出現するが、日常生活には支障なく、順調に发育している。術後 6 カ月の時点での RI シンチグラムでは、換気 (^{81m}Kr), 血流 ($^{99m}Tc-MAA$) とも左側は、まだ低下していた。この症例の術直後の CMV での換気条件と $PaCO_2$ を Bohn のノモグラム³⁾ にあてはめると予後不良群に属した(図 4)。また、術前の呼吸コンプライアンスは 0.45 $ml/cmH_2O/kg$ で、これは、生存群と死亡群の境界領域⁵⁾ に属した(図 5)。

症例 2：在胎 37 週 5 日、生下時体重 1711 gr の女児。

主訴；羊水過多、胎内发育遅延、呼吸不全、右裂手。

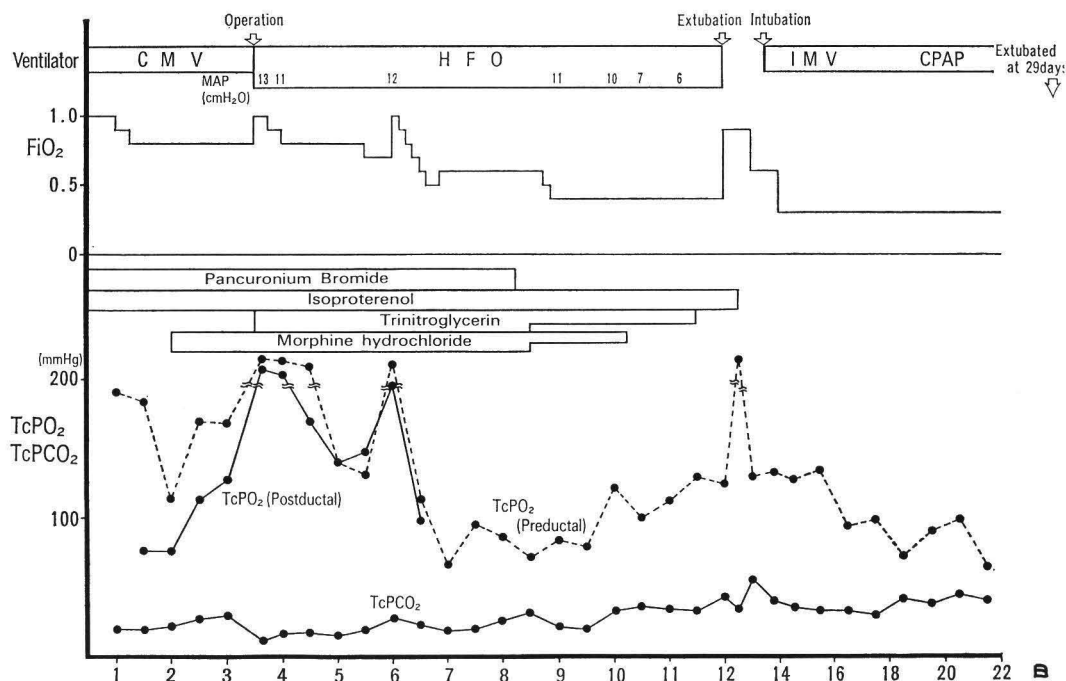


図 3 症例 1 の経過表

入院当初は preductal PO_2 (破線) に比較して postductal PO_2 (実線) が低く、いわゆる ductal shunt を示した。これは気管内吸引などの刺激により増強した。生後 48 時間以後は ductal shunt は目立たなくなり生後 58 時間で手術に踏み切った。術直後 CMV で換気困難となり HFO に切り換えた。

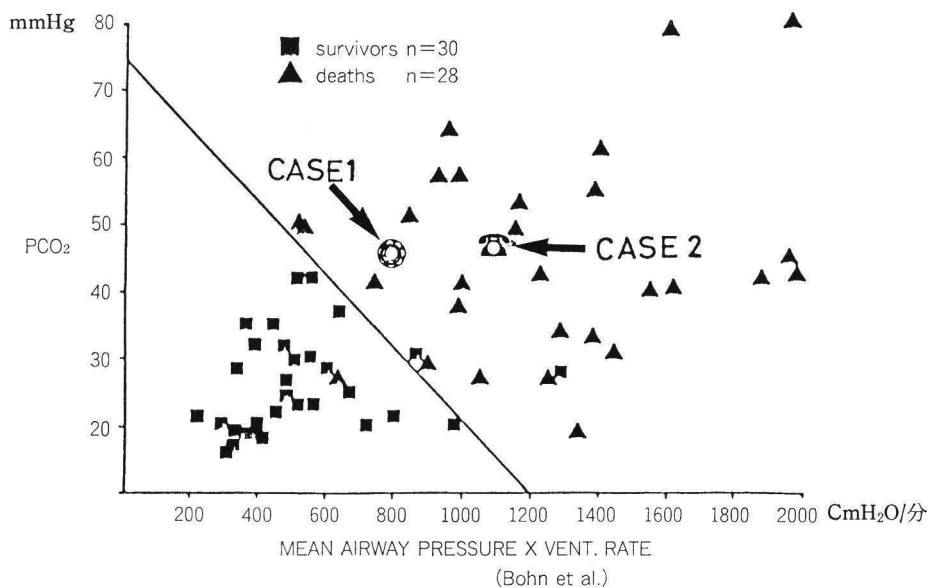


図 4 Bohn のノモグラム

横軸に術後 2 時間以内の換気条件 (平均気道内圧×換気回数) 縦軸に動脈血ガスの PCO_2 をとる。症例 1, 2. とともに予後不良群に属することが分かる。

(文献 3, 10. より引用)

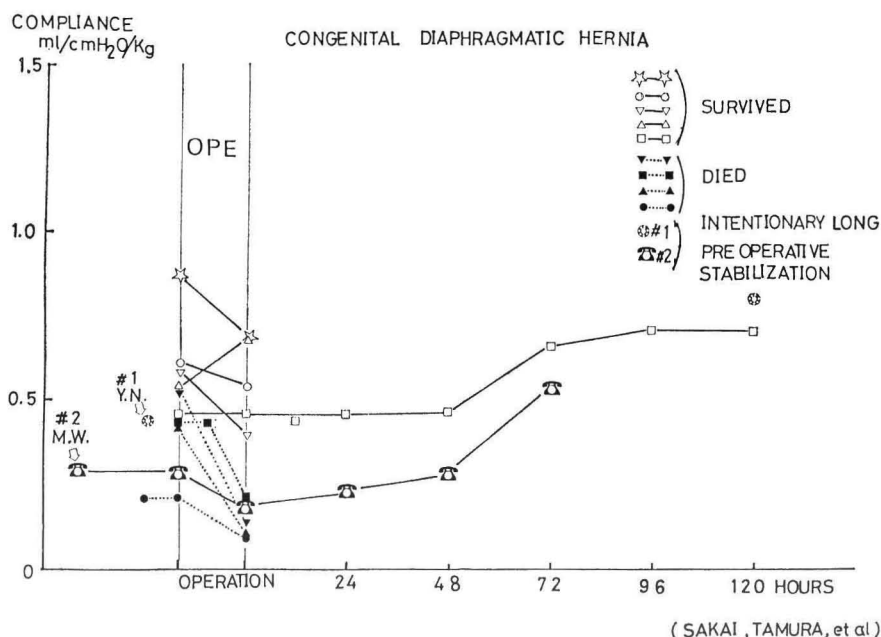


図5 重症 CDH の術前、術後の呼吸コンプライアンス

重症 CDH では術後却って呼吸コンプライアンスは低下する傾向がある。実線は生存例、破線は死亡例、術前のコンプライアンスが $0.5 \text{ ml/cmH}_2\text{O} \cdot \text{kg}$ の症例は予後不良、今回の症例 1, 2. とも術前のコンプライアンスは小さく予後不良群に属した。症例 2 で術後コンプライアンスの低下が軽度だったのはテフロンパッチを使用したためと考えられた。

(文献 4.5 より引用)

家族歴；特記すべきことなし。

母体歴；母親は、20歳の時甲状腺機能亢進症で治療を受けた。現在投薬なし子宮外妊娠の既往あり。25歳の分娩時点では健康。

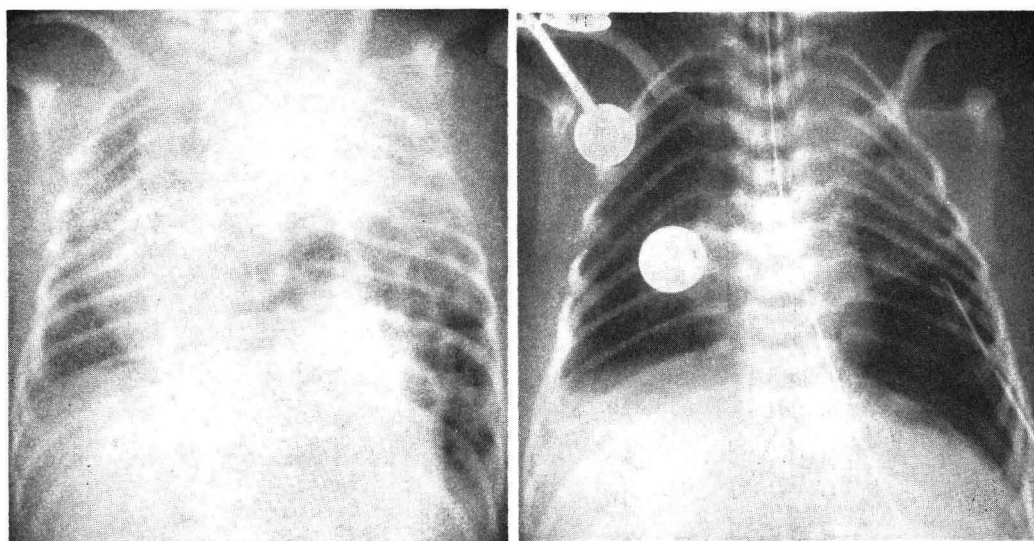
在胎歴；某産院にて、在胎33週4日の時点で超音波検査にて、羊水過多、胎内発育遅延、左先天性横隔膜ヘルニアを疑われ、母親はただちに入院、安静の処置を受けたが、その後も胎児の発育不良のため、在胎37週4日よりラミナリアによる誘発処置を受ける。

現病歴；誘発開始後、約24時間で、頭位経膈分娩で娩出された。生後1分のApgar scoreは5点で、呼吸障害顕著なため待機していた小児科医によりただちに気管内挿管され、Pancuroniumを用いた筋弛緩の後、100%酸素を用いて、Hyperventilationが開始された。足背動脈血ガスは、 $\text{PH } 7.119$, $\text{PaCO}_2 46.4 \text{ mmHg}$, $\text{PaO}_2 48.1 \text{ mmHg}$, $\text{HCO}_3^- 17.1 \text{ mEq/L}$, $\text{B.E. } -11.2 \text{ mEq/L}$, $(\text{A-aDO}_2 607 \text{ mmHg})$, $\text{a/APO}_2 = 0.07$ であった。メイ

ロンと糖水、塩酸モルヒネの静注、胃吸引などにより状態の改善を図った後、100%酸素で用手換気されながら国立小児病院へ搬送された。

入院時現症（生後2時間）；すでにPancuroniumによる筋弛緩を受けていたが、肺はstiffで力一杯バッグを押してやっと胸郭が上がる状態であった。聴診上、左胸部のair入りは不良であった。100%酸素を用いても全身のチアノーゼ認め、とくに左上半身から下半身にかけてのチアノーゼが強度であった。腹部は、陥凹し、右手の裂手が認められた。

入院後の経過；入院時の胸部X線写真(図6-I)で、左側のCDHと右頸部皮下気腫、左側の気胸、気腹が確認され、ただちに、左胸腔ドレナージとHumming birdによるHFOを15Hzで開始した。Transend 経皮酸素、炭酸ガスモニターの他に、2台のBiox 3700 pulse Oximeter (Ohmeda社)を用いし、右上肢と左下肢の酸素飽和度(SO_2)を経皮的にモニターした所、右上肢の SO_2



(a) 出生直後

(b) 術直後

図 6 症例 2 の胸部 X 線写真

が 92% の時に左下肢が 80% と、右→左の ductal Shunt を示す所見が得られたため、表 1 のプロトコールに加えて、PGE₁ の持続注入を 0.02 μ /kg/分で開始した。その後に、100% O₂ と 15 cm H₂O の MAP での HFO でも、右上肢の SO₂ 90% 前後しかなく下肢の SO₂ はさらに低いため、PFC と考え、動脈ライン挿入などの有痛刺激も控え、積極的な待機手術を行うことにした。上記処置により、tcPO₂、tcSO₂ ともに徐々に改善し上下肢とも SO₂ が 96~100% となり ductal shunt も消失したので、生後 25 時間の時点で、皮膚切開の上、左橈骨動脈に動脈ラインを留置した所、その処置中より、再び PFC に陥り、右上肢の tcSO₂ 80% で左下肢の tcSO₂ 62% まで低下し、肉眼的にもチアノーゼが出現した。

左橈骨動脈血のガス分析値は、PH 7.393, PCO₂ 41.5 mmHg, PO₂ 42.4 mmHg, HCO₃ 24.9 mEq/l, B.E. +0.1 mEq/l, (A-aDO₂=618 mmHg, a/APO₂=0.06)

メイロン静注、イソプロテレノール、塩酸モルヒネの増量、HFO での stroke volume の増加などの処理により、PFC は徐々に改善し、8 時間後には、上下肢とも tcSO₂ は 98~100% にまで回復した。動脈血ガスは、90% 酸素投与下で、PH 7.606, PCO₂ 22.5 mmHg, PO₂ 214.7 mmHg,

HCO₃ 22.5 mEq/l, B.E. +3.3 mEq/l, (A-aDO₂=399 mmHg, a/APO₂=0.35) であった。その後は、児の状態は安定し、ductal shunt を示唆する所見も見られなかったもので、生後 49 時間で NICU 内にて、根治手術を施行した。

麻酔は、症例 1 と同様に施行、横隔膜欠損部の閉鎖は、症例 1 の教訓を生かしてテフロンパッチを用いて行ったところ、欠損部閉鎖時の血液ガスの増悪はみられなかった。腹壁閉鎖時に軽度の tcPO₂ の低下を認めたが、HFO の換気条件の変更は必要でなかった。手術時、非常に低形成の強い左肺が確認され、術直後の X 線写真も拡張の悪い低形成の左肺を示した(図 6-ロ)。

術後は、表 1 のプロトコールに PGE₁ の持続注入と、HFO を加えて管理し、敗血症、肺炎、膿胸などの術後合併症を克服して、術後 68 日で CMV にもどして CPAP とし、術後 75 日目に抜管した(図 7)。

この症例の術前の呼吸コンプライアンスは、0.29 ml/cmH₂O/Kg と非常に悪く、術後は、0.24 ml/cmH₂O/Kg とさらに低下しており、high-risk 群に属した(図 5)。

血液ガス所見も Bohn のノモグラムで予後不良群に属していた(図 4)。

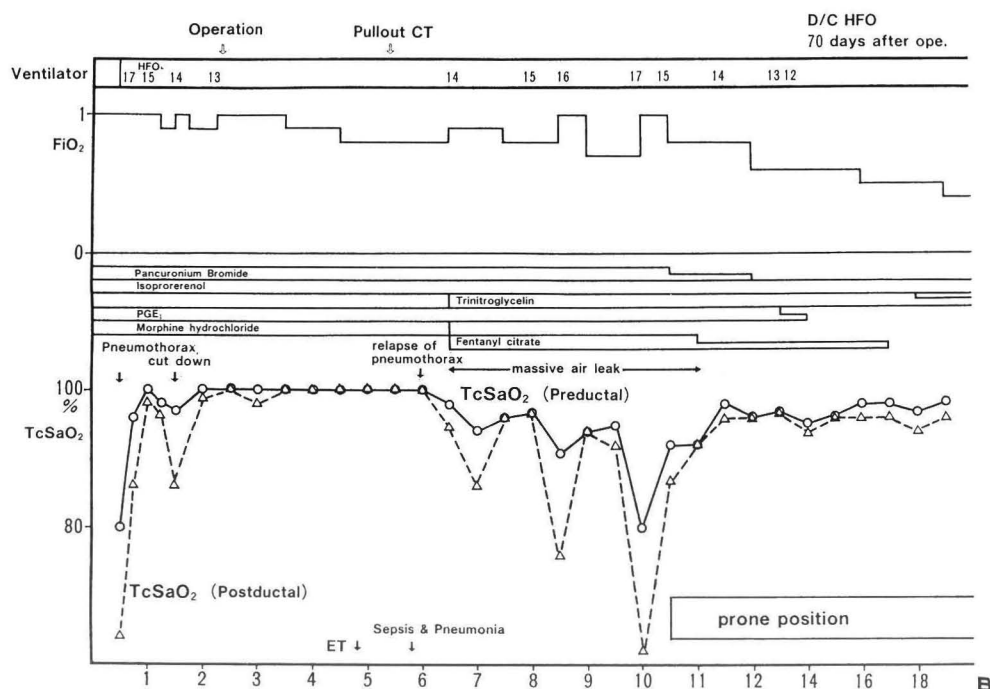


図7 症例2の経過表

入院時左気胸と PFC が認められただけに HFO を使用した。pulse-oxmeter にて pre と post ductal SO_2 をモニターしたところ生後 48 時間は、わずかの刺激で ductal shunt が出現したが、48 時間以後は目立たなくなり、生後 49 時間で ope に踏み切った。今回はテフロンパッチで欠損孔を閉鎖し、術後の血液ガスの悪化は防げた。しかし術後、肺炎、膿胸を合併し、その理学療法中に左気胸が再発し、それを契機に PFC が再び出沒するようになった。体位を仰臥位から腹臥位にすることにより air leak がおさまリ、以後は PFC もみられなくなった。HFO は合計 70 日間使用した。

考 察

先天性横隔膜ヘルニアの至適な手術時期については、科学的に検討されて決定されているとはいえない。一般には、呼吸障害の強い症例では、診断がつき次第、速やかに、手術が行われることが多い。いくつかの施設では、手術前に、NICU か PICU に収容して、動脈ラインや中心静脈ラインを挿入し、低体温や血糖、電解質、血液ガスなどの異常を、できるだけ補正した上で、手術室に転送している。たしかに小児外科医が、呼吸不全に陥っている患者に遭遇し、胸部レントゲン写真で、肺が腹腔臓器により圧迫されているのを確認すれば、呼吸不全を軽減させるため一刻も早くヘルニア内容を還納してやろうとするのは、無理のないことである。しかし、実際には、重症の CDH では、術直後は、人工呼吸器による換気条件を、

術前よりも厳しくなければならぬことが多い。術後の胸部レントゲン写真でも、患側肺は、期待したようには拡張しておらず、呼吸コンプライアンスは、重症例ほど、術後、却って低下してしまう⁴⁾⁵⁾。これは重症の CDH では、長い胎生期にわたる肺の成長障害の結果、患側肺は、もちろん、対側肺も低形成が強く、ヘルニア内容を取り去っても、少なくとも術後数日間は肺は拡張しないためと考えられる⁴⁾。著者の剖検肺の定量的分析結果でも、CHD では、両側肺の容積が小さいだけでなく、肺胞の絶対数が、正常新生児に比較して著しく少なかった⁷⁾。

一方では、横隔膜欠損部や腹壁の縫合により、胸郭のコンプライアンスは低下する上に、増大した腹腔内容により横隔膜が持ち上げられて換気の主役を担っている対側肺を圧迫するので、結果的には、重症例ほど、術後は呼吸コンプライアンス

(肺と胸郭両者を合わせたコンプライアンス)は低下すると考えられる。したがって重症の CDH では、術者の思惑に反して、手術をしたにもかかわらず、術直後は、血液ガスが悪化したり、換気条件を厳しくせざるを得ず、このストレスが、PFC を惹起し、患者の寿命を縮めることになる。宮坂・中條らは⁹⁾、重症の CDH に対しては、PFC を惹起し易いと考えられる生後数日間は手術を控えるという「積極的な待機手術」を提唱したが、著者らの病理学的⁷⁾および呼吸生理学的研究結果⁴⁾⁵⁾は、前述のごとく、「待機手術」を支持するものであった。今回、われわれは、この積極的待機手術に、HFO を組み合わせて重症 CDH の治療に成功した。

CDH の呼吸管理上における HFO の利点としては、以下の4点が掲げられる。

① 1 回換気量がきわめて小さいので呼吸コンプライアンスが低下した症例の換気に有利。

② PCO_2 と PO_2 を独立してコントロール可能。

③ 平均気道内圧を上げずに hyperventilation できるので肺血管抵抗を下げられる。

④ ①、③ の結果として barotrauma の危険が少ない。

著者らのトロント小児病院での臨床応用結果⁹⁾でも、HFO では、通常の人工呼吸器に比較して有意に低い平均気道内圧で低い PCO_2 と高い PO_2 を維持することができた。しかし、Bohn のノモグラム¹¹⁾¹⁰⁾で予後不良群に属する重症例では、HFO のみでは、 $PaCO_2$ に較べて PaO_2 の改善は、わずかで、延命効果はあったが救命には至らなかった。したがって HFO と待機手術の組み合わせが、重症 CDH の救命率向上には重要なのではないかと考えている。

待機手術については、まだまだ問題点が残されている。

その1つは、待機している間に呼吸不全で死亡するような症例は、どうするのかという疑問である。著者の病理学的検討⁷⁾⁹⁾では、HFO で呼吸管理していても救命できないような重症例では、両肺の低形成が著明で、肺胞の絶対数が著しく少なく、かかる症例は、たとえスムーズに根治手術が

施行されたとしても、救命できたとは考え難い。こうした症例は、胎内手術か、長期に及ぶ ECMO (膜型体外循環)を施行しない限り、手術時期にかかわらず救命困難と考えられる。

次に、低形成の軽い症例も待機手術することが賢明かという疑問がある。かかる症例では、呼吸不全も軽く、手術時期が早くても遅くても救命できることには違いがない。したがって、待機手術をして、少なくとも不利な点はない。

一番難しい問題は、「如何まで待つべきか?」という点である。われわれの経験する PFC の多くは、生後 48 時間以内に発症している。今回の症例 1 も、48 時間以内は、気管内吸引や動脈ライン挿入などの刺激により、transductal R→L shunt が頻発していたが、48 時間以後はみられなくなった。症例 2 も、生後 48 時間以内には、わずかの刺激で出沒した PFC が、Ope 中にはみられなかった。しかし、術後合併した肺炎と膿胸の理学療法中に、患側の気胸が再発し、それを機会に ductal shunt が出沒するようになり、治療に難渋した(図 7)。最後に ductal shunt が確認されたのは、日齢 10 日であった。症例 2 では、テフロンパッチを用いることにより術後の呼吸コンプライアンスの低下を最小限にすませることができた(図 5)が、術後は肺胞と膿胸を合併させてしまった。術前に患側に気胸のある症例では、テフロンパッチの使用は慎重に考えた方がよかったかもしれない。

われわれの待機手術の症例はいまだ少なく、この結果を一般化するには飛躍があるかも知れないが、少なくとも生後 48 時間以内は、手術を控え、HFO を用いて安定化に努めた方がよいのではないかというのがわれわれの提言である。

重症 CDH の救命率は、最近の NICU, PICU の進歩、普及にもかかわらず、最近数年間は、頭打ちの状態である。世界的にみても、種々の血管拡張剤、麻酔剤、HFO, ECMO などを用いての試行錯誤の状況にある。今回の「待機手術と HFO」の組み合わせも、新しい試みの一つとして検討に値すると思ったので、ここに報告した。

文 献

- 1) Nguyen L, Guttman FM, De Chadarevian JP : et al : The Mortality of Congenital Diaphragmatic Hernia. *Ann Surg* 198 : 766, 1983
- 2) 長屋昌宏, 伊藤喬広, 山田 昂ほか : 生後24時間未満に発症する横隔膜ヘルニアの分類と, それにもとづく管理法. *小児外科学会誌* 20 : 1161, 1984
- 3) Bohn DJ, James I, Filler RM, et al : The Relationship Between PaCO₂ and Ventilation Parameters in Predicting Survival in Congenital Diaphragmatic Hernia. *J Pediatr Surg* 19 : 666, 1984
- 4) 田村正徳, 細川裕平, Bryan AC : 先天性横隔膜ヘルニアに対する外科治療の呼吸コンプライアンスに及ぼす影響. *日本新生児学会誌* 22 : 576, 1986
- 5) Sakai H, Tamura M, Bohn DJ, et al : The effect of surgical repair on respiratory mechanics in congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr* 111 : 432, 1987
- 6) 宮坂勝之, 三川 宏, 中條俊夫ほか : 先天性横隔膜ヘルニアの患者管理. *小児外科* 16 : 1417, 1984
- 7) 田村正徳 : 先天性横隔膜ヘルニアにおける肺低形成の定量的解析. *日児誌* 91 : 1559, 1987
- 8) 田村正徳, 河野寿夫 : ピストン式高頻度人工呼吸器の重症呼吸不全児への応用. *日児誌* 90 : 884, 1986
- 9) 田村正徳, Rabinovitch M : 先天性横隔膜ヘルニアの病理所見の特徴. *小児外科* 19 : 207, 1987
- 10) Bohn D, Tamura M, Perrin D, et al : Ventilatory predictors of pulmonary hypoplasia in congenital Diaphragmatic hernia, confirmed by morphologic assessment. *J Pediatr* 111 : 423, 1987
- 11) Tamura M, Tsuchida Y, Kawano T, et al : Piston-pump-type High Frequency Oscillatory Ventilation for Neonates with congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg* (in press)