

〔一般演題〕

## Hummingbird による高頻度人工呼吸で管理した 先天性横隔膜ヘルニアの1症例

川 名 信\* 田 宮 恵 子\* 山 谷 和 雄\* 金 谷 憲 明\*

### はじめに

ピストン方式による高頻度呼吸（HFO）が臨床に応用されるようになり、とくに新生児の重症呼吸不全に対して効果を上げるようになってきた。今回われわれはメラ社製 Hummingbird N 20 を先天性横隔膜ヘルニアの術前、術後の呼吸管理に使用し良い結果を得たので報告する。また HFO の長期使用に際して問題となる加湿効率について回路内温度の分布の点から検討したので併せて報告する。

### 症 例

患児は在胎 36 週 6 日、出生時体重 2,500 g の男児。胸部 X-P (図 1) 上で先天性横隔膜ヘルニアが疑われ、当センターに生後 3 時間で搬送され

た。入所時は用手換気にて  $FI_{O_2}$  0.5 で  $Pa_{O_2}$  75 mmHg,  $Paco_2$  71 mmHg と肺酸化能の低下および高炭酸ガス血症がみられた。そこで Hummingbird による HFO を開始した。開始条件は stroke volume (以下 SV) 15 ml, 平均気道内圧 (以下 MAP) 15 cmH<sub>2</sub>O, 換気回数 (以下 F) 15/秒,  $FI_{O_2}$  0.55 であった。開始後間もなく  $Paco_2$  が低下し、続いて  $Pa_{O_2}$  が上昇し始めた。約 3 時間後には  $FI_{O_2}$  0.55 で  $Pa_{O_2}$  216 mmHg,  $Paco_2$  27 mmHg と肺のガス交換能はかなり改善した (図 2)。横隔膜修復術は入所後 3 時間で実施された。横隔膜の修復自体は比較的容易であったが、脱出臓器の還納と腹腔の閉鎖に時間を要した。ICU 帰室後頻脈と低血圧が持続したがガス交換能は良く保たれていた。ヘマトクリットが高値を示したので部分交換輸血を行い、さらに輸液療法とカテコラミ

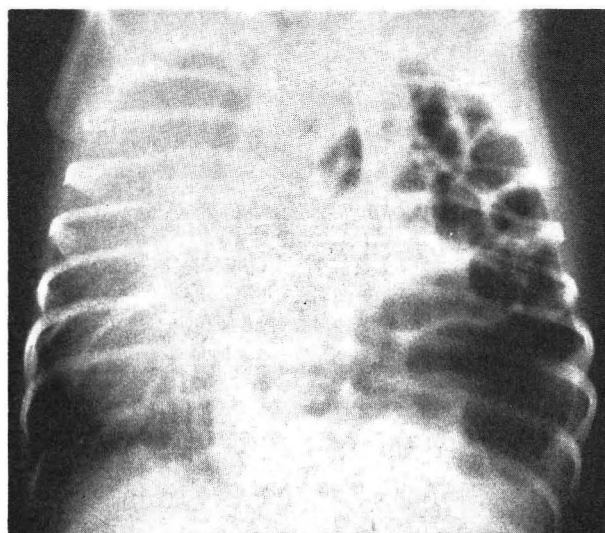


図 1 生下時の胸部 X 線写真

\* 北海道立小児総合保健センター麻酔科

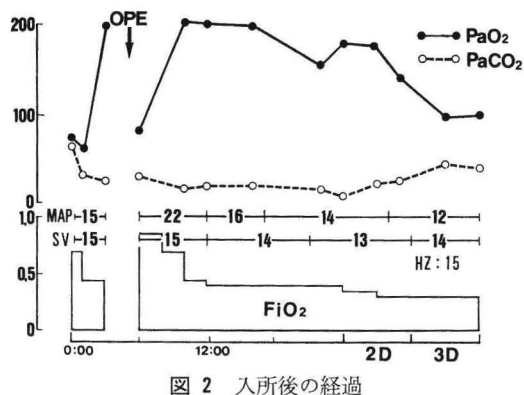


図2 入所後の経過

ンを投与したところしだいに循環動態も改善した。2日目から weaning を開始し、 $\text{FIO}_2$ , SV, MAP とともに下げることができた(図2)。しかし4日目より胸腹部を中心とした全身の浮腫が進行し、胸郭の compliance がかなり低下したために、conventional mechanical ventilation (以下CMV)に移行すると高い気道内圧が必要と思われたのでそのままHFOを継続した。12日目には浮腫も軽減し、胸郭 compliance も回復したのでCMVに移行した。HFOと同程度の血液ガス所見を得るためにはPIP 20 cmH<sub>2</sub>O, IMV 50/分という条件が必要であった。術後早期の喀痰の性状は低粘稠性で、サクシオンで容易に吸引することができ特に加湿効率が悪いという印象はなかった。しかしCMVに移行する頃にはサクシオン、吸入療法などにもかかわらず喀痰が引きずらくなり、胸部X-P上でも部分的に無気肺がみられるようになってきた。患児は20日目頃よりPDAを発症した。メフェナム酸の投与によっても治癒せず人工呼吸器からの離脱ができないため、PDA結紮術を施行した。術後は肺の状態はかなり改善したが血小板減少症を併発し、37日目大量の気道出血を起こし40日目に死亡した。

#### 回路内温度分布について

Hummingbird は主回路内にワイヤーヒーターが組み込まれていないためその長期使用にあたっては加湿効率が問題となる。そこでタカラ製6打点サーミスターを用いメラ社からのオリジナルの回路の各部分に温度センサーを装着し、いくつかの条件下で温度分布を測定した。測定部位は加湿

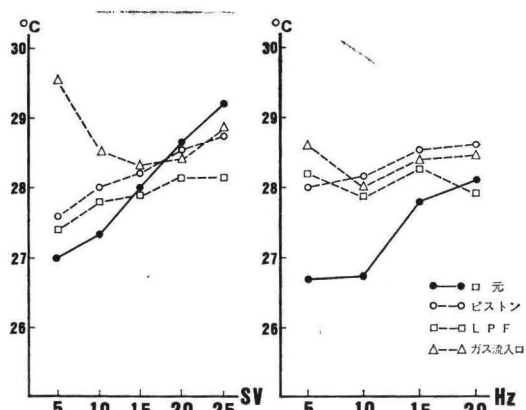


図3 回路内温度分布

器ワイヤーヒーター末端のセンサー部分、主回路への流入口、ピストン、口元、low pass filter (LPF)である。まず初期設定として一般的と思われる流量4L/分、SV 15, MAP 15, F 15では加湿器(Fisher & Pikel社製MR 500)の温度設定を38°Cにしても口元の温度は28°C前後までしか上がらないことがわかった(図3)。温度の下降は主に加湿器ワイヤーヒーター末端より主回路への流入口の間で起こっており、これに対して加湿器の温度設定を上げたり、ガス流量を上げてあまり効果はなかった。

次に他の条件を一定としてSVのみを変化させると、SVが増すにつれて口元の温度が上昇し同様の変化がFを増加させたときにも観察された(図3)。さらにこのような変化は加湿器をまったく作動させない場合でも、SV, Fの条件を変更すると起こることがわかった。

#### 考 察

生後24時間以内に発症する先天性横隔膜ヘルニアの術前術後の管理において呼吸管理はきわめて重要な位置を占めている。手術時期の決定に関しては超早期手術あるいは待機手術などいろいろな意見があるが<sup>1)2)</sup>、われわれは入所後血液ガスの安定を計ってから手術を行うことにした。術前用手換気では十分な呼吸状態の改善が得られなかったが、HFOの施行で $\text{PaO}_2$ 上昇、 $\text{PaCO}_2$ 低下がみられ良好な状態で手術に臨むことができたと思われる。とくに $\text{PaCO}_2$ の低下は persistent pulmo-

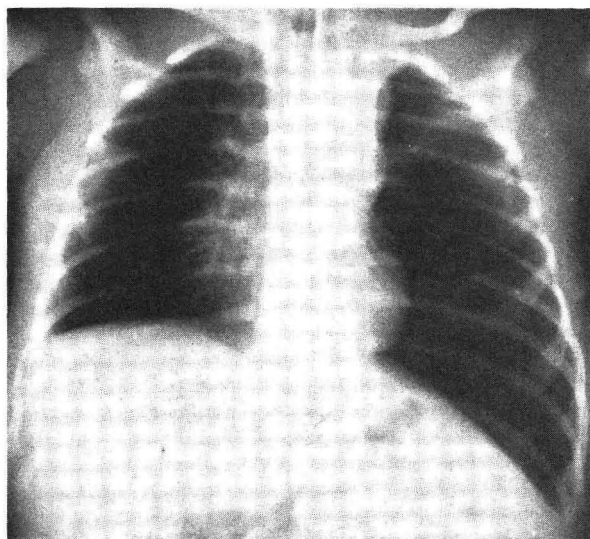


図 4 術後2日目の胸部X線写真

nary hypertension of the neonate (PPHN) からの脱却には重要な意味を持つ。このような術前の安定化は従来の人工呼吸管理ではなかなか難しく、また時間もかかった。HFO の使用によってこのような安定化、さらには PPHN の時期に手術を避ける待機手術が可能となったと言える。

術後の呼吸管理においては急激な健側肺の拡張は健側肺の気胸や縦隔の偏位による循環抑制を来し、さらには肺血管抵抗を増して PPHN の病態を悪化させるのでできるだけ避けなければならない<sup>3)4)</sup>。本症例では健側肺の overinflation, 気胸および縦隔の患側への偏位はみられなかった(図4)。また術後4日目からの全身浮腫により胸郭 compliance が低下した時期にも健側肺に負担をかけずに換気ができたのは barotrauma の予防の面からも HFO が有効だったと思われる。

こういった利点がある反面、高頻度換気の効率の面から主回路内にワイヤーヒーターが設置されず加湿効率に関して疑問がもたれる。ピストン方式による HFO では jet 方式に比較しては流速も換気量も少なく加湿が比較的容易とされているが、CMV と比較すると流速ははるかに多く加湿には十分な注意が必要である。オリジナルの回路ではワイヤーヒーター末端とガス流入口間でかな

りの温度低下が起こっており、ワイヤーヒーター末端から主回路までの距離を短くするか、ガス流入口を口元の近くに置く、あるいは保育器内で使用するなどの対策が必要であると思われる。回路の改造に当たってはピストンによる振動が吸収されて換気効率が悪化しないような注意が必要であろう。また実際の使用に当たっては口元の温度をモニターすることも大切である。

加湿器を作動させない時の回路内温度変化については次のように考えられる。呼吸回路を閉鎖系と仮定するとピストンによりある仕事量が増えるので気体の内部エネルギーは増加し回路内温度は上昇する。fresh gas flow と low pass filter の影響はあるが SV と F をあげてピストンの運動エネルギーを増すと回路内温度がより上がったという結果はこの考えを支持するものと思われる。

## 結 語

今回われわれは Hummingbird を用いた HFO で先天性横隔膜ヘルニアの患児を管理し、ガス交換能、循環動態ともに安定した結果を得た。

また Hummingbird のオリジナルの回路の温度分布より加湿効率は良好とはいえず、今後の検討が必要であると思われた。

## 文 献

- 1) 宮坂勝之, 三川 宏, 中條俊夫ほか: 先天性横隔膜ヘルニアの管理. 小児外科 16: 1417-1422, 1984
- 2) 津川 力, 木村 健, 松本陽一ほか: 生後24時間以内に手術が行われた横隔膜ヘルニア. 小児外科 16: 1437-1441, 1984
- 3) Tyson KRT, Schartz MZ, Marr CC: "Balanced" thoracic drainage is the method of newborn infants with diaphragmatic hernia and eventration. J Pediatr Surg 20: 415-417, 1985
- 4) 豊坂昭弘, 岡本英三, 植木重文ほか: Bochdalek 孔ヘルニアの出生早期の呼吸管理の重要性について. 小児外科 16: 1451, 1984