

□症例報告□

小児在宅人工換気療法における
在宅用人工呼吸器の工夫

宇野 武治*¹ 諏訪 香*¹ 浦田 嘉則*² 城 定 聡*²
 那須 まゆみ*³ 杉本 照代*³ 土井 雅子*³ 錦野 光治*⁴
 沢部 三千代*⁵ 餅田 良顯*¹ 木村 泰三*¹ 原田 幸雄*¹

ABSTRACT

A Device of Home Ventilator in Child

Takeji UNO*¹, Kaoru SUWA*², Yoshinori URATA*², Satoshi JOUJOU*²,
 Mayumi NASU*³, Teruyo SUGIMOTO*³, Masako DOI*³, Mitsuhiro NISHIKINO*⁴,
 Michiyo SAWABE*⁵, Yoshiaki MOCHIDA*⁴, Taizo KIMURA*¹, Yukio HARADA*¹

*¹ 1st Department of Surgery, Hamamatsu University School of Medicine

*² IMI Inc

*³ Department of Nurse, Hospital of Hamamatsu University School of Medicine

*⁴ Nishikino Private Clinic

*⁵ Town Health Center of Omaezaki, Shizuoka Prefecture

Respiratory failure in newborns with an omphalocele has been attributed to increased intra-abdominal pressure and elevation of the diaphragm after closure. Despite surgical techniques designed to minimize intra-abdominal pressure, we have observed prolonged respiratory insufficiency in a case of giant omphalocele with liver-containing. Artificial ventilation was performed due to hypoventilation after Shuster operation on the tenth day after birth. We planned to institute his home ventilation program according to the expectation of his family. But it was very difficult for him to be supplied with a suitable mechanical ventilation by ordinary home ventilator : LP 10. He was not weaned from artificial ventilation until he was two years and two months old. It was necessary for him to let the constant flow into the circuit. We made good use of air pump in order to make up for a weak spontaneous breaths. It gave rise to a similar function of HFO. He was weaned from the home artificial ventilation on the sixth month after discharge and gained his better development.

1. 序 文

本邦における小児在宅人工換気療法は、1983年に始められ、1991年の調査では全国で49症例が行われている¹⁾²⁾。1994年3月現在、静岡県下

*¹ 浜松医科大学第1外科 (〒431-31 浜松市半田町 3600)

*² IMI 株式会社

*³ 浜松医科大学付属病院看護部

*⁴ 錦野クリニック

*⁵ 静岡県御前崎町保健センター

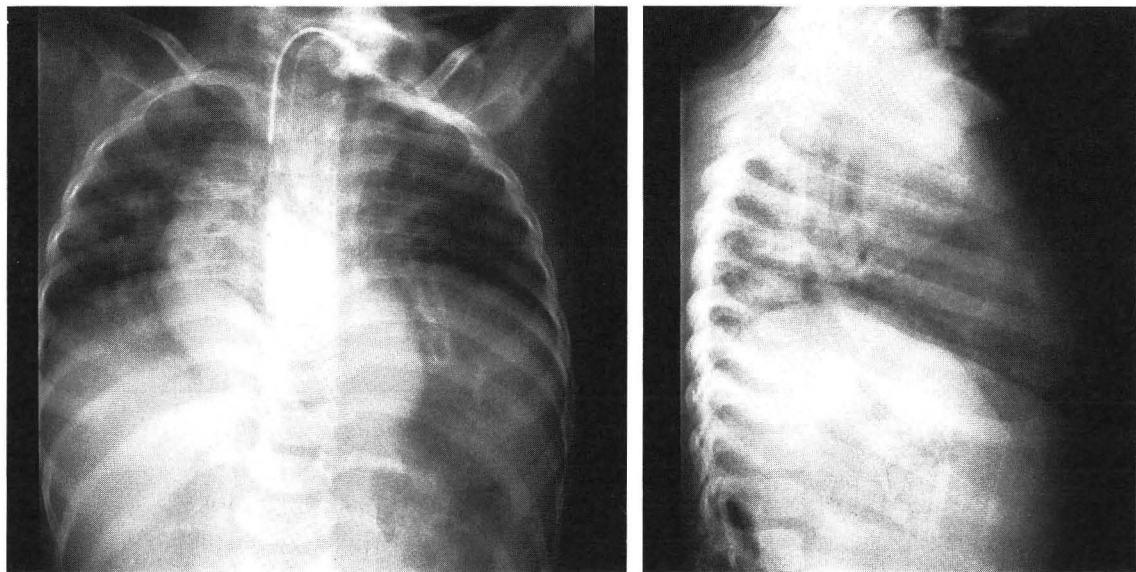


図 1 胸部単純X線写真
左：正面，右：側面

では，小児在宅人工換気療法の報告はみられず，われわれの症例が初めてである。本症は，臍帯ヘルニア術後の腹腔内圧上昇に伴う換気障害から長期の人工呼吸管理を必要としたため，在宅人工換気療法を選択した。しかし，従来の成人に使用する在宅用人工呼吸器では，患児の弱い自発呼吸を助け，呼吸仕事量を軽減させることが困難であった。今回，LP-10 (Aequitron Medical Inc 製) に，市販のエアポンプ (HI-POWER 10000，ニッソー社製)，エアフィルタ，PEEP 弁を取り付けることによって，回路内定常流と HFO に類似する振動を得ることで，良好な換気条件を作り，幸いにも長期の人工呼吸管理からの離脱がかなった。症例の経過と在宅用人工呼吸器への工夫について報告する。

2. 症 例

症例：2 歳 3 ヶ月，男児

現病歴および入院中の治療経過：平成 4 年 1 月 14 日，在胎 36 週 5 日，早期破水のため帝王切開にて出生した。生下時体重 2,410 g。出生前超音波検査で臍帯ヘルニアと診断されていた。ヘルニア門の径は 5 cm×5 cm で，ヘルニア内容は肝臓であった。出生後直ちに Gross 法にて手術を

行ったが，術後に皮膚の縫合不全を来し，生後 10 日目に Shuster 法による再手術を行った。再手術後は，腹腔内圧上昇による呼吸不全から心不全を来した。出生直後の胸部レントゲン写真では，両側横隔膜の高さは正常であったが，腹腔内圧上昇のため，生後 1 歳頃には胸部レントゲン写真 (図 1) 上，両側横隔膜の central tendon が吸気時，第 7 肋骨まで挙上し，自発呼吸下 P_{aCO_2} 60 torr 以上の hypercapnia を来した。長期間の人工呼吸管理を必要としたため，平成 5 年 6 月 17 日 (生後 1 歳 4 ヶ月) に気管切開を施行した。4 ヶ月間人工呼吸管理を続け，その間に人工呼吸器からの離脱を試みたが，困難であった。人工膜 (Gore-tex) の腹直筋との縫着部で奇異性呼吸を以前より認め，呼吸不全の原因の一つと考えて，平成 5 年 10 月 19 日に人工膜を除去し，腹直筋を直接縫合して腹壁を閉鎖した。CVP の上昇もみられず，腹腔内圧は以前に比して大きな変化を認めなかった。徐々に従圧式人工呼吸器 (BEAR CUB) の離脱を進め， FI_{O_2} 0.21，換気回数 15 回，最大吸気圧 18 cmH₂O，PEEP 2 cmH₂O，回路内定常流 10 l/分まで改善した。しかし，その後 3 ヶ月間，軽快傾向を認めず，長期人工呼吸管理を必要とする可能性が高いと判断

し、約3ヵ月間の家族への在宅療養に対する指導を経て、平成6年3月11日（1歳1ヵ月）退院した。

退院時現症および呼吸機能：身長77 cm，体重7.8 kg，血圧90/60 mmHg，脈拍80回/分，体温36.5°C，呼吸数50回/分，身体的発達5，6ヵ月相当，精神的発育1歳5，6ヵ月相当，入眠中CPAP時の一回換気量55 ml，分時換気量2.03 l/分，SpO₂ 96%，ETCO₂ 49 mmHgであった。

在宅用人工呼吸器への工夫：LP 10（Aequitron Medical Inc.）の従圧式プレッシャーリミットをそのまま利用した場合、回路内の吸気抵抗が高いため、弱い自発呼吸に対して低換気を来した。このため、市販のエアポンプ（HI-POWER 10000，ニッソー社製）を用いて9.7 l/分の流量を発生させ、ネブライザ用バクテリアフィルタ（ベアー社製）とワンウェイチェックバルブ（ベアー社製）を介して、加湿加温器モジュールへ導いた（図2）。また、エアポンプからの定常流に伴う振動が呼気でPEEP弁に作用し、呼気相で換気波形上、振動波形がみられた。人工呼吸器設定条件として、従圧式モード，最大吸気圧20 cmH₂O，換気回数10回，PEEP 2 cmH₂O，エアポンプ流量4.5 l/分による気管切開口部での振動数，振動圧をキャリブレーション アナライザ RT 200（アライドヘルスケア社）によって測定した。この結果，振動数50 Hz，振動幅9.4 cmH₂Oの発生が確かめられた。これは，HFOに似た換気効果が得られているものと推測された。

在宅療法の経過：在宅人工換気療法に移行後，7ヵ月が経過した。この間，肺炎等の呼吸器感染症を認めず，幸いにも，人工呼吸器から離脱した。また，身体的発達面で，つかまり歩行ができるまで成長した。

3. 考 察

臍帯ヘルニアは，出生3,200から10,000に1例の頻度でみられる先天異常である³⁾。腹壁組織の発育阻害が起こると，臍帯基部が欠損し，胚外体腔が嚢状となって発生する。臍帯ヘルニアの基底部分が5 cm以上ある巨大臍帯ヘルニアや肝をヘルニア内容とする場合には，腹腔内圧の上昇と横

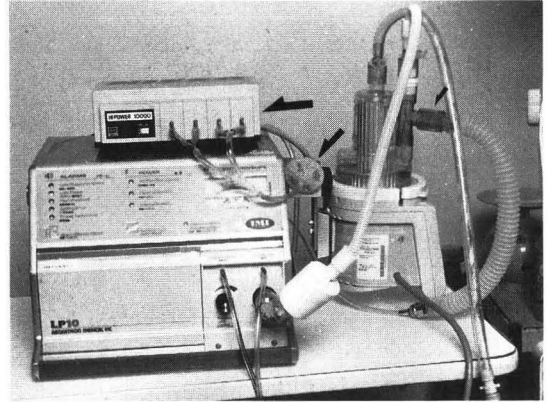


図2 在宅用人工呼吸器

エアポンプ（矢印：大）

ネブライザ用バクテリアフィルタ（矢印：中）

ワンウェイチェックバルブ（矢印：小）

隔膜挙上に伴う呼吸器障害を来しやすい。また，このような症例では，胸郭や肺の低形成を伴うことも報告されている⁴⁾。本症例では，Shuster 法術後の腹腔内圧上昇に伴う横隔膜挙上により，換気障害を来し，長期の呼吸管理を要したものと考えた。

これまでに，数種類の人工呼吸器が在宅人工換気療法に使用されているが²⁾，小児在宅用として規格のあったものは見あたらない。吸気抵抗が低く，死腔が少ないE-100やBEAR CUBは，この点において本症例に適していたが，エアコンプレッサの使用は，家庭用電源では十分補いきれず，移動は不可能である。一方，LP 10は内臓バッテリーにより，外出や停電にも対応できたが，吸気抵抗が高く，換気回数を減らすと，乳児では再呼吸が認められた。このため，LP 10に追加機能として，市販のエアポンプを利用し，回路内の死腔を定常流によって無くした。また，患者の弱い自発呼吸を助けて，呼吸仕事量を軽減させた。エアポンプにより発生した振動は，呼気時にPEEP弁によって増幅され，呼気相で振動を生じる結果となった。ワンウェイチェックバルブは，回路内定常流による呼気抵抗を軽減し，PEEP圧の安定化のために役立った。これらの工夫も手伝って，良好な呼吸条件が得られ，呼吸器合併症を来さず人工呼吸器からの離脱が可能

になった。

エアポンプは医療用ではなく、市販の観賞魚に使用するものであり、その耐久性は、6ヵ月から1年と、使用条件によって幅を持っている。われわれは、万一、エアポンプの故障においても、 SpO_2 が 93% 以上に保たれることを確かめた上で、6ヵ月以内での交換を行い、安全面の確保に努めた。また、ネブライザ用バクテリアフィルタを用いることで、空気の清浄化を行った。このエアポンプの使用は、家族へのインフォームドコンセントを行った上、使用しているが、医療用エアポンプを利用できなかった点は、小児在宅人工換気療法を行う上で、社会的信頼性への配慮に欠けるものと反省している。

一般に、HFOは10から30 Hzの振動数であり、エアポンプによって得られた振動数が50 Hzであることから、今回の方法はHFOに似た効果を生んだ。また、換気様式はPEEP時にHFOが作用するもので、IPPVにHFOを重畳させる

方法の一つである⁵⁾。この換気様式の評価については、今後検討したい。

(1994.11.4 受)

参考文献

- 1) 阪井裕一, 宮坂勝之: 小児呼吸管理の最近の進歩 (1). 人工呼吸 8: 10-16, 1991
- 2) 阪井裕一, 小林啓子, 宮坂勝之: 在宅呼吸管理システムに関する研究. 厚生省心身障害研究平成2年度報告書, pp 192-194, 1992
- 3) Raffensperger JG: Omphalocele and Gastroschisis, In Swenson's Rediatric Surgery. Edited by Raffensperger JG, p 783-792, New York, Appleton & Lange, 1990
- 4) Hershenson MB, Brouillette RT, Klemka L, et al: Respiratory insufficiency in newborns with abdominal wall defects. J Pediatr Surg 20: 348-353, 1985
- 5) 田村正徳: HFOの現状と将来. 臨床麻酔 15: 1239-1248, 1991