

# 新生児慢性肺障害における高頻度振動換気療法の基礎的検討

埼玉医科大学総合医療センター小児科

小川 雄之亮, 神谷 賢二  
川瀬 淳, 江口 秀史  
田中 太平, 小山 典久  
中山 義雄

## 研究目的

新生児の低酸素症の治療・予防に人工換気療法の果たす役割は大きい。しかし従来の人工換気においては、 $\text{PaO}_2$ は換気時の加圧の高さに比例し、重症例で十分な酸素化を計るためには気道内圧を上げねばならず、気道の圧損傷 (barotrauma) が問題となる。とくに新生児の慢性肺障害時には出来るだけ低い気道内圧での人工換気が好ましく、従来の人工換気法の改善改良がなされてきた。

最近、生理的な呼吸回数を越えた換気回数を用いた高頻度換気 (high frequency ventilation; HFV) により、1回換気量が小さく、このため低い気道内圧で良好な酸素化が得られることが示され、われわれも昭和58年度の本研究班の研究においてオイレン酸肺障害の幼若ウサギのモデルを用いてその効果を確認した。

しかし昨年度の本研究においては、エラストマー気道内注入により作成した慢性肺障害幼若ウサギのモデルでは、air trapのため血圧の低下をもたらす危険を報告し、換気法の改良の必要性を述べた。

そこで本年度の研究においては、jet ventilator を改造し、2方向 jet 流をもつ venturi tube を用いて、低圧換気を試みた。

## 研究材料および方法

慢性肺障害のモデルとして、昨年度と同様体重約2kgの幼若ウサギを用いた。

HFVはMera jet ventilator に新しく開発した2方向 jet 流をもつ venturi tube をつけ、吸気時には気道に陽圧 jet が、呼気時には逆に陰圧 jet が加わるようにした。気道内圧は昭和

58年度の本研究において報告した圧測定用カテーテルを内蔵した特性気管内挿管チューブを用い、気管分岐部附近の気管内圧 (intratracheal pressure) を測定し記録した。血圧は股動脈に留置したカテーテルより観血的に動脈血圧をモニター記録した。また血圧ガスは換気条件を変更する毎に corning 178型 Blood Gas Analyzer にて分析した。

換気条件は、1, 3, 5, 7.5, 10, 12 Hz の各周波数で平均気管内圧 (MAP) が 0 cm H<sub>2</sub>O となるよう jet の呼気・呼気比と駆動圧を調節し、自然呼吸時および陽圧 jet 付加時間 50%, 陰圧 jet 付加時間 0% の従来の陽圧 jet による HFV 時の  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$  および動脈血圧について比較検討を行った。なお換気条件は同一換気条件を少くとも 10 分間は保つようにした。

## 研究成績

図1は周波数 3 Hz, 駆動圧 0.7 kg/cm<sup>2</sup> の条件で HFV を行った場合の気管内圧 (下段) および動脈血圧 (上段) の記録の1例を示したものである。呼吸サイクルの 50% の時間のみ陽圧 jet の加わる従来の換気方式 (図中では 50/0 と示された部分) から、陽圧 jet 付加時間 50%, 陰圧 jet 付加時間 50% と陽陰圧 jet 方式 (図中 50/50 と示された部分) にすると、気管内圧の低下と共に血圧の上昇が認められ、更に陽圧 jet 付加時間を 30%, 陰圧 jet 付加時間を 50% にして平均気管内圧を 0 cm H<sub>2</sub>O まで下げた場合 (図中 30/50 と記された部分), 血圧が更に上昇することが示された。すなわち平均血管内圧もしくは平均気道内圧 (MAP) が 0 cm H<sub>2</sub>O で HFV が可能となった。

自然呼吸時の血圧を基準として MAP が 0 cm H<sub>2</sub>

### 3年間のまとめ

OでHFVを施行した際の各周波数における血圧変化率は図2の如く、おおよそ-5から+5%の間で、従来みられたような有意の血圧低下は認めなかった。

一方、MAPが0 cm H<sub>2</sub>Oで陽陰圧 jet HFVを行った際のPaO<sub>2</sub>は自然呼吸時と比較して有意ではないが、軽度の上昇を示し、またPaCO<sub>2</sub>は周波数が低いほど低下が著明であった(図3)。

呼吸サイクルの50%の時間に陽圧 jet のみが付加される従来の jet ventilationとの比較では、MAP 0 cm H<sub>2</sub>Oの positive-negative jet HFVでおおよそ30~60%の血圧上昇がみられ(図4)、PaO<sub>2</sub>は7.5 Hzの場合を除き約40-50%の改善が、そしてPaCO<sub>2</sub>も20-40%の低下を認めた(図5)。

### 考 察

Air trapによると思われる血圧低下の防止と、更にMAPを0 cm H<sub>2</sub>Oで換気出来ないかとの観点から、2方向 jet 流を作る venturi tube を作成し、陽陰圧 jet によるHFVを試みたところ、新生児の慢性肺障害モデルの幼若ウサギでは良好な成績が得られた。

とくに陰圧 jet 付加時間を50%に固定し、陽圧付加時間を50%から少しずつ短縮して行くとMAPを0 cm H<sub>2</sub>Oに低下してHFVを施行することが可能となるが、この場合も自然呼吸時や従来の陽圧 jet HFVの場合と比べて血圧の下降は認められず、しかもPaO<sub>2</sub>の下降やPaCO<sub>2</sub>の上昇も認められなかった。すなわち、きわめて低圧での換気が可能であり、血圧に影響を与えず、著明な効果は得られなかったものの酸素化の改善、換気の改善がみられ、とくに慢性肺障害などにおいては好ましい換気法であることが示された。

しかしながら、今回の研究は全て短時間の急性実験であり、肺胞の伸展が少ない場合は肺 surfactant の分泌が低下することが知られているので、長期に本法による陽陰圧式 jet HFVで低圧換気を行った場合 surfactant 欠如を来し、末梢気道の虚脱の心配も無いわけではない。臨床で繁用されるまでには更にこの面での検討が必要であろう。

低酸素症の予防・治療の目的で用いるべく jet 式の高頻度換気療法について、新生児の肺障害モデルを幼若ウサギに作成して基礎的検討を行い、以下の成績を得た。

i) 急性肺障害モデルとしてオレイン酸肺障害幼若ウサギを用い、jet HFVの酸素化と換気効果を検討し、12 Hz までのいずれの周波数においても自然呼吸時に比し有意の改善をみた。

ii) 我々の開発した気道内圧測定用カテーテル付の気管内挿管チューブ使用により、proximal airway pressure と気管分岐部の distal airway pressure (気管内圧)を比較したところ、気管内圧の圧振幅は周波数を増す毎に極度に減少した。しかし平均圧(MAP)は両者不変であり、したがって安全のためHFV中は少なくともMAPをモニターすべきことが示された。

iii) 慢性肺障害モデルとしてエラストーゼ気道内注入による肺線維症幼若ウサギを作成し、jet HFVの効果を検討した。自然呼吸時と比べ8 Hzの周波数まではPaO<sub>2</sub>の上昇、PaCO<sub>2</sub>の有意の下降を認めたものの、MAPを上げるにつれ血圧低下が著明となった。

iv) Air trapによる血圧低下の副作用を予防する目的で、2方向 jet 流をつくる venturi tube を開発し、陽陰圧 jet HFVが行えるようレスピレーター及び換気法を改良した。

v) 1呼吸サイクルの50%に陽圧 jet を、50%に陰圧 jet を付加する換気方式では、血圧低下は少なく且つ比較的 low pressure で効果が得られた。

vi) 更に陽圧 jet 付加時間を短縮してMAPを0 cm H<sub>2</sub>Oまで下げたが、換気は可能であり、血圧低下は全くみられなかった。しかも自然呼吸時と較してPaO<sub>2</sub>の上昇、PaCO<sub>2</sub>の下降が明らかに認められ、最も低い圧で換気し得ることが示された。

vii) MAPを0 cm H<sub>2</sub>Oで行う陽陰圧式 jet HFVは慢性肺障害時に最も好ましい換気方式であることが示されたものの、いずれも急性実験のデータによるものであり、長期施行時の肺 surfactant への影響などについて今後更に検討を続ける必要がある。

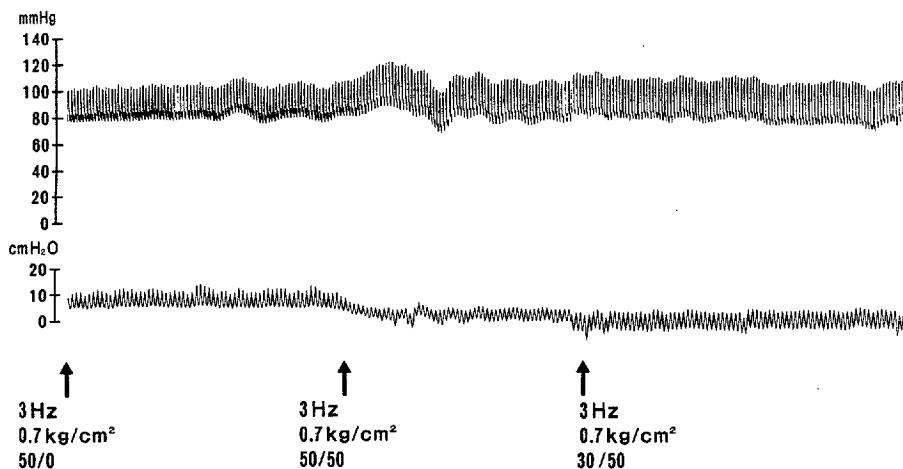


図1. 陽陰圧ジェット式高頻度換気を行った際の気管内圧と血圧の記録の1例.  
 3 Hz, ジェット駆動圧 0.7 kg/cm<sup>2</sup>, 陽圧付加 30%, 陰圧付加 50%で平均  
 気管内圧を 0 cm H<sub>2</sub>Oとして換気可能. その際血圧は低下をみない。

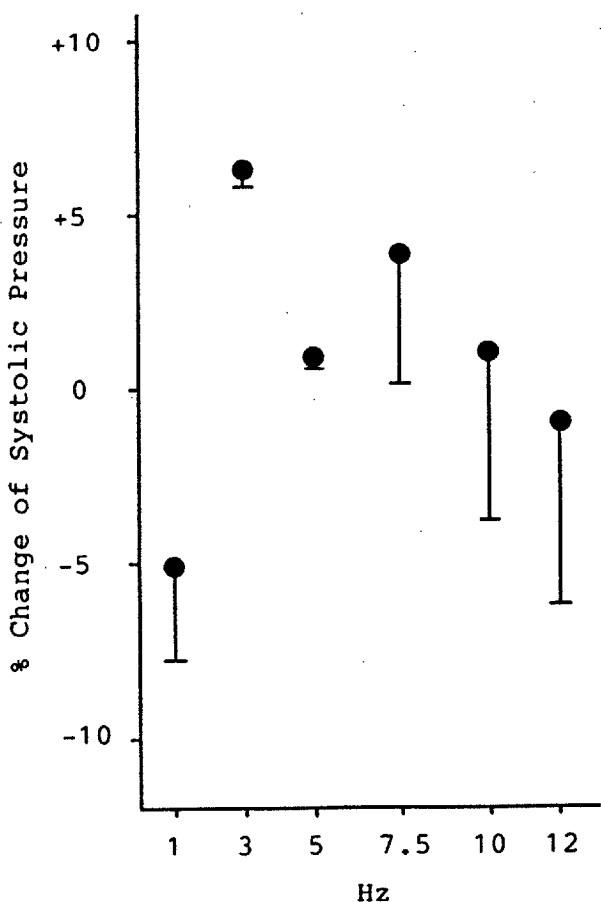


図2. MAP = 0 cm H<sub>2</sub>Oで陽陰圧ジェット高頻度換気を行った際の血圧変化(自然呼吸時の血圧に対する変化率)

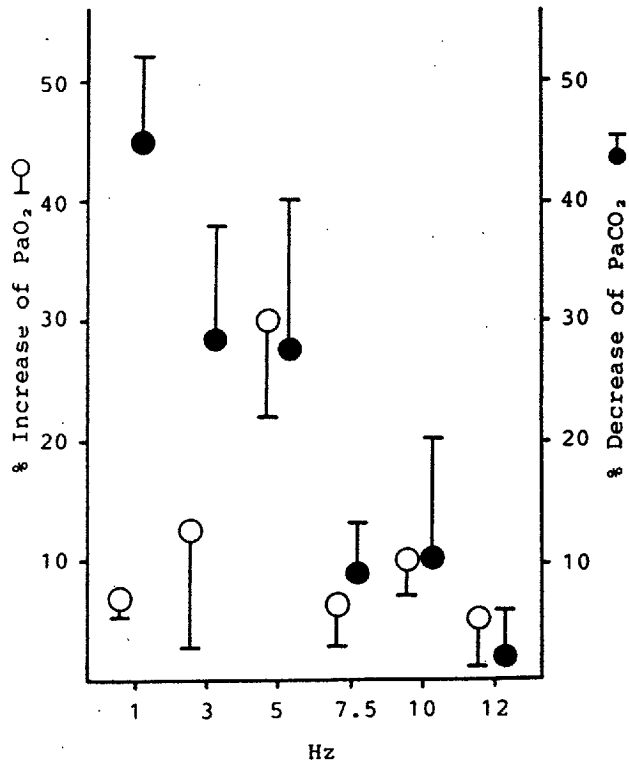


図3. MAP = 0 cm H<sub>2</sub>Oで陽陰圧ジェット高頻度換気を行った際の各周波数におけるPaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>の変化率(自然呼吸時に対する変化率)

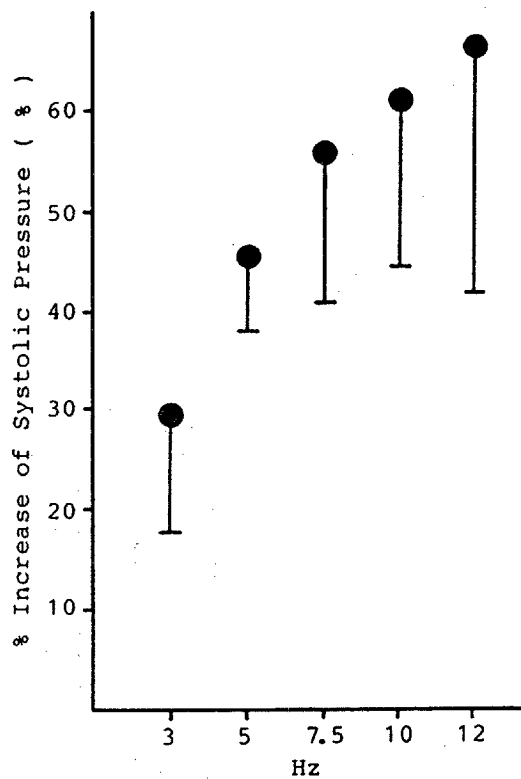


図4. 従来の陽圧ジェット換気時の血圧に対する  
MAP = 0 cm H<sub>2</sub>Oでの陽陰圧ジェット高頻  
度換気の際の血圧上昇率

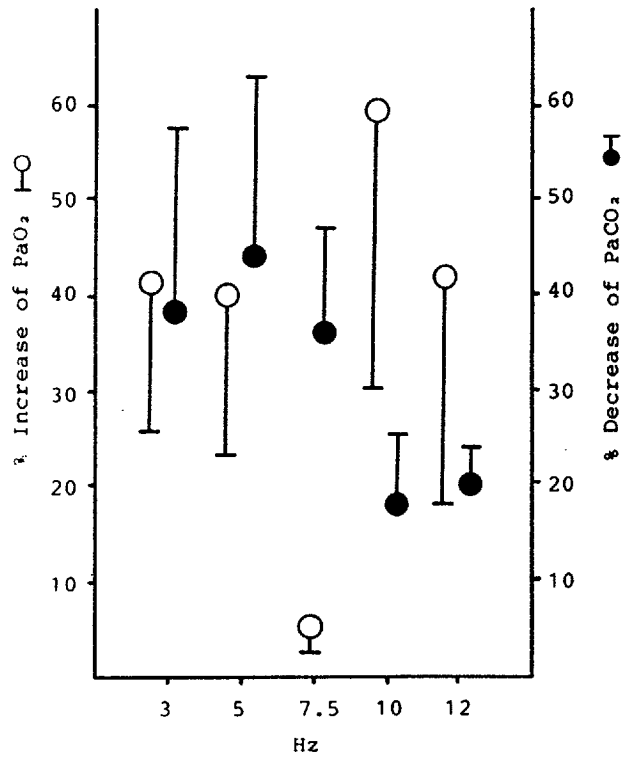
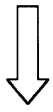
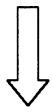


図5. MAP = 0 cm H<sub>2</sub>Oでの陽陰圧ジェット高頻度換気の際のPaO<sub>2</sub>上昇率とPaCO<sub>2</sub>低下率（従来の陽圧ジェット換気の場合に対する変化率）



## 検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



### 研究目的

新生児の低酸素症の治療・予防に人工換気療法の果す役割は大きい。しかし従来の人工換気においては、 $PaO_2$  は換気時の加圧の高さに比例し、重症例で十分な酸素化を計るためには気道内圧を上げねばならず、気道の圧損傷(barotrauma)が問題となる。とくに新生児の慢性肺障害時にあっては出来るだけ低い気道内圧での人工換気がのみましく、従来の人工換気法の改善改良がまたれてきた。

最近、生理的な呼吸回数を越えた換気回数を用いた高頻度換気(high frequency ventilation; HFV)により、1 回換気量が小さく、このため低い気道内圧で良好な酸素化が得られることが示され、われわれも昭和 58 年度の本研究班の研究においてオイレン酸肺障害の幼若ウサギのモデルを用いてその効果を確認した。

しかし昨年度の本研究においては、エラストーゼ気道内注入により作成した慢性肺障害幼若ウサギのモデルでは、air trap のため血圧の低下をもたらす危険を報告し、換気法の改良の必要性を述べた。

そこで本年度の研究においては、jet venti-lator を改造し、2 方向 jet 流をもつ venturi-tube を用いて、低圧換気を試みた。