

〔一般題演〕

HFJV 施行時の気道内圧について

小西 晃 生* 川前 金 幸* 赤間 洋 一*
 藤井 真 行* 奥 秋 晟* 蛭田 芳 文**

呼吸不全に対する HFJV の適応に関しては、当初の手当り次第といった傾向から、かなり限定され、また、その興味の減衰とともに HFJV の使用範囲は減少してきている。しかし、気道系の障害に対しては有用であることが多く¹⁾²⁾、中でも最近では、気管支喘息重積状態に対する人工呼吸法として HFJV が適応され良好であるとの報告が多い³⁾⁴⁾。ただ多くは重畳法として用いられており、その際の気道内圧の変化についてはあまり述べられていない。重畳法の場合、予想外に気道内圧が高値を示すことがあり⁵⁾、中には barotrauma と思われる合併症を引き起こすこともある。とくに気管支喘息などの気道内圧上昇が高度となる症例で、重畳法を使用する場合には、その気道内圧はかなり上昇するものと推測される。そこで今回

は、HFJV 施行時の気道内圧の変化について、HFJV の使用法の違いにより検討したので報告する。

実験方法

実験はモデル肺を用い、HFJV の使用法としては重畳法 superimposed method (S-HFJV) と、HFJV 単独に PEEP を付加する方法 (HFJV + PEEP 法) とにおいて、気道内圧の変化を比較した。

重畳法施行時には併用する人工呼吸器の回路内圧を参考にすることが多いため、気道内圧の測定部位は回路内圧と気管内チューブ先端における気管内圧の2カ所とし、また、モデル肺のコンプライアンスを変化させた場合の気道内圧についても

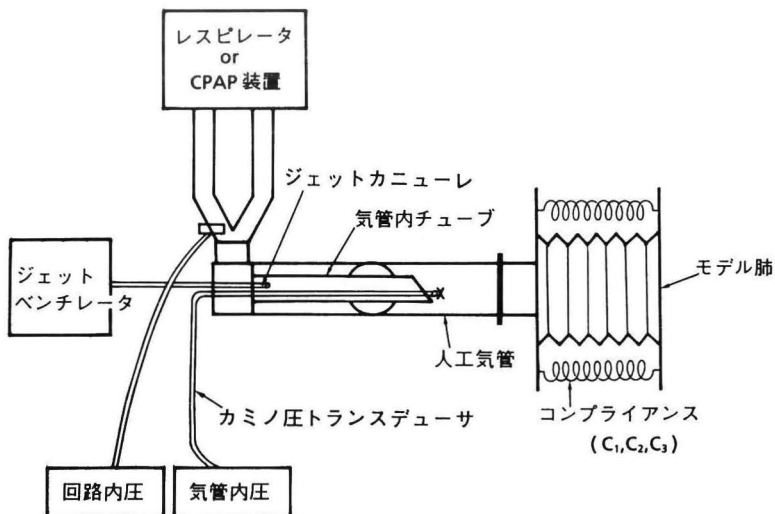


図1 実験セットおよび気道内圧測定部位
 気管内圧は気管内チューブ先端での圧を示す。

* 福島県立医科大学麻酔科学教室

** 総合会津中央病院麻酔科

検討した。

図1に実験セットおよび気道内圧の測定部位を示したが、重畳法では通常のレスピレータを用い、一回換気量 300 ml の IPPV にジェット流を重畳させ、HFJV+PEEP 法では毎分 30 l の定常

流が流れる CPAP 装置により 10 cmH₂O の PEEP を付加した。ジェットベンチレータは MERA HFO Jet Ventilator AE-20 を用い、気管内圧は CAMINO system 420 カテ先トランスデュースを用いて測定した。モデル肺のコンプライアンスは C₁ (50 ml/cmH₂O), C₂ (20 ml/cmH₂O) および C₃ (10 ml/cmH₂O) と変化させた。

HFJV 施行時の気道内圧を 図 2 に示したが、上段は重畳法、下段は HFJV+PEEP 法で、それぞれ回路内および気管内圧を記録した。

結果 (図 3~6)

最高気道内圧の変化では、重畳法、HFJV+PEEP 法いずれも気管内圧の方が回路内圧より高い圧を示し、また重畳法の方が HFJV+PEEP 法よりはるかに高値を示した。この傾向は HFJV の駆動圧 (D.P) を 1.0 kg/cm² から 1.5 kg/cm² に高くする程著明であった。HFJV の換気回数は 3, 5, 10 Hz を用いたが、換気回数では差を認めなかった。

平均気道内圧の変化では、重畳法、HFJV+PEEP 法両者間に、それ程差異は認めないが、HFJV+PEEP 法の方がやや高値を示している。

モデル肺のコンプライアンスを低下させていった場合、すなわち、“硬い肺”を想定した場合の変化について検討したが、ここでは HFJV の条件を 5 Hz, D.P 1.0 kg/cm² と一定にした。

最高気道内圧は 図 5 のごとく、コンプライア

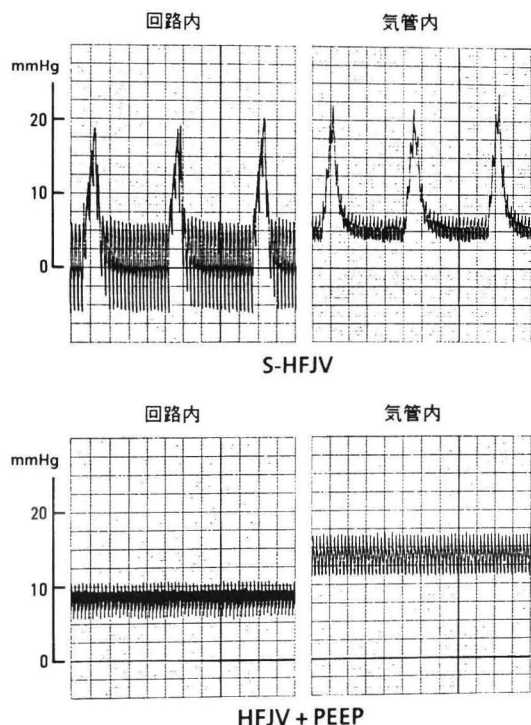


図 2 HFJV 施行時の気道内圧の変化

上段は重畳法、下段は HFJV+PEEP 法、回路内圧、気管内圧を示す。

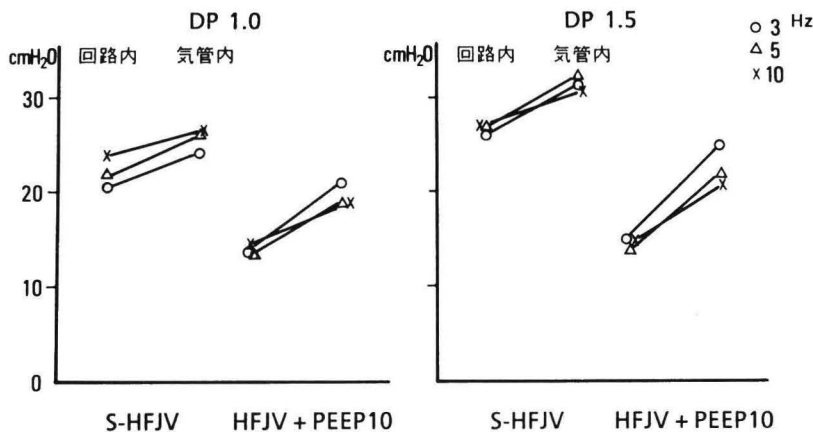


図 3 最高気道内圧の変化

駆動圧 (D.P) は 1.0 および 1.5 kg/cm² それぞれ回路内、気管内圧を示す。

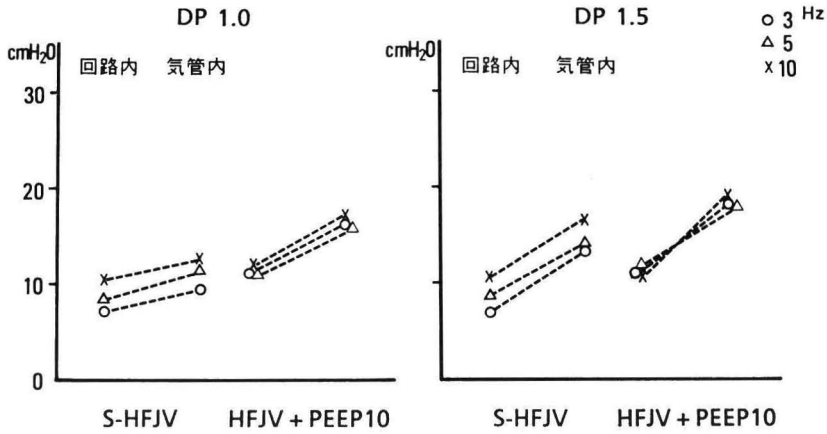


図 4 平均気道内圧の変化

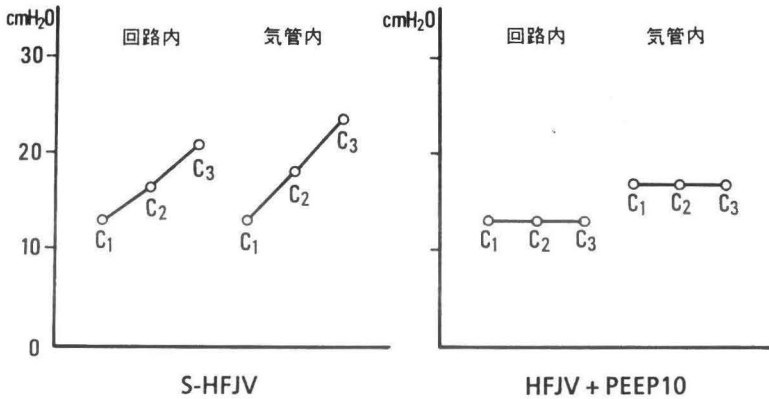


図 5 コンプライアンスの違いによる最高気道内圧の変化 (HFJV の条件は 5 Hz, DP 1.0 kg/cm²)

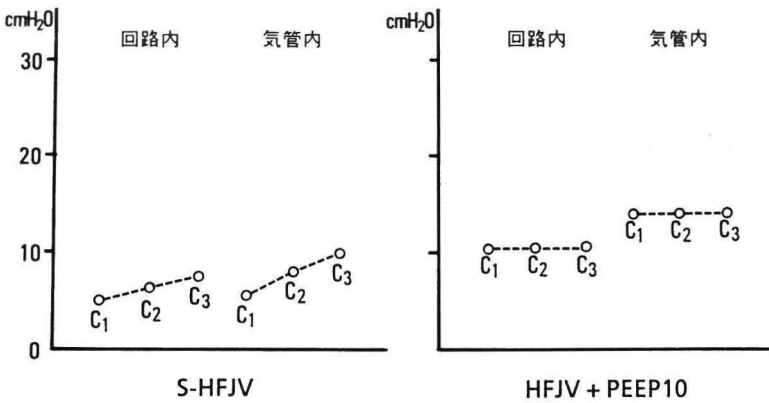


図 6 コンプライアンスの違いによる平均気道内圧の変化

ンスを C₁ から C₂, C₃ へと低下させていくに従い、重量法では気道内圧の増大が著明となることがわかる。一方、HFJV+PEEP 法ではコンプラ

イアンスの変化に基づく気道内圧の変化は認められなかった(図 6)。

平均気道内圧は HFJV+PEEP 法の方が高値を

示しているが、これは 10 cmH₂O というかなりの PEEP を付加しているためと思われる。

考 察

呼吸不全に対する HFJV の適応に関しては、種々の検討が重ねられてきたが、その結果、従来の人工呼吸法と比較し、HFJV の秀れた点は、本法の導入当初考えられた程多くないとの報告が多く、HFJV の適応はかなり限定されてきた。著者らも表 1 に示すような適応範囲⁴⁾を考え、とくに肺そのものの障害よりも気道系の障害に対し、HFJV が有用であると考えている。この中でも、気管支喘息重積状態に対する人工呼吸法に応用し良好な結果を得ている。図 7 は 31 歳、男性の気管支喘息重積状態における臨床経過であるが、通常の IPPV ではコントロールできず、Paco₂ は 105 mmHg にも達し、HFJV 施行によりやっと重積状態を脱することができた。この症例をはじめ著者らは、昭和 58 年より現在まで気管支喘息に対し、7 例の HFJV 施行例を経験している。気

管支喘息重積状態では気管支の spasm、浮腫および粘液栓による気道の閉塞に基づく換気不全がその病態の主体をなすが、重症例では人工呼吸が必要となる。しかし、従来の IPPV、IMV、あるいは pressure support ventilation (PSV) でさえも、管理が困難となることも多く、その場合、炭酸ガスの排泄、気道分泌物の排除という意味で HFJV は非常に有効な手段と考えられる。

しかし、HFJV の使用法としては、多くは重畳法を用いることが多く、中には図 8 のように皮

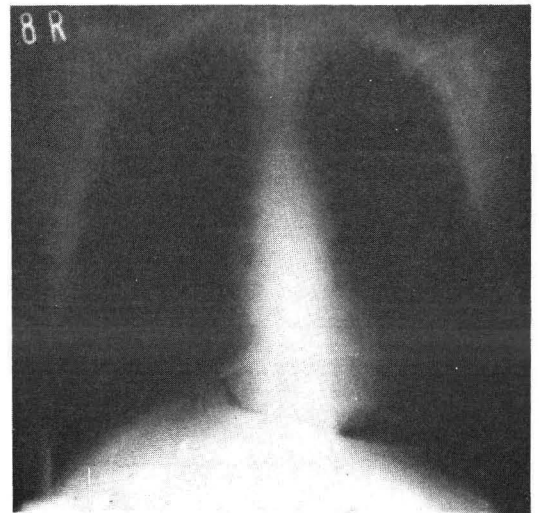


図 8 55 歳、男性。気管支喘息重積状態 縦隔気腫を認める

表 1 呼吸不全に対する HFJV の適応

1. 気道内圧を低下させたい場合
2. 炭酸ガスの排泄
3. 気道分泌物の排除 (理学療法的効果)
4. エアリークがある場合

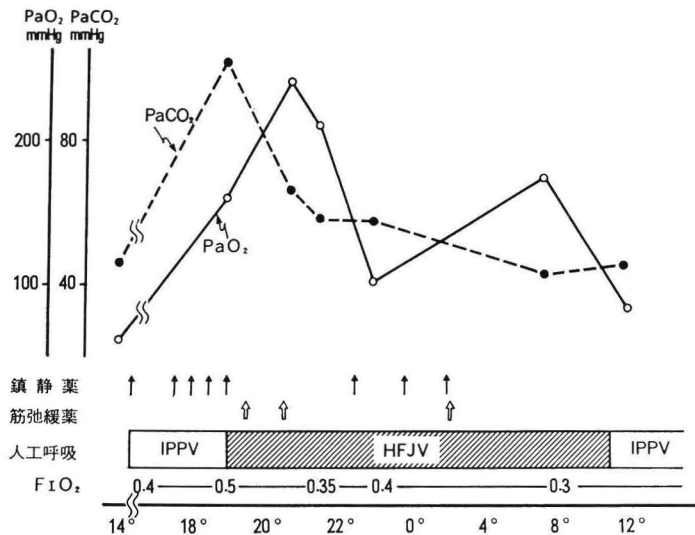


図 7 31 歳、男性。気管支喘息重積状態 HFJV 重畳法による管理

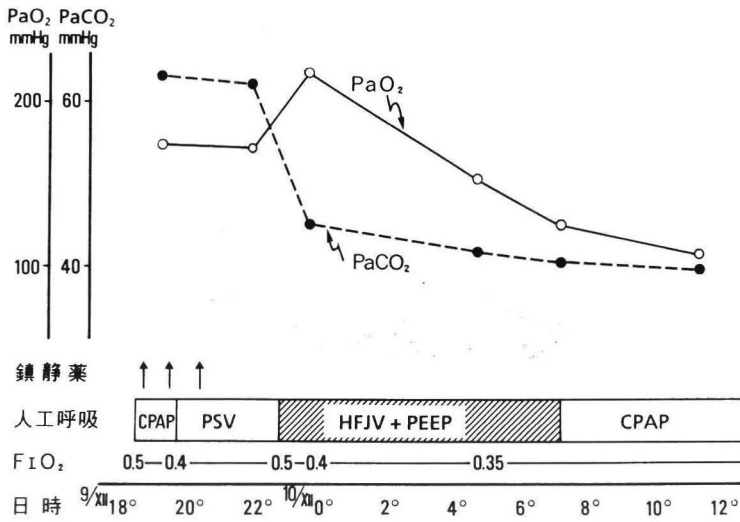


図9 68歳, 男性。HFJV+PEEP 法による管理

下気腫, 縦隔気腫など barotrauma と思われる合併症を引き起こした例もあった。本邦ではモニタリングおよび管理がし易く, 酸素化もある程度得られるという理由で, 重畳法が好んで用いられてきたが, bulk flow とジェット流が加重されるため気道内圧を低下させるという意味ではあまり好ましくなく, とくに気管支喘息のような状態では重畳法を用いた場合, 気道内圧は上昇してしまうことが予想された。

今回の実験では, 重畳法における気道内圧を HFJV に PEEP を付加した場合と比較し, また硬い肺を想定し, コンプライアンスを低下させた場合についても検討した。その結果, とくに硬い肺の場合に重畳法を用いると, 最高気道内圧がかなり上昇することが示された。それに対し, HFJV+PEEP 法では最高気道内圧は低く維持することが可能であった。すなわち, 気管支喘息重積状態のような気道内圧上昇が高度となる症例で, 重畳法を使用する場合は, 気道内圧がさらに上昇する可能性があるため厳重な注意が必要である。図9は68歳, 男性で, 重畳法ではなく HFJV+PEEP 法により管理した症例の経過であるが, 十分に管理が可能である。最近, 著者らは HFJV にネブライザーを組み込んだ CPAP 装置を併用し, HFJV+PEEP 法とすることにより HFJV 単独による酸素化の低下を補い, また加湿を含め良好な結

果を得ている。本来, HFJV の最大の利点は低い気道内圧で換気が可能ということであり, 気道内圧を上昇させてしまうような HFJV の使い方は考慮しなければならない。

次に, HFJV 施行時の気道内圧のモニター部位の問題であるが, 重畳法の場合, 人工呼吸器の回路内圧を参考にすることが多いため, 回路内圧と気管内チューブ先端での気管内圧とを比較してみた。図2でも明らかのようにジェット噴射口より近位側の回路内圧では陰圧が加わり, 本来の圧よりも低い圧を示し⁶⁾, 実験結果からも, 気管内圧の方が回路内圧より高い圧を示している。したがって, HFJV 施行時, 気道内圧のモニターとしては回路内圧は適切でないと言える。臨床においては HFJV 施行時, 気道内圧をどこでモニターするか, 非常に難しい問題であるが, ジェット噴射口より充分遠位側であればほぼ適切であると思われる⁷⁾, 著者らは気管内チューブ先端での圧を選択している。ただ回路内圧も, 本来の圧よりも低いということを考慮して用いるならば参考にしてい

いかかもしれない。以上, HFJV を気管支喘息重積状態の人工呼吸に応用することを念頭に, HFJV の使用法の違いによる気道内圧の変化について検討を加えた。

結 語

HFJV の重畳法と PEEP を付加した場合の気道内圧について検討した。

1. HFJV 施行時は、いずれも気管内圧の方が回路内圧より高い値を示し、駆動圧が高い程著明であった。気道内圧モニターとしての回路内圧は適切でない。

2. コンプライアンスが低下した場合には、重畳法では気道内圧の増大が著明で、PEEP 付加時では変化がなかった。

3. HFJV 施行にあたって、気道内圧上昇が高度となる症例での重畳法の使用は厳重な注意が必要である。

文 献

1) 桑迫勇登：HFJV が4タイプの実験的病的肺に及

ぼす影響。麻酔 34：1085, 1985

2) 小西晃生：高頻度人工換気法のその後。ICU と CCU 10：1057, 1986

3) 吉成道夫, 中沢引一, 小川左千夫ほか：HFJV の気管支喘息重積状態に対する適応。ICU と CCU 10：1053, 1986

4) 小西晃生：呼吸不全に対する HFJV の適応。麻酔 36：402, 1987

5) 篠崎正博, 山下徳次郎, 杉山知英ほか：重症呼吸不全患者における Superimposed High Frequency Jet Ventilation の効果。ICU と CCU 6：957, 1982

6) 小西晃生, 阿曾晶子, 荒木悦子ほか：HFJV の問題点, 高頻度人工呼吸。諏訪邦夫編, 東京, チーム医療, 1982, p 293

7) 橋本恵二, 吉成道夫, 入間田悌二ほか：高頻度ジェット換気下の気道内圧, 残気量, 換気量。人工呼吸 2：89, 1985