

〔一般演題〕

振動重畳換気法が実験的呼吸不全に及ぼす影響

安 本 和 正* 小 西 由美子* 桑 迫 勇 登* 細山田 明 義*

数年来爆発の人気を得た高頻度換気（HFV と略す）に対する興味は、現在下火となったようである。しかし、本換気下におけるガス交換の機序はいまだ解明されていないので、基礎的な研究が続けられている。一方、HFV のなかでも振動重畳換気法（SOV と略す）は、従来の換気法との中間型であるので概念的にも馴染みやすいためか、臨床応用が試みられている。著者ら¹⁾は、高齢者の術中に本換気法を用いガス交換の改善を得た。しかし、現在のところいかなる病態の呼吸不全に対して SOV が適応となるか、またどのようなタイプの振動を重畳すべきであるかなどについての定説はない。

今回この点の解明を目的として、成犬に2種類の呼吸不全を作成し、SOV 下での血液ガス、循環動態などの変動を観察し、SOV が呼吸不全に及ぼす効果を検討したので、報告する。

研究方法

25 mg/kg のネブタール投与下雑種成犬 15 頭に気管内挿管を行い、 PaCO_2 が 35 ないし 40 mmHg となるように Servo Ventilator 900 C を用いて間欠的陽圧呼吸 ($\text{FiO}_2=0.33$, $f=20/\text{min}$) を開始した。非動化を目的として適時パンクロニウム 0.1 mg/kg を投与し、大腿動脈に圧測定ならびに採血用のカニューレーションを行い、また心拍出量ならびに肺動静脈圧などの測定および混合静脈血の採血などを目的として、Swan-Ganz カテーテルを外頸静脈より挿入し、肺動脈に留置した。平均気道内圧は気管内チューブの先端部分に側管を作成して測定した。平均胸腔内圧は、食道内に食道バルーンを留置して測定した。

7 頭の成犬にオレイン酸 0.09 mg/kg を Swan-Ganz カテーテルより注入して肺水腫を、一方、6

頭に対してはメサコリン 8~20 mg/hr を持続点滴静注することにより気管支収縮を作成した。後者では最大気道内圧がメサコリン投与前の約 1.5 倍となるように、薬剤の投与量を調節した。なお、メサコリンによる循環抑制に対しては、塩酸ドパミンとノルエピネフリンを点滴静注して対処した。

呼吸不全作成後一時間に各パラメータを採取した後に、Servo HFV unit²⁾ を用い SOV を開始した。SOV 時には、pulse time（1 振動におけるジェット流の噴出時間）は 50%、周波数が 10 Hz のジェット振動を吸気相、呼気相、全呼吸相の 3 相に分けて重畳し、開始後 10 分、30 分、60 分に、各パラメータを採取した。吸気相に振動を重畳すると換気量が増加するので²⁾、IPPV 時と V_T が等しくなるように吸気相振動重畳時には IPPV の換気量を減らした。

推計学的検討には paired t test を用い、 $P<0.05$ をもって推計学的有意差ありと判定した。

結 果

両群において病的肺作成後 PaO_2 は、作成前に比して有意に低下した。肺水腫犬では、どの相に振動を重畳しても PaO_2 は IPPV 時とほとんど変わらなかった。 PaCO_2 は吸気相に重畳しても IPPV 時と変わらなかったが、呼気相ならびに全呼吸相に重畳した時には IPPV 時より有意に低下した（図 1）。

気管支収縮犬では、 PaO_2 は吸気相重畳時には IPPV 時とまったく変わらなかったが、全呼吸相重畳時には上昇傾向を示し、さらに呼気相に重畳した際には推計学的に有意に ($P<0.05$) 上昇した。また SOV 時には PaCO_2 は低下傾向を示し、吸気相重畳時には IPPV 時との間に有意差 ($P<0.05$) が認められた（図 2）。

* 昭和大学医学部麻酔学教室

pulmonary edema

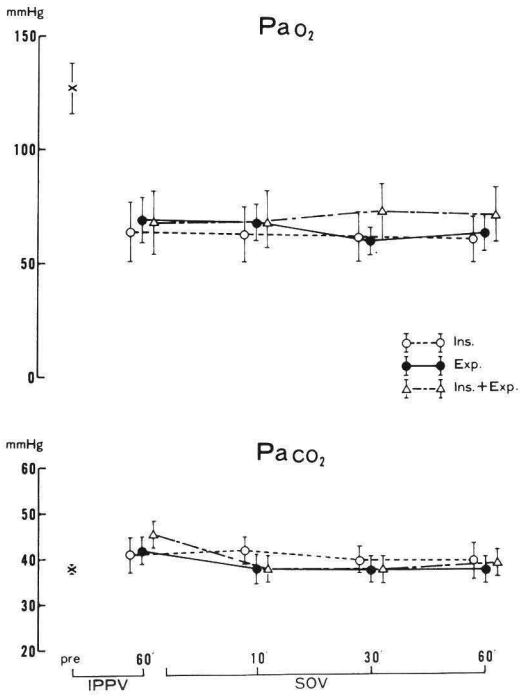


図 1

bronchial constriction

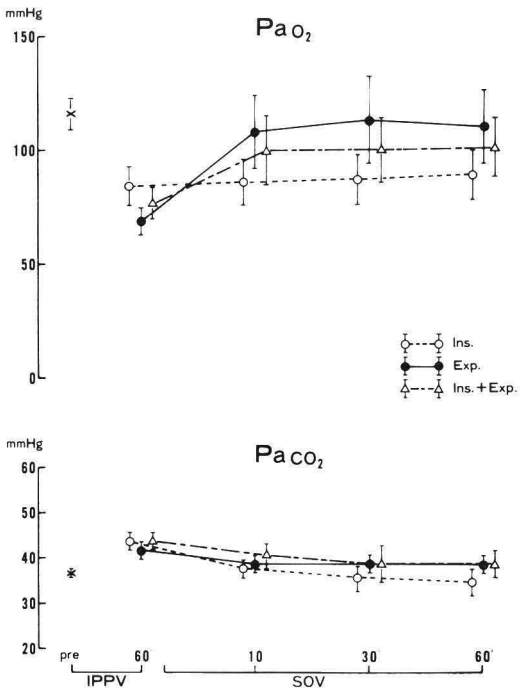


図 2

pulmonary edema

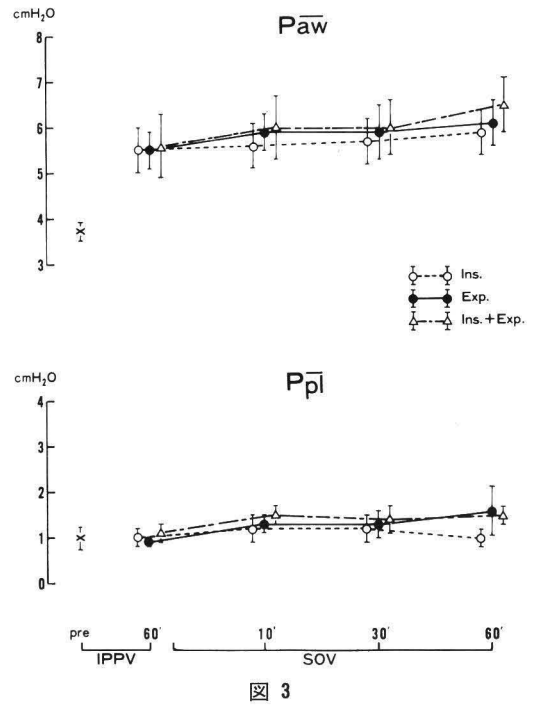


図 3

bronchial constriction

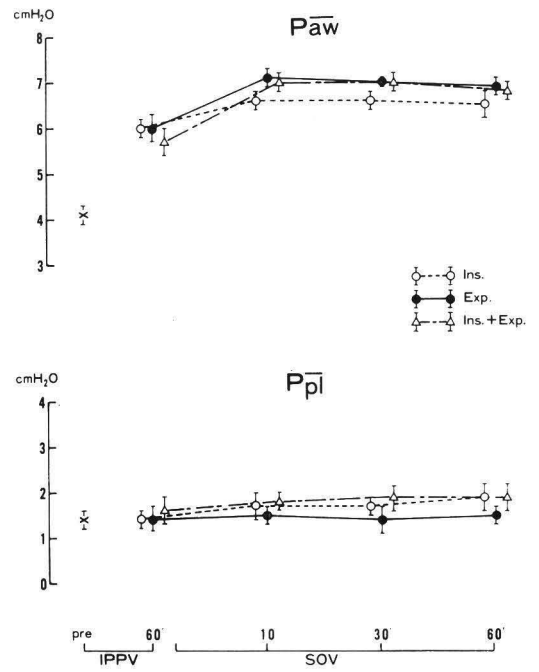


図 4

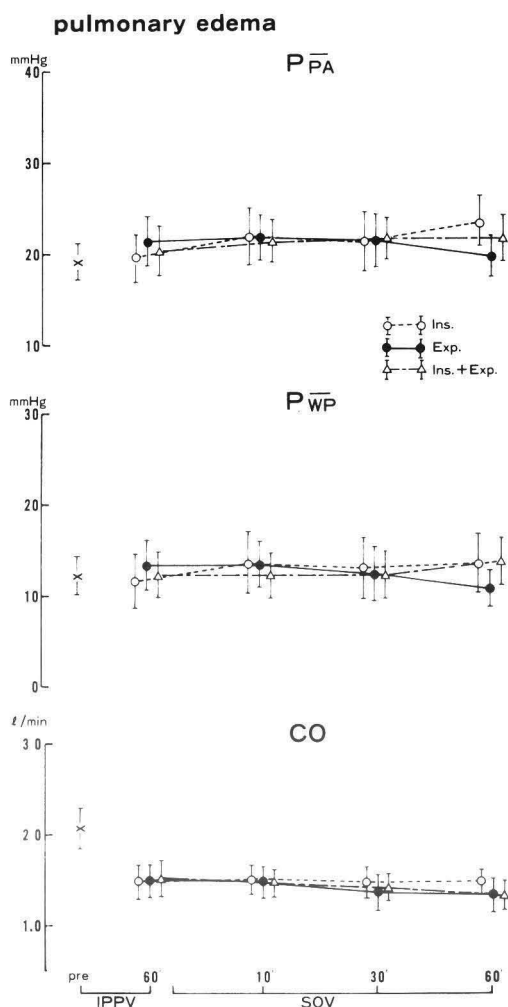


図 5

平均気道内圧ならびに平均胸腔内圧は肺水腫犬では、SVO 時には IPPV 時より若干高値を示した(図 3)。また、気管支収縮犬では、平均気道内圧は SVO 時において IPPV 時より上昇し、呼吸相ならびに全呼吸相重量では有意に ($P < 0.05$) 上昇した。平均胸腔内圧は各 SOV 時に IPPV 時より上昇するものの、その程度は平均気道内圧の変化より少なかった(図 4)。

両群において心拍量、平均動脈圧、平均肺動脈圧、さらに楔入圧などは、換気方式を IPPV より SOV 時に変えてもほとんど変らなかった(図 5, 6)。

なお、犬の平均体重は、肺水腫群では 12.6 kg,

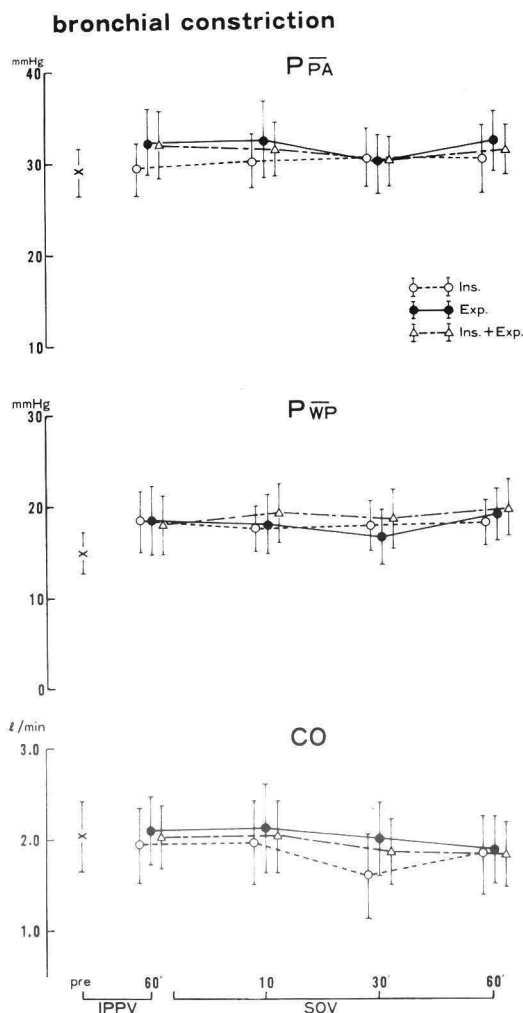


図 6

気管支収縮群では 12.7 kg であり、両群間に有意差はなかった。

考 案

HFV では、 V_T が死腔量またはそれ以下であるにもかかわらずガス交換が維持されるので、その機序を解明しようと呼吸生理学のアプローチが進められている。さらに、当初 HFV にて換気することにより、重症呼吸不全例のガス交換能が改善されたという報告が見られたので、従来の換気法では救命しえない重篤な呼吸不全例に HFV が有効であろうと、大いに期待された³⁾。しかし、皮肉なことに HFV を行いうるレスピレータがいく

つか開発され、多くの施設において HFV の臨床応用が開始されると、従来の換気法に比して HFV の利点は驚く程少ないことが報告された。教室においても成犬を用いて 6 種類の呼吸不全を作成し、3 ないし 10 Hz の高頻度ジェット換気の効果を検討したが、IPPV に比してガス交換能が有意に改善したのは気管支収縮群だけであり、HFV が特に有効となる呼吸不全例の少ないことが、示唆された⁴⁾⁵⁾。

一方、SOV は HFV に比較して装置の面からも行いやすいためか、すでに幾つかの検討がなされ^{1)6)~8)}、有効例も報告されている。しかし、どのような病態に対して本換気法が適応となるかは無論のこと、ガス交換に対して有効な振動重畳時期が、諸家の報告では区々であり、いかなる呼吸相に振動を重畳すべきであるか、というもっとも基本的な事項についてもいまだ定説を得ていない。僅か 2 種類の呼吸不全における検討ではあるが、肺水腫群では全く PaO_2 の上昇が得られなかったという今回の結果は、SOV の適応が比較的狭いことを示唆すると思われる。したがって、今後はより多くの呼吸不全モデルにおける検討が望まれる。

現在、ガス交換に対して有効に作用する振動重畳時期については、諸家の報告が区々で^{6)~8)}、いまだ定説を得ていないが、ここには対象の病態または用いた振動の種類の違いが影響していると思われる。呼気時にジェット振動を重畳することにより PaO_2 が改善した今回の結果は、著者らの以前の臨床例における検討¹⁾と一致する。しかし、呼気相におけるジェット振動の重畳が PaO_2 を上昇させた機序については、今回の研究からは不明ではあるが、以下のように推測されている。まず、呼気に振動を重畳すると PEEP 様の効果が出現する²⁾。一方、Downs⁹⁾ はガス交換は呼気相において行われると述べているので、ガス交換遂行

時に拡散能を強化する振動の重畳は、ガス交換に対して促進的に作用する。

何れにせよ、病態の異なる呼吸不全モデルをいくつか作成して、SOV がガス交換に及ぼす効果を重畳時期を分けて比較検討すれば、SOV の適応例を推測し得るとともに、ガス交換促進作用の機序を知る手掛りになると思われる。

雑種成犬に肺水腫または気管支収縮の二つの呼吸不全を作成して、SOV の効果を振動重畳時期を分けて検討したが、 PaO_2 の有意の上昇を得たのは気管支収縮犬の呼気相重畳時だけであった。

文 献

- 1) 安本和正, 稲田 豊: 高齢者に対する術中呼吸管理. 麻酔 35 : 91-99, 1986
- 2) 安本和正, 稲田 豊: Servo HFV unit 使用時ジェット振動のタイプが換気力学に及ぼす影響について. 麻酔 34 : 173-179, 1985
- 3) 安本和正: 高頻度換気. 医学のあゆみ 129 : 1212, 1984
- 4) 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 : 1085-1094, 1985
- 5) Kuwasako Y, Yasumoto K: The comparison of conventional ventilation and HFJV on respiratory failure. Proceeding of the 3rd WPACCM Congress, 1985, p 119
- 6) 太田保世, 笹本 浩: 振動呼吸法に於ける血液ガス異常の改善. 厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班, 昭和 53 年度研究業績, 1979
- 7) 財津昭憲: Servo ventilator 900 B による Vibratory PEEP の検討. ICU と CCU 5 : 229, 1981
- 8) 宮野英範ほか: 累積高頻度ジェット換気法. ICU と CCU 11 : 967, 1982
- 9) Downs JB: Acute respiratory failure; The adult. Advances in Anesthesia. Vol 1. Edited by Gallagher TJ. Chicago, Year Book Medical Publishers Inc, 1984, p 1