

〔一般演題〕

7200 a の新しい換気モード FLOW BY の特性について

川前金幸* 萩野英樹* 鳴原晃* 五十洲剛**
小西晃生** 赤間洋一** 田勢長一郎** 奥秋晟**

はじめに

最近 CPAP モードの中で demand flow type に continuous flow を流し, flow sensor を導入した新しい換気モード, Flow by (Puritan Bennett 社製 7200 a) が開発された。この Flow by を呼吸管理に用いる場合, どの程度の性能を有するモードであるかを理解するため, 呼吸仕事量からみた Flow by の特性について次の事項について検討した。

1) 7200 a での CPAP モードとの相異, 2) 呼吸仕事量を軽減するための最適な Base Flow (以下 BF) および Flow Sensitivity (以下 FS) の選択, 3) continuous flow を有する各種人工呼吸器の CPAP モードとの比較を行った。

実験方法

実験系としては, モデル肺を用い, 人工呼吸器を接続し, 回路内圧の変化と換気量を呼吸モニターで測定した。まずモデル肺は, 一回換気量 500 ml で一定とし, 呼吸数を毎分 15, 30, 45 と変えることにより, 3 種類の呼吸パターンを作成した。つぎに人工呼吸器の設定は 7200 a において, 1) 従来の CPAP について, 感度を -1, -3, -5 cmH₂O と変化させた。2) Flow by について, BF = 5 l/min と FS = 1 l/min, 同じく BF = 20 と FS = 1, BF = 20 と FS = 10 と 3 様式で行った。3) つぎに continuous flow を流せる機種 New Port, CV-3000, Bear-5, high flow CPAP について, 各機種の持つ最大定常流を流し, もっとも吸気仕事量を最小にすると予測される条件で設定した。なお PEEP レベルは簡便を

計るためすべて 10 cmH₂O で行った。3 測定項目として回路内圧 (P) と換気量 (V) より PVcurve を描き, 吸気および呼気仕事量をそれぞれ分離して検討した。

結果および考察

始めに, 7200 a における Flow by と CPAP モードの PVcurve を示す。上段から Flow by (BF = 20, FS = 1), 次に CPAP の sensitivity を -1, -3, -5 cmH₂O で, モデル肺の呼吸数は, 每分 15, 30, 45 回である (図 1)。まず Flow by の 15 回において, 先の細い下半分の膨らんだ図形となっている。これは 1 l/min の flow trigger であることと, 呼気の始めに BF = 5 l/min に一時低下するが, その後次の吸気に備え

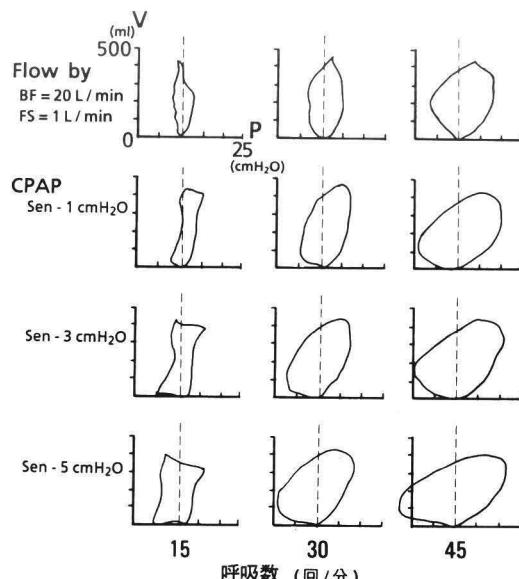


図 1 Flow by と CPAP の P-V curve
BF : Base flow FS : Flow sensitivity sen : sensitivity

* 総合会津中央病院麻酔科

** 福島県立医科大学麻酔科

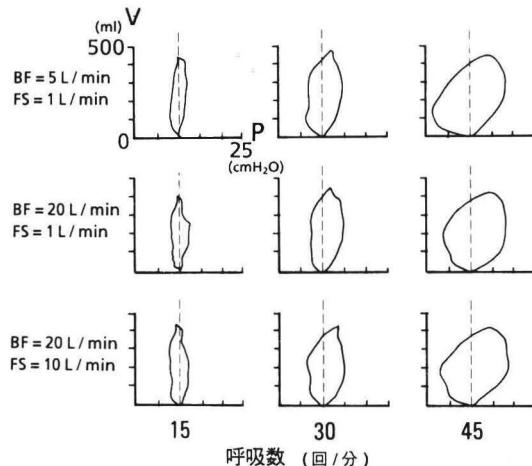


図 2 Flow by の Base flow と Flow sensitivity を変えた時の P-V curve

るため最初の $BF = 20 \text{ l/min}$ に戻してしまうため、呼気終末に陽圧を付加する形となる。回数を増やすと、吸気呼気ともに面積は増大し、楕円形から、円形に近い形をとるようになる。

CPAP では、15回/分において、いずれも長方形に近い形を示し、感度を下げる、呼吸仕事量は増大した。いずれも吸気仕事量の増大が主となっている。これは PEEP 値から sensitivity を引いた圧で吸気を維持するように設定されているため、必然的に吸気仕事量は増大する。回数を 30, 45 と増加させると、やはり感度の低い $-5 \text{ cmH}_2\text{O}$ でもっとも大きい吸気仕事量となっている。呼気仕事量に関しては、呼吸数が同じであればいずれも同程度であった。Flow by と CPAP では明らかに Flow by で CPAP より吸気呼気とともに仕事量は軽減しており、45回とくに努力性の呼吸を想定した場合その差は大きくなる。

次に Flow by の BF と FS の検討を行った(図 2)。BF の設定範囲は $5 \sim 20 \text{ l/min}$ 、FS のそれは $1 \sim 10 \text{ l/min}$ であるが、測定は 1) $BF = 5$, $FS = 1$, 2) $BF = 20$, $FS = 1$, 3) $BF = 20$, $FS = 10$ の 3 つの条件で行い、呼吸数は 15, 30, 45 回とした。まず吸気仕事量に着目し、 $FS = 1$ として、 $BF = 5$ と 20 を比較するといずれも BF の多いもので少なくなっている。また $BF = 20$ として $FS = 1$ と 10 を比較すると、FS の小さいもので少ない傾向にあった。BF は大きいほど、また

FS は小さいほど吸気の追従性はよいと思われる。次に呼気仕事量についてみると、 $BF = 5$ に比して $BF = 20$ の場合呼気の後半に回路内圧の上昇を認め抵抗となっていると思われるが、呼吸数を増加させるとその差は小さくなる傾向にあった。Flow by では 2 l/min の流速をもって呼気と判断され、呼気の開始から 0.5 秒ないし前 3 回の呼気時間の平均 $1/2$ のいずれか早い方の時間に Base flow は 5 l/min となり呼気仕事量が少なくなるよう工夫されているが、呼吸回数が多く呼気時間が短くなると呼気の初期に流れる $BF = 5 \text{ l/min}$ の占める割合が大きくなり、始めの設定の BF の影響が少なくなるためによると思われる。

最後に continuous flow type の各機種の CPAP モードと 7200 a の Flow by について検討した。人工呼吸器の設定は、New Port: 定常流 (CF) を 25 l とし、 5 l のリザーバーバッグ (RB) を装着、CV-3000: 最大定常流 50 l 流したもので (RB) はない、Bear-5: CF = 40 L とし Sensitivity は $0.5 \text{ cmH}_2\text{O}$ 、high flow CPAP: CF = 30 l で 5 l の RB を 2 個、high flow CPAP: CF = 30 l で 10 l の RB を 2 個、7200 a・Flow by: $BF = 20 \text{ l/min}$, $FS = 1 \text{ l/min}$ で行った。まず呼吸数 15 回で比較する(図 3-1)と図形全体の大きさは 10 l バッグの high flow CPAP がもっとも細長く、Flow by は Bear-5 とほぼ同程度であった。呼吸数を毎分 30 回と増加させると(図 3-2)、いずれも膨らみを増し仕事量が増大しているのがわかる。Flow by でも PVcurve より描かれた面積は決して小さいものではなく、high flow CPAP よりも大きくなっている。しかしながら吸気仕事量についてみると、Flow by はもともと面積が小さく 10 l の high flow CPAP よりも小さくなっている。さらに 45 回と呼吸数を増加させても(図 3-3)、Flow by の吸気仕事量は最小となっている。しかしながら呼気仕事量についてみると、high flow CPAP, New Port のように RB を有した機種に比べると著明に増大していた。ここで述べている呼気仕事量とは、モデル肺の呼気に対する抵抗の程度を意味しており、実際の患者で肺のコンプライアンスで呼息する場合のいわゆる呼気仕事量を想定することはできな

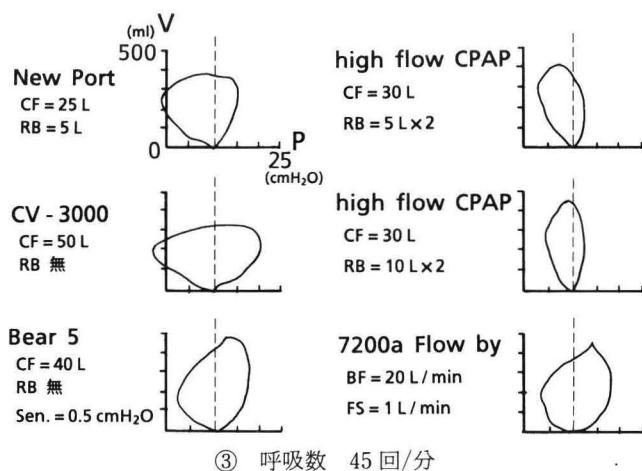
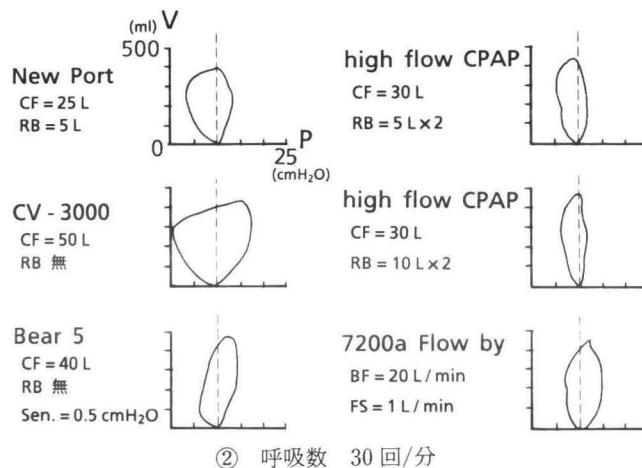
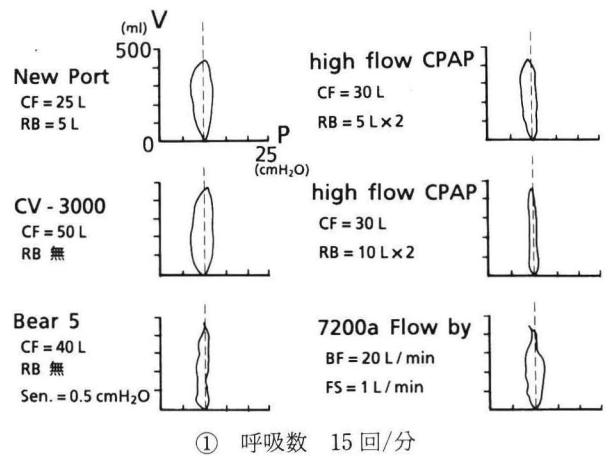


図 3 各機種 CPAP (continuous flow type) と Flow by の比較。CF : Continuous flow RB : Reservoir bag

い。あくまでも機種の呼気の追従性についての検討としてみると、RBのないもの、定常流の大きいもの、では大きくなる。Flow by でもまだ問題があり、何らかの工夫が必要と思われる。やはり現在のところ CPAP に関しては RB の容量を大きくした high flow CPAP がもっとも性能がよいと思われた。

結 語

1 7200 aにおいて、Flow by では、呼吸仕事

量は、CPAP モードに比して少なかった。2. Flow by において、吸気仕事量は Base flow が多く、あるいは Flow Sensitivity が小さいときに少なくなり、呼気仕事量は Base Flow の多い時に多くなる傾向があった。3. Flow by は吸気仕事量の面で、他の機種における CPAP モードに比して優れた性能を有しているが、呼気仕事量に関してはまだ改善の余地がある。