

〔一般演題〕

Flow-By システムの回路内圧、最高回路内陰圧の変動について

大 槻 學* 五十洲 剛* 松 本 幸 夫* 矢 内 裕 宗*

管 桂 一* 藤 井 真 行* 趙 達 来*

マイクロプロセッサーベンチレーター7200 a (7200 a) の Flow-By は自発呼吸時に働き、吸気相、呼気相の回路内流量を変化させ、吸気時のタイムディレイと呼気時の呼気抵抗軽減を目的としている。今回モデル肺を用いてこの Flow-By システムの回路内圧、最高回路内陰圧の変動について検討するとともに、従来の 7200 a の CPAP およびわれわれの用いている自家製の High flow CPAP (H-CPAP) 装置と比較検討した。

測定方法

モデル肺 (五十嵐医科工業社製 T 3) を用い、安静呼吸 (一回換気量 500 mL, 呼吸数 15 回) と努力呼吸 (一回換気量 500 mL, 呼吸数 30 回) の 2通りの呼吸条件を作成した。それぞれの条件下に CPAP を 5, 10, 15 cmH₂O と変化させ、① 7200 a の Flow-By, ② 7200 a の CPAP, ③ H-CPAP の 3 つのタイプの CPAP を行った。測定は呼吸モニターOMR-7101 (日本光電社製) を用い、呼吸回路の Y ピース部に接続して回路内圧、最高回路内陰圧を求めた。Flow-By は base flow を 5, 10, 15, 20 l/min の 4 つの場合とし、base flow に合わせて trigger flow をそれぞれ 1, 3, 5, 7, 10 l/min と変化させた。7200 a の CPAP は感度を -1 cmH₂O, H-CPAP の定常流は 30 l/min とした。また図 1 に示すように、CPAP レベルからの陰圧の振れ幅を最高回路内陰圧、これに最高回路内陽圧 (呼気圧) を加えた圧の最大の振れ幅を回路内圧変動と定義した。

結果 (図 2 a~c)

CPAP 5 cmH₂O において、安静呼吸時、

Flow-By は 7200 a の CPAP に比べ回路内圧、最高回路内陰圧の変動とも小さくなっている。最高回路内陰圧は base flow の増加により減少傾向を示すが、回路内圧変動は trigger flow 1 l/min で増加傾向を示すほかは変わらなかった。H-CPAP では圧変動は最小となった。一方、努力呼吸時は安静呼吸時に比べて圧変動は大きくなつたが、7200 a の CPAP より Flow-By で圧変動が小さく、base flow の増加にともない回路内圧変動、最高回路内陰圧とも減少傾向を示した。H

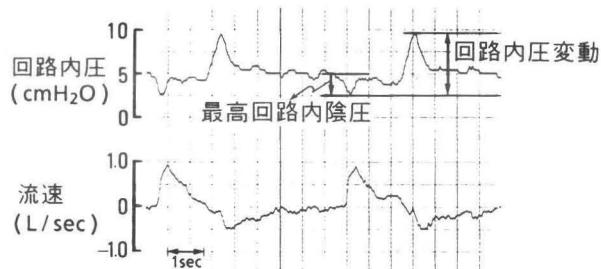


図 1 最高回路内陰圧、回路内圧変動の定義

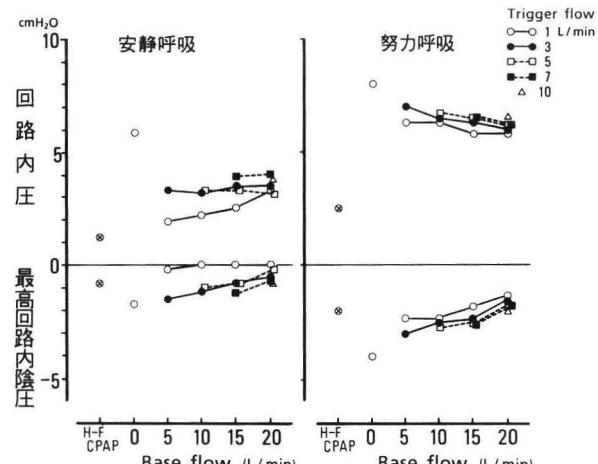


図 2-a 回路内圧、最高回路内陰圧の変動 (CPAP 5 cmH₂O)

* 福島県立医科大学麻酔科学教室

-CPAP ではやはり圧変動は小さかった。

CPAP 10, 15 cmH₂Oにおいても 7200 a の CPAP, Flow-By, H-CPAP の 3 者間の傾向はほぼ同様であった。Flow-By については、CPAP 5 cmH₂O に比べ trigger flow の変化による圧変動の差が小さくなり、最高回路内陰圧は安静呼吸時に -1 cmH₂O 以内、努力呼吸時にもほぼ -2 cmH₂O 以内に圧変動がおさまった。また、安静呼吸時 base flow 15, 20 l/min で最高回路内陰圧、回路内圧変動とも増加傾向にあった。

つぎに、実際の臨床例を示す(図 3, 4)。図

3 左は 56 歳、女性、僧帽弁置換術後 CPAP 5 cmH₂O。base flow より trigger flow の変化で圧の変動が見られる。図 3 右は 63 歳、男性、A-C bypass 術後 CPAP 10 cmH₂O。モデル肺での努力呼吸と同様の傾向を示し、base flow が多いほうが圧変動が小さい。さらに、この両者とも base flow の 1/2 より少ない trigger flow で圧変動が小さかった。図 4 は図 3 右と同一症例の回路内圧、流速を示した。7200 a の CPAP で吸気、呼気開始時の圧変化が大きいのに対し、H-CPAP では圧変化がほとんど見られない。Flow

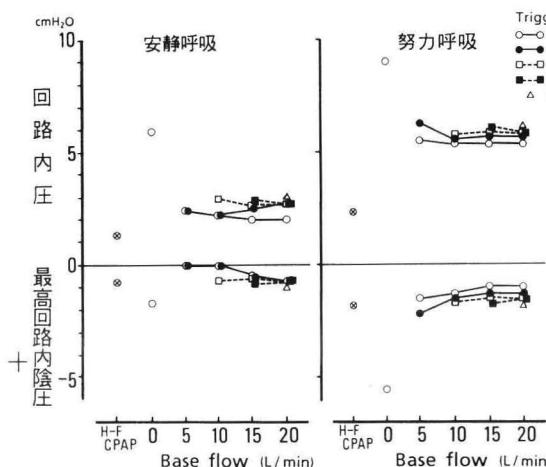


図 2-b 回路内圧、最高回路内陰圧の変動 (CPAP 10 cmH₂O)

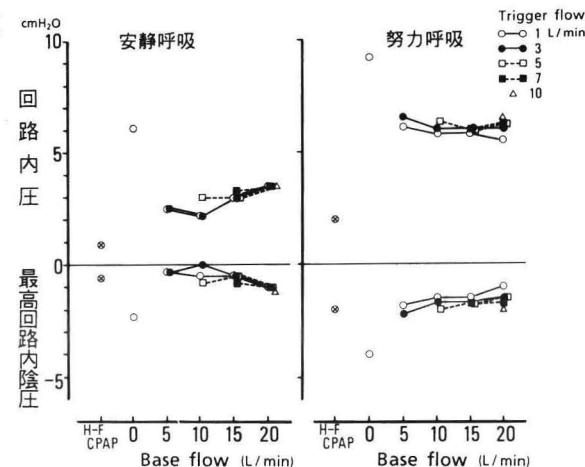


図 2-c 回路内圧、最高回路内陰圧の変動 (CPAP 15 cmH₂O)

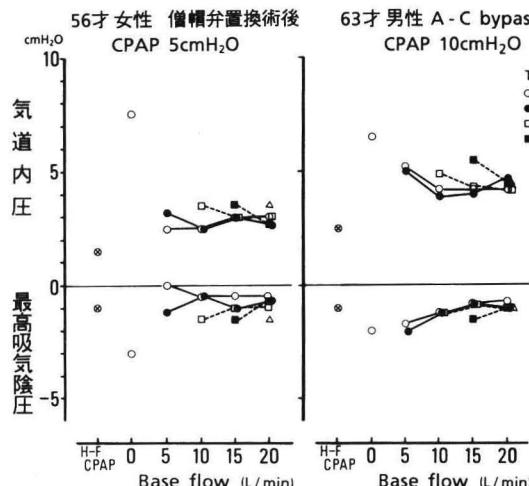
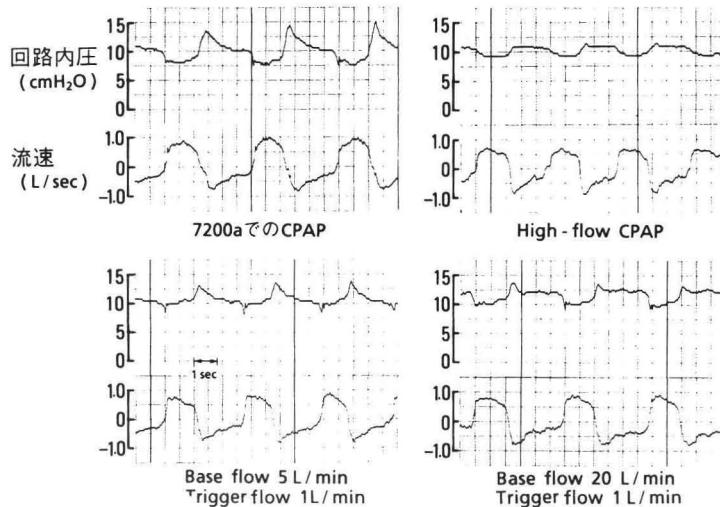


図 3 気道内圧、最高吸気陰圧の変動

左：56 歳、女性。僧帽弁置換術後 (CPAP 5 cmH₂O)

右：63 歳、男性。A-C bypass 術後 (CPAP 10 cmH₂O)

図 4 63歳、男性。A-C bypass術後 (CPAP 10 cmH₂O)

-By では H-CPAP に近づくものの吸気、呼気開始時の圧変動がまだ大きい。base flow 5 と 20 l/min を比べると、20 l/min では呼気時に CPAP レベルの上昇がみられた。

考 察

一般に人工呼吸器を通して自発呼吸をする場合、吸気、呼気での気道内圧変動は少ないほうが多いと言われている¹⁾。また、換気量および流速を一定に保てば圧変動から吸気・呼気仕事量を評価できると考え、今回の実験では回路内圧変動と最高回路内陰圧を測定した。

今回の実験から Flow-By は、従来の 7200 a の CPAP に比べて最高回路内陰圧、回路内圧変動とともに減少しているが、H-CPAP と比較すると回路内圧変動はかなり大きい。図 4 に示したように Flow-By の圧変動は吸気、呼気開始時に一番大きく、呼吸困難感を軽減するためには岡崎ら²⁾に従えば最高回路内陰圧 -1 cmH₂O 以内、回路内圧変動 2 cmH₂O 以内が望ましいと言える。H-CPAP は安静呼吸時この条件をすべて満たすが、Flow-By は最高回路内陰圧において満たすことができる。努力呼吸時には Flow-By は設定次第で H-CPAP 同様最高回路内陰圧を -2 cmH₂O 以内にできるが、回路内圧変動はかなり大きい。

Flow-By システムは base flow (5~20 l/min) のほか、呼気フローセンサーにより流量変化 (trigger flow) を感知して、ソレノイドバルブから患者の患者の吸気量に見合うだけの充分な吸気ガス (最大 180 l/min) を供給することができる。さらにタイムディレイは 15 msec 前後と短く、感度も -0.3 cmH₂O 前後³⁾のため、base flow, trigger flow の設定次第により最高回路内陰圧を小さくすることができると思われる。呼気時には自動的に定常流が 5 l/min に下がり、呼気抵抗を軽減するという機能を備えているが、図 4 の圧変動をみると呼気弁や呼気回路に改善の余地があると思われる。Flow-By の設定については、モデル肺での結果や症例を考慮しておおよそ安静呼吸では base flow, trigger flow とも小さいほうが、努力呼吸では base flow が大きく、trigger flow が小さいほうが、また、base flow の 1/2 より少ない trigger flow で圧変動が少ないと考えられる。

以上、Flow-By は従来の 7200 a の CPAP より優れた機構であるが、われわれの用いている High flow CPAP と比較すると回路内圧変動はかなり大きく改善の余地があると思われた。

文 献

1) 磨田 裕、山口 修、大塚将秀ほか：各種人工

呼吸器の特性と問題点—特に自発呼吸モードについて—. 臨床呼吸生理19: 93~99, 1987

2) 岡崎 薫, 沼田克雄:各種人工呼吸器のCPAP modeと呼吸困難感. 人工呼吸1: 68~73, 1984

3) Cox D, Tinlof SF, Farrimond JG: Investigation of the spontaneous modes of breathing of different ventilators. Intensive Care Med 14: 532-537, 1988