

〔一般演題〕

CPAP の機構、換気モードの違いが、自発呼吸の 吸気仕事量におよぼす影響

齊 藤 清 子* 仁 熊 敬 枝*

時 岡 宏 明* 小 坂 二度見*

CPAP は日常的に用いられる換気モードであり、各種人工呼吸器においてその設定が可能である。しかし、人工呼吸器装着下で患者に自発呼吸を行わせた場合、人工呼吸器によって負荷される仕事が呼吸仕事量として患者の負担になることは、現在のところ避けられない¹⁾。われわれは、CPAP の機構および換気モードが呼吸仕事量におよぼす影響を検討した。

方 法

モデル肺（五十嵐医科製人工呼吸練習器 T₃）を用いて自発呼吸を行わせ、人工呼吸器を装着して CPAP とした。CPAP の機構は ① MA-1（Puritan Bennett）の回路に一方向弁を介してリザーバーバッグ（麻酔用 5 L）を付けた continuous flow type（図 1）、② Puritan Bennett（PB）7200 a による demand valve type である。Demand valve type においてさらに、③ 設定圧 5 cmH₂O の pressure support ventilation, ④ flow-

by (continuous flow+demand valve type) を併用し、計 4 通りの換気モードを施行した。flow-by は呼気の終わってから吸気の始めにかけて設定流量を流し、吸気時は flow trigger で demand valve が開き、呼気時には一律 5 l/min の定常流となるように設計されている。測定はモデル肺に 1 回換気量 400 ml、呼吸数 15/min の呼吸を行わせ、CPAP 5 cmH₂O とした。モデル肺入口部（内径 12 mm）に熱線流量計（RM 300 ミナト医科学）と圧差トランスデューサー（P-3000S-501D-02、コパルエレクトラ）を接続し、コンピューター（TMS-9995, Texas Instruments）にてデータ処理し、回路内圧および人工呼吸器が負荷する吸気仕事量（WI）を連続測定した（図 2）。人工呼吸器の定常流量は分時換気量の 3 倍とし²⁾、加湿器の水はなしとした。また demand valve type における trigger 感度は -1.5 cmH₂O, flow-by における flow trigger は 3 l/min とした。

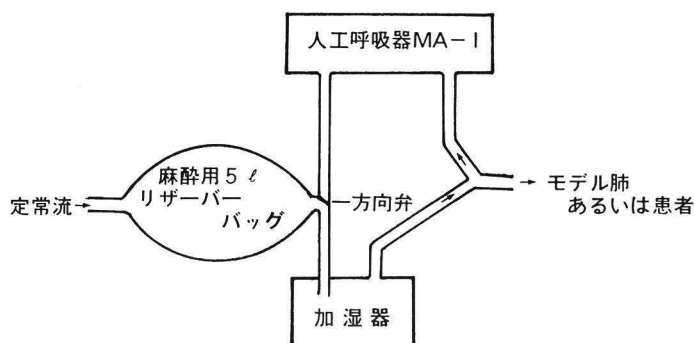


図 1 MA-I による continuous flow type の回路

* 岡山大学医学部附属病院集中治療部

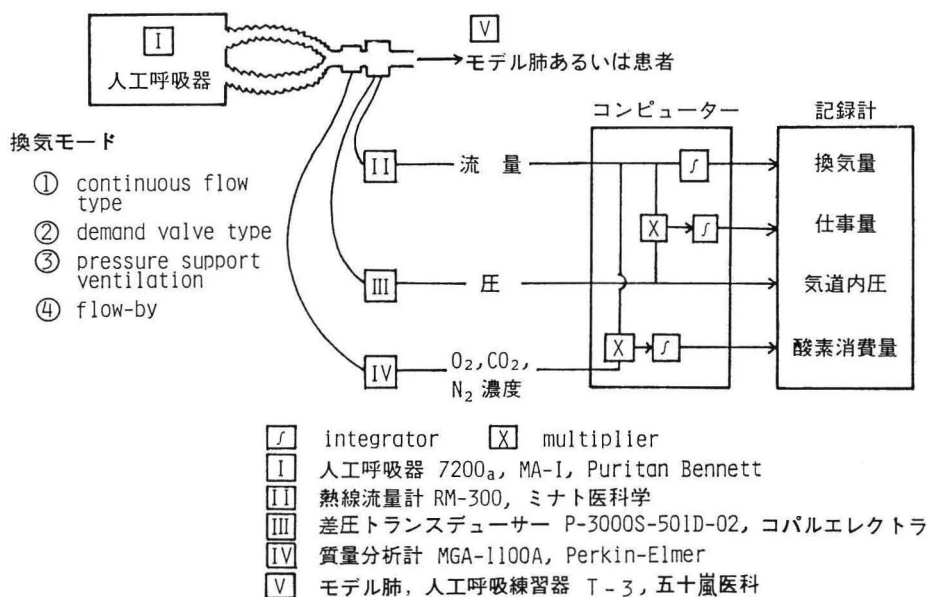


図 2 測定装置

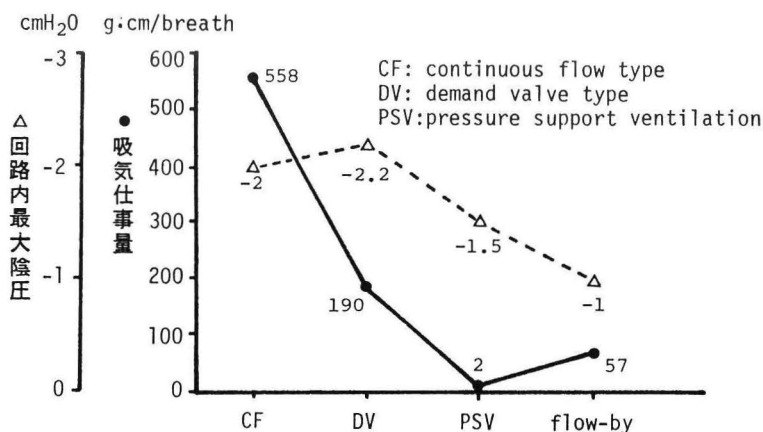


図 3 各機構における吸気仕事量と回路内最大陰圧

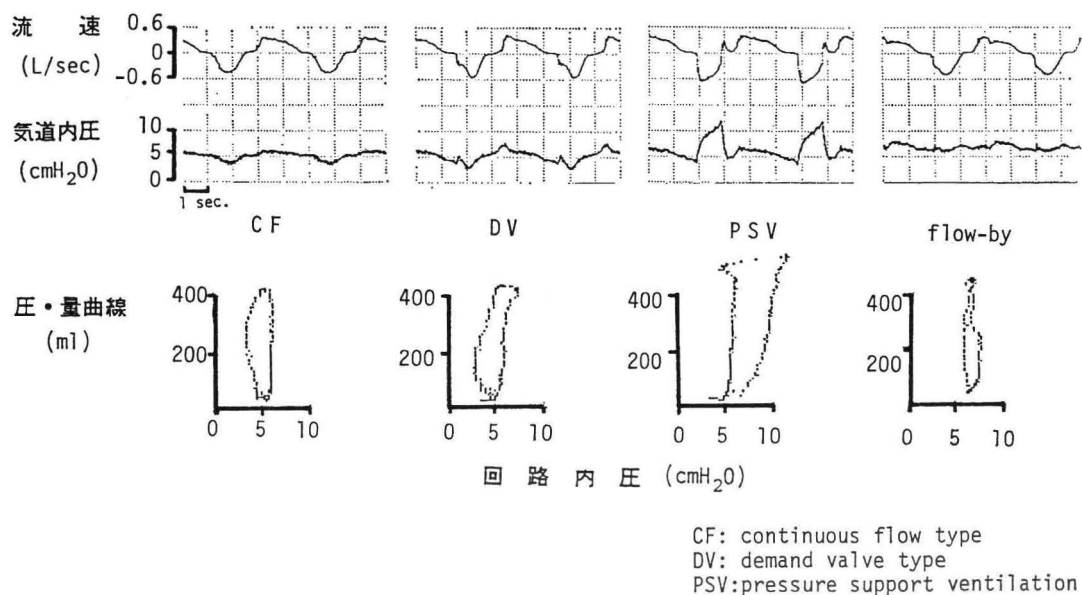
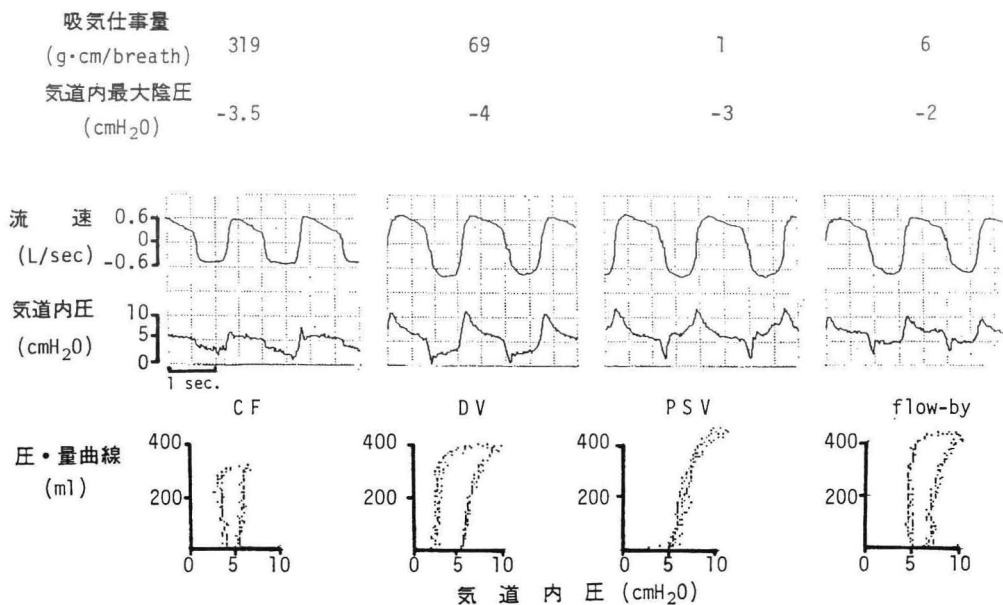
結 果

吸気仕事量 (WI) は pressure support ventilation においてもっとも少なく, flow-by でやや増加し, demand valve type でさらに増加し, MA-1 による continuous flow type では著しく増加した(図 3)。また最高回路内陰圧は demand valve type で $-2.2 \text{ cmH}_2\text{O}$ ともっとも大であった。Flow-by では回路内圧は常に設定圧より高かったが, 最高回路内陰圧は $-1 \text{ cmH}_2\text{O}$ でもっとも

小さく, 圧変動ももっとも少なかった(図 4)。

考 察

今回のモデル肺による実験では, 4通りの CPAP の機構のうち pressure support ventilation においてもっとも吸気仕事量が軽減されることがわかった。また demand valve type の吸気仕事量は MA-1 による continuous flow type のその約半分であった。従来, continuous flow typeの方が圧変動が少なくより自然呼吸に近く楽だと

図 4 モデル肺 (PEEP 5 cmH₂O)図 5 症例 74 歳, 男性: 弓部大動脈瘤手術後 65 日目 (CPAP 5 cmH₂O)

いわれているが³⁾, trigger 感度のよい人工呼吸器ではむしろ吸気仕事量は軽減されるといえる。また flow-by は気道内圧の面から自然呼吸と類似したパターンを示し有用と考えられる。しかし気道内圧は常に設定圧より高く、とくに呼気の後半に上昇することから呼吸困難感を招くおそれがある⁴⁾。今回の実験では flow-by における continuous flow の設定を分時換気量の 3 倍としたが、多すぎたと思われる。

次に臨床例を示す (図 5, 表 1)。74 歳, 男性。弓部大動脈瘤手術後 65 日目で 5 cmH₂O の CPAP 中である。内径 8.5 mm の気管内カニュー

る⁴⁾。今回の実験では flow-by における continuous flow の設定を分時換気量の 3 倍としたが、多すぎたと思われる。

表 1

換気モード 測定項目	CF	DV	PSV	flow-by
吸気仕事量 (g·cm/breath)	319	69	1	6
呼気仕事量 (g·cm/breath)	759	2,914	2,710	1,877
気道内最大陰圧 (cmH ₂ O)	−3.5	−4	−3	−2
duty cycle	0.47	0.42	0.39	0.43
PaO ₂ (torr)	132	144	138	138

レを挿入している。呼吸数 37/分と頻呼吸で、分
時換気量 16 l/min, 最大吸気流速 0.6~0.7 l/sec
である。吸気仕事量は, pressure support ventila-
tion 5 cmH₂O で 1 g·cm/breath ともっとも少な
く, flow-by 15 l/min, demand type, MA-1 によ
る continuous flow 20 l/min でそれぞれ 6, 69,
319 g·cm/breath であった。また最大気道内陰圧
はそれぞれ −3, −2, −4, −3.5 cmH₂O で flow-
by でもっとも小さかった。臨床例においてもモ
デル肺と同様の結果が得られた。患者は測定中呼
吸困難を訴えることはなく、循環動態も安定して
いた。同時に測定した動脈血酸素分圧に有意の差
はなかった。

結論として, pressure support ventilation でも
っとも吸気仕事量が軽減され有用である。Flow-
by は気道内圧低下が少ないが, 呼気時の陽圧に
問題があり, continuous flow の設定に注意が必

要と思われる。

文 献

- 1) Viale JP, Annat G, Bertrand D, et al : Additio-
nal inspiratory work in intubated patients
breathing with continuous positive airway
pressure systems. Anesthesiology 65 : 536-539,
1985
- 2) 時岡宏明, 佐伯晋成, 小坂二度 見 : Continuous
flow type の IMV における呼吸仕事量. 人工呼
吸 5 : 95-98, 1988
- 3) Opt Holt T, Hall MV, Bass JB, et al : Compari-
son of changes in airway pressure during
continuous positive airway pressure (CPAP)
between demand valve and continuous flow
devices. Respiratory Care 27 : 1200-1209, 1982
- 4) 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