

2-C-9 graphical analysisによる各種人工呼吸器の吸気トリガー方式の検討

東京労災病院麻酔科

*昭和大学医学部麻酔学教室

桑迫勇登、横山俊郎、*安本和正、*遠井健司、*細山田明義

近年、CPAPやPSVなどの換気モードにおいて、患者が人工呼吸器をトリガーする仕事量を軽減させる目的で、flow triggerを搭載している人工呼吸器が見られるようになった。しかし、人工呼吸器によって、吸気弁の精度や吸気ガスの供給量、制御方法などが異なるため、flow triggerを同レベルに設定しても、time delayや吸気開始時に生じる気道内圧の低下に差が生じる可能性がある。今回、モデル肺を用いて、3機種の人呼吸器のflow triggerについて検討したので報告する。

(方法) 自発呼吸を発生させる駆動用人工呼吸器にはVeolarを用い、 $V_T=400\text{ml}$ 、 $RR=15\text{回/分}$ 、 IE 比=1:2、 $\text{inspiratory flow}=\text{sign wave}$ に設定した。TTLモデル肺は、①気道抵抗=5cmH₂O/l/sec、全肺コンプライアンス=50ml/cmH₂O、② $R=50$ 、 $C_T=50$ 、③ $R=5$ 、 $C_T=20$ に設定した。それぞれの呼吸器において、PEEPレベルを0並びに5cmH₂OのCPAPモードとし、Servo 300では1cmH₂Oの圧トリガーと3段階のflow triggerを、またBird8400STi、及びEvita2000では、flow trigger感度を10, 8, 6, 4, 2, 1L/minと変化させ、その際の流量、気道内圧及びテスト肺の内圧、即ち肺内圧などをOMR-8101を用いて測定した。time delayは、気道内圧あるいは肺内圧が低下し始めてから、flowが急激に増加するまでを測定した。また、flowが急激に変化した時の気道内圧の低下を ΔP_{aw} 、肺内圧の低下を ΔP_{alv} とした。さらに、機種によっては人工呼吸器のflowが流れ始めた後も、気道内圧や肺内圧が低下し続けるものもあり、最低レベルを $\max \Delta P_{aw}$ 、 $\max \Delta P_{alv}$ とした。

(結果) 正常肺モデルでは、全てのトリガー感度においてServo 300が最もtime delayが小さく、トリガー感度を上げるに従ってtime delayがさらに小さくなった。また、Birdにおいても同様の傾向が認められたが、Evitaではその傾向は見られなかった。

ΔP_{aw} は、3機種の中でBirdが最も大きかったものの、トリガー感度を鋭敏にするに従って、3機種間の差は小さくなった。 ΔP_{aw} と $\max \Delta P_{aw}$ とを比較すると、Servo 300ではいかなるトリガー感度でも ΔP_{aw} と $\max \Delta P_{aw}$ は同じであったが、BirdとEvitaでは ΔP_{aw} と $\max \Delta P_{aw}$ との間に差が見られた。さらに、BirdとEvitaでは送気開始後も気道内圧が低下した。肺内圧にも気道内圧と同様の傾向が認められたが、3機種とも全てのトリガー感度において、 ΔP_{alv} と $\max \Delta P_{alv}$ との間に差が見られた。

気道抵抗が高いモデル肺の検討において、Servo 300ではトリガー感度を上げるに従ってtime delayが小さくなったものの、BirdとEvitaには一定の傾向は認められなかった。Servo 300並びにEvitaではtrigger感度を変えても ΔP_{aw} と $\max \Delta P_{aw}$ にはさしたる変化はなかったものの、Birdではtrigger感度を上げるに従って、 ΔP_{aw} 、 $\max \Delta P_{aw}$ の両者には小さくなる傾向が認められた。 ΔP_{aw} と $\max \Delta P_{aw}$ とを比較すると、Servo 300では両者に差はなかったものの、Evita並びにBirdでは差が認められた。一方、 ΔP_{alv} と $\max \Delta P_{alv}$ との間には3機種とも歴然とした差が生じた。

低肺コンプライアンスのモデルでは、time delayは他のモデル肺と同様に、Servo 300で最も小さく推移した。 ΔP_{aw} と $\max \Delta P_{aw}$ は、Servo 300で最も小さく、次いでEvita、Birdの順であった。肺内圧も気道内圧と同様に推移した。

(結語) time delayは、全てのモデル肺においてServo 300が最も短かった。特に、気道抵抗の高いモデル肺では、flow trigger感度を高くしても各人工呼吸器におけるtime delayの差は顕著であった(Servo <Evita < Bird)。また、人工呼吸器によっては、triggerした後も気道内圧や肺内圧が低下するものもあり、人工呼吸器のガス供給量が不足していることが示唆された。