

23 計算機実験による最適圧補助人工呼吸法の探索

北海道大学工学部生体システム工学

高橋英嗣 立石勲

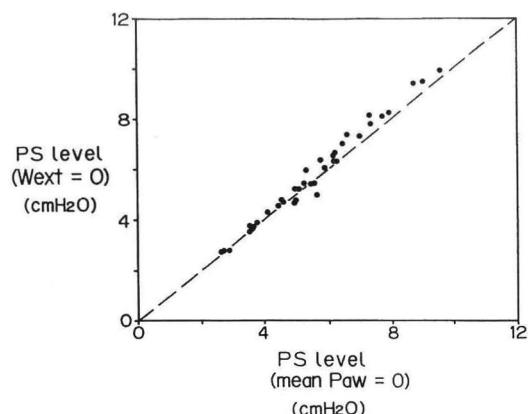
圧補助人工呼吸 (PSV) は、近年急速に広まってきた自発呼吸下での呼吸管理法のひとつで、気管内チューブや人工呼吸器回路抵抗などの人工気道系により、患者に負荷される余分な呼吸仕事を除去することが可能である。一般に過小な圧補助は呼吸筋疲労を、高い圧補助レベルによる過剰な呼吸筋減負荷は、呼吸筋萎縮を招く可能性があると考えられる。そこで、我々はこのような呼吸仕事をの面からみたPSVにおける至適補助圧 (PSレベル) の簡単な決定法を、肺-胸郭系と人工呼吸器の数学モデルを用い計算機シミュレーションにより探索した。

肺-胸郭系モデルは、気道抵抗、肺胞インピーダンス、胸郭インピーダンスおよび呼吸筋より構成した。またPS人工呼吸器モデルを定圧源と抵抗により表わした。抵抗は、気管内チューブ、人工呼吸器回路および人工呼吸器のデマンドバルブの抵抗を代表し、 $10 \text{ cmH}_2\text{O} / (1/\text{sec})$ または、 $20 \text{ cmH}_2\text{O} / (1/\text{sec})$ とした。人工呼吸器は、気道内圧がトリガレベル ($-1 \text{ cmH}_2\text{O}$ または $-2 \text{ cmH}_2\text{O}$) に達した時予め設定した補助圧で、患者にガスを送り込む。つづいて吸気流速がその最大値の25%まで減少した時、患者への圧補助を停止し呼気相へと移行する。患者および人工呼吸器モデルのパラメータを様々に変化させ、患者が人工呼吸器に対して行う吸気仕事量 (W^+) と人工呼吸器が患者に対して行う吸気仕事量 (W^-) および総外部仕事量 ($W^+ + W^-$) を求めた。Fiastroら (1988) にしたがい、呼吸仕事をの面からみた至適PSレベルを、 W^+ と W^- の和がゼロとなるPSレベルとした。すなわち、至適PSでは非挿管時と同様に総外部仕事量がゼロとなる。

以上のように定義した至適PSレベルを、患者モデルのパラメータである肺胞コンプライアンス、気道抵抗、吸気努力、人工呼吸器モデルのパラメ

ータであるトリガレベル、人工呼吸器抵抗を様々に変化させ探索したところ、至適PSレベルで、吸気相で計算した気道内圧の平均値がゼロとなつた (図1; $y=1.09x-0.262$, $r=0.991$)。

以上の結果より、気道内圧と吸気流速から吸気仕事量を直接計算しなくとも、気道内圧の測定のみでFiastroらのいう呼吸仕事をみた至適PSVが達成し得ることが示唆された。本法による至適PSレベルは、人工呼吸器からの離脱時期の決定の一助として用いられることが期待される。



(図1) 総外部吸気仕事量 (W_{ext}) をゼロにする補助圧と吸気相で計算した平均気道内圧をゼロにする補助圧の関係。