

37 Pressure Controlled Ventilationの換気数に関する検討

愛知医科大学麻酔・救急医学教室

救命救急センター*、臨床工学部**

堀場 清、山本康裕、明石 学、坂中清彦**、坪井 博、野口 宏*

佐美好昭

＜緒言＞PCVは、吸気圧を設定時間一定にする従圧換気モードである。最大吸気圧を低下させることにより、肺胞内圧の異常な上昇による肺圧損傷の減少と同時にガス分布と血流をより均等にするとされている。しかし、時定数が大きく異なる肺では換気圧、換気回数の増加にともない時定数の小さいより正常な肺の過伸展、Auto-PEEPの発生等がおこると言われている。そこで我々は、PCVモードで換気回数の増加が時定数の異なった肺にどのような影響をおよぼすかを検討したので報告する。

＜方法＞TTLモデル肺を使用し、左右の肺にレジスター型抵抗をつけ、SERVO 300のPCVモードでモデル肺を換気した。同時に左右の肺、主気管の部分で流速、気道内圧を日本光電社OMR7000を使用し測定した。実験1: 右肺(C, 10, 20L/cmH₂O, R, 5, 20, 80cmH₂O/sec)、左肺(C, 50L/cmH₂O, R, 5cmH₂O/L/sec)PCV, 20, 30, 40cmH₂O, 換気数5~60回/分, I/E比1:4, 1:2, 1:1に設定。実験2: 任意の条件(I/E比、左右のC、Rを変化させる)でAuto PEEP発生時の呼気時間、時定数測定。実験3: Cが異なる肺をPCVモードで換気中、Cを変化させた。

＜結果＞実験1: I/E比の低下、換気回数の増加にしたがい、Auto PEEPが発生するのは諸家の報告するとおりである。いずれの条件下においても、換気数の増加にともない左右、両肺の一回換気量は減少するが、換気数50回/分~60回/分以上では右肺の換気量は集束しもはや変化しない。エラストランスを縦軸に、換気数を横軸にしプロットしてみると両肺、左肺のエラストランスはほぼ平行に推移した。すなわち左側(健常側)の肺が全体の換気を支配していることがわかった。実験2: PCVモードでのAuto PEEP発生時の時定数と呼気時間との相関は $R=0.45$ ($p<0.01$)で有意の相関がみられた。多くの場合呼気時間は時定数3倍以内であったが、4倍以上のものもあった。実験3: 左右肺のCを0.1、Rを5に設定し、I/E比2:1 VT800mlで換気を行い右肺のCを0.1→0.01に変化させた場合、Cの低下とともに右肺の換気量が低下した。そのときの肺胞内圧、気道内圧を比較するとCの低

下につれ右肺のAuto PEEPの低下がみられた。また、逆に左のCを1.0、右のCを0.01にしCを上昇させると逆の減少が起きた。

＜考察＞肺損傷は一般にPeak pressureの上昇により起こるといわれている。PCVは気道内圧を抑え肺損傷が少ないといわれているが換気数の増加やI/E比の変化により、呼気時間が短縮するとAuto PEEPの発生により肺胞内圧の上昇をきたし肺損傷の可能性が多くなる。調節呼吸を行っているとき、呼気は受動的に行われ、肺胞内圧を動力源とし呼出され、その変化は時定数を含んだ指数関数で表現される。

($V=VTe^{-t/T}$) Auto PEEPが呼気時間の設定によるものであれば時定数の4倍の時間をとればAuto PEEPが発生しないはずである。しかし今回の実験で時定数の4倍以上呼気時間をとってもAuto PEEPが発生したのは他の原因があるかも知れない。今後検討したい。

また、気道内圧がそれほど高くなくても肺損傷をおこすことは、臨床上しばしば経験する事である。PCVモードで換気数が増加すると、時定数の大きな肺はもはや換気量は増加せず、全体の換気量は時定数の低いより正常な肺に依存するようになる。Auto PEEPが発生しなくても時定数の小さい肺の換気量は増加している。実際に不均等な肺モデルでは、PCVモードで呼吸管理を行った場合、肺が改善しCが低下すると換気量増加、肺胞内圧が上昇し肺が伸展される。呼吸不全モデルでは健常肺より病的肺が過伸展に抵抗性がないことを考えるとこの時期肺損傷の危険が増すかも知れない。また逆にC低下した場合は、時定数の大きな肺は換気量が低下し、換気数を増加しても、換気量が増加せず換気力学的には病的肺の治療的効果がないばかりでなく健常肺を過伸展する可能性があることが示唆された。

＜まとめ＞1) 時定数の異なる肺モデルでPCVモードの換気数の影響を検討した。換気数の増加による換気量の増加は健常肺に依存する。2) PCVモード時コンプライアンスが低下した場合換気数の増加は換気力学的には効果がないことがわかった。