

4 IRV施行時の吸呼気比設定に関する考察

倉敷中央病院麻酔科

鳥海 岳 左利厚生

Inversed Ratio Ventilation (IRV)を行うと、呼気時間を短縮させることにより呼気の一部が肺内に捕捉されるため、Auto-PEEPが発生していると言われている。このAuto-PEEPの発生が肺酸素化能の改善の機序と言われるが、逆にこのAuto-PEEPが予期せぬ肺の圧傷害や循環抑制を引き起こすことがある。今回われわれはAuto-PEEPおよび食道内圧を測定し、IRV施行時に吸呼気比および呼吸回数がAuto-PEEPに及ぼす影響を検討しIRVの設定について考察を加えたので報告する。

【対象および方法】対象は倉敷中央病院ICUにて呼吸管理を行った急性呼吸不全の患者6名である。人工呼吸器はServo Ventilator 900Cを用い、患者は鎮静薬、筋弛緩薬を用い不動化した。初期設定は一回換気量 10 ml/kg 、呼吸回数 15回/分、PEEP $5\text{ cmH}_2\text{O}$ 、吸呼気比 1:2 とした。吸呼気比を 1:2 から 1:1, 2:1, 4:1 へと段階的に変化させ、その後吸呼気比 4:1 の状態で呼吸回数を 10/分とした。この5点においてAuto-PEEP、食道内圧、最高気道内圧、平均気道内圧、中心静脈圧を測定した。ここでAuto-PEEPはServo 900Cの呼気ホールドボタンを約10秒間押し続けプレッシャーゲージを読みとった。食道内圧は日本光電社製食道内圧測定用バルーンに 0.2 ml の空気を注入し、圧トランスデューサーにより測定した。

【結果】吸呼気比を大きくするにつれAuto-PEEPは 5.2 から 6.0 , 8.2 , $12.2\text{ cmH}_2\text{O}$ へ、食道内圧は 4.5 , 5.2 , 6.7 , $10.2\text{ cmH}_2\text{O}$ へと上昇した。呼吸回数を減らすとAuto-PEEPは 12.2 から $9.7\text{ cmH}_2\text{O}$ へ、食道内圧は 10.2 から $8.5\text{ cmH}_2\text{O}$ へと低下した。最高気道内圧は吸呼気比が 2:1 までは 25.9 , 24.5 , $24.6\text{ cmH}_2\text{O}$ と低下したが、4:1 では $30.2\text{ cmH}_2\text{O}$ と上昇した。平均気道内圧は 11.3 , 12.9 , 13.8 , 17.5 , $16.4\text{ cmH}_2\text{O}$ と変化した。中心静脈圧は 6.8 , 7.3 , 8.2 , 11.3 , 10.2 mmHg と変化した。

【考察】IRVが肺酸素化能を改善する機序の一つは、短い呼気時間のためAuto-PEEPが発生し、FRCが増加するためと考えられている。調節呼吸を行っているとき、呼気は単純な弛緩呼出により行われる。この過程において、呼気量の変化は時定数を含んだ負の指数関数で表現され ($V = V_T e^{-t/T}$)、理論的には時定数の4倍の呼気時間の間に肺はFRCまで呼出を完了すると考えられる。この法則に従うと、時定数が大きいほど、また呼気時間が短いほど呼気が捕捉され、Auto-PEEPを発生させると考えられる。

呼気時間を決定するのは吸呼気比と呼吸回数であり、同じ吸呼気比でも呼吸回数を減らせば呼気時間は長くなりAuto-PEEPレベルは低下し、結果的にFRCを減少させる可能性がある。そのためIRVを行うときにはAuto-PEEPの測定は必要不可欠であり、換気モードの設定をするときにも単純に吸呼気比を決めるのではなく、Auto-PEEPをモニターしながらより細かな設定が必要である。

食道内圧はAuto-PEEPが発生したときのモニターとして有用であるが、コンプライアンスが極度に低下した症例では胸腔内圧を正確に反映しない場合があるので注意が必要である。

【結語】IRVを行っている患者において吸呼気比および呼吸回数を変化させ、食道内圧とAuto-PEEPを測定した。その結果、吸呼気比を大きくするにしたがい食道内圧、Auto-PEEPともに上昇したが、呼吸回数を減らすことにより両圧ともに低下した。IRVを行うときに重要なのは吸呼気比ではなく呼気時間であり、呼吸器を設定する時にはAuto-PEEPを測定する必要がある。