

O-44 人工呼吸器と間接熱量測定器の接続による auto-cycling

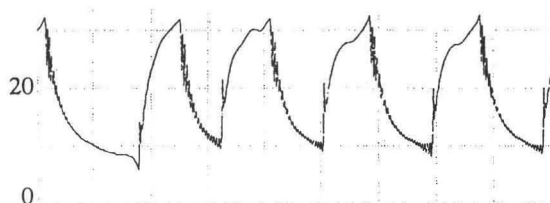
横浜市立大学 医学部 附属市民総合医療センター 集中治療部、
同 附属病院 集中治療部*
大塚将秀、磨田裕*、山口修

間接熱量測定法は、消費される酸素量と産生される二酸化炭素量を測定して代謝している熱量を計算によって求める方法で、病態把握や治療戦略の決定に有用とされている。とくに重症患者では、投与熱量や輸液組成を決める上で重要な情報となることも多い。測定方法には、吸呼吸のガスの酸素濃度と二酸化炭素濃度および気流速度を反復測定して積分する方式と、吸入ガスと混合チャンバーに集めた呼吸ガスを分析する方式がある。前者は精度を維持するのが難しく、最近では後者の方式が主流を占めている。人工呼吸中は、人工呼吸器から排出されるガスと吸入ガスの一部を測定器に導いて測定を行なうが、測定中に auto-cycling を起こして人工呼吸器が正常に動作しなくなった症例を経験したので報告する。

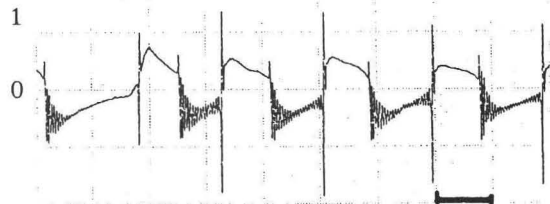
【症例】症例は、身長 169cm 体重 58kg 年齢 59 歳の男性で、食道癌根治術後の患者である。肺炎を併発し、人工呼吸管理が遷延していた。人工呼吸器は Puritan-Bennett 7200a、換気モードは pressure support ventilation 25cmH₂O、トリガー感度 -0.5cmH₂O、PEEP 5cmH₂O であった。人工呼吸器の呼吸排出口には、長さ約 215cm の蛇管を介して間接熱量測定器 (Deltatrac, Datex) を接続していた。術後 7 日目、PEEP を 5 から 8 cmH₂O に設定変更したところ、換気回数が毎分 22 回から 36 回に上昇した。気道内圧波形を観察すると、呼吸相に振動を認め、その振動によって生じた圧変化がトリガーレベルに達して auto-cycling を起こしているものと判断した。回路内ガスの振動の原因は共鳴現象によるものと考え、呼吸排出口の間接熱量測定器への蛇管をはずしたところ正常の動作に復帰した。この蛇管を短いもの(約 137cm)と交換すると、間接熱量測定器を接続しても人工呼吸器は正常に動作した。人工呼吸器のトリガー感度を -3.0cmH₂O に鈍くして、振動による圧変化がトリガーレベルに達しないようにしても正常に動作した。

【考察および結語】今回の現象は、人工呼吸器の呼吸排出口に蛇管を接続したことで、回路の共振周波数が変化し、共鳴現象によって発生した異常な振動が誤トリガーを誘発したものと考えられた。共振周波数は、患者の肺胸郭コンプライアンスや気道抵抗、回路のコンプライアンスや抵抗、人工呼吸器の機種、換気条件など多くの要因に影響されるため、常に共鳴現象が起きるわけではないが、予測も困難である。人工呼吸器の呼吸排出口は本来大気には開放されるべきものであるが、重症患者などでは間接熱量測定も重要な検査であり、測定器の接続も止むを得ない場合があると考えられる。その場合には、今回のような現象が起こりうることを念頭におき、換気状態の注意深い観察を行なう必要がある。万一、auto-cycling が生じた場合には、蛇管の長さを変えるなど、共振周波数を変化させることで異常動作を回避できるものと考えられた。

気道内圧 (cmH₂O)



気流速度 (l/s)



1 sec

図 auto-cycling 発生時の気道内圧と気流速度の記録
Puritan-Bennett 7200a、PSV25cmH₂O、PEEP 5cmH₂O