

II-S-2 換気力学的方法による呼吸仕事量と酸素消費量

札幌医科大学救急集中治療部

氏家良人

呼吸仕事量を求めるには2つの方法がある。ひとつは換気力学的方法であり、もうひとつは酸素消費量から求める方法である。換気力学的方法はCampbellのダイアグラムが基本であり、臨床的に応用できるものとしては、CP-100 (Bicore)やOMR

8101 (日本光電) のように食道内圧を必要として患者呼吸仕事量(WOBp)を測定する方法と山田らが提唱する呼吸筋仕事量(Wmus)のように食道内圧測定を必要としない方法に分けることができる。一方、酸素消費量を求める方法は質量分析計を用いてbreath-by-breathで求める方法があるが、臨床的には間接熱量計を用いて測定する方法が一般的である。今回、PSVによる人工呼吸中のWOBp、Wmus、そしてVO₂を比較検討した。

(装置および方法) 人工呼吸器はエビタ(Dröger)を用い、健康成人ボランティア(30歳男性、22歳女性)に対しマスクによりIPPV、PSV(10cmH₂O)、PSV(5cmH₂O)、PSV(0cmH₂O)を施行し、WOBp、Wmus、VO₂を測定した。WOBpはCP-100を用いてbreath-by-breathで測定し、ボランティアにそのための食道内圧測定用のカテーテルを挿入した。OMR 8101からえられた調節呼吸時の気道内圧および気流量より呼吸系の粘性抵抗(Rre)、弾性抵抗(Ers)値を求め、これらの値とPSV時の気道内圧、気流量の変化から呼吸筋発生圧Pmusの変化を求めた。WmusはPmusより1分間に6呼吸について算出した。CP-100とOMR8101の気道内圧計および流量計はマスクと人工呼吸器回路との間に直列に接続した。VO₂は、Delta Track(DATAx)により1分毎測定した。

(結果) IPPV、PSV(10cmH₂O)、PSV(5cmH₂O)、PSV(0cmH₂O)時のWOBpはそれぞれ0.01±0.04J/L、0.13±0.12J/L、0.29±0.15J/L、0.65±0.07J/Lであり、同時期のWmusはそれぞれ0.01±0.06J/L、0.06±0.08J/L、0.17±0.11J/L、0.73±0.11J/L、VO₂は

201.6±16.5ml/min、230.8±27.6ml/min、234.9±18.6ml/min、291.3±28.3ml/minであった。

すべての呼吸器条件におけるVO₂とWOBpの値との間には $Y=0.924X+1.725$ ($r^2=0.453$)、VO₂とWmusの間には $Y=0.761X+1.926$ ($r^2=0.324$)、また、WmusとWOBpの間には $Y=0.584X-0.002$ ($r^2=0.311$)の回帰直線が得られた。これらの回帰直線はPSV5cmH₂Oの場合を除いて検討しなすと、それぞれ、 $Y=0.995X+1.795$ ($r^2=0.698$)、 $Y=0.871X+1.812$ ($r^2=0.647$)、 $Y=1.031X+0.017$ ($r^2=0.881$)となり、その相関度は上昇した。

(考察) IPPVからPSVへの変更、そしてそのアシストレベルの減少により理論上患者呼吸仕事量は増加するが、WOBp、Wmus、VO₂の変化はその傾向を示した。しかし、自発呼吸と機械呼吸が半々に混在するPSV 5cmH₂Oの場合、WOBp、Wmus、VO₂の値のばらつきが大きく、それぞれの指標の相関も低かった。一方、IPPVやPSV10cmH₂Oのように自発呼吸がほとんどなく人工呼吸器の補助が大きい場合、また、PSV0cmH₂Oのように自発呼吸が主体の場合は相関は非常に良かった。PSV 5cmH₂Oで相関が低下した原因として換気力学的方法のもつ問題点があげられる。すなわち、CP-100では胸郭コンプライアンス(Ccw)を200ml/cmH₂Oと固定した値を用いており、また、Wmusでは呼吸系の粘性抵抗(Rrs)、弾性抵抗(Ers)が呼吸中に変化しないという仮定が必要となる。自発呼吸と機械呼吸が混在する呼吸モードでしかも今回のような意識下のボランティアの場合、Ccw、Ers、Rrsが呼吸中変化しないという仮定は成立し難いのかもしれない。

(結語) WOBp、Wmus、VO₂は自発呼吸または機械呼吸が主体の場合には良い相関を示すが、自発呼吸と機械呼吸が混在する場合には相関しない場合もある。