

14 換気量減少に伴う解剖学的死腔換気率の変動

福井医科大学麻醉・蘇生学教室

高橋光太郎 高倉 康 中嶋一雄
藤林哲男 後藤幸生

換気量減少に伴う解剖学的死腔換気率の変動を、従来の炭酸ガス濃度を用いての方法および酸素濃度を用いた方法により検討した。

集中治療部にて人工呼吸中の6例を対象に、サボ900Cあるいはペネット7200aを用いて、1回換気量を600mLと固定し、呼吸数のみを16回から13回、10回と漸減させた。各換気パターンを各々30分間行った。このときの吸入酸素濃度(F_{IO_2})、平均呼気酸素濃度(F_{EO_2})、終末呼気酸素濃度(F_{ETO_2})、平均呼気炭酸ガス濃度(F_{ECO_2})および終末呼気炭酸ガス濃度(F_{ETCO_2})をミナト医科製レスピロモニターRM-300により1分毎に30分間測定し、次式により VD/VT および VD/VT' を算出した。

$$VD/VT = (F_{ETCO_2} - F_{ECO_2}) / F_{ETCO_2}$$

$$VD/VT' = (F_{EO_2} - F_{ETO_2}) / (F_{IO_2} - F_{ETO_2})$$

また、 V_O_2 、 VCO_2 、 RQ も同時に測定した。呼吸数を16回から13回、さらに10回と減少させることにより P_{aCO_2} は 29.8 ± 4.3 mmHgから、 33.0 ± 4.0 mmHg、 36.9 ± 4.1 mmHgと有意に増加した($P < 0.01$)。

【結果】呼吸数減少後30分における変化をみると、 VD/VT は呼吸数16回では $37.5 \pm 3.2\%$ であったが、13回では $36.8 \pm 3.5\%$ と低下傾向を示し、呼吸数を10回に減少させると $35.3 \pm 3.5\%$ と16回の時の値に対して有意の低下を示した($P < 0.05$)。これに対して VD/VT' は、呼吸数16回から13回、10回と変化させても $34.7 \pm 3.7\%$ 、 $34.7 \pm 4.0\%$ 、 $34.5 \pm 4.4\%$ と全経過を通じて殆ど変化しなかった。

VD/VT' および VD/VT の換気量減少に伴う経時的变化をみると、 VD/VT' は殆ど変化しなかったが、 VD/VT は時間の経過とともにほぼ直線的に低下し、呼吸数減少後10分以降で有意な低下を示した。

F_{ETCO_2} と $F_{IO_2} - F_{ETO_2}$ の変動をみると、 F_{ETCO_2} は呼吸数減少により徐々に増加し、30分後に最高値に達したが、 $F_{IO_2} - F_{ETO_2}$ は呼吸数減少3分後にはほぼ最高値に達し、以後は殆ど変化しなかった。

F_{EO_2} と F_{ECO_2} の変動も同様の傾向を示した。すなわち F_{EO_2} は最初の3分間で0.5%の減少を来たし、以後は殆ど変化しなかった。これに対し、 F_{ECO_2} は時間の経過とともに直線的に増加し、30分後にはコントロールの $2.90 \pm 0.43\%$ から $3.21 \pm 0.47\%$ と最高値を示した($P < 0.001$)。

VCO_2 は、呼吸数減少直後に著明な減少を示し、その後徐々にコントロール値に回復した。 RQ も V_O_2 と同様の変動を示した。これに対し V_O_2 は著変を示さなかった。

【考察】一回換気量を600mLと固定し、呼吸数を減少させることにより分時換気量を減少させ、この時の VD/VT および VD/VT' の変化を検討した。通常、一回換気量が一定であれば VD/VT も当然変化しないとされているが、今回の検討であれば VD/VT は呼吸数の減少により有意に低下した。

Bohrの式を変形すると $VD/VT = 1 - F_{ECO_2}/F_{ETCO_2}$ となり、 VD/VT の低下は、分時換気量低下に伴い F_{ECO_2} の増加率が F_{ETCO_2} のそれを上まわったためである。 F_{ECO_2} の増加は換気効率の改善を意味するものであり、 VD/VT は解剖学的死腔換気率と言われているが、より生理学的の意味を持つものと考えられる。これに対し VD/VT' は全経過を通じて殆ど変化がなかった。これは F_{ETO_2} と F_{EO_2} の低下が同程度であったためである。すなわち VD/VT' は解剖学的死腔量あるいは肺胞換気量をより正確に反映するものと思われる。尚、換気量減少に伴い、 $F_{IO_2} - F_{ETO_2}$ は F_{ETCO_2} よりも速やかに変化し、換気量モニターとしてはより優れていると思われる。

【結語】呼吸数のみを減少させた場合 VD/VT は有意に低下し、 VD/VT' は殆ど変化しなかった。換気量減少に伴い、 $F_{IO_2} - F_{ETO_2}$ が速やかに増加し、 F_{ETO_2} は時間の経過とともにほぼ直線的に増加した。換気量減少に伴い、 VCO_2 の急激な減少がみられたが、時間の経過とともに徐々に増加した。