

## B-2 高压下の換気能

東医齒大医衛生 大岩弘典, 榎本一郎, 北博正

ガス密度の増加し、高压下で働く潜水夫や、潜水夫が温暖気へ浸水と感ずると云う事は良く知れ、水に専従である。この現象については高压下の換気予備能の減少として討論されて来た。

我々が図1-Aの如く人工肺を用いて1~4絶対気圧(ATA)の下で測定したflow(σ) - resistive pressure (ΔP) 関係は図1-Bのようになり、高压下のΔP/σは大きくなる傾向にある。

肺呼吸系にあつては駆動圧(P<sub>alv</sub>)は層流(laminar)、乱流(turbulent)効果と反映する圧力の積として示され、Rohrerの式  $P_{alv} = P_{laminar} + P_{turbulent}$  で表される。上記の式で  $P_{laminar}$  は  $V \cdot K_1$  として示され、(註1)  $V$  流速  $K_1 = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$  (η 粘度)。流速はガスの粘度に比例する。 $P_{turbulent}$  は  $V^2 \cdot K_2$  として表され、(註2)  $K_2 = \rho \cdot d \cdot l$  (ρ 密度、d は幾何学的形能係数)。流速の2乗とガスの密度に比例する。更に流小が乱流になるための式  $Reynold's\ number = \frac{V \cdot d}{\nu}$  と分るが、乱流傾向の増大は高压環境では密度の増加に依り、尚且つ、同一換気に対する駆動圧の増加のため、仕事量の増大を来し得る。

動的換気能の測定

方法: 1~6 ATA の下で 9L-Benedict-Roth 型 Spirometer を用い健康成年男子群(肺機能予備能の備蓄が14名)を用いて最大努力性換気量(M.V.V)、努力性呼気量(FEV<sub>10</sub>)及び forced midexpiratory flow (FMF 25-75%)を測定した。用いた Spirometer の 1ATA における気流に対する抵抗は 0.43 cmH<sub>2</sub>O/l/sec である。

結果: 図2は M.V.V の加圧による減少を示し、その下4ATAで45%の減少、6ATAで55%の減少を示す。この被験者群の 1ATA における %M.V.V は 105% であるので、この値の減少率を示し、その下4ATAで61%の値を示している。

図4は FEV<sub>10</sub> の減少を示し、その下 M.V.V に比してその減少は著明でなく、4ATA にもその値は 17% 減少にとどまっている。図5はこの %FEV<sub>10</sub> の値を示し、その下4ATA にもその値は生理的値に近い。

図6は FMF 25-75% の値を因示し、その下著明な加圧効果による減少が認められる。

考察: 高压環境下の空気呼吸の場合、動的換気能の指標の低下は M.V.V において顕著なものである。このように M.V.V の高压下の萎縮については S. Miles は流率の式  $P = \frac{1}{2} m \cdot V^2$  を用い、(註3)  $P$ : 駆動圧、 $V$ : 流速、 $m$ : 流速量、M.V.V の如き空気の流小では乱流効果と、是れに因する密度の重要な因子とすると考え、上記の式は M.V.V では  $P$  は最大努力を示す一定とすると、 $V$  の  $\sqrt{2P/m}$  と置換する事が出来る。更に換気量(註4)の量は流速  $V$  に基づき、単位容積当りの空気の量は密度に比例するので、 $M.V.V \propto \sqrt{D}$  (D 密度) とする事が出来る。上記の理論式を我々の成績 plot したのが図2の破線である。この様に M.V.V の測定値と空気呼吸における 4ATA での平均値になると云う事は呼吸に必要な仕事量が倍になると云う事を推測される。

FEV<sub>1.0</sub> においてはMVVに比して、その低下が著明とせず、FMFの方がより加圧効果と表わし、 $1 \sim 4$ ATAの中等度の加圧下では実際呼吸抵抗の増加が認められるが、その可動圧としての肺胞内圧の上昇が流量の低下を補つていふから、FEV<sub>1.0</sub>ではその低下が著明とせず、むしろ肺内量の少ない中間位でのFMFの方がより顕著な値を示すものと考へる。更に高圧下ではMVVのような過剰換気のくり返しでは呼吸系への全抵抗と占める換気抵抗が無視出来ない程大となる事を予想し、今後更に高圧下の直接法に基く気道抵抗の測定(高圧下の換気能の)の研究を報告したい。

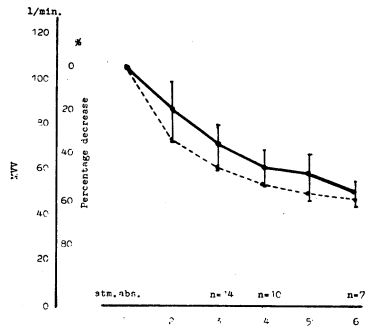
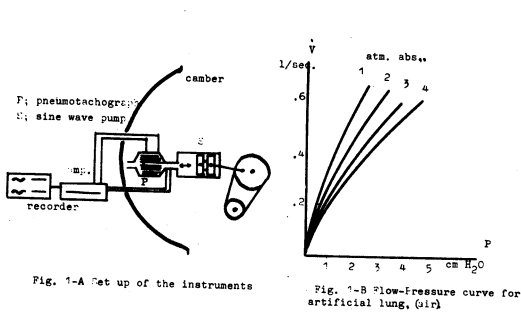


Fig. 2 Mean percentage decrease of measured MVV with increasing hyperbaric pressure.

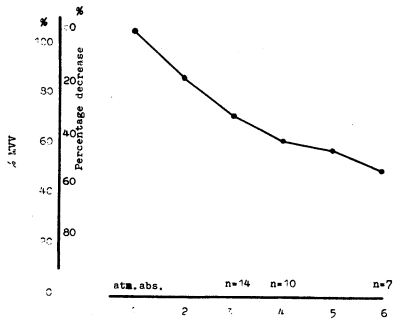


Fig. 3 Mean percentage decrease of measured MVV with increasing hyperbaric pressure.

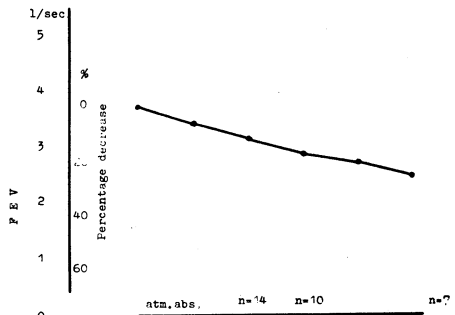


Fig. 4 Mean FEV with increasing hyperbaric pressure.

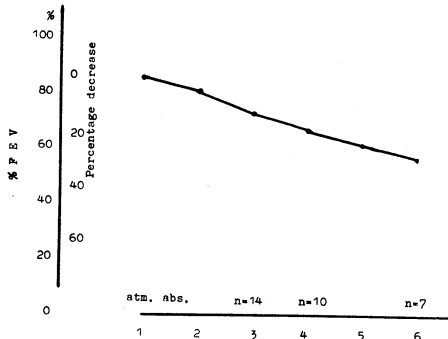


Fig. 5 Mean % FEV with increasing hyperbaric pressure.

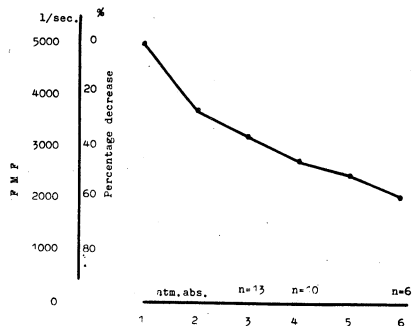


Fig. 6 Mean FEF<sub>25-75%</sub> with increasing hyperbaric pressure.