

## 4. 21 ATA, 31 ATA, (He-N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>)下の呼吸機能 の変動について

他谷 康\* 山崎 昌廣\* 設楽 文朗\*  
関 邦博\* 中山 英明\*

### 序文

高圧He-N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>混合ガス環境下において、庄力の変化に伴って、ガス密度の増加等の影響を直接受ける呼吸器系の問題は重要なものである。本実験では、特に、呼吸機能の中でメカニックス的指標としての換気諸量の測定を行い、高圧という特殊環境への呼吸機能の変動及び適応等について若干の検討を行った。

### 方法

21 ATA 及び 31 ATA の模擬飽和潜水実験は、各々、1977年11月及び1978年9月に、海洋科学技術センターの潜水シミュレーターを用いて行った。21 ATA の実験は、4日間にわたる2 ATA (He-N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>) 予備飽和潜水の後6日目から本実験に入った。本実験は、常圧下での事前観察(3日間)、加圧(1日)、16 ATA (7日間)、21 ATA (3日間)、減圧(8日間)及び常圧下での事後観察(4日間)の計26日間である。31 ATA の実験では、事前観察(5日間)加圧(1日)、26 ATA (6日間)、31 ATA (7日間)、減圧(12日間)及び事後観察(6日間)の計37日間にわたって行った。いずれの実験も、事前及び事後観察期は、空気環境であり、加圧中は、PO<sub>2</sub>=0.4 atm, PN<sub>2</sub>=0.8 atm を保持し、He で加圧を行った。環境温度は、21 ATA 実験では、30±1°C, 31 ATA 実験は、31±0.5°C, 湿度はいずれも65±10%であった。21 ATA 実験での被験者は4名(33才~38才)、31 ATA 実験は、3名(24才~36才)であり、いずれも健康な成人男子であった。そのうちの一名(被験

者B)は、両者の実験に参加した。肺機能測定は、毎日午後5時にアイカレスピロメーター(13.5 l 型)を用いてスパイログラムを記録し、1回換気量(TV)、肺活量(VC)、最大吸気量(IC)、予備呼気量(ERV)、予備吸気量(IRV)、努力性肺活量(FVC)、1秒量(FEV<sub>1.0</sub>)、1秒率(%FEV<sub>1.0</sub>)及び最大換気量(MVV)を求めた。

### 結果及び考察

予備飽和潜水の2日を含む、21 ATA 実験時の被験者4名の成績を図1に、31 ATA 実験時の被験者3名の成績を図2に示した。VCにおいては、21 ATA 及び31 ATA 実験時で、各被験者とも200 ml~400 ml程度の変動を示した。しかも、各実験期間での分散分析では、21 ATA 時の被験者D及び31 ATA 時の被験者Dに有意な増加が見られ、事前観察期に比して、加圧期、減圧期は、10~15%、事後観察期にも10%近い増加が維持された。これらの増加については、Smith et al<sup>3)</sup>(1974)のHana Kai IIにおける18.6 ATA He-O<sub>2</sub>環境下での実験やFisher et al<sup>1)</sup>(1970)の2.2 ATA N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>環境下での60日間という長期間の実験における結果と一致していた。しかし、他の被験者では、一時的な低下が見られた以外は、有意な増加は見られず、Varene et al<sup>4)</sup>(1974)の61 ATA での実験でもVCの増加は認められなかった。ERV、FVCについては、21ATAでは、被験者Aを除く3名に、実験期間を通じて、その測定平均値に差が認められ、加圧及び減圧中は、いずれも有意に高い値を示した。このERVは、VCと呼吸基準位との関係を示すという観点からも意

\* 海洋科学技術センター潜水技術部

味あるものであるが、常圧での健常者においても広範囲な変動があるという報告もあり、本実験におけるこの変動は、正常範囲内であろうと思われる。FVCにおいては、各被験者とも、10%程度の増加傾向が認められた。又、31 ATA 実験でも同様な傾向が見られた。MVV においては、21 ATA 及び 31 ATA の実験で、その平均値に有意な変動が認められた。特に加圧期間 16~21 ATA 及び 26~31 ATA 時は、常圧時に比して、30~40%程度の低下が認められ、被験者 B では、31 ATA 実験時には、53%の低下が認められた。

(図 3 参照)、しかし、この低下も減圧とともに復帰し、Maio and Farhi<sup>2)</sup> (1967) らの MVV と呼吸抵抗との関係が呼吸ガス密度の影響におうところが大きいという報告と一致するものであり、本実験の減圧時の He-N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>混合ガス密度とその時の MVV との相関においても、 $r=0.69\sim 0.97$  という高い相関を示した(図 4 参照)。

IC, IRV, FEV<sub>1.0</sub>" , 及び% FEV<sub>1.0</sub>" では、保圧時及び減圧時において、いずれも事前観察期より低くなった。この変動値は、21 ATA より 31 ATA により顕著であった。これは MVV と同様、呼吸ガス密度の増加が呼吸抵抗の増大をまねいたことによるものと考えられる。以上の

結果から、高圧環境下における呼吸ガス密度の増加に伴う呼吸機能への影響は、MVV の減少、また若干の FEV<sub>1.0</sub>" 等での減少が見られたが、VC や FVC での実験中における増加の傾向も認められ、本実験においては、特筆すべき影響はなかったものと推察される。しかし、更に深い深度の高圧環境になれば、ガス密度の増加とともに、呼吸抵抗等の問題に付随して生じる炭酸ガスの蓄積増加、呼吸障害、換気効率の低下、等も考えられ、今後更に、検討する必要があるだろう。

- 1) Fisher, A. B., A. B. Dubois. R. W. Hyde, C. J. Knight and J. Lambertsen: Effect of 2 months' undersea exposure to N<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> at 2.2 ATA on lung function. *J. Appl. Physiol.* 28:70-74, 1970.
- 2) Maio, D. A., and L. E. Farhi: Effect of gas density on mechanics of breathing. *J. Appl. Physiol.* 23: 687-693, 1976.
- 3) Smith, R. M., S. K. Hong. R. H. Dressendorfer, J. J. Dwyer, E. Hayashi and C. Yelverton: Hana Kai II: A 17 day saturation dive at 18.6 ATA IV. *Cardiopulmonary Functions Undersea Biomedical Research.* 4: 267-289, 1977.
- 4) Verene, P., H. Vieillefond, C. Lemaire, and G. Saumon: Expiratory Flow Volume Curves And Ventilatory Limitation of Muscular Exercise at Depth. *Aerospace Medicine* 45: 161-166, 1974.

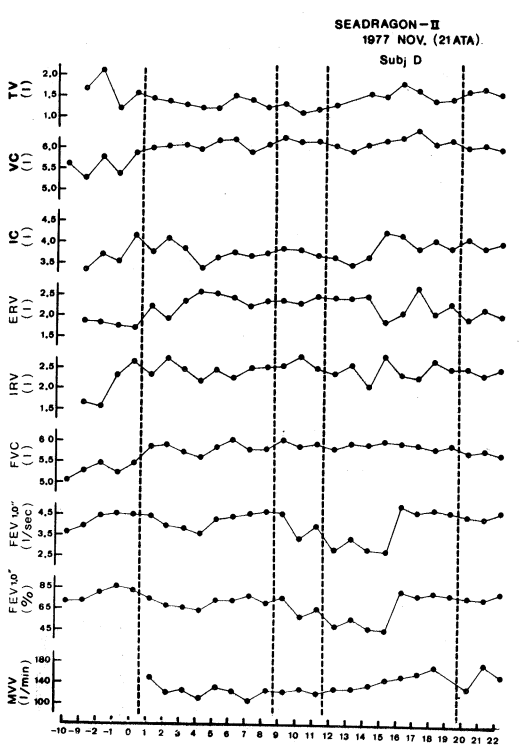
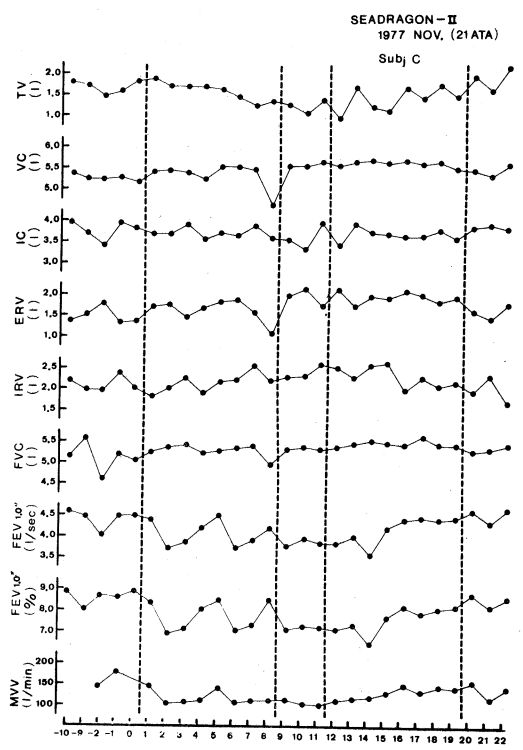
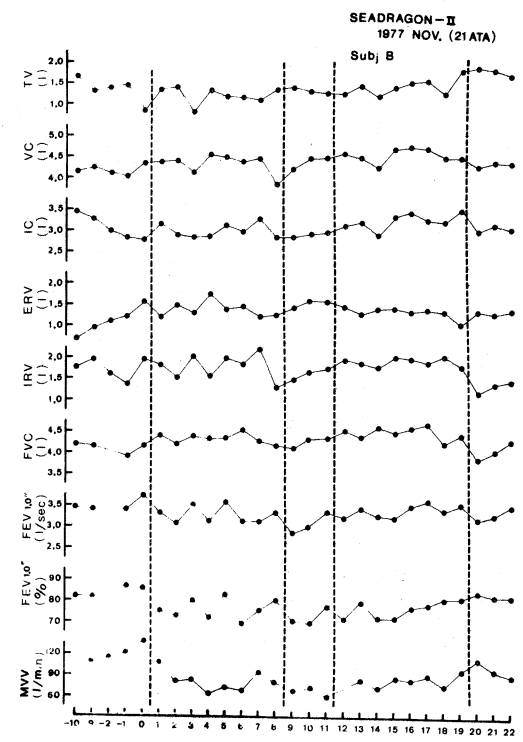
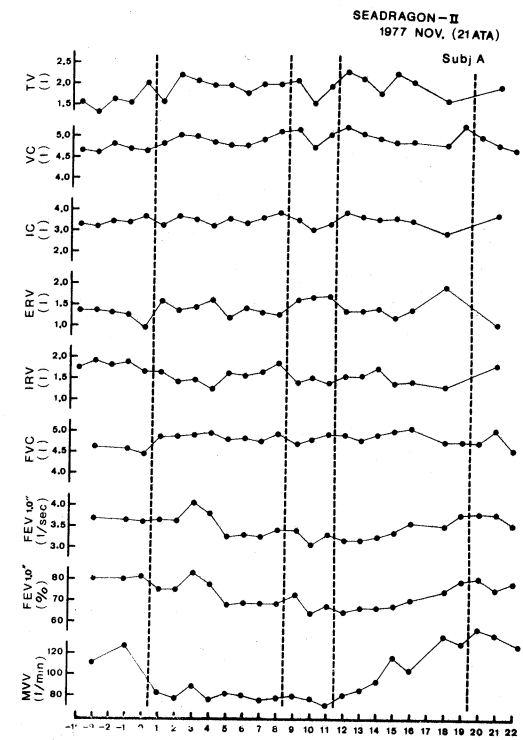


図 1 21ATA実験時の被検者4名の呼吸機能の変動

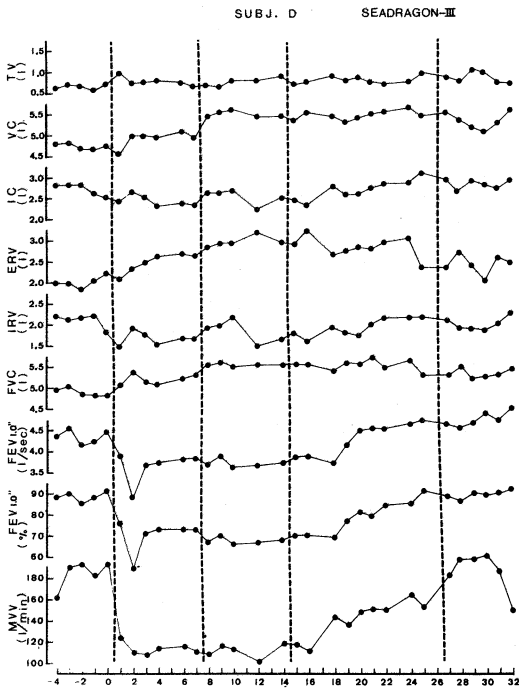
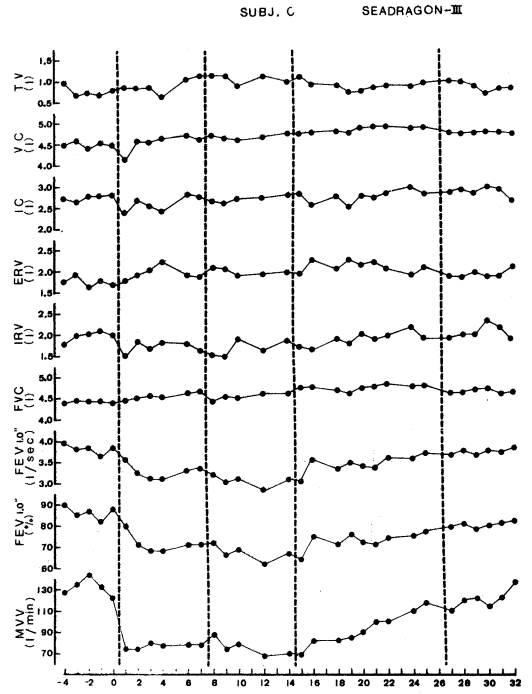
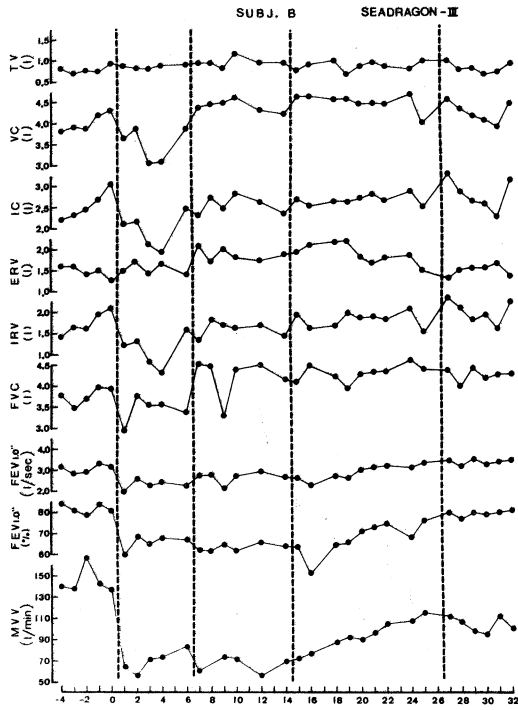


図2 31ATA実験時の被験者3名の呼吸機能の変動

SUBJ. B

SEADRAGON-II&III

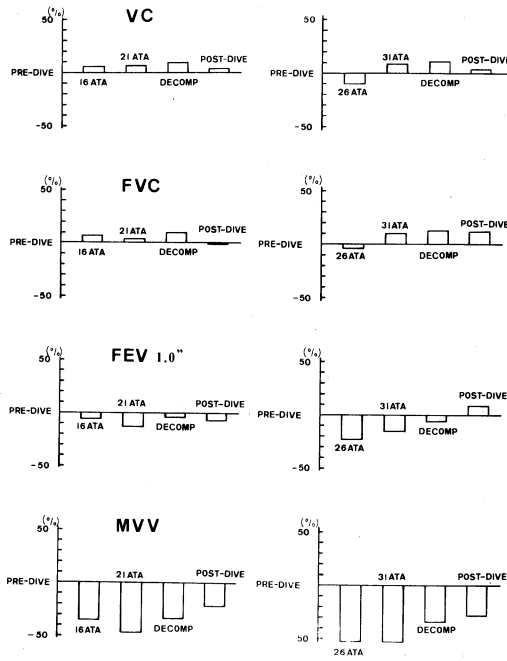


図3 21ATA及び31ATA実験時の事前観察期に対する加圧期，減圧期及び事後観察期の増減の割合。被検者B。

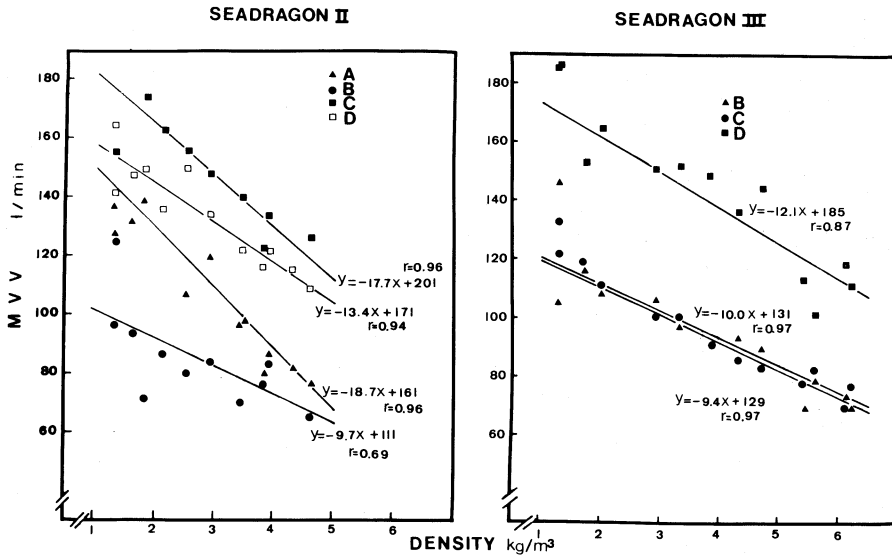


図4 21ATA及び31ATA実験時減圧期の環境ガス密度とM.V.V.との相関。