

(東医歯大・医・衛生)

梨本一郎・大岩弘典

長時間、高压環境に曝露された人体の適応と生理学的問題及び精神動作についての研究を series オールとして 12 米に 49 時間海中居住する実験を simulate dive で行った。高压環境下で組織に溶け込む不動態体分圧 (Pt) は $P_t = P_a + (P_0 - P_a)e^{-kt}$ (Pa 肺胞気不動態体分圧、P₀ 最初の組織不動態体分圧、k 組織の半飽和に要する時間定数) で表され時間 (t) に対する exponential curve で表される。この事から潜水効率: $E = \frac{BT}{BT + AT}$ (BT 潜水時間、AT 減圧時間) は或る一定時間以上長く海中に滞在した場合には、その滞在時間に比例して良くなる。又浮上の場合の安全減圧比を、1.75~2.0 とすると海中居住の場合、通常作業範囲を更に数十米増加する事が出来、更に浮上回数の減少により減圧症罹患の頻度が減少する。

実験 schedule 及び結果。

海中居住者は 2 人の医学生である。(subj. M23, T22) simulate dive の装置は、Wet chamber を持った高压実験装置で内部の物理的環境は自動制御機構で control され、実験の経過中は比較的良く調節され得るが途中 cooler の故障から高温、高温状態を生じた (図 1 上欄参照) running time に対する生理的検査データを表 1 に示す。認められた血圧の上昇は stress によるものと考えられる。血液生化学的所見及び尿所見を表 2, 3 に示す。環境圧及び呼吸ガス組成の恒常性に比し血液ガスの値の偏差が大きいのは、耳朶血 sample を用いた為であり、更に採血時より測定時までの時間的な問題が大きく影響したものと考えられる。尿所見のうち Na, K, Cl, 変動の大きいのは撮取飲量に実係するものと考えられる。

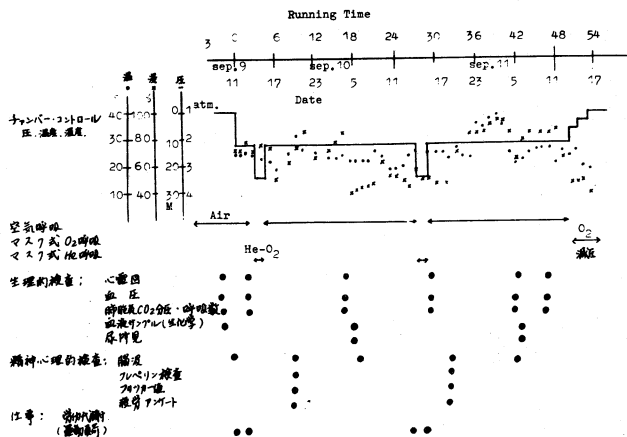


Fig. 1 Summary of experimental plan

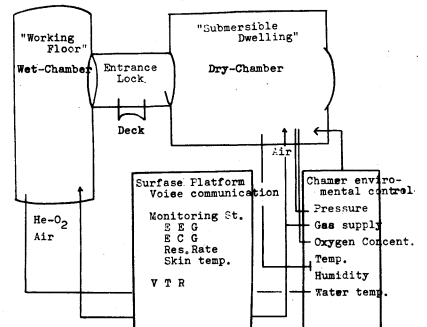


Fig. 2 Layout of Saturation diving Research Facility

脳波. Kräpelin 検査と含む精神心理的検査結果と表4に示すか全てに正常所見と呈した。図2は12米で行った expandere 用いた 150kgM/min の moderate work に対する O₂ consumption, RQ, work efficiency である。この程度の深度の作業では work efficiency の低下を示さないものと考えられる。更に schedule で、2回に渡り 24 米に潜水し ergometer を用いた水中作業を行い、air 及 α-He-O₂ 呼吸時の呼吸状態と比較した。12米-49 時間滞在後の減圧は O₂ 使用により減圧時間を半分に短縮し得た。その結果減圧時及 α-減圧後の異常はなく、安全な減圧に成功した。高压環境(12米)に 49 時間滞在の時の 2 名の健康男子の高压適応を観察し安全に生活し得る事を立証した。

| Running Time | 0 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 |
|------------------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| subjs. M & T | | | | | | | | | | |
| Heart rate | M 72 | T 75 | 67 | 67 | 70 | 70 | 76 | 76 | 76 | 76 |
| XCO ₂ | T 75 | 87 | 76 | 71 | 68 | 68 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| Resp. frequency | M 15 | 18 | 16 | 16 | 18 | 18 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | T 18 | 15 | 17 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Blood pressure | M 110/64 | 140/100 | 122/82 | 122/80 | 144/96 | 144/96 | 146/100 | 146/100 | 146/100 | 146/100 |
| | T 130/70 | 140/80 | 114/76 | 124/96 | 142/96 | 142/96 | 144/98 | 144/98 | 144/98 | 144/98 |
| Body Temp. | M 37.0 | 36.4 | 36.3 | 36.3 | 35.9 | 35.9 | 36.0 | 36.0 | 36.0 | 36.0 |
| | T 36.2 | 36.8 | 36.5 | 36.5 | 36.2 | 36.2 | 36.4 | 36.4 | 36.4 | 36.4 |

Table1 Summary of Physiol. Determinations

Table2 Blood Biochemistry Summary

| subjs. M & T | Before Exposure | | 24 hours | | 48 hours | | |
|------------------|-----------------|------|----------|-------|----------|---------|--------------------|
| | M | T | M | T | M | T | |
| pH | 7.47 | 7.42 | 7.34 | 7.33 | 7.38 | 7.37 | |
| pCO ₂ | 30.1 | 34.0 | 36.5 | 32.3 | 35.9 | 38.0 | (mmHg) |
| PO ₂ | 100.0 | 98.0 | 220.0 | 196.6 | 170.0 | (140.0) | |
| pN ₂ | 583 | 591 | 1359 | 1396 | 1419 | 1438 | |
| Hb | 17.4 | 16.0 | 17.8 | 16.1 | 17.7 | 15.5 | |
| RBC | 515 | 526 | 566 | 543 | 514 | 535 | (/μ ³) |
| WBC | 6400 | 6700 | 8400 | 5900 | 7300 | 5400 | |
| BDC | n | n | n | n | n | n | |
| protein | 7.8 | 6.9 | | | | | |
| A/G | 1.3 | 1.0 | | | | | |
| urea N | 19.5 | 20.0 | 20.0 | 15.5 | 16.5 | 16.0 | mg/dl |
| Na | 131 | 153 | 131 | 131 | 145 | 132 | mEq/l |
| K | - | - | - | - | - | - | |
| cl | 107 | 125 | 106 | 102 | 105 | 112 | |
| Ca | 8.5 | 9.7 | 8.0 | 8.8 | 11.0 | 9.0 | mg/dl |
| Cholest. | 191 | 191 | 202 | 180 | 212 | 180 | |
| SGOT | 13 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | unit |
| SGPT | 13 | 9 | 4 | 6 | 6 | 7 | |

Table3 Urine Analysis Summary

| subjs. M & T | ~ 24hours | | 24- 48hours | | |
|----------------|-----------|------|-------------|------|---------|
| | M | T | M | T | |
| Urinary output | 1550 | 2100 | 1850 | 1680 | (ml) |
| protein | - | - | - | - | |
| glucose | - | - | - | - | |
| urobil. | - | - | - | - | |
| Na | 164 | 124 | 188 | 168 | (mEq/l) |
| K | 44.8 | 43.2 | 64.0 | 48.0 | |
| Cl | 154 | 112 | 216 | 183 | |

Table4 Summary of Neurological, EEG & Psychophysiological Examination

| subjs. M & T | 1st day | | 2nd day | |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | M | T | M | T |
| EEG findings | normal | normal | normal | normal |
| Flicker Test | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Psychophysiological | | | | |
| Kräpelin | a | a' | a' | a |
| Neurological changes | nothing | nothing | nothing | nothing |
| Subj. symptom | " | " | " | " |

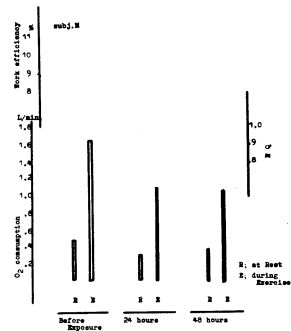
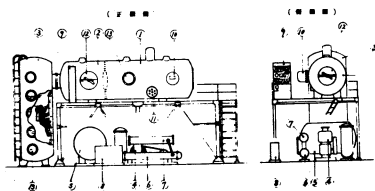


Fig.3 Ventilatory Response & Work Efficiency

Fig.4



- 1. 呼吸器 (Respiratory apparatus)
- 2. 酸素供給装置 (Oxygen supply apparatus)
- 3. 空気供給装置 (Air supply apparatus)
- 4. 圧力計 (Pressure gauge)
- 5. 流量計 (Flowmeter)
- 6. 温度計 (Thermometer)
- 7. 湿度計 (Humidity gauge)
- 8. 酸素分析装置 (Oxygen analyzer)
- 9. 空気分析装置 (Air analyzer)
- 10. 呼吸器 (Respiratory apparatus)
- 11. 酸素供給装置 (Oxygen supply apparatus)
- 12. 空気供給装置 (Air supply apparatus)
- 13. 圧力計 (Pressure gauge)
- 14. 流量計 (Flowmeter)
- 15. 温度計 (Thermometer)
- 16. 湿度計 (Humidity gauge)
- 17. 酸素分析装置 (Oxygen analyzer)
- 18. 空気分析装置 (Air analyzer)