

高気圧用dump式酸素呼吸器の換気力学的検討

梨本一郎* 小林 浩* 野寺 誠*
佐藤賢俊** 河野道茂** 平野昭夫**

緒 言

減圧症その他若干の疾病の治療に高気圧酸素が用いられるばかりでなく、減圧症の予防のため、潜水や高気圧作業後の減圧過程の高気圧下で酸素を呼吸させることがある。その際もっとも危険な災害は火災であり、過去の悲惨な事故を教訓として、種々な対策がとられてきた。このうちもっとも有効なものは、高圧タンク内の酸素濃度上昇をおさえることである。そのため、酸素による加圧を避け、空気加圧の下で、別系統で供給される酸素で呼吸を行わせることが、とくに大型の高圧タンクでは常識となっている。

この際酸素を豊富に含有する呼吸による室内酸素濃度の上昇を防ぐには、大量の空気で換気する方法や、特殊の装置、方法で呼吸を直接室外へ放出する方法がとられている¹⁾。このうち後者はdump方式とよばれ、きわめて合理的な方法である。しかしながら装置による呼吸抵抗の増大は、ときに使用者に苦痛を与え、長時間の使用を困難にすることがある。

そこで今回、市販の4種の呼吸器を選び、換気力学面より性能の検討を行った。

方 法

高圧タンクに取付けた高気圧用 dump 式呼吸器 (A, C, L, S 社製) のマスク部分を模型人頭に装着、後側の開口部に、気速計 (pneumotachograph, 三栄測器製) のプローブを介して、正弦波呼吸ポンプ (旭潜研製) を接続、1 回換気量 800ml

、毎分15回でこれを駆動し、環境圧力 0 (1 ATA), 0.5, 1.0, 1.8, 2.0, 3.0kg/cm²G の下で、呼吸流量、呼吸圧を測定した (図1)。

さらに気速計の圧力ならびに流量の信号出力を XY レコーダー (東亜電波製 XYR-1A 型) に導き、圧量図を描かせ、これより換気仕事量を求めた。なお防災上の観点から呼吸器へは酸素の代りに空気を供給した。

結 果

0 kg/cm² (1 ATA) より 3.0kg/cm²までの環境圧力下で、各呼吸器を正弦波呼吸ポンプで作動させたときの、最大吸息圧、最大呼息圧、ならびに外部吸気仕事量、外部呼気仕事量を表1、図2、図3に示す。なお A と S は 0.1kg/cm²より 1.8kg/cm²の環境圧力範囲内で測定を行ったが、これは機構上 0.1kg/cm²未満では呼息時の抵抗が著しく大きく、また 1.8kg/cm²をこえて使用する際の、耐圧の保証がなかったためである。

最大吸息圧は表1に示す如く、試験環境圧力のいずれにても、C が著しく高く、6cmH₂O をこえ、次いで A, L, S の順に低い値であった。また L は環境圧力が 2kg/cm²をこえると著しく上昇した。一方 S は環境圧力が高くなるにつれ逆に低下する傾向がみられた。

最大呼息圧は表1に示す如く、やはり C がいずれの試験環境圧力でも高い値を示し、次いで A, S, L, の順に低かった。また程度の差はあれいずれも環境圧力の上昇とともに、増加する傾向が認められた。なお C, A, L, いずれも 0 kg/cm² (1 ATA) では、0.1 kg/cm²より最大呼息圧がかえって大であった。これは 0 kg/cm²では、高圧タンク

*埼玉医科大学衛生学教室

**旭潜研

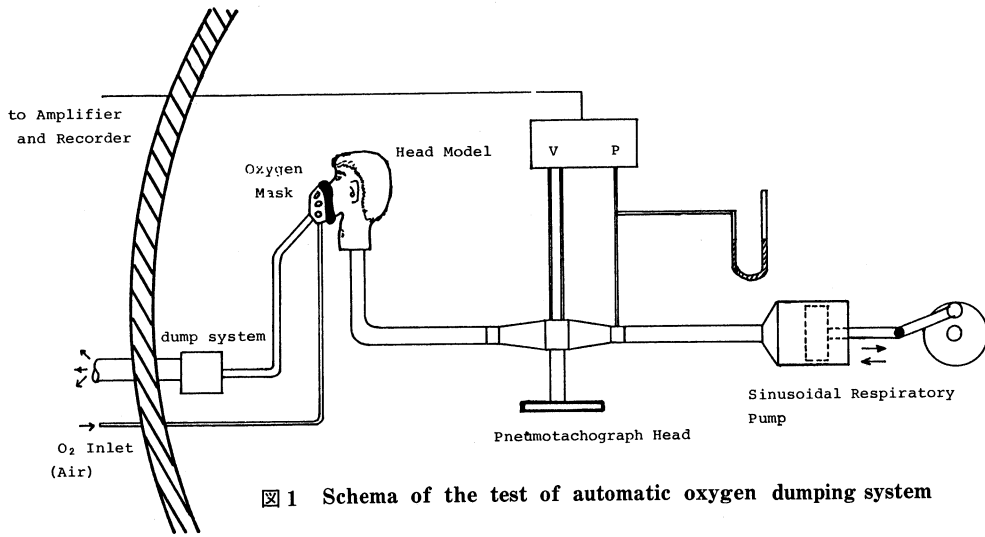


図1 Schema of the test of automatic oxygen dumping system

表1 Maximum respiratory pressure of automatic oxygen dumping systems at various ambient pressures

Ambient Pressure (kg/cm ²)	Maximum Expiratory Pressure(cmH ₂ O)				Maximum Inspiratory Pressure (cmH ₂ O)			
	A	C	L	S	A	C	L	S
0	1.5	3.9	2.1	—	3.0	6.3	2.4	—
0.1	1.2	2.9	1.2	0.8	2.0	6.3	2.3	2.0
0.5	1.9	3.3	1.2	1.2	3.0	6.1	2.6	2.0
1.0	2.8	3.9	1.3	2.0	3.8	6.3	2.9	1.8
1.8	3.5	4.5	1.6	2.1	3.5	6.4	2.9	1.5
2.0	—	4.7	1.7	—	—	6.4	3.0	—
3.0	—	5.5	1.7	—	—	6.4	5.0	—

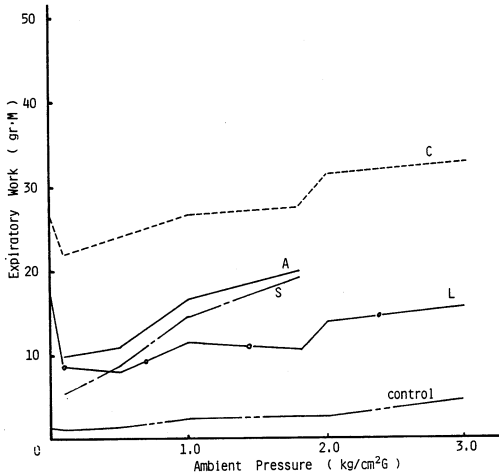


図2 Changes in expiratory work of automatic oxygen dumping systems at various ambient pressures V_T: 800ml, RR: 15/min.

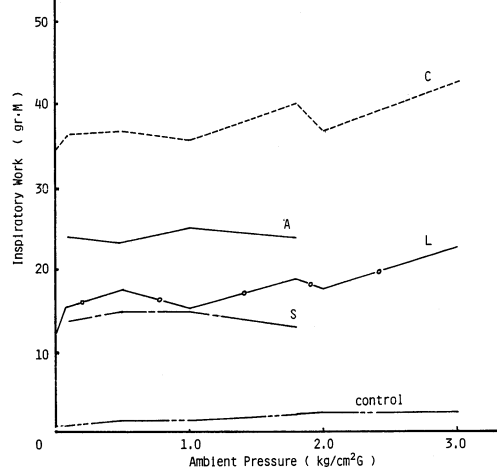


図3 Changes in inspiratory work of automatic oxygen dumping systems at various ambient pressures V_T: 800ml, RR: 15/min.

内外の圧差がないため、呼気排出のための呼息自体による駆動力が必要なためと考えられる。

外部吸気仕事量は、図2に示す如く各環境圧力下に於て、Cが最も大きく、A, L, Sの順に小さくなり、最小のものは最大の約半分にはすぎなかった。また環境圧の変化に対して殆んど差はなかった。

一方外部呼気仕事量は、図3に示す如く、環境圧力が 0.1 kg/cm^2 になると、大気圧下よりかなり減少し、次いで環境圧力の上昇とともに緩徐な増大傾向がみられた。このことはdump装置の機構上、ある程度以上の差圧の存在が呼気排出の駆動力として有用かつ必要なことを示している。なお外部呼気仕事量も吸気仕事量と同様、Cが最大であり、以下A, S, Lの順に小さくなった。

以上の実験結果は、患者や被験者がSやLを好んで使用することとよく対応した。

ま と め

減圧症その他の疾病の治療や、減圧症の予防の

ため使われている4種の市販高気圧用dump式酸素呼吸器を、 0 kg/cm^2 (1 ATA) より 3 kg/cm^2 の環境圧力下で、正弦波呼吸ポンプにより作動させ、その呼吸流量、呼吸圧ならびに外部換気仕事量を測定し、比較検討を行った。

その結果、機種により最大呼吸圧や外部換気仕事量にかなりの差異が認められること、また当然ながらこれらの値の低い方が使用者に好まれることが知られた。さらにこうした換気力学的テストが、dump式呼吸器の評価に有用なことも知られた。

【参 考 文 献】

- 1) Miller, J. N.: Life Support Systems. In: The Physiology and Medicine of Diving and Compressed Air Work, 2nd. Ed. (eds. P. B. Bennett and D. H. Elliott) pp. 60~77, Bailliere Tindall, London 1975