

## 26. 再圧治療表の検討

眞野喜洋\* 芝山正治\* 井田和美\*  
宮本智仁\* 柏倉章男\* 大串貫太郎\*  
矢野敬児\* 前田 博\*

### 目 的

減圧症が発症した場合、現在使用されている酸素を用いる再圧治療表は、第1欄から第6A欄の6種類であるが、これらの再圧方法によって、どれ程の気泡が形成されるかを Agarose model にて実験を行い、同時にこれらの再圧表を検討し、特に、付添い者への減圧症の危険性があるかどうかを調べ、さらに、空気と酸素との呼吸ガスの置換による影響があるかどうかをも気泡数の上から検討した。

### 方 法

pH7.4, Tris-HCl buffer にて lot# 14672 の 0.5% Agarose をつくり、温度80°Cにて10分間のシェーク後、12~16検体の counting cells にそれぞれ下部 4 mm まで分画する。外部から観察できる chamber にて17時間の pre-saturation の後、空気で再圧表どおりに圧力変化させ、下部 3 mm の 0.27ml 中に形成される気泡の平均と S.D. を求めた。再圧中、酸素と空気とが途中で何回か置換されるため、counting cells の上部にシャワー送気口を設置し、内圧を保ちながら5分間の酸素、または空気を送気してガス交換を行った。(図3) さらに参考のため、17時間の presaturation から再圧終了までを空気だけのもの、および、酸素だけのものとの3種類の方式による比較実験も各再圧表毎に行った。

### 結果と考察

各再圧表の加圧速度は、全て 0.8kg/cm<sup>2</sup> とし、再圧方法および合計時間は、図1のとおりである。各再圧表における減圧中および再圧終了時の気泡数は、表1及び、図2のとおりであった。この中で、特に、第1欄は他の再圧表と比較して3倍以上の気泡が出現していたが、その原因として考えられるのは、3.0kg/cm<sup>2</sup> から 1.2kg/cm<sup>2</sup> までは、第2欄とほぼ同じ減圧方法であるが、1.2kg/cm<sup>2</sup> より常圧まで5分間で一挙に減圧してしまっているためであろうと思われる。第2欄は、1.8kg/cm<sup>2</sup> より気泡 (2.1±2.1) が出現しているが、0.9kg/cm<sup>2</sup> まで減圧し60分間停止した後、常圧まで5分間で減圧するため終了後気泡数が18.2±3.9と第1欄と比較した場合、1/6以下という数値になったものと思われる。第5から6A欄については、第1欄と第2欄の間にみられるような、大きな気泡数の差はなかったが、第5、6欄と第5A、6A欄とを比較した場合、前者の気泡数が、30.9±3.7, 31.9±3.9で、後者が、10.9±3.2, 13.3±3.1と有意差を生じた。第5A欄に比べて第5欄が、第6A欄に比べて第6欄が同じように気泡数の減少を認める点については、暴露ガスの置換による影響としては説明がつかない。すなわち、それぞれの 1.8kg/cm<sup>2</sup> より常圧にもどる過程は全く同一の圧変化および酸素と空気の置換方式がなされていて、第5Aや6A欄は、さらに 5 kg/cm<sup>2</sup> まで余計な圧暴露をしており、その分だけ、溶存されるガス量は増え、その後の減圧で形成される気泡数も過剰となることが予想されたのであるが、実験値は全く逆の結果を示した。この現象について、

\*東京医科歯科大学医学部公衆衛生学教室

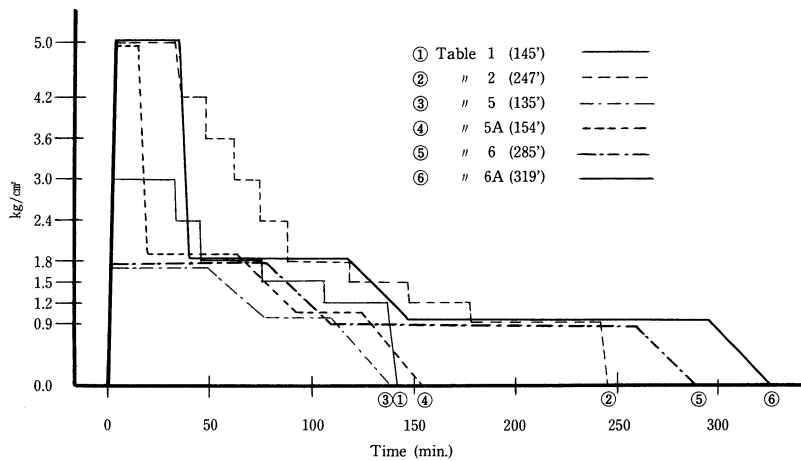


図1 Pressure Schedules of Oxygen Recompression Treatment Tables

Yount らの指摘にしたがうと、『既存のガス核は急速な加圧によって、ある一定圧までは縮小されて行くが、その過程で一部のガス核の破壊を生じる。破壊された核はその後の減圧によって気泡化はしない。そして、そのある一定圧とはおよそ120psi (約8.3kg/cm<sup>2</sup>) であろう』と考えられ、第5 Aや6 A欄の方が第5や6欄より気泡数が少なかったという実験を説明する上では、1.8kg/cm<sup>2</sup>までの加圧に比べ、第5 Aや6 A欄では5 kg/cm<sup>2</sup>まで加圧するので、それだけ、加圧中にガス核の破壊される可能性が大きいといえ、その後の減圧によって形成される気泡数の減少を予測させることができる。この仮定にしたがうならば、第5欄に比較して第5 A欄の、第6欄に比較して第6 A欄の気泡数が減少していること、また、第5欄および第6欄によって形成される気泡数はほぼ同数であり、かつ、第5 Aと6 A欄とが同じ比率で気泡数の減少をみていることの説明がつくといえる。いずれにしても、第6欄の形成気泡数が単位あたり31.9個という値は本学会で芝山らが報告したlot# 16320のAgarose気泡に換算すると3個前後に相当し、付き添い人に対する減圧症の危険はないといえるが、第1欄については他の再圧表と比較すると明らかな有意差があり、この原因としては、1.2kg/cm<sup>2</sup>より常圧まで5分間で減圧することに問題があると思われる。さらに、その気泡数は芝山らの報告するU. S. Nマニュアルによる100ft120分の減圧表を用いた時に生じる気泡数とほぼ同じであり、治療用としては検討の余地が

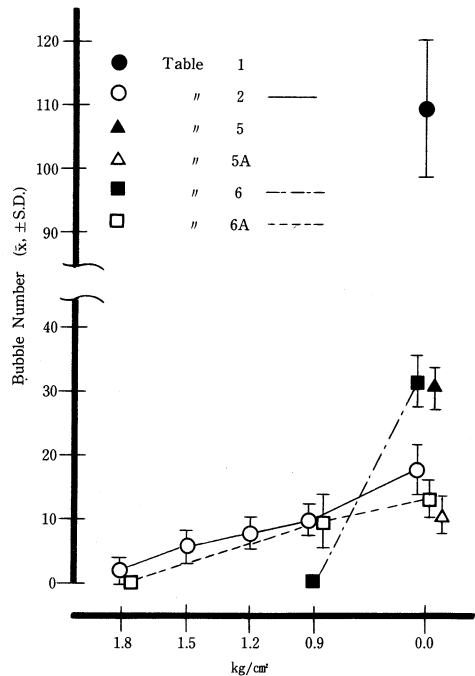


図2 Bubble in Oxygen Recompression Treatment Schedules (lot No.14672, Tris-HCl buffer, 0.27ml, 0.5% Agarose)

あると考えられる。

同一の再圧表における3種類の比較実験において、空気または酸素のみの使用ガスの場合、気泡数変化に大きな差異は認められなかったが、再圧表どおり酸素-空気を途中でスイッチした場合、前二者に比較して、気泡数が約1.5倍多く認め

表1 Bubble in Oxygen Recompression Treatment Schedules  
(lot # 14672, Tris-HCl Buffer, 0.27ml, 0.5% Agarose)

Table	Decompression Time (min) (Breathing Gas) ( $\bar{X}$ , $\pm$ S.D.) k : kg/cm <sup>2</sup>										Total Decompre. Time	Temp (°C)
	5.0k	4.2k	3.6k	3.0k	2.4k	1.8k	1.5k	1.2k	0.9k	0.0k		
1				30 Air	12 Air	30 O <sub>2</sub>	30 O <sub>2</sub>	30 O <sub>2</sub>	←5→ O <sub>2</sub>	110.1±11.3	145	25.0
2	30 Air	12 Air	12 Air	12 Air	12 Air	30 O <sub>2</sub> 2.1±2.1	30 O <sub>2</sub> 5.8±3.1	30 O <sub>2</sub> 8.2±2.7	60 O <sub>2</sub> 10.9±2.7	←5→ O <sub>2</sub> 18.2±3.9	247	25.0
5						45 O <sub>2</sub> /Air	←30→ O <sub>2</sub>	30 Air/O <sub>2</sub>	←30→ O <sub>2</sub>	30.9±3.7	137	24.0
5A	15 Air	←4→ Air				45 O <sub>2</sub> /Air	←30→ O <sub>2</sub>	30 Air/O <sub>2</sub>	←30→ O <sub>2</sub>	10.9±3.2	154	23.5
6						75 O <sub>2</sub> /Air	←30→ O <sub>2</sub>	150 Air/O <sub>2</sub> 0.3±0.1	←30→ O <sub>2</sub> 31.9±3.9		287	25.0
6A	30 Air	←4→ Air				75 O <sub>2</sub> /Air 0.3±0.1	←30→ O <sub>2</sub>	150 Air/O <sub>2</sub> 9.9±3.9	←30→ O <sub>2</sub> 13.3±3.1		319	24.5

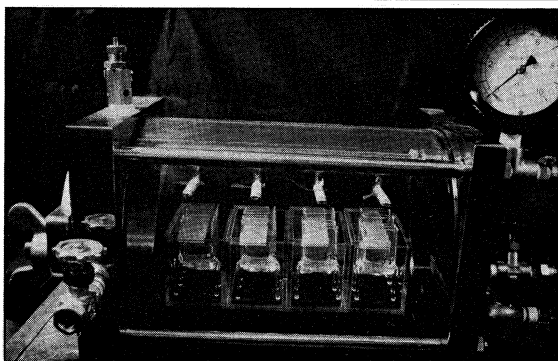


図3 ガス置換装置

シャワー送気口より、各セル中へ微風送気し、送気口に設置された鳥羽でそれを確認する。

られた(30.9±3.7vs.17.9±2.9)。さて、第5欄の治療表にしたがった場合、気泡数は30.9±3.7であったにもかかわらず、酸素を用いずに空気だけで同表にしたがい圧変化をさせたところ、気泡数は、17.9±2.9であり、この気泡数の差は、暴露ガスの置換による拡散の影響と考えられるが、詳細な分析はまだなされていない。この問題に関しては、今後十分な分析と慎重な検討を行うべきであり、諸兄の御意見や指導をお願いしたい。

[参考文献]

- 1) Dept. of U.S.Navy: U.S.Navy Diving Manual. Carson. 1975.
- 2) Yount, D.E., and R.H.Strauss: Bubble forma-

tion in gelatin: a model for decompression sickness. J. Appl. Physics., 47: 5081-5089, 1976.

- 3) D'Arrigo, J.S.: Improved method for studying the surface chemistry of bubble formation. Aviation, Space and Environ. Med., Feb.358-361, 1978.
- 4) Mano, Y., and H. Maeda: Comparison between different decompression schedules by agarose gel bubbles. In: The Proceedings of the 5th U.J.N.R. Joint Meeting (Edited by M. Matsuda and J. W. Miller), (in print) Tokyo, 1979.
- 5) Yount, D.E.: Skins of Varying permeability: A stabilization mechanism for gas cavitation nuclei. NOAA Sea-Grant, 04-6-158-44026 and 04-6-158-44114, (in print).