

## H-2 ポータブルチャンバーの自動換気装置の研究

(株)中村鉄工所

中村 研治

北里大学衛生学部生理学教室

森田 明紀

海上自衛隊横須賀地区病院潜水医学実験部

秋田 一直, 大岩 弘典

### 目的:

ポータブルワンマンチャンバーを用いて潜水病患者の治療や輸送を行なう場合、高気圧障害防止規則で定められた換気法では換気数が多くなり、多量の換気用ポンペを必要とし、使用時間も大きく制限されてしまう。更に、連続換気を行なえばチャンバー内圧を維持する事が困難である等、種々の問題点があります。

そこで、チャンバーの最大使用圧  $5 \text{ kg/cm}^2\text{G}$  のもとで患者に必要な酸素供給と連続換気量が維持できる事を目的とした自動換気装置を考案した。この方法は標準再圧治療表に従った患者治療をオペレーターの技能にかかわらず安全適切におこなえる事、飛行機等による患者輸送時に、親チャンバーに入るまで適切な救急管理が行なえる事を目的としたものである。

### 方法:

今回考案した自動換気装置は図1.に示したように、 $\text{HeO}_2$ ヘルメット潜水器のエゼクターと同じ原理により、チャンバー内空気を炭酸ガス吸収剤キャニスターに強制循環させ、チャンバー内炭酸ガスを除去すると共にノズルより新鮮ガスを供給するもので、エゼクターにおける駆動流を発生させるノズル流量分のガスを消費するだけで十分な換気量が得られる。

#### (1) 基礎試験

自動換気装置のガス供給圧を  $2 \sim 7 \text{ kg/cm}^2\text{G}$  とした時の、大気圧におけるノズル流量、即ちガス消費量、並びに循環流量を測定した。

#### (2) 炭酸ガス吸収試験

図2.に示すように自動換気装置をポータブルチャンバーに取付け、チャンバー内に毎分  $0.5 \text{ l}$  の炭酸ガスを供給し、キャニスターに約  $3 \text{ kg}$  のソーグソープを充填した時に、チャンバー内炭酸ガス濃度が大気圧換算値で  $1\%$  以下に維持できる時間を、チャンバー内圧  $1 \text{ ATA}$ 、並びに  $4 \text{ ATA}$  について検討した。

### 結果、並びに考察:

実験の結果、基礎試験、並びに炭酸ガス吸収試験のデータは、図3、並びに4の如くであった。

### (1) 基礎試験

大気圧における自動換気装置の流量特性は図3.のようになり、ノズル流量の約10倍の換気量が得られる事がわかった。供給圧 $3.5\text{kg/cm}^2\text{G}$ の時のノズル流量は $12\text{l/分}$ 、換気流量は $120\text{l/分}$ という値が得られた。高気圧障害防止規則では $60\text{l/分}$ の換気量が義務づけられているが、チャンパー容積を $400\text{l}$ として1時間の換気回数は9回で、 $4\text{ATA}$ のチャンパー内圧の場合はその $\frac{1}{4}$ の換気回数となる。人体の炭酸ガス排泄量は圧力によって変化しないが、高圧下では現在の規則では換気が不十分であり、炭酸ガスの部分的貯溜のおそれもある。自動換気装置の場合、ノズル供給圧が臨界圧力を越えていれば、その流量はチャンパー内圧に関係なく一定質量が得られ、循環流量は大気圧換算するとチャンパー内圧の増加と共に増える。従って供給圧力を $3.5\text{kg/cm}^2\text{G}$ とした場合の循環流量は $120\text{l/分}$ であるから、1時間あたりの換気数は18回となり、この値はチャンパー内圧にかかわらずほぼ一定になる。即ち、チャンパー内圧 $3\text{kg/cm}^2\text{G}$ の時の換気流量はおよそ $480\text{l/分}$ (大気圧換算値)となり、しかもノズル流量は $12\text{l/分}$ であるから、従来のガス消費量の $\frac{1}{4}$ で約8倍の換気量が得られる事になる。なお、供給圧 $3.5\text{kg/cm}^2\text{G}$ の場合、ノズル流量は $12\text{l/分}$ であり、酸素量は $2.4\text{l/分}$ であるから十分な酸素が得られる。

### (2) 炭酸ガス吸収試験

炭酸ガスをチャンパー内に $0.5\text{l/分}$ 供給して行なったキャニスターの吸収能力試験の結果は図4.の如くであった。チャンパー内圧 $1\text{ATA}$ 、並びに $4\text{ATA}$ の場合共に、チャンパー内炭酸ガス濃度を12時間、安全範囲におさえる事がわかった。

以上のようにエゼクターを原理とする自動換気装置は、チャンパー内炭酸ガス濃度を長時間、生理学的に安全に保つと共に、十分な酸素を供給する事がわかった。しかしながら、今回用いた自動換気装置はキャニスターの容量、耐圧ケースの構造等により総重量 $32\text{kg}$ と非常に重いと共、チャンパー内の温湿度、音響的問題等、改良の余地がある。

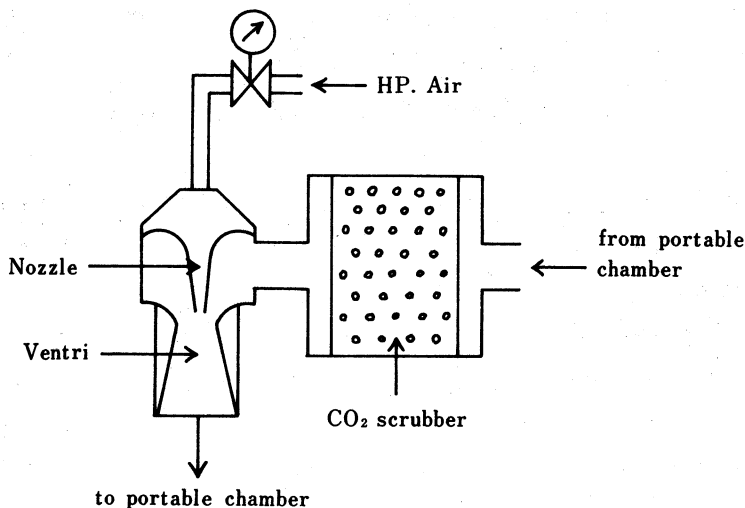


Fig.1 Schematic diagram of automatic recirculation system for portable chamber.

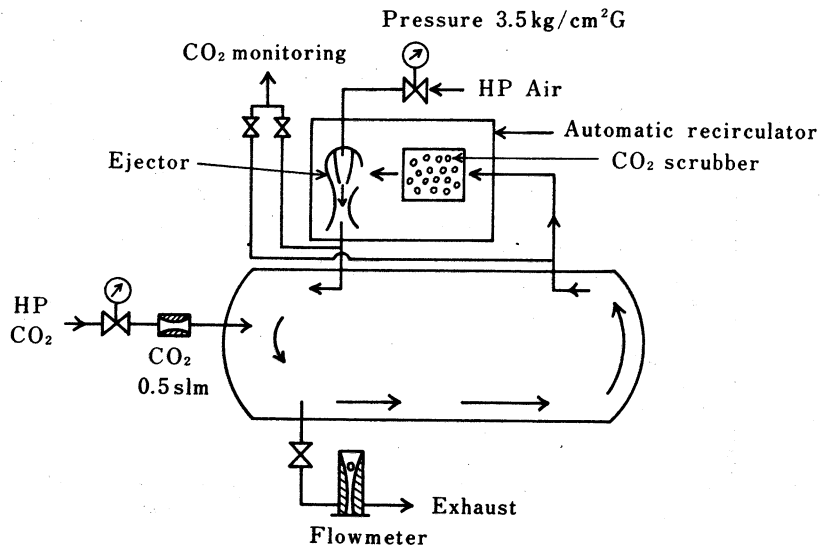


Fig. 2 Schematic diagram of automatic recirculator evaluation test.

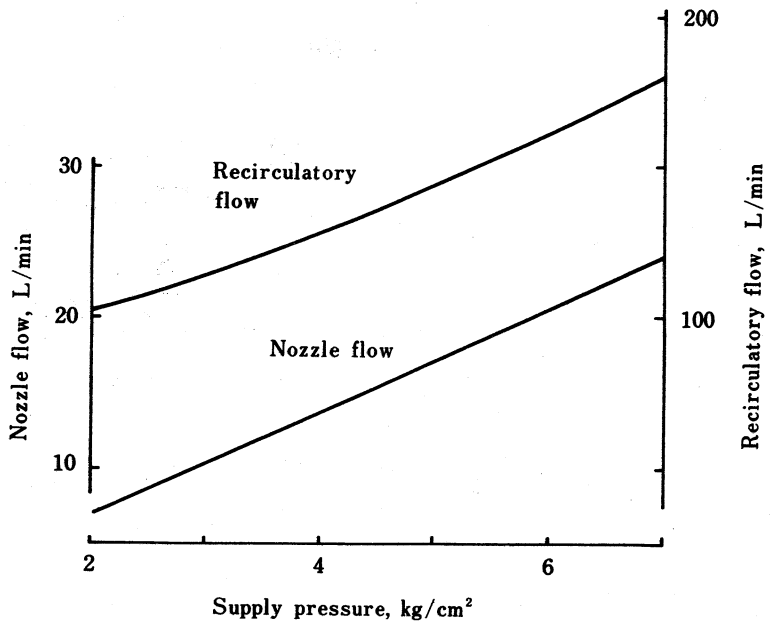


Fig. 3 Air flow characteristics of automatic recirculator.

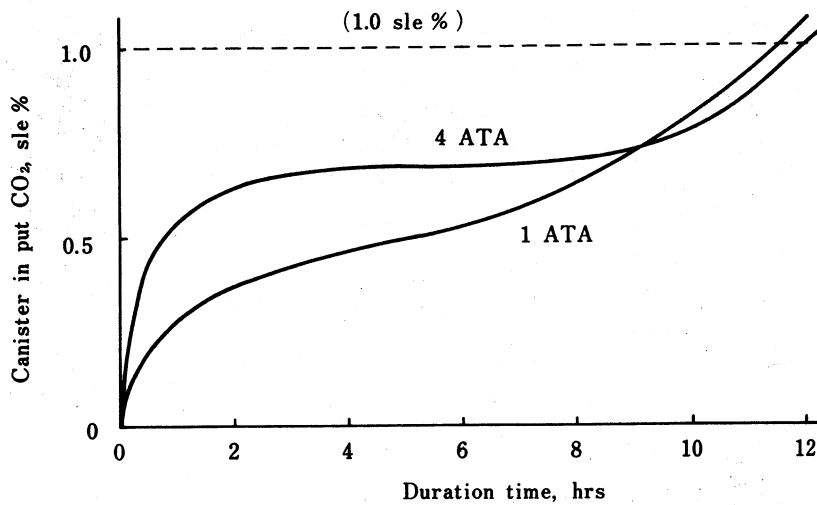


Fig. 4 Carbon dioxide absorption capacity of automatic recirculator.