

## 〔一般演題〕

# 全身麻酔・調節呼吸の際、 $\text{PaCO}_2$ 正常化のための 「呼気再吸入回路」の試作

印南 比呂志\* 岡田 和夫\* 小清水 靖\*\*

## はじめに

全身麻酔・調節呼吸の際、換気条件は1回換気量 (VT) が体重 kg 当り 10 mL、呼吸数 (f) を毎分 10~12 位に設定するのが一般的である。この場合、 $\text{PaCO}_2$  が 25~30 mmHg 程度の Hypocapnia になることが多い。しかし、その際、 $\text{PaO}_2$  がしばしば低下する。とくに肥満患者では Hypocapnia による  $\text{PaO}_2$  の低下は著明となる<sup>1)</sup>。そこで、われわれは、換気条件を変えずに  $\text{PaCO}_2$  を正常化するため、「呼気再吸入回路」を考案・試作した。

## 「呼気再吸入回路」について

一般に、全身麻酔・調節呼吸の際、麻酔ガスの循環回路では、吸気時には、麻酔器の呼気弁は閉鎖されるから、呼気側の蛇管内には比較的高濃度の炭酸ガスを含む呼気ガスが充满していると考えられる。そこで、われわれは、呼気側蛇管内に残っている呼気ガスの一部を、次の回の吸気の際、炭酸ガス吸收装置（ソーダライム）を通過させないで、再吸入させることにより、 $\text{PaCO}_2$  を上昇させることができる点に着目した。

図1 はわれわれが試作した「呼気再吸入回路」（以下、I（アイ）回路と略す）である。本装置は吸気側の蛇管と呼気側蛇管とが、それぞれの基部で、接続されている。そして、接続用プラスチック管の中央にはボールバルブが装着されており、このバルブの調節により、この管を流れる流量を任意に増減できるようになっている。したがって、I回路のボールバルブを開くことにより、吸気時には、呼気側蛇管内の呼気ガスが再吸入され

る筈である。そして、その際、 $\text{PaCO}_2$  を正常に戻すには、呼気終末炭酸ガス濃度 (FETCO<sub>2</sub>) をモニターしながら、ボールバルブを操作することにより、呼気の再吸入量を調節すれば良い。

## 回路の臨床的検定

次に、われわれの考案・試作した I 回路が臨床麻醉下で、 $\text{PaCO}_2$  の正常化に、有効に作動するであろうか。この点を確かめるために以下の検索を行った。

使用した麻酔器はベンチレーター付のもの (Narkomed®, North American Dräger 社製) で、麻酔循環回路に使用した蛇管は市販のプラスチック製であった。蛇管の容積は吸気側と呼気側とが、それぞれ約 400 mL であった。FETCO<sub>2</sub> のモニターには Normocap® (Datex 社製) を用

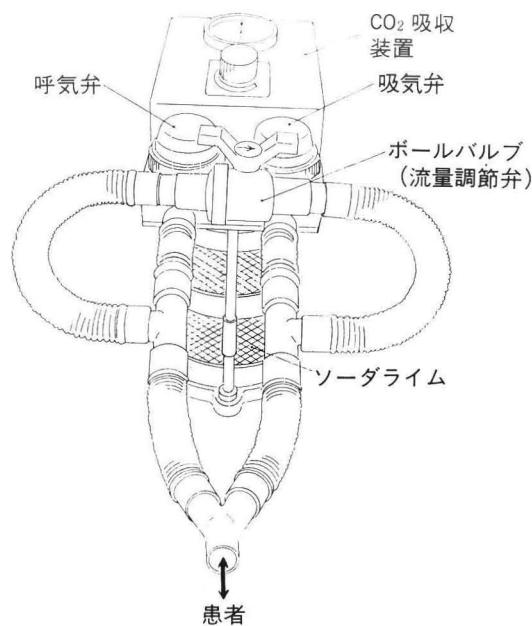
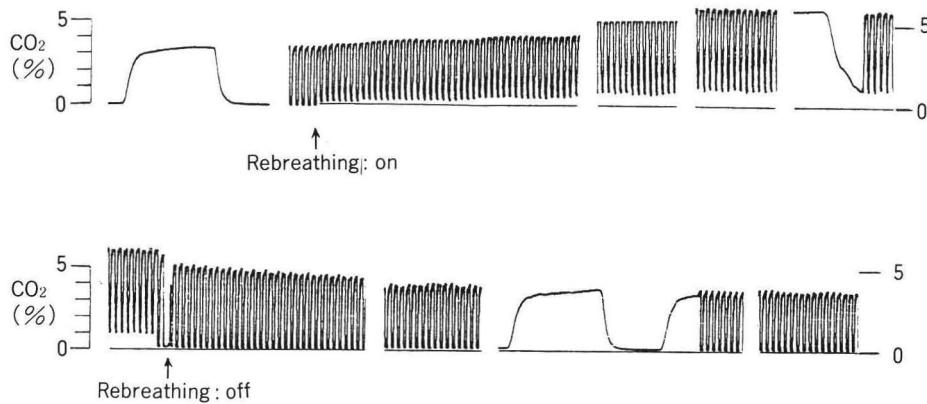


図1 呼気再吸入回路

\* 帝京大学医学部麻酔科

\*\* 泉工医科工業 KK

図 2 I回路による呼気再吸入時のCO<sub>2</sub>濃度曲線（カプノグラム）

上段は呼気再吸入開始後の、下段は再吸入停止後のCO<sub>2</sub>濃度の変化を、それぞれ、示す。

表 1 The effect of Paco<sub>2</sub> on arterial oxygenation

	Normocapnia	Hypocapnia
Pao <sub>2</sub> (mmHg)	131±14	97±12*
Paco <sub>2</sub> (mmHg)	39.6±2.2	27.4±12*
pH	7.383±0.023	7.494±0.028*
B.E. (mEq/l)	-1.3±1.6	-1.0±1.7

Values are Mean ± SD of 11 obese patients. \*P<0.005

いた。対象患者は Body Mass Index が 25 以上の鼓室形成術の手術患者 11 例であった。観察期間中、麻酔の維持には N<sub>2</sub>O (3~4 l/分), O<sub>2</sub> (2 l/分), E (2%) を用い、呼吸は調節呼吸とし、VT=10 mL/kg, f=12/分に固定した。

図 2 は患者の肺に入りする麻酔混合ガス中のCO<sub>2</sub>濃度を気管内チューブの入り口で測定した記録 (Capnogram) の一例である。上段と下段は、それぞれ「呼気再吸入」開始後と「再吸入」中止後のCO<sub>2</sub>濃度曲線である。「呼気再吸入」開始 20 分後の FETCO<sub>2</sub> (上段の右端) は 5.7% で、その時点での Paco<sub>2</sub> は 39.2 mmHg であった。「再吸入」中断 20 分後の FETCO<sub>2</sub> (下段の右端) は 3.6% で、その時の Paco<sub>2</sub> は 26.9 mmHg であった。

表 1 は I回路を通じての「呼気再吸入」開始 20

表 2 全麻・過換気下での Normocapnia の維持

A. 呼気の再吸入法
1. 機械死腔の付加
2. ソーダライムの除去
3. 呼気再吸入回路の装着
B. CO <sub>2</sub> ガスの吸入法

分後と中断 20 分後の時点での血液ガス・pH の測定結果を示す。Paco<sub>2</sub> は「呼気再吸入」により約 27 からほぼ 40 mmHg に戻っている。なお、Hypocapnia から Normocapnia への移行により、Pao<sub>2</sub> は有意に上昇している。

### 考案

換気条件を変えずに Paco<sub>2</sub> を上昇させるには表 2 に示す方法がある。A 項の 1 と 2 に関しては諏訪の優れた研究が報告されている<sup>23)</sup>。われわれの考案した方法は A-3 に相当する。

本法は、FETCO<sub>2</sub> をモニターしながら、I回路のボールバルブの操作により呼気の再吸入量を調節できるので、比較的簡単に Paco<sub>2</sub> を正常域に戻し得ることが判明した (図 2, 表 1)。

しかし、I回路内のガス流量、蛇管の長さ (容積)、 $\dot{V}CO_2$  などの相互の関係の検討など今後追求すべき事項が多い。図 3 は吸気相と呼気相での回路内のガスの流れを示すが、これの詳細は次回に報告したい。

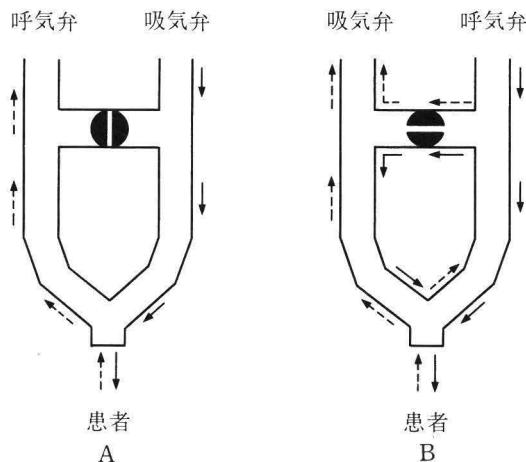


図 3 I回路装着時の麻醉循環回路内のガスの流れ  
A：ポールバルブ閉鎖時。B：ポールバルブ全開時。実線と点線の矢印は、それぞれ、吸気相と呼気相との流れを示す。

## 文 献

- 1) In-nami H, Kituta Y, Nagai H et al : The increase in pulmonary venous admixture by hypocapnia is enhanced in obese patients. *Anesthesiology* 63 (3A) : A520, 1985
- 2) Suwa K and Bendixen H H : Change in  $P_{CO_2}$  with mechanical deadspaces during artificial ventilation. *J Appl Physiol* 24 : 556-563, 1968
- 3) 諏訪邦夫：炭酸ガス吸収装置を欠く半閉鎖循環麻醉法の研究. *麻酔* 18 : 715~721, 808-812, 925-931, 1969