

り、患者の体温調節と水分バランスに大きな影響を与える。そこで、人工呼吸器を使用する際には、一般には加温加湿器を吸気側に組み込んで吸気に加温加湿が行われる。そのために種々の加温加湿器が考案され使用されているが、呼気側の湿度に対しては今まであまり注意が払われていなかった。

呼吸側の湿度過剰は、呼気弁に水分が付着して弁の作動障害を起こしたり、呼気換気量測定誤差の原因となったり、あるいは回路内の感染や<sup>2)</sup>、終末呼気圧の上昇の原因となったりする。現在いくつかの除湿器が市販されているが、これらの障害を防止するほど有効な除湿器は見当たらず、呼気側の湿度に対する対策は皆無といってよい。そこで、われわれは吸気側の加温加湿器に使われる Fisher & Paykel 社製のプラスチックボトルを利用して、氷冷式除湿器を作成してみた。これは装置がきわめて簡単であり、その効果は呼気弁付近で水分量が約 1/4 にまで減少させるほど有効であった。

またこの装置を組み込んだために生ずる成人用人工呼吸器（サーボ 900B）回路内の圧縮ガスの

増加はわずか 1.1 ml/cmH<sub>2</sub>O 程度であり、成人用人工呼吸器の場合臨床的には大きな問題とは思われない。一方、呼気抵抗は実測はしていないが、Fisher & Paykel 社製のプラスチックボトルが弁などの抵抗を有する構造でないため、呼気にそれほど大きな影響は与えないように思われる。本装置の欠点としては、除湿器の周囲の氷が約 8 時間で溶けるため、その度に氷を補充しなければならないことであった。

今回の氷冷式除湿器を臨床に使用してみて、それまでしばしば経験された呼気弁の誤作動や呼気換気量の誤測定が全く消失したことから考えると、本装置は臨床的にきわめて有用であると思われる。

## 文 献

- 1) 入間田 倣二, 松川 周, 天羽 敬祐: サーボ 900 B およびベネット MA-I の回路内圧縮ガスについて, ICU と CCU 6 : 375~378, 1982
- 2) 清水一二三, 萩原さがみ, 西岡博子: 呼吸器回路汚染に対する熱線入り回路の効果, ICU と CCU 7 : 615~619, 1983

# 半閉鎖循環式全身麻酔回路内の温度および湿度

村 上 雅\* 井 上 哲 夫\* 西 邑 信 男\*

## はじめに

気管内挿管による全身麻酔の際、乾燥した麻酔ガスを長時間吸入させると粘液や分泌物の乾燥、線毛運動の障害などが生じ、種々の呼吸器合併症の原因となることが知られている<sup>1)~3)</sup>。全身麻酔回路内の温度および湿度に関しては多くの報告があるが、特に湿度に関しては、その物理的、化学的特性に由来する精密測定の困難性からその正確さにおいて若干の問題点があるとされている。

今回われわれはパイザラ社 Type HM 31 ポータブル型デジタル温湿度計を入手したので、本器

により現在広く使用されている半閉鎖循環式麻酔器についてその回路内の温度および湿度を測定してみた。さらに、気管支鏡を用いて気管内に色素を注入し、それが経時的にどう変化するかを観察した。

## 対象・方法

対象は 25 名の成人手術患者で男性 14 名、女性 11 名、平均年齢は 47.5 歳である。すべて ASA によるリスク 1 ないし 2 であり、3 時間以上の手術を行った患者である (表 1)。

麻酔器は 3 種を用いた。おのおのの回路について呼吸弁, pop-off バルブ, バッグ, CO<sub>2</sub> アブソ

\* 日本医科大学麻酔学教室

表 1 対 象

- 手術患者25例  
男14例, 女11例  
年齢 47.5±15.6歳
- 手術
  - 腹部外科 9 例
  - 食道外科 5
  - 耳鼻科 5
  - 胸部外科 3
  - 脳外科 1
  - その他 2

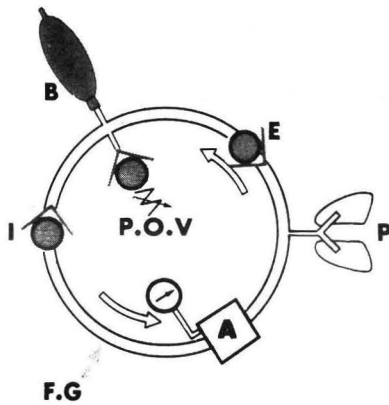


図 1 I. OHIO

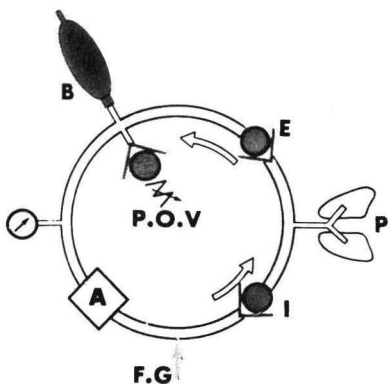


図 2 II. OHIO

ーバーの位置関係は次の通りである。

回路 I : オハイオ社製ハイドリンク型麻醉器で fresh gas がソーダデウムを通過した後患者へ行く型である。ソーダライムの入るキャニスタ

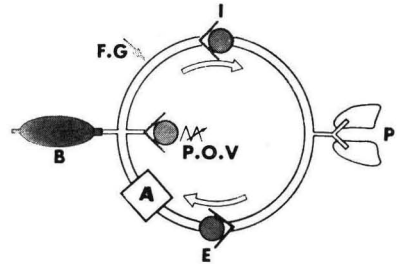


図 3 III. IGARASHI

表 2

回 路	例数	年齢(平均±SE)
I. オハイオ旧タイプ	11	48.1±5.2
II. オハイオ新タイプ	7	51.3±4.1
III. イガラシ	7	43.3±6.0

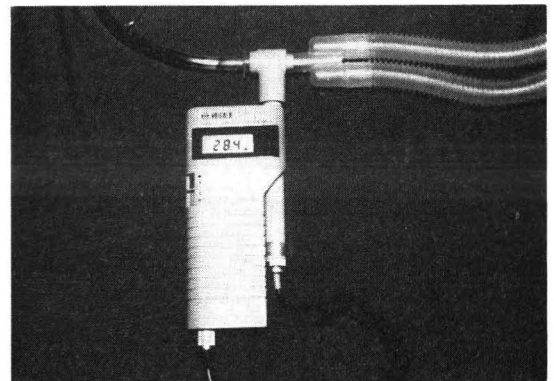


図 4

一の容量は 2,500 ml である(図1)。

回路 II : オハイオ社製プロポーショナル型麻醉器で fresh gas がソーダライムを通過せずに患者に行く型である。キャニスターは二段式でその容量は 2,800 ml である(図2)。

回路 III : 五十嵐社製の麻醉器で fresh gas はソーダライムを通過せずに患者に行く型でキャニスターの容量は 1,000 ml である(図3)。

回路別の対象の内訳は、回路 I は 11 名、回路 II、回路 III はおのおの 7 名ずつであった(表2)。

デジタル型温湿度計の測定プローブは回路の Y ピースと気管内チューブの間においた(図4)。本器の湿度センサーは高分子薄膜を使用し、湿度による静電容量の変化を測定原理としている。温度

センサーはプレート型白金抵抗体 (100Ω) を使用している。

全例とも気管内挿管後、麻酔の維持は GOF およびパシクロニウムを使用して行った。投与ガス流量は 6 l/分 (酸素 2 l/分, 笑気 4 l/分, または酸素 3 l/分, 笑気 3 l/分) とし、呼吸数 12 回/分, 1 回換気量 12 ml/kg とした調節呼吸で行った。

吸気, 呼気時の温湿度の測定は, 気管内挿管後, 10 分, 30 分, 60 分, 120 分, 180 分後の計 5 回行った。

さらに, 上記対象とは別の 10 例について気管内挿管 10 分後に気管支鏡を用いて気管分岐部直上に 1 滴のインジゴカルミンを滴下し, 滴下直後と 2 時間後に色素の様子を写真撮影してみた。

## 結 果

吸気ガスの湿度は 3 回路とも経時的な上昇傾向を示した (図 5)。回路 I は挿管 10 分後 30.2%, 180 分後 41.4%, 回路 II では同 10 分後 24.2%, 180 分後 30.1%, 回路 III で 10 分後 40.2%, 180 分後 49.3% であった (いずれも平均値)。各回路とも症例数が少なく, また, 症例個々の値はかな

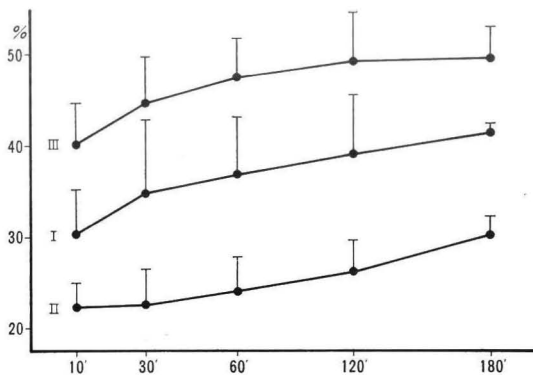


図 5 吸気時の回路内相対湿度 (mean±SE)

表 3 回路内温度 (°C, mean±SD)

回路	10'	30'	60'	120'	180'
I	28.3±1.0	28.6±1.7	28.4±1.3	28.5±1.5	29.6±1.3
	29.9±0.9	30.1±1.1	30.1±1.3	30.0±1.2	30.9±0.8
II	28.7±0.7	29.3±1.0	29.1±1.6	30.2±0.9	29.6±0.9
	30.3±0.4	30.7±0.8	30.4±1.6	31.2±1.6	30.8±0.9
III	28.5±1.3	28.5±1.5	28.6±1.1	28.5±0.8	28.4±1.2
	30.6±1.0	30.5±1.1	30.4±1.2	30.2±0.8	30.6±1.0

りばらついており, 有意差の検定は行っていないが, 経時的な上昇傾向はすべてで認められた。

呼気時の湿度については, 3 回路とも挿管 10 分後より全測定期間中 90% 以上の値を示した。

一方, 温度については, 呼気時の方が吸気時よりも高値を示したが, すべて 28°C から 31°C までの間の範囲での移動であり, 時間的な変化, 回路による相違は認められなかった (表 3)。

気管分岐部直上へ滴下した色素の移動については図 6 に平均的な写真を示した。右は色素滴下直後, 左は同 120 分後であるが, 色素は注入部位より手前 (口側) に移動してきていることが観察された。

## 考 案

ヒトの生理的呼吸では鼻咽頭の粘膜層で加温加湿が行われ, 声門下部では吸気温度は 32°C, 相対湿度はほぼ 100% であるといわれている<sup>4)</sup>。気管内挿管により上気道をバイパスしてしまう場合, どの程度の温度, 湿度を有するガスを吸入させるべきかは重要な問題点である。半閉鎖循環式全身麻酔においては, 吸気ガスには呼気中の湿度が加わることもおよびソーダライムと呼気中の炭酸ガスとの発熱反応で水ができることによる湿気が含まれるとされ, 諸家の報告では 60% 程度の相対湿度は確保されるといわれている<sup>5)~7)</sup>。今回われわれの測定では相対湿度は経時的な上昇は認められたものの 3 時間経過してもなお 60% に達しなかった。この違いは測定装置および測定方法の相違が最も大きな原因と考えられるが予想以上に



図 6

低湿度であった。今回用いた Type HM 31 ポータブル型湿度計（パイザラ社）は小型、軽量で操作は簡単であり人工呼吸中のモニターとしては大変便利である。また湿度のプロブが小さく狭い場所での湿度測定が可能であるが、測定原理は高分子膜を使用した静電容量の湿度による変化を指標としておりこの面での従来の方式（毛髪、直流電気抵抗式、高周波静電容量式、赤外線乾燥重量測定方法など）との応答性、正確性などの検討も今後必要であろう。

今回測定を行つた 3 つの回路間でも吸気ガスの湿度について差があることが認められたが、その原因として fresh gas の入る位置、バッグ、呼吸弁、半閉鎖弁、ソーダライムなどの配置の関係、キャニスターの容量、患者の呼出炭酸ガス濃度、さらに蛇管の長さ、手術室内の温度など複雑な因子が考えられる<sup>7)~9)</sup>。

実際全身麻酔中に低湿度のガスを吸入しているとどのような変化がおこるのかは興味ある問題である。今回色素を気管内に滴下した試みでは、色素は時間とともに口側に移動してきており、線毛運動に関しては障害されていないことが伺われた。また今回の対象患者では術後重篤な肺合併症をきたした症例は認めなかった。しかし今回の湿度計を用いて、長期の人工呼吸管理を加湿器付の人工呼吸器にて行っている症例について測定してみると吸気時とも回路内湿度はほぼ 100% を示している。全身麻酔中においても、人工鼻や他の

加湿の工夫を積極的に行うべきかどうかは、今後大いに検討されるべき問題であろう。

## 文 献

- 1) Chalon J, et al : Effects of dry anesthetic gases on tracheobronchial ciliated epithelium. *Anesthesiology* 37 : 338, 1972
- 2) Chalon J, et al : Humidity output of the circle absorber system. *Anesthesiology* 38 : 458, 1973
- 3) Mercke V : The influence of varying air humidity of mucociliary activity. *Acta Otolaryngol* 79 : 133, 1975
- 4) Forbes AR : Humidification and mucous flow in the intubated trachea. *Brit J Anesth* 45 : 874, 1973
- 5) Sato T : Studies on respiratory humidity, II. Humidity in anesthetic circuits and water loss via anesthesia systems. *Acta Med Okayama* 15 : 335, 1961
- 6) Dery R, et al : Humidity in anesthesiology, III. Heat and moisture patterns in the respiratory tract during anaesthesia with the semi-closed system. *Can Anaes Soc J* 14 : 287, 1967
- 7) Berry FA, et al : Humidification of anesthetic systems for prolonged procedures. *Anesth Analg* 54 : 50, 1975
- 8) 後藤幸生 : 経気道療法臨床生理(3). 呼吸と循環 27 : 1066, 1979
- 9) 兵田 恒 : 各種吸入全身麻酔方法における回路内湿度について. *麻酔* 28 : 1687, 1979

## 高頻度呼気遮断 PEEP 人工呼吸に対する 小児と成人の反応の違いについて

財 津 昭 憲\*

### はじめに

成人型急性肺不全患者に対して、高頻度 (8Hz) で極短時間 (20~40 msec) の呼気遮断を加え、高頻度分割呼気を強制した PEEP 人工呼吸 (以後 V-PEEP と略す) は、呼気分割をしない従来

の PEEP 人工呼吸に比べて、同一換気条件、すなわち 1 回換気量、換気回数、吸入気酸素濃度、PEEP 圧、および、呼吸モード (調節人工呼吸) を同一にした条件の下にもかかわらず、動脈血酸素分圧 ( $\text{PaO}_2$ ) を次第に改善させ、その改善率は 3 時間以後には 60% 以上に達した<sup>1)2)</sup>。しかし動脈血炭酸ガス分圧 ( $\text{PaCO}_2$ ) に関しては、上昇す

\* 九州大学医学部付属病院救急部