

がごく小量であっても、肺水腫や肺うっ血の誘因になることは、肺サーファクタント分散液の表面張力を測定した前述の実験結果から十分推測できよう。

Heated type の加湿器の水温を  $32^{\circ}\text{C}$  以上にあげることは避けるべきであり、ましてや体温以上にあげることは非常に危険である。とくに心機能の予備力が低下した患者では、重大な結果をまねくおそれがある。現在、一般に使用されている heated type の加湿器の水温調節装置には、便宜上の目盛りのみしかなく正確な温度調節に困難を感じるものがある。また、水温計が組み込まれていない加湿器も多い。最近の人工呼吸器の本体には、種々の測定装置や制御機構、安全装置などのついたものが開発されている。加湿器の設計、開発にも十分な配慮が加えられることを期待したい。

#### まとめ

心筋硬塞により心不全におちいった 73 歳男性の人工呼吸管理に際し、過剰加湿が原因で肺うっ血ないし肺水腫が悪化したと考えられる事態を経験した。In vitro で加湿の影響をみた実験結果を加味して考察すると、本症例でみられた事態は、吸気中の水蒸気が肺胞の表面に結露して肺サーファクタントの層を被覆してしまい、肺胞の表面張力が強まったことが一因であると考察され

た。人工呼吸に際し heated type の加湿器を使用する場合は、水温を上昇させすぎないように注意すべきであると結論された。

#### 文 献

- 1) Graff TD, Benson DW : Systemic and pulmonary changes with inhaled humid atmospheres. *Anesthesiology* 30 : 199~207, 1969
- 2) 藤田俊夫, 惟任 修, 井上須美子 : 超音波ネブライザーによる過給湿の際における血液ガスの変動. *麻酔* 21 : 694, 1972
- 3) Tsuda T, Noguchi H, Takumi Y, Aochi O : Optimum humidification of air administered to a tracheostomy in dogs. *Scanning electron microscopy and surfactant studies. Br J Anaesth* 49 : 965~977, 1977
- 4) Grace MP, Greenbaum DM : Cardiac performance in response to PEEP in patients with cardiac dysfunction. *Crit Care Med* 10 : 358~360, 1982
- 5) Wildeboer-Venema F : The influence of temperature and humidity upon the isolated surfactant film of the dog. *Respir Physiol* 39 : 63~71, 1980
- 6) 高田善則, 小林 勉, 片岡久範, 村上誠一, 小久保雅之 : 肺サーファクタント由来物質の表面活性に対する温度と湿度の影響. *日界面医誌* 13 : 128~134, 1982
- 7) 横田晃和, 日並史郎, 小林尚日出, 古谷 生, 塩飽善友, 平川方久 : 吸気ガス加温加湿潤器の試作と使用経験. *麻酔* 23 : 659~662, 1974

## 人工呼吸器の除湿器の効果

星 邦 彦\* 橋 本 恵 二\* 吉 成 道 夫\*  
天 羽 敬 祐\*

#### はじめに

長期人工呼吸の際、適切な気道の加湿を目的として、一般に人工呼吸器の吸気側に加温加湿器が、呼気側にウォータートラップが組み込まれる。しかし、われわれの経験では、市販されてい

る従来のウォータートラップは除湿が不完全なものが多い。その結果、過剰な湿度が呼気弁に結露して呼気弁の作動を障害したり、熱線式流量計の作動を障害して換気量が過大に表示されたり、また、呼気回路内に結露した水が貯留すると、特に幼小児用回路のように内腔の狭い呼気チューブでは、終末呼気圧の上昇をもたらしたりし人工呼吸

\* 東北大学医学部麻酔学教室

器の正確な作動の妨げとなっていた。また、現在市販されている紙に湿気を取り込ませるタイプの除湿器では、回路の抵抗が増したり、せいぜい6時間程度の有効期間しかなく、臨床使用の目的には不適當なものが多い。そこでわれわれは組立てが簡単で実用的な除湿器を作成し、その効果を検討したので報告する。

対象と方法

ICU で日常使用される人工呼吸器 CPU-I、ゼクリスト、サーボ 900B の3機種を対象とした。温度と湿度の測定を図1のごとく除湿器をつけない場合は、1.ドライガスアウトレット、2.患者の吸気側、3.患者の呼気側、6.呼気弁付近の計4カ所で行い、除湿器をつけた場合には、1, 2, 3, 6 以外に、4.除湿器直前、5.除湿器直後の計6カ所で行った。温度および湿度の測定は、Vaisala

社製の湿度・温度計を用いた。この測定結果から、回路内それぞれの部位の含有水分量を求めた。除湿器は Fisher and Paykel 社製の容量 700 ml のプラスチックのボトルを呼気側に組み込み、氷中に浸し氷冷式除湿器とした(図2, 3)。

測定を行う前に、除湿器を組み込んだ場合の回路内圧縮ガスの量をサーボ 900B を使用して測定した<sup>1)</sup>。

統計学的処理は Student's t test を行い、有意差を検定した。

結 果

除湿器前後の水分量の変化は CPU-I、ゼクリスト、サーボ 900B の3機種とも、除湿器直前に比較して除湿器直後の水分量が  $P<0.01$  で有意に減少した(表1)。また、呼気弁付近の水分量は

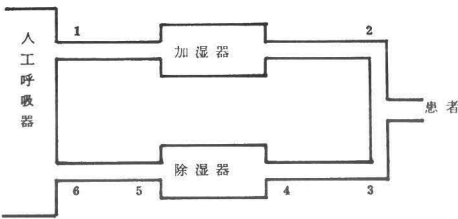


図 1 測定箇所

表 1 除湿器前後の水分量 (mg/l)

	前	後
CPU-I	25.4 ± 0.93	7.63 ± 1.10
ゼクリスト	25.9 ± 1.84	8.38 ± 2.65
サーボ 900B	26.8 ± 0.49	5.77 ± 1.25

mean ± S.E.  
 $p < 0.01$

表 2 呼気弁側の水分量 (mg/l)

	除湿器 ナシ	除湿器 アリ
CPU-I	26.8 ± 0.35	7.12 ± 1.45
ゼクリスト	26.8 ± 1.59	8.71 ± 2.24
サーボ 900B	31.1 ± 2.77	5.16 ± 1.43

mean ± S.E.  
 $p < 0.01$

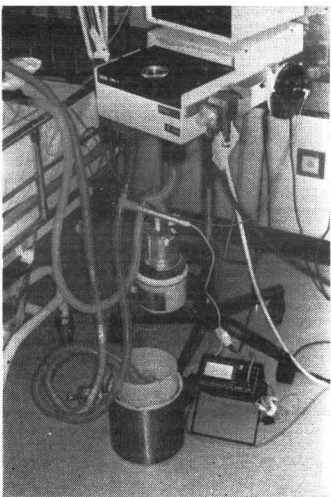


図 2 測定しているところ

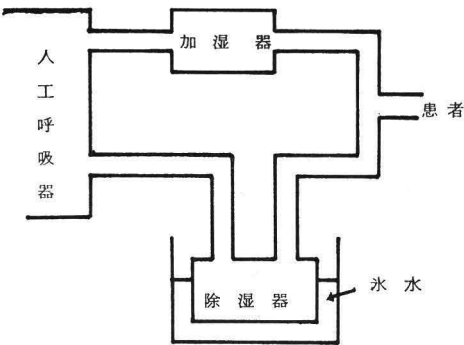


図 3 模式図

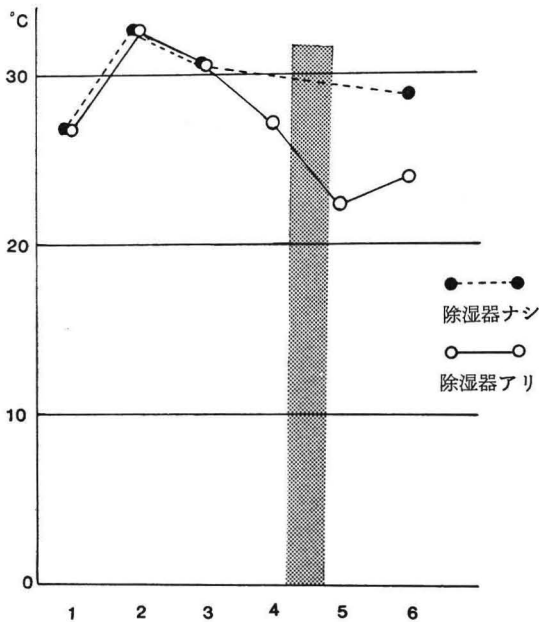


図 4 温度の変化

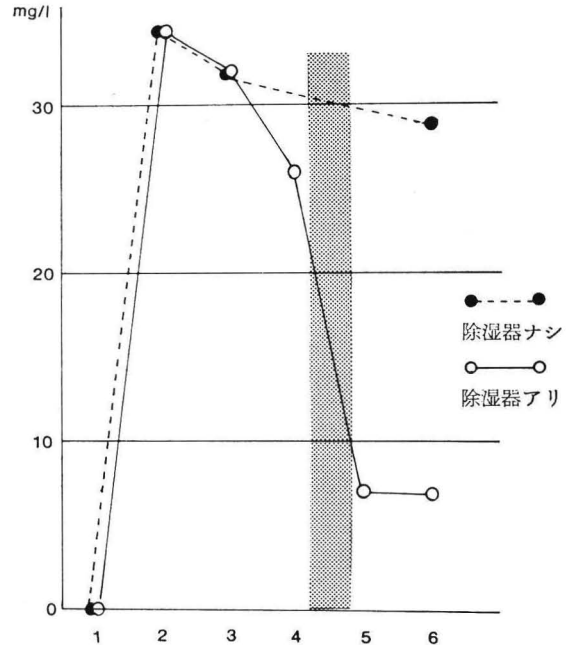


図 6 水分量の変化

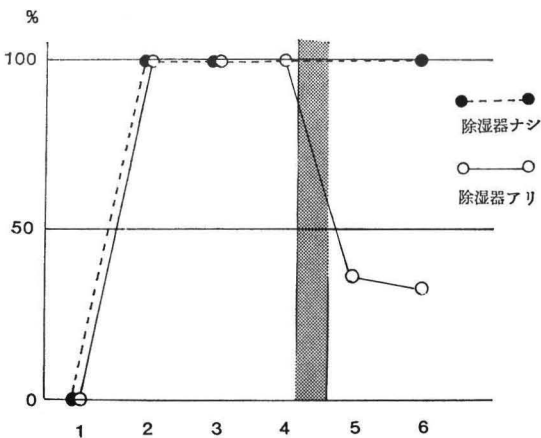


図 5 湿度の変化

3機種とも除湿器を組み込んだものの方が、除湿器のない場合に比較して  $P < 0.01$  で有意に減少した(表2)。

図4は3種の人工呼吸器をまとめて1から6までの回路内各点における平均の温度を示したものである。呼気弁付近(6の点)では除湿器を組み込んだ場合には、除湿器のない場合と比較して  $28.6^{\circ}\text{C}$  から  $23.8^{\circ}\text{C}$  へと  $P < 0.01$  で有意に低下した。

図5は各点における湿度の平均値を示したものである。除湿器をつけない場合には、加温加湿後の回路内はほぼ100%の湿度に保たれているが、除湿器を組み込んだ場合には、除湿器以後の回路内の湿度は30%台へと  $P < 0.01$  で有意に減少した。

図6は各点における含有水分量の平均値を示したものである。除湿器をつけない場合には、呼気側回路の水分量は  $30\text{ mg/l}$  前後であったが、除湿器を組み込んだ場合には、除湿器以後の回路の水分量は  $7\text{ mg/l}$  前後と  $P < 0.01$  で有意に減少した。

回路内圧縮ガスの量は、除湿器がない場合は  $2.6\text{ ml/cmH}_2\text{O}$ 、除湿器がある場合は  $3.7\text{ ml/cmH}_2\text{O}$  であった。

## 考 案

自然呼吸時には吸入気は鼻咽頭で加温加湿され気管入口部での吸入気の温度は  $30\sim 32^{\circ}\text{C}$  に加温され、湿度は100%であるといわれる。また、吸入気の温度と湿度が低いと、呼気は体温と同じ温度で湿度は100%であるため、その呼気と吸入気の差の温度と湿度が生体から奪われることにな

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の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、水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。

今回の水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