

## B-74

## 2-ダイアフラム方式の呼吸装置を用いた人工呼吸制御

○梅垣 育裕・高原 健爾・若松 秀俊 (福井大学 工学部)

## 1 はじめに

医療の現場では、麻酔時および麻酔からの覚醒や呼吸障害者の呼吸補助などの際に、患者の炭酸ガス濃度を生理的に安全とされている範囲内に保つために人工呼吸が行われている。通常、そのための呼吸装置の設定と患者の状態の監視は医療従事者によって行われているが、その負担は少なくない。そのため、呼吸装置の設定が自動的に行われるように肺胞炭酸ガス濃度を指標とした自動制御による人工呼吸が種々提案されている。<sup>1)</sup>本研究では、コンピュータにより動作制御が可能で、新しく開発した呼吸装置の特性を検討するとともに、従来のPI制御によって行い得る肺胞炭酸ガス濃度制御の性能を検討してみた。

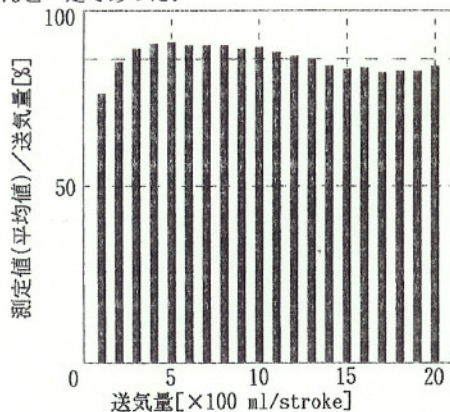
## 2 呼吸装置

## 2.1 呼吸装置の特徴

本研究で使用した呼吸装置は、外部からのデータと制御信号とにより駆動が可能のように新たに開発したものである。その構造は2ダイアフラム方式をとり、送気用と排気用とが独立しているため、一時刻前の吸気を排気できるような設計になっている。また、1回送気量[ml/stroke]、送気頻度[回/min]、サイクル比率[%]の3量を設定することによりその動作を1周期ごとに指定できる。さらに、データはその動作に同期して取得できるようになっている。<sup>2)</sup>

## 2.2 呼吸装置の送気特性

本研究で使用する呼吸装置を、人工呼吸制御システムの中で実際に制御を行えるように接続し、設定送気量に対して実際の送気量がどのようになるかを測定した。測定データをまとめてみたところ、一つの設定送気量について、送気頻度およびサイクル比率の二つの変化がその測定結果におよぼす影響はあまり見られなかった。そこで、種々の送気量に対する測定値の平均値(設定送気量ごとに種々の送気頻度およびサイクル比率について測定した値の平均値)の比を求め、これを第1図に示した。種々の送気量に対する測定値は設定値の約86%(平均値)であり、全体的に見てほとんど一定であった。



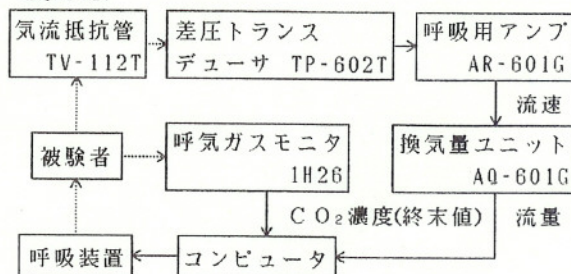
第1図 呼吸装置の送気特性

## 3 肺胞炭酸ガス濃度のPI制御について

## 3.1 実験方法

PI制御器の比例ゲイン、積分ゲインの両方を試行錯誤

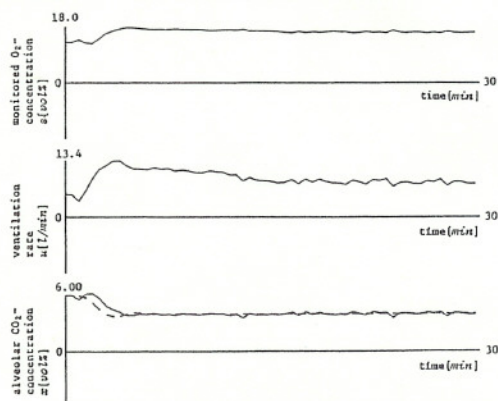
により設定して、肺胞炭酸ガス濃度の制御を行った。また、設定すべき送気量の値は、第1図の呼吸装置の送気特性から、実際の測定値と等しくなるように補正係数をかけたものを用いた。第2図に人工呼吸制御システムの概略図を示した。



第2図 人工呼吸制御システム概略図

## 4.2 実験結果

呼吸装置の動作条件を送気量 450[ml/stroke]、送気頻度 12[回/min]、サイクル比率 90[%]、サンプリング間隔30[sec]とした。この条件で得られた肺胞炭酸ガス濃度の定常値 5.99[vol%]を目標関数に従って、最終値 3.99[vol%]に制御した場合に得られた結果を第3図に示した。



第3図 肺胞炭酸ガス濃度の制御特性

## 4 おわりに

本研究で使用した呼吸装置における実際の送気量は、送気頻度とサイクル比率との影響をあまり受けず、設定した1回送気量に依存していることがわかった。また、従来のPI制御で、かなり良い制御ができることがわかった。

しかし、本実験は一人の被験者について行ったものなので、他の被験者について、また経時変化が著しい麻酔時にも、同じゲインの値が適用可能かどうか検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) H. Wakamatsu: Control of respiratory system using Volterra series., Biomed. Meas. Inform. Control, 2, 25-35 (1988).
- 2) H. Wakamatsu: Nonlinear adaptive control of human respiration using newly developed respirator with variable respiratory rhythm, Prepr. 11th IFAC World Congr. 4, 1-6 (1990).