

〔一般演題〕

胸廓外陰圧式人工呼吸器 (OKT-86) の chamber 内環境

金子和裕* 白石一雅* 中村博司* 黒河内裕*
森田弘子* 山口修* 磨田裕* 奥津芳人*

われわれは胸廓外陰圧式人工呼吸器の開発、臨床応用に取り組んで来た^{1)~4)}が、今回、胸廓外陰圧式人工呼吸器 (OKT-86) を装着し、胸廓外陰圧式人工呼吸 (negative extra-thoracic pressure ventilation, 以下, NETPV) 中の chamber 内環境として、chamber 内の温度および湿度の変化を調査した。

本学麻酔科で使用している胸廓外陰圧式人工呼吸器は、患者の胸廓を前後からグラスファイバー製の chamber で包み、その上から気密性に富んだジャケットで被うタイプである。chamber 前面の穴に蛇管を装着し、人工呼吸器本体に結合させる。人工呼吸器内のバキュームポンプにより、定期的に chamber 内に陰圧をかけ患者の胸廓を拡張させる。また chamber 内に一定の陰圧、胸廓

外持続陰圧 (continuous negative extra-thoracic pressure) をかけることもできる。

方 法

① 健康成人 (上半身裸) に OKT-86 を装着し、胸廓外陰圧式人工呼吸施行前後の体温 (腋窩温)・chamber 内温度の変化を調査した。chamber 内温度は chamber 前面上部にサーミスタプローブを取り付け測定した。室温は 27°C および 16~18°C の2種類を設定し、ジャケットも2種類 (A, B) を着用し比較した。図1にジャケット A, B を示す。ジャケット A は首から腰までを被い、前面に二重のファスナーがついているタイプである。ジャケット B は首から下腿までを被い、下腿に取り付けられたファスナーによりズボン型にな

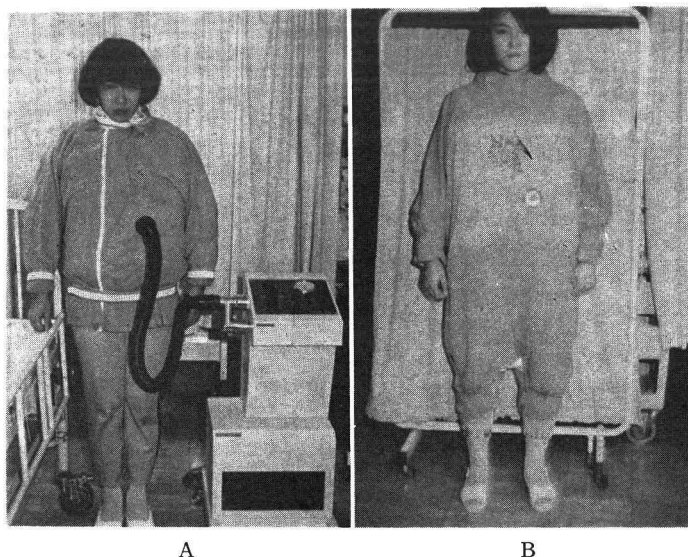
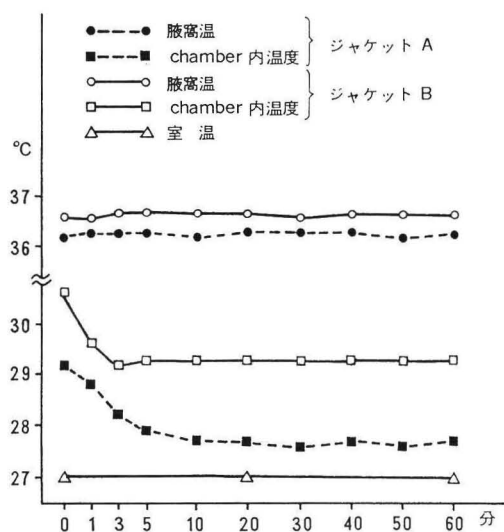


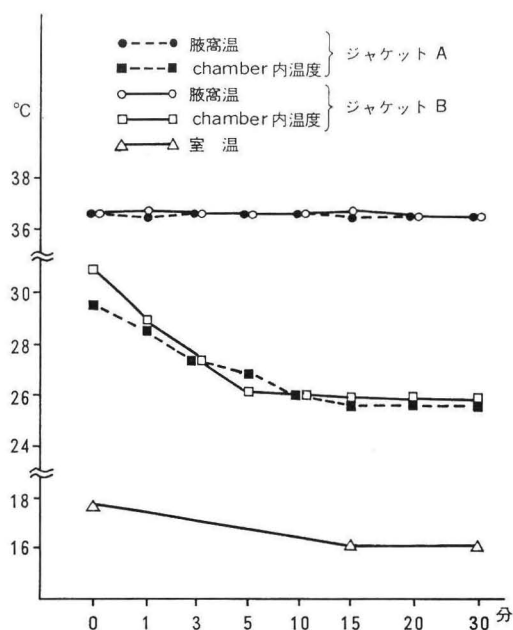
図1 ジャケット

* 横浜市立大学医学部麻酔科学教室



〔NETIMV 16回/分, I:E 1:2, NETP -18/-4cmH₂O〕

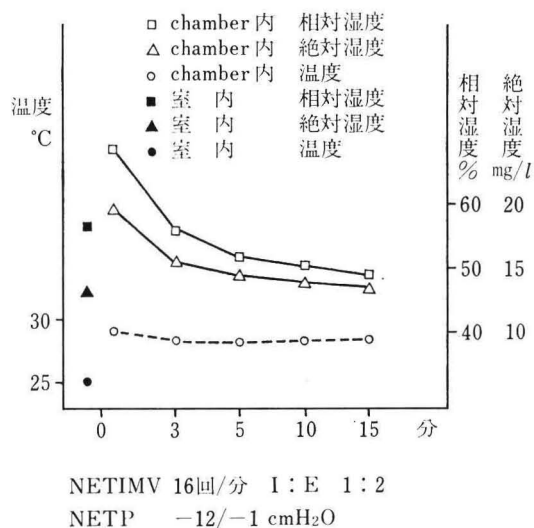
図2 NETPV 施行時の Chamber 内の温度・体温の変化 (室温 27°C)



〔NETIMV 16回/分, I:E 1:2, NETP -16/-5cmH₂O〕

図3 NETPV 施行時の chamber 内温度・体温の変化 (室温 16~18°C)

るタイプである。ジャケットAに比較してジャケットBは、下腿まで被うこと、ファスナーが短いことより気密性が高くなっている。② 同様に健



NETIMV 16回/分 I:E 1:2
NETP -12/-1 cmH₂O

図4 NETPV 施行時の chamber 内の温度・湿度変化

康成人(上半身裸)に OKT-86 を装着し(ジャケット A を着用)、胸廓外陰圧式人工呼吸施行前後の chamber 内の湿度の変化を調査した。湿度計は Vaisala HMI-32 を用い、chamber 前面上部に取り付けた。なお、①、②ともに測定中、被検者は安静坐位とした。

結果

① chamber 内温度変化(図2, 3): 室温 27°C のとき(図2), NETPV 施行前は、ジャケット A, ジャケット B それぞれ 29.9, 30.7°C で、NETPV 開始後 10 分間で、それぞれ 27.7, 29.3°C まで低下し、両者とも以後ほぼこの値を保った(室温との差はジャケット A 約 0.7°C, ジャケット B 約 2.3°C)。室温 16~18°C のとき(図3), NETPV 施行前は、ジャケット A, ジャケット B それぞれ 29.6, 30.9°C で、NETPV 開始後 15 分間で、それぞれ 25.6, 25.7°C まで低下し、両者とも以後ほぼこの値を保った(室温との差はジャケット A, ジャケット B とともに約 9.5°C)。腋窩温はジャケット A, ジャケット B とともにほぼ不変であった。

② chamber 内湿度変化(図4): NETPV 施行前は、相対湿度 68.5% (温度 29.0°C, 絶対湿度 19.7 mg/l) で、NETPV 開始後徐々に低下し、

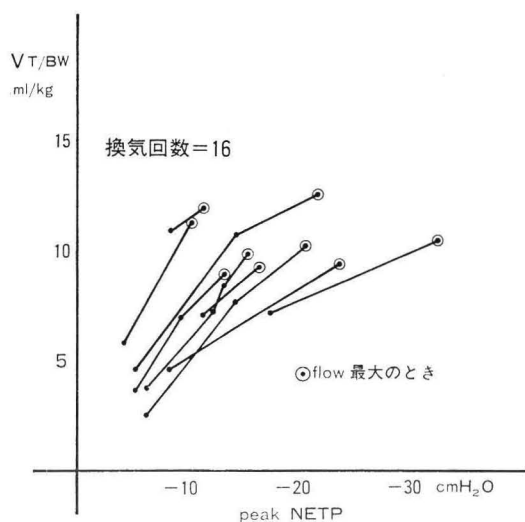


図5 各患者の peak negative extra-thoracic pressure (peak NETP) と体重あたりの一回換気量 (V_T/BW)

15分後には相対湿度 48.6% (温度 28.4°C , 絶対湿度 13.5 mg/l) となり, 絶対湿度は室内の絶対湿度 13.1 mg/l (温度 25.1°C , 相対湿度 56.4%) にほぼ等しくなった。

考 察

以前報告した OKT-86 の性能試験の結果⁶⁾を図5, 6に示す。図5は気管内挿管をし, 吸入麻酔・筋弛緩薬により下肢の手術を施行した直後の患者10名に対して, 未覚醒の期間に OKT-86 を装着し, 換気回数16回, I:E 比 1:1.5 の設定にて換気したときの各患者の peak NETP と一回換気量の関係を示す。グラフの丸印は各患者で, flow を最大にしたときの値を示し, peak NETP の平均値は, $18.3 \pm 6.3\text{ cmH}_2\text{O}$, 一回換気量の平均値は, $10.5 \pm 1.1\text{ ml/kg}$ であった。図6に全患者の peak NETP と体重当たりの一回換気量 (V_T/BW) の関係を示す。peak NETP (x) と V_T/BW (y) との間には相関関係が認められ, 相関係数は, 0.62, 回帰直線は $y = 0.27x + 4.7$ となった。

今まで, 胸廓外陰圧式人工呼吸器は従来の気管内陽圧式人工呼吸器に比較して, 換気量の点で劣ることが大きな欠点と考えられてきた。しかし, 図5, 6に示したように, 換気回数16回のとき, -18 から $-20\text{ cmH}_2\text{O}$ の胸廓外陰圧により, 平

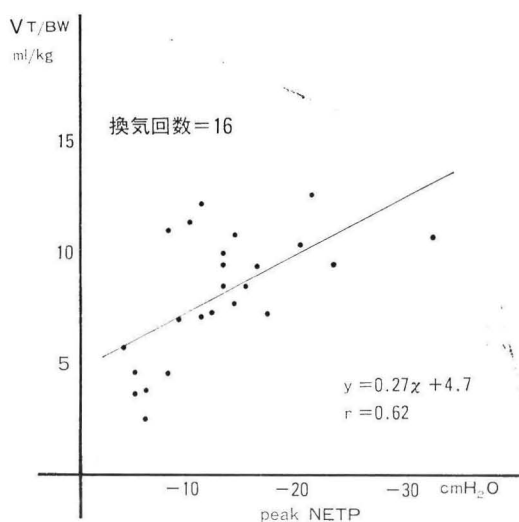


図6 全患者の peak negative extra-thoracic pressure (peak NETP) と体重あたりの一回換気量 (V_T/BW)

均 $10\text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以上の一回換気量が得られることが判明し, 通常的人工呼吸に使用する際には十分と考える。OKT-86 がこのように大きな一回換気量が得られる理由としては, ① 従来の Cuirass 型人工呼吸器 (胸廓前面吸着型) とは異なり, 患者の胸廓全体 (前面だけでなく後面も) および横隔膜以下の部分を Chamber が包んでいること, ② ジャケットからのリークを減少させたこと, があげられる。

さて, このジャケットからのリークは, 大きい場合に換気能力を低下させる原因になるが, リークを完全になくした場合は逆に温度・湿度が上昇し, chamber 内は患者にとって不快な環境となる可能性がある。

Chamber 内環境 (温度・湿度) は, ① 患者からの熱・水分の放出量, ② 外気の温度・湿度, ③ ジャケットからのリーク量, によって決定されると考えられる。図4に示したように室温 25°C の場合, chamber・ジャケットを装着し人工呼吸を施行する前の chamber 内温度は 29°C , 相対湿度は 68% であり, また flow (吸引) によるリークもないため, やや蒸し暑さを感じる。しかし NETPV 開始とともにリークによる外気の流入が始まり, 涼しい chamber 内環境となる。実際には図2に示したように, NETPV 施行中も cham-

ber 内温度は 27～29°C と高めだが、リークにより湿度が低下し、chamber 内の風が涼しさを感じさせるため、人体には快適な環境になると考えられる。室温 16～18°C とやや低い場合（図3）、chamber 内温度は約 26°C に保たれているが、冷たい外気の流入により、今回の実験のように裸で着用すると肌寒さを感じる。しかしシャツなどの着用により流入気の寒さは感じなくなり、やはり快適な状態となる。

実際今まで ICU、一般病棟にて NETPV を施行した臨床例でもシャツなどを一枚着用することで快適な状態が得られている。ジャケットの種類によるリーク量の差を考慮して外気温を調節し、また患者にシャツなどを着用させることにより、快適な chamber 内環境を保つことができると考える。

なお、今回の調査により chamber 内温度は NETPV 開始後 10～15 分ではぼ一定となることが判明した。臨床使用の際はこの時期に再度患者に快適さを問い、室温を調節することにより、患者にとってより適切な chamber 内環境を作ることができると思われる。

結 語

① 胸郭外陰圧式人工呼吸中の chamber 内環境として温度・湿度の変化を調査した。

② 臨床使用の際は、室温の調節、シャツなどの着用により、快適な chamber 内環境が保たれる。

引用文献

- 1) 奥津芳人：胸郭外陰圧式人工呼吸。麻酔 35：833, 1986
- 2) 奥津芳人：胸郭外陰圧式人工呼吸の基礎と臨床。臨床呼吸生理 19：113, 1987
- 3) 奥津芳人，磨田 裕，沼田克雄：胸郭外陰圧式人工呼吸。呼吸と循環 34：407, 1986
- 4) 金子和裕，磨田 裕，奥津芳人ほか：慢性肺疾患患者の人工呼吸—胸郭外陰圧式人工呼吸。日本胸部疾患学会雑誌増刊号 26：285, 1988
- 5) Graybeal JM, Kofke WA, Snider MT, et al：Continuous negative extrathoracic pressure via a Cuirass ventilator, a new method for lung expansion in the nonintubated patient. Anesthesiology 65：A 83, 1986
- 6) 金子和裕，磨田 裕，奥津芳人ほか：胸郭外陰圧式人工呼吸器（OKT-86）の性能試験。麻酔 38：465, 1989