

劣るものの、気道確保を要せず、また気道に陽圧の負荷や感染を来たさずに呼吸補助が行いうる長所を持つ陰圧式人工呼吸法、とりわけ操作が簡便な cuirass 型陰圧式人工呼吸器に着目し臨床への応用を検討した。

しかし従来のこの種の呼吸器では患者が呼吸器の換気サイクルに自らの呼吸を合わせねばならず、両者の同調が円滑にいかない場合は、呼吸器の使用はかえって有害とさえなりかねない。そこで著者らは患者の自発呼吸を感知して呼吸補助をする cuirass 型陰圧式人工呼吸器を新たに開発し、臨床応用上で良い効果を得つつあるのでその概要を報告した。

患者の呼吸感知は呼吸によって生じる鼻腔内や気管切開口の温度の変化を微分回路付き鼻サーミスタセンサーや焦電素子呼吸センサーで可能となった。呼吸補助モードとしては、呼吸同調モード（吸気アシスト、吸気呼気アシスト、無呼吸時や

低換気時の吸気バックアップ）のほか、従来型と同様の調節呼吸モードがある。

急性もしくは慢性の呼吸不全状態の肺結核後遺症（胸廓成形術後、胸膜炎）、肺気腫症、肺線維症、気管支拡張症、筋萎縮性側索硬化症、陽圧式人工呼吸器からの weaning 症例などの患者に一日数時間数日間の呼吸補助を行った。急性呼吸不全患者では呼吸器の装着で呼吸困難感はとれ、数日間の使用により状態が改善し、使用中止後においても使用した効果が続き安定した状態に復する症例も少なからず得られ、過度の負荷により疲労した呼吸筋が呼吸補助を受けることで休息、回復することが示唆された。また呼吸補助の前後での動脈血ガス分析では PO_2 は約 10 torr 上昇し PCO_2 は約 5 torr 減少し当初の目的を達していた。

これらのことは、新たに開発した呼吸同調式 cuirass 型陰圧式人工呼吸器による間歇的な呼吸補助の可能性と有効性を示すものと考えられた。

胸廓外陰圧式人工呼吸法

奥 津 芳 人* 金 子 和 裕*

われわれの教室でここ数年来研究開発を続けている胸廓外陰圧式人工呼吸（NETPV）の基礎と臨床について述べる。

表 1

気道内陽圧式人工呼吸 (PAPV)	胸廓外陰圧式人工呼吸 (NETPV)
CPAP	CNETP
IPPV	INETPV
CPPV	CNETPV
IMV	NETIMV
HFV	NETHFV
PEEP	EENETP

C : continuous, N : negative,
E : extra, T : thoracic,
EE : end-expiratory

まずはじめに従来行われている各種人工呼吸法に対比する胸廓外陰圧式人工呼吸法の略号をわれわれは次のように決めて呼んでいる（表 1）。

このように従来行われている人工呼吸法に対比する略号をつけたということは、とりも直さず NETPV でこれらの人工呼吸法が行えるということである。

次に NETPV の換気効率についてみる。一般には NETPV は PAPV に比べ著しく換気効率が悪いと考えられがちである。そこでわれわれは胸廓外陰圧（NETP）の値と換気量の関係を心肺機能に異常のない成人で調べてみた。換気量と NETP の間には正の相関がみられ、呼吸数 10 回/分の時の回帰直線は $y=0.35x+3.8$ となった。ここで y は体重 1 kg あたりの換気量 (mI), x は最大胸廓外陰圧の絶対値を示す。すなわち -10

* 横浜市大医学部麻酔科

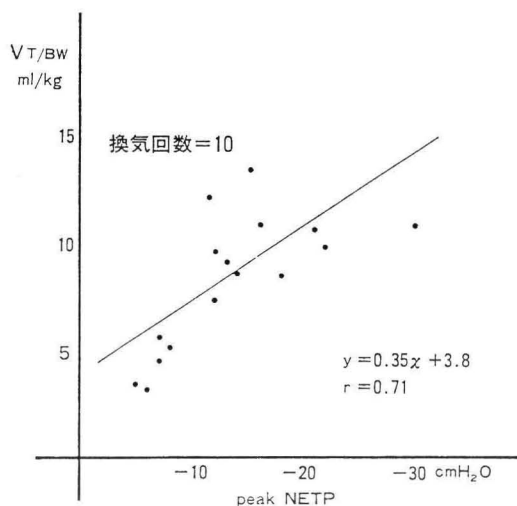
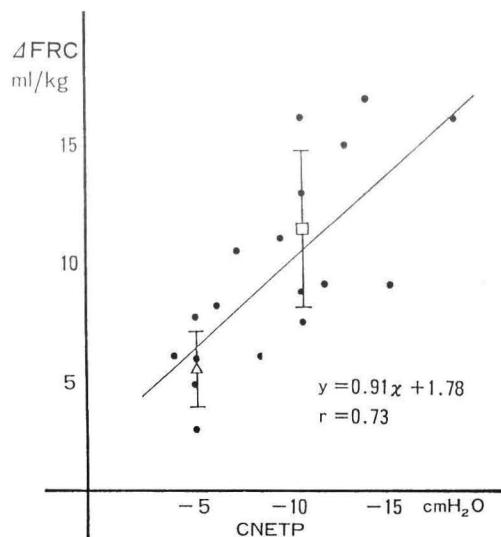


図1 peak negative extra-thoracic pressure (peak NETP) と体重あたりの一回換気量 (VT/BW)



△ : $\Delta FRC 5.4 \pm 1.7 \text{ ml/kg}$ (NEEP $-5 \text{ cmH}_2\text{O}$)
 □ : $\Delta FRC 11.9 \pm 3.5 \text{ ml/kg}$ (NEEP $-10 \text{ cmH}_2\text{O}$)

図2 Continuous Negative Extra-thoracic Pressure (CNETP) と ΔFRC

cmH_2O の NETP を使用した時の換気量は 7.3 ml/kg で、体重 60 kg の人なら約 440 ml になる。同様に $-20 \text{ cmH}_2\text{O}$ なら約 650 ml 、 $-30 \text{ cmH}_2\text{O}$ なら 860 ml となる。このことは肺コンプライアンスが著しく低い場合には NETP-10~

$-20 \text{ cmH}_2\text{O}$ で必要な換気量が得られるわけで、PAPV に比べ極端に効率が悪いことはないと思われる。この回帰直線の勾配は呼吸数が増加するにつれて低下し、16 回/分では $y = 0.27 \cdot x + 4.7$ 、30 回/分では $y = 0.19 \cdot x + 3.2$ となる。

次に胸廓外陰圧と FRC の関係をみてみる。NETP と FRC の増加量 ($\Delta FRC \text{ ml/kg}$) の間には正の相関がみられ回帰直線は $y = 0.91 \cdot x + 1.78$ で与えられる(図2)。(y は ΔFRC , x は NETP の絶対値), すなわち $-10 \text{ cmH}_2\text{O}$ の NETP で約 11 ml/kg , 60 kg で約 $600 \sim 700 \text{ ml}$ の FRC の増加が得られることがわかる。

ガス交換能についてはまず実験の肺水腫犬については EENETP は同値の PEEP とほぼ同程度は PaO_2 を改善することは以前に示したとおりである。臨床的にもいく人かの呼吸不全患者で PaCO_2 の低下, PaO_2 の上昇がみられる。ただし呼吸不全の患者では補助呼吸のみでは PaO_2 が上昇しないものもあり、酸素の投与が必要な症例が多いが、これは PAPV でも同様と思われる。ただ NETPV を行くと患者は等しく呼吸が楽になったという。これは呼吸筋の疲労を防ぐためと思われるが、このような症例で酸素消費量を測ってみると低下していることがわかる。

次に NETP の循環への影響をみてみる。われわれは以前犬に EENETP をかけ PEEP と比較しながら循環動態の変化をみた。その結果はすでに何度も発表したが、心拍量は同じように低下する。CVP, PAP, PCWP も胸廓にかかる圧を基準にとると両者で同様に上昇することから、EENETP と PEEP は同じ循環動態の変化をとると結論した。しかしわれわれが今使用している NETPV は次の点で前の実験と異なる。すなわち、NETPV は EENTP とちがい平圧からだんだん陰圧がかかっていくため吸気時には胸腔内血管はまわりから引かれその容積を増加していると考えられること、また陰圧がかかるのは胸廓のみで手、足、顔、下腹部などは大気下にあるため末梢からの静脈還流が増加することが考えられることの2点である。臨床例で NETPV 下の循環動態をみると、CO は自発呼吸時と変らないか、時に多少増加していることもある。mPAP はやや低下、

PCWP は不変, PVRI は低下, mBP 不変, CVP はやや低下, SVRI は不変であったが, これら循環動態についてはなお症例を積み重ねて検討する必要があると思われる。

最後に NETPV の最大のメリットである日常生活の問題であるが, まず本装置をつけた時のチャンバー内の内部環境については温度も湿度も約5分で一定となり, 温度は室温より1~2度高く, 湿度はほぼ室内のそれに近くなり, まずまず

快適な環境になることがわかった。会話については吸気時に声が出なくなるが, なれると問題なく話せるようになる, 食事は人工呼吸器の呼気時には問題なくできるが, 吸気時には飲み込もうとしなくてもスッと胃に入っていくという感想であった。反射の低下している患者などでは誤嚥の危険があるかも知れないと思われる。

以上 NETPV の基礎と臨床について簡単に述べた。