

命の領域を広げるメトランの人工呼吸器

株式会社メトラン

呼吸とは血液中に酸素を取り込み、血液中の炭酸ガスを体外に放出することを言い、胸の筋肉と横隔膜が胸を膨らませて大気を肺胞内に取り込み（吸気）、これらの筋肉を弛緩して肺胞内からガスを大気中に放出する作用である。健康な人は小さな呼吸筋の仕事量で十分な呼吸ができ、呼吸による肺胞内の圧力変化も小さい。

しかし、肺胞に病変があってガス交換機能が十分でない場合や、気管の抵抗が大きくて自然呼吸では肺胞内に十分に空気を取り込めない場合がある。

また低体重新生児のように、まだ肺が硬くて呼吸筋の通常の働きでは十分な呼吸ができない場合がある。

人工呼吸器はこのような問題をもった人（患者）の呼吸補助をする器械であり、患者の気管にチューブ（気管内チューブ）を差し込み、気管内チューブを通して圧力をかけたガスを肺胞内に送り込み（吸気）、次にその圧力を開放して肺胞内のガスを放出する（呼気）タイプの人工呼吸器（CMVタイプ）が多く使われている。

しかし、CMV人工呼吸器をガス交換効率の悪い患者に使うと、肺に過剰な圧をかける必要があったり、肺の硬い低体重新生児に使うと、僅かな送気量でも肺内圧が高くなって肺が損傷する問題がある。

これらの問題点を解決するため1980年代初期に、カナダのAC Bryan博士や日本の宮坂勝之博士らによって新しい人工呼吸法（HFOV）が開発された。

これは、換気回数をCMVより1～2桁程度大きくして、1回の換気量がCMVより1桁以上小さくても必要な呼吸が行えるようにした換気法である。

さらに、HFOVではガスの流れが頻繁に向きを変えるので、気管内での酸素と炭酸ガスのそれぞれの拡散係数が大きくなって、拡散による酸素と炭酸ガスの移動速度が上がり、CMVより小さな分時換気量（1分間の肺胞ガス交換量）で、酸素および炭酸ガスのガス交換が出来る。1回の換気量が格段に小さくなるということは、呼吸に伴う肺内の圧力振動巾が小さくなること、すなわち、肺に優しい人口呼吸法ということであり、HFOV人工呼吸器の登場によって、低体重新生児の生存下限体重は格段に小さくなった。HFOVが普及している日本にあっては、新生児の死亡率の低さは世界トップクラスである。メトランが開発したHFOV器（ハミングシリーズ）は、カナダの学会が主催したコンペにおいて、世界の有力企業の器械を抑えて優勝し、大々的な実証実験器として採用された。それはハミングが以下のような優れた特徴を持っているからである。

1) HFOVは高頻度の呼吸を、患者回路に圧振動を与えて行っているが、ハミングは振動をリニアモーターに直結したピストンで作っている。このため肺胞へのガスの送気だけでなく、肺胞からのガスの吸引も積極的に行えて、肺胞内のガスを効率良く取り出すことができる。これは臨床上好ましい。また、リニアモーターの振幅

を制御することによって、患者回路の圧振幅巾（アンプリチュード）を自由に制御できる。アンプリチュードは血液中の炭酸ガス濃度コントロールに重要であって、臨床上重要なファクターである。

2) ハミングではピストンで振動を作っているので、圧力の波形が送気の時も吸引の時もきれいなサインカーブになる。圧変動がスムーズであって、患者の肺に優しい。

3) 患者回路内の平均圧（MAP）の制御は血液中の酸素濃度コントロールに関係し、これを安定的に所定の値に制御しなければならない。そのためには、HFOVの圧振動に患者の自発呼吸による不規則圧変化が重畳した場合でも正確な平均圧を把握しなければならないが、ハミングでは特殊な数学的フィルターを使うことによって正確な平均圧の把握を実現した。

4) 患者回路を通るガスは回路出口から外部に排気しなければならないが、出口からHFO振動が逃げてしまうのは防がなければならない。ハミングでは出口直前にローパスフィルターを取り付け、またMAP制御に回路出口からのジェット気流逆噴射を使うことによって実現している。ジェット気流量を変えることによって患者回路内のMAPを任意の値に保持することができる。

上述のハミングの機構を模式的に示すと下図のようになる。

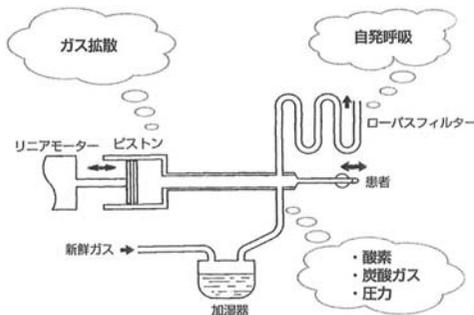


図1 Miyasaka Piston type HFOとその原理 HFOの基本回路

以上のような機構を持ったハミングのもう1つの大きな特徴は、振動数、MAP、アンプリチュードがそれぞれ独立に制御できることであって、そのため、ハミングは施療者にとって大変使い易い器械である。世界にもこのような特徴を持ったHFOV器は他にない。

上述のように、ハミングは日本の新生児施設では圧倒的なシェアで使われて、新生児の救命に大きな貢献をしてきたが、最近はHFOVが成人の病肺にも効果がある期待が高まって、現在メトランの開発した成人用HFOV器がイギリスでの大々的実証試験に使われている。

ハミングの開発成功までには多くの検討と試行錯誤があり、数多くの特許も取得したが、紙面の関係で省略する。

最後に、筆者にとってHFOV器の開発は大きな冒険であったが、宮坂博士らのご指導を受けて成功し、多くの新生児を救うことが出来たのは大きな喜びである。日本を愛する1人として、これからの若者が新しいものに挑戦することをやめて安全志向を好むなら、大げさに言えば、日本の将来はないのではないかと懸念している。若い人たちの発奮に期待したいと思う。

〒332-0015 埼玉県川口市川口2-12-18

TEL:048-242-0333

<http://www.metran.co.jp/>

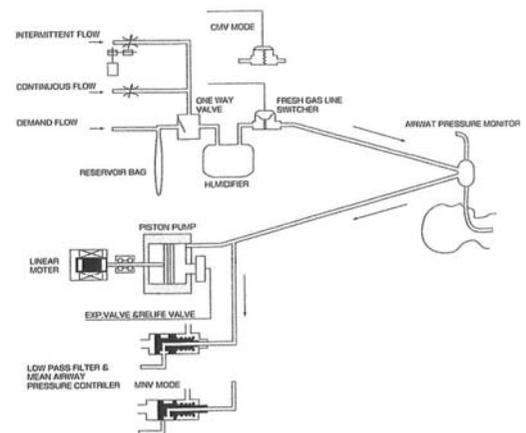


図2 Humming 2