

MMV (mandatory minute volume) ventilation の臨床的検討

橋 本 恵 二* 吉 成 道 夫* 天 羽 敬 祐*

Weaning の過程は、人工呼吸治療の総仕上げの時期であり、症例によっては問題の多い過程でもある。IMV はこの weaning の過程に好都合な換気パターンとして 10 年程前に導入され、現在も広く利用されている。しかし最近では、この IMV による weaning を疑問視する報告が散見されるようになり、従来の on-off 方式の方がかえって weaning を円滑に行えるという意見すらある。しかし on-off 方式は、以前より指摘されているとおり患者の負担が大であること、ときには全くもとの呼吸不全の状態に逆戻りしてしまうことがあるなどの欠点がある。

MMV は IMV の一種であらかじめ目標とする分時換気量を設定しておき、患者は自分で可能なだけの換気を行い、不足の換気量分は人工呼吸器の強制換気で行う人工呼吸の方法である。人工呼吸器からの補助は、患者の自発呼吸量の多寡に応じて人工呼吸器に内蔵されたマイクロコンピュータによって自動的に増減され、常に設定された一定の換気量を維持する。つまり患者の自発呼吸量の大きさによって IMV の回数の調節が自動的に行われるわけである。よって患者の自発呼吸量が時々刻々と変化するにもかかわらず常に一定の換気量が得られるので weaning の過程が円滑に行えることが期待できる。たとえば図 1 で設定分時換気量を 6 l/min とすると、患者に自発呼吸が全くない場合 (A) には、分時換気量 6 l/min の強制換気が行われる。患者に自発呼吸が出現すると、自動的に強制換気の量が減少し、自発呼吸と強制換気の和が 6 l/min になるように調整される (B, C)。自発呼吸がさらに大きくなり、設定分時換気量と同じかそれ以上になると強制換気は消失し weaning が完了する (D, E)。このように MMV では段階的に強制換気から自発呼吸へ

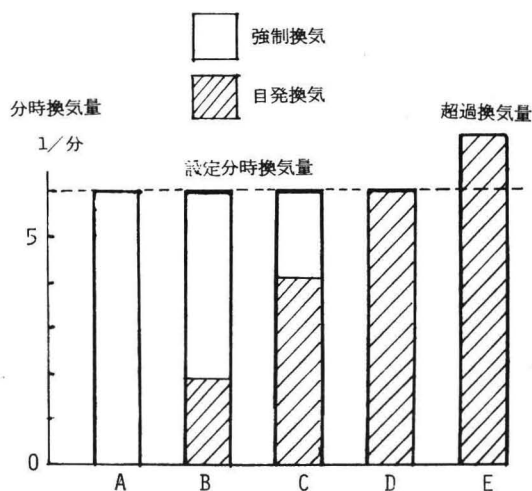


図 1 MMV による weaning

の移行を行うことができ、低換気の危険がなく安全に weaning が完了すると考えられる。そこでわれわれはこの MMV を呼吸不全に対する人工呼吸治療を受けた患者の weaning に使用しその有用性を検討したので報告する。

対象と方法

対象は、呼吸不全のため ICU へ入室し人工呼吸治療を行い weaning の開始基準に適合した成人患者 10 名である。Weaning の開始基準として、全身状態および血液ガス所見の改善、肺の炎症症状が鎮静していること、1 回換気量 150 ml 以上を条件とし、調節呼吸ないし補助呼吸の状態でその基準に適合するものを MMV の換気法に移行させた。MMV は CPU-1 ペンチレータ (ATM 社製) を用いた。MMV 開始後は CPU-1 に表示される、強制換気による分時換気量および患者の自発呼吸と強制換気を合計した総分時換気量を経時的に記録した。また適宜動脈血ガス分析を行って換気の適正さをチェックした。

* 東北大学医学部麻酔学教室

結 果

MMV による weaning 開始後5日間の動脈血ガス測定の結果は図2のごとくである。 PaO_2 , PaCO_2 , pH はすべて正常範囲内に保たれ、とくに PaCO_2 は変動幅が狭く、ほぼ一定の値に保つことができた。

Weaning 開始後の患者の自発呼吸量は、症例

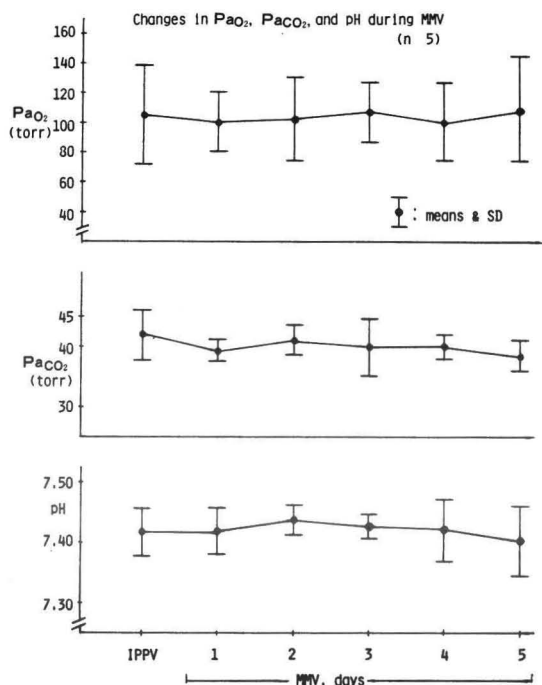


図2 MMV 施行中の血液ガスの変化

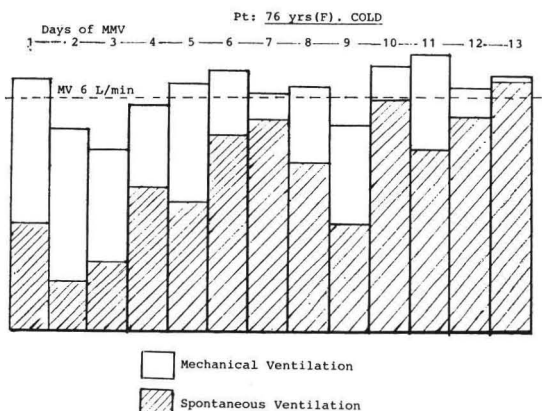


図3 MMV 開始から weaning 完了までの換気量の変化

によってバラツキが多く一定の変化は見られなかった。しかし8例は全体的にみると増減をくり返しながら次第に自発呼吸が増加し、最終的には weaning に成功した。2例は、開心術後の心不全の増悪および食道癌根治術後の肺炎の増悪という原疾患の悪化のため weaning をそれぞれ6日目7日目で中止し、調節呼吸にもどした。

図3は COLD の急性増悪に対する人工呼吸治療の症例で、MMV による weaning 開始後の分時換気量の変化を示す1例である。自発呼吸はその時の患者の状態に応じて大きく変動しているが、この症例では最終的には自発呼吸量が設定分時換気量に達し weaning を完了した。

図4は同じく COLD の患者での MMV による

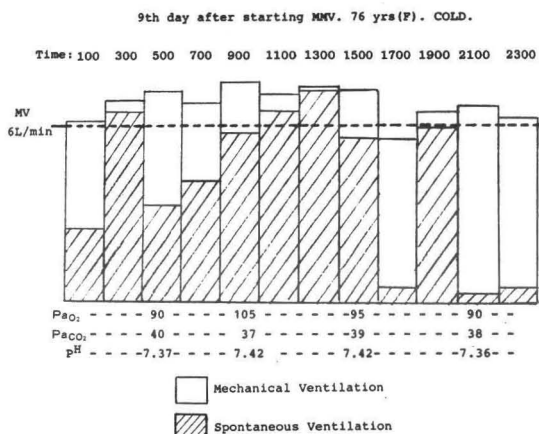


図4 MMV による weaning 過程の自発呼吸の日内変動

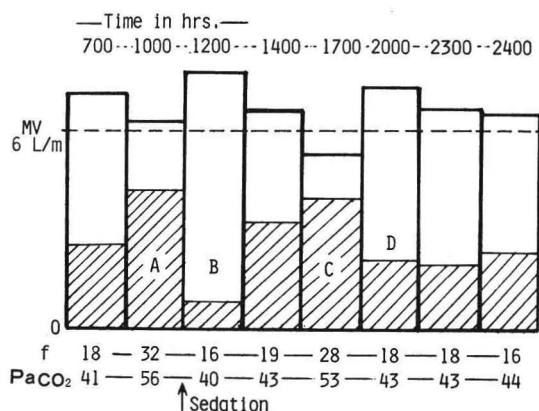


図5 MMV 施行中の鎮静剤投与の影響 (自発呼吸、呼吸数(f)および PaCO_2 の変動)

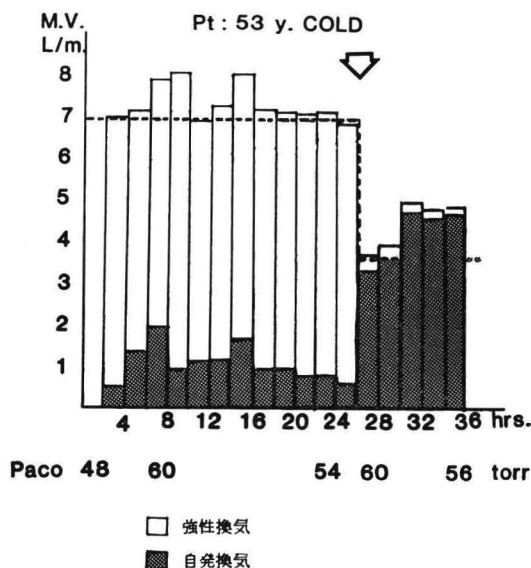


図 6 目標分時換気量の設定と自発換気量

換気の日内変動を見たものである。日中患者の意識のはっきりしているときでも自発呼吸量は刻々と変化するが、夜間には自発呼吸量が減少しほとんどを強制換気にまかせてしまっている。また図5のように、浅く早い換気ではAの時点のように自発換気量が増し PaCO_2 が上昇する。ここで鎮静剤などで自発換気量が減少するとBの時点のように強制換気が増し、 PaCO_2 は正常レベルになる。ところがまた鎮静剤の効果が切れて、自発呼吸の呼吸数がふえ換気量が増加すると PaCO_2 が再び上昇し (C)、鎮静させると PaCO_2 が正常レベルに戻る (D) という現象がみられた。

図6は COLD 患者の胸部脊椎カリエスに対する病巣搔爬、後方脊椎固定術後への MMV 使用例での分時換気量の変化である。点線は設定した目標分時換気量である。MMV 開始後しばらくは目標分時換気量 7 l/min として行っていたが、自発呼吸の増加する傾向が見られないため、矢印の時点より目標分時換気量を下げたところ、自発換気の増大が見られた。

Weaning を完了することのできたすべての患者は MMV は楽な人工呼吸であったとその印象をのべていた。

考 案

MMV は 1977 年に Hewlett らによって初めて提唱された新しい人工呼吸の一法である。最近一部の人工呼吸器にこの換気システムが設置されるようになり、臨床的に使用され始めたがまだ一般的に広く利用されるに至っていない。

MMV はもともと IMV の一亜型であるが IMV に比べるといくつかの利点がある。たとえば IMV では適正換気レベルを維持するのに患者の自発換気量に応じて IMV の回数を適宜調節しなければならないが MMV ではこの調節を、分時換気量が一定になるようにコンピュータが自動的に行ってくれる。また IMV では患者の自発換気量が増減した場合、低換気あるいは過換気になる危険があるが、MMV では分時換気量が一定レベルに維持されるためそうした危険はない。これは MMV の大きな利点と思われ、事実今回の MMV 使用例でも、自発換気量の著しい増減にもかかわらず常にほぼ一定の分時換気を維持できた。しかし以上のような利点に対して、今回の使用経験から、問題点もいくつかあることがわかった。そのうちの一つである、患者の呼吸数増加による PaCO_2 上昇の現象は、恐らく、分時換気量の増加が必ずしも肺胞換気量の増加をもたらさないことによるものと思われる。たとえば 1 回換気量が 400 ml 呼吸数 16 回で死腔量が 150 ml とすると分時換気量は 6,400 ml で肺胞換気量は 4,000 ml であるが、もし 1 回換気量が 250 ml に減少し、呼吸数が 30 回に増えると分時換気量は 7,500 ml に増加するが、肺胞換気量は逆に 3,000 ml に減少してしまう。ところが人工呼吸器のコンピュータが受け取る情報は分時換気量であるので、強制換気は減少し、全体の肺胞換気量も減少し PaCO_2 が上昇すると考えられる。MMV では、肺胞換気量ではなく単なる分時換気量を情報としていているところに問題があると思われ、これは MMV システムの根本にかかわる重要な問題であり今後さらに検討する必要がある。また、MMV では目標分時換気量をその患者が必要としている換気量よりも大きく設定すると、自発呼吸は少なくなりほとんどが機械よりの強制換気になってしまう。つま

り、人工呼吸器が十分な量を換気してくれるため、換気努力を要せず、人工呼吸器に依存してしまうことになる。逆に目標換気量を患者の必要分時換気量より大きく下まわる量で設定すると、患者の換気が十分有効なものでなくとも、自発呼吸量のみで目標分時換気量を達成してしまうことになる。

コントロールスタディはないが、われわれの

印象では MMV は、確かに患者にとっては無理のない呼吸方法ではあるが、他の方法に比べて weaning の過程を促進するとは思えなかった。また、weaning の過程中、MMV の設定値もかえることなく、すべてまかせておける訳ではなく、やはり患者の状態をわれわれがよく把握して、時々刻々と変化する状態に対処していくことが重要であると思われた。

小児における IMV の問題点

阪 井 裕 一* 宮 坂 勝 之* 三 川 宏*

緒 言

小児に対する安全で確実な呼吸管理を行ううえで、IMV は一つの重要なポイントであると考え、われわれは連続流方式の人工呼吸器を用い、IMV を応用した呼吸管理を行っている。近年様々な方式の IMV が可能となったが、小児においては特に自発呼吸に対するガス流の供給方法が、患児の呼吸仕事量に著しく影響を与えると考えられる。そこで各種の人工呼吸器のこの点に関する性能を、テスト肺を用いて簡単な実験を行い比較したので、現在われわれが行っている呼吸管理方法、若干の臨床上の問題点と合わせ、その結果を報告する。

国立小児病院麻酔科での呼吸管理の方法

まず初めに当科での呼吸管理の方法を簡単に示す。1982年1月から12月までに、24時間以上の長期人工呼吸を行った症例は175例で、内148例はウィーニングに成功し、27例は死亡している。年齢は生後0日から14歳2カ月までで、1歳以下が約半数を占め、疾患別では心臓外科と一般外科の術後が9割以上を占めている。

人工呼吸器は、連続流+間欠流方式にリザーバーバッグを付けた形で使用し、IMV+PEEP を基本とした呼吸管理を行っている。設定は、time

表 1 年齢別分布 1982.1~12

0 - 1ヶ月	28例	(16%)
1ヶ月-1歳	58例	(33%)
1歳 - 7歳	59例	(34%)
7歳以上	30例	(17%)
計	175例	

表 2 疾患別分類 1982.1~12

心臓外科症例	109例	(62%)
開心術	70例	
非開心術	39例	
一般外科症例	56例	(32%)
CPR後	5例	(3%)
内科疾患	5例	(3%)
計	175例	

cycle, pressure limited (口許の圧)で行い、患児の胸の動き、循環系の指標、血液ガス所見を参考にして決める。開心術後では調節呼吸にして鎮静剤を投与することが多いが、筋弛緩薬は吸気圧が40 cmH₂O、または PEEP が15 cmH₂O を越える場合か、LOS の強い症例でしか用いない。自発呼吸を不可能にすることは、呼吸器や回路の事故の際に大変危険だと考えるからである。

この状態で呼吸管理をスタートし、臨床症状と

* 国立小児病院麻酔科