

- 8) 太田保世, 笹本 浩: 振動呼吸法における血液ガス異常の改善. 厚生省特定疾患「呼吸不全」調査研究班, 昭和 53 年度研究業績, 1979
- 9) 財津昭憲: Servo Ventilator 900B による Vib-  
ratory PEEP の検討. ICU と CCU 5 : 229,  
1981
- 10) 安本和正: 高齢者手術の術中管理の諸問題 “呼吸管理を中心に”. 手術部医学 4 : 25, 1983

## Weaning における SIMV の応用

盛 直 久\* 鈴 樹 正 大\*

### 緒 言

近年様々な機能を備えた人工呼吸器の普及により、重篤な呼吸不全の患者も救命できるようになつたが、呼吸機能をはじめ全身状態が改善して人工呼吸器から離れる段階になって、weaning に難渋する例が多々ある。

この原因の一つとして調節呼吸を行うのに必要な患者の条件から weaning を進めるための条件への切換えがスムーズにゆかないことがあげられる。すなわち調節呼吸中は人工呼吸器による強制換気がスムーズに行えるよう十分な鎮静と筋弛緩が要求され、種々の鎮痛・鎮静薬や末梢性・中枢性の筋弛緩薬などが投与される。これに対し weaning に際しては自分で気道確保ができ、十分な自発呼吸を維持できるように clear な覚醒と十分な呼吸筋力の回復という、前者とは逆の条件が要求される。

On-off 方式による weaning では、この 2 つの相反する条件を連結するためにどちらかの条件が不十分となる。すなわち調節呼吸中に weaning のための条件が作られると、患者は覚醒し人工呼吸器と fighting をおこし、精神状態も不安定になり、循環系も異常反応を示すことがある。反対に覚醒や呼吸筋の回復が不十分なうちに人工呼吸器を離すと、自発呼吸が弱く、十分な換気が維持できないばかりか、分泌物貯留などにより肺機能を悪化させることもある。さらに長期 ICU 滞在者では ICU 症候群による興奮状態、ARDS では肺代謝障害によるカテコラミン上昇に起因する極度の血圧上昇などが weaning をやつかいなもの

にしている。このような異常な循環系反応や低酸素血症は、各臓器の予備力の少ない患者や心血管系病変のある患者では非可逆的障害を与えることがある。

このような症例では、weaning の全過程を通して十分な鎮痛、鎮静、循環系のコントロールが保たれるとともに、十分な自発呼吸能回復までは呼吸を補助してやり、回復後にすみやかに覚醒させるとともに気管内チューブを抜去して weaning を完了する方法が望まれる。この方法の 1 つとして、われわれは SERVO 900C (Siemens Elema 社) を用いて、笑気にて鎮静、循環コントロールを行いながら、synchronized IMV (SIMV) および pressure support (PS) 機構にて呼吸を補いスムーズな weaning を行っている。

### われわれの weaning 法(図 1)

われわれは従来より呼吸、循環不全、大手術後の患者には積極的に人工呼吸管理を行ってきた。人工呼吸には SERVO ventilator を用い、笑気投与を主体に適宜 diazepam, pentazocine, meperidine などの静脈内投与にて鎮痛、鎮静をはかるとともに、多くの例では pancuronium を投与して調節呼吸を行った。

Weaning は全身状態が安定し、呼吸機能が回復したのをみはからって開始する。まず早朝より筋弛緩薬と静脈内鎮静薬投与を中止し、笑気のみにて鎮静をはかつて調節呼吸を続行する。筋弛緩薬作用が消失するころより SIMV+PS モードに移行し、SIMV 回数は調節呼吸回数よりやや少なく、trigger 圧は  $-1 \sim -2 \text{ cmH}_2\text{O}$  に設定する。呼吸筋力の回復とともに自発呼吸が出現すると吸気時

\* 秋田大学医学部麻酔学教室

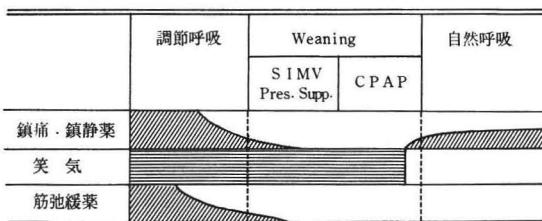


図 1 われわれの weaning 法

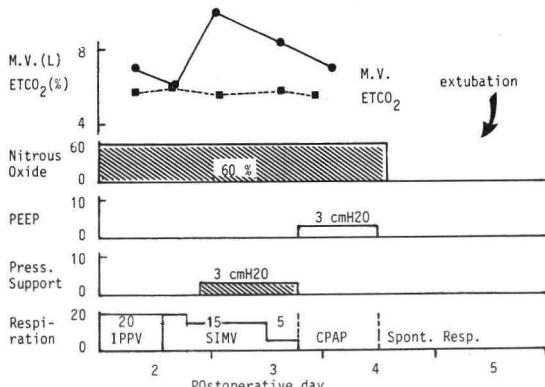


図 2 症例(1)(多発性肋骨々折)の weaning 過程

の弱い陰圧を感じて SIMV が始まり、換気量の不足分は PS の圧を調節して補う。その後は SERVO 900C および CO<sub>2</sub> analyzer 930 (Siemens Elema 社) にデジタル表示される分時換気量や 1 回換気量、呼気終末 CO<sub>2</sub> 濃度・血液ガス分析などのモニターを利用しながら、自発呼吸の回復に応じて SIMV 回数、support 圧を増減させ、十分な自発呼吸の回復とともに CPAP、さらには自然呼吸へと移行し、人工呼吸器から離脱させたのち笑気投与を中止して患者を覚醒させて気管内チューブを抜去して weaning を完了する。

### 症 例

#### 1) 症例 1. 27 歳、男

農作業中トラクターに巻き込まれ右上肢切断、多発性肋骨々折をきたした。14 時間に及ぶ上肢再建術後は ICU にて笑気、pancuronium 投与下に調節呼吸を行った。多発性肋骨々折による呼吸不全が予想されたため、weaning は術後 2 日目より慎重に行われた(図 2)。当日早朝に pancuronium 投与を中止し、調節呼吸と同じ換気回数

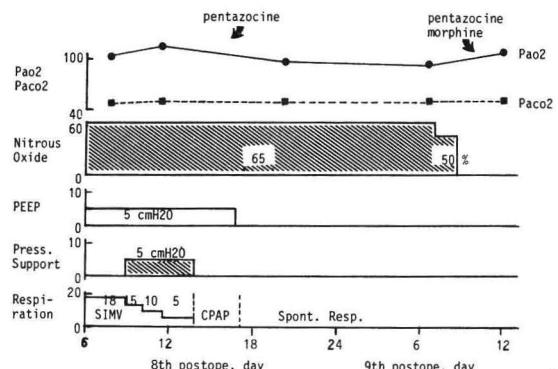


図 3 症例(2)の第 5 回目の weaning 過程

で SIMV を開始し、自発呼吸発現後 SIMV 回数を 15 回に減少したところ、分時換気量が減ったため、3 cmH<sub>2</sub>O の PS を加えて自発呼吸を補助した。その後自発呼吸の回復とともに SIMV 回数を減らし、CPAP のうち 4 日目には自然呼吸にて十分な換気が得られるようになり、笑気投与を中心後も呼吸、循環が安定しているのを確認のち 5 日目に気管内チューブを抜去した。

#### 2) 症例 2. 62 歳、男

解離性上行大動脈瘤にて同再建術を行った患者で、術後は笑気を用いずに meperidine, diazepam, pentazocine, pancuronium を投与して調節呼吸を行った。術翌日に weaning をはかり SIMV 回数を減らしたが、鎮静薬作用消失とともに不穏状態となり、血圧が異常に上昇して不整脈も出現したために weaning を中止した。

翌日には笑気にて鎮静をはかつて weaning を進めたが、肺機能改善が不十分で笑気濃度は 40% が限度であり、静脈内鎮静薬も追加投与した。Weaning は順調に進行し、CPAP に移行後笑気投与を中止したところ血圧が異常に上昇し、ふたたび不穏状態になった。このため鎮静薬を投与したが、鎮静とともに呼吸抑制をきたし、ふたたび笑気投与の調節呼吸を行った。その後 2 回 weaning が試みられたが、覚醒後の興奮、頻呼吸、循環動態の変動のために失敗し、7 日目に気管切開を行った。

8 日目に入り肺機能が十分に改善して笑気濃度を 65% に上昇させたのちに 5 回目の weaning を開始し(図 3)、SIMV, PS を用いて順調に進行

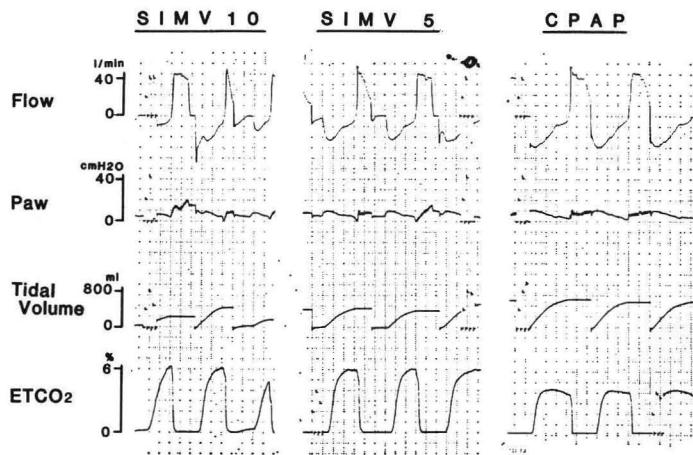


図 4 SIMV を用いた weaning 例。自発呼吸が増強して十分な呼気終末  $\text{CO}_2$  濃度を保てるようになるに従い、SIMV 回数を減少して CPAP に移行している。

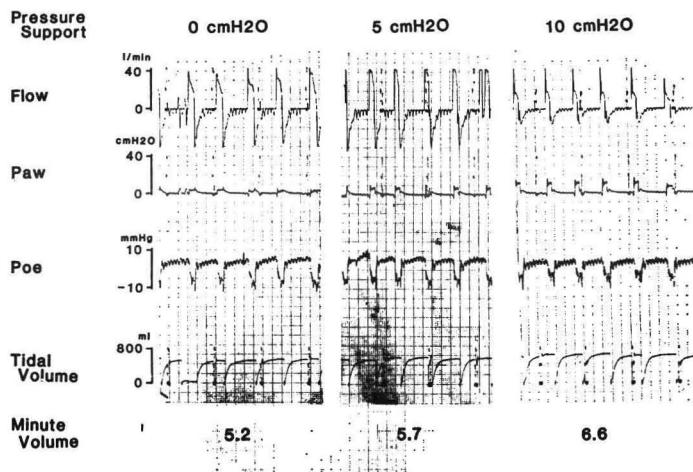


図 5 Pressure support による換気補助。Support 壓增加とともに分時換気量が増える。

し、呼吸抑制に注意しながら pentazocine を極少量ずつ投与して鎮静を強化しつつ人工呼吸器から離し、その後も長時間笑気を併用したまま自然呼吸を続け、9日目によくやく笑気投与を中止し、14日目にICUを退出した。

#### 考 案

SERVO 900C は自然呼吸で不十分な換気量を補う方法として SIMV と PS 機構を有しており、われわれはこれを weaning 中の呼吸補助に用いている。SIMV を調節呼吸からの weaning の

きっかけとして用いており、換気回数を調節呼吸時より少なくセットして  $\text{PaCO}_2$  を上昇させて自発呼吸発現を促進し、自発呼吸の回復とともに SIMV の回数を減少させている(図4)。本器の SIMV は自発呼吸を trigger とし、trigger から吸気開始までの delay time lag も 75 msec と短く、患者は楽に強制換気を受け入れられる。また PS 機構を用いると自発呼吸の吸気相に任意の定常陽圧が加わり、低値の assisted pressure controlled ventilation となり、自然呼吸の不足分を補うことができる(図5)。自発呼吸出現後は

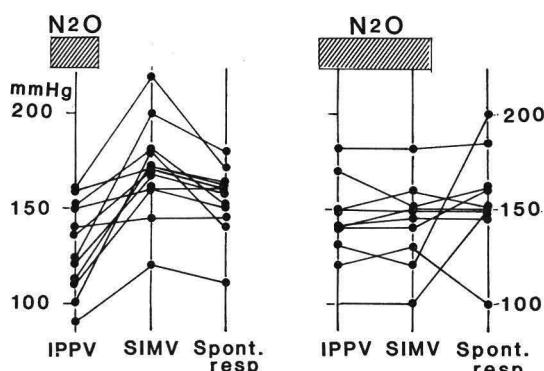


図 6 笑気による血圧コントロール。SIMV 時に笑気投与を中止すると血圧が上昇する（左）が笑気投与を続行すると血圧変動はみられない（右）。

分時換気量、呼気終末  $\text{CO}_2$  濃度などのモニターをみながら、肺機能の状態に応じて SIMV 回数、support 壓を連続的に増減できるため、スムーズな weaning が可能である。

われわれは従来より調節呼吸中の鎮静には笑気を主体にして適宜静脈内鎮静薬の投与を行ってきた。しかし静脈内鎮静薬の作用時間は体の代謝能力に依存しており、調節性に乏しいうえ、呼吸抑制をきたすものが多く、weaning 時の使用には不

向きと思われる。これに対し笑気は強力な鎮痛・鎮静作用を有し、呼吸抑制も少なく、循環コントロールにも向いているほか、覚醒がすみやかで非常に調節性に富んでおり、weaning 時の鎮静用には非常に有用である。図 6 は SIMV 時笑気の有無による収縮期血圧の変動である。図左のように笑気を併用した調節呼吸から、SIMV 時に笑気投与を中止すると、患者は覚醒とともに血圧が上昇する。しかし SIMV 時も笑気を投与すると、右のように血圧の変動なしに SIMV に移行できる。しかし笑気使用時は absorption atelectasis と長期使用による骨髄機能抑制に注意する必要があり、PEEP や sigh による予防と定期的骨髄機能チェックを必要とする。

### 結語

Weaning の全期間を通じた笑気による鎮静と、SIMV, PS を用いた呼吸補助による weaning は、循環動態の安定を要する患者や、呼吸不全出現が十分予想される患者、精神状態に問題のある患者などの weaning 方法として非常に有効であると思われた。

## 当院 IRCU 9年間の人工呼吸症例の weaning 成績

仁井昌彦\* 山下誠三\* 高光重\*  
田中信之\* 川幡誠一\* 木村謙太郎\*

### はじめに

IMV の導入<sup>1)</sup>以来、weaning の方法としてのその理論的優位性と簡易性が強調されるとともに、数多くの症例に適用され、むしろ濫用傾向さえみうけられるが、classical な on-off 法と比較した優位性については、いまだに多くの議論が行われ<sup>2)~4)</sup>、control study にもとづいた明確な結論も確立されないまま今日に至っている。

今回われわれは、大阪府立羽曳野病院 IRCU

の開設以来、これまでに経験した 431 例の人工呼吸症例につき、weaning を方法として on-off, IMV の両者を用いていた 1973 年から 1980 年までと、on-off で weaning を行っている 1981 年以降に分けて、その成績を対比・検討することにより、人工呼吸・weaning についてのわれわれの現在の到達点および考え方のまとめとしてこの報告を提示したい。

### 対象

対象は 1973 年 8 月より 1982 年 12 月までの 8

\* 大阪府立曳野病院集中治療科・内科