

〔ミニパネル：機械的人工呼吸法の見直しと再評価〕

④ Inversed Ratio Ventilation (IRV)

司会者のコメント

天 羽 敬 祐*

Inversed Ratio Ventilation (IRV) は、考え方としては大分以前からあったが、重症呼吸不全患者への臨床応用が注目され出したのは、本邦ではつい最近のことである。したがって、まだどの施設でも臨床経験の集積が不十分であり、十分な検討がなされていないのが現状であろう。こうした中で、愛知医大の野口宏氏、および倉敷中央病院の左利厚生氏の基礎、臨床にわたる IRV の研究成果の発表はまことに興味深いものであった。

臨床例ではその対象例の条件が異なるため、データの解釈が難しい点もあった。しかし両氏の発表から IRV に関してはおよそ次のようなことがいえそうである。

1) 適応は、 FI_{O_2} を 0.5 以上でピークの気の気道内圧が 40 cmH₂O 以上にしないと適切な PaO_2 が得られない症例。CPPV から IRV にするとビ

ークおよび平均気道内圧はいずれも低下する。

2) I:E 比はせいぜい 2:1 までで、それ以上（たとえば 4:1）は臨床的には必要ない。

3) IRV による循環系の抑制は症例によっては昇圧強心薬によって拮抗できる。

4) 比較的高率に肺の機械的損傷が起るようである。

5) IRV の効果は開始後 3 時間ほどしないと分らないことがある。

6) IRV は肺気量の小さな部分により多くの吸気を分布する換気法かも知れない。

およそ以上のようなことが示唆されたが、この IRV が日常臨床の定着した治療手段となるには、さらに多くの基礎的研究と臨床経験の集積が必要と思われる。

この研究会での発表に向けて、データー作りに苦労された野口、左利両氏のご努力に心から敬意を表する次第である。

* 東京医科歯科大学医学部麻酔・蘇生学教室

Inversed Ratio Ventilation (IRV)

野 口 宏* 坪 井 博*
井 上 保 介* 山 本 康 裕*
廣 田 高 明* 佐 美 好 昭*

藤 井 敦 夫* 山 路 敦 子*
岩 田 健* 明 石 学*

はじめに

急性呼吸不全症例に対しては IPPV や IMV,

CPAP, CMV による管理が行われてきている。とくに近年 CPAP による呼吸管理が従来 IPPV や IMV で行われてきたような症例に対してもより有効であるとされ¹⁾、さらにその CPAP に関しても fluctuated CPAP²⁾ や APRV すなわち

* 愛知医学大学麻酔・救急医学教室

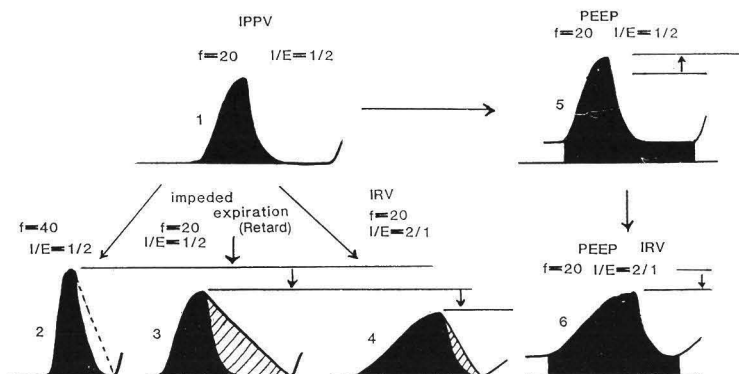


図1 各呼吸モードにおける気道内圧曲線

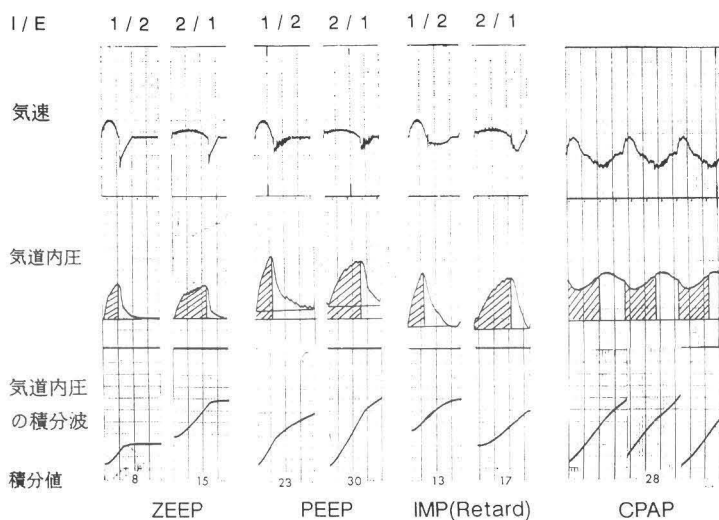


図2 各呼吸モードにおける気速、気道内圧積分波

airway pressure release ventilation³⁾などの工夫がなされている。しかしながら、CPAP だけでは管理できない症例・ARDSの重症例、コンプライアンスの極度に低下した症例、鎮静薬を必要とする症例、高度な閉塞性呼吸不全、循環不全などにはCMVが必要となる。そのためCMVに対してもより至適な人工呼吸法の開発工夫がなされてきている。すなわちPEEPやRetard expiration, Inversed ratio ventilation, High frequency ventilationなどである⁴⁾⁵⁾。以下IRVの有効性について解説する。

CMVの各モードにおける気道内圧曲線

図1はCMVの種々のモードにおける気道内圧曲線を示したものであるが、1はIPPVであり、

2は呼吸回数を2倍にした場合であり、呼吸時間の短縮によって呼吸に次のretardを掛けた場合と同様の効果が生じる。3は呼気の容量を制御する、すなわちimpeded expirationあるいはretard expirationの概念であり、IPPVより斜線の部分の面積の増加が認められる。

一方次のIRVは吸気・呼吸時間比I/Eを逆転するモードであり、この図はI/Eを2:1にした場合であり、peak airway pressureの低下が生ずる。また2-4までのモードは気道内圧が呼吸時に一旦平圧まで下がるため、循環への影響は少ないと思われる。しかしながらIRVの場合はその比の増加とともに呼吸時間の短縮によって循環への影響は大となる。さらに図1の右端の5と6についてであるが、上の5はIPPVにPEEPを加

えた場合であり、PEEP 分だけ面積の増加と peak airway pressure の上昇がみられる。下の6の場合は PEEP モードに IRV を加えたものであり、5の PEEP に比べて圧面積は大となるが、peak airway pressure はそれより低くなる。図2はモデル肺を用いて実際の CMV 時の ZEEP, PEEP, Retard の各モードにおける I/E 1:2 と 2:1 での気速、気道内圧、その積分波を示したものであるが、ZEEP では IRV で peak airway pressure の上昇なく積分値で約2倍の増加がみられる。PEEP に IRV を行ったものではその積分値はもっとも大きく、このモードでの肺酸化能の大きさが窺える。呼吸制動 IMP いわゆる Retard では IRV を加えた場合には、積分値は PEEP 5 cm の場合より低い、この図では示していないが、IMP に PEEP を加えて IRV を行うのがもっとも肺換気面積が大となる。

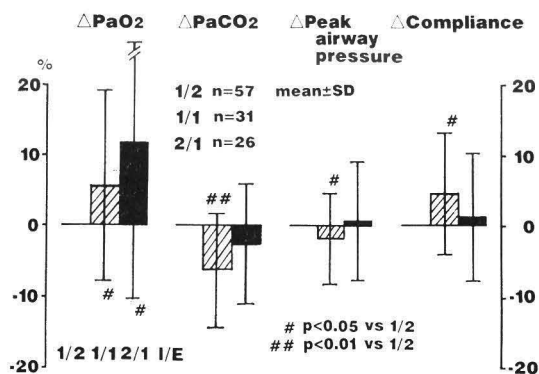


図3 ARF 症例における IRV の効果

それ故 IRV は各モードでの肺の換気面積の増加をもたらし、また peak airway pressure の上昇を軽減させる効果が期待できると考えられる。

IRV の臨床例における検討

対象としたのは昭和61年12月より63年6月までに愛知医科大学救命救急センターICUで管理した症例のうちでCMV下で呼吸管理した急性呼吸不全57症例である。

I/Eを1:2から1:1にしたもの31例、2:1にしたもの26例について、呼吸、循環の各パラメータの変動について検討した。各パラメータについてI/E 1:2をbase値として1:1、2:1での値を%変化で示した。PaO₂に関しては1:2、2:1とも上昇した。PaCO₂は1:1では低下したが、2:1では有意の低下ではなかった。peak airway pressureは1:1で低下したが、2:1では有意でなかった。complianceについては1:1でのみ有意の増加を示した。

一方循環に関するパラメータについては1:1では大きな変化を与えなかったが、2:1では循環抑制作用が強く現われた。

これらの症例をARFの基礎疾患別に分類して検討してみた。その内訳は熱傷16例、肺炎22例、急性心不全19例である。

PaO₂の上昇は熱傷および肺炎群で著しく、急性心不全例ではその効果はみられなかった。PaCO₂に関しては肺炎群で有意の低下がみられたが、他の2群では変化は少なく有意ではなかった。

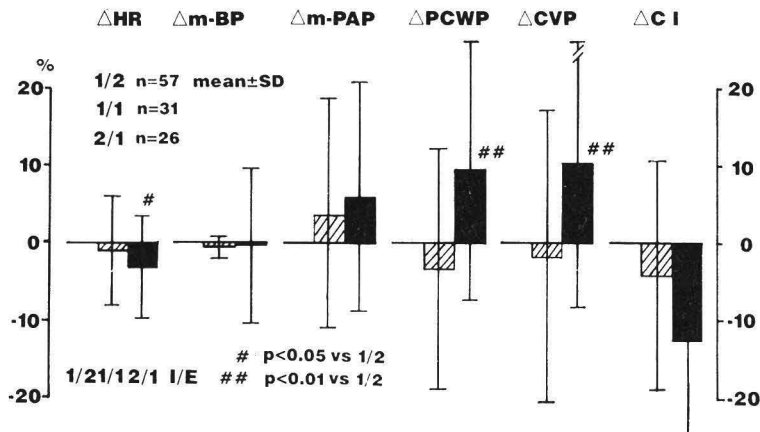


図4 ARF 症例における IRV の効果

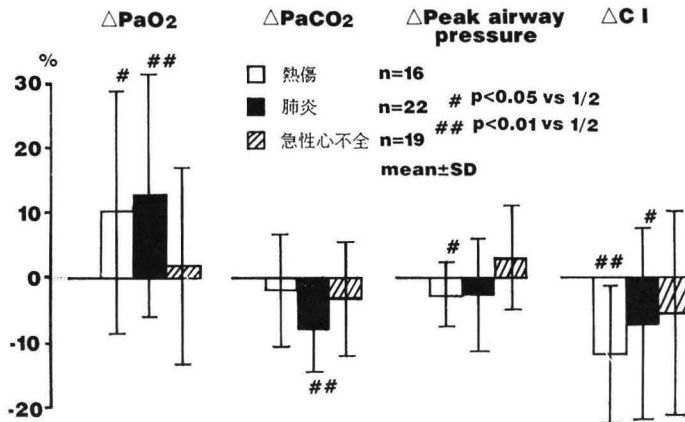


図 5 ARF 疾患別 IRV の効果

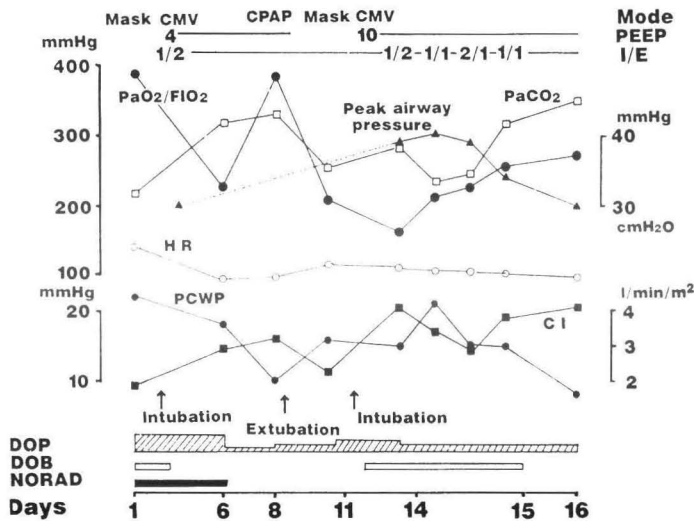


図 6 T.T. 71 y M

peak airway pressure については熱傷群，肺炎群で低下傾向を示したが，そのうち熱傷群のみ有意に低下した。

C. I についてはいずれの群においても低下した。

これらのことからいわゆる肺の局在性病変によるものには IRV は有効となると考えられるが，心原性肺水腫の如き肺野全体に及ぶ病変には IRV 有効性は低いと考えられる。

次に症例を提示する。

症例 1；71 歳，男性で昭和 61 年より閉塞性動脈硬化症にて当院外科にて治療中 63 年 4 月 右下肢急性動脈血栓症による右下肢虚血症状を来した

ため入院した。同 4 月 30 日に右腋右大腿動脈バイパス術が施行された。術後 2 日目に吻合部からの後出血に起因すると思われる出血性ショックとなり，その治療中，心不全，呼吸不全著明となったため，ICU に収容した。ICU 入室時の所見は意識は清明であったが，起坐呼吸であり，四肢冷汗強く，末梢皮膚はチアノーゼ著明であった。ECG 上異常 Q 波，ST 低下，VPC 多発し，心筋虚血の像を示していた。この症例の ICU での治療経過の概要は図 6 であるが，ICU 入室時，dopamine, dobutamin, noradrenaline, phentolamine, nitroglycerine などの血管拡張薬の投与で循環維持に努めつつ，かつ循環状態安定化のため

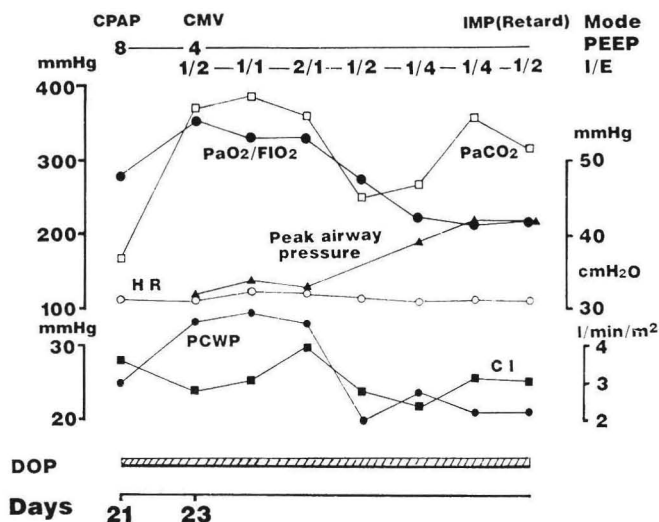


図 7 M.G. 65 y M

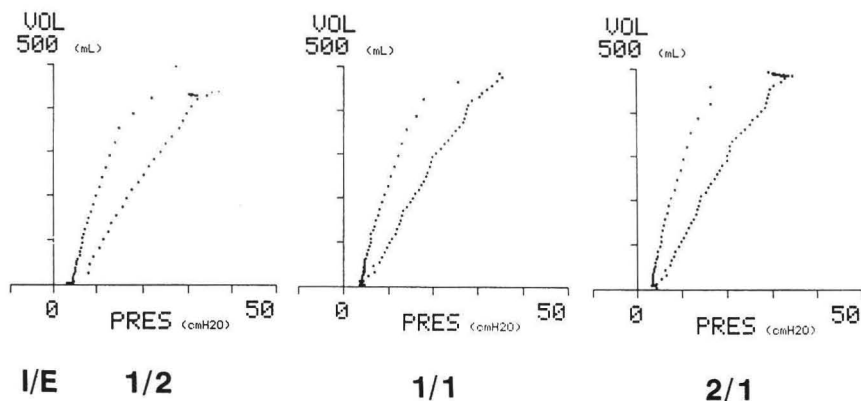


図 8 p-v curve in interstitial pulmonary disease

に CMV にて呼吸管理した。第 8 ICU 病日呼吸循環安定したため、CMV からウイニングし、気管内チューブを抜管した。しかし第 11 ICU 病日、再び呼吸状態が悪化したため再挿管し、CMV で管理した。PEEP 10 cmH₂O で peak airway pressure 40 mmHg 以上と上昇した。そこで IRV を施行したところ PaO₂, および peak airway pressure とともに改善した。

症例 2 ; 65 歳, 男性で昭和 63 年 3 月 11 日心筋梗塞のため緊急 A-C bypass が施行され, 5 月 23 日退院, 6 月 7 日外科外来での胸部 X-P で異常陰影を認めたため入院となった。6 月 9 日低酸素血症著明となったため, ICU に収容した。意識は 1-2, 努力性呼吸著明, 四肢冷汗強く, 末梢皮膚の

チアノーゼが認められた。脈拍 140 回, 呼吸数 48 回と頻呼吸であった。入室時のタイトマスク 100 %O₂ 吸入での血液ガス所見は PaO₂ 66 mmHg, PaCO₂ 29 mmHg, pH 7.2 であった。当初粟粒結核が疑われたが, TBLB の結果間質性肺炎と診断された。ICU 収容以来 CPAP, や CMV で管理したが, 徐々に大容量の換気が必要となるようになった。第 23 ICU 病日に PEEP 4 cmH₂O で I/E を変更することによって各パラメータがどのように変化するかを観察してみた。IRV では 1 : 1, 2 : 1 とともに酸素化能, 炭酸ガス排拙能とも変化なく, peak airway pressure にも変化を与えなかった。図 8 はこの症例で IRV を行ったときの P-V curve を示したものであるが, 3 モードともまった

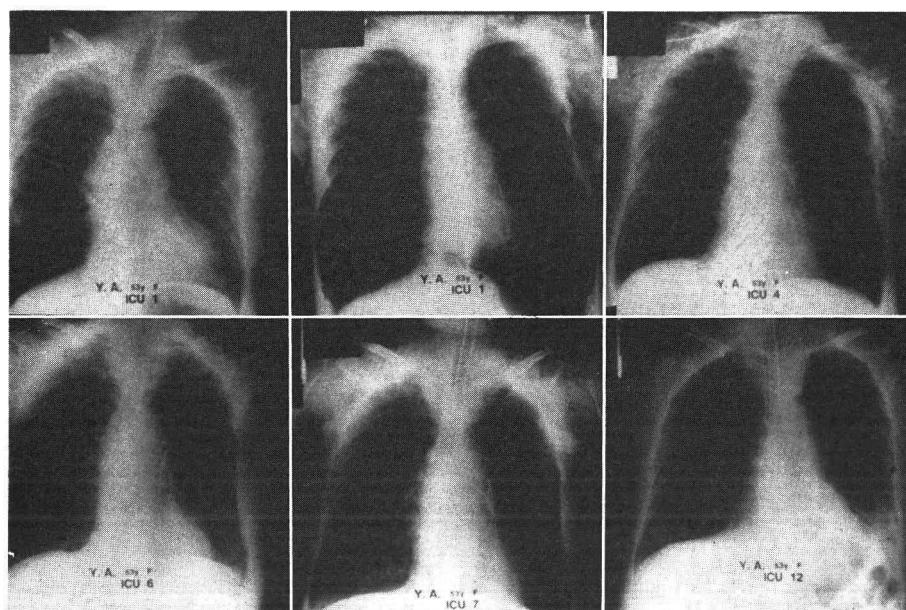


図 9 胸部 X-P

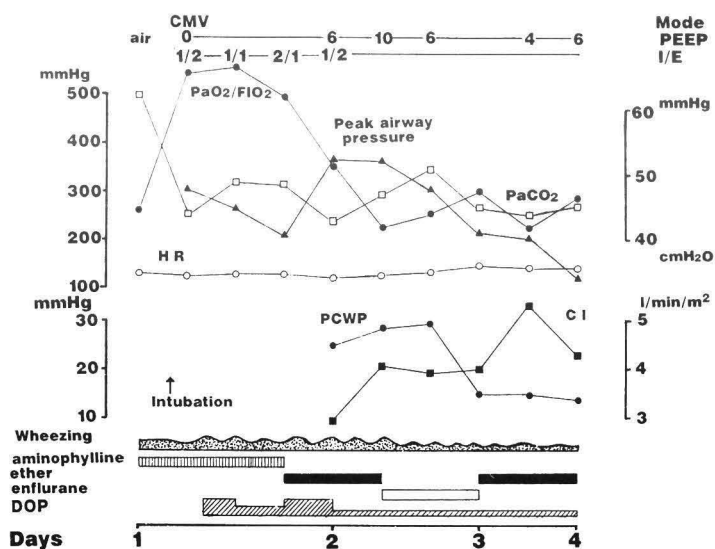


図 10 A.Y. 53 y F

く変化していない。すなわちこの症例では間質病変のために予備換気面積の大幅な減少を来していることが推測できる。

症例 3；53 歳，女性で昭和 55 年より気管支喘息のために 2，3 年ごとに入退院を繰り返していたが，63 年 4 月退院後自宅療養中約 10 日前から感冒様症状を来し，6 月 1 日午後 7 時頃より喘息発作を来し，近医にてアミノフィリン，ステロイ

ドの投与を受けるも改善なきため，当院救命救急センター ICU へ転送された。ICU 入室時所見は意識清明であるが，起坐呼吸強く会話は不能であり，口唇周囲にチアノーゼを認めた。空気呼吸下で PaO₂ 53 mmHg，PaCO₂ 63 mmHg pH 7.21 であった。ICU 収容直後，気管内挿管下に CMV 開始直後，さらに ICU 4 日目で胸部 X-P 上肺の過膨張の像を呈した。この間の経過概要は図 10

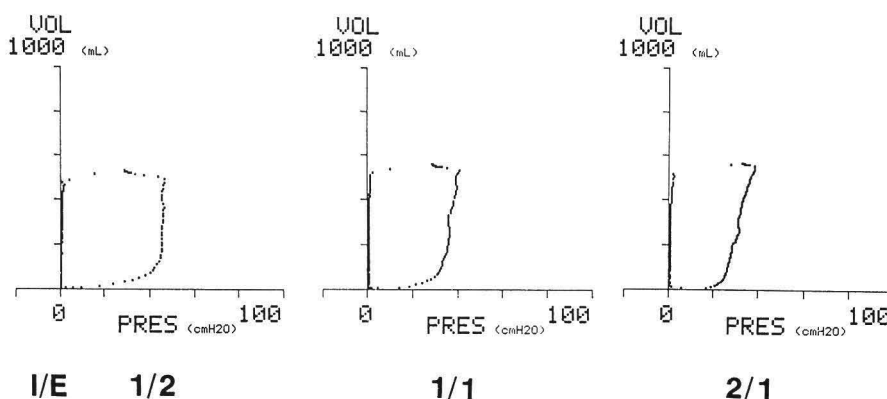


図 11 p-v curve in asthma

に示すが、CMV によって PaCO_2 は 40 から 50 mm Hg へと容易に低下したが、peak airway pressure は 40 から 50 mmHg と高く、皮下気腫も発生した。そこで本症例はエーテル、およびエンフルレンの吸入を第 6 ICU 病日まで行い、重積状態を脱した。この症例に IRV を試みた。その結果、peak airway pressure は I/E の増加に従ってわずかではあるが低下し、換気効率の改善がはかられた。

まとめ

- 1) IRV (inversed ratio ventilation) は peak airway pressure を低下させる。
- 2) 換気面積増加に起因する肺酸化能、換気効率の改善が期待できる。
- 3) ARF のうち局在性病変の肺炎、ARDS の比較的早期病変には有効である。
- 4) IRV により肺の予備換気面積を推測できる。

- 5) 閉塞性疾患に対する CMV 時の呼吸モードとして検討する余地がある。

文 献

- 1) Lawrence PJ : The end of the IPPV era. Intensive Care World 3 : 40-41, 1986
- 2) 宮野英範, 安藤 浩, 清田豊秋ほか : 変動 CPAP 換気法. 臨床麻酔 12 : 725-730, 1988
- 3) Downs JB, Stock MC : Airway pressure release ventilation. Critical Care Medicine 15 : 459-461, 1987
- 4) Willatts SM : Alternative modes of ventilation. Part II. High and low frequency positive pressure ventilation PEEP, CPAP inversed ratio ventilation. Intensive Care Medicine 11 : 115-122, 1985
- 5) Gurevitch MJ, Van Dyke JV, Young ES, et al : Improved oxygenation and lower peak airway pressure in severe adult respiratory distress syndrome. Chest 89 : 211-213, 1986