

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、患者は覚醒する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

年5カ月間に、大阪府立羽曳野病院 IRCU に入室した症例のうち、心肺蘇生後の症例を除いて、人工呼吸を施行した431例である。前述のように weaning 方式として on-off, IMV を併用していた1973年8月から1980年12月までの6年5カ月を前期、on-off にて weaning を行った1981年1月から1982年12月までの2年間を後期として区分した。前期に属する症例は270例、後期は151例であった。これらの症例を表1に示すように人工呼吸直前の血液ガス所見より hypoxemia

表1 人工呼吸直前の血液ガス

		1973～1980	1981～1982
Tbc	pH	7.218 ± 0.111	7.220 ± 0.075
	Paco <sub>2</sub>	83.3 ± 23.0	93.9 ± 20.8
	Pao <sub>2</sub>	63.9 ± 28.7	74.2 ± 66.9
COPD	pH	7.229 ± 0.108	7.250 ± 0.054
	Paco <sub>2</sub>	85.8 ± 24.8	80.7 ± 18.6
	Pao <sub>2</sub>	66.4 ± 34.6	52.4 ± 21.4
ARF	pH	7.450 ± 0.080	7.370 ± 0.141
	Paco <sub>2</sub>	37.4 ± 8.1	40.9 ± 11.8
	Pao <sub>2</sub>	43.8 ± 20.0	60.7 ± 11.4

with hypercapnia 型の呼吸不全を呈する群と hypoxemia without hypercapnia 型の呼吸不全を呈する群に分類し、前者を hypercapnia 群、後者を non-hypercapnia 群とした。全症例の疾患構成は図1に示すが、結核による荒蕪肺、胸膜肺底や胸郭形成、肺切除後など肺結核後遺症としての Tbc 群および肺気腫、慢性気管支細気管支炎を中心とする COPD 群で構成される hypercapnia 群が過半数を占め、残り 30～40% が急性広汎進展型の肺結核、肺炎、肺線維症の急性増悪やいわゆる ARDS といった急性呼吸不全群、および肺疾患を基礎にもつ術後症例からなる non-hypercapnia 群から構成されるが、この比率は両時期でほとんど変化していない。また、背景疾患の換気機能(表2)についても両時期で大きな差はみられない。

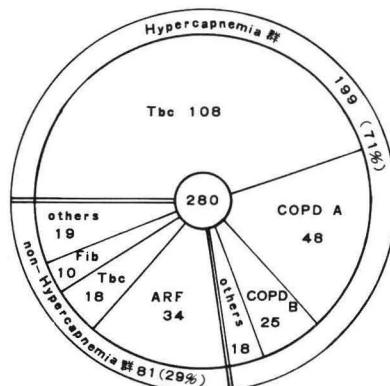
### 方法と結果

両時期における人工呼吸成績(表3)をみると non-hypercapnia 群では直接救命率は 27.2%

表2 背景疾患の換気機能

		1973～1980		1981～1982	
		FVC (ml)	FEV <sub>1.0</sub> (ml)	FVC (ml)	FEV <sub>1.0</sub> (ml)
Hypercapnia	Tbc	954 ± 352	589 ± 171	1090 ± 368	680 ± 230
	COPD	1174 ± 429	528 ± 203	1039 ± 477	390 ± 79
non-Hypercapnia		1990 ± 570	1370 ± 560	1995 ± 707	1560 ± 430

1973～1980年



1981～1982年

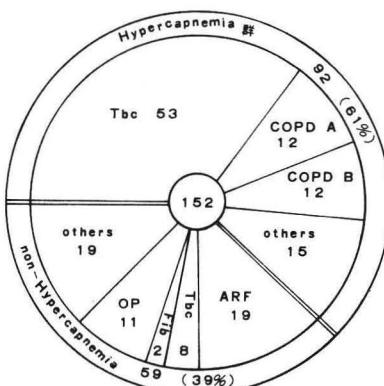


図1 全人工呼吸症例

表 3 人工呼吸成績 (1973~1982)

		1973 - 1980		1981 - 1982	
		生存	死亡	生存	死亡
Tbc	76	32	37	16	
COPD	58	15	18	6	
others	16	2	13	2	
total	150	49	68	24	
救命率	75.4%		73.9%		
Hypercapnia 群					
massive Tbc	6	12	3	5	
ARF	3	31	9	10	
Fibrosis	0	10	0	2	
others	13	6	12	19	
total	22	59	24	36	
non-Hypercapnia 群	27.2%		40.0%		

(心肺蘇生後の症例は除外)

表 4 羽曳野病院 IRCU における weaning 基準

- (1) 原疾患の安定・増悪因子の鎮静
- (2) 血液ガス所見の改善
- (3) 循環動態の安定
- (4) 意識の回復
- (5) 栄養状態の改善

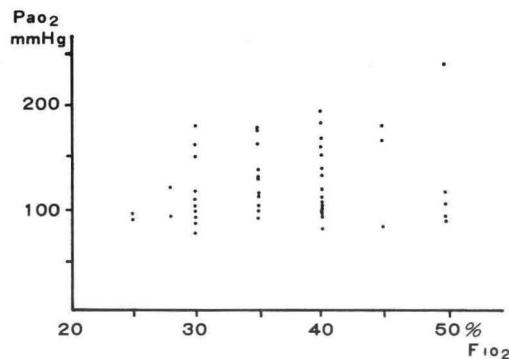
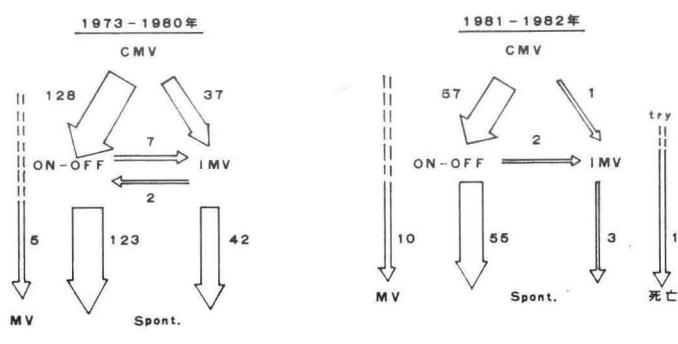
図 2 Weaning trial 直前の PaO<sub>2</sub> と FIO<sub>2</sub>

図 3 Procedure of weaning (hypercapnia 群)

から 40.0% へ上昇しているが、hypercapnia 群については 75.4% から 73.9% とほぼ変わりなく、疾患別にみた場合にも大きな変化はみられない。

当院 IRCU で採用している weaning 基準 (表 4) は呼吸不全を招來した原因の除去・鎮静化とその指標としての血液ガスの改善、および全身状態の安定を指標としたかなり global なものであるが、実際の weaning 開始直前の FIO<sub>2</sub> と PaO<sub>2</sub> の関係を 1981 年以降の症例についてみると

図 2 のごとくであった。

Hypercapnia 症例について weaning trial の開始から完了までの過程を両時期にわけて示す (図 3)。Weaning を完了した前期の症例 165 例のうち約 75% にあたる 128 例は on-off で、残り 25%、37 例は IMV で、また後期は 58 例中 57 例が on-off で weaning trial を開始している。両時期を通じて weaning を完了できたものは 223 例あり、そのうち 95% に相当する 212 例はスタートしたそのままの方法で weaning を完了して

いる。On-off で weaning を開始した前期症例中の 7 例と後期症例中 2 例が on-off から IMV へ weaning 方法を変更しており、逆に IMV から on-off への変更は 2 例にみられた。これらの症例の weaning 経過を図 4 に示す。前期に on-off で weaning を完了した 123 例の全人工呼吸日数は  $13.3 \pm 18.9$  日、そのうち weaning に要した日数は  $9.1 \pm 7.4$  日であり、同時期に IMV で行った 42 例の全人工呼吸日数は  $21.8 \pm 16.9$  日、weaning 日数は  $12.9 \pm 9.5$  日と、IMV で weaning を行った症例が全人工呼吸日数、weaning 日数とも有意に長かった。on-off で weaning を完了した後期の 55 例では全人工呼吸日数  $12.2 \pm 12.1$  日と前期の症例と大差はなかつたが、weaning 日数は  $5.5 \pm 7.2$  日で有意に短か

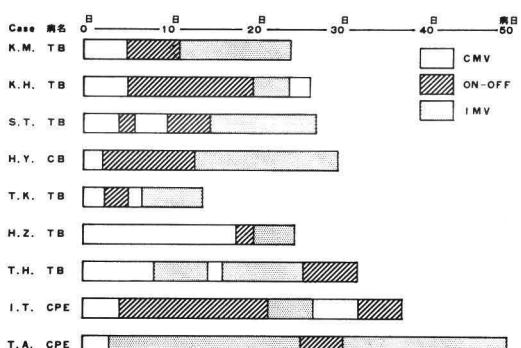


図 4 On-off IMV の両者を行った症例

った。またこの間 15 例が weaning を完了できないまま退室し、一般病棟で intermittent あるいは continuous な人工呼吸を行っている。一度は weaning trial を開始したが weaning を完了できず、ついには死亡した 1981 年以降の 15 症例を weaning に失敗したと考えられる要因とともに表 5 に示した。

一方、non-hypercapnia 症例では全例が weaning を開始したと同一の方法で weaning を完了しており、weaning 方式の変更例はみられなかつた(図 5)。この群での前期の症例における全人工呼吸日数、weaning 日数は on-off 方式が  $22 \pm 35$  日、 $5.1 \pm 8.6$  日、IMV で  $20 \pm 14$  日、 $3.7 \pm 2.2$  日と大差ないが、後期の症例ではそれぞれ on-off で  $9 \pm 10$  日、 $0.6 \pm 1.1$  日、IMV で  $21 \pm 13$  日、 $6.7 \pm 4.6$  日と全人工呼吸日数、weaning 日数とも IMV 群が長かつた。

また後期症例 93 例について IRCU 退室後の予後を 3 カ月以内の短期予後としてみると、hypercapnia 群では退院できたものは 26 例 (38%) にすぎず、50% にあたる 34 例は入院中であり、さらに神経筋疾患の 3 例は continuous に、気道感染の強い肺結核後遺症および B 型 COPD の 9 例は夜間あるいは数日おきといった intermittent な人工呼吸を必要としていた。また 3 カ月以内の死亡も 8 例 (12%) にみられ直接死因としては肺炎、窒息などであった。一方、non-hypercapnia 症例では救命できた 21 例中 15 例 (71

表 5 Weaning を試みたが死亡した症例

Case	病名	年令	FVC (ml)	FEV <sub>1</sub> (ml)	Weaning に失敗した要因
T. I.	CPE	72	1680	590	閉塞性動脈硬化症、各種臓器不全
K. T.	CPE	72	1420	510	消化管出血、栄養不良、各種臓器不全
Z. K.	CPE	71	1420	730	感染 意識回復不良
E. C.	TB	66	580	470	右心不全 感染
H. S.	TB	39	420	420	右心不全 感染
Y. S.	TB	47			右心不全
T. N.	TB	50	1380	860	右心不全 TB 自体の悪化
M. N.	TB	58	1500	570	右心不全
T. N.	CB	59	770	690	感染
T. Y.	DPB	61	970	510	感染 原疾患の悪化
M. I.	DPB	61	490	370	感染 原疾患の悪化
S. O.	Fibrosis	64	2200	1900	原疾患の悪化
S. Y.	L.C.	71	3040	2050	免疫不全状態による全身カンジダ症
K. O.	L.C. op.	57	1500	1170	縫合不全
Y. K.	PSS	43			栄養低下、Hypovolemic-Shock

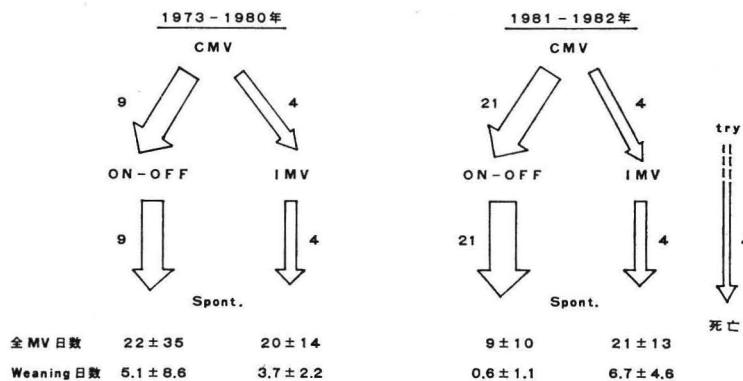


図 5 Procedure of weaning (non-hypercapnia 群)

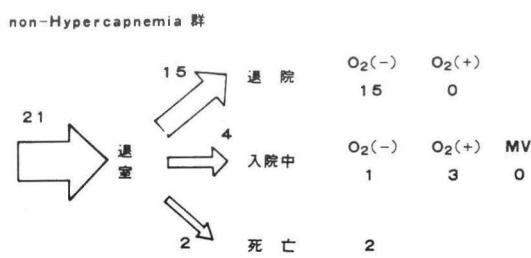
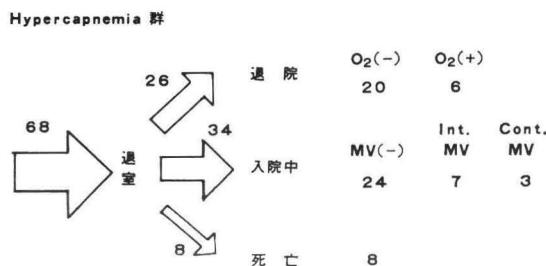


図 6 退室 3 カ月間の予後 (1981~1982)

%) が退院し、継続入院は 4 例であった。死亡した 2 例の死因は肺炎と肝硬変であった。

### 考 案

Weaning は機械呼吸から自発呼吸へという一種のトレーニング・馴化の過程であるが、その方法としての on-off 方式は血液ガス、酸塩基平衡、循環動態などに急激な変化をひきおこすため、ventilator 装着のまま自発呼吸の割合を徐々に増

してゆける IMV 方式が呼吸、循環系を含めた全身への負担が少なく、weaning に適していると考えるのは理論的には妥当であろう<sup>5)</sup>。IMV が紹介<sup>1)</sup>されて以来その weaning への適応における上記のような理論的優位性および簡易性は広く認められるところであるが、人工呼吸・weaning 期間の短縮についてはなお意見の分かれるところであり<sup>1)~4)</sup>、臨床的な control study として確立されたものではない。今回のわれわれの成績は on-off と IMV を random に行っていた時期と、on-off のみを行っていた時期にわけての retrospective な検討であり、もちろん厳密な意味の control study ではないが、on-off と IMV についてのある程度の比較は可能であると思う。

羽曳野病院 IRCU の特徴として図 1 に示したように hypoxemia with hypercapnia 型の呼吸不全を呈する慢性呼吸不全急性増悪例が大半を占める。これら換気能力の極端に低下した慢性呼吸不全を基礎とした hypoxemia with hypercapnia 型の呼吸不全と、もともと肺胸郭系は健常な症例における hypoxemia without hypercapnia 型の呼吸不全はその病態を異にし、人工呼吸・weaning の経過も異なるようである。今回の検討では前者を、hypercapnia 群、後者を non-hypercapnia 群として分類し、おののについて前後期別に成績を検討した。

人工呼吸による救命率は non-hypercapnia 群では前期 27.2% から後期 40% へと大きな改善がみられ、DIC 対策をはじめとする全身管理などの治療手段の向上によると考えられるが、hyper-

capnemia 群では両時期でそれぞれ 75.4%, 73.9% と大差ない。慢性呼吸不全急性増悪症例に対する人工呼吸が救命率の向上をもたらすことはたしかであるが<sup>6)</sup>、これ以上の救命率の改善にはより飛躍的な治療法の向上が必要であろう<sup>11)</sup>。

さて weaning を論ずる場合、その開始のタイミングが最初の問題点となろう。呼吸器粘性抵抗の増大を主因子とする慢性呼吸不全急性増悪群と、肺胞虚脱・低酸素を主とする急性呼吸不全群では人工呼吸を開始する基準<sup>7)8)</sup>が異なり、人工呼吸開始の逆側面としての weaning 開始基準も同一でないことは十分に予想できよう。特に慢性呼吸不全症例では慢性安定期においては、急性呼吸不全あるいは術後症例を対象とした weaning 基準<sup>7)</sup>さえ満足できない症例も多く、その weaning 基準はある程度相対的とならざるを得ない。われわれの weaning 基準は表 4 のごとく呼吸不全に陥った原因からの回復と、それを反映する oxygenation の指標を主とし、これに循環系および栄養など全身状態の安定を反映する指標を組みあわせた global なものであるが、weaning 開始直前の血液ガスでは  $\text{FiO}_2$  0.4 以下で  $\text{PaO}_2$  70 torr 以上とほぼ reasonable なレベルにある。

以上のような基準で weaning を開始した慢性呼吸不全急性増悪を中心とする hypercapnia 群についてみると on-off でスタートした症例も IMV はじめた症例もその 95% はその方法のままで weaning できている。IMV で人工呼吸日数がやや長期となる傾向はあるが weaning の完了という観点でみると、その方式の選択自体は二義的なものといえよう。症例としては大差のない前後期の on-off 方式について比較すると、比較的早期より weaning trial を開始していた前期も、割合ゆっくりと trial を開始する傾向にある後期も全人工呼吸日数には大差ではなく、人工呼吸導入に至った病態が改善されたときに自発呼吸への移行が完了するものと考えられた。on-off, IMV の両者を施行した症例(図 4)についても多くの例で比較的早期より weaning trial を開始しているにもかかわらず 1 例を除いては 20 日以上の人工呼吸日数を要し、しかもこの間 on-off,

IMV を何度も変更している症例もみられるが、やはり weaning 方式のみでなく、呼吸不全をきたした病態からの回復によって自発呼吸への移行が完了したと考えたい。

急性呼吸不全を中心とした non-hypercapnia 群では全例が weaning trial をスタートしたのと同じ方法で完了している。前期の症例中に人工呼吸日数 107 日という症例が on-off 群に含まれるため前期では全人工呼吸日数、weaning 日数とも on-off, IMV で差がみられないが、後期ではほとんどの症例が off のみで weaning を完了しており、on-off 群の weaning 日数は 0.6 ± 1.1 日と非常に短くなっている。元来健常な肺・胸郭系をもち粘弹性抵抗の小さなこの群は呼吸不全をきたした病変が鎮静・安定化すれば weaning に関してはあまり問題はないと考えられた。

慢性呼吸不全急性増悪症例では直接救命率は現在われわれのもっている治療手段ではほぼ限界に近い値と考えられるが<sup>6)</sup>、IRCU 退室後の予後については 3 カ月以内の死亡がすでに 10% をこえ、5 年生存率は約 30% に低下してしまう<sup>9)</sup>。長期入院例も多く continuous あるいは intermittent に人工呼吸を行い入退室をくり返している症例もあり、IRCU 退室後における治療の向上が望まれる。一方、直接救命率の低い急性呼吸不全例では多くの症例が IRCU 退室後退院し、社会復帰例も多く見られる。慢性呼吸不全例では慢性期における長期的な治療プログラムの飛躍的な改善が、急性呼吸不全例では呼吸管理を含めた全身管理の発展がそれぞれ治療・予後の向上につながると考えられる<sup>11)</sup>。

今回の検討は当院 IRCU 開設以来の症例について 2 つの時期に区分しつつ、これまでわれわれが行ってきた人工呼吸・weaning の実態を retrospective に検討したものであり、厳密な意味での on-off, IMV の control study うといわけにはゆかないであろう。しかしその成績をみると on-off, IMV といった方式の差によらずほとんどの例がスタートしたままの方法で weaning に成功しており、weaning の完了という点からすれば方式の差というのではなく問題ではないと考えられる。むしろ古典的な on-off 症例のほ

うが、理論的な IMV 症例よりも全人工呼吸日数、weaning 日数とも短い傾向にさえある。慢性呼吸不全急性増悪例のごとく hyperinflation、高い呼吸器粘性抵抗といった種々の handicap をもち、respiratory reserve に余裕のない症例にとっては、現在多くの IMV 装置に用いられている demand valve をはじめとする回路抵抗など、IMV そのものは理論的、合理的ではあっても、まだ理想的な device ではないのかもしれない。

人工呼吸を必要とする病態としての呼吸不全を招来した原因が除去でき、全身状態を含めて病態が安定化すれば、人工呼吸導入の逆の面としての weaning は可能であり、人工呼吸器の機種とか weaning の方式の選択とかいった問題はむしろ副次的なものというのがわれわれの現在の考え方である。weaning を一度は試みたが病態の悪化を阻止できず weaning の中断を余儀なくされ、やがて疾患・合併症の悪化により死に至った症例(表 5)をみると、on-off にせよ IMV にせよ重要なのは呼吸不全をきたした病態の見極めと、それをもとにした weaning 開始時期の決定、および weaning 過程にある患者の病態の把握であり、weaning をすすめてゆく上での的確なパラメータの確立<sup>12)</sup>が今後の課題であると考えたい。

### 結 語

1) 羽曳野病院 IRCU における 1973 年から 1982 年の 9 年間における人工呼吸症例 431 例につき、weaning の方法として on-off、IMV を併用していた 1980 年以前と、on-off を主に用いている 1981 年以降にかけて人工呼吸・weaning 成績を検討した。

2) IMV に全人工呼吸日数、weaning 日数の長い傾向がみられた。

3) On-off から IMV への移行は 9 例、IMV から on-off への変更は 2 例にみられたが、残り 95% は weaning を開始したままの方法で weaning を完了した。

4) 一度は weaning を試みたが死亡した症例について疾患自体および合併症の悪化が考えられた。

5) 退室後も intermittent あるいは continuous に人工呼吸を必要とした症例は神経筋疾患、B type COPD などの 11 例にみられた。

6) 退室後の短期予後でみると、急性呼吸不全例は予後良好であるが、慢性呼吸不全急性増悪例には 3 カ月以内の死亡、あるいは長期入院例が多くみられた。

### 文 献

- 1) Downs JB, et al : Intermittent mandatory ventilation, A new approach to weaning patient from mechanical ventilations. Chest 94 : 331, 1973
- 2) Schachter EN, et al : Does intermittent mandatory ventilation accelerate weaning? New Engl J Med 246 : 1210, 1981
- 3) Petty TL : Intermittent mandatory ventilation-reconsidered. Crit Care Med 9 : 620, 1981
- 4) Petty TL : IMV vs IMC. Chest 67 : 630, 1975
- 5) Weisman IM : Intermittent Mandatory Ventilation. Am Rev Respir Dis 127 : 641, 1983
- 6) Petty TL et al : Chronic airflow limitation, Intensive and Rehabilitative Care. 3rd ed. Philadelphia, Lee & Febiger, 1972, p 222
- 7) Pontopidan H, et al : Acute respiratory failure in the adult. New Engl J Med 287 : 690, 743, 1972
- 8) 岡元和文、森岡 享 : 人工呼吸. 医学のあゆみ 107 : 109, 1978
- 9) 川幡誠一ほか : 人工呼吸患者の長期予後. 厚生省特定疾患「呼吸不全」調査研究班, 昭和 54 年度研究業績, 1980, p 291
- 10) 高光 重ほか : Hypercapnia を呈する呼吸不全の急性期治療スケジュールの検討. 同上, 昭和 55 年度研究業績, 1981, p 175
- 11) 木村謙太郎ほか : 重症呼吸不全の人工呼吸成績. 呼と循 30 : 39, 1982
- 12) 仁井昌彦ほか : Weaning 時における換気動態の検討. 人工呼吸, 4 : 59, 1983