

# 各種人工呼吸器の CPAP mode と呼吸困難感

岡 崎 薫\* 沼 田 克 雄\*

IMV を人工呼吸の 1 mode と考える考え方もあるが、多くの施設で、人工呼吸からの weaning に IMV が用いられているように思われる。横浜市大 ICU でも weaning に IMV を使用することが多いが、IMV での weaning がうまくゆかなかった症例があった。ギランバレー症候群症例へ使用した Demand 方式 IMV, 慢性呼吸不全急性増悪後に使用した Demand 方式 IMV, 定常流方式 IMV などが失敗例である。

表 1 は最近の COLD について、IMV 方式、on-off 方式による weaning 期間を人工呼吸日

数の割合で比較したものであるが、あまり差がみられない。

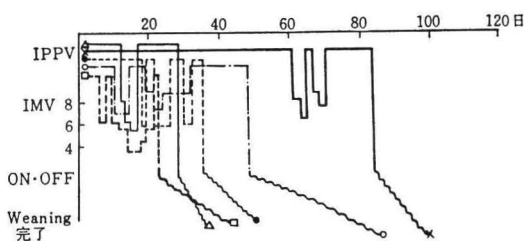
図 1 は IMV による weaning に失敗し、結局 on-off にて weaning した COLD 5 例の経過を示している。これら呼吸不全者の weaning 過程の中には IMV が苦しい、CPAP mode での自発呼吸より大気下自発呼吸の方が楽との訴えとともに、バイタルサインの変動、著明な発汗などがみられた。

図 2 は CV 2000 人工呼吸器 IMV のガス流量、1 回換気量、口もと気道内圧の変化を示してい

表 1 COLD weaning (1978 ~1981 年)

— 人工呼吸 1 週間以上の症例 —

	ON-OFF 方式	IMV 方式
例 数	7	7
人工呼吸日数	31~98	9~36
平均	58.6	20.1
全 Weaning 日数	15~53	4~24
平均	32.4	12.3
成功 Weaning 日数	3~53	2~17
平均	20.1	6.4
成功 Weaning 日数 人工呼吸日数	34.3%	31.8%



調節呼吸よりの weaning に IMV でうまくいかず、結局 on-off 方式で weaning した 5 症例の経過を示す 5 例の weaning 方式と期間

図 1

CV2000

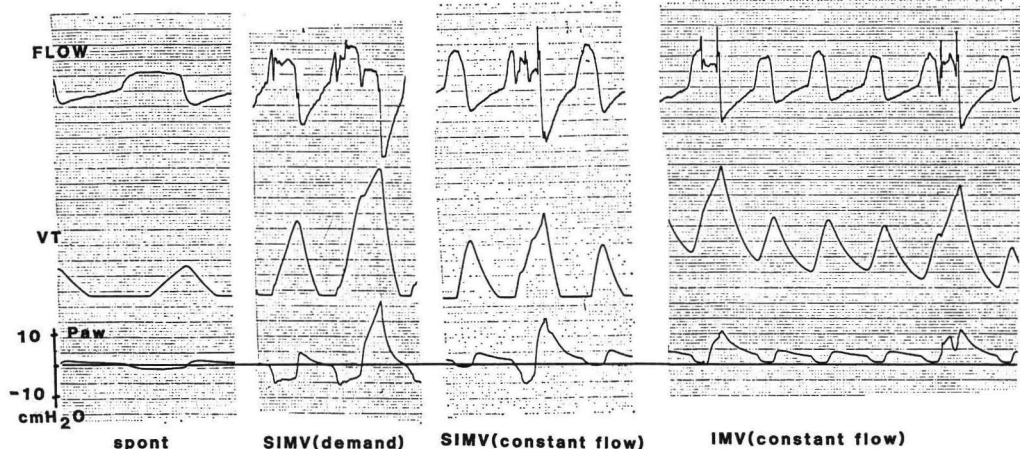
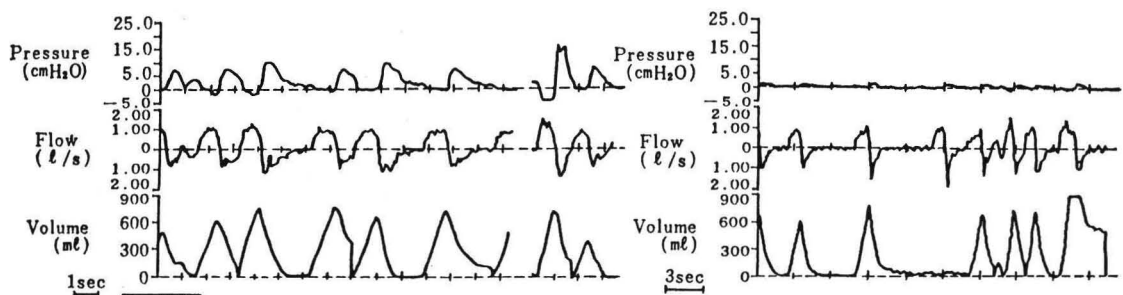


図 2

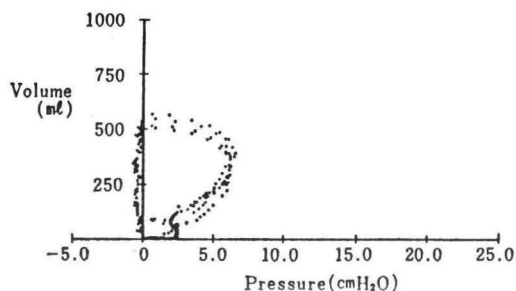
\* 横浜国立大学医学部麻酔学教室

CV-2000 Constant-Flow 30 l/min

SPONT



Volume-Pressuer Curve



Volume-Pressure Curve

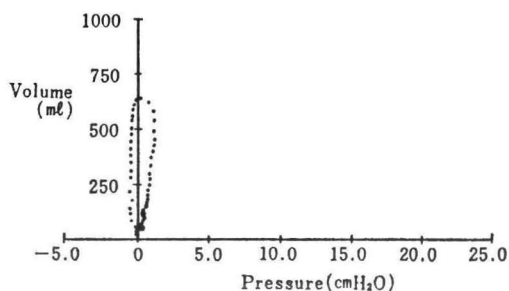


図 3 人工呼吸器回路装着による自発呼吸のほうが、気道内圧の変化が大きい  
Bennett 人工呼吸器回路に 30 l/分 の定常流を流したときと、大気下のときの自発呼吸

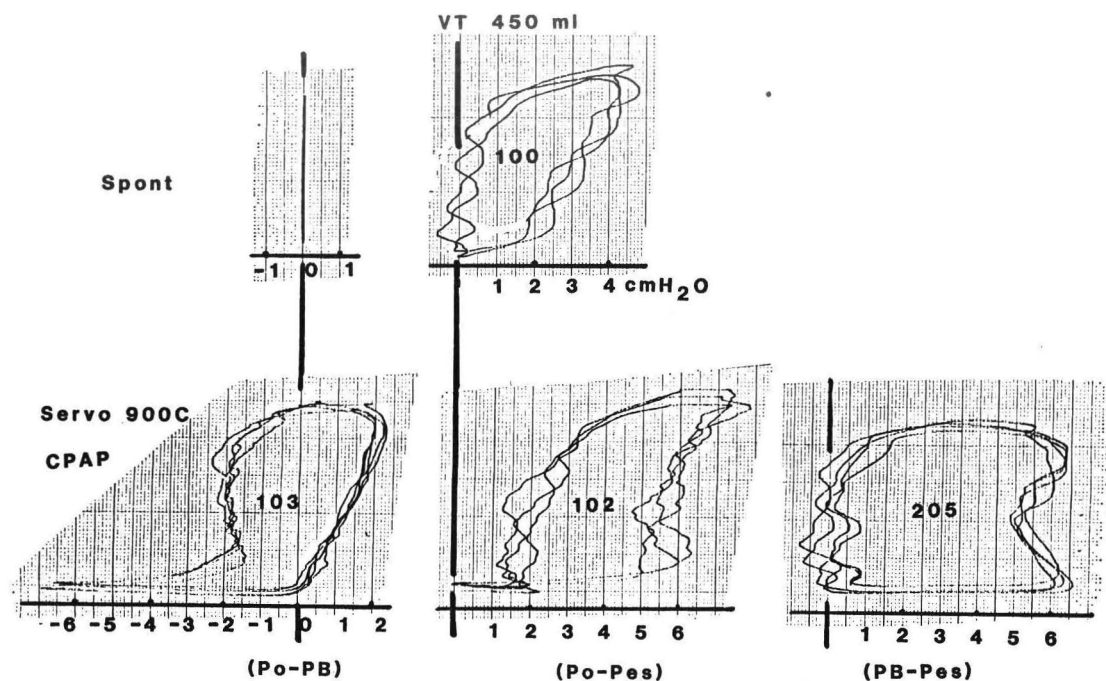


図 4 PB : 大気圧, Po : 口もとと気道内圧, Pes : 食道内圧

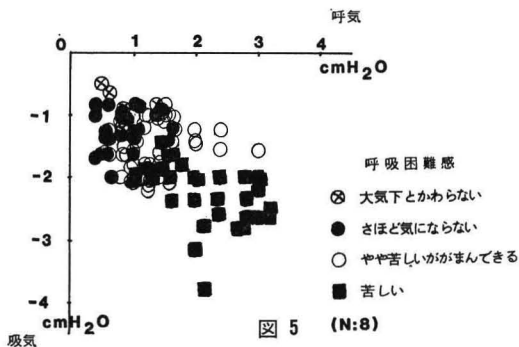


図 5 (N:8)

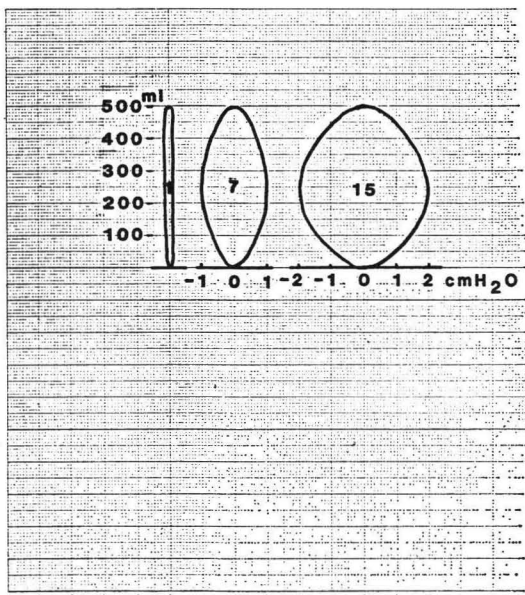


図 6

る。Demand 方式 IMV では定常流方式 IMV にくらべ気道内圧の変動が大きい。Synchronized IMV では、定常流が一時 stop し、やはり大きな気道内圧の変動がみられる。すなわち、CV 2000 においては Demand 方式よりも定常流方式の方が楽な自発呼吸ができ、また S-IMV よりも IMV の方が楽であろうと思われ、実際にも constant-flow IMV が最も楽である。

図 3 は、大気下と CV 2000 定常流 CPAP mode における 1 回換気量と気道内圧をくらべたものであるが、CPAP mode で気道内圧が大きく変動している。下段は、このときの圧量曲線であるが、このループを人工呼吸器による自発呼吸への負荷と考え、各種人工呼吸器 CPAP mode

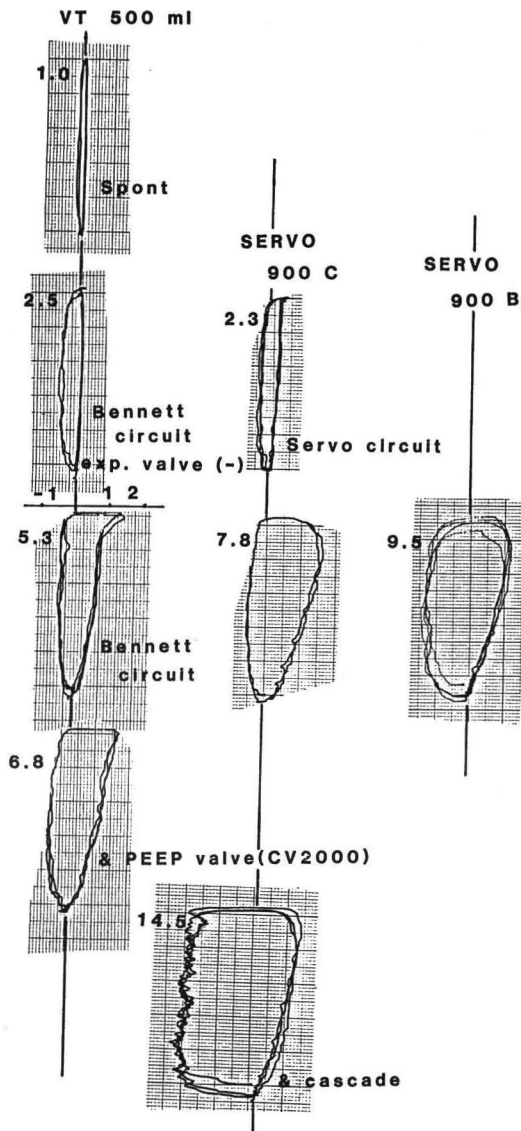


図 7

につき調べた。

図 4 は ボランティアに食道バルーンを留置して、大気下と CPAP mode のときの自発呼吸の食道内圧を測定したものである。中央の図は上が大気下、下が CPAP 時の transpulmonary pressure と換気の圧量曲線である。この面積は呼吸仕事をあらわすとされているが、ほとんど差はなかった。右下の図は大気圧に対する食道内圧の変化でとった圧量曲線である。これは同じように大気圧に対する食道内圧でとった、中央上図

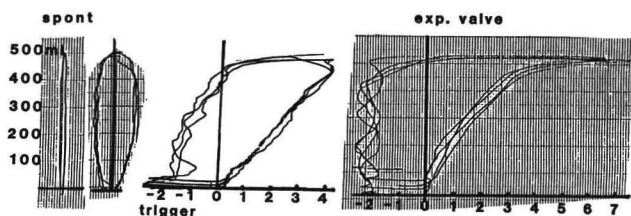


図 8

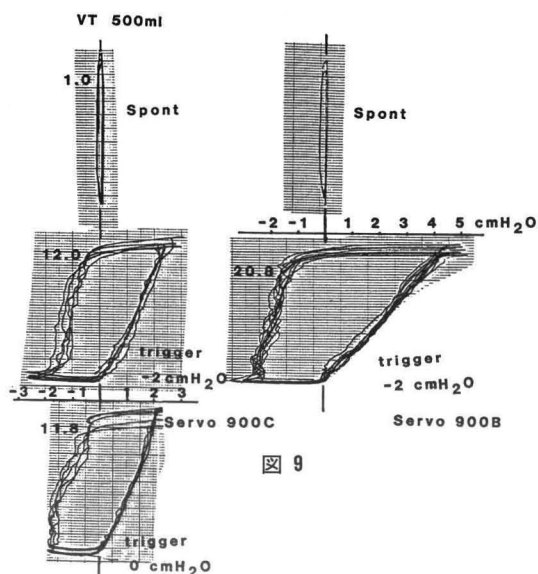


図 9

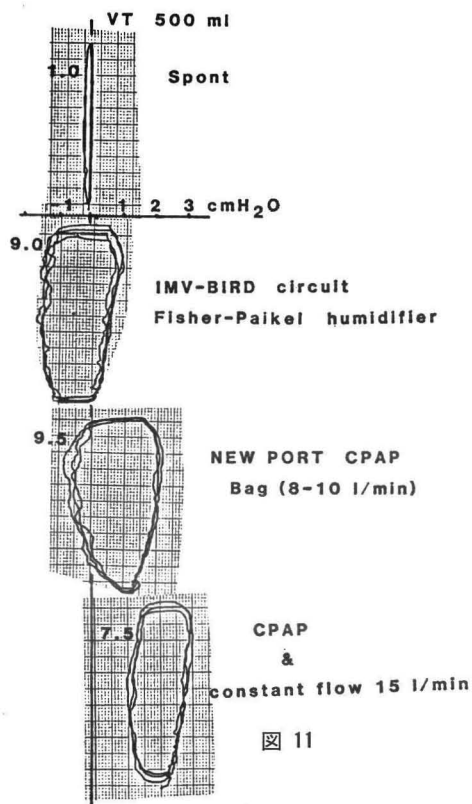


図 11

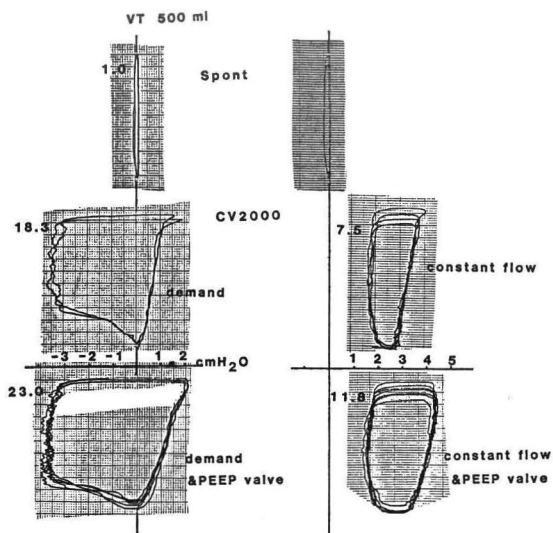


図 10

の大气下自発呼吸のループよりはるかに大きい。左図は大气圧に対する口もと回路内圧でとった圧量曲線であるが、ループの面積をくらべてみると、回路の仕事負荷（左）と、有効な換気仕事（中央）との総和が CPAP のときの総仕事量（右）のループになるように思われる。しかし、食道内圧の測定はなかなか難しいため、容易に測定できる口もと回路内圧による圧量曲線から、CPAP における自発呼吸への負荷を推定してみた。

図 5 は、健康なボランティア 8 名で、いろいろな長さの呼吸器回路を通して吸気、呼気をさせ、そのときの呼吸困難感について調べた結果であ

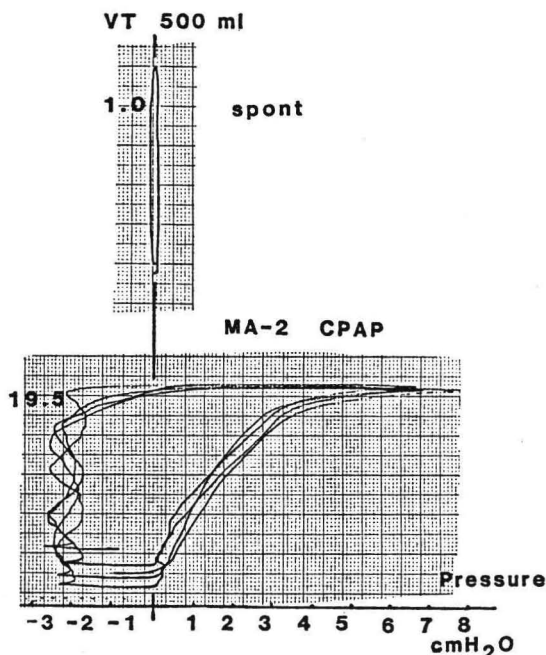


図 12

る。±2 cm 水柱の回路内圧の変動で苦しい。±1 cm 水柱でもやや苦しいと訴えており、±1 cm 以下の変動にすることが望まれる。

図 6 は、このときの圧量曲線であるが、ループの面積が大きくなるほど呼吸困難感が強くなるようである。呼吸器回路について検討を加えたのが図 7 であるが、回路による気道内圧の増加、さらには呼気弁、PEEP 弁によるループ面積の増加がみられる。呼吸困難感とは図 8 のごとく、ループの面積の増加、吸気のはじまりの trigger 部分、呼気のはじまり、の大きく 3 点に起因するようと思われる。

つぎに、各種人工呼吸器 CPAP における口もと圧量曲線を示す。その左肩に示した数字は大気下自発呼吸ループ面積を 1 としたときのループ面積である。

図 9 は Servo 900C, 900B である。面積は大きく、trigger 部、呼気のはじまりの気道内圧の変動も大きい。全体として 900C の方が 900B よりも楽な自発呼吸であった。

図 10 は CV 2000 であるがデマンドバルブによる CPAP では面積は大きい。定常流を流しても面積からはやや苦しい、といったところに入り、

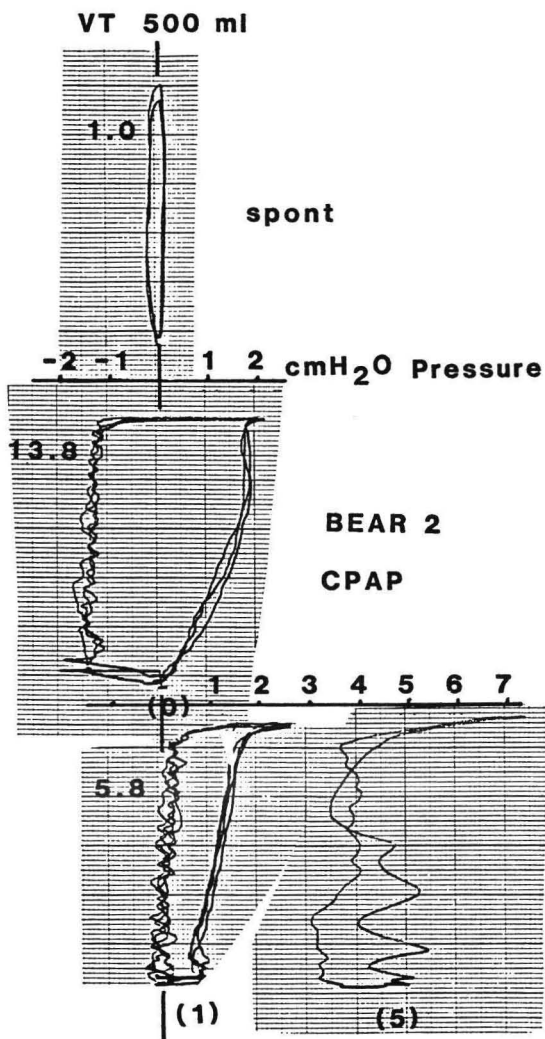


図 13

事実やや苦しい。

図 11 はニューポート人工呼吸器である。吸気にリザーバー bag を持った機構があるが、その他に 15 l を加えて、面積からは、やや苦しいといったところに入ってくる。

図 12 は MA-II であるが、呼気時の大きな圧変化とともに、はきにくさを感じる。

図 13 は BEAR-II 人工呼吸器である。CPAP (0) では面積は大きい。ところが CPAP (1 cm 水柱) では 0 cm 水柱より面積は小さくなる。CPAP (5 cm 水柱) では、奇しくも呼気にバイブレーションがかかった。

図 14 はエングストロム・エリカ人工呼吸器で

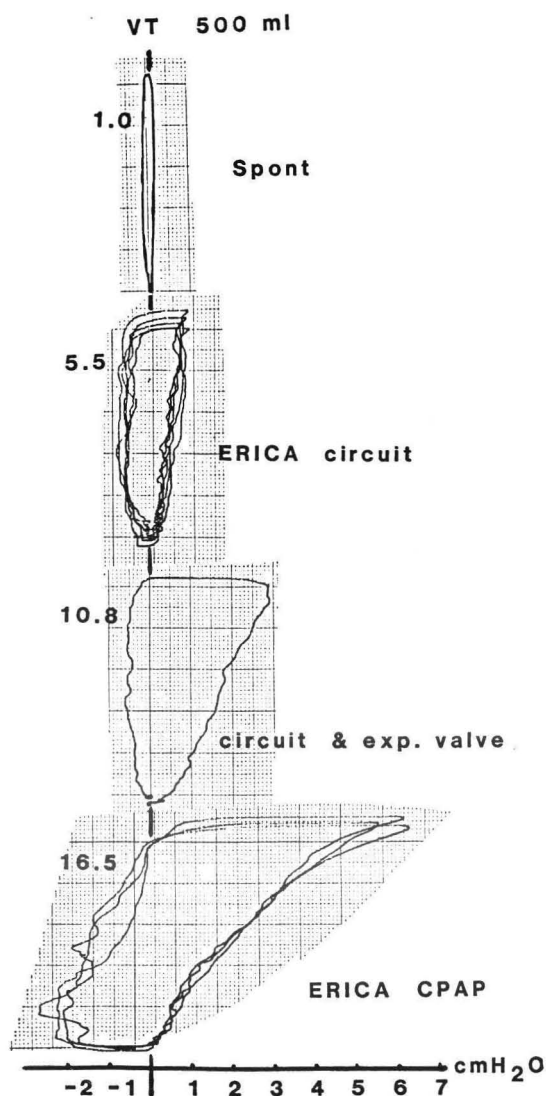


図 14

ある。フローセンサーによる trigger を用いているが、実際にはこのような大きな圧変動があり、ループ面積も大きい。

図 15 は CPAP と、呼気のみ陽圧をかけた EPAP とをループで比較したものである。PEEP は水柱で作製したが、呼気時の PEEP はみごとに一定圧になった。EPAP では大きなループ面積

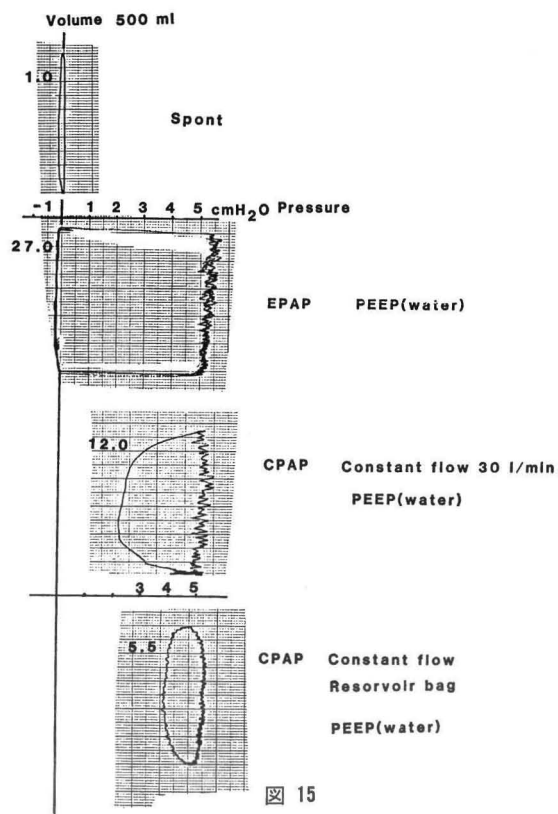


図 15

を示した。定常流を流した CPAP、さらに口もとにリザーバー Bag をつけた CPAP でも、ループ面積は大気下自発呼吸までは小さくならなかった。このように大気下自発呼吸と同じような CPAP 自発呼吸にするには、さらに創意工夫が必要と思われた。

以上、換気量と回路内圧のループを検討した結果、ループの面積、吸気のはじまり、呼気のはじまりに呼吸困難感に起因する個所があるように思われた。現在の人工呼吸器 CPAP には大気下と同等の楽な自発呼吸のできる機種は残念ながら 1 台もなかった。今後、大気下とかわらない楽な自発呼吸のできる IMV 機構が望まれる。