

UM MÉTODO PARA ANALISAR A FUNÇÃO DOS RESPIRADORES (*)

DR. O. MAYRHOFER (**)

DR. H. BENZER (***)

Descreve-se a montagem de um aparelho que permite analisar qualitativa e quantitativamente a função dos respiradores. Este, consta de um pneumotacógrafo Fleisch, conectado a um pulmão artificial. O volume respiratório, fôrça, trabalho e complacência são continuamente analisados através um registrador de oito canais. Este arranjo permite regular os respiradores em uso como também testar novos aparelhos, auxiliando também no treinamento de novos especialistas.

Como demonstração explica-se as curvas obtidas com respiradores ciclados a volume ou a pressão quando a complacência no pulmão artificial é normal ou patológica.

De ano para ano aumenta o número de pacientes que necessitam tratamento a longo prazo com respiradores, A ventilação artificial não somente na sala de cirurgia, mas também na Unidade de Terapia Intensiva, tornou-se mais e mais, tarefa do anestesista.

De um lado, o responsável pelo sucesso desta forma de tratamento foi o desenvolvimento de respiradores adequados, e por outro a crescente experiência em seu uso.

Apesar dos inúmeros resultados de sucesso, por vêzes se tem pago um preço muito alto: complicações pulmonares agudas e algumas vêzes alterações irreversíveis e permanentes dos pulmões (2,3).

Deve-se por isso enfatizar sempre, que o tratamento com respiradores deve permanecer nas mãos de pessoas experientes com profundo conhecimento da sua função e dos efeitos da ventilação, sôbre os pulmões. Além disso, devem ser usa-

(*) Apresentado no II Congresso Luso-Brasileiro de Anestesiologia, setembro 1968, Lisboa, Portugal.

(**) Professor e Chefe do Instituto de Anestesiologia da Universidade de Viena.

(***) Assistente do Instituto de Anestesiologia da Universidade de Viena.

dos métodos para testar os aparelhos e monitorar os pacientes sempre que seja instalado tratamento a longo prazo com respiradores.

Deve-se estabelecer um duplo controle.

1 — Controle da função do respirador.

- a) Testando o aparelho antes de seu uso no paciente, por meio de um pulmão artificial.
- b) Estabelecendo uma correlação entre o respirador e a situação respiratória do paciente (por exemplo — regular a pressão, fluxo e volume de acordo com as necessidades do paciente, adaptação as mudanças da mecânica respiratória e ajuste perfeito à respiração assistida).

2 — Controle dos vários parâmetros do paciente, em particular dos gases do sangue, com testes repetidos da função respiratória e suas mudanças (Raios-X, medidas da complacência, resistência e trabalho respiratório).

Este trabalho trata somente do parágrafo 1 a, ou seja, um método para analisar a função dos respiradores por meio de um pulmão artificial.

MÉTODO

O respirador a ser testado é conectado a um pulmão artificial por meio de um pneumotacógrafo, do tipo idealizado por Fleisch (Fig. 1).

Nosso pulmão artificial consta de dois grandes frascos de vidro com capacidade de 25 l cada. A fim de evitar os efeitos da pressão adiabática, os frascos são preenchidos em cerca de 3/4 de sua capacidade com uma mistura de lã e algodão que age como absorvedor de calor. A complacência de cada frasco é de 27 ml/cm H₂O.

A velocidade do fluxo respiratório é medida por um transformador pela pressão diferencial e a pressão "endotraqueal" por um segundo transformador.

O volume respiratório, força, trabalho e complacência são correlacionados simultaneamente com os valores de pressão e fluxo por um computador ("analisador de respiração") idealizado por Engström, Norlander, Behr e Herzog (1). Esses parâmetros são registrados continuamente por um registrador de oito canais.

Para uma calibragem perfeita do pneumotacógrafo, dos registradores e transdutores conectados, tanto quanto para avaliar qualitativa e quantitativamente a função dos respiradores, incluímos também um calibrador em nosso sistema de teste. A bomba pistão deste instrumento de calibragem de precisão, desenvolvido por Herzog e Norlander, transmite um fluxo e volume de características físico-matemáticas exatamente conhecidas. Por meio de um mecanismo de duas vias, situado próximo ao pneumotacógrafo, podemos calibrar a qualquer hora e avaliar exatamente as curvas por uma comparação direta.

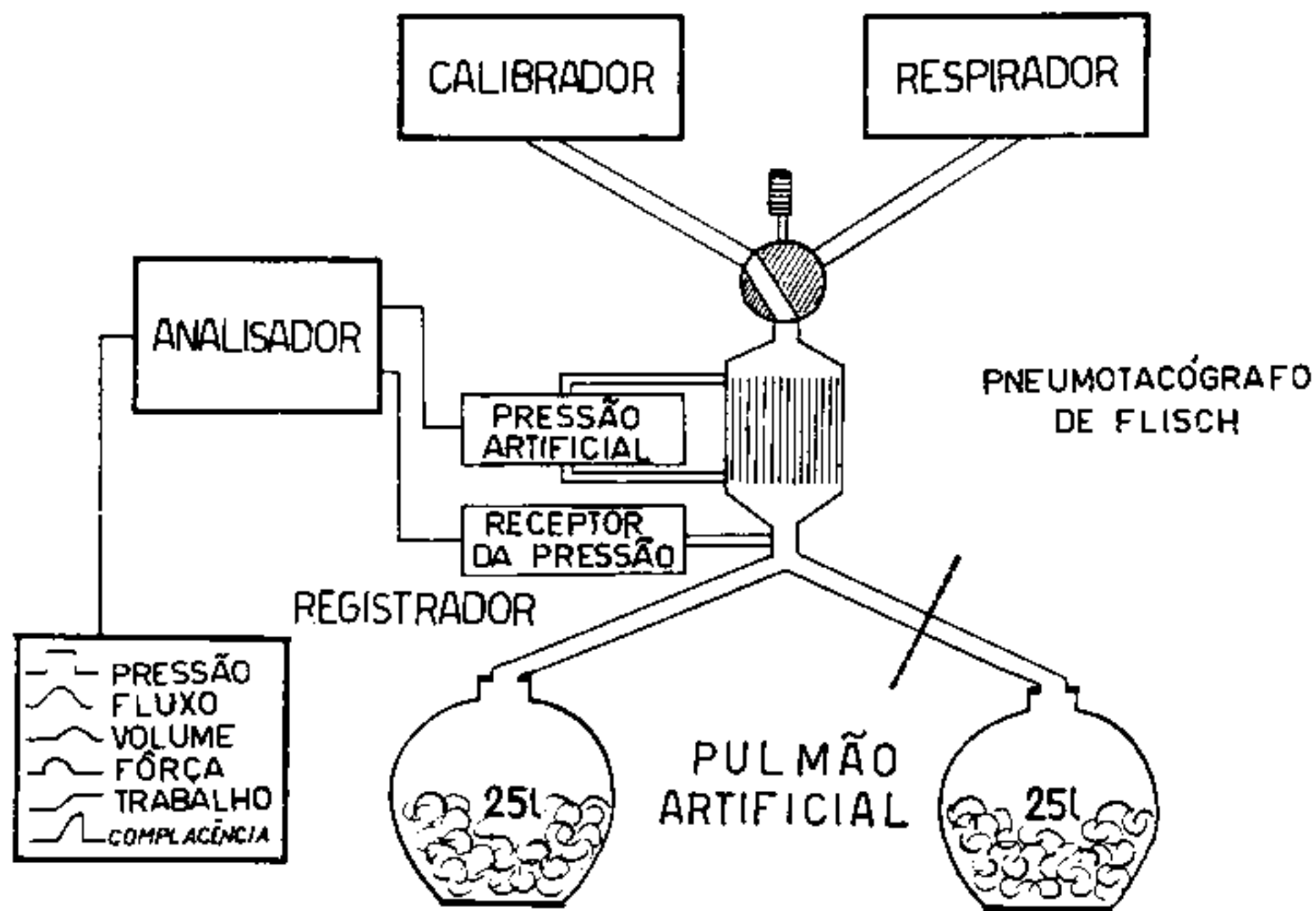


FIGURA 1

Esquema de montagem do conjunto para analisar a função dos respiradores por meio de um pulmão artificial.

A primeira parte do teste do respirador é ventilar um pulmão "sadio". A forma das curvas de fluxo e pressão, o volume transmitido em relação com a pressão, tanto como a força e o trabalho, são estudados sob as condições da complacência "ideal". Numa segunda fase, estuda-se as qualidades de compensação do respirador sob condições patológicas, a complacência é reduzida a metade pelo clampeamento de um dos frascos. A figura 2 mostra a montagem dos vários aparelhos em nosso laboratório durante um dos testes.



FIGURA 2

Conjunto experimental para testar respiradores com um pulmão artificial (Laboratório do Instituto de Anestesiologia da Universidade de Viena).

RESULTADOS

Testamos vários respiradores ciclados a volume, tempo e pressão, e registraremos nossos resultados. Hoje devido ao tempo, podemos apresentar somente dois exemplos, o Engström — ciclado à volume e o Bird Mark 8 — ciclado à pressão, que são exemplos típicos de seus respectivos princípios de controle.

1) O respirador ciclado a volume (Fig 3). O lado esquerdo da figura mostra os valores de calibração tomados do calibrador do pneumotacógrafo. Na curva de pressão, 1 cm é igual a 10 cm H₂O; na de fluxo 1,25 cm representa um fluxo de 948 ml/seg. Na curva de volume, a diferença de 1 cm é igual a 500 ml. A força de 0.0948 Kpm/seg e o trabalho de 0,05 Kpm são representados pelas diferenças de 0,5 cm em suas respectivas curvas. Finalmente, na curva da complacência, 2,5 cm são iguais a complacência de 50 ml/cm H₂O. O tempo marcado em segundo encontra-se na parte superior da figura.

Na parte média da Fig. 3 estão registrados os resultados, durante a ventilação artificial do pulmão "normal". As formas das curvas de pressão e fluxo são típicas do Engström. O respirador transmite um volume de 500 ml. As outras

curvas mostram a pequena fôrça e trabalho, que são necessariamente decorrentes da complacência ideal (54 ml/cm H₂O).

Finalmente do lado direito, achamos uma análise da função do respirador ventilando um pulmão artificial "doente". Como pode se ver na última curva inferior, a complacência foi reduzida a metade por meio de uma pinça colocada em um dos frascos de vidro. O aparelho controlado à volume ventila o pulmão, sem modificação com os mesmos 500 ml de gás, apesar da diminuição da complacência.

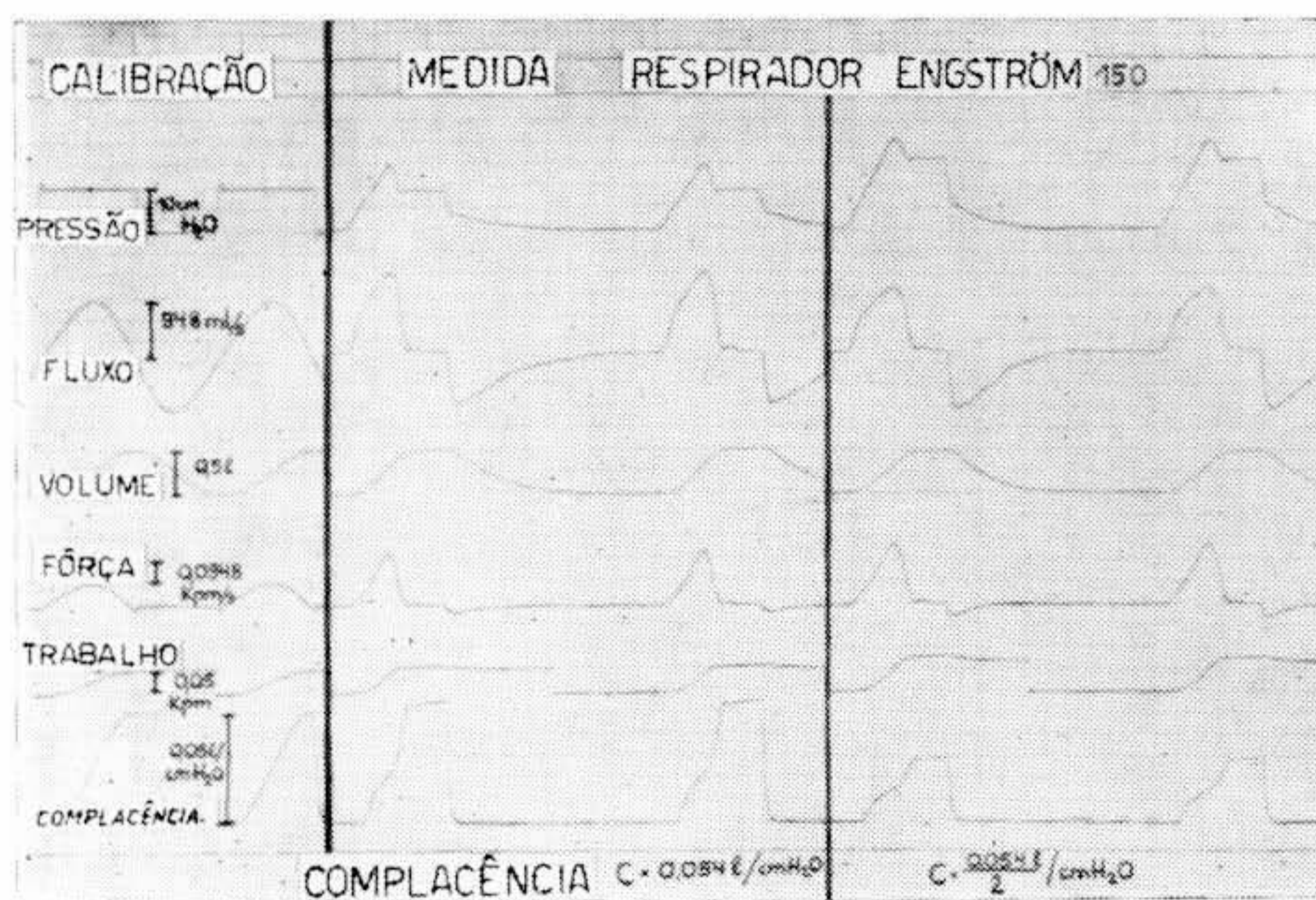


FIGURA 3

Calibração e curvas de teste durante a análise funcional de um respirador ciclado por volume com complacência normal e patológica do pulmão artificial.

A frequência respiratória e então o volume permanece constante. Contudo, para manter esta quantidade de ventilação deve haver um aumento considerável da pressão e, como resultado a diminuição da diferença da pressão entre o respirador e o pulmão e o fluxo máximo de inspiração é diminuído. Por outro lado, a fôrça e o trabalho do respirador são nitidamente maiores que antes.

2) O respirador controlado a pressão (Fig. 4). Novamente, na parte esquerda da figura estão registradas as curvas de calibração de pressão, fluxo, volume respiratório, fôrça, trabalho e complacência. Na parte média estão registradas as curvas padrão do respirador Bird Mark 8 nas condições normais de complacência (54 ml/cm H₂O).

As curvas de fluxo e pressão são típicas, e a força e trabalho baixos. o volume respiratório é 650 ml.

A direita da figura vê-se o funcionamento do respirador quando a complacência do pulmão artificial sofre uma redução de 50%. O volume é limitado até que o aparelho atinja a pressão pré-fixada, quando ocorre a fase expiratória.

A pressão respiratória máxima entretanto, permanece constante, mesmo quando a complacência é diminuída. Como consequência o pulmão "doente" será ventilado com somente metade do volume original (isto é, 325 ml).

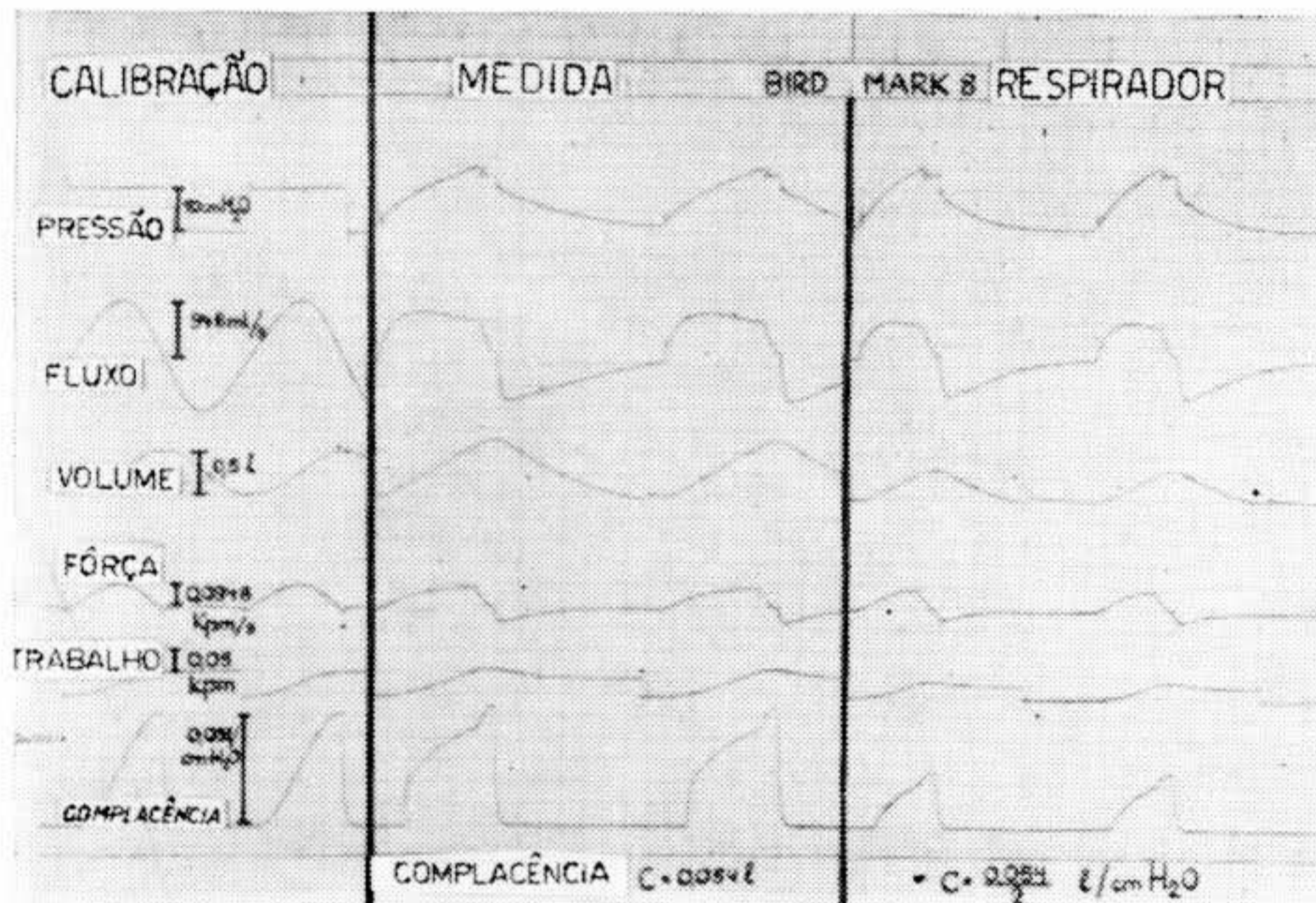


FIGURA 4

Mesmas condições da figura 3, durante o teste com um respirador ciclado por pressão.

Na curva de pressão pode-se ver claramente que a pressão máxima de ventilação é alcançada mais rapidamente e a frequência respiratória aumenta, contudo, esta compensação não é suficiente para manter o volume minuto respiratório inicial.

CONCLUSÕES

A montagem do aparelho permite uma análise qualitativa da função dos respiradores. Para se testar a eficiência de um respirador a complacência do pulmão artificial pode ser reduzida, como foi demonstrado anteriormente. Instalando-se uma estenose artificial pode-se modificar a resis-

tência. Além disso, podemos simular também escapes no sistema. Combinando-se êstes três fatores e reinstalando-se o respirador torna-se possível inúmeras variações de análise.

Podemos demonstrar as reações peculiares dos respiradores ciclados a volume ou à pressão, quando submetidos a modificações da complacência. Êste arranjo, permite não somente regular o controle dos respiradores em uso, como testar novos aparelhos, auxiliando também no treinamento no Centro de Ensino de Anestesia, para uma melhor compreensão da função dos respiradores.

SUMMARY

A METHOD TO ANALYSE THE FUNCTION OF RESPIRATORS

An artificial lung composed of two large glass bottles (25 liters/vol. each) filled about three fourth with moist cotton wood is connected via a flow-resistive pneumotachograph tube (Fleisch).

Respiratory flow and endotraqueal pressure are measured by transducers; respiratory volume, power, work and compliance are simultaneously correlated from flow and pressure value by an analogue-computer, these parameters are continuously registered on a eight channel recorder.

The results of tests made with volume cycled (Engström) and pressure cycled (Byrd Mark 8) respirators are demoustrated allowing a qualitative and quantitative analysis of their function, introducing variables in compliance, leakages etc.

This set-up does not only permit regular controls of the respirators in use and testing of new apparatus, huf also helps the trainees in Anesthesia in a better understanding of respirators.

REFERÊNCIAS

1. Behr, K., C. G. Engström and O. P. Norlander — Respirationanalyser for assessment of respiratory power and work. *Acta anaesth. Scandinav. Suppl. XXIII*, 175, 1966.
2. Benzer, H., R. Kucher, G. Lechner, F. Muhar, H. Pokieser and K. Steinbereithner — Restzustände nach Behandlung lebensbedrohender Atemstörung im Rahmen einer Intensiv Behandlungsstation. *Wien. Med. Wschr.* 118, 9/10, 175-180, 1968.
3. Brücke, P., R. Kucher, E. Kutscha-Lissberg, H. Pokieser, H. Regele and K. Steinbereithner: Lungenveränderungen unter künstlicher Beatmung. Die Ateminsuffizienz und ihre klinische Behandlung. 3. Internat. Heidelberg Anaesthesie-Symposion 1967. Thieme-Verlag, Stuttgart 1967.
4. Herzog, P., and O. P. Norlander — A precisions method for the dynamic volume-flow calibration during pneumotachography. *Acta anaesth. Scandinav. Suppl. XXIV*, 119, 1967.