

1264

**MODIFICAÇÕES DO ESPAÇO MORTO FUNCIONAL TOTAL
DURANTE A ANESTESIA GERAL COM
VENTILAÇÃO MANUAL (*)**

DR. PIRIZ, H. ()**
DR. ARCOS, J. (*)**
DR. DEMORO, S. (**)**
DR. AYALA, W. (**)**

Em pacientes submetidos a anestesia geral ventilados manualmente usando padrão ventilatório estabelecido previamente, estudaram-se as alterações do EMFT, da relação EMFT/Vc, da ventilação alveolar e das pressões parciais de CO₂ no sangue arterial e no ar inspirado.

Os resultados mostram aumento do EMFT durante o per-operatório. Estes aumentos são devidos ao aumento do Vc.

Encontraram-se modificações da relação EMFT/Vc no per-operatório sem alteração na ventilação alveolar, na PaCO₂ e PECO₂.

Compararam-se os resultados obtidos entre o grupo de pacientes ventilados manualmente e o dos pacientes ventilados com miniventilador não se encontrando diferenças significativas.

No paciente anestesiado, observam-se variações a nível do espaço morto respiratória vinculadas à anestesia e à ventilação controlada (11,12).

Existem vários trabalhos que analisam modificações do espaço morto fisiológico (EMF) devidas a ventilação controlada (2,3,5,6). Askrog e col (2), utilizando um ventilador Bird,

(*) Trabalho apresentado ao XXV Congresso Brasileiro de Anestesiologia — Porto Alegre, novembro, 1978.

(**) Prof. Adjunto do Departamento de Fisiopatologia — Hospital das Clínicas — Montevideo.

(***) Assistente do Departamento de Anestesiologia — Hospital das Clínicas — Montevideo.

(****) Auxiliar do Departamento de Fisiopatologia — Hospital das Clínicas — Montevideo.

concluíram que há um aumento do EMF, às custas do espaço morto alveolar devido aos incrementos do volume corrente.

Hedemstierna e col (5,6), com um ventilador volumétrico Engstrom, concluíram que o espaço morto aumenta pelo aumento do volume corrente. Watson defende que há aumento do EMF quando se reduz o tempo inspiratório para menos de um segundo. Nós (14) comprovamos que com um miniventilador obtém-se aumentos do EMF relacionados ao aumento do volume corrente.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar as alterações que a ventilação manual produz sobre a ventilação pulmonar e compará-las com as alterações obtidas com um miniventilador.

A ventilação manual foi escolhida por ser frequentemente utilizada a nível do curso de pós-graduação no treinamento de alunos.

Propôs-se que esta ventilação é empiricamente a mais fisiológica, embora saibamos que é influenciada por fatores individuais como: perícia, treinamento, grau de fadiga (4,10,15,16).

MATERIAL E MÉTODO

Estudaram-se 11 pacientes adultos, 8 mulheres e 3 homens, com idades entre 22 e 60 anos, numa média de 47.5 anos, sendo que nenhum apresentava patologia cardio-respiratória prévia. O estado físico dos pacientes, correspondia ao grau I da classificação ASA. Peso médio de 64.5 kg. Todos foram submetidos a cirurgia extra torácica de eleição, em decúbito dorsal. A duração foi de 45 a 190 minutos numa média de 110 minutos.

A medicação pré-anestésica em 4 deles consistiu de: diazepam IM (10 mg) mais sulfato de atropina 0,5 mg uma hora antes da cirurgia. No restante dos pacientes injetou-se 0,5 mg de atropina IV, antes da indução.

A anestesia foi induzida com tiopental sódico na dose de 250-500 mg por via venosa, em média 5,8 mg/kg. Administrou-se succinilcolina na dose de 1,5 mg/kg para entubação que se realizou com tubo orotraqueal n.º 34-38. A anestesia foi mantida com halotano em concentrações de 1 a 1,5%; fentamila 50-100 µg e galamina entre, 120 a 200 mg, em média 2,41 mg/kg.

Foram ventilados com oxigênio a 100%, manualmente, usando circuito sem reinalação, com válvula unidirecional e bolsa-reservatório de 2 litros. A ventilação foi realizada por

diversos integrantes do departamento de anestesiologia, com um treinamento mínimo de dois anos.

O padrão ventilatório usado foi de um volume corrente médio de 10,02 ml/kg durante 30 minutos e de 10,97 ml/kg durante 60 minutos, com média de 11 respirações por minuto, pressão em via aérea de 10-20 cm H₂O, relação inspiração/expiração 1:2.

Realizaram-se os seguintes exames:

a) Espirometria com espirômetro de Wright, com medida de volume corrente, frequência respiratória e volume minuto.

b) Colheita do ar expirado numa bolsa de Douglas durante 3 minutos. O circuito utilizado constituía-se de: uma peça bucal com o paciente desperto ou uma sonda orotraqueal com o paciente anestesiado e uma válvula unidirecional, à qual se conectou o espirômetro e a bolsa de Douglas (fig. 1).

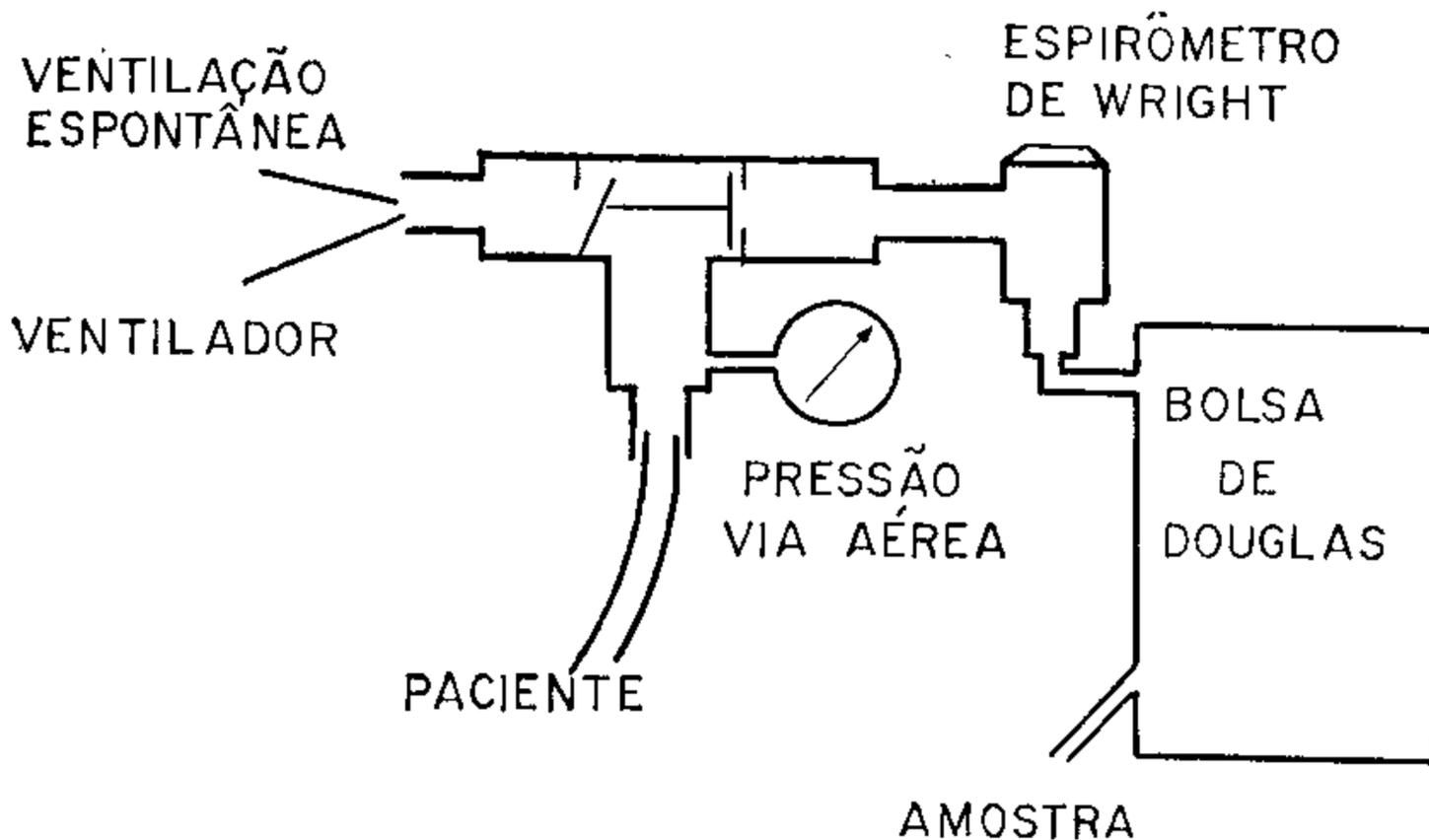


FIGURA 1

Esquema do dispositivo usado nas colheitas de dados espirométricos.

c) Extraíu-se simultaneamente uma amostra de sangue arterial por punção de artéria radial, com seringa de vidro heparinizada.

As amostras de sangue e gases foram imediatamente analisadas em um radiômetro de BMS 33 (^{9,13}).

Estas determinações foram feitas no pré-operatório, com o paciente em decúbito dorsal respirando espontaneamente. No per-operatório, dos 30 e 60 minutos após o início da ventilação assistida e no pós-operatório, 30 minutos após o término da ventilação, com o paciente desperto em decúbito dorsal, respirando espontaneamente e com via aérea natural.

O EMFT foi calculado com a equação de Bohr modificada, não sendo feitas as correções do espaço morto do aparelho, obtendo-se o que Kain (7) denominou espaço morto funcional total (EMFT).

$$\text{EMFT} = \frac{\text{PaCO}_2 - \text{PECO}_2}{\text{PaCO}_2} \cdot V_c$$

Os resultados da espirometria são mostrados nas figuras 2, 3 e 4. Os resultados foram analisados aplicando-se o teste de "t" para amostras dependentes e teste de correlação-regressão.

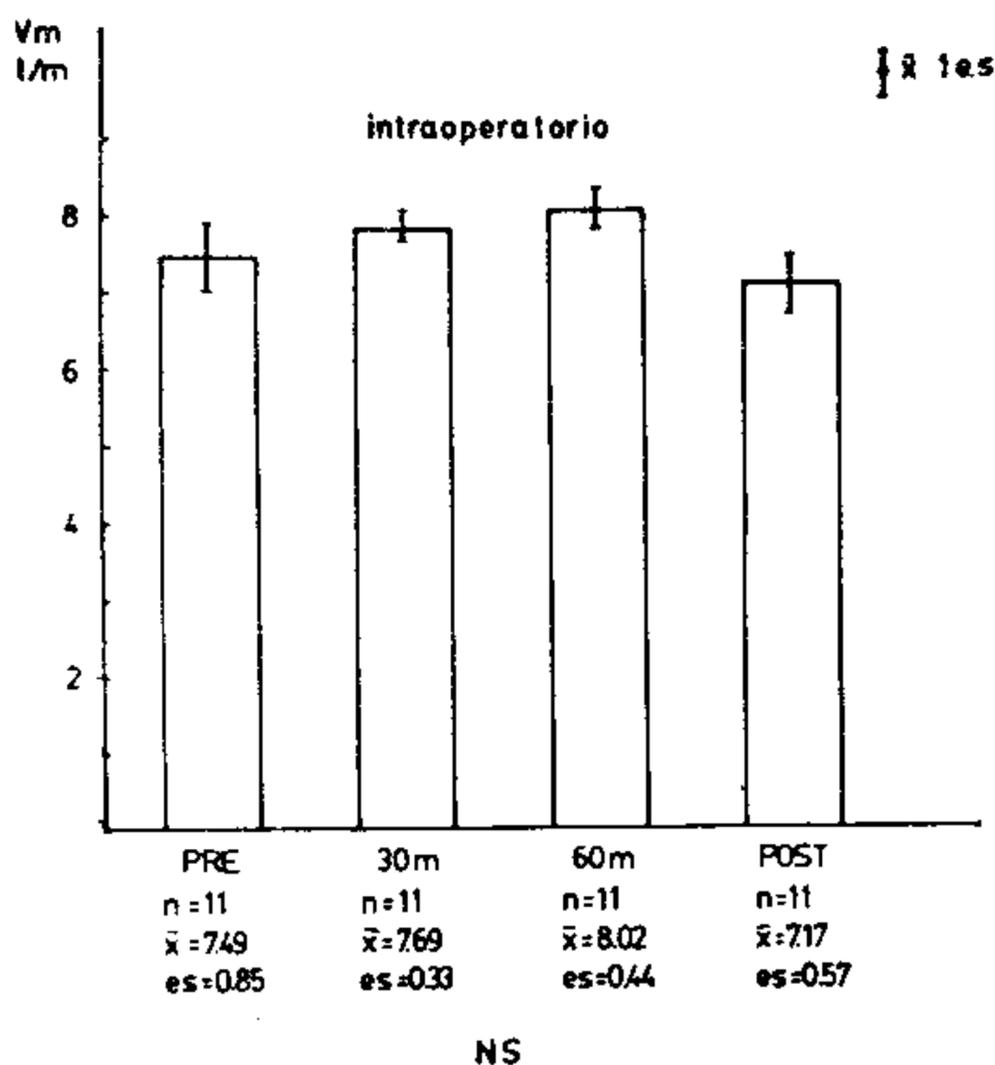
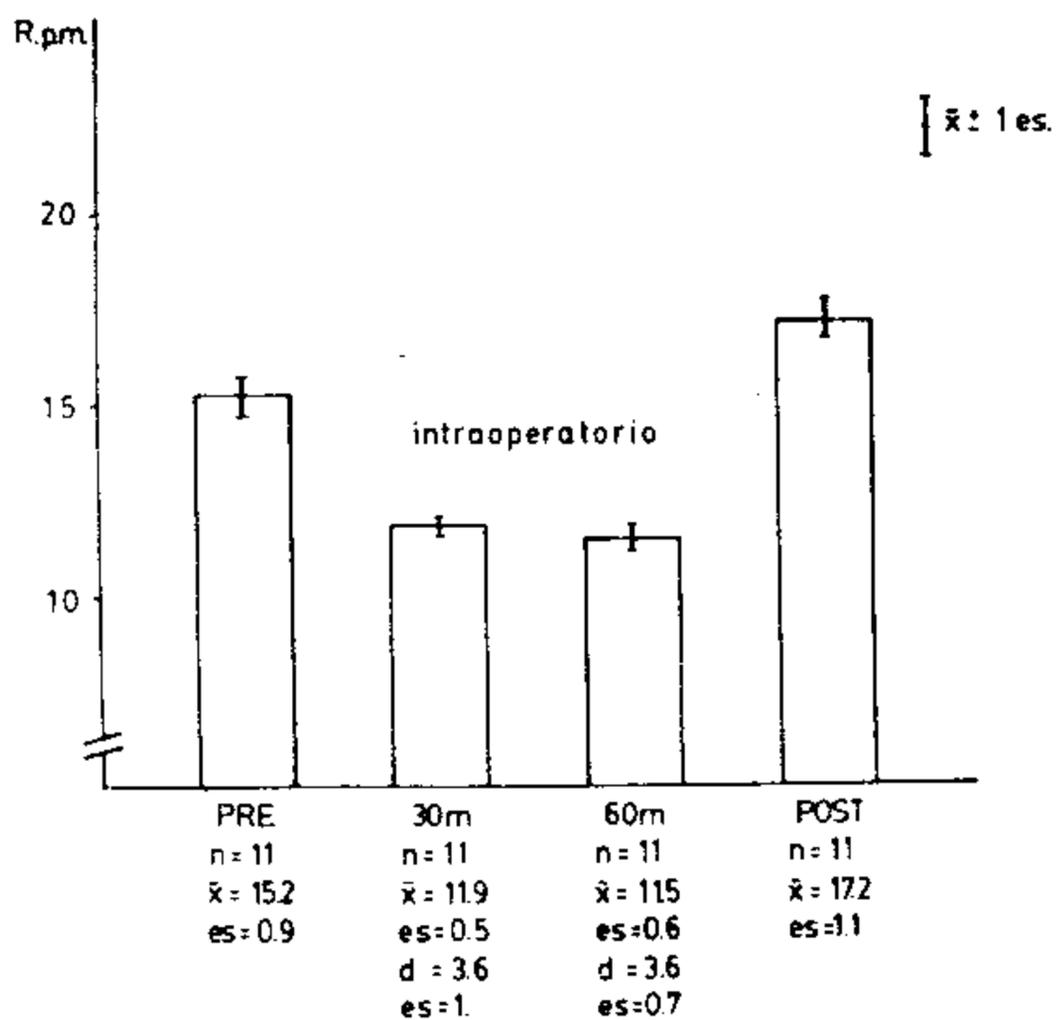


FIGURA 2

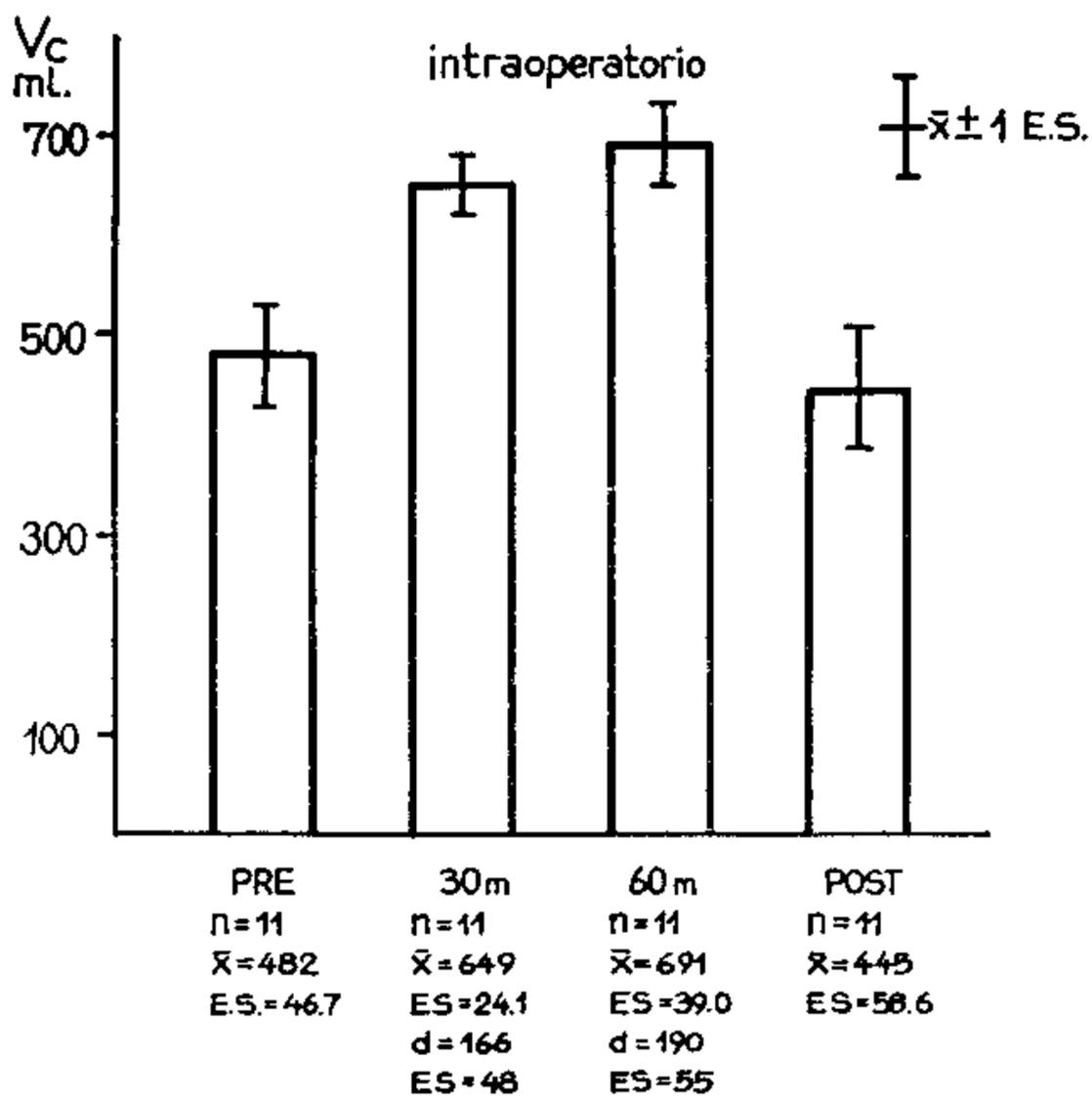
Médias de volume minuto



$p < 0.005$

FIGURA 3

Médias de frequência respiratória.



$p < 0.005$

FIGURA 4

Médias de volume corrente.

RESULTADOS

EMFT — Aumenta no per-operatório de maneira estatisticamente significativa em relação ao pré-operatório. No pós-operatório retorna ao valor encontrado no pré-operatório (fig. 5).

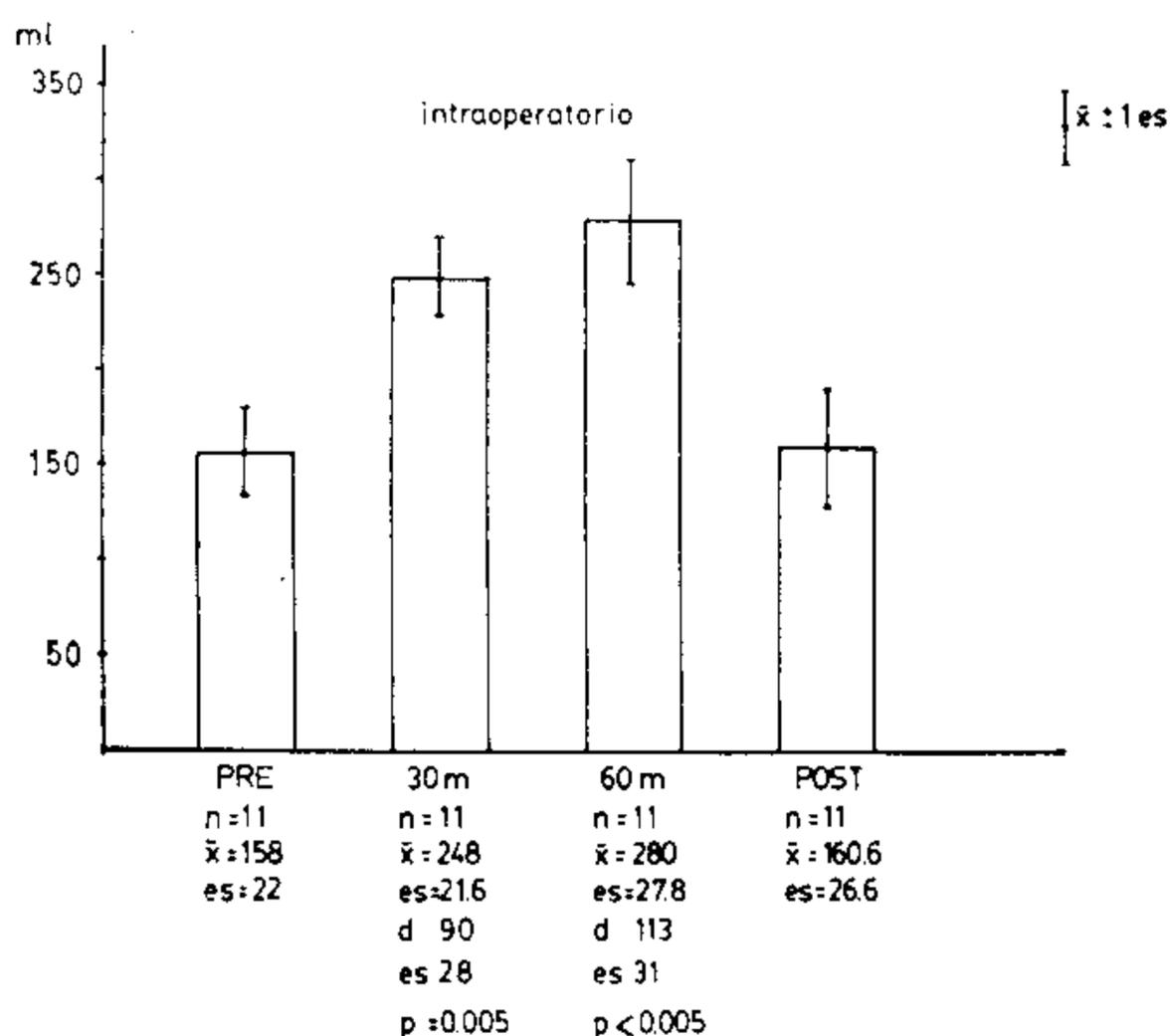


FIGURA 5

Médias espaço morto funcional total.

Observou-se uma relação linear estatisticamente significativa entre o V_c e EMFT no pré, pós-operatório e nos primeiros 30 e 60 minutos do per-operatório. Com uma R — 0,88; 0,9¹; 0,58; 0,72 respectivamente (fig. 6).

Relação EMFT/ V_c — Encontrou-se diferença estatisticamente significativa entre o pré e per-operatório, retornando no pós-operatório a níveis similares ao do pré-operatório (fig 7.).

Ventilação alveolar (V_a) — A ventilação alveolar efetiva ($V_a = (V_c - V_{EMFT}) f$) não variou durante o per-operatório mantendo-se em níveis próximos ao do pré-operatório (fig. 8).

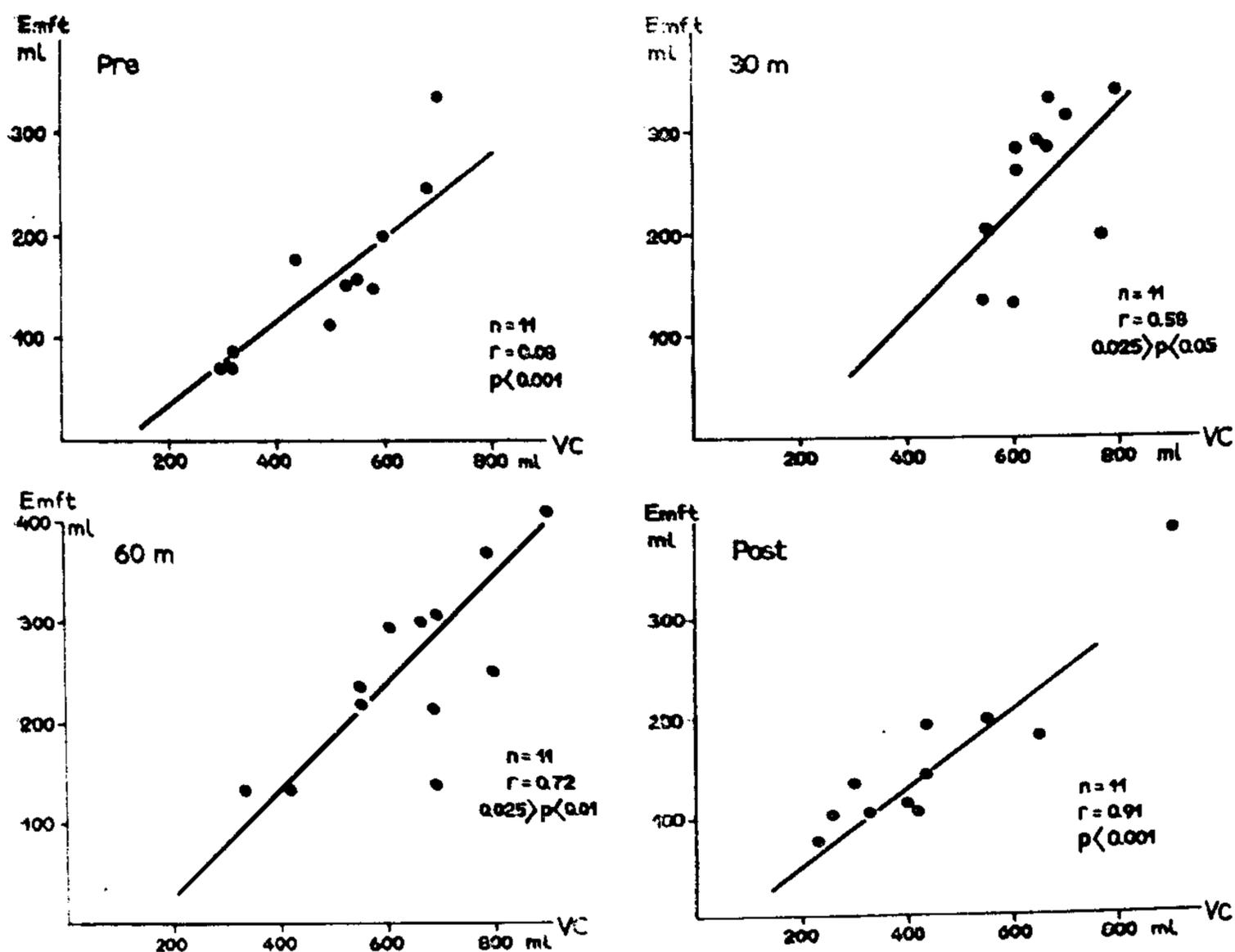


FIGURA 6

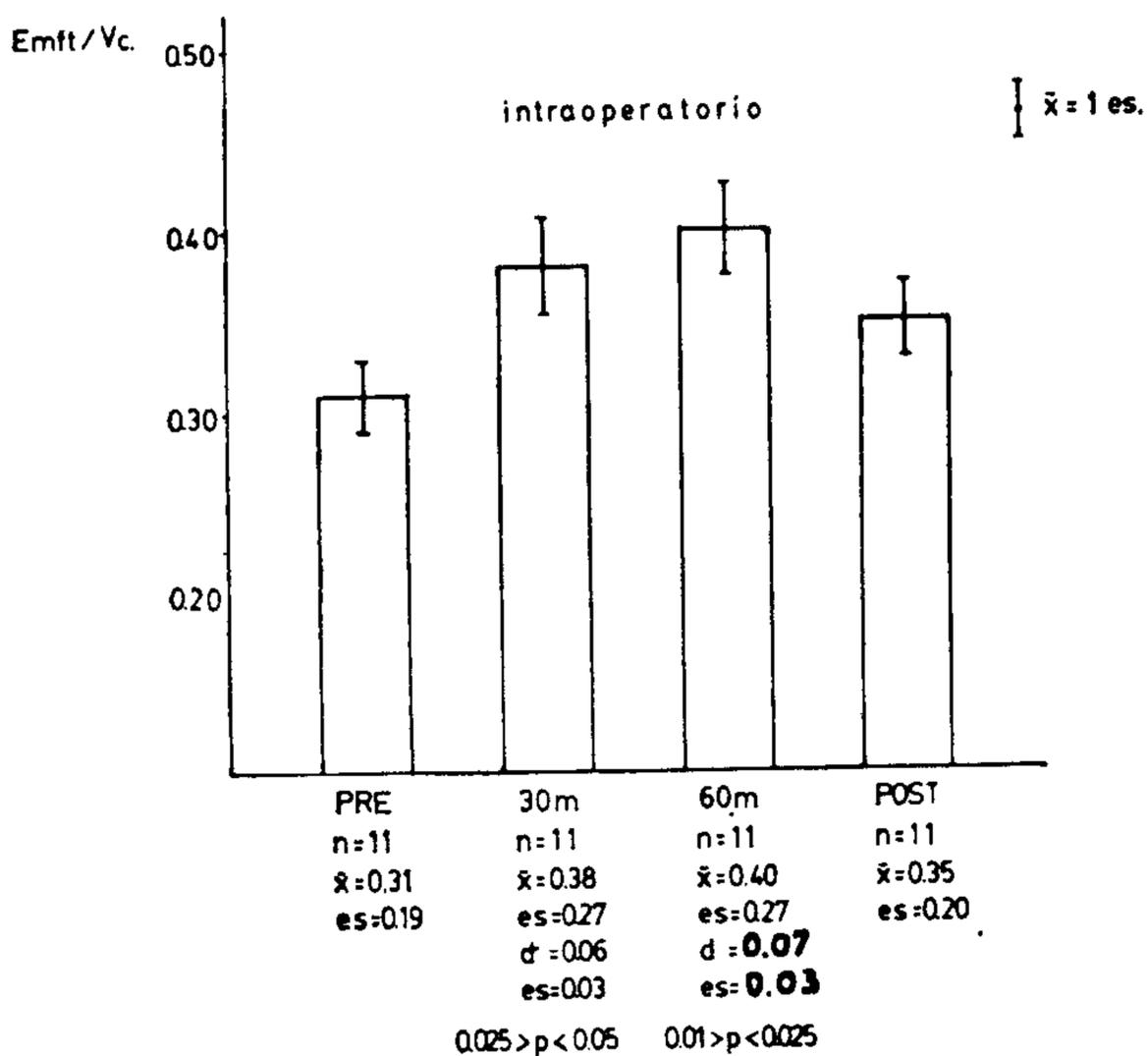


FIGURA 7
Médias de EMFT/Vo.

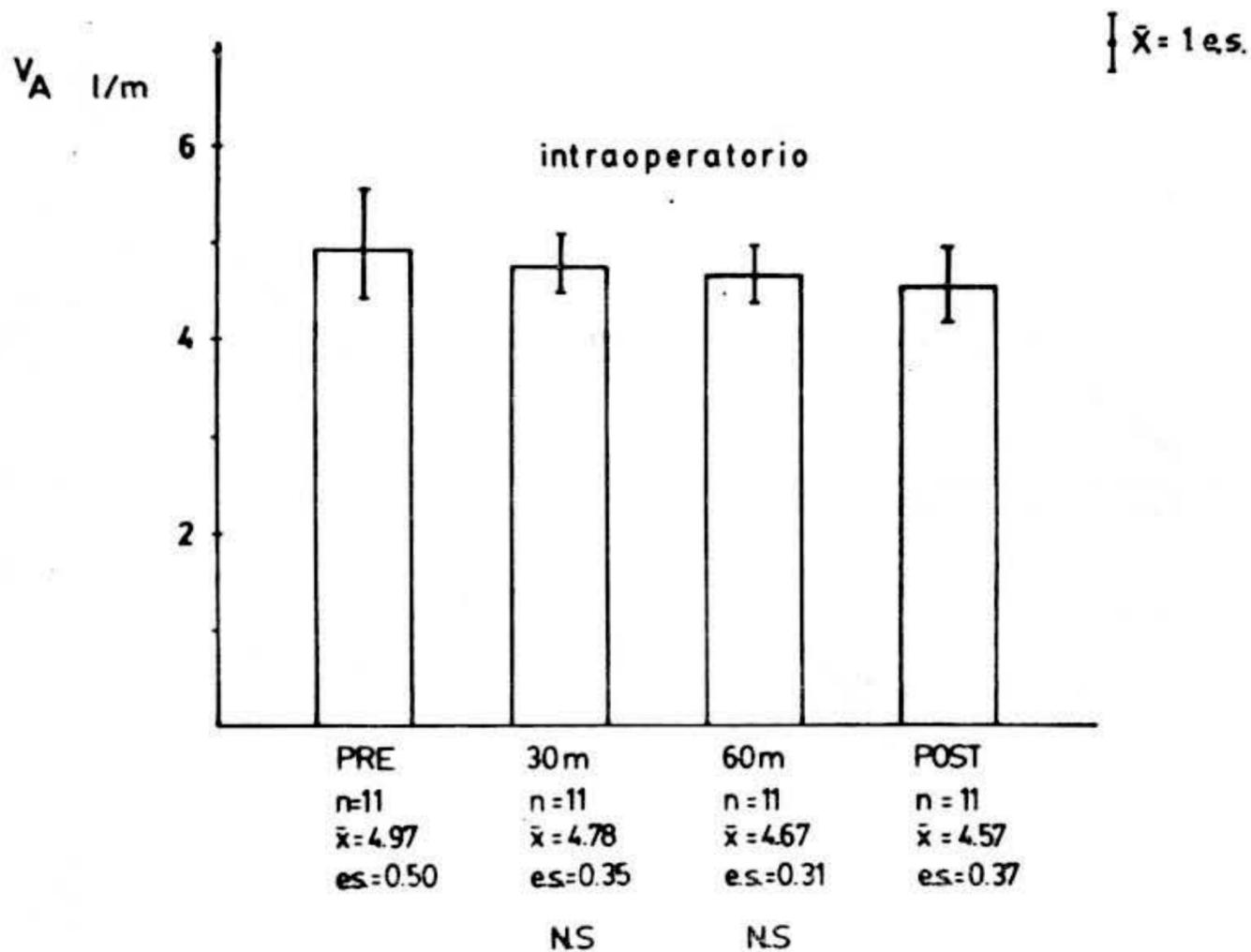


FIGURA 8

Médias de ventilação alveolar calculadas a partir de EMFT.

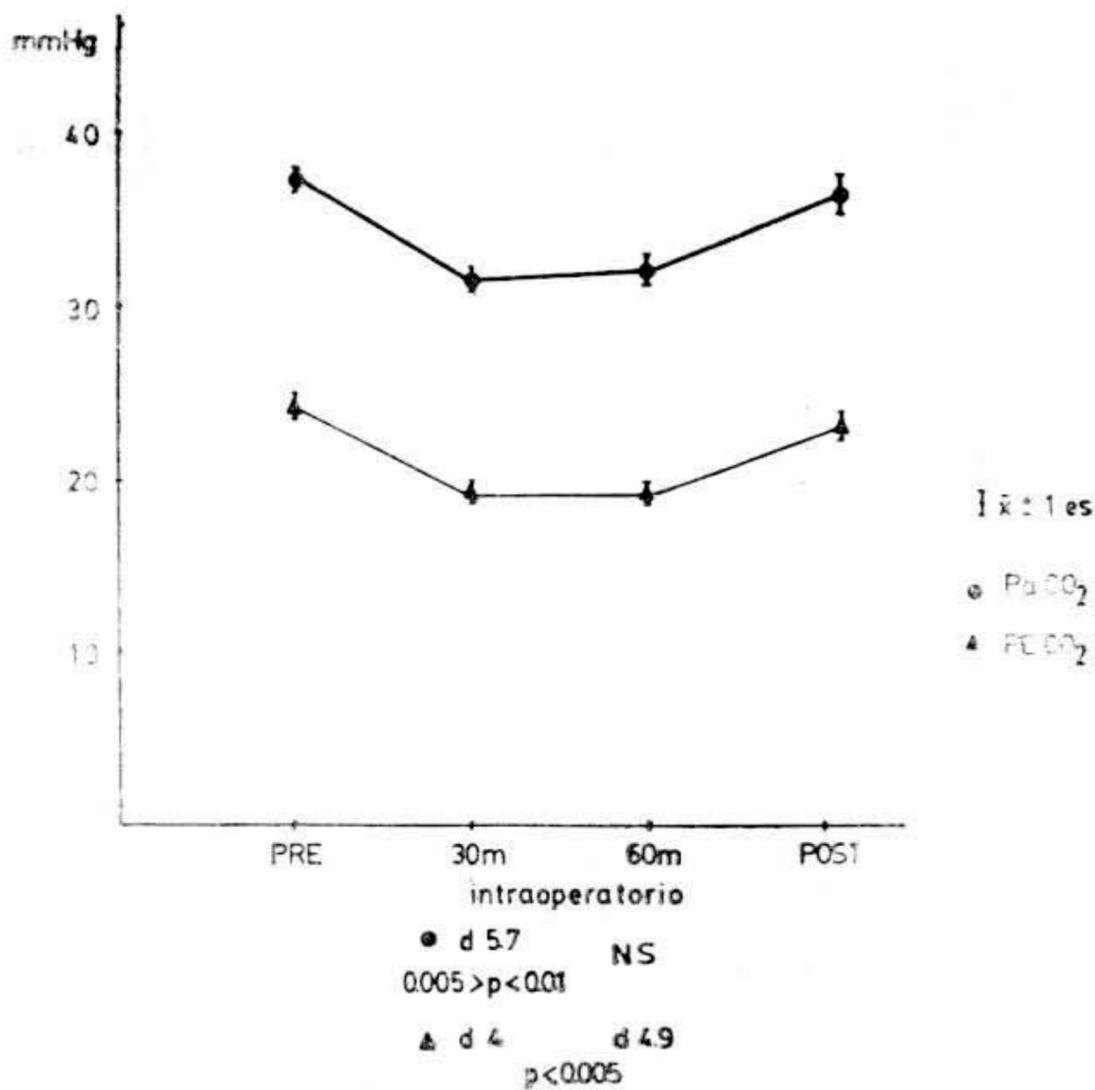


FIGURA 9

Médias de PaCO₂ e PECO₂.

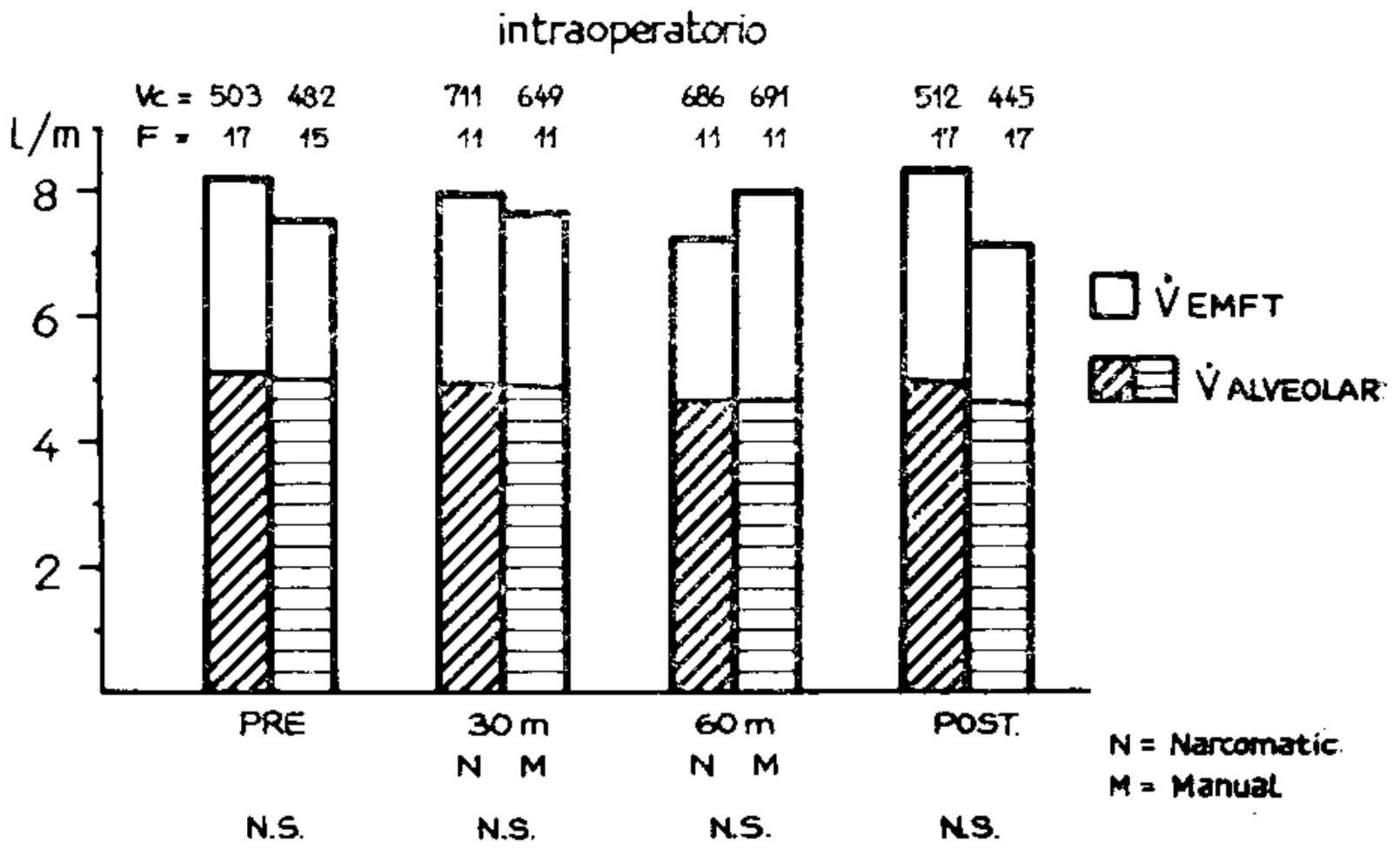


FIGURA 10
Comparação da ventilação com Narcomatic com ventilação manual.

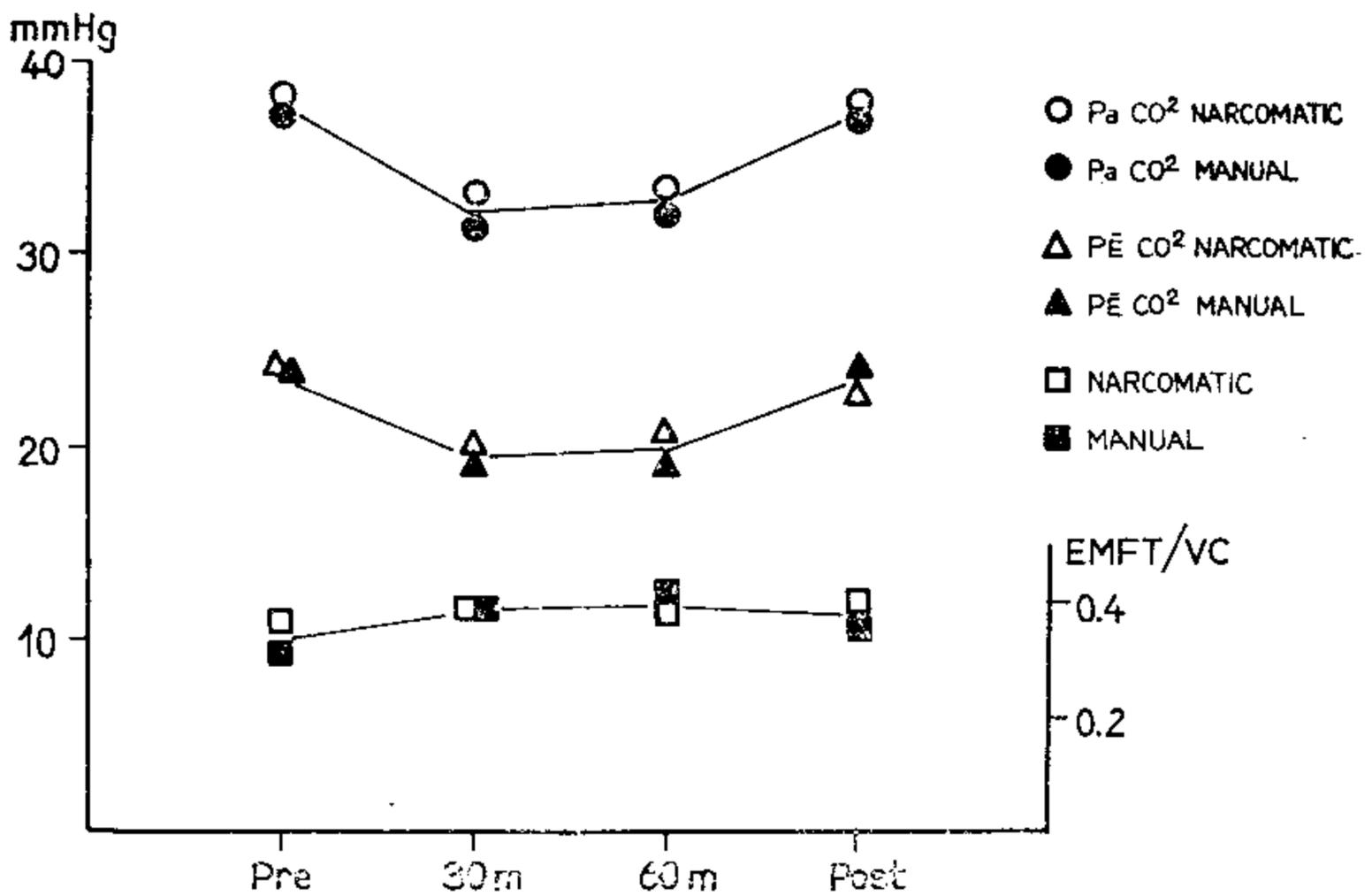


FIGURA 11
Comparação PaCO₂, PE CO₂ e EMFT/Vc. Entre os pacientes ventilados com Narcomatic e manualmente.

$PaCO_2$ — Os valores médios da $PaCO_2$ no sangue desceram no per-operatório a cifras estatisticamente significativa nos primeiros 30 minutos. Aos 60 minutos a diminuição não foi significativa (fig. 9).

$PECO_2$ — A pressão parcial de CO_2 no ar expirado mostrou uma diferença entre pré e per-operatório (30-60 min) significativa (fig. 9). No pós-operatório retorna a níveis semelhantes aos do pré-operatório.

Comparação dos Resultados Obtidos com a Ventilação por Miniventilador — Da comparação dos dados obtidos com teste "t" para amostras independentes entre ventilação manual e ventilação utilizando miniventilador (Narcomatic) conclui-se que não houve diferenças significativas entre os valores estudados (figs. 10, 11).

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Se bem que existam fatores que modifiquem o EMFT na anestesia geral, nós tratamos de minimizá-las utilizando a mesma técnica anestésica e mantendo estabilidade hemodinâmica (1,8).

Os aumentos do EMFT obtidos, acreditamos serem devidos aos aumentos do volume corrente, baseados na existência de uma correlação linear entre os valores de V_c e EMFT. Isto coincide com os resultados encontrados por outros autores (2,5,6).

O aumento da relação EMFT/ V_c no per-operatório pode ser acarretado por um aumento maior do EMFT do que V_c . Cremos que esta modificação está relacionada à ventilação, já que ao se retirar a mesma aos 30 minutos do pós-operatório os valores voltam a ser similares aos do pré-operatório.

Devido a variabilidade que tem a ventilação manual, dependendo do anestesista atuante, podemos pensar que um dos fatores que determinaram um maior aumento do EMFT seria a diminuição da duração do tempo inspiratório. Inspirações curtas, além de distender as vias aéreas, se distribuem preferencialmente nos alvéolos mal perfundidos enquanto que nas inspirações mais profundas há maior tempo para que o ar se distribua aos alvéolos melhor perfundidos com tempo constante de insuflação maior (10). É por isso que os autores preconizam que o tempo inspiratório mínimo no qual não se produz variações, EMFT/ V_c seria de 1 segundo (10,17).

A queda da PCO_2 aos 60 minutos não é significativa por que os valores individualmente comparados apresentavam poucas diferenças. Apesar do aumento da relação EMFT/ V_c ,

a manutenção dos valores da ventilação alveolar associados a níveis baixos de PaCO_2 e PECO_2 , demonstram uma eliminação adequada de CO_2 durante este método de ventilação.

Comparação dos Resultados entre Ventilação Manual e Ventilação com Miniventilador — Os dados dos dois tipos de ventilação comparados não mostraram diferenças significativas. Por outro lado, a relação EMFT/Vc teve, analisando os grupos em separado, diferente comportamento.

No grupo I de pacientes ventilados com miniventilador, não houve modificações no per-operatório em relação ao pré-operatório. Contudo, no grupo ventilado manualmente produziu-se um aumento da relação EMFT/Vc — no per-operatório, já tendo sido discutida a possível causa.

O grupo de pacientes ventilados com miniventilador apresentou um aumento do EMFT que se relaciona com aumento do Vc . O grupo de pacientes submetidos a ventilação manual teve aumento da EMFT maior do que se deveria esperar proporcionar ao aumento do Vc .

Se bem que não houvesse diferenças estatisticamente significativas nos valores EMFT/Vc no pré-operatório dos pacientes dos dois grupos, estas foram menores no grupo ventilado manualmente.

Nas condições do presente estudo o miniventilador mostrou uma eficácia similar a da ventilação manual.

SUMMARY

CHANGES IN TOTAL FUNCTIONAL DEAD SPACE DURING GENERAL ANESTHESIA AND MANUALLY CONTROLLED VENTILATION

In a group of 11 patients total functional dead space and the relationship of total functional dead space tidal volume were studied during general anesthesia. Manual ventilation was achieved according to a pattern previously used with miniventilators.

Alveolar ventilation was calculated and arterial carbon dioxide partial pressures were determined during the study. There was always a significant increase in total functional dead space/tidal volume, without changes in alveolar ventilation, PaO_2 and PaCO_2 . There were no significant changes in this group as compared to an other ventilated with a miniventilator.

REFERENCIAS

1. Askrog V, Pender J and Eckenhoff J — Changes in physiological deadspace during deliberate hypotension. *Anesthesiology* 25:744-751, 1964.
2. Askrog V, Pender J and Smith T — Changes in respiratory deadspace during halotane cyclopropane. *Anesthesiology* 25:3, 1964.
3. Campbell E, Nunn J F and Pecket B W — A comparison of artificial ventilation and spontaneous respiration with particular reference to ventilation-bloodflow relationships. *Br J Anaesth* 30:166, 1958.

4. Egbert L D and Bisno D — The educated hand of the anesthesiologist. *Anesthesia-Analgesia* 46:195, 1967.
5. Hedenstierna G — The anatomical and alveolar deadspace during respirator treatment. *Br J Anaesth* 47:993, 1975.
6. Hedenstierna G and McCarthy G — The effect of anaesthesia and intermittent positive pressure ventilation with different frequencies on the anatomical and alveolar deadspace. *Br J Anaesth* 47:847-852, 1975.
7. Kain M L, Panday J, Nunn J F — The effect of intubation on the deadspace during halotane anaesthesia. *Br J Anaesth* 41:94, 1969.
8. Loh L, Seed R and Sykes M — The cardiorespiratory effect of halotane, thrychloroethylene and nitrous oxide in the dog. *Br J Anaesth* 45:25, 1973.
9. Lumley J, Morgan M and Sykes M — Changes in arterial oxygenation and physiological deadspace under anaesthesia. *Br J Anaesth* 41:279, 1969.
10. Nunn J F — *Applied Respiratory Physiology*. Butterworth & Co (Publishers) Ltd 2nd Edition 1977.
11. Nunn J F, Hill D W — Respiratory deadspace and arterial to end-tidal CO₂ tension difference in anesthetized man. *J Appl Physiol* 15:383, 1960.
12. Nunn J F and Bergman N A — The effect of atropine on pulmonary gas exchange. *Br J Anaesth* 36:68, 1964.
13. Nunn J F, Bergman N A and Coleman A J — Factors influencing the arterial oxygen tension during anaesthesia with artificial ventilation. *Br J Anaesth* 39:898, 1965.
14. Piriz H, Ayala W, Demoro S, Saralegui J, Arcos J, Maraffi M, Gadola L, Machado J — Modificações do espaço morto funcional total durante a anestesia com ventilação controlada com um mini-ventilador. *Rev Bras Anest* 29:64, 1979.
15. Pontoppidan H, Wilson R S, Ric R A and Schneder R C — *Respiratory Intensive Care*. *Anesthesiology* 47:96, 1977.
16. Robins R H — Ability to detect changes in compliance and resistance during manual artificial ventilation. *Br J Anaesth* 40:323, 1968.
17. Watson W E — Observation on physiological deadspace during intermittent positive pressure respiration. *Br J Anaesth* 34:502, 1962.