

VENTILAÇÃO CONTROLADA COM O "PULMOMAT"

Uso do Nomograma de Radford (*)

DR. JOAO BATISTA PEREIRA, E.A.

DR. LACY DO PRADO AGUIAR

DR. CARLOS ERNESTO S. DE BARROS FIGUEIREDO, E.A.

DR. NELSON BATISTA PIZZATO

AP2608

Foram estudados 89 pacientes anestesiados para submeterem-se a cirurgia cardíaca, ventilados mecanicamente com o aparelho "Pulmomat". No cálculo dos regimes ventilatórios utilizaram o nomograma de Radford com suas correções inerentes acrescidas daquela referente ao ventilador. Os resultados das determinações de pH e PCO₂ do sangue arterial permitiram concluir a eficiência do nomograma de Radford aplicado ao Pulmomat.

A ventilação controlada, sugerida em 1934 por Guedel, para uso em cirurgia abdominal, tem se tornado nos últimos anos método de emprêgo rotineiro. Utilizamo-la em todos os procedimentos cirúrgicos intracavitários, torácicos e abdominais. Temos dado preferência à ventilação controlada mecanicamente, por julgar que forneça maior uniformidade e permitir ao anestesio'logista melhor contrôle do paciente e dos recursos acessórios em uso em anestesia. Temos empregado na grande maioria dos casos o ventilador "Pulmomat".

A necessidade de evitar a hipo ou a hiperventilação do paciente anestesiado, aliada às dificuldades técnicas e econômicas da determinação dos gases artificiais, introduziu a elaboração de normas simplificadas para o cálculo dos regimes de ventilação. Dentre os vários métodos existentes, selecionamos o nomograma de Radford, com suas correções inerentes, acrescidas daquelas próprias do Pulmomat.

(*) Trabalho apresentado ao XIV Congresso Brasileiro de Anestesiologia, Pôrto Alegre.

(**) Os autores são Anestesistas de Clínica Anestesiológica de Pôrto Alegre.

O nosso trabalho teve como objetivo aferir, através da gasometria arterial, a validade do método selecionado.

METODO

O ventilador empregado, Pulmomat de Dräger, é um gerador de pressão com alta resistência, ciclado fundamentalmente a pressão, mas que em condições normais cicla a volume constante. É utilizado em sistemas pendulares ou circulares, fechados e semi-fechados. O volume corrente fornecido pode variar de 50 à 1000 ml, a relação tempo inspiratório-expiratório é de 1/1,2, as pressões geradas variam entre — 17 cm H₂O e + 30 cm H₂O. Os gases admitidos no circuito ventilador-paciente o são em ambas as fases do ciclo ventilatório, entretanto, os excessos de gás são eliminados apenas na fase inspiratória. Assim, durante a fase expiratória a concertina (balão de reserva do ventilador) recebe o volume corrente do paciente e o fluxo de gases frescos que entram no circuito nesta fase; na fase inspiratória o ventilador entrega o volume corrente ao paciente e elimina o excesso de gases que entraram na concertina durante a fase expiratória, juntamente com fluxo de gases admitidos nesta fase.

O cálculo do regime de ventilação foi realizado pelo nomograma de Radford, cujo elemento básico é o peso corporal do paciente. Selecionou-se a frequência respiratória, obedecendo os limites prescritos pelo nomograma. Dentro desses limites, deu-se preferência às frequências mais baixas, executados os pacientes com diminuída complacência tóraco-pulmonar. A correlação da frequência ventilatória e o peso corporal do paciente, forneceu-nos o volume corrente. Ao volume corrente obtido acrescentamos 20% como fator de correção do espaço morto da aparelhagem e aumento espaço morto pelo uso de pressão positiva intermitente. Acrescentamos, ainda, um volume idêntico ao dos gases admitidos no circuito balão-pulmão na fase expiratória.

Das correções recomendadas por Radford utilizamos apenas a referente à hipertemia.

Foram recolhidas amostras de sangue arterial mediante catéter de polietileno inserido nas artérias radial ou femoral. A colheita foi realizada após decorrer no mínimo uma hora do início da ventilação controlada, em seringa heparinizada, colocada de imediato em água com gelo. O pH foi determinado com eletródio capilar de vidro, o PCO₂ com eletródio de Severinghaus, utilizando sempre potenciômetro METHOHM E 322. As determinações sempre foram realizadas em tempo inferior a duas horas após a colheita.

MATERIAL

Foram tomados ao acaso 89 pacientes, todos portadores de cardiopatias congênitas ou adquiridas, submetidos a procedimentos cirúrgicos paliativos ou à correção total dos defeitos. A natureza da casuística deve-se unicamente à viabilidade de obtenção da gasometria arterial, em nosso meio, neste tipo de cirurgia.

A idade dos pacientes variou de 3 à 48 anos, e seu peso de 13,5 a 88 kg.

Todos os pacientes receberam medicação pré-anestésica constante de associação de duas ou mais das seguintes drogas: sulfato de atropina, meperidina, pentobarbital sódico, cloridrato de morfina. A escolha das drogas baseou-se na menor ou maior necessidade de sedação, e no estado físico dos pacientes. As doses utilizadas são especificadas na Tabela I. Os narcóticos tiveram suas doses reduzidas em até 50% quando associados aos barbituratos.

TABELA I

DOSE POR PESO CORPORAL

Droga	mg/kg
Atropina	0.01 — 0.02
Meperidina	1 — 1,5
Morfina	0,2
Pentobarbital	2 — 3

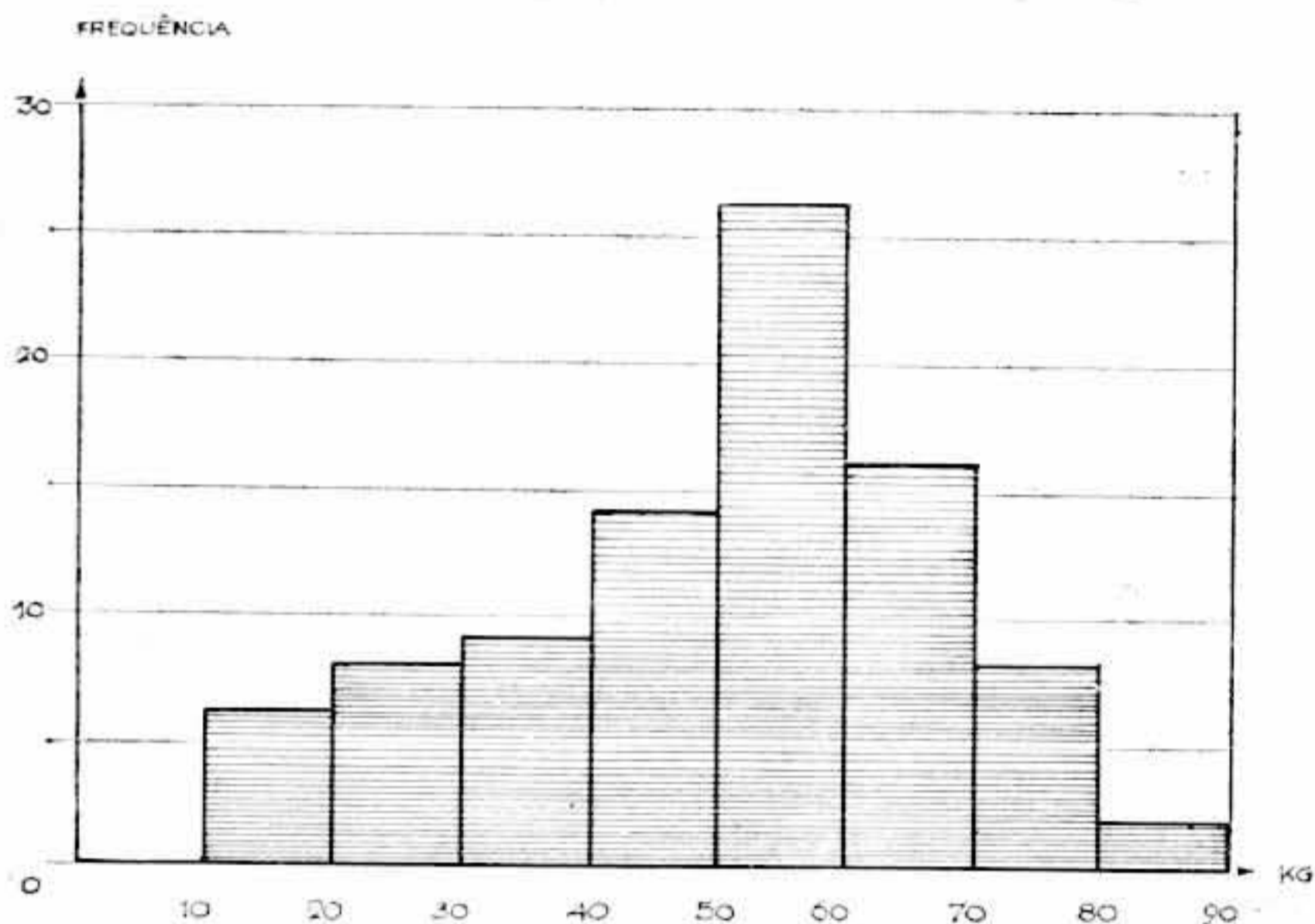
A indução da anestesia foi realizada com tiopental sódico ou ciclopropano. Todos os pacientes receberam intubação orotraqueal com tubo provido de balonete. A manutenção da anestesia foi com halotano, metoxifluorano, associados ou não com o óxido nítrico, em circuito semi-fechado total de 2 a 4,5 l/min. Como relaxante muscular administramos doses subsequentes de 25 a 50% da dose inicial, sendo este galamina em dose de 2 mg/kg de peso corporal.

RESULTADOS

Os pacientes foram distribuídos em oito grupos ponderais. A frequência dentro de cada grupo pode ser apreciada no gráfico n.º 1. A predominância dos pacientes com peso situado entre 40 a 70 kg, que representou 62,9% total da

amostra, deve-se ao fato de 73,1% da população analisada ser constituída de portadores de cardiopatias adquiridas, via de regra operados na idade adulta. Para efeitos de análise estatísticos, os pacientes de pêso corporal entre 70 a 89 kg foram reunidos em grupo único, em virtude de insuficiência de número no grupo de 80 a 89 kg, onde se encontravam apenas 2 pacientes (ver gráfico I).

GRÁFICO 1
FREQUÊNCIA NOS GRUPOS PONDERAIS



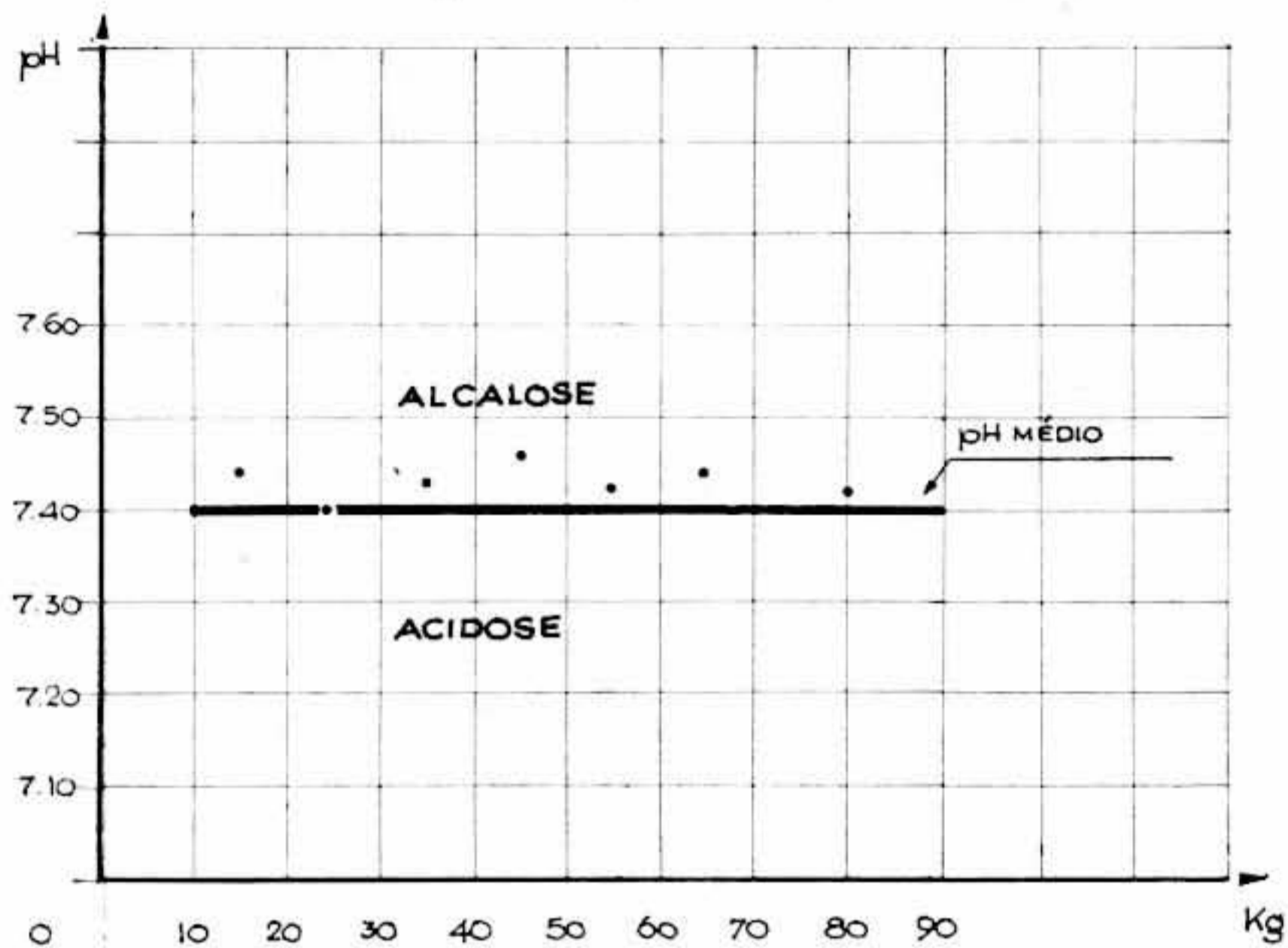
Os valores médios com o erro-padrão encontrados para o pH e PCO_2 estão expressos na Tabela II. Todos os grupos, à exceção dos constituídos por pacientes com pêso corporal de 40 a 49 kg e 60 a 69 kg, mantiveram pH médio dentro dos limites de normalidades (ver Tabela II).

TABELA II - VALORES DO pH E DO P_{CO_2} (MÉDIA \pm ERRO PADRÃO)

GRUPO PONDERAL KG	Nº DE CASOS	pH	P_{CO_2}
10 A 19	6	7,442 \pm 3,60	32,3 \pm 2,75 *
20 A 29	8	7,403 \pm 2,70	35,3 \pm 2,01
30 A 39	9	7,437 \pm 2,26	35,0 \pm 1,87 *
40 A 49	14	7,461 \pm 1,61 **	32,6 \pm 1,42 **
50 A 59	26	7,423 \pm 1,14	39,6 \pm 1,32
60 A 69	16	7,448 \pm 1,51 **	34,3 \pm 1,55 **
70 A 89	10	7,429 \pm 1,74	37,9 \pm 2,45

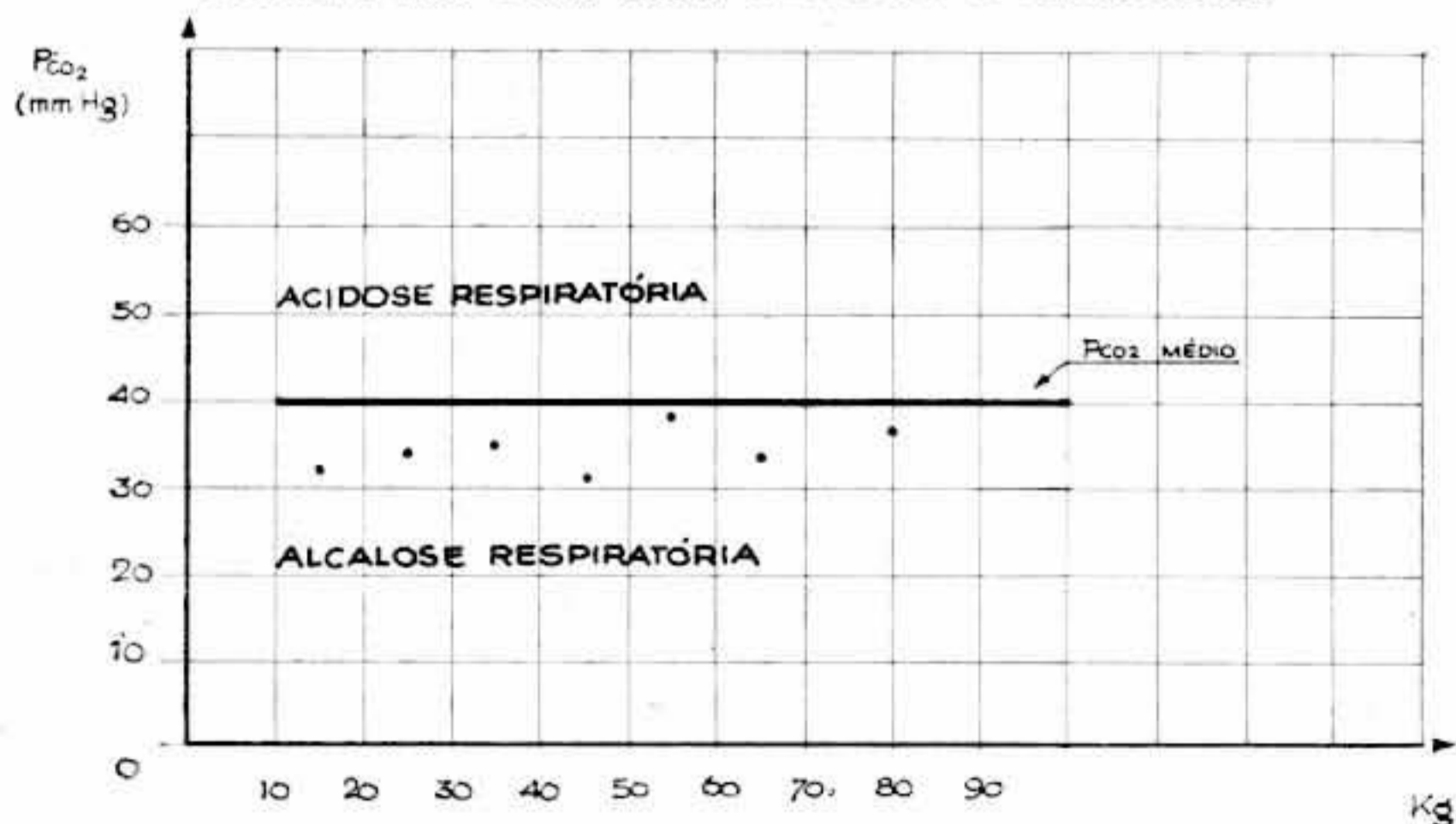
* DIFERENÇA SIGNIFICATIVA EM RELAÇÃO À MÉDIA DE POPULAÇÃO, PARA $P < 0,05$
** DIFERENÇA SIGNIFICATIVA EM RELAÇÃO À MÉDIA DE POPULAÇÃO, PARA $P < 0,01$

GRÁFICO 2
MÉDIA DO pH NOS GRUPOS PONDERAIS



Nos dois grupos que apresentaram desvio da médio populacional analisada, êste foi significativo para P 0,01 no sentido da alcalose. As determinações do PCO_2 mostraram desvio significativo para P 0,05 nos grupos de 10 a 19 kg e 30 a 39 kg; e desvio significativo para P 0,01 nos grupos de 40 a 49 kg e 60 a 69 kg, todos no sentido da alcalose respiratória. Os demais grupos não apresentaram desvios estatisticamente significativos. Quando os valores médios do pH e PCO_2 foram lançados em gráficos, constatamos que mesmo os que não apresentavam desvio significativo da normalidade se situaram no lado da alcalose respiratória, conforme se depreende dos gráficos 2 e 3.

GRÁFICO 3
MÉDIA DO P_{CO_2} NOS GRUPOS PONDERAIS



DISCUSSAO

A hipocarbica desvia a curva de dissociação da oxihemoglobina para esquerda, dificultando a entrega de oxigênio aos tecidos, proporcionando, assim, a possibilidade de ocorrência de hipóxia tecidual.

Pressões parciais de CO_2 no sangue arterial inferiores a 25 mm Hg tem sido responsabilizado por vasoconstricção cerebral, susceptível de causar hipóxia do sistema nervoso central. A hipercarbica, por outro lado, é universalmente considerada como nociva, capaz de diminuir a contratilidade miocárdica, produzir arritmias ventriculares e interferir na atividade de certas enzimas. Estes fatores levaram a maioria dos autores a admitir que os pacientes submetidos à anestesia geral devam ser mantidos levemente hiperventilados. O elastério da hipocapnia recomendada tem sido ampla, entretanto, há concordância em que seu limite inferior deva ser de tal ordem que o PCO_2 do sangue arterial seja mantido acima de 30 mm Hg.

Essas considerações levaram-nos a estabelecer a faixa de variabilidade ótima para o PCO_2 do sangue arterial de pacientes anestesiados, ventilados mecanicamente, entre 30 e 40 mm Hg. Nossos resultados situaram-se dentro desses parâmetros estabelecidos aprioristicamente, tendo os diversos grupos se distribuído aleatoriamente, variando de níveis próximos ao limite inferior até ao superior. As tentativas no sentido de correlacionar o maior ou menor desvio do valor médio de 40 mm Hg, aceito como normal para o PCO_2 com a variação dos grupos ponderais, não tiveram êxito. Isso nos permite aceitar que os resultados do método empregado independeram do peso corporal dos pacientes. É de salientar que a moderada hiperventilação foi de ordem a manter a média dos pacientes na faixa da alcalose, conforme se observa dos valores do pH e do PCO_2 lançados respectivamente nos gráficos 2 e 3.

Julgamos este fato benéfico, por evitar a acidose, causadora de depressão cardiovascular, particularmente nociva para a amostra estudada.

CONCLUSAO

A aplicação do nomograma de Radford, com as correções citadas, no cálculo dos regimes ventilatórios adotados para o uso do "Pulmomat" em anestesia geral, em circuito semi-fechado, permitiu obter ventilação pulmonar segura e

adequada da amostra estudada, independente da variação ponderal.

Os cálculos estatísticos do presente trabalho foram realizados pelo Prof. Edgar Mário Wagner da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SUMMARY

APPLICATION OF RADFORD'S NOMOGRAMME IN CONTROLLED VENTILATION WITH «PULMOMAT»

The authors have studied patients anaesthetized for cardiac surgery, being mechanically ventilated with the «Pulmomat». In calculating the ventilatory regimen they have used the Radford Nomogramme, with its inherent corrections, including the one referring to the employed ventilator. The results of pH and PCO₂ determinations in the arterial blood have allowed to infer the efficiency of the Radford Nomogramme applied to the «Pulmomat».

BIBLIOGRAFIA

1. Adriani, J. — Appraisal of current concepts in Anesthesiology, St. Louis, C. V. Mosby, 1961.
2. Allen, C. R. et Alii — What is the significance of hypercarbia or hypocarbia in the anesthetized patient? Anesthesiology, Philadelphia, 21:759, 1960.
3. Dräger Pulmomat, 8.^a ed., Dräger, Alemanha, 1964. 18 p.
4. Mushin, W. S. — Automatic ventilation of the lungs, Oxford, Blackwell, 1959.
5. Radford, E. P. et all. — Clinical use of a nomogram to estimate proper ventilation during artificial respiration. New England Journal Medicine, 251: 877, 1954.
6. Radford, E. P. — Ventilation standards for use in artificial respiration. J. Appl. Physiol, 7:451, 1955.
7. Vieira, Z.E.G. — Aparelhos de ventilação pulmonar: sistematização e classificação. Rev. Bras. Anest., 15:541, 1965.
8. Wylie, W. D., Churchill-Davidson, H. C. — A practice of anesthesia, Chicago, Year Book Publishers, 1965.

DR. JOÃO BATISTA PEREIRA
Rua André Puente, 88, apto. 32
Pôrto Alegre — RGS.