

Novos Parâmetros para Ventilação Controlada em Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca em Crianças

L.M.G. François¹, J.B. Pereira, TSA² & E.M. Wagner³

François L M G, Pereira J B, Wagner E M – New parameters for the controlled ventilation in the postoperative care of infants and children undergoing cardiac surgery.

The purpose of the present study was to determine simple parameters for use in pulmonary ventilation in postoperative care of infants and children submitted to cardiac surgeries. The authors initially used age as the basic parameter but the random results discarded it as the basic one. In a second trial, body weight was selected as the most reliable parameter and was used to establish the fresh gas flow (FAG), the tidal volume (VT), the respiratory frequency (f), the inspiratory time (TI) and the expiratory time (TE). The formulas used for the calculation of these dependent parameters are presented. The authors also present a table constructed for use with fixed values for inspiratory/expiratory relation (I:E = 1:1.5), compliance of the breathing system (Cl = 0.67 ml/cm H₂O) and average inspiratory pressure (PI = 15 cm H₂O). The results of the first clinical trial with that table are related. 82.3% of 68 infants and children ventilated with the Bourns BP 200 had a PaCO₂ of 4,8 kPa ± 0.8 kPa (36 ± 6 mm Hg).

Key Words: SURGERY: cardiac; COMPLICATIONS: postoperative, ventilatory; CHILDREN; MEASUREMENT TECHNIQUES: ventilatory, nomogram; VENTILATION: controlled

No pós-operatório de cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea e em muitas outras situações em que existe indicação para ventilação controlada em crianças, é desejável a disponibilidade de estabelecimento de parâmetros, que quando utilizados permitam um alto grau de acerto. Idealmente estes parâmetros devem permitir ventilação pulmonar capaz de manter os gases arteriais dentro de limites fisiológicos aceitáveis, sem requerer excessiva monitorização.

Em 1983 a revisão de nomogramas e tabelas na bibliografia existente, adaptada para crianças, evidenciou grande variabilidade nos dados a serem utilizados. A aplicação destes dados por diferentes especialistas (anestesiologistas, cardiologistas e intensivistas) conduzem a resultados imprevisíveis.

Este fato nos motivou a definir parâmetros simples que, quando utilizados, necessitassem um mínimo de correções para resultarem de início em adequada ventilação pulmonar.

Trabalho realizado no Instituto de Cardiologia, Fundação Universitária de Cardiologia de Porto Alegre, RS

1 Médica Anestesiologista do IC-FUC

2 Chefe do Setor de Anestesia do IC-FUC, Responsável pelo CET-SBA do SANE

3 Assessor de Metodologia Científica da Unidade de Pesquisa do IC-FUC

*Correspondência para Lisia Maria Galant François
Rua Andrade Neves, 90/103
90010 - Porto Alegre, RS*

Recebido em 14 de julho de 1987

Aceito para publicação em 14 de setembro de 1987

© 1987, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

METODOLOGIA

A partir de dados constantes em tabelas propostas por Crone¹ e Takaoka² determinamos volumes minutos médios para cada faixa etária. Adotando as frequências respiratórias (f) propostas por Takaoka, obtivemos o volume corrente (Vt). Com estes dados construímos a Figura 1, que ao ser aplicada na ventilação pulmonar de crianças submetidas a correções cirúrgicas de cardiopatias congênitas forneceu resultados gasométricos aleatórios.

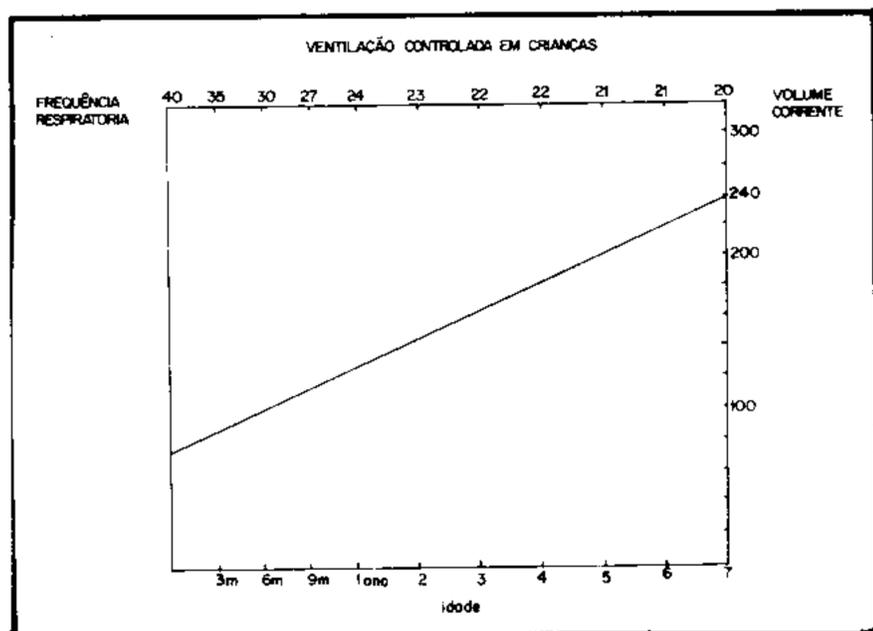


Fig. 1 - Gráfico construído com dados propostos por Takaoka e Crone. Parâmetro básico: idade.

A revisão da casuística referente ao uso deste gráfico evidenciou que a disparidade dos resultados originou-se na grande variação ponderal dos pacientes situados dentro de uma mesma faixa etária.

Decidimos então utilizar como parâmetro básico o peso dos pacientes e como referências adicionais dados obtidos dos trabalhos de Radford³ e Lindhal⁴. Os resultados da experiência inicial somados a esta nova orientação levaram à construção de um novo gráfico representado pela linha tracejada na Figura 2.

A utilização dos parâmetros decorrentes resultou em hiperventilação nas crianças de menor peso. Por esta razão, com base nos resultados obtidos, acentuamos a inclinação da reta na demonstração gráfica.

Finalmente este novo gráfico, representado pela linha contínua na Figura 2, resultou efetivo. Foram, então, elaboradas fórmulas a partir do mesmo, representadas no Quadro I, que permitissem sua aplicação em crianças ventiladas com diferentes relações inspiração/expiração (I:E) e com aparelhos de diferentes complacências internas (CI).

Considerando que o aparelho por nós utilizado rotineiramente era o Bourns BP 200, redeterminamos sua CI, e o valor encontrado, 0,67 ml/cm H₂O, foi introduzido nas fórmulas a serem utilizadas. Posteriormente fixamos a relação I:E inicial em 1:1,5.

A aceitação da relação I:E igual a 1:1,5 e da CI de 0,67 ml/cm H₂O permitiu a simplificação das fórmulas conforme consta do Quadro II. A partir destas fórmulas simplificadas foi elaborada uma tabela para uso clínico (Tabela I), a qual permite que a partir unicamente do peso do paciente

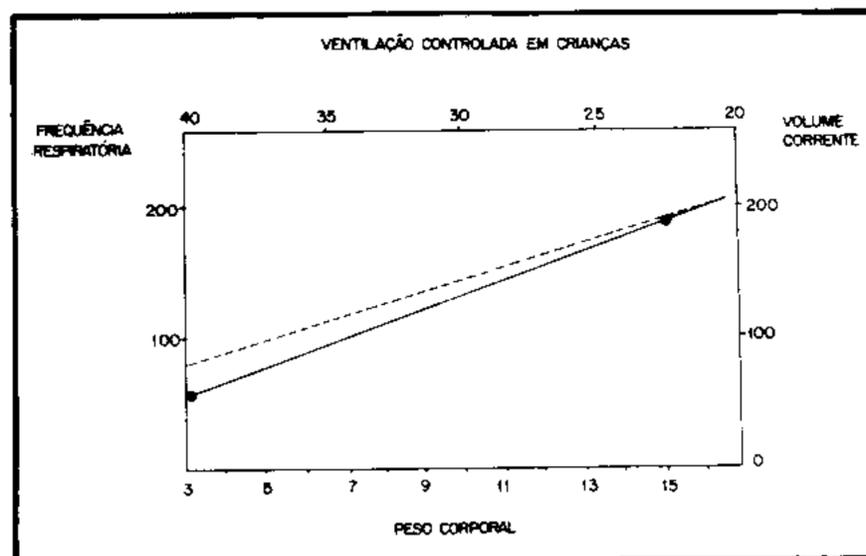


Fig. 2 - Gráfico construído utilizando como parâmetro básico o peso corporal.

Quadro I

1. $FAG = VMR \times (I + E)$
2. $TI = \frac{60}{f(I + E)}$
3. $TE = \frac{60}{f} - TI$
4. $V_{tr} = \frac{FAG}{60} TI - CI \times PI$

FAG = fluxo admitido de gases; VMR = volume minuto respiratório; I = inspiração; E = expiração; TI = tempo inspiratório; f = frequência respiratória; TE = tempo expiratório; V_{tr} = volume corrente real; CI = complacência interna do aparelho; PI = pressão inspiratória.

Quadro II - Fórmulas para (I + E) igual a 2,5 e CI = 0,67 ml/cm H₂O

1. $FAG = 2,5 \times V_t \times f$
2. $TI = \frac{24}{f}$
3. $TE = \frac{36}{f}$
4. $V_{tr} = V_t - \frac{2 \times PI}{3}$
5. $f = 45 - 1,5 \times kg$
6. $V_t = 23 + 11 \times kg$

FAG = fluxo admitido de gases; VMR = volume minuto respiratório; I = inspiração; E = expiração; TI = tempo inspiratório; f = frequência respiratória; TE = tempo expiratório; V_{tr} = volume corrente real; CI = complacência interna do aparelho; PI = pressão inspiratória.

Tabela 1 – Tabela confeccionada para uso com o Burns BP 200

Tabela para I:E::1,0:1,5, CI = 0,67 ml/cm H ₂ O e PI média = 15 cm H ₂ O														
Peso	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vt	45	56	68	79	90	101	112	123	134	145	157	168	179	190
f	42	40	39	37	36	34	33	31	30	28	27	25	24	22
FAG	4,70	5,64	6,50	7,28	7,97	8,58	9,11	9,55	9,91	10,18	10,38	10,48	10,51	10,45
TI	0,57	0,60	0,61	0,65	0,67	0,71	0,73	0,77	0,80	0,86	0,90	0,96	1,00	1,09
TE	0,86	0,90	0,92	0,97	1,00	1,06	1,09	1,16	1,20	1,29	1,33	1,44	1,50	1,64

sejam determinados o Vt, a f, o fluxo de gases admitidos (FAG), o tempo inspiratório (TI) e o tempo expiratório (TE).

Os dados desta tabela foram utilizados para ventilação controlada em pós-operatório de cirurgia cardíaca corretiva ou paliativa de 68 crianças. O peso das crianças variou de 2,4 kg a 15 kg, aceito para uso da tabela.

Selecionamos o valor da PaCO₂, em amostra colhida 30 min após instalada a ventilação, para avaliar a efetividade dos parâmetros empregados. Consideramos como acerto a obtenção de uma PaCO₂ de 4,8 kPa ± 0,8 kPa (36 mm Hg ± 6 mm Hg).

RESULTADOS

Os resultados estão expressos no Quadro III, no qual se verifica que em 11,8% dos pacientes ocorreu hiperventilação, em 82,3% a ventilação situou-se dentro dos valores por nós considerados como acerto inicial e em 5,9% a PaCO₂ indicou hipoventilação.

Quadro III – Resultados do uso da Tabela 1 em 68 casos

PaCO ₂	Nº de casos	%
< 30 mm Hg (4 kPa)	8	11,8
entre 30 e 42 mm Hg	56	82,3
> 42 mm Hg (5,6 kPa)	4	5,9

DISCUSSÃO

A tabela por nós elaborada partiu dos pres-

supostos de uma CI do aparelho igual a 0,67 ml/cm H₂O e de uma pressão inspiratória média de 15 cm H₂O. Devem ser introduzidas correções sempre que a tabela for utilizada em aparelhos de diferente CI ou para pacientes com elevadas pressões inspiratórias.

Nessas condições deve-se calcular o Vt real (Vt_r) a partir da fórmula 4 do Quadro I e, a este valor, acrescer o produto da CI pela PI para obter o Vt a ser utilizado no aparelho e paciente em questão.

Acreditamos que a falta do uso desta correção tenha sido a responsável direta em três das crianças hipoventiladas, pois as mesmas eram portadoras de hipertensão arterial pulmonar tendo requerido elevadas pressões inspiratórias.

Ainda não foram feitas correções para as variações da temperatura corpórea, e sabe-se que a hipotermia diminui o metabolismo no mínimo em 5% por °C de redução da temperatura⁵. Viu-se, entretanto, que em todos os pacientes hiperventilados (11,8%) a temperatura central era igual ou inferior a 35°C, o que nos levou a atribuir a falta de acerto nestes casos a menor produção de CO₂, uma vez que a produção de CO₂ é uma medida de atividade metabólica.

A tabela proposta foi altamente efetiva no estabelecimento dos parâmetros iniciais para ventilação pulmonar com o Bourns BP 200, de crianças com até 15 kg de peso corporal. Correções referentes à complacência pulmonar e à temperatura central do paciente certamente podem aumentar o grau de acerto inicial. Com a utilização das fórmulas propostas é possível construir tabelas adaptadas para uso com outros ventiladores de pulmão.

François L M G, Pereira J B, Wagner E M – Novos parâmetros para ventilação controlada em pós-operatório de cirurgia cardíaca em crianças.

O propósito do presente estudo foi determinar parâmetros simples para uso em ventilação pulmo-

François L M G, Pereira J B, Wagner E M – Nuevos parámetros para ventilación controlada en el pos-operatorio de cirugía cardíaca en niños.

El propósito del presente estudio fué determinar parámetros simples para uso en ventilación pul-

nar no pós-operatório de crianças submetidas a cirurgia cardíaca. Inicialmente os autores usaram a idade como parâmetro básico, mas os resultados aleatórios obtidos levaram ao seu abandono. Em uma segunda tentativa foi selecionado o peso corporal, e a partir deste foram estabelecidos o fluxo de admissão de gases (FAG), o volume corrente (V_t), a frequência respiratória (f), o tempo inspiratório (TI) e o tempo expiratório (TE). As fórmulas utilizadas para o cálculo destas variáveis são apresentadas. Os autores apresentam, também, uma tabela construída para uso com valores fixos da relação inspiração/expiração (I:E::1:1,5), da complacência interna do aparelho ($CI = 0,67 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$) e da pressão inspiratória ($PI = 15 \text{ cm H}_2\text{O}$). O emprego desta tabela na ventilação pulmonar com o ventilador Bourns BP 200 em 68 crianças resultou em 82,3% de acertos, considerada como acerto a obtenção de uma $PaCO_2$ de $4,8 \text{ kPa} \pm 0,8 \text{ kPa}$ ($36 \text{ mm Hg} \pm 6 \text{ mm Hg}$).

Unitermos: CIRURGIA: cardíaca; COMPLICAÇÕES: pós-operatória, ventilatória; CRIANÇAS; TÉCNICAS DE MEDIÇÃO: nomograma; VENTILAÇÃO: controlada

monar en el pos-operatorio de niños sometidos a cirugía cardíaca. Inicialmente, los autores usaron la edad como parámetro básico, solo que los resultados aleatorios obtenidos llevaron a su abandono. En una segunda tentativa, fué seleccionado el peso corporal y a partir de este fueron establecidos el flujo de admisión de gases (FAG), el volumen corriente (V_t), la frecuencia respiratoria (f), el tiempo inspiratorio (TI) y el tiempo expiratorio (TE). Son presentadas las fórmulas utilizadas para el cálculo de estas variables. Los autores también presentan un índice construido para uso con valores fijos de la relación inspiración/expiración (I:E:1:1,5) de la complacencia interna del aparato ($CI = 0,67 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$) y de la presión inspiratoria ($PI = 15 \text{ cm H}_2\text{O}$). El empleo de este índice en la ventilación pulmonar con el ventilador de Bourns BP 200 en 68 niños resultó en 82,3% de aciertos, considerada como acierto la obtención de una $PaCO_2$ de $4,8 \text{ kPa} \pm 0,8 \text{ kPa}$ ($36 \pm 6 \text{ mm Hg}$).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Crone R K — Pediatric intensive care. Refresher Courses in Anesthesiology, 1981; 9: 21-34.
2. Takaoka K — Ventiladores Takaoka Manual de instrução do fabricante, 1966.
3. Radford E P — Ventilation standards for use in artificial respiration. J. Appl Physiol, 1955; 7: 451-460.
4. Lindahl S G E, Huseand M G, Hatch D J — Ventilation and gas exchanges during anesthesia and surgery in expontaneously breathing infants and children. Br J Anaesth, 1984; 56: 121-129.
5. Jung L A — Hipotermia e anestesia. Rev Bras Anest, 1985; 35: 77-89.