

1379

## EFEITOS HEMODINÂMICOS DO RESPIRADOR DE TAKAOKA EM CÃES

### II — Cães Hipovolêmicos (\*)

**DRA. MARLENE PAULINO DOS REIS DE OLIVEIRA, E.A. (\*\*)**

**DR. RUBENS LISANDRO NICOLETTI, E.A. (\*\*\*)**

**DR. RENATO ALVES DE GODOY (\*\*\*\*)**

**DR. PAULO MELO SOARES (\*\*\*\*\*)**

**DRA. ANITA LEOCÁDIA MATTOS FERRAZ, E.A. (\*\*\*\*\*)**

AP1864

*Estudaram-se as alterações do débito cardíaco, tempo circulatório médio, volume central, pressão arterial sistêmica e frequência cardíaca, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> e pH, induzidas pelo uso do Respirador de Takaoka em 7 cães anestesiados e em hipovolemia.*

*Os resultados demonstraram que houve uma diminuição do débito cardíaco, do volume central e não houve alteração do tempo circulatório médio. Houve aumento do pH e da PaO<sub>2</sub> enquanto que a PaCO<sub>2</sub> diminuiu.*

*As alterações observadas foram paralelas às que ocorreram em cães normovolêmicos com exceção do tempo circulatório médio.*

Após ter estudado os efeitos hemodinâmicos do respirador de Takaoka em cães normovolêmicos <sup>(11)</sup>, decidimos estudar estes mesmos efeitos em condição de hipovolemia, por

(\*) Resumo de Tese de Doutorado apresentada na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, no dia 02-02-1977.

(\*\*) Professora Assistente Doutor do Departamento de Cirurgia, Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

(\*\*\*) Professor Adjunto Livre Docente de Anestesia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

(\*\*\*\*) Professor Adjunto do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

(\*\*\*\*\*) Professor Assistente Doutor do Departamento de Cirurgia, Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

(\*\*\*\*\*\*) Professora Assistente do Departamento de Cirurgia, Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

ser esta uma situação com que se defrontam muito frequentemente os anestesiológicos.

Considerando a imensa utilização do respirador de Takaoka e considerando que na maioria dos hospitais brasileiro é o único ventilador mecânico disponível, achamos importante conhecer quantitativamente os efeitos hemodinâmicos do respirador de Takaoka durante hipovolemia, para que se possa tomar os devidos cuidados e tomar medidas para evitar complicações conseqüentes à ventilação mecânica controlada.

### MATERIAL E MÉTODO

Já descrito em trabalho anterior <sup>(11)</sup>.

Este grupo, constituído de sete animais, teve a finalidade de verificar as alterações induzidas pelo respirador de Takaoka em cães hipovolêmicos. O sangramento foi feito na proporção de 18-20 ml/kg de peso corporal <sup>(10)</sup>. Após 30 minutos do sangramento foi injetada uma dose de albumina (m ). Colhidas as amostras de sangue arterial para construção da curva de diluição I e colhidas uma amostra de sangue arterial para a gasometria I (fase I). Em seguida no cão hipovolêmico foi instalado o respirador de Takaoka. Após 10 minutos de ventilação nova dose de albumina (m ) foi injetada, as amostras de sangue arterial foram colhidas para determinar a curva de diluição II. Foi colhida também uma amostra de sangue arterial para a gasometria II (fase II).

### RESULTADOS

*Débito Cardíaco* — Os valores de débito cardíaco após o sangramento, durante respiração espontânea, na fase I, e em respiração controlada com o respirador de Takaoka, fase II, estão apresentados na Tabela I. As curvas de diluição deste grupo são mostradas nas Figuras 1 e 2. Verificou-se que a média do débito cardíaco na fase I foi de 103,88 ml/kg de peso corporal e na fase II de 75,5 ml/kg de peso corporal. A redução foi de 27,26%. Esta diminuição foi estatisticamente significativa ( $p = 0,02$ ).

*Tempo Circulatório Médio* — Os valores de tempo circulatório médio nas duas fases do experimento estão apresentadas na Tabela II. A média dos valores na fase I foi de 18,42 segundos e na fase II, de 18,35 segundos. Não houve variação significativa nestes valores.

TABELA I

VALORES DE DÉBITO CARDÍACO E SUAS MÉDIAS EM ml/kg, DURANTE AS FASES I e II

CÃO	DÉBITO CARDÍACO (ml/kg)		
	N.º	Fase I	Fase II
1		205.6	118.1
2		120.0	126.7
3		113.2	065.8
4		045.4	041.6
5		102.5	080.0
6		060.5	050.3
7		080.0	046.0
$\bar{x}$		103.88	75.5

*Volume Central* — Os valores de volume central estão apresentados na Tabela III. A média dos valores na fase I foi de 29,12 ml/kg e na fase II, de 21,03 ml/kg. A diminuição foi estatisticamente significativa ( $p = 0,016$ ).

*Pressão Arterial* — As curvas de pressão arterial nas duas fases do experimento estão apresentadas nas Figuras 3 e 4. Os valores de pressão arterial, média, desvio de padrão e intervalo de confiança, estão apresentados nas Tabelas IV.

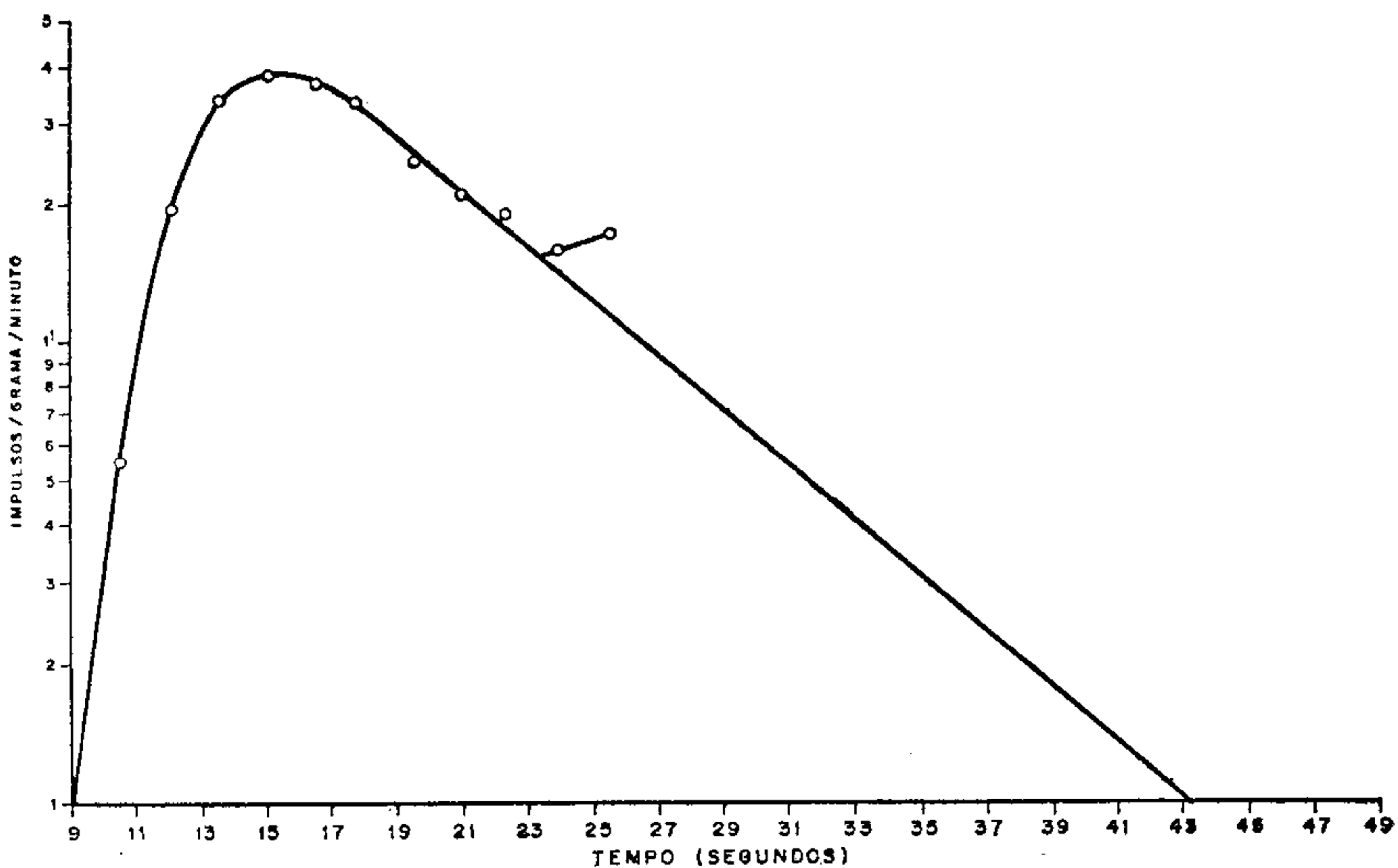


FIGURA 1

Curva de diluição do grupo durante fase I.

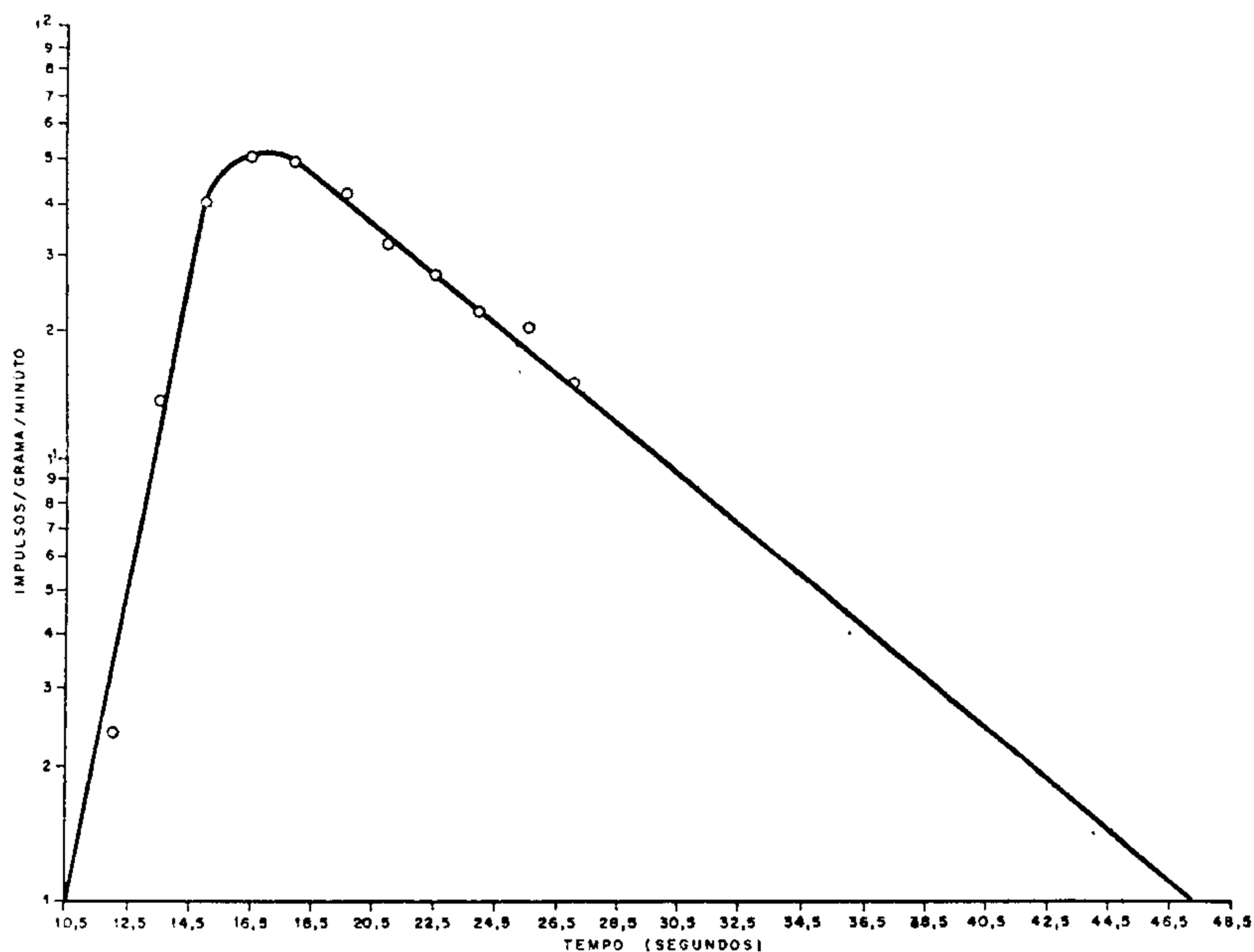


FIGURA 2

Curva de diluição do grupo durante fase I.

Verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas fases do experimento.

*Frequência Cardíaca* — Os valores de frequência cardíaca, médias, desvio padrão e intervalo de confiança, estão apresentados na Tabela V. Não houve variação significativa entre as duas fases do experimento.

TABELA II

VALORES DE TEMPO CIRCULATORIO MÉDIO EM SEGUNDOS E SUAS MÉDIAS, DURANTE AS FASES I e II

CAO	TEMPO CIRCULATORIO MÉDIO (seg.)	
	Fase I	Fase II
N.º		
1	16,44	16,98
2	22,02	18,95
3	15,90	11,92
4	19,38	20,40
5	14,67	17,68
6	23,03	21,41
7	17,50	21,15
$\bar{x}$	18,42	18,35

TABELA III  
VALORES DE VOLUME CENTRAL E SUAS MÉDIAS EM ml/kg, DURANTE AS FASES I e II

CAO	VOLUME CENTRAL (ml/kg)		
	N.º	Fase I	Fase II
	1	56,32	33,50
	2	29,21	22,99
	3	30,18	18,60
	4	28,56	23,54
	5	12,87	14,22
	6	23,30	17,96
	7	23,43	16,41
	$\bar{x}$	29,78	21,03

TABELA IV  
MÉDIA, DESVIO PADRAO E INTERVALO DE CONFIANÇA DOS VALORES DE PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA E DIASTÓLICA, DURANTE AS FASES I e II

Análise estatística	PRESSÃO ARTERIAL SISTÊMICA (mmHg)			
	Fase I		Fase II	
	Sistólica	Diastrólica	Sistólica	Diastrólica
Média	128,95	85,71	124,42	86,85
Desvio padrão	8,1	6,8	6,9	6,3
Intervalo de confiança	142,8 — 115,0	74,7 — 96,2	133,9 — 114,9	99,6 — 74,1

TABELA V  
MÉDIA, DESVIO PADRAO E INTERVALO DE CONFIANÇA DOS VALORES DE FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE AS FASES I e II

Análise estatística	FREQUÊNCIA CARDÍACA (bat/min.)	
	Fase I	Fase II
	Média	168,57
Desvio padrão	14,87	10,97
Intervalo de confiança	197.14 — 138.8	181.38 — 138.62

TABELA VI  
MÉDIA, DESVIO PADRAO E INTERVALO DE CONFIANÇA DOS VALORES DE pH, DURANTE AS FASES I e II

Análise estatística	pH	
	Fase I	Fase II
Média	7,33	7,53
Desvio padrão	0,039	0,020
Intervalo de confiança	7,23 — 7,38	7,49 — 7,57

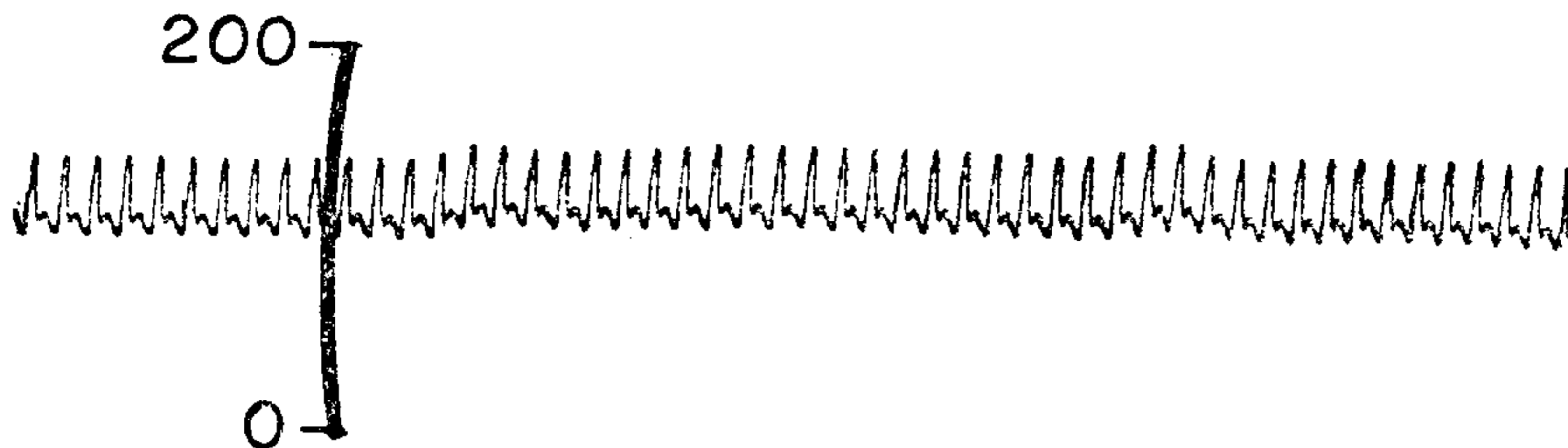


FIGURA 3

Gráfico da pressão arterial em mmHg do cão n.º 3, durante a fase I.

*Gasometria* — Os valores de pH, PaO<sub>2</sub> e PaCO<sub>2</sub> estão apresentadas na Tabela VI. ,

O pH apresentou valores médios de 7.33 na fase I e de 7.53 na fase II. A elevação de pH foi estatisticamente significativa (Tabela VI).

A PaO<sub>2</sub> apresentou valores médios de 86.60 mmHg na fase I e de 437.86 mmHg na fase II. A elevação da PaO<sub>2</sub> foi altamente significativa. Tabela VII.

TABELA VII

MÉDIA, DESVIO PADRÃO E INTERVALO DE CONFIANÇA DOS VALORES DE paO<sub>2</sub>, DURANTE AS FASES I e II

Análise estatística	paO <sub>2</sub> (mmHg)	
	Fase I	Fase II
Média	86.60	437.85
Desvio padrão	11.4	16.28
Intervalo de confiança	108.94 — 64.3	469.76 — 405.96

A PaCO<sub>2</sub> apresentou valores de 37.52 mmHg na fase I e de 17.77 mmHg na fase II. A diminuição de PaCO<sub>2</sub> foi estatisticamente significativa (Tabela VIII e Figura 9).

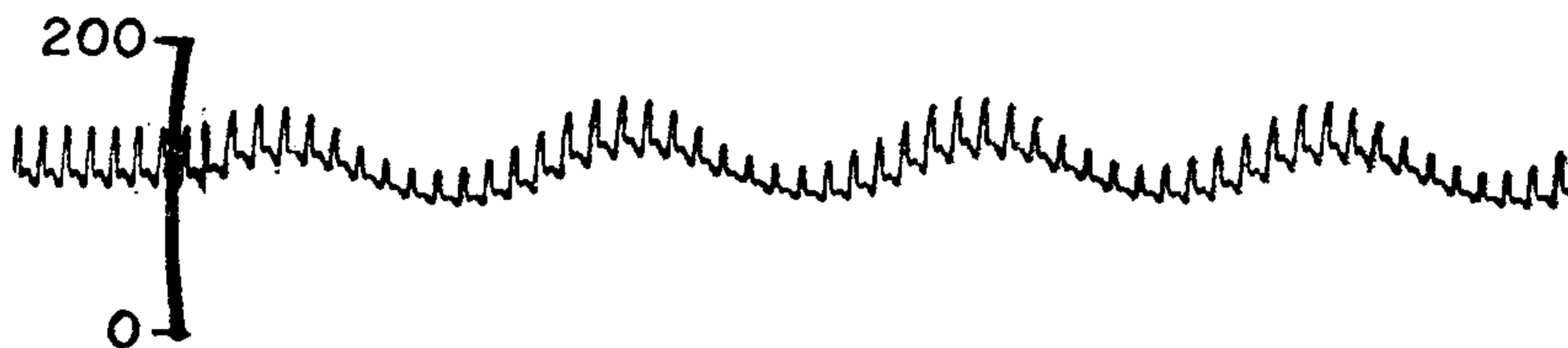


FIGURA 4

Gráfico de pressão arterial em mmHg de cão n.º 3, durante a fase II.

TABELA VIII

MÉDIA, DESVIO PADRAO E INTERVALO DE CONFIANÇA DOS VALORES DE  $\text{paCO}_2$ , DURANTE AS FASES I e II

Análise estatística	$\text{paCO}_2$ (mmHg)	
	Fase I	Fase II
Média	37.52	17.77
Desvio padrão	4.61	4.23
Intervalo de confiança	46.56 — 28.50	26.06 — 9.48

## DISCUSSÃO

No grupo de cães hipovolêmicos, verificou-se que o Respirador de Takaoka causou efeito semelhante ao grupo normovolêmico, ou seja, diminuição do débito cardíaco em torno de 27,29%, do volume central mas não se alterou o tempo circulatório médio. A pressão arterial e a frequência cardíaca não se alteraram também.

Sabe-se que a hemorragia provoca no cão uma redução de pressão de enchimento diastólico, diminuição do volume central, diminuição do débito cardíaco, aumento de frequência cardíaca e aumento da resistência (4,8).

Durante a hipotensão por sangramento, há o aumento do espaço-morto, fisiológico, significando que a  $\text{PaCO}_2$  aumenta nesta condição e que o controle de ventilação é importante (5,6). Por outro lado, alguns autores afirmam que o efeito da pressão positiva intermitente, em condições de hipovolemia é perigosa, podendo mesmo ser fatal (3,10,12).

Embora a proporção da queda do débito cardíaco tenha sido quase da mesma intensidade que nos cães normovolêmicos, é preciso ter em mente que esta redução representa realmente risco, porque o cão já se encontrava previamente com este parâmetro diminuído pela hemorragia e foi acrescentado mais um fator de diminuição que é a respiração mecânica, através do aumento da pressão intratorácica e da baixa  $\text{paCO}_2$ . Como já foi discutido anteriormente, o tempo circulatório médio foi aumentado pelo sangramento, não sofrendo alteração quando se instalou o Respirador de Takaoka, enquanto que o volume central diminuiu. Isso significa que mesmo no cão hipovolêmico, ocorre a redistribuição de sangue da circulação central para a periferia com o uso de respiradores mecânicos.

Diferentemente do homem, o baço do cão possui elevada capacidade de reservatório e tem grande poder de con-

centração, podendo se autotransfundir diante de uma hemorragia (7). Por isso, os efeitos do Respirador de Takaoka no homem poderão ser mais acentuado do que os observados neste trabalho.

Do ponto de vista clínico, o paciente hipovolêmico, possui risco maior frente à cirurgia e anestesia, quando submetido à respiração controlada mecânica, e por isso, é obrigatório a manutenção da volemia através de transfusão de sangue ou de substitutos do plasma, porque a reposição volêmica contrabalança os efeitos de pressão positiva intratorácica, induzida pela respiração mecânica, através do aumento da pressão sistêmica média (10,12).

Além de reposição de volemia, manobras posturais são também úteis. A reposição de Trendelenberg restaura os valores de débito cardíaco diminuídos pela ventilação mecânica, através do aumento do volume central (1). A elevação dos membros inferiores causa o mesmo efeito sobre o débito cardíaco sem o inconveniente da posição de Trendelenberg (9). O uso de vasoconstritor também é efetivo, porém menos fisiológico para aumentar o débito cardíaco e o volume central diminuídos pela ventilação mecânica (5). É importante a manutenção do volume central porque há uma limitação do volume diastólico de enchimento, resultando em diminuição da força de contração ventricular.

A variação do pH, da  $\text{PaCO}_2$  e da  $\text{PaO}_2$  comportou-se semelhantemente ao resultado do trabalho anterior, (11). Houve uma alcalose respiratória caracterizada pela baixa de  $\text{CO}_2$  e elevação do pH. A  $\text{PaO}_2$  subiu conseqüente à ventilação com  $\text{O}_2$  a 100%.

## SUMMARY

### HEMODYNAMIC EFFECTS OF THE TAKAOKA RESPIRATOR IN HYPOVOLEMIC DOGS

The hemodynamic effects of Takaoka respirator were studied in 7 mongrel dogs anesthetized with pentobarbital sodium in hypovolemic condition.

The cardiac output, the mean circulatory time, the central volume, arterial pressure, heart rate,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{PaO}_2$ , and pH were determined during both types of ventilation: normal breathing at ambient pressure and during positive pressure breathing with Takaoka respirator.

The results demonstrated reduction of the cardiac output, increase of the circulatory mean time, reduction of the central volume there was increased arterial blood pressure heart rate. pH and  $\text{PaO}_2$  has increased with  $\text{PaCO}_2$  has lowered.



## REFERÊNCIAS

1. Berneus B, Grorh T, Linderholm H, Strom G & Wernerman H — On the effect of head down position during intermittent positive pressure ventilation. *Acta Med Scand* 152:31, 1955.
2. Braunwald E, Binion J T, Morgan W L & Sarnoff S J — Alterations blood volume and cardiac output induced by positive pressure breathing and counteracted by metaraminol. *Circ Res* 5:670, 1957.
3. Carr D T, Essex H E — Certain effects of positive pressure respiration on the circulatory and respiratory system. *Amer Heart J* 31:53, 1946.
4. Conway J — Haemodynamic consequences of induced changes in volume. *Circ Res* 38:190, 1966.
5. Eckenhoff J E, Enderby G E H, Carson H, Edridge A & Ludervine D T — Pulmonary gas exchange during deliberate hypotension. *Br J Anesth* 35:750, 1963.
6. Gerst P H, Rattenborg C & Holandy D A — The effects of hemorrhage on pulmonary circulation and respiration gas exchange. *J Clin Invest* 38:524, 1959.
7. Guntheroth W G & Mullins G L — Liver and spleen as venous reservoirs. *Amer J Physiol* 204:34, 1963.
8. Guyton A C, Lindesey A W, Kaufmann B N & Abernathy J B — Effect of blood transfusion and hemorrhage on cardiac output and on the venous return curve. *Amer J Physiol*, 194:2631 1958d.
9. Morgan B C, Guntheroth W C & McGough G A — Effect of position on the leg volume case against the trendelenburg position. *JAMA*. 187:1024, 1964.
10. Morgan B C, Crawford E W, Guntheroth W G — The hemodynamic effects of changes in blood volume during intermittent positive pressure ventilation. *Anesthesiology*, 30:297, 1969.
11. Pires Oliveira M P, Nicoletti R L, Godoy R A, Soares P M, Mattos Ferraz A L — Efeitos hemodinâmicos do Respirador de Takaoka em cães I — Cães normovolêmicos. *Rev Bras Anest* 27:587, 1977.
12. Sykes M K, Adams A P, Finlay W E T, McCormick P W & Economides A — The effects of variations in end: expiratory inflation pressure on cardiac respiratory function in norm, hipo and hipervolemic dogs. *Br J Anaesth* 42: 670, 1970.