

1455
**ALTERAÇÕES DA PRESSÃO INTRACRANIANA
PELA INFUSÃO VENOSA DE NITROPRUSSIATO
DE SÓDIO (*)**

Estudo Experimental em Cães

DR. GUSTAVO DELMANTO NETO ()**
DR. IRIMAR DE PAULO POSSO, E.A. (*)**
DRA. EUGESSE CREMONESI, E.A. (*)**
DRA. ILDA DE JESUS RODRIGUES (**)**

AP 1796

Foram estudadas as variações da pressão intracraniana de 20 cães submetidos à hipotensão arterial induzida pelo nitroprussiato de sódio. Os demais foram divididos em dois grupos de acordo com o tipo de ventilação empregada (espontânea ou artificial).

Os resultados obtidos mostraram que o nitroprussiato de sódio determina aumento da pressão intracraniana, associada à hipotensão arterial. Essa elevação da pressão intracraniana persiste durante todo o período de hipotensão arterial, com tendência a diminuir com a normalização desta, após interrupção da infusão da droga.

Considerando as dificuldades impostas ao neurocirurgião pelo sangramento excessivo, hipertensão intracraniana e edema encefálico, vários métodos foram propostos para reduzir essas complicações.

A hipotensão arterial induzida interfere com a circulação sangüínea intracraniana, podendo ser obtida através de ganglioplégicos, anestesia profunda com anestésicos halogenados e outras técnicas menos cruciais. (2,3,5) Entretanto esses diversos métodos apresentam vários inconvenientes que limi-

(*) Trabalho realizado no Laboratório de Anestesiologia Experimental da Disciplina de Terapêutica Clínica (Departamento de Clínica) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, com auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

(**) Assistente

(***) Professor Livre Docente

(****) Técnica de Laboratório

tam o seu emprego. Por isso tem sido ensaiada a utilização de drogas como os nitritos e o nitroprussiato de sódio (NPS), com ação direta sobre a musculatura lisa dos vasos, para promover hipotensão arterial.

O NPS foi usado experimentalmente em cães, gatos e coelhos em 1929, por Johnson. Essa droga, por via oral ou parenteral, determina intensa hipotensão arterial, devido à sua ação miorelaxante direta, não mediada pelo sistema nervoso autônomo. Entretanto foi apenas em 1962 que Moraca et al. (9) empregaram o NPS para reduzir a pressão arterial em anestesia de doente submetidos a arteriografia renal, neurocirurgia e tratamento de coarctação da aorta. Os resultados obtidos encorajaram outros pesquisadores e desde 1970 o NPS vem sendo usado em doentes durante a cirurgia de malformações (1,6,11) vasculares cerebrais e pan-angiografia cerebral.

Apenas duas observações foram encontradas na literatura sobre a ação do NPS na circulação cerebral. A de Keaney et al., (7), que induziram hipotensão arterial em cães pelo NPS obtendo redução do fluxo sanguíneo encefálico (FSC) e a de Posso, (10) que encontrou aumento no diâmetro dos vasos piais de cães com essa droga.

Por esse motivo esse estudo foi programado para avaliar os efeitos do NPS sobre a pressão intracraniana (PIC) de cães mantidos em ventilação espontânea e artificial.

METODOLOGIA

1. *Preparo do Animal:*

Foram utilizados 25 cães de ambos os sexos, sem raça ou idades definidas, com peso variando entre 6 a 15 quilogramas.

Foram utilizados 5 cães em experiência piloto, destinada a padronizar cada um dos detalhes técnicos. Os demais foram distribuídos em 2 grupos experimentais de 10, de acordo com a ventilação escolhida.

A anestesia foi induzida com pentobarbital sódico na dose de 30 mg/kg, por via venosa. Após intubação traqueal com sonda orotraqueal, provida de balonete, a ventilação foi realizada seja espontaneamente com ar ou artificialmente com oxigênio a 100%. Nos animais submetidos à ventilação controlada mecânica, foi usado o respirador de Takaoka modelo 600, com volume-minuto sempre maior do que o indicado no nomograma de Kleinman & Radford Jr. (8). Com o animal em posição supina foram introduzidos cateteres de polietileno na artéria e veia femurais esquerdas através de incisão na região ingüinal. O cateter da artéria femural foi conectado a um transdutor modelo MPU-290, para medida

contínua da pressão arterial. A pressão intracraniana foi medida continuamente através de uma agulha especial, colocada na cisterna magna e conectada a um transdutor modelo LPU-305. Ambos os transdutores foram conectados a um polígrafo San-Ei, modelo 142-8, previamente calibrado em mmHg e cmH₂O, para registro da pressão arterial média (PA) e pressão intracraniana média (PIC). Durante toda a experiência a cabeça e o tronco do animal eram mantidos no mesmo nível, correspondente ao zero do transdutor.

Toda a preparação do animal foi feita em aproximadamente 10 minutos, sendo o tempo medido por um cronômetro marca Tissot.

2. *Sistematização do Estudo:*

A seqüência experimental foi a mesma para os animais dos dois grupos, e se realizou em 3 etapas:

a — Após preparado o animal era feito o registro contínuo das pressões arterial e intracraniana e colheita de sangue arterial para determinação do pH, pCO₂ e pO₂.

b — Início da administração do NPS a 0,02% por via venosa. Utilizou-se para a infusão gradual um equipamento de microgotas Braun. O gotejamento foi lento e quando a pressão arterial diminuiu até 60 mmHg foi colhida nova amostra de sangue arterial.

c — O gotejamento foi regulado para manter a pressão arterial em 60 mmHg, durante 30 minutos. Foram registrados as pressões arterial e intracraniana aos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 minutos do momento em que a pressão arterial atingiu 60 mmHg. O sangue arterial foi novamente colhido aos 30 minutos; nesse momento era suspenso o gotejamento do NPS e as pressões registradas durante 15 minutos.

Os animais estudados foram divididos em 2 grupos:

2.1. — Animais mantidos em respiração espontânea.

2.2. — Animais mantidos em ventilação artificial.

3. *Determinação Laboratoriais:*

O sangue arterial foi colhido em heparina e em condições de anaerobiose, sendo as amostras guardadas em baixa temperatura por período inferior a duas horas. As determinações do pH, da pCO₂ e da pO₂ foram feitas com o aparelho "Il model 313 Automatic pH/Blood gas Analyser" fabricado por "Instrumentation Laboratory Inc., Boston, USA".

4. *Análise Estatística:*

A planificação das etapas deste trabalho envolveu delineamento estatístico. O teste empregado foi o de "t" de Stu-

dent para amostras correlacionadas, para comparação entre duas médias. O nível de significância foi especificado em 0,05 para tomada de decisões.

Formulou-se a hipótese estatística de nulidade de diferenças, rejeitando-se a mesma quando o resultado estatístico obtido foi maior do que o valor crítico da tabela para os graus de significância adotados. Nesses casos, as comparações foram consideradas significantes. Utilizou-se o recurso do asterisco, nas tabelas expositivas dos resultados, para salientar tal evento.

RESULTADOS

1. Cães mantidos em respiração espontânea.

1.1. Pressão arterial média (Quadro 1). A PA diminuiu até 60 mmHg e manteve-se nesses níveis durante

QUADRO I

PRESSÃO ARTERIAL MÉDIA (mmHg) NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min), DOS CÃES MANTIDOS EM RESPIRAÇÃO ESPONTANEA

| tempos cães | inical | zero | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
|----------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1 | 140,0 | 60,0 | 65,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 65,0 | 60,0 | 90,0 | 100,0 | 110,0 |
| 2 | 120,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 65,0 | 65,0 | 70,0 | 80,0 |
| 3 | 140,0 | 60,0 | 65,0 | 70,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 70,0 | 80,0 | 100,0 |
| 4 | 160,0 | 60,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 | 80,0 | 90,0 | 90,0 |
| 5 | 140,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 65,0 | 65,0 | 65,0 | 60,0 | 100,0 | 120,0 | 120,0 |
| 6 | 120,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 70,0 | 60,0 | 60,0 | 70,0 | 80,0 | 80,0 |
| 7 | 160,0 | 60,0 | 70,0 | 60,0 | 60,0 | 70,0 | 65,0 | 65,0 | 70,0 | 80,0 | 100,0 |
| 8 | 120,0 | 60,0 | 50,0 | 60,0 | 55,0 | 55,0 | 60,0 | 55,0 | 90,0 | 100,0 | 110,0 |
| 9 | 130,0 | 60,0 | 65,0 | 55,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 65,0 | 120,0 | 120,0 | 120,0 |
| 10 | 110,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 60,0 | 90,0 | 95,0 | 100,0 |

TABELA I

CALCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES, REFERENTES AO QUADRO I

| tempos (min) | inical | zero | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
|----------------------------------|--------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| médias (mmHg) | 134,0 | 60,0 | 62,0 | 61,5 | 61,0 | 62,5 | 62,5 | 62,0 | 84,5 | 93,5 | 101,0 |
| Valores do «t» de Student: | | | inical \times zero = 13,6631 * | | | | | | | | |
| | | | zero \times 5 = 1,0000 | | | | | | | | |
| | | | 10 \times 15 = 0,3611 | | | | | | | | |
| | | | \bar{X} (zero + 5) \times \bar{X} (20 + 25) = 1,16130 | | | | | | | | |
| | | | 30 \times 35 = 3,9552 * | | | | | | | | |
| | | | \bar{X} (zero + 5 + 10 + 15 + 20 + 25) \times 30 = 0,2633 | | | | | | | | |
| | | | 35 \times 40 = 5,5113* | | | | | | | | |
| | | | 40 \times 45 = 3,000 * | | | | | | | | |
| 0,05tc 18 = 2,101 | | | * significante ao nível de = 5% | | | | | | | | |

30 minutos. Após ser suspensa a administração do NPS, houve aumento estatisticamente significativo da PA, porém seu valor continuou menor que o inicial (Tabela I).

- 1.2. Pressão intracraniana (Quadro II, tabela II). Com diminuição da PA para 60 mmHg, a PIC aumentou progressivamente até os 30 minutos, quando cessou a administração do NPS. Esse aumento foi estatisticamente significativo apesar de não ter ocorrido em todos os cães. Após a interrupção do NPS a PIC diminuiu, sem contudo atingir em todos os animais, os valores iniciais.

QUADRO II

PRESSÃO INTRACRANIANA (cm H₂O) NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min), DOS CAES MANTIDOS EM REPIRAÇÃO ESPONTANEA

| tempos cães | inical | zero | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
|----------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 3,0 | 16,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 9,0 | 8,5 | 8,0 | 7,0 | 5,0 | 3,0 |
| 2 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 3 | 2,5 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 8,5 | 8,0 |
| 4 | 3,5 | 4,5 | 6,0 | 7,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 |
| 5 | 9,5 | 14,0 | 10,0 | 9,5 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 8,5 | 9,0 | 8,5 |
| 6 | 7,5 | 11,0 | 9,5 | 8,0 | 8,0 | 7,5 | 8,0 | 8,0 | 7,0 | 7,0 | 6,0 |
| 7 | 12,5 | 14,0 | 14,5 | 12,5 | 15,0 | 16,0 | 18,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| 8 | 8,5 | 8,5 | 8,0 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,5 |
| 9 | 8,0 | 9,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,5 | 12,5 | 13,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| 10 | 4,0 | 7,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 7,5 | 7,0 | 6,5 | 6,5 |

TABELA II

CALCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES, REFERENTES AO QUADRO II

| tempos (min) | inical | zero | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
|----------------------------------|--------|------|--------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------|---|--------------------|-------------------|---------------------------------|
| médias (cmH ₂ O) | 6,00 | 9,15 | 8,75 | 8,75 | 9,05 | 9,30 | 9,70 | 9,85 | 9,75 | 9,50 | 9,10 |
| Valores do «t» de Student: | | | inical × zero = 2,6410 * | zero × 5 = 0,5245 | 10 × 15 = 0,9434 | X (zero + 5) × X (20 + 25) = 1,16130 | 30 × 35 = 3,9552 * | X̄ (zero + 5 + 10 + 15 + 20 + 25) × 30 = 0,2633 | 35 × 40 = 5,5113 * | 40 × 45 = 3,000 * | |
| 0,05tc 18 = 2,101 | | | | | | | | | | | * significante ao nível de = 5% |

- 1.3. pH (Quadro 3). Houve diminuição, em quase todos os cães, não estatisticamente significativa (Tabela III).

QUADRO III
pH DO SANGUE ARTERIAL NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min),
DOS CAES MANTIDOS EM RESPIRAÇÃO ESPONTANEA

| tempos cães | inicial | zero | 30 |
|----------------|---------|------|------|
| 1 | 7,31 | 7,28 | 7,29 |
| 2 | 7,34 | 7,28 | 7,23 |
| 3 | 7,38 | 7,35 | 7,33 |
| 4 | 7,39 | 7,39 | 7,41 |
| 5 | 7,38 | 7,29 | 7,31 |
| 6 | 7,38 | 7,35 | 7,36 |
| 7 | 7,36 | 7,32 | 7,43 |
| 8 | 7,33 | 7,37 | 7,35 |
| 9 | 7,30 | 7,35 | 7,36 |
| 10 | 7,25 | 7,23 | 7,25 |

TABELA III
CALCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES,
REFERENTES AO QUADRO III

| tempos (min) | inicial | zero | 30 |
|----------------------------------|---|-------|-------|
| médias | 7,342 | 7,321 | 7,332 |
| Valores do «t» de Student: | inicial \times zero = 1,5705 | | |
| | \bar{X} (inicial + zero) \times 30 = 0,0352 | | |
| 0,05tc 18 = | 2,101 | | |

QUADRO IV
PRESSÃO PARCIAL DO GAS CARBÔNICO (mmHg) DO SANGUE ARTERIAL,
NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min), DOS CAES MANTIDOS EM
RESPIRAÇÃO ESPONTANEA

| tempos cães | inicial | zero | 30 |
|----------------|---------|------|------|
| 1 | 43,5 | 47,9 | 42,8 |
| 2 | 48,5 | 53,9 | 59,8 |
| 3 | 32,1 | 35,0 | 27,1 |
| 4 | 42,1 | 36,1 | 22,9 |
| 5 | 40,8 | 41,0 | 24,0 |
| 6 | 31,9 | 33,0 | 31,4 |
| 7 | 35,3 | 36,4 | 20,9 |
| 8 | 23,8 | 33,9 | 35,5 |
| 9 | 43,3 | 33,0 | 32,0 |
| 10 | 39,1 | 38,7 | 39,0 |

TABELA IV
CALCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES,
REFERENTES AO QUADRO IV

| tempos (min) | inicial | zero | 30 |
|----------------------------------|---|-------|-------|
| médias (mmHg) | 40,04 | 38,89 | 33,54 |
| Valores do «t» de Student: | inicial \times zero = 0,6446 | | |
| | \bar{X} (inicial + zero) \times 30 = 3050 * | | |
| 0,05tc 18 = | 2,101 | | |
| | * significante ao nível de = 5% | | |

- 1.4. Pressão parcial do gás carbônico (Quadro IV). Houve aumento estatisticamente significativo apenas entre os instantes zero e 30 minutos (Tabela 4). Em alguns animais a $paCO_2$ aumentou.
- 1.5. Pressão parcial do oxigênio (Quadro V, tabela V). Houve diminuição estatisticamente significativa entre os instantes inicial e zero e entre zero e 30 minutos. Em alguns animais a PaO_2 diminuiu.

QUADRO V

PRESSÃO PARCIAL DO OXIGÊNIO (mmHg) DO SANGUE ARTERIAL, NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min), DOS CAES MANTIDOS EM RESPIRAÇÃO ESPONTANEA

| tempos cães | inicial | zero | 30 |
|----------------|---------|------|------|
| 1 | 65,0 | 54,1 | 74,4 |
| 2 | 43,1 | 47,3 | 57,3 |
| 3 | 61,1 | 75,2 | 92,3 |
| 4 | 47,1 | 80,1 | 93,1 |
| 5 | 63,7 | 77,9 | 96,8 |
| 6 | 57,6 | 64,4 | 69,9 |
| 7 | 75,9 | 86,3 | 96,1 |
| 8 | 62,1 | 86,7 | 87,1 |
| 9 | 60,1 | 85,0 | 87,0 |
| 10 | 71,9 | 76,5 | 87,3 |

TABELA V

CALCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES, REFERENTES AO QUADRO V

| tempos (min) | inicial | zero | 30 |
|----------------------------|--|-------|-------|
| médias (mmHg) | 60,76 | 73,35 | 84,13 |
| Valores do «t» de Student: | $\text{inicial} \times \text{zero} = 3,1458 *$ $\text{zero} \times 30 = 5,0158 *$ | | |

0,05tc 18 = 2,101

* significativa ao nível de = 5%

2. Cães mantidos em ventilação artificial.

- 2.1. Pressão arterial média (Quadro VI). A PA diminuiu até 60 mmHg e manteve-se nesses níveis durante 30 minutos. Após ser suspensa a administração do NPS, houve aumento estatisticamente significativo da PA, porém seu valor continuou menor que o inicial (Tabela VI).

QUADRO VI

PRESSÃO ARTERIAL MÉDIA (mmHg) NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min), DOS CÃES MANTIDOS EM RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL

| tempos cães | inical | zero | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
|----------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 1 | 90,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 65,0 | 65,0 | 65,0 | 70,0 | 80,0 | 80,0 |
| 2 | 100,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 65,0 | 60,0 | 55,0 | 55,0 | 80,0 | 85,0 | 90,0 |
| 3 | 100,0 | 60,0 | 50,0 | 50,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 70,0 |
| 4 | 130,0 | 60,0 | 50,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 60,0 | 55,0 | 70,0 | 80,0 | 80,0 |
| 5 | 180,0 | 60,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 65,0 | 60,0 | 60,0 | 70,0 | 80,0 | 90,0 |
| 6 | 150,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 65,0 | 60,0 | 90,0 | 100,0 | 110,0 |
| 7 | 120,0 | 60,0 | 50,0 | 50,0 | 55,0 | 50,0 | 50,0 | 60,0 | 80,0 | 90,0 | 100,0 |
| 8 | 90,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 |
| 9 | 100,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 50,0 | 55,0 | 55,0 | 55,0 | 65,0 | 80,0 | 100,0 |
| 10 | 120,0 | 60,0 | 60,0 | 60,0 | 55,0 | 60,0 | 55,0 | 55,0 | 60,0 | 70,0 | 80,0 |

TABELA VI

CÁLCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES, REFERENTES AO QUADRO VI

| tempos (min) | inical | zero | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
|----------------------------------|--------|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| médias (mmHg) | 118,0 | 60,0 | 55,5 | 55,5 | 57,5 | 59,0 | 58,0 | 58,5 | 71,5 | 79,5 | 87,0 |
| Valores do «t» de Student: | | | inical × zero = 6,3283 * | | | | | | | | |
| | | | zero × 5 = 3,2504 * | | | | | | | | |
| | | | 5 × 10 = 1,5000 | | | | | | | | |
| | | | 15 × 20 = 1,0000 | | | | | | | | |
| | | | $\bar{X} (5 + 10) \times X (15 + 20) = 1,4347$ | | | | | | | | |
| 25 × 30 = 0,0000 | | | 25 × 30 = 0,0000 | | | | | | | | |
| | | | $\bar{X} (5 + 10 + 15 + 20) \times X (25 + 30) = 1,3473$ | | | | | | | | |
| | | | 35 × 40 = 5,2372 * | | | | | | | | |
| | | | $\bar{X} (5 + 10 + 15 + 20 + 25 + 30) \times 35 = 4,4002 *$ | | | | | | | | |
| | | | 40 × 45 = 3,7370 | | | | | | | | |
| 0,05tc 18 = 2,101 | | | * significativa ao nível de = 5% | | | | | | | | |

2.2. Pressão intracraniana (Quadro VII, Tabela VII). Com diminuição da PA para 60 mmHg, a PIC aumentou progressivamente até os 30 minutos quando cessou a administração do NPS. Esse aumento foi estatisticamente significativo apesar de não ter ocorrido em todos os cães. Após a interrupção do NPS a PIC diminuiu, sem contudo atingir, em todos os animais, os valores iniciais.

TABELA VII

PRESSÃO INTRACRANIANA (cmH₂O) NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min), DOS CÃES MANTIDOS EM RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL

| tempos cães | inical | zero | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
|----------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2,0 | 5,0 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 6,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 8,0 | 7,5 |
| 2 | 6,0 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 8,5 | 9,0 | 9,0 | 7,5 | 7,0 | 7,0 |
| 3 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 7,5 | 7,5 | 8,0 | 7,5 | 7,5 | 7,0 | 7,0 | 6,5 |
| 4 | 0,5 | 2,0 | 2,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| 5 | 3,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 9,0 | 11,0 | 12,0 | 14,0 | 14,5 | 14,5 | 14,5 |
| 6 | 6,0 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| 7 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 8 | 4,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 5,0 | 5,5 | 5,0 | 5,5 |
| 9 | 10,0 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,1 | 10,5 | 10,0 | 10,0 |
| 10 | 12,0 | 13,0 | 13,5 | 14,5 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 14,5 | 15,0 |

TABELA VII

CALCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES, REFERENTES AO QUADRO VII

| tempos (min) | inical | zero | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
|----------------------------------|--------|------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| médias (cmH ₂ O) | 5,05 | 5,75 | 5,95 | 6,80 | 7,30 | 7,80 | 8,05 | 8,30 | 8,25 | 8,05 | 8,05 |
| Valores do «t» de Student: | | | inicial × zero = 1,5829 | | | | | | | | |
| | | | 5 × 10 = 2,3252 * | | | | | | | | |
| | | | \bar{X} (inicial + zero) × 5 = 2,1126* | | | | | | | | |
| | | | 10 × 15 = 2,2119 * | | | | | | | | |
| | | | 15 × 20 = 2,1213 * | | | | | | | | |
| | | | 20 × 25 = 1,6269 | | | | | | | | |
| | | | 30 × 35 = 0,2307 | | | | | | | | |
| | | | \bar{X} (20 + 25) × \bar{X} (30 + 35) = 1,0829 | | | | | | | | |
| | | | 40 × 45 = 0,0000 | | | | | | | | |
| | | | \bar{X} (20 + 25 + 30 + 35) × \bar{X} (40 + 45) = 0,1679 | | | | | | | | |
| 0,05tc 18 = 2,101 | | | * significante ao nível de = 5% | | | | | | | | |

2.3. pH (Quadro VIII). Houve discreta variação porém não estatisticamente significante (Tabela VIII).

2.4. Pressão parcial do gás carbônico (Quadro IX). Houve diminuição estatisticamente significante apenas entre os instantes inicial e zero (Tabela IX). Em um cão a PaCO₂ aumentou.

QUADRO VIII

pH DO SANGUE ARTERIAL NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min), DOS CAES MANTIDOS EM RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL

| tempos cães | inicial | zero | 30 |
|----------------|---------|------|------|
| 1 | 7,62 | 7,64 | 7,53 |
| 2 | 7,43 | 7,50 | 7,53 |
| 3 | 7,48 | 7,84 | 7,62 |
| 4 | 7,70 | 7,63 | 7,66 |
| 5 | 7,42 | 7,33 | 7,31 |
| 6 | 7,56 | 7,58 | 7,51 |
| 7 | 7,59 | 7,47 | 7,40 |
| 8 | 7,58 | 7,68 | 7,51 |
| 9 | 7,54 | 7,65 | 7,66 |
| 10 | 7,53 | 7,63 | 7,63 |

TABELA VIII

CALCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES, REFERENTES AO QUADRO VIII

| tempos (min) | inicial | zero | 30 |
|----------------------------|---|-------|-------|
| médias | 7,575 | 7,595 | 7,536 |
| Valores do «t» de Student: | inicial \times zero = 0,7453 | | |
| | \bar{X} (inicial + zero) \times 30 = 1,7301 | | |
| 0,05tc 18 = 2,101 | | | |

QUADRO IX

PRESSAO PARCIAL DO GAS CARBÔNICO (mmHg) DO SANGUE ARTERIAL, NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min), DOS CAES MANTIDOS EM RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL

| tempos cães | inicial | zero | 30 |
|----------------|---------|------|------|
| 1 | 18,7 | 15,4 | 13,5 |
| 2 | 31,5 | 26,7 | 21,3 |
| 3 | 11,7 | 9,6 | 9,2 |
| 4 | 13,9 | 15,7 | 11,3 |
| 5 | 28,2 | 23,1 | 29,5 |
| 6 | 22,9 | 18,7 | 16,7 |
| 7 | 17,7 | 25,4 | 15,7 |
| 8 | 19,0 | 12,9 | 14,4 |
| 9 | 24,6 | 14,8 | 9,4 |
| 10 | 15,2 | 10,5 | 9,2 |

TABELA IX

CALCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES, REFERENTES AO QUADRO IX

| tempos (min) | inicial | zero | 30 |
|----------------------------|----------------------------------|-------|-------|
| médias (mmHg) | 22,30 | 16,28 | 15,02 |
| Valores do «t» de Student: | inicial \times zero = 2,6236 * | | |
| | zero \times 30 = 1,1167 | | |
| 0,05tc 18 = 2,101 | * significante ao nível de = 5% | | |

2.5. Pressão parcial do oxigênio (Quadro X). Houve aumento estatisticamente significativo apenas entre os instantes inicial e zero (Tabela X). Contudo esse aumento não ocorreu em todos os animais.

QUADRO X

PRESSÃO PARCIAL DO OXIGÊNIO (mmHg) DO SANGUE ARTERIAL, NOS DIVERSOS TEMPOS DA EXPERIÊNCIA (min), DOS CAES MANTIDOS EM RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL

| tempos cães | inicial | zero | 30 |
|----------------|---------|-------|-------|
| 1 | 289,0 | 289,0 | 280,0 |
| 2 | 415,0 | 394,0 | 410,0 |
| 3 | 382,0 | 439,0 | 445,0 |
| 4 | 364,0 | 398,0 | 415,0 |
| 5 | 215,9 | 202,7 | 251,1 |
| 6 | 392,0 | 424,0 | 395,0 |
| 7 | 429,0 | 413,0 | 424,0 |
| 8 | 311,0 | 271,0 | 344,0 |
| 9 | 444,0 | 479,0 | 498,0 |
| 10 | 440,0 | 478,0 | 495,0 |

TABELA X

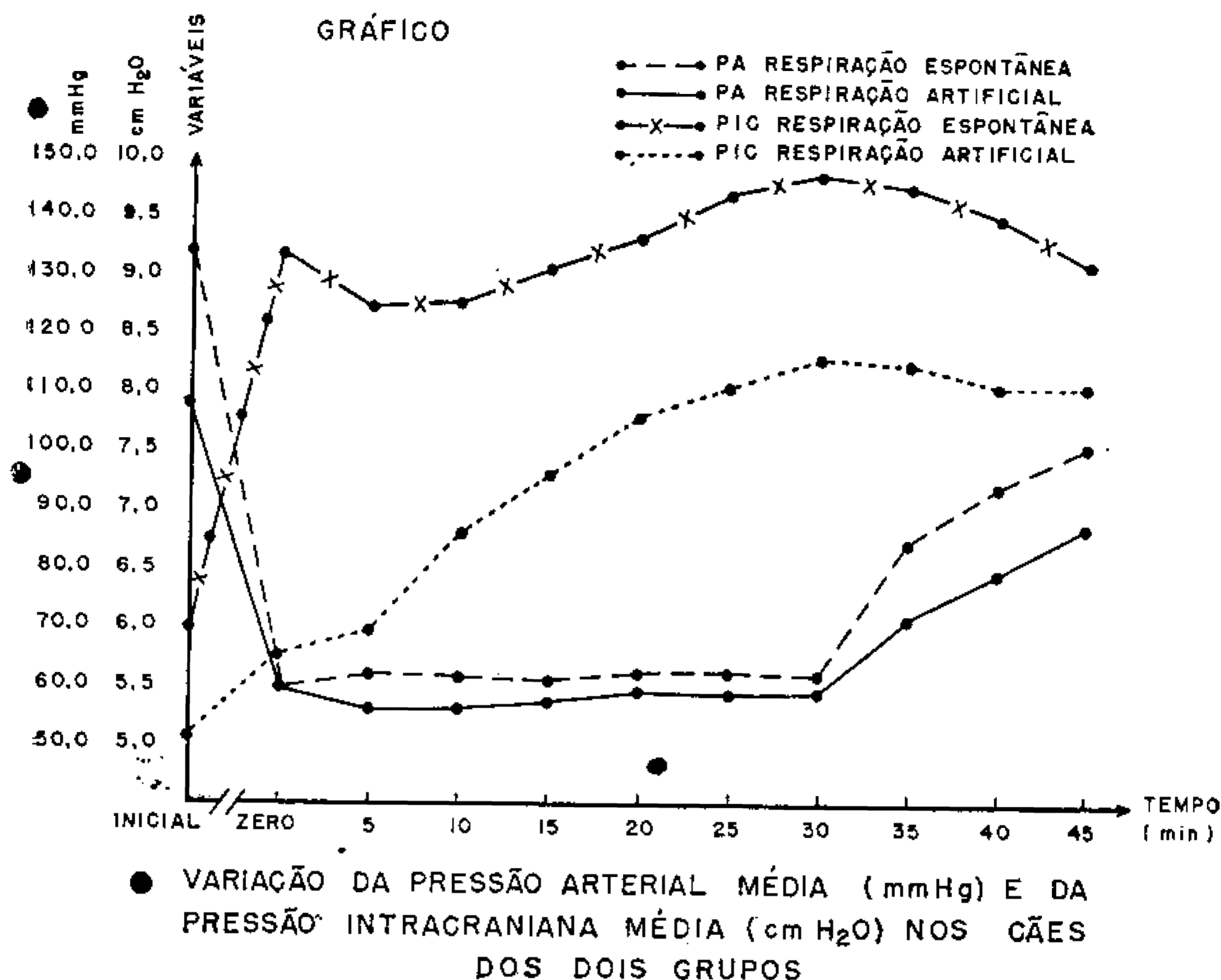
CALCULO DO «t» DE STUDENT E DAS MÉDIAS CORRESPONDENTES, REFERENTES AO QUADRO X

| tempos (min) | inicial | zero | 30 |
|----------------------------|----------------------------------|--------|--------|
| médias (mmHg) | 368,19 | 388,77 | 395,71 |
| Valores do «t» de Student: | inicial \times zero = 2,1386 * | | |
| | zero \times 30 = 0,9440 | | |
| 0,05tc 18 = 2,101 | * significativa ao nível de = 5% | | |

No gráfico são apresentadas as médias da PA e PIC para os dois grupos.

DISCUSSÃO

O NPS tem sido usado com o objetivo de causar hipotensão arterial em neurocirurgia há alguns anos, porém só recentemente os autores têm se interessado em estudar o seu efeito sobre a circulação cerebral. Merecem destaque os trabalhos de Keaney et al. (7) que verificaram comportamento inconstante do FSC quando da hipotensão induzida pelo NPS e de Posso (10) que observou aumento do diâmetro dos vasos piais quando a hipotensão induzida pelo NPS manteve-se em torno de 60 mmHg. Esses trabalhos permi-



tem sugerir que a elevação da PIC evidenciada nesta pesquisa deva-se a um aumento do diâmetro das artérias e veias encefálicas e à manutenção do FSC neste território dilatado e com menor resistência hemodinâmica. Essa hipótese é comprovada pelos trabalhos de Campan et al, ⁽¹⁾ que sugerem ser o sentido da variação da PIC em resposta a modificações da PA dependente de dois fatores hemodinâmicos que interferem com o volume sanguíneo intracraniano. Um fator extrínseco, mecânico, a PA sistêmica, que quando predominante determina variação da PIC no mesmo sentido; e um fator intrínseco, representado pela vasomotricidade cerebral, que quando predomina, induz variação da PIC oposta à da PA. Este seria o efeito do NPS.

É interessante observar que mesmo a diminuição da pCO₂ e o aumento da pO₂ devidos à ventilação artificial não foram suficientes para impedir o aumento da PIC (Tabela II e VII), assim como não impediram o aumento do diâmetro dos vasos piais do cão ⁽¹⁰⁾.

Esses resultados sugerem que o NPS deve ser usado com cautela em pacientes submetidos a neurocirurgias, mesmo quando o ato operatório seja de curta duração, uma vez que ocorre aumento de PIC concomitante à diminuição da PA.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Dr. Fernando Sogorb Sanchis pela cooperação no fornecimento dos animais.

SUMMARY

INTRACRANEAL PRESSURE VARIATIONS WITH INTRAVENOUS SODIUM NITROPRUSSIDE

The variations of intracranial pressure, following NPS induced arterial hypotension were studied in 20 dogs. The animals were divided in 2 groups according to the ventilation method employed (spontaneous or artificial respiration).

In both groups NPS induced arterial hypotension caused an increase on intracranial pressure, that became normal again only after normalization of arterial blood pressure, following interruption of the NPS infusion.

REFERÊNCIAS

1. Bankowsky I — Emprego do nitroprussiato de sódio como agente hipotensor na anestesia para pan-angiografia cerebral. São Paulo, 1972. (Tese-Doutoramento — Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo).
2. Black G W & McArdle L — The effects of halothane on the peripheral circulation in man. *Br J Anaesth* 34:2, 1962.
3. Caballero G L — L'anesthésie em neurochirurgie. *Anaesth Analg Réanim.* 19:709, 1962.
4. Campan L, Lazorthes J J, Bauvin M J & Clergue M L — A propos du l'entraînement ou du non entraînement de la pression intracraniène par la pression artérielle. *Ann Anesth Franç* 17, 551, 1976.
5. Guiot A & Damoiseau B — Vers la suppression des hemorragies et de l'édema cerebral par l'emploi des ganglioplégiques en neurochirurgie, *Anesth et Analg.* 8:641, 1951.
6. Johnson C C — The actions and toxicity of sodium nitroprusside. *Arch int Pharmacodyn.* 35:480, 1929.
7. Keaney N P, McDowall D G, Turner J M, Lane J R & Okuda Y — The effects of profound hypotension induced with sodiun nitroprusside on cerebral blood flow and metabolism in the baboon. *Br J Anaesth* 45:639, 1973.
8. Kleinman L I & Radford Jr E P — Ventilation standards for small mamals. *J appl Physiol.* 19:360, 1964.
9. Moraca P P, Bitte E M, Hale D E, Wasmuth C E & Poutasse E F — Clinical evaluation of sodium nitroprusside as a hypotensive agent. *Anesthesiology,* 23:193, 1962.
10. Posso I P — Alterações no diâmetro dos vasos piais consequentes à ação do nitroprussiato de sódio. Estudo experimental em cães. São Paulo, 1975. (Tese Docênica, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo).
11. Taylor T D, Styles M & Lamming A J — Sodium nitroprusside as a hypotensive agent in general anaesthesia. *Br J Anaesth,* 42:859, 1970.