

## Capnometria com Cateter Nasal em Pacientes com Respiração Espontânea \*

José Reinaldo Cerqueira Braz, TSA<sup>1</sup>; Ieda Harumi Takata<sup>2</sup>; Jeferson Kengi Sato, TSA<sup>3</sup>;  
Susane Bruder Silveira Gorayb<sup>4</sup>; Norma Sueli pinheiro Módolo, TSA<sup>5</sup>

### SUMMARY

Braz JRC, Takata IH, Sato JK, Gorayb SBS, Módolo NSP - Capnometry with Nasal Prong in Patients under Spontaneous Ventilation

*Background and Objectives* - Different systems have been developed for the evaluation of PETCO<sub>2</sub> in patients under sedation without tracheal intubation. The purpose of this study was to evaluate the PETCO<sub>2</sub> obtained through a nasal prong and correlate it to the PaCO<sub>2</sub> obtained from arterial gasometry.

*Methods* - Thirty patients, age varying between 16 and 78 years, submitted to general anesthesia for abdominal surgery were studied. After extubation, with the patient under spontaneous ventilation, the expired gas was continuously collected through a special nasal prong and PETCO<sub>2</sub> was analyzed by an OHMEDA 5.200 capnograph. The PETCO<sub>2</sub> was compared with the PaCO<sub>2</sub>, in thirty simultaneous measurements. In order to evaluate the accuracy of the system, the Pa-ETCO<sub>2</sub> gradient was also evaluated.

*Results* - PaCO<sub>2</sub> mean values were 36 ± 7 mmHg (range 28-53 mmHg) and PETCO<sub>2</sub> values were 34 ± 6 mmHg (range 23-47 mmHg), with a good correlation between them (r = 0.85, p < 0.01). Mean values for Pa-ETCO<sub>2</sub> gradient were 2.0 ± 3.5 mmHg. Although the mean values for PETCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub> were close, some patients showed an important difference between them.

*Conclusions* - We conclude that the method is suitable for continuous noninvasive monitoring of spontaneous ventilation in extubated patients. However, although the correlation between PETCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub> is good, the method should not be used for predicting of PaCO<sub>2</sub> values.

KEY WORDS - EQUIPMENT: capnography, nasal prong; MONITORING: end tidal CO<sub>2</sub>;  
VENTILATION: spontaneous

A monitorização não invasiva do CO<sub>2</sub> final expirado (PETCO<sub>2</sub>) através da capnometria tem sido usada em anestesiologia para controle

de padrão respiratório em pacientes submetidos à intubação traqueal.

Nos últimos anos vários sistemas têm sido desenvolvidos para medida da PETCO<sub>2</sub> em pacientes acordados sob sedação<sup>1-6</sup>. Recentemente foi lançado entre nós um cateter nasal (Ohmeda) para coletas de amostras do CO<sub>2</sub> expirado sem a necessidade de intubação traqueal. O objetivo desta pesquisa foi o de estudar a PETCO<sub>2</sub> obtida através de cateter nasal e de verificar a sua correlação com a PaCO<sub>2</sub> obtida por gasometria arterial.

### MÉTODO

O estudo, aprovado pelo Comitê de Ética Médica do Hospital, foi realizado em 30 pa-

\* Trabalho realizado no CET/SBA do Departamento de Anestesiologia da Faculdade de Medicina de Botucatu (FMB) - UNESP.

1- Professor Titular Depto de Anestesiologia, FMB, UNESP  
2- Residente de 2º ano, Depto de Anestesiologia, FMB, UNESP  
3- Auxiliar de Ensino, Depto de Anestesiologia, FMB, UNESP  
4- Enfermeira Chefe da Sala de Recuperação Anestésica do HC, FMB, UNESP  
5- Professora Assistente, Depto de Anestesiologia, FMB, UNESP

Correspondência para:

José Reinaldo Cerqueira Braz  
Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP  
Departamento de Anestesiologia  
18618-000- Rubião Júnior - Botucatu - SP.

Apresentado em 12 de maio de 1994

Aceito para publicação em 12 de setembro de 1994

© 1995, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

cientes adultos, ASA I ou II, de ambos os sexos, que foram admitidos na Sala de Recuperação Anestésica (SRA), após submeterem-se a anestesia geral balanceada com intubação traqueal e ventilação com pressão positiva intermitente, para realização de cirurgia abdominal. Após reversão do bloqueio neuromuscular, todos os pacientes foram extubados na SRA e receberam monitorização da saturação de  $O_2$  ( $SpO_2$ ), através de oxímetro de pulso Ohmeda mod. 3700, da frequência cardíaca (FC) por cardioscopia (DII), da temperatura corpórea realizada através de termômetro convencional de mercúrio posicionado em região axilar, da  $P_{ETCO_2}$  e da frequência respiratória (FR), realizadas através do capnógrafo tipo aspirativo Ohmeda mod 5200, provido de cateter nasal (Ohmeda) (Fig. 1), com coleta constante de amostra do ar expirado ( $1\ 50\ ml.\ min^{-1}$ ). A calibração dos gases do capnógrafo foi realizada antes do período de estudo de cada paciente, usando-se uma mistura de gases se-

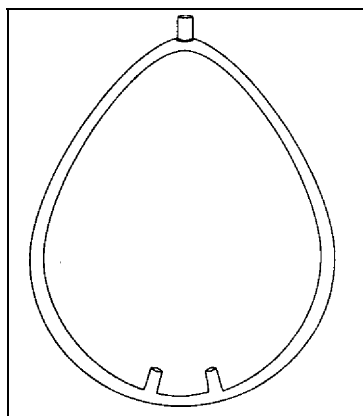


Fig. 1: Representação esquemática do cateter nasal Ohmeda para coleta do ar expirado.

cos, composta de  $O_2$  (30%),  $N_2O$  (65%) e  $CO_2$  (5%).

No momento da leitura da  $P_{ETCO_2}$ , quinze pacientes respiravam ar ambiente e quinze ar ambiente enriquecido com  $O_2$  ( $5\ L.\ min^{-1}$ ) através de máscara facial, e todos estavam em normotermia.

As trinta medidas da  $P_{ETCO_2}$  foram comparadas simultaneamente com os valores da  $PaCO_2$ , através de amostras de sangue arterial obtidas por punção da artéria radial, a qual foi precedida por realização de anestesia local com lidocaína a 1% (1 ml). As amostras foram coletadas em seringas previamente heparinizadas e encaminhadas imediatamente ao laboratório para leitura no aparelho da Corning Biomedical Instruments mod 165-2.

Para se verificar a acurácia do método, estudou-se também o gradiente  $P_{a-ET} CO_2$ .

Na determinação da correlação entre os valores da  $PaCO_2$  e  $P_{ETCO_2}$  utilizou-se análise de correlação linear simples. Os dados obtidos são apresentados através de média ( $\bar{X} \pm$  desvio padrão (DP)). O nível de significância foi estabelecido em  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

As características demográficas dos pacientes foram: idade  $52 \pm 16$  anos (de 16 a 78 anos); peso  $65,9 \pm 10,5$  kg (de 45 a 86 kg); altura  $164 \pm 6$  cm (de 154 a 175 cm). AFR foi de  $18 \pm 4$  mov.  $min^{-1}$  (de 9 a 25 mov.  $min^{-1}$ ) e a temperatura axilar de  $36,6 \pm 0,5$  C (35,8 a 37,5 °C). Os valores médios da  $PaCO_2$  foram de  $36 \pm 7$  mmHg (de 28 a 53 mmHg) e os da  $P_{ETCO_2}$  de  $34 \pm 6$  mmHg (de 23 a 47 mmHg). Houve boa correlação entre os valores da  $P_{ETCO_2}$  e  $PaCO_2$  ( $r=0,85$ ,  $p < 0,01$ ) (fig. 2), sendo a regressão linear dada pela fórmula:  $PaCO_2 = 5,1842 + 0,9064 \times P_{ETCO_2}$ , com coeficiente de determinação ( $r^2$ ) relativamente baixo de 0,7294.

O gradiente  $P_{a-ET} CO_2$  foi de  $2,0 \pm 3,5$  mmHg. A frequência do gradiente  $P_{(a-ET)CO_2}$  é mostrada na Fig. 3.

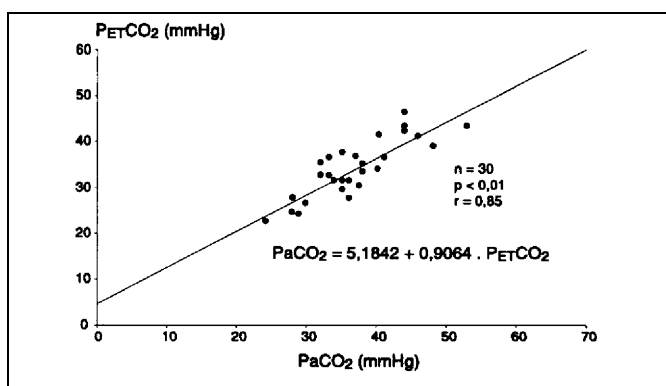


Fig 2- Correlação linear entre os valores da  $PaCO_2$  e  $P_{ETCO_2}$

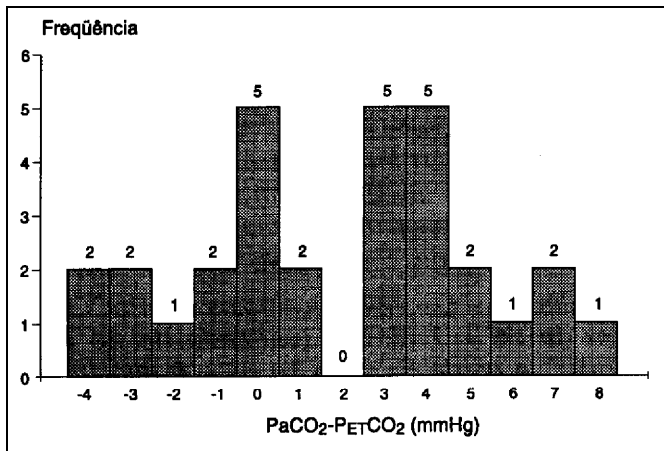


Fig 3- Distribuição da frequência do gradiente PaCO<sub>2</sub> - PETCO<sub>2</sub>

## DISCUSSÃO

No adulto, em normotermia, a PETCO<sub>2</sub> obtida através de amostra de cateter nasal demonstrou ser método acurado e útil e com bom índice de correlação linear com a PaCO<sub>2</sub>, semelhante ao que tem sido publicado com cateter nasal diferente daquele por nos utilizado e que permite a entrada de oxigênio suplementar<sup>6</sup> ou empregando cateter nasal mas com inserção orofaringeana<sup>5</sup>. Ressalte-se que em pacientes em hipotermia sob intubação traqueal não foi encontrada boa correlação linear entre a PaCO<sub>2</sub> e a PETCO<sub>2</sub><sup>7</sup>.

Tem sido observado, em pacientes acordados e sem intubação traqueal, baixos valores no gradiente P<sub>(a-ET)CO<sub>2</sub></sub>, inferiores a 5 mm Hg<sup>5,8</sup>, em contraste com os encontrados em pacientes sob anestesia, onde geralmente são encontrados valores superiores<sup>9</sup>.

Na presente pesquisa, o gradiente Pa-ETCO<sub>2</sub> apresentou valores baixos, mas com desvio padrão alto e por isso não deve ser empregado como método de previsão dos valores reais da PaCO<sub>2</sub>.

O resultado positivo obtido na diferença PaCO<sub>2</sub> - PETCO<sub>2</sub> na maioria dos pacientes extubados (60%) (Fig. 3) ou seja, a subestimação dos valores da PaCO<sub>2</sub> pelos da PETCO<sub>2</sub>, pode ser atribuída à diluição do gás alveolar com o do espaço morto anatômico ou por contaminação da fração expirada por ar ambiente ou pelo oxigênio administrado<sup>10</sup>.

Ressalte-se que em quinze pacientes a leitura da PETCO<sub>2</sub> foi realizada com os mesmos respirando ar ambiente enriquecido com O<sub>2</sub> (5 L.min<sup>-1</sup>) através de máscara facial. No entanto, Ray et al<sup>6</sup> verificaram subestimação da PaCO<sub>2</sub> através da PETCO<sub>2</sub>, superior a 4 mmHg, somente quando os pacientes receberam pelo cateter nasal fluxo adicional de O<sub>2</sub> igual ou superior a 6 L.min<sup>-1</sup>. Deve-se considerar ainda que o direcionamento nasal do fluxo adicional de O<sub>2</sub> por máscara facial, como foi por nós empregado, e menor do que aquele fornecido por cateter nasal e, conseqüentemente, há menor possibilidade de diluição do ar expirado pelo paciente e portanto, menor interferência com a PETCO<sub>2</sub>. O gradiente PaCO<sub>2</sub> - PETCO<sub>2</sub> também pode estar aumentado em pacientes com patologia pulmonar crônica obstrutiva e com alterações da relação ventilação/perfusão ou em situações como hipovolemia e hipotensão arterial<sup>11</sup>, muito comuns no período pós-operatório.

O gradiente P<sub>(a-ET)CO<sub>2</sub></sub> igual a zero ou negativo já é mais difícil de ser explicado e pode estar associado<sup>11-15</sup>: ao equilíbrio da PaCO<sub>2</sub> com a PCO<sub>2</sub> do sangue venoso misto em pacientes com baixa ventilação em relação a perfusão; a capacidade residual funcional diminuída, como ocorre nas crianças e em grávidas ou ainda ao equipamento de monitorização empregado, pois em alguns aparelhos de capnografia o vapor d'água pode alterar a sensibilidade do sensor infravermelho e provocar superestimação da PETCO<sub>2</sub><sup>16,17</sup>.

Pode-se utilizar o valor da PETCO<sub>2</sub> como reflexo da PaCO<sub>2</sub>? Pelos resultados da presente pesquisa a resposta é afirmativa mas, a capnometria por cateter nasal mostrou-se técnica menos acurada na previsão dos valores reais da PaCO<sub>2</sub> (r<sup>2</sup>= 0,7294) e não deve ser recomendada para esse fim.

Em relação ao cateter nasal utilizado no presente estudo, embora não invasivo e muito cômodo para o paciente, apresenta a desvantagem de coletar as amostras apenas das fossas nasais e não da orofaringe e para isso o paciente necessita expirar pelo nariz e não pela boca.

Isso pode ser uma grande desvantagem em alguns tipos de pacientes, como os que apresentam tamponamento nasal no pós-operatório ou nos que respiram preferencialmente pela boca quando adormecem. Por isso, a vantagem dos cateteres que fazem coleta do ar na orofaringe, como o cateter nasal Rüşh<sup>5</sup>, o qual possui uma proteção em forma de cesta em sua extremidade, que previne a aspiração de secreções e entupimento do cateter.

Sempre que se faz uso de um aparelho de monitorização como o capnógrafo, é mandatória a calibração correta do aparelho e a verificação da permeabilidade da linha de amostra do ar expirado, bem como das conexões do circuito respiratório, assim como a calibração dos alarmes. Em estudo recente<sup>18</sup>, dois terços das "falhas" do capnógrafo foram devidas a erros na calibração do aparelho.

Concluimos que a capnometria obtida através de amostras coletadas por cateter nasal é um bom e útil método para monitorização contínua e não invasiva da respiração espontânea no pós-operatório. O paciente não é submetido a nenhum estresse e aparentemente a nenhum risco. Apresenta, ainda, a grande vantagem da detecção precoce de "apnéia". O método mostrou boa correlação da  $P_{ETCO_2}$  com a  $PaCO_2$  mas, não deve ser utilizado para previsão dos valores reais da  $PaCO_2$ .

#### RESUMO

*Braz JRC, Takata IH, Sato JK, Gorayb SBS, Módulo NSP - Capnometria com Cateter Nasal em Pacientes com Respiração Espontânea*

*Justificativa e Objetivos - Vários sistemas têm sido desenvolvidos para medida da  $P_{ETCO_2}$  em pacientes sob sedação sem intubação traqueal. O objetivo desta pesquisa foi o de estudar a  $P_{ETCO_2}$  obtida através de cateter nasal (OHMEDA) e verificar a correlação com a  $PaCO_2$  obtida por gasometria arterial.*

*Método - Em 30 pacientes, com idade entre 16 a 78 anos, submetidos a anestesia geral balanceada para realização de cirurgia abdominal, monitorizou-se a ventilação espontânea, após a realização da extubação, através da pressão*

*expiratória final do  $CO_2$  ( $P_{ETCO_2}$ ). A coleta constante de amostra do ar expirado foi realizada através de cateter nasal especial e analisada por um capnógrafo (OHMEDA 5.200) tipo aspirativo. A  $P_{ETCO_2}$  foi comparada com a  $PaCO_2$  através de 30 medidas simultâneas. Para se verificar a acurácia do sistema, estudou-se também o gradiente  $Pa-ETCO_2$ .*

*Resultados - Os valores médios da  $PaCO_2$  foram de  $36 \pm 7$  mmHg (variando de 28 a 53 mmHg) e os da  $P_{ETCO_2}$  de  $34 \pm 6$  mmHg (variando de 23 a 47 mmHg), com boa correlação entre eles ( $r= 0,85$ ,  $p < 0,01$ ). Os valores médios para o gradiente  $Pa-ETCO_2$  foram de  $2,0 \pm 3,5$  mmHg. Embora com valores médios da  $P_{ETCO_2}$  e da  $PaCO_2$  próximos; alguns pacientes apresentaram diferença importante entre a  $PaCO_2$  e da  $P_{ETCO_2}$ .*

*Conclusões - Concluimos que o método é bom para monitorização contínua e não invasiva da ventilação espontânea em pacientes não intubados. No entanto, embora com boa correlação entre a  $P_{ETCO_2}$  a  $PaCO_2$ , o método não deve ser utilizado para previsão dos valores da  $PaCO_2$ .*

UNITERMOS - EQUIPAMENTO: capnografia, cateter nasal; MONITORIZAÇÃO: pressão expiratória final do  $CO_2$ ; VENTILAÇÃO: espontânea.

#### RESUMEN

*Braz JRC, Takata IH, Sato JK, Gorayb SBS, Módulo NSP - Capnometria con Cateter Nasal en Pacientes en Respiracion Espontánea*

*Justificativa y Objetivos - Han sido desarrollados varios sistemas para medir la  $P_{ETCO_2}$  en pacientes sedados pero sin intubación traqueal. El objetivo del estudio fue medir la  $P_{ETCO_2}$  através de un cateter nasal (Omhedá) y correlacionarlo con la  $PaCO_2$  medida en gases arteriales.*

*Método - Luego de la extubación traqueal fue monitorizada la calidad de la ventilación midiendo la  $P_{ETCO_2}$  en 30 pacientes, con edad entre 16 y 78 años sometidos a cirugías abdominales con anestesia general balanceada. Fue realizado um muestreo continuo del aire espirado con*

*un cateter nasal, analizado con capnógrafo Ohmeda 5.200. Los registros de  $P_{ETCO_2}$  fueron comparados con la  $PaCO_2$  obtenida en 30 medidas simultáneas. Para verificar la confiabilidad del sistema fue medido también el gradiente  $p(a-ET)CO_2$ .*

*Resultados - Los valores registrados fueron:  $PaCO_2$   $36 \pm 7$ , con extremos entre 28 y 53 mmHg;  $P_{ETCO_2}$   $34 \pm 6$ , con extremos entre 23 y 47 mmHg, comprobando una buena correlación entre los mismos ( $r=0,85$   $p < 0,01$ ). Los valores del gradiente  $pa-ETCO_2$  fueron  $2 \pm 3,5$  mmHg. Aunque los valores medios de  $P_{ETCO_2}$  y  $PaCO_2$  son muy próximos, en algunos pacientes la diferencia fue mayor e importante.*

*Conclusión - Concluimos que se trata de un método adecuado para monitorización continua no invasiva de la calidad de la ventilación espontánea en pacientes no intubados, pero aunque la correlación entre  $P_{ETCO_2}$  y  $PaCO_2$  es buena, no autoriza su uso para inferir los valores de  $PaCO_2$ .*

#### REFERÊNCIAS

01. Goldman JM - A simple, easy, and inexpensive method for monitoring  $ETCO_2$  through nasal cannulae. *Anesthesiology*, 1987; 67:606-609.
02. Dunphy JA - Accuracy of expired carbon dioxide partial pressure sampled from a nasal cannulae II. *Anesthesiology*, 1988; 68:960-961.
03. Bonsu AK, Tamilarasan A, Bromage PR - A nasal catheter for monitoring tidal carbon dioxide in spontaneously breathing patients. *Anesthesiology*, 1989; 71:318-320.
04. Turner KE, Sandier AN, Vosu HA - End-tidal  $CO_2$ -monitoring in spontaneously breathing adults. *Can J Anaesth*, 1989; 36:248-249.
05. Lenz G, Heipertz W, Epple E - Capnometry for continuous postoperative monitoring of nonintubated, spontaneously breathing patients. *J Clin Monit*, 1991; 7:245-248.
06. Roy J, McNulty SE, Torjman MC - An improved nasal prong apparatus for end-tidal carbon oxide monitoring in awake, sedated patients. *J Clin Monit*, 1991; 7:249-252.
07. Franchi AA, Auler JR JOC, Carvalho MJ et al - Estudo comparativo entre o  $CO_2$  obtido por capnografia e gasimetria arterial. *Rev Bras Anesthesiol*, 1989; 39(supl.11): CBA 24.
08. Bourgain JL, Benlabed M, Tandonnet F - Étude critique de l'interêt de la capnographie en anesthesia. *Ann Fr Anesth Réanim*, 1987; 6:100-106.
09. Whitesell R, Assidao C, Gollman D et al - Relationship between arterial and peak expired carbon dioxide pressure during anesthesia and factors influencing the difference. *Anesth Analg*, 1981; 60:508-512.
10. Amaral JLG, Ferreira ACP, Ferez D et al - Monitorização da respiração: oximetria e capnografia. *Rev Bras Anesthesiol*, 1992; 42:51-58.
11. Krivosic-Horber R - Place de la capnographie dans le monitoring anesthésique. *Ann Fr Anesth Réanim*, 1989; 8:175-181.
12. Moorthy SS, Losasso AN, Wilcox J - End-tidal  $PCO_2$  greater than  $PaCO_2$ . *Crit Care Med*, 1984; 6:534-535.
13. Fletcher R - Arterial to end tidal  $CO_2$  tension differences. *Anesthesia*, 1987; 42:210-211.
14. Shankar KB, Moseley H, Kumar Y et al - Arterial to end-tidal carbon dioxide tension difference during anesthesia for tubal ligation. *Anesthesia*, 1987; 42:482-486.
15. Campbell FA, McLeod ME, Bissonnette B et al - End-tidal carbon dioxide measurement in infants and children during and after anesthesia. *Can J Anaesth*, 1994; 41:107-110.
16. From RP, Scammen FL - Ventilator frequency influences accuracy of end-tidal  $CO_2$  measurements: analysis of seven capnometers. *Anesth Analg*, 1988; 67:884-886.
17. Severinghaus JW - Water vapor calibration errors in some capnometers: respiratory conventions misunderstood by manufacturers? *Anesthesiology*, 1989; 70:996-998.
18. Williamson JA, Webb RK, Cockings J et al - The capnograph: applications and limitations. An Analysis of 2.000 incident reports. *Anaesth Intens Care*, 1993; 21:551-557.