

# Variáveis capnográficas pré e pós-tromboendarterectomias pulmonares

## *Pre and post-pulmonary thromboendarterectomies capnographic variables*

Marcos Mello MOREIRA<sup>1</sup>, Renato Giusepe Giovanni TERZI<sup>2</sup>, Reinaldo Wilson VIEIRA<sup>3</sup>, Orlando PETRUCCI JUNIOR<sup>4</sup>, Ilma Aparecida PASCHOAL<sup>5</sup>, Pedro Paulo Martins de OLIVEIRA<sup>6</sup>, Karlos Alexandre de Souza VILARINHO<sup>7</sup>, Domingo Marcolino BRAILE<sup>8</sup>

RBCCV 44205-938

### **Resumo**

Este relato de dois casos com os resultados da fração tardia de espaço morto (*fDlate*), fração do espaço morto alveolar *end-tidal* (AVDSf), gradiente artério-alveolar de CO<sub>2</sub> [P(a-et)CO<sub>2</sub>] e *slope* da fase 3 do espirograma, submetidos à tromboendarterectomia pulmonar por tromboembolismo pulmonar (TEP). O TEP foi diagnosticado pela cintilografia pulmonar, tomografia helicoidal computadorizada e por arteriografia pulmonar. O cálculo da *fDlate*, AVDSf e P(a-et)CO<sub>2</sub> baseou-se na capnografia volumétrica associada à gasometria arterial. A *fDlate* pré-operatória do primeiro paciente foi de 0,16 (*cutoff* de 0,12) e

a AVDSf = 0,30 (*cutoff* de 0,15). Já a *fDlate* do segundo paciente resultou falso-negativa (0,01), embora a AVDSf resultasse positiva (0,28). A *fDlate* pós-operatória do primeiro paciente foi de -0,04 e a AVDSf de 0,16; a *fDlate* do segundo paciente foi de 0,07 e a AVDSf = 0,28. A associação destas variáveis com os exames por imagem reforça a importância deste método como ferramenta diagnóstica não-invasiva no diagnóstico de TEP.

**Descritores:** Embolia pulmonar. Troca gasosa pulmonar. Capnografia.

1. Mestre; Pós-graduando do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (FCM UNICAMP).
2. Professor Titular do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas; Professor Convidado FCM UNICAMP.
3. Professor Adjunto da Disciplina de Cirurgia Cardíaca da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas; Coordenador Disciplina de Cirurgia Cardíaca UNICAMP.
4. Doutorado; Professor Assistente FCM UNICAMP.
5. Professora Livre-Docente da Disciplina de Pneumologia do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas; Chefe Disciplina de Pneumologia – UNICAMP.
6. Mestre em Cirurgia - FCM UNICAMP; Médico Assistente da Disciplina de Cirurgia Cardíaca – UNICAMP.
7. Mestrando em Cirurgia - FCM UNICAMP; Médico Assistente da Disciplina da Cirurgia Cardíaca – UNICAMP.
8. Professor Livre Docente da FAMERP e UNICAMP; Diretor Adjunto de Pós-graduação da FAMERP; Editor da RBCCV.

Trabalho realizado no Hospital de Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP.

Endereço para correspondência:

Orlando Petrucci Jr. Rua João Baptista Galdi, 135 - Res Barão do Café - Barão Geraldo - Campinas – SP. CEP 13085-020.

E-mail: orlandopetrucci@gmail.com

Artigo recebido em 26 de julho de 2007  
Artigo aprovado em 9 de outubro de 2007

### Abstract

In these case report, the results of late dead space fraction (*fDlate*), end-tidal alveolar dead space fraction (AVDSf), arterial-alveolar gradient CO<sub>2</sub> [P(a-et)CO<sub>2</sub>], and slope phase 3 of spirogram of two patients who underwent thromboendarterectomy for pulmonary embolism (PE) are shown. PE was diagnosed by pulmonary scintigraphy, helical tomography, and pulmonary angiography. The calculation of *fDlate*, AVDSf and P(a-et)CO<sub>2</sub> was based on volumetric capnography associated with arterial blood gas analysis. The pre-operative *fDlate* of the first patient was 0.16 (cutoff 0.12)

and AVDSf was 0.30 (cutoff 0.15). However, the *fDlate* of the second patient was false-negative (0.01) but, the AVDSf was positive (0.28). Postoperative *fDlate* of the first patient was -0.04 and AVDSf was 0.16; for the second patient, the values were 0.07 and 0.28, respectively. The association of these capnographic variables with image exams reinforces the importance of this noninvasive diagnosis method.

**Descriptors:** Pulmonary embolism. Pulmonary gas exchange. Capnography.

## INTRODUÇÃO

Sabe-se que podem ocorrer mortes inesperadas por tromboembolismo pulmonar (TEP) e que a anticoagulação é frequentemente efetiva em reduzir a possibilidade de um novo fenômeno embólico e a morte. Por este motivo, em pacientes com suspeita de TEP, seriam desejáveis métodos não-invasivos e disponíveis a serem incorporados como parte da avaliação à beira do leito. Técnicas à beira do leito para avaliar pacientes com TEP baseiam-se em alguns parâmetros respiratórios derivados do espaço morto alveolar. Porém, estas variáveis têm algumas limitações pelas dificuldades de diferenciar pacientes com TEP daqueles com outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC). Para superar esta dificuldade, Eriksson et al. [1] descreveram um método gráfico para extrapolar o gradiente artério-alveolar (P(a-et)CO<sub>2</sub>) a uma virtual expiração tardia, denominando esta variável de fração tardia de espaço morto (*fDlate*). Os autores realizaram um estudo em 38 pacientes com suspeita de TEP e observaram que a *fDlate* era superior a 0,12 em indivíduos normais e, em pacientes com DPOC, a *fDlate* era inferior a 0,12. Outra variável capnográfica, a fração do espaço morto alveolar *end-tidal* (AVDSf) [2], calculada pela expressão matemática PaCO<sub>2</sub> - PetCO<sub>2</sub> / PaCO<sub>2</sub>, “corrigiu” o resultado falso-negativo da *fDlate*. Neste relato de dois casos, foi possível correlacionar os resultados de imagem com a *fDlate*, a AVDSf e o gradiente artério-alveolar de CO<sub>2</sub> [P(a-et)CO<sub>2</sub>], antes e após a tromboendarterectomia cirúrgica da artéria pulmonar.

## MÉTODO

### Paciente 1

Paciente de 69 anos, do sexo masculino, deu entrada na UTI após internação na enfermaria com história de dispnéia, palpitações e tosse seca; negava pneumopatia e tabagismo. Ao exame físico, o pulso era arritmico, apresentava hepatomegalia discreta. A gasometria arterial revelava hipoxemia (PaO<sub>2</sub> = 48,8 mmHg) e hipocapnia (PaCO<sub>2</sub> = 31mmHg). O ecocardiograma mostrou aumento moderado

do ventrículo direito, hipertensão de artéria pulmonar com a pressão sistólica estimada em 76 mmHg e trombo no átrio direito com dimensões aproximadas de 30 X 20 mm. Com a hipótese diagnóstica inicial de TEP, foi iniciada a anticoagulação plena com heparina não-fracionada. O paciente foi mantido em oxigenioterapia com máscara de Venturi. A cintilografia pulmonar de ventilação/perfusão mostrou múltiplas áreas de hipoperfusão compatíveis com embolização pulmonar difusa.

A tomografia computadorizada helicoidal (TCH) demonstrou a presença de trombos nas artérias pulmonares direita e esquerda, estendendo-se até seus ramos segmentares posteriores. Considerando a história de mais de duas semanas de evolução e por estar mantendo estabilidade clínica e hemodinâmica, suspeitou-se de embolia crônica, extensa, sendo contra-indicada a trombólise química. Após a avaliação hemodinâmica, foi realizada tromboendarterectomia pulmonar [3].

### Paciente 2

Paciente de 42 anos, sexo masculino, portador da síndrome anticorpo antifosfolípide, tabagista há 15 anos (um maço/dia), apresentava ao exame físico dispnéia aos pequenos esforços e normotenso. A gasometria arterial revelou hipoxemia com PaO<sub>2</sub> = 64,9mmHg, PaCO<sub>2</sub> = 31,4mmHg e sO<sub>2</sub> = 92,9%. O ecocardiograma mostrou hipertensão de artéria pulmonar com a pressão sistólica estimada em 75 mmHg, trombo volumoso (17 x 67 mm) aderido à parede anterior do ventrículo direito (VD), obstruindo sua via de saída. A cintilografia pulmonar demonstrou falha de perfusão nos segmentos basais do pulmão esquerdo e direito. A TCH mostrou falha de enchimento em VD, compatível com trombo em artéria interlobar descendente esquerda, com áreas de infarto pulmonar em lobo inferior esquerdo. Este paciente foi considerado para tratamento cirúrgico em virtude da obstrução de VD, além de apresentar trombo na artéria pulmonar direita, evidenciado pela arteriografia. A artéria pulmonar esquerda estava livre de êmbolos.

A capnografia volumétrica foi registrada com o Monitor

de Perfil Respiratório CO<sub>2</sub>SMO Plus 8100α Dixtal/Novamatrix. Os dados capnográficos foram gravados por um período de três a cinco minutos, com os pacientes em ar ambiente e, em seguida, foi colhida uma gasometria arterial [4]. A *fDlate* foi calculada após a determinação PetCO<sub>2</sub> tardia, ou seja, extrapolada a 15% da Capacidade Pulmonar Total (CPT), de acordo com Eriksson et al. [1].

$$fDlate = PaCO_2 - Pet(15\% CPT)CO_2 / PaCO_2$$

PaCO<sub>2</sub> é a pressão parcial de CO<sub>2</sub> no sangue arterial;  
 Pet (15% CPT) CO<sub>2</sub> é a pressão parcial de CO<sub>2</sub> no ar expirado extrapolada para 15% da CPT. CPT (Capacidade Pulmonar Total), obtida de tabela previamente publicada e baseada na idade, peso e altura do paciente [3].

Para cálculo da AVDSf [2] foi utilizada a seguinte expressão:

$$AVDSf = PaCO_2 - PetCO_2 / PaCO_2$$

### Técnica operatória

No paciente 1, foi realizada arteriotomia pulmonar com tromboendarterectomia dos seus ramos direito e esquerdo, com o auxílio de circulação extracorpórea em hipotermia profunda e parada circulatória total. Após arteriorrafia e aquecimento do paciente, a circulação extracorpórea foi interrompida. O paciente teve alta no sexto dia de pós-operatório. No paciente 2, foi retirado trombo volumoso com aproximadamente 70 mm de diâmetro, que ocluía a via de saída do VD e tromboendarterectomia na artéria pulmonar direita, com auxílio de circulação extracorpórea, sem uso de hipotermia profunda e o paciente recebeu alta no 13º dia pós-operatório. Antes da alta, ambos foram submetidos à nova cintilografia pulmonar de perfusão, que evidenciou melhora significativa no paciente 1. No paciente 2, observou-se discreta melhora da perfusão nos terços médio e superior de ambos os pulmões, piora nos segmentos dos lobos inferiores e melhora da dispnéia aos pequenos esforços. Os valores pré e pós-cirúrgicos da *fDlate*, AVDSf, P(a-et)CO<sub>2</sub> e *slope* 3 podem ser vistos na Tabela 1.

### DISCUSSÃO

Verschuren et al. [5] observaram que, após trombólise química para TEP, o valor do *Slope* 3 aumentou, o que refletiu melhora da perfusão e conseqüente diminuição do espaço morto alveolar e da P(a-et)CO<sub>2</sub>. Em outro estudo, Thys et al. [6] observaram melhora da AVDSf e P(a-et)CO<sub>2</sub> após mesmo tratamento. Com o procedimento cirúrgico observamos o mesmo, tanto para o paciente 1, com confirmação pela cintilografia de controle, quanto para o paciente 2. O paciente 2 apresentou coerência nas variáveis capnográficas, quando comparadas à cintilografia de controle, embora referisse melhora clínica.

Em resumo, o paciente 1 apresentou diagnóstico de TEP pelos valores do *fDlate* e AVDSf, que se confirmaram pelas imagens no pré e a melhora das mesmas no pós-operatório, bem como as variáveis capnográficas. O paciente 2 apresentou diagnóstico por TEP pelas duas variáveis capnográficas estudadas e métodos de imagem no pré operatório, contudo, no pós-operatório, a *fDlate* demonstrou melhora e o AVDSf não, o que foi confirmado pelos métodos de imagem, havendo então uma falsa melhora do *fDlate*. Assim, as duas variáveis capnográficas devem ser utilizadas em conjunto para uma melhora da especificidade e sensibilidade do método.

Paschoal et al. [7], comparando dados capnográficos de uma amostra de 108 pacientes com suspeita de TEP e 114 voluntários saudáveis, identificaram o valor do *Slope* 3 dos voluntários foi de 7,80±2,36. O primeiro paciente apresentou um valor médio de *Slope* 3 (Tabela 1) pouco maior que o do grupo controle, o que pode explicar o fato da variável AVDSf resultar maior quando comparada com a *fDlate*, ao passo que o segundo paciente apresentou o dobro do valor do *Slope* 3, o que explica o fato de uma *fDlate* falso-negativa. A *fDlate* está diretamente relacionada ao *Slope* 3, o que não acontece com a variável AVDSf e a P(a-et)CO<sub>2</sub>. Tal situação sugere que, quando um paciente apresentar *Slope* 3 maior que o valor do grupo controle, deva ser considerada a AVDSf e a P(a-et)CO<sub>2</sub>, a fim de, evitar provável resultado falso-negativo para a *fDlate*. De qualquer forma, ao se aplicar as duas variáveis, obteve-se 100% de sensibilidade para TEP.

Tabela 1. Valores dos gradientes e variáveis capnográficas pré e pós-cirurgia

	Pré-cirurgia				Pós-cirurgia			
	<i>fDlate</i>	AVDSf	<i>Slope</i> 3 (mmHg/L)	P(a-et) CO <sub>2</sub> (mmHg)	<i>fDlate</i>	AVDSf	<i>Slope</i> 3(mmHg/L)	P(a-et)CO <sub>2</sub> (mmHg)
Pac. 1	0,16	0,30	10,06	9,3	- 0,04	0,16	13,50	4,4
Pac. 2	0,01	0,28	16,20	8,5	0,07	0,28	16,48	9,5

Em recente estudo utilizando dados clínicos, D-Dímero e a AVDSf, Rodger et al. [8] afirmam que, ao aplicar duas variáveis deste protocolo em pacientes que chegam à Sala de Emergência com suspeita de TEP, pode-se reduzir em 36% a solicitação de exames de imagem.

Por outro lado, em países em desenvolvimento, os exames por imagem nem sempre estão disponíveis. Por esse motivo, métodos não-invasivos que possam excluir a possibilidade de TEP reduziram, de forma considerável, o número de pacientes submetidos, desnecessariamente, aos exames por imagem, mesmo em hospitais onde estes exames estão disponíveis. Os exames não invasivos poderiam também ser usados em pequenos hospitais onde estes exames por imagem não estão disponíveis, objetivando selecionar pacientes a serem transferidos para instituições de referência para investigação por imagem.

Nos casos relatos, foram apresentados dois pacientes com diagnóstico de TEP confirmado pela imagem e pela capnografia volumétrica quando esta foi utilizada criteriosamente, levando em consideração as informações até aqui conhecidas.

#### Limitações do estudo

A amostra de apenas dois pacientes, sem dúvida, é uma limitação, mas o que está sendo colocado no trabalho é uma proposta de diagnóstico que deva ser melhor estudada no futuro.

#### REFERÊNCIAS

1. Eriksson L, Wollmer P, Olsson CG. Diagnosis of pulmonary embolism based upon alveolar dead space analysis. *Chest*. 1989;96(2):357-62.
2. Rodger MA, Jones G, Rasuli P, Raymond F, Djunaedi H, Bredeson CN, et al. Steady-state end-tidal alveolar dead space fraction and D-dimer: bedside tests to exclude pulmonary embolism. *Chest*. 2001;120(1):115-9.
3. Moreira MM, Terzi RGG, Vieira RW, Petrucci Jr O. Fração tardia do espaço morto (fDlate) antes e após embolectomia pulmonar. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2005;20(1):81-4.
4. Grimby G, Söderholm B. Spirometric studies in normal subjects. III Static lung volumes and maximum voluntary ventilation in adults with a note on physical fitness. *Acta Med Scand*. 1963;173:199-205.
5. Verschuren F, Heinonen E, Clause D, Roeseler J, Thys F, Meert P, et al. Volumetric capnography as a bedside monitoring of thrombolysis in major pulmonary embolism. *Intensive Care Med*. 2004;30(11):2129-32.
6. Thys F, Elamly A, Marion E, Roeseler J, Janssens P, El Gariani A, et al. PaCO<sub>2</sub>/ETCO<sub>2</sub> gradient: early indicator of thrombolysis efficacy in a massive pulmonary embolism. *Resuscitation*. 2001;49(1):105-8.
7. Paschoal IA, Moreira MM, Pereira ST. Noninvasive evaluation of pulmonary disease using volumetric capnography in adult patients with chronic pulmonary obstructive disease. *J Cystic Fibrosis* 2007;6(suppl. 1):S38.
8. Rodger MA, Bredeson CN, Jones G, Rasuli P, Raymond F, Clement AM, et al. The bedside investigation of pulmonary embolism diagnosis study: a double-blind randomized controlled trial comparing combinations of 3 bedside tests vs ventilation-perfusion scan for the initial investigation of suspected pulmonary embolism. *Arch Intern Med*. 2006;166(2):181-7.