

# Variabilidad de la PO<sub>2</sub>, la PCO<sub>2</sub> y del pH arteriales en pacientes con patología respiratoria crónica

G. Rodríguez-Froján, P. Casan, R. Miralda y J. Sanchis

Unitat de Funció Pulmonar  
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.

Con objeto de determinar la variabilidad espontánea del pH, PO<sub>2</sub> y PCO<sub>2</sub> en sangre arterial, se realizaron dos determinaciones separadas por 15 minutos en un grupo de 38 pacientes clínicamente estables, la mayoría afectados de patología respiratoria crónica (LCFA, asma). La obtención y la lectura de las muestras se realizaron, en idénticas condiciones y por la misma persona.

Los valores medios del pH, PO<sub>2</sub> y PCO<sub>2</sub> en la primera muestra fueron  $7,419 \pm 0,030$ ,  $72,2 \pm 13,6$  mmHg y  $44,2 \pm 8,6$  mmHg, respectivamente y en la segunda  $7,432 \pm 0,030$ ,  $70 \pm 13$  mmHg y  $44,2 \pm 8,1$  mmHg. El cambio de referencia del 95 % entre ambas muestras fue de  $\pm 0,021$  para el pH,  $\pm 8,4$  mmHg para la PO<sub>2</sub> y de  $\pm 2,6$  mmHg para la PCO<sub>2</sub>. El 50 % de los pacientes presentó una diferencia entre muestras de la PO<sub>2</sub> igual o superior a 3 mmHg y el 18 % una diferencia superior a 5 mmHg.

Los gases arteriales están sujetos a una variabilidad espontánea, importante en el caso de la PO<sub>2</sub>, que es preciso tener en cuenta a la hora de interpretar cambios gasométricos en el paciente, sobre todo si éstos pueden implicar decisiones terapéuticas importantes.

*Arch Bronconeumol 1992; 28:267-269*

## Variability of arterial PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, and pH in patients with chronic respiratory pathology

To determine the spontaneous variability of pH, PO<sub>2</sub>, and PCO<sub>2</sub> in arterial blood, we performed two measurements spaced 15 minutes in 38 patients with chronic respiratory pathology (LCFA, asthma) who were in a steady clinical condition. Obtention and measurement of samples were made according to SEPAR roules in identical conditions and by the same person. Mean values of pH, PO<sub>2</sub>, and PCO<sub>2</sub> in the first sample were respectively  $7.419 \pm 0.030$ ,  $72.2 \pm 13.6$ , and  $44.2 \pm 8.6$  mmHg. Values of the second sample were  $7.432 \pm 0.03$ ,  $70 \pm 13$ , and  $44.2 \pm 8.1$  mmHg, respectively. The 95 % reference interval of the differences among the samples was  $\pm 0.021$  for pH,  $\pm 8.4$  mmHg for PO<sub>2</sub>, and  $\pm 2.6$  mmHg for PCO<sub>2</sub>. Difference among samples of PO<sub>2</sub> was equal or greater than 3 mmHg in 55 % of patients and greater than 5 mmHg in 18 % of cases. Arterial blood gases are subjected to a spontaneous variability, important in the case of PO<sub>2</sub>, that must be taken into account when interpreting gasometric changes in patients, specially if this implicates important therapeutical decisions.

## Introducción

La medición de los gases en sangre arterial es una prueba básica y fundamental de la función respiratoria, con gran trascendencia clínica y terapéutica. Los valores de pH, PO<sub>2</sub> o PCO<sub>2</sub> están sujetos a variaciones no acompañadas de cambios clínicos. Estas variaciones pueden deberse a diferencias en las condiciones de obtención, manejo y lectura de las muestras sanguíneas o bien presentarse espontáneamente.

Entendemos por variabilidad gasométrica espontánea las diferencias observadas entre distintas determinaciones en pacientes clínicamente estables, cuando se han tenido en cuenta y controlado los diversos factores que pueden producirlas. Esta variabilidad ha

sido poco estudiada<sup>1,2</sup>; sin embargo, reconocerla y cuantificarla permite tomar decisiones terapéuticas con mayor solidez. Nuestro objetivo fue determinar y analizar dicha variabilidad y sus posibles causas en un grupo de pacientes con patología respiratoria crónica.

## Pacientes y método

Se incluyeron en el estudio 38 pacientes (29 varones y 9 mujeres), que acudieron al laboratorio para estudio de su función pulmonar. Presentaban una limitación crónica al flujo aéreo (LCFA) 32 pacientes, asma bronquial dos y otras patologías cuatro. Todos se encontraban en fase estable de su enfermedad y no habían tomado broncodilatadores en las 12 horas previas al estudio. La edad media fue de 65 (8) años (margen de 47 a 80). Todos mostraron su consentimiento para el estudio después de las explicaciones pertinentes.

Recibido el 12-12-1991 y aceptado el 9-3-1992.



En cada paciente se tomaron dos muestras de sangre de la arteria radial según el procedimiento habitual en el laboratorio (Recomendaciones SEPAR)<sup>3</sup> que brevemente se especifica: después de mantener al paciente en reposo durante 5 min, en decúbito supino, se procedió a la infiltración subcutánea local de 1 ml de mepivacaína al 1% con jeringuilla Microfine. A continuación se realizó la punción arterial mediante aguja hipodérmica 7/10e y jeringuilla de plástico heparinizada Corning especialmente diseñada para almacenar la muestra de sangre. En todos los casos, la muestra se obtuvo por llenado directo, sin necesidad de aspiración y se siguió de compresión en la zona de punción durante otros 5 minutos en la misma posición. Tras los 5 minutos de compresión de la primera extracción, el paciente se levantó de la camilla y permaneció sentado otros 5 minutos. Ambas extracciones fueron realizadas por la misma persona, en todos los casos fueron absolutamente indoloras, sin problemas aparentes y las muestras no tuvieron burbujas de aire. Se realizaron dos lecturas consecutivas de cada muestra (en un equipo ABL-30 Radiometer-Dinamarca) y una tercera cuando la diferencia entre las dos primeras fue superior a 2 mmHg en la PO<sub>2</sub> o la PCO<sub>2</sub>. Para cada variable estudiada se tomó como valor definitivo de la muestra la mayor de las dos lecturas aceptadas. Las lecturas las realizó la misma persona que hizo las extracciones y el tiempo promedio entre la obtención de la muestra sanguínea y la primera lectura fue de 2 min (margen de 0,5 a 6). Cuando las lecturas no fueron inmediatas a la extracción, las muestras se mantuvieron en una nevera a 4 °C.

Para el cálculo de la variabilidad se utilizó el concepto de cambio de refencia del 95% entre mediciones consecutivas<sup>4</sup>, que equivale a la diferencia entre dos valores sucesivos que sea estadísticamente significativa para el 95% de las personas.

**Resultados**

Los valores promedio y la desviación típica del pH, PO<sub>2</sub> y PCO<sub>2</sub> en la primera muestra fueron 7,419 (0,030), 72,2 (13,6) mmHg y 44,2 (8,2) mmHg, respectivamente y 7,423 (0,030), 70 (13) mmHg y 44,2 (8,1) mmHg en la segunda muestra (tabla I). Las diferencias entre ambas muestras fueron estadísticamente signifi-

**TABLA I**  
Valores gasométricos del grupo de pacientes estudiados

	1.ª			2.ª		
	X	SD	margen	X	SD	margen
PO <sub>2</sub> , mmHg	72,2	13,6	45-99	70	13	45-97,5
PCO <sub>2</sub> , mmHg	44,2	8,2	35,7-71	44,2	8,1	35,3-72
pH	7,419	0,030	7,367-7,485	7,423	0,030	7,366-7,474

X: valor promedio; SD: desviación típica

cativas para el pH y la PO<sub>2</sub> (p < 0,05 y p < 0,01, respectivamente), mientras que no se observó diferencia estadística para la PCO<sub>2</sub> (tabla II).

El cambio de referencia del 95% entre muestras consecutivas fue de ± 0,021 para el pH, ± 8,4 mmHg para la PO<sub>2</sub> y ± 2,6 mmHg para la PCO<sub>2</sub>.

En el 50% de los pacientes estudiados, la PO<sub>2</sub> experimentó una variación igual o mayor a 3 mmHg, mientras que en el 18% (7/38) fue superior a 5 mmHg. La variación media fue 3,5 ± 3,2 mmHg con un rango entre 0 y 15,8 mmHg.

**Discusión**

Los gases arteriales, sobre todo la PO<sub>2</sub>, están sujetos a una variabilidad intraindividual importante, que es preciso tener en cuenta al interpretar la evolución gasométrica de un paciente.

El empeoramiento de los gases arteriales en un paciente puede poner de manifiesto un deterioro clínico que aconseje la adopción de medidas terapéuticas (cambio de medicación, ingreso hospitalario, oxigenoterapia, ventilación mecánica). El descenso significativo de la PO<sub>2</sub> en el paciente previamente hipóxico es un criterio importante de agudización en la enfermedad respiratoria crónica. Además, en la LCFA, el valor de la PO<sub>2</sub> en períodos de estabilidad clínica es el criterio más importante de indicación de oxigenoterapia domiciliaria. Sin embargo, los gases arteriales (PO<sub>2</sub> y PCO<sub>2</sub>) y el pH poseen una variabilidad intraindividual cuyo valor, si no se tiene en cuenta, puede ser causa de decisiones terapéuticas erróneas.

Las causas de la variabilidad gasométrica son diversas. En primer lugar hay que considerar una variabilidad analítica<sup>5</sup>, dependiente del analizador de gases (calibración, reactivos) y de factores previos, como el tiempo entre la extracción y la lectura, el tipo de jeringa utilizada o la temperatura en que se ha mantenido la muestra<sup>5-7</sup>. Para evitar parte de esta variación se recomienda un tiempo entre extracción y lectura lo más corto posible y, cuando se prevé largo, es aconsejable la utilización de jeringas apropiadas, que deben conservarse en frío (4 °C) después de la extracción<sup>3,6</sup>.

Existe, además, una variabilidad biológica<sup>5</sup> debida a factores externos (ejercicio, posición, sueño) y otra espontánea. Los cambios gasométricos relacionados con el ejercicio, la posición y el sueño pueden ser importantes, por lo que para evitarlos, se aconseja realizar la prueba siempre en las mismas condiciones<sup>3</sup>.

**TABLA II**  
Diferencias intermuestra e interlectura de los valores gasométricos

	Diferencias intermuestra			Diferencias interlectura		
	X	SD	margen	X	SD	margen
PO <sub>2</sub> , mmHg	2,2	4,2**	(-4,5)-(+15,8)	0,2	0,8	(-1,8)-(+1,6)
PCO <sub>2</sub> , mmHg	0,1	1,3 NS	(-3,9)-(+2,3)	-0,1	0,04	(-1,0)-(+1,2)
pH	0,004	0,011*	(-0,022)-(+0,024)	0,001	0,002	(-0,004)-(+0,004)

X: valor promedio; SD: desviación típica; NS: no significativa; \* p < 0,05; \*\* p < 0,01



La variabilidad espontánea ha sido poco estudiada. Tan sólo algunos autores han tratado de determinarla en pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos (UCI)<sup>1,2</sup>. Thorson et al<sup>1</sup>, en un grupo de 29 pacientes estables de UCI (23 con ventilación mecánica), realizaron seis extracciones arteriales en un período de 50 min. La diferencia entre la PO<sub>2</sub> mayor y la menor de cada paciente osciló entre 1 y 45 mmHg, siendo la diferencia media  $16,2 \pm 10,4$  mmHg. Para la PCO<sub>2</sub> y el pH las diferencias oscilaron entre 1 y 8 mmHg y entre 0,01 y 0,08, respectivamente, siendo las medias  $3,0 \pm 1,9$  mmHg y  $0,03 \pm 0,02$ . Esta mayor variabilidad pudo ser debida, por una parte, a la mayor duración del período de estudio (50 minutos) y, por otro, al estado clínico diferente de los pacientes y a la utilización en todos los casos de ventilación mecánica u oxigenoterapia.

Ladegaard-Pedersen<sup>2</sup> en un grupo de 30 pacientes estables de UCI (19 en ventilación mecánica), a los que se practicaron dos gasometrías consecutivas en diferente arteria radial, encontró una diferencia entre muestras con un cambio de referencia del 95 % de  $\pm 8,8$  mmHg para la PO<sub>2</sub> en pacientes con PO<sub>2</sub> < 150 mmHg. Para la PCO<sub>2</sub> y el pH, el cambio de referencia del 95 % de la diferencia entre muestras fue  $\pm 2,4$  mmHg y  $\pm 0,014$ , respectivamente. Estas diferencias intermuestras pueden considerarse pequeñas en comparación con las del estudio anterior y son similares a las observadas en nuestro estudio, a pesar de que los pacientes estaban en situación clínica distinta y muchos estaban sometidos a ventilación mecánica por lo que podría esperarse una variabilidad mayor. Esta menor variación de la PO<sub>2</sub> puede explicarse por un intervalo entre determinaciones más corto, de uno a cuatro minutos de duración.

Nuestro estudio se realizó en pacientes con patología respiratoria crónica en fase estable, respirando aire ambiente en todos los casos. La diferencia observada en la PO<sub>2</sub> entre la primera y la segunda muestra fue de  $2,2 \pm 4,2$  mmHg, con tendencia a disminuir la PO<sub>2</sub> en la segunda muestra, lo que refleja la existencia de un sesgo en el estudio (tabla I). La causa de esta tendencia no está clara pues ambas extracciones se hicieron en las mismas condiciones, aunque es posible que el tiempo de reposo de 5 min antes de las extracciones, haya sido insuficiente para compensar las diferentes condiciones previas. Sin embargo, este hecho no debería afectar demasiado el valor de la variabilidad de la PO<sub>2</sub>, al mantenerse la misma distribución gaussiana de las diferencias entre las dos muestras.

La variabilidad observada tiene importancia clínica en el caso de la PO<sub>2</sub>. El cambio de referencia del 95 % entre dos muestras consecutivas separadas por 15 mi-

nutos fue de  $\pm 8,4$  mmHg y refleja que, cambios en la PO<sub>2</sub> inferiores a este valor pueden atribuirse a la variabilidad espontánea. En este sentido, el 50 % de los pacientes presentó una variación de la PO<sub>2</sub> igual o superior a 3 mmHg, mientras que el 18 % presentó una variación superior a 5 mmHg. Las diferencias de la PCO<sub>2</sub> y del pH fueron de menor valor y poseen poca relevancia clínica.

Las causas de la variabilidad espontánea, sobre todo de la PO<sub>2</sub>, no están claras, aunque existen algunas hipótesis posibles<sup>1</sup>. Para explicar la variabilidad de la PO<sub>2</sub> se han sugerido cambios en la ventilación regional pulmonar, debidos a la movilización de secreciones bronquiales o a cambios en el tono bronquial. También son posibles los cambios en la perfusión regional pulmonar por modificaciones en el tono vascular. Ambos mecanismos producirían variaciones en la relación ventilación/perfusión, que a su vez modificarían la PO<sub>2</sub>. Otra causa podría ser las variaciones en el contenido de oxígeno en sangre venosa mixta, secundarias a cambios en el volumen-minuto cardíaco, en el consumo tisular de oxígeno o en la distribución sistémica del flujo sanguíneo. Por su parte, los cambios en la PCO<sub>2</sub> podrían deberse a variaciones en el volumen-minuto ventilatorio.

En conclusión, pensamos que la variabilidad espontánea de los gases arteriales, especialmente de la PO<sub>2</sub>, es cuantitativamente importante, por lo que debe considerarse al interpretar cambios gasométricos en el paciente, sobre todo si dichos cambios pueden suponer la adopción de nuevas medidas terapéuticas, especialmente la oxigenoterapia domiciliaria. Un cambio de hasta 8 mmHg en la PO<sub>2</sub>, si no se acompaña de otros signos, debería comprobarse antes de tomar decisiones clínicas de importancia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Thorson SH, Marini JJ, Pierson DJ, Hudson LD. Variability of arterial blood gas values in stable patients in the ICU. *Chest* 1983; 84:14-18.
2. Ladegaard-Perderson HJ. Accuracy and reproductivity of arterial blood-gas and pH measurements. *Acta Anaesth Scand* 1987; suppl 67 (suppl):63-65.
3. SEPAR. Normativa sobre gasometría arterial. Barcelona. Ediciones Doyma, 1987.
4. Harris EK, Yasaka T. On the calculation of a "reference change" for comparing consecutive measurements. *Clin Chem* 1983; 29:25-30.
5. Queraltó JM. Análisis de series temporales en bioquímica clínica. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Barcelona. 1990; 18-46.
6. Bageant MA. Variation in arterial blood gas measurements due to sampling techniques. *Respiratory Care* 1975; 20:565-570.
7. Miralda RM, Balañá ML, Calaf N et al. Determinació de gasos en sang arterial. *Sant Pau* 1982; 3:162-165.