

VARIACIONES DE LA GASOMETRÍA ARTERIAL EN RELACIÓN CON LA MANIPULACIÓN DE LA MUESTRA Y MATERIAL EMPLEADO

J.L. Izquierdo, M.S. Ribas, M. Izquierdo, J.M. Rodríguez y J.L. Viejo

Sección de Neumología. Hospital General Yagüe. Burgos

Con la finalidad de determinar posibles variaciones en la gasometría arterial (GA) dependiendo del método de conservación y del material de jeringa utilizado, se analizaron las muestras procedentes de 23 pacientes respirando aire ambiente y de 20 enfermos con insuficiencia respiratoria crónica (IRC) recibiendo oxígeno suplementario al 24-28 %. De cada enfermo se obtuvieron 6 muestras que se mantuvieron en jeringas de cristal y plástico, tanto a temperatura ambiente como en hielo. La duración de cada estudio fue de 2 horas, realizándose una lectura basal y posteriormente a los 15, 30, 60 y 120 minutos.

Sólo cuando la muestra se mantuvo en jeringa de cristal y hielo, los resultados fueron adecuados a las dos horas postextracción. En el resto, una demora en la lectura superior a 15 minutos produjo variaciones en la PaO₂, PaCO₂ y pH, que fueron incrementándose de forma progresiva en función del tiempo transcurrido.

Es de resaltar la magnitud de los cambios observados, con diferencias al final del estudio de 9,4 y 10 mmHg en la PaO₂ de los dos grupos, diferencias que por sí mismas pueden condicionar importantes cambios en el diagnóstico y manejo clínico, especialmente del paciente con IRC.

Arch Bronconeumol 1990; 26:181-185

Variations of arterial blood gases in relation with manipulation of the sample and with the used material.

To determine possible variations in the values of arterial blood gases depending on the preservation procedure and on the characteristics of the syringe used, the samples obtained in 23 patients breathing ambient air and in 20 patients with chronic respiratory failure receiving oxygen at 24 to 28 %, were analyzed. In each patient 6 samples were obtained and were collected with crystal or plastic syringes at room temperature and under ice. The duration of the study was about 2 hours. Samples were analyzed at baseline and after 15,30,60, and 120 min. Samples collected with crystal syringes and those kept under ice gave the more concordant values during the two hours that followed the extraction. In the remaining situations a delay of 15 min after extraction produced variations in the values of PaO₂, PaCO₂, and pH. These variations increased with the time. At the late stages of the study, differences of 9.4 to 10 mmHg in PaO₂ could be seen. This variability may be of clinical relevance in the diagnosis and treatment specially in patients with chronic respiratory failure.

Introducción

La GA constituye una prueba fundamental en la valoración del equilibrio ácido-base y en el estudio de los gases sanguíneos que participan en la respiración, cuya importancia ha quedado consolidada en los últimos años por la amplia difusión de la oxigenoterapia como modalidad terapéutica¹.

Los continuos avances técnicos, con una progresiva automatización en el sistema de lectura, y el desarrollo de nuevos electrodos, han dado lugar a que en

muchas ocasiones, las principales fuentes de error dependan en gran medida de un incorrecto manejo de la muestra (asumiendo una adecuada corrección en función de la temperatura y hemoglobina del paciente). De este modo, la introducción de jeringas de plástico para la realización de la GA, y la centralización de su lectura en el servicio de neumología o en el laboratorio central, con la demora que ésto puede conllevar, constituyen teóricamente dos importantes fuentes de error cuya importancia debe ser evaluada y cuantificada.

Aunque existen trabajos previos²⁻⁴ que analizan de forma aislada diversos aspectos relacionados con la

Recibido el 4-9-89 y aceptado el 22-1-90.



conservación y manipulación de la muestra, sigue habiendo un importante grado de controversia⁵, por lo que existe una clara necesidad de evaluar de forma global el impacto que estas variables pueden tener en el resultado final, y por lo tanto en el manejo clínico del enfermo.

El objetivo de este estudio es analizar el grado de repercusión que tiene en el resultado final de la GA el método de conservación la muestra y el material de la jeringa utilizado en función del tiempo transcurrido desde la extracción.

Material y métodos

Para la realización de este estudio se obtuvieron muestras de sangre arterial de 43 pacientes, de los cuales 23 presentaban patologías respiratorias agudas y 20 estaban diagnosticados previamente de limitación crónica al flujo aéreo e IRC en tratamiento con oxígeno domiciliario continuo. El primer grupo estaba constituido por 14 varones y 9 mujeres con una edad media de $61,8 \pm 10$ años (rango: 38-76), realizándose la GA respirando aire ambiente. En el segundo grupo, 16 eran varones y 4 mujeres con una edad media de $63,7 \pm 11$ años (rango: 40-80), realizándose la GA mientras recibían oxígeno suplementario como FiO_2 del 24-28%. No se incluyeron en el estudio pacientes con fiebre, leucocitosis, anemia ni poliglobulia.

Previa información verbal y tras mantener al paciente en reposo durante un mínimo de 10 minutos, la muestra se obtuvo por personal altamente adiestrado, indistintamente de la arteria radial o humeral. En cada paciente, de una misma punción realizada con una aguja Luer de 0,8 mm, se extrajeron 6 muestras, de las cuales 4 se mantuvieron respectivamente en jeringa de cristal y en jeringa de plástico con émbolo de goma tanto a temperatura ambiente como en hielo.

Tras una primera determinación inmediatamente después de la extracción, la lectura se repitió a los 15, 30, 60, y 120 minutos, manteniéndose la muestra herméticamente cerrada entre estos intervalos. Las otras dos muestras se guardaron como control en jeringa de cristal, a temperatura ambiente y en hielo sin realizar en ellas

lecturas intermedias hasta el final del estudio, permitiéndonos de este modo valorar si la sucesiva apertura de la jeringa para las lecturas alteró de forma significativa los resultados finales.

La tolerancia por parte de los enfermos fue buena, no produciéndose complicaciones en ningún caso.

La anticoagulación de la muestra se hizo humidificando el émbolo y jeringa con heparina sódica al 1%, eliminando posteriormente las posibles burbujas de aire en el interior tras obtener 2,5-5 ml. La lectura se hizo con un aparato Corning Medical & Scientific 175 calibrado diariamente con tres soluciones control y confirmándose posteriormente dicha calibración de forma periódica.

Para contrastar los valores medios obtenidos de PaO_2 , $PaCO_2$, y pH en los diferentes intervalos se utilizó el análisis de la varianza, siendo el nivel de significación estadística seleccionado de $p < 0,05$.

Resultados

La tabla I recoge los cambios observados a lo largo de las dos horas que duró el estudio en la PaO_2 , $PaCO_2$ y pH en función de las variables analizadas.

La figura 1 muestra cómo inicialmente los valores medios de la PaO_2 al inicio del estudio fueron similares en los cuatro grupos obtenidos de cada una de las dos poblaciones estudiadas. Posteriormente, observamos un descenso en la PaO_2 cuando la muestra se mantuvo a temperatura ambiente, aunque en el grupo de pacientes con IRC no alcanzó la significación estadística cuando se mantuvo en jeringa de plástico. Por el contrario, se produjo un incremento significativo de la PaO_2 cuando la muestra guardada en jeringa de plástico se mantuvo en hielo. Destaca una progresiva acentuación de estos cambios en función del tiempo transcurrido, que se muestran especialmente llamativos a partir de los 15-30 minutos postextracción. Únicamente la muestra mantenida en jeringa de cristal y en hielo se mantuvo estable al final del estudio. Es de

TABLA I
Cambios observados en la PaO_2 , $PaCO_2$ y pH en los dos grupos estudiados ($\bar{x} \pm DE$)

Método de conservación	Tiempo	Pacientes respirando aire ambiente			Pacientes con IRC y oxígeno suplementario		
		PaO_2	$PaCO_2$	pH	PaO_2	$PaCO_2$	pH
CH	1	69,2 ± 12	39,2 ± 5	7,41 ± 0,027	67,8 ± 12	51,6 ± 13	7,39 ± 0,049
	15	70,2 ± 12	38,9 ± 3	7,41 ± 0,026	68,6 ± 12	51,9 ± 13	7,39 ± 0,051
	30	71,1 ± 13	39,0 ± 4	7,41 ± 0,024	69,5 ± 13	51,0 ± 14	7,38 ± 0,052
	60	71,0 ± 13	38,5 ± 3	7,40 ± 0,025	69,5 ± 13	51,4 ± 14	7,38 ± 0,051
PH	120	71,3 ± 13	39,9 ± 4	7,40 ± 0,025	70,3 ± 13	51,0 ± 13	7,38 ± 0,048
	1	70,5 ± 13	38,8 ± 5	7,42 ± 0,032	68,6 ± 12	52,4 ± 13	7,39 ± 0,051
	15	71,0 ± 12	38,2 ± 4	7,42 ± 0,029	69,9 ± 13	52,1 ± 13	7,39 ± 0,051
	30	72,3 ± 12	38,6 ± 4	7,42 ± 0,028	71,7 ± 13	50,9 ± 13	7,39 ± 0,053
CA	60	74,1 ± 14	38,8 ± 4	7,41 ± 0,030	73,0 ± 14	52,4 ± 14	7,39 ± 0,053
	120	75,6 ± 14	38,9 ± 4	7,41 ± 0,030	74,3 ± 15	52,1 ± 14	7,39 ± 0,053
	1	70,7 ± 11	38,0 ± 4	7,42 ± 0,032	67,5 ± 11	52,7 ± 14	7,39 ± 0,046
	15	70,7 ± 10	37,8 ± 4	7,42 ± 0,032	67,0 ± 10	51,6 ± 13	7,38 ± 0,049
PA	30	69,7 ± 10	38,6 ± 4	7,41 ± 0,032	66,5 ± 9	51,8 ± 13	7,37 ± 0,049
	60	67,5 ± 8	41,0 ± 4	7,39 ± 0,033	65,0 ± 8	55,1 ± 14	7,35 ± 0,045
	120	66,2 ± 7	42,4 ± 5	7,39 ± 0,033	64,3 ± 6	58,1 ± 15	7,32 ± 0,048
	1	70,9 ± 11	38,8 ± 4	7,42 ± 0,030	67,9 ± 13	52,2 ± 13	7,39 ± 0,050
PA	15	71,0 ± 11	38,4 ± 3	7,42 ± 0,027	69,1 ± 12	52,0 ± 13	7,39 ± 0,051
	30	70,6 ± 10	39,1 ± 3	7,41 ± 0,026	69,2 ± 11	52,0 ± 14	7,38 ± 0,053
	60	69,5 ± 10	40,4 ± 4	7,39 ± 0,029	68,3 ± 9	54,6 ± 14	7,36 ± 0,054
	120	68,0 ± 8	42,3 ± 4	7,37 ± 0,028	67,3 ± 8	58,1 ± 15	7,33 ± 0,052

CH: Muestra en jeringa de cristal mantenida en hielo.

PH: Muestra en jeringa de plástico mantenida en hielo.

CA: Muestra en jeringa de cristal a temperatura ambiente.

PA: Muestra en jeringa de plástico a temperatura ambiente.

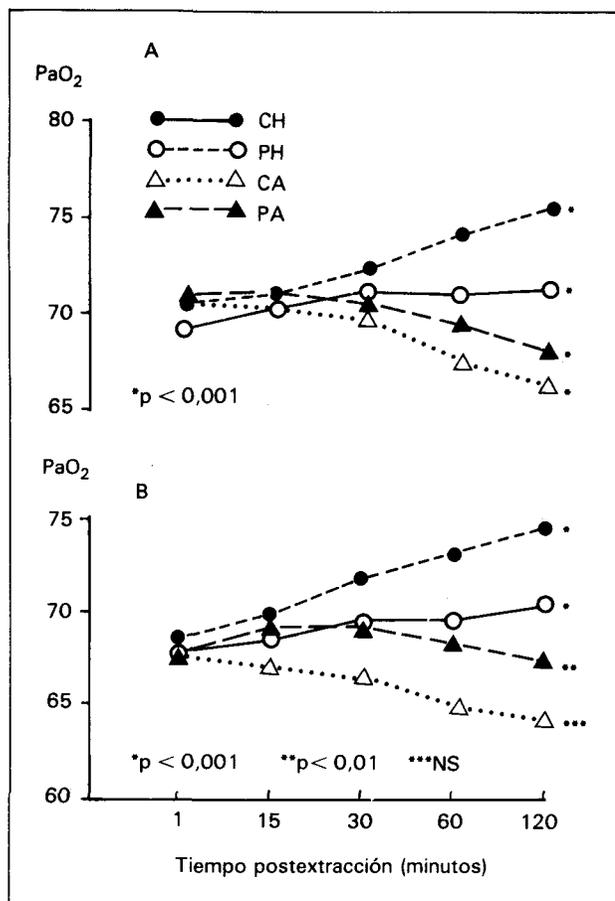


Fig. 1. Cambios en la PaO₂ de los pacientes respirando aire ambiente (A), y de los pacientes con IRC recibiendo oxígeno suplementario (B) en función del método de conservación, material de la jeringa y tiempo postextracción.

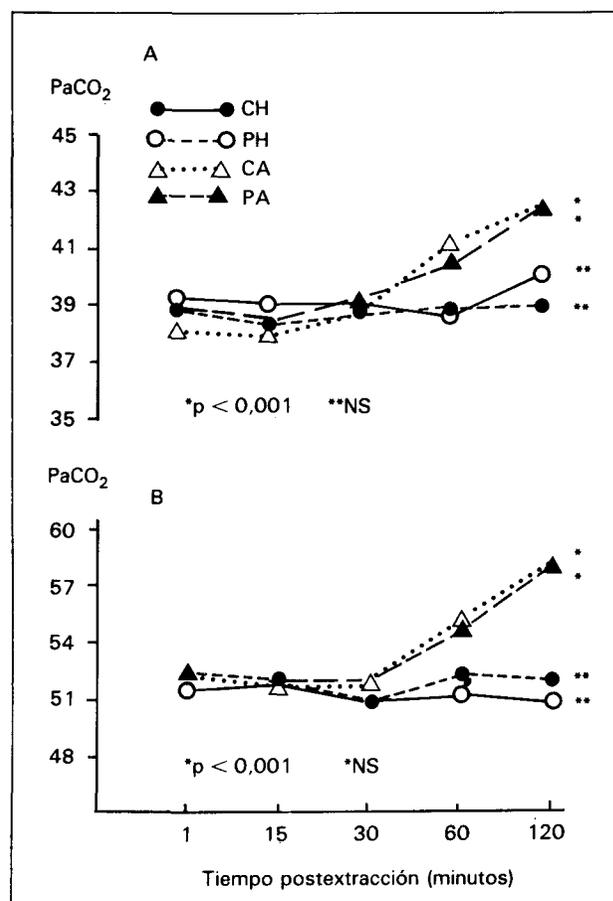


Fig. 2. Cambios en la PaCO₂.

reseñar que después de dos horas, encontramos una diferencia superior a 9 mmHg en la PaO₂ entre las muestras con los valores más extremos.

No se observaron cambios estadísticamente significativos en la PaCO₂ cuando se utilizaron jeringas de cristal o de plástico y éstas se mantuvieron en hielo. Sin embargo, sí que existió un incremento estadísticamente significativo en ambos casos cuando las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente. La máxima diferencia observada al final del estudio fue de 4,6 mmHg en el grupo respirando aire ambiente y de 7,2 mmHg en el grupo con IRC (fig. 2). Un comportamiento similar se observó en el descenso del pH, que se produjo cuando las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente, especialmente a partir de los 30 minutos postextracción (fig. 3).

Los dos grupos utilizados para el estudio (sujetos con FiO₂ y pacientes con IRC y oxígeno suplementario al 24-28 %) presentaron un comportamiento similar en todos los cambios observados.

Por último, en la figura 4 podemos ver que a los 120 minutos, los resultados fueron similares cuando se compararon las muestras utilizadas para el estudio y las que se mantuvieron como control.

Discusión

En un importante número de hospitales de nuestro país, la determinación de la GA se encuentra centralizada en el servicio de neumología o en el laboratorio central, lo que dificulta una inmediata lectura postextracción, ya que, especialmente en los grandes centros hospitalarios, la recogida y análisis simultáneo de varias muestras frecuentemente condiciona una demora importante. Por este motivo, creemos que es necesario resaltar el impacto que pueden tener diversas variables relacionadas con el transporte y manipulación de la muestra en el resultado final de una prueba que conlleva importantes repercusiones clínicas y económicas.

Nuestros datos muestran que los cambios en la PaO₂ a lo largo del tiempo están condicionados por el material de la jeringa y el medio de conservación. De estos datos puede deducirse que, en los primeros 15 minutos postextracción las variaciones son pequeñas, no alterando significativamente los resultados. Sin embargo, a medida que transcurre el tiempo, el grado de error observado en la muestra se encuentra claramente relacionado con estas variables, siendo los re-

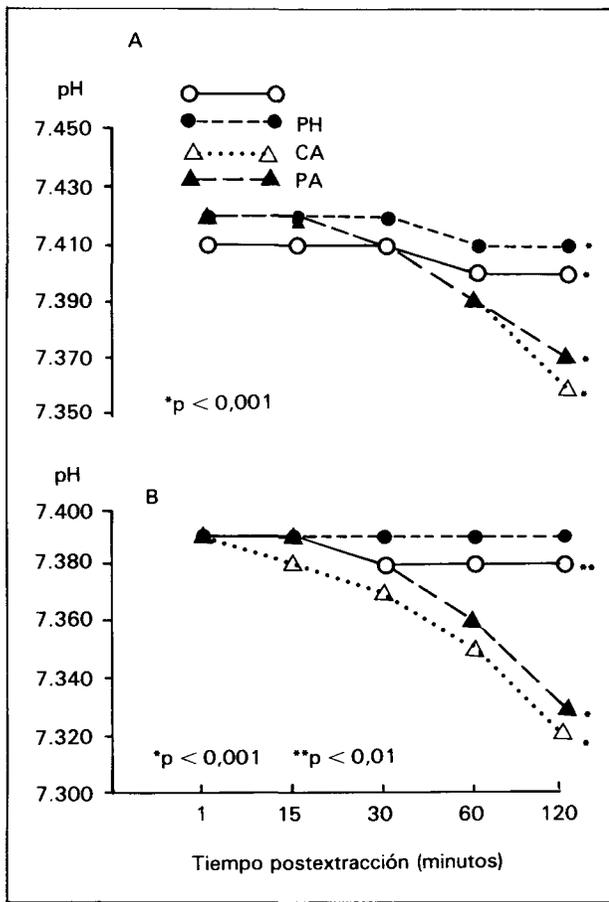


Fig. 3. Cambios en el pH.

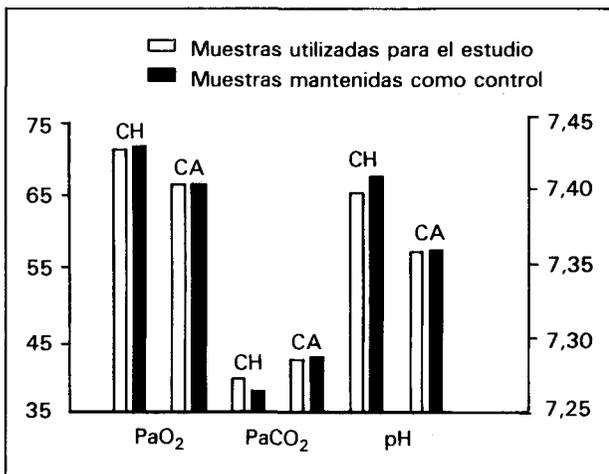


Fig. 4. Comparación entre las muestras utilizadas para el estudio y las muestras mantenidas sin abrir como control.

sultados valorables únicamente si la muestra se mantiene en cristal y hielo⁶. Los principales determinantes de estos cambios son la difusión de los gases a través de las paredes de la jeringa, escapes a través del émbolo y el metabolismo celular.

Para la determinación de la GA existen básicamente dos tipos de jeringas: Cristal y plástico; estas últi-

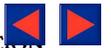
mas, por su comodidad y bajo costo son las que se utilizan con mayor frecuencia. Sin embargo, dado su grado de permeabilidad para los gases, plantean serios interrogantes como medio válido para la obtención de una GA. Teniendo en cuenta la altitud de nuestra ciudad, asumimos que la presión parcial ambiental para el oxígeno fue aproximadamente de 145 mmHg. Dado que ninguna de nuestras muestras superó este valor, es lógico pensar que la difusión del oxígeno fue siempre desde el exterior hacia el interior de la jeringa, en relación directa con el grado de permeabilidad, tiempo transcurrido y PaO₂ del enfermo. En este sentido nuestros datos confirman los resultados previos de Fletcher³ y Laer⁷, mostrando a los 120 minutos un incremento de más de 5 mmHg cuando la muestra se mantuvo en plástico y hielo.

Por otro lado, la sangre es un tejido vivo, consumiendo oxígeno y produciendo CO₂ dentro de la jeringa. Por este motivo, el metabolismo celular va a contribuir a un descenso de la PaO₂ y pH, y a un aumento de la PaCO₂. Este proceso disminuye rápidamente cuando la muestra se guarda en un recipiente con hielo.

Cuando la muestra se mantuvo a temperatura ambiente, se produjo un descenso significativo de la PaO₂, que se hizo especialmente llamativo cuando utilizamos jeringa de cristal. El menor descenso observado cuando se utilizó jeringa de plástico asumimos que fue debido a la difusión del oxígeno hacia el interior de la jeringa, que compensó parcialmente su consumo. De este modo, la suma de dos errores operando en dirección opuesta, puede dar lugar a valores dentro del rango esperado. Cuando comparamos los dos valores extremos a los 120 minutos, observamos una diferencia superior a 9 mmHg, que por sí sola puede condicionar importantes cambios en el diagnóstico y manejo clínico de un importante número de enfermos, especialmente aquellos con IRC candidatos a oxigenoterapia continua.

Como podemos ver en la figura 2, los cambios de la PaCO₂ a lo largo del tiempo están claramente relacionados con los cambios en el pH (fig. 3), ya que el pH es en esencia el resultado de la relación entre el bicarbonato plasmático y el ácido carbónico, estando éste condicionado por la PaCO₂. En ambos casos, sólo las muestras mantenidas a temperatura ambiente mostraron cambios significativos independientemente del material de la jeringa, sugiriendo un papel predominante del metabolismo celular como fuente de error⁸.

Otros autores no han encontrado diferencias significativas entre jeringas de cristal y plástico², lo que ha llevado a que en libros clásicos sobre GA⁵, este apartado aparezca como de "dudosa importancia clínica". Sin embargo, de nuestros datos puede concluirse que sólo cuando el intervalo entre la extracción y la lectura de la GA es breve (15 minutos), es posible utilizar jeringas de plástico y/o mantener la muestra a temperatura ambiente sin que se produzcan cambios significativos, apoyando de este modo las recomendaciones recientemente establecidas por el grupo de trabajo SEPAR⁹ para la práctica de la GA. Cuando el tiempo



transcurrido es mayor, pueden producirse cambios importantes en el resultado, cambios que por sí mismos pueden modificar de forma decisiva actitudes terapéuticas. De este modo, cuando no sea posible controlar de forma estricta estas variables, debemos asumir la posibilidad de un error significativo y tener en cuenta que de la GA van a depender decisiones clínicas de gran importancia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Raffin TA. Indications for arterial blood gas analysis. *Ann Intern Med* 1986; 105:390-398.

2. Evers W et al. A comparative study of plastic (polypropylene) and glass syringes in blood-gas analysis. *Anesth-Analg* 1972; 51:92-97.

3. Fletcher G, Jergen LB. Effect of sampling technique on the determination of PaO₂ during oxygen breathing. *J Appl Physiol* 1966; 21:463-468.

4. Abramson J et al. Blood gas stability in terumo plastic and glass syringes *Resp Care* 1978; 23:63-64.

5. Shapiro BA et al. Manejo clínico de los gases sanguíneos. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana 1979; 156.

6. Vaida AM et al. Contrôle de qualité de la mesure des pressions partielles d'oxygène et de gaz carbonique dans le sang. *Bull Europ Physiopathol Resp* 1980; 16:67-78.

7. Laver MB, Seifen A. Measurement of blood oxygen tension in anesthesiology. *Anesthesiology* 1965; 26:73-101.

8. Hansen DE. A systematic error in the determination of blood PaCO₂. *Am Rev Respir Dis* 1977; 115:1.061-1.062.

9. Normativa sobre gasometría arterial. Recomendaciones SEPAR. Ed Doyma. 1987.