

Comparación de equipos para obtener muestras de sangre arterial

N. Calaf, J. Giner, E. Codina, T. Feixas, M. González y P. Casan

Unitat de Funció Pulmonar. Departament de Pneumologia. Hospital de la Santa Creu i de Sant Pau. Facultat de Medicina. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona. España.

La mayor parte de la variabilidad en la determinación de los gases y electrolitos en muestras de sangre arterial es “preanalítica”, y la participación del tipo de equipos utilizados en la obtención de las muestras sanguíneas es fundamental. Nuestro objetivo fue comparar diferentes equipos de obtención de muestras, en condiciones habituales de uso clínico, y analizar el impacto del retraso temporal en la lectura sobre la variabilidad de los resultados. Comparamos 5 equipos (Pico 70 de Radiometer, Preset-Becton Dickinson, Provent-Sims de Portex, Pulsator-Concord y Quick A.B.G. de Markest) en 2 tipos de estudio. En el primer caso, valoramos el uso práctico y la presencia de burbujas, en 160 pacientes consecutivos, estudiados de forma aleatoria. En el segundo caso, analizamos el efecto de un retraso de 30 y 60 min en la lectura y el tipo de heparina que contienen los equipos, en 54 muestras sanguíneas. Los equipos con menor número de burbujas, con mayor estabilidad de las muestras y con menor impacto en la concentración de iones fueron el Pico 70 de Radiometer y el Provent-Sims de Portex.

Palabras clave: Gases arteriales. Ionograma. Variabilidad. Equipos para muestras sanguíneas.

Introducción

Las pruebas analíticas para la determinación de gases y electrolitos en sangre son muy utilizadas en la práctica clínica hospitalaria. En la mayoría de las ocasiones, se aprovecha la muestra de sangre arterial obtenida para medir el equilibrio ácido-base, y los gases, para valorar simultáneamente el equilibrio hidroelectrolítico. En ambos casos, el tipo de equipo utilizado para la obtención de las muestras y el tiempo de almacenamiento previo a la lectura condicionan el resultado final de las determinaciones.

Correspondencia: Dr. P. Casan.
Unitat de Funció Pulmonar. Departament de Pneumologia. Hospital de la Santa Creu i de Sant Pau.
Sant Antoni M. Claret, 167. 08025 Barcelona. España.
Correo electrónico: pcasan@hsp.santpau.es

Recibido: 11-11-2003; aceptado para su publicación: 26-11-2003.

Comparison of Arterial Blood Sample Kits

Most inaccuracies in the analysis of gases and electrolytes in arterial blood samples are due to preanalytic factors, among which is the type of equipment used for blood collection. Our objective was to compare arterial blood gas sample kits used under clinical conditions and to evaluate the impact of delay in estimation on variability in results. In 2 types of study we compared 5 kits (Radiometer's Pico 70, Becton Dickinson's Preset, SIMS Portex's Pro-Vent, SIMS-Concord's Pulsator, and Marquest's Quick ABG). In the first study kitsyringe assignment was randomized for collecting arterial blood samples from 160 consecutive patients to evaluate practical aspects of using them and the presence of bubbles in the samples taken. The second study evaluated the effects of delays of 30 and 60 minutes in estimation and of the type of heparin used in 54 blood samples. The kits which produced the fewest bubbles, gave samples with the greatest stability, and had the least impact on ion concentration were Radiometer's Pico 70 and SIMS-Portex's Pro-vent.

Key words: Arterial blood gases. Ionogram. Variability. Arterial blood sample kits.

La variabilidad de estas observaciones ha sido muy estudiada, especialmente por los programas de control de calidad de los fabricantes de los analizadores¹. La variabilidad preanalítica, generalmente responsable de la mayor parte de las variaciones en las determinaciones, se ha analizado menos. De esta forma, nuestro objetivo fue comparar varios equipos existentes en el mercado para obtener muestras de sangre arterial, con la doble finalidad de conocer su comportamiento en la práctica diaria a la vez que su impacto en la variabilidad, especialmente la relacionada con el retraso en la lectura de las muestras.

Pacientes y métodos

El estudio se dividió en 2 partes en función del objetivo propuesto. En ambos casos se contó con la aceptación del Comité de Ética del centro y con el consentimiento informado de los pacientes. Para valorar el uso práctico de los equipos se



Fig. 1. Los 5 equipos evaluados: 1) Pico 70 de Radiometer (Copenhague); 2) Preset-Becton Dickinson (EE.UU.); 3) Provent-Sims de Portex (EE.UU.); 4) Pulsator-Concord (EE.UU.), y 5) Quick A.B.G. de Markest (EE.UU.).

estudió a 160 pacientes consecutivos (117 varones y 43 mujeres), con una edad media (\pm desviación estándar) de 64 ± 11 años, que por motivos diversos acudían al laboratorio para estudio de la función pulmonar, que incluía la determinación de gases en sangre arterial. El procedimiento de obtención de muestras se realizó según la normativa de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica². En cada paciente se utilizó de forma aleatoria un solo equipo y la extracción y la lectura las realizó siempre la misma persona. En cada una de las determinaciones se cuantificaron los siguientes aspectos: a) tiempo para obtener 1,5 ml de sangre; b) número de intentos para localizar la arteria radial; c) magnitud del dolor (valorado con una escala analógica de 0-10 cm, donde 0 significa ausencia de dolor y 10, dolor máximo); d) presencia de burbujas en el cono de salida de la jeringuilla; e) presencia de burbujas en el émbolo; f) tiempo necesario para eliminarlas; g) presencia de burbujas en el tapón, y h) presencia o ausencia de hematoma pospunción.

En la segunda parte del estudio se evaluó un total de 54 muestras de sangre arterial, obtenidas por cateterización de la arteria femoral, aprovechando un procedimiento invasivo hemodinámico. En todos los casos se trataba de patología coronaria crónica, sin sospecha de factores añadidos que pudieran modificar los objetivos del estudio. El orden de extracción de las muestras y de las lecturas fue aleatorio, aunque siempre realizadas también por la misma persona. Se tomó una muestra para cada equipo (un total de 5 muestras por paciente) y se efectuó una lectura inmediata y a los 30 y 60 min, manteniendo las jeringas en la nevera a 4 °C.

Los equipos evaluados fueron 5, todos ellos procedentes del mercado habitualmente utilizado para este tipo de procedimientos: Pico 70 de Radiometer (Copenhague), Preset-Becton

Dickinson (EE.UU.), Provent-Sims de Portex (EE.UU.), Pulsator-Concord (EE.UU.) y Quick A.B.G. de Markest (EE.UU.) (fig. 1). Todas las muestras se valoraron mediante un equipo analizador ABL-700 de Radiometer (Copenhague), previamente preparado y calibrado según condiciones estándar en el laboratorio.

Para comparar las diferencias se utilizaron el análisis de la variancia y la prueba de la t de Student para datos independientes. Se consideró significativo un valor de p menor de 0,05.

Resultados

Los resultados de la primera parte del estudio fueron los siguientes: el tiempo promedio para obtener los 1,5 ml de sangre fue de 13 ± 4 s; el número de intentos para obtener la muestra fue de $1,3 \pm 0,4$; la magnitud del dolor expresado por los pacientes de $0,3 \pm 0,7$ en la escala de 0-10 puntos; en un 13% de las ocasiones se presentaron burbujas en el cono de la jeringuilla y en un 25% las burbujas se observaron junto al émbolo; el tiempo necesario para eliminarlas fue de 7 ± 5 s; en un 18% de las ocasiones las burbujas se alojaron en el tapón y, por último, un 3% de los pacientes presentó un pequeño hematoma posterior en la zona de la punción arterial. Los datos de estas variables para cada tipo de equipo utilizado se resumen en la tabla I. Las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre equipos al comparar el tiempo de extracción y el número de intentos. Sí lo fueron en el resto de variables analizadas, especialmente en la aparición de burbujas y en el tiempo necesario para extraerlas. Los equipos Pico 70 y Provent-Sims mostraron especialmente mayor facilidad para eliminarlas ($p < 0,05$).

Los datos de la segunda parte del estudio, correspondientes a los valores promedio de pH, presión arterial de anhídrido carbónico (PaCO_2), presión arterial de oxígeno (PaO_2), Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Cl^- , glucosa, carboxihemoglobina y metahemoglobina se detallan en la tabla II. Las diferencias no fueron estadísticamente significativas al comparar los valores de carboxihemoglobina o metahemoglobina. Los equipos Pico 70, Provent-Sims y Quick A.B.G. mostraron mayor estabilidad en los resultados a lo largo del tiempo, especialmente en los valores de PaCO_2 , sodio y calcio ($p < 0,05$). La PaO_2 experimentó un incremento significativo a lo largo del tiempo en todos los equipos estudiados ($p < 0,001$).

Discusión

El estudio pone de manifiesto que el material actualmente disponible para obtener muestras de sangre arterial cumple suficientemente con los requisitos de rapidez, facilidad y calidad de la muestra valorada. No obstante, las muestras sanguíneas obtenidas con los equipos Pico 70 y Provent-Sims, al tener menos burbujas y más facilidad para eliminarlas, eran de superior calidad. En la segunda parte, los datos analíticos obtenidos con los equipos Pico 70, Provent-Sims y Quick A.B.G. fueron los más estables y menos contaminados a lo largo del tiempo del estudio.

La manipulación preanalítica es la mayor fuente de variabilidad en las determinaciones de laboratorio^{3,4}. La

TABLA I
Comparación de los 5 equipos en las variables analizadas en la primera parte del estudio

	A (s)	B (n.º)	C (cm)	D/E (%)	F (s)	G (%)	H (%)
Pico 70	15 ± 6	$1,2 \pm 0,5$	$0,2 \pm 0,6$	16/0	5 ± 3	3	3
Preset	11 ± 5	$1,2 \pm 0,5$	$0,4 \pm 1,2$	9/28	5 ± 4	22	3
Provent	11 ± 3	$1,2 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,2$	6/9	5 ± 3	6	0
Pulsator	15 ± 4	$1,6 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,6$	9/72	13 ± 7	50	6
Quick	12 ± 3	$1,1 \pm 0,3$	$0,1 \pm 0,2$	25/19	5 ± 2	9	3

Los valores se expresan como media \pm desviación estándar.

A: tiempo (s) para obtener 1,5 ml de sangre; B: número de intentos para localizar la arteria; C: intensidad del dolor (cm) en una escala analógica de 0-10 cm; D y E: presencia de burbujas en el cono o en el émbolo de la jeringa (porcentaje de casos); F: tiempo necesario (s) para eliminar las burbujas; G: presencia de burbujas en el tapón (porcentaje de casos); H: presencia de hematoma pospunción (porcentaje de casos).

TABLA II
Valores de gases e iones en las muestras analizadas y en los 3 tiempos en que se realizaron las lecturas

Tiempo	Jeringa*	pH	PaCO ₂ (mmHg)	PaO ₂ (mmHg)	Na ⁺ (mmol/l)	K ⁺ (mmol/l)	Ca ⁺⁺ (mmol/l)	Cl ⁻ (mmol/l)	Glucosa (mmol/l)	COHb (%)	MetHb (%)
Basal	1	7.431	38,5	81,7	134,3	4,0	1,3	104,4	6,7	1,6	0,7
	2	7.427	39,0	80,0	136,0	4,0	1,2	105,2	6,7	1,5	0,7
	3	7.431	38,5	82,5	134,1	4,1	1,3	104,3	6,7	1,6	0,7
	4	7.416	33,1	85,1	139,7	4,2	1,7	106,4	5,7	1,5	0,8
	5	7.426	39,3	80,2	133,1	4,0	1,2	103,8	6,6	1,5	0,7
30 min	1	7.428	38,7	83,6	134,3	4,0	1,3	104,8	6,6	1,5	0,7
	2	7.421	39,1	81,0	138,7	4,1	1,2	106,1	6,5	1,5	0,7
	3	7.428	38,7	84,4	133,8	4,0	1,3	104,4	6,6	1,5	0,7
	4	7.413	33,1	90,3	139,5	4,2	1,7	106,9	5,6	1,5	0,8
	5	7.418	39,7	84,1	133,2	4,0	1,2	104,3	6,6	1,5	0,7
60 min	1	7.427	38,6	87,5	134,2	4,1	1,3	105,0	6,5	1,5	0,7
	2	7.415	39,8	85,9	143,2	4,2	1,0	106,1	6,6	1,5	0,7
	3	7.425	38,8	86,3	133,9	4,1	1,3	104,7	6,5	1,5	0,7
	4	7.413	33,1	96,4	139,7	4,3	1,7	107,2	5,5	1,5	0,8
	5	7.412	40,0	88,2	133,5	4,1	1,1	104,6	6,5	1,5	0,7

COHb: carboxihemoglobina; MetHb: metahemoglobina; PaCO₂: presión arterial de anhídrido carbónico; PaO₂: presión arterial de oxígeno.

*1: Pico 70 de Radiometer (Copenhague); 2: Preset-Becton Dickinson (EE.UU.); 3: Provent-Sims de Portex (EE.UU.); 4: Pulsator-Concord (EE.UU.); 5: Quick A.B.G. de Markest (EE.UU.).

exactitud y precisión con la que en la actualidad actúan los equipos analizadores han reducido la variabilidad prácticamente a la que se deriva de la obtención y manipulación de las muestras. Tal es el caso de la determinación de gases e iones en las muestras de sangre arterial. En esta variabilidad interviene en gran parte el tipo de equipo utilizado para obtener las muestras sanguíneas. Por este motivo, el conocimiento y el control de estos equipos son fundamentales para garantizar la calidad de las determinaciones.

Uno de los aspectos que más intervienen en esta fuente de variabilidad es la presencia de burbujas de aire en el interior de la jeringa⁵. Un equipo que casi no las incorpore, que tenga un eficaz sistema de sellado y esté fabricado con un material que posibilite menos adherencia del gas en las paredes y facilite la expulsión de las burbujas será bien recibido. Éste es uno de los aspectos más destacables de los equipos comparados con Pico 70 y Provent-Sims en el presente estudio.

Otro aspecto muy importante es el tipo de aguja utilizada para la punción arterial. El bisel debe ser corto y muy afilado para no dañar la pared de la arteria y el diámetro interior de la aguja debe ser lo suficientemente amplio para permitir la ascensión rápida de la muestra sanguínea. Estos aspectos podrían modificar el tiempo de llenado y la magnitud del dolor, y en todos los equipos analizados ambos criterios fueron adecuados y sin diferencias apreciables.

Otra fuente importante de variabilidad en la determinación de los iones es la presencia de determinados tipos de heparina en el interior del equipo. La utilización de heparina cálcica no equilibrada electrolíticamente puede modificar de forma clara las concentraciones de los iones de calcio en la muestra analizada, tal como ocurrió en nuestro estudio. El equipo Pulsator-Concord presentó siempre una concentración de calcio y de sodio superior a la media, atribuible al tipo de heparina que contenía (heparina sódica líquida). En este mismo equipo, la PaO₂ se modificó más intensamente a lo largo del tiempo, como indicador de contaminación am-

biental, mientras que en los demás equipos la muestra permaneció más estanca. El equipo Pico 70 utiliza, además, una forma de heparina sólida de litio y sodio bien equilibrada desde el punto de vista de los electrolitos y sin efecto sobre los valores de hemoglobina y PaCO₂.

El retraso en el tiempo de lectura también puede modificar significativamente los resultados. En nuestro estudio, diseñado para valorar el efecto de 30 y 60 min sobre las determinaciones, manteniendo las muestras en la nevera a 4 °C, se pudo demostrar que el cambio se produce especialmente en la PaO₂, que va aumentando ligeramente, pero que es intrascendente en el resto de las determinaciones de gases o electrolitos.

En conjunto, el presente estudio pone de manifiesto la importancia de utilizar equipos de obtención de muestras sanguíneas adecuados. Del material evaluado se desprende que los equipos Pico 70 de Radiometer (Copenhague) y Provent-Sims de Portex (EE.UU.) son los que cumplen con el mayor número de criterios exigibles. Si las condiciones de mantenimiento de la muestra se cumplen, el efecto de 60 min sobre los iones es insignificante. No ocurre lo mismo con el valor de la PaO₂, que se modifica significativamente y que recuerda la necesidad de una lectura inmediata de la muestra de sangre arterial.

BIBLIOGRAFÍA

- Eichhorn JH. Inaccuracy in blood gas/pH measurements caused by the blood sample. *J Med Technol* 1985;2:23-6.
- Rodríguez-Roisin R, Agustí AGN, Burgos F, Casan P, Perpiñá M, Sánchez-Agudo L. Normativa para la gasometría arterial. *Arch Bronconeumol* 1998;34:142-53.
- Bosch M, Bauzá F, Togores B, Agustí AGN. Análisis comparativo de tres tipos de jeringas utilizadas habitualmente para gasometría arterial. *Arch Bronconeumol* 1997;33:331-4.
- Carter BG, Tibballs J, Hochmann M, Osbornes A, Chiriano A, Murray G. A comparison of syringes to collect blood for analysis of gases, electrolytes and glucose. *Anaesth Intens Care* 1994;22:698-702.
- Mueller RG, Lang GE. Blood gas analysis. Effect of air bubbles in syring and delay in estimation. *Br Med J* 1982;285:1659-60.