

Capítulo I

Toma de muestra para gases arteriales y venosos

Sampling for arterial and venous gases

María del Pilar Triana Reyes*

<https://orcid.org/0000-0001-7849-7887>

Introducción

La gasometría arteriovenosa es una técnica de monitorización invasiva que permite en una muestra de sangre arterial y venosa determinar el estado ácido-base (pH), la oxigenación con la presión parcial de oxígeno (PaO₂), la presión parcial de dióxido de carbono (PaCO₂), el bicarbonato sérico (HCO₃), la capacidad de transporte del oxígeno y además cuantificar la respuesta a la intervención terapéutica.

Indicaciones

La valoración objetiva de la función respiratoria y del equilibrio ácido base es útil para determinar cómo el pulmón está oxigenando la sangre, verificar la necesidad de oxígeno adicional y de ventilación mecánica, además, evaluar la adecuada eliminación del CO₂ por el pulmón y determinar las necesidades o demandas metabólicas del paciente y los procesos de compensación.

*Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia

✉ maria.triana01@usc.edu.co

Cita este capítulo

Triana Reyes, M. del P. Toma de muestra para gases arteriales y venosos. En: Estupiñan Pérez, VH. Ed. científico. *Bases para la interpretación y análisis de gases arteriovenosos*. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali, 2020. p. 15-28.

Es importante tener en cuenta que las decisiones para la intervención de un paciente no deben hacerse con base sólo a los resultados de gases arteriovenosos; la clínica del paciente debe prevalecer antes de tomar una muestra de gases, aún más si es por punción especialmente en el paciente pediátrico, ya que la toma en muchas ocasiones se hace por punción y esto puede alterar los resultados (1). A continuación, en la Tabla 1 se mencionan las indicaciones ordinarias y urgentes para la toma de gases arteriovenosos.

Tabla 1. Indicaciones de toma de gases

Ordinaria (2)
Necesidad de medir la oxigenación o el estado ventilatorio
Sospecha de alteración del equilibrio ácido-base
Cuantificación de la respuesta a la oxigenoterapia
Monitorizar la gravedad y progresión de las enfermedades respiratorias
Preoperatorio de resección pulmonar
Urgente
Parada cardiorrespiratoria
Coma de cualquier origen
Broncoespasmo con signos de insuficiencia respiratoria
EPOC reagudizada
Tromboembolismo pulmonar
Neumonía con signos de insuficiencia respiratoria

Insuficiencia cardiaca congestiva con signos de insuficiencia respiratoria
Shock de cualquier etiología
Descompensación diabética
Intoxicaciones agudas.

Fuente: Fundación para la formación e investigación sanitarias de la región de Murcia. Tema 13. Interpretación de gasometría. Enfoque práctico de la acidosis y la alcalosis.

Existen otras indicaciones para la toma y análisis de gases arteriovenosos tales como:

- Evaluar la respuesta de un paciente a las intervenciones terapéuticas o evaluaciones diagnósticas.
- Se sugiere análisis de gases en sangre venosa central para determinar el consumo de oxígeno en el contexto de terapias tempranas dirigidas a la meta como en el caso de pacientes con sepsis, choque séptico y después de cirugía mayor.
- Evaluar la insuficiencia circulatoria, encontrando alta diferencia de PCO_2 venosa/arterial indicando una perfusión inadecuada, observándose en el choque hemorrágico grave, el gasto cardíaco deficiente, durante la reanimación cardiopulmonar y después de un bypass cardiopulmonar (3),(4).
- Los resultados de los gases en sangre deben ayudar a diagnosticar o confirmar la presencia de una enfermedad.

Toma de muestra

Existen formas de extraer muestras de gases arteriales; cada una de ellas se utilizará según la condición de cada paciente y debe ser interpretada por el clínico acorde a los antecedentes y situación clínica

en que se encuentre. Debido a la gran utilidad que proporciona el correcto análisis e interpretación de los gases arteriovenosos, se debe tener en cuenta la obtención adecuada y óptima de la muestra, la cual requiere de un cuidadoso tratamiento en la fase de preparación de los materiales, la técnica de punción, el transporte y su conservación.

Por lo tanto, los pacientes deben tener una FiO_2 estable mínimo 15 minutos antes de extraer la muestra, si el paciente se encuentra en ventilación mecánica se debe tomar la muestra entre los 15 y 20 minutos después del procedimiento de terapia respiratoria o de la succión traqueal para permitir el equilibrio de la PaO_2 (5). Adicionalmente se debe considerar la posición, el estado de dolor o ansiedad, el patrón ventilatorio y la frecuencia respiratoria que presente el paciente antes de la toma de la muestra, los cuales pueden alterar la $PaCO_2$ y la PaO_2 .

Además, debe registrarse la temperatura corporal del paciente, puesto que en un contenido dado de O_2 , la PaO_2 medida aumenta en tanto que la sangre se calienta. Una PaO_2 aumentada se produce tanto por el desplazamiento hacia la derecha de la curva de disociación de la oxihemoglobina, como porque la solubilidad de los gases disminuye en líquidos más calientes. La hipotermia desplaza la curva de disociación de la oxihemoglobina hacia la izquierda, por lo tanto, cuando la sangre fría se calienta hasta la temperatura estándar de análisis ($37^\circ C$), la solubilidad del oxígeno disminuye presentando una PaO_2 más elevada. La PaO_2 aumentará cuando la sangre es calentada, produciendo una moderada disminución del pH.

La muestra de los gases arteriovenosos se realiza a través de diferentes tipos de punción como son: la arterial, la capilar y la venosa.

Arterial: La toma de los gases arteriales generalmente se realiza puncionando la arteria radial, siendo la más accesible y con menos riesgos post-punción. Antes de realizar la punción se debe comprobar el flujo arterial cubital y así la circulación colateral de la mano, a través de la aplicación de la Prueba –o test– de Allen de la siguiente manera:

1. Explicar el procedimiento y el propósito al paciente.
2. Colocar la muñeca hacia arriba con la mano apoyada.
3. Se cierra la mano haciendo puño.
4. Usando los dedos índices y medio comprimir simultáneamente las arterias radial y cubital por 30 segundos.
5. Se debe pedir al paciente que abra y cierre la mano varias veces, deberá observar la mano pálida.
6. Se retira la presión de la arteria cubital y se vigila que la mano recupere el color normal en 10 segundos, persistiendo con la presión de la arteria radial.
7. Si la mano recupera coloración rosada, indica que la prueba de Allen es positiva, con buena capacidad de la arteria cubital para irrigar (6), por lo tanto se podrá realizar la punción de la arteria radial.

En la siguiente gráfica se muestra la Prueba de Allen; dónde se comprimen las arterias radial y cubital, luego se observa que haya disminución de flujo (piel pálida) y luego se descomprime la arteria cubital y se verifica si existe flujo colateral como lo muestra la figura.

Figura 1. Prueba de Allen para toma de gases arteriales





Fuente: Elaboración propia.

Es importante recordar que la Prueba de Allen tiene una gran variabilidad entre los observadores y su capacidad para detectar una circulación colateral inadecuada no es tan alta. No obstante, su utilidad debe considerarse antes de puncionar la arteria radial. Se ha referido últimamente la utilidad de colocar un saturómetro en la mano donde se va a evaluar la permeabilidad.

Técnica para la toma de gases

1. Lávese las manos.
2. Explique al paciente el procedimiento.
3. Identifique el paciente correcto.
4. Verifique el equipo a utilizar. Por lo general se utilizan jeringas preheparinizadas, sin embargo, en caso de no contar con ellas, se deberá preheparinizar una jeringa utilizando heparina no fraccionada (0.1 mL de una solución de 1000 UI/mL) por cada mL de sangre (8).
5. El tamaño de la aguja debe ser entre 20 y 23 FR (9).
6. Coloque los guantes y las barreras de protección personal.
7. Elija el sitio de punción (Aplique la Prueba de Allen en caso de punción radial).
8. Limpie y desinfecte el sitio a puncionar según protocolos institucionales.

9. Considerar la utilización de lidocaína aproximadamente 0.5 mL de solución al 1% para evitar el dolor; raramente es utilizada (7).
10. Tome la jeringa con el bisel hacia arriba.
11. Según la localización puncione sobre el punto en que palpa el pulso y obtenga la muestra según la jeringa que utilice. Observe que la sangre fluya sin aspirar y sea de color rojo brillante. La aspiración no es necesaria en la mayoría de los casos. El flujo sanguíneo cesará si la aguja atraviesa la pared arterial posterior, para restablecerlo retire un poco la aguja.

a). Arteria radial: es la punción más usada en un 80% o más; se coloca el brazo en abducción y con rotación externa, en dorsiflexión de 60°. Se punciona con un ángulo aproximado de 45° entre la aguja y la piel y en dirección al codo.

En la siguiente Figura 2, se muestra la técnica de toma de gases arteriales, puncionando la arterial radial.

Figura 2. Punción de arteria radial



Fuente: Elaboración propia.

b). Arteria braquial: es puncionada en un 15%; se coloca el brazo en abducción y rotación externa, con la palma hacia arriba. Puncionar con un ángulo de 60° entre la aguja y la piel, por encima del pliegue del codo.

Figura 3. Punción de arteria braquial



Fuente: Elaboración propia.

c). Arteria femoral: Es la menos puncionada, con un 5%; se coloca la pierna en abducción y rotación externa. Puncionar con un ángulo de 90° por debajo del ligamento inguinal.

12. Retire la jeringa y comprima mínimo 2 a 3 minutos según el sitio de punción. En caso de pacientes con tratamiento anticoagulante se mantendrá hasta que no se observe sangrado (10).
13. Realice un movimiento rotatorio para la mezcla de la sangre y la heparina.
14. Elimine el aire de la jeringa en posición vertical y selle la punta con un tapón.
15. Coloque en la jeringa los datos del paciente (nombres y apellidos, historia clínica, Hb, FiO₂ y temperatura).
16. Vigile sangrado o hematoma en el sitio de punción.
17. Elimine el material utilizado según las normas de riesgos.

18. Lávese las manos.
19. Envíe la muestra al laboratorio. El tiempo máximo de retraso para analizar la muestra obtenida en jeringas de plástico es de 30 minutos a temperatura ambiente de 22° C (11).
20. En caso de que ocurran demoras mayores, la sugerencia es utilizar congelantes para su traslado (12).

En pacientes en los que se requieran muestras de gases arteriales frecuentes se coloca un catéter arterial permanente conocido como línea arterial, de dónde se extrae lentamente aproximadamente 5 ml de sangre, se toma la muestra y se retorna la sangre inicialmente extraída, finalmente se lava el catéter con solución salina normal.

Capilar: Es utilizada especialmente en unidades de cuidados intensivos de neonatos y de pediatría. La aireación de la muestra es frecuente, causando cambios importantes en los parámetros medidos. Además, dependiendo de la circulación periférica, estudios han encontrado una relación con los gases arteriales con el pH, PCO₂ y PO₂, la decisión que se deba tomar con este tipo de muestra debe hacerse con personal que conozca la técnica (13).

Venosa: Proporciona pobre información sobre el funcionamiento pulmonar; nos brinda valiosa información sobre la entrega y consumo de oxígeno a nivel de la célula, datos que se obtienen de la oxigenación de la sangre venosa mixta. La muestra se debe tomar de una línea central ubicada en el atrio derecho para obtener una mezcla de la sangre que viene de las venas cavas (14).

La saturación venosa central de oxígeno y la saturación venosa mixta de oxígeno pueden reflejar la relación entre el suministro de oxígeno y el consumo. La saturación venosa central de oxígeno puede sobreestimar la saturación venosa mixta de oxígeno en pacientes con sepsis severa en terapias tempranas dirigidas al objetivo (7).

Complicaciones

Los riesgos de la punción arterial son bajos en caso de una única punción, pero aumentan con la frecuencia del acceso y cuando se utiliza una canulación persistente, por lo tanto, se deben considerar las siguientes complicaciones:

- Infección.
- Dolor en el sitio de punción.
- Parestesias durante o posterior a la punción. Lesión del nervio mediano.
- Hematoma.
- Pseudoaneurisma.
- Fístula arteriovenosa.
- Sangrado persistente.
- Isquemia.
- Embolización aérea.
- Trombosis arterial.

Contraindicaciones

Se deben considerar como contraindicación para la toma de gases arteriales las siguientes situaciones:

- Alteración de la hemostasia.
- Prueba de Allen modificada negativa (ausencia de circulación colateral).
- Lesión o proceso infeccioso en el sitio de punción.
- Ausencia de pulso en la zona donde se planea llevar a cabo la punción arterial.
- Presencia de fístula arteriovenosa (tratamiento de hemodiálisis) en el sitio considerado para la punción.
- Coagulopatía o anticoagulación con dosis medias-altas (7).

Dificultades en la recolección, análisis e interpretación

Se pueden encontrar resultados erróneos por limitaciones de procedimiento dados por la técnica o por la metodología tales como:

- La realización del análisis debe hacerse en el momento indicado. La PaCO_2 aumenta aproximadamente de 3 a 10 mmHg en las muestras no congeladas, por consiguiente, se presenta una caída del pH. La PaO_2 en una muestra congelada se mantiene estable de 1 a 2 horas.
- Contaminación de la muestra por aire. Cuando grandes burbujas de aire se mezclan con la sangre arterial, habitualmente la PaO_2 sube y la PCO_2 desciende (si la PaO_2 en la sangre excede la de las burbujas; la PaO_2 medida puede declinar).
- Combinación de sangre venosa con sangre arterial. En la sangre venosa la PCO_2 es más alta y la PaO_2 más baja que en la sangre arterial, porque el oxígeno es extraído y el dióxido de carbono agregado por los tejidos metabólicamente activos.
- Presencia de solución salina u otros líquidos cuando es extraída a través de un catéter permanente.
- Datos clínicos errados del paciente.
- Exceso de heparina en la jeringa puede generar natremias, glucemia, alteración del bicarbonato y del CO_2 (15).
- El analizador de gases no funcione adecuadamente o esté sin las calibraciones adecuadas (7).
- Seudohipoxemia. La PaO_2 puede descender en forma considerable si se consume in vitro una cantidad significativa de O_2 luego de que se obtenga la muestra de sangre, situación común con una leucocitosis o trombocitosis marcada. La difusión del O_2 a través de la pared de las jeringas de plástico puede producir falsas reducciones en la PaO_2 medida porque las jeringas de plástico son mucho más permeables al oxígeno que las de vidrio.
- Seudoacidosis. Puede producirse cuando leucocitos metabólicamente activos, generan grandes cantidades de

CO₂ conllevando al desarrollo de una acidosis in vitro. Además el exceso de heparina en la jeringa generan pseudoacidosis diluyendo o neutralizando el bicarbonato sérico (16).

Los resultados del análisis de la muestra son considerados válidos cuando:

- El procedimiento analítico se ajusta a las recomendaciones e instrucciones del fabricante.
- Los resultados del análisis del pH se encuentran dentro del rango de calibración de los analizadores.
- Los procedimientos y el personal de laboratorio cumplen con el control de calidad, verificando la exactitud del aparato de medición mediante la comparación de las muestras patrón de valor conocido como los resultados realmente obtenidos, comparar resultados entre diferentes aparatos y realizar un mantenimiento regular del según indicación del fabricante (17).

Bibliografía

1. Funk GC, Doberer D, Kneidinger N, Lindner G, Holzinger U, Schneeweiss B. Acid-base disturbances in critically ill patients with cirrhosis. *Liver Int.* 2007;27(7):901–9.
2. 1.2.-Tipos de muestras | Volviendo a lo básico [Internet]. [cited 2018 Oct 31]. Available from: http://www.ffis.es/volviendoalobasico/12tipos_de_muestras.html
3. Elguea Echevarría P, García Cuellar A, Navarro Barriga C, Martínez Monter J, Ruiz Esparza M., Esponda Prado J. Reanimación cardiopulmonar: manejo de las H y las T. *Med Crit* [Internet]. 2017;31(2):93–100. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2017/ti172h.pdf>
4. Motta-amézquita LG, Barrera-fuentes DM, Peña-pérez CA, Tamaríz-cruz O, Ramírez-segura EH. Monitorización de oxigena-

- ción tisular. *Rev Mex Anesthesiol* [Internet]. 2017;40(10):350–64. Available from: <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=72855>
5. Disponible en: <https://bit.ly/2URbLwb>
 6. Romeu Bordas O, et al. Emergencias. Validez y fiabilidad del test modificado de Allen: una revisión sistemática y metanálisis. 2017;29:126-135.
 7. Cortés Telles, A., Gochicoa Rangel, L. G., Pérez Padilla R. Gasometría arterial: Recomendaciones y procedimiento. *Neumología y Cirugía de Tórax*. 2017;76(1):44–50. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2017/nt171h.pdf>
 8. Higgins C. The use of heparin in preparing samples for blood-gas analysis. *MLO Med Lab* 2007;39(10):16-18).
 9. Patout M, Lamia B, Lhuillier E, et al. A randomized controlled trial on the effect of needle gauge on the pain and anxiety experienced during radial arterial puncture. *PLoS One* 2015;10(9):e0139432. doi: 10.1371/ journal.pone.0139432
 10. Glez Viñolis MIR MJ, Andreea Albu D, Eduardo Anillo Lombana V. Gasometría Arterial [Internet]. Available from: <http://fuam.es/wp-content/uploads/2012/09/Tema-15-TAD-de-Medicina-y-Cirugía-de-Urgencias.-Alteraciones-ácido-base.-Gasometría-Venosa.pdf>
 11. Woolley A, Hickling K. Errors in measuring blood gases in the intensive care unit: effect of delay in estimation. *J Crit Care* 2003;18(1):31-37.
 12. Knowles TP, Mullin RA, Hunter JA, Douce FH. Effects of syringe material, sample storage time, and temperature on blood gases and oxygen saturation in arterialized human blood samples. *Respir Care* 2006;51(7):732-736
 13. Fraser D. Blood Gas Analysis. *Acute Respiratory Care of the Neonate*. 2012;(January):123–36.
 14. Quintanilla G, Gil S, Rodríguez B, Cano M, Pérez M, Pardo M. Protocolo Extracción Sanguínea a través de los distintos tipos de catéteres. Complejo Hospitalario Universitario Albacete. Unidad de Reanimación. Disponible en: [www.chospab.es > publicaciones > protocolosEnfermeria > documentos](http://www.chospab.es/publicaciones/protocolosEnfermeria/documentos)

15. Tovo A, Der Parsehian S, Briozzo G. El laboratorio de urgencia en la detección de errores preanalíticos. *Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá*, vol 27, núm. 2, 2008, pp 79-84. Buenos Aires Argentina. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91227204>
16. Muestra en sangra arterial. 2010. Disponible en: <https://www.sati.org.ar/documents/Enfermeria/sistematicas/MuestrasdeSangreArterial.pdf>. Último acceso diciembre 11 de 2019.
17. Manual SEPAR de procedimientos. Módulo 3. Procedimientos de la función pulmonar, página 75. 2002. SEPAR. ISBN 84-7989-152-1