

GUÍA DE PROCEDIMIENTO

DE PUNCIÓN ARTERIAL PARA GASOMETRÍA

EN POBLACIÓN ADULTA



Edita: Osakidetza. C/ Álava, 45 - 01006 Vitoria-Gasteiz (Álava)
© Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco
Osakidetza 2019
Internet: www.osakidetza.euskadi.eus
e-mail: coordinacion@osakidetza.eus

GUÍA DE PROCEDIMIENTO

**DE PUNCIÓN ARTERIAL
PARA GASOMETRÍA**

EN POBLACIÓN ADULTA



Grupo de trabajo

COORDINACIÓN

Dr. Sendoa Ballesteros Peña

Enfermero supervisor de Docencia, Investigación e Innovación de Enfermería.
OSI Bilbao-Basurto. Profesor asociado. Facultad de Medicina y Enfermería. UPV/EHU.

Dr. Gorka Vallejo De la Hoz

Enfermero. Unidad de Neurología y Digestivo. Hospital de Galdakao-Usansolo.
OSI Barrualde-Galdakao. Profesor asociado. Facultad de Medicina y Enfermería.
UPV/EHU.

AUTORÍA

Endika Apraiz Sánchez

Enfermero. Servicio de Urgencias. Hospital de Galdakao-Usansolo.
OSI Barrualde-Galdakao.

Lourdes Arias Alegría

Enfermera. Servicio de Urgencias. Hospital de Galdakao-Usansolo.
OSI Barrualde-Galdakao.

Itxaro de la Fuente Sancho

Enfermera. Unidad de ORL y Cirugía Plástica. Hospital de Basurto.
OSI Bilbao-Basurto.

Leire Reglero García

Enfermera. Centro de Salud Mina del Morro.
OSI Bilbao-Basurto.

Oscar Romeu Bordas

Enfermero. Unidad de Corta Estancia. Hospital de Basurto.
OSI Bilbao-Basurto.

REVISIÓN

Ascensión Rodríguez Molinuevo

Enfermera adjunta de Docencia e Investigación de Enfermería. OSI Bilbao-Basurto.

Aitziber Gutiérrez García de Cortázar

Enfermera supervisora de la Unidad de Neumología. Hospital Universitario de Araba. OSI Araba.

Montserrat Domínguez Rubio

Coordinadora de laboratorio. OSI Donostialdea.

Miren Garrastatxu Landaluze Okerantza

Coordinadora de Metodología y Sistemas de Información. Subdirección de Enfermería. Dirección General de Osakidetza.

Lucía Garate Echenique

Coordinadora Líneas Estratégicas. Subdirección de Enfermería. Dirección General de Osakidetza.

Itsaso Martínez Aranberri

Gestión de Cuidados en Atención Primaria. Subdirección de Enfermería. Dirección General de Osakidetza.

M^a Ángeles Cidoncha Moreno

Responsable de Docencia e Investigación. Subdirección de Enfermería. Dirección General de Osakidetza.

Glosario de abreviaturas

AAS: ácido acetilsalicílico.

EB: exceso de base.

FiO₂: fracción inspirada de oxígeno.

HCO₃⁻: bicarbonato.

INR: International Normalized Ratio.

PaCO₂: presión parcial de anhídrido carbónico.

PaO₂: presión parcial de oxígeno.

pH: concentración de hidrogeniones.

SaO₂: saturación de O₂, medida mediante gasometría arterial.

SpO₂: saturación de O₂, medida mediante pulsioximetría.

TTPa: tiempo tromboplastina parcial activado.



Índice

PRESENTACIÓN	11
INTRODUCCIÓN	13
– Utilidad de la gasometría arterial	13
– Indicaciones para la realización de una gasometría arterial	14
– Contraindicaciones y limitaciones	14
OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE SANGRE ARTERIAL	17
– Material necesario	17
– Preparación de la persona. Cuidados previos a la punción	17
– Identificación segura de la persona y de la muestra	18
– Elección de la zona de punción	20
– Evaluación de la circulación colateral: maniobra de Allen	21
– Manejo del dolor relacionado con el procedimiento	21
– Técnica de punción arterial simple	23
– Cuidados posteriores a la punción	24
– Complicaciones	25
MANIPULACIÓN DE LA MUESTRA	27
– Condiciones de manipulación y depósito de la muestra	27
– Conservación y transporte	28
– Datos que debe aportar la solicitud de gasometría arterial	29
INTERPRETACIÓN BÁSICA DE LOS RESULTADOS	31
BIBLIOGRAFÍA	35

Presentación

La gasometría arterial es una prueba diagnóstica que permite analizar de manera simultánea el estado de oxigenación, ventilación y ácido-base de una persona. La gasometría arterial es un procedimiento común en el ámbito sanitario y la competencia técnica de extracción de la muestra de sangre arterial corresponde al personal de Enfermería.

La responsabilidad adquirida en la ejecución de esta técnica radica, no únicamente en la validez de los resultados analíticos de la muestra, sino también en el bienestar y seguridad de la persona que se somete al procedimiento, por lo que, en aras de estandarizar la actividad clínica resulta necesaria la elaboración de una guía común que garantice una buena práctica en toda la red asistencial de Osakidetza. De este modo, la **GUÍA DE PROCEDIMIENTO DE PUNCIÓN ARTERIAL PARA GASOMETRÍA EN POBLACIÓN ADULTA** tiene como objetivo normalizar el proceso de extracción de sangre arterial por punción directa, para valorar la función respiratoria y/o el estado metabólico del paciente mediante análisis gasométrico. Asimismo, marca las condiciones de manipulación, conservación y traslado al laboratorio de la muestra de sangre arterial, para evitar el deterioro de la misma y procurar un diagnóstico válido.

En menores pediátricos la gasometría arterial se utiliza en menor medida y generalmente se emplea gasometría venosa. Normalmente, de necesitarse resultados arteriales, no se suele extraer por punción de arteria, sino mediante sangre capilar arterializada (especialmente en lactantes, extrayendo una gota de sangre del talón) o bien, a través de catéter arterial en casos graves con ingreso en UCI (bajo sedación y anestesia).

Esta guía se concibe como una compilación de recomendaciones basadas en la mejor evidencia científica disponible y que ha sido revisada, discutida y redactada por un equipo de trabajo de profesionales de Osakidetza, con distintos recorridos y perfiles. A diferencia de otras guías técnicas similares, ésta presenta algunas diferencias definitorias, entre las que se encuentra, además del rigor científico de sus recomendaciones, la orientación de sus contenidos a la profesión enfermera, la concreción y sencillez de la terminología utilizada y la adecuación de sus indicaciones a la idiosincrasia de nuestras organizaciones sanitarias.

Sin embargo, aún es necesario profundizar en la investigación de algunos aspectos inciertos que afectan a la técnica de la punción arterial para gasometría, por lo que será preciso, en un futuro próximo, abordarlos mediante la realización de ensayos clínicos de calidad y actualizar esta guía en consonancia con los nuevos resultados.

Introducción

La gasometría arterial es un procedimiento diagnóstico básico habitual en el medio sanitario (hospital, consultas externas...) que aporta información útil sobre el intercambio de gases, el balance ácido-base y el estado respiratorio global del/de la paciente.

Para la realización de la gasometría se precisa de la **extracción de una muestra de sangre que habitualmente se realiza mediante la punción simple de una arteria**. Se trata de una prueba invasiva, no exenta de complicaciones, y cuya ejecución corresponde a los y las profesionales de Enfermería.

■ UTILIDAD DE LA GASOMETRÍA ARTERIAL

Si existe una prueba determinante para evaluar las anomalías del intercambio gaseoso pulmonar y los trastornos del equilibrio ácido-base, esa es la gasometría arterial. Los parámetros que pueden obtenerse de una muestra arterial son variados, si bien algunas variables son fundamentales: **la presión parcial de oxígeno (PaO₂)**, **la presión parcial de anhídrido carbónico (PaCO₂)** y **la concentración de hidrogeniones (pH)**.

Las gasometrías arteriales también aportan **la saturación de O₂ (SaO₂)**, **el bicarbonato (HCO₃⁻)** o **el exceso de base**. Además, actualmente la mayoría de gasómetros incluyen dispositivos para extraer niveles de iones (Na⁺, K⁺, Cl⁻ y Ca₂⁺) y pueden determinar la hemoglobina y sus fracciones (metahemoglobina, carboxihemoglobina...) o el lactato, entre otros parámetros.

Pese a que la gasometría arterial presenta un número importante de indicaciones diagnósticas, no queda exenta de ciertas contraindicaciones (absolutas y relativas) y limitaciones para su realización ⁽¹⁻⁵⁾.

■ INDICACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE UNA GASOMETRÍA ARTERIAL

- Medición de la oxigenación (PaO_2) y el estado ventilatorio (PaCO_2).
- Identificación y monitorización del equilibrio ácido-base (pH).
- Cuantificación de una respuesta terapéutica (oxigenoterapia, ventilación mecánica...) o evaluación diagnóstica (desaturación con el ejercicio, entre otros).
- Diagnóstico de una patología aguda con afectación respiratoria y necesidad de monitorizar la severidad o la progresión de un proceso.
- Detección y cuantificación de valores de hemoglobina (carboxihemoglobina, metahemoglobina...).

■ CONTRAINDICACIONES Y LIMITACIONES

Son contraindicaciones ABSOLUTAS para la realización de una punción arterial:

- Infección local, trombosis o alteraciones anatómicas del área de punción (intervención quirúrgica previa, malformaciones congénitas o adquiridas, aneurismas, fístulas arteriovenosas, quemaduras, injertos cutáneos...).
- Síndrome de Raynaud activo (particularmente en la punción radial).
- Evidencia de enfermedad vascular (arterial) periférica severa.
- En los citados casos debe valorarse la posibilidad de elegir las arterias de la otra extremidad para la realización de la punción e incluso la opción de realizar una gasometría capilar o venosa.

Son contraindicaciones RELATIVAS para la realización de una punción arterial:

- El tratamiento con altas dosis de anticoagulantes o fibrinolíticos (estreptoquinasa, activadores del plasminógeno...) o la existencia de una coagulopatía. La anticoagulación terapéutica no supone una contraindicación para la punción arterial en la mayoría de los casos; sin embargo, debido a que el riesgo de sangrado es mayor, se recomienda

una mayor compresión sobre el punto de punción tras la realización de la técnica. Por otro lado, los antiagregantes plaquetarios (AAS, clopidogrel...) tampoco constituyen una contraindicación para la punción arterial.

- Se recomienda evitar punciones arteriales repetidas si el INR ≥ 3 y/o el TTPa ≥ 100 segundos y en casos de trombocitopenia $\leq 30 \times 10^9/L$. Cuando los valores de las plaquetas se encuentran entre 30 y $50 \times 10^9/L$, las punciones arteriales deben limitarse. En estos casos debe ejercerse un mayor tiempo de compresión post-punción.
- Historia o enfermedad de Raynaud sin espasmo activo.
- Evidencia de hipoperfusión periférica.
- La inaccesibilidad a la arteria por problemas de exceso de grasa, tejido o músculo periarterial.

Además de las contraindicaciones, existen ciertos factores o situaciones que pueden condicionar, interrumpir e incluso impedir la realización o finalización de la punción arterial para la gasometría. Estos supuestos se consideran **potenciales limitadores para la realización de la técnica:**

- Dolor intenso durante la punción.
- Hematoma en la zona de punción (en relación con punciones previas en el mismo lugar, por lo que se recomienda alternar las zonas de punción).
- Espasmo arterial.
- Anafilaxia por la anestesia local.
- Reacción vagal derivada de la punción (mareo, náuseas o vómitos, hipotensión arterial, bradicardia, pérdida transitoria de la consciencia...).
- Traumatismo arterial por la aguja.
- Presencia de temor y ansiedad de forma previa o durante la punción.

Obtención de la muestra de sangre arterial

■ MATERIAL NECESARIO

- Batea y/o mesilla auxiliar que permita tener todo el material necesario accesible.
- Guantes no estériles. En la actualidad no existen estudios de calidad que demuestren la necesidad de utilización de guantes estériles.
- Jeringa de plástico heparinizada para gasometría con aguja (22-25G) de seguridad y tapón. Actualmente existen equipos específicos.
- Solución antiséptica. La de elección es la clorhexidina alcohólica al 2%, en su defecto se podría utilizar povidona yodada o alcohol 70°.
- Rodillo, toalla o similar.
- Gasas estériles.
- Esparadrapo.
- Anestésico sin vasoconstrictor, si se ha considerado (mepivacaína o lidocaína 2%) y jeringa con aguja intradérmica para administrarla.
- Contenedor rígido para objetos corto-punzantes.

■ PREPARACIÓN DE LA PERSONA. CUIDADOS PREVIOS A LA PUNCIÓN

Una vez recibido el volante con la solicitud para la realización de una gasometría arterial, de forma previa a la extracción de la muestra, deben considerarse algunos aspectos.

En primer lugar, debe procederse a **identificar de forma activa a la persona** (preguntándole nombre y apellidos, y leyendo la pulsera de identificación) comprobando que corresponde con el nombre del volante de extracción.

Utilizando un lenguaje adaptado a sus capacidades debe **ofrecerse información sobre el procedimiento**, los motivos de la prueba y las sensaciones que percibirá durante su realización. La información detallada e individualizada de la técnica, otorgando la oportunidad para resolver sus dudas o preguntas, puede disminuir el miedo y la ansiedad ante la punción arterial ⁽⁶⁾. Sólo después de este acto podrá solicitarse el **consentimiento informado verbal y su colaboración**.

La persona se colocará en **una posición cómoda**, bien sentada en el sillón de punción (preferentemente con reposabrazos) o en una cama o camilla en posición Fowler o semifowler. Debe obtenerse su **información clínica** (bien mediante entrevista o a través de la historia electrónica) y sobre su situación previa: constantes vitales (especialmente la **temperatura**), alergias, trastornos de la coagulación o tratamiento con oxigenoterapia.

Además, con el objetivo de obtener valores analíticos basales y de no alterar los resultados clínicos ^(1,7,8):

- La persona debe permanecer al menos 10 minutos en reposo antes de realizarle la prueba (salvo en situaciones de emergencia), además de abstenerse de fumar y, a ser posible, de tomar broncodilatadores en las horas previas a la obtención de la muestra.
- La muestra debe extraerse preferentemente sin oxigenoterapia. En pacientes con oxigenoterapia se retirará el oxígeno al menos 20 minutos antes de la extracción de la muestra (únicamente si su estado lo permite y siempre bajo estrecho control de la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría). En caso de que su situación clínica no permita la retirada del oxígeno o se encuentre con ventilación mecánica, se deberá indicar en el volante de extracción, especificando la FiO_2 que está recibiendo.

■ IDENTIFICACIÓN SEGURA DE LA PERSONA Y DE LA MUESTRA

De forma complementaria a la identificación activa de la persona (preguntando nombre y apellidos y leyendo la pulsera de identificación), con la finalidad de aumentar la seguridad en los procedimientos para la extracción de muestras, Osakidetza ha desarrollado una APP que permite la identificación segura y la

trazabilidad de la muestra (**Figura 1**).

La APP requiere identificar a la persona mediante la lectura del código de barras o **código aztec** de la pulsera y la posterior lectura del código de barras del volante de extracción para verificar la correlación entre paciente y petición, permitiendo continuar con la extracción solo en caso de que ambos coincidan. Tras la extracción, se debe hacer la lectura del código de barras de la etiqueta identificativa de la muestra para que esta quede vinculada a paciente y volante.

Esta APP está disponible en las unidades de hospitalización y se extenderá en breve a la atención domiciliaria y hospitales de día médicos. Siempre que se tenga acceso a un dispositivo de movilidad que incorpore la APP Extracciones deberá utilizarse.

Figura 1:
Sistemática de identificación segura de paciente y muestra mediante APP



■ ELECCIÓN DE LA ZONA DE PUNCIÓN

La elección de la zona de punción se realizará en base a la accesibilidad de la arteria (evaluada mediante la palpación de la amplitud del pulso) y a otros criterios de seguridad clínica.

En la medida de lo posible se debe **optar por la extremidad no dominante y evitar puncionar miembros paréticos o la extremidad homolateral afectada por una mastectomía.**

La **arteria radial**, situada en el dorso de la muñeca a la altura del túnel del carpo, será la **zona de elección**⁽⁹⁾. Su localización se facilita colocando la muñeca en hiperextensión (con ayuda de una sábana enrollada), pero debe evitarse la hiperextensión forzada, ya que la extensión de los tendones flexores que recubren la arteria puede dificultar la detección del pulso.

La arterial braquial o humeral es otra opción válida, útil cuando la palpación de la arteria radial no ofrece un pulso fuerte y definido (y, por tanto, no maximiza las opciones de acierto al primer intento de punción). Se encuentra posicionada en la fosa antecubital y cara medial interna del brazo, concretamente en el surco formado entre los tendones del bíceps y tríceps braquial. Se palpa mejor cuando el brazo está extendido y la palma de la mano se coloca hacia arriba. En comparación con la arterial radial, la braquial generalmente presenta una mayor dificultad de acceso al encontrarse en un plano más profundo y un mayor riesgo de complicaciones⁽⁹⁾. Además, el número de venas satélites circundantes y la intensidad de dolor que genera la punción es superior⁽¹⁰⁾.

Como opción alternativa y excepcional, debido a su difícil acceso y a su elevado riesgo de infección, en aquellas situaciones en las que no es posible palpar los pulsos distales (shock, parada cardíaca...) se accederá a la arteria femoral. Para localizarla se colocará a la persona en decúbito supino y será posible palpar la arteria junto al ligamento inguinal.

En caso de punciones seriadas es conveniente **alternar la zona de punción** (primero cambiar de lado anatómico y después de arteria).

■ **EVALUACIÓN DE LA CIRCULACIÓN COLATERAL DE LA MANO: MANIOBRA DE ALLEN**

Tradicionalmente se ha recomendado la realización de la maniobra modificada de Allen de forma previa a la punción arterial, como medida de cribado de déficit de la circulación colateral de la arteria cubital al arco palmar. Según esa recomendación un resultado positivo de la prueba se consideraría predictor de una complicación isquémica de la mano y constituiría una contraindicación para la punción de la arteria radial ^(2,11).

Sin embargo, el test modificado de Allen no ha logrado demostrar suficiente validez diagnóstica ^(1,2) como prueba de cribado de déficits de la circulación colateral de la mano ni ha resultado un buen predictor de isquemia de la mano tras una punción arterial, por lo que su uso está en entredicho; si bien es verdad que UpToDate y la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) indican que pudiera ayudar a identificar a los pacientes con problemas de circulación y que además no tiene coste ni produce daño ^(1,2).

■ **MANEJO DEL DOLOR RELACIONADO CON EL PROCEDIMIENTO**

La punción arterial es una técnica percibida como desagradable y dolorosa y la anestesia previa a la punción debe ser considerada en todos los casos. La reducción del dolor iatrogénico en la punción arterial (y consecuentemente, de la ansiedad que la prueba puede generar) debe ser una prioridad de la actividad enfermera por una cuestión de mera humanización del acto sanitario, más allá de las justificaciones fisiológicas que tradicionalmente han esgrimido que el dolor y ansiedad derivado de la punción puede provocar hiperventilación y, a su vez, derivar en un resultado analítico erróneo ⁽²⁾. De hecho, la evidencia disponible hasta la fecha no sostiene la existencia de cambios analíticos relacionados con el dolor/ansiedad provocados por la punción arterial ⁽¹³⁾.

La técnica anestésica estandarizada por consenso para la punción arterial es la inyección subcutánea en el lugar de la punción de 0,3 - 1 mL de una amida sin vasoconstrictor (lidocaína o mepivacaína al 1 ó 2%, pero no al 5%) ⁽¹⁴⁾ utilizando una aguja intradérmica (tipo insulina) de pequeño calibre (25-29G). Debe procurarse evitar la formación de un habón subcutáneo que dificulte la palpación del pulso arterial masajeando con el dedo la zona tras la inyección. El efecto anestésico de las amidas posee un periodo de latencia de 2-5 minutos, por lo que será necesario esperar al menos ese tiempo antes de proceder a la punción arterial.

Sin embargo, la inyección local de amidas es una técnica no exenta de dolor ^(15,16). En ocasiones el dolor derivado de la administración del anestésico podría ser similar o superior a la de la propia punción arterial, por lo que la aplicación de amidas debe valorarse en cada contexto y su indicación individualizada a cada paciente. La recomendación sistemática de administrar anestesia local mediante inyección de amidas en la punción arterial para gasometría ha sido motivo de fuertes controversias en el pasado ⁽¹⁷⁾, aduciendo a la ausencia de estudios de calidad que hayan mostrado beneficio. En la actualidad, los escasos ensayos clínicos orientados a estudiar la efectividad de la inyección local de lidocaína no parecen favorables a su utilización rutinaria, al no mostrar una reducción significativa del dolor autopercebido en pacientes a quienes se les ha practicado una punción arterial bajo anestesia frente a un grupo control ^(16,18).

Los factores asociados a una punción arterial dolorosa se relacionan con extracciones prolongadas o de dificultad media-alta ⁽¹⁹⁾, dos variables que pueden verse determinadas, entre otros elementos, por la pericia de quién la realiza.

En base a todo lo anterior, **los criterios esgrimidos para la NO aplicación de anestesia local podrán ser los siguientes:**

- Preferencias manifestadas por la persona, previa explicación del procedimiento, al respecto de recibir o no tratamiento anestésico.
- Contraindicaciones absolutas o relativas a la administración de amidas: hipersensibilidad, alergias...
- Situaciones de emergencia (es decir, ante un nivel 1 en el triaje de Manchester) donde puede no existir tiempo para aplicar el procedimiento anestésico.
- Alta experiencia del personal enfermero en unidades donde la gasometría sea una técnica habitual y cuya pericia garantice una alta probabilidad de éxito en una única punción, certera y rápida, en el contexto de una previsión de baja dificultad de extracción, evaluada mediante la palpación de la amplitud del pulso.

También resulta posible valorar opciones anestésicas alternativas a la inyección de amidas. **Otras medidas terapéuticas orientadas a la reducción del dolor iatrogénico que han demostrado efectividad en la punción arterial son** ⁽²⁰⁾:

- El empleo de agujas de calibre muy fino para la extracción de sangre.
- La sustitución de jeringuillas clásicas por inyectores a presión sin aguja para la administración de amidas o ésteres por vía subcutánea.
- La aplicación local de hielo durante al menos 3 minutos previos a la punción.

Por el contrario, NO han demostrado efectividad en la reducción del dolor por punción arterial y, por lo tanto, NO deben plantearse ⁽²⁰⁾:

- La aplicación local de cloruro de etilo en aerosol o gases refrigerantes.
- Las amidas tópicas en forma de gel o cremas.
- La punción ecoguiada (en posible relación con la experiencia del operador del ecógrafo). Sin embargo, existen pocos estudios que hayan evaluado su efectividad.

■ TÉCNICA DE PUNCIÓN ARTERIAL SIMPLE

Antes de realizar la extracción es imprescindible que quien va a ejecutarla realice una adecuada higiene de manos mediante lavado convencional con agua y jabón o con gel hidroalcohólico y la colocación de guantes desechables no estériles ⁽⁹⁾.

La secuencia de acciones del procedimiento es el siguiente:

- Aplicar antiséptico en la zona de punción, siendo recomendable una superficie nunca inferior a 2 cm². El antiséptico de elección es la **clorhexidina alcohólica al 2%**, aplicada al menos 30 segundos antes de la punción ⁽²¹⁾. Otras opciones alternativas se muestran en la **Tabla 1**. Es importante destacar que si existe evidencia de suciedad macroscópica en la zona de punción, debe procederse a la limpieza previa de la zona con agua y jabón (u otra solución jabonosa), frotando en sentido circular desde dentro hacia fuera.
- Para realizar la punción es recomendable fijar la arteria con el dedo índice (aproximadamente a 1 cm de la zona de actuación, para evitar contaminación).
- En todo caso, las punciones arteriales se realizarán con el bisel de la aguja hacia arriba, pero en función a la arteria elegida el **ángulo de punción será diferente** ^(1,7,22):
 - Arteria radial: la punción se realizará a 45° respecto a la muñeca.
 - Arteria humeral: existe cierta controversia a la hora de determinar cuál es el ángulo óptimo para la punción, siendo habituales las angulaciones de 30°, 60° o 90° con respecto al plano anatómico en dirección cefálica.
 - Arteria femoral: el ángulo recomendado de punción es de 90° respecto a la extremidad.
- Se debe acceder con cuidado durante la punción hasta que se visualice

el reflujo sanguíneo y comience a llenarse la jeringa (el diseño del émbolo de baja resistencia permite el llenado debido a la presión de la arteria, pero también realizar una aspiración manual en caso necesario). El llenado mínimo necesario de la jeringa depende del tipo, tamaño y modelo comercial de la misma, siendo habitualmente **suficiente una cantidad comprendida entre 1-2 mL de sangre.**

- En aquellas personas con pulso débil o en los que se presentan dificultades en la extracción, puede ser necesario retroceder hasta justo debajo de la piel y cambiar la angulación. Sin embargo, esto puede provocar la entrada de aire en la muestra, convirtiéndola en no válida. Además, se deben **evitar los movimientos con la aguja en planos profundos** para no lesionar los tejidos adyacentes.
- Una vez obtenida la muestra, proceder a retirar la aguja y presionar con ayuda de una gasa o torunda. Se debe accionar el sistema antipinchazos de la aguja (en caso de disponer de él) y desecharla en un contenedor de objetos corto-punzantes.

*Tabla 1: Agentes antisépticos y tiempos necesarios de actuación
(basado en las recomendaciones de Darouiche et al) ⁽²¹⁾*

Producto	Presentación	Tiempo de actuación
Clorhexidina	Alcohólica al 2%	30 segundos
	Alcohólica al 0,5%	1 minuto
	Acuosa al 0,5%	5 minutos
Povidona yodada	Acuosa al 10%	1 minuto
	Acuosa al 0,5 %	2 minutos
Alcoholes (isopropílico y etílico)	Al 70%	1 minuto

■ CUIDADOS POSTERIORES A LA PUNCIÓN

La **hemorragia es la complicación más frecuente**, y por ello debe ejercerse presión directa con ayuda de una gasa o torunda sobre el lugar de punción. En caso de colocar esparadrapo para su sujeción, **se debe evitar hacer torniquete rodeando completamente la extremidad**. No obstante, la sujeción con esparadrapo no exime de la compresión directa manual.

El tiempo de sangrado varía de unas personas a otras, por lo que habrá que **mantener la compresión directa manual hasta que la hemorragia haya finalizado**. Para que esto ocurra normalmente son **necesarios entre 3 y 5 minutos cuando la punción ha sido en la arteria radial**, entre **7 y 10 cuando ha sido en la humeral** y **10 minutos en la femoral**. En pacientes con trastornos de la coagulación el tiempo requerido para la hemostasia podría ser mayor, alcanzando, incluso, los 15 minutos de compresión⁽¹⁾.

La compresión directa manual puede ser realizada por del enfermero o enfermera o de la propia persona si ella misma es capaz de hacerlo correctamente. Debe instruirse a la persona (y acompañante) para que avise si percibe sangrado o alguna otra complicación derivada, como la aparición de un hematoma, sensación de entumecimiento y/o hormigueo o cambios en el color de la piel.

Finalmente, no hay que olvidarse de colocar a la persona en posición cómoda, reconectar el dispositivo de administración de oxigenoterapia (si se había retirado) y facilitarle el acceso al sistema de llamada y a sus objetos personales.

■ **COMPLICACIONES**

La hiperventilación y el síncope vasovagal, son respuestas clínicas relativamente comunes ante situaciones de ansiedad o dolor agudo intenso. En caso de síncope, se le colocará en decúbito supino y se solicitará ayuda, siguiendo el protocolo de actuación correspondiente.

A nivel local, las complicaciones más frecuentes son la hemorragia, el hematoma y el dolor local y/o parestesias^(1,9). Para minimizar los efectos de las dos primeras se recomienda presionar durante el tiempo suficiente sobre el lugar de punción, mantener la extremidad en extensión y evitar cargar pesos durante las horas posteriores.

Rara vez pueden darse otras complicaciones más graves, como:

- Isquemia distal por vasoespasmo arterial o trombosis (su riesgo es menor cuando se emplean agujas de calibre fino y se evitan reiteradas punciones en la misma zona).
- Infección del punto de punción.
- Tromboembolismo arterial local.
- Lesión severa del nervio o del vaso.
- Formación de pseudoaneurisma.

Manipulación de la muestra

■ CONDICIONES DE MANIPULACIÓN Y DEPÓSITO DE LA MUESTRA

En vista a la correcta expresión de los resultados es imprescindible que las condiciones de manipulación de la muestra de sangre arterial y su depósito cumplan ciertos criterios.

Posteriormente a realizar la punción arterial de forma aséptica se deben **eliminar las burbujas de aire que puedan haber quedado en la jeringa de extracción y se procederá a tapar la jeringa con un tapón obturador** para evitar la entrada de aire y mantener la muestra en condiciones de estricta anaerobiosis (la presencia de burbujas de aire en la muestra aumenta los valores de PaO₂ y disminuye los de PaCO₂, equilibrando la muestra con el aire ambiente)⁽²²⁾ y prevenir riesgos biológicos⁽⁷⁾. En ningún caso se procederá a tapar y enviar la jeringa gasométrica al laboratorio con una aguja.

El tapón de sellado de la muestra se suministra junto con el equipo de punción pudiendo corresponder (según disponibilidad en el servicio) a un modelo Luer-Lock™ (también denominado tapón de rosca) o a un tapón de sellado de seguridad con membrana de ventilación de burbujas de aire. Ambos modelos de tapón permiten un cierre hermético e impiden el intercambio de gases con el medio ambiente, así como fugas de la muestra.

En caso de disponer de un tapón obturador de rosca tipo Luer-Lock™ se colocará la jeringa en posición vertical situando el cono hacia arriba y se golpeará suavemente el cuerpo de la jeringa provocando que las burbujas de aire se acumulen en la parte superior. A continuación, se subirá el embolo extrayendo las burbujas acumuladas en el cono⁽²³⁾ y se colocará firmemente el tapón de rosca.

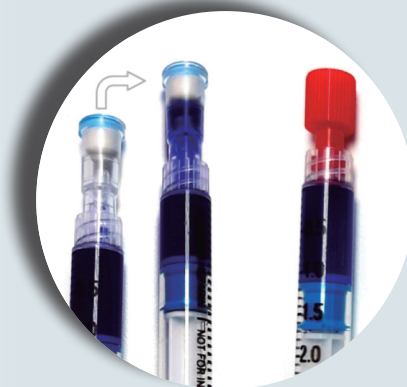
Por el contrario, si el kit dispone de un tapón de sellado de seguridad con membrana de ventilación de burbujas de aire, de forma posterior a haber realizado la extracción sanguínea se posicionará la jeringa en vertical y se colocará el

tapón (**Figura 2**). Se golpeará suavemente el cuerpo de la jeringa provocando que las burbujas de aire se acumulen en la parte superior y después se subirá el embolo llenando la cámara de aire del tapón hasta que éste impida su avance.

Por último, con independencia del tapón de obturación utilizado, **se invertirá la jeringa entre 5 y 10 veces y se rodrá entre las palmas de las manos durante unos 5 segundos** (siguiendo las instrucciones del fabricante) con objetivo de mezclar el contenido con el anticoagulante impregnado en la jeringa de extracción.

Figura 2:

Tipos de tapones de jeringa de gasometría: tapón de sellado de seguridad con membrana de ventilación de burbujas de aire (azul) y tapón de rosca Luer-Lock (rojo).



■ CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE

La muestra de sangre arterial debe ser transportada y analizada en el laboratorio a la mayor brevedad posible siendo su demora uno de los principales motivos de error en su resultado. Parece aceptable el envío de las muestras al laboratorio mediante tubo neumático, dado el bajo riesgo de alteración significativa de los resultados analíticos ^(24,25).

Las muestras deben mantenerse a temperatura ambiente y ser analizadas en un plazo máximo de 30 minutos desde su extracción ⁽²⁶⁾ debido a la presencia de diferentes procesos tiempo-dependientes que podrían afectar a los valores tanto de PaO₂ como, por consiguiente, de PaCO₂. Estos procesos tienen que ver, por un lado, con el consumo de oxígeno por los leucocitos (que puede aumentar

significativamente el resultado de PaCO_2) ⁽²⁷⁾ y, por otro, con la difusión de los gases que se produce a través del material poroso de las jeringas de plástico (que puede aumentar los valores de PaO_2) ⁽²⁸⁾.

Como excepción se señalan pruebas especiales como el gradiente de oxígeno alveolo-capilar o el grado de shunt ⁽⁷⁾, así como aquellas patologías en las cuales el consumo celular de oxígeno se encuentre aumentado (como en pacientes que presenten leucocitosis o trombocitosis) en los cuales la muestra debe ser procesada de forma inmediata dentro de los 5 minutos posteriores a su extracción ⁽²⁶⁾.

Debe evitarse la conservación de las jeringas de plástico específicas para gasometría en hielo, ya que la baja temperatura aumenta la permeabilidad de la jeringa al oxígeno y la afinidad de la hemoglobina por él y, por tanto, se producirán cambios en las presiones parciales de los gases sanguíneos (sobre todo en la PaO_2) ^(26,28,29). En el caso que se prevea una demora superior a 30 minutos desde la extracción hasta el análisis de la muestra, la sangre arterial debería conservarse en tubo específico de vidrio a una temperatura de entre 0-4°C (introduciendo el tubo en hielo-agua). Bajo estas condiciones, los resultados son estables durante al menos una hora ⁽²⁶⁾.

■ **DATOS QUE DEBE APORTAR LA SOLICITUD DE GASOMETRÍA ARTERIAL**

El volante de gasometría arterial debe aportar todos aquellos datos de interés tanto para la identificación del paciente o la paciente como para la posterior interpretación clínica del resultado. Además del motivo de la solicitud o diagnóstico inicial consignado por quién pide la analítica, es fundamental detallar o verificar que se han registrado ^(2,11,26):

- Las condiciones de extracción: estado de ventilación (espontánea o mecánica) o posibles contingencias, como el uso previo de fármacos broncodilatadores o vasodilatadores y condición de fumador.
- El uso de dispositivos de administración de oxigenoterapia, si existieron, y en todo caso el valor de fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) en el momento de extraer la muestra de sangre.
- La temperatura de la persona: la hipertermia tiende a elevar los valores de PaO_2 y PaCO_2 y a disminuir el pH, mientras que la hipotermia resulta en el efecto contrario, por lo que en ocasiones se requiere ajustar los parámetros del analizador.

Interpretación básica de los resultados

Los parámetros fundamentales que se obtienen a partir de una gasometría de sangre arterial son, principalmente, la presión parcial de oxígeno (PaO_2), la presión parcial de anhídrido carbónico (PaCO_2), la concentración de hidrogeniones (pH), la saturación de O_2 (SaO_2), el bicarbonato (HCO_3^-) y el exceso de base (EB).

El valor de **presión parcial de oxígeno** (PaO_2) en sangre arterial corresponde a la presión parcial ejercida por el O_2 disuelto en el plasma. Si bien su valor varía con la edad, la altitud y la fracción inspirada de O_2 (FiO_2), en personas adultas en condiciones basales (a nivel del mar, en reposo y respirando aire ambiente) se consideran valores en el rango de la normalidad los situados entre 96 mmHg y 100 mmHg.

La hipoxemia aparece si la PaO_2 de una persona adulta es inferior a 80 mmHg, y la insuficiencia respiratoria cuando la PaO_2 está por debajo de los 60 mmHg. La hipoxemia puede ser ligera (PaO_2 71-80 mmHg), moderada (PaO_2 61-70 mmHg), grave (PaO_2 45-60 mmHg) y muy grave ($\text{PaO}_2 < 45$ mmHg).

En cuanto a la **presión parcial de anhídrido carbónico** (PaCO_2) se corresponde con la presión parcial ejercida por el CO_2 disuelto en la sangre considerándose cifras normales (normocápnicos) aquellas situadas entre 35 y 45 mmHg. Una PaCO_2 con un valor menor de 35 mm Hg indica hipocapnia, mientras que un resultado superior a los 45 mmHg indica hipercapnia.

El valor de **pH** sanguíneo es la concentración de hidrogeniones en el plasma y otros fluidos corporales. Los valores normales de pH de la sangre arterial oscilan entre 7,35 y 7,45.

El **bicarbonato** o HCO_3^- es el reflejo del estado metabólico en los gases arteriales y, en caso de necesitar un sistema compensatorio, el riñón puede retenerlo o excretarlo. Se consideran valores normales los situados entre 22 y 26 mEq/L.

El **exceso de base (EB)**, por su parte, es un valor calculado que expresa la cantidad de ácido o base requerida para normalizar 1 litro de sangre al pH normal de 7,4. Su valor normal es de -2 a +2.

Es importante señalar que los rangos de los valores normales (**Tabla 2**) pueden variar entre los laboratorios y, del mismo modo, las herramientas de medición utilizadas.

Tabla 2:

Parámetros de gasometría arterial y valores normales correspondientes

Parámetro	Valores normales
Presión parcial de oxígeno (PaO ₂)	80- 100 mmHg
Saturación de Oxígeno (SaO ₂)	95-100%
Presión parcial de anhídrido carbónico (PaCO ₂)	35-45 mmHg
Concentración de hidrogeniones (pH)	7,35 – 7,45
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	22 y 26 mEq / L
Exceso de base (EB)	-2 a +2 mEq / L

La interpretación de una gasometría arterial puede ser compleja y dificultosa. No obstante, existen unos pasos sencillos que se pueden seguir para detectar una acidosis o alcalosis, tanto respiratoria como metabólica:

- **Paso 1: Determinar el PaO₂ y SpO₂:** Hay que considerar la alteración en estos valores que podrían indicar una hipoxemia. Valores <80 mmHg de la PaO₂ o <95% de SpO₂ indicaría una hipoxemia.
- **Paso 2: Determinar el pH:** se debe valorar su estado, si es normal o está alterado. En caso de estar alterado hay que observar la dirección de la alteración: si es negativa (<7,35) se considera la existencia de una acidosis y si es positiva (>7,45) existiría una alcalosis.
- **Paso 3: Determinar la PaCO₂:** debe valorarse si está alterada. Dependiendo de la dirección de dicha alteración nos encontraremos ante una acidosis (>45 mmHg) o una alcalosis (<35 mmHg) del componente respiratorio.
- **Paso 4: Determinar el HCO₃⁻:** se debe valorar su estado, si es normal o está alterado. En caso de estar alterado hay que observar la dirección de

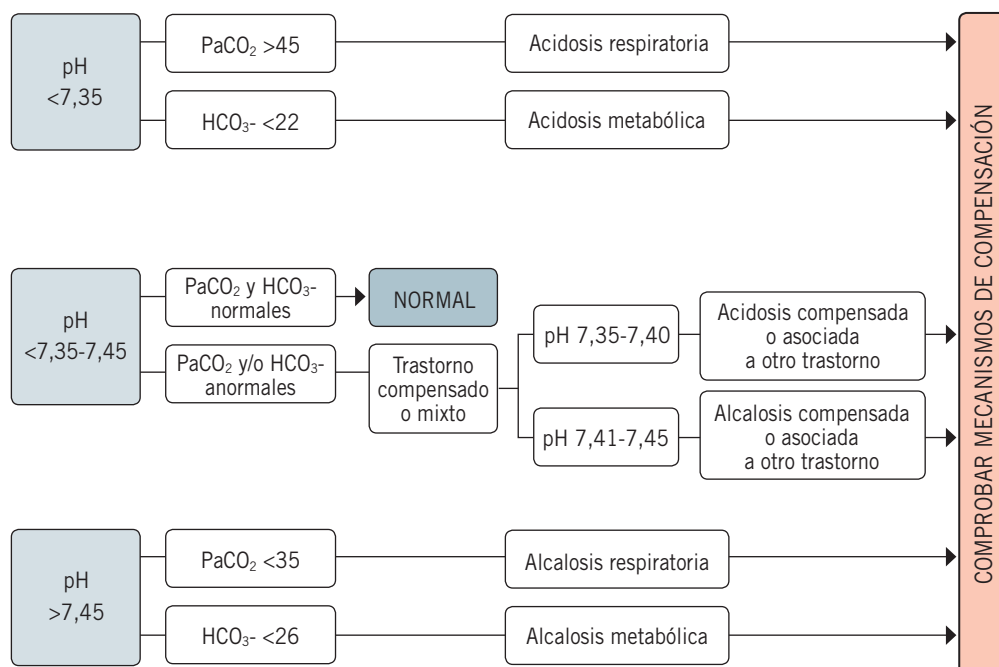
la alteración: si es negativa (<22 mEq/L) se trataría de una acidosis y si es positiva (>26 mEq/L) una alcalosis del componente metabólico.

- **Paso 5: Identificar del origen de la alteración del equilibrio ácido-base:** es necesario concretar si se trata de un componente respiratorio, metabólico o de ambos. Para ello, hay que comparar el resultado de pH con el de PaCO₂ y HCO₃⁻ y ver si son congruentes. Por ejemplo: si el pH muestra una acidosis, el PaCO₂ señala una acidosis y el HCO₃⁻ es normal, al coincidir el pH y el PaCO₂ (componente respiratorio) estaríamos ante una acidosis respiratoria.
- **Paso 6: Determinar la existencia de algún tipo de compensación:**
 - **Compensación completa:** el pH es normal, pero están alterados tanto el PaCO₂ como el HCO₃⁻ en direcciones opuestas (uno señala alcalosis y el otro acidosis).
 - **Compensación parcial:** el pH está fuera del rango normal y están alterados tanto el PaCO₂ como el HCO₃⁻ en direcciones opuestas (uno señala alcalosis y el otro acidosis). Esto se traduce en que el organismo está intentando realizar una compensación pero no es exitosa.
 - **Descompensación:** el pH está fuera del rango normal, y uno de los componentes (PaCO₂ o HCO₃⁻) no es congruente con la dirección en la que se inclina el pH.
- **Paso 7: Concretar el origen del trastorno ácido-base:** Una vez estimado el trastorno ácido-base del paciente, es importante buscar la posible etiología que cambia dependiente de la alteración hallada. A continuación se exponen algunas de las causas:
 - **Alcalosis respiratoria:** Su etiología es muy variada y puede ser causada por hipoxemia (anemia, permanencia en altas alturas, enfermedades respiratorias como neumonías, asma bronquial, edema pulmonar o embolia pulmonar, por ejemplo), sepsis, hipertiroidismo, embarazo, fallo hepático, ansiedad o dolor y fármacos (salicilatos, catecolaminas, topiramato o teofilina, entre otros).
 - **Acidosis respiratoria:** puede ser causada por enfermedades respiratorias (neumonía, asma bronquial, EPOC, síndrome de apnea-hipopnea del sueño, neumotórax), causas que produzcan depresión de los centros respiratorios (fármacos como los opiáceos o sedantes, lesiones del sistema nervioso central, parada cardiorrespiratoria) y enfermedades de la pared torácica y neuromusculares (esclerosis múltiple, esclerosis lateral amiotrófica, obesidad, poliomielitis, síndrome de Guillain-Barré, crisis miasténica).

- **Alcalosis metabólica:** Las causas son múltiples y van desde la pérdida de hidrogenoides (vómitos, diarreas, dietas bajas en sal, hipercalcemia, diuréticos (asa o tiazidas), hipokalemia...), infusión de bicarbonato sódico, transfusiones masivas de glóbulos rojos, fibrosis quística, pérdidas gástricas (por ejemplo: pacientes con aclorhidria).
- **Acidosis metabólica:** Puede tener su origen en una cetoacidosis diabética o alcohólica, una insuficiencia renal, en intoxicaciones, fístulas pancreáticas, biliares o intestinales, hiperparatiroidismo primario o fármacos.

Con el fin de poder entender mejor el proceso estructurado para interpretar los resultados de una gasometría arterial sobre el equilibrio ácido-base puede resultar útil el algoritmo de la **figura 3**.

Figura 3: Algoritmo diagnóstico de alteraciones equilibrio ácido-base en gasometrías arteriales (basado en el trabajo de Prieto et al)⁽³⁰⁾



Bibliografía

1. Theodore AC. Arterial blood gases. [Monografía en Internet]. Walthman (MA): UpToDate; 2019 [acceso 30 de julio de 2019]. Disponible en:
<http://www.uptodate.com>
2. Alquézar Fernández M, Burgos Rincón F, Peinador Aguilar R, Perpiñá Tordera M. Gasometría arterial. Manual SEPAR de procedimientos. Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR). Madrid: Editorial Respira; 2017.
3. Davis MD, Walsh BK, Sittig SE, Restrepo RD. AARC clinical practice guideline: blood gas analysis and hemoximetry: 2013. *Respir Care*. 2013;58:1694-703.
4. Caron P. Apoyo psicosocial. Ansiedad. En: Swearingen P (ed.) Manual de Enfermería Médico-Quirúrgica. Intervenciones enfermeras y tratamientos interdisciplinarios. 6a ed. Barcelona: Elsevier, 2008, p. 78-79.
5. Murray JF. Gas exchange and oxygen transport. En: Murray JF (ed.). *The Normal Lung*. WB Saunders Co: Filadelfia, 1986. P 173.
6. Cook LS. Needle Phobia. *J Infus Nurs*. 2016;39:273-9.
7. Oliver P, Rodríguez O, Marín JL, Muñoz M, Guillén E, Valcárcel G, et al. Estudio de la oxigenación e interpretación de la gasometría arterial: Revisión 2014 [monografía en Internet]. Madrid: Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular; 2014 [acceso 19 de julio de 2019]. Disponible en:
<http://publicaciones.seqc.es/13-recopilacion-de-documentos>
8. Miranda R, Ramírez FJ. Gasometría Arterial. Obtención de la muestra e interpretación básica de los resultados. *Revista Médica MD*. 2011; 2(3).
9. WHO Guidelines on Drawing Blood: Best Practices in Phlebotomy. Geneva: World Health Organization; 2010. 5, Arterial blood sampling.
10. Ballesteros Peña S, Fernández Aedo I, Vallejo de la Hoz G. Dolor asociado a las técnicas de inserción de catéteres venosos y extracción de sangre arterial en el área de urgencias. *Enferm Clin*. 2018;28:359-64.
11. Rodríguez-Roisín R, en representación del Grupo de Trabajo de la SEPAR para la práctica de la gasometría arterial. Normativa sobre la gasometría arterial. *Arch Bronconeumol* 1998; 34:142-53.
12. Romeu Bordas O, Ballesteros Peña S. Validez y fiabilidad del test modificado de Allen: una revisión sistemática y metanálisis. *Emergencias* 2017;29:126-35.

13. Sahni AS, Gonzalez H, Tulaimat A. Effect of arterial puncture on ventilation. *Heart Lung*. 2017;46:149-52.
14. Vidorreta López A, González De la Cuesta D. Protocolo para la punción arterial con anestesia local. *Metas Enferm* 2014; 17: 62-7.
15. Matheson L, Stephenson M, Huber B. Reducing pain associated with arterial punctures for blood gas analysis. *Pain Manag Nurs*. 2014;15:619-24.
16. France JE, Beech FJ, Jakeman N, Beger JR. Anaesthesia for arterial puncture in the emergency department: a randomized trial of subcutaneous lidocaine, ethyl chloride or nothing. *Eur J Emerg Med* 2008;15:218-20.
17. Servera E, Pérez ME, Díaz J, Vergara P, Marín J. Punciones arteriales: ¿siempre la radial y siempre con anestesia? *Arch Bronconeumol* 1989; 25:62.
18. Wade RG, Crawford J, Wade D, Holland R. Radial artery blood gas sampling: a randomized controlled trial of lidocaine local anesthesia. *J Evid Based Med*. 2015;8:185-91.
19. Ballesteros Peña S, Fernández Aedo I, Vallejo de la Hoz G. Eficacia del cloruro de etilo en aerosol previo a punción arterial como anestésico local: ensayo clínico aleatorizado controlado con placebo. *Emergencias*. 2017;29:161-6.
20. Vallejo De la Hoz G, Reglero García L, Fernández Aedo I, Romeu Bordas O, De la Fuente Sancho I, Ballesteros Peña S. Alternativas anestésicas a la inyección de amidas por vía subcutánea en punciones arteriales para gasometría: una revisión sistemática. *Emergencias* 2019; 31: 115-22.
21. Darouiche RO, Wall MJ, Itani KM, Otterson MF, Webb AL, Carrick MM, et al. Chlorhexidine-alcohol versus povidone-iodine for surgical-site antisepsis. *N Engl J Med*. 2010;362:18-26.
22. Cortés A, Gochicoa LG, Pérez R, Torre L. Gasometría arterial ambulatoria. Recomendaciones y procedimientos. *Neumol Cir Torax*. 2017; 76:44-50.
23. Toffaletti JG. Effect of small air bubbles on changes in blood pO₂ and blood gas parameters: calculated vs. measured effects [monografía en Internet]. Dinamarca: Radiometer Medical ApS; 2012 [acceso 19 de julio de 2019]. Disponible en: <https://acutecaretesting.org/en/articles/effect-of-small-air-bubbles-on-changes-in-blood-po2-and-blood-gas-parameters>
24. Pupek A, Matthewson B, Whitman E, Fullarton R, Chen Y. Comparison of pneumatic tube system with manual transport for routine chemistry, hematology, coagulation and blood gas tests. *Clin Chem Lab Med*. 2017;55:1537-44.
25. Carabini LM, Nouriel J, Milian RD, Glogovsky ER, McCarthy RJ, Handler TG, et al. The clinical significance of patient specimen transport modality: pneumatic tube system impact on blood gas analytes. *Respir Care*. 2016;61:1311-5.

26. Rodríguez Fraga O, Navarro Segarra X, Galán Ortega A, Rodríguez Cantalejo F, Gómez Rioja R, Altimira Queral L et al. Recomendaciones preanalíticas para la medición del equilibrio ácido-base y los gases en sangre. Recomendación 2018. *Rev Lab Clin.* 2019;12:e66-e74.
27. Woolley A, Hickling K. Errors in measuring blood gases in the intensive care unit: effect of delay in estimation. *J Crit Care* 2003;18:31-7.
28. Gómez García A, Ruiz Albi T, Santos Plaza JI, Crespo Sedano A, Sánchez Fernández A, López Muñiza G et al. Impacto del tiempo entre la extracción y el análisis de la gasometría arterial en la práctica clínica. *Arch Bronconeumol.* 2019;55:492-504.
29. Beaulieu M, Lapointe Y, Vinet B. Stability of pO₂, pCO₂, and pH in fresh blood samples stored in a plastic syringe with low heparin in relation to various blood-gas and hematological para-meters. *Clin Biochem.* 1999;32:101-7.
30. Prieto De Paula JM, Franco Hidalgo S, Mayor Toranzo E, Palomino Doza J, Prieto De Paula JF. Alteraciones del equilibrio ácido-base. *Dial Traspl.* 2012;33:25-34.