

TRABAJO FIN DE GRADO



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE MEDICINA

Grado en Medicina

Utilidad comparativa de la gasometría arterial y venosa en la evaluación de la disnea aguda: revisión sistemática

Autor/a: Casilda de Arce Navarro

Directora: Ana Belén Martorell Pro

Murcia, 14 Mayo de 2026

TRABAJO FIN DE GRADO



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE MEDICINA

Grado en Medicina

Utilidad comparativa de la gasometría arterial y venosa en la evaluación de la disnea aguda: revisión sistemática

Autor/a: Casilda de Arce Navarro

Directora: Ana Belén Martorell Pro

Murcia, 14 Mayo de 2026



UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA
SAN ANTONIO

DEFENSA TRABAJO FIN DE GRADO

DATOS DEL ALUMNO	
Apellidos: De Arce Navarro	Nombre: Casilda
DNI:49335170D	Grado: Medicina
Facultad de Medicina	
Título del trabajo: Utilidad comparativa de la gasometría arterial y venosa en la evaluación de la disnea aguda: revisión sistemática.	

La Dra. Ana Belén Martorell Pro, tutor del trabajo reseñado arriba, acredita su idoneidad y otorgo el V, B,^o a su contenido para ir a Tribunal de Trabajo fin de Grado.

En Murcia, a 14 de Mayo de 2026.

Fdo.:

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora, Ana Martorell, por su ayuda, paciencia y acompañamiento a lo largo de este trabajo.

A mis amigos María, Carmen y Pepe, que lo que unió la pandemia no lo separe nadie. No sé cómo habría superado esta carrera sin vosotros, gracias por esas noches en videollamada estudiando.

A Diego, mi compañero de biblioteca desde el día uno, gracias por confiar en mí para llevarte en coche cuando era una novata, por darme ánimos cuando estaba cabizbaja y transmitirme tranquilidad cuando estaba nerviosa.

A mi madre, por el esfuerzo y sacrificio que ha realizado para que pudiera estudiar esta carrera, por aguantarme en mis momentos de agobio y apoyarme incondicionalmente.

A mis tías Pili y Mané, por ayudarme a estar donde estoy y haberme permitido conocer el mundo mientras estaba de Erasmus.

Por último, a mi abuela, la mujer más fuerte que he conocido y mi ejemplo a seguir. Ya no estás entre nosotros, pero sé que estás orgullosa de mí.

ABREVIATURAS

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica

FiO₂: fracción inspirada de oxígeno

GSA: gasometría arterial

GSV: gasometría venosa

IRA: insuficiencia respiratoria aguda

NRS: Numeric Rating Scale

PaCO₂: presión parcial de dióxido de carbono arterial

PaO₂: presión parcial de oxígeno arterial

pCO₂: presión parcial de dióxido de carbono

pO₂: presión parcial de oxígeno

PvCO₂: presión parcial de dióxido de carbono venoso

PvO₂: presión parcial de oxígeno venoso

SpO₂: saturación periférica de oxígeno

TAC: tomografía axial computerizada

UCI: unidad de cuidados intensivos

VMI: ventilación mecánica invasiva

VMNI: ventilación mecánica no invasiva

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	19
2. OBJETIVOS.....	21
3. MATERIAL Y MÉTODOS	23
3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	23
3.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	23
3.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	23
3.4 EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	24
4. RESULTADOS	25
4.1. CONCORDANCIA EN PARÁMETROS DE EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE (PH Y HCO ₃ -)	25
4.2. EVALUACIÓN DE LA VENTILACIÓN (PCO ₂) Y CRIBADO DE INSUFICIENCIA RESPIRATORIA TIPO II.....	25
4.3. EVALUACIÓN DE LA OXIGENACIÓN Y MÉTODOS DE CONVERSIÓN	26
4.3.4. SEGURIDAD DEL PROCEDIMIENTO Y COMPLICACIONES	27
4.3.5. GASOMETRÍA VENOSA Y TOMA DE DECISIONES TERAPÉUTICAS.....	27
4.3.6. APLICACIÓN EN ESCENARIOS CLÍNICOS ESPECÍFICOS.....	28
5. DISCUSIÓN	29
6. CONCLUSIONES	33
7. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	35
7.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	35
7.2 OBJETIVOS	35
7.3 METODOLOGÍA.....	35
7.4 PLAN DE TRABAJO.....	37
8. BIBLIOGRAFIA	39
9. FIGURA	43

RESUMEN

Introducción: La disnea aguda es un motivo de consulta crítico en los servicios de urgencias. Históricamente, la gasometría arterial (GSA) ha sido el estándar de oro para el diagnóstico de la insuficiencia respiratoria aguda, pero su carácter invasivo conlleva riesgos vasculares y dolor significativo. Este estudio analiza la utilidad clínica de la gasometría venosa (GSV) combinada con la pulsioximetría como una alternativa más segura y humana para el manejo inicial de estos pacientes.

Material y Métodos: Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo la metodología PRISMA. Se consultaron las bases de datos PubMed, TESEO, The Cochrane Library y Scopus, con descriptores basados en terminología MeSH y DeCS, seleccionando artículos publicados entre 2017 y 2025.

Resultados: Los estudios analizados indican una concordancia excelente para el pH, con sesgos medios de apenas 0,01 a 0,04 unidades entre muestras. Asimismo, la GSV demuestra una alta sensibilidad para excluir la hipercapnia en el triaje inicial. Aunque la medición simple de la oxigenación venosa es ineficaz, la integración de la relación SpO_2/FiO_2 y el uso de software de conversión matemática (v-TAC) permiten calcular los niveles arteriales con una precisión superior al 91%, logrando un manejo clínico idéntico al estándar de oro en el 84,8% de los casos.

Conclusiones: La gasometría venosa periférica, en combinación con la pulsioximetría, constituye una herramienta de primera línea segura y suficiente para guiar el soporte respiratorio inicial. Su implementación reduce significativamente el dolor iatrogénico y las complicaciones vasculares, reservando la punción arterial para escenarios de monitorización crítica o titulación precisa de oxígeno en pacientes con saturaciones elevadas.

Descriptores: Análisis de los Gases de la Sangre, Disnea, Servicios Médicos de Urgencia.

ABSTRACT

Background: Acute dyspnea is a critical reason for consultation in emergency departments. While arterial blood gas (ABG) has historically been the gold standard for diagnosing acute respiratory failure, its invasive nature carries vascular risks and causes significant patient pain. This study analyzes the clinical utility of venous blood gas (VBG) combined with pulse oximetry as a safer and more humane alternative for the initial management of these patients.

Material and methods: A systematic review was conducted following the PRISMA guidelines. The PubMed, TESEO, The Cochrane Library and Scopus databases were searched using search terms based on MeSH and DeCS terminology, selecting articles published between 2017 and 2025.

Results: The analyzed studies show excellent agreement for pH, with mean biases of only 0.01 to 0.04 units between samples. Additionally, VBG demonstrates high sensitivity for excluding hypercapnia during initial triage. Although simple venous oxygenation measurement is unreliable, the integration of the SpO₂/FiO₂ ratio and the use of mathematical conversion software (v-TAC) allow for the calculation of arterial levels with an accuracy exceeding 91%, achieving identical clinical management to the gold standard in 84.8% of cases.

Conclusion: Peripheral venous blood gas analysis, in combination with pulse oximetry, is a safe and sufficient first-line tool for guiding initial respiratory support. Its implementation significantly reduces iatrogenic pain and vascular complications, reserving arterial puncture for critical monitoring scenarios or precise oxygen titration in patients with high saturation levels.

Keywords: Blood Gas Analysis, Dyspnea, Emergency Medical Services.

1. INTRODUCCIÓN

La disnea aguda es una de las causas más frecuentes de consulta en los servicios de urgencias y la evaluación rápida de este síntoma es vital, ya que la demora en identificar una insuficiencia respiratoria aguda (IRA) puede comprometer seriamente la supervivencia del paciente ⁽¹⁾.

La disnea aguda se define como una experiencia subjetiva de malestar respiratorio con sensaciones de intensidad variable ⁽²⁾. En los servicios de urgencias, es uno de los síntomas más frecuentes y un desafío diagnóstico mayor, ya que existe una baja correlación entre la intensidad percibida por el paciente y la gravedad de la patología subyacente ^(1,2). Su presencia es un factor pronóstico crítico que exige una evaluación rápida para asignar el nivel de cuidado adecuado ⁽³⁾.

Las causas de la disnea aguda son multifactoriales y se clasifican principalmente en tres grupos según Santus et al. ⁽²⁾:

1. Respiratorias: exacerbación de EPOC, asma, neumonía, tromboembolismo pulmonar y neumotórax.
2. Cardiovasculares: insuficiencia cardíaca aguda, síndrome coronario agudo y taponamiento cardíaco.
3. Otras: acidosis metabólica (donde la disnea actúa como compensación), anemia severa y causas psicógenas.

En el contexto de la disnea aguda, la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) se define como la incapacidad del sistema respiratorio para mantener un intercambio gaseoso adecuado, ya sea fallando en la oxigenación de la sangre arterial o en la eliminación del dióxido de carbono ⁽⁴⁾. El diagnóstico definitivo de la IRA no se basa solo en la clínica, sino que requiere la confirmación mediante gasometría arterial para clasificarla según el fallo fisiopatológico predominante:

1. IRA tipo I o hipoxémica: Se caracteriza principalmente por una presión parcial de oxígeno arterial (PaO_2) baja (generalmente < 60 mmHg) con una PaCO_2 normal o baja ⁽³⁾. Es el tipo más común en patologías que afectan el parénquima pulmonar o la unidad alveolocapilar, como la neumonía o el edema agudo de pulmón.

2. IRA tipo II o hipercápnica: Se define por un aumento de la presión parcial de dióxido de carbono ($\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$), a menudo acompañada de acidosis respiratoria ($\text{pH} < 7.35$) ^(3,4). Es característica de pacientes con fatiga de los músculos respiratorios o disminución del impulso ventilatorio ⁽⁵⁾.

La gasometría arterial (GSA), durante décadas, ha sido el patrón de referencia para evaluar el intercambio gaseoso y el estado ácido-base. Esta técnica se fundamenta en principios fisiológicos de compensación renal y respiratoria, utilizando parámetros como el pH, la pCO_2 y el bicarbonato para mantener la homeostasis del medio interno ⁽⁶⁾. Sin embargo, la punción arterial es una técnica invasiva y dolorosa que genera gran malestar en el paciente ⁽⁷⁾. Además, presenta riesgos potenciales como hematomas, lesiones nerviosas, espasmos vasculares e isquemia distal, lo que ha llevado a cuestionar su uso sistemático cuando existen alternativas menos agresivas ⁽⁸⁾.

La gasometría venosa (GSV) surge como una alternativa más segura y eficiente, especialmente en urgencias, donde suele aprovecharse la canalización de una vía periférica ya necesaria para el tratamiento ^(1,7).

La importancia de esta revisión radica en la necesidad de reducir el sufrimiento del paciente y optimizar los tiempos en urgencias. La GSV permite obtener resultados más rápidamente, reduciendo el tiempo de espera para el diagnóstico y el inicio del tratamiento.

Por tanto, realizar esta revisión es fundamental para determinar los límites de acuerdo clínicos entre ambos métodos. Esto permitirá establecer si el "ahorro" en invasividad y tiempo que supone la vía venosa compensa la ligera pérdida de precisión en ciertos parámetros.

Esta necesidad de clarificar cuándo y cómo la gasometría venosa puede desplazar a la arterial conduce directamente a los objetivos que se plantean en este trabajo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar la utilidad comparativa y la precisión diagnóstica de la gasometría venosa periférica, frente a la arterial, en la evaluación y manejo de pacientes adultos con disnea aguda.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar la presión parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$) arterial y venosa para establecer si la GSV es un método de cribado fiable para identificar la insuficiencia respiratoria tipo II.
- Determinar la fiabilidad de la $p\text{O}_2$ venosa en la detección de hipoxemia y analizar si su combinación con la pulsioximetría (SpO_2) ofrece una alternativa válida a la $p\text{O}_2$ arterial.
- Investigar si la GSV (sola o con pulsioximetría) es suficiente para guiar decisiones terapéuticas inmediatas, como la oxigenoterapia o la ventilación mecánica no invasiva, en comparación con la GSA.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Diseño del estudio

Se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la literatura científica siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Este diseño permite una síntesis rigurosa y reproducible de la evidencia disponible sobre la concordancia entre la gasometría arterial y venosa en el contexto de la disnea aguda.

3.2. Estrategia de búsqueda y fuentes de información

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed (MEDLINE), TESEO, The Cochrane Library y Scopus.

Se utilizaron descriptores de las plataformas MeSH y DeCS (*“Dyspnea, “Blood Gas Analysis”, “Emergency Medical Services”*), junto a palabras clave (arterial blood gas, venous blood gas, peripheral venous gas) combinados con operadores booleanos (*AND, OR*).

3.3. Criterios de selección

Para garantizar la calidad de la revisión, se aplicaron los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Artículos en inglés y/o español.
- Estudios llevados a cabo exclusivamente en humanos.
- Guías y protocolos de actuación de sociedades científicas.
- Tesis doctorales.
- Pacientes adultos con disnea aguda o sospecha de desequilibrio ácido-base.
- Artículos publicados entre 2017-2026.

Criterios de exclusión:

- Artículos duplicados.
- Artículos no accesibles a texto completo.

3. 4. Extracción y análisis de datos.

En primer lugar, se llevó a cabo una búsqueda en dichas bases de datos utilizando los términos MeSH y DeCS mencionados anteriormente. Se aplicaron los filtros de resumen disponible, texto completo, artículos entre los años 2017 y 2026, artículos tanto en inglés como en español, estudios llevados a cabo en humanos cumpliendo los criterios de inclusión. Seguidamente, se realizó una primera lectura del título y del resumen de los artículos, excluyendo aquellos que no guardaran relación con la temática a tratar ni aportaran información relevante, quedándonos así con un total de 21 artículos. (Figura 1).

4. RESULTADOS

4.1. Concordancia en parámetros de equilibrio ácido-base (pH y HCO₃⁻).

Diversos estudios sugieren que la combinación de la gasometría venosa para el estado ácido-base y la pulsioximetría para la oxigenación es suficiente para iniciar maniobras terapéuticas inmediatas. El estudio de Martin y Priestap⁽⁹⁾ realizó un análisis de cohorte retrospectiva sobre 2.296 muestras emparejadas de 351 pacientes en estado crítico. Los resultados mostraron un sesgo medio para el pH de 0,044 unidades en pacientes de UCI. Los autores concluyeron que los límites de acuerdo son lo suficientemente estrechos para que la muestra venosa sea una alternativa aceptable al muestreo arterial para evaluar el estado ácido-base, permitiendo la instauración precoz de oxigenoterapia o soporte ventilatorio mientras se monitoriza la evolución del paciente.

En la investigación de Thangaraj et al.⁽¹⁰⁾, un estudio transversal con 113 pacientes, se determinó una diferencia media para el pH de 0,01 unidades, para el bicarbonato de -0,85 mmol/L y para el exceso de bases de -0,89 mmol/L. La conclusión de los investigadores es que existe una concordancia aceptable en estos parámetros entre ambos métodos en una población diversa de urgencias.

Por su parte, el trabajo de Bijapur et al.⁽⁹⁾ analizó 110 pares de muestras en pacientes de cuidados intensivos, encontrando una diferencia media de 0,04 unidades para el pH y de 0,89 mmol/L para el bicarbonato. El estudio concluye que los valores de la sangre venosa central muestran una correlación fuerte con los arteriales, sugiriendo que la GSV es un sustituto aceptable que evita punciones arteriales repetidas en la UCI.

4.2. Evaluación de la ventilación (pCO₂) y cribado de insuficiencia respiratoria tipo II.

El estudio de Chung et al.⁽¹²⁾ analizó la concordancia de la PvCO₂ en una población diversa. Al evaluar la utilidad de la GSV como herramienta de cribado para detectar hipercapnia arterial (PaCO₂>45mmHg), determinaron que un punto de corte venoso de PCO₂>45 mmHg presenta una sensibilidad del 67,6% y un valor predictivo negativo del 82,8%. Para alcanzar una sensibilidad diagnóstica del 99,8%, el umbral venoso tuvo que reducirse hasta los 30 mmHg. Los autores

concluyeron que la GSV no es adecuada como herramienta de cribado general para la hipercapnia debido a que su sensibilidad es inferior al 80% con los puntos de corte estándar, no pudiendo sustituir de forma fiable a la GSA en este aspecto.

En contraposición, el estudio de Schütz et al. ⁽¹³⁾ en pacientes críticos intubados encontró una diferencia media de pCO₂ de -3,6 mmHg con límites de acuerdo de -15 a 8,1 mmHg. A pesar de esta variabilidad, se observó una alta sensibilidad (91,89%) para detectar la necesidad de ajustes en el respirador, aunque con una especificidad baja (38,46%). Schütz sostiene que la pCO₂ venosa puede emplearse para el cribado de hipercapnia y el seguimiento de tendencias, pero subraya que no sustituye a la GSA para el ajuste preciso de la ventilación mecánica.

Finalmente, la revisión Cochrane de Byrne et al. ⁽⁴⁾ confirma que la PvCO₂ posee una alta sensibilidad para excluir la insuficiencia respiratoria e hipercapnia aislada, pero su especificidad fue baja para estas dos afecciones principales. La alta sensibilidad implica que la GSV podría ser útil como prueba de cribado, sin embargo, la alta tasa de falsos positivos dificulta la interpretación clínica de un resultado positivo.

4.3. Evaluación de la oxigenación y métodos de conversión.

En cuanto a la monitorización de la oxigenación, el estudio de Thangaraj et al. ⁽¹⁰⁾ cuantificó esta limitación al encontrar una diferencia media para la PO₂ de 46,34 mmHg entre la sangre arterial y venosa, con límites de acuerdo de Bland-Altman excesivamente amplios que oscilaron entre -8,38 y 101,06 mmHg. Debido a esta enorme variabilidad, los autores confirman que la gasometría venosa (GSV) no es intercambiable con la arterial (GSA) para medir con precisión la oxigenación o la saturación.

Como alternativa tecnológica para suplir esta deficiencia, Magnus Ekström ⁽¹⁴⁾ y sus colaboradores validaron clínicamente el método v-TAC, el cual obtiene valores arteriales calculados mediante modelos matemáticos que integran una muestra venosa periférica y la pulsioximetría (SpO₂). Este enfoque permite obtener una representación estable y fiable del estado de oxigenación y del equilibrio ácido-base, logrando una alta concordancia con el estándar arterial.

No obstante, el análisis de datos agregados realizado por Lisha Shastri ⁽¹⁵⁾ y colaboradores sobre el método v-TAC identifica limitaciones críticas en

contextos de hiperoxemia. El estudio advierte que los modelos de conversión matemática no son fiables para reportar valores exactos de pO₂ superiores a 10 kPa (aprox. 75 mmHg) debido a la morfología plana de la curva de disociación de la oxihemoglobina cuando las saturaciones son muy elevadas, generalmente por encima del 97%.

4.3.4. Seguridad del procedimiento y complicaciones.

La punción arterial, aunque se considera un procedimiento estándar, no está exenta de riesgos. El estudio de Rowling et al. ⁽¹⁶⁾, determinó que la técnica presenta una tasa de complicaciones mayores del 0,14% a los 7 días. Y el riesgo de sufrir eventos graves —como embolismos, trombosis o aneurismas— aumenta significativamente en pacientes que reciben tratamiento antitrombótico.

Por otra parte, la investigación de Martin y Priestap ⁽⁹⁾ señala que el empleo de muestras venosas —especialmente si se obtienen a través de catéteres centrales ya insertados— disminuye el riesgo de accidentes biológicos por pinchazo accidental entre el personal de salud al evitar manipulaciones arteriales innecesarias.

En cuanto a la experiencia del paciente, el estudio multicéntrico de Ballesteros-Peña et al. ⁽¹⁷⁾ cuantificó la percepción dolorosa mediante la escala NRS-11 (0-10), reportando una puntuación media de 3,6 para la punción arterial frente a 2,8 para la venosa.

4.5. Gasometría venosa y toma de decisiones terapéuticas.

La investigación de Isabel López Pelayo ⁽¹⁾ analizó si la integración de la gasometría venosa periférica (GSV) y la pulsioximetría (SpO₂) modificaba la actitud terapéutica en el servicio de urgencias en comparación con la gasometría arterial (GSA). Los resultados demostraron que se alcanzó un manejo idéntico en el 84,8% de los casos analizados. Los índices de concordancia (Kappa) entre los distintos especialistas fueron elevados, situándose entre 0,712 y 0,874, lo que indica que la GSV es una herramienta suficiente para guiar la elección inicial entre oxigenoterapia convencional, ventilación mecánica no invasiva (VMNI) o invasiva (VMI). Asimismo, la correlación analítica entre la sangre arterial y venosa fue excelente tanto para el pH (0,940) como para la pCO₂ (0,917). Aunque se observó una ligera tendencia de los urgenciólogos al

sobret ratamiento con VMNI en pacientes con valores límite al emplear datos venosos, el estudio concluyó que la decisión crítica de iniciar ventilación mecánica invasiva no varió significativamente entre ambos métodos.

Por su parte, el estudio de Davies et al. ⁽¹⁸⁾ se centró en la utilidad del método de conversión matemática v-TAC (GSV + SpO₂) para la monitorización longitudinal de pacientes con insuficiencia respiratoria hipercápnic a. El v-TAC demostró ser el método más fiable para seguir los cambios en el estado del paciente tras el inicio de la VMNI, logrando una coincidencia del 91% en la clasificación de la mejoría o deterioro clínico de la pCO₂.

4.6. Aplicación en escenarios clínicos específicos.

En el contexto de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la GSV se consolida como una herramienta eficaz para el cribado de la insuficiencia respiratoria hipercápnic a. La revisión sistemática de Weimar et al. ⁽³⁾ concluye que la concordancia del pH y la PCO₂ es suficiente para identificar la acidosis respiratoria en pacientes estables que acuden a urgencias o están hospitalizados.

La aplicación de la GSV presenta consideraciones críticas en situaciones de inestabilidad hemodinámica grave como la hipotensión, el shock y la sepsis. Mientras que investigaciones recientes como la de Prasad et al. ⁽¹⁹⁾ han mostrado correlaciones fuertes para la mayoría de los parámetros en pacientes hipotensos. White et al. ⁽²⁰⁾ y otros investigadores señalan que la hipoperfusión tisular y los cambios sistémicos del metabolismo del oxígeno en estados de shock pueden alterar significativamente los gradientes gaseosos periféricos, provocando un ensanchamiento de la diferencia arteriovenosa de pH y pCO₂. En estos escenarios de inestabilidad severa, la gasometría arterial permanece como el estándar indispensable para guiar la reanimación y evaluar con exactitud la ventilación.

El estudio de Urushidani et al. ⁽²¹⁾ evaluó específicamente a pacientes con sospecha de hiperventilación psicógena en los servicios de urgencias. Los resultados determinaron que la gasometría venosa es suficiente para confirmar la alcalosis respiratoria característica de estos cuadros y monitorizar los niveles de lactato, los cuales guardan una asociación estrecha con los valores arteriales.

5. DISCUSIÓN

La gasometría arterial (GSA) ha sido consolidada históricamente como el estándar de oro para el diagnóstico y manejo de la insuficiencia respiratoria aguda, proporcionando la información más fiable sobre el estado de oxigenación y el equilibrio ácido-base. Sin embargo, la práctica clínica actual enfrenta el desafío de optimizar los tiempos de atención y reducir el sufrimiento del paciente, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas menos invasivas como la gasometría venosa periférica (GSV). Los hallazgos de esta revisión sistemática indican que, si bien la GSA sigue siendo insustituible en ciertos escenarios críticos, la integración de la GSV con la pulsioximetría (SpO₂) ofrece una precisión diagnóstica y una seguridad procedimental que justifican su adopción como herramienta de primera línea en los servicios de urgencias.

Uno de los pilares de esta discusión es la excelente concordancia hallada en los parámetros del equilibrio ácido-base, donde el pH venoso demuestra ser un sustituto clínico extremadamente fiable. Los estudios de Martin y Priestap ⁽⁹⁾, Thangaraj et al. ⁽¹⁰⁾ y Bijapur et al. ⁽¹¹⁾ coinciden en reportar sesgos medios para el pH que oscilan entre 0,01 y 0,04 unidades, con límites de acuerdo lo suficientemente estrechos para que las decisiones metabólicas iniciales no se vean alteradas. Esta evidencia permite afirmar que, para la detección de acidosis o alcalosis, la punción arterial resulta en gran medida redundante, especialmente en pacientes que ya cuentan con un acceso venoso periférico instaurado para su tratamiento rutinario.

En lo que respecta a la evaluación de la ventilación mediante la pCO₂, mientras que la revisión de Byrne et al. ⁽⁴⁾ valida la pCO₂ venosa por su alta sensibilidad para excluir la hipercapnia, autores como Chung et al. ⁽¹²⁾ advierten que su sensibilidad puede ser insuficiente para una confirmación diagnóstica absoluta. Esto sugiere que la GSV puede emplearse como un filtro de triaje para descartar la insuficiencia respiratoria tipo II, reservando la arteria únicamente para casos de confirmación diagnóstica compleja.

El punto de mayor controversia técnica reside en la medición de la oxigenación, donde la GSV simple muestra una incapacidad manifiesta para predecir los niveles arteriales. El estudio de Thangaraj et al. ⁽¹⁰⁾ resulta

determinante al evidenciar una dispersión en los límites de acuerdo de la venosa que invalida este parámetro para cualquier toma de decisiones terapéuticas críticas. No obstante, la alternativa propuesta por Isabel López Pelayo⁽¹⁾ de utilizar la relación SpO_2/FiO_2 como sustituto del índice PaO_2/FiO_2 ha demostrado ser una solución pragmática y segura. La fuerte correlación lineal hallada en su investigación permite a los clínicos estratificar la gravedad de la hipoxemia y detectar precozmente eventos de desaturación sin recurrir a la invasividad de la arteria.

Por su parte, el método de conversión v-TAC logra suplir las carencias venosas al calcular la pCO_2 arterial con un sesgo clínico insignificante y una alta concordancia en el seguimiento de pacientes ventilados. Sin embargo, esta tecnología pierde fiabilidad matemática cuando la saturación supera el 97%. Esto implica que, si bien el v-TAC es excelente para la monitorización basal, la titulación precisa de oxígeno en pacientes con suplementación elevada sigue requiriendo el respaldo de la gasometría arterial para garantizar la seguridad clínica.

Un hallazgo crucial que refuerza la utilidad de la vía venosa es su impacto real en la toma de decisiones médicas. La tesis doctoral de López Pelayo ⁽¹⁾ confirma que el 84,8% de los pacientes recibe un manejo clínico idéntico, independientemente de si se utiliza una gasometría arterial o la combinación venosa-pulsioximetría. Aunque los datos venosos pueden inducir a un ligero sobretratamiento con VMNI en casos límite, las decisiones críticas como la intubación permanecen constantes, lo que valida la utilidad de la GSV para guiar el soporte respiratorio inicial de forma segura.

En escenarios específicos como la EPOC, la capacidad de la muestra venosa para descartar la hipercapnia con alta sensibilidad es un factor determinante para la humanización de la asistencia. Al prescindir de la punción arterial, se minimizan los riesgos de complicaciones vasculares en una población frágil que frecuentemente recibe tratamientos antitrombóticos. Desde mi punto de vista, la implementación de estos protocolos no es solo una mejora técnica, sino un avance esencial hacia una medicina más compasiva y centrada en el bienestar integral del paciente.

Finalmente, el factor de seguridad y la humanización de la asistencia son argumentos de peso en favor de la GSV. El uso de la vía venosa no solo

mejora la experiencia del paciente al reducir el dolor y el nerviosismo, sino que también protege al personal sanitario de accidentes biológicos al minimizar las manipulaciones arteriales complejas.

En conclusión, aunque la gasometría arterial sigue siendo necesaria en situaciones de inestabilidad hemodinámica severa, sepsis o necesidad de titulación de altas fracciones de oxígeno, la evidencia actual respalda el uso preferente de la gasometría venosa y la pulsioximetría como un estándar de cuidado más humano, seguro y clínicamente suficiente para el manejo de la disnea aguda.

6. CONCLUSIONES

1. En conjunto, la gasometría venosa periférica demuestra una utilidad diagnóstica y una precisión clínica suficiente para ser empleada como herramienta de primera línea en el manejo de la disnea aguda en adultos. No obstante, la gasometría arterial permanece como el estándar indispensable en situaciones de inestabilidad hemodinámica grave, sepsis o necesidad de titulación exacta de altas fracciones de oxígeno.
2. Existe una correlación analítica excelente entre los valores arteriales y venosos para la $p\text{CO}_2$, para excluir la presencia de hipercapnia arterial, posicionándose como un método de cribado eficaz.
3. Aunque la $p\text{O}_2$ venosa por sí sola carece de fiabilidad para predecir los niveles arteriales debido a su enorme variabilidad y dispersión, su combinación con la pulsioximetría ofrece una alternativa válida. El índice $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ constituye un sustituto eficaz y no invasivo del tradicional índice $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ para la estratificación del riesgo y la detección de hipoxemia.
4. En los pacientes que presentan insuficiencia respiratoria aguda, el uso conjunto de la pulsioximetría y la gasometría venosa periférica no modifica de modo sustancial la actitud terapéutica del clínico en comparación con el uso de la gasometría arterial.

7. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

7.1. Hipótesis de investigación

La implementación de un protocolo de triaje basado en la gasometría venosa periférica (GSV) combinada con la pulsioximetría en el Servicio de Urgencias permite una toma de decisiones terapéuticas segura en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.

7.2. Objetivos

- Evaluar la concordancia terapéutica (elección entre oxigenoterapia convencional, ventilación mecánica no invasiva o invasiva) al utilizar la gasometría venosa periférica frente a la arterial en pacientes con disnea aguda.
- Cuantificar la reducción del dolor percibido por los pacientes al sustituir la punción arterial por una muestra venosa.
- Identificar los factores clínicos (como la frecuencia respiratoria o el estado general) que incrementan la seguridad y fiabilidad de los parámetros venosos para el cribado de la insuficiencia respiratoria hipercápnica.

7.3. Metodología

- **Diseño del estudio:** Estudio observacional descriptivo y analítico de carácter prospectivo.
- **Ubicación del estudio:** Servicio de Urgencias de un hospital de tercer nivel.
- **Período de estudio:** Del 1 de enero al 31 de diciembre del año 2027.
- **Población de estudio:** Pacientes adultos que acudan al Servicio de Urgencias con clínica de disnea aguda o sensación de falta de aire.
- **Criterios de inclusión:**
 - Pacientes mayores de 18 años.
 - Presencia de disnea con saturación de oxígeno medida por pulsioximetría menor o igual al 92 por ciento al aire ambiente o con oxígeno previo.

- Necesidad clínica de realizar una gasometría para el diagnóstico o manejo según el facultativo.
- **Criterios de exclusión:**
 - Pacientes con inestabilidad hemodinámica grave, shock o hipotensión severa, donde el gradiente arteriovenoso pierde fiabilidad.
 - Necesidad de intubación orotraqueal emergente inmediata a su llegada.
 - Pacientes que denieguen el consentimiento informado o presenten barreras de comunicación insalvables.
- **Variables del estudio cualitativas:**
 - **Sexo:** categorizada como hombre o mujer.
 - **Tabaquismo:** clasificado en no fumador, fumador activo o ex-fumador.
 - **Comorbilidades:** presencia o ausencia de antecedentes personales de Hipertensión Arterial (HTA), Diabetes Mellitus (DM), Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), Insuficiencia Cardíaca Congestiva (ICC), asma, cardiopatía isquémica, nefropatía o enfermedad neoplásica.
 - **Necesidad de soporte ventilatorio:** dicotómica (si/no) para el inicio de Ventilación Mecánica No Invasiva (VMNI) o Invasiva (VMI).
 - **Tipo de tratamiento inicial:** elección entre oxigenoterapia convencional, CPAP, Bi-Level o VMI.
 - **Estado general:** valoración subjetiva del facultativo categorizada como buen, regular o mal estado general.
 - **Signos de dificultad respiratoria:** presencia o ausencia de tiraje intercostal, uso de musculatura accesoria o cianosis.

- **Variables del estudio cuantitativas:**
 - **Edad:** registrada en años cumplidos.
 - **Datos antropométricos:** peso (kg), talla (cm) e Índice de Masa Corporal (IMC, kg/m²).
 - **Constantes vitales:** frecuencia cardíaca (latidos por minuto), frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto), tensión arterial sistólica y diastólica (mmHg) y temperatura corporal (grados Celsius).
 - **Nivel de conciencia:** puntuación obtenida en la escala de coma de Glasgow (rango 3-15).
 - **Valores gasométricos (arteriales y venosos):** medición de pH, presión parcial de dióxido de carbono (pCO₂, mmHg), presión parcial de oxígeno (pO₂, mmHg), bicarbonato (HCO₃, mmol/L) y exceso de bases.
 - **Oximetría y oxigenación:** saturación periférica de oxígeno (SpO₂, por ciento), fracción inspirada de oxígeno (FiO₂, por ciento) y cálculo del índice SpO₂/FiO₂.
 - **Percepción del dolor:** puntuación asignada por el paciente tras cada técnica (punción arterial vs. venosa) mediante la escala numérica NRS-11 (rango 0-10).
- **Requisitos previos:** Aprobación del Comité de Ética de Investigación Clínica (CEIC) del hospital y obtención del consentimiento informado firmado por el paciente o su representante legal.
- **Análisis de datos:** El procesamiento estadístico se realizará mediante el programa SPSS (v.23.0 o superior). Se emplearán índices de concordancia Kappa para las decisiones terapéuticas y el método de Bland-Altman para la correlación de parámetros analíticos como el pH y la pCO₂.

7.4. Plan de trabajo

El estudio se desarrollará a lo largo del año 2027. Tras el triaje inicial, el personal de enfermería seleccionará a los pacientes que cumplan los criterios de inclusión y procederá a la obtención de una muestra de sangre venosa periférica (aprovechando la canalización rutinaria de una vía para tratamiento) y una muestra de sangre arterial de forma simultánea o con una diferencia menor a dos minutos. Se registrarán de forma estricta la frecuencia respiratoria, la SpO₂ y la FiO₂ de llegada.

Los facultativos participantes realizarán una propuesta de manejo terapéutico (oxigenoterapia convencional, CPAP, Bi-Level o VMI) basándose primero exclusivamente en los datos venosos y la pulsioximetría de forma enmascarada, y posteriormente se comparará con la decisión real tomada según el estándar de oro arterial. Tras ambos procedimientos, se solicitará al paciente que valore el dolor experimentado en cada técnica mediante la escala numérica NRS-11. Finalmente, se analizará si el uso de la vía venosa como herramienta de cribado inicial permite optimizar los tiempos de atención y reducir el sufrimiento del paciente sin comprometer su seguridad clínica.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. López Pelayo I. Pulsioximetría más Gasometría Venosa vs Gasometría Arterial, para el Manejo Terapéutico de la Insuficiencia Respiratoria Aguda [Tesis Doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia; 2018.
2. Santus P, Radovanovic D, Saad M, Ziliani C, Coppola S, Chiumello DA, et al.. Acute dyspnea in the emergency department: a clinical review. *Intern Emerg Med*. 2023 Aug;18(5):1491-1507.
3. Weimar Z, Smallwood N, Shao J, Chen XE, Moran TP, Khor YH. Arterial blood gas analysis or venous blood gas analysis for adult hospitalised patients with respiratory presentations: a systematic review. *Intern Med J*. 2024 Sep;54(9):1531-1540.
4. Byrne AL, Pace NL, Thomas PS, Symons RL, Chatterji R, Bennett M. Peripheral venous blood gas analysis for the diagnosis of respiratory failure, hypercarbia and metabolic disturbance in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2025 Jun 25;6(6):CD010841.
5. Sheng F, Chen L, Lin H, Wu H. Systematic review and meta-analysis: value of venous blood gas in the diagnosis of acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Emergency Department. *Ann Palliat Med*. 2022 Apr;11(4):1473-1481.
6. Yee J, Frinak S, Mohiuddin N, Uduman J. Fundamentals of Arterial Blood Gas Interpretation. *Kidney360*. 2022 Jun 3;3(8):1458-1466.
7. Körver S, Eurlings MBRC, Merry AHH, Gronenschild MHM, Raijmakers MTM, Latten GHP. Comparison of peripheral venous and arterial blood gas in management of patients with respiratory complaints in the emergency department: A prospective observational cohort study. *PLoS One*. 2025 Sep 5;20(9):e0330190.
8. Saberian L, Sharif M, Aarabi M, Broumand B, Shafiee MA. Arterial Versus Venous Blood Gas Analysis Comparisons, Appropriateness, and Alternatives in Different Acid/Base Clinical Settings: A Systematic Review. *Cureus*. 2023 Jul 11;15(7):e41707.
9. Martin CM, Priestap F. Agreement between venous and arterial blood gas analysis of acid-base status in critical care and ward patients: a retrospective cohort study. *Can J Anaesth*. 2017 Nov;64(11):1138-1143.

10. Thangaraj RK, Chidambaram HHS, Dominic M, Chandrasekaran V, Padmanabhan KN, Chanjal K. A Comparison of Arterial and Venous Blood Gas Analysis and Its Interpretation in Emergency Department: A Cross-Sectional Study. *Eurasian J Emerg Med.* 2021 Sep 20;20(3):178-182.
11. Bijapur MB, Kudligi NA, Asma S. Central Venous Blood Gas Analysis: An Alternative to Arterial Blood Gas Analysis for pH, PCO₂, Bicarbonate, Sodium, Potassium and Chloride in the Intensive Care Unit Patients. *Indian J Crit Care Med.* 2019 Jun;23(6):258-262.
12. Chung PA, Bellam SK. Agreement and Correlation of Arterial and Venous Blood Gas Analysis in a Diverse Population. *Clin Med Insights Trauma Intensive Med.* 2019;10:1179560319845869.
13. Schütz N, Schütz M, Öster M, et al. Can Venous Blood Gas Be Used as an Alternative to Arterial Blood Gas in Intubated Patients at Admission to the Emergency Department? *Open Access Emerg Med.* 2019;11:305-312.
14. Ekström M, Engblom A, Ilic A, et al. Calculated arterial blood gas values from a venous sample and pulse oximetry: Clinical validation. *PLoS ONE.* 2019;14(4):e0215413.
15. Shastri L, Thomsen LP, Toftegaard M, et al. The use of venous blood gas in assessing arterial acid–base and oxygenation status – an analysis of aggregated data from multiple studies evaluating the venous to arterial conversion (v-TAC) method. *Expert Rev Respir Med.* 2024;18(7):553-559.
16. Rowling A, Fløjstrup M, Henriksen DP, et al. Arterial blood gas analysis as safe as we think? A multicentre study. *ERJ Open Res* 2022;8(11): 00535-2021.
17. Ballesteros-Peña S, Vallejo-De la Hoz G, Fernández-Aedo I. Dolor asociado a las técnicas de inserción de catéteres venosos y extracción de sangre arterial en el área de urgencias. *Enferm Clin.* 2017;28(6):359-364.
18. Davies MG, Wozniak DR, Quinnell TG, et al. Comparison of mathematically arterialised venous blood gas sampling with arterial, capillary, and venous sampling in adult patients with hypercapnic respiratory failure: a single-centre longitudinal cohort study. *BMJ Open Respir Res.* 2023;10(1):e001537.
19. Prasad S, Sureshkumar S, Krishnan R, et al. Correlation and agreement between arterial and venous blood gas analysis in patients with

- hypotension-an emergency department-based cross-sectional study. *Int J Emerg Med.* 2023;16(1):18.
20. White HD, Vazquez-Sandoval A, Quiroga PF, et al. Utility of venous blood gases in severe sepsis and septic shock. *Bayl Univ Med Cent Proc.* 2018;31(3):269-275.
21. Urushidani S, Matsuo N, Seki M, et al. Clinical Utility of Venous Blood Gas Analysis for the Diagnosis of Psychogenic Hyperventilation. *Cureus.* 2020;12(12):e12273.

9. FIGURA

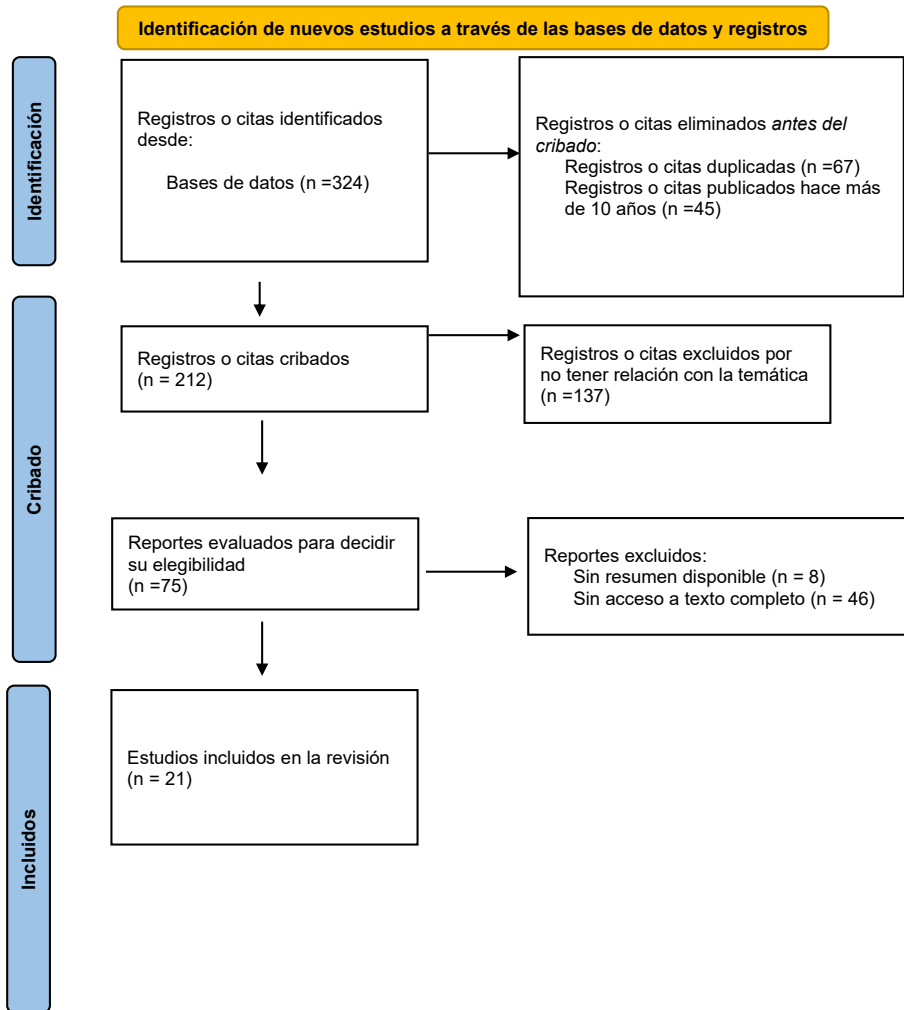


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.
Fuente: www.prisma-statement.org

