



¿El dolor producido por la punción directa influye en los resultados de la gasometría arterial?

Does arterial puncture-induced pain affect gasometrical results?

Autores: Julio Alberto Mateos Arroyo*  (1); Raquel Iglesias Basilio  (1); Sara García Almazán  (2); Cecilia Vázquez Corrochano (1); María del Mar Paz Ramos (1); Ignacio Zaragoza García  (3).

* **Dirección de contacto:** jmateosarroyo@sescam.jccm.es

Enfermero. Servicio de Neumología. Hospital General Universitario Nuestra Señora del Prado (Toledo, España).

Resumen

Introducción. La punción arterial para el análisis gasométrico provoca dolor de intensidad variable. Este dolor podría alterar la dinámica ventilatoria y, por tanto, los parámetros respiratorios de la muestra sanguínea. **Objetivos.** Determinar la posible relación entre el dolor inducido por la punción arterial y los parámetros obtenidos del análisis gasométrico de estas muestras de sangre. Como objetivos secundarios, obtener la prevalencia del dolor provocado en la muestra estudiada y la posible asociación con el número de intentos. **Metodología.** Estudio transversal que incluyó 100 muestras arteriales de 61 pacientes durante el primer semestre de 2024. La intensidad del dolor, reportada mediante la escala NRS-11, fue la variable principal de estudio. Se analizó la asociación de esta variable con variables gasométricas (por ejemplo, pH, pO₂, pCO₂ y lactato) y con otras variables sociodemográficas y relacionadas con punción arterial. **Resultados.** La edad fue de $69,43 \pm 13,07$ y el 68% eran hombres. Respecto a la variable principal de resultado, la puntuación media del dolor fue de $4,03 \pm 2,61$. La intensidad del dolor no mostró asociación con ninguna variable gasométrica. Sin embargo, el número de intentos de obtener con éxito una muestra arterial mostró significación. Tras ajustar por otras variables, cada intento adicional aumentaba el dolor en 1,14 puntos. **Discusión.** No se encontró asociación entre el dolor de la punción arterial y los parámetros del análisis gasométrico, por lo que los resultados pueden interpretarse de forma robusta en situaciones en las que no es posible un manejo adecuado del dolor.

Palabras clave

Dolor agudo; Dolor Asociado a Procedimientos Médicos; Análisis de los Gases de la Sangre; Arteria radial; Lactatos.

Abstract

Introduction. Arterial puncture for gasometrical analysis causes pain of varying intensity. This pain could alter the ventilatory dynamics and therefore the respiratory parameters of the blood sample. **Objectives.** To determine the possible relationship between the pain induced by arterial puncture and the parameters obtained from the gasometrical analysis of these blood samples. As secondary objectives, to obtain the prevalence of pain caused in the sample studied and the possible association with the number of attempts. **Methodology.** Cross-sectional study involving 100 arterial samples from 61 patients during the first half of 2024. Pain intensity reported by the NRS-11 was the main study variable. The association of this variable with gasometrical variables (for example: pH, pO₂, pCO₂, lactate) and with other variables of different nature (sociodemographic and related to the arterial puncture itself) was analyzed. **Results.** The age was $69,43 \pm 13,07$ and 68% were men. Regarding the main outcome variable, the mean pain score was 4.03 ± 2.61 . Pain intensity showed no association with any of the gasometric variables. However, the number of attempts to successfully obtain an arterial sample showed significance. After adjustment for other variables, each additional attempt increased pain by 1.14 points. **Discussion.** No association was found between arterial puncture pain and gasometric analysis parameters, so the results can be robustly interpreted in situations where adequate pain management is not possible.

Keywords

Acute Pain; Pain Associated with Medical Procedures; Blood Gas Analysis; Radial Artery; Lactates.

INTRODUCCIÓN

El análisis gasométrico de la sangre arterial proporciona información fundamental relativa a la oxigenación, el estado ventilatorio y el equilibrio ácido-base de los pacientes (1). La punción arterial realizada para la obtención de este tipo de muestra puede resultar desagradable y dolorosa según los pacientes (2). El dolor ocasionado por la punción arterial para la gasometría es uno de los problemas más comunes, siendo este comparativamente más doloroso que la punción venosa (3). Existe cierta creencia entre los profesionales sanitarios que ejecutan las punciones arteriales directas o aquellos que interpretan las muestras arteriales para el análisis gasométrico de que los pacientes pueden hiperventilar debido al dolor y a la ansiedad (4). En efecto, la excesiva hiperventilación aumenta en demasía el volumen movilizado en los pulmones, volumen corriente o *tidal*, disminuyendo bruscamente los niveles de dióxido de carbono en sangre produciéndose hipocapnia (5). Sin embargo, en diferentes estudios en los que se ha profundizado en este tema, no se ha encontrado asociación alguna entre el aumento de la frecuencia respiratoria debido a la punción arterial y parámetros como por ejemplo la presión parcial de dióxido de carbono (pCO_2) (6,7). Por otro lado, la acidosis tisular puede observarse en varios trastornos clínicos que cursan con dolor, existiendo una relación entre la activación de neuronas nociceptivas no solo por estímulos mecánicos o químicos, sino por parte de cambios en la concentración de hidrogeniones (pH) o procesos metabólicos mediados por el aumento del lactato (8). Por todo ello, esta situación discrepante pudiera impactar en la interpretación de las variables obtenidas en el análisis gasométrico de sangre arterial y como consecuencia, la toma de decisiones clínicas erróneas suponiendo un riesgo importante para los pacientes a tratar. Por tanto, parece necesario seguir investigando sobre este tema para poder generar una evidencia clara al respecto. Por lo que el objetivo general de este estudio es determinar la posible asociación entre el dolor producido por la punción arterial y los parámetros obtenidos en el análisis gasométrico de dichas muestras sanguíneas. Además, como objetivos secundarios planteamos describir la intensidad del dolor producida por la punción arterial en la muestra estudiada y analizar la posible asociación entre el número de intentos hasta la extracción de la muestra arterial y la intensidad del dolor producido.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Estudio observacional transversal analítico que fue llevado a cabo en el servicio de neumología de un hospital general universitario durante los dos primeros trimestres del año 2024.

Participantes y muestra

La muestra fue obtenida mediante muestreo no probabilístico consecutivo, en el que se utilizó como único

criterio de inclusión pacientes con 18 años o más ingresados en la unidad de estudio. Como criterios de exclusión se establecieron aquellos participantes que no pudieran expresar la intensidad del dolor por el motivo que fuera, bien por dificultad en el entendimiento o la expresión o por cualquier tipo de patología que afecte el nivel de conciencia o produzca deterioro cognitivo. No encontramos en la literatura una estimación poblacional apropiada en el que se pueda observar una diferencia clínicamente relevante en variables gasométricas (pH o pCO_2) en función de la intensidad del dolor en punciones sin anestésicos locales. Por ello, fijándonos exclusivamente en la intensidad del dolor, hemos recurrido al grupo control de un ensayo clínico (9) con amplio tamaño muestral para nuestra estimación en el que solamente un 1% de los participantes describió un dolor > 3 (moderado o grave). Por tanto, para un contraste bilateral un riesgo alfa (α) del 95%, una precisión de $\pm 2.5\%$, una proporción estimada del 1%, y una tasa de reposición de pérdidas del 1% calculamos una muestra poblacional de 62 sujetos.

Procedimiento

Se informó a los participantes de la indicación de la gasometría arterial y de la posterior punción arterial. Todas las punciones arteriales se realizaron en el tercio distal de la arteria radial. Las punciones se realizaron mediante un kit de jeringa para gases arteriales de 3 ml que contenían heparina de litio balanceada con calcio y con una aguja de calibre 22G. Una vez finalizada se obtuvo la intensidad de dolor producido por la intervención mediante la escala numérica validada NRS-11, que ha mostrado buenos resultados en relación con otras escalas como puede ser la escala visual analógica (10). Tanto la punción arterial directa para gasometría como la valoración y registro de la intensidad del dolor fue llevada a cabo siempre por enfermeras con amplia experiencia en ambos procedimientos. Las muestras sanguíneas fueron analizadas en un entorno Point-Of Care (POC), es decir, en el mismo espacio físico donde se obtienen. Las pruebas POC en comparación con las analizadas en laboratorios centrales simplifican y proporcionan mediciones rápidas de gases y lactato en sangre (11). Se utilizó el analizador de gases en sangre Radiometer ABL90 Flex®, que ha mostrado un buen rendimiento analítico en comparación con otros gasómetros (12).

Variables

Se definió como variable principal la intensidad del dolor (NRS-11) donde un valor mínimo de 0 implica no tener dolor y un valor máximo de 10 el peor dolor soportable. Para una mayor operatividad estadística se categorizó la variable en 3 intervalos según la clasificación de Collins para la intensidad del dolor en función de la puntuación: dolor nulo o leve-moderado=0-3; moderado-grave=4-6; dolor muy intenso o grave >6 (13). Las

variables independientes estudiadas fueron de diferente naturaleza. En primer lugar, sociodemográficas: edad, sexo y diagnóstico. Se recolectaron variables relativas al análisis gasométrico: pH, pO_2 , pCO_2 , concentración de bicarbonato HCO_3^- y lactato. En base a estos parámetros, y en conjunción con el valor del exceso de bases también incluimos como variable independiente los ocho grupos de estados ácido-base primarios mediante el uso del nomograma original de Siggaard-Andersen (14). Por último, se analizaron con el objetivo de controlar las variables gasométricas el número de intentos hasta la obtención exitosa de la muestra y la administración de algún tipo de analgésico, anestésico o ansiolítico de manera previa a la punción arterial directa.

Métodos estadísticos

Para la recogida de datos se utilizó el software Microsoft Excel versión 14.0 y el análisis estadístico se realizó mediante el software Jamovi de código abierto basado en el software R (15). Las variables cuantitativas fueron descritas mediante media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico (RIQ). Las variables cualitativas fueron descritas mediante frecuencia y porcentaje. La normalidad de las variables cuantitativas se estudió mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para realizar el análisis bivariado de las variables categóricas se utilizó la prueba de Chi-cuadrado (χ^2) y para las cuantitativas se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA) y *post hoc* de Games-Howell para diferencias entre grupos en caso de normalidad y el test de Kruskal-Wallis en los supuestos no paramétricos independientes con comparaciones *post hoc* dos a dos mediante el método Dwass-Steel-Ctrichlow-Fligner (DSCF). Se analizó la posible correlación entre la intensidad del dolor de forma continua y las demás variables cuantitativas mediante gráficos de dispersión y el coeficiente de Pearson o Spearman según normalidad. Posteriormente, de nuevo tomando la variable dolor como cuantitativa continua, se diseñó un modelo de regresión lineal con aquellas variables que mostraron significación en el análisis bivariado ajustado por aquellos factores que pudieran impactar en la variable dependiente. Se comprobaron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk), homocedasticidad (Breusch-Pagan) y colinealidad (Factor de Inflación de la Varianza, VIF). El nivel de significación estadístico de todos los análisis establecidos fue de $p < 0,05$.

Aspectos éticos

Este trabajo garantiza la confidencialidad de todos sujetos a estudio en cumplimiento de la ley de Protección de Datos de Carácter Personal (16). Esta investigación se realizó de acuerdo con la legislación vigente de Buenas Prácticas Clínicas (BPC) de la Conferencia Internacional de Armonización (ICH), y la Declaración de Helsinki, sobre principios éticos para las investigaciones

médicas en seres humanos. El proyecto de investigación de este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación (CEI) de la Universidad Complutense de Madrid.

RESULTADOS

Se incluyeron 115 muestras arteriales, de las cuales 15 no se consideraron válidas por diferentes motivos como, por ejemplo: muestras obtenidas de origen venoso o duplicidad en el registro. Debido a ello, la muestra final constó de 100 gasometrías correspondientes a 61 participantes. Las características sociodemográficas pueden observarse en la **Tabla 1**. La mayoría de los participantes fueron hombres (68%), con una edad media de 69,43 años y con diagnósticos principalmente que afectan al sistema respiratorio como la reagudización de EPOC (29%) o la neumonía (28%). No se encontraron diferencias entre la intensidad del dolor producido por la punción arterial y ninguna de estas características.

Respecto a la variable resultado principal, la media del dolor obtenida fue $4,03 \pm 2,61$. Analizado de forma categórica, el 54% de las punciones arteriales produjo un dolor moderado o grave. Las variables relacionadas con la punción arterial y el dolor se observan en la **Tabla 2**. No se encontraron diferencias significativas en los dispositivos de oxigenación previas a la punción ni en el uso de fármacos para el manejo del dolor o la ansiedad. Sin embargo, existieron diferencias en el aporte de O_2 ($p=0,045$) siendo las diferencias más notables entre el grupo del dolor leve respecto al grupo de dolor grave. Además, también se apreciaron diferencias en el número de intentos hasta la obtención de la muestra arterial y el dolor infligido ($p=0,006$), siendo de nuevo más importantes las diferencias entre el grupo del dolor leve vs dolor grave. Respecto a los parámetros gasométricos ninguna de las variables estudiadas mostró diferencias entre los grupos fijados para la variable dolor (**Tabla 3**). Las comparaciones dos a dos de las variables número de intentos y FiO_2 se muestran en las **Tablas S1 y S2** del **Anexo 1**. Concretamente, la asociación entre el dolor y el número de intentos puede observarse en la **Figura 1**, relación positiva con una r de Pearson de 0,369 ($p < 0,001$).

Finalmente se realizó un modelo de regresión lineal para la variable resultado dolor en sus puntuaciones de la escala numérica NRS-11 (**Tablas 4 y S3**). Para seleccionar el modelo final, se incluyeron las variables significativas que obtuvieran el mejor criterio de información de Akaike (AIC) y aquellas cuyo impacto pudiera modificar sensiblemente la presencia del dolor, como son las variables analgésicos y anestésicos locales previos. El modelo explica un 14,4% de la varianza del dolor y de forma aproximada se puede establecer que cada intento adicional a la hora de obtener una gasometría incrementa el dolor en 1,14 puntos en la escala numérica ajustado por la posible administración de estos fármacos.

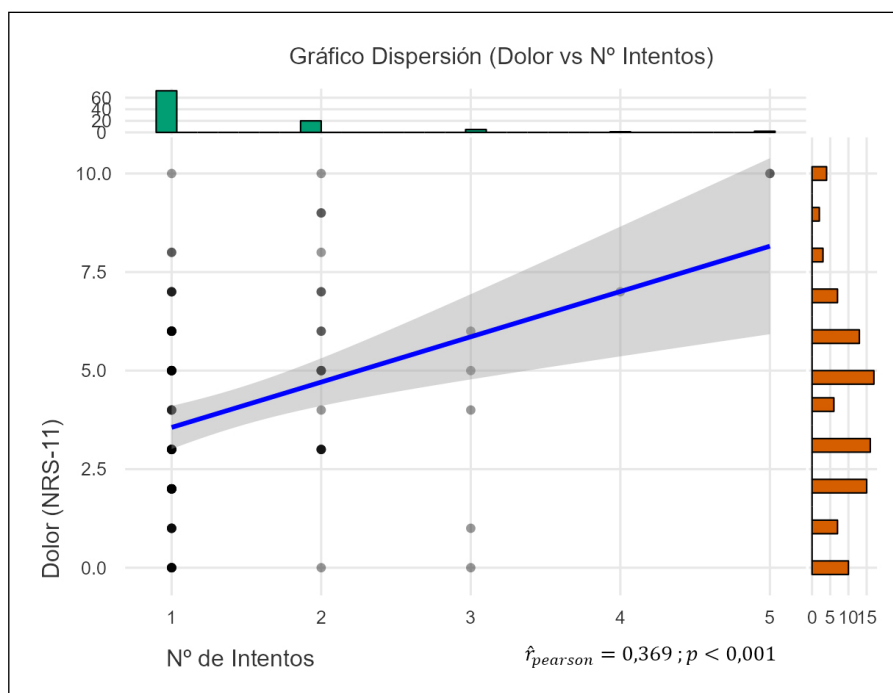


Figura 1.

	Total (n=100)	INTENSIDAD DEL DOLOR			p-valor
		Nulo Leve- Moderado (n=48)	Moderado - Grave (n=38)	Muy Intenso - Grave (n=16)	
Sexo[†]					
Hombre	68 (68%)	35 (51,5%)	22 (32,4%)	11 (16,2%)	0,516
Mujer	32 (32%)	13 (40,6%)	14 (43,8%)	5 (15,6%)	
Edad[†]	69,43 ± 13,07	72,08 ± 13,41	66,25 ± 12,96	68,63 ± 11,15	0,139
Diagnóstico					
Origen Cardíaco/Vascular					0,779
SCA	1 (1%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	
Insuficiencia Cardíaca	17 (17%)	9 (52,9%)	4 (23,5%)	4 (23,5%)	
EAP	4 (4%)	2 (50%)	2 (50%)	2 (50%)	
TEP	3 (3%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)	
Origen Pulmonar					
Reagudización EPOC	29 (29%)	12 (41,4%)	11 (37,9%)	6 (20,7%)	
Neumonía / Infección Respiratoria	28 (28%)	12 (42,9%)	12 (42,9%)	4 (14,3%)	
Neoplasia Pulmonar	7 (7%)	6 (85,7%)	1 (14,3%)	0 (0%)	
Asma	4 (4%)	3 (75,0%)	1 (25%)	0 (0%)	
Hemoptisis	1 (1%)	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	
Otros					
Politraumatismo	6 (6%)	2 (33,3%)	3 (50%)	1 (16,7%)	

En negrita los valores de $p < 0.05$. SCA: Síndrome coronario agudo; EAP: Edema agudo de pulmón; TEP: Tromboembolismo pulmonar; EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

[†] Media Desviación Estándar. [‡] Mediana (Rango intercuartílico).

Tabla 1. Variables sociodemográficas (totales y según intensidad del dolor generado).

	INTENSIDAD DEL DOLOR				p-valor
	Total (n=100)	Nulo Leve- Moderado (n=48)	Moderado - Grave (n=38)	Muy Intenso - Grave (n=16)	
Turno de enfermería					0,289
Mañana	92 (92%)	44 (47,8%)	35 (38,0%)	13 (14,1%)	
Tarde	4 (4%)	2 (50,0%)	0 (0%)	2 (50,0%)	
Noche	4 (4%)	2 (50,0%)	1 (25,0%)	1 (25,0%)	
Número de intentos[†]	1 (1)	1 (0)	1 (1)	2 (1)	0,006
Dispositivo de Oxigenoterapia					0,225
Sin O ₂	40 (40%)	16 (40%)	15 (37,5%)	9 (22,5%)	
Gafas Nasales	30 (30%)	12 (40%)	13 (43,3%)	5 (16,7%)	
Ventimask (Venturi)	12 (12%)	8 (66,7%)	4 (33,3%)	0 (0%)	
Mascarilla con Reservorio	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
BiPAP	10 (10%)	5 (50%)	3 (30%)	2 (20%)	
CPAP	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
CNAF	8 (8%)	7 (87,5%)	1 (12,5%)	0 (0%)	
FiO₂[‡]	0,30 ± 0,15	0,33 ± 0,17	0,28 ± 0,14	0,25 ± 0,08	0,045
Analgésico previo	5 (5%)	2 (40%)	1 (20%)	2 (40%)	0,310
Anestésico local previo	2 (2%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0,331
Ansiolítico previo	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-

En negrita los valores de p<0.05. BiPAP: Bilevel Positive Airway Pressure; CPAP: Continuous Positive Airway Pressure;

CNAF: Cánulas nasales de alto flujo.

† Media Desviación Estándar. ‡Mediana (Rango intercuartílico).

Tabla 2. Variables relacionadas con la punción arterial y la administración de oxigenoterapia (totales y según intensidad del dolor generado).

	INTENSIDAD DEL DOLOR				p-valor
	Total (n=100)	Nulo Leve- Moderado(n=48)	Moderado - Grave (n=36)	Muy Intenso - Grave (n=16)	
pH[†]	7,43 ± 0,1	7,43 ± 0,05	7,43 ± 0,05	7,43 ± 0,05	0,858
pCO₂ (mm Hg)[†]	45,07 ± 11,7	44,3 ± 11,30	44,9 ± 12,90	47,9 ± 9,80	0,314
pO₂ (mm Hg)[†]	64,20 ± 16,1	65,8 ± 18,70	64,8 ± 13,40	58,2 ± 12,20	0,104
SatO₂ (%)[†]	91,19 ± 4,9	91,80 ± 4,36	91,50 ± 5,07	88,8 ± 5,43	0,082
HCO₃⁻ (mmol/L)[†]	29,78 ± 6,4	29,20 ± 6,30	29,60 ± 7,14	31,80 ± 4,33	0,204
Lactato (mmol/L)[†]	1,38 ± 0,7	1,31 ± 0,65	1,54 ± 0,89	1,21 ± 0,48	0,576
PAFI (pO₂/FiO₂)[†]	236 ± 77,1	222 ± 85,8	256 ± 72,1	238 ± 49,9	0,182
Estado Acido-Base[§]					0,511
Normal	19 (21%)	6 (31,6%)	10 (52,6%)	3 (15,8%)	
Acidosis Metabólica Aguda	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	
Acidosis Metabólica Crónica	1 (1,1%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	
Acidosis Respiratoria Aguda	1 (1,1%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	
Acidosis Respiratoria Crónica	24 (26,7%)	12 (50%)	7 (29,2%)	5 (20,8%)	
Alcalosis Metabólica Crónica	25 (27,8%)	13 (52,0%)	6 (24%)	6 (24%)	
Alcalosis Respiratoria Aguda	15 (16,7%)	10 (66,7%)	4 (26,7%)	1 (6,7%)	
Alcalosis Respiratoria Crónica	5 (5,6%)	2 (40%)	3 (60%)	0 (0%)	

En negrita los valores de p<0.05.

† Media Desviación Estándar. ‡Mediana (Rango intercuartílico). §Categorías establecidas según el nomograma original de Siggaard-Andersen.

Tabla 3. Parámetros gasométricos (totales y según intensidad del dolor generado).

	Estimador	Error Estándar	Intervalo confianza al 95% para el estimador		t	p-valor
			Inferior	Superior		
Constante	0,640	2,749	-4,824	6,10	0,233	0,816
Nº de Intentos	1,143	0,318	0,510	1,78	3,592	<0,001
Anestesia (No-Si)	2,467	2,460	-2,423	7,36	1,003	0,319
Analgésicos (No-Si)	-0,783	1,257	-3,281	1,72	-0,623	0,535

Información del Modelo: $R^2=0,144$. AIC= 422. F= 4,81 p-valor= 0,004.

Tabla 4. Coeficientes del modelo de regresión lineal para la variable resultado Dolor (NRS-11).

DISCUSIÓN

A la vista de los resultados de nuestro estudio, no se ha encontrado asociación entre el dolor producido por la punción arterial y los parámetros analíticos gasométricos.

Estos resultados van en línea con otros estudios que, en efecto, no han encontrado dicha relación. Morgan et al. no encontraron diferencias en los valores analíticos de gasometrías arteriales obtenidos mediante punción sin anestésicos y de muestras venosas menos dolorosas cuyos valores fueron transformados a equivalentes arteriales (6). Concretamente, no encontraron diferencias significativas atribuibles al dolor en pH ni en pCO_2 . El pH medio fue idéntico (7.45) antes y durante la punción, y el pCO_2 medio (34.4 mm Hg). Concluyeron que la punción arterial sin anestesia obtiene mediciones “exactas” de pH y pCO_2 basales. Shani et al. en un estudio con 24 participantes investigaron la relación entre parámetros ventilatorios (frecuencia respiratoria, capnografía), los parámetros gasométricos y el dolor de la punción arterial (7). Específicamente, observaron un leve aumento de la frecuencia respiratoria durante la punción, de 19 a 21 respiraciones/min, pero sin cambio significativo en la Presión parcial de dióxido de carbono exhalado ($PETCO_2$), manteniéndose esta en torno a 35 mm Hg; ($p=0.1$). Además de forma inversa, un descenso mínimo de la $PETCO_2$ no se correlacionó con las puntuaciones de dolor o ansiedad. Por tanto, Shani et al. concluyeron que existe un pequeño y breve incremento en la frecuencia respiratoria, pero no existió una repercusión gasométrica en términos de cambios en la pCO_2 o en el pH, por lo que no debe asumirse que el estado ácido-base medido refleja un efecto de hiperventilación inducida por el procedimiento. Y es que aunque está documentado que la hiperventilación debida al dolor o la ansiedad produce cambios en la pCO_2 (5) parece que estos cambios han de ser más persistentes y duraderos para que se ejerza un repercusión relevante. Existen guías y recomendaciones como la de Sociedad Española de Medicina de Laboratorio sobre recomendaciones preanalíticas para la medición

del equilibrio ácido-base y los gases en sangre en las que de forma preconcebida y en términos exclusivamente conceptuales aluden al efecto del dolor y la ansiedad sobre la respiración, aunque sin referenciar ningún estudio en ese sentido. Por otro lado, aunque los cambios a nivel ventilatorio suelen tener una rápida respuesta a nivel sanguíneo, es probable que estos hipotéticos cambios se muestren varios minutos después de la realización de la gasometría, cuestión que no ha sido analizada en nuestro estudio. En este sentido, cabe señalar que en estados prolongados de dolor, como son patologías crónicas como la fibromialgia existen estados de acidez tisular con una posible repercusión en el pH sanguíneo (8). La concentración de bicarbonato (HCO_3^-) fue analizada en nuestro estudio como contrapeso en los estados de posible acidosis respiratoria, y como era esperable no se encontraron diferencias debido a que la compensación metabólica del tampón renal actúa de una forma más a largo plazo como pueden ser varios días (5). Otra variable estudiada fue la concentración de lactato que resultó modificada en otros estudios por el aumento del dolor o el uso de anestésicos. Por ejemplo, en la movilización de pacientes críticos incapaces de verbalizar el dolor, se objetivó una hiperlactatemia (17). Además, en modelos animales la administración de lidocaína disminuyó la concentración de lactato tras un procedimiento altamente doloroso, cosa que no sucedió con la administración de antiinflamatorios no esteroideos (18). A pesar de ello, nuestros resultados van en línea con otras series de casos en los que se considera que es muy discutible que el dolor producido por la punción arterial y más concretamente un estado transitorio de taquipnea e hiperventilación produzcan un impacto notable en los niveles séricos de lactato (19).

Para dar respuesta a los objetivos secundarios, se obtuvo la prevalencia del dolor en nuestra muestra que fue del 4,03 en la escala NRS-11. Este dato es difícil de evaluar ya que a pesar de que los pacientes reportan el

dolor producido por la punción arterial como una experiencia altamente dolorosa y desagradable (20) existe una alta heterogeneidad en estudios y ensayos clínicos de intervención sobre la intensidad media del dolor. En el metaanálisis llevado a cabo por Gonella et al. (21) que analiza las diferentes intervenciones para el manejo del dolor producido por la punción arterial para análisis gasométrico se observan en los diferentes grupos control de los estudios incluidos medias aproximadas entre 2-4 puntos en la escala numérica. De cualquier modo, existen recomendaciones que consideran no aceptables puntuaciones de dolor > 3, y por tanto deben ser tratadas mediante intervenciones eficaces (22).

El análisis de la posible asociación entre el número de intentos a la hora de extraer de manera exitosa la muestra arterial y la intensidad del dolor generado fue el siguiente de los objetivos planteados. En este caso, sí se encontraron diferencias significativas entre los grupos con un menor grado del dolor respecto a los que expresaron mayor intensidad (medianas 1 vs. 2 intentos). Además, como se reflejó en el apartado de resultados, ajustado por la posible presencia de fármacos que pudieran alterar el estado basal del dolor, de manera aproximada por cada intento adicional se aumenta un punto de intensidad en el dolor generado. Estos datos claramente van en línea con la literatura existente años atrás (3). Sin embargo, es paradójico que el uso de tecnología como pudiera ser la punción ecoguiada que aumenta la tasa de acierto en el primer intento no disminuya de forma global el dolor producido por este procedimiento (23,24).

Respecto a las limitaciones, dada la naturaleza observacional del estudio no se pueden establecer implicaciones causales en las asociaciones obtenidas. La muestra fue obtenida de un solo centro con las limitaciones poblaciones inherentes. A su vez, no se consideró la ansiedad ante el procedimiento como posible variable modificadora del efecto. De cualquier modo, este efecto pudiera quedar diluido al no existir ningún criterio de exclusión que pudiera haber descartado a participantes con grados de ansiedad elevados. No se tuvo en cuenta posibles cambios en el esfuerzo respiratorio que pudiera afectar al volumen minuto. Esta cuestión podrá ser abordada en futuros estudios mediante la monitorización de la frecuencia respiratoria o el índice de Rox.

Conclusión

Nuestros hallazgos sugieren las siguientes implicaciones para la práctica:

La inexistencia de cambios en los parámetros analíticos debido al dolor producido por la punción arterial puede aportar seguridad a la hora de tomar decisiones clínicas en el entorno donde no se haya podido abordar de manera de manera eficaz. Establecemos que, en situaciones emergentes donde no se puede administrar un fármaco o aplicar una intervención de acción rápida, se pueden interpretar los principales valores gasométricos (pH, pCO₂, pO₂, etc.) de manera firme.

Por otro lado, al evidenciar la punción arterial para gasometría como un procedimiento doloroso con una intensidad moderada-grave asociado al número de intentos, se precisa de enfermeras con alta pericia en la técnica, así como expertas en tecnologías que aumenten las tasas de éxito en el primer intento. Métodos de aprendizaje experiencial como la simulación clínica pueden ser de gran ayuda en este sentido, ya que han demostrado su utilidad en la adquisición de competencias y habilidades en el campo de los cuidados respiratorios tanto en los alumnos de enfermería como en los profesionales (25,26).

Además, el uso de estrategias no farmacológicas como la crioterapia puede solventar las posibles barreras de uso de los anestésicos locales. La crioterapia mediante el uso de packs de gel o hielo han conseguido reducciones del dolor aceptables en diversos entornos (21).

AGRADECIMIENTOS

A todos los participantes de nuestro estudio y a las enfermeras que prestan atención directa a los pacientes en el Servicio de Neumología y la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General Universitario Nuestra Señora del Prado de Talavera de la Reina (SESCAM).

DATOS AUTORES

(1) Enfermero. Servicio de Neumología. Hospital General Universitario Nuestra Señora del Prado (Toledo, España); (2) Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital General Universitario Nuestra Señora del Prado (Toledo, España); (3) Enfermero. Profesor en la Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología de la Universidad Complutense de Madrid (Madrid, España).

Recibido: 17/03/2025. Aceptado: 13/05/2025.

Versión definitiva: 14/06/2025.

BIBLIOGRAFÍA

1. Giner J, Macian V, Burgos F, Berrojalbiz A, Martín E. La punción arterial en nuestro ámbito. Seguimiento de la normativa SEPAR 1987. Arch Bronconeumol. octubre de 1994;30(8):394-8.
2. Mateos-Arroyo JA, Zaragoza-García I, Sánchez-Gómez R, Posada-Moreno P, García-Almazán S, Ortuño-Soriano I. Explanatory Factors for the Use of Local Anesthetics in the Management of Pain Induced by Arterial Puncture for Blood Gas Analysis by Nurses. Arch Bronconeumol. abril de 2024;60(4):256-9.
3. Giner J, Casan P, Belda J, González M, Miralda RM, Sanchis J. Pain During Arterial Puncture. Chest. diciembre de 1996;110(6):1443-5.
4. Ballesteros-Peña S, Hoz, Gorka, García, Leire, Bordas, Óscar, Sancho, Itxaro, Alegría, Lourdes, et al. Guía de procedimiento de punción arterial en población adulta. Ozakidetza. 2020.
5. Woodrow P. Essential principles: blood gas analysis. Nurs Crit Care. 2010;15(3):152-6.

6. Morgan EJ, Baidwan B, Petty TL, Zwillich CW. The effects of unanesthetized arterial puncture on $P(\text{CO}_2)$ and pH. *Am Rev Respir Dis.* 1979;120(4):795-8.
7. Sahni AS, Gonzalez H, Tulaimat A. Effect of arterial puncture on ventilation. *Heart Lung.* 1 de mayo de 2017;46(3):149-52.
8. Hung CH, Chin Y, Fong YO, Lee CH, Han DS, Lin JH, et al. Acidosis-related pain and its receptors as targets for chronic pain. *Pharmacol Ther.* 1 de julio de 2023;247:108444.
9. Pagnucci N, Pagliaro S, Maccheroni C, Sichi M, Scateni M, Tolotti A. Reducing Pain During Emergency Arterial Sampling Using Three Anesthetic Methods: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Emerg Med.* 1 de junio de 2020;58(6):857-63.
10. Hjerstad MJ, Fayers PM, Haugen DE, Caraceni A, Hanks GW, Loge JH, et al. Studies Comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for Assessment of Pain Intensity in Adults: A Systematic Literature Review. *J Pain Symptom Manage.* junio de 2011;41(6):1073-93.
11. Indrasari ND, Wonohutomo JP, Sukartini N. Comparison of point-of-care and central laboratory analyzers for blood gas and lactate measurements. *J Clin Lab Anal.* junio de 2019;33(5):e22885.
12. De Koninck AS, De Decker K, Van Bocxlaer J, Meeus P, Van Hoovels L. Analytical performance evaluation of four cartridge-type blood gas analyzers. *Clin Chem Lab Med.* 1 de febrero de 2012;50(6):1083-91.
13. Collins SL, Moore RA, McQuay HJ. The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres? *Pain.* agosto de 1997;72(1-2):95-7.
14. Siggaard-Andersen O. An Acid-Base Chart for Arterial Blood with Normal and Pathophysiological Reference Areas. *Scand J Clin Lab Invest.* 1 de enero de 1971;27(3):239-45.
15. Jamovi. The jamovi project (2021). (Version 2.2) [Computer Software] [Internet]. 2021. Disponible en: <https://www.jamovi.org>
16. Jefatura del Estado. Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. dic 6, 2018 p. 70.
17. Nessizius S, Oelinger L, Mur E, Joannidis M. Lactate changes during mobilization of intensive care patients: A retrospective observational study. *Med Klin Intensivmed Notfallmedizin.* febrero de 2022;117(1):64-8.
18. Kluivers-Poodt M, Houx BB, Robben SRM, Koop G, Lambooij E, Hellebrekers LJ. Effects of a local anaesthetic and NSAID in castration of piglets, on the acute pain responses, growth and mortality. *Animal.* 1 de enero de 2012;6(9):1469-75.
19. Manzur Sandoval D. Hiperlactatemia por estados de hiperventilación y alcalosis respiratoria: reporte de tres casos y revisión de la literatura. *Med Crítica Col Mex Med Crítica.* agosto de 2016;30(3):204-8.
20. Crawford A. An audit of the patient's experience of arterial blood gas testing. *Br J Nurs.* mayo de 2004;13(9):529-32.
21. Gonella S, Clari M, Conti A, Simionato L, Tascone C, Berchiolla P, et al. Interventions to reduce arterial puncture-related pain: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud.* febrero de 2022;126:104131.
22. Pardo C, Muñoz T, Chamorro C. Monitorización del dolor. Recomendaciones del grupo de trabajo de analgesia y sedación de la SEMICYUC. *Med Intensiva.* 1 de noviembre de 2006;30(8):379-85.
23. Grandpierre RG, Bobbia X, Muller L, Markarian T, Occéan BV, Pomet S, et al. Ultrasound guidance in difficult radial artery puncture for blood gas analysis: A prospective, randomized controlled trial. *PLOS ONE.* 20 de marzo de 2019;14(3):e0213683.
24. Vaquerizo Carpizo E, Fadrique Millán LN, Torres Sancho R, Benito Bernal S. Estudio comparativo de la punción arterial ecoguiada frente a la técnica clásica. *Metas Enferm.* 2014;17(10):15.
25. Sreedharan J, Gopalakrishnan G, Jose A, Albalawi I, Alkhatami M, Satheesan K, et al. Simulation-Based Teaching and Learning in Respiratory Care Education: A Narrative Review. *Adv Med Educ Pract.* mayo de 2024;Volume 15:473-86.
26. Hernández-Padilla JM, Granero-Molina J, Márquez-Hernández VV, Cortés-Rodríguez AE, Fernández-Sola C. Effects of a simulation-based workshop on nursing students' competence in arterial puncture. *Acta Paul Enferm.* diciembre de 2016;29:678-85.

ANEXO 1. COMPARACIONES DOS A DOS DE LAS VARIABLES NÚMERO DE INTENTOS Y FIO₂

Prueba Post-Hoc de Dwass-Steel-Contrichlow-Fligner (DSCF)			
		W	p-valor
Leve	Moderado	2.12	0.291
Leve	Grave	4.48	0.004
Moderado	Grave	2.64	0.148

En negrita los valores de $p < 0.05$

Tabla S1. Comparaciones entre parejas Intensidad dolor - N° de Intentos.

Prueba Post-Hoc de Games-Howell				
		Leve	Moderado	Grave
Leve	Diferencia de medias	—	0.0567	0.0804
	p-valor	—	0.216	0.035
Moderado	Diferencia de medias		—	0.0237
	p-valor		—	0.720
Grave	Diferencia de medias			—
	p-valor			—

En negrita los valores de $p < 0.05$

Tabla S2. Comparaciones entre parejas Intensidad dolor – FiO₂.

Prueba Global del modelo				
	R ²	AIC Akaike Information Criterion	F	p-valor
Modelo Final	0,144	422	4,81	0,004
Normalidad			Estadístico	p-valor
Test Shapiro-Wilk			0,985	0,365
Heterocedasticidad			Estadístico	p-valor
Test Breusch-Pagan			0,965	0,810
Colinealidad			Estadístico	
VIF			<1,02	

En negrita los valores de $p < 0.05$

Tabla S3. Resumen del modelo de regresión lineal y comprobación de supuestos para la variable resultado Dolor (NRS-11)