

Variabilidad de los parámetros de la gasometría arterial y venosa periférica en sujetos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica en condición estable

Luis Efrén Santos-Martínez,^a David Alejandro Ixta-Quintana,^b Javier Quevedo-Paredes,^b Nielzer Armando Rodríguez-Almendros,^a Alberto de Jesús Treviño-Mejía,^c Patricia Soto-Márquez^d

Variability of arterial and peripheral venous blood gases parameters in subjects with stable obstructive pulmonary disease

Background: Peripheral venous blood gases may be useful in subjects with exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease to evaluate their gas exchange.

Objective: To describe the variability of parameters of arterial and peripheral venous blood gases in subjects with stable obstructive pulmonary disease.

Methods: Cross-sectional design, consecutive subjects were studied in a blinded manner, while arterial and peripheral venous blood was obtained for analysis. Variability was established with Bland-Altman statistical method and its magnitude with the intraclass correlation coefficient (95 % confidence interval).

Results: Three hundred blood samples from 150 patients were studied, 89 (59.3%) women, age 66 ± 10 years old, body mass index 28.44 ± 4.81 Kg/m². Mean difference (bias) [intraclass correlation coefficient] pH 0.012 (-0.009, 0.032) [0.927], Carbon dioxide pressure -6.5 (-14.1, 1.1) [0.643], serum bicarbonate -1.3 (-3.3, 0.7) [0.929], base excess -1 (-4, 2.1) [0.904], hemoglobin -0.1 (-1.9, 1.8) [0.947].

Conclusions: The variability of pH, serum bicarbonate, and hemoglobin are similar in both blood samples. These arterial or peripheral venous blood gas parameters could be used interchangeably.

Keywords Palabras clave

Reproducibility of Results	Reproducibilidad de los Resultados
Epidemiologic Studies	Estudios Epidemiológicos
Blood Gas Analysis	Análisis de los Gases de la Sangre
Bias	Sesgo

Recibido: 16/12/2016

Aceptado: 15/02/2017

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una entidad con alta morbilidad y mortalidad.¹ A nivel pulmonar, las alteraciones en la mecánica respiratoria y el intercambio gaseoso (IG) son parte de sus características clínicas.² La determinación de la gasometría arterial (GA) es necesaria para definir el estado de su IG y complementar el diagnóstico de la repercusión de la enfermedad pulmonar, o de su exacerbación que pone en riesgo la vida.³

Para obtener la GA se requiere puncionar una arteria, sin embargo, el procedimiento no está exento de complicaciones al vaso,⁴ dolor por la punción o, más aún, el riesgo de contaminación accidental del personal. Por estos motivos se han buscado otras opciones para obtener sangre y analizarla,⁵ la muestra venosa periférica podría ser una opción viable para su estudio.

Los parámetros que se evalúan en la GA están relacionados al IG y al equilibrio ácido-base. Estos parámetros han sido comparados con los ofrecidos por la gasometría venosa periférica (GVP) en diferentes escenarios.⁶ Las limitaciones para su análisis con fines de comparación y, por ende, de las conclusiones radican en el método estadístico utilizado, que sesga esta información, por lo que el número de estudios a contrastar se reducen. Sobre la EPOC han sido pocos los estudios publicados con estas características.^{7,8,9,10,11,12}

En la EPOC exacerbada se ha notificado que debido a la escasa variabilidad de los datos, el potencial de hidrógeno (pH), la presión de bióxido de carbono (PCO₂) y el bicarbonato sérico (HCO₃) de la GVP podrían ser utilizados de manera intercambiable a la arterial,^{7,8,9,10,11,12,13} sin embargo, la información es discordante. Otros parámetros como la presión de oxígeno (PO₂) y la saturación de oxígeno (SO₂) han tenido incrementada su variabilidad en forma consistente.^{9,10,13}

De acuerdo con lo previamente acotado, si en condición aguda de exacerbación, los parámetros no son del todo confiables, en condición de estabilidad de la enfermedad los valores determinados en la GVP

^aInstituto Mexicano del Seguro Social, Hospital de Cardiología, Departamento de Hipertensión Pulmonar y Corazón Derecho. Ciudad de México, México

^bInstituto Mexicano del Seguro Social, Hospital de Especialidades "Dr. Antonio Fraga Mouret", Coordinación del Curso Profesional Técnico Universitario en Terapia Respiratoria. Ciudad de México, México

^cInstituto Mexicano del Seguro Social, Hospital de Cardiología, Departamento de Laboratorio. Ciudad de México, México

^dInstituto Mexicano del Seguro Social, Hospital de Cardiología, División de Auxiliares de Diagnóstico y Tratamiento. Ciudad de México, México

Comunicación con: Luis Efrén Santos Martínez

Teléfono: 5627 6900, extensión 22015

Correo electrónico: luis.santosma@imss.gob.mx

Introducción: la gasometría venosa periférica puede ser de utilidad en sujetos con exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica para evaluar su intercambio gaseoso.

Objetivo: describir la variabilidad de los parámetros de la gasometría arterial y venosa periférica en sujetos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica en condición estable.

Métodos: diseño transversal, se estudiaron sujetos consecutivos de forma cegada, al mismo tiempo se obtuvo sangre arterial y venosa periférica para su análisis. La variabilidad se determinó con el método estadístico de Bland-Altman y su magnitud con el coeficiente de correlación intraclase (intervalo de confianza al 95%).

Resultados: se estudiaron 300 muestras sanguíneas de 150 pacientes, 89 mujeres (59.3%), edad del grupo 66 ± 10 años, el índice de masa corporal 28.44 ± 4.81 Kg/m². La diferencia media (sesgo) [coeficiente de correlación intraclase] para el pH: 0.012 (-0.009, 0.032) [0.927], presión de bióxido de carbono: -6.5 (-14.1, 1.1) [0.643], bicarbonato sérico: -1.3 (-3.3, 0.7) [0.929], y exceso de base: -1 (-4, 2.1) [0.904], hemoglobina: -0.1 (-1.9, 1.8) [0.947].

Conclusiones: la variabilidad del pH, el bicarbonato sérico y la hemoglobina son similares en ambas muestras sanguíneas. Estos parámetros de la gasometría arterial o venosa periférica podrían ser utilizados en forma intercambiable.

podrían ser de utilidad. En el laboratorio de fisiología cardiopulmonar de nuestro departamento, estudiamos pacientes con EPOC en condición estable, por lo que conocer la variabilidad y el grado de acuerdo entre los parámetros de la GA y GVP permitiría, de acuerdo con los resultados, adoptar la GVP como un sustituto de la GA y así evitar posibles complicaciones asociadas con el procedimiento en sujetos con EPOC en condición estable.

Material y métodos

El estudio se realizó en el Laboratorio de Fisiología Cardiopulmonar del Departamento de Hipertensión Pulmonar y Corazón Derecho de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Mediante un diseño transversal se estudiaron pacientes consecutivos que acudieron al laboratorio de fisiología cardiopulmonar. El diagnóstico de EPOC se estableció de acuerdo a las guías de diagnóstico de la Sociedad Americana del Tórax.¹⁴ La condición de estabilidad de la EPOC se definió como libre de condición aguda de la enfermedad dos meses previos a la prueba.

Las muestras fueron obtenidas por los mismos observadores, quien procesó la muestra estuvo cegado al sitio de punción.

El tamaño de muestra requerido fue de 103 pacientes, utilizando la fórmula para la diferencia de dos medias para la presión de bióxido de carbono.⁹ Se incluyeron mujeres y hombres, mayores de 30 años con EPOC estable. Se excluyeron sujetos con alteraciones en la prueba de Allen¹⁵ y aquellos con tiempos de procesamiento de la muestra mayor a 3 minutos.

Las muestras sanguíneas se adquirieron al mismo tiempo en condiciones de asepsia, de arteria radial una vez determinada la permeabilidad vascular mediante la

prueba de Allen y de la vena periférica de la región ante-cubital. Las muestras arteriales y venosas periféricas se obtuvieron con jeringas desechables DL de 1 mL (para insulina) de capacidad y de 13 mm de longitud de la aguja, calibre 27 G, en la Ciudad de México.

El equipo para análisis de gases sanguíneos fue GEM Premier 3000 modelo 5700 número de serie 20396, Instrumentation Laboratory, Lexington, Massachusetts, Estados Unidos de Norteamérica.

En el análisis estadístico los datos se presentan con promedios $\pm$ desviación estándar para los datos numéricos; frecuencias y porcentajes para los nominales; mínimos y máximos para cada una de las variables. El análisis de la variabilidad se realizó mediante el método estadístico de Bland-Altman,¹⁵ su magnitud fue calculada mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI)¹⁶ y su intervalo de confianza al 95% (IC 95%).

Los sujetos aceptaron participar en el estudio y firmaron carta de consentimiento informado. El protocolo fue registrado y autorizado por el comité local de investigación de la UMAE Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

Resultados

Se estudiaron 300 muestras sanguíneas (arteriales y venosas periféricas) de 150 sujetos con EPOC en condición estable, 61 hombres y 89 mujeres, el promedio del índice de masa corporal correspondió a la categoría de sobrepeso. La mayoría de los pacientes estudiados fueron obreros de diversas categorías, así como profesionistas, proveedores de servicios básicos y amas de casa, como se acota en el **cuadro I**; el factor común para la enfermedad fue el tabaquismo con promedio de consumo de 41 ± 9 paquetes/año.

Cuadro I Edad, peso talla y ocupación de los pacientes

Variable	Pacientes (n = 150)
Edad (años cumplidos)*	66 ± 10
Peso (kilogramos)*	71.39 ± 14.93
Talla (metros)*	1.58 ± 0.11
Índice de masa corporal (peso/talla ²)*	28.44 ± 4.81
Ocupación**	
Ama de casa	21 (14)
Obrero	53 (35.3)
Servicios básicos	44 (29.3)
Profesionista	32 (21.3)

* Promedio ± desviación estándar

** Número (porcentaje)

El comportamiento promedio, diferencia media, límites de acuerdo (sesgo), magnitud del acuerdo para los parámetros determinados de la gasometría arterial y venosa periférica se muestran en el **cuadro II**.

Cuadro II Diferencia media, límites de acuerdo, coeficientes de correlación intraclase e intervalos de confianza al 95% de los parámetros de la gasometría arterial y de la venosa periférica

Parámetro	Muestra arterial (n = 150)	Muestra venosa (n = 150)	Diferencia media	Límites de acuerdo	CCI (IC 95%)
pH	7.43 ± 0.02	7.42 ± 0.02	0.012	-0.009, 0.032	0.927 (0.900, 0.948)
PCO ₂	32.71 ± 4.70	39.22 ± 4.47	-6.5	-14.1, 1.1	0.643 (0.539, 0.728)
PO ₂	59.20 ± 6.71	32.52 ± 10.58	33.2	61.4, 5.0	0.273 (-0.003, 0.473)
HCO ₃	21.50 ± 2.78	22.78 ± 2.68	-1.3	-3.3, 0.7	0.929 (0.904, 0.948)
EB	-2.80 ± 2.73	-1.84 ± 2.45	-1	-4, 2.1	0.904 (0.867, 0.930)
SO ₂	90.10 ± 3.59	54.95 ± 19.53	36.5	74.7, -1.7	0.077 (-0.274, 0.332)
Hto	45.03 ± 6.15	45.04 ± 5.98	-0.0	-4.8, 4.7	0.958 (0.942, 0.970)
Hb	15.27 ± 2.08	15.32 ± 2.04	-0.1	-1.9, 1.8	0.947 (0.927, 0.962)

pH = Potencial de hidrogeniones; PCO₂ = Presión de bióxido de carbono (milímetros de mercurio); PO₂ = Presión de oxígeno (milímetros de mercurio); HCO₃ = Bicarbonato sérico (milimoles por litro); EB = Exceso de base (mililitros por decilitro); SO₂ = Saturación de oxígeno (porcentual); Hto = Hematocrito (porcentual); Hb = Hemoglobina (gramos por decilitro); CCI = Coeficiente de correlación intraclase; IC = Intervalo de confianza

Los valores mínimos y máximos respectivos para cada variable de ambas gasometrías fueron: pH arterial: 7.32 - 7.49; pH venoso periférico 7.32 - 7.47; PCO₂ arterial: 21.9 - 45.20 mm Hg; PCO₂ venoso periférico 27.80 - 49 mm Hg; PO₂ arterial 15.8 - 86.6 mm Hg; PO₂ venoso periférico 13 - 63.70 mm Hg; HCO₃ arterial 14.10 - 27.10 mmol/L; HCO₃ venoso periférico 16 - 28.80 mmol/L; exceso de base (EB) arterial -10.90 - 3.10 mL/dL; EB venoso periférico -10.30 - 3.10 mL/dL; SO₂ arterial 67 - 97%; SO₂ venoso periférico 15 - 91.50%; hematocrito (Hto) arterial 29 - 64%; Hto venoso periférico 29 - 63%; hemoglobina (Hb) arterial 9.7 - 21.6 g/dL; Hb venosa periférica 9.7 - 21.5 g/dL.

En las figuras 1, 2, y 3, se muestra la relación arterial y venosa periférica del pH, PCO₂ y HCO₃ a través de gráficos de dispersión.

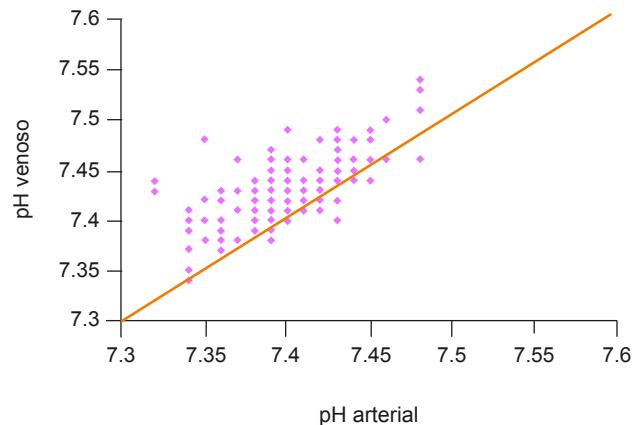
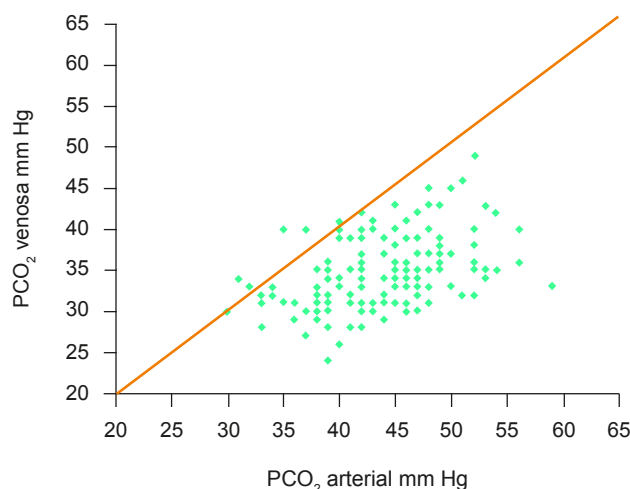
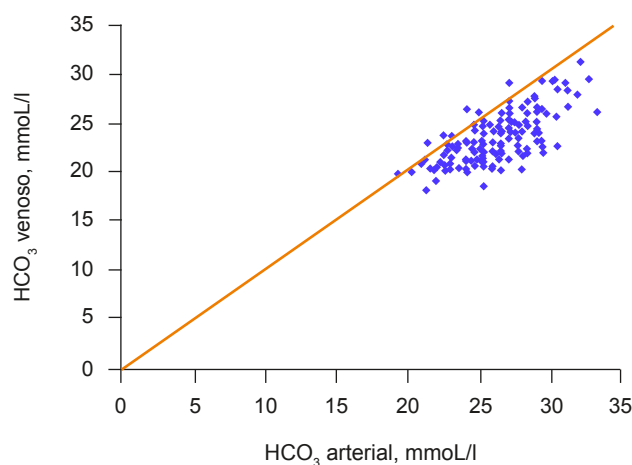
Figura 1 Gráfica de dispersión para el potencial de hidrogeniones (pH), arterial y venoso

Figura 2 Gráfica de dispersión para la presión de bióxido de carbono (PCO_2), arterial y venoso

PCO_2 presión de bióxido de carbono
mm Hg: milímetros de mercurio

Figura 3 Gráfica de dispersión para el bicarbonato sérico (HCO_3), arterial y venoso

HCO_3 bicarbonato sérico
mmol/L: milimoles por litro

Discusión

La GA provee información de importancia para el análisis del IG y del equilibrio ácido-base. Sin embargo, las complicaciones son una limitación para su uso, además del dolor que se causa con la punción. En un trabajo previo en pacientes con EPOC exacerbado, la punción arterial resultó más dolorosa y con más intentos para obtener la muestra que con la muestra venosa periférica.¹²

Se ha mencionado que la GVP es una opción viable para su uso, dada su accesibilidad y porque se han encontrado diferencias medias pequeñas con el pH y el HCO_3 , con menor variabilidad que para la PCO_2 .¹² Las poblaciones que se han estudiado con GVP y han tenido resultados similares han ocurrido en casos de cetoacidosis diabética,¹⁷ condiciones médicas,¹⁸ edema pulmonar cardiogénico¹⁹ y cuidados intensivos,²⁰ entre otros.

Los estudios informados hasta el momento, si bien algunos han calculado la diferencia media como parte del método descriptivo de Bland y Altman,¹⁶ en cuanto a la magnitud del acuerdo, han establecido con la correlación del momento producto de Pearson en lugar del coeficiente de correlación intraclass,²¹ lo que sesga la información ofrecida en estos estudios y hace que las conclusiones sean diametralmente diferentes.¹⁶ Otra particularidad que exhiben algunos de estos trabajos es la falta del cálculo de los límites de acuerdo que también son parte del método de Bland-Altman¹⁶ y que nos dicen qué tan amplias pueden ser estas diferencias, vistas en gráficas.

En nuestro trabajo, la población se caracterizó por tener sobrepeso, hábito tabáquico importante y de diferentes áreas laborales, como se puede apreciar en el cuadro I. La variabilidad para el pH, su magnitud del acuerdo fue mayor a 0.90 con diferencia media pequeña y sesgo reducido (cuadro II, figura 1), que es concordante con la mayoría de trabajos en EPOC.^{6,7,8,9,10,11,12,13}

En la PCO_2 de nuestro trabajo encontramos una variabilidad similar a otros y con diferencia media de -6.5 mm Hg, sesgo amplio y magnitud de 0.67 limitada como en otros estudios^{7,10,11,12} (cuadro II, figura 2), estos valores hacen que la PCO_2 no pueda ser utilizada de forma indistinta a la arterial. La diferencia media reportada en los trabajos con EPOC exacerbada están entre 5 y 8 mm Hg, el obtenido en nuestro trabajo está entre este rango de valores informados. Pese a la condición estable de la enfermedad, no fue diferente a los valores encontrados en pacientes estudiados con EPOC exacerbada, ya que en estos últimos los intentos que se requirieron para tomar la muestra fueron mayores y harían pensar que existió mayor dificultad y posibilidad de contaminación de la muestra, como fue referido previamente.¹²

El HCO_3 tuvo una pequeña diferencia media, magnitud de 0.929 (cuadro II, figura 3), el sesgo no tan amplio, similar a otras investigaciones,^{10,11,12,13} los resultados que encontramos harían de este parámetro un dato útil para ser utilizado con fines de sustitución, al menos desde el punto de vista estadístico.

El EB, como el HCO_3 con diferencia media pequeña, pero con sesgo más amplio, magnitud limitada a 0.904 (cuadro II). En EPOC no hay reportes de EB, sin embargo, este parámetro se ha estudiado en pacientes con trauma²² y los resultados mostraron que los límites de acuerdo fueron muy amplios, por lo que no podrían ser utilizados de manera intercambiable, al igual que lo observado en este trabajo.

La PO_2 y la SO_2 (cuadro II) obtenidos de la muestra arterial y la muestra venosa periférica no son intercambiables, su magnitud fue pobre y sus límites de acuerdo muy amplios, que concuerdan con otros reportes.^{9,10,13}

Finalmente, la Hb demostró un mejor acuerdo que el hematocrito (cuadro II), su cuantificación fue similar en ambas muestras.

A pesar de tener un tamaño muestral para detectar una diferencia de 5 para el PCO_2 , y haber incluido un tercio más de la muestra requerida, para algunos de los parámetros podría haber sido insuficiente, como lo muestra la amplitud del intervalo de confianza. La muestra fue por conveniencia, con pacientes consecutivos, esto dejó que el azar tuviera algún papel en el estudio, aunque por el tamaño muestral es improbable que ocurriera un sesgo sistemático. El trabajo fue realizado en un solo centro, por lo que los datos de este trabajo podrían no ser generalizables a otras poblaciones. Los resultados aquí mostrados, corroboran los ofrecidos en otros estudios en la misma dirección, lo que le da fuerza a lo publicado previamente en ésta área.

Conclusiones

La variabilidad del pH, HCO_3^- y la Hb son similares en ambas muestras sanguíneas. Estos parámetros de la gasometría arterial o venosa periférica podrían ser utilizados en forma intercambiable en el sujeto con EPOC en condición estable.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Referencias

- Rennard IS, Bradley D. Early chronic pulmonary disease: definitions, assessment and prevention. *Lancet*. 2015;385:1778-88.
- O'Donnell DE, Laveneziana P, Webb K, Neder JA. Chronic Obstructive pulmonary disease. *Clinical integrative physiology*. Clin Chest Med. 2014;35:51-69.
- Jeong SH, Lee H, Carriere KC, Shin SH, Moon SM, Jeong BH, et al. Comorbidity as a contributor to frequent severe acute exacerbation in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:1857-65.
- Mortensen JD. Clinical sequelae from arterial needle puncture, cannulation, and incision. *Circulation*. 1967;35:1118-23.
- Santos-Martínez LE, Martínez-Guerra ML, Duran A, Rodríguez F, Gotés J, Roquet I, et al. Capillary blood gas test usefulness to evaluate gas exchange with 21% and 100% of oxygen inspired fractions in subjects with stable cardiopulmonary disease at 2,240 meters above sea level. *Arch Cardiol Mex*. 2009;79(1):18-26.
- Kelly AM. Can peripheral venous blood gases replace arterial blood gases in emergency medical care. *Emerg Med Australas*. 2010;22:493-8.
- Kelly AM, Kyle E, McAlpine R. Venous pCO_2 and pH can be used to screen for significant hypercarbia in emergency patients with acute respiratory disease. *J Emerg Med*. 2002;22(1):15-9.
- Kelly AM, Kerr D, Middleton P. Validation of venous pCO_2 to screen for arterial hypercarbia in patients with chronic obstructive airways disease. *J Emerg Med*. 2005;28(4):377-9.
- Ak A, Ogun CO, Bayir A, Kayis SA, Koylu R. Prediction of arterial blood gas values from venous blood gas values in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Tohoku J Exp Med*. 2006;210(4):285-90.
- Razi E, Moosavi GA. Comparison of arterial and venous blood gases analysis in patients with exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Saudi Med J*. 2007;28(6):862-5.
- McCanny P, Bennett K, Staunton P, McMahon G. Venous vs arterial blood gases in the assessment of patients presenting with an exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Emerg Med*. 2012;30(6):896-900.
- McKeever TM, Hearson G, Housley G, Reynolds C, Kinnear W, Harrison TW, et al. Using venous blood gas analysis in the assessment of COPD exacerbations: a prospective cohort study. *Thorax*. 2016;71(3):210-5.
- Lim BL, Kelly AM. A meta-analysis on the utility of peripheral venous blood gas analyses in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the emergency department. *Eur J Emerg Med*. 2010;17(5):246-8.
- Celli BR, Decramer M, Wedzicha JA, Wilson KC, Agustí A, Criner GJ, et al. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Research questions in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015;191(7):e4-e27.
- Allen EV. Thromboangitis obliterans: Methods of diagnosis of chronic occlusive arterial lesions distal to the wrist with illustrative cases. *Am J Med Sci*. 1929;178:237-44.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1:307-10.
- Brandenburg MA, Dire DJ. Comparison of arterial and venous blood gas values in the initial emergency department evaluation of patients with diabetic ketoacidosis. *Ann Emerg Med*. 1998;31(4):459-65.
- Malatesha G, Singh NK, Bharija A, Rehani B, Goel A. Comparison of arterial and venous pH, bicarbonate, PCO_2 and PO_2 in initial emergency department assessment. *Emerg Med J*. 2007;24(8):569-71.
- Masip J, De Mendoza D, Planas K, Paez J, Sanchez B, Cancio B. Peripheral venous blood gases and pulse-oximetry in acute cardiogenic pulmonary oedema. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2012;1(4):275-80.
- Kim BR, Park SJ, Shin HS, Jung YS, Rim H. Correlation between peripheral venous and arterial blood gas measurements in patients admitted to the intensive care unit: A single-center study. *Kidney Res Clin Pract*. 2013;32(1):32-8.
- Kramer MS, Feinstein AR. Clinical biostatistics LIV. The biostatistics of concordance. *Clin Pharmacol Ther*. 1981;29:111-23.
- Rudkin SE, Kahn CA, Oman JA, Dolich MO, Lotfipour S, Lush S, et al. Prospective correlation of arterial vs venous blood gas measurements in trauma patients. *Am J Emerg Med*. 2012;30(8):1371-7.

Cómo citar este artículo:

Santos-Martínez LE, Ixta-Quintana DA, Quevedo-Paredes J, Rodríguez-Almendros NA, Treviño-Mejía AJ, Soto-Márquez P. Variabilidad de los parámetros de la gasometría arterial y venosa periférica en sujetos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica en condición estable. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2018;56(4):342-6.