

**CONCORDANCIA DIAGNÓSTICA DE LOS GASES VENOSOS PERIFÉRICOS
EN COMPARACIÓN CON GASES ARTERIALES EN LA EVALUACIÓN DEL
ESTADO ACIDO BÁSICO EN EL PACIENTE CRÍTICO**

**AUTOR:
AUGUSTO AURELIO LLAMAS CANO**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES
ESPECIALIDAD EN MEDICINA INTERNA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
2018**

**CONCORDANCIA DIAGNÓSTICA DE LOS GASES VENOSOS PERIFÉRICOS
EN COMPARACIÓN CON GASES ARTERIALES EN LA EVALUACIÓN DEL
ESTADO ACIDO BÁSICO EN EL PACIENTE CRÍTICO**

AUTOR:

AUGUSTO AURELIO LLAMAS CANO
Estudiante de posgrado Medicina Interna

TUTORES:

CARMELO RAFAEL DUEÑAS CASTELL
Especialista Medicina Interna – Neumología – Medicina Crítica

JUAN MANUEL MONTES FARAH
Especialista Neumología – Medicina Crítica

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES
ESPECIALIDAD EN MEDICINA INTERNA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
2018

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena, D. T y C., mayo de 2018.

Cartagena, mayo de 2018.

Doctora

VIRNA CARABALLO

Jefa Departamento de Postgrado y Educación Continua

Facultad de Medicina

Universidad de Cartagena

L. C.

Cordial saludo.

La presente tiene como fin el dar a conocer la nota cuantitativa y cualitativa del proyecto de investigación a cargo del residente de Medicina Interna Augusto Aurelio Llamas Cano, bajo mi asesoría; el trabajo se titula: **CONCORDANCIA DIAGNÓSTICA DE LOS GASES VENOSOS PERIFÉRICOS EN COMPARACIÓN CON GASES ARTERIALES EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ACIDO BÁSICO EN EL PACIENTE CRÍTICO.**

Nota cualitativa:

Nota cuantitativa:

Atentamente,

CARMELO RAFAEL DUEÑAS CASTELL

Docente del Departamento Médico

Universidad de Cartagena

JUAN MANUEL MONTES FARAH

Docente del Departamento Médico

Universidad de Cartagena

Cartagena, mayo de 2018.

Doctor
ISMAEL YEPES BARRETO
Coordinador Departamento de Investigaciones
Facultad de Medicina
Universidad de Cartagena
L. C.

Cordial saludo.

Por medio de la presente, autorizo que nuestro trabajo de investigación titulado: **CONCORDANCIA DIAGNÓSTICA DE LOS GASES VENOSOS PERIFÉRICOS EN COMPARACIÓN CON GASES ARTERIALES EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ACIDO BÁSICO EN EL PACIENTE CRÍTICO**, realizado por AUGUSTO AURELIO LLAMAS CANO, bajo la tutoría de CARMELO RAFAEL DUEÑAS CASTELL Y JUAN MANUEL MONTES FARAH, sea digitalizado y colocado en la web en formato PDF, para la consulta de toda la comunidad científica. Lo anterior es exigencia de la rectoría de la Universidad de Cartagena según circular 021 de la Vicerrectoría Académica de la Universidad de Cartagena del 28 de agosto del 2012.

Atentamente,

AUGUSTO AURELIO LLAMAS CANO
Estudiante posgrado Medicina Interna III nivel
C.C. 8870693 de Cartagena.

CARMELO RAFAEL DUEÑAS CASTELL
Docente del Departamento Médico
Universidad de Cartagena

JUAN MANUEL MONTES FARAH
Docente del Departamento Médico
Universidad de Cartagena

Cartagena, mayo de 2018.

Doctor
ISMAEL YEPES BARRETO
Jefe Departamento de Investigaciones
Facultad de Medicina
Universidad de Cartagena
L. C.

Cordial saludo.

A través de la presente cedemos los derechos de propiedad intelectual del trabajo de investigación de nuestra autoría titulado: **CONCORDANCIA DIAGNÓSTICA DE LOS GASES VENOSOS PERIFÉRICOS EN COMPARACIÓN CON GASES ARTERIALES EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ACIDO BÁSICO EN EL PACIENTE CRÍTICO** a la Universidad de Cartagena para la consulta y préstamos a la biblioteca únicamente con fines académicos y/o investigativos descartándose cualquier fin comercial, permitiendo de esta manera su acceso al público.

Hago énfasis de que conservamos el derecho como autores de registrar nuestra investigación como obra inédita y la facultad de poder publicarlo en cualquier otro medio.

Atentamente,

AUGUSTO AURELIO LLAMAS CANO
Estudiante posgrado Medicina Interna III nivel
C.C. 8870693 de Cartagena.

CARMELO RAFAEL DUEÑAS CASTELL
Docente del Departamento Médico
Universidad de Cartagena

JUAN MANUEL MONTES FARAH
Docente del Departamento Médico
Universidad de Cartagena

Cartagena, mayo de 2018.

Doctor

ISMAEL YEPES BARRETO

Jefe Departamento de Investigaciones

Facultad de Medicina

Universidad de Cartagena

L. C.

Cordial saludo.

Con el fin de optar por el título de: **ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA**, he presentado a la Universidad de Cartagena el trabajo de grado titulado: **CONCORDANCIA DIAGNÓSTICA DE LOS GASES VENOSOS PERIFÉRICOS EN COMPARACIÓN CON GASES ARTERIALES EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ACIDO BÁSICO EN EL PACIENTE CRÍTICO**. Por medio de este escrito autorizo en forma gratuita y por tiempo indefinido a la Universidad de Cartagena para situar en la biblioteca un ejemplar del trabajo de grado, con el fin de que sea consultado por el público. Igualmente autorizo en forma gratuita y por tiempo indefinido a publicar en forma electrónica o divulgar por medio electrónico el texto del trabajo en formato PDF con el fin de que pueda ser consultado por el público.

Toda persona que consulte ya sea en la biblioteca o en medio electrónico podrá copiar apartes del texto citando siempre la fuente, es decir el título y el autor del trabajo. Esta autorización no implica renuncia a la facultad que tengo de publicar total o parcialmente la obra. La Universidad no será responsable de ninguna reclamación que pudiera surgir de terceros que reclamen autoría del trabajo que presento. Lo anterior es exigencia de la rectoría de la Universidad de Cartagena según circular 021 de la vicerrectoría académica de la Universidad de Cartagena del 28 de agosto del 2012:

Atentamente,

AUGUSTO AURELIO LLAMAS CANO

Estudiante posgrado Medicina Interna III nivel

C.C. 8870693 de Cartagena.

CARMELO RAFAEL DUEÑAS CASTELL

Docente del Departamento Médico

Universidad de Cartagena

JUAN MANUEL MONTES FARAH

Docente del Departamento Médico

Universidad de Cartagena
Cartagena, mayo de 2018.

Señores
REVISTA CIENCIAS BIOMÉDICAS
Jefe Departamento de Investigaciones
Facultad de Medicina
Universidad de Cartagena
L. C.

Estimados señores:

Es mi deseo que el informe final del trabajo de grado: **CONCORDANCIA DIAGNÓSTICA DE LOS GASES VENOSOS PERIFÉRICOS EN COMPARACIÓN CON GASES ARTERIALES EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ACIDO BÁSICO EN EL PACIENTE CRÍTICO**, que realizado en conjunto con mis asesores y del cual los abajo firmantes somos autores:

SI, sea considerado, evaluado editorialmente y revisado por pares y publicado en la REVISTA CIENCIAS BIOMEDICAS, órgano de información científica de la Facultad de MEDICINA DE LA Universidad de Cartagena.

NO, sea considerado, evaluado editorialmente y revisado por pares y publicado en la REVISTA CIENCIAS BIOMEDICAS, órgano de información científica de la Facultad de MEDICINA DE LA Universidad de Cartagena.

AUGUSTO AURELIO LLAMAS CANO
Estudiante posgrado Medicina Interna III nivel
C.C. 8870693 de Cartagena

CARMELO RAFAEL DUEÑAS CASTELL
Docente del Departamento Médico
Universidad de Cartagena

JUAN MANUEL MONTES FARAH
Docente del Departamento Médico
Universidad de Cartagena

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, esposa, hijos y demás familiares por todo el amor, apoyo incondicional y comprensión durante mi proceso de formación.

A mis docentes y compañeros por todas sus enseñanzas.

CONFLICTO DE INTERESES: Ninguno por declarar.

FINANCIACIÓN: Recursos propios del autor.

CONCORDANCIA DIAGNÓSTICA DE LOS GASES VENOSOS PERIFÉRICOS EN COMPARACIÓN CON GASES ARTERIALES EN LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ACIDO BÁSICO EN EL PACIENTE CRÍTICO

DIAGNOSTIC CONCORDANCE OF PERIPHERAL VENOUS GAS COMPARED WITH ARTERIAL GASES IN THE EVALUATION OF THE BASIC ACID STATE IN THE CRITICAL PATIENT

Llamas Cano Augusto Aurelio (1)

(1) Médico. Estudiante de posgrado Medicina Interna. Facultad de Medicina. Universidad de Cartagena.

RESUMEN

Introducción: El análisis de gases arteriales (GSA) es el patrón oro para determinar el estado ácido básico del paciente crítico en cuidados intensivos (UCI). Si bien el análisis GSA es rápido, fiable y se realiza con frecuencia para la evaluación del paciente. La realización de una punción arterial exige experiencia, dado que el procedimiento tiene ciertas limitaciones por parte del paciente y complicaciones. Por estas razones el análisis de los gases en sangre venosa periférica (GSVP) se utiliza cada vez más como un reemplazo de GSA. **Objetivo:** Establecer concordancia diagnóstica de los gases venosos periféricos en comparación con gases arteriales en la evaluación del estado ácido básico en el paciente crítico en UCI. **Métodos:** Estudio analítico prospectivo de concordancia de prueba diagnóstica, utilizando la base de datos de los registros de historias clínicas de los pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital Universitario del Caribe de la ciudad de Cartagena. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años de edad que ingresaron a la UCI en estado crítico. Se excluyeron pacientes con muerte encefálica determinada por especialistas en

Neurociencias, pacientes oncológicos en fase terminal en tratamiento paliativo determinado por especialista en Oncología

Resultados: Se incluyeron 108 pacientes en estado crítico que ingresaron UCI, con promedio de edad de 57,3 años y 56,5% eran masculino. Los principales diagnósticos que motivaron el ingreso a UCI fueron Posoperatorio inmediato con 50%, sepsis 13,9% e insuficiencia renal aguda con 10,2%. Requirieron uso de soporte ventilatorio en 31,5%, soporte hemodinámico en 22,2% y hemodiálisis en 3,7%. Los valores venosos de pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato en la población general mostraron una correlación significativa con los valores arteriales con rho pH=0,784, rho PCO₂= 0,615, rho HCO₃=0,826 y rho Lactato=0,834, valor p <0,0001 en todos. La diferencia media (DM) y los límites de concordancia del 95% (LC 95%) de Bland-Altman se comportaron así: el pH tuvo DM 0,053 (LC 95%= -0,37 a 0,142); PCO₂ DM=-6,4 (LC 95% -19,5 a 6,7); HCO₃ DM=-1,0 (LC 95% -3,0 a 5,0); y Lactato DM= -0,2 (LC 95% -1,7 a 2,1). En pacientes con sepsis DM y LC 95% fueron: pH DM=0,043 (LC 95%= -0,032 a 0,118); PCO₂ DM= -5,2 (LC 95% -19,8 a 9,3); HCO₃ DM= -0,6 (LC 95% -3,2 a 2,0); y Lactato DM= -0,4 (LC 95% -3,0 a 2,2). Pacientes con insuficiencia renal aguda DM y LC 95% mostró para pH DM=0,060 (LC 95%= -0,029 a 0,148); PCO₂ DM= -7,6 (LC 95% -24,0 a 8,8); HCO₃ DM= -1,44 (LC 95% -2,83 a -0,04); y Lactato DM= -0,11 (LC 95% -1,06 a 0,85). **Conclusiones:** En pacientes críticos al momento de ingreso a UCI, el muestreo de gases venosos periféricos podrían ser un sustituto de los gases arteriales, convirtiéndose en una herramienta valiosa, sencilla, de bajo riesgo y mínimas complicaciones para el diagnóstico de trastornos metabólicos o del estado ácido base.

Palabras clave: Gases venosos periféricos, gases arteriales, concordancia.

SUMMARY

Introduction: The arterial blood gas analysis (GSA) is the gold standard for determining the basic acid status of the critical patient in intensive care (ICU). Although the GSA analysis is fast, reliable and is frequently performed for the evaluation of the patient. Performing an arterial puncture requires experience,

since the procedure has certain limitations on the part of the patient and complications. For these reasons, peripheral venous blood gas (GSVP) analysis is increasingly used as a GSA replacement. **Objective:** To establish diagnostic agreement of peripheral venous gases in comparison with arterial gases in the evaluation of the basic acid state in the critically ill patient in ICU. **Methods:** Prospective analytical study of concordance of diagnostic test, using the database of records of medical records of patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU) of Hospital of the Caribbean of the city of Cartagena. We included patients older than 18 years of age who were admitted to the ICU in critical condition. Patients with brain death determined by specialists in Neurosciences, oncological patients in terminal phase in palliative treatment determined by specialist in Oncology were excluded.

Results: We included 108 critically ill patients admitted to the ICU, with a mean age of 57.3 years and 56.5% were male. The main diagnoses that led to admission to the ICU were immediate postoperative with 50%, sepsis 13.9% and acute renal failure with 10.2%. They required the use of ventilatory support in 31.5%, hemodynamic support in 22.2% and hemodialysis in 3.7%. The venous values of pH, PCO₂, HCO₃ and Lactate in the general population showed a significant correlation with arterial values with rho pH = 0.784, rho PCO₂ = 0.615, rho HCO₃ = 0.826 and rho lactate = 0.834, p value <0.0001 in all. The mean difference (DM) and the 95% agreement limits (95% LC) of Bland-Altman behaved as follows: the pH had DM 0.053 (LC 95% = -0.37 to 0.142); PCO₂ DM = -6.4 (LC 95% -19.5 to 6.7); HCO₃ DM = -1.0 (LC 95% -3.0 to 5.0); and DM lactate = -0.2 (LC 95% -1.7 to 2.1). In patients with sepsis DM and LC 95% were: pH DM = 0.043 (LC 95% = -0.032 to 0.118); PCO₂ DM = -5.2 (LC 95% -19.8 to 9.3); HCO₃ DM = -0.6 (LC 95% -3.2 to 2.0); and DM lactate = -0.4 (LC 95% -3.0 to 2.2). Patients with acute renal failure DM and LC 95% showed for pH DM = 0.060 (LC 95% = -0.029 to 0.148); PCO₂ DM = -7.6 (LC 95% -24.0 to 8.8); HCO₃ DM = -1.44 (LC 95% -2.83 to -0.04); and DM lactate = -0.11 (LC 95% -1.06 to 0.85). **Conclusions:** In critical patients at the time of admission to the ICU, the sampling of peripheral venous gases could be a substitute for arterial blood gases, becoming a valuable, simple,

low risk and minimal complications tool for the diagnosis of metabolic or state disorders base acid.

Key Words: Peripheral venous gases, arterial gases, concordance.

INTRODUCCIÓN

El estado ácido básico y respiratorio de los pacientes críticos se determinan comúnmente por medio del análisis de gases en sangre arterial (GSA), siendo estos el estándar de referencia para medir el pH, presión arterial de oxígeno, dióxido de carbono, bicarbonato y con ello determinar el estado ácido-base, para evaluar la función metabólica y respiratoria del paciente (1). A través de los GSA se pueden obtener valores calculados como base exceso, anión gap y el gradiente alveolo-arterial. Estas variables proporcionan información clínica importante y oportuna sobre la función metabólica y respiratoria de un paciente, que nos podría ayudar a guiar tratamientos como la terapia ventilatoria invasiva o no invasiva y soporte hemodinámico, que han demostrado impactar en la supervivencia del paciente (2).

El análisis de GSA se realiza en patologías que requieran monitoreo estricto del estado ácido-base como, por ejemplo, sepsis, choque, falla cardíaca, diabetes mellitus descompensada, insuficiencia renal o enfermedades respiratorias. Si bien el análisis GSA es rápido, fiable y se realiza con frecuencia para la evaluación del paciente, la realización de una punción arterial exige experiencia. La prueba puede causar dolor e incomodidad a los pacientes, y complicaciones que aumentan el riesgo de morbilidad, dentro de las cuales se incluyen lesión arterial, trombosis o embolización, hematoma, formación de aneurismas y distrofia simpática refleja (3,4). Otro inconveniente para los proveedores de atención médica es la posibilidad de una lesión por pinchazo de aguja cuando se realiza un GSA. Un procedimiento comparativamente más seguro es el análisis de gases en la sangre

venosa periférica (GSVP), que plantea menos riesgos tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud (5, 6). Estudios recientes demostraron que los GSA no son necesario para el diagnóstico de insuficiencia respiratoria debido a la utilización generalizada de la oximetría de pulso para medir la saturación de oxígeno de forma precisa, de esta manera el uso de análisis de GSVP y su facilidad en la toma de la muestra, puede reducir la cantidad de punciones arteriales necesarias para el muestreo arterial y sus potenciales complicaciones (7,8). Por estas razones, el análisis de los gases en sangre venosa periférica (GSVP) se utiliza cada vez más como un reemplazo de GSA, especialmente en los servicios de urgencias (9, 10).

El análisis de gases sangre venosa periférica (GSVP) se ha utilizado en la evaluación del paciente con descompensación metabólica e insuficiencia respiratoria aguda en los servicios de urgencias, diferentes estudios están de acuerdo con la concordancia de los valores de la GSA y GSVP. Aun así, la preferencia por los GSVP es baja, y algunos trabajos incluso han expresado reservas con respecto a la exactitud de los valores de GSVP en la evaluación del PCO₂, concluyendo que el pH venoso y arterial periférico son comparables (9, 10). En contraste con los estudios anteriores, que cuestionaron la precisión de los valores de GSVP, las evidencias más recientes indican una concurrencia de los valores de GSA y GSVP. Sin embargo, en la medida en que podamos determinar, la correlación entre todos los parámetros utilizados típicamente en muestras arteriales y venosas periféricas, como sería el caso de una amplia población de pacientes en unidades de cuidados intensivos (UCI), lo cual no se ha estudiado previamente en nuestro medio (11, 12, 13).

En pacientes en estado crítico que ingresen a servicios de cuidados intensivos por descompensaciones de patologías crónicas como diabetes mellitus, insuficiencia renal o enfermedades respiratorias, el estado ácido básico y oxigenación es evaluado mediante análisis de gases arteriales, esto generalmente se realiza mediante punción arterial. En la mayoría de las pacientes las muestras de sangre

venosa periférica son más aceptadas y a menudo se toman varias veces al día dependiendo de la gravedad de su condición. Estas muestras de sangre son analizadas para una gama de variables estándar de laboratorio, pero no para evaluar el estado ácido básico. A pesar de que la evaluación de estado ácido básico mediante de la toma de sangre venosa periférica fue aprobada y validada en los servicios de urgencias en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 descompensada y enfermedad pulmonar obstructiva crónica exacerbada; en nuestro medio local, regional y nacional no se cuentan con estudios que demuestren la utilidad de los gases venosos periféricos en la evaluación del estado ácido básico del paciente crítico. Valorando las posibles variables que pueden generar discordancia en los resultados, incluyendo estado de choque, insuficiencia cardíaca, bajo gasto cardíaco, obesidad, alteraciones renales, hepáticas y metabólicas. Buscamos determinar si los valores de pH, PCO₂, HCO₃ y lactato obtenidos por medio del análisis de sangre venosa periférica se correlacionan y son concordantes con los obtenidos en gases arteriales en el paciente en estado crítico en unidad de cuidados intensivos, y justificar el uso clínico rutinario de los GSVP en reemplazo de los gases arteriales (10,12).

El propósito de este estudio fue investigar la concordancia diagnóstica del estado ácido básico de pacientes críticamente enfermos comparando muestras de GSA y GSVP para todos los parámetros comúnmente evaluados (pH, PCO₂, ¿HCO₃ y lactato).

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio analítico de concordancia diagnóstica, en el que se tomó como población de estudio los pacientes de 18 años o mayores en estado crítico que ingresaron en el periodo entre octubre de 2017 a febrero de 2018, a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Universitario del Caribe en la ciudad de Cartagena, Bolívar. Fueron excluidos los pacientes en muerte encefálica

determinada por especialista y pacientes oncológicos en fase terminal en tratamiento paliativo. El protocolo fue aprobado por el Hospital Universitario del Caribe. Los pacientes o familiares responsables firmaron consentimiento informado para la toma de muestras biológicas y análisis de características clínicas.

La muestra estuvo constituida por todos los pacientes que ingresaron a las UCI durante el periodo de estudio que cumplieron los criterios de selección, el muestreo fue no probabilístico por conveniencia. Se tomaron muestras de sangre venosa por punción periférica en vena basílica, cefálica, radial, cubital o mediante catéter periférico colocado en el miembro superior del paciente inmediatamente a la canalización. Se realizó medición de gases venosos periféricos usando una jeringa de 1 ml heparinizada en máquina de procesamiento de gases previamente calibrada marca Instrumentation Laboratory referencia GEM PREMIER 3000. La medición de gases en sangre arterial se realizó después dentro de los siguientes 1 a 2 minutos por punción en la arteria radial o femoral, usando jeringa de 1 ml heparinizada en máquina de procesamiento de gases previamente calibrada marca Instrumentation Laboratory referencia GEM PREMIER 3000. Resultados de las dos muestras procesadas reposaron en la historia clínica del paciente. Los datos complementarios relacionados con el paciente y su estado clínico se obtuvieron por revisión de las historias clínicas.

Los datos obtenidos se registraron en una base de datos de Excel (Microsoft office, 2016) y los análisis se realizaron con el software Epi Info v7.2.0.1 y Stata 11,0®. Las variables cualitativas se describieron con número de sujetos y porcentajes; las variables cuantitativas fueron descritas con medidas de tendencia central tipo Promedio (\bar{X}) o Mediana (Me) con sus respectivas medidas de dispersión desviación estándar (DE) y rango intercuartílico (RIC), las cuales fueron utilizadas según los resultados de la prueba de normalidad Shapiro Wilk. La comparación entre los hallazgos de gases fue realizada con la prueba t student para muestras pareadas en las variables paramétricas, mientras que en las no paramétricas se utilizó el test de Wilcoxon; las comparaciones de proporciones se

realizaron con la prueba χ^2 o el Test Exacto de Fisher según fuera necesario, un valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo. Se realizó una correlación rho de Spearman entre los parámetros pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato arteriales y venosos, la magnitud de esta correlación se estimó mediante un modelo de regresión lineal de ecuación $y = a + bx$, reportando coeficiente de determinación (R^2), finalmente para establecer la concordancia entre los parámetros análogos arteriales y venosos se calculó la diferencia media (DM) y los límites de concordancia del 95% (LC 95%) de Bland Altman, la relevancia de esta última estimación es netamente clínica teniendo en cuenta la amplitud del LC 95%.

RESULTADOS

En el periodo de estudio se incluyeron 108 pacientes en estado crítico que cumplieron con los criterios de selección, de estos el promedio de edad fue de 57,3 años con desviación estándar de 19,5 años, el 56,5% eran de sexo masculino.

Dentro de los antecedentes de comorbilidades se encontraron en orden de frecuencia la Hipertensión arterial y la diabetes mellitus con 45,4% y 20,4% respectivamente, seguidos de enfermedad renal crónica con 11,1% e insuficiencia cardiaca en 6,5%. Los tres principales diagnósticos que motivaron el ingreso a UCI fueron pacientes en Posoperatorio inmediato con 50%, sepsis 13,9% e insuficiencia renal aguda con 10,2%. Dentro de los aspectos relevantes del manejo en UCI se destaca el uso de soporte ventilatorio en 31,5% de los casos, soporte hemodinámico en 22,2% y hemodiálisis en 3,7%, Tabla 1.

La comparación de los hallazgos de laboratorio de gases venosos y arteriales y de sus respectivas interpretaciones del estado ácido básico fue realizada a la totalidad de los pacientes y estratificado por los tres principales diagnósticos de ingreso a UCI y uso de soporte ventilatorio y hemodinámico. El análisis en todos los pacientes de los GSVP comparado con los GSA mostró respectivamente una

mediana de pH de 7,35 y 7,41, $p < 0,0001$; PCO_2 40,75 y 33,75, $p < 0,0001$; HCO_3 22,00 y 21,45, $p = 0,0580$; y lactato 2,00 y 1,60, $p = 0,0448$. La frecuencia de interpretación del estado ácido básico fue similar en acidosis y alcalosis metabólica, pero se observó mayor acidosis respiratoria en los GSVP con 26,9% comparada con el 12% en GSA, $p = 0,0099$, mientras que a la alcalosis respiratoria fue más frecuencia en la muestra arterial con 38% que en la gasometría venosa periférica en 8,3%, $p < 0,0001$. El mismo análisis realizado en los pacientes con diagnóstico de ingreso a UCI como posoperatorio inmediato mostró resultados similares a la población general con diferencias en los valores de pH, PCO_2 , excepto en lactato y HCO_3 , de la misma manera no se observó diferencia en la frecuencia de acidosis o alcalosis metabólica pero sí en la de acidosis y alcalosis respiratoria. Por su parte en los pacientes ingresados a UCI con diagnóstico de Sepsis no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de gases arteriales y venosos ni en la frecuencia de los estados ácido básico. Este mismo comportamiento se observó en los pacientes con insuficiencia renal aguda, Tabla 2.

Al comparar los valores de la GSVP con los GSA según el uso de soporte ventilatorio se observaron diferencias en los niveles de PCO_2 con mediana en la GSVP de 43,40 y en los GSA de 36,20, $p = 0,0107$, no se observaron diferencias en las frecuencias de la interpretación del estado ácido básico. La misma comparación estratificando la muestra por el uso de soporte hemodinámico solo mostró diferencias en los niveles de PCO_2 con mediana de 44,05 en los GSVP y de 36,30 en los GSA, $p = 0,0043$, tampoco se observaron diferencias en las frecuencias de su interpretación, Tabla 3.

Correlación y concordancia en todos los pacientes

Los valores venosos de pH, PCO_2 , HCO_3 y Lactato mostraron una correlación significativa con los valores arteriales con ρ pH=0,784, ρ PCO_2 = 0,615, ρ HCO_3 =0,826 y ρ Lactato=0,834, valor $p < 0,0001$ en todos, Tabla 4. La magnitud de la correlación se estimó con un modelo de regresión lineal que mostró R^2

pH=0,8101, R^2 PCO₂= 0,4525, R^2 HCO₃=0,7881 y R^2 Lactato=0,7846, valor de $p < 0,001$ en todos, Figura 1. La diferencia media (DM) y los límites de concordancia del 95% (LC 95%) de Bland-Altman se comportaron así: el pH tuvo una diferencia media de 0,053 (LC 95%= -0,37 a 0,142); PCO₂ DM=-6,4 (LC 95% -19,5 a 6,7); HCO₃ DM=-1,0 (LC 95% -3,0 a 5,0); y Lactato DM= -0,2 (LC 95% -1,7 a 2,1), Figura 2.

Correlación y concordancia en los pacientes con POP

Los valores venosos de pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato mostraron una correlación significativa con los valores arteriales con rho pH=0,794, rho PCO₂= 0,460, rho HCO₃=0,786 y rho Lactato=0,877, valor $p < 0,001$ en todos, Tabla 4. La magnitud de la correlación se estimó con un modelo de regresión lineal que mostró R^2 pH=0,7156, R^2 PCO₂= 0,3312, R^2 HCO₃=0,6990 y R^2 Lactato=0,7285, valor de $p < 0,001$ en todos, Figura 3. La DM y los LC 95% de Bland-Altman se comportaron así: el pH DM=0,062 (LC 95%= -0,028 a 0,153); PCO₂ DM= -7,3 (LC 95% -20,5 a 5,9); HCO₃ DM= -1,1 (LC 95% -5,1 a 2,8); y Lactato DM=- -0,2 (LC 95% -2,4 a 2,0), Figura 4.

Correlación y concordancia en los pacientes con Sepsis

Los valores venosos de pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato mostraron una correlación significativa con los valores arteriales con rho pH=0,957, rho PCO₂= 0,861, rho HCO₃=0,977 y rho Lactato=0,718, valor $p < 0,01$ en todos, Tabla 4. La magnitud de la correlación se estimó con un modelo de regresión lineal que mostró R^2 pH=0,9545, R^2 PCO₂= 0,5782, R^2 HCO₃=0,9362 y R^2 Lactato=0,8679, valor de $p \leq 0,001$ en todos, Figura 5. La DM y los LC 95% de Bland-Altman se comportaron así: el pH DM=0,043 (LC 95%= -0,032 a 0,118); PCO₂ DM= -5,2 (LC 95% -19,8 a 9,3); HCO₃ DM= -0,6 (LC 95% -3,2 a 2,0); y Lactato DM= -0,4 (LC 95% -3,0 a 2,2), Figura 6.

Correlación y concordancia en los pacientes con Insuficiencia Renal Aguda

Los valores venosos de pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato mostraron una correlación significativa con los valores arteriales con rho pH=0,900, rho PCO₂= 0,918, rho HCO₃=0,991 y rho Lactato=0,973, valor p <0,01 en todos, Tabla 4. La magnitud de la correlación se estimó con un modelo de regresión lineal que mostró R²pH=0,9494, R²PCO₂= 0,6286, R²HCO₃=0,9787 y R²Lactato=0,9911, valor de p<0,01 en todos, Figura 7. La DM y los LC 95% de Bland-Altman se comportaron así: el pH DM=0,060 (LC 95%= -0,029 a 0,148); PCO₂ DM= -7,6 (LC 95% -24,0 a 8,8); HCO₃ DM= -1,44 (LC 95% -2,83 a -0,04); y Lactato DM=- -0,11 (LC 95% -1,06 a 0,85), Figura 8.

Correlación y concordancia en los pacientes con Soporte ventilatorio

Los valores venosos de pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato mostraron una correlación significativa con los valores arteriales con rho pH=0,862, rho PCO₂= 0,651, rho HCO₃=0,941 y rho Lactato=0,921, valor p <0,001 en todos, Tabla 4. La magnitud de la correlación se estimó con un modelo de regresión lineal que mostró R²pH=0,8713 p<0,001, R²PCO₂= 0,6286 p=0,094, R²HCO₃=0,9170 p<0,001 y R²Lactato=0,9622, valor de p<0,001, Figura 9. La DM y los LC 95% de Bland-Altman se comportaron así: el pH DM=0,042 (LC 95%= -0,058 a 0,142); PCO₂ DM= -5,4 (LC 95% -22,0 a 11,2); HCO₃ DM= -0,8 (LC 95% -4,2 a -2,6); y Lactato DM=- -0,21 (LC 95% -1,31 a 0,89), Figura 10.

Correlación y concordancia en los pacientes con Soporte hemodinámico

Los valores venosos de pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato mostraron una correlación significativa con los valores arteriales con rho pH=0,916, rho PCO₂= 0,706, rho HCO₃=0,926 y rho Lactato=0,943, valor p <0,0001 en todos, Tabla 4. La magnitud de la correlación se estimó con un modelo de regresión lineal que mostró R²pH=0,8984, R²PCO₂= 0,4916, R²HCO₃=0,9196 y R²Lactato=0,8172, valor de p<0,001 en todos, Figura 11. La DM y los LC 95% de Bland-Altman se comportaron así: el pH DM=0,044 (LC 95%= -0,050 a 0,138); PCO₂ DM= -7,1 (LC 95% -20,8 a 6,5); HCO₃ DM= -1,3 (LC 95% -4,3 a -1,8); y Lactato DM= -0,1 (LC 95% -2,6 a 2,9), Figura 12.

DISCUSIÓN

El análisis de gases arteriales es la piedra angular para la evaluación del estado ácido básico y función respiratoria, en el manejo y seguimiento de pacientes críticamente enfermos; proporcionando información sobre las variables fisiológicas circulatorias y respiratorias. Estas variables generalmente se miden en sangre arterial, sin embargo, la gasometría arterial no está libre de complicaciones asociadas para el paciente y riesgos para el personal de salud, especialmente en las primeras etapas de la reanimación cuando los pacientes se encuentran en estado de choque o disfunción circulatoria, y no se cuenta con acceso a línea arterial. En entornos de cuidados críticos, el análisis de gases arteriales (GA) se utiliza con dos propósitos principales: Establecer el estado ácido-base y evaluar oxigenación y ventilación. El primer objetivo se logra a través de la determinación del pH y del bicarbonato (HCO_3), el segundo objetivo se logra a mediante pH, pCO_2 , y pO_2 . En muchas instituciones en todo el mundo los gases venosos (GVP) periféricos están reemplazando a los gases arteriales como prueba diagnóstica inicial para insuficiencia respiratoria o alteración metabólica, por la correlación existente entre sus parámetros, con las ventajas de ser tomados a partir de una vena periférica en el momento de establecer el acceso vascular, evitando las complicaciones vasculares y el trauma asociado con una punción arterial [10-12].

Este estudio evaluó el grado de correlación y concordancia entre la muestra de sangre arterial y venosa periférica para la evaluación de pH, pCO_2 , HCO_3 y Lactato en paciente en estado crítico ingresados a UCI con diversas patologías. Existen estudios previos que han demostrado buena concordancia de GA y GVP, pero con limitaciones sobre la población y variables estudiadas, tomándose poblaciones con patologías específicas y análisis de variables en particular (pH, PCO_2 , HCO_3) de forma aislada, por el contrario en nuestro estudio se incluyeron todos los pacientes que ingresaron a cuidados intensivos independientemente de su patología. Bo Ra Kim y colaboradores, realizaron un estudio prospectivo con el

objetivo de evaluar la correlación entre las mediciones de gases sanguíneos arteriales y venosos periféricos en pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos, donde encontraron correlacionaron significativamente de pH, PCO₂ y HCO₃ arterial con el pH, PCO₂ y HCO₃ venoso ($p = 0,0001$ para todos: coeficiente de correlación = 0,783, 0,705 y 0,846, respectivamente) [13]; en nuestro estudio los valores venosos de pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato mostraron una correlación significativa con los valores arteriales con coeficiente de correlación rho pH=0,784, rho PCO₂= 0,615, rho HCO₃=0,826 y rho Lactato=0,834, valor $p < 0,0001$ en todos. En el estudio de Bo Ra Kim y cols. al evaluar concordancia, encontraron diferencia media (DM) significativas para pH y HCO₃, en términos de pH, DM arterial comparada con venosa periférica fue 0.030 (SD 0.050) con un límite de concordancia del 95% de 0.184 a 0.311. [13]. En nuestro estudio el pH tuvo una diferencia media de 0,053 (límites de concordancia 95%= -0,37 a 0,142), lo que también se observó en el estudio de Kelly y colaboradores, donde encontraron una diferencia media entre el pH arterial de -0,01 unidades de pH venoso (límites de concordancia del 95% -0,04 a 0,06) [14]. Estudios previos han demostrado una diferencia media arterial venosa para el pH que varía desde 0.04 a 0.05 [15-20]. Nuestros resultados son similares a los estudios previamente mencionados, de tal forma que los valores de pH venoso periféricos podrían ser clínicamente equiparables o sustitutos de los valores de pH arterial en el paciente crítico en cuidados intensivos.

Por el contrario, en relación al pCO₂ la diferencia de concordancia en nuestro estudio fue amplia. En el estudio de Tricia Mc Keever y colaboradores la diferencia de concordancia fue de -0.06 kilopascal kPa (límites del 95% del acuerdo -1.34 a 1.22), en nuestro estudio las diferencia entre pCO₂ fue - 6,41 mmhg (IC 95% - 19,47 a 6,66), es decir, -0,85459402 kPa (IC 95% -2,59577934 a 0,88792452), muy superior a los resultados señalados por Tricia y colaboradores. Bo Ra Kim y colaboradores encontrando una concordancia aceptable entre los valores venosos periféricos y arteriales de pCO₂; la diferencia media fue de 5.4 (SD 6.5) con límites de concordancia del 95% de 0.328 a 0.006 [13]. Estudios previos encontraron una diferencia media arterio venosa para PCO₂ que van desde 6.6 hasta 3.0 [21-22].

Lo cual muestra una diferencia amplia de concordancia en nuestros resultados, lo que reduciría su aplicación clínica, es decir, limitaría la toma de decisiones con relación a intervenciones a partir de dicho resultado.

Con respecto al bicarbonato, nuestro estudio tuvo una diferencia media (DM) de HCO_3 venoso periférico y arterial de -1,0 con límites de concordancia del 95% -3,0 a 5,0. Anne-Maree Kelly realizó un estudio donde evaluó la concordancia entre el bicarbonato medido en gases sanguíneos arteriales y venosos, los resultados mostraron una concordancia cercana, la diferencia media entre las muestras de 1.20 (límites de concordancia del 95% de -2.73 a +5.13) [23]. Bo Ra Kim y colaboradores, encontraron una diferencia media arterial y venosa periférica de 1.00 (SD 2.75) con límites de concordancia del 95% de 0.429 a 0.242 [13]. Estudios previos han demostrado una diferencia media arteriovenosa para el bicarbonato que van desde 1,88 a 0,52 [18-22]. Nuestros resultados sugieren los valores venosos de bicarbonato puede ser un sustituto aceptable para la medición arterial en el paciente crítico en cuidados intensivos.

Dentro de nuestro estudio, encontramos que los valores de lactato venoso periférico tienen una excelente correlación y concordancia al ser comparados con el lactato arterial, con una diferencia media -0,2 con límites de concordancia 95% -1,7 a 2,1. Krouse y colaboradores realizaron una revisión sistemática, encontraron que el lactato en sangre es útil para la evaluación en pacientes ingresados agudamente enfermos y especialmente la tendencia, lograda mediante el muestreo de lactato en serie; siendo valiosa para predecir la mortalidad intrahospitalaria. Todos los pacientes con un lactato al ingreso por encima de 2.5 mM deben ser monitoreados de cerca para detectar signos de deterioro [24]. Así mismo Lavery y colaboradores, no encontraron diferencias significativas entre los niveles arterial y venoso de lactato, la máxima correlación fue hallada entre la arteria radial y una vena periférica ($r = 0.988$) [25]. Gallagher y cols. Encontraron una correlación de $r^2 = 0,89$ entre lactato arterial y venoso [26], nuestro estudio encontró una correlación de lactato arterial y venoso periférico de ($\rho = 0,877$) lo que es consistente y similar con los estudios realizados. La sensibilidad y

especificidad de lactato periférico venoso para hiperlactacidemia encontrada fue del 94% y 57% respectivamente en el estudio de Gallagher y cols [26]., Mientras que la sensibilidad fue del 100% y la especificidad fue del 86% en el estudio de Younger y cols [27]. Estos hallazgos sugieren que la evaluación del lactato venoso periférico al ingreso en pacientes críticamente enfermos, puede ser sustituto del lactato arterial para establecer disfunción circulatoria, choque temprano y riesgo de mortalidad intrahospitalaria, por lo cual se debe alentar el muestreo venoso, ya que las complicaciones y/o riesgo de este procedimiento son mínimos para el paciente y personal de salud.

Basado en los resultados obtenidos en nuestro estudio, en la población general de cuidados intensivos, los valores de pH, HCO₃ y lactato mostraron una buena concordancia en el análisis de gases en sangre venosa periférica y arterial; con una diferencia de concordancia amplia para pCO₂ arterial y venoso periférico. Estos hallazgos sugieren que, en los pacientes en estado crítico al ingreso a cuidados intensivos, los gases venosos periféricos pueden ser un subrogado o sustituto de los gases arteriales para la evaluación del estado ácido base y del estado de perfusión tisular mediante la evaluación de lactato venoso periférico y BE a partir del nivel de bicarbonato. Sin embargo, no podría ser utilizado como sustituto de la ventilación a través de CO₂. Logrando con el muestreo de gases venosos disminuir el riesgo de complicaciones asociado a punciones arteriales.

Al realizar análisis de subgrupos en relación a la condición clínica que motivo el ingreso a UCI, las patologías médicas más prevalentes en la Unidad de cuidados intensivos en la cual se realizó el estudio fueron la sepsis e insuficiencia renal aguda. En paciente con diagnóstico de sepsis encontramos una correlación significativa del pH, pCO₂, HCO₃ y lactato venoso periférico comparado con el arterial, con coeficiente de correlación = 0.957, 0.861, 0.977 y 0.718 respectivamente, con valor p < 0,01 en todos. Al evaluar la concordancia, encontramos una buena concordancia para el pH venoso periférico y arterial con una desviación media de 0,043 (límites de concordancia 95%= -0,032 a 0,118). Igual comportamiento presentó el HCO₃ y lactato venoso periférico comparado

con el arterial, mostrando buena concordancia con una desviación media para HCO₃ de -0,6 (límites concordancia 95% -3,2 a 2,0); y desviación media para lactato de -0,4 (límites de concordancia 95% -3,0 a 2,2). Caso contrario para la pCO₂ donde se encontró una diferencia de concordancia amplia con desviación media -5,2 (límites de concordancia 95% -19,8 a 9,3), lo que se podría explicar desde el punto de vista fisiológico, por la presencia de hipoperfusión tisular y disfunción circulatoria que se presenta en la sepsis, representado en la diferencia veno-arterial de dióxido de carbono o delta de CO₂ [28]; parámetro utilizado en cuidados intensivos en pacientes críticamente enfermos para evaluación de la microcirculación y perfusión tisular en sepsis y estado de choque con el fin de determinar estrategias de manejo, metas y mortalidad en las primeras 24 horas; este valor se obtiene tomando simultáneamente muestras de sangre venosa de la cava superior y de sangre arterial, para posterior cálculo de la diferencia veno-arterial CO₂ de los dos resultados. Teniendo una significancia clínica cuando el valor del delta CO₂ es mayor a 6 mmHg, lo cual se asocia a mayor mortalidad y necesidad de manejo más intensivo de reanimación [29]. Lo cual podría explicar la diferencia de concordancia tan amplia a nivel de la pCO₂ en pacientes críticamente enfermos con diagnóstico de sepsis al ingreso a cuidados intensivos.

El lactato venoso periférico en sepsis, mostró buena concordancia comparado con el arterial, estos resultados son similares al estudio realizado por Deepankar Datta y colaboradores, donde encontraron una diferencia media lactato venoso y arterial de 0,4 mmol/l [intervalo de confianza (IC) del 95%: 0,37-0,45], con límites de concordancia del 95% de -0,4 (IC del 95%: -0,45 a -0,32) a 1,2 (95% CI: 1,14-1,27). Concluyeron el resultado lactato venoso periférico menor de 2 mmol/l predice lactato arterial menor 2 con una sensibilidad del 100% (IC del 95%: 89-100%) y una especificidad del 83% (IC del 95%: 77-87%) [30]. Nuestro estudio encontró una desviación media para lactato venoso arterial de -0,4 (límites de concordancia 95% -3,0 a 2,2). Lo que sugiere que la medición de lactato en muestra de sangre venosa periférica en los pacientes en estado crítico con diagnóstico de sepsis que ingresan a cuidados intensivos, puede ser sustituto del lactato arterial y hacerse forma rutinaria para disminuir riesgo de complicaciones

asociadas a la punción arterial. De acuerdo a estos resultados, los gases venosos periféricos son un buen subrogado de los gases arteriales para la evaluación del pH, HCO₃ y lactato en pacientes con sepsis en cuidados intensivos.

En pacientes con insuficiencia renal aguda, encontramos una correlación significativa del pH, pCO₂, HCO₃ y lactato venoso periférico comparado con el arterial, con coeficiente de correlación = 0.9494, 0.6286, 0.9787 y 0.9911 respectivamente, con valor p < 0,01 en todos. En el estudio de Bo Ra Kim y colaboradores, el 67% de la población ingresada a cuidados intensivos presentó insuficiencia renal aguda, siendo el principal motivo de ingreso; encontraron correlación significativa del pH, pCO₂, HCO₃ venoso periférico comparado con el arterial, con coeficiente de correlación = 0.692, 0.604, 0.823 respectivamente en este subgrupo de pacientes [13], siendo muy similares a nuestros resultados. Al evaluar la concordancia, encontramos una buena concordancia para el pH venoso periférico y arterial con una desviación media de 0,060 (límites de concordancia 95%= -0,029 a 0,148). Igual comportamiento presentó el HCO₃ y lactato venoso periférico comparado con el arterial, mostrando buena concordancia con una desviación media para HCO₃ de -1,44 (límites concordancia 95% -2,83 a -0,04); y desviación media para lactato de -0,11 (límites de concordancia C 95% -1,06 a 0,85). Con referente al pCO₂ se encontró una diferencia de concordancia amplia con desviación media -7,6 (límites de concordancia 95% -24,0 a 8,8). Demostrando que los niveles de pH, HCO₃ y lactato en los pacientes ingresados a cuidados intensivos con insuficiencia renal aguda podrían determinarse por medición de gases en sangre venosa periférica y ser intercambiables con los niveles de sangre arterial.

En el subgrupo de pacientes con soporte ventilatorio y hemodinámico, nuestros resultados mostraron una correlación significativa de los valores venosos de pH, PCO₂, HCO₃ y lactato comparados con los valores arteriales con p <0,001 en todos. Al evaluar la concordancia, en pacientes con soporte ventilatorio encontramos una buena concordancia para el pH venoso periférico y arterial con una desviación media de 0,042 (límites de concordancia 95%= -0,058 a 0,142). En

el estudio de Anne Maree Kelly, en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda en ventilación mecánica invasiva, encontraron una diferencia promedio entre el pH arterial de -0,01 unidades de pH (límites de concordancia del 95% -0,04 a 0,06); siendo nuestros resultados muy similares al estudio de Kelly y colaboradores [14], de tal forma que los valores del pH venoso podrían ser clínicamente intercambiables con los valores arteriales en pacientes sometidos de soporte ventilatorio. Los resultados de HCO₃ y lactato venoso periférico comparado con el arterial, mostraron buena concordancia con una desviación media para HCO₃ de -0,8 (límites concordancia 95% -4,2 a -2,6); y desviación media para lactato de -0,21 (límites de concordancia 95% -1,31 a 0,89) en pacientes ingresados a cuidados intensivos sometidos a ventilación mecánica. Al evaluar concordancia en pacientes con soporte hemodinámico, encontramos una buena concordancia para el pH venoso periférico y arterial con una desviación media de 0,044 (límites de concordancia 95%= -0,050 a 0,138). Igual comportamiento presentó el HCO₃ y lactato venoso periférico comparado con el arterial, mostraron buena concordancia con una desviación media para HCO₃ de -1,3 (límites concordancia 95% -4,3 a -1,8); y desviación media para lactato de -0,1 (límites de concordancia 95% -2,6 a 2,9) en pacientes que requirieron soporte hemodinámico al ingresar a cuidados intensivos. Los niveles de pCO₂ en sangre venosa periférica comparados con arterial, mostraron amplia diferencia media y límites de concordancia en pacientes con soporte ventilatorio y hemodinámico, lo que disminuye su utilidad clínica en este subgrupo de pacientes. De acuerdo a estos resultados, los gases de sangre venosa periférica, podrían ser útiles como subrogados de los gases arteriales para evaluar la función metabólica y la perfusión tisular mediante los niveles de pH, HCO₃ y lactato en pacientes con soporte ventilatorio y hemodinámico al ingreso a cuidados intensivos. Los gases venosos periféricos no son un buen estimador de la función ventilatoria en pacientes con soporte ventilatorio en cuidados intensivos.

Como limitaciones, debemos tener en cuenta que los subgrupos de pacientes con sepsis e insuficiencia renal aguda fueron una muestra pequeña, esto pudo tener impacto en el resultado final. No logramos tener una muestra significativa en los pacientes con estado choque séptico, cardiogénico, hemorrágico y de esta manera

establecer la utilidad de los gases venosos periféricos en esta población. Alrededor del 54% de los pacientes ingresaron a cuidados intensivos con POP cirugía programada o urgencias, con intervenciones de múltiples sistemas, incluyendo abdominal, torácico, sistema nervioso central, vascular, urológico; esta diversidad en las intervenciones no permite establecer una correlación y concordancia real de los gases venosos periféricos y arteriales en estos subgrupos de pacientes. Solo tomamos una muestra de gases venosos periféricos y arteriales al ingreso, no se realizaron controles de seguimiento durante la estancia del paciente en cuidados intensivos. Sin embargo, este estudio constituye una base para la realización de estudios a futuro en poblaciones y subgrupos más específicos para determinar la concordancia de gases venosos periféricos comparados con arteriales y su utilidad clínica.

CONCLUSIONES

El pH venoso periférico y el arterial es comparable en los pacientes críticos, independiente del diagnóstico. Estos resultados sugieren que los pacientes en estado crítico al ingreso a cuidados intensivos, los gases venosos periféricos pueden ser un subrogado o sustituto de los gases arteriales para la evaluación de la función metabólica y estado de perfusión tisular mediante la valoración del pH, HCO₃ y lactato venoso periférico, de esta manera disminuyendo el riesgo de complicaciones asociado a punciones arteriales.

La evaluación del lactato venoso periférico al ingreso en pacientes críticamente enfermos, puede ser intercambiable del lactato arterial para establecer disfunción circulatoria, choque temprano y riesgo de mortalidad intrahospitalaria. En pacientes con sepsis en estado crítico en cuidados intensivos, el lactato en sangre venosa periférica puede hacerse de forma rutinaria al ingreso para evaluar la perfusión tisular, ya que niveles de lactato venoso periférico menor de 2 mmol/l, predicen un lactato arterial menor de 2 mmol/l con una buena sensibilidad y especificidad.

En el contexto de sepsis e insuficiencia renal aguda en cuidados intensivos, los niveles de pH, HCO₃ y lactato podrían determinarse por medición de gases en sangre venosa periférica y ser intercambiables con los niveles de sangre arterial, así mismo entre los pacientes sometidos a soporte ventilatorio y hemodinámico en cuidados intensivos, en relación al estado ácido base y perfusión tisular mediante en pH y HCO₃ y lactato venoso periférico respectivamente. La diferencia en pCO₂ es suficientemente amplia como para influir en la toma de decisiones terapéuticas en el paciente crítico, por lo cual tendría poca utilidad clínica los niveles de pCO₂ venosos periféricos en el contexto de cuidados intensivos.

Concluimos con base en lo anterior que, en la población de pacientes críticos al momento de ingreso a UCI, una vez descartado trastorno de la ventilación y oxigenación (So₂), el muestreo de gases venosos se convierte en una herramienta valiosa, sencilla, de bajo riesgo y mínimas complicaciones para el diagnóstico de trastorno metabólico o del estado ácido base. Se necesitan estudios a mayor escala, con una población más grande en subgrupos con patologías específicas para determinar la utilidad en el seguimiento de los pacientes y realización de intervenciones basados en estos resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Toftegaard M, Rees S, Andreassen S. Correlation between acidbase parameters measured in arterial blood and venous blood sampled peripherally, from vena cavae superior and from the pulmonary artery. *Eur. J. Emerg.Med.* 2008; 15: 86–91.
2. Byrne et al. Peripheral venous and arterial blood gas analysis in adults: are they comparable? A systematic review and meta-analysis. *Respirology* 2014; 19: 168–175.
3. Giner J, Casan P, Belda J, Gonzalez M, Miralda RM, Sanchis J. Pain during arterial puncture. *Chest* 1996; 10:1443–5.

4. Malatesha G, Singh N, Bharija A, Rehani B, Goel A. Comparison of arterial and venous pH, bicarbonate, pCO₂ and pO₂ in initial emergency department assessment. *Emerg. Med. J.* 2007; 24: 569–71.
5. Barker WJ. Arterial puncture and cannulation. In: Roberts JR, Hedges JR, eds. *Clinical procedures in emergency medicine*, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1998:308–22.
6. Criscuolo C, Nepper G, Buchalter S. Reflex sympathetic dystrophy following arterial blood gas sampling in the intensive care setting. *Chest* 1995; 108: 578–80.
7. Fagan MJ, Cece R. Using respiratory therapists to teach arterial puncture for blood gas procedures to third-year medical students. *Acad Med* 1999; 74: 544–595.
8. Gillies IDS, Morgan M, Sykes MK, Brown AE, Jones NO. The nature and incidence of complications of peripheral arterial puncture. *Anaesthesia* 1979; 34: 506–509.
9. Rang L, Murray H, Wells G, MacGougan C. Can peripheral venous blood gases replace arterial blood gases in emergency department patients? *Can. J. Emerg.Med.* 2002; 4: 7–15.
10. Arnold T, Miller M, VanWessem K, Evans J. Base deficit from the first peripheral venous sample: a surrogate for arterial base deficit in the trauma bay. *J. Trauma Inj. Infect. Crit.Care* 2011; 71: 793–7.
11. Toftegaard M, Rees S, Andreassen S. Correlation between acidbase parameters measured in arterial blood and venous blood sampled peripherally, from vena cavae superior and from the pulmonary artery. *Eur. J. Emerg.Med.* 2008; 15: 86–91.
12. Fagan MJ, Cece R. Using respiratory therapists to teach arterial puncture for blood gas procedures to third-year medical students. *Acad Med* 1999; 74:544–595.
13. Kim, Bo Ra, et al. Correlation between peripheral venous and arterial blood gas measurements in patients admitted to the intensive care unit: A

single-center study. *Kidney research and clinical practice*, 2013, vol. 32, no 1, p. 32-38.

14. Kelly, Anne-Maree; KLIM, Sharon; Rees, Stephen E. Agreement between mathematically arterialised venous versus arterial blood gas values in patients undergoing non-invasive ventilation: a cohort study. *Emerg Med J*, 2013, p. emermed-2013-202879.
15. Kelly AM, Kyle E, Mc Alpine R: Venous pCO₂ and pH can be used to screen for significant hypercarbia in emergency patients with acute respiratory disease. *J Emerg Med* 22:15–19, 2002
16. Rang LC, Murray HE, Wells GA, Macgougan CK: Can peripheral venous blood gases replace arterial blood gases in emergency department patients? *CJEM* 4:7–15, 2002
17. Malinoski DJ, Todd SR, Slone S, Mullins RJ, Schreiber MA: Correlation of central venous and arterial blood gas measurements in mechanically ventilated trauma patients. *Arch Surg* 140:1122–1125, 2005
18. Brandenburg MA, Dire DJ: Comparison of arterial and venous blood gas values in the initial emergency department evaluation of patients with diabetic ketoacidosis. *Ann EmergMed* 31: 459–465, 1998
19. Gokel Y, Paydas S, Koseoglu Z, Alparslan N, Seydaoglu G: Comparison of blood gas and acid–base measurements in arterial and venous blood samples in patients with uremic acidosis and diabetic ketoacidosis in the emergency room. *Am J Nephrol* 20:319–323, 2000
20. Kelly AM, McAlpine R, Kyle E: Venous pH can safely replace arterial pH in the initial evaluation of patients in the emergency department. *Emerg Med J* 18:340–342, 2001
21. 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* 210:285–290, 2006

22. Middleton P, Kelly AM, Brown J, Robertson M: Agreement between arterial and central venous values for pH, bicarbonate, base excess, and lactate. *Emerg Med J* 23: 622–624, 2006
23. Kelly AM, McAlpine R, Kyle E: Agreement between bicarbonate measured on arterial and venous blood gases. *Emerg Med Australas* 16:407–409, 2004
24. Kruse, Ole; Grunnet, Niels; Barford, Charlotte. Blood lactate as a predictor for in-hospital mortality in patients admitted acutely to hospital: a systematic review. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, 2011, vol. 19, no 1, p. 74.
25. Lavery RF, Livingston DH, Tortella BJ, Sambol JT, Slomovitz BM, Siegel JH: The utility of venous lactate to triage injured patients in the trauma center. *J Am Coll Surg* 2000, 190(6):656-64.
26. Gallagher EJ, Rodriguez K, Touger M: Agreement between peripheral venous and arterial lactate levels. *Ann Emerg Med* 1997, 29(4):479-83.
27. Younger JG, Falk JL, Rothrock SG: Relationship between arterial and peripheral venous lactate levels. *Acad Emerg Med* 1996, 3(7):730-4.
28. Cuschieri J, Rivers E, Michael W. Central venous-arterial carbon dioxide difference as an indicator of cardiac index. *Donnino Intensive Care Med* 2005;31:818-822.
29. Neviere R, Chagnon JL, Teboul JL, Vallet B, Wattel F. Small intestine intramucosal PCO₂ and microvascular blood flow during hypoxic and ischemic hypoxia. *Crit Care Med* 2002;30:379-384.
30. Datta, Deepankar, et al. Lactate-Arterial and Venous Agreement in Sepsis: a prospective observational study. *European Journal of Emergency Medicine*, 2018, vol. 25, no 2, p. 85-91.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Características sociodemográficas y clínicas de los pacientes sujeto de estudio

| | N | % |
|------|-------------|----------|
| Edad | 57,3 ± 19,5 | |
| Sexo | | |
| F | 47 | 43.5 |

| | | |
|-----------------------------------|----|------|
| M | 61 | 56.5 |
| Comorbilidades | | |
| HTA | 49 | 45.4 |
| Diabetes | 22 | 20.4 |
| ERC | 12 | 11.1 |
| Insuficiencia cardiaca | 7 | 6.5 |
| EPOC | 3 | 2.8 |
| Cirrosis hepática | 0 | 0.0 |
| Diagnóstico de ingreso | | |
| Posoperatorio | 54 | 50.0 |
| Sepsis | 15 | 13.9 |
| Insuficiencia renal aguda | 11 | 10.2 |
| Infeccioso | 10 | 9,3 |
| Insuficiencia cardiaca | 9 | 8.3 |
| Cardiovascular | 9 | 8,3 |
| Neurológico | 8 | 7,4 |
| Insuficiencia respiratoria tipo 2 | 6 | 5.6 |
| Traumático | 6 | 5,6 |
| Otros | 6 | 5,6 |
| Choqué séptico | 5 | 4.6 |
| Choqué cardiogénico | 4 | 3.7 |
| Crisis hiperglicemicas | 4 | 3.7 |
| Choqué hipovolémico o hemorrágico | 3 | 2.8 |
| Manejo en UCI | | |
| Soporte ventilatorio | 34 | 31.5 |
| Soporte hemodinámico | 24 | 22.2 |
| Hemodiálisis | 4 | 3.7 |

Tabla 2. Comparación de los hallazgos de laboratorio, venosos periféricos y arteriales, estado ácido base general y por principales diagnósticos de ingreso

| | Venoso | Arterial | Valor p |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| TODOS LOS PACIENTES | 108 | 108 | |
| pH | 7,35 (7,28 – 7,39) | 7,41 (7,32 – 7,45) | <0,0001 |
| PCO2 | 40,75 (36,25 – 46,65) | 33,75 (31,55 – 39,15) | <0,0001 |
| HCO3 | 22,00 (19,60 – 24,40) | 21,45 (18,65 – 23,10) | 0,0580 |
| Lactato | 2,00 (1,48 – 3,18) | 1,60 (1,27 – 2,81) | 0,0448 |
| Acidosis metabólica | 42 (38,9) | 33 (30,6) | 0,2528 |
| Alcalosis metabólica | 4 (3,7) | 5 (4,6) | 0,7334 |
| Acidosis respiratoria | 29 (26,9) | 13 (12,0) | 0,0099 |
| Alcalosis respiratoria | 9 (8,3) | 41 (38,0) | <0,0001 |
| PACIENTES POP | 54 | 54 | |
| pH | 7,35 (7,26 – 7,38) | 7,41 (7,35 – 7,45) | <0,0001 |
| PCO2 | 40,75 (36,25 – 46,65) | 33,75 (31,90 – 38,10) | <0,0001 |
| HCO3 | 22,85 (20,10 – 24,40) | 21,85 (18,70 – 23,10) | 0,0757 |
| Lactato | 2,13 (1,53 – 3,35) | 1,63 (1,44 – 2,52) | 0,1041 |
| Acidosis metabólica | 20 (37,0) | 18 (33,3) | 0,8403 |
| Alcalosis metabólica | 1 (1,9) | 2 (3,7) | 0,9897 |
| Acidosis respiratoria | 16 (29,6) | 4 (7,4) | 0,0050 |
| Alcalosis respiratoria | 2 (3,7) | 16 (29,6) | 0,0004 |
| PACIENTES CON SEPSIS | 15 | 15 | |
| pH | 7,26 (7,18 – 7,44) | 7,25 (7,18 – 7,44) | 0,3095 |
| PCO2 | 40,75 (36,25 – 46,65) | 35,00 (32,40 – 41,90) | 0,0890 |
| HCO3 | 19,50 (15,20 – 22,50) | 19,00 (14,00 – 21,20) | 0,6781 |
| Lactato | 4,14 (2,67 – 6,18) | 3,90 (1,92 – 4,50) | 0,3952 |
| Acidosis metabólica | 9 (60,0) | 9 (60,0) | -- |
| Alcalosis metabólica | 0 (0,0) | 0 (0,0) | -- |
| Acidosis respiratoria | 5 (33,3) | 4 (26,7) | 0,7277 |
| Alcalosis respiratoria | 2 (13,3) | 4 (26,7) | 0,6784 |
| INSUFICIENCIA RENAL AGUDA | 11 | 11 | |
| pH | 7,16 (7,07 – 7,36) | 7,21 (7,09 – 7,44) | 0,3410 |
| PCO2 | 42,20 (34,40 – 54,60) | 33,40 (28,70 – 49,10) | 0,1228 |
| HCO3 | 18,40 (12,30 – 19,60) | 16,20 (12,30 – 18,30) | 0,3408 |
| Lactato | 2,72 (1,38 – 7,85) | 2,49 (1,18 – 7,04) | 0,6695 |
| Acidosis metabólica | 10 (90,9) | 8 (72,7) | 0,5864 |
| Alcalosis metabólica | 0 (0,0) | 0 (0,0) | -- |
| Acidosis respiratoria | 6 (54,5) | 4 (36,4) | 0,6699 |
| Alcalosis respiratoria | 1 (9,1) | 4 (36,4) | 0,3107 |

Tabla 3. Comparación de los hallazgos de laboratorio, venosos periféricos y arteriales, estado ácido base por principales conductas en UCI

| | Venoso | Arterial | Valor p |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| Soporte Ventilatorio | 34 | 34 | |
| pH | 7,34 (7,22 – 7,38) | 7,35 (7,25 – 7,45) | 0,0917 |
| PCO2 | 43,40 (39,20 – 50,80) | 36,20 (32,40 – 45,90) | 0,0107 |
| HCO3 | 20,70 (18,70 – 24,70) | 20,85 (18,00 – 23,50) | 0,5196 |
| Lactato | 2,24 (1,66 – 4,14) | 2,18 (1,40 – 3,99) | 0,4768 |
| Acidosis metabólica | 17 (50.0) | 14 (41,2) | 0,6262 |
| Alcalosis metabólica | 2 (5,9) | 2 (5,9) | -- |
| Acidosis respiratoria | 12 (35,3) | 9 (26,5) | 0,5996 |
| Alcalosis respiratoria | 3 (8,8) | 10 (29,4) | 0,0642 |
| Soporte hemodinámico | 24 | 24 | |
| pH | 7,27 (7,16 – 7,39) | 7,29 (7,21 – 7,45) | 0,1802 |
| PCO2 | 44,05 (40,45 – 49,40) | 36,30 (32,95 – 40,85) | 0,0043 |
| HCO3 | 19,85 (17,20 – 23,05) | 18,80 (15,35 – 21,70) | 0,3122 |
| Lactato | 1,99 (1,62 – 4,22) | 1,86 (1,43 – 4,02) | 0,5027 |
| Acidosis metabólica | 14 (58.3) | 16 (66,7) | 0,7655 |
| Alcalosis metabólica | 2 (8,3) | 2 (8,3) | -- |
| Acidosis respiratoria | 9 (37,5) | 5 (20,8) | 0,3407 |
| Alcalosis respiratoria | 2 (8,3) | 4 (16,7) | 0,6625 |

Tabla 4. Correlación Rho de Spearman de los parámetros pH, PCO₂, HCO₃ y lactato arteriales y venosos periféricos

| | Rho | IC 95% | Valor p |
|----------------------------------|------------|---------------|----------------|
| TODOS LOS PACIENTES | | | |
| pH | 0,784 | 0,698 a 0,847 | <0,0001 |
| PCO ₂ | 0,615 | 0,482 a 0,720 | <0,0001 |
| HCO ₃ | 0,826 | 0,755 a 0,878 | <0,0001 |
| Lactato | 0,834 | 0,766 a 0,884 | <0,0001 |
| PACIENTES POP | | | |
| pH | 0,794 | 0,668 a 0,876 | <0,0001 |
| PCO ₂ | 0,460 | 0,219 a 0,648 | 0,0008 |
| HCO ₃ | 0,786 | 0,656 a 0,870 | <0,0001 |
| Lactato | 0,877 | 0,797 a 0,927 | <0,0001 |
| PACIENTES CON SEPSIS | | | |
| pH | 0,957 | 0,873 a 0,986 | 0,0003 |
| PCO ₂ | 0,861 | 0,623 a 0,953 | 0,0013 |
| HCO ₃ | 0,977 | 0,930 a 0,992 | 0,0003 |
| Lactato | 0,718 | 0,325 a 0,899 | 0,0072 |
| INSUFICIENCIA RENAL AGUDA | | | |
| pH | 0,900 | 0,652 a 0,974 | 0,0044 |
| PCO ₂ | 0,918 | 0,709 a 0,979 | 0,0037 |
| HCO ₃ | 0,991 | 0,964 a 0,998 | 0,0017 |
| Lactato | 0,973 | 0,895 a 0,993 | 0,0021 |
| SOPORTE VENTILATORIO | | | |
| pH | 0,862 | 0,739 a 0,929 | <0,0001 |
| PCO ₂ | 0,651 | 0,401 a 0,811 | 0,0002 |
| HCO ₃ | 0,941 | 0,884 a 0,970 | <0,0001 |
| Lactato | 0,921 | 0,847 a 0,960 | <0,0001 |
| SOPORTE HEMODINÁMICO | | | |
| pH | 0,916 | 0,812 a 0,963 | <0,0001 |
| PCO ₂ | 0,706 | 0,423 a 0,864 | <0,0001 |
| HCO ₃ | 0,926 | 0,834 a 0,968 | <0,0001 |
| Lactato | 0,943 | 0,871 a 0,975 | <0,0001 |

Figura 1. Correlación entre los parámetros pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato de gases venosos periféricos y arteriales

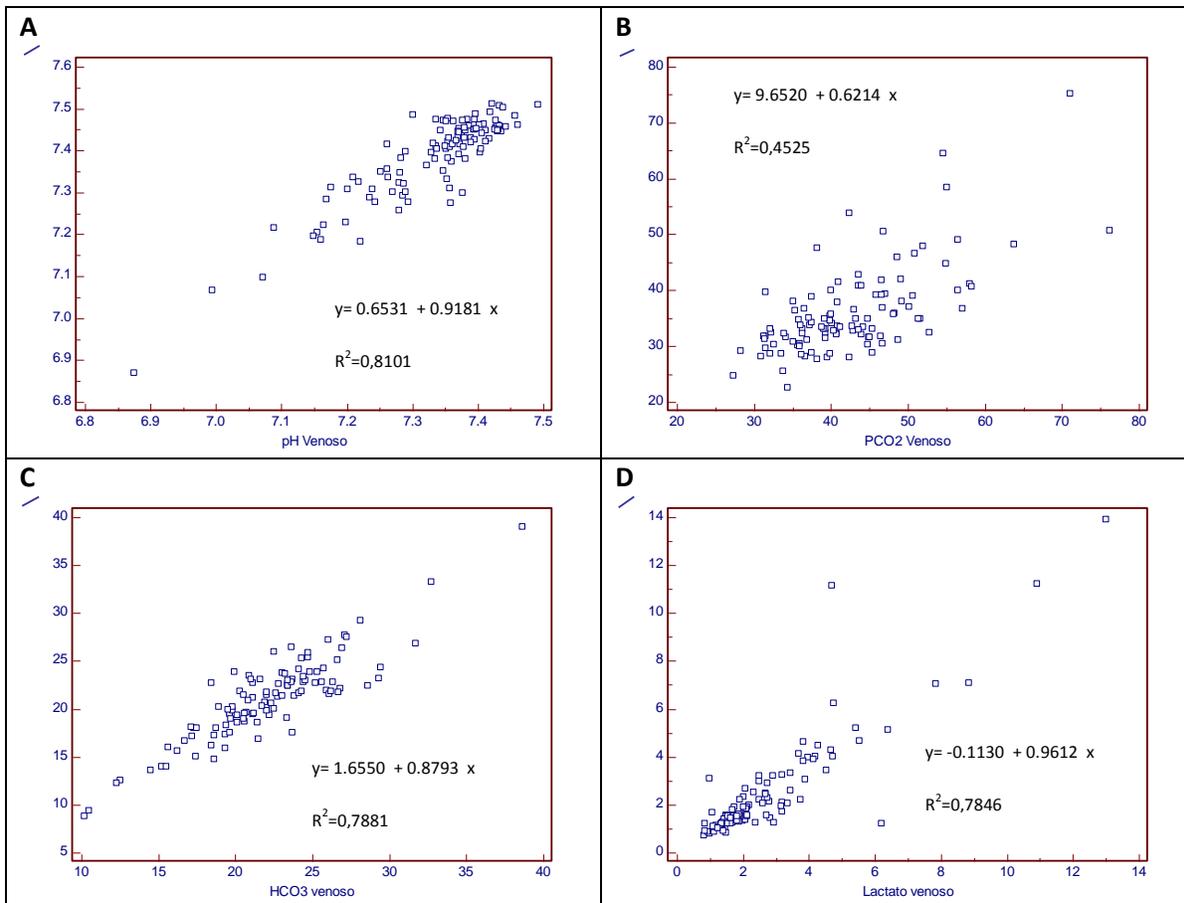


Figura 2. Gráfico de Bland-Altman de la diferencia y la media de los valores arteriales y venosos periféricos de pH (A), PCO₂ (B), HCO₃ (C) y Lactato (D)

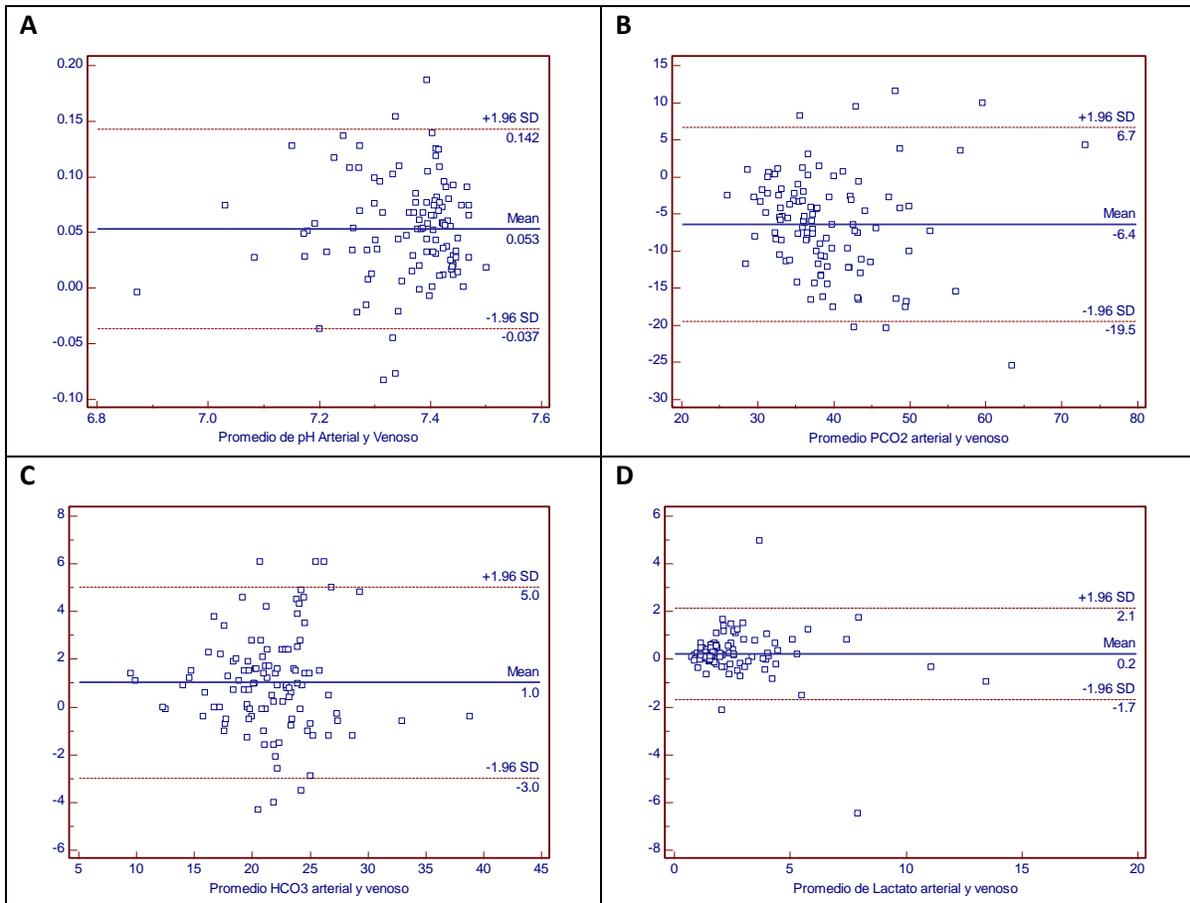


Figura 3. Correlación entre los parámetros pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato de gases venosos periféricos y arteriales en pacientes Posoperatorios

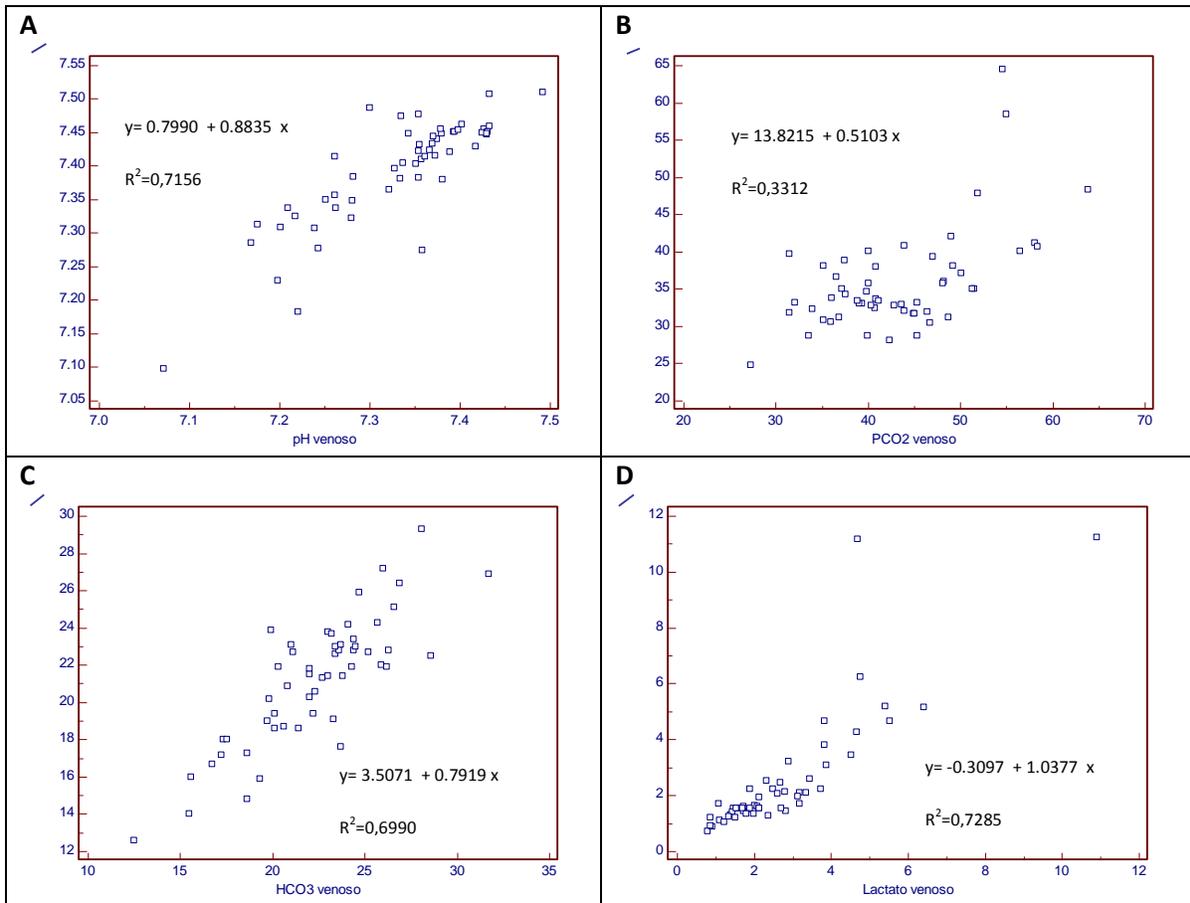


Figura 4. Gráfico de Bland-Altman de la diferencia y la media de los valores arteriales y venosos periféricos de pH (A), PCO₂ (B), HCO₃ (C) y Lactato (D) en pacientes Posoperatorios

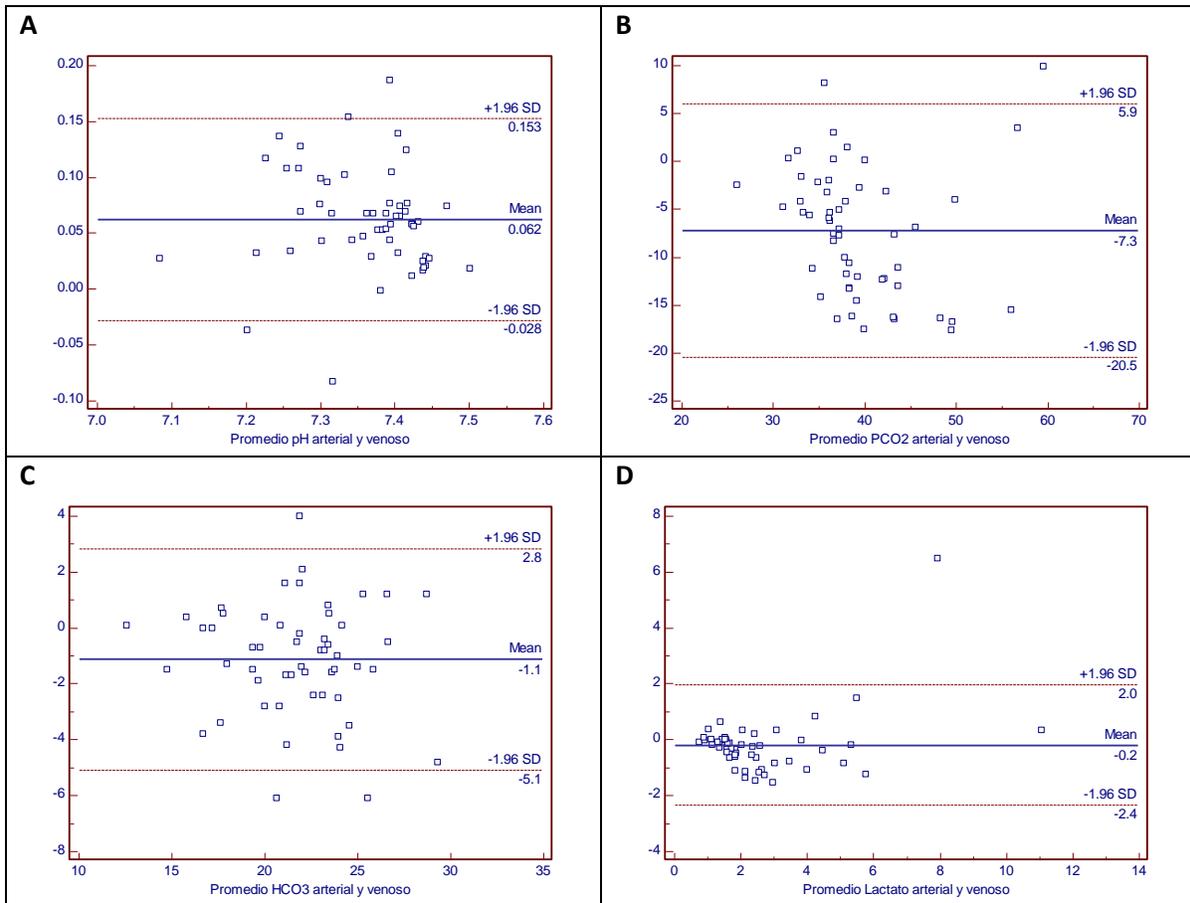


Figura 5. Correlación entre los parámetros pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato de gases venosos periféricos y arteriales en pacientes con Sepsis

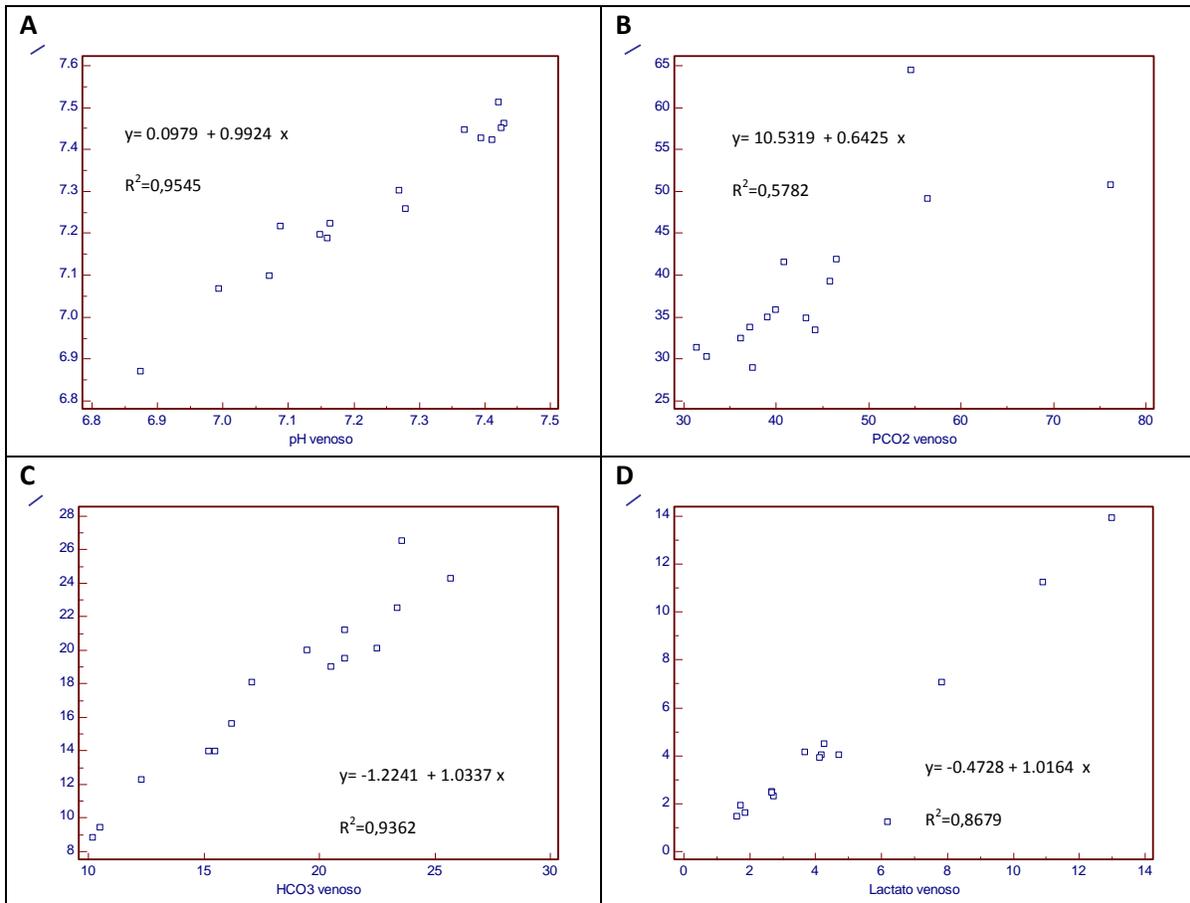


Figura 6. Gráfico de Bland-Altman de la diferencia y la media de los valores arteriales y venosos periféricos de pH (A), PCO₂ (B), HCO₃ (C) y Lactato (D) en pacientes con Sepsis

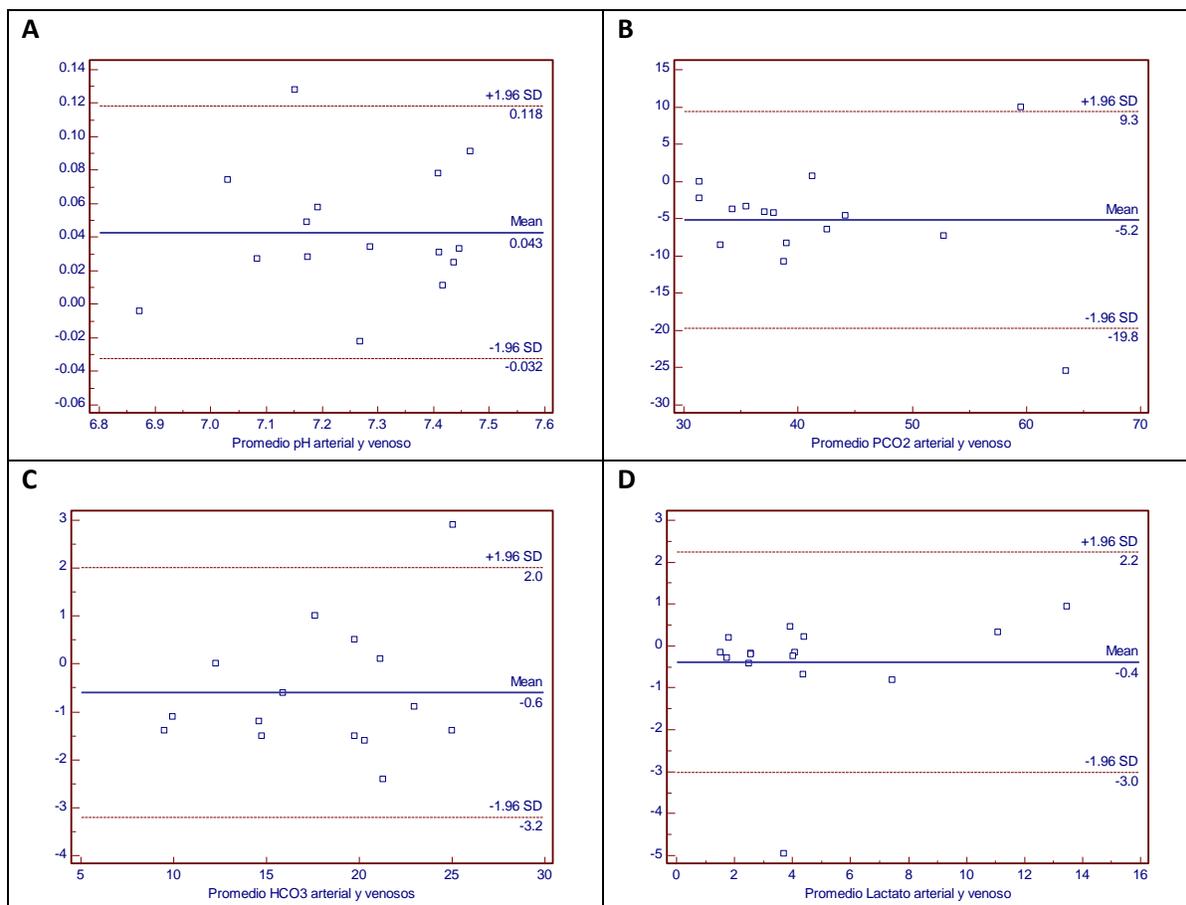


Figura 7. Correlación entre los parámetros pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato de gases venosos periféricos y arteriales en pacientes con IRA

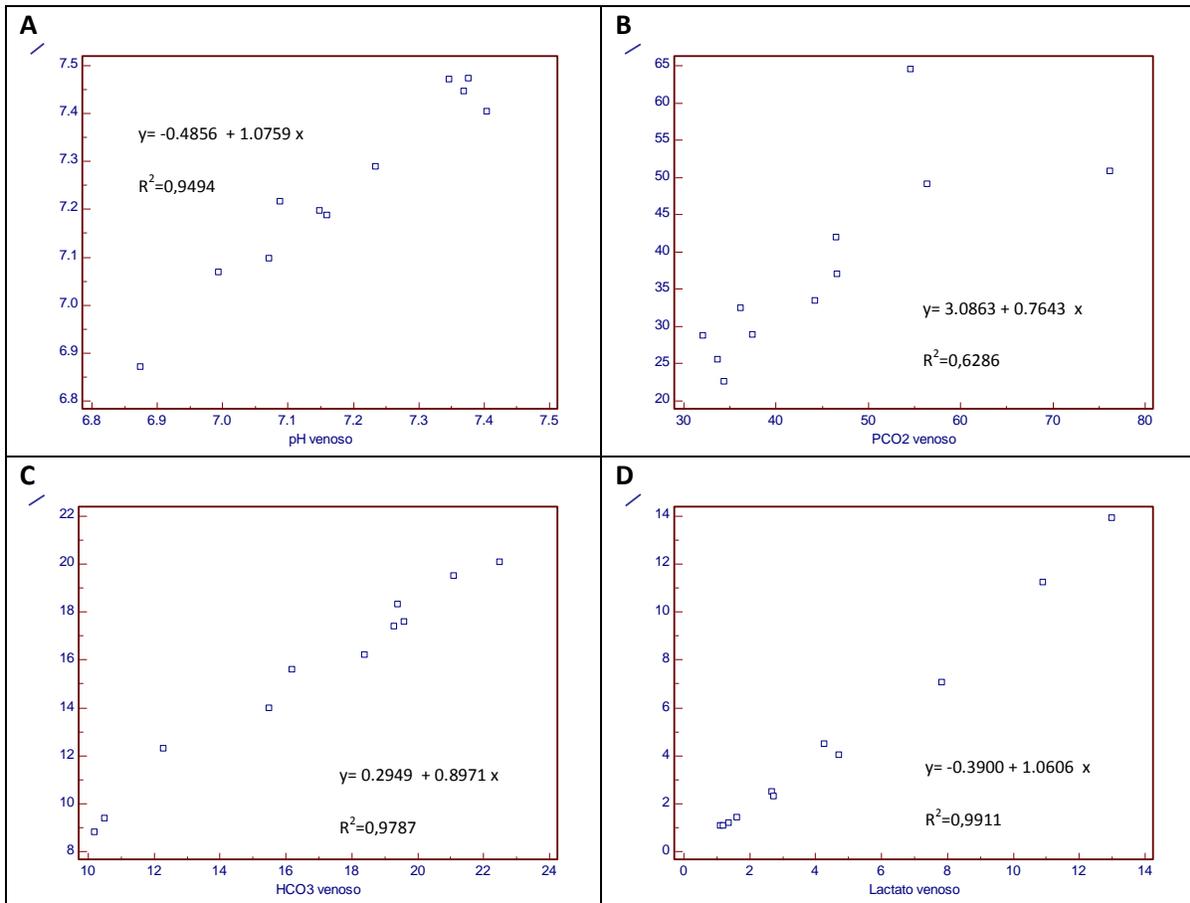


Figura 8. Gráfico de Bland-Altman de la diferencia y la media de los valores arteriales y venosos periféricos de pH (A), PCO₂ (B), HCO₃ (C) y Lactato (D) en pacientes con IRA

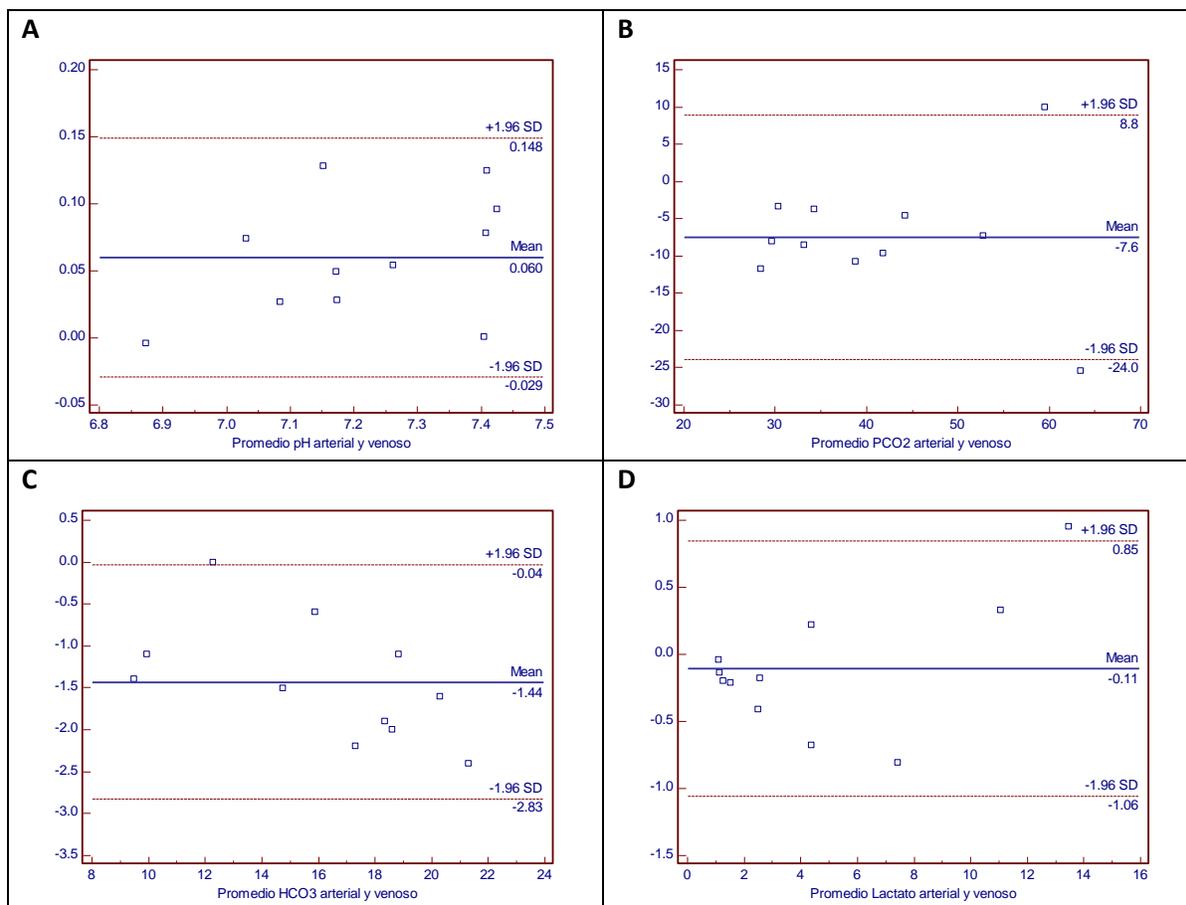


Figura 9. Correlación entre los parámetros pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato de gases venosos periféricos y arteriales en pacientes con soporte ventilatorio

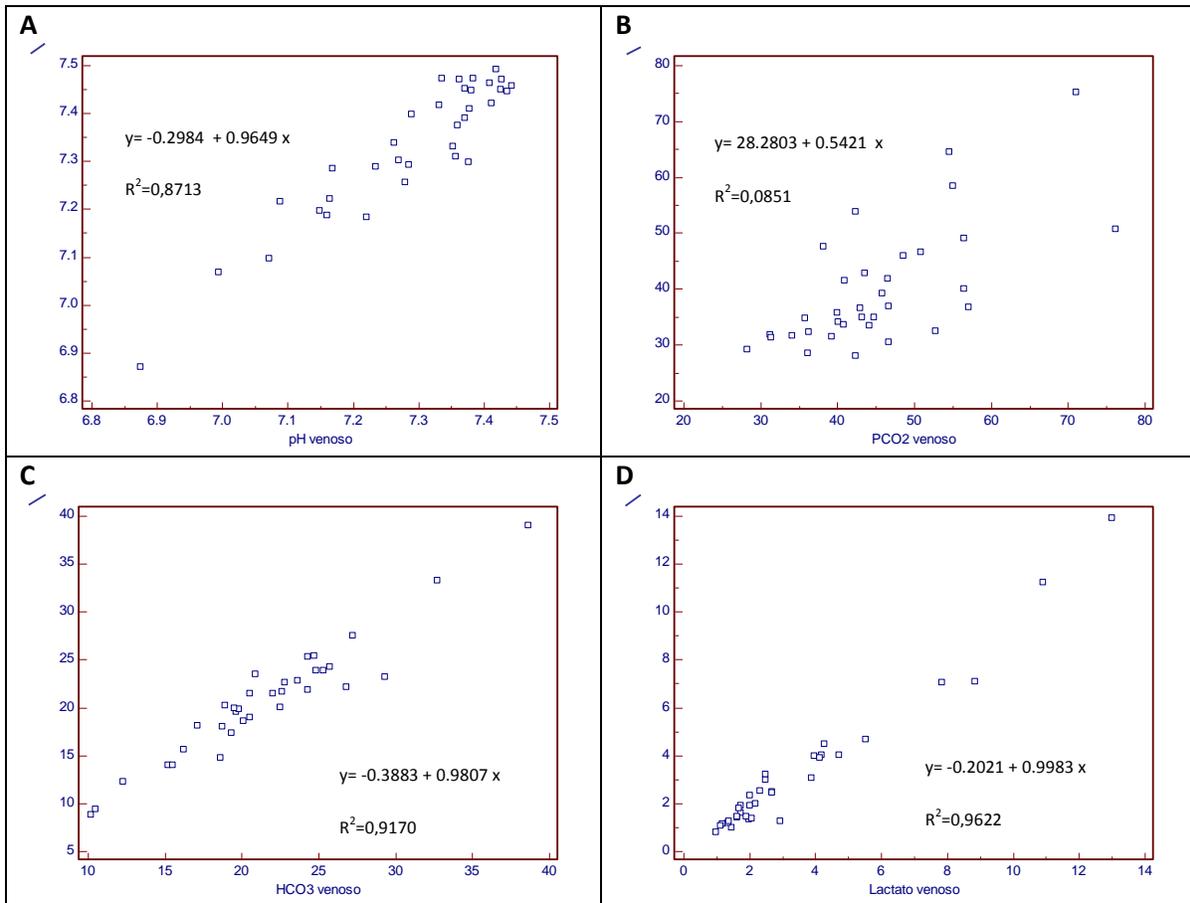


Figura 10. Gráfico de Bland-Altman de la diferencia y la media de los valores arteriales y venosos periféricos de pH (A), PCO₂ (B), HCO₃ (C) y Lactato (D) en pacientes con soporte ventilatorio

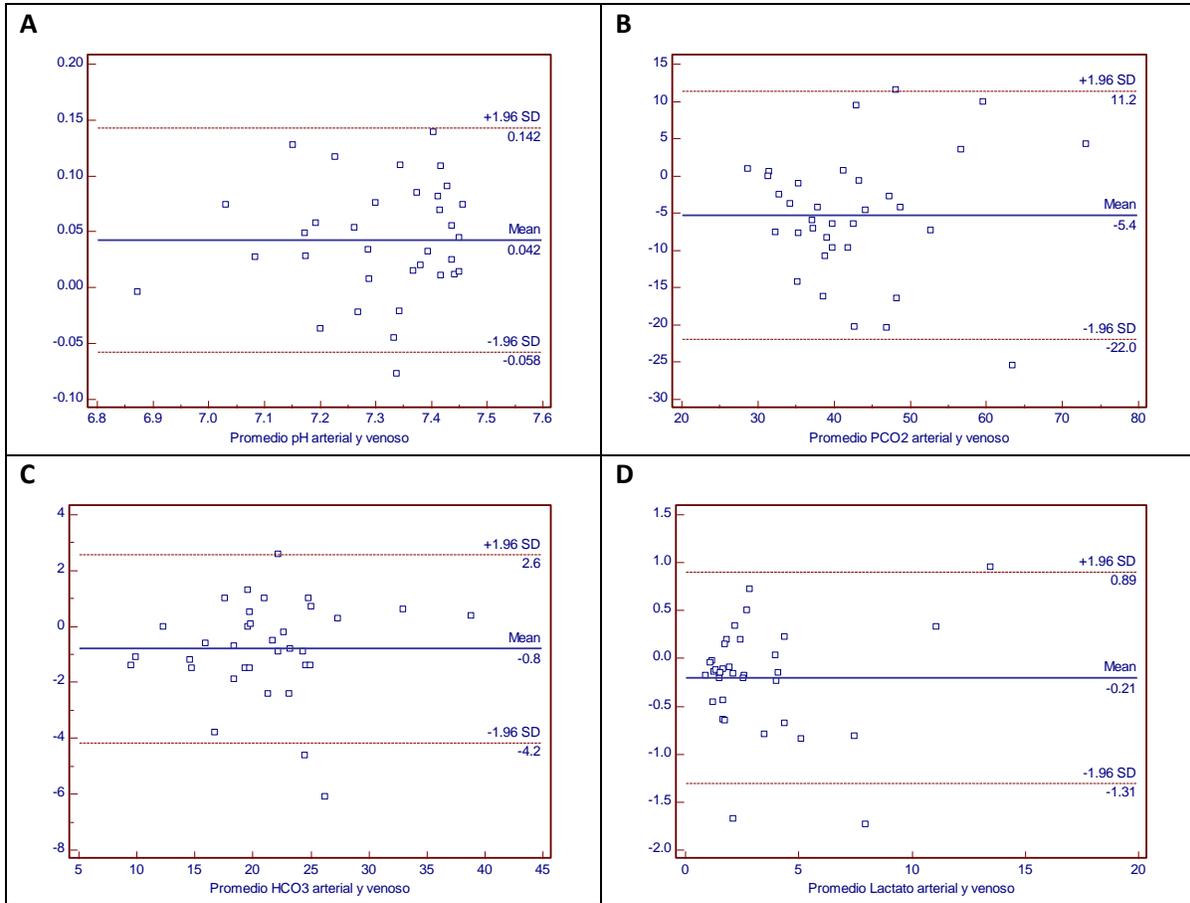


Figura 11. Correlación entre los parámetros pH, PCO₂, HCO₃ y Lactato de gases venosos periféricos y arteriales en pacientes con soporte hemodinámico

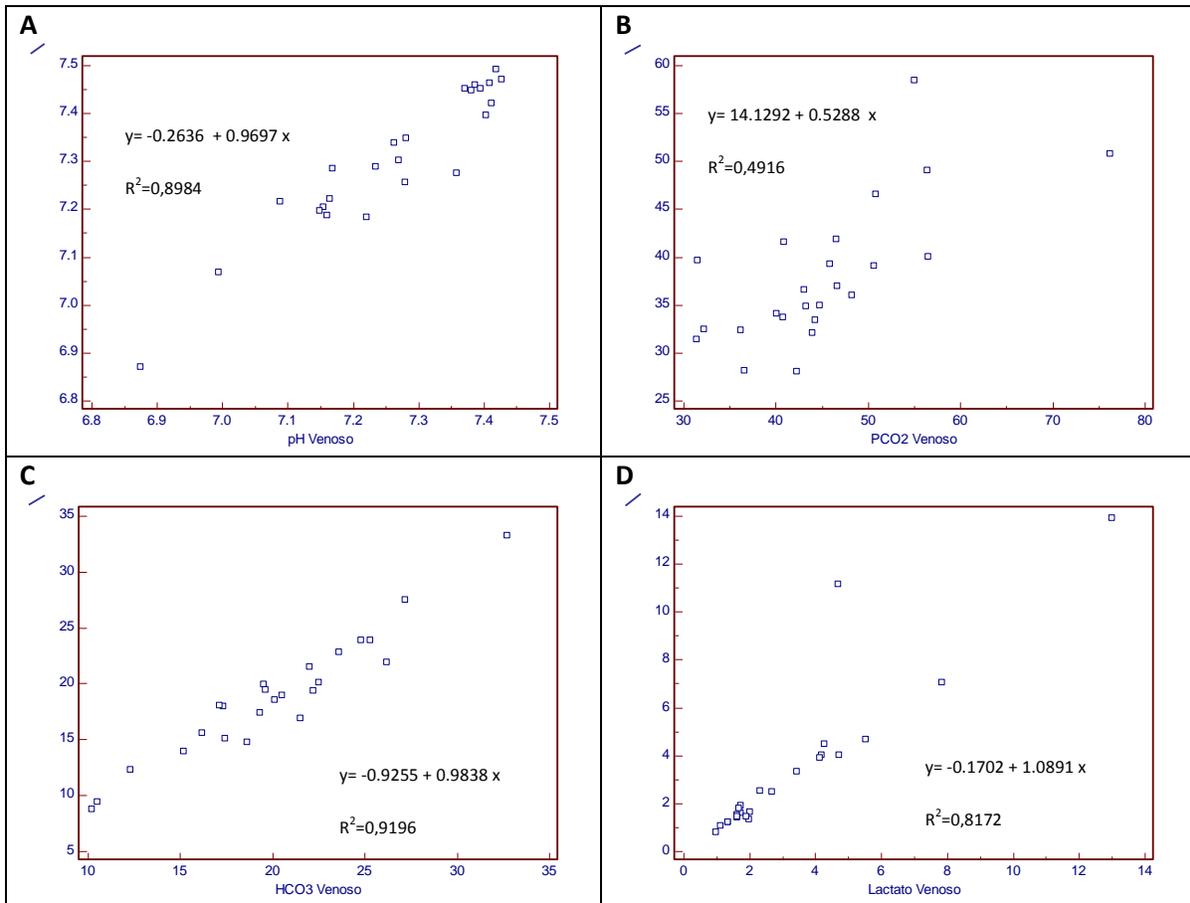


Figura 12. Gráfico de Bland-Altman de la diferencia y la media de los valores arteriales y venosos periféricos de pH (A), PCO₂ (B), HCO₃ (C) y Lactato (D) en pacientes con soporte hemodinámico

