

Comunicación corta

## Alteraciones de electrolitos y gases en sangre en pacientes que ingresaron al servicio de urgencia veterinario

Jorge Luis Gálvez Marquina<sup>1</sup>, Javier Mouly<sup>2</sup>, Eduardo Mortola<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>Alumno de posgrado de la Especialización en Diagnóstico Veterinario de Laboratorio, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP, 60 y 118, La Plata.

<sup>2</sup>Hospital de Pequeños Animales, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP, 60 y 118, La Plata; ejercicio profesional en la Clínica Veterinaria del Sol, 24 n° 1709 La Plata.

<sup>3</sup>Catedra de Inmunología Veterinaria y <sup>4</sup>Director de la Especialización en Diagnóstico Veterinario de Laboratorio, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP, 60 y 118, La Plata.

\*Correo electrónico: mortola@fcv.unlp.edu.ar

(Recibido 23 de enero 2017; aceptado 21 de mayo 2017)

### RESUMEN

*El análisis de gases sanguíneos incluye la determinación de pH y de los gases implicados en el equilibrio ácido/base y proporciona información de utilidad para identificar y caracterizar una alteración de estos parámetros; evaluar su gravedad y guiar en la elección de las medidas terapéuticas. El presente trabajo tiene por finalidad medir los electrolitos y gases en sangre en caninos y felinos que ingresaron al servicio de urgencia y cuidados intensivos de la clínica veterinaria; con la finalidad de realizar un reporte de diferentes patologías clínicas y sus trastornos en los parámetros mencionados. El alcance de este estudio es orientativo, se debe considerar que cada paciente es único y su respuesta varía para compensar su medio interno alterado. Este trabajo permite no solo conocer datos de importancia para implementar una corrección ácido/base, sino también concientizar a los médicos veterinarios sobre la importancia de estas mediciones.*

**Palabras clave:** electrolitos y gases en sangre; caninos; felinos; patologías veterinarias

### ABSTRACT

***Alterations of electrolytes and blood gases in patients admitted to the veterinary emergency unit***  
*The analysis of blood gases includes the determination of pH and the gases involved in the acid/base balance and provides useful information to identify and characterize an alteration of these parameters, assess their severity and guide in the choice of therapeutic measures. The present work aims to measure the electrolytes and blood gases in dogs and cats that arrive at the veterinary emergency and intensive care unit, with the purpose of making a report of different clinical pathologies and their disorders in the mentioned parameters. The purpose of the present study is to be used as guidance for the veterinarian and it should be clear that each patient is unique and its response varies to compensate for its altered internal environment. This work allows not only to know data of importance for the implementation of correction, but also to make veterinarians aware of the importance of these measurements.*

**Key words:** electrolytes and blood gases; canine; feline; veterinary pathologies

El equilibrio ácido/base es un mecanismo homeostático importante para el organismo, y el conocimiento de la fisiología y fisiopatología es esencial para su comprensión<sup>1</sup>. Los desequilibrios de estos parámetros son comunes en la clínica diaria por diversas patologías que alteran los mecanismos homeostáticos<sup>2-4</sup>. Los órganos y tejidos funcionan bajo un pH herméticamente controlado y dependiendo del grado de desviación del pH fuera de este intervalo (acidosis o alcalosis), se activan varias respuestas homeostáticas en un esfuerzo por restaurar el estado de equilibrio (sistemas tampón)<sup>4,5</sup>. Los desequilibrios de estos parámetros puede ser primarios: acidosis metabólica, alcalosis metabólica, acidosis respiratoria y alcalosis respiratoria y mixtos: alteraciones mixtas neutralizante,

alteraciones mixtas aditivas y alteraciones simples; estos trastornos son comunes en la clínica diaria por diversas patologías<sup>5,6</sup>. Desequilibrios importantes pueden causar signos clínicos graves e inclusive la muerte si no se reconocen o si el tratamiento es inadecuado<sup>1,7,8</sup>. La corrección oportuna de las alteraciones de los líquidos, electrolitos y el estado ácido/base provoca en los pacientes un beneficio más inmediato que el establecer un diagnóstico específico, aunque ambos son necesarios<sup>9,10</sup>.

Existen diferentes equipos destinados a la medición de electrolitos y el equilibrio ácido/base, muchos de ellos portátiles. Sin embargo, estos equipos por su elevado costo limitan su empleo rutinario y se reservan para clínicas, instituciones o laboratorios especializados. Ello conlleva a

la finalidad de este trabajo, basado en realizar un reporte de mediciones de electrolitos y gases en sangre venosa en pacientes que ingresaron al servicio de urgencia y cuidados intensivos de la clínica veterinaria, donde la toma y el análisis de la muestra se realizó *en situ*. Este reporte tiene por finalidad brindar un panorama general y orientativo a los clínicos veterinarios sobre las alteraciones de los parámetros mencionados en las patologías tratadas en este estudio, concientizando sobre la importancia de contar con esta información al momento de instaurar la terapia correspondiente.

Se evaluaron 61 muestras de sangre venosa (yugular externa) recogidas de 48 caninos (28 machos y 20 hembras de las cuales 12 estaban castradas), de diferentes razas y cuyas edades estaban comprendidas entre los 6 meses y los 16 años; y 13 felinos (10 machos y 3 hembras de las cuales 2 estaban castradas) de diferentes razas y cuyas edades estaban comprendidas entre 1 y 13 años. Los pacientes ingresaron al servicio de urgencia de la clínica veterinaria entre agosto 2015 y febrero 2016, a los que se le realizó el análisis de gases y electrolitos.

La sangre se recolectó con Comfort Sampler (dispositivo diseñado para gasometría por Opti CCA-TS). El requerimiento mínimo para realizar las mediciones, con el analizador empleado, es de 125 µl de sangre heparinizada, plasma o suero. Las muestras se extrajeron evitando el estasis venoso, ya que favorece el acúmulo de metabolitos ácidos, y fueron trasladadas al laboratorio de la misma clínica en condiciones anaerobias para su inmediato análisis (tiempo menor a 5 minutos) manteniendo las condiciones de temperatura y humedad de laboratorio<sup>7,11</sup>.

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de la Clínica Veterinaria del Sol, ubicado en calle 24 n° 1709 en la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires.

Para las mediciones se empleó el Analizador de Cuidado Crítico OPTI CCA-TS, que procesa automáticamente las muestras. La medición se realiza por fluorescencia óptica para: pH, presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>), presión parcial de dióxido de carbono (PCO<sub>2</sub>), sodio (Na<sup>+</sup>), potasio (K<sup>+</sup>), calcio (Ca<sup>++</sup>), cloro (Cl<sup>-</sup>), y por reflectancia óptica para hemoglobina (Hb) y saturación de hemoglobina con oxígeno (SO<sub>2</sub>). Los valores medios e intervalos de referencia de los parámetros del análisis de gases de sangre en caninos y felinos fueron extraídos de Cerón Madrigal<sup>3</sup> (datos no incluidos).

Para la determinación de los parámetros señalados, la muestra de elección es la sangre arterial. Sin embargo, tanto las muestras arteriales como venosas pueden proporcionar información útil para el estado metabólico del animal<sup>7,8,9</sup>. En el presente trabajo obtuvimos muestras de sangre venosa, corrigiendo para su evaluación el pH, PCO<sub>2</sub> y el HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> mediante el empleo de las siguientes formulas propuestas por Wingfield<sup>12</sup>.

1. pH arterial = 0.329 + (0,961 x pH venoso)
2. PCO<sub>2</sub> arterial = 7,735 + (0,572 x PCO<sub>2</sub> venoso)
3. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> arterial = 0,538 + (0,845 x HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> venoso)

Los resultados fueron volcados en una planilla de cálculo (dato no mostrado) donde se transcribió los datos obtenidos del OPTI CCA-TS y se realizaron los ajustes correspondientes para su evaluación.

**Reporte de caninos:** Del total de caninos evaluados, 22 de ellos (46%) fueron ingresados por Gastroenteritis Hemorrágica (**GEH**); 11 (23%) por Insuficiencia Renal Crónica (**IRC**); 9 (19%) por Dilatación Torsión Vólvulo Gástrica (**DTVG**) y 6 (12%) politraumatizados (**PT**).

**GEH:** EL 59% de los pacientes presentó alteraciones mixtas del equilibrio ácido/base, es decir presentaban un o más criterios que pueden identificar una alteración mixta o donde

la respuesta compensatoria no es la adecuada, se sospecha de una acidosis metabólica con una alcalosis respiratoria que son alteraciones mixtas neutralizantes causadas por vómitos y diarrea (común en parvovirus y acidosis láctica)<sup>3</sup>. Uno de los pacientes presentó una acidosis descompensada (pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y PCO<sub>2</sub> bajos) y otro paciente una acidosis compensada (pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y PCO<sub>2</sub> bajos). Dos de los pacientes presentaron un pH ligeramente bajo y un HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y PCO<sub>2</sub> normal, esto nos sugiere una tendencia a la acidosis, debido a la pérdida de contenido intestinal que ocasiona frecuentemente la pérdida de electrolitos con o sin acidosis<sup>1</sup>. El 13% de los pacientes solo mostró PCO<sub>2</sub> bajo, lo que sugiere hiperventilación (> a 40 respiraciones por minuto)<sup>1,2</sup>.

En cuanto a las alteraciones electrolíticas, el 82% de los pacientes presentaron hipernatremia; mientras que el 50% presentó hipopotasemia; los demás tenían el potasio dentro del rango normal (aunque cerca o por debajo del valor medio de referencia de 4,3 mmol/L) y solo un paciente mostró hiperpotasemia. Todo lo mencionado sugiere que el paciente ingresa con deshidratación por la pérdida de contenido intestinal y vómitos con pérdida de electrolitos y translocación de electrolitos para compensar la pérdida (potasio intracelular pasa al extracelular)<sup>13, 14</sup>.

**IRC:** El 81% de los pacientes presentaron alteraciones mixtas del equilibrio ácido/base, se sospecha de una acidosis metabólica con una alcalosis respiratoria que son alteraciones mixtas neutralizantes, que ocurren en insuficiencia renal y vómitos o en el tratamiento con diuréticos<sup>12</sup>. El 19% restante presentó una acidosis metabólica compensada (pH bajo, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> bajo, PCO<sub>2</sub> bajo), común en IRC<sup>15</sup>.

Con respecto a las alteraciones electrolíticas, el 81% presentó hipernatremia y el 19% restante presentó valores dentro del rango normal pero en el límite superior. Con respecto al potasio, el 54% de los pacientes presentó hipopotasemia clásica, el 36% con niveles de potasio dentro del rango normal. Uno solo de ellos con hiperpotasemia. Esto concuerda con lo citado en la falla renal que aumenta la resorción de Na<sup>+</sup> a cambio de potasio en el túbulo distal y la presencia de desórdenes electrolíticos<sup>5</sup>. Asimismo, los pacientes presentaron hipocalcemia, esto concuerda con lo citado por Bartges y Polzin<sup>15</sup>.

**DTVG:** El 78% de los pacientes presentó el pH dentro de los valores críticos (pH <7,2 y >7,5). El 56% de los pacientes presentó una alteración mixta del equilibrio ácido/base. En los pacientes restantes la situación fue variada entre acidosis metabólica compensada; alcalosis respiratoria compensada, acidosis respiratoria descompensada o sin alteraciones.

Con respecto a las alteraciones electrolíticas, el 89% de los pacientes presentó hipernatremia e hipopotasemia. Esto concuerda con la bibliografía de que DTVG origina cambios circulatorios, congestión mesentérica, disminución volumen minuto, shock y CID lo que hace cambios en el medio interno y agrava el cuadro<sup>1, 14</sup>.

**PT:** El 33% presentó una alteración mixta del equilibrio ácido/base, el otro 33% de los pacientes presentó una acidosis metabólica descompensada (pH bajo, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> bajo, PCO<sub>2</sub> normal). El 17% presentó el PCO<sub>2</sub> bajo lo que es sugestivo de hiperventilación (> a 40 respiraciones por minuto)<sup>1</sup> y el restante 17% no mostró alteraciones aunque sus valores de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y PCO<sub>2</sub> estaban dentro del rango normal de referencia<sup>3</sup>, pero en el límite inferior.

**Reporte de felinos:** Del total de los felinos evaluados, 8 (62%) fueron ingresados por Enfermedad del Tracto Urinario Inferior, abreviado por las siglas **FLUTD** (de las siglas en inglés, Feline Lower Urinary Tract Disease) y 5 (38%) por Insuficiencia Renal Crónica (**IRC**).

**FLUTD:** El 100% de los pacientes reportó una disminución del pH. El 62% presentó acidosis metabólica descompensada (pH bajo,  $\text{HCO}_3^-$  bajo,  $\text{PCO}_2$  normal) y el 25% el pH bajo y el  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{PCO}_2$  dentro de los valores normales de referencia<sup>3</sup>, pero en el límite inferior. El 13% presentó una alteración mixta.

El 87% de los pacientes presentó hiperpotasemia y el 37% de éstos acompañada de hipernatremia. Esto se debe a la fisiopatología de la enfermedad y concuerda con otros reportes<sup>1,3,13</sup>. Un solo el paciente presentó hipopotasemia.

**IRC:** El 100% de los pacientes reportó una disminución del pH y el 80% presentó una acidosis metabólica descompensada (pH bajo,  $\text{HCO}_3^-$  bajo,  $\text{PCO}_2$  normal). Uno de los pacientes presentó una alteración mixta del equilibrio ácido/base, es decir presentaba uno o más criterios que pueden identificar una alteración mixta.

El 100% de los pacientes presentó hipernatremia debido a la falla renal, el 60% reportó una depleción del potasio, esto concuerda con otros trabajos reportados<sup>1,8,15</sup>. Debemos remarcar que en felinos, la respuesta de compensación no está aun totalmente esclarecida y se sostiene que son similares a la de los caninos<sup>3,13</sup>.

Este estudio nos permitió tener un panorama de las alteraciones de gases y electrolitos en sangre para cada paciente, a los cuales agrupamos por diagnóstico de ingreso. Si bien no es estadísticamente representativa, el alcance de este estudio es orientativo y se debe tener claro que cada paciente es individual y su respuesta varía para compensar el medio interno alterado. Si bien los cambios hallados en ciertas patologías, como por ejemplo hipopotasemia en GEH o la hiperpotasemia en FLUTD son los esperados según la bibliografía<sup>1,2,13</sup>, pudimos observar que los pacientes analizados no siempre responden a un resultado esperado, es por ellos que se reafirma la complejidad del medio interno y la comprensión del mismo para una mejor atención al paciente.

El análisis de gases y electrolitos en sangre es una medición compleja, en la que se tiene que tener en cuenta

muchos factores involucrados, propios de cada especie y de la enfermedad de base e incluso factores fisiológicos ajenos a la enfermedad como la edad, estado nutricional, enfermedades secundarias, tratamientos previos, etc. Por ello, conocer la fisiología del equilibrio ácido base y de los electrolíticos es fundamental para el reconocimiento de las alteraciones de los mismos y sobre todo para realizar una corrección oportuna a la luz de la propia historia clínica de cada paciente. Si bien, establecer un diagnóstico es indispensable, la corrección de los estados ácido/base e hidroelectrolítico trae un beneficio inmediato al paciente, mientras se arriba al diagnóstico definitivo de la patología.

Para la evaluación de la función respiratoria las muestras arteriales son de elección, ya que la sangre venosa está influenciada por el metabolismo celular que produce  $\text{CO}_2$  y consume  $\text{O}_2$ . Pero la muestra venosa puede proporcionar información útil del estado metabólico del animal y la evaluación del componente respiratorio, si se corrige apropiadamente<sup>12</sup>.

Se recomienda que la muestra sea analizada lo más pronto posible (menor a 15 minutos) y ser tratada en forma anaerobia eliminando burbujas de aire si las hubiese ya que pueden aumentar en  $\text{PO}_2$  y disminuir el  $\text{PCO}_2$ , en caso de retraso en el análisis se debe seguir manteniendo en anaerobiosis y conservarla a una temperatura de 4°C por un máximo de 2 horas para evitar alteraciones que pueden hacer variar los resultados (consumo de oxígeno, aumento de  $\text{CO}_2$ , Ácido láctico y disminución de la glucosa).

Concientizar a los médicos veterinarios que el empleo de un analizador de gases y electrolíticos es una realidad cada vez más necesaria en la clínica, ya que con el avènement de nuevos equipos tecnológicos, se podrá incluir estas mediciones de rutina y así mejorar la calidad de atención y servicio a nuestros pacientes.

#### Conflictos de interés

Ninguno para declarar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Nelson R, & Couto C. Small Animal Internal Medicine. 4<sup>ta</sup> edición. Editorial Elsevier S.L. España, 2014.
- Meyer D, Harvey J. El Laboratorio en Medicina Veterinaria, Interpretación y Diagnóstico. 2<sup>da</sup> edición. Editorial Intermedica. Buenos Aires. Argentina, 2000.
- Cerón Madrigal JJ. Análisis Clínicos en Pequeños Animales. Editorial Intermedica. Buenos Aires. Argentina, 2013.
- Carrillo ER. Clínica de Líquidos y electrolíticos En Clínicas Mexicanas de Anestesiología. Editorial Alfil. México D.F., Vol. 9. 2008.
- Ceballos Guerrero M, de la Cal Ramírez M, Dueñas Jurado J, Fernández-Cañada Sánchez JM, Muñoz Guillen N, Parias Ángel MN, López de Briñas EP. Manejo agudo de los trastornos electrolíticos y del equilibrio ácido base. 2<sup>da</sup> edición. Editorial Digital Asus, Madrid, 2016.
- Villiers E, Blackwood L. BSAVA Manual of Canine and Feline Clinical Pathology. 2<sup>da</sup> edición. Editorial BSAVA. Inglaterra, 2005.
- Repetto H. Curso de medio interno "De la clínica a la fisiopatología". Facultad de Medicina Universidad de Buenos Aires, 2009.
- Willard M, Tvedten H. Diagnóstico Clinicopatológico Práctico en los Pequeños Animales. 4<sup>ta</sup> edición. Editorial Intermedica. Buenos Aires, 2004.
- Josipa Kules J, Brkljacic M, Crnogaj M, Potocnjak D, Grden D, Torti M, Matijatko V, Mrljak V, Barić Rafaj R. Arterial blood acid-base and electrolyte values in dogs: conventional and "strong ion" approach. Veterinarski Arhiv. 2015, 85 (5), 533-545.
- González Gómez JM, Milano Manso G. Trastornos hidroelectrolíticos. Equilibrio ácido base en pediatría. An Pediatr Contin. 2014; 12(6):300-311.
- OptiMedical. Manual de Operación Optical CCA - TTS. 2011.
- Wingfield, WE. Secretos de la Medicina de Urgencias en Veterinaria. 1<sup>ra</sup> edición. Editorial McGraw-Hill, USA, 1999.
- DiBartola SP. Fluidoterapia, Electrolitos y Desequilibrio Acido-Base en pequeños animales. 3<sup>ra</sup> edición. Editorial Multimedia Ediciones Veterinarias, España, 2008.
- Dhupa N, Proulx J. Hypocalcemia and hypomagnesemia. Vet Clin North Am Small Anim Pract 1998; 28(3):587-608.
- Bartges J, Polzin D. Nefrología y urología de pequeños animales. Editorial Intermedica. Buenos Aires. Argentina, 2013.