

Estandarización de parámetros de hematocrito, hemoglobina, pH, lactato, electrolitos y gases en sangre venosa de caninos normales con el equipo *epoc*[®] *BloodAnalysis*.

Sergio A Salas¹, MV MSc; Hernán D Carvajal ², Bacteriólogo, cMSc , Maria Adelaida Duque Panesso¹, Est. MVZ; Brandon Serna Hurtado¹, Est. MVZ

¹ Grupo de investigación INCA-CES, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad CES, Calle 10 A # 22- 04, Tel. 4440555, Medellín, Colombia, ² Grupo de investigación Instituto Colombiano de Medicina Tropical (ICMT)

Resumen

Este estudio se realizó con el propósito de estandarizar los parámetros de referencia para el sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio ionizado (Ca^{++}), bicarbonato (HCO_3^-), pH, lactato (Lac), glucosa (Glu), hematocrito (Hto), hemoglobina (Hgb), presión parcial de dióxido de carbono (pCO_2), dióxido de carbono total (TCO_2), presión parcial de oxígeno (pO_2), exceso de bases actual (BE(b)), exceso de bases del fluido extracelular (BE(ecf)) y saturación de oxígeno (sO_2), en sangre venosa de pacientes caninos normales; utilizando el equipo *epoc*[®] *BloodAnalysis*. Para las condiciones del Valle de Aburra con una altura promedio de 1.538 msnm. Para ello, se tuvieron en cuenta 32 caninos en los cuales se tomaron muestras de sangre venosa en la vena cefálica. Se encontró coherencia en los parámetros de Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Glu, Hct, Hgb, pH, HCO_3^- , Lac, BE(b), BE(ecf) al análisis con el equipo *epoc*[®] *BloodAnalysis*, sin embargo se sugiere que el análisis de gases es más adecuado en sangre arterial.

Palabras claves: gases sanguíneos, electrolitos, químicas sanguíneas, caninos, Equipos de análisis en punto de atención.

Abstract

This study was carried out with the objective of standardizing the reference parameters for sodium (Na^+), potassium (K^+), ionized calcium (Ca^{++}), bicarbonate (HCO_3^-), pH, lactate (Lac), glucose (Glu), hematocrit (Hct), hemoglobin (Hgb), partial pressure of carbon dioxide (pCO_2), total carbon dioxide (TCO_2), partial pressure of oxygen (pO_2), excess of current bases (BE(b)), excess of extracellular fluid bases (BE(ecf)) and saturation of oxygen (sO_2), in venous blood of normal canine patients, using the *epoc® BloodAnalysis* equipment.

The study was held in *Valle de Aburrá* [Aburrá Valley, metropolitan area of Medellín], a place with an average altitude of 1538 meters above sea level.

For the study, 32 canines were taken into account from which venous blood samples were taken in the cephalic vein. Analyzing these samples with the *epoc® BloodAnalysis* equipment, a coherence was found in the parameters of Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Glu, Hct, Hgb, pH, HCO_3^- , Lac, BE(b) and BE(ecf). However, it is suggested that the analysis of gases is more adequate in arterial blood.

Key words: blood gases, electrolytes, blood chemistries, canines, analysis equipment at the point of care.

Introducción

Actualmente se encuentra disponible para el uso en pequeñas especies animales equipos de análisis en el punto de atención que permiten establecer rápidamente algunos parámetros como Na^+ , K^+ , Ca^{++} , HCO_3^- , pH, Lac, Glu, Hct, Hgb, pCO_2 , TCO_2 , pO_2 , BE(b), BE(ecf) y sO_2 . En el laboratorio del Instituto Colombiano de Medicina Tropical Antonio Roldán Betancur que presta servicio al centro de medicina veterinaria y zootecnia de la universidad CES se cuenta con el equipo *epoc® BloodAnalysis*; sin embargo no se poseen valores de referencia para la especie canina con este dispositivo, y los reportados para la especie presentan divergencia. Se ha descrito además diferencias en los parámetros referidos según

se realice el análisis con equipos convencionales de laboratorio o con los usados en el punto de atención. Lo anterior justifica tratar de estandarizar los parámetros normales de referencia para el equipo de uso frecuente en el centro de asistencia.

Materiales y métodos

Aval del comité de ética para la experimentación animal

El comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales (CICUA) de la Universidad CES, aprobó la ejecución del proyecto: *Estandarización de parámetros de hematocrito, hemoglobina, pH, lactato, electrolitos y gases en sangre venosa de caninos normales con el equipo epoc® BloodAnalysis*. Identificado con el código de proyecto No. 40. Mediante el acta N° 9 del 2 de diciembre de 2014.

Tipo de estudio

Descriptivo, transversal, prospectivo

Pacientes

Los pacientes que ingresaron al estudio eran caninos al servicio de la policía nacional, de la escuela de Carabineros Carlos Holguín, en la ciudad de Medellín Colombia. Se incluyeron 32 pacientes, 20 Machos y 12 hembras de las razas Pastor Alemán (11), Pastor Belga (9), Labrador (4), Golden retriever (3), Weimaraner (2), Pastor Collie (1), Boxer (1), Pointer (1). Con edades entre 10 y 150 meses. Clínicamente sanos al momento de la evaluación. Los representantes de la institución aceptaron la participación en el estudio mediante consentimiento informado y firmado.

Métodos

Se realizó un examen clínico general, se tomó muestra de sangre venosa por venopunción de la vena cefálica con jeringa heparinizada con litio. La muestra se depositó en la tarjeta EPOC BGEM hasta llenar el dispositivo de recibo de la muestra de sangre para el análisis automático de las siguientes variables: Na⁺, K⁺,

Ca⁺⁺, HCO₃⁻, pH, Lac, Glu, Hct, Hgb, pCO₂, TCO₂, pO₂, BE(b), BE(ecf), y sO₂, con el equipo epoc® BloodAnalysis.

Análisis estadístico

La información obtenida fue consignada en *Excel (Microsoft Office ©)*. Se le realizó estadística descriptiva para todas las variables y se verificó curtosis y sesgo para evaluar normalidad de los datos. Para la comparación de los grupos etarios (3) se realizó análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza del 95% para cada una de las variables. El análisis de datos se realizó con el software Stata®.

Resultados

Los pacientes del presente estudio fueron caninos de diferentes razas con una edad promedio de 62,06 meses ± 39,35. Discriminados por grupos etarios de la siguiente manera grupo 1: menores de 12 meses (jóvenes, n 1), grupo 2: de 13 a 84 meses (adultos, n 21), grupo 3: de 85 o más (seniles, n 10)

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de análisis con equipo epoc® BloodAnalysis, de sangre venoso de la vena cefálica en caninos sanos

Parámetro	n	Media	DS	Mínimo	Máximo	Valor de Referencia
Na ⁺ (mmol/l)	32	147,344	1,537	145,000	151,000	145 - 154 ¹ , 140 - 153 ² , 147 (mEq/L) ³ , 140 - 150 ⁴
K ⁺ (mmol/l)	32	4,384	0,281	3,800	4,800	3.4 - 5.4 ¹ , 3.5 - 5.5 ⁵ , 3.6 - 4.6 ²
Ca ⁺⁺ (mg/dl)	32	1,379	0,032	1,330	1,470	1.1-1.5 ¹ , 1.25 - 1.45 ⁶ (5.0 -5.8 mg/dl) ⁶ , 1.2 - 1.5 ⁷
Glu (mg/dl)	32	96,156	8,762	82,000	120,000	70 a 110 ⁵ , 75 a 120 ⁸
Lac (mmol/L)	31*	2,047	0,656	1,200	3,55	<2.0 (meq/L) ^{1,9} , 0.6 a 2.4 ² , 0.22 a

Parámetro	n	Media	DS	Mínimo	Máximo	Valor de Referencia
						1.44 ⁵ , 0.3 – 2.5 ¹⁰ , 0.7 – 2,8 ⁸
Hct (%)	32	49,625	4,062	41,000	58,000	37.0 – 55.0 ^{2,11} , 59,3 ⁵ , 46.1 ± 2,8 ¹²
Hgb (g/dL)	32	16,897	1,381	13,800	19,700	14.1 - 20 ⁵ , 18.2 ± 1.6 ¹² , 12.0 – 18.0 ¹¹
BE(b) (mmol/L)	32	-1,566	1,584	-5,000	1,500	-1.2 ± 1.1(meq/L) ¹ , -4 a + 4 ^{2,13} , -0.42 ± 4.55 (vena femoral) ¹⁴ , -6,9 a 1,9 ¹⁵
BE (ecf) (mmol/L)	32	-1,969	2,144	-6,800	1,600	-4 a 1 ¹ , -5 a +5 ¹¹ , -4 a +4 ¹⁶
pH(T)	32	7,367	0,030	7,308	7,418	7.360 ± 0.022 ⁹ , 7.33 – 7.42 ¹ , 7.36 – 7.43 ² , 7.35 (7.35-7.45) ¹⁷ , 7.34 – 7.46 ^{5,11} , 7.397 ³ , 7.40 ± 0.03 ¹²
cHCO ₃ ⁻ (mmol/L)	32	22,919	2,296	17,600	26,700	23.0 ± 1.4 (meq/L) ⁹ , 20 – 24 ¹ , 18 - 25 ² , 25 ¹¹ , 24-28 ¹⁷ , 20 – 29 (meq/L) ⁵ , 22.5(mEq/L) ³ , 19 -23 ¹⁸
P _{CO2} (T) (mmHg)	32	40,819	5,618	29,500	52,400	43.0 ± 3.2 ⁹ , 36 - 44 ¹ , 33 - 52 ² , 45 ¹⁷ , 32 - 49 ^{5,11} , 37.4 ³
P _{O2} (T) (mmHg)	32	43,944	9,117	23,700	64,800	58.4 ± 8.8 ⁹ , 40 ¹⁷ , > a 40 ⁵ , 24 - 48 ⁵ , 29 - 42 ¹¹ , 52.1 ± 8.7 ¹² , 40 - 60 ¹¹
TCO ₂ (mmol/l)	32	24,081	2,458	18,400	28,200	24.1 ± 1.4 (meq/L) ⁹ , 21 - 31(meq/L) ^{5,11}
SO ₂ (%)	32	70,528	12,462	34,000	88,200	62.0 ± 20.44 (vena femoral) ¹⁴ , 75 (sangre venosa mixta) ¹⁹ , 77.0 ± 11.3 ¹²

Na⁺ Sodio, K⁺ Potasio, Ca⁺⁺ Calcio ionizado, Glu Glucosa, Lac Lactato, Hct Hematocrito, Hgb Concentración de hemoglobina, BE (b) Exceso de Bases actual, BE (ecf) Exceso de Bases fluido extracelular, pH (T) pH corregido por temperatura, HCO₃⁻ Bicarbonato, pO₂(T) Presión parcial de oxígeno corregido por temperatura, pCO₂(T) Presión parcial de dióxido de carbono corregido por temperatura. TCO₂ dióxido de carbono total, SO₂ Saturación de oxígeno. *Se suprimió un dato por valores atípicos asociados al muestreo

Discusión

No se encontraron diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95% entre los grupos etarios para los parámetros evaluados. Aunque para el Ca^{++} se ha descrito que los caninos con edades inferiores a 12 meses (grupo etario 1) pueden presentar valores de Ca^{++} superiores a los de animales adultos hasta en 0,1 mmol/l⁵, en el presente estudio no se encontró esta condición por el poco número de pacientes en este grupo etario.

Lactato:

Para el lactato se encontró una media de 2,047(mmol/L) con una desviación estándar de 0,656. Se ha descrito como límite superior normal en condiciones de reposo una concentración de 2,5 mmol/l¹⁰; valores de 3 a 5 mmol/L representan un incremento medio, de 5 a 8mmol un incremento moderado y mayores a 8 un incremento severo⁹. La estasis venosa (por ejemplo por compresión venosa prolongada), el forcejeo durante la venopunción, la alimentación reciente⁵ y el aumento en la actividad muscular⁸ pueden producir un incremento significativo de los niveles de lactato en sangre, además las muestras obtenidas de las venas cefálicas tienden a presentar valores algo más elevados que las obtenidas de las venas yugulares^{5,8}. En los caninos, se considera como acidosis láctica cuando la concentración plasmática de lactato es superior a 5 mmol/l²⁰.

Glucosa

La media encontrada fue de 96,156 mg/dl con una desviación estándar de 8,762. En un canino se encontró un valor de 120 mg/dl esto puede estar asociado a la ingesta de alimentos ricos en mono y disacáridos que puede producir una hiperglicemia leve (<180mg/ml) hasta dos horas posteriores a la ingesta²¹. La hiperglicemia entre 130 y 180 mg/dl no produce signos clínicos y a menudo es un hallazgo inesperado⁵. Además no se descarta que las condiciones de estrés como las causadas en la toma de la muestra puedan provocar un incremento en los

niveles circulantes de cortisol y catecolaminas, lo que se traduce en un aumento de la glicemia²².

En los parámetros de Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Glu, Hct, Hgb, pH, HCO_3^- , se encontró coherencia con los rangos de referencia reportados para sangre venosa. Sin embargo para el epoc® BloodAnalysis se reportó en un estudio clínico que el Na^+ , mostró un sesgo clínicamente significativa de aproximadamente + 4 mmol / L, en comparación con los de los métodos de laboratorio central²³; lo anterior podría resultar en una falla en la identificación en pacientes con hiponatremia o sobre diagnosticar una hipernatremia²³. Para los gases ($\text{pCO}_2(\text{T})$, SO_2 , TCO_2 , pO_2) se encuentra una gran diversidad de referentes en sangre venosa. Se recomienda la sangre arterial para el análisis de los gases debido a que el grado de saturación de oxígeno de la hemoglobina y la entrega de oxígeno afectan el metabolismo y equilibrio ácido básico¹³. Estos parámetros pueden variar de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar. Lo adecuado para el análisis de gases sería la valoración en sangre arterial para las condiciones específicas medio ambientales del sitio de análisis de la muestra.

Base exceso (BE)

Es una aproximación a la cuantificación de la acidosis o alcalosis metabólica, definida como la cantidad de ácido fuerte o base fuerte en mmol/L, que debe ser adicionada a una muestra de sangre *in vitro* para llevar el pH a 7,4 a 37°C, mientras que la PCO_2 sea 40 mmHg^{9,13,24}. Los valores positivos indican un exceso de bases “metabólicas” y los negativos un exceso de ácidos “metabólicos”⁹. Este cálculo es muy preciso *in vitro*, pero impreciso cuando se aplica *in vivo*, puesto que el BE se altera según los cambios en la PCO_2 ²⁴. El EB también se expresa como BE-b y corresponde al exceso de bases sin corrección según la hemoglobina, la albumina y los fosfatos. El cálculo de BE se modificó y se incluyó para su análisis el efecto de la hemoglobina sobre el CO_2 . A esta modificación se denomina exceso de bases estandarizado (EBe o SBE por sus siglas en inglés)^{13,24}, posteriormente se modificó el cálculo incluyendo las concentraciones

de albumina y fosfatos para obtener finalmente el exceso de base corregida EBc, expresado también como BE (ecf) (Base Excess of extracelular fluid por sus siglas en inglés)²⁴. En la práctica clínica deben tenerse en cuenta los valores corregidos (EBc, BE(ecf)), sobre los no corregidos (BE, BE-b), ya que los corregidos incluyen correcciones in vivo de los factores de hemoglobina, albúmina y fosfatos²⁴. La media y desviación estándar para BE (ecf) encontradas en este estudio se encuentran dentro de los referentes reportados para caninos en sangre venosa (Tabla 1).

Conclusión

En los parámetros de Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Glu, Hct, Hgb, pH, HCO₃⁻, Lac, BE(b), BE(ecf) se encontró coherencia con los rangos de referencia reportados para sangre venosa. Debe prestarse sin embargo atención al Na⁺ pues existe un reporte que indica que para el epoc® BloodAnalysis se encontró sesgo clínicamente significativa de aproximadamente + 4 mmol / L, en comparación con los de los métodos de laboratorio central²³. Para los gases se recomienda el análisis en sangre arterial debido a que el grado de saturación de oxígeno de la hemoglobina y que la entrega de oxígeno afectan el metabolismo y equilibrio ácido básico, siendo estos más fluctuantes en sangre venosa lo que se corresponde con un amplio margen de referentes dificultando su análisis.

Las ventajas del uso epoc® BloodAnalysis incluyen un rápido procesamiento de las muestras, con un poco volumen de muestra y fácil manejo del dispositivo, proporcionando información en corto tiempo valiosa para la toma de decisiones rápidas y adecuadas sobre el paciente.

Agradecimientos

Policía de Nacional de Colombia, Escuela de Carabineros Carlos Holguín Mallarino. Medellín - Colombia

Referencias bibliográficas

1. Hopper K, Epstein SE. Incidence, nature, and etiology of metabolic acidosis in dogs and cats. *J Vet Intern Med.* octubre de 2012;26(5):1107-14.
2. Boag AK, Coe RJ, Martinez TA, Hughes D. Acid-base and electrolyte abnormalities in dogs with gastrointestinal foreign bodies. *J Vet Intern Med.* diciembre de 2005;19(6):816-21.
3. Bateman SW. Making sense of blood gas results. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* mayo de 2008;38(3):543-57, x.
4. de Morais HA, DiBartola SP. Hyponatremia: a quick reference. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* mayo de 2008;38(3):491-5, ix.
5. Willard MD, Tvedten H. Diagnóstico clinicopatológico práctico en los animales pequeños. Buenos Aires: Inter-Médica; 2004.
6. Schenck PA, Chew DJ. Calcium: total or ionized? *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* mayo de 2008;38(3):497-502, ix.
7. Schenck PA, Chew DJ. Hypercalcemia: a quick reference. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* mayo de 2008;38(3):449-53, viii.
8. Allen SE, Holm JL. Lactate: physiology and clinical utility. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care.* abril de 2008;18(2):123-32.
9. DiBartola SP. Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice. 4th ed. St. Louis, Mo: Saunders/Elsevier; 2012. 744 p.
10. Holahan ML, Brown AJ, Drobatz KJ. The association of blood lactate concentration with outcome in dogs with idiopathic immune-mediated hemolytic anemia: 173 cases (2003-2006). *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio).* agosto de 2010;20(4):413-20.
11. Kirk RW, Bistner SI, Ford RB, Raffe MR. Manual de terapéutica y procedimientos de urgencia en pequeñas especies. México [etc.]: McGraw-Hill Interamericana; 2002.
12. Zaldivar-Lopez S, Chisnell HK, Couto CG, Westendorf-Stingle N, Marin LM, Iazbik MC, et al. Blood gas analysis and cooximetry in retired racing Greyhounds. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio).* febrero de 2011;21(1):24-8.
13. Bailey JE, Pablo LS. Practical approach to acid-base disorders. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* mayo de 1998;28(3):645-62.

14. Son KH, Lim CH, Song EJ, Sun K, Son HS, Lee SH. Inter-species hemorheologic differences in arterial and venous blood. *Clin Hemorheol Microcirc.* 2010;44(1):27-33.
15. Wagner J, Rieker T, Siegling-Vlitakis C. Blood gas analysis in dogs in veterinary practice. A review: *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere / Heimtiere.* 3 de agosto de 2015;43(4):260-72.
16. Irizarry R, Reiss A. Arterial and venous blood gases: indications, interpretations, and clinical applications. *Compend Contin Educ Vet.* octubre de 2009;31(10):E1-7; quiz E7.
17. Dugdale A. *Veterinary anaesthesia: principles to practice.* Chichester, West Sussex: Blackwell Pub; 2010. 392 p.
18. Foy D, de Morais HA. Metabolic alkalosis: a quick reference. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* mayo de 2008;38(3):435-8, vii.
19. Cunningham JG, Klein BG. *Fisiología veterinaria.* Barcelona: Elsevier; 2009.
20. de Morais HA, Bach JF, DiBartola SP. Metabolic Acid-Base Disorders in the Critical Care Unit. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice.* mayo de 2008;38(3):559-74.
21. Lovero Díaz L, Ríos P C, Crossley C J. DIABETES MELLITUS EN PERROS: TECNICAS DE DIAGNOSTICO [Internet]. *Monografías Med. Vet;* 2002 [citado 30 de octubre de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/viewFile/1029/910>
22. Feldman EC, Nelson RW, Rivera Muñoz B, Pérez Tamayo AM, Férrer de la Torre G. *Endocrinología y reproducción: en perros y gatos.* México: McGraw-Hill; 2000.
23. Leung EKY, Sheu FYB, Lee CC, Gay T, Ourada S, Yeo K-TJ. Clinical Evaluation of the Enterprise Point of Care for Blood Gas Electrolytes and Metabolites: Point of Care: *The Journal of Near-Patient Testing & Technology.* septiembre de 2013;12(3):127-33.
24. Andrea Betancur Franco. *COMPARACIÓN DE TRES METODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS TRASTORNOS ACIDO-BASE EN POBLACIÓN PEDIATRICA QUE REQUIERE CUIDADO INTENSIVO.* Universidad Nacional de Colombia; 2010.