

DETERMINACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL DE OXÍGENO (PaO₂) EN CANINOS CLÍNICAMENTE SANOS DIVIDIDOS EN TRES GRUPOS ETARIOS

DETERMINATION AND COMPARISON OF BLOOD PRESSURE OF OXYGEN (PaO₂) IN HEALTHY DOGS DIVIDED INTO THREE AGE GROUPS

Araos, Joaquín.¹MV, Román, Mario² MV, Meneses, Fabián³ MV.

Resumen

Objetivos: Evaluación de la posible disminución fisiológica de la presión parcial de oxígeno arterial (PaO₂) en perros sanos divididos en 3 grupos etarios (cachorros, adultos y seniles) y comparar los resultados con lo descrito para la especie humana.

Materiales y Método: Se estudiaron 44 perros clínicamente sanos, de diferentes razas, presentados para examen clínico general en clínicas privadas de la ciudad de Santiago, bajo consentimiento de los dueños. Se obtuvo una muestra de sangre arterial de cada animal (obtenido desde arteria metatarsiana dorsal o femoral), en animales conscientes, mediante la sujeción de estos, previa limpieza de la zona. Las muestras fueron recolectadas de forma aséptica y anaeróbica, mantenidas en un recipiente con hielo y analizadas antes de 30 minutos luego de su extracción.

Resultados: Para el grupo cachorros se obtuvo una media de de PaO₂ de 87.37 mmHg; para el grupo adultos de 83.62 mmHg y para el grupo seniles de 86.11 mmHg. No se observó una disminución lineal de la media. Se observó una superposición de rangos de valores entre los intervalos calculados para cada grupo llegando a estar contenidos los grupos cachorros y adultos dentro del grupo seniles. Los valores de dióxido de carbono (CO₂), pH y saturación de oxígeno arterial (SaO₂) de cada individuo estuvieron en los rangos normales para la especie. El análisis de varianza determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre grupos etarios.

Palabras claves: PaO₂, gases arteriales, respiración, envejecimiento.

INTRODUCCIÓN

LA PRESIÓN ARTERIAL DE OXÍGENO o PaO₂, corresponde a la presión ejercida por este gas en el plasma y determina la saturación porcentual de la hemoglobina por el oxígeno. No representa la cantidad de oxígeno en la sangre (la cual es representada por el valor de la concentración de oxígeno) sino la presión ejercida por el oxígeno

disuelto en el plasma. Los valores normales en el canino sano van desde los 80 hasta los 110 mmHg¹. La determinación de los gases arteriales es de gran importancia para la evaluación de enfermedades respiratorias y metabólicas graves que pueden comprometer la vida del paciente canino. En este tipo de patologías, la toma de decisiones

¹. Residente Anestesiología, Departamento de Estudios Clínicos, Universidad de Pensilvania, EEUU

². Facultad de Ciencias Silvoagropecuarias, Universidad Mayor, Director Animal Clinic, Santiago, Chile.

³. Hospital Veterinario de Santiago, Diplomado de Medicina de pequeños animales, Universidad de Chile

terapéuticas y de seguimiento clínico del paciente se hace compleja sin el valor entregado por los gases sanguíneos². Durante el período perioperatorio, la evaluación del intercambio gaseoso por medio de la información entregada por los gases arteriales es también de gran importancia.

ANTECEDENTES

La PaO₂ en humanos clínicamente sanos disminuye de manera fisiológica a medida que la edad aumenta. Esto se debe principalmente a factores como alteraciones en las propiedades elásticas del pulmón, tales como disminución en el retroceso elástico del pulmón, disminución de la compliance (capacidad de distensibilidad) de la pared torácica y una disminución en la fuerza de los músculos respiratorios³. Los mayores determinantes en la disminución de la fuerza muscular relacionada con el envejecimiento comprenden una masa muscular reducida, un número de fibras musculares disminuido, alteraciones en las uniones neuromusculares y pérdida de motoneuronas periféricas⁴. También se describen disminuciones en la respuesta a la hipoxia e hipercapnia y un aumento de la resistencia de las vías aéreas asociadas a un aumento de la elastancia⁵, alteraciones en la relación ventilación/perfusión (trastorno V/Q) y cambios en la membrana alvéolo capilar que van generando una disminución progresiva pero fisiológica de la presión parcial de oxígeno arterial³. Gracias al conocimiento de esta variación, en humanos se ha formulado un factor de corrección que permite al médico valorar la PaO₂ de los adultos mayores y ancianos de forma diferente e individual para cada persona, y no caer en sesgos interpretativos, lo que convierte a este factor de corrección en una herramienta muy importante para evaluar diferencialmente, a un anciano sano de otro con una alguna patología respiratoria de importancia clínica⁶.

En la especie canina también se han descrito algunas alteraciones en la estructura pulmonar asociadas al envejecimiento, tales como engrosamiento pleural, mineralización bronquial, disminuciones en la compliance o distensibilidad, entre otras. En ciertas razas, como el Beagle, se han encontrado áreas pulmonares ocupadas por ductos alveolares, disminución en la superficie alveolar, mayor acumulación de macrófagos, aumento en la mineralización bronquial, engrosamiento y fibrosis pleural, fibrosis intersticial y enfisema focal⁷. En otro estudio realizado en 100 perros sanos mayores a siete años, en el cual se obtuvieron proyecciones radiográficas laterales y dorsoventrales de tórax a cada individuo, se observaron los siguientes cambios radiográficos: engrosamiento pleural, aumento de marcas lineales de tipo no vascular, densidades nodulares (en un 10% de los individuos)

aparentemente mineralizadas, incremento en la densidad de las paredes traqueal y bronquial, entre otras. También se encontraron algunos hallazgos considerados patológicos pero que generalmente se consideran "normales" en un individuo senil, por no estar asociados a signos clínicos de enfermedad; dentro de estos hallazgos destacan: fibrosis pleural, enfisema local, fibrosis intersticial, mineralización del cartílago bronquial, entre otros^{8,9}. Estos hallazgos, considerados fisiológicos para los perros de edad avanzada, generan cambios que se manifiestan en mayores volúmenes residuales y menores volúmenes corrientes; también se ha descrito una disminución en la compliance pulmonar de perros gerontes.

Estos hallazgos parecen ser mayores en perros que han crecido en grandes urbes, quizás por la mayor contaminación ambiental que en ellas existe. Estos cambios estructurales y mecánicos son similares a los descritos en humanos ancianos, y se traducen en un perjuicio a la función pulmonar¹⁰. Sin embargo, a pesar del conocimiento de estas alteraciones, en la especie canina no se ha estudiado en profundidad la posible diferencia en los valores de PaO₂ según distintos grupos etarios, lo que eventualmente podría generar confusiones o decisiones terapéuticas erradas al momento de interpretar un valor de PaO₂ reducido en un perro gerente¹⁰. En un estudio realizado en aproximadamente 20 caninos mayores a ocho años, a los cuales se les midió la PaO₂, no se obtuvieron resultados significativamente menores que el promedio para la especie (80 a 110 mmHg). Sin embargo, este estudio sólo abordó ejemplares seniles y no hizo una evaluación comparativa entre grupos etarios distintos; por el contrario, el valor comparativo utilizado fue el promedio estándar para la especie¹¹.

Basados en la concordancia descrita en la literatura respecto a los cambios estructurales del sistema respiratorio asociados a la vejez en la especie canina con la especie humana, planteamos la hipótesis de que la PaO₂ disminuye de forma fisiológica con la edad en caninos sanos. Como hipótesis nula se plantea que la presión Arterial de Oxígeno (PaO₂) en caninos sanos no disminuye fisiológicamente con la edad.

MATERIALES Y MÉTODO

Pacientes

Para la realización del presente estudio se utilizaron 44 perros clínicamente sanos provenientes de clínicas privadas de la ciudad de Santiago, previo consentimiento del dueño del paciente. Estos se

dividieron en tres grupos, en base a su edad:

- cachorros: menores o iguales a 12 meses,
- adultos: mayores a 12 meses y menores o iguales a ocho años
- seniles: mayores a ocho años.

Se evitó el uso razas gigantes y miniatura, debido a la dificultad para estandarizar la madurez etaria de estos caninos. Asimismo, no se incluyeron pacientes que estuvieran en el límite de edad para su grupo etario.

Procedimiento

Cada animal fue examinado físicamente y se realizó una breve anamnesis para asegurar un estado clínico saludable. Los animales eran puestos en decúbito lateral y la zona de extracción de la muestra era depilada y preparada asépticamente con povidona yodada y alcohol. Aquellos pacientes que no soportaran la sujeción de forma adecuada fueron excluidos del estudio. Una vez realizada la limpieza de la zona, una muestra de sangre de 0.5 a 1 cc (dependiendo del tamaño del animal) se extrajo mediante una jeringa heparinizada de 1 cc, y una aguja de 21, 23 y 25 G, dependiendo del tamaño del animal. Inmediatamente posterior a la toma de la muestra, ésta era colocada en un recipiente con hielo y bolsas de gel para refrigeración y enviadas al laboratorio clínico de la Clínica Santa María de Santiago, para ser analizadas con una máquina de gases (Máquina de gases Rapidlab ® modelo 850, Bayer), antes de 30 minutos posterior a la toma de la muestra.

Determinación del tamaño muestral

El tamaño muestral de 44 perros fue determinado en base a un pre muestreo de cinco perros por grupo. Una vez realizado el pre muestreo, los promedios de cada grupo permitieron obtener

una desviación estándar que determinó el tamaño muestral definitivo para cada grupo de caninos. En total, se muestrearon 24 cachorros, 12 adultos y ocho seniles.

Análisis estadístico

La variable PaO₂ fue tabulada en una planilla Excel, y de forma complementaria se realizó lo mismo con las variables PaCO₂ (presión parcial de CO₂), pH y SaO₂ (saturación de oxígeno).

Para establecer los valores normales y la comparación de PaO₂ entre grupos de perros cachorros, adultos y seniles sanos, se realizaron estudios cuantitativos de los resultados obtenidos (mmHg), los cuales se registraron y analizaron mediante la obtención de Media, Mediana, Desviación estándar e Intervalos de Confianza al 95%.

De lo anterior, se obtuvieron los datos base para el cálculo de ANOVA o análisis de Varianza, con lo cual se determinó la existencia de diferencias significativas entre los resultados de los grupos de caninos.

Los resultados obtenidos, se presentan en base a la utilización del programa estadístico Analyse-it + General 1.71 v. 2005 para Excel.

RESULTADOS

La toma de muestra de sangre arterial y la determinación de la PaO₂ fue practicable en los 44 ejemplares en estudio sin presentarse ninguna complicación técnica. Los resultados se agruparon en 3 rangos etarios y se compararon entre sí. Los resultados obtenidos mediante ANOVA comparando los valores de la media de PaO₂ entre los tres grupos etarios se detallan en la Tabla 1 y se representan en el Gráfico 1.

PaO ₂ (mmHg)	n	Media	Mediana	D.Estándar	I.Confianza	P
Cachorros	24	87.37	87.25	6.091	84.79 a 89.94	
Adultos	12	83.62	83.55	5.152	78.90 a 87.50	0.6135
Seniles	8	86.11	84.80	5.428	78.20 a 92.20	

Tabla 1: Resultados obtenidos luego de ANOVA para los valores de PaO₂ entre los tres grupos en estudio.

*D.Estándar: Desviación estándar, I.Confianza: Intervalos de confianza.

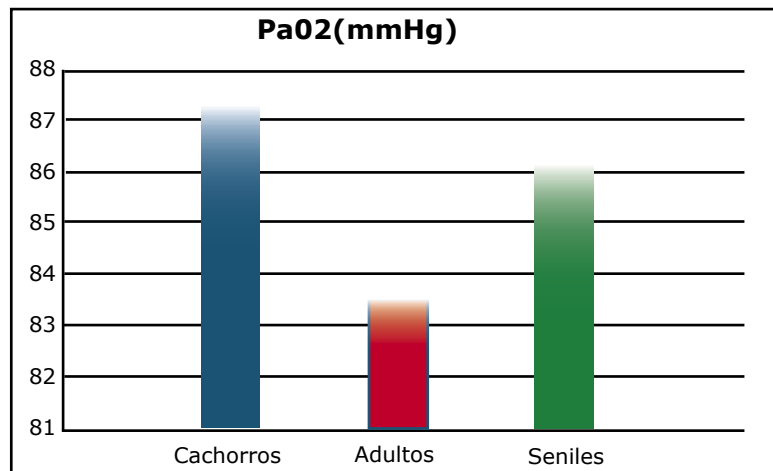


Gráfico 1: Gráfico comparativo de la media de PaO2 en los 3 grupos en estudio.

En base a lo observado, se puede estimar con un 95% de confianza que en la población del estudio la media de PaO2 está entre 84.79 y 89.94 mmHg para los cachorros, entre 78.90 y 87.50 mmHg para los adultos, y entre 78.20 y 92.20 mmHg en seniles. Se observa una superposición de rangos de valores entre los intervalos calculados para cada grupo, llegando incluso a estar contenido el grupo cachorros y adultos dentro del grupo seniles, por lo tanto, no es posible afirmar, con un 95% de confianza, que la diferencia de medias observada entre los grupos etarios de la muestra es significativa en la población. Esto se confirma cuando observamos la prueba de hipótesis (p). En el análisis de ANOVA, se determinó que no existe diferencia de varianza entre los tres grupos. El p obtenido a partir de este análisis es 0.6135, lo cual implica que no es posible rechazar esta hipótesis nula por lo que no se puede afirmar que exista una diferencia de varianza entre los grupos etarios en la población.

Respecto a los valores de PaCO2, pH y SaO2 de cada individuo, todos estuvieron en los rangos normales para la especie y permitieron corroborar que cada ejemplar utilizado en el estudio no presentaba alteraciones respiratorias o metabólicas y que su curva de disociación de la hemoglobina por el oxígeno era normal. Los valores de PaCO2, pH y SaO2 se detallan en la Tabla 2.

DISCUSIÓN

Tanto en humanos como en caninos seniles se han descrito importantes cambios estructurales considerados fisiológicos para esa edad a nivel de sistema respiratorio. Algunos de estos cambios incluyen fibrosis intersticial, fibrosis y engrosamiento

pleural, mineralización bronquial, entre otras. En humanos, estas alteraciones estructurales han sido estudiadas en profundidad y se ha determinado que conllevan a una disminución de la PaO2 a medida que aumenta la edad del individuo, por lo que este valor se corrige de forma individual para la edad del paciente ^{8,12}.

En el estudio, la media de los valores de PaO2 obtenidos para cada grupo se mantuvo dentro del rango considerado normal por la literatura. La media más alta fue la obtenida por el grupo cachorros, con un valor de 87.37 mmHg, y la menor fue la obtenida por el grupo adultos, con un valor de 83.62 mmHg.

El oxígeno en la sangre se transporta en su mayor parte asociado con la hemoglobina. Esto supone que los valores de otros gases, como el CO2 y el pH estén dentro de los rangos normales para la especie. Estos valores, cuando están alterados, modifican drásticamente la curva normal de disociación de la hemoglobina por el oxígeno¹³.

La media de los valores de PaO2 y la saturación de oxígeno correspondiente se mantuvieron dentro de los rangos normales. Esto era esperado dado que en el estudio no se observaron valores anormales en los factores que pueden desplazar la curva de disociación de la hemoglobina por el oxígeno. El grupo con la media de PaCO2 más alta fue cachorros con 38.9 mmHg, situado dentro del rango normal (35 a 45 mmHg). Por el contrario, el grupo con la media de PaCO2 más baja fue seniles, con un valor de 36.6 mmHg, encontrándose también dentro del rango normal. Los valores de las medias de pH también se mantuvieron dentro de lo descrito por la literatura, encontrándose el valor más bajo en el grupo adultos con una media de 7.3839 y el mayor

Grupo (n)	Media	Mediana	D.Estándar	I.Confianza	P
CACHORROS (24)					
<i>PaCO₂ (mmHg)</i>	38.9	38.9	4.22	37.1 a 40.1	0.9676
<i>pH</i>	7.38	7.38	0.04064	7.36 a 7.40	0.1636
<i>SaO₂ (%)</i>	96.10	96.65	1.27	95.9 a 97.10	0.7091
ADULTOS (12)					
<i>PaCO₂ (mmHg)</i>	37.3	36.7	3.98	34.8 a 39.8	0.9676
<i>pH</i>	7.38	7.38	0.03156	7.36 a 7.40	0.1636
<i>SaO₂ (%)</i>	94.44	95.85	4.89	95.00 a 96.20	0.7091
SENILES (8)					
<i>PaCO₂ (mmHg)</i>	36.6	35.3	4.79	32.6 a 40.6	0.9676
<i>pH</i>	7.40	7.40	0.02143	7.39 a 7.42	0.1636
<i>SatO₂ (%)</i>	96.39	96.40	0.83	94.9 a 97.40	0.7091

Tabla 2: Resultados de los cálculos de ANOVA para PaCO₂, pH y SaO₂ en los tres grupos etarios.

*D.Estándar: Desviación estándar, I.Confianza: Intervalos de confianza.

en el grupo seniles con una media de 7.4084. Estos valores permiten establecer con certeza que los individuos utilizados en el estudio no presentaban alteraciones de tipo metabólicas como acidosis o alcalosis metabólica ni alteraciones respiratorias de tipo alcalóticas o acidóticas por mantenerse el CO₂ en su rango de normalidad.

Los rangos de referencia de PaO₂ publicados para la especie canina fluctúan entre los 80 y los 110 mmHg. La media de PaO₂ para los tres grupos estuvo dentro de los rangos normales descritos para la especie. Un pequeño número de pacientes mostró valores levemente inferiores que el mínimo del rango normal para la especie, sin embargo, los valores de las medias de PaCO₂, pH y SatO₂ estuvieron dentro de los rangos normales en los tres grupos. Además, es necesario destacar que las muestras fueron tomadas en su totalidad a una altura aproximada de 500 mt. sobre el nivel del mar, pudiendo esto generar una disminución en los valores de la PaO₂ de los caninos muestreados ².

Los resultados obtenidos con ANOVA para comparar los valores de PaO₂ entre los tres grupos no se comportaron de la misma forma que lo descrito para la PaO₂ en humanos. Se esperaba un descenso lineal de la media a medida que avanzara la edad; sin embargo, esto no se observó en la muestra y, por el contrario, la media de la PaO₂ -si bien fue mayor en el grupo cachorros que en los restantes - fue más baja en el grupo adultos que en seniles. Además, se observó una superposición entre los intervalos de confianza estimados para los tres

grupos etarios estudiados. Es por esta razón que no se puede concluir, con un 95% de confianza, que la diferencia en los valores de las medias muestrales obtenidas sea significativa en la población.

Esta evidencia contrasta con lo descrito por la bibliografía para la especie humana. Estudios previos considerados en la introducción, los cuales describen alteraciones en la estructura de distintos tejidos involucrados en la fisiología respiratoria de caninos gerontes, demuestran alteraciones muy semejantes a las expuestas para la especie humana. Una de las limitaciones metodológicas del estudio es el tamaño muestral, por lo que no puede descartarse la posibilidad de que debido a un tamaño de muestra relativamente pequeño no se haya logrado detectar una disminución estadísticamente significativa en los valores de PaO₂. Con muestras pequeñas, el error estándar aumenta, lo cual a su vez amplía la estimación de los intervalos de confianza, con lo que su superposición se hace más probable. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio se correlacionan con los obtenidos por un estudio realizado en caninos gerontes el año 1992, estudio en el que se midió la PaO₂ de 20 perros mayores a ocho años y en el cual no se observó una disminución significativa de este valor comparado con los rangos promedio descritos por la literatura para la especie ¹⁰.

Este estudio aporta una valiosa información puesto que no existen antecedentes previos que hayan comparado los niveles de PaO₂ en caninos

de distintos grupos etarios. Sin embargo, al no presentar los resultados esperados, la evidencia de este estudio sugiere la relevancia de continuar contrastando esta hipótesis en estudios posteriores que cuenten con un tamaño muestral mayor, los cuales podrían captar diferencias estadísticas de PaO₂ más sutiles que esta investigación, debido a limitantes principalmente económicas, no logró detectar. Los pacientes de mayor edad incluidos en el estudio tenían un promedio de 10 años al momento de la toma de muestra. A pesar que esta edad es considerada dentro del grupo de seniles por la bibliografía, no se puede excluir la posibilidad de que pacientes mayores (sobre los 14 años) pudieran tener PaO₂ menores¹⁴. El criterio de inclusión en este estudio se basó en hallazgos clínicos tales como auscultación y percusión torácica, color de mucosas, tiempo de llenado capilar, entre otros. Es posible que ciertas alteraciones respiratorias leves difíciles de detectar pudiesen haber pasado desapercibidas. Estudios posteriores pudieran incluir la obtención de proyecciones radiográficas de tórax para confirmar y complementar la evaluación clínica obtenida mediante el examen físico del paciente.

Sin embargo, más allá de las posibles causas metodológicas antes señaladas, los resultados obtenidos en el estudio abren la posibilidad de que el comportamiento de la PaO₂ en caninos no sea el mismo que se observa en la especie humana. Este fenómeno genera el cuestionamiento de si, efectivamente en la especie canina, a pesar de los cambios estructurales observados en el pulmón asociados al envejecimiento, la PaO₂ logra mantenerse sin manifestar una disminución progresiva.

Referencias bibliográficas

- Guyton A.; Hall J. Fisiología Médica, 11 Edición, Ed. Elsevier, Unidad VII, (37-41), 2006.
- Wingfield W.; Raffe M. El Libro de la UCI Veterinaria, Primera Edición en Español, Ed Multimédica Editoriales Españolas, Sección 5, (35-42), 2005.
- Brizzolara A. Cambios Fisiológicos de la Tercera Edad, XLIV Congreso Anual del Colegio Americano de Cirujanos, Edición Enero 2001, Santiago de Chile.
- Sprung J.; Ognjen, G. ; Warner D. Age Related Alterations in Respiratory Function - Anesthetic Considerations, Canadian Journal of Anesthesia, (53:12): 1244-1257, 2006.
- Imperato J.; Sánchez . Pulmonary Emergencies in the Elderly, Emergency medicine clinics of North America, (24): 317-338, 2006.
- Ocampo J.; Aguilar C.D.; Gómez J.F. Envejecimiento del Sistema Respiratorio, Revista colombiana de Neumología, Volumen 17, N°3, Octubre de 2005.
- Hyde D.; Robinson N; Gillespie J.; Tyler W. Morphometry of the Distal Air Spaces in Lungs of Aging Dogs, Journal of Applied Physiology, 43(1): 86-91, 1977.
- Robinson N.E.; Gillespie J.R. Morphologic features of the lungs of aging beagle dogs. Am. Rev. Respirat. Diseases 108:1192-1199, 1973.
- Reif J.; Rhodes W. The Lungs of Aged Dogs: A Radiographic-Morphologic Correlation, Journal of American Veterinary Radiology, Vol.7, No.1: 5-11, 1966.
- King L.; Anderson J.; Rhodes H.; Hendricks J. Arterial Blood Gas Tensions in Healthy Aged Dogs, American Journal of Veterinary Research, Volumen 53, (10): 1744-1748, (1992).
- King L. Using Arterial Blood Gases For Respiratory Monitoring In The ICU, American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM), 2002.
- Jannsens J. Aging of the Respiratory System: Impact on Pulmonary Function Tests and Adaptation to Exertion, Clinical Chest Medicine, (26): 469-484, 2005.
- García A.; Castejón F.; De la Cruz L.; González J.; Murillo M.; Salidos G. Fisiología Veterinaria, 1era Edición, Ed. McGraw-Hill/Interamericana, (28-31): 383-409, 1998.
- Chandía A. Estudio retrospectivo de registros clínicos caninos y felinos, Clínica de Pequeños Animales, Universidad de Chile, Período 1996-1999, Universidad de Chile, 2004.