

# LA PULSIOXIMETRÍA EN EL PERRO. ESTUDIO CLÍNICO.

F. García\*, L. Marín\*\*, S. Mayugo\*\*,  
M. Serra\*\*, E. Frisas\*\*.

\* Unitat de Cirurgia. Facultat de Veterinària.  
Universitat Autònoma de Barcelona.  
08193 Bellaterra.

\*\* Hospital Clínic Veterinari. Universitat  
Autònoma de Barcelona.

## RESUMEN

La pulsioximetría mide de manera no invasiva el grado de saturación de la molécula de hemoglobina por el oxígeno en la sangre arterial, lo que nos indica la coordinación que existe entre los aparatos respiratorio y cardiovascular durante la anestesia. Durante 32 anestésias en perro se realizaron 345 medidas de pulsioximetría correlacionándolas con el tiempo de intervención, la frecuencia cardíaca y la respiratoria. El valor más frecuente fue una saturación del 97%, y la media de 94,5%. Encontramos una fuerte correlación entre la saturación y la frecuencia respiratoria ( $r = -0,877$ ;  $p < 0,0001$ ), de manera que cuando baja la saturación sube en seguida la frecuencia respiratoria.

**Palabras clave:** Pulsioximetría; Perro.

## ABSTRACT

The pulse oximetry measures the grade of saturation of haemoglobin by the oxygen in the arterial blood, which indicates the coordination that exists between the respiration and cardiovascular system during the anaesthetic process.

During thirty two anaesthesias in dogs three hundred and forty five measures of pulse oximetry were accomplished relating to the time of the interventions, frequency of heart beats and respirations. The most frequent value was 97% of saturation with a mean of 94,5%.

We can find a significant correlation between the saturation and the respirations ( $r = -0,877$ ;  $p < 0,0001$ ), in such a way when the saturation is low, immediately rises the frequency of the respiration.

**Key words:** Pulse oximetry; Dog.

## INTRODUCCIÓN.

La anestesia general supone un proceso reversible de intoxicación del sistema nervioso central que implica inmovilización, inconsciencia y relajación. La profundidad de la anestesia la controlamos a través de la modificación de los reflejos corporales del organismo y de la monitorización de los aparatos respiratorio y cardiovascular del animal.

El control de la respiración lo podemos realizar por la visualización directa del tórax o por los movimientos del balón de reserva en el aparato de anestesia. La profundidad de la respiración la controlaremos a través de un espirómetro de C.B. Wright colocado en el circuito anestésico.

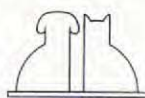
El aparato cardiovascular lo podremos controlar por la auscultación de la frecuencia cardíaca y la fuerza del latido. Otro parámetro importante es

la presión arterial, comparando la fuerza del pulso en la arteria femoral con la de la arteria tarsal. No obstante, para ello ya se precisa una persona que lo controle o un monitor bastante costoso.

El funcionamiento integrado de los aparatos respiratorios y cardiovascular es necesario para la buena marcha de la anestesia. Un parámetro indicativo de buen funcionamiento de los dos aparatos es el grado de oxigenación de la hemoglobina.

La cianosis nos implicará una alteración en la integración de estos dos sistemas, pero esta cianosis sólo la apreciaremos cuando exista en sangre más de 5 gr/dl de hemoglobina desoxigenada<sup>(3)</sup> que puede llevarnos ya a una intoxicación irreversible del sistema nervioso central.

La forma más exacta de controlar la oxigenación de los tejidos es la presión parcial del oxígeno en sangre arterial ( $PO_2$ ), lo que requiere un



analizador de gases inviable en la clínica veterinaria por su elevado costo.

Bajo condiciones normales, el 98% del oxígeno de sangre está unido a la molécula de hemoglobina y la saturación de esta hemoglobina por el oxígeno la podemos obtener a través del PO<sub>2</sub> por normogramas basados en las curvas de disociación<sup>(8)</sup>.

Otra forma de calcular la saturación de la hemoglobina por el oxígeno en sangre arterial es a partir de sus diferentes fracciones. La hemoglobina está formada por oxiHb, Hb reducida, carboxiHb y metaHb, entendiéndose por saturación el siguiente cociente<sup>(8)</sup>:

$$SaO_2 = \frac{(O_2Hb)}{O_2Hb + rdHb + COHb + MeHb} \times 100$$

siendo los valores fisiológicos correctos entre 85-100%, implicando mejor grado de oxigenación de los tejidos cuanto más nos aproximamos al 100%.

La pulsioximetría es un método no invasivo de estimar la saturación de la hemoglobina por el oxígeno en sangre arterial<sup>(4)</sup>. Recientes desarrollos tecnológicos han conseguido pulsioxímetros que pueden usarse rutinariamente en pacientes humanos y veterinarios<sup>(9)</sup>.

La pulsioximetría se basa en varias premisas<sup>(8)</sup>:

1. El color de la sangre está en función de la cantidad de oxígeno que transporta.
2. El cambio en el color resulta de las propiedades de la molécula de hemoglobina y su interacción con el oxígeno.
3. Los instrumentos miden la absorción de la luz con una determinada longitud de onda según la proporción de Hb oxigenada y Hb reducida que encuentra.

El pulsioxímetro consta de un diodo transmisor que envía luz roja e infrarroja, y un fotorreceptor que recoge esa luz. En función de la proporción de oxiHb en comparación con las otras Hb, el receptor recogerá más o menos luz y nos demostrará la saturación de la Hb. Esto sólo lo realizará cuando note una pulsación para distinguir la saturación de la sangre arterial, no teniendo en cuenta la sangre venosa<sup>(5)</sup>. Deberemos colocar el lector en medio de un lecho vascular para realizar las medidas.

Los pulsioxímetros se utilizan rutinariamente en anestesia humana desde principios de los 90, aplicándose normalmente en el dedo y adaptándose perfectamente a la forma cóncava de éste. En veterinaria y debido a la adaptación de las técni-



Fig. 1.

cas, este lector no era útil por no presentar una buena adaptación a ninguna de las estructuras que podíamos utilizar, hasta que surgieron en humana pulsioxímetros multiusos para ser aplicados en la oreja, mucho más fáciles de adaptar y de suministrar buena lecturas<sup>(2)</sup>. Actualmente ya disponemos de pulsioxímetros específicos de veterinaria.

## MATERIAL Y MÉTODOS.

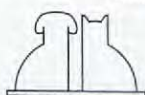
Un total de 32 perros, que fueron referidos al Hospital Clínic Veterinari de la Universitat Autònoma de Barcelona para ser tratados quirúrgicamente, participaron en este estudio.

Estos animales fueron premedicados con maleato de acepromacina (0,2 mg/Kg IM) hasta un máximo de 3 mg/animal si sobrepasaban los 15 Kg o diazepam (0,5 mg/Kg IV) si sus condiciones de salud o edad no eran normales y sulfato de atropina si presentaban bradicardia. Eran inducidos con Pentotal (10 mg/Kg IV) y conectados a un aparato de anestesia volátil. Su peso medio era de 28,1 Kg, oscilando entre 2 y 54 Kg, con unos tiempos de intervención de 55 min. de media, con un periodo de cirugía mínimo de 20 min. y un máximo de 125 min.

Fueron monitorizados el pulso y la saturación de la Hb por el oxígeno mediante un pulsioxímetro\* con el lector colocado en la lengua (Fig. 1) y también la respiración.

El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SAS<sup>(7)</sup>. Para cada una de las variables analizadas, respiración, pulso y grado de saturación, se ajustó un modelo lineal que incluyó como efectos el número de perro jerarquizado al tipo de preanestesia y el tiempo. El perro se con-

\* SDI VET/Ox™. Sensor Devices, Inc. Waukesha, WI 53188, USA.



sideró aleatorio desde el punto estadístico, mientras que los efectos tipo de preanestesia y tiempo se consideraron fijos. Mediante la opción MANOVA del procedimiento GLM utilizado para llevar a cabo el análisis que acabamos de mencionar, se calcularon las relaciones residuales, es decir ajustadas por los efectos incluidos en el modelo, entre las variables analizadas.

## RESULTADOS.

Obtuvimos 345 medidas de saturación de la Hb por el oxígeno a través del pulsioxímetro\* colocado en la lengua, hallando medias entre 100 y 86% de saturación. La media obtenida fue de 94,5%, siendo el 97% el valor más veces encontrado (Tabla I).

El ritmo respiratorio (n=345) fue también evaluado, encontrando una media de 19,57 resp./min. y el ritmo cardíaco fue de 129 puls/min. Estos valores fueron comparados entre sí y correlacionados con el tiempo y tipo de preanestesia.

El tipo de preanestesia influye de manera significativa en la saturación  $p < 0,07$ . Si utilizamos el maleato de acepromacina la media es de 93,78%, mientras que si utilizamos las diacepinas la saturación es del 96,1%. También se aproxima a la significación en la respiración pero no en la frecuencia cardíaca. Con acepromacina los animales presentan una media de 20,35 resp./min. y con diacepina de 17,94 resp./min. El pulso es de 127,5 con acepromacina y de 135,4 con diacepinas.

La evolución en cuanto al tiempo da resultados dispares. Mientras que no se observa correlación significativa respecto a la respiración ni a la saturación, sí que la presenta para el pulso ( $r > 0,8204$ ;  $p < 0,0001$ ) encontrando una frecuencia más elevada en el principio de la intervención (minutos del 0 al 15) que se estabiliza hasta el minuto 105 y luego comienza a subir. (Tabla II).

Por último, comparando respiración, pulso y saturación encontramos correlación entre la saturación y la respiración ( $r = -0,877$ ;  $p < 0,0001$ ) lo que quiere decir que conforme baja la saturación se incrementa la frecuencia respiratoria, no encontrando correlación entre saturación y pulso, y entre pulso y respiración.

	Respiración	Pulso
Saturación	$r = -0,8779$ $p < 0,0001$	$r = 0,0920$ $p < 0,1229$

TABLA I. Histograma de saturaciones.

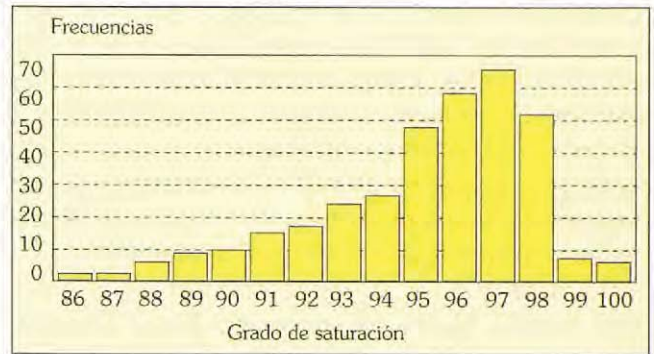
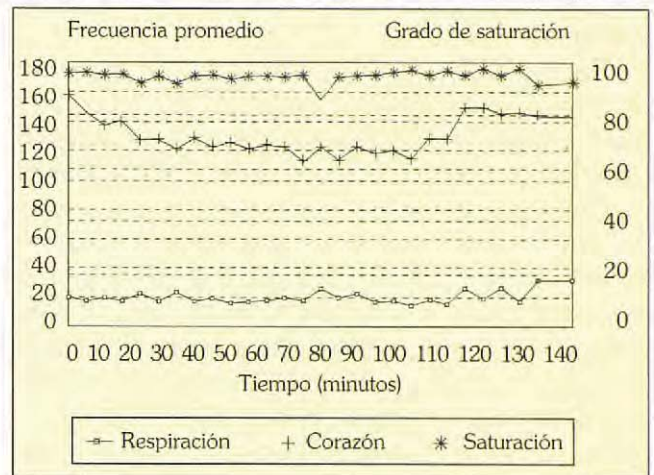


TABLA II. Media de frecuencias y grado de saturación según el tiempo.



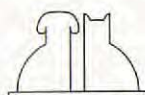
## DISCUSIÓN.

Por argumentos económicos es difícil contar con un anestésico en las cirugías de rutina que pueda evaluar al paciente durante el proceso quirúrgico. Por este motivo es interesante disponer de un sistema de monitorización que nos informe sobre el estado del paciente durante la anestesia.

Un monitor cardíaco con electrocardiograma nos aporta datos muy importantes sobre las ondas de despolarización del corazón, arritmias y extrasístoles, pero su elevado precio lo hace difícilmente amortizable y no aporta datos del funcionamiento coordinado de los aparatos respiratorio y cardiovascular.

El pulsioxímetro nos aporta la frecuencia cardíaca y el grado de saturación del Hb por el oxígeno de manera no invasiva e inmediata, existiendo una gran correlación entre las medidas del pulsioxímetro y la saturación real si obtenemos una muestra de sangre arterial<sup>(4)</sup>.

La pulsioximetría se comenzó en humana utilizando el dedo como punto de medida<sup>(8)</sup>. Estos lectores mostraron problemas de adaptación en veterinaria debido a su forma cóncava, que los



hacían difíciles de adaptar en cualquier lugar del perro<sup>(4)</sup>. Huss B.T., en 1995, llega a la conclusión que el mejor lector era un sistema de clip utilizado en la lengua, como el que usamos en nuestro estudio. Otros lugares como el pabellón auricular, la cola o el espacio interdigital son aceptables, aunque a veces no es posible la lectura, y otros lugares no son adecuados como la piel de la zona axilar o la que rodea el tendón de Aquiles<sup>(2)</sup>.

La media de los valores encontrados por nosotros fue del 94,5% de saturación. Determinar los valores más adecuados es difícil de constatar por la ausencia de datos clínicos sobre pulsioximetrías, pero podemos indicar que deben ser lo más próximos al 100%.

Raemer, DB. *et al.*, determinan en pacientes humanos, en un estudio clínico que sólo en un 10% de los casos se presentan moderadas desaturaciones  $SpO_2 < 90\%$  y de éstas un 5%  $SpO_2 < 85\%$ <sup>(6)</sup>.

Consecuencia de nuestro estudio es que los valores más adecuados estarán entre el 90 y el 100%. Si las lecturas del pulsioxímetro bajan de aquí, en primer lugar deberemos visualizar la fuerza con que capta el pulso el aparato y si su colocación es correcta sobre la lengua. En muchas ocasiones humedecer la lengua con suero fisiológico mejora considerablemente la lectura. Cambiar de posición la pinza en la lengua también favorece la lectura porque la presión de la pinza puede disminuir la vascularización de la zona en animales pequeños o en anestésias prolongadas.

Si la lectura se mantiene inferior al 90%, el siguiente paso será revisar el aparato de anestesia cambiando un sistema semicerrado por uno semiabierto, incrementar el aporte del oxígeno y bajar el  $N_2O$  si lo estamos usando y comenzar a aplicar respiración asistida. La siguiente opción ya será revisar el aparato cardiovascular, latido del corazón y tensión arterial periférica, palpando la tarsal y la femoral. Si sólo notamos la femoral administraremos dopamina en el gotero.

Un resultado importante es el mayor grado de saturación que se produce en los pacientes preanestesiados con diacepan (0,5 mg/Kg) ante los premedicados con maleato de acepromacina. La explicación que encontramos en esto es la hipoten-

sión que causa la acepromacina<sup>(1)</sup>, que producirá un estancamiento de la sangre a nivel periférico.

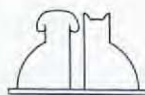
La fuerte correlación encontrada entre el pulso y el tiempo la deberemos interpretar como que el animal presenta taquicardia en los primeros momentos debido al nerviosismo de la preparación del paciente y su manipulación, manteniéndose por el efecto del pentotal utilizado en la inducción. Se estabiliza a partir del minuto 20 de la intervención, en el que ya se ha metabolizado el barbitúrico, comenzando a subir a partir del minuto 110. (Tabla II). El motivo puede ser los efectos de stress quirúrgico y del halotano sobre el corazón que requiere una taquicardia para compensar la hipotensión.

Por último la alta correlación de la saturación con la frecuencia respiratoria nos indica que modificaciones en la pulsioximetría se intentan compensar a través del aparato respiratorio. La correlación indica que si suben los tantos por ciento de saturación baja la frecuencia respiratoria espontánea de manera rápida y coordinada. A nivel práctico esto implica que si desciende el porcentaje de saturación, modificando los parámetros respiratorios con mejor riqueza de oxígeno o con respiración asistida, mejoraremos el rendimiento de la pulsioximetría y el estado del animal.

## CONCLUSIONES.

La pulsioximetría es una forma sencilla y rápida de monitorizar de manera no invasiva el grado de oxigenación de la hemoglobina en sangre arterial para el control de los aparatos respiratorio y cardiovascular.

Los valores de saturación deben estar lo más próximos posible al 100%, siendo hasta el 90% valores aceptables. Por debajo de estos valores aplicaremos una serie de medidas de forma paulatina. Controlaremos la colocación del lector. Si es correcta mejoraremos la riqueza en oxígeno del aire que el animal inhala, incrementaremos de manera asistida su frecuencia respiratoria, y si así no responde deberemos favorecer el funcionamiento del aparato cardiovascular.



## AGRADECIMIENTOS.

Al Dr. Jesús Piedrafita por su colaboración en el estudio estadístico.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Hashins, S.C. Injectable Anesthetics. *Vet. Clinic North Am. Small An. Pract.* 22: 245-250, 1992.
2. Huss, B.T., Anderson, M.A., Branson, K.R., Wagner-Mann, C.C., Mann, F.A. Evaluation of Pulse Oximeter Probes and Probe Placement in Healthy Dogs. *J. Am. An. Hosp. Ass.* 31: 9-14, 1995.
3. Jacobs, G. Cyanosis. En Ettinger S.J. (Ed): Textbook of veterinary internal medicine. pp. 95-100. WB Saunders, Philadelphia, 1989.
4. Jacobson, J.D., Miller, M.W., Matthews, N.S., Hartsfield, S.M., Knauer, K.W. Evaluation of accuracy of pulse oximetry in dog. *Am. J. Vet. Res.* 53: 537-540, 1992.
5. Lindberg, L.G., Lennmarken, C., Vegforgs, M. Pulse oximetry-clinical implications and recent technical developments. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 39: 279-287, 1995.
6. Raemer, D.B., Warren, D.L., Morris, R., Philip, B.K., Philip, J.H. Hypoxemia during ambulatory gynecologic surgery as evaluated by the pulse oximeter. *J. Clinic. Monit.* 3: 244-248, 1987.
7. SAS. SAS User's guide: Statics. SAS Inst. Inc. Cary, N.C., 1989.
8. Tremper, K.K., Barker, S.J. Pulse Oximetry. *Anaesthesiology.* 70: 98-108, 1989.
9. Whitehair, K.J., Watney, G.C.G., Leith, D.E., Debowes, R.M. Pulse oximetry in horses. *Vet. Surg.* 19: 243-248, 1990.

