

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INDUCCIÓN Y RECUPERACIÓN ANESTÉSICA CON HALOTANO Y SEVOFLUORANO EN GATOS PREMEDICADOS CON ACEPROMACINA/PETIDINA

Comparison of the induction and recovery of anaesthesia with halothane and sevoflurane in cats premedicated with acepromazine/pethidine

Escobar, M.T., Belda, E., Laredo F.G.

Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia
Autor de referencia: laredo@um.es

RESUMEN

Se compara la velocidad de inducción anestésica de halotano o sevofluorano a concentraciones equipotentes de 3 X CAM con mascarilla y la posterior recuperación en gatos premedicados con acepromacina (0.1mg/kg) y petidina (7mg/kg). Además se evalúan diversos parámetros cardiopulmonares durante un mantenimiento anestésico de 20 minutos a 1,2 X CAM. Los gatos anestesiados con sevofluorano, mostraron tiempos de inducción clínicamente más rápidos que con halotano resultando estadísticamente significativo el tiempo de pérdida del reflejo palpebral. Durante el mantenimiento anestésico descendió la frecuencia cardíaca en ambos grupos, mientras que la presión arterial sistólica se mantuvo estable. La frecuencia respiratoria fue más rápida en los animales anestesiados con halotano, existiendo diferencias estadísticas entre grupos a los 5 y 10 minutos. Asimismo, la fracción espiratoria final de CO₂ resultó inferior en el grupo halotano existiendo diferencias estadísticamente significativas entre grupos a los 10 minutos. No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de saturación de hemoglobina ni en la temperatura corporal. Los gatos anestesiados con sevofluorano se recuperaron clínicamente de forma más rápida aunque no aparecieron diferencias estadísticamente significativas con el grupo halotano.

Palabras clave: Gato, inducción con mascarilla, halotano, sevofluorano, velocidad de inducción anestésica, velocidad de recuperación anestésica.

ABSTRACT

The velocity of the mask induction at 3 X MAC and recovery of anaesthesia with halothane and sevoflurane were compared in healthy cats premedicated with a mixture of acepromazine (0.1mg/kg) and pethidine (7mg/kg). The cats were maintained under anaesthesia at 1.2 X MAC for 20 minutes to record different cardiopulmonary parameters. The time of induction was clinically shorter in those animals anaesthetised with sevoflurane. The time when the palpebral reflex was lost resulted statistically significant. The heart rate decreased during

the maintenance but the value of the systolic arterial pressure remained stable in both groups. The respiratory rate was higher in those animals anesthetised with halothane showing statistical differences at minutes 5 and 10. The $ETCO_2$ was lower in the halothane group being significant at minute 10. The values of SpO_2 and rectal temperature were similar for both groups. The cats receiving sevoflurane had a clinically faster recuperation than the others but no significant differences were observed in the measured recovery times.

Key words: Cat, mask induction, halothane, sevoflurane, velocity of induction of anaesthesia, velocity of the recovery of anaesthesia.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de anestésicos inhalatorios mediante mascarilla para la inducción anestésica, es una opción ventajosa en pequeños animales para ciertos procedimientos clínicos, aunque no se consideran de elección en todos los casos ya que producen inducciones más lentas acompañadas de efectos secundarios como excitación, movimientos excesivos y alteraciones en la respiración (Sawyer, 1982; Harvey, 1992; Paddleford, 1992) si se compara con las técnicas de inducción inyectables. En gatos, las inducciones anestésicas con mascarilla podrían resultar de elección, ya que la colocación de catéteres endovenosos para la administración de anestésicos inyectables puede ser difícil dado el temperamento excitable de esta especie. El empleo de sedaciones a base de tranquilizantes suaves como la acepromacina en combinación a opiáceos más o menos potentes, podría no mejorar la tolerancia a la mascarilla en esta especie.

La calidad de la inducción inhalatoria depende en gran medida, de las características fisicoquímicas del anestésico empleado. El halotano, produce inducciones suaves y es bien tolerado por el paciente. Su coeficiente de partición sangre/gas (CP s/g) es de 2.54, superior al de otros agentes, lo que produce que la velocidad de inducción y de recuperación sea más lenta que la de anestésicos inhalatorios menos solubles. El sevoflurano, es un anestésico inhalatorio de reciente introducción en veterinaria, aunque lleva años utilizándose en humana. Una de sus principales aplicaciones es la inducción anestésica de niños (Black et al., 1996). Su to-

lerancia es buena en humanos, lo que unido a su extremadamente baja solubilidad (CP s/g de 0.62) (Stoelting, 1999), ausencia de fenómenos irritativos sobre la vía aérea y buena tolerancia a su olor, hace que la inducción sea de buena calidad evitando así el estrés de los pacientes en esta fase.

En la especie felina son especialmente deseables las inducciones rápidas, que reduzcan el estrés y permitan una intubación rápida sobre todo si se considera su mayor propensión al laringoespasma y la dificultad que entraña la maniobra de intubación oro-traqueal. Por tanto, el sevoflurano podría ser un agente de elección para la inducción anestésica inhalatoria en gatos, los escasos trabajos publicados en este sentido parecen corroborar este punto (Hikasa, 1997).

El objetivo del presente estudio es evaluar la velocidad de inducción anestésica con mascarilla con halotano y sevoflurano, estudiar distintos parámetros cariorrespiratorios durante un mantenimiento anestésico de 20 minutos y evaluar la velocidad de recuperación anestésica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron seis gatos mestizos, cuatro machos y tres hembras, con una edad media de $4.5 \pm 3,2$ años y un peso medio de 3.4 ± 0.6 kg. Los animales estaban sanos, desparasitados y vacunados. Previamente a la realización de cada experiencia, los gatos se sometieron a ayuno sólido de 12 horas aunque podían acceder libremente al agua. Con el fin de evitar interferencias, tuvieron en cuenta períodos de

Cuadro 1. **Distribución de los grupos experimentales**

GRUPO	PREMEDICACIÓN	INDUCCIÓN	MANTENIMIENTO
I	Acep.0.1mg/kg + Petid.7mg/kg IM	O ₂ 100% + Hal. (3XCAM)	O ₂ 100% + Hal. (1.2XCAM)
II	Acep.0.1mg/kg + Petid.7mg/kg IM	O ₂ 100% + Sevo. (3XCAM)	O ₂ 100% + Sevo. (1.2XCAM)

descanso de dos semanas entre la realización de las experiencias.

Los animales se distribuyeron en dos grupos de seis gatos cada uno. En el grupo I, se premedicó con una combinación de acepromacina (0.1mg/kg) y petidina (7mg/kg). A continuación se indujo la anestesia con halotano vehiculado en oxígeno al 100% hasta alcanzar concentraciones anestésicas equivalentes a 3 veces la concentración alveolar mínima. El mantenimiento se realizó con halotano en oxígeno 100% a una concentración de 1.2 X CAM.

En el grupo II se utilizó el mismo protocolo de sedación y la inducción se llevó a cabo con sevoflurano a 3 X CAM y el mantenimiento con una concentración de 1.2 X CAM (Cuadro 1).

Veinte minutos después de la administración del sedante y tras comprobar su efecto, los animales se preoxigenaron con oxígeno (100%) durante tres minutos a un flujo de gas fresco de 700 ml/kg/min, utilizando una mascarilla acoplada a un circuito Mapleson F (T de Ayre con la modificación de Jackson-Rees). La inducción anestésica se inició a concentraciones anestésicas bajas de halotano (1%) y sevoflurano (1,5%) que se fueron incrementando paulatinamente cada cinco respiraciones, hasta llegar a las concentraciones de inducción en torno a 3 x CAM que se mantenían hasta que los animales eran intubados. Antes de la intubación orotraqueal, se aplicaba sobre la laringe un aerosol de lidocaína al 10% para evitar el laringoespasmio.

Para evaluar la velocidad de la inducción, se determinaron los siguientes tiempos:

— Tiempo hasta la caída del globo ocular (T.cgo).

— Tiempo hasta la pérdida del reflejo palpebral (T.prp).
— Tiempo hasta la intubación (T.i) = Tiempo total de inducción.

Mantenimiento anestésico

La anestesia se mantuvo durante 20 minutos a concentraciones anestésicas en torno a 1.2 x CAM. El agente anestésico fue vehiculado en oxígeno al 100% en todos los casos con un flujo de gas fresco de 700ml/kg/min y fue administrado a través del mismo circuito utilizado durante la inducción. Durante el mantenimiento se monitorizaron cada cinco minutos frecuencia cardiaca (FC), presión arterial sistólica (PAS), la frecuencia respiratoria (FR), fracción espiratoria final de CO₂ (FEFCO₂), pulsioximetría (SpO₂), temperatura corporal (T^o), electrocardiografía, pulso y tiempo de relleno capilar. La frecuencia cardiaca y la electrocardiografía fueron medidos con un monitor cardiovascular Cardiocap II (Datex-Ohmeda). La frecuencia respiratoria y fracción espiratoria final de CO₂ se evaluaron con el monitor respiratorio Ohmeda 5250 RGM, y la presión arterial sistólica se midió de forma no invasiva a través de un equipo doppler de detección de flujo (Parks Medical Electronics, INC).

Recuperación anestésica

Tras el mantenimiento anestésico, se finalizaba la anestesia desconectando el circuito del animal, de forma que no recibían oxígeno en esta fase. Para evaluar la velocidad

de recuperación, se midieron los siguientes tiempos:

- Tiempo hasta la aparición del reflejo palpebral (T.arp).
- Tiempo hasta la aparición de movimientos de cabeza (T.mc).
- Tiempo hasta la extubación (T.ext).
- Tiempo hasta la deambulación (T.deamb).

Estudio estadístico

El análisis de los datos obtenidos se realizó con el paquete estadístico SPSS 11.0 (SPSS Inc. Chicago. IL 2002). Para contrastar los resultados, se realizó un análisis ANOVA de medidas repetidas que permitía comprobar si el anestésico empleado influía sobre los tiempos medidos. Cuando el test ANOVA indicó que existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (para una $P < 0.05$) con un nivel de significación seleccionado de un 95%, se realizó un test post-hoc de Tukey. Todos los resultados se expresan como media \pm desviación típica ($X \pm SD$).

RESULTADOS

A pesar de haber seleccionado un régimen de premedicación suave, todos los gatos toleraron la mascarilla adecuadamente sin mostrar excitación durante la fase de inducción.

Tiempos de inducción

La velocidad de inducción anestésica fue clínicamente más rápida en el grupo sevofluo-

rano, aunque tan sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en el tiempo de pérdida del reflejo palpebral respecto al grupo halotano (Cuadro 2).

Parámetros cardiorrespiratorios

Las concentraciones anestésicas espiradas durante el mantenimiento fueron equipotentes entre ambos anestésicos (1.2 X CAM), lo que equivalía a unas concentraciones espiradas medias para el grupo halotano de $1.39 \pm 0.08\%$ y $3.14 \pm 0.05\%$ para el grupo sevofluorano.

La FC descendió durante el mantenimiento en los dos grupos sin mostrar diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre ellos (Cuadro 3). Sin embargo, la PAS se mantuvo constante en los dos grupos y tampoco se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre ellos (Cuadro 3).

Tanto en el grupo halotano como sevofluorano, se observó un descenso progresivo de la FR a lo largo del tiempo siendo los valores correspondientes al grupo halotano superiores a los del sevofluorano. En los minutos 5 y 10 de mantenimiento, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre grupos (Cuadro 3).

La fracción espiratoria final de CO_2 (FEF- CO_2) apenas varió en el tiempo en el grupo halotano, sin embargo los animales anestesiados con sevofluorano mostraron un ascenso progresivo en el valor espirado apareciendo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el minuto 10 (Cuadro 3).

La SpO_2 y la temperatura no variaron ni mostraron diferencias entre grupos (Cuadro 3).

Cuadro 2. Tiempos ($X \pm SD$) de inducción (min). Tiempo de caída del globo ocular (T.cgo), Tiempo de pérdida del reflejo palpebral (T.prp) y tiempo de intubación (T.i) obtenidos en los grupos experimentales

	T.cgo	T.prp	T.i
Grupo I	4:04 \pm 3:08	5:29 \pm 3:27*	7:24 \pm 3:14
Grupo II	2:50 \pm 0:31	2:19 \pm 0:32	4:44 \pm 0:57

Cuadro 3. Parámetros (X±SD) cardiorrespiratorios y temperatura medidos en los seis gatos durante un periodo de 20 minutos anestesiados con halotano o sevoflurano a concentraciones equipotentes (1,2 X CAM)

Variable	Anestésico	Tiempo				
		0'	5'	10'	15'	20'
FC (lat/min)	Grupo I	157,25±18,02	140,50±10,23	126,83±13,55	118,00±12,32	117,33±20,44
	Grupo II	141,00±21,42	123,00±17,22	110,83±15,69	110,67±14,92	103,33±12,29
PAS (mmHg)	Grupo I	68,50±9,14	76,00±18,41	74,67±10,70	73,67±9,24	75,00±7,01
	Grupo II	72,33±11,82	74,67±12,04	72,00±12,13	75,67±12,02	76,83±12,65
FR (resp/min)	Grupo I	32,40±11,7	27,00±8,50*	23,83±7,98*	22,00±8,31	16,67±7,99
	Grupo II	15,50±7,84	11,00±4,69	9,50±4,37	8,83±3,76	8,17±4,11
FEFCO ₂ (mmHg)	Grupo I	15,50±3,78	18,50±11,20	16,00±2,96*	18,67±4,17	17,33±5,00
	Grupo II	28,83±14,94	28,50±11,97	33,83±16,53	35,83±19,85	41,00±22,00
SpO ₂ (%)	Grupo I	100±0,00	100±0,00	99,33±1,63	99,83±0,40	100±0,00
	Grupo II	100±0,00	100±0,00	100±0,00	100±0,00	100±0,00
T ^a (°C)	Grupo I	38,00±0,40	37,60±0,80	37,56±0,61	37,38±0,68	37,11±0,67
	Grupo II	37,21±0,34	37,31±0,43	37,23±0,42	37,06±0,35	36,90±0,35

* Diferencias estadísticamente significativas (P≤0.05).

Cuadro 4. Tiempos (X±SD) de recuperación (min). Tiempo de aparición del reflejo palpebral (T.arp), tiempo hasta la aparición de movimientos de cabeza (T.mc), tiempo hasta la extubación (T. ext) y tiempo hasta la deambulación (T. deamb) obtenidos en los grupos I y II

	T.arp	T.mc	T. ext	T.deamb
Grupo I	6:30± 1:12	12:41± 6:11	19:51± 7:11	21:50±8:13
Grupo II	5:10±1:42	9:23±2:53	13:12±3:59	15:33±4:00

Tiempos de recuperación

Durante esta fase se observó que el grupo sevoflurano produjo recuperaciones clínicamente más rápidas que el halotano aunque en ningún caso se mostraron diferencias estadísticamente significativas (P>0.05) entre grupos (Cuadro 4).

DISCUSIÓN

El temperamento de la especie felina obliga en muchas ocasiones, a recurrir a protocolos preanestésicos que incluyen agonistas alfa-2

adrenérgicos como la medetomidina. Sin embargo, se deben tener en cuenta los efectos depresores cardiorrespiratorios que poseen estos fármacos, por lo que no serían de elección en animales comprometidos. En estos casos, el uso de fenotiacinas como la acepromacina en combinación con opiáceos puede ser una buena alternativa. El grado de sedación que confiere esta asociación de fármacos a las dosis empleadas en este estudio es suficiente para realizar inducciones anestésicas con mascarilla.

Los tiempos de inducción anestésica, han sido clínicamente más lentos en el grupo halotano, aunque tan sólo se establecieron diferen-

cias significativas respecto al sevoflurano en el tiempo de pérdida del reflejo palpebral. La baja solubilidad en sangre del sevoflurano (0.69) respecto a la del halotano (2.54), debe producir una absorción más rápida tal y como describen Tatsushi et al. (1997) y Lerche et al. (2002), que encontraron diferencias significativas en la velocidad de inducción entre sevoflurano, isoflurano y halotano. El régimen de premedicación utilizado, confirió un estado de sedación ligera sin existencia de depresión respiratoria, lo que favoreció la inhalación de los anestésicos a través de la mascarilla resultando en inducciones suaves y libres de excitación hasta alcanzar concentraciones de anestésico equivalentes a 3 X CAM.

La frecuencia cardiaca observada durante el mantenimiento anestésico en los gatos anestesiados con halotano disminuyó ligeramente a lo largo del tiempo debido al efecto inotrope negativo que posee este anestésico (Ingwersen et al. 1988). En el grupo sevoflurano se observaron unos valores de frecuencia cardiaca similares aunque algo inferiores a los observados con el halotano, sin existir diferencias estadísticas entre ellos a concentraciones anestésicas de 1.2 X CAM (Hikasa, 1997). Otros artículos describen que la frecuencia no se altera si se aumenta la concentración de mantenimiento de 1.3 a 2 X CAM (Grandy et al. 1989). Parece ser que los gatos presentan una mayor sensibilidad a los efectos depresores cardiovasculares de agentes inhalatorios potentes, tal y como describen en su estudio Ingwersen y colaboradores (1988), esto puede influir en la mayor morbilidad y mortalidad anestésica que se ha registrado en gatos, en comparación a perros (Dyson et al. 1998). Pypendop e Ilwik (2004), realizaron un estudio sobre los efectos hemodinámicos del sevoflurano en gatos no premedicados concluyendo que, el sevoflurano, induce una depresión cardiorrespiratoria dosis-dependiente similar a la de otros agentes inhalatorios como el halotano, tal y como revelan los resultados obtenidos en este estudio.

Existen numerosos estudios que afirman que tanto el halotano como el sevoflurano, producen un descenso de la presión arterial sistólica (PAS), de forma dosis-dependiente (Ingwersen et al. 1988; Grandy et al. 1989). Hikasa (1997), describe el efecto hipotensor del halotano y del sevoflurano, indicando que a concentraciones de 1 y 1.5 X CAM, no existen diferencias entre los valores obtenidos con halotano o sevoflurano. En nuestro estudio, tampoco se observaron diferencias significativas entre grupos, aunque los valores medios de PAS registrados no alcanzaron en ningún caso los 80 mmHg. Debemos tener en cuenta, que además del efecto hipotensor manifiesto de halotano y sevoflurano, estos valores podrían estar influidos por el efecto hipotensor de la acepromacina (Pugh, 1964).

Hikasa (1997) observa que en gatos el sevoflurano produce una disminución de la frecuencia respiratoria según incrementa su concentración, mientras que el halotano la aumenta. Los resultados obtenidos en el grupo sevoflurano concuerdan con los descritos por este autor, sin embargo no ocurrió lo mismo en el grupo halotano que también mostró un descenso a lo largo del tiempo. No se han descrito efectos depresores respiratorios de la acepromacina, por tanto es probable que el efecto depresor respiratorio derive directamente de los anestésicos generales utilizados sin influencia del sedante. Existen estudios acerca de la depresión respiratoria producida por el sevoflurano y otros anestésicos inhalatorios (Lerche et al. 2002; Hikasa, 1997). Los valores de capnometría aumentan según disminuye la frecuencia respiratoria en los animales anestesiados con sevoflurano, sin embargo en el caso del halotano, a pesar del descenso en la frecuencia respiratoria, el CO₂ se mantiene prácticamente inalterado a lo largo del mantenimiento. A la vista de estos resultados, se podría considerar que el sevoflurano puede ser un agente más depresor respiratorio que el halotano, tal y como se ha publicado para gatos no premedicados (Hikasa et al., 1997).

La recuperación anestésica debe ser una fase controlada y libre de excitación. Cuando se trabaja con agentes volátiles de rápida eliminación, la velocidad y calidad del despertar, puede estar influida por el régimen de sedación además del coeficiente de partición sangre/gas del anestésico empleado. Si el mantenimiento anestésico es corto, resulta habitual que durante la recuperación se manifiesten los efectos residuales de los sedantes empleados.

Los tiempos de recuperación fueron clínicamente más lentos en los animales del grupo halotano, datos que concuerdan con lo descrito en perros por Polis (2001) aunque no aparecieron diferencias estadísticamente significativas entre grupos. La mayor velocidad de recuperación observada en los animales anestesiados con sevoflurano puede ser debida a que la eliminación de los anestésicos inhalatorios del alveolo es más lenta cuanto más soluble sea el agente (Eger, 1992). Asimismo, cuanto menor sea el grado de metabolismo de un anestésico inhalatorio, más rápido será el tiempo de recuperación (Carpenter et al. 1987). El sevoflurano se biotransforma tan sólo un 5%, lo que puede explicar en parte que los tiempos de recuperación del sevoflurano sean clínicamente más cortos.

En resumen, tanto el halotano como el sevoflurano son agentes inhalatorios que poseen buenas características para la inducción y el mantenimiento anestésico. Sin embargo, debido a la baja solubilidad en sangre del sevoflurano, este agente permite inducciones y recuperaciones clínicamente más rápidas que el halotano en gatos premedicados con acepromacina/petidina.

Podemos concluir que el sevoflurano es una buena alternativa al halotano para la inducción con mascarilla en gatos.

BIBLIOGRAFÍA

- Black A, Sury MRJ, Hemington M, Howard R, Mackersie A, Hatch DJ (1996). Comparison of the induction characteristics of sevoflurane and halothane in children. *Anaesthesia*. 51: 539-542.
- Carpenter RL, Eger EIII, Johnson BH, Unadkat DJ, Sheiner LB (1987). Does the duration of anesthetic administration affect the pharmacokinetics or metabolism of inhaled anesthetics in humans? *Anesth. Analg.* 66: 1-8.
- Dyson DH, Maxie MG, Svhnurr D (1998). Morbidity and mortality associated with anesthetic management in small animal veterinary practice in Ontario. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 34: 325-335.
- Eger EI (1992). Desflurane animal and human pharmacology: aspects of kinetics, safety, and MAC. *Anesth. Analg.* 75, S3-S9.
- Grandy JL, Hodgson DF, Dunlop CI, Curtis CR, Heath RB (1989). Cardiopulmonary effects of halothane anesthesia in cats. *Am. J. Vet. Res.* 50, 1729-1732.
- Harvey RC (1992). Precautions when using mask induction. *Veterinary Clinics of North America. Small. Anim. Pract.* 22, 310-311.
- Hikasa Y. (1997). Cardiopulmonary effects of sevoflurane in cats: comparison with isoflurane, halothane and enflurane. *Res. Vet. Sci.* 63: 205-210.
- Ingwersen W, Allen DG, Dyson DH. (1988). Cardiopulmonary effects of a halothane/oxygen combination in healthy cats. *Can. J. Vet. Res.* 52: 386-391.
- Lerche P, Muir WW, Grubb TL (2002). Mask induction of anaesthesia with isoflurane or sevoflurane in premedicated cats. *J. Small Anim. Pract.* 43: 12-15.
- Paddleford RR. (1992). Advantages and guidelines for mask induction. *Veterinary Clinics of North America Small Anim. Pract.* 22, 308-309.
- Polis I, Gasthuys F, Van Ham L, Laevens H (2001). Recovery times and evaluation of clinical hemodynamic parameters of sevoflurane, isoflurane and halothane anaesthesia in mongrel dogs. *J. Vet. Med.* 48: 401-411.

- Pugh DM (1964). Acepromacine in veterinary use. *Vet. Rec.* 76: 439.
- Pypendop BH, Ilwik JE (2004). Hemodynamic effects of sevoflurane in cats. *Am. J. Vet. Res.* 65(1): 20-25.
- Sawyer DC (1982). The induction period. In: Sawyer, DC (ed.), *The Practice of Small Animal Anesthesia*, pp. 13-43. WB Saunders Co., Philadelphia, PA, USA.
- Stoelting RK (1999). Inhaler anesthetics. In: *Pharmacology and Physiology in anesthetic practice*. Ed. RK Stoelting. Lippincott-Raven, Philadelphia. pp. 36-76.
- Tatsushi M, Ryohei N, Hwi-Yool K, Satoru M, Nobuo S (1997). Cardiopulmonary effects of sevoflurane, compared with halothane, enflurane, and isoflurane in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 58 (8): 885-890.